



HAL
open science

La théorie des probabilités et l'Institut Henri Poincaré (1918-1939) : construction d'un champ probabiliste parisien et pratique d'un transfert culturel

Matthias Cléry

► **To cite this version:**

Matthias Cléry. La théorie des probabilités et l'Institut Henri Poincaré (1918-1939) : construction d'un champ probabiliste parisien et pratique d'un transfert culturel. Histoire et perspectives sur les mathématiques [math.HO]. Université Paris-Saclay, 2020. Français. NNT : 2020UPASK003 . tel-03131709

HAL Id: tel-03131709

<https://theses.hal.science/tel-03131709>

Submitted on 4 Feb 2021

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.

La théorie des probabilités et
l'Institut Henri Poincaré
(1918-1939) :
Construction d'un champ probabiliste
parisien et pratique d'un transfert
culturel

Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

École doctorale n° 629, Sciences Sociales et Humanités
(SSH)

Spécialité de doctorat : Histoire des sciences et des techniques
Unité de recherche : Université Paris-Saclay, Études sur les sciences et
les techniques, 91400, Orsay, France.
Réfèrent : Faculté des sciences d'Orsay

Thèse présentée et soutenue à Orsay, le 13/11/2020, par

Matthias CLÉRY

Composition du jury :

Pascal MASSART Professeur, Faculté des sciences Université Paris-Saclay, FRANCE	Président
Frédéric BRECHENBACHER Professeur, École Polytechnique, FRANCE	Rapporteur et examinateur
Glenn SHAFER Professeur, Rutgers University, ÉTATS-UNIS	Rapporteur et examinateur
Sylvie BENZONI Professeure, Université Claude Bernard Lyon 1, FRANCE	Examinatrice
Caroline EHRHARDT Maîtresse de conférences, Université Paris 8, FRANCE	Examinatrice
Hélène GISPERT Professeure Émérite, Université Paris-Saclay GS Humanités et Sciences du Patrimoine, FRANCE	Directrice
Laurent MAZLIAK Maître de conférences (HDR), Université Pierre et Marie Curie, FRANCE	Codirecteur
Rossana TAZZIOLI Professeur, Université de Lille, FRANCE	Invitée
Rémi CATELIER Maître de conférences, Université Côte d'Azur, FRANCE	Invité

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.	I
0.1 Une approche croisée pour articuler un institut, une discipline, une période	iii
0.1.1 Un croisement de points de vue universitaires et financiers : l'IHP comme arrangement composite	iii
0.1.2 Un croisement de points de vue disciplinaires : l'IHP à l'interface entre physique et mathématiques	iv
0.1.3 Un croisement de points de vue de mathématiciens sur les probabi- lités : les règles du jeu du champ probabiliste	vi
0.1.4 Un croisement du point de vue des enseignants et des étudiants : conditions et étendues d'une reproduction sociale du champ proba- biliste	viii
0.2 La notion de transfert culturel pour étudier des croisements d'échelles géo- graphiques	xi
0.3 Construction d'un champ probabiliste parisien et pratique d'un transfert culturel	xvi
1.– LES PROBABILITÉS AU CŒUR D'UNE TECTONIQUE DISCIPLINAIRE À L'UNI- VERSITÉ DE PARIS (1918-1928) : PROFESSEURS, SAVOIRS, ÉTUDIANTS	1
1.1 Prendre et tenir la chaire : Borel à la chaire de Calcul des probabilités et de physique mathématique	4
1.1.1 Prendre la chaire : engager une reconfiguration disciplinaire au sein de la faculté des sciences de Paris	5
1.1.2 Tenir la chaire : assurer un enseignement mathématique du calcul des probabilités	10
1.2 Une opportunité à investir : la création de l'ISUP	28
1.2.1 Créer un institut d'enseignement professionnel de la statistique	29
1.2.2 Assurer un enseignement mathématique de statistique probabiliste	36
1.3 Enjeux des savoirs probabilistes pour les étudiants à l'université de Paris	40
1.3.1 Des étudiants en probabilités dans un cursus mathématique	41
1.3.2 Le profil mathématiques des apprentis statisticiens	46
1.3.3 Des probabilités dans les thèses d'État.	48
2.– CONSTRUIRE L'INTÉRÊT POUR LES PROBABILITÉS : LA PLACE DES PROBA- BILITÉS DANS LE CHAMP MATHÉMATIQUE PARISIEN (1918 – 1928)	63
2.1 Émile Borel : un patron des probabilités à Paris	67
2.1.1 Un Traité pour le calcul des probabilités	68
2.1.2 Promouvoir les probabilités à l'Académie (1) : les recherches françaises	72
2.1.3 Promouvoir les probabilités à l'Académie (2) : les recherches menées à l'étranger	81

2.1.4	Maurice d’Ocagne, un allié d’un temps à l’Académie.	85
2.2	Une autre vision des probabilités : Hadamard et Lévy	86
2.2.1	Hadamard, probabiliste le temps d’un printemps	87
2.2.2	Lévy un probabiliste à part (entière)	90
2.3	Les probabilités et les probabilistes français sur la scène internationale . . .	99
2.3.1	Perception internationale des publications probabilistes françaises .	100
2.3.2	Des probabilistes français à Bologne	102
3.– CONSTRUIRE UN CENTRE, TENIR LE CENTRE : L’INSTITUT HENRI POINCARÉ		
DE 1926 À 1940 107		
3.1	Construction et fonctionnement de l’Institut Henri Poincaré	110
3.1.1	L’action de la Fondation Rockefeller à l’échelle locale	111
3.1.2	Un centre de recherche et d’enseignement	115
3.1.3	Un institut de faculté pour mener une politique scientifique	129
3.2	Choisir des scientifiques	144
3.2.1	Créer une scène scientifique internationale : des choix géographiques dans les invitations	146
3.2.2	Un monde à l’épreuve de la géopolitique européenne de l’entre-deux- guerres	152
3.2.3	Des invités et des conférenciers de choix.	160
3.2.4	Sortir des amphithéâtres Darboux et Hermite	172
3.3	Le positionnement disciplinaire l’IHP : des stratégies différenciées pour la physique, les mathématiques et le calcul des probabilités	174
3.3.1	Les nominations aux chaires de TP et de CPPM	175
3.3.2	L’orientation scientifique des conférences	177
4.– LES CONFÉRENCES PROBABILISTES À L’INSTITUT HENRI POINCARÉ (1928 – 1940)		
191		
4.1	La construction d’un champ probabiliste parisien	192
4.1.1	Le programme scientifique des conférences probabilistes	193
4.1.2	Valoriser des directions de recherches locales	195
4.2	Le rôle social et scientifique du transfert culturel dans la structuration du champ probabiliste parisien des années 1930 : la sélection de directions de recherches	202
4.2.1	Les probabilités en chaîne	203
4.2.2	De la statistique scandinave à la statistique britannique	210
4.3	Faire de l’IHP une scène probabiliste internationale	214
4.3.1	Un acteur incontournable : Pólya	214
4.3.2	Une communauté dynamique : les Italiens	222
4.3.3	Une scène pour un débat international : les fondements de la théorie des probabilités.	232
5.– FORMER DES PROBABILISTES : ENSEIGNANTS ET ENSEIGNEMENTS DE LA		
CHAIRE DE CPPM (1928 – 1940) 253		
5.1	Les enseignants de l’IHP avant leur arrivé à la chaire de CPPM	255
5.1.1	Maurice Fréchet à Strasbourg : scène internationale et probabiliste dans les années 20	256
5.1.2	Georges Darmon entre Nancy et Paris : scène internationale et sta- tistique probabiliste	267

5.2	Les enseignements à la chaire de CPPM dans le contexte de l'IHP	279
5.2.1	L'organisation de l'enseignement	280
5.2.2	Les enseignements faits à la chaire de CPPM	282
5.2.3	La place de l'actualité des développements probabilistes dans les enseignements de la chaire de CPPM	292
6.— UNE GÉNÉRATION FORMÉE AUX PROBABILITÉS À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS : REPRODUCTION SOCIALE DU CHAMP PROBABILISTE		
6.1	Les probabilités dans la formation mathématique à la faculté des sciences de Paris	306
6.1.1	L'IHP comme centre de formation mathématique	307
6.1.2	Mobilités des enseignants, mobilité des savoirs	309
6.2	Les cursus des candidats au certificat de CPPM	311
6.2.1	Les candidats du certificats de CPPM	312
6.2.2	Le certificat de CPPM dans le cursus des licenciés	317
6.3	Des thèses de probabilités à la faculté des sciences de Paris	319
6.3.1	Des recherches inscrites dans des sociabilités localement internationales	320
6.3.2	Un programme scientifique organisé par Fréchet autour des processus markoviens : les thèses de Ghaffari, Dœblin et Fortet	332
6.3.3	Un programme scientifique organisé par Darmois autour de la statistique probabiliste anglo-saxonne : les thèses de Kunetz, Dugué et Malécot	349
6.3.4	Des thèses probabilistes sur les traces des recherches de Lévy	357
6.3.5	Ville, la théorie des collectifs et les jeux de hasard : une thèse originale soutenue par Borel	365
CONCLUSION		375
ANNEXES		387
A.— ARCHIVES RELATIVES À L'ÉLABORATION DES STATUTS DE L'IHP		
A.1	Lettre du Doyen de la Faculté de sciences (Charles Maurain) au Recteur de l'Université de Paris du 13 février 1930 (AN 20010498/130, « Divers (1928 –1952) »)	389
A.2	Projet de statut de l'Institut Henri Poincaré présenté au Conseil de l'Université, 1 ^{er} décembre 1930 (AN 20010498/130, « Création et fonctionnement »)	391
A.3	Lettre du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts à Monsieur le Recteur de l'Académie de Paris, 10 avril 1931. (AN AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré, Financement et règlement)	393
A.4	Lettre du Doyen de la Faculté des SCIENCES à Monsieur le Recteur de l'Académie de Paris, 21 avril 1931 (AN 20010498/130, Création et fonctionnement)	394
A.5	Projet de règlement adopté par le Conseil de l'Université	395
B.— LISTE DES INVITÉS ET DES CONFÉRENCIERS		397
C.— LISTE DES CONFÉRENCES		401
C.1	Conférences dans la thématique « probabilité »	402

C.2	Conférences dans la thématique « quantique »	405
C.3	Conférences dans la thématique « spectre »	407
C.4	Conférences dans la thématique « magnétisme »	409
C.5	Conférence dans la thématique « équation »	411
C.6	Conférences non classées	414
D.-	ÉLÉMENTS DE BIOGRAPHIE ET ARCHIVES RELATIVES AUX INVITATIONS . . .	417
D.1	Serge Bernstein	417
D.2	George Birkhoff	419
D.3	Felix Bloch	420
D.4	Léon Bloch	421
D.5	Nikolaï N. Bogolioubov	423
D.6	Max Born	423
D.7	Francesco Cantelli	425
D.8	Arthur Compton	426
D.9	Harald Cramér	427
D.10	Bruno de Finetti	427
D.11	Walter Elsasser	428
D.12	Enrico Fermi	429
D.13	Ronald Fisher	430
D.14	Jacov Frenkel	430
D.15	George Gamow	433
D.16	Samuel Goudsmit	434
D.17	Alf Guldberg	434
D.18	Emil Gumbel	435
D.19	Victor Henri	436
D.20	Andreï N. Kolomogorov	438
D.21	Nicolaï M. Krylov	438
D.22	Fritz London	439
D.23	Szolem Mandelbrojt	440
D.24	Charles Manneback	441
D.25	Stefan Mazurkiewicz	442
D.26	Edward Milne	443
D.27	Jerzy Neyman	443
D.28	Lothar Nordheim	444
D.29	Rudolf Peierls	445
D.30	Francis Perrin	446
D.31	George Placzek	447
D.32	Felix Pollaczek	447
D.33	Chandrasekha Raman	448
D.34	Hans Reichenbach	448
D.35	Yves Rocard	450
D.36	Johan Steffensen	450
D.37	Ehard Tornier	451
D.38	Francesco Tricomi	452
D.39	Vito Volterra	452
D.40	Edmund Whittaker	455

SOURCES 457
BIBLIOGRAPHIE 509
INDEX. 537

INTRODUCTION

L'Institut Henri Poincaré (IHP), qui fait l'objet de notre recherche, est un institut de la faculté des sciences de Paris créé le 9 juillet 1928 et installé dans le bâtiment éponyme inauguré le 17 novembre de la même année. Les concepteurs de cet institut ont visé deux objectifs. Tout d'abord, ces nouveaux locaux doivent permettre de désengorger la Sorbonne en accueillant le département de mathématiques de cette université. Ensuite, l'institut de faculté doit permettre de favoriser l'activité scientifique en interaction avec les mathématiques et la physique, notamment du calcul des probabilités identifié par les créateurs de l'IHP comme un domaine privilégié pour ces interactions. Pour atteindre ce second objectif, l'IHP poursuit une mission d'enseignement et une mission de recherche dans les domaines de la physique et des mathématiques, et tout particulièrement de la stochastique¹. La mission de recherche est en partie assurée par l'organisation de conférences faites par des savants français et étrangers, financées grâce à une donation de la Fondation Rockefeller et une autre du baron Edmond de Rothschild (1845-1934).

Cet institut a contribué remarquablement à l'activité mathématique française des années 1930, tant sur le plan institutionnel que scientifique. Reinhard Siegmund-Schultze montre en effet que l'IHP soutient un processus de modernisation des mathématiques françaises suivant deux stratégies qui exploitent chacune une facette de cet institut². La première stratégie, incarnée par le groupe Bourbaki, trouve dans ces locaux un lieu propice pour se déployer. Ce groupe s'appuie sur une approche structurelle des mathématiques, développée principalement hors de France, et privilégie la forme des séminaires pour travailler leurs recherches (le séminaire Hadamard au Collège de France et le séminaire Julia à l'IHP³). La seconde stratégie repose sur l'élaboration d'un cadre institutionnel, l'institut de faculté, pour développer les communications mathématiques internationales et développer l'activité locale dans le domaine des probabilités. Comme le montre Juliette

1. Le terme « stochastique » englobe les probabilités et la statistique fondée sur un socle probabiliste.

2. Voir [Siegmund-Schultze, 2009].

3. Voir également [Audin, 2014].

Leloup, cette seconde stratégie encourage par exemple un nombre inédit de doctorants à soutenir une thèse dans le domaine des mathématiques du hasard entre 1935 et 1940⁴.

Cette seconde stratégie s'inscrit en fait dans un mouvement de transformation de la stochastique engagé en France depuis le début du XX^e siècle. Dans la période de 1900 à 1940, Émile Borel (1871-1956) joue un rôle moteur dans le domaine des probabilités. L'engagement de ce mathématicien dans cette discipline remonte à 1905⁵, mais c'est surtout au lendemain de la Grande Guerre qu'il se trouve en mesure de mettre en place une véritable politique scientifique, promouvant des mathématiciens et des sujets de recherches, politique qu'il consacre notamment à la stochastique⁶. Borel réussit à mettre en place deux leviers pour mener cette politique : une collection d'ouvrages consacrés aux probabilités, le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* lancé en 1924, et l'IHP, dont l'activité impactera d'ailleurs le contenu de cette collection⁷.

Enfin l'IHP offre un espace permettant d'introduire des méthodes probabilistes au sein de la statistique, prolongeant ainsi la création de l'Institut de statistique de l'université de Paris (ISUP) en 1922⁸. Cette orientation de Borel⁹, suivi par Georges Darmon (1888-1960)¹⁰ et Maurice Fréchet (1879-1973)¹¹ suscite des réserves de la part de certains statisticiens français¹². L'activité de l'IHP donne par conséquent de la force aux efforts de probabilisation de la statistique en France dans l'entre-deux-guerres.

L'histoire des mathématiques et des probabilités dans l'entre-deux-guerres met en évidence les effets remarquables de l'activité de l'IHP sur les recherches mathématiques françaises de cette période, sans pour autant aborder directement l'activité au sein de cet institut. Ces recherches donnent finalement des reflets parcellaires de cette activité et surtout donnent une appréhension partielle des transformations profondes du calcul des probabilités en France dans l'entre-deux-guerres soutenues par cet institut, sur le plan social et scientifique. Dans ce travail, nous étudions donc le rôle de l'IHP dans la structuration d'un champ probabiliste à Paris au cours de l'entre-deux-guerres et dans la pratique d'un transfert culturel dans le domaine des mathématiques du hasard.

4. Voir [Leloup, 2009, 349-420].

5. Voir [Durand et Mazliak, 2011].

6. Voir [Gispert et Leloup, 2009, Mazliak, 2010a].

7. Voir [Bustamante *et al.*, 2015].

8. Sur la création de l'ISUP, voir [Catellier et Mazliak, 2012].

9. Voir [Mazliak, 2010a].

10. Voir [Catellier et Mazliak, 2012, Mazliak, 2010a].

11. Voir [Armatte, 2001, Fréchet et Halbwegs, 2019].

12. Voir [Armatte, 2005].

0.1 UNE APPROCHE CROISÉE POUR ARTICULER UN INSTITUT, UNE DISCIPLINE, UNE PÉRIODE

Notre objectif consiste à analyser l'articulation des processus sociaux et des transformations conceptuelles dans le domaine des probabilités dans cette période. Pour y parvenir nous adoptons une approche croisée. Suivant la proposition de Michael Werner et Bénédicte Zimmermann¹³, nous partons des situations concrètes d'actions dans lesquelles l'IHP est impliqué et pour élucider les phénomènes ainsi observables, nous opérons des croisements de points de vue et des croisements d'échelles (spatiales et temporelles).

0.1.1 *Un croisement de points de vue universitaires et financiers : l'IHP comme arrangement composite*

Un premier croisement, réalisé dans la perspective de l'histoire de l'enseignement supérieur, donne un éclairage sur les stratégies mobilisées par les professeurs et les doyens de l'université de Paris pour surmonter les difficultés liées au modèle universitaire français¹⁴. L'IHP offre un exemple de deux stratégies en partie inspirées du modèle universitaire allemand. La première vise à introduire la pratique du séminaire dans l'enseignement et la seconde vise à introduire la structure d'institut au sein de l'université.

Dans un contexte économique difficile, la création de cet institut mobilise des acteurs universitaires et non-universitaires. Les acteurs universitaires comme le professeur de la chaire de calcul des probabilités et de physique mathématique (CPPM), Borel, le doyen de la faculté des sciences, Charles Maurain (1871-1967), ainsi que les doyens des autres facultés, s'expriment sur le fonctionnement de l'université dans ses aspects administratif, pédagogique, scientifique et financier. Pour surmonter le manque de crédit, Borel fait appel à la Fondation Rockefeller et la faculté des sciences se tourne vers la banque Rothschild Frères pour assurer un apport financier à court et moyen terme. Mais la Fondation Rockefeller porte elle-même un projet scientifique. Cette entreprise « philanthropique » cherche à faire émerger une élite intellectuelle mondiale en soutenant les communications scientifiques internationales¹⁵ ce qui conduit à un dispositif original au sein de l'IHP : l'organisation chaque année d'une dizaine de conférences de savants internationaux sur

13. [Werner et Zimmermann, 2003].

14. Voir [Karady, 1986, Charle, 1994].

15. [Siegmund-Schultze, 2001, Tournès, 2013, Tournès, 2010].

des recherches contemporaines en physique et en mathématiques.

Nous reprenons l'étude de la création de l'IHP en dégagant plus nettement les différents points de vue impliqués. En effet jusqu'à présent, seul le point de vue de la Fondation Rockefeller¹⁶ a véritablement fait l'objet d'une investigation approfondie. Les documents relatifs à la création de cet institut se trouvent dans ses archives (AN 20010498/130 et bibliothèque de l'IHP) et dans les archives de l'université de Paris (AJ/16/5775). Comme nous le verrons, ces documents permettent de mieux apprécier le rôle de la Fondation Rockefeller, de la banque Rothschild Frères, de l'université de Paris et de la faculté des sciences dans la conception de l'institut. En particulier, la synthèse de ces différents points de vue conduit à la définition d'un institut présentant deux singularités que nous analyserons à nouveaux frais : d'une part l'organisation de conférences faites par des savants internationaux, d'autre part un positionnement disciplinaire qui se veut à l'interface entre physique et mathématique.

0.1.2 *Un croisement de points de vue disciplinaires : l'IHP à l'interface entre physique et mathématiques*

L'IHP nous conduit donc à un croisement disciplinaire de la physique et des mathématiques qui nécessite de prendre un cadre chronologique plus large, allant de 1920 à 1940. Ce croisement disciplinaire permet de mettre en évidence les difficultés à articuler les logiques, institutionnelles et scientifiques, propres à ces deux disciplines et les moyens mis en œuvre pour tenter de les surmonter. De plus, le calcul des probabilités se trouve pris en tenaille dans ce croisement disciplinaire, nous amenant à étudier le statut scientifique des probabilités, entre la physique et les mathématiques.

Un premier lieu d'observation de ce croisement est la chaire de CPPM entre 1920 et 1940. La candidature de Borel à cette chaire en 1920 suscite des débats assez tendus entre physiciens et mathématiciens de la faculté des sciences de Paris. Ces débats portent sur cette chaire et plus largement sur la place respective des mathématiques et de la physique au sein de cette faculté. Ce débat tient au statut particulier, acquis au XIX^e siècle, de la chaire de CPPM ; il s'agit en effet d'un poste tenu par un mathématicien pour enseigner de la physique. La candidature de Borel se présente comme un moment de collision entre des logiques institutionnelles différentes dans le domaine des mathématiques et de la

16. [Siegmond-Schultze, 2001, Tournès, 2013, Tournès, 2010].

physique. Borel est tout de même nommé à cette chaire et y met en œuvre son projet de développement des probabilités au sein de son enseignement. Il doit alors négocier la position de cette discipline vis à vis des mathématiques et de la physique.

La création de l'IHP renouvelle le problème d'une articulation entre mathématiques et physique au sein de la faculté des sciences de Paris. Pour favoriser les interactions entre ces deux disciplines, l'IHP rassemble la chaire de CPPM et la chaire de théorie physique (TP) créée pour cet institut. Ces deux chaires sont par la même occasion dotées d'une maîtrise de conférences chacune. La nomination d'enseignants à ces deux chaires pose, dans le contexte singulier de l'IHP, le problème de la coordination des logiques propres à chacune de ces deux disciplines. L'enseignement au sein de l'IHP prolonge également le problème du positionnement du calcul des probabilités vis à vis des mathématiques et de la physique. De plus l'organisation des conférences revient à un comité de direction rassemblant des mathématiciens et des physiciens. Le choix des conférenciers donne à voir, tout au long de la période allant de 1928 à 1939, les logiques propres de ces deux disciplines ainsi que la place accordée au calcul des probabilités.

Pour analyser ce croisement disciplinaire, nous avons travaillé à la fois sur les prises de parole des universitaires et sur les contenus scientifiques. Pour ce qui est de la nomination aux chaires de CPPM et de TP, nous avons utilisé les procès-verbaux des séances du conseil de la faculté des sciences de Paris (AN AJ/16/5123-24). Pour appréhender la position disciplinaire des enseignements au sein de la faculté des sciences, nous nous sommes appuyé sur le *Livret de l'étudiant de l'Université de Paris* ainsi que les *Annales de l'Université de Paris*. Nous avons approfondi ce travail pour l'enseignement de la chaire de CPPM en analysant les cours publiés¹⁷ ainsi que des notes de cours dans les archives de la bibliothèque MIR de Jussieu¹⁸. Enfin, pour analyser les conférences, dans la perspective de leur positionnement disciplinaire, nous avons utilisé les documents conservés à la bibliothèque de l'IHP relatifs aux invitations ainsi que les affiches de ces conférences. Nous avons approfondi l'analyse des conférences de stochastique en nous concentrant sur celles qui furent publiées dans les *Annales de l'IHP*.

17. Notamment [Borel et Lagrange, 1925].

18. Ces notes nous ont été signalées par Christophe Eckes qui les a récemment redécouvertes. Elles comprennent notamment des notes de cours de Jean-Louis Destouches sur lequel nous revenons plus loin.

0.1.3 *Un croisement de points de vue de mathématiciens sur les probabilités : les règles du jeu du champ probabiliste*

En adoptant la perspective de l'histoire des probabilités en France, l'IHP apparaît comme un lieu où se croisent les points de vue de mathématiciens sur la stochastique donnant un éclairage sur l'évolution des directions de recherches dans ce domaine en France entre 1900 et 1940. L'irruption de l'IHP en 1928 constitue un moment crucial dans la mesure où il est inauguré à un moment de tensions entre deux grands courants de recherches. Pour appréhender ces dynamiques, nous avons prolongé l'approche utilisée jusqu'à présent dans l'histoire des probabilités en France.

Comme nous l'avons mentionné, Borel est un des acteurs majeurs dans cette histoire des probabilités depuis 1905 et jusqu'en 1940. Le calcul des probabilités connaît en fait un développement difficile en France depuis la fin du XIX^e siècle et les doutes exprimés notamment par Joseph Bertrand (1822-1900)¹⁹ sur la rigueur et le caractère mathématique d'un tel calcul. Malgré un scepticisme initial, Henri Poincaré (1854-1912), face aux problèmes posés par la physique statistique, se résout à prendre en main le calcul des probabilités et l'intègre à ses outils mathématiques²⁰, redonnant ainsi de la respectabilité à ce domaine. Mais c'est surtout Borel qui s'empare résolument du calcul des probabilités à partir de 1905. Contrairement à ses aînés, il n'a aucun doute de l'importance de ce sujet et envisage une diversité d'applications incluant la physique, les mathématiques et la statistique²¹. Il perfectionne les mathématiques du hasard héritées du XIX^e siècle en introduisant notamment les méthodes de la théorie de la mesure des ensembles et de la toute nouvelle intégration de Lebesgue, publie ses recherches dans des revues spécialisées de mathématiques²² et écrit un livre mathématique sur le sujet²³. Dans le même temps, il publie des textes visant un public plus large pour présenter les connaissances probabilistes²⁴, notamment dans la revue qu'il crée en 1905 : *La Revue du mois*²⁵. La question des applications des probabilités et de leurs mises en application conduit Borel à adopter une certaine prudence concernant les hypothèses et les outils mathématique utilisés pour

19. Voir [Bru, 2012].

20. Sur Poincaré voir [Duplantier et Rivasseau, 2015]. En particulier sur le travail probabiliste de Poincaré voir [Mazliak, 2015b].

21. Voir [Knobloch, 1987, Bru, 2001a, Durand et Mazliak, 2011, Mazliak, 2015b].

22. En particulier [Borel, 1909b].

23. [Borel, 1909a].

24. Par exemple [Borel, 1914a].

25. [Durand et Mazliak, 2011, Ehrhardt et Gispert, 2018].

aborder les problèmes probabilistes.

Au lendemain de la Première Guerre mondiale une nouvelle génération de mathématiciens s'intéresse à la stochastique en prenant une approche nouvelle, ouvertement favorable à l'introduction de mathématiques empruntées notamment à l'analyse fonctionnelle dans le domaine des probabilités. Darmois se lance, encouragé par Borel, dans le domaine de la statistique probabiliste²⁶. Fréchet s'intéresse également à ce sujet ; par ailleurs ses contacts mathématiques internationaux le poussent à se concentrer sur l'étude des probabilités en chaîne (processus de Markov)²⁷. Enfin Paul Lévy (1886-1971) transcrit ses travaux d'analyse fonctionnelle dans le cadre mathématique du calcul des probabilités. Ceci le conduit à introduire de nouveaux concepts probabilistes abstraits et à prendre ses distances avec Borel, préoccupé avant tout dans les années 1920 par les applications des probabilités²⁸.

Ces développements sont assez bien connus grâce aux travaux historiques consacrés à ces probabilistes. Pour appréhender le croisement des points de vue de ces mathématiciens sur les probabilités, nous privilégions une approche en terme de champs. Pierre Bourdieu a introduit la notion de champ social²⁹ pour aborder le problème empirique, posé à la sociologie et à l'anthropologie, de la division sociale du travail, autrement dit de l'existence d'espaces sociaux exclusifs consacrés à une pratique spécifique, comme, par exemple, la production de savoirs scientifiques³⁰. Le champ scientifique se structure comme un ensemble de positions occupées par des individus dont l'activité est animée par une concurrence pour l'autorité scientifique. Dans le cas de la science, la concurrence présente cette particularité qu'elle repose sur la reconnaissance des concurrents. Par ailleurs l'autorité scientifique se caractérise comme la capacité à imposer la définition de la science (ou de la discipline) la plus conforme à sa recherche de reconnaissance. Dans le domaine spécifique de la production de savoirs probabilistes en France en 1918, les positions institutionnelles sont en fait très limitées en nombre ; il s'agit des deux enseignants de Polytechnique chargés des leçons de calcul des probabilités, positions occupées alternativement d'une année sur l'autre par deux mathématiciens, et le poste de professeur de la chaire de CPPM.

Nous verrons que Borel se montre particulièrement efficace pour changer la situation

26. [Bru, 2001b, Catellier et Mazliak, 2012].

27. [Bru et Hertz, 2001, Lévy, 2014, Mazliak, 2009, Havlova *et al.*, 2005].

28. [Lévy, 2014].

29. Voir notamment [Bourdieu, 2002, Bourdieu, 1991]. Pour une discussion critique de ce concept voir [Lahire, 2001].

30. [Bourdieu, 1976].

au cours des années 1920. Il suit une stratégie de subversion, mobilisant un capital scientifique acquis grâce à ses travaux en théorie des fonctions, pour le réinvestir dans un domaine déprécié par les mathématiciens français contemporains : les probabilités. Pour conduire cette stratégie, il prend appui sur son poste de professeur à la chaire de CPPM, qu’il obtient en 1920, et sur son statut d’académicien, obtenu en 1921. Cette stratégie se déploie au sein de l’université de Paris. Les archives de la Faculté des sciences, les *Livrets de l’étudiant* ainsi que les *Annales de l’Université de Paris* nous ont permis d’analyser l’activité de Borel à la chaire de CPPM. Nous verrons qu’il profite également de la création de l’Institut de statistique de l’université de Paris (ISUP) en 1922 pour y introduire un enseignement mathématique de la statistique probabiliste. Les archives (AN 20010498/77) nous ont permis d’analyser son rôle au sein de cet institut. Par ailleurs, la stratégie de Borel se déploie au sein de l’Académie des sciences. Nous avons étudié les *Comptes rendus de l’Académie des sciences de Paris* (CRAS) pour mettre en évidence l’activité probabiliste au sein de cette institution. Enfin Borel lance son *Traité* délimitant ainsi un espace éditorial consacré à la stochastique dont le contenu a déjà fait l’objet d’une étude détaillée³¹ que nous avons complétée en adoptant un nouvel angle d’étude. La création de l’IHP s’inscrit dans cette stratégie et, comme nous le verrons, ses effets sont d’une ampleur inédite. Nous avons ainsi analysé comment l’articulation des deux facettes de l’IHP, le bâtiment et l’institut de faculté, soutiennent le développement d’un champ social consacré aux probabilités à Paris, au sein même du champ mathématique. Nous avons également utilisé les archives relatives à l’IHP et les *Annales de l’IHP* pour étudier l’activité probabiliste interne à cet institut.

0.1.4 *Un croisement du point de vue des enseignants et des étudiants : conditions et étendues d’une reproduction sociale du champ probabiliste*

Une partie de l’activité du champ probabiliste consiste à en contrôler l’accès à de nouveaux scientifiques. Pierre Bourdieu et Jean-Claude Passeron ont ainsi montré l’importance du système éducatif dans le contrôle de l’entrée de nouvelles générations dans un champ social³². Dans cette perspective, nous avons analysé le croisement des points de vue des enseignants et des étudiants de la faculté des sciences de Paris sur les savoirs

31. [Bustamante *et al.*, 2015].

32. [Bourdieu et Passeron, 1964, Bourdieu et Passeron, 1970].

probabilistes.

L'histoire de l'enseignement au sein de la faculté des sciences de Paris dans l'entre-deux-guerres a été abordée notamment par l'entrée des professeurs dans l'analyse prosopographique de Christophe Charle et Eva Telkès³³. Dans le domaine spécifique des mathématiques, les recherches de Juliette Leloup portent l'attention sur un groupe d'étudiants : les thésards³⁴. Pour ce qui est de l'enseignement des probabilités Norbert Meusnier³⁵ et Bernard Courtebras³⁶ montrent, en retraçant une histoire longue allant de la fin du XVIII^e au début du XX^e siècle, que cet enseignement n'a pas été assuré en continu par les professeurs de la chaire de CPPM. Plus récemment, la réédition d'un livre écrit par Maurice Fréchet et Maurice Halbwachs (1877-1945) fut l'occasion de donner une vue panoramique de l'enseignement de la statistique, et du retard manifeste de la France dans ce domaine au début du XX^e siècle³⁷. Enfin deux doctorants en probabilités ont fait l'objet d'une attention particulière pour leur travaux de thèse : Wolfgang Doeblin (1915-1940) pour ses travaux sur les chaînes et les processus markoviens³⁸ et Jean Ville (1910-1989) pour son travail sur la notion de martingale³⁹.

L'enseignement du calcul des probabilités dans l'entre-deux-guerres constitue un point crucial pour nous dans la mesure où l'IHP a pour charge de le développer à Paris. Cet enseignement se fait à un croisement disciplinaire entre la physique et les mathématiques. Nous verrons que cet enseignement connaît en fait une refonte presque en continu entre 1920 et 1937. La création de l'IHP apparaît ainsi comme un moment pivot ; le fonctionnement de cet institut prolonge et accentue les réformes de cet enseignement initiées par Borel à partir de 1920. La transformation de cet enseignement du calcul des probabilités participe de la définition des conditions d'entrée dans le champ probabiliste. Il nécessite donc une analyse croisant les points de vue des professeurs (détenteurs à ce titre d'une position au sein du champ probabiliste) et celui des étudiants du certificat de CPPM (candidats potentiels à l'entrée dans ce champ) sur les contenus probabilistes enseignés à la chaire de CPPM. Ce croisement permet en outre d'éclairer sous un autre angle le problème de la position du calcul des probabilités vis-à-vis des mathématiques et de la physique.

33. [Charle et Telkès, 1989].

34. [Leloup, 2009].

35. [Meusnier, 2004, Meusnier, 2006].

36. [Courtebras, 2006b].

37. [Fréchet et Halbwachs, 2019].

38. [Bru et Yor, 2000, Bru, 2000, Bru, 1992, Bru, 1993, Cohn, 1993].

39. [Shafer, 2009, Crépel, 2009] voir également [Shafer et Vovk, 2001, 48-50, 52-53].

Pour mener notre étude de cet enseignement, nous nous sommes appuyé sur différentes sources. L'activité de la faculté des sciences de Paris a fait l'objet d'une publication rassemblant les données disponibles en 1940 et rédigée sous la supervision de son doyen de l'époque, Maurain⁴⁰. Ce livre rassemble des informations importantes sur les cours, les diplômes, les professeurs et donne quelques statistiques concernant les étudiants, mais Maurain se défend d'en faire une analyse historique. Le point de vue des professeurs de la faculté des sciences sur cet enseignement du calcul des probabilités peut être appréhendé grâce aux procès-verbaux du conseil de cette faculté (AN AJ/16/5123-5124) et les *Annales de l'Université de Paris*. Ces documents donnent des indications sur l'évolution des moyens pédagogiques mis à disposition des enseignants de la chaire de CPPM et de la place de leurs enseignements au sein de l'organisation disciplinaire de cette faculté. Certains enseignements ont fait l'objet d'une publication, notamment le cours de Borel à la chaire de CPPM en 1922⁴¹, nous donnant ainsi la possibilité d'en étudier le contenu. Les notes de cours, prises par le physicien et philosophe de la physique Jean-Louis Destouches (1909-1980), donnent une idée précise d'enseignements faits à la chaire de CPPM au début des années 1930 par Borel et Fréchet. Enfin, les conférences de l'IHP s'adressent en partie aux étudiants du certificat de CPPM, nous avons donc étudié dans quelle mesure ces conférences s'articulent avec les cours des enseignants.

Pour appréhender le point de vue des étudiants nous avons mobilisé d'autres sources. Tout d'abord nous avons mené un travail quantitatif en nous appuyant sur les registres (AN AJ/16/5293-5315) et procès-verbaux des examens (AN AJ/16/5496-5512) ainsi que les registres des licenciés de la facultés des sciences de Paris (AN F/17/*/3419-20 et F/17/18017-18). À notre connaissance ces registres n'ont pas fait l'objet d'une attention particulière en histoire des mathématiques. Ils permettent cependant d'identifier les choix, faits par les étudiants, des certificats d'études supérieures (CES), dont trois sont nécessaires pour l'obtention de la licence. Le choix des CES, relativement restreint pour les étudiants souhaitant se tourner vers certaines carrières comme l'enseignement, offre une certaine marge de liberté aux étudiants. L'étude des cursus d'étudiants nous a permis de mieux cerner la place du certificat de CPPM dans les cursus des candidats à ce certificat notamment vis-à-vis des mathématiques et de la physique. C'est dans cette nouvelle perspective de croisement que nous complétons l'étude de Juliette Leloup sur les thèses de

40. [Maurain et Pacaud, 1940].

41. [Borel et Lagrange, 1925].

probabilités. Nous avons ainsi analysé les thèses d'université et les thèses d'État portant sur la stochastique et dont une version numérisée est accessible sur le site NUMDAM.

0.2 LA NOTION DE TRANSFERT CULTUREL POUR ÉTUDIER DES CROISEMENTS D'ÉCHELLES GÉOGRAPHIQUES

Un dernier croisement, dans la perspective de l'histoire des probabilités, vise à donner un éclairage sur l'articulation des transformations du calcul des probabilités à l'échelle parisienne et à l'échelle internationale. La nécessité d'une telle articulation vient de la définition même de l'IHP, dont une des activités, condition nécessaire à l'obtention du financement de la Fondation Rockefeller, consiste à organiser des conférences faites par des savants internationaux. Or à l'échelle internationale, les savoirs probabilistes connaissent des mutations fortes mises en évidence par des travaux historiques suivant trois approches.

En s'inscrivant dans la perspective tracée par Thomas Kuhn et à la suite d'études menées dans les années 1980⁴², Jan von Plato a proposé une étude du passage des probabilités classiques aux probabilités modernes en terme de révolution scientifique⁴³. Son approche épistémologique l'a conduit à prendre en compte la transformation du rapport des scientifiques au hasard qui a lieu dans le passage du XIX^e au XX^e siècle, en soulignant le rôle de la mécanique statistique et de la mécanique quantique. Cette mutation se traduit dans les mathématiques, passant d'un calcul classique à une théorie moderne des probabilités. Les probabilités classiques portent principalement sur des espaces d'états finis et un nombre fini de répétitions et recourent donc à des méthodes combinatoires. Au début du XX^e siècle, des considérations sur l'infini intègrent les mathématiques du hasard et conduisent au développement de nouvelles approches du hasard : l'approche logique, l'approche fréquentiste, l'approche subjectiviste et enfin l'approche axiomatique des probabilités.

En se concentrant sur un corpus d'énoncés mathématiques, Hans Fischer rend une certaine continuité dans le passage du calcul classique des probabilités à une théorie moderne des probabilités. Son étude porte sur le théorème central de la limite (TCL), sur une période allant de 1810 à 1935⁴⁴. Ce théorème recouvre en fait un ensemble d'énoncés

42. [Krüger *et al.*, 1987].

43. [von Plato, 1994].

44. [Fischer, 2011].

qui constitue en soi une discipline mathématique depuis la seconde moitié du XIX^e siècle. Ces énoncés suscitent des recherches pour mettre au point des méthodes de démonstration et jouent ainsi un rôle moteur dans l'évolution des mathématiques du hasard dans la première moitié du XX^e siècle.

En analysant un événement mathématique international, le Congrès des mathématiciens de Bologne en 1928, Bernard Bru a mis en évidence que le TCL ne constitue pas le seul élément qui participe à une transformation de la stochastique. Les probabilités en chaîne (chaîne de Markov), introduites au début du XX^e par Andreï A. Markov (1856–1922), suscitent un intérêt notable de mathématiciens européens à partir de 1918. Bernard Bru montre que le Congrès de Bologne en 1928, et en particulier la section IV-A, contribue à couronner les chaînes de Markov comme sujet de recherche probabiliste à l'échelle internationale⁴⁵. Plus largement, ce congrès permet de mettre en contact des mathématiciens porteurs de directions de recherches développées dans plusieurs sphères culturelles et permet la constitution d'un réseau scientifique international organisé autour des recherches probabilistes.

Pour comprendre comment s'articulent les transformations conceptuelles à l'échelle internationale et locale (parisienne), nous utilisons la notion de transfert culturel. Cette notion s'est particulièrement développée dans le contexte des études franco-allemandes, à la fin des années 1980, notamment par Michel Espagne et Michael Werner⁴⁶. Ces recherches s'inscrivent dans un courant d'histoire culturelle des sciences de l'homme dans l'objectif de comprendre l'intervention des références à des auteurs allemands chez certains philosophes français du XIX^e siècle.

L'analyse en terme de transferts culturels repose sur l'existence d'un déplacement matériel d'objets ou d'individus entre différents espaces géographiques et procède d'une série de critiques historiographiques. En premier lieu, la notion de transfert culturel vise à dépasser l'analyse comparative qui suppose l'existence d'entités culturelles closes, recouvrant généralement les états nations, mettant donc d'abord en avant les différences à un moment donné de l'histoire. Outre les problèmes du choix des critères d'étude de la comparaison, cette approche minimise ou marginalise les processus de communication entre groupes sociaux. De plus cette analyse privilégie une dimension synchronique au détriment des processus diachroniques en cours dans les deux espaces considérés et dans leurs

45. [Bru, 2003].

46. Voir [Espagne et Werner, 1988, Espagne, 1999, Espagne, 2013].

communications. L'analyse des transferts culturels propose donc d'examiner ces processus de communication entre des groupes sociaux.

En second lieu, l'analyse des transferts culturels vise à surmonter la critique concernant les notions de communication et d'influence (et par extension de diffusion). Entendre le terme de communication comme l'émission d'un signal produit par un émetteur et reçu par un récepteur, supposant l'information identique tout au long du processus, conduit à ignorer le travail du groupe social jouant dans ce scénario le rôle de récepteur et les éventuelles interférences sur le signal émis ; la totalité du contenu du message se voit alors expliqué uniquement par l'activité du groupe social jouant le rôle d'émetteur. Le recours à la notion d'influence qui suppose également un rôle prédominant du groupe social émetteur et la prégnance de l'idée d'une information invariable au cours du processus, ne permet pas non plus de rendre compte de façon satisfaisante des usages (parfois contradictoires) de cette information dans l'espace récepteur et émetteur. Finalement, avec ces deux notions, le travail d'interprétation dans l'espace de réception et le processus même de circulation entre les deux espaces sont totalement ignorés.

Pour mener notre analyse en terme de transfert culturel, nous nous appuyons sur la proposition faite par Pierre Bourdieu⁴⁷ pour étudier la circulation des textes à l'aide de la notion de champ. Il part du constat que les textes circulent sans leur contexte, c'est-à-dire sans le champ de production dont ils sont issus, et que les individus qui reçoivent ces textes sont impliqués dans un champ de production différent. Par conséquent la circulation d'un texte d'un champ à un autre produit des écarts dans leurs interprétations au sein de ces deux champs. Il propose donc de mener une analyse depuis le champ de réception et identifie trois opérations sociales. Tout d'abord les auteurs ou les textes importés sont sélectionnés par certains individus du champ de réception, suivant des logiques propres à ce champ. S'ensuit alors le processus de marquage, consistant en une association de certains individus du champ de réception à ce texte par le choix d'une maison d'édition, d'une collection et d'un préfacier, qui conditionne l'interprétation de ce texte. Enfin la lecture du texte dans le champ de réception mobilise les structures de pensée de ce champ incorporées par le lecteur, produisant un sens intégré à ce champ, mais potentiellement très éloigné du champ de production initial. Notre analyse de transfert porte sur une variété de textes écrits (livres, articles) ainsi que sur des conférences, faites à l'oral, et

47. [Bourdieu, 2009].

pour lesquelles nous avons des traces écrites, principalement dans les *Annales de l'Institut Henri Poincaré*.

Le processus de sélection est très rarement explicité ou motivé par les acteurs que nous étudions. La lecture des livres et des articles de Borel, de Fréchet, de Lévy et de Darmois permet toutefois de cerner quels sont les auteurs et les textes que chacun retient comme importants ou pertinents dans le domaine des probabilités. L'analyse des références utilisées par ces mathématiciens nous a permis ainsi de dresser une géographie des savoirs probabilistes tel que ces auteurs nous la donnent à voir. À l'ouverture de l'IHP, le processus d'invitation est, comme nous le verrons, avant tout consacré à faire venir des probabilistes de l'étranger pour irriguer les recherches parisiennes. Si nous n'avons aucune archive documentant les choix et les motivations de ces invitations, les traces qui en sont gardées aujourd'hui à la bibliothèque de l'IHP nous ont permis de dresser une géographie des développements probabilistes jugés pertinents par ces probabilistes parisiens dans les années 1930. Nous verrons que cette géographie des invitations, et par conséquent des conférences, est perturbée par les événements politiques européens des années 1930. Par ailleurs, la réalisation des conférences de l'IHP nécessite une reconnaissance internationale de l'institut. Nous avons donc analysé les stratégies mises en place pour faire de l'IHP une scène probabiliste internationale reconnue.

Le marquage des textes, en nous réappropriant la terminologie de Bourdieu, prend ici plusieurs formes. Ce sont notamment les références utilisées par les mathématiciens français dans les textes probabilistes qui contribuent à les marquer. L'auteur du texte associe ainsi la référence, et par extension, le texte ou l'auteur, à son propre domaine de recherche. Ces références sont parfois commentées, pondérant leur importance et leur portée. Un autre marquage que nous étudierons attentivement est visible au sein des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Les notes sont toutes présentées sous une catégorie disciplinaire, dont la catégorie "calcul des probabilités", et la plupart sont présentées par des académiciens dont le nom apparaît après celui de l'auteur. La publication dans les *CRAS* illustrent ainsi une forme de marquage. Les conférences de l'IHP font également l'objet d'un marquage qui vise à associer l'IHP et ses conférences en utilisant des affiches pour les annoncer ainsi qu'une publication crée dans ce but : les *Annales de l'IHP*. L'exercice du marquage, en particulier pour les probabilistes parisiens des années 1930, concourt à l'autorité scientifique. Il rend visible l'ensemble des auteurs, des sujets, des textes considé-

rés comme légitimes par ceux qui sont en mesure d'exercer ce marquage. De plus, dans le domaine spécifique des probabilités, ce marquage produit un effet de masse, que les seuls probabilistes parisiens seraient incapables de générer. En faisant appel et en s'associant à des recherches menées à l'étranger, les probabilistes parisiens donnent de la force aux directions de recherches qu'ils suivent.

Enfin la lecture des contenus scientifiques par les probabilistes français est indirectement accessible dans leurs écrits (livres, articles). Ces auteurs présentent des discussions sur ces contenus qui cherchent à en prescrire le sens tout en l'intégrant à un ensemble conceptuel produit localement. Elles donnent à voir comment les probabilistes parisiens intègrent les éléments de connaissances produits dans des contextes culturels et scientifiques différents et les usages légitimes de ces éléments de connaissances.

Notre travail vise à s'inscrire dans une perspective d'histoire sociale des mathématiques, notamment telle que Caroline Ehrhardt la dessine⁴⁸. Tout d'abord, l'objectif de notre thèse est de comprendre les processus collectifs à l'œuvre dans l'institutionnalisation et la production des savoirs probabilistes à Paris dans l'entre-deux-guerres. Il s'agit d'analyser comment certains individus, porteurs de savoirs probabilistes et partisans de ce domaine scientifique, utilisent à dessein l'espace social auquel ils ont accès pour assurer une place institutionnelle et scientifique à ces savoirs et à leur production. Ces pratiques s'appuient sur un espace local dont les particularités marquent la production dans la mesure où elles infléchissent les directions de recherches et les pratiques mathématiques. Ce caractère local nous conduit à analyser le travail d'universalisation et le processus cumulatif de ces savoirs probabilistes suivant deux directions. Tout d'abord nous analysons le processus de circulation des savoirs contemporains en mobilisant l'analyse en termes de transferts culturels. La lecture dans le champ de réception semble à ce titre un moment crucial dans la sédimentation de certains savoirs ; elle ne s'assimile pas simplement à un copier-coller, mais consiste à insérer de nouveaux résultats dans une trame conceptuelle et démonstrative construite en partie localement. Les raisonnements et les concepts intégrés dans un espace mathématique local le sont dans la mesure où ils sont opératoires, ou du moins perçus comme tels par les mathématiciens du champ. C'est cette dimension technique qui a été mise en avant par Rémi Catellier et Laurent Mazliak⁴⁹ qui utilisent la notion de transfert de technologie. Ensuite nous analysons l'articulation de la construction

48. Voir en particulier [Ehrhardt, 2010].

49. [Catellier et Mazliak, 2012].

du corpus probabiliste et du champ probabiliste à Paris. Les développements historiques forgent en effet les contours de ce corpus rassemblant des énoncés mathématiques mais aussi des figures probabilistes historiques, comme Henri Poincaré, ainsi que des pratiques considérées comme légitimes qui sont indissociables de la mise en place et de l'activité d'un champ social consacré à la production de savoirs probabilistes. C'est en ayant à l'esprit les spécificités de l'activité mathématique que nous avons mené nos recherches et construit le texte de cette thèse.

0.3 CONSTRUCTION D'UN CHAMP PROBABILISTE PARISIEN ET PRATIQUE D'UN TRANSFERT CULTUREL

Pour présenter nos recherches nous avons choisi un plan chronologique en distinguant deux périodes. Dans un premier temps, nous analyserons les dynamiques qui se déploient entre 1918 et 1928 dont l'IHP est un aboutissement. Nous étudierons dans un second temps comment l'IHP structure et accentue certaines de ces dynamiques entre 1928 et 1940. Ces deux parties sont organisées thématiquement.

Dans la première partie nous analysons la situation des mathématiques du hasard en France dans la période des années 1920. Tout d'abord (chapitre 1) nous analysons la situation du calcul des probabilités à l'université de Paris : au sein de la chaire de CPPM et à l'ISUP. Nous y analysons les enseignements de Borel, nommé à cette chaire en janvier 1920, les discussions sur cette nomination, et le cursus des étudiants suivant ces cours. Nous mettons ainsi en évidence le mouvement de réorientation de la chaire de CPPM vers un enseignement mathématique du calcul des probabilités. Dans le même temps, Borel réussit à intégrer un enseignement mathématique de statistique probabiliste au sein de l'ISUP, ouvrant une nouvelle place à un mathématicien se consacrant à la stochastique. Ces analyses reposent sur des archives riches : les registres de la faculté des sciences, les *Livrets de l'étudiant de l'université de Paris* et les *Annales de l'Université de Paris*.

Ensuite (chapitre 2), nous analysons la situation des mathématiques du hasard au-delà de l'université de Paris, à l'échelle parisienne, française et internationale. L'activité probabiliste des mathématiciens français dans les années 1920 est diversifiée. Borel utilise sa position d'académicien pour coordonner des recherches probabilistes à l'aide de son *Traité du calcul des probabilités* et pour promouvoir les travaux de certains auteurs français

et étrangers. Mais au cours de cette période, un autre mouvement, articulant une nouvelle approche des mathématiques du hasard avec des échanges scientifiques internationaux sur ces sujets, porté par Lévy et par Fréchet, tend à s'imposer.

Dans la seconde partie, nous analysons l'activité probabiliste au sein de l'IHP. Nous montrons que la création et l'activité de l'IHP (chapitre 3) contribuent à une reconfiguration de l'activité mathématique au sein de la faculté des sciences. L'étude du processus de création nous permet de mettre en évidence les agendas respectifs des différents acteurs qui façonnent cet institut. Il est en effet conçu comme un lieu d'interactions entre les mathématiques et la physique et un lieu de développement des mathématiques du hasard répondant ainsi à l'agenda scientifique d'un petit groupe de savants parisiens, dont Borel fait partie. Nous montrons ainsi que cet institut est porteur de stratégies différenciées dans les domaines de la physique, des mathématiques et spécifiquement des probabilités, visibles dans le choix des enseignants et dans le choix des conférenciers.

L'activité probabiliste à l'IHP est d'abord visible dans les conférences qui y sont organisées (chapitre 4). Nous analysons les choix des conférenciers probabilistes ainsi que les contenus présentés. Cet institut participe de la construction et de l'activité du champ probabiliste parisien et encadre la pratique d'un transfert culturel. Ce dernier repose notamment sur l'intervention de scientifiques étrangers dans les domaines de recherches qui intéressent les probabilistes parisiens mais nécessite aussi de faire de l'IHP un centre reconnu internationalement et suit donc une stratégie d'élargissement continu des thématiques développée localement. Les dirigeants réussissent à capter les dynamiques internationales de recherches sur les probabilités, faisant ainsi de l'IHP une scène probabiliste internationale.

De plus l'enseignement au sein de l'IHP participe à la construction et à l'activité du champ probabiliste parisien (chapitre 5). Nous analysons le parcours des enseignants (Fréchet et Darmon) choisis par Borel pour assurer les enseignements de la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM. En particulier, nous étudions la place de ces enseignants dans le domaine probabiliste et leur insertion sur la scène internationale avant leur nomination. Nous étudions également leurs enseignements, nous permettant ainsi de montrer que ces cours tiennent compte des recherches contemporaines à l'échelle internationale. Enfin, l'IHP tend à construire un enseignement innovant articulant des cours magistraux, des travaux pratiques et un contact avec la recherche contemporaine en y

associant les conférences et un séminaire.

Nous analysons ensuite l'évolution du cursus des étudiants candidats au certificat de CPPM entre 1928 et 1940 ou auteurs d'une thèse relevant de la stochastique (chapitre 6). La transformation du certificat de CPPM participe à une construction du parcours légitime conduisant à l'entrée du champ probabiliste parisien. Cette entrée passe notamment par la rédaction d'une thèse de mathématiques sur un sujet probabiliste. Nous revenons sur ces travaux en analysant d'une part leur insertion dans les recherches portées par les probabilistes parisiens et d'autre part en analysant la place des recherches probabilistes menées à l'étranger. Nous montrons ainsi qu'une nouvelle génération est formée à la théorie des probabilités et au contact avec la scène probabiliste internationale.

Nous concluons ce travail en réévaluant à nouveaux frais les conséquences de l'ouverture de l'IHP. Si nous retrouvons ou renforçons certains constats déjà faits dans la littérature existante, notre analyse ouvre également de nouvelles perspectives pour analyser l'activité probabiliste parisienne de l'entre-deux-guerres. Nous montrons ainsi que les dynamiques des années 1930 dans ce domaine tirent leur force de l'activité de l'IHP. Nous terminons par la formulation de certaines hypothèses quant aux conséquences de cette activité après 1940. En particulier nous discutons de l'effet de la Seconde Guerre mondiale et de l'Occupation dans les différents domaines de la stochastique à Paris et en France.

———— CHAPITRE 1 ————

LES PROBABILITÉS AU CŒUR D'UNE TECTONIQUE DISCIPLINAIRE À L'UNIVERSITÉ DE PARIS (1918-1928) : PROFESSEURS, SAVOIRS, ÉTUDIANTS

L'Institut Henri Poincaré (IHP) ouvre ses portes le 17 novembre 1928 dans un bâtiment flambant neuf. Cet institut s'ajoute à la liste, qui s'allonge chaque année de l'entre-deux-guerres, des instituts de l'université de Paris ou de ses facultés. La structure d'« institut » d'université ou de faculté autorise un contournement de la rigidité du système des chaires et aide au développement universitaire de certaines disciplines. En particulier, la création d'un institut contribue à garantir une certaine autonomie d'une discipline vis-à-vis des autres. Or l'acquisition d'une telle autonomie au sein d'une institution telle que l'université de Paris met en branle un jeu de forces perpétuellement rejoué entre les disciplines sur au moins trois plans : professoral, scientifique et étudiant.

Sur le plan professoral, les forces travaillant la répartition disciplinaire sont perceptibles au niveau des postes au sein de l'université. Le départ d'un professeur suscite une discussion sur le titre de cette chaire laissée ainsi vacante et sur les candidats à ce poste. Au cours de ces échanges, les professeurs de la faculté des sciences de Paris explicitent leur perception de la répartition disciplinaire et des évolutions à plus ou moins long terme, passées et futures, de cette répartition au sein de cette faculté. Les professeurs explicitent également leurs représentations de la discipline et du rapport de force entre les disciplines ou au sein même d'une discipline. Les archives de l'université conservent en partie la trace des discussions dans les procès-verbaux du conseil de la faculté des sciences de Paris⁵⁰. Elles sont néanmoins incomplètes en trois sens. Tout d'abord, elles présentent un trou

50. AN AJ/16/5123-24.

dans les procès verbaux de la période allant de 1926 à 1929, ce qui semble correspondre à la perte d'un registre (chaque registre couvrant environ 3 ans). Ensuite, les annexes parfois mentionnées ne semblent pas avoir été conservées avec les procès-verbaux. Enfin ces archives conservent une image dessinée par le milieu universitaire où elles sont produites. Or les sociabilités savantes se font aussi en dehors de ces réunions ; des discussions se tiennent vraisemblablement en dehors des conseils de la faculté des sciences et n'ont donc pas été consignées dans les registres.

Sur le plan scientifique, le positionnement disciplinaire des professeurs se traduit dans les contenus enseignés. Les enseignements coordonnent différents niveaux disciplinaires ; en pratique le niveau microscopique – comme la géométrie, l'analyse, les probabilités ou la mécanique – et le niveau macroscopique – comme les sciences mathématiques, les sciences physiques et chimiques ou les sciences naturelles – sont coordonnés plutôt qu'emboîtés les uns dans les autres. Ainsi un enseignement de mécanique peut s'inscrire dans un cours de mathématiques ou de physique mais ce choix se révèle par les contenus sélectionnés et la façon de les articuler. L'exposé présente les exemples, les méthodes, les démonstrations, les résultats et les concepts légitimes au niveau microscopique en les adaptant aux exigences du niveau macroscopique. En outre, l'ordre d'exposition et les moyens de lier les différents contenus traduisent une hiérarchisation des savoirs sur un axe logique de la définition ou de l'axiome au théorème mais aussi une hiérarchisation culturelle sur un axe de la valeur scientifique d'un énoncé, allant de l'exemple au théorème. Nous utilisons deux sources complémentaires pour étudier les contenus enseignés. Tout d'abord le *Livret de l'étudiant de l'université de Paris* renseigne le nom des professeurs, le titre et la discipline de leurs cours pour l'ensemble des enseignements du premier semestre de chaque année universitaire. Le cas échéant, il est possible de compléter ces informations grâce à une version publiée du cours.

Enfin, le rapport des étudiants aux savoirs procède d'une négociation de différentes contraintes qui les oblige à sélectionner les certificats d'études supérieures auxquels ils se présentent. Cette perspective permet ainsi d'interpréter les études comme un moyen de s'emparer d'une culture disciplinaire. Ainsi le cursus des étudiants résulte d'une stratégie qui répond à l'urgence relative des savoirs à acquérir, compte tenu de la formation déjà acquise et des savoirs visés, et le temps disponible pour acquérir ces savoirs, compte tenu du coût financier des études et de l'investissement personnel nécessaire. Ainsi l'ordre

des certificats permet de cerner la représentation que se font les étudiants des savoirs enseignés suivant un axe du savoir fondamental au savoir spécialisé et suivant un axe du savoir prioritaire au savoir secondaire. Le premier axe permet de cerner ce qui apparaît comme une culture commune à plusieurs groupes d'étudiants qui se spécialisent ensuite dans différentes voies, tandis que le second envisage un ordonnancement suivant une perception de son cursus individuel (passé et futur) ; ainsi le choix des premiers certificats vise à réduire l'écart entre les savoirs déjà acquis et ceux que l'étudiant souhaite acquérir. Plusieurs séries de registres conservées aux archives nationales consignent les études suivies : les registres des examens ⁵¹, les procès-verbaux des examens ⁵² et les registres des licenciés ⁵³. Ces registres sont relativement complets sur la période allant de 1918 à 1928 et permettent de donner une image assez précise des cursus suivis par les étudiants de la faculté des sciences.

Dans ce premier chapitre nous examinons la tectonique disciplinaire dans laquelle les savoirs probabilistes sont impliqués au cours des années 1920. En croisant les regards professoraux et étudiants sur les savoirs probabilistes, une dynamique d'autonomisation très nette se dégage et place l'IHP comme un aboutissement. Cette évolution tient à l'activisme d'Émile Borel qui investit les institutions universitaires dans lesquelles des contenus probabilistes peuvent être introduits : la chaire de calcul des probabilités et de physique mathématique (CPPM), l'Institut de statistique de l'université de Paris (ISUP). Dans ces deux lieux, Borel contribue à construire deux corpus spécifiques de savoirs probabilistes : il définit une formation mathématique en calcul des probabilités à la chaire de CPPM et une formation mathématique en statistique probabiliste à l'ISUP. En regard de cette évolution de l'enseignement des savoirs probabilistes, deux profils étudiants se constituent : un profil marqué par une formation mathématique et un profil marqué par son orientation professionnelle, profils qui ne recoupent pas complètement la séparation des deux institutions (chaire de CPPM et ISUP).

51. AN AJ/16/5293-5315

52. AN AJ/16/5496-5512

53. AN F/17/*/3419-20 et F/17/18017-18

1.1 PRENDRE ET TENIR LA CHAIRE : BOREL À LA CHAIRE DE CALCUL DES PROBABILITÉS ET DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

L’historiographie souligne que le calcul des probabilités tient une place officielle à la faculté des sciences de Paris depuis 1834 sans pour autant tenir une position stable et pérenne dans les enseignements⁵⁴. En 1834, une chaire de « Calcul des probabilités » est en effet créée dans cette faculté, mais elle est renommée, en 1851, chaire de « Calcul des probabilités et physique mathématique » (CPPM). Selon Norbert Meusnier, Guillaume Libri (1803-1869) y est affecté en 1834 sans être spécialiste des probabilités et il se fait régulièrement remplacer par Denis Siméon Poisson (1781-1840), Théodore Despeyroux (1815-1883) ou encore Irénée-Jules Bienaymé (1796-1878). Se succèdent ensuite Gabriel Lamé (1795-1870) de 1849 à 1870, Charles Briot (1817-1882) de 1870 à 1882, Gabriel Lippmann (1845-1921) de 1883 à 1886 puis Henri Poincaré de 1886 à 1896. Ce dernier consacre son enseignement à la physique à l’exception du cours de l’année 1891 traitant du calcul des probabilités en se basant sur le livre de Bertrand⁵⁵ alors la référence sur le sujet. Poincaré publie son cours en 1896⁵⁶ et y rend compte d’une sorte de défaite pragmatique : incapable d’éviter l’aléatoire au sein de la physique statistique, il se résout à donner un traitement mathématique convenable à ce qui n’est qu’une convention : le hasard. Poincaré prend certes plus au sérieux les probabilités que Bertrand⁵⁷, mais il s’abstient d’en faire un enseignement systématique à la chaire de CPPM pendant presque une décennie⁵⁸. Après une première candidature infructueuse en concurrence avec Poincaré en 1886, Joseph Boussinesq (1842-1929) obtient la chaire de CPPM en 1896 et y reste jusqu’à son départ à la retraite en 1919. Les titres de ses cours⁵⁹ entre 1909 et 1919 montrent qu’il n’aborde pas les probabilités mais traite de la chaleur, de la lumière, de l’élasticité et de l’éther⁶⁰.

54. Sur l’enseignement des probabilités, Norbert Meusnier propose un panorama sur une période allant de 1786 à 2002 dans [Meusnier, 2004]. L’enseignement des probabilités dans le secondaire est abordé dans [Courtebras, 2006a].

55. [Bertrand, 1889]

56. [Poincaré, 1896]

57. Comme le signale Laurent Mazliak, Poincaré « attempt[s] to tackle some fundamental questions in order to go beyond the defects that Bertrand had ironically illustrated » [Mazliak, 2015b, 158].

58. Sur les conditions de nomination de H. Poincaré, nous renvoyons à [Atten, 1988]. En particulier Michel Atten y souligne l’intérêt de Henri Poincaré pour la physique mathématique. Il faut ajouter que le rapport de Poincaré aux probabilités n’a rien d’une évidence. Selon L. Mazliak, c’est à contre-cœur que Poincaré a introduit des formulations probabilistes dans ses travaux ; voir [Mazliak, 2015b].

59. Voir les *Livrets de l’étudiant* des années 1908-1909 à 1918-1919

60. Sur les candidatures de Boussinesq, voir [Atten, 1988]. Laurent Mazliak mentionne que Boussinesq candidate à la chaire de CPPM en 1886 en affirmant vouloir revitaliser l’enseignement des probabilités :

La place tenue par la chaire de CPPM dans les carrières des professeurs évolue entre 1834 et 1920. Au cours de leur carrière à la faculté des sciences de Paris, Libri, Lamé et Briot occupent exclusivement et jusqu'à leur retraite⁶¹ cette chaire. Dans les cas de Lippmann et Poincaré, elle offre une porte d'entrée comme première chaire occupée à la faculté des sciences de Paris et comme chaire intermédiaire avant qu'ils soient transférés à une autre⁶². Boussinesq, lui, obtient la chaire en 1896 tandis qu'il est professeur de mécanique à cette faculté. Borel, comme Boussinesq en 1896, est déjà professeur de la faculté des sciences de Paris lorsqu'il est nommé à cette chaire en 1920. Professeur de théorie des fonctions depuis 1909, Borel présente sa demande de transfert à la chaire de CPPM lors de la séance du conseil de cette faculté du 13 décembre 1919. Borel et Boussinesq occupent cette chaire jusqu'à leur retraite, ce qui correspond à une occupation de respectivement 21 et 23 ans. Ce transfert de Borel s'inscrit donc dans une transformation symbolique de la chaire : elle devient une position plus attractive que l'on est prêt à tenir jusqu'à la fin de sa carrière de professeur à la faculté des sciences de Paris⁶³. Or, Borel demande cette chaire avec une motivation particulière : remettre le calcul des probabilités au cœur des enseignements qui y sont dispensés. À ce titre, Borel s'inscrit dans un certain prolongement avec Poincaré⁶⁴.

1.1.1 *Prendre la chaire : engager une reconfiguration disciplinaire au sein de la faculté des sciences de Paris*

En se plaçant sur une zone de contact entre la physique et les mathématiques, la chaire de CPPM se distingue par son caractère en quelque sorte interstitiel. Or cette spécificité contribue à faire de cette chaire un point de friction qui concentre certaines tensions entre la physique et les mathématiques au sein de la faculté des sciences de

« Boussinesq [...] openly stated his intention of revitalizing the teaching of probability which seemed to him to be in a poor state. », [Mazliak, 2015b, 156]

61. Soit une occupation respective de 9, 21 et 12 ans.

62. De physique et d'astronomie respectivement. Notons que Lippmann et Poincaré restent respectivement 3 et 10 ans à cette chaire de CPPM.

63. Les deux successeurs de Borel, Maurice Fréchet et Georges Darmois confirment cette tendance.

64. Laurent Mazliak souligne la filiation de Borel à Poincaré sur la question des probabilités : « As for probabilities, I think one can sum up the measure of [Poincaré's] influence as follows : he began to extract the domain from the grey zone to which it had been confined by almost all French mathematicians, he initiated methods that flourished when they integrated more powerful mathematical theories, he convinced Borel of the importance of certain questions, to the study of which he eventually devoted an enormous amount of energy. » [Mazliak, 2015b, 187] et précise que « not only did [Borel] read and understand Poincaré, but he was poised to make the subject his own in a spectacular way, so much so that he may be regarded as the first French probabilist of the 20th century. » [Mazliak, 2015b, 176]

Paris. Ainsi, la demande de transfert de Borel à la chaire de CPPM en 1919 met en branle l'équilibre disciplinaire entre physique et mathématique au sein de cette faculté. Les prises de position, en particulier celles de Henri Lebesgue (1875-1941), montrent une tension qui ne porte pas tant sur le devenir de la chaire en elle-même que sur les conséquences du jeu de chaises musicales que réclame Borel en demandant ce transfert. Cette demande suscite un débat qui mêle trois niveaux de préoccupations : la répartition disciplinaire (entre mathématique et physique) des postes de professeurs, la répartition disciplinaire des contenus enseignés et la répartition disciplinaire des formations proposées aux étudiants. En outre cette demande suscite un débat non pas sur une seule mais bien sur deux chaires : la chaire de CPPM et la chaire de théorie des fonctions.

La candidature de Borel à la chaire de CPPM s'inscrit à la croisée de trajectoires scientifique, intellectuelle et politique engagées dès le début du xx^e siècle⁶⁵. À partir de 1905, tout en poursuivant une carrière en analyse mathématique reconnue au niveau international, Borel se penche sur le domaine des probabilités, percevant immédiatement la richesse et la diversité des applications des mathématiques du hasard, et y trouve matière à de nouvelles recherches mathématiques qu'il publie et enseigne⁶⁶. Il travaille notamment sur des questions de physique mathématique, en particulier sur la mécanique statistique. Il investit également la statistique en intégrant la Société statistique de Paris et la Statistique générale de la France en 1907⁶⁷ puis le « Conseil supérieur de la statistique » en 1908, lui ouvrant les portes de nouveaux milieux intellectuels, économiques et politiques⁶⁸. De plus, Borel prend place sur la scène intellectuelle en lançant, avec sa femme Camille Marbo (1883-1969)⁶⁹, *La Revue du mois*⁷⁰. Usant de sa notoriété sur la scène scientifique, Borel se sert de cette revue comme un moyen de promotion des mathématiques du hasard⁷¹ mais plus généralement pour prendre position sur différents sujets d'actualité⁷². En somme au

65. Dans [Gispert, 2012], Hélène Gispert souligne et développe les difficultés à rendre compte de la complexité des parcours suivis par Borel. Les deux articles [Durand et Mazliak, 2011] et [Mazliak et Sage, 2014] abordent les débuts des travaux probabilistes de Borel. Nous renvoyons à la biographie de Borel par Pierre Guiraldenq, [Guiraldenq, 1999] pour son caractère synthétique. Et enfin nous renvoyons à l'imposante biographie écrite par Michel Pinault, [Pinault, 2017] ; le lecteur y trouvera un panorama de la carrière de Borel.

66. Voir p.10-20.

67. [Desrosières, 1993, 194].

68. [Pinault, 2017, 151].

69. Camille Marbo, de son vrai nom Marguerite Borel (1883–1969), fille du mathématicien Paul Appell. Romancière et récipiendaire du Prix Fémina en 1913 pour son premier roman *La Statue voilée*. Elle participe activement à la *Revue du mois* en écrivant des critiques et des chroniques littéraires.

70. Voir [Ehrhardt et Gispert, 2018].

71. [Durand et Mazliak, 2011, Mazliak, 2012].

72. Hélène Gispert note néanmoins qu'on ignore les contours du lectorat éventuel de cette revue,

moment de sa candidature à la chaire de CPPM, Borel est d'ores et déjà engagé dans le domaine des probabilités, aussi bien en ce qui concerne les développements mathématiques qu'en ce qui concerne les applications, notamment à la physique et à la statistique.

Le départ à la retraite de Boussinesq, et donc la place laissée vacante à la chaire de CPPM, suscite un débat se déroulant en trois phases. Dans un premier temps, le doyen de la faculté des sciences de Paris signale le départ à la retraite de Boussinesq lors de la séance du 13 décembre 1919⁷³. Il présente ensuite la demande de Borel de se faire transférer à la chaire de CPPM et termine en demandant au conseil la marche à suivre. Le conseil de la faculté des sciences s'accorde à monter une commission rassemblant « les membres du Conseil titulaires, faisant partie des départements de mathématique et de physique [...], M. Lopicque⁷⁴ y sera adjoint, et en général tous les professeurs qui le demanderont ». Dans un deuxième temps, la commission se réunit et s'accorde sur des résolutions qui ne font pas l'objet d'un rapport. Enfin, dans un troisième temps, Émile Picard (1856-1941) présente au conseil les résolutions de la commission durant la séance du 24 janvier 1920⁷⁵. Suite à cet exposé plusieurs professeurs prennent la parole. Finalement le conseil se prononce par vote sur trois questions : le maintien de la chaire de CPPM, le transfert de Borel à la chaire de CPPM et la transformation de la chaire de théorie des fonctions. Le conseil de la faculté se prononce favorablement sur le maintien du titre de la chaire de CPPM (35 voix contre 2) et sur le transfert de Borel (34 voix pour et 2 blancs). Enfin la transformation de la chaire de théorie des fonctions en chaire de « physique théorique et physique céleste » est adoptée (27 voix contre 3 pour chacune des deux autres propositions : « physique » et « physique céleste »).

Au cours des discussions de la séance du 24 janvier 1920, un premier point de friction porte sur la répartition des postes de professeurs entre les mathématiques et la physique. Lebesgue dresse un bilan dramatique de la situation des mathématiques au sein des chaires en notant qu'il n'y a que dans « 2 ou 3 chaires qu'on s'occupe de mathématiques vivantes »⁷⁶ et qu'« on demande maintenant la suppression d'une de ces chaires »,

[Gispert, 2012].

73. AJ/16/5123, conseil de la faculté des sciences, séance du 13 décembre 1919, p. 293 – 294.

74. Louis Lopicque (1866-1952), professeur de physiologie générale à la faculté des sciences de Paris, depuis le 16 mars 1919, [Maurain et Pacaud, 1940, 56].

75. AJ/16/5123, conseil de la faculté des sciences, séance du 24 janvier 1920, p. 301 – 304.

76. L'ensemble des citations de ces trois paragraphes sont issues des discussions consignées dans le registre du conseil de la faculté des sciences : AJ/16/5123, conseil de la faculté des sciences, séance du 24 janvier 1920, p. 301 – 304.

désignant la chaire de théorie des fonctions. Il ajoute que « les mathématiciens ont perdu 2 chaires » : la chaire de mécanique physique et expérimentale que tient Gabriel Koenigs (1858-1931) dont l'enseignement est « orienté vers la physique », et celle d'Eugène Cahen (1865-1941) « dont l'enseignement a été supprimé »⁷⁷. Le physicien Aimé Cotton (1869-1951) répond en commençant par souligner qu'aucune chaire de physique n'a été créée depuis 1900⁷⁸. Il ajoute qu'après la suppression de la chaire d' « Astronomie physique » en 1912, « un mathématicien pur » est sur le point d'être nommé à la chaire de CPPM, restreignant les perspectives professionnelles de certains physiciens. Cotton en conclut qu'il est nécessaire de transformer la chaire de théorie des fonctions en une chaire de physique. Enfin Picard rappelle que la commission estime que « la théorie des fonctions [est] suffisamment représentée dans l'enseignement de la Faculté et au contraire que la physique théorique ne l'est pas ».

Au-delà des postes de professeur, cette remarque de Picard met en évidence que le débat porte également sur les contenus enseignés. Picard rapporte ainsi « qu'à la commission on a été d'avis qu'il fallait de la physique théorique traitée au point de vue physique, besoin plus impérieux que la théorie des fonctions : l'essentiel c'est d'avoir de la physique théorique traitée par un physicien avec l'esprit physique. » Il ajoute qu'à ce titre, il estime que l'enseignement de physique mathématique doit être transformé puisque « sous ce nom on [fait]⁷⁹ des mathématiques et ce qu'il faudrait c'est de la physique ». Koenigs estime quant à lui qu'à la faculté des sciences « il y a beaucoup de chaires de sciences abstraites » et « celle de Boussinesq était une chaire de science concrète » ainsi « s'il se rallie à ce que demande M. Borel c'est qu'il voit l'enseignement s'orienter vers les sciences concrètes ». Enfin Cotton plaide pour un retour à la faculté des sciences d'un enseignement de « physique céleste ».

À la discussion sur les contenus enseignés, Lebesgue ajoute le problème de la répartition disciplinaire des parcours d'étude. Il distingue des cours de licence et des cours de doctorat. Il estime que ce sont dans ces derniers « qu'on apprend à travailler, qu'on enseigne des sujets qui peuvent fournir matières à des thèses ». Or, selon Lebesgue, ce sont précisément ces enseignements qui sont pénalisés par le mouvement de chaire proposé par Borel puisque

77. Lebesgue fait vraisemblablement référence à l'enseignement de théorie des nombres que Cahen assure jusqu'en 1915.

78. « M. Cotton constate que depuis vingt ans qu'il est à Paris il n'a vu créer par la Faculté aucune chaire de Physique. »

79. Un blanc est laissé dans la phrase, il nous semble que ce soit le mot le plus adéquat pour respecter un effet de style entre l'indicatif et le conditionnel et pour respecter la position défendue par la commission.

la chaire de théorie des fonctions est une de ces chaires destinées au doctorat. Lebesgue ajoute que l'enseignement de Borel à la chaire de CPPM « attirera des physiciens et s'il attire aussi des mathématiciens, ceux-ci seront perdus pour les mathématiques ». Enfin Lebesgue note que dans un contexte d'ouverture du doctorat aux étrangers, « seuls les mathématiciens [sont] capables de satisfaire la clientèle étrangère », les enseignements de mathématiques ne nécessitant que peu de moyens financiers.

Le 24 janvier 1920, le conseil de la faculté des sciences entérine le jeu de positions engagé par Borel sans que les motivations de ce mathématicien apparaissent clairement dans les procès verbaux des séances. Tout se passe comme si le mathématicien attendait patiemment que son transfert à la chaire de CPPM soit adopté pour, enfin, prendre la parole. Cependant les archives sont clairement lacunaires ; l'absence de traces écrites des discussions de la commission laisse penser que des prises de parole de Borel nous sont aujourd'hui inaccessibles. Toutefois comme nous l'avons déjà dit, Borel est déjà familier avec les probabilités et la physique mathématique, ses motivations vis-à-vis de ces sujets ne nécessitent peut-être pas d'être exposées. L'intervention de Borel suite à l'adoption de son transfert, au moment de voter sur le changement de nom de la chaire qu'il vient de quitter, confirme cette intention tournée vers la physique et le calcul des probabilités. Il affirme alors que « son intention est d'entraîner les jeunes gens vers la physique » et qu'il va donc se prononcer pour le changement de la chaire de théorie des fonctions en une chaire de physique théorique. Une lettre de Borel à Vito Volterra (1860-1940), datée du 2 février 1920, signale de plus que Borel s'est peut-être engagé dans ce jeu disciplinaire délicat par défaut. Borel informant Volterra de sa nouvelle position à la faculté des sciences affirme en guise de conclusion : « je n'ai pas pu décider Langevin à demander [la chaire de CPPM] »⁸⁰. Il affirme de plus que son transfert « va [lui] donner beaucoup de travail »⁸¹. Borel comptait sans doute sur Paul Langevin (1872-1946) pour introduire un enseignement physique des probabilités au sein d'une chaire de physique, tandis qu'il continuerait de son côté à donner un enseignement de mathématique des probabilités au sein de sa chaire de théorie des fonctions. Face au refus de Langevin, Borel semble avoir finalement pris la décision de s'engager sur cette chaire quitte à la réorienter vers les mathématiques, quitte à abandonner sa chaire de théorie des fonctions aux physiciens. Néanmoins, une fois engagé, Borel ne ménage pas son investissement

80. [Mazliak et Tazzioli, 2009, 138]

81. [Mazliak et Tazzioli, 2009, 138]

pour assurer un enseignement mathématique du calcul des probabilités à la chaire de CPPM. Ce mouvement est d'autant plus fort qu'il creuse une transformation engagée par Poincaré dès la fin du XIX^e siècle. Borel poursuit, depuis 1905, la volonté initiée par Poincaré de donner au calcul des probabilités un traitement mathématique correct. Mais, contrairement à Poincaré, Borel réalise ce travail avec la conviction que l'aléa n'est pas seulement une convention temporaire, mais bien au contraire un cadre adapté à certaines questions⁸².

1.1.2 *Tenir la chaire : assurer un enseignement mathématique du calcul des probabilités*

En 1919, comme le montrent les discussions précédentes, la faculté des sciences de Paris considère la chaire de CPPM comme un poste pour un mathématicien enseignant de la physique. Le caractère interstitiel de cette chaire place l'enseignement qui y est fait dans une situation complexe. En effet, cet enseignement doit se positionner vis-à-vis des mathématiques, de la physique et de l'articulation des deux disciplines. Borel arrive à la chaire de CPPM avec une expérience de l'enseignement des probabilités qui remonte au moins à 1909, lorsqu'il tenait la chaire de théorie des fonctions, et la volonté d'assurer une présence pérenne aux probabilités à la faculté des sciences. Or, avec son transfert, Borel fait face à un espace d'enseignement composite, mélangeant physique et mathématiques, qui l'oblige à se positionner sur les dosages relatifs des deux disciplines dans ses enseignements. Le calcul des probabilités est en particulier concerné puisque il peut aussi bien être perçu comme une composante de la physique contemporaine que comme une théorie mathématique promise à un développement que Borel perçoit parfaitement⁸³.

Un enseignement du calcul des probabilités à la chaire de théorie des fonctions (1909 - 1919) à la lumière du livre de 1909

Borel commence à enseigner le calcul des probabilités dès son arrivée à la chaire de théorie des fonctions en 1909 et publie un premier livre probabiliste la même année. Ce premier texte nous donne une base comparative pour déterminer le caractère mathématique de l'enseignement de probabilités de Borel à la chaire de CPPM. En effet, la chaire de

82. Pour une comparaison des approches des probabilités entre Borel et Poincaré voir [Mazliak, 2015b] et les références mentionnées. Comme le fait remarquer Anouk Barberousse, [Barberousse, 2008], « Poincaré, contrairement à Borel, semble [...] faire le pari que le probabilisme n'est raisonnable que lorsqu'il est provisoire. » [Barberousse, 2008, 72].

83. [Bustamante *et al.*, 2015]

théorie des fonctions est sans ambiguïté considérée comme une chaire de mathématiques, voire même, selon Lebesgue, une chaire où l'on prépare à la recherche mathématique. Ce premier cours nourrit vraisemblablement le contenu de son livre qui permet ainsi de caractériser ce qui, aux yeux de Borel, constitue un enseignement mathématique des probabilités.

Borel obtient la chaire de théorie des fonctions en 1909 et consacre plusieurs heures de son cours au calcul des probabilités pendant les deux premières années. Cette nomination lui donne l'occasion de se lancer dans l'enseignement d'un domaine qu'il avait commencé à travailler en 1905. D'après le *Livret de l'étudiant*, Borel enseigne sur deux jours distincts pendant les années universitaires 1909 et 1910 ; le premier jour il traite de questions de théorie des fonctions⁸⁴ et le second du calcul des probabilités⁸⁵. Au cours des années suivantes et jusqu'en 1919, Borel ne réitère pas cet enseignement des mathématiques du hasard. En fait, à partir de 1911, son volume d'enseignement se restreint à une seule séance qu'il consacre donc au cœur scientifique de la chaire, la théorie des fonctions. Sa nomination en tant que sous-directeur des études scientifiques de l'École normale supérieure en 1910 l'aura peut-être contraint à réduire son enseignement à la faculté des sciences de Paris. Par ailleurs Borel, engagé activement dans le conflit mondial, n'assure aucun enseignement à la faculté des sciences entre 1915 et 1919⁸⁶. Le lendemain de la guerre signe pour Borel un retrait partiel de l'École normale supérieure⁸⁷ et un réinvestissement (partiellement probabiliste) de la chaire de théorie des fonctions ; son cours de l'année universitaire 1919 est intitulé « Principes généraux du calcul des probabilités. Théorie analytique des vecteurs. »⁸⁸

Borel commence donc sa carrière d'enseignant des probabilités dans une chaire dont l'enseignement est clairement mathématique. Ce cours n'est pas publié, rendant donc difficile de déterminer exactement le contenu et l'organisation du corpus probabiliste enseigné. Néanmoins Borel publie un livre, *Éléments de la théorie des probabilités*⁸⁹, en 1909. Ce livre rend compte de la place des savoirs probabilistes au sein des sciences, en particulier

84. « Intégrales définies et quelques unes de leurs applications » pour l'année 1909 – 1910, « Théorie générale des fonctions entières » pour l'année 1910 – 1911.

85. « Calcul des probabilités et ses applications » pour les deux années.

86. Il semble cependant assurer une conférence réservée aux étudiants de l'École normale supérieure au cours de l'année 1915.

87. Voir [Marbo, 1968, 172].

88. *Livret de l'étudiant, 1919 – 1920*.

89. [Borel, 1909a]

vis-à-vis des mathématiques et de la physique. Borel y présente également une structuration théorique ternaire des savoirs probabilistes, structuration qui reprend le cadre probabiliste élaboré au XIX^e siècle et que nous examinerons plus loin⁹⁰.

Par ailleurs, les références faites par Borel nous permettent de distinguer ce qui relève de la culture disciplinaire et ce qui relève des savoirs disciplinaires. Certaines références, que nous qualifions de culturelles, contribuent à l'édification d'un panthéon des savants probabilistes, principalement du XIX^e siècle comme Bertrand ; notons que Borel est à la fois héritier et contributeur de cet édifice mémoriel. Ces références culturelles n'ont pas à proprement parler de rôle dans les contenus mathématiques eux-mêmes, mais elles permettent au final de délimiter rétrospectivement un corpus d'auteurs légitimes identifiés comme initiateurs ou contributeurs notables. L'ouvrage assume cependant une vocation pédagogique ; certaines références bibliographiques renvoient à des ouvrages non pas tant pour leurs auteurs que pour leurs contenus. Les références bibliographiques et intertextuelles contribuent à structurer un ensemble de textes probabilistes sur lequel les étudiants peuvent travailler. Enfin, ces références nous permettent également de mettre en évidence une première représentation géographique des savoirs probabilistes.

L'enjeu des savoirs probabilistes. Borel souligne en préface que les savoirs probabilistes représentent un enjeu aussi bien pour les sciences expérimentales que mathématiques. Il mentionne que le recours au calcul des probabilités dans les sciences expérimentales et économiques se développe sans que la théorie mathématique ne fasse l'objet d'une attention particulière⁹¹. Ainsi, il se propose « de faire mieux connaître à ceux qui étudient les sciences expérimentales et économiques les principes d'une théorie dont la connaissance leur est chaque jour plus nécessaire » et de « convaincre quelques jeunes mathématiciens de l'importance des applications de la théorie des probabilités et [de] les encourager à s'y intéresser. »⁹²

La dualité du public envisagé, entre jeunes mathématiciens (dont on comprend que l'intérêt porte sur les mathématiques) et non-mathématiciens, induit une attitude mitigée sur le traitement mathématique de la théorie des probabilités. Si Borel insiste « longuement sur les problèmes les plus simples, dans lesquels le mécanisme du calcul ne dissimule

90. Voir p.13-14.

91. [Borel, 1909a, v]

92. [Borel, 1909a, VI-VII]

pas la méthode suivie » et s'il « n'[a] point omis certains développements mathématiques qui peuvent intéresser certains lecteurs », il estime que le livre « peut-être lu d'un bout à l'autre par un lecteur connaissant simplement la définition de l'intégrale définie et les notions d'algèbre et de géométrie que cette définition suppose »⁹³. Il cherche donc à développer les aspects mathématiques des probabilités sur un socle relativement restreint de connaissances⁹⁴.

De plus Borel tente d'articuler une dimension concrète avec un traitement mathématique. Le livre est organisé en trois parties abordant trois thèmes : les probabilités discontinues (livre I), les probabilités géométriques (livre II) et les probabilités des causes (livre III). La première partie se divise en 5 chapitres, les deux parties suivantes se divisent chacune en 4 chapitres. Mis à part les chapitres 7 et 12 qui se consacrent uniquement à la résolution de problèmes, tous les chapitres apportent des éléments théoriques (définitions ou théorèmes). Ces éléments théoriques font suite à l'exposé d'un problème ou d'un exemple et sont généralement suivis d'applications présentées sous la forme de problèmes.

Un triptyque théorique. Reprenant l'organisation des savoirs probabilistes héritée du XIX^e siècle, trois énoncés fondamentaux, chacun renvoyant à un type de probabilité, structurent l'exposé. Ainsi, les trois livres qui composent l'ouvrage s'organisent autour de trois définitions de la notion de probabilité : les probabilités discontinues, les probabilités continues et les probabilités des causes. Chacune de ces définitions renvoie à une situation particulière faisant l'objet d'un traitement mathématique spécifique⁹⁵. Ces traitements mathématiques distinctifs permettent une relative autonomie des trois parties au détriment d'une approche unifiée des problèmes probabilistes.

Borel distingue tout d'abord le cas discontinu et le cas continu. Dans le cas discontinu

93. [Borel, 1909a, v]

94. Notons qu'il y a un parallèle avec le livre publié, en 1924, par Maurice Fréchet et Maurice Halbwachs, *Le Calcul des probabilités à la portée de tous*, voir [Fréchet et Halbwachs, 2019], sur lequel nous reviendrons au chapitre 2, p. 77. Borel, et plus tard Fréchet, prennent clairement conscience de l'importance prise par les mathématiques du hasard dans de nombreux domaines scientifiques et pratiques, donc de l'enjeu d'une éducation aux mathématiques du hasard pour un public très diversifié, et ainsi de la nécessité d'élaborer cette mathématique du hasard sur des bases mathématiques élémentaires. Ajoutons que les recensions de [Fréchet et Halbwachs, 1924] montrent bien la surprise des mathématiciens qui découvrent jusqu'où on peut aller dans le domaine des probabilités avec des mathématiques élémentaires.

95. Notons au passage que le traitement typographique et textuel mériterait également une analyse en soi ; par exemple le recours à l'italique, l'utilisation de paragraphe, d'intitulé du type « Définition » ou « Théorème », la numérotation des paragraphes, des formules, la formulation (littéraire ou symbolique). Ces distinctions textuelles traduisent manifestement un horizon d'usage du livre, et en particulier la possibilité d'une lecture non linéaire, mais aussi des formes de distinction des énoncés entre savoirs institutionnalisés et non institutionnalisés, mathématiques et non mathématiques, et certainement d'autres.

(c'est-à-dire en fait fini) il reprend la définition laplacienne classique : « On dit habituellement *la probabilité est le rapport du nombre de cas favorables au nombre des cas possibles, lorsque tous les cas sont regardés comme également probables.* »⁹⁶ Cette définition est reprise dans le livre III lorsqu'il est question de probabilités des causes. Il y construit, nous y reviendrons, la notion de probabilité conditionnelle à l'aide de probabilités finies en se basant sur un modèle d'urne.

Dans le cas continu, la formulation d'une définition de la probabilité dépend de la nature des objets géométriques sur lesquels portent les probabilités. Il propose une définition de la probabilité qu'un point se trouve sur un segment $[PQ]$ contenu dans un segment $[AB]$: « DÉFINITION. — La probabilité pour que le point M se trouve sur un certain segment PQ de AB est proportionnelle à la longueur de ce segment »⁹⁷. Il propose ensuite une définition de la probabilité qu'un point se trouve dans une aire S contenue dans une aire (finie) A : « la probabilité pour que M se trouve dans une portion déterminée S de [l']aire $[A]$ est proportionnelle à la surface de S , elle est donc égale au rapport $\frac{S}{A}$, en désignant par S et par A les superficies des aires S et A . »⁹⁸ Cependant il ne propose pas de définition plus générale.

À ces trois notions classiques de probabilité, Borel introduit ce qu'il appelle la « probabilité statistique ». Cette définition part du constat « qu'il existe entre les évaluations numériques de divers phénomènes des rapports sensiblement constants »⁹⁹. Il précise qu'à priori un tel constat ne permet pas d'identifier la probabilité statistique à celle d'un tirage dans une urne, mais qu'il existe une analogie : « la constance d'un certain rapport ». La probabilité statistique est présentée ainsi comme une sorte de probabilité empirique en regard de la probabilité mathématique, présentée comme une notion abstraite. Elle se comprend comme une valeur approchée par la fréquence observée, approximation d'autant plus précise que le nombre d'observations est grand. Il formule ainsi une conception fréquentiste des probabilités caractéristique du début du XX^e siècle¹⁰⁰.

La division en trois parties rend également compte de trois énoncés démontrés suivant trois stratégies démonstratives distinctes. Le Livre I est tendu vers la démonstration de la « loi des grands nombres ou théorème de Bernoulli » : « THÉORÈME DE Jacques

96. [Borel, 1909a, 21]

97. [Borel, 1909a, 84]

98. [Borel, 1909a, 86]

99. [Borel, 1909a, 158]

100. Nous revenons sur le développement de l'approche fréquentiste au début du XX^e siècle dans le chapitre 4, voir p. 225-226.

Bernoulli. — Etant donné un nombre ϵ aussi petit que l'on veut, la probabilité pour que la différence entre le rapport observé, du nombre des évènements favorables et le nombre des évènements contraires, d'une part, et le rapport théorique $\frac{p}{q}$ [p étant la probabilité de l'évènement favorable et $q = 1 - p$], d'autre part, soit supérieure en valeur absolue à ϵ , tend vers zéro lorsque le nombre n des épreuves augmente indéfiniment. »¹⁰¹

Cet énoncé fait l'objet d'une stratégie démonstrative marquée par sa dimension calculatoire et analytique. Elle se déploie dans le cadre d'un jeu constitué d'une série de n épreuves à deux issues, succès et échec, de probabilités respectives p et q . Le nombre de succès suit alors une loi binomiale $\mathcal{B}(n; p)$. En utilisant la formule de Stirling, démontrée précédemment, sous la forme $n! = n^n e^{-n} \sqrt{2\pi n} (1 + \epsilon_n)$ avec $\lim_{n \rightarrow \infty} \epsilon_n = 0$, Borel estime la probabilité de réaliser k succès en n tirages. Cette estimation permet de montrer que pour λ fixé :

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{np + \lambda\sqrt{2npq}}{nq - \lambda\sqrt{2npq}} - \frac{p}{q} = 0$$

où λ est l'écart relatif¹⁰². Ayant montré dans le chapitre précédent le théorème de De Moivre-Laplace¹⁰³ il obtient que la probabilité pour que $\lambda > A$ est

$$1 - \Theta(A) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_A^{\infty} e^{-x^2} dx$$

d'où il tire le théorème de Bernoulli. Cette démonstration se caractérise par son style calculatoire ; manipulant des développements asymptotiques, la démonstration ne se place jamais sur le plan conceptuel (nature des objets manipulés ou du type de convergence) ou sur l'élégance. Elle est entièrement guidée par des calculs en vue de mettre en évidence une inégalité dont le comportement est clair lorsque n croît indéfiniment. En outre, l'énoncé du théorème de Bernoulli apparaît dans le dernier chapitre du premier livre et bénéficie ainsi des démonstrations et calculs précédents de sorte que seules quelques lignes sont nécessaires pour compléter la démonstration de ce théorème.

Le Livre II présente un second résultat : la loi de Gauss. Le deuxième chapitre de ce livre est consacré à la loi des erreurs d'observations (ou loi de Gauss). Le chapitre s'ouvre sur la délimitation du problème puis sur l'énoncé de la loi de Gauss : « On cherche à mesurer une quantité, par exemple une longueur, dont la vraie valeur est a ; si la mesure

101. [Borel, 1909a, 64 – 65]

102. Borel précise que « le nombre d'évènements favorables sera, d'après la définition de l'écart relatif, $np + \lambda\sqrt{2npq}$ et le nombre d'évènements contraires sera $nq - \lambda\sqrt{2npq}$ » [Borel, 1909a, 63].

103. [Borel, 1909a, 49]

donne une valeur a' , l'erreur x est $a' - a$; la loi de Gauss consiste en ce que la probabilité pour que cette erreur soit comprise entre x et $x + dx$ est égale à

$$\frac{k}{\sqrt{\pi}} e^{-k^2 x^2} dx$$

k étant une constante que l'on appelle précision du mode de mesure employé. »¹⁰⁴

Borel argumente en faveur de ce résultat plutôt que d'en donner une démonstration. En fait, Borel s'exprime très défavorablement pour une démonstration analytique de cet énoncé, invoquant les erreurs commises en pratique sur les équations différentielles intervenant dans ces raisonnements et donc l'écart important entre le traitement mathématique et les usages concrets. Borel estime donc que « la loi de Gauss se trouve justifiée par le fait que les erreurs possibles étant nombreuses, leurs combinaisons sont soumises aux lois que nous avons obtenues par l'analyse combinatoire dans le cas où l'on étudie un grand nombre d'épreuves répétées. »¹⁰⁵. Cette explication s'appuie sur l'hypothèse que l'erreur totale est nulle si « chaque erreur partielle se produit suivant sa probabilité »¹⁰⁶, c'est-à-dire en termes contemporains, que l'espérance de l'erreur totale est nulle. La stratégie de Borel pour justifier la loi de Gauss consiste donc à justifier que dans le cas d'une série normale de mesures, la loi des écarts énoncée au chapitre 3 du livre I s'applique. Notons de plus que l'organisation du livre lui-même ne se présente pas comme la construction de résultats intermédiaires en vue d'établir la loi de Gauss, contrairement au cas du livre I et du théorème de Bernoulli. La loi de Gauss n'a donc pas le même statut mathématique que le théorème de Bernoulli dans l'exposé.

Le troisième et dernier livre s'ouvre par l'introduction de la formule de Bayes qui en constitue la colonne vertébrale. Borel positionne le problème en considérant n urnes : n_1 d'entre elles, toutes désignées par la catégorie A_1 , contiennent une proportion p_1 de boules blanches, n_2 d'entre elles, toutes désignées par A_2 , contiennent une proportion p_2 de boules blanches, ... , et n_k d'entre elles, toutes désignées par A_k , contiennent une proportion p_k de boules blanches. On suppose que chaque urne contient le même nombre de boules. On tire une boule blanche. Cherchant à déterminer la probabilité P_1 que cette boule blanche

104. [Borel, 1909a, 130]

105. [Borel, 1909a, 134]. Ce point de vue constituera un élément de friction avec le mathématicien Paul Lévy, voir le chapitre 2, p.97

106. [Borel, 1909a, 133]

soit tirée dans l'une des urnes A_1 , on obtient ainsi :

$$P_1 = \frac{\pi_1 p_1}{\pi_1 p_1 + \pi_2 p_2 + \cdots + \pi_k p_k}$$

où π_j est la probabilité de tirer une boule d'une urne A_j . Borel poursuit en évaluant la probabilité pour qu'une boule soit blanche et tirée dans une urne A_1 en utilisant la formule des probabilités totales (énoncée dès le premier chapitre du livre).

Ce résultat fait l'objet d'une stratégie démonstrative caractérisée par le recours aux méthodes élémentaires de dénombrement. En effet la démonstration est faite dans le cas discret. Comme Borel utilise un modèle d'urnes pour pouvoir démontrer cette formule, la démonstration se ramène à dénombrer le contenu des urnes et le nombre d'occurrences possibles d'un événement particulier. Cette construction de la probabilité conditionnelle permet à l'auteur de surmonter une critique adressée à la théorie laplacienne, suspectée de définir deux types distincts de probabilités : la probabilité *a priori* et la probabilité *a posteriori*¹⁰⁷.

Enfin, les trois parties de l'ouvrage couvrent chacune un domaine d'application. Le premier livre développe les applications aux jeux de hasard. Le jeu de pile ou face fait l'objet de deux chapitres. Le chapitre I utilise ce jeu comme une introduction concrète aux définitions abstraites développées au chapitre II. Le chapitre IV en propose une analyse approfondie. Le tirage aléatoire dans une urne est également développé dans le chapitre II. Ce modèle permet de donner un ancrage concret aux définitions de probabilités discontinues introduite dans le chapitre. Le deuxième livre présente des applications en géométrie et en physique. Le chapitre VII développe une série de problèmes probabilistes portant sur la position d'une figure géométrique par rapport à un autre. Le chapitre suivant présente la théorie des fonctions arbitraires de Poincaré. Cette théorie est appliquée en particulier à la théorie cinétique des gaz et à la distribution des petites planètes. Le chapitre dédié à la loi de Gauss développe le problème des erreurs d'observations. Enfin le troisième livre porte sur des problèmes de statistique. Le chapitre XI est consacré à des applications à la statistique touchant à la démographie, et plus précisément aux naissances et aux décès. Ces applications s'articulent à l'introduction du modèle des urnes.

107. Voir [Kamlah, 1987], en particulier p. 98-100.

Une frontière mathématique : les probabilités dénombrables. Une limite au traitement mathématique, et par conséquent un écart possible¹⁰⁸ entre le contenu du livre et l'enseignement de Borel dans les années 1909–1911, semble tracée au niveau des « probabilités dénombrables ». Borel publie en 1909 un mémoire¹⁰⁹, présenté au *Circolo matematico di Palermo*, le 8 novembre 1908, portant sur l'application des « probabilités dénombrables » à des questions relatives à la nature des nombres réels.

Cet article sur les probabilités dénombrables s'inscrit de deux façons dans un contexte mathématique. Tout d'abord ce mémoire est présenté à une société savante de mathématiciens, le *Circolo matematico di Palermo*, puis publié dans ses comptes-rendus. Ensuite le contenu lui-même s'insère dans la continuité des recherches mathématiques de Borel. D'après sa notice de 1912¹¹⁰, Borel considère ce travail sur les probabilités dénombrables comme une contribution personnelle essentielle à la théorie des probabilités¹¹¹. Il précise que cette contribution s'insère à la fois dans la poursuite de ses travaux sur la théorie de la mesure, mais aussi dans la perspective de recherches sur la physique mathématique. Il démontre ainsi l'existence de certaines catégories de nombres, comme les nombres normaux, en utilisant les propriétés de la mesure de Lebesgue¹¹². Et plus largement, il manipule des séries (convergentes et divergentes), des produits infinis, des fonctions entières qu'il a notamment étudiés dans le cadre de ses recherches en théorie des fonctions.

La notion de probabilité dénombrable n'apparaît que furtivement dans le livre de 1909. Borel se contente d'un renvoi en note de bas de page à la référence bibliographique de son article sur le sujet. Borel a peut-être ajouté in extremis cette référence en raison de sa parution récente mais le contenu de ce mémoire date au moins de novembre 1908 et aurait pu donc être inséré dans les enseignements de Borel de 1909. Le contenu de cet article n'est toutefois pas accessible sans une formation mathématique dans le supérieur. Les probabilités dénombrables peuvent légitimement apparaître comme un sujet trop spécialisé, c'est-à-dire nécessitant un bagage de connaissances mathématiques trop

108. Il faut noter que le cours est, comme tous les cours de la faculté des sciences avant la Première Guerre mondiale (au moins), public. Borel s'adresse peut-être à un public plus large que celui des seuls étudiants de mathématiques, auquel cas, il n'est pas certain que Borel développe tous les aspects mathématiques du calcul des probabilités.

109. [Borel, 1909b]

110. [Borel, 1912a]

111. « La distinction entre probabilités continues et discontinues est classique [...] mais on n'avait pas encore envisagé l'échelon intermédiaire [...]. J'ai cherché à combler cette lacune en étudiant ce que j'ai appelé les *probabilités dénombrables*. » [Borel, 1912a, p.73-74].

112. [Mazliak et Sage, 2014].

discriminant, pour convenir à un ouvrage destiné à un public plus large que les seuls étudiants en mathématique.

Une bibliothèque borélienne des probabilités. Dans son livre de 1909, les références utilisées par Borel participent à la constitution d'une culture scientifique et d'une représentation des savoirs probabilistes. Borel utilise ainsi des références culturelles et bibliographiques, ces dernières pouvant également être interprétées comme un parcours de lectures proposé à son lecteur.

Les rares références bibliographiques, placées en notes de bas de page, renvoient à des textes en français publiés en France. On y trouve des références clairement orientées vers les probabilités : le Tome III des *Œuvres de Blaise Pascal* publiées par Léon Brunschvicg (1869-1944) et Pierre Boutroux (1880-1922), le *Calcul des probabilités* de Bertrand, un article d'Émile Barbier (1839-1889) publié dans le *Journal de Liouville* publié en 1860¹¹³. Borel introduit également des références abordant le calcul des probabilités sans qu'il soit leur sujet central : l'*Éloge historique de Joseph Bertrand* par Gaston Darboux (1842-1917), deux études de Borel, « Le calcul des probabilités et la méthode des majorités » publiée dans l'*Année psychologique* en 1908 et « Sur les principes de la cinétique des gaz » publiée dans les *Annales de l'ENS* en 1906, le livre « Mélanges Louis Havet : Philologie et linguistique » chez Hachette publié en 1909, un article de Jean Laran (1876-1948), « La méthode statistique dans un problème d'archéologie » publié dans la *Revue du Mois* en 1907, un article de Volterra, « Sur l'application des mathématiques aux sciences biologiques »¹¹⁴, publié dans la *Revue du Mois* en 1906.

Outre la référence à Jacques Bernoulli (1654-1705), et la référence à Barbier pour sa solution du problème de l'aiguille de Buffon, celle à Poincaré s'inscrit directement dans le contenu mathématique avec un exposé de sa méthode des fonctions arbitraires. Borel consacre ainsi un chapitre à une « introduction des fonctions arbitraires »¹¹⁵. La densité de probabilité est conçue comme une fonction φ positive arbitraire vérifiant $\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x)dx = 1$. Borel n'énonce pas de théorème mais indique le résultat qu'il juge important : « dans certains cas, le résultat final du calcul est, dans une large mesure, indépendant du choix de la fonction arbitraire ; il suffit de supposer que cette fonction satisfait à des conditions

113. [Barbier, 1860].

114. [Durand et Mazliak, 2011]

115. [Borel, 1909a, 114-128]

assez larges relatives à sa continuité ou au sens de sa variation. »¹¹⁶ Ce résultat est en fait présenté à l'aide de quatre problèmes, certains étudiés par Poincaré : le cadran noir et blanc¹¹⁷, l'étude de la deuxième décimale d'une fonction dont on prend des valeurs à intervalle régulier¹¹⁸, la distribution des planètes¹¹⁹, l'étude du mouvement de n molécules dans l'espace¹²⁰. Enfin notons que si Poincaré est régulièrement mentionné, Borel ne fait pas de références bibliographiques.

Les références culturelles se distinguent par leur caractère international. Deux britanniques, Karl Pearson (1857-1936) et Francis Galton (1822-1911), sont associés aux périodiques *Biometrika* et *Proceedings of the Royal Society* sans références précises. De même, Borel mentionne Hjalmar Nilsson (1878-1967) du laboratoire de Svalöf en Suède sans autres précisions bibliographiques, si ce n'est que ses travaux sont connus grâce à Louis Blaringhem (1878-1958)¹²¹. Ces références sont maintenues dans une sorte de flou bibliographique. En outre la présence de ces références étrangères se concentre dans le troisième livre qui aborde systématiquement des questions relevant de la statistique probabiliste.

Finalement, l'ouvrage de 1909 met en évidence comment Borel perçoit le domaine des probabilités. D'une part les probabilités apparaissent comme un corpus de savoirs susceptibles d'être investis dans plusieurs domaines scientifiques ; ce qui justifie un enseignement pour un public large de ces savoirs. Ce livre laisse transparaître l'existence de développements mathématiques au niveau des probabilités dénombrables, dont Borel est un acteur. En outre la distinction entre les références bibliographiques et culturelles recoupe une représentation géographique des savoirs probabilistes délimitant une école française des savoirs probabilistes dont Borel est partie prenante et signalant une actualité, principalement britannique et suédoise, sur la statistique probabiliste.

116. [Borel, 1909a, 117]

117. [Borel, 1909a, 117-121] et voir [Poincaré, 1899, 266-267].

118. [Borel, 1909a, 121-122] et voir [Poincaré, 1912, 313-320].

119. [Borel, 1909a, 122-124] et voir [Poincaré, 1899, 265-266].

120. [Borel, 1909a, 124-128].

121. Sur Louis Blaringhem notons qu'il est un auteur pressenti pour le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*, [Bustamante et al., 2015].

Un enseignement mathématique des probabilités à la chaire de CPPM (1919 – 1928) à la lumière du livre de 1925

Une décennie après ses premiers enseignements de probabilités, Borel obtient la chaire de CPPM. L'analyse du contenu de ses enseignements entre 1919 et 1928 permet d'identifier des continuités et des ruptures. Borel publie en 1925 la rédaction de son cours de 1922 faite par un étudiant normalien, René Lagrange (1891-1946). Ce livre, intitulé « Principes et formules classiques du calcul des probabilités »¹²² est le premier fascicule du premier tome du *Traité du Calcul des probabilités et de ses applications*¹²³ dirigé par Borel. Ce livre se concentre sur un traitement mathématique du calcul des probabilités et est donc libéré des contraintes de la dualité du public que s'était imposé Borel en 1909. Néanmoins, comme nous l'avons vu, en 1920, la chaire de CPPM occupe une place disciplinaire ambiguë vis-à-vis de la physique et des mathématiques ; elle est perçue comme une chaire de physique tenue par un mathématicien. Par ailleurs le prédécesseur de Borel, Boussinesq, avait évacué le calcul des probabilités pour se concentrer sur une physique mathématique déterministe. Remis dans la perspective du livre de 1909, celui de 1925 permet de voir que l'enseignement de Borel prend une tournure nettement affirmée dans son caractère mathématique et probabiliste.

La faculté des sciences de Paris reconnaît la réorientation de l'enseignement de la chaire de CPPM vers un traitement mathématique des probabilités engagée par Borel et ce dès son arrivée à cette chaire. Ainsi le *Livret de l'étudiant* présente ce cours de Borel dans la rubrique « sciences mathématiques » dès son arrivée à la chaire tandis que celui de Boussinesq apparaissait en « Sciences physiques et chimiques ». De plus, en 1928, Charles Fabry (1867-1945), alors professeur à la chaire de Physique rattachée au Laboratoire d'enseignement de physique¹²⁴, estime, dans un article consacré à la physique à l'université de Paris, que Borel propose « en fait, un enseignement de mathématiques ; le cours, professé par M. Borel, porte le plus souvent, depuis quelques années, sur le calcul des

122. Le sous-titre en couverture précise « Leçons professées à la Faculté des sciences de Paris, par M. Émile Borel. Rédigées par René Lagrange, maître de conférences à la Faculté des sciences de Rennes ». Borel précise dans l'introduction p.IX : « ce premier fascicule a été rédigé par M. René Lagrange, d'après un cours que j'ai fait à la Faculté des sciences de Paris en 1922. »

123. Nous reviendrons sur ce *Traité* au chapitre 2, p. 68-72, et en conclusion, p. 376. Nous renvoyons également à [Bustamante *et al.*, 2015].

124. [Maurain et Pacaud, 1940, 28]

probabilités »¹²⁵. Fabry indique en outre que le programme du certificat « comprend une partie variable, qui est l'enseignement fait par le professeur pendant l'année, et une partie fixe, que les candidats doivent apprendre par eux-mêmes. »¹²⁶

La réorientation de l'enseignement de la chaire de CPPM passe par une transformation du certificat auquel cet enseignement prépare. Tout d'abord en 1919, et ce depuis 1896, cette chaire délivre un certificat de « Physique mathématique » sans mention du calcul des probabilités. Lors de la séance du conseil de la faculté des sciences de Paris du 19 avril 1923, Borel « demande qu'il y ait concordance entre les deux et que le certificat ait son titre complété et devienne certificat de Calcul des probabilités et de physique mathématique »¹²⁷. Le changement de titre est voté par le conseil de la faculté des sciences de Paris puis officialisé par un arrêté ministériel, daté du 16 octobre 1923. Borel propose ensuite de modifier le programme du certificat de calcul des probabilités et de physique mathématique. Cette modification est acceptée par le conseil de la faculté le 20 avril 1925, puis approuvé par le ministre le 16 janvier 1926. Nous n'avons malheureusement pas trouvé ce programme dans les archives.

Sur la période 1919 – 1928, le *Livret de l'étudiant* permet d'affirmer que l'enseignement de Borel alterne entre calcul des probabilités et physique mathématique. Les deux premières années, les enseignements de Borel ont clairement une teneur probabiliste¹²⁸. Au cours des deux années universitaires 1922 et 1923, Borel revient à des sujets de physique mathématique non probabilistes¹²⁹. À partir de l'année universitaire 1924, le cours de Borel revient explicitement aux probabilités et s'intitule « La théorie des probabilités et ses applications » jusqu'à l'année universitaire 1928.

Grâce au livre de 1925¹³⁰, rédigé par Lagrange, nous pouvons nous faire une idée du contenu enseigné. Il propose une rédaction « d'après » le cours, de sorte qu'un écart reste possible entre les leçons enseignées dans l'amphithéâtre et les contenus retenus pour le livre. Borel précise en préface que des ajouts de la main de Lagrange, renvoyés dans des

125. [Fabry, 1928, 559]

126. [Fabry, 1928, 559]

127. voir AJ/16/5124/A

128. « Principes généraux de la mécanique statistique et ses applications » (*Livret de l'étudiant de l'université de Paris. 1920 – 1921*), « Principes généraux du calcul des probabilités et quelques unes de leurs applications aux sciences expérimentales » (*Livret de l'étudiant de l'université de Paris. 1921 – 1922*).

129. « Éléments de la théorie des déformations des milieux continus » (*Livret de l'étudiant de l'université de Paris. 1922 – 1923*) et « Théorie de l'élasticité » (*Livret de l'étudiant de l'université de Paris. 1923 – 1924*).

130. [Borel et Lagrange, 1925]

annexes, existent mais ne mentionne pas d'éventuelles interventions sur l'exposé fait à l'oral pour lui donner sa forme écrite et publiée sous la forme d'un livre¹³¹.

Cet ouvrage présente un traitement systématique des mathématiques du hasard articulant deux principes de classification : deux ordres de problèmes et trois types de probabilités. Les problèmes du premier ordre portent sur la détermination de la probabilité d'un événement. Les problèmes du second ordre sont ceux pour lesquels les probabilités elles-mêmes sont considérées comme des quantités aléatoires. Par ailleurs, Borel reprend la distinction en trois types de probabilités : les probabilités discontinues, dénombrables et continues. Pour chacun des types de probabilités, il traite les problèmes du premier ordre (chapitre 2) et aborde des applications. Il traite également les problèmes du second ordre pour les probabilités discontinues (chapitre 3) et continues (chapitre 4), mais pas pour les probabilités dénombrables. Cette théorie permet ainsi de donner une certaine cohérence au calcul des probabilités hérité du XIX^e siècle, en proposant notamment une approche commune aux problèmes dans le cas des probabilités discontinues et continues et en intégrant le cas dénombrable.

Borel fait un pas supplémentaire vers une unification des mathématiques du hasard et propose un concept unique de probabilité. Ce concept repose sur la notion d'événement défini comme « l'unique qualité d'être susceptible de se produire, ou de ne pas se produire. Dans le premier cas, l'événement est dit "favorable" ; dans le deuxième cas, il est dit "défavorable". »¹³² La probabilité d'un événement est « un nombre p compris entre 0 et 1 »¹³³ adjoint à cet événement tel que $p = 0$ lorsque l'événement ne se produit jamais et $p = 1$ lorsque l'événement se produit toujours. En outre ce nombre vérifie deux principes. D'abord le principe d'additivité des probabilités : « Étant donnés E_1, E_2, \dots, E_n de probabilités p_1, p_2, \dots, p_n , s'excluant mutuellement, la probabilité pour que l'un d'eux se réalise est $p_1 + p_2 + \dots + p_n$ »¹³⁴. Ensuite le principe des probabilités composées : « Si p_1 est la probabilité d'un événement E_1 , et p_2 la probabilité d'un événement E_2 quand E_1

131. Le rôle des maisons d'édition dans l'élaboration des contenus des textes mathématiques nécessite encore aujourd'hui des recherches pour éclairer sur les contraintes éditoriales et économiques susceptibles d'intervenir, par exemple, sur la place accordée aux formules mathématiques, à la longueur des textes, à la présence de graphiques ou d'illustrations. Il faudrait également préciser dans quelle mesure ces contraintes interviennent sur le contenu. Il faut ajouter que le passage de l'oral à l'écrit reste un passage qui n'est pas gratuit en terme de contenu.

132. [Borel et Lagrange, 1925, 1].

133. [Borel et Lagrange, 1925, 2].

134. [Borel et Lagrange, 1925, 2].

s'est produit, la probabilité pour que se produise la succession E_1E_2 est $p_1 \times p_2$. »¹³⁵

Borel maintient cependant la distinction des trois types de probabilités (discontinues, continues et dénombrables) dont les définitions s'appuient sur des « schémas ». Le cas des probabilités discontinues est construit sur le schéma de l'urne. Dans ce cas la probabilité est un nombre rationnel $p = \frac{a}{N}$ et peut être « considéré comme représentant la probabilité d'extraire une boule blanche d'une urne contenant N boules dont a , et a seulement, sont blanches. »¹³⁶. Le cas des probabilités continues est construit sur un schéma géométrique : « on considère un certain nombre de variables, par exemple x, y, z , et une fonction de ces variables $\varphi(x, y, z)$; ces trois variables représentent un point en coordonnées cartésiennes, et, par définition, la probabilité pour que ce point soit compris dans le parallélépipède $x, x + dx; y, y + dy; z, z + dz$ est $\varphi(x, y, z)dx dy dz$. »¹³⁷. Il ajoute que « la fonction φ doit être telle que l'intégrale, étendue à tout le domaine que peut parcourir le point, ait la valeur 1. »¹³⁸ Enfin les probabilités dénombrables sont des probabilités « relatives à une infinité dénombrables d'évènements $E_1, E_2, \dots, E_n, \dots$ sur lesquels on effectue une quantité dénombrable d'expériences »¹³⁹.

Ce livre assume une dimension mathématique nettement plus affirmée que le livre écrit par Borel en 1909. Tout d'abord, le livre de 1925 présente les résultats sur les probabilités dénombrables obtenus par Borel en 1909¹⁴⁰. Ces résultats font partie des problèmes du premier ordre pour les probabilités dénombrables et sont présentés dans le deuxième chapitre. L'absence de développement sur les problèmes du second ordre pour les probabilités dénombrables suggère une direction de recherche mathématique qu'il reste à explorer. Ensuite Borel consacre tout un chapitre au jeu de pile ou face (chapitre 5) au motif que ce jeu simple, « possède un très grand caractère de généralité, et conduit, lorsqu'on l'étudie en détail, aux Mathématiques les plus élevées. »¹⁴¹ Ce livre témoigne ainsi de l'orientation mathématique du cours de calcul des probabilités de Borel à la chaire de CPPM.

Le livre de 1925 présente deux nouvelles stratégies pour démontrer la loi des grands nombres. La loi de Gauss et la loi des grands nombres sont les deux énoncés structurants

135. [Borel et Lagrange, 1925, 2].

136. [Borel et Lagrange, 1925, 3]

137. [Borel et Lagrange, 1925, 4]

138. [Borel et Lagrange, 1925, 4]

139. [Borel et Lagrange, 1925, 4-5]

140. [Borel, 1909b]

141. [Borel et Lagrange, 1925, 91].

de la première section du troisième chapitre, « probabilités discontinues, problèmes du deuxième ordre »¹⁴². Le point de départ du raisonnement est le même qu'en 1909 ; les auteurs rappellent que « la probabilité du cas favorable P d'une certaine épreuve est p , $q = 1 - p$ étant, par suite, la probabilité du cas défavorable Q , la probabilité d'obtenir α cas favorables et $n - \alpha$ cas défavorables dans une suite de n épreuves, est $\frac{n!}{\alpha!(n-\alpha)!} p^\alpha q^{n-\alpha}$. »¹⁴³ La première étape du raisonnement consiste à obtenir la formule de Stirling sous la forme

$$n! = \left(\frac{n}{e}\right)^n \sqrt{2\pi n} (1 + \epsilon_n)$$

avec $\lim_{n \rightarrow \infty} \epsilon_n = 0$. Suivant la même stratégie qu'en 1909, les auteurs utilisent cette formule pour donner une estimation des factorielles. Mais en 1922, les auteurs renversent l'ordre d'exposition : cette formule est d'abord utilisée pour obtenir la loi de Gauss avant d'être utilisée pour montrer la loi des grands nombres énoncée dans le fil du texte : « lorsque n augmente indéfiniment, les parties gagnées et perdues se répartissent suivant les probabilités p et q . »¹⁴⁴

Une autre démonstration, absente en 1909, de la loi des grands nombres est présentée par René Lagrange en annexe. Cette annexe résume le mémoire de Pafnouti L. Tchebychev (1821-1894) où il introduit son inégalité. Dans cette note la stratégie pour montrer la loi des grands nombres, ou théorème de Bernoulli, consiste à montrer l'inégalité introduite par Tchebychev dans son mémoire¹⁴⁵ :

« THÉORÈME. – La probabilité pour que la somme des quantités variables x, y, z, \dots soit comprise entre $a + b + c + \dots - \alpha \sqrt{a_1 + b_1 + c_1 + \dots - (a^2 + b^2 + c^2 + \dots)}$ et $a + b + c + \dots + \alpha \sqrt{a_1 + b_1 + c_1 + \dots - (a^2 + b^2 + c^2 + \dots)}$ est toujours plus grande que $1 - \frac{1}{\alpha^2}$ »¹⁴⁶

On en déduit le

« THÉORÈME. – Si la moyenne arithmétique des valeurs moyennes quadratiques de quantités variables, prises en nombres de plus en plus grands, reste bornée supérieurement, la probabilité que la différence, entre la moyenne arithmétique de ces quantités et celle de leurs valeurs moyennes, soit moindre

142. [Borel et Lagrange, 1925, 29]

143. [Borel et Lagrange, 1925, 29]

144. [Borel et Lagrange, 1925, 41]

145. [Tchebychev, 1867]. Cette inégalité aujourd'hui dite de Bienyamé-Tchebychev, a été introduite par Bienaymé, voir [Bru *et al.*, 1997].

146. [Borel et Lagrange, 1925, 148]

en valeur absolue qu'une quantité donnée, aussi petite que l'on veut, tend vers l'unité lorsque le nombre des quantités considérées augmente indéfiniment. »¹⁴⁷

Ce théorème s'interprète alors comme une « généralisation du théorème de Bernoulli »¹⁴⁸ : « Lorsque le nombre d'épreuves devient infini, on obtient une probabilité, infiniment voisine de 1, que la différence entre la fréquence de cet événement et sa probabilité moyenne soit moindre que toute quantité donnée. »¹⁴⁹

Borel introduit également de nouveaux problèmes. Comme nous l'avons déjà mentionné, le cinquième chapitre présente une étude du jeu de pile ou face. L'exposé commence par le problème (plus combinatoire que probabiliste) du scrutin ; il s'agit de dénombrer le nombre de parties ayant une issue donnée (a succès et b échecs). Cependant, la suite des problèmes prend clairement une dimension probabiliste : les auteurs commencent par étudier la probabilité que l'égalité entre nombre de succès et d'échecs soit atteinte avant une valeur $2a$ de parties, puis le temps moyen d'atteindre l'égalité et le nombre probable de retours à l'égalité en $2p$ parties. Une deuxième série de problèmes porte sur la durée du jeu et en particulier l'étude de la probabilité P_{2p}^n d'atteindre l'égalité en $2p + 2$ coups avec une mise n multiple de l'enjeu de chaque coup.

Le dernier chapitre du livre propose une nouvelle formulation des problèmes de la statistique en termes de « fonction de la statistique ». Une « fonction de la statistique » est « définie pour toutes les valeurs de la variable x , supposée varier de $-\infty$ à $+\infty$, une telle fonction $f(x)$ représentant la probabilité pour qu'une certaine quantité variable z prenne une valeur inférieur ou égale à x »¹⁵⁰. Les auteurs ajoutent que de telles fonctions sont non-décroissantes, que $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$ et $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 1$ et que cette fonction peut avoir des points de discontinuité à gauche. Dans un langage contemporain, les fonctions de la statistique correspondent donc aux fonctions de répartition empirique. Ce nouveau cadre de l'étude statistique s'accompagne d'un nouvel outil conceptuel et calculatoire, l'intégrale de Stieltjes, mais également d'un nouveau problème paradigmatique, le problème des moments. Ce problème consiste à déterminer si une fonction de la statistique f est déterminée par ses moments c'est-à-dire par les intégrales $\int x^k df(x)$ pour $k \in \mathbf{N}$. Les

147. [Borel et Lagrange, 1925, 149]

148. [Borel et Lagrange, 1925, 149]

149. [Borel et Lagrange, 1925, 149]

150. [Borel et Lagrange, 1925, 107]

auteurs montrent comment construire, à partir des $2n$ premiers moments d'une fonction arbitraire f croissante dans un intervalle fini de réels positifs $(a; b)$, une suite de fonctions φ_n en escalier à n marches qui tend vers f quand n tend vers l'infini¹⁵¹.

Le corps du texte présente encore une fois deux types de références qui remplissent deux fonctions distinctes. Les références bibliographiques sont, comme en 1909, toutes en français et accessibles et sont certainement données dans la perspective d'une étude des textes. Dans la mesure où le programme du certificat porte sur le cours fait par Borel ainsi que sur l'ensemble « des livres classiques disponibles en librairie »¹⁵² sur les probabilités, on comprend que la coordination de l'enseignement, de la préparation du certificat et du livre apparaît comme directrice dans l'élaboration de cette bibliothèque. Les références bibliographiques et culturelles contribuent à construire l'image d'un corpus français cohérent qui s'apparente à une tradition probabiliste française. Sans négliger pour autant, sous forme de références culturelles, de mentionner des auteurs de l'espace européen extérieur à la France. Malgré toutes ces références, le texte reste relativement clos sur lui-même et peut-être compris sans aller consulter d'autres textes.

Les notes de fin d'ouvrage montrent un net contraste quant à la nature des références en présentant systématiquement et uniquement des références bibliographiques internationales et spécialisées. Ces références bibliographiques renvoient à des textes écrits par des auteurs en poste hors de France lors de la publication ; à Saint-Petersbourg (Markov, Tchebychev), à Londres (K. Pearson), à Palerme (Francesco Cantelli, 1875-1966), à Oslo (Alf Guldberg, 1866-1936 et Birger Meidell, 1882-1958), à Bruxelles (Constant Lurquin, 1888-1958), à Zürich (Georges Pólya, 1887-1985), à Berlin (Hans L. Hamburger, 1889-1956), à Uppsala (Torsten Carleman, 1892-1949). Ces publications sont clairement spécialisées en mathématique ; en dehors des notes provenant des CRAS, les articles sont publiés dans les *Mathematischen Annalen*, les *Mathematische Zeitschrift*, les *Rendiconti della reale accademia dei Lincei* et dans le *Journal de Liouville*.

Les deux parties présentent ainsi deux types d'intertextualité susceptibles de recouvrir deux types de lectures : celle préparant le certificat et celle destinée à un approfondissement mathématique plus poussé. Dans le corps du texte, le propos se suffit à lui-même de sorte que la référence offre une possibilité d'approfondir un point particulier mais extérieur

151. [Borel et Lagrange, 1925, 146]

152. *Livret de l'étudiant de l'Université de Paris*, 1920-1927.

au livre. Le corps du texte propose donc un parcours de lecture largement refermé sur lui-même. Ce type de texte semble particulièrement approprié pour un étudiant cherchant à maîtriser le programme d'un examen. Au contraire, les notes de fin d'ouvrage offrent des résumés de mémoires originaux et multiplient les appels bibliographiques. Les notes renvoient donc à un extérieur et proposent un parcours plus ouvert à deux titres : par le niveau de technicité et par l'échelle géographique.

En demandant et en obtenant son transfert à la chaire de CPPM, Borel fait bouger les lignes disciplinaires de cette chaire, historiquement à cheval entre la physique et les mathématiques ; en l'espace d'une décennie, Borel translate la chaire de CPPM vers les mathématiques. En soutenant la transformation de son ancienne chaire de théorie des fonctions en une chaire de physique tenue par un physicien, il se ménage un espace de liberté pour asseoir sa chaire de CPPM du côté mathématique. Il obtient également que le certificat préparé par son enseignement réintègre le calcul des probabilités, l'autorisant à proposer un enseignement centré sur les probabilités. De plus, l'enseignement des probabilités tel qu'il est présenté dans son livre de 1925, montre clairement un renforcement mathématique avec la présence des probabilités dénombrables dans l'exposé, un traitement unifié et une définition unique des probabilités. Les références de Borel tendent à cristalliser la représentation d'une école française dont il est l'un des représentants. Les notes de Lagrange signalent que certaines dynamiques probabilistes internationales sont connues des deux auteurs et présentées à des étudiants ayant un bon niveau mathématique. Enfin la faculté reconnaît explicitement cette redéfinition disciplinaire de la chaire de CPPM comme une chaire d'enseignement mathématique du calcul des probabilités. Or, dans le même temps, une nouvelle opportunité pour développer l'enseignement de savoirs probabilistes se présente au sein de l'université de Paris : la création de l'Institut de statistique de l'université de Paris en 1922.

1.2 UNE OPPORTUNITÉ À INVESTIR : LA CRÉATION DE L'ISUP

L'historiographie¹⁵³ sur l'Institut de statistique de l'université de Paris (ISUP) insiste sur l'idée que cet institut est créé grâce à la mobilisation de quelques hommes en vue de rattraper un retard français dans le domaine de l'enseignement de la statistique. Le

153. [Morisson, 1987, Pressat, 1987, Meusnier, 2006, Catellier et Mazliak, 2012]

bilan dressé de son activité dans l'entre-deux-guerres reste mitigé dans la mesure où cet institut est fréquenté par peu d'étudiants, et, en majorité, par des étudiants étrangers. Cette littérature souligne également le rôle déterminant d'Émile Borel, aux côtés de Lucien March (1859-1933) et Fernand Faure (1853-1929), dans le processus de création de l'ISUP. Nous reprenons ici l'histoire de cet institut sur la période allant de 1922 à 1928 sur la base d'archives qui n'ont pas été exploitées jusqu'à présent : les archives conservées aux archives nationales et les *Annales de l'université de Paris*.

Par ailleurs, le rôle joué par l'ISUP dans l'histoire des probabilités à l'université de Paris dans les années 1920 ne va pas de soi. Michel Armatte¹⁵⁴ montre que les statistiques, même mathématiques, conservent pour certains auteurs français, et en premier lieu Lucien March, une certaine distance avec les probabilités, et ce même dans l'entre-deux-guerres. Selon Armatte¹⁵⁵, Rémi Catellier et Laurent Mazliak¹⁵⁶, le rapprochement entre statistique et probabilités se fait, entre 1922 et 1928, précisément à l'ISUP par deux acteurs : Borel et Georges Darmais. Réévaluer le rôle de ces deux hommes à la lumière de nouveaux documents doit permettre de mieux cerner la dynamique en cours à l'université de Paris vis-à-vis des savoirs probabilistes, dans le contexte de ce que nous appellerons la statistique probabiliste¹⁵⁷.

1.2.1 *Créer un institut d'enseignement professionnel de la statistique*

En tant qu'institut d'université, la gestion de l'ISUP revient à plusieurs facultés, et dans ce cas particulier, toutes les facultés sont convoquées. Au-delà du monde universitaire parisien, l'ISUP vise également les milieux professionnels. D'une part il veut attirer des professionnels de la statistique dont il cherche à obtenir une reconnaissance. D'autre part il cherche à être le lieu de formation des professionnels pour lesquels les outils statistiques sont ou deviennent indispensables.

Les archives conservées aux Archives nationales¹⁵⁸ sont peu loquaces concernant l'élaboration d'un projet d'institut de statistique à l'université de Paris. Les seuls documents

154. Voir en particulier [Armatte, 2005].

155. [Armatte, 2005]

156. [Catellier et Mazliak, 2012]

157. Précisons que nous entendons par statistique probabiliste tout corpus de savoir statistique qui se base sur des savoirs probabilistes.

158. Archives nationales, 20010498/77, dossier « Statut », fichier « Création ».

archivés sont les extraits des délibérations des assemblées des facultés ainsi que du conseil de l'université de Paris dans lesquels le projet est approuvé. La conservation de ces documents s'explique certainement par le statut d'institut d'université. En effet le projet d'institut est proposé dans les conditions du décret du 31 juillet 1920 et en particulier de l'article 3 §2 : « Sur la proposition d'une ou de plusieurs facultés, il peut être constitué des instituts d'université. Ces instituts relèveront au point de vue scientifique de la faculté ou des facultés compétentes. Ils auront un budget spécial incorporé au budget de l'université. »¹⁵⁹ Ainsi la création de l'ISUP dépend de l'accord des conseils de la faculté de droit, de médecine et des sciences et enfin de l'université de Paris.

L'assemblée de la faculté de droit approuve dans sa séance du 16 mai 1922, sur la proposition du doyen Ferdinand Larnaude (1853-1942), le « projet de création, à l'université de Paris, d'un Institut de statistique, dans les conditions présentées par le décret du 31 juillet 1920. »¹⁶⁰ Il précise en outre que « cet Institut serait placé sous la direction scientifique de la Faculté de Droit, de Médecine et des Sciences. ». Dans la séance de l'assemblée de la faculté de médecine du 18 mai 1922, le doyen Georges Roger (1860-1946), « lit au conseil, une lettre de M. Larnaude, Doyen de la Faculté de Droit soumettant à l'examen de la Faculté de Médecine le projet de création d'un Institut de statistique commun aux Facultés de Droit, de Médecine et des Sciences »¹⁶¹. Dans sa séance du 29 mai 1922, le conseil de l'université approuve le projet de « création à la Faculté de Droit, d'un Institut de statistique, qui serait placé sous la direction des Facultés de Médecine et de Sciences »¹⁶², à la condition que la faculté des sciences de Paris, « qui n'a pas encore été consultée », accepte. Enfin, le 9 juin 1922 la faculté des sciences approuve le projet de décret « relatif à la création à l'université de Paris, d'un Institut de statistique commun aux Facultés de Droit, de Médecine et des Sciences. »¹⁶³ En outre, le procès-verbal de la séance du 8 juin 1922, précise que Borel présente ce projet comme une initiative de la faculté de droit¹⁶⁴.

159. J. O. 6 août 1920, p. 11292 – 11293.

160. « Extrait de la délibération de l'Assemblée de la Faculté en date du 16 mai 1922 », Archives nationales, 20010498/77, dossier « Statut », fichier « Création ».

161. « Conseil de la Faculté. Extrait de la délibération du 18 mai 1922. » Archives nationales, 20010498/77, dossier « Statut », fichier « Création ».

162. « Conseil de l'université de Paris. Séance du 29 mai 1922. Extrait du procès-verbal. » Archives nationales, 20010498/77, dossier « Statut », fichier « Création ».

163. « Extrait du procès verbal de la séance du Conseil de la Faculté en date du 9 juin 1922 » Archives nationales, 20010498/77, dossier « Statut », fichier « Création ».

164. « M. Borel explique au Conseil que ce projet est la généralisation d'une demande initiale de la Faculté de Droit. » A.N. AJ/16/5123, p. 382

Ainsi les différents procès verbaux de séances montrent la place centrale de la faculté de droit dans ce projet. D'abord parce que la proposition est initiée par la faculté de droit, ensuite parce que la localisation de l'institut envisagée par le conseil de l'université est la faculté de droit de Paris. Cette situation notable de la faculté de droit n'a rien de surprenant dans la mesure où elle est la seule faculté à organiser un enseignement de statistique.

Les enseignements commencent officiellement au cours de l'année universitaire 1923. Un document non daté, faisant le bilan des enseignements des deux années 1923 et 1924, précise que la première année scolaire complète se termine en 1924¹⁶⁵. Selon le *Livret de l'étudiant* et le *Programme des conditions d'admission et de l'enseignement à l'Institut de statistique*¹⁶⁶ les cours sont assurés dès 1923, mais une affiche de cours prévus pour l'année 1922 – 1923 est conservée dans les archives de l'ISUP aux archives nationales¹⁶⁷.

Suite à sa création, l'ISUP entretient avec la Société statistique de Paris (SSP) un lien qui assure la légitimité scientifique de l'ISUP concernant la statistique et offre un relai de communication à l'ISUP au sein de la SSP¹⁶⁸. Ce lien s'inscrit dans un effort de rapprochement entre la faculté de droit et la SSP. Ainsi la création de l'ISUP à la faculté de droit fait suite à l'installation de la bibliothèque de la SSP dans les locaux de la faculté de droit en 1922¹⁶⁹. Notons au passage que seule la faculté de droit assure un enseignement de statistique à l'université de Paris et que l'acquisition d'une bibliothèque spécialisée est susceptible de renforcer la légitimité scientifique de cet enseignement de statistique.

Les relations entre la SSP et l'ISUP s'organisent également par la circulation d'indi-

165. AN 20010498/76, Affaires diverses 1922 – 1944.

166. Ces livrets sont publiés à partir de l'année 1925. Des numéros sont conservés dans les archives de l'ISUP aux archives nationales, AN/20010498/76, dossier « diplômés », sous-dossier « 1923 – 1933 » et couvrent 1925, 1932, 1933, 1935. Ces livrets sont également disponibles à la BNF.

167. AN 20010498/76, dossier « Affaires diverses 1922 – 1944 »

168. La société statistique de Paris n'a pas encore fait l'objet d'une étude systématique quant aux sociabilités qui la font vivre (discussions, cooptations, hiérarchies), la constitution globale de ses membres et son insertion dans le réseau des sociétés savantes ou dans les milieux économiques.

169. La demande émane de la SSP en 1921 : « Depuis longtemps déjà, votre Conseil s'est préoccupé d'assurer une meilleure utilisation des livres qui composent notre bibliothèque. Nous possédons plus de 10.000 volumes et ce nombre s'accroît continuellement par les envois qui nous sont faits. Actuellement, ces livres sont enfermés dans des armoires placées dans les couloirs de l'immeuble de la rue Danton et ne peuvent être qu'assez difficilement consultés. La solution à laquelle votre Conseil s'est arrêté consiste à faire don de notre bibliothèque à la faculté de droit de Paris, pour qu'elle l'incorpore à sa propre bibliothèque, en réservant certains avantages à notre Société et à ses membres. M. Larnaude, Doyen de la Faculté de Droit, s'est montré favorable à ce projet [...]. » « Vie de la société », *Journal de la Société de statistique de Paris*, t. 61, 1920, p. 170 – 171.

Barriol (Alfred)	1923 – 1928	Opérations financières
Borel (Émile)	1923 – 1927	Méthode statistique : application des mathématiques supérieures à la statistique
Darmonis (Georges)	1924 – 1928	Méthode statistique : application des mathématiques supérieures à la statistique
Galbrun (Henri)	1923	Théorie des assurances sur la vie
Hochart (Maurice)	1924 – 1928	Théorie des assurances sur la vie
Huber (Michel)	1923 – 1928	Démographie et statistique sanitaire
March (Lucien)	1923 – 1928	Méthodes statistiques (éléments)
Rueff (Jacques)	1923 – 1928	Éléments d'économie politique mathématique

FIGURE 1.1 – Professeurs de l'ISUP entre les années universitaires 1923 et 1928 d'après les données recueillies dans les *Livret de l'étudiant* et *Programme des conditions d'admission et de l'enseignement à l'Institut de statistique*. Les titres sont tirés du *Livret de l'étudiant* de l'année 1925. Le titre du cours de Henri Galbrun est tiré du *Livret de l'étudiant* de l'année 1923.

vidus. À une exception près¹⁷⁰, tous les professeurs de l'ISUP sont membres de la SSP et participent, à différents degrés, à la vie de cette société¹⁷¹. La création de l'ISUP n'est pas immédiatement annoncée dans le Journal de la SSP. Toutefois Borel, président de cette société en 1923¹⁷², mentionne l'Institut lors de la séance du 17 janvier 1923 ; il affirme alors « que [l'] activité [de l'ISUP] se développera parallèlement à [celle de la SSP] si vous remarquez que, sur vingt membres, [le] Conseil d'administration [de l'ISUP] comprend douze membres de notre Société, dont neuf anciens présidents ou membres de notre Conseil »¹⁷³. Alfred Barriol (1873-1959), en qualité de secrétaire général, mentionne régulièrement l'activité d'enseignement de l'ISUP lors de ses interventions.

En outre, l'ISUP entretient des liens institutionnels avec la Statistique générale de la France (SGF). En effet la SGF occupe une place particulière dans les instances dirigeantes de l'ISUP¹⁷⁴. Le président du conseil de la SGF et le vice-président du conseil de la SGF sont deux membres de droit du conseil d'administration (CA) et du comité de direction (CD). En accordant cette place à la SGF, les concepteurs de l'ISUP cherchent manifeste-

170. Il s'agit de Maurice Hochart.

171. Alfred Barriol élu membre en 1902, puis membre du conseil de la SSP et secrétaire général de la SSP en 1905 ; Richard Bloch est élu membre en 1906 avec le soutien d'Alfred Barriol et membre du conseil entre 1928 et 1930 ; Émile Borel est élu membre en 1907 avec le soutien de Lucien March, membre du conseil en 1915, et président en 1922 ; Georges Darmonis est élu membre en 1928 avec le soutien d'A. Barriol ; Henri Galbrun est élu membre en 1922 ; Michel Huber est élu membre en 1902 ; Lucien March est élu membre en 1897, élu au conseil en 1904, élu président en 1907 ; nous n'avons pas trouvé la date d'entrée à la SSP de Jacques Rueff mais il a une activité de membre.

172. Nous revenons sur l'implication de Borel au sein de la SSP ; p. 37.

173. Journal de la SSP, « Procès-verbal de la séance du 17 janvier 1923. », p. 41-43, vol. 64, no 2, 1923 voir p. 42.

174. Voir les statuts de l'ISUP, AN 20010498/77, dossier « Statuts ».

ment à capter une forme de légitimité professionnelle dans la pratique de la statistique. Le manque d'informations sur le contenu des séances du CA et du CD rend difficile de déterminer la présence et l'investissement réel des acteurs de la SGF au sein de l'ISUP, même si la présence de March, l'un des fondateurs de l'ISUP, laisse penser qu'il y garda une certaine influence.

Cependant l'administration et la direction de l'ISUP sont statutairement dans des mains académiques. Le conseil d'administration de l'ISUP est présidé par le recteur d'académie et les doyens des facultés de droit, de médecine, de sciences puis, à partir de 1925¹⁷⁵, de lettres sont membres de droit du CA. En outre à partir de 1923, 16 membres sont choisis parmi les professeurs des facultés, les membres de l'Institut et des sociétés savantes. En 1923, la constitution du CA montre que la faculté de droit est légèrement sur-représentée car elle compte 5 représentants alors que les autres facultés en comptent moins de 3. La composition du CA n'évolue pas au cours des années 20.

Le Comité de direction est quant à lui composé du professeur de statistique et du professeur d'économie politique de la faculté de droit, d'un professeur de la faculté de médecine, d'un professeur de la faculté des sciences, du vice-président de la SGF et du directeur de la SGF. Contrairement à la faculté de droit, les facultés de médecine et de sciences ne désignent pas un enseignant d'une discipline spécifiée dans les statuts; les professeurs des facultés de médecine et des sciences sont proposés par le conseil de l'université. Le comité connaît quelques évolutions et notamment l'entrée d'un professeur de la faculté de lettres, Lucien Gallois (1857-1941) accompagné de Fernand Faure, professeur de la faculté de droit, le 17 octobre 1925¹⁷⁶.

L'ISUP poursuit son insertion dans des réseaux institutionnels dans au moins deux autres directions : l'enseignement supérieur et les milieux économiques. Pour ce qui concerne l'enseignement supérieur, les dirigeants de l'ISUP cherchent à capter des étudiants ou au moins à s'inscrire dans un réseau d'écoles; ainsi en 1923, l'ISUP envoie des affiches de ses enseignements à l'École des sciences politiques, au Collège libre des sciences sociales et à l'École polytechnique¹⁷⁷.

175. AN/20010498/77, dossier « Statuts », Fichier « statuts, modifications », « lettre ministérielle du 20 juillet 1925 ».

176. AN 20010498/77, dossier « Conseil d'administration », fichier « composition »

177. Ajoutons que le cours de « Méthode statistique appliquée à l'économie politique » d'Albert Aftalion (1874-1956) à la faculté de droit, intitulé « Le rythme de l'activité économique et les méthodes statis-

Henri BERTHÉLÉMY (1857-1943)	Doyen de la faculté de droit
Georges Henri ROGER (1860-1946)	Doyen de la faculté de médecine
Marin MOLLIARD (1866-1944)	Doyen de la faculté des sciences
Clément COLSON (1853-1939)	Président de section au Conseil d'État, membre de l'Institut, Président du conseil de la Statistique générale de la France
Lucien MARCH (1859-1933)	Vice-président du conseil de la Statistique générale de la France
Michel HUBER (1875-1947)	Directeur de la Statistique générale de la France
Fernand FAURE (1880-1963)	Professeur de statistique de la faculté de droit
Edgard ALLIX (1874-1938)	Professeur de sciences financière à la faculté de droit
Germain MARTIN (1872-1948)	Professeur de sciences financière à la faculté de droit
Henri TRUCHY (1864-1950)	Professeur d'économie politique à la faculté de droit
Victor BALTHAZARD (1872-1950)	Professeur à la faculté de médecine
Léon BERNARD (1872-1934)	Professeur à la faculté de médecine
Émile BOREL (1871-1956)	Professeur à la faculté des sciences
Louis LAPICQUE (1866-1952)	Professeur à la faculté des sciences
Lucien GALLOIS (1857-1941)	Professeur à la faculté des lettres
Maurice D'OCAGNE (1862-1938)	Membre de l'Académie des sciences
Raphaël-Georges LÉVY (1853-1933)	membre de l'Académie des sciences morales et politiques
Alfred BARRIOL (1873-1959)	Membre de la Société de statistique de Paris
Yves GUYOT (1843-1928)	Ancien Ministre, Président de la société d'économie politiques
Paul BELIN (1861-1939)	Membre de la Chambre de commerce de Paris
Jules MADELINE (1871-1932)	Conseiller du Commerce extérieur de la France

FIGURE 1.2 – D'après « Conseil d'administration » (extrait : liste des membres), *Programme des conditions d'admission et de l'enseignement à l'Institut de statistique*, 1925, p.2-3.

Les dirigeants de l'ISUP mènent également une campagne de propagande en direction des administrations, des milieux de la finance et des compagnies de chemins de fer. En 1923, les dirigeants de l'ISUP décident d'envoyer des affiches à 16 ministères¹⁷⁸, à la Caisse des dépôts et consignations et à la Banque de France. En parallèle les dirigeants communiquent auprès des milieux financiers et font envoyer des affiches à 40 banques¹⁷⁹ et à 26 compagnies d'assurances¹⁸⁰. Enfin les dirigeants de l'ISUP envoient des affiches aux compagnies de chemins de fer françaises¹⁸¹.

Les liens avec les administrations, les milieux financiers et les transports publics se poursuivent dans le financement même de l'institut. Entre 1922 et 1927, les dirigeants réussissent à obtenir des subventions de banques¹⁸², d'assurances¹⁸³ et de la Banque de France. Les difficultés financières récurrentes de l'ISUP motivent la création de la Fondation « La science statistique » en 1927. D'après les statuts de cette fondation, elle « a pour but de contribuer au développement et à la prospérité de l'Institut de statistique de l'université de Paris »¹⁸⁴. Cette fondation réussit à drainer des financements provenant

tiques », et le cours de François Simiand (1873-1935) à l'École Pratique des Hautes Études, « Histoire et statistique économique, études nouvelles sur les prix, le salaire et la monnaie. Éléments et exercices de statistique appliquée à la recherche économique. » sont intégrés à la formation de l'ISUP en 1929.

178. Affaires étrangères (5), Agriculture (5), Colonies (5), Guerre (5), Hygiène, assistance et de la prévoyance sociale (5), Instruction publique (5), Sous-secrétariat de l'enseignement technique (5), Intérieur (5), Justice (5), Marine (5), Régions libérées (5), Pensions (5), Travail (5), Travaux publics (5) sauf pour Ministère des finances (10), au Commerce (10).

179. 10 affiches sont envoyées aux grandes banques : Banque de Paris, Union Parisienne, Crédit Lyonnais, Société générale, Crédit industriel, Comptoir d'Escompte, Pays du Nord, Nationale de crédit, Nationale du commerce extérieure, Indo-chine, Crédit mobilier, Banque du Rhin, Banque de Mulhouse, Crédit National. Une seule affiche est envoyée aux petites banques : Caisse d'épargne et de prévoyance, Crédit Foncier, Banque Adam, Agence centrale des banques coloniales, Banque d'Alsace et de Lorraine, Banque continentale de Paris, Banque coopérative de Paris, Banque française le commerce et l'industrie, Banque immobilière de Paris, Banque générale du Nord, Banque industrielle française, Banque de l'industrie, Banque industrielle de Paris, Banque internationale de commerce, Banque maritime, Banque nationale française du commerce extérieur, Banque Petit Jean, Banque Petyt, Banque privée, Banque de la Seine, Banque vasseur, Banque vivienne, Crédit commercial de France, Crédit français, Crédit du Nord, Société centrale des banques de province.

180. 10 affiches sont envoyées aux grandes compagnies : Compagnie d'assurances générales, Phénix, L'Union, La Nationale, La Prévoyance, L'Abeille, La Préservatrice, La Providence, Le Patrimoine, Le Monde. Une seule affiche est envoyée aux autres compagnies d'assurances : L'assurance générale française, La capitale, Compagnie générale d'assurance, La Concorde, La coopération, La cordialité, La Parisienne, La Paternelle, La protectrice, La Réparatrice, Le secours, Le soleil, La thémis, L'Urbaine et la Seine, L'aigle, La commerciale de France.

181. 10 affiches sont envoyées aux compagnies de chemin de fer Alsace-Lorraine, Est, Etat, Nord, Paris Lyon Marseille, Midi, Ceinture, de Paris à Orléans.

182. Banque nationale de crédit, crédit nationale, Banque de Paris et des Pays-Bas, Société générale, Banque de l'Union parisienne, Banque coopérative des associations ouvrières, Crédit Lyonnais

183. Almelo (compagnie anonyme française d'assurances et de réassurances contre la mortalité des chevaux et du bétail), La prévoyance

184. 20010498/76, dossier « Affaires diverses 1922 — 1944 », article premier in « Statut de la fondation « La science statistique ».

de banques¹⁸⁵, de la Banque de France, d'assurances¹⁸⁶, de la Chambre de commerce de Paris, des Forges et aciéries du Nord et de l'Est et d'une entreprise de chemin de fer.

L'Institut de statistique ambitionne manifestement de se constituer en un lieu de délimitation et de certification des connaissances et des aptitudes du statisticien professionnel. En effet, cet institut revendique la vocation d'« enseigner la méthode statistique et ses applications »¹⁸⁷. Cet enseignement prend la forme de cours, conférences et travaux pratiques portant sur des aspects théoriques (« méthode statistique et applications mathématiques à la statistique, aux finances et à l'économie ») et appliqués (« La démographie, la biométrie, l'hygiène publique et l'instruction », « l'assistance, la prévoyance et l'assurance », « L'industrie, le commerce, l'agriculture, les transports, la banque et le crédit », « Les finances publiques »)¹⁸⁸.

L'ISUP propose deux types de scolarité : une première diplômante et une seconde non-diplômante. Dans une première version du projet de statuts, datant de 1922, un « diplôme de l'Institut de statistique »¹⁸⁹ atteste de la maîtrise des connaissances et aptitudes enseignées. Un arrêté rectoral du 30 mars 1923¹⁹⁰ divise en deux le diplôme initialement envisagé en un certificat d'aptitude (obtenu après une année d'études à l'Institut de statistique) et un diplôme de statisticien (obtenu après l'obtention du certificat d'aptitude et d'une seconde année d'études). Outre les diplômes, les cours restent ouvert à des formes d'auditorat libre. De sorte que l'Institut de statistique cherche ainsi à former des experts de la statistique et à former des experts de domaines différents (droit, économie, finance, médecine) à la statistique.

1.2.2 *Assurer un enseignement mathématique de statistique probabiliste*

L'ISUP propose une formation à la statistique constituée de cours d'application et de deux cours théoriques : un cours de statistique descriptive et un cours de statistique

185. Crédit Lyonnais, Crédit Foncier d'Algérie, Banque coopérative, Banque union parisienne, Banque coopérative, Banque union parisienne, Crédit foncier, Banque de France du commerce extérieur, Banque de Paris et des Pays-Bas, Comptoir nationale d'escompte, Crédit industriel et commerciale, Banque Lazard, Crédit National, Banque de l'Algérie, Société générale

186. La Prévoyance, La Nationale

187. « Université de Paris – Institut de statistique », université de Paris, adopté le 25 avril 1925 par le Conseil d'Administration, chapitre « Objet de l'Institut », article 2. AN 20010498/77

188.

189. AN 20010498/77, Statuts, Création.

190. Un arrêté ministériel va également dans ce sens le 29 juillet 1925 au moment où les statuts de l'Institut de statistique sont définitivement adoptés. Ces arrêtés ont cours au moins jusqu'en 1940.

probabiliste. Ce dernier cours est assuré par Borel dont le rôle au sein de cet institut reste difficile à déterminer à la lecture des archives. Il semble toutefois responsable de l'introduction d'un enseignement de la statistique fondé sur un corpus probabiliste et nécessitant un niveau de connaissance mathématique d'un niveau universitaire.

Les mentions de Borel dans les archives concernant la création de l'ISUP laissent penser que le mathématicien prend l'opportunité au vol. La première mention apparaît lorsque le doyen de la faculté de droit présente le projet d'institut devant le conseil de l'université lors de la séance du 29 mai 1922. À cette occasion Borel propose de « faire appel aux compagnies d'assurances, aux grandes institutions qui sont directement intéressées au fonctionnement d'un Institut de statistique. »¹⁹¹ Lors de la séance du 8 juin 1922 du conseil de la faculté des sciences¹⁹², à l'occasion de l'examen du projet d'institut, Borel explique que la proposition d'institut de statistique est une « généralisation d'une demande initiale de la Faculté de Droit ».

L'absence relative de Borel dans les archives cache l'importance symbolique et historique de ce mathématicien dans le champ statistique français de la première moitié du XX^e siècle. En effet le 21 décembre 1922, pour la première fois, un mathématicien, Borel, est élu à la présidence de la Société statistique de Paris (SSP). Cette élection vient couronner une longue présence de ce savant au sein de la SSP ; il en devient membre en 1907 et en intègre le conseil en 1915. Il est donc tentant de penser que Borel ait pu participer à des discussions, sous l'hypothèse que de telles discussions aient eu lieu entre des membres de la SSP¹⁹³, sur un projet d'institut de statistique. Mais surtout, la présence de Borel au sein de cette société participe d'un projet scientifique : introduire des méthodes probabilistes au sein de la statistique¹⁹⁴.

Borel participe à l'activité administrative de l'ISUP. Lors de la séance du 9 novembre 1922, le conseil de la faculté des sciences nomme Borel et Louis Lapique (1866-1952)¹⁹⁵ au conseil d'administration de l'ISUP. Le second semble n'avoir participé à aucune réunion

191. Extrait du procès de la séance du 29 mai 1922 du conseil de l'université, Archives nationales, 20010498/77, dossier « Statut », fichier « Création ».

192. AN AJ/16/5123, conseil de la faculté des sciences

193. Rappelons que nous n'avons pas trouvé de traces de discussions sur un projet d'institut dans les pages du Journal de la SSP.

194. Voir en particulier [Mazliak, 2010a].

195. Louis Lapique, professeur de physiologie générale à la faculté des sciences de Paris, depuis le 16 mars 1919, [Maurain et Pacaud, 1940, 56].

du conseil d'administration¹⁹⁶. Borel, lui, intègre le comité de direction dont la première mission est de rédiger un règlement. Il fait également partie d'une « commission des finances et de propagande chargée de recueillir des fonds et d'étudier toutes les questions financières. »¹⁹⁷ Mais il ne fait pas partie de la commission d'enseignement « chargée d'étudier l'organisation de l'enseignement et la publicité correspondante »¹⁹⁸. Émile Borel mène également les démarches auprès de la Banque de Paris et des Pays-Bas pour obtenir un soutien financier.

Borel trouve rapidement une relève mathématique en la personne de Georges Darmois pour assurer les enseignements de statistique. Les raisons de ce choix ne sont pas très documentées. Notons cependant que Darmois entretient des liens avec le monde industriel en tant qu'enseignant. En effet, alors qu'il est professeur d'Analyse supérieure à l'université de Nancy, il est « chargé du cours d'analyse à l'Institut supérieur de la Métallurgie et de l'Industrie » de 1920 à 1933¹⁹⁹. Par ailleurs, Borel connaît Darmois de l'époque où ce dernier était élève à l'ENS et Borel était sous-directeur des études scientifiques. La suppléance de Darmois à l'enseignement de Borel à l'ISUP s'inscrit ainsi dans un effort pour promouvoir les élèves de l'ENS²⁰⁰.

Darmois reste relativement en retrait au cours des années 1920. D'après le livret de

196. AN 20010498/77, « Conseil d'administration - composition », « Note sur la composition du conseil d'administration et du comité de direction » : « [...] M. Lopicque, qui a été titulaire, n'ayant assisté à aucune séance [...] » p. 3. Le document n'est pas daté. Cependant une lettre du 26 février 1936, affirme : « en ce qui concerne M. Lopicque de la Faculté des sciences qui n'est jamais venu je crois qu'il serait avantageusement remplacé par M. Darmois. ».

197. AN 20010498/77, Conseil d'administration – séances, Séance du C.A. du lundi 22 janvier 1923.

198. AN 20010498/77, Conseil d'administration – séances, Séance du C.A. du lundi 22 janvier 1923.

199. Voir <http://cussenot-fst-nancy.ahp-numerique.fr/cussenot2/alphabétique.php?alpha=D>, consulté le 16 juillet 2018. Ajoutons que Mme Darmois affirme dans sa notice nécrologique manuscrite archivée à l'Académie des sciences que : « Dès 1923, G. Darmois avait introduit dans son enseignement à Nancy le Calcul des probabilités et la statistique. » (p.3) André Lichnerowicz affirme également que Darmois « oriente résolument vers la Physique Mathématique et vers le Calcul des probabilités et ses applications » son enseignement à la faculté des sciences de Nancy. De plus il semble que Darmois soit devenu lui-même industriel. Georges-Théodule Guilbaud, dans un entretien accordé à Denis Bayart, rapporte que « Darmois était un industriel, il avait une petite forge, de quelques ouvriers, dans les Vosges. Il avait beaucoup de relations à Paris avec les milieux d'affaires. Il plaisantait souvent en effet sur le fait que ses collègues fréquentaient peu les milieux d'affaires et qu'ils avaient tort. » [Bayart et Guilbaud, 2008, 35]. Ajoutons que dans sa notice nécrologique, Louis de Broglie donne quelques précisions sur les circonstances et le rôle de Darmois dans cette fonderie : « Madame Georges Darmois appartenait à une famille de fondeurs de Saint Dié et son frère dirigea longtemps la fonderie familiale. Après la mort de son beau-frère, Georges Darmois accepta la charge nouvelle de se rendre tous les quinze jours à Saint Dié pour s'occuper, avec le Directeur, de la marche de l'entreprise. » [de Broglie, 1961, 21] Mme Darmois précise dans sa notice manuscrite que Darmois fait ces voyages à partir de 1945.

200. Nous avons déjà vu cet effort dans la collaboration entre René Lagrange et Borel pour la rédaction du livre [Borel et Lagrange, 1925]. Nous reverrons cette attitude de Borel avec Robert Deltheil dans la suite de ce chapitre.

l'ISUP²⁰¹, il occupe le poste de suppléant jusqu'à l'année 1927-1928. Michel Huber (1875-1947) affirme quant à lui²⁰² que Darmois assure les cours depuis l'année 1924-1925. Darmois reste également à distance des instances dirigeantes, et ne fait partie ni du comité d'administration, ni du comité de direction durant les années 20.

L'enseignement assuré par Borel puis par Darmois constitue l'un des deux cours obligatoires pour obtenir le certificat d'aptitude de l'ISUP. D'après le règlement, il faut « pour obtenir le certificat d'aptitude [...] avoir suivi le cours de méthode statistique et le cours d'application des mathématiques supérieures à la Statistique »²⁰³. Les programmes des enseignements assurés par Borel puis par Darmois sont accessibles dans les livrets de l'ISUP édité à partir de 1925. Le contenu des enseignements assurés par Borel au cours des années 1922 et 1923 n'est cependant pas détaillé.

L'étude des programmes disponibles montre une certaine constance dans les enseignements en 1925 et 1926. Cet enseignement s'organise en deux temps : un temps de statistique sans calcul des probabilités et un temps de statistique avec. Les six premières leçons, ne mentionnant pas les probabilités, abordent « la statistique des caractères » et « la statistique des variables » ainsi que des indicateurs numériques comme la fréquence, les moyennes, la corrélation et la covariation. Les six dernières leçons s'inscrivent dans un cadre probabiliste. Les notions probabilistes sont introduites après avoir énoncé « la stabilité des fréquences », laissant transparaître une approche fréquentiste de la notion de probabilité. Ces leçons abordent ensuite le théorème de Bernoulli, la loi de Laplace, la loi des petits nombres et le schéma des urnes. En parallèle, les leçons abordent l'« ajustement des statistiques ». En 1926, la loi des grands nombres et la loi des petits nombres suit la présentation de la « méthode de Tchibycheff ». Ce programme reprend ainsi une présentation proche de celle adoptée par Borel en 1909²⁰⁴.

Mais lorsque Darmois devient officiellement le professeur, en 1927²⁰⁵, le plan des leçons évolue significativement : il donne la première place aux probabilités et utilise un vocabulaire très spécialisé. Ainsi les deux premières leçons exposent « la stabilité des

201. « Programmes des conditions d'admissions et de l'enseignement à l'Institut de statistique ».

202. [Darmois, 1928, XI]

203. *Programme des conditions d'admission et de l'enseignement de l'Institut de statistique*, Librairie Vuibert, Paris, 1925, p.11

204. [Borel, 1909a].

205. Nous n'avons pas, à proprement parler, trouvé un texte officiel de nomination. Néanmoins, Darmois n'est plus désigné comme suppléant de Borel, mais comme professeur dans le « Programme des conditions d'admission et de l'enseignement à l'Institut de statistique » à partir de 1927.

fréquences » et la notion de probabilité; de fait l'introduction des probabilités semble toujours se faire sous l'angle fréquentiste, mais l'exposé se place immédiatement dans un cadre probabiliste. De plus Darmois emploie une terminologie plus spécialisée aussi bien en probabilités (variables aléatoires, loi de probabilité, espérance mathématique) qu'en statistique (série homograde, série hétérograde, théorie de la dispersion).

Ainsi Borel investit l'espace d'enseignement qu'offre l'ISUP. Malgré l'orientation professionnelle de cet institut, Borel introduit un enseignement de statistique caractérisé par son utilisation des mathématiques et d'un corpus de savoirs probabilistes. Enfin, après avoir suppléé Borel, Darmois reprend à son compte cet enseignement de statistique en approfondissant son orientation mathématique et probabiliste.

Au-delà du contexte particulier de la faculté des sciences, Borel ne néglige pas d'autres voies de développement des savoirs probabilistes au sein de l'université de Paris. L'ISUP offre une occasion prise au sérieux par Borel pour établir un autre point d'attache pour les savoirs probabilistes : la statistique et ses applications notamment à l'économie. Ainsi le comportement de Borel témoigne d'une vision des probabilités comme d'un corpus de savoirs nécessaire à la gestion économique et politique des entreprises et de l'État.

Dans le même temps, Borel cherche à se trouver des soutiens dans l'enseignement. Même si le choix de Darmois comme suppléant n'est pas directement documenté, il semble tout de même résulter de circonstances particulières et pertinentes pour la situation : l'investissement de Darmois dans des enseignements liés au milieu économiques et industriels à Nancy et le fait que Darmois soit un ancien normalien.

1.3 ENJEUX DES SAVOIRS PROBABILISTES POUR LES ÉTUDIANTS À L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Borel réussit à imposer une nouvelle position institutionnelle pour le calcul des probabilités au sein de l'université de Paris. Du côté de la faculté des sciences, l'enseignement de la chaire de CPPM s'inscrit parmi les enseignements de mathématiques. Du côté de l'ISUP, les enseignements de statistique probabiliste constituent l'un des piliers de la formation du statisticien professionnel.

Ces enseignements s'inscrivent dans des parcours d'études menés par des étudiants. Outre les *Annales de l'université de Paris* qui donnent une première analyse des données

sur la période des années 20 concernant les étudiants, les Archives nationales conservent des séries très volumineuses de registres d'inscriptions, d'immatriculations et de procès verbaux d'examens. Cependant chaque volume de registre n'apporte que peu d'informations supplémentaires. En somme, déterminer les caractéristiques sociales des étudiants nécessite un travail, remis à plus tard, au profit d'une analyse plus centrale pour notre thèse. Par ailleurs nous ne disposons pas d'archives sur les étudiants de l'ISUP, les informations sur ces étudiants étant récoltées indirectement grâce aux annuaires d'anciens élèves.

Les informations récupérées sur les étudiants candidats au certificat de CPPM et à l'ISUP permettent de cerner la place du calcul des probabilités dans leurs cursus. Tout d'abord, on peut évaluer l'attractivité du certificat d'étude supérieures (CES) de CPPM en analysant le positionnement du calcul des probabilités parmi les certificats d'études supérieures. Ensuite la place occupée par le certificat de CPPM permet d'identifier l'orientation disciplinaire, entre mathématiques et physique, telle qu'elle est perçue par les étudiants. Enfin l'étude des quelques éléments glanés sur les étudiants de l'ISUP permet d'estimer la place des études scientifiques, et en particulier mathématiques, dans la formation des statisticiens à l'ISUP.

1.3.1 *Des étudiants en probabilités dans un cursus mathématique*

L'analyse des registres permet d'évaluer l'évolution des profils des candidats aux certificats de CPPM. Ces archives mettent en évidence que 116 étudiants, pour un total de 149 candidatures, s'inscrivent au certificat de CPPM entre 1918 et 1928. L'évolution des effectifs des candidatures permet d'évaluer la place du certificat de CPPM parmi les certificats de mathématiques, en particulier pour les étudiants de l'École normale supérieure. De plus ces registres permettent, sur l'ensemble de la période 1918 – 1928, de reconstituer les cursus des licenciés de la faculté des sciences. Ces cursus sont composés de CES ; l'obtention de trois CES donnant lieu à la délivrance d'une licence ès sciences. Le choix de ces certificats permet d'identifier les orientations disciplinaires des étudiants. En particulier, l'analyse des cursus met en évidence les positionnements des étudiants vis-à-vis des mathématiques et de la physique.

Entre l'année 1918 et 1928, les effectifs des candidats examinés au certificat de Physique mathématique puis au certificat de CPPM fluctuent. Malgré ces fluctuations, les

effectifs signalent deux tendances claires (fig. 1.3, p. 45). L'arrivée de Borel signale une étape marquante dans l'évolution quantitative des effectifs de candidats. En effet, tandis que sur la période de 1918 à 1920 les effectifs sont inférieurs à 9 candidats par année universitaire, ils sont compris entre 10 et 22 candidats sur la période allant de 1921 à 1928. Cette évolution quantitative n'élimine pas les fluctuations. Il n'en est pas moins remarquable que l'arrivée de Borel s'accompagne d'un nombre de candidats examinés notablement plus important²⁰⁶. L'augmentation des effectifs de candidats s'accompagne d'une amorce de changements qualitatifs. La présence des normaliens est également fluctuante, comme le fait remarquer Roland Pressat²⁰⁷, mais elle tend à s'affirmer. En effet, l'arrivée d'étudiants normaliens aux examens du certificat accompagne celle de Borel à la chaire de CPPM et entre 1 et 10 normaliens sont examinés chaque année à partir de 1922.

L'étude de l'orientation disciplinaire des licenciés permet de préciser l'orientation disciplinaire du certificat de CPPM. Comme nous l'avons mentionné précédemment²⁰⁸ l'enseignement de Borel à la chaire de calcul des probabilités et de physique mathématique est présentée par la faculté des sciences comme un enseignement de mathématique. En particulier le *Livret de l'étudiant* présente l'enseignement de calcul des probabilités et de physique mathématique ainsi que le certificat préparé par cet enseignement sous la rubrique « sciences mathématiques ». Or en croisant les catégories disciplinaires disponibles dans le *Livret de l'étudiant* et les assemblages de certificats obtenus pour la licence, nous pouvons distinguer un profil disciplinaire « sciences mathématiques » et « sciences physique et chimique » chez les étudiants.

Les licenciés présentent un profil fortement marqué par les disciplines mathématiques. Tout d'abord tous les étudiants ont au moins un certificat de mathématiques et uniquement deux licenciés n'ont qu'un seul certificat de mathématiques. En outre 58 des 71 licenciés (82 %) candidats au certificat de CPPM pour la première fois entre 1918 et 1928 ont obtenu au moins trois certificats de mathématiques ; parmi eux 52 (soit 73 %) sont titulaires de trois ou quatre certificats, les autres ayant obtenu cinq ou six CES. Ainsi les licenciés inscrits aux examens du certificat de CPPM entre 1918 et 1928 sont principale-

206. Notons qu'il est difficile sur la base de ces nombres d'estimer le nombre d'auditeurs aux cours de Borel. En effet les cours de Borel sont publics et le nombre d'étudiants présents peut donc avoir été supérieur. D'autre part rien n'indique que les étudiants s'obligent à venir aux cours.

207. [Pressat, 1987]

208. Voir 21.

ment porteurs de savoirs considérés (par la faculté des sciences) comme mathématiques.

Certains licenciés présentent en outre un profil partiellement marqué par la physique et la chimie. Ainsi 51 des licenciés (73 %) candidats au certificat de CPPM pour la première fois entre 1918 et 1928 sont également titulaires d'au moins un certificat de sciences physique et chimique. Parmi eux, 39 sont titulaires d'un seul certificat de sciences physique et chimique. Ces licenciés sont assez bien représentés parmi les candidats au certificat de CPPM tout au long de la période. Cependant les 12 licenciés ayant deux ou trois certificats de sciences physiques et chimiques tendent à se faire de plus en plus discrets. En effet 8 d'entre eux ont été candidats au certificat de CPPM pour la première fois entre 1918 et 1921, les 4 autres sont candidats en 1923, 1926, 1927 et 1928.

Les classifications disciplinaires proposées par le *Livret de l'étudiant* traduisent certes une représentation des savoirs, mais les données présentes dans les archives permettent d'identifier plus précisément les corpus de savoirs dont sont porteurs les licenciés. Sans entrer dans les détails des programmes des certificats, leur titre permet d'apprécier le corpus de savoirs étudiés par les licenciés.

La mécanique rationnelle, le calcul différentiel et intégral et la physique générale constituent une sorte de culture commune à la moitié des candidats au certificat de CPPM entre 1918 et 1928. En effet ces trois certificats sont les mieux représentés parmi les licenciés candidats au certificat de CPPM entre 1918 et 1928 : Mécanique rationnelle (58 titulaires soit 82 %), de Calcul différentiel et intégral (53 titulaires soit 75 %) et celui de Physique générale (47 titulaires soit 66 %). Ce constat est également vérifié pour les 47 licenciés titulaires du certificat de CPPM : certificat de Mécanique rationnelle (41 titulaires, 84 %), Calcul différentiel et intégral (40 titulaires, 82 %), Physique générale (33 titulaires, 67 %). Plus encore, près de la moitié des étudiants licenciés candidats au certificat de CPPM pour la première fois entre 1918 et 1928, et plus de la moitié des licenciés titulaires du certificat de CPPM, sont titulaires de ces 3 certificats (respectivement 33 soit 46 % et 24 soit 51 %).

Cet assemblage de certificats peut faire l'objet de réarrangements. Pour les étudiants n'ayant pas obtenu le certificat de Physique générale, le certificat de CPPM constitue une alternative ; ainsi 8 licenciés titulaire du certificat de CPPM entre 1918 et 1928 sont également titulaires des certificats de Mécanique rationnelle et de Calcul différentiel et intégral mais pas de Physique générale. Les certificats de Mathématiques générales et de

Mathématiques préparatoires aux sciences physiques offrent une alternative au certificat de Mécanique rationnelle. Ainsi, parmi les étudiants n'ayant pas obtenu le certificat de mécanique rationnelle, 7 licenciés combinent les certificats de Physique générale et de mathématiques générales ou préparatoires.

En dehors de ces grands types, les assemblages de certificats sont moins systématiques. Notons cependant qu'il existe par exemple des couplages clairement plus orientés vers les mathématiques. Ainsi certains étudiants ne détiennent aucun certificat de sciences physiques et combinent le certificat de Calcul différentiel et intégral avec celui d'Analyse supérieure (2 candidats).

Les certificats les plus fondamentaux pour les licenciés candidats au certificat de CPPM entre 1918 et 1928 sont clairement les certificats de mathématiques générales (MG) et de mathématiques préparatoires aux sciences physiques (MPSP). En effet pour 40 des licenciés (56 %) le premier certificat est celui de MG ou de MPSP. Les certificats de Calcul différentiel et intégral (9 licenciés soit 13 %), de mécanique rationnelle (8 licenciés soit 11 %) et de physique générale (5 licenciés soit 7 %) sont plus rarement obtenus en premier certificat. En fait, ces trois certificats sont plus généralement obtenus en deuxième ou troisième certificat.

Le certificat de CPPM est un certificat plus tardif. Il est certes présent parmi les certificats les mieux représentés comme 3^e certificat, mais il est surtout le mieux représenté comme 4^e ou 5^e certificat. Ce certificat apparaît ainsi comme un certificat secondaire, à l'instar de celui de géométrie supérieure ou d'analyse supérieure.

La place du certificat de CPPM au sein du cursus des étudiants de la faculté des sciences entre 1918 et 1928 montre ainsi un caractère spécialisé (dans la mesure où il ne constitue pas un élément de culture commune) et secondaire (compte tenu de sa place dans les cursus étudiants), qui s'inscrit dans une formation où la culture mathématique est dominante et complétée par une culture généraliste en physique. Cependant le certificat de CPPM reste un certificat dont l'attractivité reste fragile malgré une augmentation des effectifs et, en particulier, une présence plus régulière des normaliens parmi les candidats au certificat de CPPM.

	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	Total
Nb candidatures	9	2	6	17	9	11	24	17	15	12	21	149
dont candidatures normaliennes	0	0	5	0	2	2	12	3	5	2	10	42
Nb candidats	9	2	6	13	6	10	22	15	15	11	18	116
dont normaliens	0	0	5	0	1	2	11	3	5	2	10	38

FIGURE 1.3 – Effectif des candidats au certificat de CPPM par années universitaires entre 1918 et 1928. Pour les candidats, le nombre total représente le nombre total de candidats sur cette période.

1.3.2 *Le profil mathématiques des apprentis statisticiens*

Les étudiants de l'ISUP s'inscrivent dans un contexte institutionnel sensiblement différent de celui de la faculté des sciences de Paris. En effet, l'ISUP est un institut qui laisse une large place dans son fonctionnement au caractère professionnel de la statistique en mobilisant les représentants des institutions dans ce domaine (SSP et SGF notamment). Malgré cette dimension professionnelle, Borel et Darmois confèrent à l'enseignement de statistique (largement adossé à un socle probabiliste) une dimension mathématique marquée. Le public de l'ISUP, bien que difficile à circonscrire, semble reprendre à son compte ces deux aspects.

Les effectifs d'étudiants de l'ISUP sont difficiles à établir de façon précise. Les archives conservées aux Archives nationales sont rarement explicites et souvent en désaccord avec d'autres sources. Un document non daté, faisant l'état des enseignements des deux années 1923 et 1924, précise que la première année scolaire complète se termine en 1924²⁰⁹ et annonce un nombre d'inscrits de 18, mais un seul étudiant, qu'il m'a été impossible d'identifier, se présente aux examens du certificat d'aptitude (qu'il a obtenu). Ces écarts entre nombre d'inscrits revendiqués et nombre d'étudiants se présentant aux examens se poursuit les deux années suivantes : 12 inscrits et 7 examinés²¹⁰ pour l'année 1924, 26 inscrits et 6 examinés pour l'année 1925²¹¹. Les annuaires des anciens étudiants de l'ISUP donnent des informations partielles sur les diplômés de cet institut à partir de 1925. Ces sources annoncent 2 étudiants certifiés pour la première fois en 1925, 4 pour l'année 1926, 3 pour l'année 1927 et 7 pour l'année 1928²¹².

En outre l'ISUP s'adresse à un public plus large que ceux souhaitant obtenir une expertise dans les méthodes statistiques. Les conditions d'études permettent de suivre des

209. A.N. 20010498/76, Affaires diverses 1922 – 1944.

210. *Annales de l'université de Paris*, t. 1, n° 2, p. 127.

211. *Annales de l'université de Paris*, t. 2, n° 2, p. 151.

212. Dans l'annuaire de 1958, « les anciens élèves sont classés d'après l'année au cours de laquelle ils ont obtenu leur premier certificat à l'Institut de Statistique de l'université de Paris. » Il s'agit donc au mieux du certificat d'aptitude; de fait, les données de l'annuaire ne permettent pas de comptabiliser le nombre des étudiants ayant obtenu le diplôme de statisticien. En outre S. Gheorghiu, qui a obtenu le diplôme de statisticien en 1926 a certainement un certificat antérieur, à moins qu'une dérogation, dont les archives n'ont pas gardé de traces, ne lui ait été accordée. Dans tous les cas ces chiffres sont manifestement difficiles à interpréter. Il faut ajouter que les rapports sur les finances de l'institut sont encore plus difficiles à interpréter, pour trois raisons : les comptes sont tenus sur l'année civile, les droits d'inscriptions déclarés ne semblent pas s'accorder avec les effectifs revendiqués et des délais existent entre le paiement à l'université des droits et leurs versements à cet institut.

enseignements en dehors du cadre des diplômes proposés par cet institut. Les cours sont officiellement ouverts au public²¹³ et ne font l'objet de frais d'inscription qu'à condition que l'auditeur souhaite participer aux travaux pratiques. Les quelques indications concernant les horaires des cours laissent penser que sur la période 1922-1928, tous les enseignements de cet institut²¹⁴ commencent à 17h30 ou 18h. Ensuite la direction constate la présence d'un public diversifié : « Parmi les personnes qui suivent ces cours, on compte des employés d'entreprises privés, des étudiants français ou étrangers, des professeurs étrangers ». Les employés d'entreprises constituent un public explicitement recherché : « Il est pourtant désirable [que les employés d'entreprises] puissent suivre en plus grand nombre les cours de l'Institut. [...] l'Institut seul peut préparer aux recherches personnelles, en éveillant et fortifiant chez ses élèves le besoin de la précision et l'esprit critique. Il importerait donc d'y attirer les jeunes gens et les hommes qui [...] sont en mesure d'analyser les éléments de la solution d'importantes questions d'intérêt pratique ou de tirer de sûrs enseignements de faits bien observés et bien interprétés. »²¹⁵

Les informations recueillies sur les diplômés de l'ISUP sont limitées et ne permettent pas toujours de les identifier. L'annuaire des anciens élèves de l'ISUP donne une liste de noms (sans prénoms) des diplômés de l'ISUP chaque année à partir de 1925. Avec ces seules informations, il reste difficile d'identifier avec certitude les individus concernés. Cependant certains diplômés ont publié leur mémoire dans le Journal de la SSP après leur soutenance, donnant ainsi des informations complémentaires (limitées, mais réelles). Notons que dans ce journal les mémoires sont qualifiés de thèses de l'ISUP.

En croisant ces informations, il est possible d'identifier au moins deux licenciés et une licenciée ès sciences parmi les diplômés de l'ISUP. Serban Gheorghiu (1896-1957)²¹⁶, diplômé de l'ISUP en 1925, obtient sa licence en 1926 avec les quatre certificats de calcul différentiel et intégral, d'analyse supérieure, de mécanique rationnelle et de calcul des

213. Règlement de l'Institut de Statistique, avril 1925, art. 1.

214. Des enseignements de la faculté de droit et de l'École pratique des hautes études sont intégrés à la formation de l'ISUP.

215. AN 20010498/76, dossier « Affaires diverses 1922 – 1940 », « Cours de l'institut » document dactylographié, 4p.

216. Serban Gheorghiu fait des études mathématiques à Bucarest. Il vient à la Sorbonne en 1919. D'après George St. Andone, sous les contraintes matérielles, Gheorghiu se résout à intégrer la délégation roumaine à la Conférence de la paix, à devenir enseignant dans certaines écoles de Paris (Masillon, St. Dominique et Lacordaire), et à prendre un poste à l'Institut international de coopération intellectuelle. Voir [St. Andone, 1967].

probabilités et physique mathématique. Maxime Kowalewski (1903-1988)²¹⁷ diplômé de l'ISUP en 1927, obtient sa licence en 1926 à Paris avec les certificats de mathématiques générales, mécanique rationnelle et d'astronomie. En outre il est candidat au certificat de CPPM en 1924 et 1925. Enfin Charlotte Rabinovitch²¹⁸, diplômée en 1928, obtient sa licence en 1927 avec les certificats de mathématiques générales, de mécanique rationnelle, de calcul différentiel et intégrale et de physique générale. Elle n'a pas été candidate au certificat de CPPM. Nous n'avons pas réussi à déterminer le cursus de deux autres diplômés de l'ISUP avant leurs entrées à l'ISUP. E. Krummeich²¹⁹ obtient son diplôme de l'ISUP en 1926 et publie son mémoire dans le journal de la SSP en 1927. Ensuite Pomos Vajaroff²²⁰ obtient son diplôme de l'ISUP en 1927. Son mémoire n'est pas publié mais il entre à la SSP comme membre titulaire en 1937.

Contrairement au groupe des candidats au certificat de CPPM, il est difficile de véritablement identifier des caractéristiques du public aux enseignements de contenus probabilistes à l'ISUP. En se plaçant comme centre de formation de professionnels à la statistique et de professionnels de la statistique, l'ISUP semble confronté à une difficulté majeure : diplômer ses étudiants. Néanmoins les diplômés que nous avons identifiés laissent penser qu'une fraction des étudiants de l'ISUP possède une culture mathématique solide. Dans le cas de Gheorghiu, cette culture mathématique le conduit jusqu'à une thèse d'université sur l'équation de Fredholm soutenue en 1928²²¹.

1.3.3 *Des probabilités dans les thèses d'État.*

Entre recherches d'un jeune mathématicien terminant sa formation et travail d'un étudiant aguerri commençant une carrière scientifique, les mémoires des doctorants rendent

217. Maxime Kowalewski arrive en France en 1920 avec ses deux frères Pierre (1901-1979) et Eugraph (1905-1970). Il fait ses études à l'école militaire de Saint Pétersbourg. Suite à la révolution, cette famille de propriétaires terriens, d'intellectuels et de militaires d'origine ukrainienne migre tout d'abord en Ukraine puis en France. Maxime fait ses études supérieures à l'université de Paris. Suite à l'obtention de son diplôme à l'ISUP il travaille pour la compagnie d'assurance Soleil et Aigle. Il est également liturgiste et compositeur. Voir https://eglise-orthodoxe-de-france.fr/maxime_kovalevsky/ et <http://www.eugraph-kovalevsky.fr/vie/biographie-de-sa-jeunesse-par-son-frère/> consultés le 20 avril 2020.

218. Nous n'avons pas trouvé d'information biographique sur Charlotte Rabinovitch.

219. Nous n'avons pas trouvé d'information biographique sur E. Krummeich.

220. Nous n'avons pas trouvé d'information biographique sur Pomos Vajaroff.

221. Gheorghiu poursuit sa carrière à Bucarest. De 1930 à 1948 il enseigne les mathématiques financières à l'École de statistique, devenue Institut de statistique, de calcul et d'actuariat de Bucarest. Il enseigne également la mécanique rationnelle à l'école spéciale d'aviation de Bucarest de 1930 à 1934. Voir [Șt. Andone, 1967].

compte d'une initiative de l'étudiant pour s'engager dans le milieu mathématique. Juliette Leloup note que « les pratiques mathématiques du doctorant, les méthodes de raisonnement qu'il utilise et auxquelles il se réfère, sont conditionnés par sa formation mathématique récente et par les cours qu'il a suivis »²²². Ainsi les thèses d'État témoignent d'une certaine influence des professeurs de mathématiques à travers leurs enseignements. Mais dans le même temps « on constate souvent une certaine indépendance des étudiants. »²²³ Les mémoires de thèse concentrent ainsi un potentiel de développements scientifiques conçus dans un espace scientifique circonscrit par les enseignements de la faculté des sciences.

Pour identifier les thématiques des thèses, Juliette Leloup utilise la classification du *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik*. Elle identifie ainsi une seule thèse de probabilités dans la période 1919 – 1929 sur les 73 thèses de mathématiques soutenues²²⁴ : la thèse de Robert Deltheil (1890-1972) soutenue en 1920 portant sur la théorie des probabilités géométriques. Toutefois l'autrice présente également la thèse de Francis Perrin (1901-1992), sur le mouvement brownien, que nous considérons aussi comme une thèse probabiliste.

Pour une théorie des probabilités géométriques : héritage et braconnage selon Deltheil

La soutenance de la thèse de Deltheil, en 1920, coïncide avec l'arrivée de Borel à la chaire de CPPM. En participant, comme examinateur, au jury de cette thèse et en proposant à Deltheil ce sujet, Borel montre de façon nette son ambition d'être un patron des probabilités à la faculté des sciences de Paris. Pour sa part Deltheil s'inscrit clairement dans ce projet de développement des probabilités au sein de cette faculté en soutenant une thèse « sur les probabilités continues ».

Dans sa thèse, Deltheil définit le problème général des probabilités géométriques. Considérons « E et E' deux ensembles continus d'éléments géométriques de mêmes espèces, tels que chaque élément de E' appartienne à E , un élément étant pris au hasard dans E , quelle est la probabilité pour qu'il appartienne à E' ? »²²⁵ Reprenant à son compte les

222. [Leloup, 2009, 28]

223. [Leloup, 2009, 425]

224. [Leloup, 2009, 100]

225. [Deltheil, 1920, 4]

notations de Poincaré²²⁶, il introduit n paramètres x_1, x_2, \dots, x_n définissant les éléments de E , de sorte que la probabilité cherchée est donnée par

$$\frac{\int_{E'} F(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n}{\int_E F(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n}$$

où la fonction F « n'est assujettie, en dehors des conditions rendant possible la définition [des intégrales], qu'à être supérieure ou égale à zéro. »²²⁷

Contrairement à Poincaré qui préfère utiliser une fonction arbitraire F , Deltheil affirme étudier des cas particuliers où la fonction est déterminée. Plus précisément, Deltheil s'intéresse aux situations où « le résultat du calcul doit rester indépendant d'un déplacement arbitraire de toute la figure considérée »²²⁸. Pour un groupe donné G de transformations de l'espace à n dimensions, Deltheil recherche les fonctions F telles que l'intégrale de F sur un domaine et sur son transformé par un élément de G soient égales. Cette égalité est obtenue par l'intégration d'un même « élément différentiel » dJ donné par l'identité $dJ = F(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n$ qu'il appelle « probabilité élémentaire »²²⁹. Deltheil examine le cas élémentaire du groupe des déplacements du plan puis considère le problème général. Comme le remarque à juste titre Juliette Leloup, « il ne s'agit plus alors d'un problème de probabilités, mais d'un problème de calcul différentiel et de géométrie »²³⁰. Deltheil se propose en fait d'apporter aux probabilités, en particulier géométriques, des méthodes générales²³¹ qu'il emprunte à d'autres domaines que les probabilités.

En premier lieu, il fait donc des emprunts à la géométrie²³² développée en particulier dans l'ouvrage de Sophus Lie (1842-1899)²³³, par Poincaré²³⁴ et par Élie Cartan (1869-1951)²³⁵. Par exemple, Deltheil s'intéresse aux droites du plan en les décrivant par l'équation $ux + vy + 1 = 0$ où u et v sont deux paramètres réels. Il présente une première démarche qui consiste à travailler à partir de relations entre les paramètres pour déterminer la probabilité élémentaire invariante par la transformation (composée d'une rotation

226. [Poincaré, 1912, 121]

227. [Deltheil, 1920, 4]

228. [Deltheil, 1920, 4].

229. [Deltheil, 1920, 4].

230. [Leloup, 2009, 369].

231. [Deltheil, 1920, 1].

232. Ajoutons que la question des figures convexes revient à plusieurs reprises. À ce titre, Deltheil mobilise également des travaux de Minkowski.

233. [Lie, 1893].

234. [Poincaré, 1887]

235. [Cartan, 1894, Cartan, 1896]

d'angle α et d'une translation de vecteur $(a; b)$:

$$\begin{aligned}x &= x' \cos \alpha - y' \sin \alpha + a \\y &= x' \sin \alpha + y' \cos \alpha + b\end{aligned}$$

Deltheil affirme que « les paramètres u et v sont transformés par le déplacement envisagé »²³⁶ en :

$$\begin{aligned}u' &= \frac{u \cos \alpha + v \sin \alpha}{au + bv + 1} \\y' &= \frac{-u \sin \alpha + v \cos \alpha}{au + bv + 1}\end{aligned}$$

De ces deux égalités il obtient que $du'dv' = \frac{dudv}{(au+bv+1)^3}$ qu'il réécrit sous une forme plus symétrique :

$$\frac{du'dv'}{(u'^2 + v'^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{dudv}{(u^2 + v^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Deltheil présente également une deuxième méthode en utilisant un résultat général et les outils géométriques développés par Lie et Cartan. Il commence par étudier l'invariance de dJ par la transformation infinitésimale X définie par :

$$Xf = \xi_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + \dots + \xi_n \frac{\partial f}{\partial x_n}$$

Or en appliquant « les règles du calcul symbolique de M. Cartan »²³⁷, il obtient la condition $\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\partial F \xi_i}{\partial x_i} = 0$. Deltheil applique ce résultat aux « transformations infinitésimales du groupe des mouvements du plan », qu'il note, à la suite de Lie, $p, q, xq - py$ ²³⁸. Appliquées aux paramètres u, v , Deltheil obtient les transformations :

$$u^2 \frac{\partial f}{\partial u} + uv \frac{\partial f}{\partial v}, \quad uv \frac{\partial f}{\partial u} + v^2 \frac{\partial f}{\partial v}, \quad u \frac{\partial f}{\partial v} - v \frac{\partial f}{\partial u}$$

qui l'amènent à la condition (sur la densité de probabilité F) $-v \frac{\partial F}{\partial u} + u \frac{\partial F}{\partial v} = 0$. En écrivant l'équation de la droite sous la forme $x \cos \theta + y \sin \theta - p = 0$, il obtient la probabilité

236. [Deltheil, 1920, 6]

237. [Deltheil, 1920, 7].

238. Lie1893-III

élémentaire

$$dJ = dpd\theta. \quad (1.1)$$

En second lieu, Deltheil emprunte à la théorie des fonctions de lignes pour lesquelles Volterra est l'unique référence²³⁹. Borel n'est d'ailleurs certainement pas étranger à cet emprunt dans la mesure où il entretient une relation personnelle et scientifique avec ce mathématicien italien²⁴⁰. L'introduction des fonctions de lignes permet à Deltheil de revenir sur le problème de départ sous une nouvelle perspective. Il commence par reformuler le problème initial : « sur une figure (F) formée de n points pris au hasard à l'intérieur d'un domaine (D) : nous désignons par P la probabilité pour que (F) réalise certaines conditions intrinsèques. »²⁴¹ Ce que Deltheil désigne comme condition intrinsèque recouvre une propriété que la figure F formée à l'aide des points tirés au hasard dans D peut ou non posséder. Par exemple, ce problème recouvre le cas célèbre, traité par Joseph Sylvester (1814-1897), de la probabilité que quatre points pris au hasard dans un domaine convexe forment un quadrilatère convexe. Considérant des domaines « d'un seul tenant »²⁴² délimités par une courbe (C) fermée, Deltheil interprète la probabilité P comme une fonction de la courbe (C), soit donc « une fonction de lignes au sens de M. Volterra »²⁴³. Il fait ainsi varier la courbe (C), délimitant le domaine (D) d'aire S , et considère donc une ligne (C') « infiniment voisine de (C) mais intérieure à (C) », délimitant un domaine (D') d'aire $S + \delta S$. Il obtient par ce procédé la formule donnant la partie principale δP de la variation ΔP développée suivant les puissances de δS :

$$\delta P = -\frac{n}{S}(P_1 - P)\delta S \quad (1.2)$$

où P_1 désigne la probabilité de réalisation des conditions du problème par une figure (F) formée de $n - 1$ points pris au hasard dans (D) et de 1 point pris au hasard dans $D'' = D \setminus D'$ d'aire δS .

239. Notons cependant que Deltheil ne donne pas de référence bibliographique.

240. Voir [Durand et Mazliak, 2011, Mazliak, 2015c].

241. [Deltheil, 1920, 57]

242. [Deltheil, 1920, 57]. Il s'agit certainement de domaine connexe.

243. [Deltheil, 1920, 57]

En mobilisant ces emprunts mathématiques, Deltheil cherche à récupérer par des méthodes générales des résultats qu'il considère comme relevant des probabilités géométriques. En effet chaque emprunt vise explicitement à reprendre sous de nouveaux termes des résultats déjà acquis et à proposer des généralisations. Selon Deltheil, la liste des contributeurs à la théorie des probabilités géométriques démarre par Georges Buffon (1707-1788) et met en avant trois noms : Joseph-Émile Barbier, Morgan Crofton (1826-1915) et Emanuel Czuber (1851-1925), ces deux derniers étant qualifiés d'« auteurs classiques »²⁴⁴. Ainsi la première partie commence par une partie théorique et générale, introduisant les groupes continus de transformations, dont les applications visent en particulier à reprendre les résultats trouvés par Barbier et ses continuateurs (Crofton et Sylvester) sur la probabilité qu'un segment intersecte un domaine convexe. De la même façon l'introduction des fonctions de lignes vise à démontrer des propriétés évoquées par Crofton et Czuber (notamment les formules (1.1) et (1.2)).

De fait, Deltheil s'inscrit dans une filiation française des probabilités géométriques. Cette filiation prend son origine dans le problème de l'aiguille proposé par Buffon. Deltheil trace un bref historique où Lamé (professeur à la chaire de CPPM entre 1849 et 1870) propose des généralisations que prolonge son élève Barbier. En outre Deltheil présente le raisonnement de Barbier comme « ingénieux » puisqu'il « lui avait permis d'éviter tout calcul ». À l'instar de Borel auquel il doit son sujet de thèse, Deltheil constate la richesse des propriétés de stabilité géométrique d'une probabilité au sens d'une mesure. Notons toutefois qu'il n'utilise pas lui-même le mot mesure dans le sens que lui donne la théorie de la mesure. Deltheil désigne ce raisonnement par la « méthode du fil tendu »²⁴⁵ et porte sur la « mesure de l'ensemble des droites » coupant « un contour quelconque (C), ouvert ou fermé »²⁴⁶. Deltheil note que cette méthode ramène le problème des droites sécantes à un contour au problème de droites sécantes à un contour convexe. D'après Deltheil, Barbier a des « continuateurs » dont les résultats ont été exposés par « le plus illustre d'entre eux », Sylvester.

Comme le montrent E. Seneta, K. Parshall et F. Jongmans²⁴⁷, le développement des probabilités géométriques au XIX^e connaît deux développements parallèles et indépendants en France et au Royaume-Uni. En particulier les auteurs soulignent que Sylvester initie un

244. [Deltheil, 1920, 62]

245. Voir [Barbier, 1860]

246. [Deltheil, 1920, 24]

247. [Seneta *et al.*, 2001]

courant de recherches, porté à son apogée par Crofton avec sa théorie des « probabilités locales », tandis que Barbier poursuit l'effort de généralisation initié par Lamé. D'après ces trois historiens, il faut attendre Bertrand, du côté français, et Sylvester, du côté britannique, pour que s'exprime une reconnaissance réciproque des développements des deux côtés de la Manche. La présence de références à Sylvester et la qualification de cet auteur comme « continuateur » de Barbier, montre que Deltheil perçoit la jonction entre ces deux courants de développements tout en s'inscrivant dans leur continuité.

Deltheil maîtrise les développements britanniques qu'il intègre à sa recherche. En particulier il se réfère aux travaux de Crofton. Tout d'abord, il montre la formule sur la probabilité élémentaire invariante par transformation des droites du plan (1.1) que Crofton²⁴⁸ utilise dès 1868 dans sa théorie des « probabilités locales »²⁴⁹. De plus, Deltheil signale comment obtenir le « célèbre théorème de Crofton »²⁵⁰ énoncé dès 1868²⁵¹. Deltheil explique qu'en utilisant la méthode du fil tendu de Barbier, on trouve que la densité des points d'intersection des sécantes à un contour convexe fermé (Γ) extérieurs à (Γ) est $\theta - \sin \theta$, où « θ est l'angle sous lequel on voit (Γ) »²⁵². Ensuite cette densité permet d'obtenir que « l'intégrale $\int \int (\theta - \sin \theta) dx dy$, étendue à tout le plan en dehors de (Γ) a pour valeur $\frac{1}{2}L^2 - \pi S$ »²⁵³ où L est la longueur de (Γ) et S l'aire de la surface délimitée par (Γ). Enfin, dans la deuxième partie de sa thèse Deltheil obtient deux résultats « indiqués par Crofton »²⁵⁴, notamment l'égalité (1.2).

Crofton occupe une place remarquable dans les références de Deltheil sur les probabilités géométriques. Tout d'abord, Deltheil place Crofton comme un des « auteurs classiques »²⁵⁵ à l'origine d'« élégants résultats »²⁵⁶. Ensuite c'est le seul auteur mentionné dans les deux parties de la thèse. Contrairement à Barbier qui n'est cité que dans le chapitre II, Crofton est mentionné à la fois dans le chapitre II parmi les travaux classiques, mais également dans les chapitres IV et V de la deuxième partie, qui abordent des résultats plus généraux. Enfin et surtout, une remarque laisse présager le rôle essentiel que Deltheil veut faire tenir à Crofton ; celui d'un mathématicien dont les travaux ouvrent

248. Deltheil parle de la « formule classique utilisée par Crofton », [Deltheil, 1920, 19].

249. [Crofton, 1868]

250. [Deltheil, 1920, 25]

251. [Crofton, 1868, 181].

252. [Deltheil, 1920, 25]

253. [Deltheil, 1920, 25].

254. [Deltheil, 1920, 48,62].

255. [Deltheil, 1920, 62].

256. [Deltheil, 1920, 62].

la possibilité de la mise au point de méthodes propres aux probabilités géométriques. En effet, Deltheil note que le « célèbre théorème de Crofton »²⁵⁷ a fait l'objet de plusieurs démonstrations « indépendamment de la théorie des probabilités » et renvoie à deux articles, un de Joseph-Alfred Serret (1819-1885)²⁵⁸ et un de Adolphe Hurwitz (1859-1919)²⁵⁹. En retour le caractère général de ce théorème rend compte de l'importance des probabilités géométriques.

La référence la plus contemporaine de Deltheil est Borel. Il se réfère à deux textes écrits par ce dernier : un livre intitulé *Introduction géométrique à quelques théories physiques*²⁶⁰ et un article intitulé *Sur la répartition probable et les fluctuations des distances mutuelles d'un nombre fini de points, droites et plan*²⁶¹. Ceci étant, Deltheil cite Borel de façon relativement marginale, soit pour renvoyer à des compléments²⁶² soit pour mentionner un résultat sans le présenter ou l'explicitier²⁶³. La place de Borel comme référence scientifique tranche ainsi nettement avec celle de Crofton ou de Barbier, et même de Poincaré.

Si Juliette Leloup qualifie la thèse de Deltheil comme une thèse « borélienne »²⁶⁴ c'est d'abord parce que le texte de Deltheil reprend certains angles et certains résultats de Borel. En premier lieu, le choix de reprendre la formulation de Poincaré du problème des probabilités géométriques est déjà fait par Borel en 1905²⁶⁵. Leloup note par ailleurs que concernant la « probabilité pour que la distance de deux points pris au hasard à l'intérieur d'une sphère de rayon R de l'espace à m dimensions soit moindre que a »²⁶⁶, « Deltheil approfondit [...] une question déjà abordée par Borel »²⁶⁷. Enfin, « tout au long de sa thèse, Deltheil étudie [...] des déplacements géométriques, des transformations géométriques, sur lesquels il a déjà travaillé avec Émile Borel »²⁶⁸. J. Leloup en conclut que « la thèse de Deltheil s'inscrit [...] dans une direction de recherche influencée par Borel »²⁶⁹. Plus

257. [Deltheil, 1920, 25].

258. [Serret, 1869].

259. [Hurwitz, 1902].

260. [Borel, 1914b]

261. [Borel, 1918]

262. « voir par exemple, Borel, *Introduction géométrique à quelques théories physiques*, p. 59 et suiv. » [Deltheil, 1920, 27].

263. « M. Borel a donné les valeurs de cette probabilité pour quelques domaines simples du plan et de l'espace à 3 dimensions. [Voir *Bulletin de la Société mathématique*, 1919, p. 119.] » [Deltheil, 1920, 42]

264. [Leloup, 2009, 367 – 374]

265. [Borel, 1905]

266. Cité dans [Leloup, 2009, 370].

267. [Leloup, 2009, 370]. Leloup mentionne un article cité par Deltheil, [Borel, 1918].

268. [Leloup, 2009, 372]

269. [Leloup, 2009, 372].

largement, la thèse de Deltheil reprend une conception des savoirs probabilistes proche de celle de Borel et qui repose sur une distinction entre probabilités finies, dénombrables et continues. En développant une théorie des probabilités géométriques, Deltheil prolonge un travail initié par Borel, qui avait introduit les probabilités dénombrables au début du XX^e siècle en vue de perfectionner la théorie des probabilités élaborée au XIX^e.

Le lien entre Borel et Deltheil relève du patronage scientifique²⁷⁰. Ainsi Deltheil reconnaît, comme on l'a déjà dit, que c'est à Borel qu'il doit son sujet de thèse²⁷¹. De son côté Borel investit sur son jeune poulain en suivant l'avancée de ses recherches²⁷². Borel promeut les travaux de Deltheil tout au long des années 20 dans le milieu éditorial : tout d'abord avec une collaboration sur les probabilités géométriques²⁷³ ; ensuite Deltheil participe à deux fascicules du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*, projet encyclopédique de Borel sur les probabilités²⁷⁴.

Le choix de Deltheil n'est certainement pas dû au hasard. Ancien maître de conférences, professeur et sous-directeur de l'ENS, Borel prend un soin méticuleux à valoriser les anciens de l'ENS qu'il a connus en tant qu'enseignant. Deltheil se distingue en arrivant premier au concours d'entrée de l'ENS et de l'agrégation de mathématique. Ajoutons à cela que Deltheil, comme Borel est originaire de l'Aveyron²⁷⁵, ce qui donne à cette relation une dimension encore plus personnelle²⁷⁶. Enfin, après avoir été blessé au front en 1915, Deltheil est muté au sein à la Direction des inventions intéressant la défense nationale où il travaille, entre autre, sous la direction de Borel²⁷⁷.

En somme la thèse de Deltheil s'inscrit à part entière dans l'engagement de Borel dans le domaine des probabilités. Deltheil rejoint Borel sur le caractère mathématique de ce domaine et sur son inscription dans une continuité historique avec des recherches menées par des mathématiciens français comme Barbier et Poincaré. L'angle d'attaque envisagé par Deltheil, à savoir de chercher des méthodes générales pour aborder les problèmes de probabilités géométriques, et ainsi en proposer une théorie, rejoint ce que Borel propose

270. Sur la position de Borel comme « patron des mathématiques », voir [Gispert et Leloup, 2009].

271. « C'est pour moi un agréable devoir que de remercier ici [...] M. Borel qui m'a indiqué le sujet de ces recherches »[Deltheil, 1920, 3].

272. « M. Borel [...] n'a cessé de s'intéresser à leurs progrès »[Deltheil, 1920, 3].

273. [Borel et Deltheil, 1923]

274. [Deltheil, 1926, Deltheil, 1930]. Voir chapitre 2, 68-72, et [Bustamante *et al.*, 2015].

275. Notons qu'à l'époque, il s'agit du département du Rouergue qui recouvre un peu plus que l'Aveyron.

276. [Hiriart-Urruty et Caussinus, 2005].

277. [Condette, 2006]

au sein de ses recherches et de ses enseignements de probabilités à la chaire de CPPM. Pour arriver à ses fins probabilistes, Deltheil pratique un braconnage des méthodes et des concepts du côté de la géométrie développée par Lie et Cartan, et du côté de l'analyse fonctionnelle sous la forme des fonctions de lignes développées par Volterra.

Une thèse de physique mathématique : l'étude du mouvement brownien de rotation par Francis Perrin

Il faut attendre 1928 pour qu'une thèse d'état mobilise à nouveau des savoirs probabilistes en France. La thèse de Francis Perrin propose, selon Borel « une étude mathématique rigoureuse du mouvement brownien de rotation d'une sphère avant d'en déduire des généralisations »²⁷⁸. Leloup rapporte également que la thèse de Perrin présente deux méthodes d'analyse. Une première consiste « à généraliser l'équivalence entre les lois du mouvement brownien de rotation et les lois de la diffusion ou de la conductibilité thermique, puis à intégrer les équations différentielles obtenues par des développements en séries de fonctions fondamentales »²⁷⁹. Une seconde méthode consiste à « résoudre d'une façon générale l'équation fonctionnelle intégrale qui exprime l'indépendance et l'équivalence des déplacements ou des rotations successives. »²⁸⁰ En outre Perrin signale que « du point de vue mathématique, l'étude statistique des rotations irrégulières [...] est un problème intéressant de probabilité géométrique, qui conduit notamment à l'obtention de fonctions de type Gauss sur des multiplicités fermées (sphères et hypersphères). »²⁸¹ La thèse de Perrin peut donc à certains égards être lue comme une thèse de mathématiques.

Néanmoins cette thèse s'inscrit plus volontiers dans la perspective disciplinaire de la physique mathématique que d'une théorie mathématique des probabilités. En premier lieu les références de F. Perrin inscrivent sa thèse dans une perspective physicienne. En citant l'article de 1906 d'Albert Einstein (1879-1955)²⁸² et des textes de Jean Perrin (1870-1942)²⁸³ ainsi qu'un article dont il est l'auteur²⁸⁴ et un autre co-écrit avec Pierre Auger (1899-1993)²⁸⁵, F. Perrin ne cache pas l'ancrage de sa thèse du côté de la physique.

278. Cité par Juliette Leloup, [Leloup, 2009, 374].

279. [Leloup, 2009, 374].

280. [Perrin, 1928, 3].

281. [Perrin, 1928, 4].

282. [Einstein, 1906].

283. [Perrin, 1909, Perrin, 1913].

284. [Perrin, 1926].

285. [Auger et Perrin, 1927].

On peut ajouter que F. Perrin envisage comme application l'étude de « la dépolarisation plus ou moins grande des lumières de fluorescence et la détermination correspondante des durées d'émission lumineuse »²⁸⁶. Or cette étude fait l'objet d'une seconde thèse, cette fois de physique, en 1929.

Cette orientation vers la physique mathématique est particulièrement perceptible dans la définition même de l'objet de la thèse. En premier lieu, Perrin définit le mouvement brownien comme « les déplacements parfaitement irréguliers, dûs à l'agitation thermique, d'une particule solide dans un milieu doué de viscosité. »²⁸⁷ Il ajoute que « les problèmes fondamentaux relatifs au mouvement brownien de translation sont étroitement liés à d'autres théories importantes de physique (diffusion dans les solutions et conductibilité thermique, loi des erreurs de Gauss) »²⁸⁸. D'autre part le mouvement brownien est décrit par le fait que « la probabilité que les composantes de la rotation subie par la sphère pendant un temps Δt soient comprises entre α et $\alpha + d\alpha$, β et $\beta + d\beta$, γ et $\gamma + d\gamma$, est [...]

$$\left(\frac{1}{4\pi\mathcal{R}\delta t}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}{4\pi\mathcal{R}\Delta t}} d\alpha d\beta d\gamma$$

où le coefficient \mathcal{R} , pour une sphère de rayon r , est lié à la température T , à la constante des gaz parfaits R , à la viscosité η du liquide et à la constante d'Avogadro N » par

$$\mathcal{R} = \frac{1}{2} \frac{RT}{N} \frac{1}{4\pi r^3 \eta}$$

Défini ainsi, l'objet même de la thèse de Perrin, bien que mobilisant la notion de probabilité, est indissociable d'un contexte clairement marqué par la physique. Ajoutons qu'il ne définit à aucun moment la notion de probabilité.

L'influence de Borel sur la thèse de Perrin est clairement perceptible. Juliette Le-loup note que « l'influence de ce mathématicien est d'ailleurs clairement revendiquée par Francis Perrin dans son introduction », se référant au fait que celui-ci a « en particulier développé le dernier Chapitre à la suite de questions qu'il [lui] avait posées »²⁸⁹. Mais on se doit d'ajouter que F. Perrin, fils de Jean Perrin, a été éduqué par un petit groupe de

286. [Perrin, 1928, 4].

287. [Perrin, 1928, 3].

288. [Perrin, 1928, 3].

289. [Perrin, 1928, 4].

scientifiques, l'Arcouët, dont Borel est un membre actif. Cette éducation scientifique se poursuit jusqu'à l'université puisque cet élève de l'École normale supérieure suit le cours de Borel, à la chaire de CPPM, en 1920. Or cette année-là, Borel choisit de faire un cours sur « les principes généraux de la mécanique statistique et quelques-unes de leurs applications »²⁹⁰. De plus Borel demande à F. Perrin de rédiger ce cours pour le publier dans le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*²⁹¹.

Contrairement à Deltheil qui s'oriente, encouragé par Borel, vers un travail mathématique sur la théorie des probabilités géométriques, Perrin s'oriente très nettement vers un travail de physique mathématique pour sa thèse de mathématique. Sa formation à la faculté des sciences confirme ce profil qui associe un haut niveau d'étude en mathématique et en physique ; Perrin obtient sa licence avec le certificat de calcul différentiel et intégral, le certificat d'analyse supérieure et le certificat de physique générale puis un diplôme d'études supérieures en sciences physiques. En portant son attention sur les applications du calcul des probabilités à la physique, Perrin s'inscrit, comme Deltheil, dans une conception borélienne des probabilités. De plus Borel défend à plusieurs reprises la nécessité de développer la physique notamment en soutenant la proposition de transformation de sa chaire de théorie des fonctions en une chaire de physique au moment de sa demande de transfert à la chaire de CPPM en 1920. Ainsi la thèse de Perrin prend place au sein d'un projet scientifique orienté vers la physique et les probabilités.

Au cours de la décennie 1918-1928, Émile Borel réussit à bouleverser la place tenue par les probabilités au sein de l'université de Paris. Tout en assurant une place pour les probabilités, Borel ouvre la possibilité d'un développement de la physique théorique en prenant la chaire de CPPM. Il existe ainsi une sorte de logique commune au développement de la physique théorique et du calcul des probabilités au sein des enseignements de la faculté des sciences de Paris. Cette relation s'inscrit dans l'histoire même de la chaire de CPPM puisque Borel contribue à séparer le calcul des probabilités et la physique théorique,

290. Voir *Livret de l'étudiant*, 1920

291. [Borel et Perrin, 1925].

puisque l'enseignement à la chaire de CPPM tend à s'organiser exclusivement autour des probabilités, sans perdre de vue une certaine coordination. D'autre part l'investissement de Borel à l'ISUP est à la fois crucial et distant. Crucial d'abord car il s'agit d'un investissement probabiliste dans la statistique. Cette discipline longtemps réservée à la faculté de droit, donc non mathématique, fait ainsi son entrée à la faculté des sciences sous la forme d'un enseignement mathématique et probabiliste de la statistique ; enseignement obligatoire pour l'obtention du diplôme de cet institut. Mais les archives laissent penser que Borel intervient ponctuellement, surtout aux premiers jours de l'institut. Après deux ans, Borel demande à Darmois de le suppléer dans ses enseignements, et Borel se fait discret dans l'administration de l'institut tandis que Darmois poursuit des enseignements dans la direction impulsée par Borel.

L'activité institutionnelle de Borel au sein de l'université de Paris se traduit également au niveau des savoirs enseignés. Borel travaille ainsi à l'autonomisation des probabilités vis-à-vis de la physique et l'investissement probabiliste au sein de la statistique. D'un côté, Borel assure un enseignement mathématique de contenus probabilistes. Cette forme mathématique se caractérise par une définition unique de la probabilité, comme coefficient compris entre 0 et 1 associé à un événement, et par l'étude des probabilités dénombrables. De plus Borel structure les savoirs probabilistes en distinguant deux ordres de problèmes : le premier ordre (calcul de la probabilité d'un événement) et le second ordre (calcul de la probabilité sur des probabilités). La conception mathématique des probabilités reste inscrite dans un cadre défini au XIX^e siècle perfectionné en particulier par Borel au début du XX^e. De l'autre côté Borel introduit un enseignement mathématique de la statistique, enseignement que poursuit Darmois. Cet enseignement fonde la statistique sur des notions probabilistes dans une approche fréquentiste. De fait Borel et Darmois contribuent à l'élaboration de deux représentations scientifiques chez les étudiants : une approche abstraite et une approche fréquentiste des probabilités.

En regard de ces deux représentations scientifiques, deux groupes d'étudiants intéressés par ces savoirs probabilistes se distinguent très nettement : ceux présentant une culture mathématique importante et les autres. D'un côté les étudiants de la faculté des sciences inscrivent ces savoirs probabilistes dans un corpus de savoirs alliant mathématique et physique. Les savoirs probabilistes apparaissent comme secondaires, dans le sens où le certificat est obtenu en 3^e ou 4^e position, et comme spécialisé, c'est-à-dire comme un

corpus de savoirs plus spécifiques. D'un autre côté les étudiants de l'ISUP se distinguent en deux groupes. Si certains possèdent une culture mathématique supérieure (et fortement utile pour réussir les examens de l'enseignement de Borel et Darrois) du fait de leurs études à la faculté des sciences, d'autres sont des employés qui cherchent une formation en statistique. Cet auditoire traduit une politique de l'ISUP visant à s'insérer dans les milieux économiques, en particulier dans les milieux bancaires et financiers. Au sein de celui-ci deux profils se distinguent : d'une part les futurs experts de la statistique (qui obtiennent les diplômes de l'ISUP), d'autre part les experts qui se forment aux statistiques (qui n'obtiennent pas nécessairement les diplômes).

Cependant les deux doctorats, que l'on peut avec Juliette Leloup qualifier de probabilistes, montrent bien que le calcul des probabilités reste encore largement dans une situation de dépendance vis-à-vis d'autres domaines scientifiques. En effet la thèse de Deltheil, qui emprunte à la géométrie et au calcul fonctionnel, aussi bien que celle de Perrin, construite sur une base conceptuelle empruntée à la physique, montrent que le calcul des probabilités manque encore d'une légitimité scientifique au sein de l'université de Paris. Or au cours de la décennie d'après-guerre, le statut du calcul des probabilités connaît des bouleversements remarquables au sein du champ mathématique parisien et français.

———— CHAPITRE 2 ————

CONSTRUIRE L'INTÉRÊT POUR LES PROBABILITÉS :

LA PLACE DES PROBABILITÉS DANS LE CHAMP

MATHÉMATIQUE PARISIEN (1918 – 1928)

Entre 1918 et 1928, le calcul des probabilités suscite un intérêt inédit en France perceptible dans les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris* (*CRAS*). Les classifications disciplinaires de ce périodique permettent de donner une mesure de l'activité probabiliste française et d'identifier des réseaux d'auteurs. Une première classification se trouve dans le texte même ; chaque titre de chaque note est précédé d'une catégorie parmi lesquelles on trouve le « calcul des probabilités ». Une seconde se trouve en fin de chaque tome semestriel, dans la table des matières parmi lesquelles on trouve notamment la matière « probabilités ». Ces deux classifications ne se recouvrent pas totalement : les notes classées comme « calcul des probabilités » dans la table des matières peuvent être, par exemple, classées sous la discipline « analyse mathématique » dans le texte. Il est donc possible définir un corpus probabiliste rassemblant l'ensemble des notes dont la catégorie dans le texte ou la matière font explicitement référence aux probabilités. Nous pouvons ainsi mesurer l'activité dans ce domaine au sein de l'Académie quoique nous ignorons les circonstances exactes qui conduisent à classer une note dans une catégorie ou une matière²⁹² limitant donc les possibilités de leur interprétation, mais comme le montre la figure (2.4)²⁹³, quelque chose change au cours de cette décennie.

Suite à l'élection de Borel à l'Académie des sciences en 1921, le nombre de notes

292. Nous ignorons par exemple le rôle de l'auteur et de l'académicien vis à vis de la catégorie et de la matière. S'agit-il d'une demande de l'un, d'un choix de l'autre ? d'une négociation entre les deux ? Quel est le rôle de l'Assemblée des académiciens ?

293. Voir p. 65.

probabilistes augmente significativement. Sur la période 1900-1917, nous avons identifié 9 notes dans la matière « calcul des probabilités » présentées par Paul Appell (1855-1930) et Émile Picard²⁹⁴. Entre 1918 et 1928, 83 notes sont publiées dans le corpus probabiliste, dont 79 entre 1922 et 1928. Borel, présentant 33 de ces notes, est incontestablement l'académicien le plus sollicité. Deux autres académiciens sont mis à contribution pour présenter des notes probabilistes : Jacques Hadamard (1865-1963) qui présente 12 de ces notes et Maurice d'Ocagne (1862-1938) qui en présente 10. Ce dernier, élu membre libre de l'Académie de Paris en 1922 présente des notes dans la matière « calcul des probabilités » entre 1923 et 1926 puis s'arrête pendant près d'une décennie et présente ensuite successivement 3 notes probabilistes en 1934, 1935 et 1937. Borel, lui, présente chaque année au moins 2 notes probabilistes et Hadamard se met également à présenter chaque année au moins une note dans cette matière à partir de 1922. L'analyse des notes probabilistes présentées ou écrites par ces deux académiciens met en lumière le rôle de quelques mathématiciens français dans le domaine des probabilités : Borel et Hadamard, Maurice Fréchet, Paul Lévy et Jules Haag (1882-1953).

294. Ces notes sont écrites par Louis Bachelier, J.E. Estienne, Jules Andrade, Sainte-Laguë, Émile Borel et Paul Mansion.

Nombre	1900-1915	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	Total
notes présentées	9	1	3	-	-	7	8	14	12	6	13	19	83
par Borel	-	-	-	-	-(15)	2 (34)	2 (49)	7 (47)	8 (54)	1 (44)	6 (54)	7 (39)	33 (336)
par Hadamard	-	-(6)	-(13)	-(12)	-(14)	1 (15)	1 (30)	1 (30)	1 (26)	1 (64)	1 (61)	6 (85)	12 (356)
par d'Ocagne	-	-	-	-	-	-(4)	5 (12)	1 (4)	1 (8)	3 (9)	-(6)	-(2)	10 (45)

FIGURE 2.4 – Notes présentées dans le corpus probabiliste dans les *CRAS* entre 1918 et 1928 et notes probabilistes présentées par les trois principaux académiciens. Le nombre entre parenthèses indique le nombre total de notes présentées par ces académiciens chaque année.

Entre 1918 et 1928, l'activité de ces probabilistes n'est ni uniforme ni coordonnée. L'enseignement contribue à orienter certains d'entre eux vers le calcul des probabilités, comme Maurice Fréchet à Strasbourg, Paul Lévy et Jacques Hadamard à l'École polytechnique. La Première Guerre mondiale joue également un rôle dans l'orientation probabiliste prise par deux normaliens : Jules Haag et Henri Galbrun (1879-1940). Mais seul Borel s'engage dans le domaine des probabilités avec un projet scientifique collectif et à long terme. Borel élabore un projet éditorial de grande ampleur, le *Traité du calcul des probabilités* dont la publication commence en 1924 en mobilisant un réseau d'auteurs mathématiciens et normaliens : Deltheil²⁹⁵, Lagrange²⁹⁶, Paul Dubreil (1904-1994), Galbrun, Haag et Fréchet²⁹⁷. Borel se construit ainsi une position de patron probabiliste : recrutant et organisant la recherche probabiliste en France et à Paris.

Ces mathématiciens s'inscrivent dans des perspectives divergentes, si ce n'est opposées, vis à vis du calcul des probabilités. Certains trouvent dans ce domaine un sujet de recherches (Lévy puis Fréchet) nécessitant une remise à plat des concepts fondamentaux de ce calcul. D'autres s'y intéressent en vue de leurs applications : Borel s'intéresse à l'ensemble des applications (y compris mathématiques), Hadamard au théorème ergodique, Haag aux tirs d'artilleries, Galbrun aux mathématiques actuarielles. Ceux-ci s'accommodent de fondements probabilistes élaborés avant la Première Guerre mondiale dans la continuité des travaux du XIX^e siècle. Par ailleurs certains s'investissent sur le long terme dans les recherches probabilistes (comme Borel, Fréchet, Lévy, Galbrun) tandis que d'autres le font sur une période circonscrite (comme Hadamard et son « printemps ergodique » entre 1927 et 1928²⁹⁸ ou Haag entre 1918 et 1925). Enfin, des divergences existent sur les approches mathématiques des probabilités faisant écho à des divergences au sein de l'activité mathématique française. Bernard Bru a ainsi signalé que certaines oppositions dans le domaine des probabilités s'appuient sur « une opposition de longue date entre deux grandes écoles mathématiques françaises du début du siècle, l'école "de théorie des fonctions" et l'école "de calcul fonctionnel" si bien personnifiées respectivement par Borel et Hadamard »²⁹⁹. S'il existe bel et bien différentes approches, il reste difficile de délimiter des camps. La distinction entre théorie des fonctions et calcul fonctionnel

295. Sur Deltheil voir le chapitre 1, p.49-57.

296. Voir chapitre 1, p. 22-28.

297. Une analyse du contenu de cette collection est présentée dans [Bustamante *et al.*, 2015].

298. [Bru, 2003, 160].

299. [Bru, 1999, 53].

est bien visible durant cette période, mais l'arrivée d'une nouvelle génération, incarnée par Fréchet et Lévy, participe autant à ce qui peut apparaître comme une synthèse que comme une opposition. En reprenant la démonstration du théorème central de la limite (TCL), Lévy jette de nouvelles bases mathématiques et initie un mouvement de rénovation mathématique du domaine, marquant sa distance avec le socle mathématique de la discipline construit au XIX^e.

Leurs positionnements sur la scène probabiliste internationale montrent également des différences remarquables. Certains mathématiciens étrangers identifient des homologues français comme des interlocuteurs pour des échanges sur des questions de probabilités. C'est notamment le cas de Bohuslav Hostinský (1884-1951) avec Fréchet ou de Georges Pólya et Norbert Wiener (1894-1964) avec Lévy. Pour leur part, Borel et Hadamard à l'Académie des sciences reçoivent des notes probabilistes d'auteurs étrangers sans nécessairement rentrer dans une discussion approfondie du sujet de ces notes. Ces académiciens offrent ainsi à des mathématiciens étrangers une porte d'entrée à l'Académie pour leurs travaux probabilistes. L'étude du *Jahrbuch über die Fortschritte*, et leurs recensions dans le chapitre « Wahrscheinlichkeitsrechnung und Anwendungen »³⁰⁰, permet de mettre en avant l'existence d'une activité probabiliste plus large que celle mise en évidence à travers les *CRAS*, identifiée par quelques mathématiciens étrangers. Le Congrès international des mathématiciens de Bologne de 1928, événement au cours duquel la section consacrée aux probabilités réunit les mathématiciens spécialistes pour la première fois depuis 1918, montre très nettement la volonté de Fréchet, Lévy et Georges Darmonis³⁰¹ d'être reconnus comme des interlocuteurs dans le domaine des probabilités.

2.1 ÉMILE BOREL : UN PATRON DES PROBABILITÉS À PARIS

« Pour des raisons que j'ai exposées dans un petit livre³⁰², l'importance de la théorie des probabilités tant dans la science pure que dans les techniques, tant dans la spéculation philosophique que dans la vie quotidienne, me paraît ne pouvoir être exagérée. Coordonner l'ensemble considérable de recherches faites dans ces cinquante dernières années sur les probabilités et leurs applications

300. « Probabilités et applications ».

301. Sur Darmonis nous renvoyons aux chapitre 1, p.37-39, et 5, p. 267-279.

302. Il s'agit de [Borel, 1914a].

me paraît une tâche indispensable, qui doit être accomplie dans la patrie de Pascal, de Laplace et de Poincaré. Je voudrais essayer d'apporter à cette tâche une contribution aussi étendue que mes forces me le permettront ; le petit livre dont je viens de parler peut en être regardé comme la préface. C'est dans ce livre que l'on trouvera exposées quelques-unes des idées générales qui donnent de l'unité à des recherches dont certaines pourraient paraître isolées. »³⁰³

L'élection de Borel à l'Académie des sciences lui donne un levier d'action pour mener son projet de développement des recherches probabilistes en France. Suite au décès de Georges Humbert (1859-1921) le 21 janvier 1921, l'Académie des sciences de Paris élit Borel à la section de géométrie. C'est la cinquième tentative pour Borel qui s'était déjà présenté en 1900 (à l'âge de 29 ans), en 1901, 1912 et en 1919. À l'occasion de l'élection de 1921, il rédige un *Supplément*³⁰⁴ à sa *Notice des travaux scientifiques*³⁰⁵ où il annonce son intention d'agir en faveur du développement du calcul des probabilités. Ce projet de coordonner les recherches probabilistes françaises articule l'édition du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* et la présentation de notes probabilistes à l'Académie, et mobilise un réseau d'acteurs français, principalement issu de l'École normale supérieure.

2.1.1 *Un Traité pour le calcul des probabilités*

Borel acquiert une solide expérience dans le domaine éditorial en dirigeant la *Collection de monographies sur la théorie des fonctions* qu'il lance en 1898 chez Gauthier-Villars. Cette collection permet d'organiser la recherche sur la théorie des fonctions en interaction avec l'enseignement sur une échelle géographique large. Cet ensemble éditorial rassemble des textes, relativement courts, suivant un rythme soutenu, écrits par des auteurs français et étrangers, en partie issus de cours portant sur la théorie des fonctions. Dans son étude de cette collection³⁰⁶, Caroline Ehrhardt montre qu'une organisation collective assure la cohérence des contenus et la gestion des questions de priorité de sorte que cette collection de livres constitue l'« organe d'un réseau de mathématiciens animé par Borel »³⁰⁷.

Le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* se distingue de cette première expérience éditoriale. Tout d'abord, le calcul des probabilités, contrairement à la théorie

303. [Borel, 1921a, 5].

304. [Borel, 1921a].

305. Notice publiée en 1912, [Borel, 1912a].

306. [Ehrhardt, 2011].

307. [Ehrhardt, 2011, 138].

des fonctions jusqu'en 1908, est déjà institutionnalisé au sein de la faculté des sciences de Paris. L'enjeu, comme nous l'avons montré, consiste plutôt à initier un enseignement mathématique du calcul des probabilités dans une chaire déjà existante³⁰⁸. Dans cette perspective, ce traité constitue un support pour ce nouvel enseignement. En particulier, le traité ne vise pas à proposer un espace pour de nouvelles recherches. Borel vise un autre objectif : « Il m'a semblé que le temps était venu de chercher à rassembler en un Traité les résultats essentiels acquis à la science dans le domaine du calcul des probabilités et de ses applications diverses. »³⁰⁹ Il ajoute que cet ensemble de livres doit mettre en évidence l'unité méthodologique entre les différentes applications et l'importance du calcul des probabilités. L'heure est donc, selon Borel, à un état des lieux du domaine.

Par ailleurs, contrairement aux *Monographies sur la théorie des fonctions* dont le contenu est ajouté au fur et à mesure, sur la proposition des auteurs, Borel élabore un plan précis dès avant le lancement du *Traité*. Un premier projet de plan, non daté mais élaboré entre 1920 et 1924, mentionne un premier tome consacré à la théorie mathématique, et un tome pour chacune des applications – aux mathématiques, à la physique, à la biologie et à la psychologie, aux sciences sociales, aux jeux de hasard – et enfin un tome de conclusion sur la valeur pratique des probabilités. Le plan du *Traité*, systématiquement imprimé parmi les premières pages de chaque fascicule, connaît plusieurs remaniements mais conserve globalement cette organisation, certaines applications ayant été regroupées dans un même tome.³¹⁰

En plus des sujets abordés, Borel définit à l'avance une liste d'auteurs pour contribuer à ce *Traité*³¹¹. De façon remarquable par rapport aux *Monographies*, Borel se tourne presque exclusivement vers un réseau d'auteurs français, généralement formés à l'École normale supérieure. Sur la liste des 12 auteurs, deux auteurs dérogent à ces critères : René Rissler (1869-1958) est un statisticien formé à l'École polytechnique et Carl V. L. Charlier (1862-1934) est un astronome suédois. Borel n'hésite pas à enrôler des étudiants qui assistent à son cours pour rédiger certains fascicules, comme Lagrange³¹² et Dubreil³¹³.

Borel souhaitait publier rapidement l'ensemble du *Traité*, mais sa réalisation s'étale finalement sur l'ensemble des années 1920 et 1930. Plus précisément, ces publications

308. Voir chapitre 1.

309. [Borel et Lagrange, 1925, v-vi].

310. [Bustamante *et al.*, 2015, 123-128].

311. Une étude détaillée est présentée dans [Bustamante *et al.*, 2015].

312. [Borel et Lagrange, 1925].

313. [Borel et Dubreil, 1926].

ont lieu en trois vagues : une première entre 1924 et 1927, une deuxième entre 1930 et 1934 et une dernière entre 1937 et 1939. La publication du *Traité* se poursuit donc après l'ouverture de l'IHP, nous reviendrons sur la deuxième et troisième vague de publications dans le chapitre de conclusion³¹⁴. Nous nous concentrons ici sur la première vague de publication.

Au cours de cette première période, une place importante est donnée à la publication de cours dont le texte est rapidement disponible. Borel publie les textes de ses cours dispensés à la chaire de CPPM dont la rédaction est assurée par des étudiants normaliens.³¹⁵ Il publie également le cours de Deltheil enseigné au Collège de France dans le cadre de la Bourse Peccot³¹⁶, qui avait, sur une proposition de Borel, fait une thèse de probabilités³¹⁷. Le *Traité* s'oriente donc vers les étudiants, de plusieurs façons. D'une part comme un support d'étude pour les étudiants du certificat de CPPM. Mais également comme un moyen de promotion pour un jeune docteur s'investissant dans le calcul des probabilités. Et enfin, comme un moyen d'attirer l'attention d'étudiants normaliens sur les questions de calcul des probabilités.

La publication du fascicule de Haag fait écho à son activité pendant la Première Guerre mondiale. Ancien élève de l'École normale supérieure (promotion 1902), il obtient l'agrégation de mathématiques en 1906 et soutient une thèse de géométrie différentielle en 1910. Il est ensuite nommé professeur de mécanique rationnelle à la faculté des sciences de Clermont-Ferrand. En 1914, il est mobilisé en 1914 pour travailler chez Michelin. Il publie plusieurs notes qui attirent l'attention du général Prosper-Jules Charbonnier (1862-1936), portant sur le calcul de trajectoire des bombes pour un nouvel avion. Ce général fait venir Haag à la Commission de Gâvre, à Lorient, pour travailler sur des problèmes de balistique³¹⁸. Haag en renouvelle les méthodes mathématiques, notamment en utilisant une approche probabiliste en vue d'améliorer les réglages d'artillerie. Suite à l'armistice, il intègre, en civil et en parallèle de sa position universitaire à Clermont-Ferrand, la commission de Gâvre où il poursuit ses travaux sur la balistique. Le fascicule de Haag, *Applications au tir*³¹⁹ présente ses travaux sur l'application du calcul des probabilités au réglage des tirs

314. Voir p. 376.

315. [Borel et Lagrange, 1925, Borel et Dubreil, 1926, Borel et Perrin, 1925]. Voir [Bustamante *et al.*, 2015].

316. [Deltheil, 1926]. Voir [Bustamante *et al.*, 2015].

317. Voir chapitre 1, p.49-57.

318. [Aubin, 2014, 132] dans [Aubin et Goldstein, 2014].

319. [Haag, 1926].

d'artilleries³²⁰.

Les deux fascicules écrits par Galbrun³²¹ et publié en 1924 et 1927³²² font écho aux conséquences économiques de la Première Guerre mondiale. Normalien de la promotion 1900, il obtient l'agrégation de mathématiques en 1903 ainsi que le prix Peccot-Vimont décerné par le Collège de France l'année suivante³²³. Au cours de l'année universitaire 1909-1910, Galbrun publie des articles dans les *CRAS* sur les équations aux différences finies. En 1912, il soutient une thèse de mathématiques à la faculté des sciences de Paris intitulée « Représentation asymptotique des solutions d'une équation aux différences finies pour les grandes valeurs de la variable ». Au cours de la Première Guerre mondiale il est rattaché au service géographique de l'armée où il travaille, comme d'autres mathématiciens, notamment normaliens, sur le problème du repérage par le son. Ces travaux se font dans le cadre de la Commission intéressant la Défense nationale dirigée par un comité présidé par Borel, nommé à ce poste par son ami Paul Painlevé (1863-1933) alors ministre de l'Instruction publique. Au lendemain de la Première Guerre mondiale, Galbrun retourne aux mathématiques universitaires, d'abord comme chargé de conférences de mathématiques générales à la Sorbonne, puis, en 1920, comme chargé d'un cours de mécanique rationnelle à Marseille. Il poursuit également son travail scientifique qu'il oriente vers des recherches sur les équations de l'élasticité et sur la propagation publiées dans les *CRAS*.

En parallèle de son parcours mathématique et universitaire, Galbrun s'intéresse au monde de l'assurance³²⁴. Il fait un premier pas vers ce domaine en 1906, lorsqu'il passe le concours et devient commissaire-contrôleur au sein du ministère du Commerce. Cependant, il démissionne en 1909, vraisemblablement pour terminer sa formation mathématique à l'université. En 1922, Galbrun retourne vers le monde de l'actuariat, cette fois dans le privé. Il est nommé actuaire-conseil à la banque de Paris et des Pays-Bas où il

320. Voir [Bustamante *et al.*, 2015].

321. Voir en particulier [Bru, 1994, Dubourdieu, 1940].

322. [Galbrun, 1924, Galbrun, 1927].

323. Le prix Peccot et le cours Peccot sont financés par une série de donations et de legs entre 1886 et 1902. Le prix consiste en une bourse d'étude, renouvelable jusqu'à 3 ans. Le cours consiste en un financement de leçons. Le prix est décerné par le Collège de France à de jeunes mathématiciens (de moins de 30 ans). Avant lui, ce prix fut décerné à des mathématiciens reconnus ou en voie de l'être comme Jacques Hadamard, Élie Cartan, Jules Drach, Maurice Fréchet, Paul Lévy ou encore Gaston Julia.

324. À ce jour, le parcours de Galbrun dans le domaine de l'assurance reste encore peu documenté. Nos connaissances s'appuient sur [Bru, 1994, Dugué, 1987].

travaille jusqu'à la fin de sa vie en 1940. D'après Daniel Dugué³²⁵ et Bernard Bru³²⁶, Horace Finally (1871-1942), directeur de la banque de Paris et des Pays-Bas entre 1919 et 1945, est convaincu de l'intérêt de recruter des mathématiciens pour faire face aux problèmes monétaires provoqués par la Première Guerre mondiale³²⁷. Sur les conseils de son ami Painlevé, Finally se tourne vers Galbrun pour monter un service d'actuariat dans sa banque. Les deux fascicules publiés par Galbrun sont précisément consacrés aux mathématiques actuarielles. Ces deux fascicules présentent les deux versants des mathématiques actuarielles : l'évaluation des cotisations des clients (calcul des primes) et le calcul des réserves (évaluation des réserves d'argent nécessaires aux assurances)³²⁸.

Cette première vague de publication du *Traité* montre ainsi la volonté d'encourager de jeunes normaliens à s'investir dans le domaine des probabilités. Elle montre également, à travers les fascicules publiés par Haag et Galbrun, l'importance accordée par Borel aux applications du calcul des probabilités dès le lancement du *Traité*.

2.1.2 Promouvoir les probabilités à l'Académie (1) : les recherches françaises

Borel se montre tout aussi déterminé à promouvoir les recherches probabilistes françaises au sein de l'Académie. Il contribue lui-même, en tant qu'auteur, au corpus probabiliste, présente des notes de ce corpus d'un auteur français, Haag, et contribue à la remise du prix Montyon de statistique pour récompenser des travaux probabilistes de Fréchet.

Borel, un académicien probabiliste.

Borel est l'un des principaux auteurs du corpus probabiliste identifié dans les *CRAS*. En publiant 7 notes, il est l'un des auteurs les plus fréquents aux côtés de Haag (dont 7 des 8 notes sont présentées par Borel), Alf Guldberg (dont 6 des 7 ne sont présentées par aucun académicien) et Constant Lurquin (dont les 7 notes sont présentées par Borel).

Trois des notes écrites par Borel sont en fait des commentaires sur trois notes qu'il

325. [Dugué, 1987].

326. [Bru, 1994].

327. La question des conséquences économiques du traité de paix signé à Versailles en 1919 a fait l'objet d'une critique économique largement reconnue par Keynes en 1919, voir [Keynes, 1919]. Il est à noter que ces critiques le conduiront à l'intéresser au calcul des probabilités, voir [Keynes, 1921], notamment dans une perspective logique, voir par exemple [Bateman, 1987].

328. Ajoutons que Galbrun fait également partie d'une expédition de fouilles en Perse, voir référence citée dans [Bustamante *et al.*, 2015, 136-137], soulignant l'existence d'interpénétrations des activités dans le monde intellectuel.

présente. En 1924, Borel commente³²⁹ le théorème du logarithme itéré dans le cas de variables de Bernoulli établi par Alexandr Y. Khintchine (1884-1959)³³⁰. Il rédige également une note commentant celle de Haag³³¹. Ce dernier propose de reprendre l'étude de la probabilité qu'un point se trouve sur arc de cercle déterminé qui avait conduit Bertrand à la formulation d'un paradoxe et qui avait été repris par Borel. Ce dernier maintient les résultats qu'il avait obtenu en 1909³³², laissant à Haag la responsabilité de son affirmation à ce sujet. Enfin Borel rédige une note à la suite de celle de Erhard Tornier (1894-1982)³³³ portant sur une application des probabilités dénombrables à l'étude de la répartition des nombres premiers. Borel profite de cette note pour signaler des directions de recherches dans l'application des probabilités à la théorie des nombres, directions qu'il souhaite voir explorées à l'avenir. Borel montre ainsi qu'il entretient une vision d'ensemble des recherches probabilistes.

Les notes de Borel de cette période montrent un intérêt particulier pour les jeux dans lequel intervient le hasard. Cet intérêt pour Borel pour les jeux de hasard semble au moins en partie lié à sa lecture du *Traité de probabilités* de John M. Keynes (1883-1946)³³⁴. Dans une revue de ce livre, publiée en 1924³³⁵, Borel suggère qu'une théorie des jeux, mêlant la psychologie et les mathématiques, devrait constituer une science nouvelle susceptible d'enrichir les questions économiques. Deux notes portent sur la question des jeux³³⁶, prolongeant une troisième, classée en « Analyse mathématique », publiée en 1921³³⁷. Il cherche à déterminer l'existence d'une stratégie « meilleure que les autres », c'est-à-dire maximisant les gains, dans le cas d'un jeu symétrique, autrement dit le cas où la probabilité de gagner est la même pour deux joueurs adoptant la même stratégie. Il présente ses recherches lors d'une conférence au Congrès de Bordeaux de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences en 1923³³⁸ et les intègre dans une troisième édition revue et augmentée de ses *Éléments de la théorie des probabilités* en 1924. Dans cette conférence, il considère deux joueurs J et J' , choisissant indépendamment et secrètement, une lettre

329. [Borel, 1924b].

330. [Khintchine, 1924].

331. [Haag, 1924b].

332. [Borel, 1909a, 98-99].

333. [Tornier, 1927].

334. [Keynes, 1921].

335. [Borel, 1924a].

336. [Borel, 1924d, Borel, 1927].

337. [Borel, 1921b].

338. [Borel, 1924c].

parmi $\{A_1; \dots; A_n\}$. Désignant le gain moyen à chaque coup du joueur J par $G = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n x_i y_k \alpha_{ik}$ où x_i (resp. y_k) est la probabilité que le joueur J (resp. J') choisisse la lettre A_i (resp. A_k) et α_{ik} le gain du joueur J lorsqu'il choisit A_i et son adversaire A_k , et sous l'hypothèse que le jeu soit de somme nulle ($\alpha_{ik} = -\alpha_{ki}$), il remarque alors que $G = \sum_{i=1}^n x_i Y_i$ où les Y_i sont des formes linéaires des y_j . Cette remarque le conduit en 1924 à reformuler le problème : montrer qu'on ne peut pas trouver de valeurs positives, mais non toutes nulles, des y_i telles que G soit positif ou nulle pour des valeurs positives ou nulles des x_i .

En 1926, Borel n'a toujours pas réussi à montrer un résultat sur ce problème pour un nombre quelconque de joueurs³³⁹ ; il propose donc en 1927 une formulation du problème de la théorie des jeux, prenant la forme d'un programme de recherche³⁴⁰. La présentation de la note de John von Neumann (1903-1957)³⁴¹, consacrée à son théorème du minimax, s'inscrit dans ce domaine de recherche. Le mathématicien d'origine hongroise, alors en poste à Berlin, annonce dans sa note la parution d'un mémoire sur la question dans les *Mathematische Annalen*³⁴² dans lequel il développe la question d'un jeu à un nombre quelconque de joueurs et donne une démonstration de son théorème du minimax, résolvant le problème posé par Borel³⁴³.

Borel utilise sa position d'académicien pour promouvoir les travaux probabilistes de Haag et de Fréchet. Tout d'abord, il présente les notes de Haag qui est, on l'a vu, un important contributeur au corpus probabiliste dans les *CRAS*. Cet auteur publie une première note du corpus probabiliste en 1918, présentée par aucun académicien. Entre 1922 et 1925, Borel présente toutes les notes probabilistes de Haag. Le cas de cet auteur, mentionné comme contributeur au *Traité* dès le premier fascicule publié en 1924³⁴⁴, met en évidence la stratégie de Borel de promouvoir dans le même mouvement un auteur et son *Traité* en construisant la légitimité scientifique de cet auteur par l'intermédiaire des *CRAS*. Borel utilise par ailleurs sa position de commissaire au prix Montyon de statistique pour promouvoir les travaux probabilistes de Fréchet. Borel intègre la commission de ce Prix dès son élection en 1922. Cette commission est composée des grandes figures mathématiques (Picard et Appell) ainsi que du prédécesseur de Borel à la chaire de

339. [Borel, 1926].

340. [Borel, 1927].

341. [von Neumann, 1928a].

342. [von Neumann, 1928b].

343. Voir [dell'Aglio, 1995, Kjeldsen, 2001].

344. Le fascicule en question est [Galbrun, 1924]. Voir également [Bustamante *et al.*, 2015].

CPPM (Boussinesq) et d'un autre académicien disposé à présenter des notes probabilistes (Maurice d'Ocagne)³⁴⁵. Ce prix est décerné à des statisticiens, parmi lesquels on trouve Alfred Barriol (1923) et Michel Huber (1924), membres actifs de la Société statistique de Paris et professeurs à l'ISUP, institut qui se voit également décerner ce prix en 1926³⁴⁶. En 1925, le prix est attribué à Fréchet pour l'ensemble de ses travaux probabilistes, immédiatement après une série de publications (des articles et un livre) dans le domaine des probabilités. Borel, l'intègre alors au projet du *Traité*, et lui demande un fascicule sur les développements récents en probabilités. Notons par ailleurs qu'en décernant le prix à Fréchet, cette commission contribue à un mouvement de probabilisation de la statistique³⁴⁷.

Haag, la Guerre et les probabilités

L'intérêt de Jules Haag pour les probabilités se concentre dans une période de temps comprise entre 1918 et 1926, pendant laquelle il continue à travailler pour la commission de Gâvre en tant que civil, et à titre permanent à partir de 1921. Il quitte Lorient en 1927, pour prendre la direction de l'institut de chronométrie à Besançon. À partir de cette date, Haag ne publie plus aucun texte probabiliste. C'est donc dans un contexte circonscrit dans le temps, que Haag s'intéresse aux probabilités et se montre un auteur prolifique (15 articles et un livre).

La théorie des erreurs, et donc la loi de Gauss, occupe une place prépondérante dans les travaux probabilistes de Haag. Il travaille en particulier sur l'extension de la théorie des erreurs à deux et trois dimensions et donc à la loi gaussienne en dimension deux et trois³⁴⁸. Plus généralement, la question de l'application des probabilités aux observations intéresse Haag³⁴⁹ qui publie des travaux proposant des applications probabilistes et des outils pour leurs mises en application. Son fascicule dans le *Traité* donne une idée de cette démarche, en proposant non seulement un traitement mathématique, mais également des outils (cibles) et des procédures de réglage des tirs³⁵⁰. Dans l'ensemble de ses travaux, pour les questions probabilistes, Haag se réfère à Bertrand et Borel, et s'inscrit donc

345. Notons que Jacques Hadamard n'en fait pas partie.

346. Sur les liens entre Borel, Barriol, Huber et l'ISUP voir le chapitre 1, p.31-37.

347. [Armatte, 2005, Catellier et Mazliak, 2012, Fréchet et Halbwachs, 2019].

348. [Haag, 1920a, Haag, 1920b, Haag, 1920c, Haag, 1924a, Haag, 1926].

349. [Haag, 1918, Haag, 1925c, Haag, 1925a, Haag, 1925b].

350. Voir en particulier [Bustamante *et al.*, 2015, 150-152].

dans la continuité du cadre théorique classique de la loi des erreurs de Laplace-Gauss perfectionné par Poincaré puis par Borel au début du XX^e.

Fréchet et les probabilités à Strasbourg

Lorsque Fréchet reçoit le prix Montyon en 1925, pour « l'ensemble de ses travaux probabilistes », ses recherches dans ce domaine se trouvent à un point de bifurcation suggéré dès son premier article probabiliste.

Le premier texte probabiliste de Fréchet, publié en 1921³⁵¹, fait suite à un article du mathématicien tchèque, Bohuslav Hostinský publié en 1920³⁵², prenant le point de vue de la théorie des fonctions. Dans une certaine mesure, ce premier article de Fréchet semble une opportunité pour entretenir des relations au premier abord diplomatiques avec Hostinský. Fréchet est en effet en contact avec Hostinský depuis 1919 en vue de promouvoir l'université de Strasbourg et de rétablir des échanges de publications mathématiques³⁵³. En réagissant à l'article de son homologue tchèque, Fréchet montre son intérêt pour les travaux probabilistes de son correspondant qui l'amènent à se pencher de plus en plus sérieusement sur les probabilités. Dans l'article de 1920, Hostinský avait proposé de reprendre le problème classique de l'aiguille de Buffon en se restreignant à jeter une aiguille sur une surface finie, comme une table carrée, plutôt que sur un plancher supposé infini. En partant de l'hypothèse d'une distribution initiale arbitraire du centre de l'aiguille et en utilisant la méthode des fonctions arbitraires de Poincaré, Hostinský retrouve le résultat classique du problème³⁵⁴. Comme Poincaré avant lui, Hostinský suppose la densité régulière (continue voire dérivable), ce que critique Fréchet considérant une telle hypothèse trop restrictive. Fréchet part de la formulation du théorème de Poincaré suivante : « Étant donnée sur un intervalle A une fonction $f(\theta)$, si l'on divise l'intervalle A en $2n$ parties égales, peintes alternativement en rouge et en blanc, l'intégrale de $f(x)$ sur l'ensemble J des divisions blanches, tend vers la moitié de l'intégrale totale quand n croît indéfiniment. »³⁵⁵ Fréchet signale que pour démontrer ce résultat, Poincaré fait l'hypothèse que f est dérivable et que cette dérivée est bornée, or « *cette condition est inutile* »³⁵⁶. Tout

351. [Fréchet, 1921].

352. [Hostinský, 1920].

353. Voir [Havlova *et al.*, 2005]. Nous revenons plus en détail sur ces échanges au chapitre 5, p.257-260.

354. Pour discussion détaillée de ces deux articles voir [Mazliak, 2015b]. Voir également chapitre 4,

355. [Fréchet, 1921, 88].

356. [Fréchet, 1921, 88].

d'abord, Fréchet rappelle que Borel a démontré³⁵⁷ le même résultat sous la seule hypothèse d'uniforme continuité de f sur A . Ensuite, s'il reconnaît que l'on peut se satisfaire de ce résultat du « point de vue des probabilités »³⁵⁸, il estime que du point de vue de la théorie des fonctions, il est utile de montrer qu'on peut se contenter de l'hypothèse d'intégrabilité au sens de Riemann de la fonction f sur A , ce qu'il fait. La distinction de ces points de vue semble donc recouvrir la distinction entre mathématiques appliquées (probabilités), pour lesquelles la précision des hypothèses de régularités n'est au final que secondaire au vu du caractère approximatif dans les applications, et mathématiques pures (théorie des fonctions), pour lesquelles les questions de régularités sont au contraire centrales.

Dans un premier temps, Fréchet s'investit dans le calcul des probabilités en se préoccupant de leur mise en application par des usagers qui ne sont pas des mathématiciens professionnels. En 1923, il publie un article dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées*³⁵⁹ où il rappelle que le théorème de Laplace « comporte une intégrale, ce qui constitue un obstacle à sa diffusion parmi les nombreuses personnes qui auraient à l'utiliser. »³⁶⁰ Pour surmonter cet obstacle, Borel, dans son livre *Le Hasard*³⁶¹, avait proposé la règle d'application suivante : « la probabilité pour que l'écart soit supérieur à n fois l'unité décimale d'écart est $\frac{1}{10^{n^2}}$ » en appelant unité décimale d'écart la valeur L telle que la probabilité $P_L(s)$ pour que l'écart $\ell = p - rs$ soit supérieur à L soit égale à 10^{-1} (r étant le nombre d'événements favorables de probabilité p parmi s répétitions). Fréchet souligne que si, au lieu de se donner la probabilité d'un écart pour en chercher la grandeur, on cherche la probabilité d'un écart connaissant sa grandeur, cette formule est moins satisfaisante, table numérique à l'appui. Fréchet propose donc de transformer la formule de Borel et énonce sa règle : « la probabilité P pour qu'une erreur apparente E soit, en valeur absolue, supérieure à n fois l'unité décimale d'erreur est approximativement $10^{-\frac{n^2+n}{2}}$, en appelant unité décimale d'erreur un nombre tel que la probabilité d'une erreur supérieure à ce nombre est égale à $\frac{1}{10}$ dans la même série d'expériences. »³⁶².

L'année suivante, en 1924, il publie un livre, déjà mentionné dans cet article de 1923,

357. Fréchet renvoie « à son remarquable ouvrage sur le *Calcul des probabilités* » [Fréchet, 1921, 88]. Nous pensons qu'il s'agit de [Borel, 1909a], en particulier le chapitre VIII.

358. [Fréchet, 1921, 88].

359. [Fréchet, 1923c].

360. [Fréchet, 1923c].

361. [Borel, 1914a].

362. [Fréchet, 1923c, 212].

le *Calcul des probabilités à la portée de tous*³⁶³. Le contenu de ce cours fait écho aux cours enseignés par Fréchet et le sociologue Maurice Halbwachs (1877 - 1945) à l'Institut commercial d'enseignement supérieur de Strasbourg, tout juste créé. Ce livre propose un exposé des résultats fondamentaux du calcul des probabilités en recourant à des outils mathématiques élémentaires (essentiellement des opérations sur les fractions). L'objectif est de fournir les connaissances aux professionnels intéressés par l'étude des phénomènes sociaux. Il n'aborde cependant pas la théorie des erreurs pour ne pas allonger le texte, la réservant à un éventuel second volume qui ne vit jamais le jour. Il s'adresse donc à un public rassemblant « le médecin, le démographe, l'économiste, l'actuaire, l'agent d'assurance »³⁶⁴. Ce livre s'adresse également aux étudiants préparant le concours de l'Institut des actuaires, de la Société générale de la France et du Contrôle des assurances. C'est également dans cette perspective qu'il fait intervenir le sociologue durkheimien Maurice Halbwachs, chargé dans cet institut d'un cours de statistique³⁶⁵, également récipiendaire du prix Montyon de statistique de 1925 pour sa participation à cet ouvrage. Enfin, en 1924, il fait une conférence au Congrès des mathématiciens à Toronto sur une formule de calcul des primes d'assurances³⁶⁶. Cet intérêt de Fréchet pour les usagers du calcul des probabilités rappelle l'orientation assumée par Borel et Deltheil dans leur ouvrage *Probabilités, erreurs*³⁶⁷ publié l'année précédente, ce que n'a certainement pas manqué de remarquer Borel au moment de décerner le prix en 1925. De plus, l'intérêt de Fréchet pour ce type de public rejoint une préoccupation plus générale concernant le rôle du mathématicien³⁶⁸. Dans une conférence en 1925³⁶⁹, Fréchet défend l'idée que la science progresse en articulant deux mouvements réciproques : un travail d'abstraction ou d'axiomatisation et une « desaxiomatisation de la science ». Le contexte strasbourgeois offre ainsi à Fréchet l'occasion de mettre en œuvre cette désaxiomatisation en s'intéressant aux applications du calcul des probabilités et à la statistique³⁷⁰.

Pour autant, Fréchet poursuit des travaux théoriques notamment dans le domaine de l'analyse fonctionnelle et de la topologie. Fréchet s'était fait connaître grâce à sa thèse

363. [Fréchet et Halbwachs, 1924].

364. [Fréchet et Halbwachs, 1924, vi].

365. Voir l'édition critique [Fréchet et Halbwachs, 2019].

366. Nous revenons sur ce congrès dans ce chapitre, p. 103.

367. [Borel et Deltheil, 1923].

368. Cette préoccupation n'est pas non plus sans rappeler une certaine conception du rôle du mathématicien au sein de la cité défendue par Borel à partir de 1905, voir [Durand et Mazliak, 2011].

369. [Fréchet, 1955a].

370. Voir [Fréchet et Halbwachs, 2019].

soutenue en 1906 et publiée en Italie³⁷¹ dans laquelle il développa une approche topologique du calcul fonctionnel en s'appuyant sur la notion de compacité dans un espace métrique. Cette thèse permit à Fréchet de donner un cadre théorique solide à la théorie des fonctions de lignes développée en Italie par Volterra et exploitée à Paris par Hadamard dans le cadre de ses études sur les équations aux dérivées partielles³⁷². Fréchet poursuit des recherches dans l'étude des espaces abstraits dans les années 1920 et publie notamment un article en 1921 sur les différents modes de convergence des suites de fonctions avec l'objectif de définir une métrique pour la convergence en mesure³⁷³; travaux qu'il mettra à profit dans les années 1930, dans le domaine des probabilités³⁷⁴ sur la question des modes de convergences probabilistes.

Fréchet développe également une approche théorique des probabilités impulsée par la théorie des erreurs. Ses réflexions sur ce sujet, orienté vers les applications, le conduisent à une série de critiques sur les hypothèses classiques permettant d'obtenir le caractère gaussien des erreurs. Interpellé par l'axiomatisation de la théorie des erreurs proposée par l'astronome soviétique Mikhail F. Soubbotine (1893-1966)³⁷⁵, Fréchet publie 5 articles sur ce sujet à partir de 1924. Trois de ces articles s'inscrivent dans une controverse avec Soubbotine qui se développe dans le *Matematicheskij Sbornik* publié à Moscou³⁷⁶ et dans les *C.R.A.S.* à Paris³⁷⁷. En 1925, Fréchet implique Lévy, avec qui il entretient une correspondance depuis 1919 et qui développe des recherches sur le sujet depuis la fin de la Première Guerre mondiale³⁷⁸. Après avoir publié une première critique du travail de Soubbotine³⁷⁹ dans le *Recueil de la société mathématique de Moscou* et suite à ses échanges avec Lévy, Fréchet publie un second article où il présente les différents fronts du débat. Il y exprime explicitement son souci de formuler « une hypothèse fondée sur le sens commun, l'expérience ou sur des conceptions métaphysiques d'ordre général »³⁸⁰, plutôt qu'une approche purement abstraite et incohérente avec les applications. Cependant, ces discussions sur la théorie des erreurs amènent Fréchet à exprimer et développer une autre critique, celle

371. [Fréchet, 1906].

372. [Guerraggio *et al.*, 2016].

373. [Fréchet, 1921]. Sur les travaux de Maurice Fréchet voir [Taylor, 1985].

374. Voir chapitre 4, p. 239.

375. Pour plus détails, voir [Lévy, 2014, 19-20, 71-75].

376. [Soubbotine, 1923, Fréchet, 1924, Fréchet, 1925b].

377. [Soubbotine, 1925, Fréchet, 1925a].

378. Lévy n'est pas un auteur promu par Borel, mais plutôt par Hadamard. Voir plus loin dans ce chapitre.

379. [Fréchet, 1924, 18-20].

380. [Fréchet, 1925a, 709].

de l'additivité des erreurs, qu'il publie dans deux articles en 1928³⁸¹, dans les *Annales de la société polonaise de mathématique* et le *Bulletin des sciences mathématiques*. Il y développe l'étude de la loi du maximum des erreurs, s'inspirant de la présentation faite par Lévy de la théorie des erreurs dans son livre, *Calcul des probabilités*, publié en 1925³⁸², reprenant le vocabulaire (par exemple « fonction des probabilités totales ») et la démarche consistant à étudier les « lois stables » pour l'opération du maximum. Ces derniers articles montrent que Fréchet a dépassé le cadre mathématique des probabilités hérité des travaux de Pierre-Simon Laplace (1749-1827), et rejoint Lévy dans un mouvement d'approfondissement et de renouvellement des aspects mathématiques de la théorie des probabilités. Ce mouvement conduit également Fréchet à adopter un angle probabiliste sur les questions de statistique, dans la lignée impulsée par Borel au début du XX^e siècle³⁸³.

L'utilisation de mathématiques issues de la topologie et de l'analyse fonctionnelle dans le domaine probabiliste semble clairement acceptée par Fréchet en 1928 et remonte à 1926. Dans la préface de son premier fascicule du *Traité, Recherches théoriques modernes sur le calcul des probabilités : généralité sur les probabilités, variables aléatoires*³⁸⁴, Fréchet se rappelle que « au moment [en 1926] où [il] a accepté de rédiger ce fascicule, [il] venai[t] à peine de terminer [son] ouvrage *Les espaces abstraits*³⁸⁵ et [ses] premières contributions au Calcul des probabilités étaient tout naturellement en connexion directe avec l'ordre d'idées qui règne en Analyse générale »³⁸⁶. En particulier, il précise que ce sont les questions relatives aux modes de convergences probabilistes qui le conduisent à établir une connexion entre analyse générale et calcul des probabilités³⁸⁷. Par ailleurs, la reprise de l'université de Strasbourg offre l'occasion d'une synthèse originale des systèmes universitaires français et allemand. Fréchet, directeur de l'Institut de mathématiques de Strasbourg, défend l'idée de faire de cette université un laboratoire pédagogique en vue d'une réforme des études universitaires en France. Il exprime l'objectif d'associer l'enseignement magistral à la française, présentant un ensemble de résultats définitifs et des méthodes générales, et la proximité de la recherche, typique de l'enseignement allemand, mettant les étudiants au contact des mathématiques en train de se faire. Un exemple de cette tentative de rap-

381. [Fréchet, 1928g, Fréchet, 1928d].

382. Fréchet cite [Lévy, 1925a], [Fréchet, 1928g, 94].

383. Voir [Armatte, 2001, Catellier et Mazliak, 2012, Mazliak, 2010a].

384. [Fréchet, 1937].

385. [Fréchet, 1928a].

386. [Fréchet, 1937, VIII].

387. Nous revenons plus en détail sur ce point dans le chapitre 4, p.239.

prochement est lisible dans trois articles publiés dans le périodique polonais *Fundamenta Mathematicae*, qui nourriront des questionnements probabilistes de Fréchet après 1926. Le premier texte, en deux parties³⁸⁸, est une rédaction de son cours faite par l'un de ses étudiants, R. Franck³⁸⁹. Il s'agit d'un exposé systématique des ensembles additifs (algèbre d'ensemble), complètement additif (tribu) et des familles additives (fonction simplement additive et mesure). Ce texte est suivi d'un article de cet étudiant³⁹⁰ présentant une décomposition d'une mesure signée en somme d'une mesure positive et d'une mesure négative, travaux menés dans le cadre d'un diplôme d'études supérieures à Strasbourg sous la direction de Fréchet. Dans le domaine des probabilités, Fréchet intègre dans son cours de mathématiques de 1928, les recherches probabilistes les plus récentes de Hostinsky et de Hadamard sur le battage des cartes sur lesquelles nous revenons plus loin³⁹¹. On peut y voir un autre signe d'une prise de distance vis à vis des probabilités développées au XIX^e et une conséquence d'un changement d'attitude vis à vis de l'outillage mathématique nécessaire au calcul des probabilités, quitte à montrer une prise de distance vis à vis des probabilités défendues par Borel avant 1925.

2.1.3 *Promouvoir les probabilités à l'Académie (2) : les recherches menées à l'étranger*

Comme nous l'avons mentionné en introduction, l'élection de Borel contribue à une augmentation remarquable du nombre de notes probabilistes. Il présente 33 des 83 notes probabilistes (environ 40 %) dont 23 sont écrites par des auteurs étrangers. Malgré la courte durée étudiée ici (1922-1928), on peut déceler une augmentation nette en 1924 du nombre de notes probabilistes présentées par Borel, en partie due aux notes de mathématiciens étrangers. Ces notes montrent, de la part de leurs auteurs étrangers, une reconnaissance des travaux probabilistes d'avant-guerre de Borel qu'ils citent et sur lesquels ils s'appuient. L'élection de Borel est ainsi un atout pour eux pour publier dans les *CRAS*.

Dans un premier temps, Borel présente trois notes écrites par deux auteurs norvégiens. Les deux notes de l'actuaire norvégien Birger Meidell portent sur la répartition des valeurs autour du maximum de la valeur la plus probable (valeur pour laquelle la densité est

388. [Fréchet, 1923c, Fréchet, 1924].

389. Nous n'avons à ce jour pas de détails biographiques sur cet étudiant.

390. [Franck, 1924].

391. Voir plus bas, p.89, et voir chapitre 4, p. 205.

	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	Total
France			4	3	1	2		10
URSS			1	4		2	1	8
Belgique	1		2				4	7
Norvège	1	2						3
Allemagne						1	1	2
Italie						1		1
Royaume-Uni				1				1
Suisse							1	1
Total	2	2	7	8	1	6	7	33

FIGURE 2.5 – Nombre de notes de probabilités par pays où se trouvent l’auteur présentées par Borel entre 1922 et 1928

maximum) pour une densité sur un intervalle fini³⁹². Pour sa part le professeur d’actua-
riat Alf Guldberg de l’université de Christiania (Oslo) publie une note sur le « problème
du modèle des urnes »³⁹³. Cette note se réfère ainsi à la formulation proposée par Borel
en 1909³⁹⁴ du problème général de la statistique : « Déterminer un système de tirages
effectués dans des urnes de composition fixe, de telle manière que les résultats d’une série
de tirages, interprétés à l’aide de coefficients fixes convenablement choisis, puissent avec
une très grande vraisemblance conduire à un tableau identique au tableau des observa-
tions. »³⁹⁵ Guldberg analyse le cas particulier de la caractérisation d’une série statistique
normale correspondant à la répétition identique et indépendante d’un tirage. Borel se
montre attentif aux travaux mathématiques scandinaves depuis le début du XX^e siècle³⁹⁶,
notamment sur les mathématiques du hasard³⁹⁷.

Borel présente également les 7 notes du mathématicien belge Constant Lurquin³⁹⁸.
Du point de vue parisien, au début du XX^e siècle, la Belgique peut apparaître comme
un lieu dynamique dans le domaine des probabilités. La situation singulière³⁹⁹ de cette

392. [Meidell, 1922, Meidell, 1923].

393. [Guldberg, 1923].

394. [Borel, 1909a].

395. [Borel, 1909a, 167].

396. Sur les contacts de Borel avec les mathématiciens scandinaves voir [Bottazzini et Gray, 2013, 635].
Sur les contacts de Borel avec Göta Mittag-Leffler voir [Jaëck *et al.*, 2019].

397. [Durand et Mazliak, 2011, 308-310].

398. Nous ne connaissons pas de travaux retraçant le parcours de Constant Lurquin. Il semble que celui-
ci arrive en Bolivie en 1912, pour aider George Rouma (1881-1976), professeur belge engagé par Daniel
Sanchez Bustamante (1871-1933), homme politique bolivien engagé dans la construction d’un système
éducatif en Bolivie, pour créer la première École normale de Bolivie à Sucre. Lurquin y enseigne les
mathématiques pendant quatre ans puis dirige l’Observatoire météorologique et enfin l’Institut normal
supérieur de la Paz. Voir [Martinez, 2010, 231-232].

399. Sur la situation de la Belgique entre la France et l’Allemagne, appréhendée sous l’angle de la

nation créée au XIX^e offrit à un mathématicien comme Adolphe Quételet (1796-1874) la possibilité d’institutionnaliser largement les probabilités au sein du cursus universitaire dès 1835, contrastant ainsi avec la situation des probabilités en France⁴⁰⁰. Constant Lurquin se présente volontiers comme un héritier de Quételet notamment en écrivant des articles sur l’œuvre scientifique et pédagogique de son maître⁴⁰¹. Les deux premières notes discutent de l’inégalité de Bienaymé-Tchebychev et de généralisations de cette inégalité⁴⁰². Il écrit également une note sur l’intérêt didactique d’une démonstration du TCL donnée par Quételet⁴⁰³. En 1926, il écrit une note sur la covariation dans la catégorie « statistique mathématique » également présentée par Borel. Il s’intéresse enfin à l’étude de l’écart moyen à la moyenne dans une série de notes publiées en 1928⁴⁰⁴. Ces notes contribuent à entretenir un lien, apparu au XIX^e, entre la France et la Belgique dans le domaine des probabilités, et restent inscrites dans un cadre probabiliste hérité de ce siècle.

À partir de 1924, les notes présentées par Borel signalent son intérêt pour les développements probabilistes en URSS et l’intérêt soviétique pour les travaux probabilistes de Borel de l’avant-guerre. Le mathématicien français entretient des contacts depuis les années 1910 avec les mathématiciens de l’école de Moscou dirigée par Dmitri F. Egorov (1869-1931) et son étudiant Nikolai N. Luzin (1883-1950)⁴⁰⁵. La première note probabiliste d’un mathématicien soviétique présentée par Borel est ainsi écrite par Khintchine, un des membres du groupe de Luzin, dans laquelle il présente un énoncé de la loi du logarithme itéré. Le titre de la note, « Sur un théorème général relatif aux probabilités dénombrables »⁴⁰⁶, fait référence à l’article de Borel de 1909⁴⁰⁷. Ce dernier se montre particulièrement attentif à cette note, à laquelle il ajoute un commentaire sur les généralisations envisageables. Il présente également les trois notes probabilistes de 1925⁴⁰⁸, consacrées à la statistique mathématique, de Vsevolod I. Romanovsky (1879-1954) formé à l’université de Saint Pétersbourg par les élèves de Tchebychev, notamment Markov, auteur

méthode des moindres carrés, voir [Jozeau, 1997].

400. [Mazliak, 2019].

401. Voir par exemple [Lurquin, 1924a].

402. [Lurquin, 1922, Lurquin, 1924c]. Notons que Lurquin est l’un des rares auteurs à mentionner le livre de Fréchet et Halbwegs dans une conférence en 1932, voir [Fréchet et Halbwegs, 2019].

403. [Lurquin, 1924b].

404. [Lurquin, 1928a, Lurquin, 1928b, Lurquin, 1928c, Lurquin, 1928d].

405. Voir [Demidov, 2009] et plus récemment [Mazliak et Perfettini, 2021].

406. [Khintchine, 1924].

407. [Borel, 1909b].

408. [Romanovsky, 1925c, Romanovsky, 1925a, Romanovsky, 1925b].

d'un traité de probabilités qui est une des références de Romanovsky dans ses notes⁴⁰⁹. Romanovsky avait écrit un premier article sur le lien entre la loi des grands nombres et l'interprétation des probabilités en 1912. Il soutient une thèse de mathématiques sur des méthodes d'intégrations de certaines EDP en 1916 et commence à s'intéresser à la statistique, notamment aux travaux de Pearson. En 1918, il est nommé professeur à l'université de Tashkent où il fera toute sa carrière⁴¹⁰. Il publie un article en 1922, intitulé « vision statistique du monde »⁴¹¹, dans lequel il analyse l'importance croissante prise par la statistique dans tous les domaines scientifiques (des sciences physiques aux sciences sociales) au cours des trois dernières décennies. Il se réfère notamment au livre de Borel, *Le Hasard* qui circule vraisemblablement dans les milieux universitaires russes avant son édition russe en 1923⁴¹². Dans cet article, il se montre particulièrement intéressé par les travaux de Pearson avec qui il est en contact à partir de 1923 et qu'il rejoint à Londres en 1925 pendant quelques mois. C'est lors de ce séjour que Romanovsky publie ses notes dans les *CRAS*. C'est également à Londres que Romanovsky commence à travailler avec Ronald A. Fisher (1890-1962), qui publie également une note de statistique⁴¹³, complétant une des notes de Romanovsky⁴¹⁴, présentée également par Borel. Ce dernier présente également en 1927 une note d'Andreï N. Kolmogorov (1903-1987), autre membre du groupe de Luzin, sur la loi des grands nombres⁴¹⁵. Il se tourne vraisemblablement vers Borel pour les mêmes raisons que Khintchine, à savoir l'article de Borel de 1909⁴¹⁶ dans lequel est énoncée la loi forte des grands nombres. Enfin Borel présente deux notes d'Eugène E. Slutsky (1880-1948) en 1927⁴¹⁷ et en 1928⁴¹⁸, la première sur les séries aléatoires et la seconde sur la loi forte des grands nombres. Le traitement mathématique utilisé par les auteurs soviétiques déborde du cadre restreint privilégié par Borel avant 1924. Ces auteurs proposent notamment un questionnement probabiliste pour lui-même, sans explicitement se référer à une application.

409. Dont une version en allemand est publiée en 1912, [Markov, 1912].

410. Cette position excentrée semble l'avoir protégé du pouvoir stalinien, voir par exemple [Seneta, 2004, 349].

411. « Statisticheskoe mirovozzrenie », *Vesti statistiki*, 10, 1922, p. 3-27.

412. Sur la présence de Borel dans les milieux mathématiques russes au début des années 1920 voir [Mazliak, 2018a] et [Mazliak et Perfettini, 2021].

413. [Fisher, 1925a].

414. [Romanovsky, 1925b].

415. [Kolmogorov, 1927].

416. [Borel, 1909b].

417. [Slutsky, 1927].

418. [Slutsky, 1928].

2.1.4 *Maurice d'Ocagne, un allié d'un temps à l'Académie.*

Entre 1923 et 1926, il présente des notes probabilistes qui s'inscrivent largement dans la perspective des applications des probabilités et dans un cadre mathématique élaboré au XIX^e siècle, suivant une perspective similaire à celle défendue par Borel dans cette période. L'ensemble des notes de Stanislas Millot (1875-1931), capitaine de Corvette à la retraite, discute de problèmes qui se présentent comme des discussions de résultats présentés dans la « Théorie analytique des probabilités » de Laplace⁴¹⁹, auquel il se réfère systématiquement, suivies d'applications numériques. L'ensemble de ces notes sont publiées en 1923⁴²⁰ et 1924⁴²¹, Millot ne publie plus de notes probabilistes par la suite. En 1926, d'Ocagne présente les notes du statisticien hongrois Károly Jordan (1871-1959)⁴²². Ces notes⁴²³ s'inscrivent dans un cadre classique, les problèmes abordés restant dans le cadre des méthodes combinatoires. Par ailleurs Maurice d'Ocagne est membre de la commission du prix Montyon à partir de 1924.

Cela étant, d'Ocagne n'a pas le même statut au sein de l'Académie que Borel. Élu membre libre en 1922, il bénéficie certes de la possibilité de participer aux assemblées, mais il n'en a pas l'obligation. De plus il n'est pas rattaché à un domaine scientifique précis. Par ailleurs, d'Ocagne est un polytechnicien (1880) et professeur de géométrie à l'École polytechnique. Enfin, il ne publie pas lui-même de travaux probabilistes. Il se présente donc comme un relai, en particulier pour deux auteurs, Millot et Jordan, plutôt que comme l'organisateur d'un réseau d'auteurs autour des probabilités. Les liens d'Ocagne avec ces deux auteurs restent assez difficiles à cerner. Le premier est un militaire à la retraite dont l'intérêt pour les mathématiques du hasard semble assez anecdotique⁴²⁴. Pour le second, il est difficile de connaître les raisons pour lesquelles il se tourne vers Maurice d'Ocagne. Il s'agit d'un scientifique hongrois dont l'entrée dans le domaine des mathématiques est assez tardive dans sa carrière scientifique et ne commence véritablement qu'à partir de 1918⁴²⁶. Il ne bénéficie donc pas encore d'une reconnaissance comme mathématicien en France et Maurice d'Ocagne présente les premières notes de Jordan dans les *CRAS*. Cela

419. [de Laplace, 1820].

420. [Millot, 1923b, Millot, 1923d, Millot, 1923c, Millot, 1923a].

421. [Millot, 1924].

422. Pour des éléments de biographie, voir [Galambos, 2001].

423. [Jordan, 1926b, Jordan, 1926a, Jordan, 1926c].

424. Notons que Millot est également connu pour être spécialiste de paléographie chinoise (⁴²⁵) et qu'il est l'auteur d'un livre sur la navigation ([Millot, 1926]).

426. Voir [Galambos, 2001, Takács, 1961].

étant, dans les deux cas, la présentation de leurs notes est antérieure à la publication d'un livre sur le calcul des probabilités⁴²⁷ ou sur la statistique mathématique⁴²⁸, rentrant ainsi dans une logique de promotion de leurs travaux et de leur livre.

Au cours des années 1920, l'académicien Borel devient, comme on l'a vu, un patron des probabilités. Il privilégie des auteurs s'inscrivant dans un cadre classique des probabilités. Ces travaux concernent un ensemble de problèmes concrets, qu'un nombre restreint de résultats permettent de résoudre après avoir déterminé dans quel cadre se placer (espace d'issue finie, dénombrable ou continue). La statistique, la physique et certaines mathématiques sont les domaines d'applications privilégiés par les auteurs de ce réseau et Borel lui-même prend à sa charge de se pencher sur la question de la théorie des jeux. Maurice d'Ocagne contribue à présenter ce type de publications au sein des *CRAS*.

Pour autant, le vent semble progressivement tourner vers une autre direction. Du côté français, Haag, qui s'était pourtant montré prolifique, s'arrête définitivement de faire des probabilités à partir de 1926. De même, d'Ocagne ne présente plus de notes probabilistes à partir de 1926. Quant à Fréchet, l'exercice de son esprit critique sur l'approche axiomatique le pousse à revenir sur les fondements de la théorie des erreurs, le conduisant en 1928 à étudier la loi du maximum et remettant donc en question le cadre classique de cette théorie. En 1926, Fréchet est enfin en mesure d'orienter ses recherches théoriques vers les probabilités en réinvestissant ses connaissances d'analyse et de topologie. Ses correspondances, notamment avec Lévy et Hostinský, le conduisent à adopter une approche mathématique des probabilités résolument moderne. Les notes soviétiques présentées par Borel en 1927 et 1928 de Khintchine et Kolmogorov, sont certes dans la continuation des travaux de Borel de 1909 mais l'approche est définitivement tournée vers un usage systématique de résultats récents en théorie de la mesure.

2.2 UNE AUTRE VISION DES PROBABILITÉS : HADAMARD ET LÉVY

Si Borel joue un rôle majeur dans l'activité française probabiliste des années 1920, un autre courant existe et est représenté à l'Académie des sciences. Hadamard se met à présenter des notes de ce corpus à partir de 1922. La coïncidence entre l'élection de Borel et la présentation de notes probabilistes par Hadamard est frappante, mais trompeuse.

427. [Milot, 1925].

428. [Jordan, 1927].

L'élection de Borel contribue à faire de cette académie un lieu légitime pour exposer des recherches probabilistes. Mais Hadamard est également sollicité par son ancien élève, Lévy, pour publier des notes probabilistes à partir de 1922.

Hadamard et Lévy sont amenés à se pencher sur les probabilités par l'intermédiaire de leur enseignement à l'École polytechnique où quelques leçons sur le calcul des probabilités sont insérées au sein du cours d'analyse qui avaient notamment été assurées par Poincaré entre 1904 et 1907⁴²⁹. Cela étant, les perspectives de Hadamard et de Lévy sur ce sujet sont distinctes. Si le calcul des probabilités suscite brièvement des recherches de la part de Hadamard, Lévy, lui, y consacrera le reste de sa carrière.

2.2.1 *Hadamard, probabiliste le temps d'un printemps*

En 1919, Hadamard tient une position remarquable dans le champ mathématique parisien⁴³⁰ dans la mesure où il occupe exclusivement des postes en dehors de la faculté des sciences de Paris. Suite à la soutenance de sa thèse en 1892 sur les fonctions analytiques d'une variable complexe, préparée tandis qu'il enseigne au lycée Buffon à Paris entre 1888 et 1893 où il eut notamment Fréchet comme élève, Hadamard part enseigner à l'université de Bordeaux. D'abord chargé de cours, entre 1893 et 1896, puis professeur d'astronomie et de mécanique rationnelle, Hadamard côtoie à Bordeaux le physicien et philosophe des sciences Pierre Duhem (1861-1916) dont les idées alimentent durablement les recherches de Hadamard, en particulier dans le domaine des équations aux dérivées partielles⁴³¹. Hadamard revient enseigner à Paris en 1897, d'abord comme maître de conférences puis comme professeur adjoint à partir de 1900, mais également comme suppléant de Maurice Lévy (1838-1910) à la chaire de mécanique analytique et mécanique céleste. Il devient le professeur attitré de cette chaire en 1909 et abandonne définitivement ses fonctions à la faculté des sciences de Paris, déployant sa surface institutionnelle en dehors de l'université. En 1912, il succède à Poincaré à la section géométrie à l'Académie des sciences de Paris et devient professeur à la chaire d'analyse à l'École polytechnique. Enfin il devient professeur d'analyse à l'École centrale en 1920. Hadamard utilise sa position au Collège de France

429. Les leçons de calcul des probabilités à l'École polytechnique existent depuis le XVIII^e siècle et ont été insérées dans le cours d'astronomie et de géodésie au nom de la théorie des erreurs avant de l'être dans le cours d'analyse. Voir [Crépel, 1994].

430. Voir la biographie de Hadamard pour une vue d'ensemble de sa carrière [Maz'ya et Shaposhnikova, 1998].

431. [Guerraggio *et al.*, 2016].

pour organiser la vie mathématique parisienne et former de jeunes étudiants. Après une première expérience en 1913, son cours est définitivement transformé en séminaire à partir de 1919. Au cours de ces séances, il demande à des étudiants et des mathématiciens de passage de faire des exposés sur des travaux contemporains. Ce séminaire, où l'on aborde une grande diversité de sujets, devient un lieu incontournable de l'activité mathématique dans les années 1920 et 1930 ⁴³².

Par ailleurs, Hadamard depuis 1900 mène et anime des recherches sur le calcul fonctionnel et ses applications aux équations aux dérivées partielles. Percevant la force des idées de Volterra, Hadamard les intègre progressivement dans ses écrits, à partir de 1902, et dans son cours au Collège de France. Hadamard conseille à Fréchet de se pencher sur les travaux de Volterra et de prendre contact avec lui ⁴³³. Fréchet y trouve des éléments qui le conduisent à développer une étude des espaces abstraits dans sa thèse de 1906 ⁴³⁴. En 1909, Hadamard inaugure un cours sur le calcul fonctionnel au Collège de France. Lors de ce cours, Lévy trouve son sujet de thèse ⁴³⁵. Hadamard et Borel conseillent à deux anciens normaliens de profiter des bourses de voyages David-Weill pour se rendre à Rome étudier un an auprès de Volterra. Joseph Pérès (1890-1962) passe dans la capitale italienne l'année académique 1912-1913 et René Gateaux (1889-1914) lui succède pendant l'année 1913-1914 ⁴³⁶. Ce dernier, ancien normalien, est envoyé à Rome par Hadamard pour travailler sur sa thèse d'analyse fonctionnelle auprès de Volterra ⁴³⁷. Gateaux meurt lors des premiers mois de la Première Guerre mondiale, laissant derrière lui des notes manuscrites mises en sécurité par Hadamard en 1915. Ce dernier charge Lévy en 1919 d'en assurer l'édition posthume ⁴³⁸. Enfin, à partir de 1919, Hadamard utilise son séminaire pour animer l'activité de recherche sur l'analyse fonctionnelle à Paris.

L'intervention de Hadamard dans le domaine des probabilités est donc relativement marginale dans son œuvre et suit trois lignes principales. L'enseignement d'analyse à l'École polytechnique prévoit des leçons sur le calcul des probabilités. En 1922, il publie un aperçu de son enseignement sur les principes du calcul des probabilités dans un article

432. Voir [Audin, 2014].

433. [Mazliak, 2015b, 10-11].

434. [Fréchet, 1906].

435. Voir [Lévy, 1970, 42], [Barbut *et al.*, 2014],[Mazliak, 2015b].

436. Sur les bourses de voyage voir [Durand, 2016]. Sur Pérès et Gateaux à Rome voir [Mazliak, 2015c, Mazliak, 2015a].

437. Voir [Mazliak, 2015a].

438. [Gateaux, 1919b, Gateaux, 1919a, Gateaux, 1922].

de la *Revue de métaphysique et de morale*⁴³⁹. Son analyse de ces fondements, est principalement alimentée par ses lectures de Poincaré, seules références qu'il donne dans son texte. Il propose de construire la notion de probabilité comme limite de fréquence en se basant sur deux notions premières : les événements très peu probables et les événements parfaitement équivalents. Deux événements parfaitement équivalents sont pour l'auteur deux événements pour lesquels les mêmes raisons conduisent à leur réalisation, « de telle manière que s'il y a une raison pour que l'un d'eux intervienne, la même raison milite au même degré pour l'intervention de l'autre. »⁴⁴⁰ Les deux notions sont liées par le fait que si une expérience présente un très grand nombre d'événements équivalents, chacun d'eux doit être très peu probable. Par exemple si on considère l'événement « tirer un grain de sable particulier dans un tas de sable », chaque grain étant indiscernable, les événements sont équivalents, et compte tenu du grand nombre de grains, l'événement est très peu probable. Pour s'affranchir de la notion d'équivalence, Hadamard propose finalement de définir la probabilité d'un événement comme la limite de la fréquence de cet événement dans une série d'expériences⁴⁴¹.

Cet enseignement à l'École polytechnique le conduit également à revenir sur l'hypothèse ergodique en physique statistique, un sujet qui s'inscrit très clairement dans le prolongement des travaux de Poincaré. Hadamard publie quatre notes dans les *CRAS* entre le 4 juillet 1927 et le 30 janvier 1928⁴⁴². Hadamard avait proposé en 1906, dans sa recension d'un livre de statistique mécanique de Josiah W. Gibbs (1839-1903), la métaphore du battage d'un paquet de cartes pour décrire la diffusion d'un liquide dans un autre⁴⁴³. L'année suivante, Poincaré propose une première étude du battage des cartes, dans le cas de deux cartes, qu'il complète en 1912, au cas d'un nombre quelconque de cartes en mobilisant la théorie des groupes.⁴⁴⁴ Suite à la lecture de ces pages, pour aborder le cas d'un nombre quelconque de cartes, Borel revient à un raisonnement probabiliste en étudiant l'évolution moyenne dans le temps en généralisant le raisonnement initialement proposé par Poincaré dans le cas de deux cartes⁴⁴⁵. Au milieu des années 1920, travaillant

439. [Hadamard, 1922].

440. [Hadamard, 1922, 289].

441. Hadamard ne donne pas de référence en ce qui concerne la définition fréquentiste ; il ne fait ni mention de Montessus de Ballore (voir chapitre 4, 225-226) ni mention de Richard von Mises (voir chapitre 4, 234-238).

442. [Hadamard, 1927, Hadamard, 1928a, Hadamard, 1928c, Hadamard, 1928b].

443. Voir [Mazliak, 2015b] et [Bru, 2003, 141-160].

444. [Poincaré, 1912, 301-313]. Voir [Cartier, 2010].

445. [Borel, 1912b]. Voir également [Bru, 2003, 172].

à la rédaction de ses leçons d'analyse à l'École polytechnique, Hadamard revient sur ce problème et présente une note sur le sujet à l'Académie. Hostinský, occupé à travailler sur l'hypothèse ergodique, profite de cet intérêt d'Hadamard pour lui envoyer trois notes dans lesquelles il introduit pour la première fois un modèle d'évolution markovienne en temps continu⁴⁴⁶. Une discussion active s'engage ainsi entre les deux mathématiciens autour de la « démonstration du théorème ergodique »⁴⁴⁷ recherchée par Hadamard⁴⁴⁸ et les deux hommes se rencontrent, à Paris en mai 1928 et à Brno (Tchécoslovaquie) en juin 1928.

Enfin, comme académicien, Hadamard présente principalement des notes d'« analyse » mais à partir de 1922, il présente des notes du corpus probabiliste. Il est, derrière Borel, l'académicien le plus sollicité pour présenter des notes probabilistes. Outre les deux notes de Hostinský en 1928, il présente 2 notes du mathématicien-économiste norvégien Ragnar Frisch et trois notes du mathématicien Dmitri Mirimanoff (1861-1945) en poste à Genève depuis 1901. Il présente également une note de Kolmogorov et une de Khintchine en 1928 sur la loi des grands nombres, deux auteurs qui se tournent également vers Borel pour présenter leurs travaux probabilistes à l'Académie⁴⁴⁹. Ainsi, entre 1922 et 1927, Hadamard présente une note probabiliste chaque année et en 1928, il en présente 6 (soit la moitié des notes probabilistes présentées par Hadamard depuis son élection à l'Académie des sciences). Lévy est le seul auteur français à solliciter Hadamard pour présenter des notes probabilistes. Ce dernier présente en fait l'intégralité des 17 notes de Lévy, dont deux dans la catégorie « calcul des probabilités », les 15 autres étant systématiquement classées dans la catégorie « analyse mathématique ». Cette relation privilégiée entre Hadamard et Lévy prolonge une relation de maître à élève entre les deux hommes, initiée comme nous l'avons mentionné en 1909.

2.2.2 *Lévy un probabiliste à part (entière)*

Le parcours de Lévy vers les probabilités s'inscrit dans un rapprochement progressif entre l'analyse fonctionnelle et le calcul des probabilités. En 1919, Lévy, insatisfait des textes probabilistes qui font référence, propose de reprendre ce domaine avec un œil neuf.

En 1919, Emmanuel Carvallo (1856-1945), directeur des études à l'École polytechnique,

446. [Hostinský, 1928b, Hostinský, 1928a]. Sur l'intervention de Hostinský nous renvoyons à [Bru, 2003, Mazliak, 2007a, Mazliak, 2015b].

447. [Hadamard, 1928b, 276].

448. Voir [Bru, 2003, 141-160] et [Mazliak, 2015b].

449. Voir p.83.

demande à Lévy de faire les trois conférences prévues sur les probabilités et la théorie des erreurs en remplacement de Georges Humbert, malade. Lévy avait déjà eu l'occasion de travailler sur les probabilités comme élève polytechnicien lorsqu'il se vit chargé de la rédaction des leçons de calcul des probabilités de Poincaré⁴⁵⁰. Il avait également lu la démonstration du TCL par Borel dans son livre de 1909⁴⁵¹. Dans ses mémoires, Lévy se rappelle également avoir suivi le premier cours sur les probabilités de Borel à la faculté des sciences, mais affirme avoir été déçu⁴⁵². De plus, Lévy affirme avoir finalement peu de souvenir de ces enseignements lorsqu'il prépare ses leçons en 1919⁴⁵³. Il s'engage alors dans une réflexion approfondie sur ce théorème et sur les probabilités.

Par ailleurs, en 1919, Lévy est toujours occupé par l'analyse fonctionnelle. À sa sortie de l'École polytechnique en 1907, Lévy suivit les cours de Hadamard au Collège de France et y trouva le sujet de sa thèse, soutenue en 1911. Cette thèse proposait une étude des équations intégral-différentielles satisfaites par les fonctions de Green en recourant à la théorie des fonctions de lignes de Volterra et au calcul fonctionnel de Hadamard⁴⁵⁴. Fin 1918, soutenu par Hadamard, il est chargé du cours Peccot au Collège de France de 1919.

Pour ce cours, Lévy se propose de généraliser le problème de Dirichlet et d'étudier systématiquement le problème de l'intégration dans le domaine fonctionnel⁴⁵⁵. Ce cours tire profit de son travail d'édition posthume des notes de René Gateaux⁴⁵⁶, à la demande de Hadamard, abordant notamment le problème de l'intégration dans les espaces abstraits⁴⁵⁷. Lévy trouve dans les papiers de Gateaux une méthode d'extension de l'intégration en dimension finie à un espace de dimension infinie par un passage à la limite de moyennes. Au même moment, Lévy contacte Fréchet qui avait proposé en 1915 une théorie de l'intégration dans les espaces abstraits⁴⁵⁸ et lui communique régulièrement ses avancées sur la question entre 1919 et 1924⁴⁵⁹. En 1922, Lévy publie ce cours dans un livre, intitulé *Analyse fonctionnelle*⁴⁶⁰, dans lequel apparaît une première jonction entre l'analyse fonctionnelle et le calcul des probabilités sous la forme d'une interprétation probabiliste

450. [Lévy, 1970, 69].

451. [Borel, 1909a].

452. [Lévy, 1970, 70].

453. [Lévy, 1970, 69].

454. Voir [Lévy, 2014, 27-32].

455. [Mazliak, 2015a, 401].

456. [Gateaux, 1919b, Gateaux, 1919a, Gateaux, 1922].

457. Voir plus haut 88. Pour plus de détails nous renvoyons à [Mazliak, 2015a].

458. [Fréchet, 1915].

459. Lettres 1-8, [Lévy, 2014, 55-70].

460. [Lévy, 1922a].

originale des formules d'intégration de Gateaux⁴⁶¹.

Entre 1919 et 1922, Lévy se donne pour but de reprendre les fondements du calcul des probabilités en vue de donner une démonstration qu'il juge mathématiquement satisfaisante du TCL. Il expose ses premiers résultats lors d'une conférence tenue dans le cadre d'un colloque international de philosophie à Paris. Suite à l'invitation de la Société anglaise de philosophie à Oxford en septembre 1920, la Société française de philosophie organise une session extraordinaire à laquelle sont invitées les sociétés anglaise, belge, italienne et étasunienne. Cette réunion se tient à la Sorbonne du 27 au 31 décembre 1921.

Lors de ce colloque, Lévy fait une intervention sur « les axiomes du calcul des probabilités et la loi de Gauss »⁴⁶². Il commence par une critique de « l'ancienne notion d'axiome, "vérité évidente non susceptible de démonstration" »⁴⁶³ qui selon lui « doit être abandonnée. »⁴⁶⁴ Pour lui « l'axiomatique doit comprendre : d'une part, un ensemble de définition, qu'à [son] avis c'est un tort d'appeler axiomes ; d'autre part, un ensemble de résultats expérimentaux, montrant l'accord de ces définitions avec la réalité » ajoutant que la meilleure axiomatisation « sera celle qui fait appel aux axiomes les plus faciles à admettre comme étant le résultat incontestable d'expériences courantes »⁴⁶⁵, critère, il en convient, « essentiellement subjectif »⁴⁶⁶. C'est dans cette perspective que Lévy propose de définir la notion de probabilité, et en particulier de donner un sens à une affirmation comme : « une urne contenant 10 boules, dont 4 rouges ; on dit que la probabilité de tirer une boule déterminée est $\frac{1}{10}$; la probabilité d'en tirer une rouge est $\frac{4}{10}$. »⁴⁶⁷ Son idée repose sur l'idée d'assimiler un événement très peu probable à un événement impossible comme fondement de la vérification expérimentale. Selon lui, cette assimilation permet de dégager les propriétés fondamentales du calcul des probabilités, en particulier la règle des probabilités composées (formule de Bayes). Lévy exprime ainsi une position déjà exprimée par Borel⁴⁶⁸ et par Hadamard⁴⁶⁹. Une fois ces principes posés, Lévy se tourne vers la « théorie mathématique » comprenant deux parties distinctes : « l'étude descriptive des

461. [Mazliak, 2015a, 404-407].

462. [Lévy, 1924a].

463. [Lévy, 1924a, 77].

464. [Lévy, 1924a, 77].

465. [Lévy, 1924a, 77].

466. [Lévy, 1924a, 77].

467. [Lévy, 1924a, 78].

468. [Borel, 1914a, 54, 227-228]. Sur cette interprétation, appelée également principe de Cournot, voir [Martin, 2018, Martin, 1994].

469. [Hadamard, 1922].

lois de probabilité possibles, et les conséquences de la règle de composition des probabilités. »⁴⁷⁰ La première étude repose sur la représentation des lois de probabilité à l'aide de la « fonction caractéristique » (aujourd'hui appelée fonction de répartition) F , définie par $F(x) = \mathbf{P}(X < x)$. Remarquant qu'il s'agit de fonctions à variations bornées, à valeur dans l'intervalle $[0; 1]$, il rappelle la classification due à Lebesgue et se réfère au livre de Lebesgue de 1904 sur l'intégration⁴⁷¹. Il introduit également la variance (qu'il appelle valeur moyenne quadratique) et l'espérance (qu'il appelle valeur probable). Le deuxième point de son programme consiste à étudier la loi, appelée loi résultante, d'une somme de variables aléatoires indépendantes, dont les lois sont dites composantes. Il mentionne notamment le TCL et son application à la théorie des erreurs et un contre-exemple avec la loi de Cauchy. Dans cette conférence, Lévy dessine ainsi un programme de recherche qui l'occupe jusqu'en 1925.

À partir de 1922, et jusqu'en 1924, Lévy publie une série d'articles sur le TCL et les lois stables. En effet, il aborde la question du TCL sous un angle général. Non seulement il cherche à déterminer une démonstration montrant la convergence en loi d'une moyenne de variables aléatoires centrées réduites de carré intégrable vers la loi de Gauss, mais il cherche également à déterminer toutes les lois jouant un rôle similaire à cette loi de Gauss. Son analyse du TCL et des lois stables attirent l'attention de deux mathématiciens étrangers : Jarl Lindeberg (1876-1932) et George Pólya.

La première note dans les *CRAS* de Lévy, présentée dans la catégorie « analyse mathématique » le 27 mars 1922, s'intéresse au rôle de la loi de Gauss dans la théorie des erreurs. Il y présente, dans une forme très condensée, les principaux axes de ses recherches. Il commence par une discussion de l'importance des hypothèses du TCL notamment à l'aide d'un contre-exemple, la loi de Cauchy qu'il remarque être également une loi stable par addition. D'une manière générale, il énonce que les lois stables admettent pour fonctions caractéristiques (au sens contemporain du terme) φ celles de la forme $\log \varphi(z) = -|az|^\alpha$, où $0 < \alpha \leq 2$. En outre, il affirme que chaque loi stable, admet un « domaine d'attraction » constitué de lois admettant comme loi limite cette loi stable. Lévy montre aussi que quand les lois des erreurs se répartissent entre deux domaines d'attractions distincts et que le nombre de lois dans chacun des domaines sont asymptotiquement équivalents, la loi limite est celle pour laquelle l'exposant α est le plus petit. Il signale enfin que la loi

470. [Lévy, 1924a, 81].

471. [Lebesgue, 1904]

limite obtenue en général n'est pas une loi stable et donne un contre-exemple.

Une première réaction à cette note vient du statisticien finlandais Lindeberg qui avait consacré ses recherches aux équations aux dérivées partielles jusqu'en 1918, puis s'était tourné vers la statistique et le calcul des probabilités⁴⁷². Suite à l'article de Richard von Mises (1883-1953) de 1919⁴⁷³, Lindeberg développe une méthode de démonstration du TCL originale en redécouvrant et en affinant en 1922 la démonstration proposée par Alexandre M. Liapounov (1857-1918) vingt ans plus tôt. La méthode suivie par Lindeberg consiste à comparer la somme de n variables aléatoires avec la somme de n variables aléatoires normales centrées réduites et de faire tendre n vers l'infini pour montrer que la différence tend vers zéro. Lindeberg profite d'une erreur dans la note de Lévy pour envoyer à Borel sa démonstration, présentée le 29 mai 1922 comme une note d'« analyse mathématique ». C'est grâce à l'intervention de Pólya que Lévy apprend l'existence de cette note⁴⁷⁴. Ce dernier publie donc une note⁴⁷⁵, présentée de nouveau par Hadamard, cette fois comme une note de calcul des probabilités, dans laquelle il corrige son erreur et donne quelques détails supplémentaires de sa démonstration⁴⁷⁶.

La seconde réaction vient de Pólya et n'est pas présente dans les *CRAS*, mais dans la correspondance qu'il initie avec Lévy suite à sa première note⁴⁷⁷. Dès 1919, Pólya, en poste à Zürich⁴⁷⁸, défend une approche fondée sur les fonctions génératrices des moments, méthode utilisée par Poincaré, qu'il communique à Lévy. Ce dernier critique l'usage de la fonction génératrice en soulignant l'avantage de la fonction caractéristique (au sens moderne du terme) φ , « toujours bien définie et $\varphi''(u)$ existe si le moment d'ordre 2 existe. »⁴⁷⁹. Ainsi, si Lévy se réfère par la suite à la méthode de Lindeberg ou Bernstein pour la démonstration du TCL, il ne mentionne jamais la méthode de Pólya. Mais celui-ci réagit également à l'étude des lois stables proposées par Lévy⁴⁸⁰. En 1918, Pólya avait proposé d'étudier la propriété de stabilité des lois de probabilité en recherchant les densités

472. Voir [Elfving, 2001].

473. [von Mises, 1919a]. Voir chapitre 4, et [von Plato, 1994].

474. Cette note de Lindeberg a pu échapper à son attention. Néanmoins Lévy témoigne lui-même de sa difficulté à lire les travaux mathématiques de ses collègues, le conduisant souvent à ne pas les connaître.

475. [Lévy, 1922c].

476. Pour plus de détail voir [Fischer, 2011, 233-238].

477. Nous renvoyons pour plus de détails à [Fischer, 2011, 218-233] ainsi qu'aux chapitre 4, p. 217. Les lettres sont conservées dans les Archives de l'ETHZ.

478. Pólya sera le premier conférencier probabiliste de l'IHP. Nous revenons plus en détails sur sa carrière probabiliste au chapitre 4, p. 214-222.

479. Archive de l'ETHZ, Lettre de Lévy à Pólya, 9 avril 1922.

480. Sur ce point nous renvoyons pour plus de détails à [Lévy, 2014, 22-27].

de probabilités φ , admettant des moments d'ordres quelconques, solution de l'équation intégrale :

$$\frac{1}{c}\varphi\left(\frac{x}{c}\right) = \frac{1}{ab} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi\left(\frac{u}{a}\right) \varphi\left(\frac{x-u}{b}\right) du$$

ce qui le conduisit à montrer que l'unique solution est la densité normale centrée réduite. Lévy montre beaucoup d'intérêt pour l'approche de Pólya des lois stables, qu'il considère « très simple et élégante », mais, encore une fois, suggère qu'une approche en termes de fonction caractéristique, permettant d'aborder des lois de probabilités qui ne sont pas nécessairement à densité, serait encore plus simple et générale.

Toujours dans l'objectif de préciser sa démonstration, Lévy publie une troisième note⁴⁸¹, présentée par Hadamard comme une note d'analyse mathématique. Cette troisième note précise les concepts utilisés par Lévy pour représenter les lois de probabilités. Il affirme qu'on peut la représenter soit par la fonction de répartition, soit par la fonction caractéristique. La note montre qu'il y a équivalence entre ces deux notions, en étendant la formule d'inversion de Fourier au cas où la fonction de répartition n'est pas absolument continue (formules de Fourier-Stieltjes). Il précise également la notion de convergence qu'il utilise pour montrer le TCL : une suite de lois de probabilités tend vers une loi limite, si la suite des fonctions de répartition converge simplement vers la fonction de répartition de la loi limite, sauf peut-être aux points de discontinuité. Cette définition se traduit en terme de fonctions caractéristiques, comme une convergence uniforme dans tout intervalle fini.

La discussion des lois stables engagée avec Pólya, continue de mobiliser l'attention de Lévy en 1923. Il publie deux notes, le 23 avril⁴⁸² dans la catégorie « analyse mathématique » et le 7 mai 1923⁴⁸³ dans la catégorie « calcul des probabilités ». La technique d'approche initialement utilisée par Lévy consiste à appliquer les notions de dérivée et d'intégrale d'ordre non-entier introduites par Riemann⁴⁸⁴. Remarquant que la fonction

481. [Lévy, 1922b].

482. [Lévy, 1923b].

483. [Lévy, 1923a].

484. Selon Lévy, [Lévy, 1923b, 1118], l'intégration d'ordre non entier $\alpha > 0$ d'une fonction f est définie par

$$I^\alpha[f(z)] = \frac{z^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \int_0^1 (1-t)^{\alpha-1} f(tz) dt$$

et sa dérivée d'ordre non entier $\alpha > 0$ par $D^\alpha[f(z)] = I^{-\alpha}[f(z)] = \frac{d^n}{dz^n} I^{n-\alpha}[f(z)]$, pour tout entier n . Le passage de Lévy par l'utilisation des dérivées d'ordre non entier n'est pas mentionnée ni dans [Fischer, 2011] ni dans [Lévy, 2014].

caractéristique φ d'une loi de probabilité vérifie l'égalité

$$\varphi(z) = E_0 + iE_1z + \cdots + E_p \frac{(iz)^p}{p!} + \Phi(z)$$

où E_h est le moment d'ordre h de la loi supposé fini pour tout $h \in [0; p + \alpha]$, p étant un entier et $0 < \alpha < 1$, il propose d'évaluer le reste $\Phi(z)$. Pour cela il utilise la notion de dérivée d'ordre non entier et obtient que $\Phi(z) = z^{p+\alpha}\varepsilon(z)$, où $\varepsilon(z) \rightarrow 0$ quand $z \rightarrow 0$. Il utilise ce résultat pour établir l'existence de lois stables symétriques⁴⁸⁵ et asymétriques⁴⁸⁶. La correspondance entre Lévy et Pólya, dans laquelle seule les lettres de Lévy sont conservées, signale que Pólya réagit défavorablement à cette approche, jugeant qu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une notion aussi complexe que la dérivée d'ordre non entier. Pólya envoie donc le manuscrit, rédigé en 1922, de son étude des lois stables⁴⁸⁷ à Lévy qui se laisse convaincre, et trouve un autre moyen en utilisant uniquement le développement limité de e^{izx} et des intégrations par partie. Cela étant, convaincu de l'intérêt que revêt l'opération de dérivation et d'intégration généralisée, Lévy publie une troisième note, présentée par Hadamard dans la catégorie analyse mathématique le 22 mai 1923, sur ce sujet⁴⁸⁸. En 1924, Lévy publie un mémoire sur la théorie des erreurs, dans lequel il a définitivement abandonné l'utilisation de la dérivée d'ordre non entier, et qui présente une première synthèse de ses travaux sur le TCL et les lois stables.

À partir de 1924, le rapprochement entre l'analyse fonctionnelle et le calcul des probabilités apparaît plus affirmé dans les travaux de Lévy grâce à sa rencontre avec Norbert Wiener qui travaille à la mise au point de sa théorie du mouvement brownien. En effet jusqu'en 1924, la relation des probabilités avec l'analyse fonctionnelle reste ponctuelle ; le calcul des probabilités sert de langage commode pour aborder un problème d'intégration dans l'espace fonctionnel⁴⁸⁹, et ses travaux d'analyse fonctionnelle l'ont familiarisé avec la transformée de Fourier-Stieltjes⁴⁹⁰ qu'il met à profit dans l'étude des lois de probabilités.

En 1924, Paul Lévy, alors président de la SMF, aide Wiener à rédiger en français un article pour le *Bulletin de la SMF*⁴⁹¹. Wiener avait commencé ses recherches dans le

485. [Lévy, 1923b].

486. [Lévy, 1923a].

487. [Pólya, 1923].

488. [Lévy, 1923c].

489. Voir [Mazliak, 2015a].

490. [Lévy, 1912].

491. [Wiener, 1924].

domaine de l'analyse fonctionnelle en étudiant l'intégration dans un domaine de dimension infinie⁴⁹². Il prit connaissance des travaux de Gateaux grâce à la publication des articles édités par Lévy⁴⁹³. Ses recherches le conduisent à une étude du mouvement brownien qu'il publie en 1921. Wiener rencontre Lévy en 1922, lors d'un séjour en France, et discute, notamment de la troisième partie du livre de Lévy de 1922⁴⁹⁴. Dans son mémoire de 1923⁴⁹⁵, Wiener reconnaît explicitement avoir trouvé dans les travaux et les discussions avec Lévy son inspiration pour la construction du mouvement brownien (« differential space ») qu'il présente. Le mémoire de Wiener pour le *Bulletin de la SMF*, présente sa théorie et y établit un lien entre l'analyse fonctionnelle et le passage du temps discret au temps continu pour les processus aléatoires car « tous les résultats de [son] article sur l'espace différentiel peuvent [...] être considérés comme des résultats sur les probabilités dénombrables »⁴⁹⁶. Ce mémoire conduit Lévy à s'intéresser à un problème théorique (sur lequel il reviendra à plusieurs reprises⁴⁹⁷), l'existence (signifiant la construction) d'une mesure de probabilité sur un espace à un nombre infini dénombrable de dimension. Il publie ses recherches d'abord dans la *Revue de Métaphysique et de Morale*⁴⁹⁸ puis dans son livre sur le calcul des probabilités⁴⁹⁹. Il faut pourtant attendre, selon son propre aveu, 1928 pour qu'il prenne conscience du lien profond avec les probabilités dénombrables⁵⁰⁰.

L'approche de Lévy s'oppose explicitement à celle de Borel. Il n'hésite pas à affirmer que des auteurs comme Poincaré, Borel et Guido Castelnuovo (1865-1952)⁵⁰¹ ont « négligé systématiquement un point de vue qui [lui] paraît assez important »⁵⁰², celui du mathématicien. Il estime en particulier que Borel et Deltheil, dans leur livre⁵⁰³, se sont « content[és] de raisonnement de bon sens »⁵⁰⁴, et attribue à Borel l'idée que la théorie des erreurs « ne justifie pas le matériel mathématique nécessaire pour y parvenir. »⁵⁰⁵

492. Pour une présentation détaillée, voir [Mazliak, 2015a].

493. [Gateaux, 1919b, Gateaux, 1919a].

494. [Lévy, 1922a].

495. [Wiener, 1923].

496. [Wiener, 1924, 577-578].

497. Voir chapitre 4, p. 198-202.

498. [Lévy, 1925b].

499. [Lévy, 1925a].

500. Voir chapitre 4.

501. Lévy fait référence au livre du mathématicien italien Guido Castelnuovo, [Castelnuovo, 1919]. Nous revenons plus en détails sur ce mathématicien et son rôle dans l'histoire des probabilités au chapitre 4, p. 226-228.

502. [Lévy, 1925a, v].

503. [Borel et Deltheil, 1923].

504. [Lévy, 1925a, v].

505. [Lévy, 1925a, vi]. Sur la position de Borel vis à vis de la démonstration du TCL voir le chapitre 1,

Lévy estime que « pour le mathématicien, cela ne saurait suffire »⁵⁰⁶, d'autant plus que cet « appareil mathématique n'est pas aussi imposant qu'on le croit généralement. »⁵⁰⁷

Cette opposition vis à vis de Borel n'est toutefois pas si simple. Les positionnements des probabilistes que nous avons mentionnés vis à vis des applications ne sont pas totalement binaires. Au premier niveau, quand il est question de l'interprétation d'une probabilité, Lévy reprend des idées déjà exprimées par Borel, notamment concernant les probabilités négligeables. Ensuite, au second niveau, Borel, surtout avant 1925, défend une approche tournée vers les applications et plus encore la mise en application. De ce point de vue le recours à des mathématiques élémentaires est une nécessité pour permettre un usage large des probabilités par des non-mathématiciens. Borel retrouve ses préoccupations dans certains écrits de Fréchet, Haag ou Galbrun. Cela étant, Borel s'intéresse aux applications à la physique et aux mathématiques, s'autorisant donc un recours à des mathématiques supérieures comme il l'avait lui-même été amené à le faire lors de ses premiers travaux probabilistes où il utilise par exemple la théorie de la mesure de Lebesgue. Par ailleurs, l'attention de Hadamard pour le théorème ergodique, et donc une application des probabilités à la physique, le conduit sans embarras à une formulation du problème en terme d'équations intégrales qui nécessite donc des techniques issues de l'analyse fonctionnelle. En un mot, Borel est soucieux d'adapter le matériel mathématique au lecteur qu'il envisage. Le point de friction entre Borel et Lévy, tient donc au fait que ce dernier propose une approche des fondements des probabilités en recourant immédiatement à des outils mathématiques transcendantes (fonction de répartition, intégrale de Stieltjes et transformée de Fourier-Stieltjes) excluant de fait les usagers ayant un bagage mathématique restreint. Cette opposition sur le traitement mathématique à accorder aux probabilités disparaît dans les classifications disciplinaires utilisées dans les *CRAS*. Les notes de Lévy, après deux notes classées en calcul des probabilités, et même en présence de contenus probabilistes, sont presque systématiquement dans la catégorie analyse mathématique. De la même façon, les notes écrites par Borel lui-même montrent un usage très spécifique de la catégorie calcul des probabilités. La moindre trace d'analyse ou d'algèbre conduit à classer la note en analyse ou en algèbre, et seule l'affirmation du caractère probabiliste de la note dans les premières lignes (le titre ne suffisant pas toujours) semble garantir son

p. 16.

506. [Lévy, 1925a, v].

507. [Lévy, 1925a, vi].

appartenance à cette catégorie.

Par ailleurs la situation de Lévy laisse peu de terrain commun avec Borel, du point de vue mathématique et institutionnel. Le fait que Lévy soit professeur à l'École polytechnique peut expliquer une position au premier abord paradoxale. Cette école a pour vocation de donner une formation scientifique pluridisciplinaire en vue de préparer les écoles d'application. On pourrait donc s'attendre à ce que Lévy développe une approche tournée vers les applications quitte à négliger l'appareil mathématique. L'École est cependant régulièrement animée par le débat sur la place à accorder aux mathématiques pures dans la formation des ingénieurs. Défendre une place centrale aux mathématiques pures apparaît donc comme un enjeu majeur, en particulier pour Lévy. De plus son insertion dans le champ mathématique peut expliquer une certaine distance avec Borel. En effet Lévy, occupe des postes à l'École polytechnique et à l'École des mines et participe à la vie de la Société mathématique de France dans laquelle il trouve la reconnaissance en tant que mathématicien. Il en devient membre en 1907, y fait des communications à partir de 1911⁵⁰⁸, en même temps qu'il s'engage dans sa thèse. Il devient secrétaire de la société en 1914, un des vice-présidents en 1920 et préside des séances de la société⁵⁰⁹. Il obtient la présidence de la SMF en 1924 et intègre son conseil comme membre l'année suivante. Borel quant à lui privilégie le réseau de l'École normale supérieure, est actif à la faculté des sciences de Paris et à l'Académie. Ses occupations politiques (député de 1924 à 1936, ministre de la marine en 1925) ne lui laissent donc aucun temps pour s'investir dans la SMF. Si Borel est au centre, on comprend que Lévy soit en situation marginale, et on comprend bien le sentiment souvent exprimé par celui-ci⁵¹⁰, d'être quelque peu négligé en tant que mathématicien.

2.3 LES PROBABILITÉS ET LES PROBABILISTES FRANÇAIS SUR LA SCÈNE INTERNATIONALE

Une partie de l'activité probabiliste française des années 20 se nourrit de contacts internationaux. Lévy puis Fréchet prennent un virage dans leur carrière, s'affirmant de plus en plus comme mathématiciens cherchant à résoudre des problèmes probabilistes indépen-

508. Il fait un exposé en 1911, 1914, 1920 et 1921.

509. 8 juin 1921, 9 mai 1923, 14 janvier 1925

510. Voir en particulier son autobiographie [Lévy, 1970].

damment d'éventuelles applications. L'un comme l'autre sont stimulés par les contacts avec des probabilistes étrangers, le premier avec Pólya et le second avec Hostinský. Dans le même temps, Borel, et dans une moindre mesure Hadamard, présentent à l'Académie des notes probabilistes d'auteurs étrangers

Les recenseurs du *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* offrent une vision de la France comme espace probabiliste. Les recensions des publications mathématiques en France et la classification disciplinaire utilisée permet ainsi d'identifier ce qui aux yeux des recenseurs relève des probabilités. Par ailleurs les congrès internationaux des mathématiciens sont l'occasion d'établir des contacts personnels et scientifiques. Si le congrès de Strasbourg (1920) et le Congrès de Toronto (1924) laissent peu de place aux probabilités, le Congrès de Bologne marque un tournant à l'échelle internationale pour les recherches probabilistes⁵¹¹. La présence d'Hadamard, de Lévy, de Fréchet et de Borel (absent, son exposé fut lu par Élie Cartan⁵¹²) à ce congrès fut également une occasion de se positionner sur la scène probabiliste internationale.

2.3.1 Perception internationale des publications probabilistes françaises

Le *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* propose un ensemble de recensions d'articles portant sur les mathématiques et se structure en parties, divisées en chapitres. Les recensions des textes probabilistes publiés entre 1918 et 1928 sont insérés dans le chapitre 16, « Wahrscheinlichkeitsrechnung nebst Anwendungen »⁵¹³, de la quatrième partie, « Analysis ». Les volumes publiés entre 1923 et 1926 recensent les textes publiés entre 1916 et 1920, ceux publiés entre 1925 et 1929 recensent les textes publiés entre 1921 et 1924, et ceux publiés entre 1932 et 1939, recensent les textes publiés entre 1925 et 1934⁵¹⁴. Les recensions n'étant pas datées, il est difficile de mesurer l'existence d'un biais rétrospectif, c'est-à-dire dans quelle mesure un recenseur identifie le domaine disciplinaire à l'aune de développements ultérieurs à la publication de l'article recensé. Il convient donc de tenir compte des distorsions temporelles inhérentes à ce périodique. Néanmoins l'étude des recensions de textes probabilistes publiés en France permet de mettre en évidence la diversité et la richesse de l'espace éditorial français dans ce domaine.

511. Voir [Bru, 2003].

512. [Capristo, 2016].

513. Calcul des probabilités et applications.

514. Sur les difficultés rencontrées par le *Jahrbuch* nous renvoyons à [Siegmond-Schultze, 1993b].

En tant que publication scientifique de référence internationale, les *CRAS* sont particulièrement bien représentés, avec 91 articles recensés. La différence entre le nombre de notes du corpus probabiliste identifié dans les *CRAS* et le nombre d'articles probabilistes recensés dans le *Jahrbuch* peut être interprétée de plusieurs façons. Tout d'abord, comme nous l'avons signalé, trois notes de Lévy et la note de Lindeberg⁵¹⁵, sont classées en « analyse » même s'il est question de calcul des probabilités. Le *Jahrbuch* recense 15 notes probabilistes en dehors du corpus probabiliste des *CRAS*, dont 5 dans la catégorie « analyse », 6 dans la catégorie « statistique » ou « statistique mathématique », et 1 dans chacune des matières « économique », « physique biologique », « physique mathématique » et « théorie des fonctions ». Enfin 8 des notes probabilistes des *CRAS* ne sont pas recensées dans le *Jahrbuch*.

Étant donné le nombre important de journaux mathématiques français recensés, le *Jahrbuch* offre un panorama large des publications probabilistes françaises. Tout d'abord, deux journaux mathématiques, le *Bulletin de la société mathématique de France* et le *Bulletin des sciences mathématiques*, publient respectivement 4 et 8 articles recensés comme probabilistes dans le *Jahrbuch*. On retrouve ainsi les articles de Lévy et Wiener publiés dans le premier et les articles de Hostinský et Haag dans le second. On peut également ajouter à cette liste les *Nouvelles annales de mathématiques* dans lequel sont recensés 4 articles, dont 2 de Haag (mentionnés plus haut) et 1 de Guldberg. Le *Jahrbuch* montre également la place accordée aux probabilités dans des revues professionnelles, comme le *Bulletin trimestriel de l'Institut des actuaires français* dans lequel sont recensés 6 articles et le *Journal de la société statistique de Paris* dans lequel un article est recensé. Le *Jahrbuch* recense également trois articles dans deux périodiques de philosophie, dont deux dans la *Revue de métaphysique et de morale* et un dans les *Archives de philosophie*. Enfin, le *Jahrbuch* recense 8 articles dans des revues scientifiques généralistes non spécialisées : 7 dans la *Revue générale des sciences* et un dans la *Revue scientifique*.

Le *Jahrbuch* recense également des livres de probabilités. Les ouvrages de probabilités que nous avons mentionnés sont recensés : les fascicules du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* et le *Calcul des probabilités* de Lévy édités chez Gauthiers-Villars, le *Calcul des probabilités à la portée de tous* de Fréchet et Halbwachs chez Doin. Gauthier Villars propose un catalogue comprenant un ouvrage sur les applications à l'artillerie avec

515. [Lindeberg, 1922].

La probabilité dans les tirs de guerre, du polytechnicien Jean Aubert (1894-1984), un autre sur la statistique avec le livre *Statistique mathématique* du mathématicien hongrois Jordán, et une *Théorie nouvelle de la probabilité des causes* de l'officier de la marine Millot, ces deux derniers auteurs ayant trouvé, comme on l'a vu plus haut, un soutien à l'Académie des sciences en la personne de Maurice d'Ocagne. Si Gauthiers-Villars domine assez clairement la scène éditoriale, notons que l'éditeur Doin publie également 3 livres recensés comme probabilistes. Outre le livre de Fréchet et Halbwachs, cette maison publie la *Théorie mathématique des assurances* de P. J. Richard et de E. Petit, et la *Statistique mathématique* de Darmois sur lequel nous reviendrons plus loin ⁵¹⁶.

Les recensions du *Jahrbuch* mettent en évidence l'existence d'un espace éditorial diversifié pour les contenus probabilistes qui regroupe un espace dédié aux mathématiques, à la philosophie, à l'actuariat, à la statistique ainsi qu'un espace dédié au lectorat non spécialiste. On remarque ainsi que le *Traité* dirigé par Borel représente assez fidèlement l'activité probabiliste française des années 1920. On notera l'absence de la physique dans ces recensions mais le *Jahrbuch* dispose de chapitres regroupant les textes sur la physique statistique et la physique quantique qui sont les deux sujets de physique abordés dans le *Traité*. Par ailleurs, cet espace éditorial mobilise une diversité d'acteurs signalant ainsi la diversité des cultures probabilistes. À ce titre le *Traité* peut apparaître comme un moyen d'une reprise en main par les mathématiciens de cette culture. Enfin, au delà des *CRAS*, l'espace éditorial français est relativement ouvert aux auteurs étrangers, en particulier dans les périodiques mathématiques.

2.3.2 *Des probabilistes français à Bologne*

Entre 1918 et 1928, trois Congrès internationaux des mathématiciens sont organisés. Le premier à Strasbourg, en 1920, se veut avant tout un congrès affirmant la victoire sur les empires centraux et aucun d'eux n'est représenté. Le choix symbolique de la ville de Strasbourg, redevenue française, exprime cette volonté française de montrer son excellence scientifique. À cette occasion, deux pays créés après la Première Guerre mondiale, la Pologne et la Tchécoslovaquie, trouvent un lieu pour se faire représenter et intégrer la scène mathématique internationale.

Concernant les probabilités, il n'y a aucune session prévue pour ce sujet lors de ce pre-

516. Voir chapitre 5, p.268-271.

mier Congrès d'après-guerre. Pour autant des rencontres entre mathématiciens sont déjà possibles et auront l'occasion d'être mises à profit dans le futur. L'académicien Hadamard, et le futur académicien Borel, y participent ainsi que certains probabilistes ou statisticiens étrangers qui dans les années suivantes enverront des notes probabilistes à l'un ou l'autre de ces académiciens : Harald Cramér (1893-1985) et Alf Guldberg. Par ailleurs, Fréchet, Wiener et Percy John Daniell (1889-1946) participent à ce congrès et ont, peut-être, discuté d'intégration dans les espaces abstraits, de la méthode employée par Fréchet ou de celle de Gateaux telle que Lévy en rend compte⁵¹⁷. Pour Fréchet, c'est également l'occasion de faire la rencontre en personne de son correspondant tchécoslovaque Hostinský avec lequel les échanges sont sur le point de prendre un tournant probabiliste⁵¹⁸. Enfin Darmon, professeur à Nancy et bientôt professeur à l'ISUP, participe à ce congrès.

Lors du congrès de Toronto, quatre ans plus tard, le sort réservé aux probabilités n'est guère meilleur, aucune session n'abordant explicitement les probabilités. Plusieurs conférences de la section V (consacrée à la statistique, l'actuariat et l'économie) abordent cependant explicitement le calcul des probabilités, signalant que cette section est identifiée comme le lieu légitime pour présenter des travaux probabilistes. Fréchet y fait une conférence consacrée au calcul des primes d'assurance, dans laquelle il propose d'établir une formule permettant de calculer les primes quel que soit le contrat d'assurance. Cette conférence est explicitement adressée aux actuaires et aux candidats à l'Institut des actuaires, et s'inscrit ainsi dans le contexte de son enseignement à l'Institut commercial de Strasbourg. Parmi les conférenciers de cette section, plusieurs statisticiens seront en contact avec Fréchet dans les années suivantes : le britannique Ronald A. Fisher et le danois Johan F. Steffensen (1873-1961) qui tous les deux feront des conférences à l'IHP dans les années 1930 ainsi que le statisticien italien Corrado Gini (1884-1965). Par ailleurs, Jules Haag fait une intervention explicitement consacrée à un sujet probabiliste dans une conférence de la première section consacrée à l'algèbre, la théorie des nombres et l'analyse. Lors de cette conférence, Haag présente une étude des probabilités d'une succession d'événements dont la probabilité de réalisation est indépendante de l'ordre de réalisation, idée qui sera reprise à la fin des années 20 notamment par Bruno de Finetti (1906-1985) puis par Khintchine dans les années 30 sous le nom d'événements équivalents⁵¹⁹, sans

517. Nous renvoyons à nouveau à [Mazliak, 2015a] pour plus de détails.

518. [Havlova *et al.*, 2005].

519. Nous revenons plus en détails sur ce sujet au chapitre 4, p. 242 et p. 245.

connaître d'ailleurs l'exposé de Haag.

Le congrès de Bologne de 1928 marque, du point de vue des probabilités, un tournant majeur. Ce congrès, tenu du 3 au 10 septembre 1928, est plus largement un événement scientifique majeur à trois titres. Pour la première fois depuis la Première Guerre mondiale, les nations des empires centraux (en particulier l'Allemagne) y sont représentées⁵²⁰. Les défenseurs d'une attitude intransigeante vis à vis de ces nations, comme Émile Picard, refusent d'y participer. Le Congrès sert également de vitrine au régime fasciste de Mussolini désormais solidement implanté. Bernard Bru met en avant cet aspect pour expliquer l'absence de Borel, invité à faire la première conférence plénière, qui décide de faire lire sa conférence par Élie Cartan⁵²¹. Dans le domaine des probabilités, ce congrès contribue à consacrer l'étude des processus markoviens comme un sujet de recherche fondamental⁵²². La place accordée aux mathématiques du hasard dans ce congrès permet aux mathématiciens transalpins de mettre en valeur l'activité probabiliste dynamique et largement internationale qui s'organise en Italie depuis la fin du XIX^e siècle⁵²³.

Lors de ce congrès trois mathématiciens français abordent des questions relatives aux mathématiques du hasard. Cartan lit, lors d'une séance plénière, la conférence de Borel sur « Le calcul des probabilités et les sciences exactes » dans laquelle l'auteur cherche à convaincre son auditoire de l'importance des applications du calcul des probabilités aux sciences exactes, à savoir, la physique et les mathématiques. Hadamard fait une conférence dans la section « Mécanique, Astronomie, Géodésie, Physique mathématique et théorie physique » qui aborde le problème du battage des cartes qui, comme nous l'avons vu, est aux yeux de Hadamard en lien avec l'hypothèse ergodique en physique statistique. Enfin Darmais fait une conférence dans la section « Statistique, économie mathématique, calcul des probabilités, sciences actuarielles » sur l'analyse statistique des séries temporelles .

Pour leur part, Lévy et Fréchet font des conférences d'analyse, dans la section d'analyse pour le premier et en session plénière pour le second. Cela étant, ces deux mathématiciens se présentent comme des interlocuteurs sur les questions des mathématiques du hasard ; ils participent à des discussions dans la section IV (Calcul des probabilités, statistique mathématique, théorie des erreurs, moyennes et interpolation, économie mathématique

520. Voir [Lehto, 1998].

521. [Bru, 2003]. Pour une discussion de cette hypothèse, voir [Capristo, 2016].

522. [Bru, 2003].

523. Nous revenons plus en détail sur ce point au chapitre 4, 222-232.

et science actuarielle) du congrès⁵²⁴. En outre Fréchet, en partie remplacé par Darmois, préside l'une des séances de cette section, au cours de laquelle un projet de société savante internationale consacrée aux probabilités est lancé (mais restera sans suite). Darmois est nommé représentant français dans cette société. La génération de Fréchet, Lévy et Darmois profite donc de ce moment exceptionnel pour les probabilités pour se présenter sur la scène internationale comme des interlocuteurs de premier plan dans le domaine des probabilités.

Entre 1918 et 1928, l'activité probabiliste française connaît une transformation profonde et un tournant majeur se situe en 1925.

Entre 1918 et 1925, Borel se construit un statut de patron des probabilités qui repose sur l'acquisition de plusieurs positions institutionnelles : d'une part la chaire de calcul des probabilités et de physique mathématiques, d'autre part à l'Académie des sciences, auxquelles on peut ajouter la présidence de la SSP. Il utilise ces positions pour lancer son *Traité du calcul des probabilités* lui donnant ainsi un moyen de mener une politique scientifique envers les mathématiques du hasard. Cette politique repose sur la mobilisation de mathématiciens français issus de l'École normale et sur un réseau d'auteurs scandinaves. En particulier, il promeut deux auteurs français dans les *CRAS* : Haag et Fréchet. Comme le montrent les notes qu'il présente et le *Traité*, Borel privilégie les applications et un cadre probabiliste qu'il a lui-même perfectionné. Maurice d'Ocagne présente des notes probabilistes s'insérant dans ce courant de pensée.

La publication du *Calcul des probabilités* de Lévy marque une rupture en proposant un traitement unifié et reposant sur des mathématiques transcendantes, fruit d'un travail initié à partir de 1919. De façon remarquable, Lévy développe des recherches qui le conduisent à un rapprochement entre l'analyse fonctionnelle (dont il est un spécialiste) et les calcul des probabilités. Cette approche l'amène non seulement à une démonstration du TCL, mais aussi à identifier un nouveau concept : les lois stables. À partir de 1926, la rupture semble consommée et avoir des effets du côté du réseau de Borel. Maurice Fréchet qui vient de publier son livre *Les espaces abstraits*, dialogue avec Lévy depuis 1919⁵²⁵ et

524. [Union mathématique internationale, 1932, t.1, p. 97, 104, 128].

525. [Lévy, 2014].

semble déterminé à se ranger du côté de Lévy pour ce qui est des recherches sur la théorie mathématique des probabilités. Haag quant à lui cesse d'écrire des notes probabilistes au *CRAS* et la publication du *Traité* connaît une première pause.

Ce nouveau courant porté par Lévy et Fréchet montre par ailleurs une insertion dans l'espace international nouveau. Lévy et Fréchet échangent avec des correspondants étrangers, respectivement Pólya et Hostinský, sur les probabilités. Ils profitent du Congrès de Bologne de 1928 pour participer aux discussions de la section consacrée aux probabilités se montrent ainsi comme des interlocuteurs français spécialisés dans les probabilités. Georges Darmois n'est d'ailleurs pas en reste. Lui aussi adopte l'approche probabiliste de Lévy et cherche à se montrer sur la scène internationale et à établir des contacts internationaux autour des questions de statistique probabiliste.

En 1926, Borel se lance dans la création de l'Institut Henri Poincaré et prolonge ainsi une politique visant à agréger les efforts autour des probabilités, en y ajoutant une composante internationale. En offrant une place à Fréchet, Darmois et Lévy, l'IHP contribue à accentuer la théorisation mathématique des probabilités.

———— CHAPITRE 3 ————

CONSTRUIRE UN CENTRE, TENIR LE CENTRE : L'INSTITUT HENRI POINCARÉ DE 1926 À 1940

L'Institut Henri Poincaré est inauguré en 1928. La construction du bâtiment et l'élaboration institutionnelle sont le fruit de négociations menées avec la Fondation Rockefeller, la banque Rothschild Frères, le gouvernement français et l'université de Paris. Le projet est initialement conçu lors de discussions avec des représentants de la Fondation Rockefeller qui apporte une part substantielle et déterminante du financement de l'IHP. En outre ces discussions contribuent fortement à délimiter le périmètre scientifique de cet institut, en le consacrant aux mathématiques, à la physique, ainsi qu'au calcul des probabilités, et à définir son activité : organiser des conférences faites par des scientifiques français ou étrangers et assurer les enseignements de la chaire de Calcul des probabilités et de physique mathématiques (CPPM) et de la chaire de Théories physiques (TP, créée avec l'IHP).

L'historiographie et les acteurs eux-mêmes insistent souvent sur le rôle important de la Fondation Rockefeller dans la création de l'IHP. Cette entreprise philanthropique, créée en 1913 par l'industriel à la tête de la *Standard Oil*, joue un rôle décisif dans la vie scientifique parisienne, française et internationale, de même que d'autres philanthropies comme la Fondation Carnegie ou la Fondation Ford. Cela étant, l'historiographie de l'IHP et de la Fondation Rockefeller tendent à montrer qu'il existe des enjeux scientifiques particuliers au-delà de l'importance du financement.

Les travaux de Ludovic Tournès sur les fondations philanthropiques étasuniennes au XX^e siècle⁵²⁶ donnent un éclairage sur le fonctionnement de ces fondations et montrent qu'elles agissent en vue de contribuer à la constitution d'une élite scientifique interna-

526. En particulier [Tournès, 2010, Tournès, 2013].

tionale. L'auteur met en lumière une organisation bureaucratique en réseau à même de collecter et de traiter des informations sur les situations locales. Ce type d'organisation permet aux fondations de mener à bien des actions à une échelle locale en participant financièrement ou en intervenant sur l'élaboration de projets. Cela étant l'auteur insiste sur le fait qu'il s'agit de co-construction *in situ* s'appuyant sur des dynamiques locales.

Les travaux de Reinhard Siegmund-Schultze illustrent bien ce processus dans ses études sur les actions de la Fondation Rockefeller dans le domaine des mathématiques. Dans un article publié en 2009, au sein d'un dossier consacré aux mathématiques en France dans l'entre-deux-guerres, Reinhard Siegmund-Schultze⁵²⁷ identifie la création de l'IHP comme un moyen de modernisation des mathématiques françaises. Dans son analyse, l'auteur identifie deux stratégies de modernisation mises en place par les mathématiciens parisiens dans l'entre-deux-guerres : une modernisation institutionnelle qu'il qualifie de « concrète, plus traditionnelle et institutionnalisée »⁵²⁸, une modernisation intellectuelle qu'il qualifie d'« abstraite, jeune et intellectuelle »⁵²⁹. La seconde stratégie est portée par le groupe Bourbaki, tandis que la première est portée par les dirigeants de l'IHP et notamment par Borel. La stratégie institutionnelle articule une volonté de développer les contacts scientifiques internationaux, notamment en opposition avec le boycott de la science allemande mis en place au lendemain de la Première Guerre mondiale, avec un intérêt particulier pour un domaine scientifique : la stochastique⁵³⁰. Dans cette perspective d'histoire des mathématiques, et compte tenu de ce que nous avons montré dans la partie précédente⁵³¹, l'IHP apparaît comme l'aboutissement d'un processus institutionnel spécifique concernant la théorie des probabilités à l'université de Paris porté par Borel.

Pour autant, l'IHP ne vise pas uniquement les mathématiques mais également la physique. Dans son analyse sur la physique et les physiciens en France, Dominique Pestre⁵³² tire un bilan mitigé sur le rôle de l'IHP. L'auteur estime que les physiciens français entretiennent une forme d'isolationnisme s'inscrivant dans un isolement culturel français plus général. En particulier, il affirme que le caractère international des conférences de l'IHP tient aux conditions érigées par la Fondation Rockefeller, acteur clé dans la construction

527. [Siegmund-Schultze, 2009].

528. « concrete, more traditional and institutionally backed », [Siegmund-Schultze, 2009, 257]

529. « abstract, youthful and intellectual », [Siegmund-Schultze, 2009, 257]

530. [Siegmund-Schultze, 2009, 272-280].

531. Voir chapitre 1 et 2

532. [Pestre, 1992]

de l'Institut ⁵³³. Les travaux de Pestre et de Siegmund-Schultze mettent ainsi en évidence la situation particulière de l'IHP au sein de la faculté des sciences de Paris, à la frontière entre physique et mathématique et donc suivant des stratégies différenciées entre ces deux disciplines.

Les perspectives adoptées par ces deux auteurs privilégient l'étude des relations internationales dans les analyses. Cependant, dans le cadre d'une analyse en terme de transfert culturel, telle que nous l'envisageons, ces relations interviennent dans un processus construit localement, et ce changement de perspective invite à reprendre une analyse de l'activité de l'IHP dans son ensemble. En outre, leur approche en terme d'histoire disciplinaire ne permet pas de comprendre la spécificité de l'IHP qui revendique une place en partie frontalière entre les mathématiques et la physique. Nous revenons donc sur la construction et le fonctionnement de cet institut en tenant une analyse d'ensemble au plus près des acteurs.

Comme nous l'avons mentionné, la construction de l'IHP ne fait pas uniquement intervenir la Fondation Rockefeller, mais également la banque Rothschild Frères, l'université de Paris, la faculté des sciences et le gouvernement français. Le projet fait l'objet de négociations qui contribuent à donner sa forme définitive à un institut tant dans son orientation scientifique que dans son activité ou dans son insertion institutionnelle. Nous mettons en évidence leurs projets respectifs et la construction d'un compromis au cours des négociations. En particulier, notre analyse met en évidence le rôle actif d'un petit groupe de scientifiques à même d'agrèger les moyens, institutionnalisés au sein de l'IHP, pour mener à bien une politique scientifique particulière.

Les conférences constituent certainement l'activité la plus visible de l'IHP. L'analyse des profils des invités et des profils des conférenciers nous a permis d'identifier deux caractéristiques essentielles pour notre analyse en termes de transfert culturel. Tout d'abord, nous avons pu dresser une géographie des invitations qui retranscrit la représentation spatialisée des développements scientifiques dessinée par le choix des invités opéré par les dirigeants de l'IHP. Cette géographie doit cependant s'accommoder des convulsions politiques européennes des années 1930 et de la montée de gouvernements autoritaires.

533. « Si le nombre global des invités augmente, cela est dû aux seules règles administratives de l'Institut Henri Poincaré. Or l'obligation faite à cet institut de recevoir annuellement des conférenciers est le fait essentiel de l'International Education Board qui a demandé explicitement la mise en place de cette clause. Elle n'est donc pas totalement le fait premier d'un changement d'état d'esprit des scientifiques français. » [Pestre, 1992, 156]

Ensuite, les dirigeants de l'IHP s'assurent de la valorisation des savoirs présentés à l'IHP en sélectionnant principalement des scientifiques ayant déjà acquis une reconnaissance scientifique locale et internationale et par la diffusion des contenus de ces conférences grâce aux *Annales de l'Institut Henri Poincaré*.

Par ailleurs, si l'IHP se présente volontiers comme un institut à la frontière entre physique et mathématique, nous verrons que son activité scientifique valorise en fait certaines thématiques et entretient un rapport différencié avec ces deux disciplines. Notre analyse des titres des 108 conférences faites dans les amphithéâtres de l'IHP et des parcours des 75 conférenciers montre l'intérêt particulier porté aux recherches dans le domaine de la physique de la matière et du rayonnement et dans le domaine des probabilités menées par des scientifiques ayant acquis une solide réputation locale et internationale. Notre étude des nominations aux chaires de TP et de CPPM permet d'identifier des stratégies propres vis-à-vis de la physique et des mathématiques. Si du côté de la physique l'objectif semble être de constituer au sein de la faculté des sciences un noyau de physiciens porteurs d'une nouvelle physique, du côté de la chaire de CPPM, la stratégie consiste manifestement à inscrire ce poste dans les carrières mathématiciennes parisiennes.

Nous montrerons ainsi que l'IHP institutionnalise les moyens pour mettre en œuvre un transfert culturel. Ses dirigeants inscrivent cet institut à la croisée de trajectoires individuelles en vue de capter des savoirs scientifiques précis développés dans différents espaces culturels. Par le jeu de la reconnaissance scientifique des acteurs impliqués (dirigeant, enseignants, conférenciers), cet institut acquiert une position privilégiée au sein de l'activité scientifique parisienne dans le domaine de la physique théorique et des probabilités.

3.1 CONSTRUCTION ET FONCTIONNEMENT DE L'INSTITUT HENRI POINCARÉ

La Fondation Rockefeller, par l'intermédiaire de l'International Education Board (IEB), joue un rôle décisif dans la création de l'IHP. Pour autant, cette fondation n'est pas à l'origine de ce projet et n'est pas l'unique acteur impliqué. La création de cet institut au sein de la faculté des sciences résulte en particulier d'interactions avec l'université de Paris. Par ailleurs le gouvernement français et Edmond de Rothschild contribuent, certes dans des proportions moindres que l'IEB, au financement de l'IHP.

Du côté français, Émile Borel et Charles Maurain se chargent de mener les discussions.

Ces deux scientifiques, respectivement professeur de la chaire de CPPM et doyen de la faculté des sciences de Paris, assurent l'aboutissement du projet dans leurs négociations. Mais, pour diriger l'IHP, ces deux hommes s'entourent de Jean Perrin et Paul Langevin. Ce quatuor de scientifiques constitue la part visible d'un réseau de scientifiques partageant un intérêt commun pour la nouvelle physique et convaincu de l'intérêt d'une coopération scientifique internationale.

3.1.1 *L'action de la Fondation Rockefeller à l'échelle locale*

Pour mieux comprendre l'intervention de la Fondation Rockefeller dans la création de l'IHP, nous revenons sur cette fondation. Nous reprenons les lignes des argumentations de Ludovic Tournès et de Reinhard Siegmund-Schultze. Les analyses menées par Tournès ne portent pas spécifiquement sur la fondation Rockefeller, mais plutôt sur le phénomène philanthropique initié par les fondations Carnegie, Rockefeller et prolongé par la fondation Ford. En prenant cette distance, l'auteur met en évidence des similarités et des spécificités que nous rappelons dans la suite. Pour sa part Reinhard Siegmund-Schultze s'est intéressé au rôle de l'International Education Board (IEB) dans le domaine des mathématiques. Ce travail permet de mettre en évidence comment la construction de l'IHP s'insère dans l'*agenda*⁵³⁴ de l'IEB.

Grâce à une analyse globale des fondations philanthropiques étasuniennes, Ludovic Tournès montre que les politiques menées par ces organisations présentent trois points communs⁵³⁵. Elles assurent la promotion d'un modèle de société associant la libre entreprise, la paix et la démocratie. Elles s'organisent en réseaux et opèrent suivant des stratégies exploitant cette organisation. Aux États-Unis, elles déploient des réseaux mêlant milieux universitaires et administration fédérale. Ce modèle de réseaux d'institutions, déployés dans plusieurs pays et notamment la France, permet la production, la circulation et le traitement de l'information. Enfin elles agissent à l'échelle mondiale s'inscrivant en complémentarité de la diplomatie des États-Unis d'Amérique. En particulier, ces entreprises philanthropiques s'insèrent au sein d'organisations internationales et en particulier au sein de la Société des nations, leur permettant une action transnationale.

Selon Tournès, les fondations philanthropiques agissent en vue de « contribuer à bâtir

534. Au sens anglais du terme : programme, ensemble de priorités.

535. Voir [Tournès, 2010, 9-10]

une société rationnelle, productive et en route vers le progrès grâce à la connaissance scientifique sous toutes ses formes »⁵³⁶. Ces organisations participent ainsi au développement des savoirs scientifiques en intervenant sur l'organisation des moyens de production de ces savoirs. Le mode opératoire adopté consiste à s'appuyer sur des réseaux locaux d'acteurs et d'institutions. Tournès souligne le fait que, en particulier dans l'entre-deux-guerres, l'intervention des fondations prend la forme d'une « coproduction *in situ* »⁵³⁷. Loin d'une importation d'un modèle pré-établi, il montre que les fondations interviennent sur des projets existants « pour résoudre problèmes, blocages et archaïsmes »⁵³⁸. Les fondations interviennent donc avec « leur arsenal technique, financier et rationalisateur » en s'intégrant « systématiquement dans des processus déjà enclenchés avant leur arrivée, en s'appuyant sur les fractions réformatrices, ou qu'elles supposent telles, qu'elles se sont attachées à identifier préalablement, et dont elles appuient l'action. »⁵³⁹

En outre, Tournès montre que les fondations contribuent activement aux contenus scientifiques. En effet « celles-ci n'entendent pas seulement être des intermédiaires entre la production et l'application du savoir, mais ambitionnent de participer à la production du savoir et à la redéfinition des champs disciplinaires ainsi qu'au déplacement de la frontière entre sciences de la nature et sciences sociales. »⁵⁴⁰ Les fondations soutiennent ainsi une vision transversale des sciences et orientent leurs actions vers le développement au sein des disciplines scientifiques et dans les applications. Par ailleurs, l'action des fondations s'inscrit sur la longue durée. L'auteur note en effet que « les fondations nouent des liens avec de nombreux interlocuteurs pendant 10, 20 voire 30 ans »⁵⁴¹ et que les « projets des fondations [...] se déploient aussi parfois sur des périodes longues »⁵⁴².

Selon Tournès, « les grandes fondations américaines ont été pleinement impliquées tout au long du siècle dans la restructuration des champs scientifiques européens, en ce qui concerne à la fois la circulation des savoirs, mais aussi la construction d'institutions. »⁵⁴³ Ces fondations se contentent « le plus souvent [de] surfer sur une vague ascendante et [de] donner une impulsion à des projets déjà engagés, impulsion il est vrai souvent déci-

536. [Tournès, 2013, p. 17]

537. [Tournès, 2013, p. 13]

538. [Tournès, 2013, p. 13]

539. [Tournès, 2013, p. 13]

540. [Tournès, 2013, p. 18]

541. [Tournès, 2013, p. 362]

542. [Tournès, 2013, p. 362]

543. [Tournès, 2010, 185]

sive. »⁵⁴⁴. Ce faisant « l'action des fondations sur le long terme accompagne et favorise des évolutions fortes »⁵⁴⁵ comme « l'affirmation intellectuelle de nouvelles disciplines »⁵⁴⁶.

Par ailleurs, Tournès note que la France et la Fondation Rockefeller constituent deux cas particulièrement intéressants dans l'étude de l'action de ces fondations. En effet, « la France est l'un des pays où les plus grandes d'entre elles (Carnegie, Rockefeller, Ford) ont été présentes presque sans discontinuer depuis la première décennie du XX^e siècle jusqu'au début des années 1970. »⁵⁴⁷ De plus « l'analyse globale de l'action des fondations montre [...] que la plupart des grandes institutions françaises d'enseignement supérieur et de recherche ont bénéficié, à des moments différents et à des degrés divers, du financement philanthropique, depuis les universités jusqu'au Centre national de la recherche scientifique en passant par le Collège de France, l'Institut Pasteur, la Maison des sciences de l'Homme ou encore la Fondation nationale des sciences politiques. »⁵⁴⁸ De plus ayant montré qu'« il existe bel et bien une *philanthropic touch* »⁵⁴⁹, Tournès souligne que « la fondation Rockefeller est sans doute la meilleure représentante avec ses enquêtes préliminaires systématiques, son diagnostic des problèmes à traiter, son choix minutieux des interlocuteurs et sa volonté de les associer systématiquement aux actions entreprises en entretenant avec eux un contact permanent. »⁵⁵⁰ C'est précisément cette méthodologie, dans le domaine des mathématiques, que Reinhard Siegmund-Schultze met en lumière.

Dans son livre⁵⁵¹ publié en 2001, Reinhard Siegmund-Schultze présente ses recherches sur le rôle joué par la Fondation Rockefeller dans les moyens de « communications internationales mathématiques »⁵⁵², entendant par là les circulations internationales de mathématiciens ou de publications mathématiques (périodiques ou livres), « la communication des mathématiques avec les disciplines voisines »⁵⁵³ ou encore la « combinaison de l'enseignement et de la recherche »⁵⁵⁴. L'ensemble de son travail aborde ce problème en croisant les intérêts des différentes parties qu'il identifie comme étant les bureaucrates de

544. [Tournès, 2010, 186]

545. [Tournès, 2013, p. 363]

546. [Tournès, 2013, p. 363]

547. [Tournès, 2013, p. 8]

548. [Tournès, 2013, p. 9]

549. [Tournès, 2013, p. 360]

550. [Tournès, 2013, p. 360]

551. [Siegmund-Schultze, 2001].

552. « international communication in mathematics »[Siegmund-Schultze, 2001, p. 23]

553. « the communication of mathematics with neighbouring disciplines »[Siegmund-Schultze, 2001, p. 23]

554. « combination of teaching and research »[Siegmund-Schultze, 2001, p. 24]

la Fondation Rockefeller, les intermédiaires scientifiques états-uniens et les scientifiques en place dans les différents pays où agit cette fondation.

Reinhard Siegmund-Schultze montre que les bureaucrates de la Fondation Rockefeller sont porteurs de valeurs étasuniennes : patriotisme étasunien, méfiance de l'état centralisé et des nationalismes étroits, certitude en la supériorité de la culture de marché étasunienne, rejet des dictatures, promotion de l'interdisciplinarité et de l'autonomie du développement scientifique⁵⁵⁵. En particulier, il remarque que l'internationalisme défendu s'inscrit dans des stratégies pour atteindre des buts proprement étasuniens⁵⁵⁶. À titre d'exemple, il mentionne le choix de Paris pour y installer un bureau de l'International Education Board, comme relevant spécifiquement de cette stratégie internationaliste. En outre il signale le caractère élitiste de ces fondations, dont une expression les plus efficaces est la formule de Wickliffe Rose (1862-1931) sur lequel nous reviendrons : « making the peak higher »⁵⁵⁷. Ainsi le choix de Paris rend compte du fait que cette ville apparaît pour les bureaucrates de la Fondation comme un centre mathématique de première importance au niveau international, image entre autre forgée par les scientifiques étasuniens auprès desquels les bureaucrates se renseignent.

Siegmund-Schultze montre que les Européens se sont révélés particulièrement efficaces pour élaborer des projets, suivant leurs buts spécifiques, en tenant compte des intérêts de la Fondation Rockefeller, ce que confirme à une échelle plus large les analyses de Tournès. Il note cependant la spécificité et la diversité des intérêts scientifiques européens. Tout d'abord, il rappelle le privilège aux yeux de ces scientifiques du financement étatique de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ensuite il signale des intérêts scientifiques plus localisés, comme par exemple, les interactions entre mathématiques et physique à Göttingen, Munich ou Copenhague, ou l'intérêt pour les mathématiques de l'aléatoire à Paris. Ainsi l'auteur signale que les sources mettent clairement en évidence le travail de conception des projets pour tenir des deux mains des intérêts locaux et les valeurs et objectifs portés par la Fondation Rockefeller.

Enfin, Siegmund-Schultze analyse l'action de la Fondation Rockefeller dans le domaine des mathématiques par le biais de l'International Education Board (IEB). Cette branche

555. Le terme n'est pas employé par Reinhard Siegmund-Schultze.

556. « "Internationalism" as an ideology was advocated by philanthropists such as Abraham Flexner (1866-1959) and Wickliffe Rose, the founder and president of the INTERNATIONAL EDUCATION BOARD, or by the "ardent internationalist" and "confirmed Europhile" Augustus Trowbridge as a strategy to pursue genuinely American goals.[Siegmund-Schultze, 2001, p. 18]

557. cité dans [Siegmund-Schultze, 2001, p. 18].

de la Fondation Rockefeller est créée en 1923 sur la demande de Wickliffe Rose⁵⁵⁸. Cet ancien professeur de philosophie et d'histoire au Peabody College (Tennessee, Texas) entre à la Fondation Rockefeller où il dirige le Rockefeller Sanitary Commission de 1910 à 1913 puis en 1914 la War Relief Commission. En 1923, il accepte de diriger le General Education Board dont l'action se limite aux États-unis, à la condition de créer en même temps un International Education Board (IEB). Sa première priorité consiste à mettre en place des « fellowship », c'est-à-dire des bourses d'études à l'étranger, donnant ainsi une dimension internationale à une pratique déjà financée par la Fondation Rockefeller, les « fellowship » de la National Research Council (NRC). En 1925, un bureau de l'IEB est ouvert à Paris qui sera le siège de son activité européenne. Augustus Trowbridge (1870-1934), physicien de la Princeton University, dirige le bureau parisien de 1925 à 1928. Siegmund-Schultze le décrit comme un scientifique accompli, polyglote (français, allemand, italien) et europhile⁵⁵⁹. Il signale également que Trowbridge prend le temps d'analyser la situation des sciences mathématiques européennes, notamment en rencontrant des scientifiques comme Wickliffe Rose l'avait déjà fait en 1923. À partir de 1925, l'IEB assure donc des bourses d'études, mais le bureau parisien intervient également pour soutenir des publications⁵⁶⁰ ou participer à la construction d'institutions en Europe⁵⁶¹.

3.1.2 *Un centre de recherche et d'enseignement*

La Fondation Rockefeller, par le biais de l'IEB, intervient donc suivant un *agenda* spécifique. Or, elle intervient à un moment où le calcul des probabilités connaît un développement remarquable à Paris, principalement grâce à l'engagement de Borel. De sorte que ce projet d'institut s'insère dans la politique scientifique du mathématicien concernant le développement de la stochastique à Paris. Comme nous l'avons vu, depuis 1920 Borel défend un enseignement mathématique des probabilités au sein de l'université de Paris en tant que professeur⁵⁶² et soutient les publications de recherches sur les probabilités en tant qu'académicien⁵⁶³. En ajoutant le lancement du projet éditorial du *Traité du calcul des probabilités et des ses applications*, Borel contribue à initier et structurer

558. [Siegmund-Schultze, 2001, p. 27 – 30]

559. [Siegmund-Schultze, 2001, p. 58]

560. [Siegmund-Schultze, 2001, p.38 – 42]

561. [Siegmund-Schultze, 2001, p.143 – 185]

562. Voir chapitre 1, p. 10-28.

563. Voir chapitre 2, p. 67-86

une dynamique scientifique autour des probabilités à Paris ⁵⁶⁴. Ajoutons à cela, que Borel s'engage activement dans la statistique, notamment au sein de la SSP ⁵⁶⁵. En outre cette dynamique est en partie alimentée par des travaux scientifiques développés hors de Paris et hors de France.

L'élaboration du projet et la construction de l'IHP se déploient entre 1926 et 1928. En prenant comme angle d'analyse le point de vue de l'IEB, Siegmund-Schultze ⁵⁶⁶ met en évidence le rôle joué par Borel dans la négociation avec l'IEB entre mai 1926 et janvier 1927. Au cours de cette période un projet d'institut est conçu et se cristallise sur le modèle d'un institut de la faculté des sciences dédié aux mathématiques et à la physique mathématique, rassemblant deux chaires, organisant des conférences et prenant siège au sein d'un nouveau bâtiment rue Pierre Curie qui est construit entre 1927 et 1928.

Les archives de l'université de Paris concernant l'IHP signalent toutefois que les négociations mobilisent d'autres acteurs. Les discussions avec l'université de Paris, le doyen de la faculté des sciences (Charles Maurain) et les banquiers de Rothschild Frères, conduisent à définir l'IHP comme un institut de faculté et à préciser ses missions d'enseignement et de recherche. En particulier la question de la charge financière représentée par cet institut constitue un point d'achoppement qui façonne l'insertion de l'IHP au sein de l'université et de la faculté des sciences. Par ailleurs, la définition de l'activité de cet institut, progressivement élaborée au cours de cette période, inclut à la fois un enseignement (lié à deux chaires) et une présentation de recherches contemporaines (conférences faites par des savants français ou étrangers). De façon remarquable, le périmètre scientifique couvert par les conférences est abordé dans une formulation plutôt vague.

Nous revenons donc sur la question de la conception de cet institut en mobilisant les archives de l'IHP. Une partie des informations est tirée des comptes rendus des conseils de la faculté des sciences de Paris ⁵⁶⁷ et des archives concernant les instituts au sein de l'université de Paris ⁵⁶⁸. Nous avons également repris les archives de cet institut aux archives nationales ⁵⁶⁹ et à la bibliothèque de l'IHP. L'ensemble de ces documents donne des informations sur le processus de création de cet institut du point de vue de l'université

564. Voir chapitre 2, p. 67-86. Voir également [Bustamante *et al.*, 2015].

565. Voir chapitre 1, p. 37. Voir également [Mazliak, 2010a].

566. [Siegmund-Schultze, 2001].

567. AJ/16/5124B, conseils de la faculté des sciences de Paris, janvier 1929 - décembre 1932 séance du 12 février 1931

568. AJ/16/5775

569. AN 20010498/130

de Paris et de sa faculté des sciences. Enfin, pour rendre compte du point de vue de l'IEB, nous utilisons les documents et analyses publiés par Siegmund-Schultze⁵⁷⁰.

Un institut dédié à la physique et aux mathématiques

L'idée de créer un institut dédié à la physique et aux mathématiques apparaît en mai 1926 et semble suscitée par le mathématicien étasunien George Birkhoff (1884-1944). Une lettre de Paul Montel (1876-1975)⁵⁷¹ mentionne une conversation avec cet homologue en mai 1926 dans laquelle ce dernier évoque son souhait de créer un institut à Paris orienté de façon équitable entre la physique et les mathématiques⁵⁷². En réponse, Montel propose de rassembler « à un déjeuner différentes personnalités du monde des mathématiques et de physique mathématique »⁵⁷³. Il se tient au Cercle de la Renaissance, rue de Poitiers, en présence de Birkhoff, Borel, Élie Cartan, Hadamard, Ernest Vessiot (1865-1952) et Montel.

Le 29 mai 1926, Borel et Birkhoff se rendent dans le bureau de Trowbridge. D'après le memorandum rédigé par Trowbridge⁵⁷⁴, la discussion lors du dîner du 27 mai porte sur les moyens pour « renforcer le groupe de mathématiques, de physique mathématique et de physique à Paris »⁵⁷⁵. Une solution avancée lors de la discussion consiste en la création d'un nouvel institut. Borel envisage notamment un petit institut rue Pierre Curie, où se trouvent les nouveaux laboratoires de J. Perrin et Marie Curie (1867-1934) ce qui permettrait de « créer une liaison rapprochée entre les groupes de mathématiques et de physique et ainsi permettre de revitaliser en quelque sorte les départements notablement plus faibles que le département de mathématiques pures »⁵⁷⁶.

Plus précisément, l'institut se limiterait à un bâtiment modeste constitué « d'un amphithéâtre, d'une bibliothèque dédiée aux mathématiques et à la physique, et de quelques

570. [Siegmund-Schultze, 2001].

571. Lettre du 20 juin 1944 de Paul Montel à Monsieur Guillet, reproduite dans [Siegmund-Schultze, 2001, p. 251 – 252].

572. « he would be happy to create one [institute] in Paris as well, one which would have to be oriented equally towards Mathematics and Physics » [Siegmund-Schultze, 2001, p. 251].

573. « I proposed to him gathering at a dinner [déjeuner] different personalities of the worlds of mathematics and mathematical physics » [Siegmund-Schultze, 2001, p. 251].

574. Voir [Siegmund-Schultze, 2001], appendice 4 p. 251, appendice 5 p. 253 et p.156 et suivantes.

575. « Memorandum of conference in office with Emile Borel mathematician, University of Paris », Augustus Trowbridge, 29 Mai 1926, [Siegmund-Schultze, 2001, p. 253-255].

576. « this would bring about a closer liaison between the Mathematical and Physical groups and would serve to re-vitalize somewhat the departments which are distinctly weaker than the department of Pure Mathematics. » [Siegmund-Schultze, 2001, p. 253].

bureaux pour les professeurs »⁵⁷⁷. Borel souligne au passage l'exiguïté des locaux de la Sorbonne, en particulier pour les professeurs de mathématiques⁵⁷⁸. Il mentionne également la création de « trois ou quatre nouvelles chaires de physique mathématique, de mathématiques appliquées, etc. »⁵⁷⁹

Devant ce projet, le directeur du bureau parisien de l'IEB se montre inquiet sur deux points. Tout d'abord, il estime que la question de la situation monétaire de la France est « extrêmement importante »⁵⁸⁰. Mais Borel semble avoir anticipé cette inquiétude et il se montre particulièrement persuasif quant à l'amélioration de cette situation. La seconde inquiétude porte sur le niveau scientifique et renvoie à la formule de Wickliffe Rose : « to make the peak higher ». En effet Trowbridge s'inquiète de l'absence d' « hommes d'exception »⁵⁸¹ et Borel, malgré ses efforts, ne se montre pas suffisamment convaincant.

Un première formulation : un projet parisien.

Cela étant, le 10 juin 1926, Borel présente une nouvelle version du projet d'« Institut de mathématiques et de physique mathématique » au conseil de la faculté des sciences. Ce projet est ensuite présenté, et adopté, au conseil de l'université le 28 juin 1926⁵⁸². Dans le procès verbal de cette séance, on trouve des précisions et des modifications de l'ébauche initiale. Dans ce nouveau projet, il est question de créer une seule chaire et deux maîtrises de conférences et de financer 100 conférences. En outre ce projet inclut la construction d'un bâtiment sur les terrains inoccupés de la rue Pierre Curie qui appartiennent à l'université de Paris, réservé à la faculté des sciences pour les services de chimie.

L'introduction des conférences propose une solution aux inquiétudes de Trowbridge. En effet, le coût envisagé par conférence étant de 300 frs, l'ensemble constitue un budget

577. « He thinks that a small and very modest building on the site of the new University centre here in Paris would be advisable, something with one lecture room, library space for a technical library in Mathematics and Physics and a few offices for professors. » [Siegmond-Schultze, 2001, p. 254].

578. « Each man had a right to part time in an office, but three or four men were sometimes occupying the same cramped quarters for conferences with graduate and other students. » [Siegmond-Schultze, 2001, p. 254].

579. « foundation of three or four new chairs in Mathematical Physics, Applied Mathematics, etc. » [Siegmond-Schultze, 2001, p. 254]

580. « extremely important questions », [Siegmond-Schultze, 2001, p. 254].

581. « It did not appear to AT. at the end of this discussion that any very outstanding men were available, but on the whole Borel's contention seems sound that several of the better men, who are now giving only one third, or even less of their time to research work or directing the studies of research students in Mathematical Physics, Physics and even in Pure Mathematics, could be drawn in for full time work were chairs for them available. » [Siegmond-Schultze, 2001, p. 254].

582. AN 20010498/130, dossier « Création et fonctionnement », extrait du procès verbal du conseil de l'université du 28 juin 1926.

équivalent au financement de deux nouvelles chaires⁵⁸³. Mais dans la mesure où le dédommagement des conférenciers n'est pas légalement encadré, il est potentiellement facile de réviser ce montant en cas de contraction du budget. Par ailleurs le nombre important de ces conférences autorise un renouvellement plus rapide des candidats en comparaison de celui d'une maîtrise de conférences ou d'une chaire. Les conférences permettent donc de faire intervenir ponctuellement des scientifiques qui ont développé une expertise sur un sujet précis, répondant ainsi à l'injonction d'élitisme formulée par Trowbridge. Néanmoins le texte présentant le projet donne très peu de précisions sur les conférences. Il n'explique pas les intentions sous-tendant l'introduction des conférences, leur forme, le public envisagé, le profil des conférenciers envisagés et encore moins le périmètre scientifique qu'elles recouvrent.

La localisation envisagée fin mai 1926 s'inscrit également dans l'effort de réponse à l'injonction d'élitisme. Au demeurant cette localisation s'inscrit clairement dans une politique urbaine de développement scientifique de la faculté des sciences qui investit certains quartiers de la ville où se multiplient des instituts spécialisés. Or Borel propose d'implanter le futur institut rue Pierre Curie à proximité de l'ENS, en face du laboratoire de chimie-physique créé en 1922 (inauguré en 1926) pour Jean Perrin et à côté de l'Institut du radium, créé en 1909, pour Marie Curie (prix Nobel en 1903 et 1911). L'emplacement envisagé de l'« Institut de Mathématiques et Physique mathématique » situe, à dessein, le projet dans un cadre scientifique parisien de haut niveau, au sommet de la montagne Sainte Geneviève où se concentre toujours plus de crédit scientifique (au sens financier et social). Cette implantation géographique cherche certainement à renforcer le niveau scientifique du public des conférences (potentiellement les chercheurs des institutions scientifiques voisines) et des conférenciers, contribuant donc à en assurer l'importance scientifique.

Enfin le document précise que les domaines d'activité de l'institut sont les mathématiques et la physique mathématique. Cette définition disciplinaire peut donc suggérer que les conférences doivent porter sur l'un ou l'autre de ces domaines, mais rien n'est précisé. De plus la nouvelle chaire (à créer) et les deux maîtrises de conférences apparaissent uniquement dans le budget prévisionnel et aucun élément ne permet d'affirmer leur orientation disciplinaire (ni même leurs liens éventuels). Ainsi le document définit très lâchement l'orientation scientifique de ce futur institut en le décrivant à l'aide de dénomi-

583. Selon É. Borel, le financement d'une chaire s'élève à 15 000 frs par an en 1926.

nations disciplinaires larges ou en ne donnant pas de précisions. En outre à aucun moment le texte présenté par Borel ne précise la relation de cette orientation scientifique avec les activités envisagées de l'institut, ou la relation entre les conférences et l'enseignement.

Lorsque Birkhoff rend compte de son séjour en Europe en septembre 1926 à Trowbridge, il donne des précisions sur le projet des conférences. Il mentionne que « le plan fait appel à un grand nombre de conférences faites par des mathématiciens français de province joint à un financement substantiel, ce qui devrait aider considérablement à revitaliser les universités provinciales de France dans les domaines des mathématiques et de la physique »⁵⁸⁴. Il s'agit de la première indication de la fonction des conférences : être un levier de développement scientifique des mathématiques et de la physique dans les universités de province. Il donne au passage une première précision sur les candidats envisagés et réaffirme le principe d'un financement interne de ces conférences.

Birkhoff ne précise ni la forme de ces conférences ni la logique qui prévaut au développement des universités de province. Pense-t-il que des conférences à Paris pourraient contribuer à une meilleure reconnaissance en France ou à l'étranger des recherches faites en province ? Les conférences ont-elles pour but de faire profiter les scientifiques de province de l'expertise scientifique des savants parisiens ? Le financement fait-il partie du processus de « revitalisation » des universités de province ? Quelle que soit la logique sous-jacente, il semble qu'à ce stade le projet d'institut soit indissociable de la mise en place d'un système de conférences caractérisées par leur grand nombre, leur perspective géographique nationale et un financement intégré à celui de l'institut.

Birkhoff précise au passage que le périmètre des conférences inclut les mathématiques et la physique. Il souligne qu'ainsi les conférences sont susceptibles de « rapprocher les mathématiques et la physique et ainsi de renforcer le développement de la physique à Paris. »⁵⁸⁵ Mais il ne précise pas comment le rapprochement entre les deux disciplines est susceptible de renforcer la physique (et seulement la physique), ni même s'il s'agit d'un renforcement de toute la discipline ou seulement de quelques sous-disciplines. Il laisse toutefois apparaître la visée locale parisienne de ces conférences.

Par ailleurs, Birkhoff ne mentionne ni la création d'une chaire, ni celle des deux maî-

584. « the plan calls for a large number of lectures by French mathematicians from the provinces with substantial stipends attached, and this ought to aid greatly in revitalizing the provincial universities of France in the fields of mathematics and physics. » G. BIRKHOFF, *Final General Memorandum for Dr. A. Trowbridge*, 8 septembre 1926 reproduit p.269 dans [Siegmond-Schultze, 2001], Annexe 7, p.265–271.

585. « to bring a closer relation between Mathematics and Physics and in this way to strengthen the development of Physics at Paris. » [Siegmond-Schultze, 2001, p. 269].

trises de conférences. La nature même du document oriente certainement le propos de Birkhoff. Ayant pris une part « intime [...] en tant que mathématicien »⁵⁸⁶ dans ce projet d'institut, et souhaitant le défendre, Birkhoff souligne ce qui lui semble susceptible d'être valorisé par l'IEB. En l'occurrence, il présente un projet à la hauteur des exigences spécifiques de la fondation : élévation du niveau de la recherche et décentralisation de la recherche. Ainsi l'absence de détail sur l'enseignement peut-être un choix rhétorique plutôt qu'une omission par négligence.

Une seconde version du projet : un institut parisien international

Entre septembre 1926 et décembre 1926, le projet d'institut s'oriente vers une internationalisation des conférences. Ainsi le 23 décembre 1926⁵⁸⁷, Trowbridge écrit à Borel pour lui faire, sur sa demande, un résumé de leur rencontre de la veille. Il y rappelle que le projet présenté par Borel comprend deux parties. Une première partie consiste à l'érection d'un bâtiment visant à offrir un espace de travail pour les personnels de la faculté des sciences du groupe de mathématiques et de physique mathématique. La deuxième partie porte d'une part sur la création d'une nouvelle chaire et de deux nouvelles maîtrises de conférences, d'autre part à une dotation pour « inviter [à] Paris des professeurs français de la province ou des professeurs étrangers pour faire des cours ».

Nous ignorons comment Borel en est arrivé à formuler la proposition d'inviter des savants étrangers. Notons cependant que celle-ci augmente le panel de candidats et autorise des exigences plus strictes en termes scientifiques. Ce faisant, elle répond d'autant mieux à l'exigence d'élitisme scientifique exprimée par Trowbridge. En outre cette nouvelle formulation place la venue de savants étrangers dans le cadre d'un séjour, offrant la possibilité de développer des réseaux de sociabilités scientifiques internationaux pour les scientifiques parisiens, en accord avec l'internationalisme défendu par la Fondation Rockefeller. Notons enfin que, présentées ainsi, les conférences semblent s'inscrire dans le dispositif d'enseignement, puisque ces savants viennent faire des « cours ».

Le périmètre scientifique couvert par l'institut s'étend sur deux domaines scientifiques a priori vastes : les mathématiques et la physique mathématique. Cet institut rassemble ainsi les scientifiques de la faculté des sciences de ces deux groupes et est désigné par

586. « The Paris project with which I had intimate connection at its very inception (not as a representative of the Board in any sense but merely as a mathematician) [...] » [Siegmond-Schultze, 2001, p. 268].
587. 20010/498/130, dossier « Finance ».

« Institut de Mathématiques et de Physique mathématique ». Néanmoins le document ne précise pas dans quelle mesure ni comment les chaires, les maîtrises de conférences, ou même les cours donnés par les savants invités doivent s'insérer dans ce champ disciplinaire. Notons que le projet initial de dynamiser le groupe de physique n'est plus tout à fait lisible dans ce projet.

Par ailleurs Trowbridge informe Borel qu'il a prospecté officieusement au sein de l'IEB pour évaluer la réaction des « membres exécutifs » à ce projet. Sans s'en expliquer, Trowbridge choisit de n'aborder que le premier point du projet, celui portant sur la construction d'un bâtiment. Il semble que ce projet paraisse inopportun au vu de la charge financière qu'il représente (ponctuellement et à long terme) mais Trowbridge présente le projet en formulant deux demandes. Tout d'abord il demande une dotation initiale couvrant le coût de construction qu'il estime à 86 850 \$. Ensuite une dotation pour le matériel intérieur s'élevant à 39 600 \$. Les membres exécutifs estiment que l'IEB peut s'engager à hauteur de 100 000 \$ et que si l'université accepte, elle devra se charger de trouver, d'une source privée, les 25 000 \$ restants. Enfin, les membres exécutifs de l'IEB semblent disposés à proposer une subvention de deux ou trois ans pour l'entretien du bâtiment.

Concernant la seconde partie du projet, Trowbridge se montre prudent. Il estime qu'il est « possible de supposer que le Conseil sera susceptible de s'intéresser à la seconde partie du projet ». Sa stratégie semble consister à assurer l'infrastructure matérielle avant de lancer le sujet du financement de l'activité de l'institut, estimant que cette seconde partie est une question qui « reviendra logiquement sur le tapis après l'érection de l'Institut ». On peut ainsi penser que cette seconde partie est bien moins problématique aux yeux de Trowbridge, malgré l'investissement financier qu'il représente.

Par ailleurs, à la fin de 1926, Borel propose que l'institut soit nommé « Institut Henri Poincaré » et demande si l'IEB s'opposerait à une telle dénomination⁵⁸⁸. Si les propos de Trowbridge rapportés par Siegmund-Schultze signalent qu'il ne voit là qu'un point de détail propre aux pratiques culturelles locales, pour Borel, nous y reviendrons, il n'en va certainement pas de même. Outre le prestige scientifique, Henri Poincaré a contribué à des courants de recherche, en particulier en physique mathématique, en physique et en mathématiques dans lesquels Borel s'est lui-même engagé⁵⁸⁹. L'attachement à la figure de Henri Poincaré comporte également une dimension nationale et internationale dans la

588. Voir [Siegmund-Schultze, 2001, p. 161].

589. Sur la relation entre Borel et Poincaré, voir notamment [Mazliak, 2015b].

mesure où il jouit, même après sa mort, d'une reconnaissance scientifique au-delà de la France.

Financer le nouvel institut

La question du financement de ce projet permet de cerner les différentes intentions des acteurs engagés. De plus les négociations relatives à ces questions conditionnent la place de l'IHP au sein de l'université de Paris. Ainsi les conditions imposées par la Fondation Rockefeller, les inquiétudes du conseil de l'université, les suggestions faites par la banque Rothschild Frères conduisent à retrancher l'IHP comme un institut de faculté. Cette situation offre certes une autonomie plus grande mais au prix d'une fragilité financière plus certaine. Les négociations entre les acteurs se déroulant en parallèle, nous avons bouleversé l'ordre chronologique. Les conditions imposées par l'IEB nécessitent d'obtenir le financement de la banque Rothschild Frères. Les discussions avec cette banque se font en parallèle de celle de l'université de Paris. Pour rendre compte de la spécificité propre à chaque discussion, nous avons privilégié une approche par acteur plutôt que chronologique.

Le 19 novembre 1926, la direction de l'IEB propose officiellement une donation pour la construction l'Institut Henri Poincaré s'élevant à 100 000 \$⁵⁹⁰ et une subvention annuelle pour une période maximale de 5 ans de 3 860 \$ maximum pour l'entretien⁵⁹¹. Le 25 mai 1928, une seconde donation de 180 000 \$ est approuvée par la direction de l'IEB. Ce capital doit être placé et les intérêts, estimés à environ 9 000 \$ annuels, devront financer la chaire de TP (professeur et maître de conférences), la maîtrise de conférence de la chaire de CPPM, les postes d'assistants et les conférences. Dans un premier temps, la Fondation Rockefeller verse uniquement les intérêts puis, en décembre 1930, verse le capital.

La quasi-totalité des questions de financement privé est formulée en dollars. Certes, la Fondation Rockefeller est étasunienne, ce qui en soit peut expliquer le rôle que joue ici cette devise, mais la situation particulièrement instable du franc dans cette période rend difficile l'élaboration d'un projet libellé dans cette devise. Les fluctuations de cette monnaie, liées aux conséquences économiques de la Première Guerre mondiale et aux

590. Voir AN 20010498/130, Finances, Lettre de Augustus Trowbridge à Paul Lapie, recteur de l'académie de Paris, 5 janvier 1927. Sur les conditions de cette décision, en particulier sur la question de la concurrence avec l'Institut de Göttingen également financé par l'IEB, voir [Siegmond-Schultze, 2001, p. 158].

591. AN 20010498/130, Finances, lettre du 8 février 1927 de W. W. Brierley au recteur de l'académie de Paris.

décisions politiques pour relever les défis de la dette et de la reconstruction, empêche une véritable lisibilité à long terme. À partir de 1926, des actions sont menées en vue de sauver le franc, dont l'aboutissement est la mise en place du Franc Poincaré. Ce nouveau franc permet en particulier de stabiliser les cours de change ; ainsi entre 1928 et 1929, 1 \$ est à peu près équivalent à 25 frs. Sur cette base, on peut donc évaluer l'investissement de l'IEB à près de 7 000 000 fr (280 000 \$) et à une subvention annuelle de 96 500 fr pendant 5 ans. En outre, les reliquats ainsi que le capital de 180 000 \$ sont placés en rente française 1920 à 6 %.

Les dirigeants de l'IEB conditionnent leur intervention financière à l'obtention d'un financement privé d'un montant de 25 000 \$. Ces dirigeants proposent également une subvention à concurrence de 3 860 \$ pour l'entretien. Ainsi l'IEB invite l'université de Paris à chercher des financements privés pour l'entretien, s'engageant quant à elle à verser le complément si nécessaire pendant 5 ans. Néanmoins seul l'apport de 25 000 \$ fait l'objet d'une recherche active du côté de l'université de Paris, dans la mesure où il conditionne l'octroi du financement de l'IEB. Lors de la séance du conseil de l'université le 3 janvier 1927, séance au cours de laquelle le conseil délibère sur la proposition faite par l'IEB, Borel a déjà obtenu la contribution de 25 000 \$ nécessaire. Dans une lettre du 4 janvier 1927, Edmond de Rothschild donne son accord pour faire une donation de 25 000 \$ (environ 625 000 fr) pour la construction du bâtiment. Cette lettre est adressée à Paul Appell, ancien recteur de l'académie de Paris et beau-père de Borel.

Cette donation du Baron de Rothschild participe d'un mouvement de retranchement du projet au sein de la faculté des sciences et assure un financement au-delà de la construction. En effet, l'argent de la donation du Baron reste en fait à la banque Rothschild Frères, de sorte que Maurain est amené à rencontrer à plusieurs reprises la direction de cette banque⁵⁹². Or, la direction de cette banque demande à plusieurs reprises des gages de la légitimité de Maurain, en tant que doyen, à gérer l'argent de la donation Rothschild. Ainsi Maurain demande en mai 1927⁵⁹³ une lettre du recteur signifiant que le doyen de la faculté des sciences a toute autorité sur la gestion financière du projet, et début juin 1927⁵⁹⁴ le conseil de la faculté des sciences donne à son doyen toute l'autorité nécessaire

592. En particulier un certain M. Weill.

593. Voir AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré (1926-1933), Financement et règlement, lettre du doyen de la faculté des sciences à Monsieur le Baron de Rothschild du 19 mai 1927, lettre du doyen de la faculté des sciences au recteur de l'académie de Paris du 31 mai 1927.

594. AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré (1926-1933), Financement et règlement, lettre du recteur à Messieurs de Rothschild Frères du 2 juin 1927, Délibération du conseil de la faculté des sciences (séance

pour gérer cette donation. Par la suite des dirigeants de la Banque Rothschild Frères conseillent Maurain, désormais seul à prendre les décisions concernant l'utilisation de cette donation. Suivant leurs conseils, Maurain demande l'ouverture d'un compte intitulé « M. le Doyen de la Faculté des sciences, Institut Henri Poincaré »⁵⁹⁵ sur lequel doit être versée la donation Rothschild.

Le 20 novembre 1930, date à laquelle le bâtiment de l'IHP est terminé, Maurain annonce à Sébastien Charléty (1867-1945), alors recteur de l'académie de Paris, que les placements « se sont montrés si avantageux que, toutes opérations faites, le solde du compte de 25 000 dollars porté au crédit du Doyen par la Banque de Rothschild à la date du 30 juin 1930 se montait à 406.281,11 francs, somme qui continue depuis cette date à porter intérêts »⁵⁹⁶. En conséquence Maurain demande à ce que cette somme soit versée à l'université pour être affectée à l'IHP. Dans une seconde lettre, il précise que ce montant pourrait servir à financer « une indemnité de direction », d'un montant de 8 000 frs, le fonctionnement de l'Institut, la réception des conférenciers étrangers, éventuellement le développement de la bibliothèque, l'entretien des terrains et les imprévus. Charléty félicite Maurain de ce résultat, dans sa lettre du lendemain⁵⁹⁷. Le reliquat est placé, sur une proposition de Borel⁵⁹⁸, sur une rente française à 6% comme pour les 180 000 \$ donnés par l'IEB.

L'obtention d'un reliquat sur la donation de Rothschild et la recherche d'une rente sur ce reliquat ne sont certainement pas un hasard. Dès 1926, Paul Lapie (1869-1927), alors recteur de l'académie de Paris, signale « qu'une chose l'inquiète » : la charge future pour l'université que représente un tel institut. En effet la subvention pour l'entretien de l'IHP proposée par l'IEB ayant une durée déterminée, les frais s'élevant « à près de 4 000 \$, soit 100 000 frs » seraient ensuite à la charge de l'université. « Comment notre budget pourrait-il le supporter ? » Néanmoins Lapie ne se contente pas d'exprimer son inquiétude, il semble en fait indiquer la solution qu'il souhaite voir advenir, à savoir que « le capital

du 9 juin 1927), lettre du doyen à Messieurs de Rothschild Frères du 10 juin 1927.

595. AN AJ/16/5775, Financement et règlement, lettre du doyen de la faculté des sciences à Messieurs de la banque Rothschild Frères du 10 juin 1927.

596. AJ/16/5775 > Institut Henri Poincaré (1926 – 1933), « Financement et règlement », lettre du doyen de la faculté des sciences au recteur de l'académie de Paris, 20 novembre 1930.

597. AJ/16/5775 > Institut Henri Poincaré (1926 – 1933), « Financement et règlement », lettre du recteur de l'académie de Paris au doyen de la faculté des sciences, 21 novembre 1930.

598. 20010498/130, Finances, Lettre du 14 mai 1931 de Borel à Maurain transmise le 19 mai 1931 par ce doyen au recteur de l'académie de Paris

recueilli [...] ne sera pas intégralement dépensé pour la construction et l'aménagement et que les revenus du reliquat pourront servir au fonctionnement. »⁵⁹⁹

Dans la séance du 3 janvier 1927⁶⁰⁰, la tension est nettement perceptible concernant l'engagement financier de l'université vis-à-vis de ce nouvel institut. Après l'exposé de la situation par Borel, Henri Truchy (1864-1950), professeur d'économie politique à la faculté de droit, « constate qu'un semblable projet engage les finances de l'Université [...] [et] estime que des projets aussi importants doivent être soumis à la Commission des Finances. » Ferdinand Brunot (1860-1938), professeur d'histoire de la langue française à la faculté des lettres et doyen de cette faculté entre 1919 et 1928, exprime son accord mais propose tout de même d'accepter l'offre de l'IEB. Face à ces inquiétudes, Maurain propose « de mettre à la charge de la Faculté des sciences les dépenses que pourra entraîner à l'avenir le fonctionnement de l'Institut » et ainsi que ce soit avec la faculté des sciences que les discussions sur le financement aient lieu. Malgré ces précautions Truchy et Henri Delacroix (1873-1937), professeur de psychologie à la faculté des lettres, « insistent sur le danger qu'il y a à accepter pour dans 7 ans une dépense supplémentaire qui pourrait être de 70 à 80.000 frs. » Brunot se tourne alors vers Maurain pour savoir si la faculté des sciences peut s'engager sur de telles dépenses futures, ce qui rendrait l'intervention de la commission des finances inutile. Maurain, sous réserve de l'acceptation du conseil de la faculté des sciences, pense pouvoir engager cette faculté sur ces dépenses. C'est à ce moment que Borel intervient, cachant difficilement son impatience, pour signaler qu'il s'est « engagé personnellement, et un recul le mettrait dans la situation la plus fausse. » Brunot propose donc que le conseil de l'université accepte le projet à la condition que la faculté des sciences s'engage fermement à prendre à sa charge les frais de l'IHP. Borel, qui n'en démord pas, réclame que les lettres adressées à l'IEB et au Baron Rothschild mentionnent explicitement que les fonds doivent être versés à la faculté des sciences dont le doyen se voit confier la charge de suivre la question. Il ajoute ses remerciements à Maurain et exprime son incompréhension sur l'opposition exprimée par le conseil.

Dans ces circonstances, la construction et le fonctionnement de l'IHP se voient donc contraints de renoncer à tout effort financier de l'université de Paris dès 1927. Or la faculté des sciences ne dispose manifestement pas des moyens pour assurer seule les frais de

599. AN 20010498/130, Finances, Lettre de Paul Lapie à Émile Borel, 28 décembre 1926. Il faut noter que Paul Lapie salut Borel avec la formule « Mon cher Ministre et Ami ».

600. AN 20010498/130, Finances, conseil de l'université séance du 3 janvier 1927.

création uniquement avec les donations faites par l'IEB et Rothschild. En effet, Maurain formule deux demandes de subvention, toutes les deux acceptées et versées, auprès du ministre de l'Instruction publique et des beaux-arts entre le 1^{er} décembre 1927 et le 16 mars 1929⁶⁰¹. Toutes ces subventions ont pour but de financer l'installation et l'aménagement du laboratoire de calcul des probabilités et de physique mathématique. Le total de ces subventions s'élève à 500 000 frs dont au moins la moitié est issue de la taxe d'apprentissage. Ces demandes de subventions sont vraisemblablement une idée de Borel qui fut à l'origine, en 1924, du « sou du laboratoire » prélevé sur la taxe d'apprentissage à destination de la recherche.

Le financement de l'IEB est souvent mentionné, à juste titre compte-tenu du caractère déterminant de cette donation, mais l'historiographie n'a pas toujours mis en avant les conséquences de ce financement. Tout d'abord ce financement est conditionné à la mobilisation de fonds privés. L'université réussit à obtenir un financement du Baron de Rothschild. Mais la faculté des sciences ne semble pas avoir cherché à obtenir de financement privé pour l'entretien de l'IHP, pourtant suggéré par la proposition de l'IEB.

En outre l'appel à des fonds privés suscite une organisation et une gestion de plus en plus étroite. Le doyen de la faculté des sciences se trouve seul à gérer les fonds donnés par l'IEB et Rothschild. Maurain semble d'ailleurs faire des choix pertinents en vue de constituer un reliquat dont le fruit, sous la forme d'une rente, est susceptible de permettre de financer le fonctionnement de l'IHP.

La mise en place du financement de la construction de l'IHP s'accompagne d'un retranchement de l'IHP au sein de la faculté des sciences. Les réticences exprimées lors du conseil de l'université du 3 janvier 1927 conduisent le doyen de la faculté des sciences à faire assumer uniquement à cette faculté la charge de l'IHP. Même si Maurain se montre plutôt serein sur le coût réel futur de cet institut, il s'agit tout de même d'un engagement susceptible de poser problème. En particulier le financement du fonctionnement de l'IHP repose sur une rente dont une partie, celle relative au capital donné par l'IEB, est en dollars jusqu'en 1930. Dans un contexte monétaire français difficile, le dollar est assurément une valeur de sécurité, mais la conversion en francs en 1930 constitue un risque majeur

601. AN 20010498/130, Locaux - matériel, Construction, lettres du ministre de l'Instruction publique et des beaux-arts au recteur de l'académie de Paris des 27 février 1928 et 16 mars 1929, lettre du doyen de la faculté des sciences au recteur de l'académie de Paris du 1er Décembre 1927.

pour la pérennité des finances de l'IHP et potentiellement de la faculté des sciences.

Le personnel de l'IHP

Dès le projet présenté en 1926 par Borel, le financement de l'IHP vise, outre les enseignements et les conférences, à fournir le salaire d'un ensemble de personnels. Ce projet prévoit « un dessinateur, un calculateur, un bibliothécaire [...] » dont les salaires représentent 10 000 frs⁶⁰². Suite à la création de l'IHP, le personnel de cet Institut ne recouvre pas exactement le projet initial. En décembre 1928, Madame Martinenque est nommée gardienne de l'IHP. Elle reste à ce poste jusqu'à son départ à la retraite en 1941. Le 25 février 1929, un poste de garçon de laboratoire est également créé à l'IHP. Le nom de M. Martinenque, alors garçon de laboratoire dans le laboratoire de chimie physique dirigé par Jean Perrin, est évoqué avant sa nomination le 28 février 1929. Son salaire est prélevé sur la subvention versée par l'IEB pour l'entretien. Le 20 octobre 1928, Madame Lattès⁶⁰³ est nommée assistante puis est chargée de l'organisation de l'IHP.F De plus entre septembre et novembre 1939, « Mlle Canavaggia, Mmes Franck, Cazes, Mlles Thomas, Grandjean, Collin, M. Rosenberg, Mlles Donizeau, Liberal et Morel » sont engagées comme « chef de travaux » et « calculatrices, calculateur », pour soutenir l'effort de guerre.

Les archives de l'IHP⁶⁰⁴ conservent très peu d'informations concernant les recrutements ou les fonctions assurées. Le seul cas documenté de façon indirecte concerne Madame Fournier. Une de ses fonctions consiste à organiser les conférences : lancer les invitations, organiser la réalisation (date, horaire, lieu), commander les affiches, demander le dédommagement pour les conférenciers. Notons qu'occasionnellement⁶⁰⁵ elle assure un rôle plus scientifique. En effet, il semble qu'elle se charge de la rédaction d'au moins une conférence de l'IHP. À ce titre, nous signalons qu'elle est présentée dans les documents administratifs avec le titre « Docteur ès sciences », quoique nous n'ayons pas encore réussi à retrouver sa thèse. Enfin, notons que l'essentiel des informations concernant les invitations sont de sa main, du fait de la nature administrative de ces documents.

602. AN 20010498/130, « Création et fonctionnement », « Projet de création d'un Institut de Mathématiques et Physique mathématique », p. 13.

603. Jeanne Lattès, née Ferrier, obtient sa licence ès sciences à Montpellier. Elle épouse Jean Lattès, l'un de ses professeurs, en 1910. À la mort de son mari en 1918, elle rejoint le laboratoire Curie. Elle travaille à l'Institut du Radium de 1921 à 1929. Elle soutient une thèse de physique en 1926. Elle épouse le physicien Georges Fournier en 1929. Voir <https://musee.curie.fr/nous/nos-publications/les-femmes-du-laboratoire-de-marie-curie>

604. AN 20010498/130, AJ/16/5775

605. Voir plus bas, 3.2.4.

3.1.3 *Un institut de faculté pour mener une politique scientifique*

L'inauguration du bâtiment de l'IHP en novembre 1928 offre l'occasion d'explicitier le projet scientifique portée par cet institut. L'hommage rendu à Henri Poincaré permet d'articuler différentes dimensions de cette politique : une politique sur la pratique du raisonnement scientifique, sur les domaines scientifiques à explorer et une diplomatie scientifique internationale. De plus ce projet scientifique est présenté à une foule relativement éclectique de décideurs politiques et universitaires, reflétant les engagements politiques de Borel mais également l'ambition scientifique de l'IHP.

La rédaction des statuts, dont la forme définitive n'est adoptée qu'en 1931, offre l'occasion de redéfinir le projet scientifique sous-jacent à l'activité de l'IHP. Il est le fruit de la pratique des premières années de fonctionnement de cet institut. Au cours de ces premières années, un petit groupe de scientifiques se trouve en mesure d'expérimenter assez librement la pratique des conférences comme levier d'une politique scientifique.

Discours d'inauguration : moment de synthèse et de prospection.

L'Institut Henri Poincaré est inauguré le 17 novembre 1928. Pour cette cérémonie, il semble qu'au moins 60 invitations aient été envoyées. Les archives de l'IHP⁶⁰⁶ mentionnent ces invitations par les réponses des personnes invitées et par un bilan, sans doute rédigé par Maurain, des personnes acceptant ou déclinant l'invitation. L'étude de la liste des invitations que l'on peut reconstruire permet de discerner certaines motivations.

La plus manifeste concerne la volonté de rendre hommage à Henri Poincaré. Ainsi sa femme, sa fille et des membres de sa famille proche sont invités à la cérémonie. On trouve également Raymond Poincaré (1860-1934), cousin germain de Henri Poincaré et Président du conseil des ministres⁶⁰⁷.

La présence du président du conseil souligne la dimension politique de cette cérémonie, mettant en lumière la diplomatie universitaire vis-à-vis des dirigeants politiques locaux, régionaux et nationaux. On retrouve parmi la liste des représentants de différentes branches de l'État français. Le ministère de l'Instruction publique et des beaux-arts est représenté par son ministre, Pierre Marraud (1861-1958)⁶⁰⁸, son directeur de l'enseignement

606. AJ/16/5775, 20010498/130

607. AN 20010498/130

608. Politicien français dont une action remarquable à ce ministère est la loi de finance sur la gratuité de l'enseignement secondaire mise au vote le 16 avril 1930.

supérieur, Jacques Cavalier (1869-1937), et un inspecteur général de ce ministère. Le ministère de la Guerre est représenté par son ministre Paul Painlevé, dont la présence tend à brouiller un peu plus la frontière entre le personnel⁶⁰⁹, le scientifique⁶¹⁰ et le politique⁶¹¹. Le Conseil d'État est représenté par son vice-président, Clément Colson (1853-1939)⁶¹². On trouve également des élus nationaux : un député radical de l'Ariège (1919–1936), Pierre Cazals (1853-1946), les présidents du Sénat (Paul Doumer, 1857-1932) et de la Chambre des députés (Fernand Bouisson, 1874-1959). Enfin les élus et les politiques locaux sont représentés par le député de Paris, Louis Rollin (1879-1952) également président de la commission du commerce et de l'industrie, et le président du conseil général de la Seine, Paul Fleurot (1874-1946).

Les invitations s'inscrivent dans une diplomatie universitaire et scientifique⁶¹³. Des représentants de la Fondation Rockefeller (George W. Babcock, Dr. Gregg) et de la Fondation Carnegie (Earl B. Babcock) sont invités et présents. La place des États-Unis est également assurée par Norman Armour (1887-1982), chargé d'affaires à l'ambassade des États-Unis d'Amérique, le directeur de l'American University Union in Europe, Paul Van Dyke (1859-1933), et son assistant. Des représentants d'universités étrangères, tous mathématiciens, sont présents : Théophile de Donder (1872-1957) de l'université libre de Bruxelles et Charles de la Vallée Poussin (1866-1962) de l'université de Louvain, Niels Nør-lund (1885-1981) de l'université de Copenhague et président de l'Académie des sciences du Danemark, Dimitri Pompeiu (1873-1954)⁶¹⁴ de l'université de Bucarest et Georges Tzitzéica (1873-1939)⁶¹⁵ de la faculté des sciences de Bucarest et président de l'Académie des sciences de Roumanie, Kyrill Popoff (1880-1966)⁶¹⁶ de l'université de Sofia (Bulgarie).

Les invitations traduisent la recherche d'un rayonnement national pour ce nouvel institut. On compte parmi les invités des représentants d'université de province. Paul Sabatier (1854-1941), doyen de la faculté des sciences et membre de l'Institut, et Charles Camichel

609. Paul Painlevé et Borel sont d'anciens camarades de l'ENS. Ils entretiennent une relation personnelle très forte. Voir [Anizan, 2012, Pinault, 2017].

610. Paul Painlevé est un mathématicien.

611. Painlevé est un élu socialiste à la Chambre des députés.

612. Notons que Clément Colson est également membre du conseil d'administration de l'Institut de statistique de l'université de Paris. Voir chapitre 1, figure (1.2) p. 34. En outre il est inspecteur général des ponts et chaussées.

613. Notons immédiatement qu'aucun allemand n'est invité.

614. Pompeiu fait une partie de ses études à Paris, où il obtient un doctorat de mathématiques en 1905.

615. Tzitzéica fait une partie de ses études à Paris où il obtient un doctorat en 1899.

616. Qui travaille à l'observatoire de Nice en 1907, puis part à Paris. Il soutient une thèse à Paris en 1912, voir [Mazliak, 2011].

(1871-1966), membre correspondant de l'Institut et directeur de l'institut d'électrotechnique, représentent l'université de Toulouse. Louis Barbillon (1873-1945), professeur à la faculté des sciences et directeur de l'institut d'électrotechnique, représente l'université de Grenoble. Louis Bachelier (1870-1946), professeur à la faculté des sciences de Besançon, est invité mais décline pour des raisons de santé. Il n'est d'ailleurs pas anodin qu'il soit parmi les invités. En effet, comme nous le verrons plus bas, Borel envisage une place centrale aux probabilités dans ce nouvel institut. La présence à l'IHP d'un scientifique comme Bachelier constituerait un levier pour provoquer une dynamique autour des probabilités hors de Paris et correspond à la pratique de Borel, déjà évoquée précédemment⁶¹⁷, de rassembler des scientifiques autour des probabilités⁶¹⁸. En effet, Bachelier a soutenu une thèse sur les probabilités, présentant une première formalisation du mouvement brownien dans le cadre de l'étude des fluctuations boursières, devant un jury dont Henri Poincaré fut le président⁶¹⁹.

Enfin les invitations traduisent la volonté de Maurain et certainement de Borel, d'intégrer le nouvel institut dans un réseaux d'institutions parisiennes. Bien sûr, la faculté des sciences de Paris est représentée par Paul Montel, Aimé Cotton (professeur à la chaire de théorie physique et de physique céleste en 1920, puis professeur de physique), Henri Andoyer (1862-1929, professeur à la chaire d'astronomie), Marie Curie (professeur de physique générale et radioactivité), Charles Fabry (professeur de physique), sans compter la présence du doyen de la faculté des sciences et de Borel. Mais on compte également parmi les invités des représentants du Collège de France (Maurice Croiset, 1846-1935, administrateur du Collège de France, et Paul Langevin, professeur de la chaire de physique générale et expérimentale), de l'Académie des sciences (Maurice Hamy, 1861-1936, président de l'Académie des sciences, Louis Mangin, 1852-1937, vice-président, Émile Picard, secrétaire perpétuel pour la division des sciences mathématiques, Alfred Lacroix, 1863-1948, secrétaire perpétuel pour la division des sciences physiques), de l'École polytechnique (Maurice d'Ocagne) et du Museum d'histoire naturelle de Paris (Louis Mangin également directeur du Museum), de l'École centrale des arts et manufactures (Léon Guillet, 1873-1946). Des invitations sont envoyées au doyen de la faculté de droit (Henri Berthélemy, 1857-1943), à un membre de l'Académie de médecine (Pierre Teissier, 1864-1932) et au

617. Chapitre 1 et 2.

618. Nous n'avons pas trouvé de traces de Louis Bachelier à l'IHP entre 1928 et 1940.

619. Sur Bachelier, voir en particulier [Courtaut *et al.*, 2001].

directeur de Sainte Barbe (Paul Pierrotet, 1855- ?). Notons toutefois l'absence de membres de la direction de l'ENS.

Face à cette assemblée, Borel, Maurain, Picard et Pierre Marraud (ministre de l'Instruction publique) prennent successivement la parole. Leurs discours mettent l'accent sur l'héritage scientifique de Poincaré, les avancées dans le domaine de la physique mathématique et enfin sur les relations scientifiques internationales. La dimension nationale apparaît dans les hommages répétés à l'« école mathématique française ».

Le discours de Borel place Poincaré comme une référence scientifique pour les recherches futures censées être portées par l'IHP. Il commence son discours en rappelant qu'il occupe une chaire, la chaire de CPPM, « qui fut occupée pendant de nombreuses années par Henri Poincaré dont [il a] suivi l'enseignement et rédigé les leçons [lorsqu'il était] élève à l'École Normale. »⁶²⁰ En outre il place les travaux de son ancien professeur à la jonction de deux sciences, « dont l'origine est pour une grande partie française », le calcul des probabilités et la physique mathématique⁶²¹. Il mentionne également que Jean Perrin et Paul Langevin participeront à la direction de l'institut et que « leurs noms sont un sûr garant que notre Institut restera digne du nom d'Henri Poincaré. ». Enfin, il place Poincaré comme un idéal scientifique qu'il formule en conclusion : « Tous ceux qui collaborent ici pour la recherche de la vérité qui ne connaît point de frontières, s'attacheront à rester dignes de la pensée et des exemples d'Henri Poincaré, qui a consacré tout sa vie à la recherche pure et désintéressée du vrai. »

Pour sa part, Picard souligne l'*ethos* scientifique porté par Poincaré ainsi que la renommée qu'il apporte aux « mathématiques françaises » et donc au nouvel institut qui porte son nom. Il rappelle ainsi que Poincaré « voyait sans trop de regrets des théories succéder aux théories ; il semblait même trouver un malin plaisir à en signaler les difficultés et les contradictions. C'est une des caractéristiques de son génie, qu'il réunit un prodigieux esprit d'invention à un esprit critique extrêmement aiguisé. »⁶²². Il présente donc Poincaré comme un scientifique à la recherche du progrès par critiques successives

620. AN AJ/16/5775, Discours d'inauguration, Discours prononcé par M. Émile Borel à l'inauguration de l'Institut Henri Poincaré.

621. « Le calcul des probabilités et la physique mathématique sont deux sciences dont l'origine est pour une grande partie française. Faut-il nommer pour le calcul des probabilités : Fermat, Pascal, d'Alembert, Buffon, Laplace, Cournot, Joseph Bertrand, Henri Poincaré, et pour la physique mathématique : d'Alembert, Poisson, Ampère, Cauchy et encore Henri Poincaré. »

622. AN AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré, Discours d'inaugurations, « Inauguration de l'Institut Henri Poincaré à la Faculté le Samedi 17 NOVEMBRE 1928 à 15h, Discours de M. Emile Picard »

de théories considérées comme des approximations toujours plus précises de la réalité. Picard prévoit déjà que « les Maîtres éminents [...] sauront dans leurs cours joindre à l'audace que donne la jeunesse l'esprit critique auquel Henri Poincaré a dû tant de belles découvertes en Physique mathématique. » Il apparaît aux yeux de Picard que « le nom d'Henri Poincaré couvre de sa gloire le nouvel Institut. » Cette gloire semble d'autant plus éclatante qu'il est associé aux deux mathématiciens qui ont « le plus honoré les mathématiques françaises dans la seconde moitié du siècle dernier » : Hermite et Darboux. C'est sous ces noms prestigieux que, pour Picard, l'IHP peut poursuivre « la tradition d'ordre et de clarté de l'école mathématique française ».

Enfin Marraud souligne la portée nationale et internationale de la figure de Poincaré. Il affirme que « la valeur unique de Poincaré n'était contestée ni à l'étranger, ni même dans son propre pays. » Il cite également des propos qu'il attribue à Jules Tannery : « il [aime la vérité] passionnément pour elle-même, non pour les applications qu'on en peut tirer... Il aime la vérité, d'abord parce qu'elle est vraie, puis parce qu'elle est belle ... La beauté scientifique l'émeut et le réjouit profondément. » L'érection de ce « temple [...] élevé à la science » rend ainsi un hommage à Henri Poincaré. En outre le ministre rappelle la dimension morale de l'engagement scientifique de Henri Poincaré selon qui la recherche scientifique est une lutte « contre les forces aveugles » et « donne le sentiment de la coopération nécessaire, de la solidarité de nos efforts et de ceux de nos contemporains »⁶²³.

Les discours mettent clairement en évidence que l'IHP s'inscrit dans une politique urbaine du développement scientifique de la faculté des sciences et de l'université de Paris. Maurain commence ainsi son discours en plaçant l'IHP au sein d'un réseau d'institutions scientifiques parisiennes. En premier lieu, Maurain replace l'IHP au sein de la faculté des sciences de Paris en rappelant que le bâtiment de l'IHP a pour vocation d'accueillir les enseignements de mathématiques de cette faculté. Il mentionne également les autres instituts de la faculté des sciences installés rue Pierre Curie : l'Institut de chimie, l'Institut du radium, le laboratoire de chimie-physique, le laboratoire de géologie appliquée, l'Institut de physique du globe et l'Institut de biologie en cours de construction. Marraud le rejoint sur ce point, signalant également que l'IHP se place « parmi les établissements [que l'Université de Paris] a édifiés depuis vingt ans au cœur de notre vieux quartier latin pour

623. AJ/16/5775, Discours d'inauguration, cité par le ministre dans « Discours prononcé par M. Pierre Marraud, ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts à l'inauguration de l'Institut Henri Poincaré ».

compléter son organisation scientifique. »⁶²⁴ et ajoutant que cet institut « entretiendra avec les instituts voisins des relations amicales. Il s'élève parmi ses frères ; il leur prêtera appui et leur demandera conseil. » Ensuite, Maurain situe l'IHP au sein d'un réseau d'institutions scientifiques parisiennes plus large. Tout d'abord le Collège de France, mentionné par Maurain, est représenté, comme le remarque Borel, au sein même de l'IHP puisque Paul Langevin, professeur de physique générale et expérimentale du Collège de France, est membre du comité provisoire de direction de cet institut⁶²⁵. La délégation envoyée par l'Académie des sciences et la prise de parole d'Émile Picard soulignent également la volonté d'une relation entre l'IHP et cette académie, assurée entre autre par Borel.

Au-delà de la dimension parisienne, les discours mettent en avant la dimension internationale de l'IHP dans une perspective de coopération et de paix. Borel rappelle que l'IHP a pour vocation d'inviter des « savants étrangers ». Il espère que le concours de ces savants étrangers contribue à en faire un institut « véritablement international » et qu'ainsi il contribuera au « rapprochement des peuples en permettant à des savants de tous les pays de collaborer, de se connaître et de mieux se comprendre » rappelant qu'à ses yeux « la recherche de la vérité [...] ne connaît pas de frontière ». Borel signale également que l'IHP sera international par « les élèves qui y suivront ses enseignements. » De plus Borel, qui proposa d'appeler ce nouvel institut Institut Henri Poincaré, précise que seul Poincaré peut « symboliser aux yeux du monde entier cette école mathématique française dont le rayonnement a été si grand depuis un siècle. »

Marraud souligne également l'importance de la coopération scientifique internationale en insistant sur le rôle de ce qu'il appelle le « nouveau monde ». Il commence son discours par des remerciements pour les libéralités de la Fondation Rockefeller. Il voit dans cette collaboration franco-étasunienne « une nouvelle marque de l'amitié qui unit les deux peuples. » Il envisage cet institut dans un réseau de collaborations « beaucoup plus large » avec « les organisations scientifiques internationales ». Il signale en particulier que la science se développe également dans le Nouveau monde : « en Amérique, au Japon, aux Indes ». Cet institut doit donc offrir un moyen de coopération et d'« entraide bienveillante ». Il en vient ainsi à formuler le vœu que « pour tous les peuples, le nouvel établissement deviendra la Maison des mathématiciens. » Il rappelle d'ailleurs

624. AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré, Discours d'inauguration, « Discours prononcé par M. Pierre Marraud, Ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts à l'inauguration de l'Institut Henri Poincaré ».

625. Nous reviendrons plus bas sur ce comité.

que le choix de Paris semble historiquement pertinent, la montagne Sainte Geneviève attirant des étudiants de toute « Nation » depuis le Moyen-âge, effort d'attraction d'étudiants internationaux poursuivi dans l'entre-deux-guerres par la construction de la Cité universitaire.

Concernant l'orientation scientifique, les discours de Picard, Maurain et Borel proposent graduellement un périmètre scientifique de plus en plus restreint. Picard signale l'importance de plus en plus pressante des développements mathématiques pour les avancées en physique, « l'analyse mathématique apparaît en effet de plus en plus comme un instrument indispensable aux progrès des théories physiques. » Il signale également que les théories modernes de la physique « ont été à l'origine d'importants travaux d'Analyse et de Géométrie infinitésimale ». Il estime donc que « les contacts, qui s'établiront ici entre les mathématiciens et les physiciens, ne pourront manquer d'être féconds. » Pour sa part, Maurain précise que l'IHP a pour vocation de constituer « un centre largement ouvert pour l'enseignement et les études de mathématiques et de physique mathématique. » Mais il n'envisage la présence que de mathématiciens, voyant dans l'IHP un centre voué à devenir « la Maison des mathématiciens », affirmation réitérée à trois reprises dans son discours.

Enfin Borel précise que tout l'enjeu scientifique de l'IHP consiste à prolonger le rapprochement entre le calcul des probabilités et la physique mathématique. Il affirme que le rapprochement entre ces deux disciplines s'est opéré à la fin du XIX^e, « les propriétés de la matière et de l'énergie qu'étudie la physique mathématique, [étant] soumises à des lois de probabilité, à des lois statistiques. » La création de l'IHP vient ainsi, selon lui, combler un manque à la faculté des sciences. Il concède que la création de la chaire de physique théorique et de physique céleste (issue de la transformation de théorie des fonctions laissée vacante par Borel en 1919⁶²⁶) et le cours libre de Louis de Broglie (1892-1987) ont contribué à combler partiellement cette lacune⁶²⁷. Mais la création de l'IHP a un but bien précis : « développer à la Faculté des sciences l'enseignement du calcul des probabilités et celui de la physique théorique. »

Enfin les discours de Borel et de Maurain rappellent les deux fonctions de l'IHP : assurer les enseignements de la chaire de CPPM et de TP (créée avec l'IHP) et organiser

626. Voir chapitre 1, p. 5-10.

627. Sur le rôle de Louis de Broglie dans le développement et la diffusion de la mécanique quantique en France, voir [Vila-Valls, 2012].

des conférences faites par des scientifiques venus de France ou d'autres pays. Maurain précise que ces « enseignements sont confiés à des Maîtres jeunes, que leurs travaux ont mis déjà en évidence. » Borel n'hésite pas à affirmer que des « savants de premier ordre » viendront faire des conférences, affichant explicitement la revendication d'élitisme scientifique. Maurain précise que « nous demanderons à des Maîtres de tous les pays de venir y exposer leurs travaux. » Ainsi l'intervention de savants étrangers doit permettre d'exposer des recherches en cours ou récentes. Notons enfin que si les deux missions de l'IHP sont clairement explicitées dans ces deux discours, leur éventuelle articulation n'est pas mentionnée.

La rédaction des statuts : l'affirmation d'une autonomie

Malgré l'inauguration en novembre 1928, l'IHP n'est doté de statuts et d'un règlement qu'en 1931. Ces textes sont rédigés par une commission nommée le 11 juin 1928, cinq mois avant l'inauguration, par le conseil de l'université sur une proposition de Maurain. Le conseil de l'université approuve la constitution d'une commission temporaire pour travailler sur l'organisation de l'Institut⁶²⁸ rassemblant Borel, J. Perrin et Langevin sous la présidence du doyen de la faculté des sciences⁶²⁹. Le 14 juin 1928, la faculté des sciences approuve également cette commission⁶³⁰. Il semble attendu de cette commission qu'elle termine la création de l'IHP en élaborant un projet de règlement puisque le 6 février 1930, Charléty rappelle à Maurain cette mission⁶³¹, signalant ainsi qu'au cours de l'année 1929, l'IHP fonctionne sans règlement ni statuts.

Le 13 février 1930, Maurain, répond à la lettre de Charléty pour lui proposer un projet d'organisation⁶³², élaboré par la commission temporaire, qui présente l'activité et le financement de l'Institut. Il décrit l'IHP comme un lieu d'enseignement en distinguant d'une part les enseignements réguliers de la chaire de CPPM et de TP, d'autre part les « cours ou conférences » assurés par des scientifiques extérieurs au personnel de l'IHP.

628. AN 20010498/130, Finances, conseil de l'université du 11 juin 1928 ; AN AJ/16/5775, dossier « Institut Henri Poincaré », sous-dossier « Financement et règlement », lettre du 13 juin 1928 du recteur de l'académie de Paris (S. Charléty) à Monsieur le doyen (C. Maurain).

629. Nous revenons plus bas sur cette commission.

630. AN AJ/20010498/130, Divers (1928 – 1952), Lettre du doyen de la faculté des sciences au recteur de l'académie de Paris, 16 juin 1928.

631. AN AJ/16/5775, dossier « Institut Henri Poincaré », sous-dossier « Financement et règlement », lettre du 6 février 1930 du recteur de l'académie de Paris au doyen de la faculté des sciences.

632. Voir en annexe, 389, AN 20010498/130, « Divers (1928 – 1952) », Lettre du doyen de la faculté des sciences au recteur de l'académie de Paris, 13 février 1930.

Dans ce texte, les conférences intègrent le dispositif d'enseignement puisqu'elles doivent « se rattach[er] par leurs sujets à ces deux chaires. » Pour la première fois donc, le périmètre scientifique de ces conférences est explicité de façon relativement précise. En outre pour la première fois le rôle des conférences dans le dispositif d'enseignement est évoqué, sans pour autant expliquer la différence entre un « cours » et une « conférence ».

Maurain donne également des précisions matérielles et financières sur ces conférences. Il précise qu'une « rétribution » d'un montant de 1 000 frs par conférence est accordée pour les savants faisant quatre conférences ou plus, avec une limite fixée à 10 000 frs par savant par année scolaire et que l'institut dispose d'un budget de 75 000 frs pour ces conférences. Dans ces limites, il est également prévu qu'un savant puisse bénéficier d'une indemnité de séjour et de déplacement. Par ailleurs, Maurain rappelle que le conseil de l'université, dans sa séance du 3 décembre 1928, a accordé une autonomie totale sur le choix et sur l'invitation des conférenciers au comité de direction⁶³³. Ainsi le comité provisoire de l'IHP envisage ces conférences comme étant une série de séances s'inscrivant dans un séjour de plusieurs jours. Le rôle de la « rétribution » n'est pas tout à fait clair : s'agit-il d'un élément d'attraction ? d'un moyen de faciliter la venue de savants lointains ? Les deux à la fois ?

Aucune réponse à ce premier projet n'a été conservée dans les archives, mais la suite des événements cache difficilement à quel point ce premier projet est loin des attentes de Charléty. Dans une première lettre, datant du 22 novembre 1930⁶³⁴, il rappelle que la commission « n'avait qu'un caractère provisoire » et qu'en l'absence de statuts les décisions relatives à l'IHP doivent être approuvées par le conseil de l'université. Il lui semble donc nécessaire de « créer l'Institut dans la forme prévue par le décret du 30 juillet 1920 ». Suite à cette lettre, le doyen de la faculté des sciences convoque la commission le 30 novembre pour examiner le projet de statuts qu'il a rédigé⁶³⁵ de sorte qu'il puisse le présenter au conseil de l'université prévu le 1^{er} décembre 1930.

Le conseil de l'université adopte une deuxième version le 1^{er} décembre 1930⁶³⁶. Ce deuxième texte se distingue formellement du premier par un découpage en six articles. Mais il se distingue également par son contenu. En particulier l'article 2 délimite le rôle de

633. AN 20010498/130, Conférences 1928-1934, conseil de l'université, séance du 3 décembre 1928.

634. AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré, « Financement et règlement », lettre du recteur de l'académie de Paris au doyen de la faculté des sciences, 22 novembre 1930.

635. AN 20010498/130, Finances

636. AN 20010498/130, Création et fonctionnement, conseil de l'université de Paris, séance du 1^{er} décembre 1930.

l'Institut qui y est décrit comme un « centre d'enseignement et de recherche scientifique sur la physique mathématique et théorique et les sciences connexes, telles que le calcul des probabilités. » Outre l'enseignement, l'institut assure une fonction de « recherche » qui était absent du premier texte. Il n'est pas précisé quelle forme elle prend ou ce qui relève de la recherche, mais dans tous les cas l'activité de la chaire de CPPM et de la chaire de TP constituent l'enseignement « régulier » de l'IHP. Quant aux conférences, le texte ne précise pas si elles sont du côté de l'enseignement (auquel cas les statuts n'évoqueraient nulle part le contenu ou la forme de la recherche), ou du côté de la recherche, ou à cheval entre enseignement et recherche.

Par ailleurs, les statuts placent l'IHP dans un espace disciplinaire centré sur la physique. Ainsi entre décembre 1926 et décembre 1930, le cœur scientifique semble s'être à nouveau déplacé du côté de la physique plutôt que des mathématiques. En outre les statuts mentionnent le calcul des probabilités comme un sujet connexe, c'est-à-dire en lien avec la physique mathématique et théorique. Cependant la formulation suggère que le calcul des probabilités n'est qu'un sujet connexe parmi d'autres, laissant donc une marge d'interprétation potentiellement large. Ce point de détail ne manquera pas d'attirer l'attention au ministère de l'Instruction publique.

Ce texte prévoit que l'IHP soit dirigé par un conseil d'administration (CA). Ce conseil délibère sur toutes les questions relatives à l'Institut. En particulier, il nomme le directeur de l'IHP dont la seule fonction évoquée consiste à présenter un rapport d'activité annuelle au CA. Ce dernier nomme également un comité de direction comprenant 4 ou 5 membres choisis parmi ses membres. Un petit groupe d'individus, choisis au sein des professeurs de la faculté des sciences et présidé par le doyen de la faculté des sciences, compose ce CA. Outre les professeurs et maîtres de conférences de la chaire de CPPM et de TP, deux autres professeurs de la faculté des sciences nommés par le recteur sur la proposition du conseil de la faculté siègent. De plus deux savants français n'appartenant pas au personnel de la faculté des sciences, nommés par le recteur et choisis parmi les personnes ayant donné des conférences à l'Institut Henri Poincaré, siègent dans ce CA. Ce conseil s'organise assez nettement en faveur d'une autonomie de l'IHP puisque 6 des 8 membres sont en relation directe avec cet institut.

Le 6 décembre 1930⁶³⁷, Charléty demande des précisions avant de présenter le projet

637. AN AJ/16/5775, dossier « Institut Henri Poincaré », sous-dossier « Financement et règlement », lettre du 6 décembre 1930 du recteur de l'académie de Paris au doyen de la faculté des sciences.

de règlement au ministre. Le premier point à éclaircir concerne le statut de l'institut. Charléty signale que le projet « semble viser un Institut de Faculté » et non un institut d'université. La distinction est importante notamment en ce qui concerne le budget. Tandis que le budget d'un institut d'université est porté au budget de l'université, celui d'un institut de faculté est interne. Or, comme nous l'avons vu précédemment, cette première option est dès avant la construction du bâtiment définitivement mise hors course. Le deuxième point porte sur la présence éventuelle de « savants étrangers » au sein du conseil d'administration. Enfin le dernier point porte sur la scolarité, plus précisément sur les conditions d'admission, sous-entendant par là l'existence d'une scolarité propre à l'IHP.

La faculté des sciences approuve, le 12 février 1931, un projet de règlement remanié en tenant compte des questions de Charléty. Dans sa lettre du 13 février 1931⁶³⁸, Maurain précise que seuls des « savants français n'appartenant pas au personnel de la Faculté des sciences » peuvent intégrer le conseil d'administration par nomination du recteur. En ce qui concerne la scolarité, il présente une version qui, de fait, insère la scolarité de l'IHP au sein de celle de la faculté des sciences. En effet, le projet de règlement prévoit que les étudiants de l'IHP soient ceux inscrits ou immatriculés à la faculté des sciences s'étant acquittés des droits de travaux pratiques fixés pour chacun des enseignements.

Ce projet remanié est soumis au ministère de l'Instruction et des beaux-arts. Ce ministère⁶³⁹ donne son accord de principe mais suivant l'avis du « Comité consultatif de l'enseignement supérieur public », il réagit⁶⁴⁰ à l'expression de « sciences connexes ». Le ministre communique un doute sur ce qu'il faut entendre par cette expression et demande si la « mécanique analytique » ne pourrait pas être également mentionnée. Maurain justifie⁶⁴¹ cette formulation en précisant que celle-ci cherche à coller au cadre de l'accord passé avec l'IEB et rappelle que « l'objet de cet institut est simplement de réunir des enseignements pour lesquels a été faite la donation de l'International Education Board. » À nouveau Maurain restreint l'institut à un lieu d'enseignement, qui plus est à l'enseignement des deux chaires qu'il considère être les enseignements visés par la donation de l'IEB. Notons toutefois que le calcul des probabilités n'est jamais mentionné dans les documents

638. AN AJ/16/5775, dossier « Institut Henri Poincaré », sous-dossier « Financement et règlement », lettre du 13 février 1930 du doyen de la faculté des sciences au recteur de l'académie de Paris.

639. Le ministre est alors Charles Pomaret.

640. Voir en annexe, 393.

641. Voir en annexe, 394.

archivés relatifs aux discussions avec l'IEB que nous avons consultés.

Les statuts définitifs de l'IHP sont adoptés par le conseil de l'université le 10 avril 1931⁶⁴², soit plus de deux ans après son ouverture. Ces statuts affirment la double fonction de l'institut, d'enseignement et de recherche, et les deux types d'activités, les enseignements réguliers liés à des chaires et les conférences. Ils définissent l'espace des conférences comme national et international, le recrutement des conférenciers pouvant se faire en France ou à l'étranger. Par ailleurs la scolarité de l'IHP se confond en fait avec celle de la faculté des sciences ce qui semble renvoyer également au but initialement avancé par la construction d'un bâtiment : créer un nouveau bâtiment de la faculté des sciences pour les mathématiciens et l'enseignement mathématique. Ainsi l'IHP n'est pas une entité extérieure mais au contraire s'inscrit à l'intérieur de la faculté des sciences et plus précisément comme le nouveau département de mathématiques de cette faculté. Cette situation explique peut-être le flou sur la définition disciplinaire de l'institut : tantôt mathématique, tantôt physique tantôt à la jonction des deux, les textes successifs peinent à donner une image claire et précise du périmètre scientifique couvert par l'Institut, sauf en ce qui concerne l'enseignement régulier. Notons cependant que la seule précision donnée, non des moindres, porte sur le fait que le calcul des probabilités est un sujet couvert qui rentre dans le périmètre scientifique de l'IHP. Ainsi les statuts laissent une marge d'action notable au petit groupe de scientifiques constituant le CA de l'IHP quant à l'organisation de cet institut, en particulier des conférences.

Un réseau scientifique à la tête de l'IHP

Comme nous l'avons vu précédemment l'IHP est contraint de se retrancher au sein de la faculté des sciences lors du conseil de l'université du 3 janvier 1927⁶⁴³. Les craintes exprimées lors de ce conseil sur la viabilité financière du projet et de son impact éventuel sur les finances de l'université amène Maurain à faire endosser l'ensemble des charges à sa faculté. Les statuts adoptés en 1931, faisant de l'IHP un institut de faculté, confirme ce retranchement. Mais ce qui initialement semble être un repli stratégique pour sauver le projet est transformé en une occasion pour acquérir une autonomie vis-à-vis de l'université. Cette autonomie est renforcée par deux décisions du conseil de l'université : la nomination d'une commission temporaire, à l'origine de la rédaction des statuts de l'IHP,

642. Voir en annexe, 395.

643. AJ 20010498/130 Finances, conseil de l'université, séance du 3 juin 1927.

et la délégation faite à ce comité pour inviter les conférenciers. Cette commission nommée le 11 juin 1928⁶⁴⁴ a les mains libres pour organiser les conférences. De plus, les statuts tendent à transformer cette commission en un conseil d'administration qui détient les mêmes libertés d'action. Or cette commission puis le CA s'organisent autour d'un groupe de scientifiques marqué par l'intensité des relations entre les membres qui la composent.

Lors de la séance du 11 juin 1928⁶⁴⁵, Maurain signale qu'il faudra s'occuper « du détail de l'organisation de cet Institut. » Il propose donc qu'une commission provisoire soit nommée pour s'en occuper. Il propose, « par exemple », que Borel et J. Perrin, les deux représentants de la faculté des sciences au conseil de l'université, et M. Langevin, « une personnalité particulièrement qualifiée en physique mathématique » et professeur au Collège de France, y soient nommés. Le conseil de l'université approuve dans la même séance cette commission et la composition proposée par Maurain.

Comme nous l'avons vu, les statuts de 1931 tendent à élargir ce groupe restreint. Ainsi il est prévu que le conseil d'administration réunisse le doyen de la faculté des sciences (président), les professeurs et maîtres de conférences des deux chaires de l'IHP, deux professeurs de la faculté des sciences nommés par le recteur sur proposition du conseil de la faculté des sciences, deux savants français ne faisant pas partie du personnel de la faculté des sciences et deux savants français n'appartenant pas à la faculté des sciences, nommés par le recteur, et pris parmi les conférenciers. Enfin le CA peut également comprendre deux autres personnes nommées, sur sa proposition, par le recteur. D'après les statuts de 1931, le CA, et donc ce groupe de scientifiques, a deux missions. Tout d'abord il se réunit au moins une fois par an pour délibérer sur toutes les questions se rapportant à l'Institut. Dans la mesure où le bâtiment de l'IHP n'est pas mentionné et semble à la charge de la faculté des sciences, que la nomination des professeurs et maîtres de conférences doit passer par le conseil de la faculté des sciences, les décisions peuvent donc porter sur la bibliothèque, l'équipement technique, le budget et les conférences que doit organiser cet institut.

Du point de vue des statuts, le CA a donc la maîtrise de sa constitution et donc de sa reconduction : en effet sur les onze membres que peut compter le CA, quatre sont

644. AN 20010498/130, Finances, conseil de l'université du 11 juin 1928 ; AN AJ/16/5775, dossier « Institut Henri Poincaré », sous-dossier « Financement et règlement », lettre du 13 juin 1928 du recteur de l'académie de Paris à Monsieur le doyen.

645. AN 20010498/130, Finances, conseil de l'université du 11 juin 1928

directement impliqués dans l'IHP et ont la possibilité d'en nommer deux autres (parmi les conférenciers qu'ils ont eux-mêmes contribué à désigner) et encore 2 autres qu'ils contribuent à nommer en interne. Ainsi le CA a les moyens de construire et de perpétuer un entre-soi particulièrement solide et donc de mener l'activité de l'IHP dans une direction bien déterminée. Cette situation institutionnelle particulière est renforcée par le groupe de scientifiques qui a initialement la main : ceux composant la commission temporaire. En effet il définit le CA en désignant d'une manière plus ou moins explicite les positions qu'ils occupent à ce moment.

Perrin, Borel, Maurain et Langevin forment ce groupe remarquable. Les relations entre ces savants sont d'ordre scientifique, personnel et politique⁶⁴⁶. Tout d'abord ce sont des relations qui se sont nouées lors de leur fréquentation (en tant qu'élèves) de l'École normale supérieure. Ces relations s'orientent rapidement vers une dimension personnelle et amicale⁶⁴⁷. De plus ces relations sont fondées sur une certaine proximité politique. L'affaire Dreyfus constitue clairement un événement majeur dans l'affirmation politique de leurs relations. Notons qu'il s'agit d'un groupe plutôt orienté à gauche. Enfin ces relations sont fondées sur une certaine vision de la science et de la politique scientifique qui met en avant la nouvelle physique et ses applications. Enfin, mis à part Langevin, ce sont des habitués de ce qu'on appelle l'Arcouët, du nom de la localité en Bretagne où se côtoie autour de l'historien Charles Seignobos (1854-1942) une assemblée d'universitaires parisiens chaque été. De plus, l'élection de Maurain comme doyen de la faculté des sciences de Paris en 1926, confère à ce groupe une position dominante au sein de cette faculté.

Choisir des conférenciers et les inviter

Entre 1928 et 1931, le choix des scientifiques invités à faire une conférence à l'IHP revient à la commission temporaire. Le 3 décembre 1928, à peine un mois après l'inauguration du nouvel institut, l'université de Paris donne délégation « au Comité de l'Institut H. Poincaré pour choisir et inviter les savants étrangers qu'il croira devoir appeler soit à des conférences ou un enseignement »⁶⁴⁸. Le comité temporaire se retrouve donc libre de mener à bien, grâce aux conférences, sa politique scientifique. Les statuts adoptés en 1931, en revanche, ne permettent pas d'identifier les responsables de la liste des invités ;

646. La liste serait très longue tant les traces d'interactions sont multiples et diversifiées. Nous renvoyons aux travaux de Michel Pinault sur l'Arcouët, notamment [Pinault, 2017].

647. [Pinault, 2017, p. 38-39].

648. Archives nationales, 20010498/130, Extrait du conseil de l'université, séance du 3 décembre 1928.

aucun article ne précise qui doit dresser cette liste⁶⁴⁹.

Les archives n'ont conservé aucun document relatif aux séances du CA ou à d'éventuelles réunions du comité de direction. Les dossiers d'invitations ne fournissent pas non plus d'éclaircissement sur le rôle respectif de ces deux groupes. Néanmoins, les lettres d'invitation qui nous sont parvenues mentionnent le « Comité de direction » et jamais le « Conseil d'Administration ». Borel précise ainsi, dans une lettre au philosophe Louis Rougier (1889-1982) du 2 décembre 1935, que « le Conseil de direction de l'Institut Henri Poincaré qui comprend les professeurs de l'Institut et le Doyen de la Faculté, ainsi que MM. Langevin et Perrin, s'est réuni comme tous les ans au début de novembre pour fixer notre programme de l'année »⁶⁵⁰.

Le comité de direction se charge de définir la liste des invités puis communique les informations les concernant à Mme Fournier qui se charge d'envoyer les lettres d'invitation, faites au nom du comité de direction, qui sont toujours nominales et adressées à la personne visée par l'invitation. Certains cas, sur lesquels nous revenons plus loin, nécessitent de mener des démarches institutionnelles en plus de l'invitation individuelle. En outre la lettre propose un nombre de séances, trois ou quatre généralement. Il est parfois précisé que la conférence doit être faite en français. Enfin la lettre se termine par la demande des disponibilités de l'intéressé, de ses titres et du titre de la conférence. Cette lettre d'invitation déclenche une série d'échanges épistolaires visant à préciser les dates des séances. Le sujet des conférences est rarement discuté dans les documents qui nous sont parvenus. Il arrive que certains conférenciers demandent une validation, mais la question ne vise pas tant le sujet que la formulation en français du titre. Une fois l'invitation acceptée, le titre et la date fixés, Mme Fournier lance la commande d'affiches pour annoncer la conférence qui se fait généralement dans l'un des deux amphithéâtres de l'Institut.

Cette procédure d'invitation ne constitue pas une règle rigide ; toutes les étapes au cours de l'invitation font l'objet d'adaptations à des situations particulières, notamment dans les premières années de fonctionnement⁶⁵¹. Les invitations ne sont pas systématiquement

649. Le texte de 1931 prévoit que le conseil d'administration se « réunit au moins une fois par an. Il délibère sur toutes les questions se rapportant à l'Institut. » (AN 20010498/130, Article 5. « Institut Henri Poincaré, projet de règlement adopté par le conseil de l'université du 9/7/28 » et lettre ministérielle du 10/4/31). Il prévoit par ailleurs que le CA élit « un comité de direction formé de 4 ou 5 personnes, auquel il peut déléguer sous son autorité le pouvoir d'assurer dans le détail le fonctionnement de l'Institut. » (AN 20010498/130, Article 5. « Institut Henri Poincaré, projet de règlement adopté par le Conseil de l'université du 9/7/28 » et lettre ministérielle du 10/4/31).

650. Archives de l'I.H.P. Dossier d'invitation de Hans Reichenbach.

651. Pour alléger le texte, nous avons renvoyé en annexe une compilation des biographies et des invita-

quement envoyées par Mme Fournier⁶⁵², certaines invitations sont liées à une demande explicite de contenu pour la conférence⁶⁵³, et certaines conférences n'ont pas lieu dans l'un des amphithéâtres de l'IHP⁶⁵⁴. Il arrive également qu'un scientifique soit invité de façon opportuniste, bien qu'il n'ait pas été désigné sur la liste⁶⁵⁵.

La pratique des invitations révèle ainsi deux traits majeurs. Tout d'abord les invitations mobilisent un groupe de scientifiques parisiens dont les limites sont indistinctes mais organisé autour du noyau constitué par le comité de direction. Ensuite la liste des invités est programmée, au moins sur l'échelle de l'année universitaire, tout en restant ouverte aux opportunités. Pour mener à bien les invitations, les acteurs impliqués dans ce processus mobilisent activement leurs réseaux locaux et internationaux. Les documents d'archives n'ont gardé trace d'aucune discussion. De sorte que les invitations ne sont jamais motivées dans les documents que nous avons consultés⁶⁵⁶. Or le nombre restreint d'acteurs participant à l'élaboration du programme des conférences suggère que les invitations répondent à des intérêts scientifiques bien définis.

3.2 CHOISIR DES SCIENTIFIQUES

Le projet des conférences de l'IHP est ambitieux. Dans la première version, présentée en juin 1926, le projet prévoit cent conférences par an. En pratique, le nombre médian de conférenciers est de dix par an, nombre équivalant à celui des conférenciers invités par la faculté des sciences⁶⁵⁷, assurant généralement trois ou quatre séances lors de leurs venues concentrées entre janvier et juin. Sur l'ensemble de la période 1928-1940, les dirigeants de l'IHP envoient 124 invitations visant 85 scientifiques, dont 76 viennent effectivement faire 109 conférences. Nous avons analysé les profils de ces invités sur la base de compilations de leurs biographies et des dossiers d'invitations conservés à la bibliothèque de l'IHP,

tions des scientifiques invités mentionnés dans ce chapitre.

652. Par exemple dans le cas de l'invitation faite à Jerzy Neyman, voir en annexe, p. 443.

653. Par exemple pour l'invitation de Serge N. Bernstein, voir en annexe, p. 417.

654. Comme pour la conférence de Léon Bloch, voir en annexe, p. 421.

655. C'est le cas de George Birkhoff et Félix Bloch, voir en annexe p. 419 et p. 420.

656. Notons l'exception que représente G. Birkhoff pour lequel il est mentionné, à sa première invitation, son rôle dans la création de l'Institut.

657. D'après les *Annales de l'Université de Paris* des années 1930 à 1941, sous l'intitulé « Enseignements donnés par des savants étrangers », 9 scientifiques étrangers assurent des conférences à la faculté des sciences de Paris pour l'année 1928-1929, 7 pour l'année 1929-1930, 7 pour l'année 1930-1931, 3 en 1931-1932, 2 pour l'année 1932-1933, 6 en 1933-1934, 7 pour l'année 1934-1935, 11 pour l'année 1935-1936, 11 pour l'année 1936-1937, 7 pour l'année 1937-1938, 9 pour l'année 1938-1939.

informations que nous avons rassemblées en annexes ⁶⁵⁸.

Malgré certaines revendications internationalistes, les invitations envoyées par le comité de direction et les conférenciers venus à Paris signalent à quel point l'espace scientifique se résume à l'espace européen (voire l'espace européen occidental) et étasunien. Les conférences de l'IHP assurent donc des relations scientifiques internationales, certes, mais tout de même limitées. La géographie des invitations rend compte de la représentation géographique de l'espace scientifique de haut niveau tel que les dirigeants de l'IHP le conçoivent. Cette géographie scientifique se concentrant sur l'espace européen, les bouleversements politiques liés à l'arrivée au pouvoir d'Hitler en 1933 et à un durcissement du régime stalinien, conduisent inévitablement à une certaine redistribution géographique entre les invitations et les conférenciers : disparition ou sous-représentation de certains pays, apparition ou sur-représentation d'autres.

Quant à la mission de dynamiser les universités de province évoquée par George Birkhoff, force est de constater que les invitations envoyées en France ont surtout un caractère parisien. En fait la portée nationale de ces conférences n'est vraisemblablement pas à chercher du côté des conférenciers, mais plutôt du côté d'un périodique : les *Annales de l'IHP*. Cette publication en français sert de moyen de diffusion et d'archivage de ces conférences, permettant une consultation différée et délocalisée des contenus scientifiques exposés.

De plus l'injonction d'élitisme portée par la Fondation Rockefeller est reprise par les dirigeants de l'IHP. Les invitations envoyées montrent l'attention portée par le comité de direction aux scientifiques ayant déjà obtenu une reconnaissance scientifique locale et internationale. Toutefois, toujours dans la perspective du « make the peak higher », une place remarquable est accordée à des scientifiques en début de carrière, certainement pour leur expertise dans le domaine très spécifique de leur thèse, et des savants ayant déjà acquis une reconnaissance internationale. Les dirigeants de l'IHP se montrent particulièrement intéressés pour inviter les participants aux Conseils Solvay de physique et aux Congrès internationaux des mathématiciens (CIM), qui offrent un aperçu de la reconnaissance accordée aux scientifiques au niveau international. La participation des invités à ces événements scientifiques internationaux avant leurs invitations à l'IHP donne une idée de l'importance accordée à cette reconnaissance dans le processus de sélection des invités et ainsi rend compte des stratégies d'insertion de l'IHP dans le champ de la physique et des

658. Annexe D, p. 417-455.

mathématiques à l'échelle internationale.

3.2.1 *Créer une scène scientifique internationale : des choix géographiques dans les invitations*

L'ensemble des conférences de l'IHP constitue un objet d'étude bien délimité. Il s'agit de prises de parole organisées dans le cadre du fonctionnement de l'institut qui dispose d'un budget permettant de financer un dédommagement pour les conférenciers. Ajoutons que ces conférences se déroulent généralement dans l'un des amphithéâtres de l'IHP sur une ou plusieurs séances (généralement 3 ou 4). Les archives permettent d'affirmer que ces conférences durent entre une heure et une heure et demi⁶⁵⁹. Le profil des conférenciers est *a priori* très ouvert, les statuts laissent penser que tous les savants français ou étrangers sont susceptibles d'être invités. Même si la description du domaine scientifique vers lequel s'oriente l'IHP se stabilise autour de la formulation « physique mathématique et théorique », il convient de rappeler que le calcul des probabilités est explicitement mentionné comme sujet connexe dans les statuts, sans pour autant donner une liste exhaustive des sujets connexes envisagés.

Le financement des conférences constitue une contrainte particulièrement pesante à partir de 1933. En effet, nous l'avons déjà vu, le financement du fonctionnement de l'IHP repose sur la rente d'un capital en dollars donné par l'IEB et une subvention supplémentaire est accordée par la Fondation Rockefeller. Or, en 1933, le capital est versé à l'université de Paris qui, sur la demande de Maurain, le verse sur une rente à 6 % et la subvention de la philanthropie, prévue pour 5 ans, n'est plus versée par l'IEB. Maurain propose donc de diminuer le budget alloué aux conférences et de réduire le dédommagement des conférenciers français. Ces circonstances ont un impact direct sur le nombre d'invitations à partir de 1933 et par conséquent sur le nombre de conférences. Ainsi le nombre d'invitations tend à diminuer, tendance qui se répercute immédiatement sur les conférences.

659. En 1933, chacune de ces séances « dure au minimum une heure, mais peut se prolonger 15 à 20 minutes environ si le conférencier le désire, et si cela est nécessaire à son exposition » (Lettre de Mme Fournier à Bloch, 20 mai 1933, Archives de l'IHP, Dossier Félix Bloch). En 1938, la durée est comprise entre « une heure à une heure et demie, au gré du conférencier » (Lettre de Mme Fournier à Bloch, 19 janvier 1938, Archives de l'IHP, Dossier Félix Bloch).

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
Invitations	11	16	13	16	9	12	6	14	7	10	10
Conférenciers	10	15	13	14	9	9	7	11	6	8	6

TABLE 3.1 – Nombre d’invitations et de conférenciers chaque année universitaire. (*L’année universitaire 1928-1929 est désignée par 1928*).

Le monde selon l’I.H.P.

Comme nous l’avons vu la construction de l’IHP est indissociable du projet d’organiser des conférences internationales dans une perspective élitiste portée par l’IEB. Les discours d’inauguration ajoutent une dimension de coopération internationale large à la fois dans une perspective humaniste sans pour autant négliger le rayonnement des mathématiques de « l’école française ».

L’espace scientifique dessiné par l’IHP (identifié à ses dirigeants) se déploie principalement en Europe ; à elle seule cette partie concentre 112 des 123 invitations. Les 11 invitations en dehors de cette zone sont assez lointaines en terme de distance géographique. Chandrasekha Venkata Raman, professeur à l’université de Calcutta en Inde, reçoit une invitation en 1929⁶⁶⁰. Les dix invitations restantes sont envoyées à des personnes en poste aux États-unis. Au final 8,9 % des invitations sont envoyées hors d’Europe et 91,1 % en Europe.

Cette répartition des invitations à longue distance est en partie justifiée par Borel en 1937. Dans une lettre qu’il adresse à Birkhoff, il affirme que les « Professeurs américains [...] sont à peu près les seuls qu’il soit intéressant de songer à faire venir d’outre-mers. Cependant il pourrait peut-être y avoir parfois intérêt à faire venir un Professeur anglais d’un des Dominions de l’Empire britannique ou des Indes, ou un Professeur des autres régions de l’Amérique. Cette question pourrait être examinée, lorsqu’aurait été résolue celle des Professeurs américains. »⁶⁶¹ Il y a peut-être une part de flatterie dans cette phrase ; en écrivant à l’un des acteurs essentiels dans l’élaboration de l’IHP, par ailleurs connu pour ses efforts de promotion des mathématiques étasuniennes, Borel cherche assurément le renouvellement du soutien de Birkhoff pour obtenir de nouveaux financements pour les conférences. La pratique des invitations suggère cependant un intérêt tangible

⁶⁶⁰. Il faut toutefois rappeler que l’Inde est encore à cette date une colonie britannique. Nous avons néanmoins décidé de le comptabiliser comme non-européen, compte tenu de son parcours (voir en annexe p. 448).

⁶⁶¹. Lettre d’É. Borel à G. Birkhoff, 19 novembre 1937.

des dirigeants pour les scientifiques étasuniens.

L'espace géographique européen n'est pas uniformément représenté par les invitations. Outre l'absence de certains pays européens⁶⁶², le nombre d'invitations est inégal en fonction des pays. Tout d'abord 11 invitations, soit 9,8 % des invitations européennes et 8,9 % des invitations totales, sont envoyées dans la partie septentrionale comprenant le Danemark (3 invitations), la Norvège (4) et la Suède (4). Ensuite 17 invitations, soit 15,2 % des invitations européennes et 13,8 % des invitations totales, sont envoyées dans la partie orientale comprenant la Pologne (1), la Bulgarie (1), la Roumanie (2), l'URSS (10), la Tchécoslovaquie (2) et enfin la Turquie (1). Dans son ensemble donc les parties orientale et septentrionale contribuent pour 28 invitations, soit 25 % des invitations européennes et 22,8 % des invitations totales. Le comité de direction envoie le reste des invitations dans une zone, que nous appelons Europe occidentale, comprenant la France (31), le Royaume-Uni (13), l'Italie (13), l'Allemagne (11), la Belgique (8), les Pays-Bas (4), la Suisse (3) et l'Espagne (1), et totalisant 84 invitations, soit 75 % des invitations européennes et 68,3 % des invitations totales.

	Europe			Hors Europe	
	Occidentale	Septentrionale	Orientale	États-unis	Inde
Effectif	84 (75 %)	11 (9,8 %)	17 (15,2 %)	10 (91 %)	1 (9 %)
% invitations	68,3 %	8,9 %	13,8 %	8,1 %	0,8 %
Total	113 (91,1 %)			11 (8,9 %)	

TABLE 3.2 – Répartition géographique des invitations faites par les dirigeants de l'IHP entre 1928 et 1940.

Ainsi les invitations suivent grossièrement une loi inversement proportionnelle à la distance parcourue : plus un scientifique est en poste dans un pays proche de Paris, plus il a de chance d'être invité. On peut envisager plusieurs explications complémentaires. Tout d'abord, cette répartition objectivise la représentation des dirigeants de l'IHP des avancements scientifiques internationaux ; la lettre de Borel mentionnée précédemment tend à confirmer cette explication. Ensuite, la contrainte budgétaire affectant le nombre total des invitations impacte la répartition géographique ; le coût du voyage étant en lien direct avec la distance parcourue. Enfin des considérations politiques sont susceptibles d'intervenir dans les choix des invités, en particulier suite à l'arrivée d'Hitler et au durcissement

⁶⁶². Aucun scientifique venant d'Autriche, de Hongrie, de Yougoslavie, d'Albanie, de Grèce, des Pays Baltes, d'Irlande ou du Portugal n'est sollicité.

du régime fasciste.

Toutes les invitations ne sont pas suivies d'une conférence ; 15 d'entre elles ne donnent pas lieu à une conférence. Tout d'abord l'Europe orientale présente un nombre plus faible de conférenciers que d'invités. En particulier l'URSS (4 conférences) et la Pologne (0) ne sont pas aussi bien représentées dans les conférences que dans les invitations. Parmi celles envoyées dans les pays d'Europe occidentale 7 invitations (dont 1 en Allemagne, 3 en Belgique et 3 au Royaume-Uni) ne se concrétisent pas par une conférence. Enfin une invitation étasunienne ne donne lieu à aucune conférence.

Les invitations envoyées dans les autres pays donnent toujours lieu à des conférences. La proximité géographique contribue favorablement à la réalisation de conférences ; les invitations faites en France, en Suisse ou en Italie sont toujours concrétisées par une intervention à l'Institut. Un second élément peut expliquer la réussite de ces invitations. Dans le cas de certains pays, comme la Tchécoslovaquie, ces invitations peuvent être perçues comme un moyen d'acquiescer de la reconnaissance scientifique locale et internationale. Le crédit scientifique international de Borel, de Perrin, de Langevin ou encore de Fréchet contribuent certainement à faire de l'IHP un lieu attractif pour ces invités.

Les dossiers d'invitations mentionnent trois types de blocage. Des raisons personnelles sont parfois avancées⁶⁶³. L'utilisation du français pour faire les conférences constitue également une barrière⁶⁶⁴. Enfin, un dernier blocage concerne celui du passage de certaines frontières, obstacle particulièrement concret pour les scientifiques soviétiques⁶⁶⁵.

Les dirigeants de l'IHP ont toute liberté de choisir leurs invités. La géographie des invitations qu'ils élaborent rend compte de leur représentation géographique des développements scientifiques les plus importants du point de vue du contexte parisien. Cette géographie met clairement en avant l'avantage accordée à l'Europe occidentale. Au-delà de l'espace européen, l'attention des dirigeants se porte presque exclusivement vers les États-Unis. La réaction des scientifiques invités témoignent d'intérêts personnels et du contexte local de ces savants. Ainsi la confrontation de la géographie, entendue comme répartition spatiale, des destinations des invitations et des provenances des conférenciers met en évidence l'importance des contextes locaux ; pour les invitations, l'importance de la

663. Par exemple dans le cas d'E. Whittaker, voir en annexe p. 455.

664. Voir en annexe, par exemple, les invitations de Compton (p. 426) et de Tornier (p. 451).

665. Voir en annexe, par exemple, les cas de Bernstein (p. 417) et de Frenkel (p. 430).

perception des dirigeants de l'IHP et pour les conférenciers, l'importance de la perception de leur contexte local et du contexte parisien. À ces perceptions individuelles, s'ajoutent la solidification de certaines frontières. Ce processus entrave les mobilités individuelles et soulève le problème de l'influence de certains états sur les deux géographies. L'étude de la géographie superpose finalement des trajectoires individuelles à des contextes locaux et nationaux.

La France au sein des invités et des conférenciers de l'I.H.P.

L'analyse des invitations faites en France permet de mieux cerner la représentation que les dirigeants de l'IHP se font de l'espace scientifique français. Chacune des 31 invitations donnant lieu à une conférence, cette étude permet réciproquement de saisir la perception et les intérêts pour cet institut.

La première destination qui avait été envisagée pour les conférences, et donc par les invitations, est la province française qu'il s'agit, selon G. Birkhoff, de dynamiser. Une échelle plus fine des invitations montre toutefois qu'il n'y a pas grand chose de provincial dans les invitations envoyées en France. Seules 6 invitations sont envoyées en province : Marseille⁶⁶⁶ (1), Clermont-Ferrand (1), Lyon (1) et Nancy (3).

Les trois invitations envoyées à Nancy sont destinées à Georges Darmois⁶⁶⁷. La présence de Darmois parmi les institutions universitaires parisiennes depuis 1925, relativise le caractère provincial des deux invitations de 1929 et 1932. L'invitation envoyée à Lyon est adressée à Emil Gumbel, émigré d'Allemagne depuis 1933 et réfugié à Paris puis à Lyon⁶⁶⁸. L'invitation à Marseille est destinée à Victor Henri dont la carrière est marquée par une grande mobilité internationale et des liens forts avec la communauté scientifique universitaire parisienne⁶⁶⁹. Celle envoyée à Szolem Mandelbrojt, alors en poste à Clermont-Ferrand, s'adresse à un jeune mathématicien qui s'est formé à Paris qui est resté toujours proche des réseaux mathématiques parisiens⁶⁷⁰.

Les invitations faites en province couvrent le cinquième des invitations envoyées en

666. Plus précisément à Berre L'étang.

667. Nous rappelons (voir chapitre 1, p. 37-39) quelques éléments biographiques au sujet de Georges Darmois. À partir de 1925, il enseigne à l'Institut de statistique de l'université de Paris (ISUP). Par ailleurs, ce mathématicien termine sa carrière à Paris où il obtient son premier poste permanent en 1933, comme chargé de l'enseignement de mathématiques générales à la Sorbonne.

668. Voir en annexe p. 435.

669. Voir en annexe p. 436.

670. Voir en annexe p. 440.

France et ne concernent que 4 personnes. Dans ces circonstances la province semble relativement marginale dans les invitations envoyées en France. Ce constat est renforcé par l'étude des trajectoires des personnes invitées. Exception faite de Victor Henri, dont la carrière est remarquablement internationalisée, les trajectoires des provinciaux montrent une forte attraction pour la capitale française.

L'espace scientifique français décrit par les invitations de l'IHP se réduit à la ville de Paris, destination de 25 des 31 invitations envoyées en France. Ces invitations témoignent de l'effort d'intégration de l'IHP au tissu des établissements d'enseignement supérieur et de recherche parisiens. Ainsi l'université de Paris (La Sorbonne et l'École normale supérieure) est représentée par 9 invitations, l'École polytechnique par 2 invitations et le Collège de France par 6 invitations. Une invitation est envoyée à l'Institut Curie et deux sont envoyées à des chargés de recherche du tout récent CNRS⁶⁷¹. Les réponses positives à ces invitations montrent en retour la reconnaissance scientifique dont bénéficie l'IHP à Paris comme un lieu important de la recherche et de l'enseignement supérieur.

Les invitations envoyées à Paris révèlent également une dimension politique de l'IHP. En effet trois des invitations envoyées à Paris visent des scientifiques ayant fuit l'Allemagne en 1933 : Emil Gumbel, Walter Elsasser et Felix Pollaczek⁶⁷².

La dynamique des invitations envoyées en France montre une nette rupture en 1933. Environ les deux tiers des invitations envoyées en France le sont entre les années universitaires 1928 et 1933 (21 soit 67,8% des invitations avec un nombre médian d'invitations égal à 4). Les cinq années universitaires suivantes, représentent un peu moins du tiers des invitations françaises avec 10 invitations (32,3% des invitations et un nombre médian de 2 invitations par an). Ce constat est en outre plus sévère si l'on retire les invitations faites aux réfugiés allemands.

1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
4	5	2	4	2	4 (2)	2 (2)	2	2	1	3 (1)

TABLE 3.3 – Répartition par année universitaire du nombre d'invitations envoyées en France. Le nombre entre parenthèses indique le nombre d'invitations faites à des réfugiés allemands.

La décision de diminuer le nombre de conférences à partir de 1933 semble particulièrement toucher les candidats en poste en France. Le choix de faire porter cette restriction

671. Centre Nationale de la Recherche Scientifique.

672. Voir en annexe, respectivement p. 435, p. 428, p. 447.

des invitations aux savants français plutôt qu'étrangers est justifié par le fait que pour ces derniers « leurs déplacements imposent des dépenses assez élevées »⁶⁷³, sous-entendant que la priorité est de faire venir des scientifiques étrangers. L'IEB a clairement joué un rôle dans cette hiérarchisation des priorités, mais la décision de faire faire aux conférenciers étrangers des séjours de plusieurs jours à plusieurs semaines relève certainement d'un choix des dirigeants de l'IHP. Or faire de ces conférences l'occasion d'un séjour, permettant donc de développer des sociabilités scientifiques internationales, nécessite un investissement financier plus important que pour des scientifiques parisiens.

3.2.2 *Un monde à l'épreuve de la géopolitique européenne de l'entre-deux-guerres*

L'inflexion de 1933 est en partie expliquée par une re-configuration interne du financement de l'Institut. Mais l'année 1933 est également marquée par l'arrivée au pouvoir de Hitler, dont on a pu voir les conséquences sur les trajectoires d'Emil Gumbel, de Walter Elsasser et Felix Pollaczek. Ce constat suggère que la rupture de 1933 est plus globale et en partie exogène à l'institut.

Le pays le plus touché par cette rupture est l'Allemagne. En effet, 10 invitations y sont envoyées entre les années universitaires 1929 et 1932, puis une seule en 1938. Ces onze invitations visent des savants distincts répartis dans les grands centres universitaires allemands.

Berlin	Göttingen	Leipzig	Heidelberg	Münich	Stuttgart
4	2	2	1	1	1

TABLE 3.4 – Répartition par ville des invitations allemandes

La seule invitation allemande après 1933 ne se conclut pas par une conférence. De plus il ne s'agit pas d'une invitation à proprement parler, mais plutôt d'une candidature spontanée d'Erhard Tornier. Accepter (voire encourager) une telle demande, venant de ce scientifique, soulève des questions. En effet Tornier cherche à profiter du régime nazi⁶⁷⁴. Il rejoint le parti en 1932. Suite à l'arrivée d'Hitler au pouvoir, il dénonce A. A. Fraenkel, mathématicien juif orthodoxe et sioniste, en espérant récupérer son poste de professeur. Malgré ses efforts, il est confronté à des rivalités qui semblent contrarier ses plans. Il

673. AN/20010498/130, Finances, MAURAIN, Charles, *Note sur le budget de l'Institut Henri Poincaré pour 1933*. Non daté mais probablement de 1933.

674. Voir [Segal, 2003] en particulier les pages 149 à 157

finit par être nommé à Berlin en 1934. Sans même avoir à entrer dans une discussion sur ses convictions politiques, Tornier entretient des liens explicites avec le régime nazi qu'il cherche à utiliser à son avantage et ne peut donc pas être considéré comme politiquement neutre. Les dirigeants de cet institut ont-ils pu ignorer ce lien entre Tornier et le régime nazi ? Nous n'avons pas trouvé de documents mentionnant le contexte politique dans lequel se trouve Tornier. Au contraire, les échanges épistolaires qui nous sont parvenus se cantonnent à des discussions sur le seul plan scientifique et sur l'activité de l'IHP.

L'invitation de Tornier montre tout d'abord que cet institut est visible depuis l'Allemagne après 1933. Néanmoins l'absence d'invitations envoyées en Allemagne à l'initiative des dirigeants de l'IHP à partir de cette date suggère que le comité de direction n'identifie plus de scientifiques suscitant leur intérêt en Allemagne. Le contraste est particulièrement flagrant comparé à la période entre 1928-1932 pendant laquelle des invitations sont envoyées dans les grands centres scientifiques allemands. La dimension politique des invitations se révèle par le désintérêt pour les scientifiques allemands restés en Allemagne sous le régime nazi et l'intérêt pour les scientifiques ayant fui ce régime.

En effet, certains scientifiques ne sont invités qu'une fois qu'ils ont quitté l'Allemagne, après 1933⁶⁷⁵. Ainsi Fritz London⁶⁷⁶, Rudolf Peierls⁶⁷⁷, Felix Pollaczek et Walter Elsasser migrent à Paris et à cette occasion sont invités à l'IHP. Avec ces quatre invités, nous pouvons ajouter 5 invitations potentiellement amputées à l'Allemagne. Nous estimons donc que sans l'arrivée d'Hitler ou du moins sans l'hémorragie scientifique qu'elle a suscitée, l'Allemagne aurait contribué pour au moins 9 invitations après 1933 et se serait donc maintenue à un rythme plutôt constant.

Fuir l'Allemagne : Royaume-uni, États-Unis et Turquie.

Ce faisant, l'exode des savants juifs d'Allemagne participe à une redistribution globale des invitations. Comme nous l'avons vu certains se réfugient en France, d'autres partent au Royaume-Uni mais d'autres encore se réfugient aux États-Unis ou en Turquie. En regardant plus finement, il apparaît que ces invitations contribuent en partie à gonfler la représentation de certains pays dans les invitations et les conférences.

Les dirigeants de l'IHP invitent onze personnes en poste au Royaume-Uni. Sept d'entre

675. Bien sûr cela n'exclut pas d'autres motivations, en particulier des motivations scientifiques.

676. À Oxford lors de son invitation en 1933, voir annexe p. 439.

677. À l'université de Manchester lors de son invitation en 1933, voir annexe p. 445.

elles sont invitées une seule fois et trois le sont à deux reprises. Au total, le Royaume-Uni est la destination de 13 invitations entre 1928 et 1939. Les invitations sont envoyées dans les 3 villes universitaires historiques (Oxford, Cambridge, Édimbourg) ainsi que deux centres datant du XIX^e (Londres et Manchester) :

Cambridge	Édimbourg	Oxford	Londres	Manchester
4	4	3	1	1

TABLE 3.5 – Répartition par ville des invitations britanniques

Le nombre d'invitations se maintient à un niveau relativement constant (environ une invitation par an en moyenne). L'inflexion de 1933 n'est pas clairement visible en terme de nombre d'invitations. Seule la présence de trois invités ayant quitté l'Allemagne en 1933 marque un changement ⁶⁷⁸.

1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
1	1	1	1	1	2 (2)	0	1	1 (1)	2	2

TABLE 3.6 – Nombre d'invitations envoyées au Royaume-Uni chaque année universitaire. Le nombre entre parenthèses indique le nombre de réfugiés allemands.

Outre la présence de réfugiés allemands, on peut noter l'invitation pendant l'année universitaire 1935 à Jerzy Neyman (1894-1981), dont la carrière présente une dimension internationale liée aux difficultés qu'il éprouve à maintenir une activité scientifique en Pologne ⁶⁷⁹.

Sur les 13 invitations envoyées au Royaume-Uni, trois ne donnent pas lieu à une conférence : Edward Milne, invité à deux reprises (1931 et 1937) par Léon Brillouin ⁶⁸⁰, et Edmund Whittaker, invité en 1938 ⁶⁸¹.

Les invitations envoyées au Royaume-Uni montrent l'intérêt des dirigeants pour les centres universitaires historiques outre-manche et pour les réfugiés allemands. Réciproquement les réponses positives aux invitations montrent que l'IHP est identifié comme un centre scientifique important, les rares refus étant plutôt liés à des problèmes d'ordre personnel.

Les dirigeants de l'IHP envoient 10 invitations à 9 scientifiques installés aux États-Unis. Ces invitations donnent lieu à 9 conférences. Le seul à bénéficier de deux invitations

⁶⁷⁸. Voir les éléments biographiques en annexe : Rudolf Peierls, p. 445 ; Fritz London p. 439 ; Max Born, p. 423.

⁶⁷⁹. Voir annexe p. 443

⁶⁸⁰. Voir annexe p. 443.

⁶⁸¹. Voir annexe p. 455.

est G. Birkhoff ce qui est à mettre en regard de son implication dans la création de l'Institut⁶⁸²

Les invitations sont destinées à des scientifiques en poste dans les centres historiques (Harvard, Princeton) ou plus récents (Stanford, M.I.T, Washington, CalTech, University of Michigan).

Cambridge	Princeton	Ann Arbor	Chicago	Pasadena	Stanford	Washington
3	2	1	1	1	1	1

TABLE 3.7 – Répartition par ville des invitations étasuniennes

Les liens entre États-Unis et Europe sur le plan académique dans les années 30 tels que les invitations les dépeignent sont de deux sortes. D'abord un intérêt des scientifiques étasuniens pour ce qui se fait en Europe avec le financement de séjours de scientifiques étasuniens en Europe. C'est le cas d'Arthur Compton⁶⁸³ qui est le seul invité étasunien à refuser l'invitation, ne s'estimant pas capable de faire sa conférence en français⁶⁸⁴. Ensuite l'intérêt des scientifiques européens pour les États-Unis semble s'intensifier au cours des années 30 suscitant des migrations de l'Europe vers les États-Unis, comme dans le cas de Samuel Goudsmit⁶⁸⁵.

Sur les six invitations d'après 1933, deux sont destinées à des réfugiés. Félix Bloch est invité une deuxième fois en 1937, il est alors en poste à l'université de Stanford⁶⁸⁶. Le second réfugié est George Gamow qui réussit à fuir l'URSS en profitant d'une autorisation pour se rendre au Conseil Solvay de 1933⁶⁸⁷.

Les invitations étasuniennes sont très peu régulières avec quelques années, comme 1931, présentant un grand nombre d'invitations, mais suivie de 4 années sans aucune invitation. Entre 1936 et 1938, les invitations se font à un rythme de deux invitations annuelles. Cette irrégularité souligne la difficulté de faire traverser l'Atlantique. L'IHP ne pouvant assurer le financement d'un tel voyage, il se trouve réduit à profiter des occasions qui se présentent⁶⁸⁸. La barrière de la langue ne constitue un obstacle avéré que

682. Voir en particulier la lettre de Maurain du 22 avril 1931, voir annexe p. 419.

683. Voir en annexe, p. 426.

684. Léon Brillouin lui propose pourtant de lire une traduction en français de sa conférence. Voir en annexe, p. 426.

685. Voir en annexe, p. 434.

686. Voir en annexe, p. 420.

687. Voir en annexe, p. 433.

688. « Nous ne pouvons pas, explique Borel à Birkhoff, inviter un Professeur américain sans un heureux concours de circonstances, parce que nous manquons de crédits suffisants pour payer un déplacement depuis l'Amérique jusqu'à nous, et ceci constitue une grande lacune. » Lettre d'Émile Borel à Georges

dans le cas de Compton. En dehors de la lettre de 1937 de Borel à Birkhoff, mentionnée précédemment ⁶⁸⁹, nous ignorons dans quelle mesure le comité de direction mène une enquête prospective. Là encore les scientifiques invités semblent réagir favorablement aux invitations ; ce qui peut-être interprété comme la reconnaissance de l'IHP comme un lieu scientifique légitime.

1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
0	0	1	3	0	0	0	2	0	3 (2)	1

TABLE 3.8 – Nombre d’invitations envoyées aux États-Unis chaque année universitaire. Le nombre entre parenthèses indique le nombre de réfugiés.

Nous ne connaissons qu’une seule invitation envoyée en Turquie adressée à Hans Reichenbach. En 1933, Hans Reichenbach fuit Berlin où il tient un poste à l’université depuis 1926. Il obtient un poste en philosophie à l’université d’Istanbul en Turquie. Comme dans le cas de Tornier, il s’agit plutôt d’une candidature spontanée. Il passe par Louis Rougier, professeur de philosophie à l’université de Besançon depuis 1924, pour proposer de faire une conférence sur la théorie des collectifs élaborée par Richard von Mises et présentée à l’IHP en 1931 ⁶⁹⁰.

La perception de l’IHP comme un centre scientifique important par certains scientifiques allemands semble ainsi suivre les lignes de certains réseaux. En l’occurrence, Richard von Mises s’est également réfugié en Turquie. La proximité des sujets des conférences de von Mises et Reichenbach laisse penser qu’ils ont pu discuter de l’opportunité d’une conférence à l’IHP et de la poursuite de recherches sur la théorie de Mises ⁶⁹¹. De plus von Mises a été un des professeurs de Tornier qui propose également de faire une conférence sur la théorie des collectifs. L’intérêt manifesté par ces trois savants allemands suggère qu’ils ont identifié l’institut parisien comme un lieu pour exposer leurs recherches sur cette théorie.

L’invitation envoyée en Turquie se distingue de celles envoyées à des réfugiés au

Birkhoff, 19 novembre 1937, Dossiers d’invitation, Bibliothèque de l’IHP.

689. Lettre d’Émile Borel à Georges Birkhoff, 19 novembre 1937, Dossiers d’invitation, Bibliothèque de l’IHP.

690. Notons que R. Siegmund-Schultze semble considérer que R. von Mises vient faire deux conférences à l’IHP, comptant ainsi deux invitations envoyées en Turquie : celle de Hans Reichenbach et de Richard von Mises. Selon lui, Richard von Mises est donc invité une seconde fois. Il est certes vrai que von Mises publie deux textes dans les *Annales de l’IHP* (nous y reviendrons plus loin). Cependant il n’existe aucune trace d’une seconde conférence de Mises dans les archives et les documents que nous avons consultés. Nous avons donc pris le parti de n’en compter qu’une seule, en 1931. Nous revenons sur l’invitation de von Mises et de Reichenbach au chapitre 4, p. 232-232.

691. Nous revenons plus en détail sur les relations entre von Mises et Reichenbach dans le chapitre 4, p. 232-232.

Royaume-Uni, aux États-Unis ou en France dans la mesure où elle ne s'inscrit pas dans une pratique plus générale. En effet, 9 invitations sont envoyées régulièrement et dès l'ouverture de l'IHP au Royaume-Uni et en France. L'intérêt pour les scientifiques aux États-Unis n'est explicité que tardivement certes, mais leurs invitations sont perçues comme un enjeu par les dirigeants qui se trouvent confrontés à plusieurs difficultés expliquant le caractère erratique du nombre de ces invitations : la distance à parcourir, la difficulté à identifier des candidats, la difficulté de trouver des candidats parlant français.

La présence contrastée de l'Italie.

Les invitations envoyées en Italie sont, à l'instar de la France et de l'Allemagne, marquées par une diminution à partir de 1933. En effet, 9 invitations y sont envoyées entre les années universitaires 1928 et 1932, et 4 entre 1933 et 1938. Les 13 invitations envoyées en Italie se distinguent de celles de la France et de l'Allemagne par le nombre d'invités visés : 6 personnes. Parmi ces invités, 4 le sont une seule fois : Guido Castelnuovo (1931), Francesco Cantelli (1932), Bruno de Finetti (1934), Francesco Tricomi (1937)⁶⁹². Enrico Fermi⁶⁹³, est invité à deux reprises. Le reste des invitations est destiné à Vito Volterra⁶⁹⁴ ; il est invité à 7 reprises à faire des conférences. Ces 13 invitations donnent toutes lieu à une conférence.

Le cas de Vito Volterra est remarquable à deux titres. Tout d'abord, il est le scientifique le plus invité à l'IHP. Le dossier montre que ces invitations répétées sont à l'initiative de Borel avec qui le mathématicien italien a noué une véritable relation d'amitié⁶⁹⁵. L'insistance de ce dernier n'est pas sans gêner Volterra qui en 1934 évoque son incapacité à présenter un sujet nouveau, ajoutant qu'il est également « très vieux ». En effet, ce scientifique italien fait également partie des doyens des conférenciers de l'IHP. La première fois qu'il est invité, en 1929, il a 69 ans. Il sera invité presque chaque année jusqu'en 1938, à l'âge de 78 ans.

L'Italie scientifique que dessinent les invitations de l'IHP est particulièrement centralisée. Rome apparaît à 11 reprises. Le nombre d'invitations romaines est en particulier gonflé par les invitations répétées de Volterra. Elles s'adressent tout de même à 4 des 6 invités (Volterra, Fermi, Castelnuovo et Cantelli), les deux autres étant envoyées à Turin

692. Voir chapitre 4, p. 222-232.

693. Voir en annexe p. 429.

694. Voir p. 452.

695. Voir [Mazliak, 2015c, Durand et Mazliak, 2011]. Voir également en annexe, p. 452.

(Tricomi ⁶⁹⁶) et à Padoue (De Finetti ⁶⁹⁷).

À partir de l'année universitaire 1933, trois personnes sont invitées : Voltera en 1933 et 1935, de Finetti ⁶⁹⁸ en 1934 et Tricomi en 1938. Les échanges se concentrent sur les conférences et ne débordent jamais. Comme dans le cas de l'Allemagne, le comportement perceptible à travers les invitations, en particulier vis-à-vis de Volterra, laisse penser que celles-ci sont orientées par des positions politiques. À l'instar de la situation allemande, la situation politique italienne n'est jamais mentionnée, sans doute par diplomatie ou par crainte de la censure, dans les correspondances que nous avons consultées ⁶⁹⁹.

Porter l'intérêt jusqu'à l'est.

Si l'intérêt pour les invitations envoyées en Allemagne et en Italie connaissent une forte diminution après 1933, à l'inverse les invitations envoyées en Europe de l'est signalent un intérêt persistant malgré les difficultés de les concrétiser par des conférences.

Entre 1928 et 1940, les dirigeants de l'IHP envoient des invitations à 7 scientifiques en place en URSS (Russie et Ukraine). Le jeu des invitations multiples fait monter le nombre à 10 invitations, soit un total équivalent à celui de l'Allemagne. Néanmoins, contrairement à la situation allemande, les invitations sont envoyées sur l'ensemble de la période à un rythme médian d'une invitation par an. Par ailleurs les centres scientifiques désignés par les invitations se concentrent sur les centres universitaires historiques de la Russie et de l'Ukraine.

1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
2	1	0	0	1	3	0	3	0	0	0

TABLE 3.9 – Nombre d'invitations envoyées en URSS (Russie et Ukraine) par année universitaire.

St Pétersbourg (Leningrad)	Moscou	Kharkov	Kiev
4	2	2	2

TABLE 3.10 – Répartition par ville des invitations russes et ukrainiennes.

Ces invitations échouent pour la plupart à donner lieu à une conférence ; 4 des 11 invitations sont suivies d'une intervention à l'IHP. Les conditions politiques constituent un

⁶⁹⁶. Voir en annexe p. 452.

⁶⁹⁷. Voir en annexe, p. 427.

⁶⁹⁸. Voir en annexe, p. 427.

⁶⁹⁹. Notons que cette attitude a été également relevée concernant l'absence de Borel au Congrès de Bologne de 1928. Voir en particulier [Capristo, 2016, 297-300].

problème majeur pour passer la frontière occidentale de l'URSS. Ainsi trois des invités se trouvent dans l'impossibilité de faire leurs conférences. Le cas le plus spectaculaire est celui de Serge Bernstein⁷⁰⁰. Il fut l'un des premiers invités à l'IHP pour l'année universitaire 1928 et l'est à nouveau en 1929, 1934, 1935 et 1938 mais aucune de ces invitations ne donne lieu à une conférence. Jakov Frenkel⁷⁰¹ est invité en 1933, invitation qu'il accepte mais qui est reportée chaque année jusqu'en 1939. Notons qu'en l'absence d'un refus, contrairement à Bernstein qui finit toujours par renoncer à l'invitation, nous n'avons compté qu'une seule invitation pour Frenkel.

Face aux difficultés de faire venir des scientifiques soviétiques, les dirigeants engagent plusieurs stratégies. Ils s'adressent à la « Société des relations scientifiques entre la Russie et la France » et à l'Académie des sciences de Leningrad, au ministère des Affaires étrangères et au commissaire du Peuple aux Affaires Étrangères d'URSS. Ces démarches permettent de concrétiser l'invitation faite à Andreï N. Kolmogorov⁷⁰² en 1933. Les dirigeants se montrent attentifs à la présence de scientifiques soviétiques à Paris et prêt à saisir l'opportunité comme le montre l'invitation faites à Nikolai Kryloff⁷⁰³.

En outre, la difficulté d'obtenir un visa à l'est, et donc l'impossibilité de traverser certaines frontières, s'illustre également dans le cas de l'invitation envoyée à Stefan Mazurkiewicz en Pologne en 1938, seul scientifique en poste en Pologne à être invité⁷⁰⁴.

Le contexte politique international parasite la géographie des invitations et des conférenciers dans le sens où ce contexte tend à diminuer le nombre d'invitations ou de conférences : absence d'invitations envoyées en Allemagne après 1933, sous-représentation des conférenciers en provenance d'URSS, diminution notable du nombre de scientifiques italiens invités. Ainsi un deuxième élément d'explication de la différenciation géographique perceptible dans les invitations et les conférences se trouve du côté de l'histoire politique européenne.

700. Voir en annexe, p. 417.

701. Voir en annexe, p. 430.

702. Voir en annexe, p. 438. Une lettre de Fréchet à Hostinský du 7 mai 1934 semble confirmer que Kolmogorov fait une conférence de 6 séances en mai 1934, Archives Université Masaryk, Brno. Cependant la conférence de Kolmogorov n'est pas mentionnée ni dans [Maurain et Pacaud, 1940], ni dans les *Annales de l'Université de Paris* de 1935.

703. Voir en annexe, p. 438.

704. Voir en annexe, p. 442.

3.2.3 *Des invités et des conférenciers de choix.*

Il faut toutefois noter que ces invitations n'ont pas vraiment un caractère diplomatique : les invitations sont toujours envoyées aux savants visés par l'invitation et, sauf dans les cas soviétique et italien, aucune institution étatique n'intervient au cours de l'invitation. Ainsi les dirigeants n'invitent pas un représentant d'une institution scientifique nationale ou locale, ils invitent un scientifique en personne. De sorte que les invitations se font de scientifique à scientifique. Dans la mesure où les ambitions pour l'IHP visent à se constituer en un centre scientifique international, avec un objectif d'élitisme international, nous analysons maintenant les profils de ces invités.

L'analyse des invitations permet de clarifier certains éléments susceptibles d'entrer en ligne de compte (de façon explicite ou non) dans le choix des conférenciers. La reconnaissance locale et nationale, perçue à travers la position institutionnelle occupée, la reconnaissance internationale, perçue à travers la participation à des congrès internationaux et par les publications, ainsi que les marques d'expertise, académique ou non, influencent le choix des invités. Ces éléments ne sont bien sûr susceptibles d'être pris en compte qu'à condition qu'ils soient connus dans le milieu scientifique parisien, ce qui dans de rares cas est explicité lors du processus d'invitation, par exemple lors de l'invitation de Nikolaï N. Bogolioubov⁷⁰⁵ en 1936.

On perçoit dans cet exemple qu'il ne suffit pas d'identifier des scientifiques étrangers ayant acquis suffisamment de crédit scientifique, il faut également en retour que les scientifiques invités perçoivent l'IHP comme un centre en mesure de leur apporter ou de conforter leur crédit scientifique. Compte tenu de ce que nous avons vu précédemment, les scientifiques acceptant très majoritairement l'invitation, il semble que la stratégie consistant à aligner les noms de Poincaré, Borel, Perrin, Langevin, Maurain, Fréchet, Brillouin, De Broglie contribue à associer à cet institut une forme de reconnaissance scientifique valorisée à l'international. Mais il est également certain que plus des scientifiques ayant une reconnaissance scientifique internationale viennent, plus l'IHP renforce sa position sur la scène internationale.

Il faut noter que la diversité des contextes nationaux et locaux rend particulièrement difficile les comparaisons. La comparaison des postes tenus par les invités ne peut être établie immédiatement sans faire violence aux réalités de ces postes. Aux problèmes des

705. Voir p. 423.

différences relatives à leur dénomination et à leur définition, s'ajoutent les différentes hiérarchisations disciplinaires locales et les différents contextes institutionnels. Il faudrait également rajouter les différences dues aux contextes politiques et historiques qui influencent la place occupée par les institutions et donc la place des postes occupés par les invités. L'analyse qui suit est à ce point de vue très modeste. Cependant l'objectif n'est pas de mesurer les écarts et les différences, mais de mettre en évidence l'existence d'informations accessibles aux dirigeants de l'IHP et susceptibles d'avoir été mobilisées au moment de l'invitation.

Une reconnaissance locale : carrière académique et non-académique

La carrière académique s'établit comme un critère systématique dans le choix des invités. Tous, sans exception, sont en poste dans une institution d'enseignement supérieur au moment de leur invitation. L'organisation de l'enseignement supérieur n'est pas uniforme sur l'ensemble des pays. Dans une perspective comparative, les postes occupés par les invités peuvent être placés sur une échelle relative d'avancement de carrière. Les carrières « débutantes » désignent les postes occupés après l'obtention d'un doctorat tels que « fellow », assistant ou boursier. Les carrières « avancées » désignent les postes au-delà duquel il n'y a pas d'autres postes si ce n'est des changements de disciplines ou d'institution comme professeur, chercheur ou directeur. Les carrières « intermédiaires » désignent les postes entre débutants et avancés, tels que maître de conférences, privatdozent, chargé de cours, professeur assistant. Enfin des invités sont à la retraite et sont désignés par « retraités ».

Les carrières académiques avancées intéressent les dirigeants de l'IHP plus que tout autre type de carrière. Près des trois-quarts des invitations sont envoyées à des scientifiques à un stade avancé (89) de leurs carrières. Le reste des invitations est envoyé à des scientifiques dont la carrière est débutante (16), intermédiaire (10) et retraitée (8) au moment de l'invitation

	débutante	intermédiaire	avancée	retraitée
invitation	16 (12,9 %)	10 (8,1 %)	89 (72,6 %)	8 (6,4 %)
conférence	16 (15,4 %)	10 (9,3 %)	74 (68,5 %)	8 (7,4 %)

TABLE 3.11 – Répartition des invitations et des conférence dans les quatre catégories d'avancement de carrière du scientifique invité, respectivement conférencier.

Les scientifiques invités dont la carrière est débutante, intermédiaire ou retraitée concrétisent systématiquement leur invitation par une conférence. Les scientifiques invités dont la carrière est avancée ne viennent pas toujours faire une conférence ; 16 invitations parmi les carrières avancées sont infructueuses⁷⁰⁶. Malgré ces invitations infructueuses, les conférenciers sont, pour plus des deux tiers, à un stade avancé de leur carrière au moment de leur(s) conférence(s).

Les carrières débutantes et intermédiaires sont toutes, à une exception près, localisées en Europe occidentale⁷⁰⁷ à l'exception de George Placzek⁷⁰⁸.

	occidentale	septentrionale	orientale	hors-Europe
débutante	15	1	0	0
intermédiaire	10	0	0	0
avancée	47	7	10	10
retraité	6	2	0	0

TABLE 3.12 – Répartition des avancements carrières suivant les zones géographiques des conférenciers au moment de leur(s) conférence(s).

Les carrières débutantes sont en fait concentrées en France et en Grande-Bretagne. Les trois scientifiques en poste outre-Manche sont Fritz London, Rudolf Peierls et Paul Dirac. Les deux premiers ont fuit l'Allemagne nazie et doivent donc reprendre et commencer (respectivement) leur carrière dans un autre pays. Dirac quant à lui commence tout juste sa carrière lorsqu'il est invité la première fois en 1929.

	débutante	intermédiaire	avancée	retraité
France	12	5	12	2
Royaume-uni	3	2	5	0
Allemagne	0	2	8	0
Belgique	0	1	4	0

TABLE 3.13 – Répartition des avancements de carrière des conférenciers en poste en France, au Royaume-Uni, en Allemagne et en Belgique.

On compte ainsi 12 conférences faites par des conférenciers en poste en France lors de l'invitation, dont la carrière est débutante. Léon Bloch assure 5 conférences, il est alors « assistant » à la Sorbonne. Deux conférences sont faites par Francis Perrin, également

706. Nous rappelons qu'il s'agit de S. Bernstein (5 invitations infructueuses), A. Compton, J. Frenkel, E. Henriot (3), N. Krylov, S. Mazurkiewicz, E. Milne (2), E. Tornier, E. Whittaker.

707. Nous rappelons que nous mettons dans les pays d'Europe occidentale la France, l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, le Royaume-Uni, la Belgique, les Pays-Bas, la Suisse.

708. Voir en annexe, p. 447.

assistant à La Sorbonne au moment de ces interventions. Enfin, Yves Rocard commence sa carrière lorsqu'il est invité, à 27 ans, en 1930.

On compte également 3 conférences faites par des scientifiques venus en France après avoir fui l'Allemagne : Nordheim, Elsasser (2 conférences) et Placzek (pour sa deuxième conférence). À 30 ans, Elsasser obtient une bourse de l'accueil des savants étrangers du CNRS pour travailler à l'Institut Curie. Nordheim bénéficie d'une bourse Rockefeller à 34 ans. Enfin Placzek a 33 ans lors de sa seconde conférence et bénéficie d'une bourse de l'accueil aux étrangers.

Les avancements de carrière ventilés par année montrent surtout que les carrières avancées constituent l'essentiel des conférenciers et que les carrières débutantes servent de variable d'ajustement ; la diminution du nombre d'invitations touche particulièrement les carrières débutantes. Les invitations à ces carrières débutantes semblent être vécues par les intéressés comme une occasion à ne pas rater, ce qui les conduit à toujours faire leur conférence.

Par ailleurs, si toutes les carrières des invités se font dans l'enseignement supérieur, toutes ne le sont pas exclusivement. Les sources que nous avons pu consulter⁷⁰⁹ ne permettent pas d'avoir des informations exhaustives sur la carrière de chacun des invités. Cependant les biographies de 13 conférenciers mentionnent des parcours en dehors de l'enseignement supérieur.

Un premier groupe de 4 carrières inclut un passage par des postes d'ingénieur : Charles Manneback⁷¹⁰, Hans Reichenbach⁷¹¹, Félix Pollaczek⁷¹² et Yves Rocard⁷¹³. Les biographies évoquent des intérêts différents pour l'ingénierie. Rocard et Manneback sont décrits comme étant particulièrement intéressés pour l'ingénierie et l'application des sciences. Dans tous les cas, le passage par l'ingénierie n'excède jamais la décennie, l'activité comme ingénieur n'est pas cumulée avec des postes académiques et l'ordre des deux étapes est la même : d'abord l'ingénierie ensuite le poste académique.

Les deux carrières de Raman⁷¹⁴ et Einstein comportent des postes dans une administration. Comme dans le cas des postes d'ingénieurs, ces postes dans l'administration ne sont pas cumulés avec des postes académiques et les postes académiques succèdent aux

709. Essentiellement des biographies ou des nécrologies.

710. Voir en annexe, p. 441.

711. Voir en annexe, p. 448.

712. Voir en annexe, p. 447.

713. Voir en annexe, p. 450.

714. Voir en annexe, p. 448.

postes administratifs.

Cinq scientifiques ont une carrière dans l'actuariat. Deux d'entre eux sont italiens : Francesco Cantelli⁷¹⁵ et Bruno de Finetti⁷¹⁶. Les autres actuaires sont en poste en Suède (Harald Cramér, Alf Guldberg) et au Danemark (Johann Steffensen). Pour ces 5 scientifiques, les postes de professeurs à l'université sont attachés à des chaires dont la dénomination est explicitement liée aux mathématiques actuarielles. Il semble en outre que l'entrée à l'université soit liée à une académisation des mathématiques actuarielles, c'est-à-dire à la création d'enseignements et de postes spécifiques aux sciences actuarielles au sein des universités. Dans ces cinq cas, la carrière dans l'actuariat se prolonge après la prise de poste dans le monde académique.

Les carrières dans le domaine de la statistique sont similaires aux carrières actuarielles. Ronald Fisher et Jerzy Neyman travaillent dans des instituts de statistique. Pour ces deux scientifiques la pratique statistique accompagne l'ensemble de la carrière. Les postes de professeurs occupés sont attachés à des chaires de statistiques, créées avant leur arrivée.

Les carrières en lien avec l'actuariat et la statistique suivent plutôt des trajectoires qui vont dans le sens d'une intégration des carrières extra-académiques au milieu académique. Cela suggère une reconnaissance académique locale, nationale et internationale de leur expertise dans les sciences actuarielles et la statistique. Ces scientifiques cumulent un poste de professeur avec un poste d'actuaire ou travaillent pour des assurances ou encore pour des instituts de statistique. Ces carrières d'actuaire et de statisticien désignent des aires géographiques bien délimitées : Royaume-Uni, Suède, Italie. À l'inverse les carrières dans l'ingénierie et l'administration semblent incompatibles avec la carrière académique.

Des scientifiques reconnus par leurs participations à des congrès scientifiques internationaux

Au-delà de la reconnaissance locale, la participation des invités aux Conseils Solvay de physique et les Congrès internationaux des mathématiciens (CIM) permettent de montrer que l'IHP cherche à se placer en tant que scène scientifique internationale. Pour ce faire, l'IHP capte des participants à ces congrès tout en se ménageant un place particulière parmi ces rencontres scientifiques internationales puisque ces deux types de congrès visent des enjeux scientifiques distincts entre eux mais également avec l'IHP.

715. Voir en annexe, p. 425. Voir également chapitre 4, p. 222-232.

716. Voir en annexe, p. 427. Voir également chapitre 4, p. 222-232.

L'IHP présente une certaine proximité avec l'Institut Solvay de physique. Dès sa création, J. Perrin et P. Langevin, deux scientifiques impliqués dans le fonctionnement des Congrès Solvay, intègrent le comité provisoire en charge de l'organisation de l'IHP et font partie de la direction de cet institut jusqu'en 1939. En particulier ils participent à la définition des programmes des Conseils Solvay.

Les Conseils Solvay visent à satisfaire les projets scientifiques d'Ernest Solvay et de Walter Nernst. Ils sont créés suite à la proposition du physicien allemand Walter Nernst à l'industriel belge Ernest Solvay dans une lettre de juillet 1910. Selon D. Devriese et G. Wallenborn⁷¹⁷, E. Solvay s'enrichit grâce à la révolution industrielle belge au XIX^e siècle. Son intérêt pour la science est motivé par une idéologie positiviste construite autour de l'idée de l'existence d'une loi unique susceptible d'expliquer l'ensemble des phénomènes, y compris sociaux et politiques. L'industriel belge investit une partie de sa fortune dans les sciences en créant un institut de physiologie (1893), de sociologie (1902), de physique (1912) et de chimie (1913). L'Institut de physique est créé dans la foulée des Conseils Solvay et se charge notamment d'organiser ces rencontres scientifiques internationales.

Dans sa lettre de juillet 1910⁷¹⁸, Nernst explique qu'il souhaite organiser une rencontre internationale en vue de résoudre quelques problèmes relatifs à la théorie cinétique. Selon E. Crawford⁷¹⁹, l'intérêt de Nernst dans la création d'un tel événement international dépasse le cadre des connaissances scientifiques et parle d'un « syndrome Nobel »⁷²⁰. Tout d'abord, elle rappelle les tensions existantes, sur le plan personnel, scientifique et professionnel, entre Nernst et Svante Arrhenius. Ces tensions atteignent leur paroxysme avec la création de l'Institut Nobel dirigé par Arrhenius. En effet Nernst vit mal la nouvelle concurrence qu'impose ce nouvel institut suédois. En outre Nernst peine à obtenir un prix Nobel. Dans ce contexte, la création des Conseils Solvay apparaît comme une stratégie de contournement dans la mesure où ces conseils peuvent constituer un levier de reconnaissance internationale des travaux de Nernst.

Les Conseils constituent l'une des activités de l'Institut Solvay de physique⁷²¹. Cet institut finance un prix scientifique ainsi que des bourses d'études et de recherches en physique. La direction est bipartite : un comité scientifique s'occupe de l'organisation des

717. [Devriese et Wallenborn, 1999]

718. Lettre reproduite en partie dans [Devriese et Wallenborn, 1999, p. 14].

719. [Crawford, 1999]

720. [Crawford, 1999, p. 51]

721. [Devriese et Wallenborn, 1999]

conseils (dates, thème et constitution des conseils) et décerne les bourses et les prix ; un comité administratif s'occupe des finances de l'Institut.

Crawford souligne la proximité entre l'Institut Solvay de physique et l'Institut Nobel. Outre la relation (de tension) entre Nernst et Arrhenius, l'auteur note la similarité de profils entre l'industriel belge Solvay et l'industriel suédois Alfred Nobel⁷²² et observe que les deux institutions s'inscrivent dans un mouvement d'internationalisme scientifique. Cependant les fonctions de ces deux institutions sont clairement différentes. Les Conseils Solvay sont organisés autour de problèmes scientifiques qu'ils se proposent de résoudre par des exposés et des discussions libres. Les prix Nobel récompensent quant à eux des travaux passés.

La direction de l'IHP est directement impliquée dans l'activité des Conseils Solvay en physique et en chimie. J. Perrin participe aux Conseils Solvay en 1911 et 1921. Il intègre le comité scientifique de l'Institut Solvay de chimie en 1922. Langevin participe à tous les Conseils Solvay entre 1911 et 1933. Il entre au comité scientifique de l'Institut Solvay en 1921 et en est élu président en février 1928 suite à la mort de Hendrik Lorentz.

L'organisation et l'activité de l'IHP et des Conseils Solvay se distinguent. Un seul scientifique est invité pour chaque conférence de l'IHP tandis que des dizaines de scientifiques le sont pour les Conseils Solvay. Le contenu des conférences est laissé à l'initiative des conférenciers tandis que les Conseils sont organisés autour de thématiques définies préalablement. De plus, les conférences de l'IHP ont lieu chaque année pendant le second semestre universitaire tandis que les Conseils ont lieu tous les trois ans. Enfin le trait remarquable des Conseils est leur définition comme un lieu de résolution de controverses scientifiques, tandis que l'IHP se présente plus volontiers comme un espace pour exposer les recherches récentes ou en cours.

Ces Conseils ne permettent qu'un suivi partiel de la reconnaissance scientifique en physique sur la période 1928-1940. En effet, ils subissent également la dégradation des conditions politiques internationales⁷²³ qui limite les possibilités de déplacements de certains scientifiques. Mais surtout, Langevin est happé par la politique puis par la maladie. Le Conseil de 1936 est reporté en 1939. Ce dernier n'a finalement pas lieu à cause de la guerre déclarée le 3 septembre 1939. Ainsi l'activité de ces Conseils s'arrête cinq ans après l'inauguration de l'IHP.

722. [Crawford, 1999, p. 48]

723. [Bensaude-Vincent, 1999]

Parmi les 84 scientifiques invités à l'IHP, 28 (le tiers) participent, au cours de leur carrière, à au moins un Conseil Solvay et 20 d'entre eux participent à l'un de ces Conseils avant leurs premières invitations. On retrouve des proportions similaires parmi les conférenciers. Ainsi parmi les 75 conférenciers de l'IHP, 26 (un peu plus du tiers) participent, au cours de leur carrière, à au moins un Conseil Solvay dont 18 qui participent à l'un de ces Conseils avant leur première invitation. La relation entre les invités et conférenciers de l'IHP d'une part et les participants des Conseils Solvay peut être affinée.

La présence, année après année, d'invités ayant participé antérieurement à leur invitation à un Conseil Solvay de physique montre que les dirigeants de l'IHP piochent leurs invités dans un corpus commun de scientifiques. Si l'on compare avec le nombre des invitations faites pour la première fois, il apparaît que la présence des Conseils Solvay dans les parcours des invités tend à s'effacer après l'arrêt des Conseils en 1933, en particulier chez ceux qui sont invités pour la première fois. Cette évolution suggère que les dirigeants de l'IHP prennent soin de suivre de près ces Conseils, du moins jusqu'en 1933. Le nombre des participations aux Conseils Solvay suivies d'une première invitation signale que l'attention des dirigeants de l'IHP se concentre sur les Conseils de 1924, 1927 et 1930 sur la période d'invitation 1929-1931. Notons au passage que la présence à un Conseil Solvay constitue également une occasion pour les dirigeants de l'IHP de faire venir un conférencier, en profitant de la relative proximité entre Bruxelles et Paris comme l'illustre l'invitation de Georges Gamow de 1932 pour venir faire une conférence en 1933⁷²⁴.

De plus, il existe une circulation dans les deux sens entre l'IHP et les Conseils Solvay de physique. Parmi les conférenciers qui participent à un Conseil, certains interviennent à l'IHP à plusieurs reprises. Dans ce cas les conférenciers peuvent alterner les deux événements. Ainsi en 1930, 15 des 32 participants au Conseil Solvay font au moins une conférence à l'IHP dans l'entre-deux-guerres, dont 8 qui font leur conférence entre 1931 et 1939, 5 ont fait leurs conférences en 1929 et 2 en 1930. Un constat similaire peut être fait en 1933 : parmi les 14 des 41 participants au Conseil Solvay de 1933 qui ont fait une conférence à l'IHP dans l'entre-deux-guerres, 3 ont fait leurs conférences après 1934, 10 ont fait leurs conférences entre 1929 et 1932, et un l'a faite en 1933. Finalement, 8 conférenciers alternent conférences à l'IHP et Conseil Solvay de physique⁷²⁵.

724. Voir en annexe, p. 433.

725. Fermi : 1929/1929 (IHP), 1930 (Solvay), 1931/1932 (IHP), 1933 (Solvay). Gamow : 1933/1934 (IHP) et 1933 (Solvay), 1937/1938 (IHP). Kramers : 1927 (Solvay), 1930/1930 (IHP), 1930 (Solvay), 1933 (Solvay). Schrödinger : 1924 (Solvay), 1927 (Solvay), 1931/1931 (IHP), 1933 (Solvay). Debye : 1924

	1928	1929	1930*	1931	1932	1933*	1934	1935	1936	1937	1938
1 ^{re} invitation	2	5	3	4	1	1	2	1	0	0	1
Invitation	2	6	3	6	1	2	2	2	3	2	2
1 ^{re} Conférence	2	5	3	3	1	1	2	0	0	0	1
Conférence	1	7	3	5	1	3	1	0	3	2	2

TABLE 3.14 – Nombre par année universitaire de première invitation, et d’invitation faites à un scientifique ayant participé à un Conseil Solvay de physique avant l’invitation. Nombre de première conférence et de conférence faites par un scientifique ayant participé à un Conseil Solvay de physique avant la conférence. (*) Les Conseils Solvay de physique se tiennent en 1930 et 1933.

Sur l’ensemble des invités, 20 (soit 24 % des invités) bénéficient du crédit scientifique associée au Conseil Solvay de physique. En effet, ces invités ont participé à l’un de ces congrès avant leur première invitation. Parmi eux 18 (24 % des conférenciers) viennent effectivement faire une conférence. L’IHP réussit ainsi à capter le crédit scientifique dans le domaine de la physique lié à ces Conseils. Ce groupe de physiciens présente quelques traits caractéristiques. Ils sont tous arrivés à un stade avancé de leur carrière et viennent d’Europe occidentale et septentrionale : France (2 invités et conférenciers), Allemagne (5), Belgique (3 invités, 2 conférenciers⁷²⁶), Pays-Bas (2), Royaume-Uni (3), Suisse (1), Danemark (1). Enfin 3 physiciens sont en poste aux États-Unis au moment de leurs invitations qui donnent lieu à 2 conférences⁷²⁷. En outre en ajoutant Enrico Fermi, qui alterne une conférence à l’IHP, puis un Congrès Solvay, puis une seconde conférence à l’IHP, ainsi que le cas de Gamow, invité la même année à l’IHP et à Solvay, le nombre total des physiciens parmi les invités monte à 22 et parmi les conférenciers à 20.

Les Congrès internationaux des mathématiciens (CIM) suivent une toute autre logique. La création des Congrès internationaux des mathématiciens remonte à la fin du XIX^e siècle⁷²⁸. Une première rencontre internationale entre des mathématiciens se fait à Chicago en 1893 à l’occasion de l’exposition universelle. Le premier congrès à proprement parler se tient 4 ans plus tard à Zürich. Par la suite les CIM s’organisent une fois tous les 4 ans, dans une ville choisie à la fin de chaque congrès, par un comité local. Ainsi ces

(Solvay), 1927 (Solvay), 1929/1930 (IHP), 1930 (Solvay), 1933 (Solvay). Dirac : 1927 (Solvay), 1929/1929 (IHP), 1930 (Solvay), 1933 (Solvay), 1938/1939 (IHP). Donder : 1924 (Solvay), 1927 (Solvay), 1929/1929 (IHP), 1930 (Solvay), 1933 (Solvay). Einstein : 1911 (Solvay), 1913 (Solvay), 1927 (Solvay), 1929/1929 (IHP), 1930 (Solvay).

726. L’invitation d’Émile Henriot ne donne pas lieu à une conférence.

727. L’invitation d’Arthur Compton ne donne pas lieu à une conférence.

728. [Lehto, 1998]

congrès sont à l'initiative de mathématiciens. À la suite de la Première Guerre mondiale, ces congrès sont récupérés par l'Union internationale des mathématiciens (UIM) au moment de sa création en 1922⁷²⁹. Cette union est sous la coupe du Conseil interallié de la recherche créé pendant la guerre. Ces organisations internationales portent la politique de boycott des empires d'Europe centrale, en particulier le boycott de l'Allemagne. Les CIM internationaux rompent avec la politique de boycott (et de fait avec l'UIM) au congrès de Bologne de 1928.

Les CIM visent à rassembler des mathématiciens du monde entier. La fonction de socialisation est explicitement un des enjeux de ces rencontres. Dans les faits ces congrès rassemblent plusieurs centaines de participants de plusieurs dizaines de pays. Ils s'organisent en sections dans lesquelles des mathématiciens font des exposés suivis de discussions. Dans chaque section une dizaine de conférenciers présentent leurs travaux. Ces congrès se distinguent ainsi des Conseils Solvay par l'étendue des sujets abordés et par le nombre de participants beaucoup plus important. Cette différence numérique s'explique par le mode de sélection des participants : les participants aux conseils de Solvay sont choisis par un comité scientifique ce qui n'est pas le cas des CIM pour lesquels chaque pays envoie une délégation. Enfin les Conseils Solvay sont organisés autour d'un problème scientifique précis ce qui n'est pas le cas des CIM.

L'IHP capte le crédit scientifique international, dans le domaine des mathématiques, associé aux CIM en mobilisant des participants de ces congrès. Sur les 84 invités, 40 (48 %) ont participé à un CIM (soit à peu près la moitié) au cours de leur carrière et 35 (47 %) des 75 conférenciers ont participé à au moins un de ces congrès. Ces congrès servent d'échantillon de mathématiciens pour les dirigeants de l'IHP : 36 (43 %) invités ont participé à au moins un CIM avant leur invitation et 32 (43 %) conférenciers ont participé à l'un de ces congrès. En outre, il existe une circulation entre les conférences de l'IHP et les CIM dans la mesure où certains mathématiciens alternent les deux⁷³⁰

La diversité géographique de ces mathématiciens parmi les invités (pour la première fois) les distingue des physiciens des Conseils Solvay. Outre les 23 invitations à des mathématiciens en poste en Europe occidentale, on compte 3 invitations aux États-Unis et l'invitation en Inde, 5 invitations en Europe septentrionale et 9 en Europe orientale

729. Notons cependant que l'influence des dirigeants de l'UIM était déjà perceptible lors du congrès de Strasbourg de 1920.

730. Guldberg : IHP (1931/1932), CIM (1932), IHP (1933/1934) ; Hostinsky : IHP (1929/1930), CIM (1932), IHP (1936/1937) ; Lévy : IHP (1928/1929), CIM (1932), IHP (1935/1936).

dont 4 en URSS. En dehors de deux invitations au Royaume-Uni, deux invitations en Ukraine et une invitation en Pologne, on retrouve la même diversité géographique parmi les conférenciers.

De plus les carrières de ces invités et de ces conférenciers sont, à l'instar des physiciens, à un stade avancé à l'exception d'une carrière à un stade intermédiaire⁷³¹. Cependant les carrières des mathématiciens sont plus diversifiées ; on trouve en particulier les actuaires⁷³² et les statisticiens⁷³³.

	1928*	1929	1930	1931	1932*	1933	1934	1935	1936*	1937	1938
Invitation	8	7	7	7	2	4	4	7	5	5	3
1 ^{re} invitation	7	2	7	5	0	1	3	3	2	4	2
Conférence	6	5	6	7	5	2	3	5	4	5	1
1 ^{re} Conférence	5	3	5	5	2	0	3	2	2	4	0

TABLE 3.15 – Nombre par année d'invitations, première invitation, de conférences, de première conférence, faites à, resp. par, un scientifique ayant participé à un CIM antérieurement. (*) Les CIM ont lieu en 1928, 1932 et 1936.

L'attrait des dirigeants de l'IHP pour des scientifiques ayant participé à des conférences internationales de physique ou de mathématiques est particulièrement visible : 63 des 84 invités (soit 75 %) ont participé à un Conseil Solvay ou un CIM et parmi eux 51 (61 %) participent à de telles conférences avant leurs premières invitations. L'inscription des conférences de l'IHP au niveau international passe par la mobilisation de scientifiques participant à ces congrès scientifiques internationaux. Ce faisant, les conférences de l'institut parisien sont dépendantes de l'institutionnalisation de la science au niveau international.

Cette dépendance se traduit de deux façons. Les conférences internationales ont des rapports différents avec les dimensions géographiques. Les Conseils Solvay de physique sont plus restreints géographiquement que les CIM. Cette différence géographique se retrouve au sein des invités et des conférenciers. Par ailleurs, ces conférences s'organisent autour de disciplines (physique et mathématiques respectivement). Cette différenciation permet d'identifier des groupes de physiciens et de mathématiciens au sein des invités et des conférenciers. Cependant ces deux conférences se situent différemment par rapport à la spécialisation scientifique ; les Conseils Solvay sont des réunions de spécialistes sur des

731. Il s'agit de Fowler.

732. À savoir : Guldberg, Steffensen, Cantelli, de Finetti, Cramer

733. À savoir : Fisher, Neyman

problèmes pointus et non résolus, tandis que les CIM sont des réunions dont la vocation n'est pas de résoudre des problèmes précis. Ainsi être physicien au sens d'avoir participé à un Conseil Solvay de physique est plus précis qu'être mathématicien au sens d'avoir participé à un CIM.

Publications dans des périodiques.

Les publications des invités et des conférenciers permettent d'élargir la question de la répartition entre physiciens et mathématiciens à l'ensemble des invités et des conférenciers puisque la totalité des invités et des conférenciers ont publié des articles. Pour 82 invités, le *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* (Jahrbuch) recense au moins un article publié l'année (civile) précédant la première invitation. Les premières recensions de Jerzy Neyman portent sur des articles publiés à partir de 1936 (soit l'année après son invitation) et celles de Paul Dirac portent sur des articles publiés à partir de 1929 (soit l'année de son invitation). Pour les 82 invités, le Jahrbuch recense 2 912 articles publiés dans 142 périodiques. Parmi ces articles, 1 333 articles sont publiés dans 56 périodiques généralistes, en entendant par là un périodique dont le titre ne mentionne aucune discipline ou plusieurs. Le reste des publications, soit 1 579 articles, offre un aperçu disciplinaire de ce que peuvent connaître les dirigeants de l'IHP des invités dans la mesure où le titre du périodique fait référence à une seule discipline⁷³⁴.

Deux groupes de périodiques sont particulièrement utilisés par les invités : les périodiques de mathématiques et ceux de physique. Parmi les invités, 57 publient 938 articles dans 54 périodiques de mathématiques. Les cinq périodiques concentrant le plus grand nombre d'articles sont le *Fundamenta Mathematicae* (104 articles, publié en Pologne), le *Bulletin of the American Mathematical Society* (84 articles, publié aux EUA), le *Mathematische Annalen* (75 articles, publié en Allemagne), le *Mathematische Zeitschrift* (55 articles, publié en Allemagne), le *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* (44 articles, publiée en Italie). D'autre part, 47 invités publient 503 articles dans 13 périodiques de physique. Les cinq périodiques concentrant le plus grand nombre d'articles sont le *Zeitschrift für Physik* (195 articles, publié en Allemagne), les *Annalen der Physik* (100 articles, publié en Allemagne), le *Physikalische Zeitschrift* (81 articles, publié en Allemagne), *Physical Review* (47 articles, publié aux EUA). De plus 78 invités publient au moins un article

⁷³⁴. Ainsi les *Annalen der Physik und Chemie* sont qualifiés de généraliste et les *Annalen der Physik* sont qualifiés de physique.

dans un périodique de mathématiques ou de physique dont 26 (31 %) publiant dans les deux, 31 (37 %) uniquement dans un périodique de mathématiques et 21 (25 %) dans un périodique de physique.

Les dirigeants de l'IHP s'attachent ainsi à inviter des savants bénéficiant d'une reconnaissance internationale, grâce à leurs publications ou leurs participations à des congrès internationaux, dans le domaine de la physique ou des mathématiques. Les publications montrent en outre qu'il existe une certaine porosité entre les périodiques de physique et de mathématiques pour une partie non négligeable des invités.

3.2.4 *Sortir des amphithéâtres Darboux et Hermite*

En captant ces invités, les dirigeants de l'IHP visent clairement à doter cet institut d'une légitimité scientifique sur une échelle internationale. Mais ces dirigeants s'assurent également de la valorisation des contenus scientifiques en communiquant autour de ces conférences. Tout d'abord, le programme de ces conférences est communiqué par un système d'affichage. Ensuite, les *Annales de l'Institut Henri Poincaré* rendent public les contenus de 62 des 108 conférences (57 %). Ce journal permet ainsi de projeter la légitimité scientifique de l'IHP à une échelle au moins nationale et contribue à valoriser certains contenus scientifiques présentés dans les amphithéâtres de cet institut.

Ce journal paraît avec le sous-titre « recueil de conférences et mémoires de calcul des probabilités et physique théorique. » Ainsi, outre les conférences organisées par l'IHP, ces *Annales* visent également à publier d'autres textes, spécifiquement dédiés au calcul des probabilités et à la physique théorique. Quatre textes sont publiés sans avoir fait l'objet d'une conférence à l'IHP : Simon Stoïlow, « Les propriétés topologiques des fonctions analytiques d'une variable » (1932)⁷³⁵, Jan Schouten, « La théorie projective de la relativité » (1934)⁷³⁶, Louis de Broglie, « Passage des corpuscules électrisés à travers les barrières de potentiel » (1933)⁷³⁷ et Richard von Mises, « Les lois de probabilité pour les fonctions statistiques » (1936)⁷³⁸.

Cette publication ne fait pas partie des missions de l'IHP telles qu'elles sont définies

735. Conférence organisée par la faculté des sciences, voir *Annales de l'Université de Paris*, 1932, « enseignements donnés par des savants étrangers », p. 3.

736. Conférence organisée par la faculté des sciences, voir *Annales de l'Université de Paris*, 1935, « Enseignements donnés par des savants étrangers », p.3.

737. Cours donné en 1931-1932 par Louis de Broglie à la chaire de TP pour laquelle il est maître de conférences.

738. Nous n'avons trouvé aucune trace d'une seconde conférence faite par von Mises.

dans ses statuts. En particulier, il n'est pas prévu de personnel ou de financement pour travailler sur ce journal. Cette situation explique sans doute qu'aucune archive relative à ce périodique n'est conservée dans les archives de l'IHP. Les PUF assurant la publication, il reste à chercher du côté des archives de cette maison d'édition pour essayer de trouver des informations détaillées, ce que nous n'avons pu faire⁷³⁹.

Pour autant, les archives de l'IHP donnent sporadiquement des informations sur ses *Annales*. Les dossiers d'invitation mentionnent parfois « une rédaction [des] conférences » pour être publiée. Les traces d'une telle demande sont rares et sont visibles lors de l'invitation envoyée par Mme Fournier ou dans les réponses à une invitation. Les informations glanées permettent d'affirmer que ce périodique est vraisemblablement envisagé à partir de novembre 1929. En effet les premières demandes de rédaction, sont lancées en décembre 1929. En particulier, Paul Lévy écrit à Mme Fournier le 30 avril 1930 : « je ferai très volontiers la rédaction [que le comité de direction] me demande. Toutefois, comme je n'avais pas prévu que j'aurai à rédiger ma conférence, il me faudra quelque temps. » Il semble donc qu'on demande à Lévy d'écrire sa conférence près d'un an après l'avoir faite et sans le lui avoir demandé au préalable. Au demeurant il semble plausible que toutes les conférences publiées ne soient pas rédigées par les conférenciers eux-mêmes. En particulier Fermi écrit à Mme Fournier le 15 décembre pour renvoyer le manuscrit de ses conférences et la remercier « d'avoir [pris soin de]⁷⁴⁰ la rédaction française de ce que j'ai dit », suggérant ainsi que la publication est en fait issue d'une prise de notes de Mme Fournier lors de la conférence, même si aucune mention n'est faite à ce sujet dans le numéro des *AIHP*.

Les échanges lors des invitations montrent qu'au plus tard en août 1936, Alexandre Proca (1897-1955)⁷⁴¹ assure le rôle de secrétaire de rédaction. La première trace de Proca que nous avons trouvée⁷⁴², concerne l'édition de la conférence de Bruno de Finetti⁷⁴³. En août 1936, Proca écrit à De Finetti pour lui signaler qu'il n'a pas reçu le manuscrit de sa

739. Nos échanges avec Valérie Tesnière n'ayant pas encore pu aboutir à une consultation des archives des PUF, les archives de cette maison d'édition étant en cours de transfert au moment de nos recherches.

740. « Je vous envoie le manuscrit des conférences que j'ai fait à l'Institut Henri Poincaré. Je vous remercie beaucoup d'avoir *curé* la rédaction française de ce que j'ai dit. » Lettre de Fermi à Fournier, 15 décembre 1929, Bibliothèque de l'IHP, Dossier Fermi.

741. Alexandru Proca est physicien. Il naît et fait ses études en Roumanie. Il arrive à Paris en 1923. Il obtient une licence à l'université de Paris en 1924. Il travaille à l'Institut Curie de 1925 à 1927. Il obtient la nationalité française en 1931. Il soutient une thèse de physique en 1933. Il obtient une bourse Rockefeller et passe un an en Allemagne et quelques mois à Copenhague. Il revient en suite à Paris.

742. Nous n'avons pas trouvé d'archives concernant les *Annales*. Nous n'avons non plus réussi à accéder aux archives des PUF où sont publiés les volumes.

743. Voir chapitre 4.

conférence de mai 1935⁷⁴⁴. Ce manuscrit arrive finalement en novembre. Au cours de ces échanges, Proca demande la rédaction d'introduction et de transition entre les différentes parties. Il propose également des corrections et des compléments. En l'absence de titre général donné par de Finetti, il fait une proposition. Néanmoins Proca affirme que « notre principe est de ne jamais toucher au texte des auteurs ; nous nous permettons simplement de leur signaler les points où eux-mêmes seraient d'accord pour apporter certaines modifications et nous leur proposons une version nouvelle. » Il ajoute que « l'habitude ayant prévalu de ne pas donner aux articles des Annales la forme de conférences lesquelles débutent toutes par des remerciements ; vous les rétablirez sur les épreuves si vous le jugez nécessaire. » Proca est également mentionné au moment de l'invitation de Max Born en février 1937. En janvier 1938, Borel précise à Birkhoff que Proca est le « secrétaire de la rédaction ». Proca assure certainement un travail de liaison mais il semble également disposé à assurer des traductions. Ainsi Max Born demandant de l'aide pour la version française du texte se voit proposer l'intervention de Proca. Il semble également disposé à aider van Vleck pour la version française de son texte en avril 1939.

3.3 LE POSITIONNEMENT DISCIPLINAIRE L'IHP : DES STRATÉGIES DIFFÉRENCIÉES POUR LA PHYSIQUE, LES MATHÉMATIQUES ET LE CALCUL DES PROBABILITÉS

Comme nous l'avons vu, l'IHP s'organise comme un centre d'enseignement et de recherche en physique théorique et mathématique et en calcul des probabilités. L'organisation scientifique autour de ces trois disciplines est affirmée par les deux chaires de théorie physique (TP) et de calcul des probabilités et physique mathématique (CPPM). Or la nomination des enseignants à ces deux chaires suit des logiques différenciées qui soulignent l'existence d'enjeux spécifiques pour la physique mathématique et théorique d'une part et pour le calcul des probabilités d'autre part. Du côté de la chaire de TP, la nomination dépend de l'investissement du candidat dans ce domaine, tandis que du côté de la chaire de CPPM, la nomination à la maîtrise de conférences (seul poste disponible puisque Borel reste professeur tout long de la période) sert avant tout de porte d'entrée à la faculté des sciences de Paris pour de jeunes mathématiciens. Ce traitement différencié signale ainsi une certaine urgence à soutenir de jeunes scientifiques à développer des travaux du côté de

744. Correspondance de De Finetti conservée à l'université de Pittsburg.

la physique théorique et d'intégrer la chaire de CPPM dans les carrières mathématiques.

Par ailleurs, les invitations sont toujours nominatives laissant le plus souvent de côté le contenu scientifique susceptible d'être abordé dans les conférences. Néanmoins, les profils des invités sélectionnés par le comité de direction montre une stratégie pour capter le crédit scientifique lié à certains savoirs en physique et en mathématiques. En effet les conférences abordent un nombre assez restreint de thématiques identifiables grâce au titre. En particulier, il apparaît que les savoirs probabilistes occupent une place particulière dans les conférences ainsi que les théories physiques de la matière et du rayonnement.

3.3.1 *Les nominations aux chaires de TP et de CPPM*

Comme nous l'avons vu, la création de l'IHP s'accompagne de la création d'une maîtrise de conférences pour la chaire de CPPM ainsi que de la création d'une chaire de TP à laquelle est adjoint une maîtrise de conférences. Lors de l'inauguration, Maurain mentionne que les postes d'enseignement créés avec l'IHP sont « confiés à des Maîtres jeunes que leurs travaux ont déjà mis en évidence »⁷⁴⁵. Selon Maurain, Léon Brillouin, premier professeur de la chaire de TP, s'est distingué, en France et à l'étranger, par ses travaux « sur la théorie des quanta et son application à la théorie des solides et des liquides ». Le doyen estime que Louis de Broglie, premier maître de conférences de la chaire de TP, « est le créateur de cette mécanique ondulatoire qui, née d'hier, joue déjà dans l'évolution de la Physique mathématique un rôle de premier plan et a suscité de toutes parts des travaux qui renouvèlent l'aspect de cette science. » Enfin il affirme que les travaux de Maurice Fréchet, premier maître de conférences de la chaire de CPPM, sur « les ensembles abstraits lui ont acquis une grande réputation et [son] enseignement élevé sur le Calcul des probabilités a été très remarqué ». Maurain met donc en avant la reconnaissance scientifique acquise par ces nouveaux enseignants dans les domaines d'enseignement de ces deux chaires. Il signale également l'implication dans les domaines de la physique théorique et physique mathématique des deux enseignants de la chaire de TP. Dans le cas de Fréchet⁷⁴⁶, il souligne son expérience dans l'enseignement du calcul des probabilités et dans la recherche dans le domaine de la topologie. Ainsi Maurain explicite deux critères dans le choix de ces deux premières nominations : la pertinence vis-à-vis des

745. AJ/16/5775, Institut Henri Poincaré, Discours d'inauguration, « Discours de M. Maurain, Doyen de la faculté des sciences », p. 2

746. Nous revenons sur la nomination de Fréchet au chapitre 5.

enseignements à assurer et la reconnaissance scientifique dans un domaine de recherche.

La pratique montre que l'attribution des postes de la chaire de CPPM et de TP se distingue assez nettement l'une de l'autre. La première différence évidente porte sur la place singulière du professeur de la chaire de CPPM au sein de l'IHP. Émile Borel est professeur à la chaire de CPPM durant toute la période de 1928 à 1940. Ainsi seule la maîtrise de conférences fait l'objet de nominations. En outre, l'adoption des statuts de l'IHP, nomme le professeur de cette chaire comme directeur de l'IHP pendant les cinq premières années. Le directeur de l'IHP est par la suite nommé par le recteur, sur proposition du conseil d'administration pour une durée de cinq ans renouvelable. Or Borel conserve le statut de directeur de l'IHP jusqu'à son départ à la retraite, lui donnant un ascendant particulier au sein de cet institut.

La chaire de TP est quant à elle une chaire d'université. Léon Brillouin est nommé professeur à cette chaire le 10 novembre 1928. Il quitte ce poste au 1^{er} avril 1932 suite à sa nomination au Collège de France. Il est remplacé par Louis de Broglie, maître de conférences de cette chaire depuis le 1^{er} novembre 1928, à partir du 1^{er} janvier 1933. Nous n'avons pas de documents relatifs aux circonstances de la nomination de Léon Brillouin. Dans le cas de Louis de Broglie, le compte-rendu de la séance du conseil de la faculté des sciences du 9 juin 1932⁷⁴⁷ signale qu'il est en fait le seul candidat à la succession de Brillouin. Cette situation particulière résulte peut-être du caractère singulier de cette chaire par rapport à d'autres chaires de physique à la faculté des sciences de Paris. Comme l'affirme Borel lors de la nomination du remplaçant de Brillouin à la maîtrise de conférence de TP, le but de cette chaire est de fonder une « école de physique théorique » à la faculté des sciences de Paris. Ainsi les candidats, pour la maîtrise de conférences et pour le professorat, doivent donc être choisis sur la base de travaux signalant leur investissement dans ce domaine. La nomination de Francis Perrin à la chaire de TP le 14 novembre 1932, met en avant ce critère pour justifier d'écarter de la candidature d'Yves Rocard. Néanmoins, dans le cas de la maîtrise de conférences au moins, un autre critère est mis en avant : la jeunesse. Ainsi, Léon Bloch, jugé trop vieux face à F. Perrin, est également écarté malgré la pertinence de ses travaux scientifiques. Finalement F. Perrin recueille 34 voix contre 20 pour Bloch et 8 pour Rocard.

Dans le cas de la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM, la pratique de no-

747. AJ/16/5124B

mination ne suit pas ces exigences. Lors de la séance du conseil de la faculté des sciences du 22 juin 1933⁷⁴⁸, Maurice Fréchet est nommé professeur de Mathématiques générales. S'engage alors un jeu de chaises musicales d'abord en 1933 puis en 1935⁷⁴⁹. Dans les deux cas, la question de l'implication des candidats dans le domaine des probabilités ou de la physique mathématique n'est même pas mentionnée. Il semble au contraire, que la nomination à cette maîtrise de conférence sert aux professeurs de mathématiques de la faculté des sciences de Paris à contrôler l'accès au département de mathématiques pour les jeunes normaliens, sans égard pour les probabilités ou la physique mathématique, et d'inclure la chaire de CPPM dans une gestion mouvante des chaires de mathématiques.

3.3.2 *L'orientation scientifique des conférences*

Comme nous l'avons vu, l'espace disciplinaire défini par les statuts de l'IHP couvre la physique mathématique et théorique ainsi que les « sciences connexes » parmi lesquelles on trouve le calcul des probabilités. Outre les chaires qui orientent cet institut vers le calcul des probabilités et la physique théorique et mathématique, les *Annales* revendiquent également cette orientation. Cependant les statuts ne précisent pas que ces conférences doivent porter sur ces sujets, laissant donc une certaine marge de manœuvre dans le choix des invités et donc des conférences. Or l'étude des profils des invités et des conférenciers a mis en évidence que tous les invités (et donc tous les conférenciers) jouissent d'une reconnaissance locale, nationale et internationale (par les publications ou la participation à des événements internationaux) dans le domaine des mathématiques ou de la physique.

Par ailleurs l'IHP est dirigé par Maurain, Borel, Perrin et Langevin qui mobilisent leurs réseaux pour organiser les conférences. Les discours d'inauguration de Maurain et Borel affirment sans équivoque l'existence d'objectifs scientifiques pour l'IHP quant aux contenus scientifiques visés dans les conférences. À quatre occasions, les invitations laissent transparaître que les dirigeants ont une idée très précise des savoirs qu'ils veulent voir

748. AJ/16/5124B

749. En 1933, Maurain signale que la Commission mathématiques, en charge de faire une étude préliminaire des candidatures, « a examiné la suite du mouvement » résultant de cette nomination. Ainsi cette commission propose dans le même mouvement de nommer Jean Chazy (1882-1955) à la maîtrise de conférences de CPPM et de nommer Darmois en remplacement de Chazy à la suppléance de Painlevé. La nomination de Georges Valiron (1884-1955) comme successeur de Chazy à la chaire de CPPM suit la même démarche. Le départ de Paul Montel à la chaire de théorie des fonctions, libère celle de mécanique rationnelle. Chazy est proposé en première ligne par la Commission mathématique qui propose de nommer Valiron à la maîtrise de conférence libérée par Chazy. Darmois obtient la suppléance de Vessiot assurée par Valiron.

exposés. Louis de Broglie suggère à Max Born de venir faire une conférence sur l'électrodynamique non-linéaire, sujet que le second estime avoir développé récemment ⁷⁵⁰. Dans le cas de l'invitation de Harald Cramér, il semble également que le comité de direction ait fait une suggestion l'orientant vers un exposé sur « quelques problèmes classiques de la théorie des probabilités et leur développement moderne. » Le comité de direction souhaite inviter Dirac pour qu'il vienne parler de « sa nouvelle théorie de l'électron » ⁷⁵¹. Mme Fournier écrit à Kryloff le 25 septembre 1935 qu'elle est « chargée par le comité de direction de l'Institut Henri Poincaré de venir [lui] demander de faire prochainement 4 conférences sur un sujet de votre choix portant sur des questions de calcul des probabilités ou de physique mathématique. » ⁷⁵² Enfin Serge Bernstein est invité dès la première année à faire une conférence sur les probabilités, invitation renouvelée à quatre reprises. L'insistance pour faire venir ce scientifique semble indissociable d'une part de la personne de Bernstein mais également des savoirs dont il est porteur. Plus généralement, l'analyse des titres souligne que les dirigeants choisissent les conférenciers pour le sujet de leurs recherches.

Les titres des conférences comme l'annonce d'un contenu.

Le titre des conférences est la seule information exhaustive quant au contenu, donnée par les conférenciers et reproduit sur les affiches annonçant la conférence. Les titres ne se présentent pas sous une forme standardisée. Certains semblent très précis, comme pour la conférence de Félix Bloch de 1937, « Le moment magnétique du neutron », d'autres sont allusifs, comme pour la conférence de Ronald Fisher de 1938, « Biologie et mathématiques ». Certains sont très courts, « La supra conductivité » de Wander de Haas, d'autres sont très développés et vont jusqu'à annoncer le plan de la conférence, comme dans le cas de la conférence de Ragnar Frisch ⁷⁵³.

750. « Prof. de Broglie has suggested as subject of my lectures the non-linear electrodynamics which I have developed during the recent year. », Dossier d'invitation de Max Born, Archives de l'IHP, Bibliothèque de l'IHP.

751. Lettre de Louis de Broglie, 7 décembre 1938, Bibliothèque de l'IHP, Dossier Dirac.

752. Bibliothèque de l'IHP, Dossier d'invitations, Kryloff. Lettre de Mme Fournier à Kryloff, 25 septembre 1935.

753. « Problèmes et méthodes de l'économétrie. 1/Problèmes et méthodes de l'économétrie. Fondements philosophiques de l'économétrie. La méthode axiomatique. L'utilité en tant que quantité. 2/ Exemples de théorie économétriques statiques et semi-statiques. Monopole, polypole. La notion de force. 3/ Qu'est-ce qu'une théorie "dynamique" ? Propriétés des systèmes déterminés et indéterminés. 4/ Exemples de théories économétriques dynamiques. Oscillations des systèmes clos. La théorie des crises. 5/ La création des cycles par des chocs aléatoires. Synthèse entre le point de vue probabiliste et le point de vue des lois dynamiques déterminées. 6/ La construction statistique des fonctions économétriques. Équation auto-

En nous basant sur l'hypothèse que le titre d'une conférence en annonce le sujet, nous proposons une analyse lexicométrique élémentaire des titres. Cette analyse consiste à identifier les mots (noms et adjectifs) utilisés dans les titres. Dans la perspective de mettre en évidence des thématiques, l'analyse porte sur les mots communs à au moins cinq titres ce qui correspond à 25 mots. Parmi ces mots certains ne sont pas discriminants, dans le sens où ils ne permettent pas de mettre en évidence des regroupements entre les titres. C'est le cas de « théorie », « problème » et « mécanique » qui sont utilisés avec l'ensemble des autres termes identifiés leur conférant un sens général.

D'autres termes sont plus discriminants et permettent de faire des regroupements dans ce que nous avons appelé des thématiques⁷⁵⁴. Ces mots ne sont pas utilisés dans tous les titres mais le sont spécifiquement avec d'autres mots, mettant en évidence des ensembles de mots utilisés simultanément, c'est-à-dire en co-occurrences. Avant d'entrer dans la description de ces thématiques, notons que nous avons procédé à une lemmatisation, c'est-à-dire que les mots ont systématiquement été ramenés au singulier masculin⁷⁵⁵ (le cas échéant) pour permettre le comptage et la comparaison. En outre nous nous sommes autorisés à faire des rapprochements de plusieurs mots sur la base d'une racine commune, comme dans le premier cas pour la thématique « probabilité ».

La constitution de ces réseaux de mots se faisant suivant des usages simultanés dans les titres, ces thématiques sont, à l'exception de la dernière, construites simultanément. La présentation suit donc un ordre décroissant des usages.

La thématique « probabiliste ». Les mots « probabilité » ou « probabiliste » sont utilisés dans 16 titres. Ils sont uniquement utilisés avec les mots « application, statistique, fonction, équation, calcul, mouvement, dynamique, loi, mathématique, propriété, aléatoire, récent ». Ces co-occurrences n'ont toutefois pas exactement le même sens.

Sur les cinq titres utilisant le mot « aléatoire », quatre utilisent également le mot « probabilité ». De plus les seuls mots avec lesquels il est utilisé dans plus de 3 titres sont « loi » et « probabilités ». Le mot « probabilité » apparaît dans quatre des cinq titres

nommes et équations confluentes. Le danger des analyses à plusieurs variables. 7/ La technique des séries temporelles. Décomposition des séries. Opérations linéaires et leur problème d'inversion. 8/ Conclusion : La signification des lois sociales et mécaniques. Invariance et rigidité. Remarques sur une philosophie du chaos. »

754. L'ensemble des titres des conférences, rassemblés par thématique, est présenté en annexe, voir p. 401.

755. Nous avons utilisé iRamuteq et en particulier la fonction de lemmatisation telle qu'elle est conçue dans ce logiciel.

contenant le mot « loi », dans le cinquième titre ce dernier apparaît dans l'expression « loi statistique ». En outre parmi les 3 conférences dont le titre contient le mot « chaîne », deux utilisent également « probabilité », l'une d'entre elles utilisant également le mot « statistique », renforçant la dimension probabiliste de l'usage du mot « chaîne ».

Le mot « probabilité » est également utilisé avec le mot « calcul » dans 6 titres. Cependant le terme « calcul » semble avoir des usages diversifiés : on le retrouve à deux reprises dans des titres contenant les mots « spectre » ou « molécule ». De plus le mot calcul est toujours utilisé dans la formule « calcul des probabilités » de sorte qu'il a usage commun avec « probabilités » très restreint qui ne permet pas de discriminer des titres.

Parmi les mots utilisés simultanément avec « probabilités » ou « probabiliste », les mots « statistique » et « fonction » permettent d'identifier une relation privilégiée. En effet chacun de ces trois mots est utilisé dans au moins 2 titres contenant chacun des autres. Il faut toutefois noter que le mot « statistique » a des usages diversifiés. Il apparaît clairement que deux titres de conférence font référence à un usage lié à la physique⁷⁵⁶. Ceci étant, pour les quatre titres restant, l'usage renvoie à des sujets de statistique probabiliste⁷⁵⁷. Pour sa part le mot « fonction » associé à « probabilités » ou « statistique » assure une certaine cohérence entre ces deux derniers termes. Cependant l'usage du mot « fonction » renvoie également à l'étude de certains types de fonctions, nous y reviendrons plus bas. De sorte que ce mot n'est pas suffisamment discriminant.

Nous pouvons donc considérer la thématique « probabilité » en rassemblant les mots « probabilité, probabiliste, loi, aléatoire, statistique, chaîne ».

La thématique « quantique ». Les mots « quantique » et « quanta » sont utilisés dans 15 titres. Ces mots ne sont jamais utilisés simultanément avec « probabilité, aléatoire, loi, chaîne », signalant une ligne de partition avec la thématique précédente. Toutefois le mot « statistique » est utilisé dans un des titres identifiés précédemment comme usage physicien de ce terme.

Les conférenciers utilisent le terme « quantique » de façon très restreint. Il n'est jamais

756. Dirac, « 1) Base statistique de la mécanique quantique. 2) Théorie relativiste de l'électron. 3-4) Mécanique quantique des systèmes à nombreux électrons. » (1929) et Pauli, « Contribution mathématique à la théorie des matrices de Dirac, la théorie relativiste pour des particules avec statistique de Einstein-Bose. » (1935)

757. Neyman, « Les problèmes d'estimation statistique et de vérification des hypothèses. » (1936); Gumbel, « La théorie statistique des inondations » (1938); Gumbel « Les valeurs extrêmes des distributions statistiques. » (1933); Darmais, « Statistique et dynamique stellaires. » (1929).

utilisé avec 11 des 24 mots les plus fréquents (« quantique » exclu) et une seule fois avec 7 des 24 mots. De sorte qu'il est utilisé dans au moins deux titres avec seulement 6 termes. Plus précisément, il est utilisé à 8 reprises avec les mots « mécanique » et « théorie ». Il est systématiquement utilisé avec « mécanique » dans la formulation « mécanique quantique » (8 titres). Dans 5 titres il est utilisé dans les expressions « théorie quantique » ou « théorie des quanta ». Mais dans trois titres, le terme « théorie » renvoie à un autre mot (« relativité » dans deux titres, « groupe » dans le troisième). Le mot quantique est également utilisé dans deux titres avec les mots « application, atome, molécule, électron ».

Le mot « ondulatoire » est utilisé de façon similaire. Il est systématiquement associé au mot « mécanique », dans les trois titres où ce mot apparaît, dans la formule « mécanique ondulatoire ». Il est également associé à deux reprises au mot « théorie » dans l'expression « théorie ondulatoire ». Le mot ondulatoire n'est jamais utilisé avec 10 des 24 autres mots les plus fréquents, une seule fois avec 5 de ces mots et enfin au moins deux fois avec 9 de ces mots. En particulier le mot ondulatoire a un usage disjoint de la thématique probabilité puisqu'il n'est jamais utilisé avec les mots « probabilité, aléatoire, loi, chaîne, statistique ». Néanmoins le mot ondulatoire est moins employé que le terme quantique, puisqu'il n'apparaît que dans 5 titres.

L'usage du mot quantique se distingue ainsi par un usage assez répandu (il est parmi les plus utilisés) et très spécifique, rendant son usage particulièrement discriminant. En outre le mot « ondulatoire » présente un usage quasiment identique à celui de quantique. Il est certes moins répandu en nombre d'occurrences mais il est légèrement plus répandu en terme de co-occurrence. Il n'est jamais employé avec le terme « quantique ». On retrouve les termes « quantique » et « ondulatoire » en co-occurrence avec des termes identiques dans au moins deux titres : « théorie, mécanique, spectre, atome, molécule, électron ». La disjonction d'usage l'un vis-à-vis de l'autre, mais la grande similarité d'usage avec les autres termes nous amène à considérer que les mots « quantique » et « ondulatoire » sont utilisés comme des synonymes. Ainsi leurs usages se distinguent difficilement sans qu'ils soient utilisés en même temps. Nous rassemblons donc dans la thématique quantique les mots « quantique, ondulatoire ».

La thématique « spectre ». Le terme « spectre » délimite également un partition avec la thématique probabilité, ce terme n'étant jamais employé avec les mots de cette thématique. Son usage n'est cependant pas en disjonction avec la thématique quantique puisqu'il

est utilisé avec le mot « quantique » et « ondulatoire » dans un et deux titres respectivement. Comme pour ces deux derniers, il est utilisé avec les mots « atome, molécule, électron ».

Ceci étant, l'usage du mot spectre est distinct de celui de la thématique quantique. Tout d'abord l'usage du mot « spectre » dans la thématique quantique est systématiquement associé aux mots « atome, molécule, électron ». Or l'usage de ce terme en co-occurrence avec ces trois derniers est quantitativement supérieur, signalant un usage spécifique. De plus le mot « spectre » est utilisé avec les mots « noyaux, nucléaires ». Ces deux derniers sont en outre utilisés principalement avec les mots « électron, atome, molécule ». Ainsi, non seulement le mot spectre renvoie à des usages plus diversifiés que la thématique quantique, mais de plus il existe des usages indépendants de cette thématique. On peut donc distinguer une thématique spectre correspondant à l'usage des mots « spectre, molécule, atome, électron, noyaux, nucléaire ».

La thématique « magnétisme ». Le mot « électron » est également utilisé en lien avec les mots « électromagnétisme, magnétisme, magnétique ». Ces mots ne sont jamais utilisés avec les mots « spectre », « quantique » ou « probabilités », signalant donc un usage distinct du terme « électron » avec magnétisme.

Le mot « magnétisme » est associé aux mots « champ » dans quatre titres, « atome, mouvement, propriété, récent » dans deux titres. Le mot « magnétisme » est au demeurant utilisé dans la moitié des titres contenant le mot « champ ». Ce dernier est également utilisé dans deux titres avec « atome, électron ». Nous considérons donc une thématique magnétisme rassemblant les mots « magnétisme, électromagnétisme, magnétique, champ ».

La thématique « équation ». En dernier lieu le mot « équation » connaît des usages diversifiés puisqu'il est utilisé en co-occurrence avec 22 des 25 mots retenus pour identifier les thématiques. Cependant il apparaît que dans les titres contenant le mot « équation » mais ne contenant aucun des mots des thématiques précédentes, une cohérence assez manifeste émerge. En effet tous ces titres signalent que l'objet des conférences est l'étude d'une catégorie d'équations. L'usage des mots « différentiel », « fonctionnel » et « intégral », trop peu fréquent pour avoir été retenu, sont dans ces titres utilisés de façon significative. Ces titres nous ont donc amené à considérer la thématique « équation ». Comme nous

l'avons mentionné, l'usage du mot « fonction » renvoie également à l'étude de certains types de fonctions. En particulier son usage simultanément avec le mot « équation » signale la relation qui existe entre étude de fonctions et étude d'équations.

Même si cette thématique nécessite de notre part de rompre avec un traitement uniforme, notons que la rupture d'uniformité tient avant tout au seuil (nécessairement arbitraire) de représentativité de 5 titres retenu initialement. Cette thématique invite donc à prolonger l'étude.

Classification des conférences à partir de leur titre. À l'aide de ces thématiques, nous nous proposons de classer les conférences selon la procédure suivante :

1. On classe dans la thématique correspondante si le titre de la conférence ou dans les *AIHP* utilise les mots probabilité / probabiliste ; quantique / quanta ; spectre / spectroscopie ; magnétisme / magnétique / électromagnétique ;
2. pour les conférences non-classées nous utilisons les autres mots de la thématique dans l'ordre de présentation des thématiques ;
3. pour les conférences non-classées nous classons dans « équations » celles qui utilisent le mot « équation » ou le mot « fonction » ;
4. enfin pour les titres non-classés, les conférences non-classées des scientifiques dont une conférence a été classée sont intégrés dans cette catégorie.

Ce principe de classement, permet de classer 91 des 108 conférences. Il est déjà remarquable qu'un nombre assez restreint de mots permette de rassembler 84 % des conférences. Les conférences non classées signalent la place accordée à des sujets suffisamment spécialisés pour ne pas apparaître dans au moins cinq titres. On trouve ainsi une conférence portant sur le neutrino, deux sur la « supra-conductivité ». Il faut également signaler que cette classification suppose que les scientifiques invités à plusieurs reprises reprennent toujours le même thème. C'est en particulier le cas pour les conférences de Volterra, de Brillouin⁷⁵⁸, de Birkhoff et de Carleman qui sont toutes classées dans la thématique « équation ».

758. Sur 4 conférences, 2 sont classées dans la thématique « équation » et une dans la catégorie « magnétisme ». La quatrième a été reclassée dans « équation ».

Des centres d'intérêts structurants.

Cette classification met en évidence certains axes majeurs. En premier lieu un axe disjoint de tous les autres autour des probabilités représente 27 conférences. Ensuite trois axes présentant certaines relations entre eux : la théorie quantique (20 conférences), la spectroscopie et la structure de la matière à l'échelle atomique (18 conférences) et le magnétisme (11 conférences). Enfin un axe autour de l'étude de certaines équations (15 conférences).

Ces axes font l'objet d'une attention relativement constante tout au long de la période 1928-1940. En dehors de l'année 1930-1931, les probabilités sont représentées chaque année avec un nombre médian de deux conférences par an. En dehors de l'année 1937-1938, la thématique quantique est représentée à raison d'un nombre médian de deux conférences par an. De même la thématique spectre est représentée avec un nombre médian de deux conférences par an, mais est absente au cours de l'année 1936-1937. Pour les thématiques équation et magnétisme, le nombre plus restreint de conférences induit une présence plus fluctuante, mais relativement constante sur l'ensemble de la période.

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
probabilité	3	2	0	4	4	3	1	2	4	2	2
quantique	2	4	3	1	3	2	1	1	2	0	1
spectre	1	2	2	5	2	1	1	2	0	2	0
équation	3	3	2	2	1	1	0	1	2	0	0
magnétisme	0	3	1	0	0	1	0	0	1	2	3
non classée	0	2	2	3	0	2	3	2	0	3	0

TABLE 3.16 – Nombre de conférences de chaque thématique par année universitaire.

La répartition géographique des thématiques reprend certains traits principaux de celle de l'ensemble des conférences. On retrouve ainsi la prédominance de l'Europe occidentale dans l'ensemble des thématiques identifiées. Mais il existe des spécificités géographiques en fonction des thématiques. La thématique probabiliste est uniquement représentée par des scientifiques européens. La thématique quantique est essentiellement représentée par des scientifiques d'Europe occidentale.

Plus finement, on observe que la thématique probabiliste est présentée par des scientifiques d'Europe occidentale venant d'Allemagne (2 conférenciers), de France (6), d'Italie (4) et du Royaume-Uni (1) mais aucun de Belgique⁷⁵⁹. Les conférenciers d'Europe sep-

⁷⁵⁹. Au regard de la géographie des auteurs des notes présentés par Borel à l'Académie, on perçoit

tentrionale viennent du Danemark (1), de Norvège (1) et de Suède (1). Enfin près de la moitié (4 sur 9) des conférenciers venant d'Europe orientale fait des conférences dans la thématique probabiliste. Ces scientifiques viennent de Roumanie (1), de Russie (1), de Tchécoslovaquie (1) et de Turquie (1). Notons que les invitations infructueuses envoyées en URSS auraient certainement pu accentuer le poids de l'Europe orientale, notamment avec la venue de Serge Bernstein.

Dans le cas de la thématique quantique, en dehors d'un conférencier étasunien et d'un conférencier danois, l'ensemble des conférenciers viennent d'Europe occidentale. Ils viennent principalement de France (4 conférenciers), d'Allemagne (4) et de Belgique (3) mais aussi du Royaume-Uni (2), d'Italie (1) et de Suisse (1). L'intérêt pour des scientifiques en Belgique est centré sur la thématique quantique dans la mesure où 3 des 5 conférenciers de Belgique font une conférence sur ce sujet.

La thématique équation est particulièrement bien représentée en Italie (7 des 13 conférences faites par des italiens), du fait des invitations répétées à Volterra. Aucun conférencier venant du Royaume-Uni ou d'Allemagne ne fait de conférence dans cette thématique. De même aucun scientifique venant d'Italie ne fait de conférence dans la thématique magnétisme.

Ce constat rend certainement compte du caractère local des développements scientifiques qui conduisent à des formes de spécialisation ou à l'absence de développement de certains sujets, mais il rend également compte d'une reconnaissance des développements en cours par les dirigeants de l'IHP dans la mesure où ils ont l'initiative des invitations.

Des centres d'intérêts valorisés grâce aux Annales

Parmi les 109 conférences, 62 (57%) sont publiées dans les *AIHP*. Le magnétisme semble bénéficier d'un traitement de faveur, puisque 9 des 11 conférences sont publiées, tandis qu'elle ne représente que 10% des conférences. De façon moins marquée, la thématique probabiliste est également bien représentée puisque 17 des 27 conférences sont publiées tandis qu'elle représente 25% des conférences. Les thématiques quantiques⁷⁶⁰, spectre⁷⁶¹ et équation⁷⁶² semblent légèrement défavorisées avec environ 50% des conférences publiées. Ceci étant la proportion des différentes thématiques est respectée ; chaque

nettement une restriction. Voir chapitre 2, p.81-84.

760. 10 des 20 conférences publiées, soit 50%.

761. 9 des 18 conférences soit 50%.

762. 8 des 15 conférences soit 53%.

thématique occupe une proportion relativement équivalente au sein des conférences et des publications.

	Conférences publiées dans les AIHP	% publiées de la thématique	% de la thématiques parmi les conférences	% de la thématique parmi les conférences publiées
probabilité	27	63 %	25 %	27 %
quantique	20	50 %	19 %	16 %
spectre	18	50 %	17 %	15 %
équation	15	53 %	14 %	13 %
magnétisme	11	82 %	10 %	15 %

TABLE 3.17 – Répartition des thématiques au sein des conférences et des volumes de l'AIHP entre 1930 et 1947.

En revanche les thématiques ne sont pas représentées avec autant de fidélité dans le temps. En effet la thématique quantique fait l'objet de publications uniquement en 1930, 1932, 1933 et 1936 et 9 des 10 conférences publiées le sont entre 1930 et 1933. De la même façon, la thématique équation est essentiellement publiée dans les premières années de publication (7 des 8 conférences publiées le sont en 1930, 1932 et 1933). Seules les thématiques probabilistes et spectre sont présentes en continu reflétant ainsi assez bien l'activité des conférences à l'IHP.

	1930	1932	1933	1935	1936	1937	1938	1939	1946	1947	Total
probabilité	2	2	4	3	1	3	1	0	1	0	17
quantique	4	3	2	0	1	0	0	0	0	0	10
spectre	1	1	2	2	0	1	2	0	0	0	9
équation	4	1	2	0	0	0	0	1	0	0	8
magnétisme	2	2	0	0	0	1	2	1	0	1	9
non classées	0	2	2	1	2	0	1	1	0	0	9
Total	13	11	12	7	4	5	6	3	1	1	63

TABLE 3.18 – Thématiques au sein des *AIHP* par année de publication.

Ainsi les conférences donnent des précisions sur les domaines scientifiques que cherchent à valoriser les dirigeants de l'IHP. Le calcul des probabilités occupe une place singulière, aussi bien dans les amphithéâtres que dans les *Annales*, et renvoie à un espace géographique composé principalement par la France, la Scandinavie, l'Italie et l'Europe orientale. L'étude des équations, entre calcul différentiel et analyse fonctionnelle, montre l'importance de l'analyse dans les conférences, mais sert également de variable d'ajustement. Avec la diminution du nombre de conférences, ces sujets disparaissent. Du côté de la physique, les propriétés de la matière et le rayonnement occupent la quasi-totalité des conférences dans les amphithéâtres et les *Annales*. Les conférenciers abordant ces sujets viennent d'un espace géographique à une échelle mondiale, même si l'Europe occidentale est sur-représentée. Le calcul des probabilités et la physique de la matière et du rayonnement se maintiennent tout au long de la période, signalant bien l'existence de deux grands domaines porteurs pour les conférences de l'IHP. Face à l'ambition d'être un lieu de recherche dédié à la physique théorique, aux mathématiques et aux sciences connexes, les conférences de l'IHP montrent en fait des perspectives assez restrictives : absence de la théorie de la relativité et le calcul des probabilités comme principale science connexe.

Au-delà de l'aboutissement d'un effort de réforme de l'enseignement du calcul des probabilités mené par Borel, l'Institut Henri Poincaré apparaît comme une conséquence d'une prise de pouvoir remarquable d'un petit groupe de scientifiques au sein de la faculté des sciences. Maurain, devenu doyen en 1926, et Borel réussissent à mener à bout, à force de négociations avec différents interlocuteurs, le projet de monter un « Institut de physique et de mathématique ». Si pendant les premiers mois du projet, Maurain et Borel semblent chercher le soutien de l'université, le projet est rapidement contraint de se retrancher au sein de la faculté des sciences. Ce retranchement signifie également une fragilité financière pour assurer les deux missions de l'institut : l'enseignement et les conférences.

Cependant l'IHP offre une autonomie accrue au groupe composé par Maurain, Borel, Perrin, Langevin qui le dirigent, pour mener leurs projets scientifiques. En premier lieu, dans le domaine de la physique, l'IHP, avec la chaire de Théorie physique, offre un espace sanctuarisé dédié à la constitution d'une « école française » de physique théorique. Les conférences viennent alimenter les savoirs, notamment en ce qui concerne les sujets relatifs à la théorie quantique et ondulatoire de la matière, à la spectroscopie et au magnétisme. En second lieu, dans le domaine de la théorie des probabilités, la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM s'insère dans le réseaux des chaires de mathématiques et donc dans la gestion complexe des places mathématiques au sein de la faculté des sciences. De plus, les sujets probabilistes occupent une place remarquable parmi les conférences et les *AIHP*, signalant l'importance accordée à cette thématique.

L'enseignement est porté par les deux chaires de TP et de CPPM. La nomination des enseignants à ces chaires montre assez clairement une différence de traitement. Si les nominations à la chaire de TP mettent en avant l'adéquation des compétences scientifiques des personnes nommées, la chaire de CPPM est clairement utilisée comme un sas d'entrée pour faire venir de jeunes mathématiciens à l'université de Paris.

Dans la terminologie de Bourdieu⁷⁶³, l'IHP institutionnalise un processus de sélection, de marquage et de lecture des savoirs produits dans des espaces culturels extérieurs. La sélection des invités et des savoirs est entre les mains d'un petit groupe de scientifiques

763. Voir l'introduction, p. xiii.

qui décide de la liste des invités et donc des lignes scientifiques valorisées. La valorisation de ces savoirs (le marquage) s'appuie sur la reconnaissance scientifique déjà acquise de certains scientifiques invités et des enseignants des deux chaires de l'IHP, et passe par la publication des *Annales de l'IHP* qui permet de projeter sur une échelle géographique au moins nationale les conférences de l'IHP. La cohérence des thématiques et la présence de scientifiques parisiens au sein de ces thématiques signalent le travail d'intégration locale de ces savoirs, les conférences s'inscrivant dans des dynamiques scientifiques existantes à Paris.

———— CHAPITRE 4 ————

LES CONFÉRENCES PROBABILISTES À L'INSTITUT HENRI POINCARÉ (1928 – 1940)

Les probabilités occupent une place singulière au sein du corpus des conférences de l'Institut Henri Poincaré, place en partie garantie par les statuts et les circonstances de création de l'établissement. Le nouveau centre mathématique parisien offre à Borel, Fréchet et Darmois un moyen pour organiser à Paris la dynamique probabiliste qu'ils appellent de leurs vœux. Les conférences à thématique probabiliste, toutes faites en français, constituent un levier destiné à déclencher deux mouvements complémentaires : le premier au niveau local et le second à une échelle internationale.

Au niveau local, l'IHP permet aux trois mathématiciens de délimiter un espace social consacré aux probabilités au cœur d'un bâtiment accueillant l'ensemble de l'activité mathématique de la faculté des sciences de Paris. Fréchet et Darmois peuvent non seulement y présenter leurs propres travaux, mais également choisir des conférenciers étrangers contribuant à renforcer sur la scène parisienne les directions de recherche dans lesquelles ils sont engagés. De plus, ils ouvrent cet espace à un quatrième acteur, Paul Lévy, particulièrement actif dans le domaine des probabilités depuis les années 1920⁷⁶⁴, mais qui reste en marge de la faculté des sciences en raison de sa position de professeur à l'École polytechnique. Lévy trouve à l'IHP un moyen de se légitimer comme mathématicien spécialisé dans le domaine des probabilités en s'agrégeant au petit groupe des probabilistes de la Sorbonne et en exposant ses recherches dans ce domaine. Borel, Fréchet, Darmois et Lévy se distinguent ainsi des autres mathématiciens installés dans le bâtiment de l'IHP tout en contrôlant et en expertisant les contenus probabilistes qui y sont développés.

Ce mouvement de cristallisation au sein du champ mathématique parisien s'accom-

764. Voir chapitre 2, p. 90-99.

pagne d'un mouvement de diffusion matérialisé par les *Annales de l'IHP*, destiné au rayonnement de l'institut et à la diffusion à l'échelle locale aussi bien que nationale et internationale des travaux présentés dans ses amphithéâtres et sélectionnés par les probabilistes Borel, Fréchet et Darmois. À l'échelle internationale, l'attractivité de l'IHP résulte d'une stratégie consistant à identifier et à inviter des acteurs centraux dans le domaine des probabilités. Par un effet d'entraînement réciproque, cette visibilité internationale permet d'assurer la venue de conférenciers étrangers de premier plan et ainsi de renforcer la place de l'IHP et de ses *Annales* comme une scène centrale pour les probabilistes européens.

Borel, Fréchet et Darmois utilisent les conférences de l'IHP pour ouvrir de nouveaux postes au sein du champ social probabiliste, c'est-à-dire un ensemble de positions réservées à cette spécialité dans l'espace institutionnel scientifique parisien. L'IHP s'organise ainsi comme un embryon de laboratoire, c'est-à-dire comme un lieu où se retrouve un petit groupe de spécialistes pour échanger régulièrement sur leurs recherches dans un domaine scientifique exclusif, et donc comme un espace social de reconnaissance réciproque entre spécialistes parisiens des mathématiques du hasard. De plus cette structure encadre un transfert culturel de savoirs probabilistes : ce groupe sélectionne et marque des savoirs disciplinaires (par la publicité et la publication des conférences) développés dans d'autres contextes. La venue des conférenciers étrangers et les sociabilités liées aux conférences permettent aux probabilistes parisiens de se mettre en contact avec des cultures probabilistes étrangères et de définir un espace international de reconnaissance réciproque entre probabilistes.

4.1 LA CONSTRUCTION D'UN CHAMP PROBABILISTE PARISIEN

À partir de 1928, la chaire de CPPM offre au sein du champ mathématique parisien deux positions, un poste de professeur (occupé par Borel pendant toute la période) et une maîtrise de conférences, occupée par Fréchet puis par Darmois. Le système des conférences ajoute un espace alternatif dans le champ probabiliste parisien. Fréchet et Darmois les utilisent ainsi lorsqu'ils ne sont pas maître de conférences de cette chaire et Lévy, professeur à l'École polytechnique, peut s'insérer dans la champ probabiliste grâce à ces conférences.

4.1.1 *Le programme scientifique des conférences probabilistes*

Les conférences de l'IHP suscitent des interactions sociales tout au long du processus : en amont, lorsqu'il s'agit de dresser la liste des invités ; en aval, pour la publication dans les *Annales de l'IHP*. Dans certains cas, les sociabilités se prolongent après la conférence.

La liste des conférenciers est définie aux mois d'octobre ou novembre de l'année universitaire. Comme nous l'avons vu au chapitre précédent ⁷⁶⁵, cette liste est discutée lors d'une réunion annuelle du conseil de direction. Nous n'avons pas trouvé d'archives rendant compte du contenu de ces réunions, mais l'étude des conférences permet de faire une hypothèse. Les sujets des conférences mettent en évidence une division en trois grandes thématiques : la physique quantique, le calcul des probabilités et l'analyse mathématique. Les deux premières thématiques sont organisées par deux groupes de spécialistes (autour de la chaire de TP et de CPPM respectivement), et la troisième par l'ensemble des mathématiciens (y compris les probabilistes). En tout état de cause, c'est Borel, Fréchet et Darmois qui se trouvent en mesure de définir le programme scientifique des conférences probabilistes.

Dans le cas des invitations faites aux probabilistes, la procédure d'invitation s'appuie sur des réseaux scientifiques liés aux probabilistes de l'IHP. Par exemple, les invitations faites au mathématicien tchèque Bohuslav Hostinský s'inscrivent dans le cadre d'un réseau international mis en place par Fréchet dès 1919 à Strasbourg ⁷⁶⁶. Les échanges entre le mathématicien tchécoslovaque et son correspondant français prennent très rapidement une dimension probabiliste et Hostinský initie notamment Fréchet à la théorie des chaînes de Markov ⁷⁶⁷. Par ailleurs, la mission du doctorant Daniel Dugué à Londres dans le laboratoire de Ronald Fisher en 1936, offre à Darmois l'occasion de se mettre en relation avec le statisticien britannique et de l'inviter, ce qui est fait quelques mois après le début du séjour de Dugué, quand ce dernier informe Darmois du prochain passage de Fisher à Paris. Darmois, avec l'aide de Borel, invite alors le statisticien britannique ⁷⁶⁸. Notons par ailleurs que Fisher est un correspondant de Fréchet depuis au moins mars 1934 ⁷⁶⁹,

⁷⁶⁵. Voir chapitre 3, p. 142-144.

⁷⁶⁶. Voir chapitre 2, p. 76.

⁷⁶⁷. Voir [Havlova *et al.*, 2005].

⁷⁶⁸. Lettre du 20 novembre 1937, de Darmois à Fisher. Adelaide University, Library : <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/67634>

⁷⁶⁹. Correspondance Fréchet-Fisher, Adelaide University, Library : <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/67683>

notamment lors de la controverse menée par ce mathématicien français sur l'usage du coefficient de corrélation⁷⁷⁰. Les invitations dépassent occasionnellement le réseau des mathématiciens de l'IHP et font parfois intervenir d'autres universitaires, en poste dans d'autres universités ou d'autres facultés. L'invitation de Hans Reichenbach par exemple, sur laquelle nous reviendrons plus loin, fait suite à une demande formulée par le philosophe Louis Rougier.

Si les invitations engendrent des échanges épistolaires du fait de la distance et de leur caractère officiel, les conférences sont l'occasion d'une prise de contact en personne. Les conférences se déroulent généralement sur plusieurs séances se répartissant sur une ou plusieurs semaines. Les probabilistes parisiens ont donc l'occasion d'échanger (entre eux et avec leurs invités) des points de vue et des idées lors des séances des conférences ; celles-ci étant espacées de plusieurs jours, la présence des conférenciers à Paris peut se prolonger plusieurs semaines. Les séjours de Hostinský et de Kolmogorov durent ainsi un mois. Lors de ces séjours, les probabilistes de l'IHP organisent aussi des réunions plus mondaines. Dans le cas de la conférence de Fisher, qui fait une conférence en une seule séance en 1938, Darmois organise un dîner le samedi 14 mai 1938, quelques jours avant la conférence qui se tient le mercredi 18⁷⁷¹.

Les relations avec les conférenciers se poursuivent en fait souvent après la conférence, notamment pour envisager la publication dans les *Annales*. Toutes les conférences ne sont pas publiées mais celles qui le sont font l'objet d'un travail d'édition. L'édition de la conférence de Bruno de Finetti, sur laquelle nous revenons plus en détail plus loin, est particulièrement bien documentée à travers la dizaine de lettres échangées entre le mathématicien italien et Alexandre Proca, secrétaire de rédaction des *Annales*⁷⁷². Une partie de ces échanges est motivée par des problèmes d'envoi du texte des conférences, le texte reçu par Proca étant incomplet. Proca s'assure également de la présence d'un titre général et de paragraphes de transition. Il propose ponctuellement des reformulations, le français de De Finetti étant parfois maladroit. L'objectif du travail d'édition de Proca consiste clairement à rendre le texte de la conférence le plus fluide possible⁷⁷³. Comme on le verra plus loin, suite à la publication de cette conférence, Borel et Fréchet maintiennent

770. Voir [Armatte, 2001].

771. Lettre du 14 mai 1938, de Darmois à Fisher. Adelaide University, Library : <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/67634>

772. Voir chapitre 3, p. 173. Papers of Bruno de Finetti, University of Pittsburgh, Archive. Voir le catalogue <https://digital.library.pitt.edu/islandora/object/pitt%3AUS-PPiU-asp199201/viewer>.

773. Voir chapitre 3, p. 173.

le contact avec de Finetti.

Le dispositif des conférences est complété en 1937 par un séminaire dédié aux probabilités, souvent désigné par simplicité comme « séminaire Borel ». Suite à l'initiative de deux doctorants Wolfgang Doeblin et Jean Ville, Borel transforme en 1937 une séance hebdomadaire de son cours en séminaire⁷⁷⁴ où les étudiants intéressés par les probabilités discutent de travaux probabilistes contemporains avec des mathématiciens français ou étrangers.

L'ensemble constitué par les lieux et les temps de socialisation autour des probabilités a une importante incidence locale. Non seulement il permet, comme on l'a déjà vu, à un petit groupe de s'identifier comme le groupe d'experts d'un programme scientifique dont le contenu est présenté comme le corpus probabiliste légitime, mais en facilitant les relations avec les conférenciers étrangers, il permet aux probabilistes de l'IHP de fidéliser un réseau scientifique international étendu et solide.

4.1.2 *Valoriser des directions de recherches locales*

En intervenant eux-mêmes comme conférenciers à l'IHP, Fréchet, Darmois et Lévy peuvent présenter devant un public local d'étudiants et de scientifiques leurs recherches probabilistes. Les conférences leur permettent donc d'être identifiés par les non-probabilistes comme des spécialistes des mathématiques du hasard et la portée de l'exercice semble en premier lieu locale. Toutes les conférences de ces trois français ne sont d'ailleurs pas publiées dans les *Annales*⁷⁷⁵. Pour Fréchet et Darmois, un enjeu important des conférences consiste à se positionner comme probabilistes au sein de la faculté des sciences alors qu'ils n'occupent officiellement pas un poste dépendant de la chaire de CPPM. Une seule des deux conférences de Darmois est publiée. Pour Lévy, qui n'est pas, comme on l'a dit, en poste à la faculté des sciences, la participation aux conférences probabilistes et les deux publications qui s'ensuivent sont des signes forts de la volonté de Fréchet et Darmois de l'intégrer, lui et ses recherches, aux probabilités valorisées à l'IHP.

⁷⁷⁴. Nous reviendrons sur ce séminaire aux chapitres 5, p. 287, et 6, p. 327.

⁷⁷⁵. Fréchet fait une conférence non publiée. Darmois en fait deux, dont une seule est publiée. Lévy en fait deux qui sont publiées.

Maurice Fréchet et les développements contemporains des probabilités en chaîne

Fréchet fait une conférence en deux sessions en 1937 intitulée « Progrès récents dans les théories de probabilités en chaîne », qui ne fait pas l'objet d'une publication dans les *Annales*. Aucun document concernant cette conférence n'est conservé dans les archives de la bibliothèque de l'IHP. Cette conférence est mentionnée dans les *Annales de l'Université de Paris*⁷⁷⁶. Il est précisé que la conférence se tient en deux séances sans précision sur les dates.

Fréchet découvre les probabilités en chaîne dans les années 1920⁷⁷⁷, grâce à ses échanges avec Bohuslav Hostinský qu'il fait d'ailleurs venir à l'IHP à deux reprises pour des conférences. La seconde conférence de Hostinský se tient la même année que celle de Fréchet. En l'absence de détails, il est difficile de déterminer dans quelle mesure cette conférence de Fréchet introduit ou complète celle de son collègue tchèque. Il est sans doute significatif qu'elle ait lieu à la veille de la publication des deux fascicules de Fréchet dans le *Traité du calcul des probabilités*⁷⁷⁸ dirigé par Borel, fascicules consacrés aux recherches théoriques nouvelles sur le calcul des probabilités et dont le second est justement consacré à la théorie des probabilités en chaîne. Fréchet y présente l'état des recherches sur la classification des chaînes de Markov à espace d'état fini, résultat d'une période de développements intenses autour de ces questions avec notamment les travaux tout récents de Wolfgang Doeblin⁷⁷⁹.

Darmois un mathématicien français spécialiste de la statistique probabiliste

Georges Darmois est le premier conférencier de l'IHP présentant des travaux sur la statistique mathématique (au sens moderne). Le rôle important des conférences de l'IHP dans le domaine de la statistique est analysé par Rémi Catellier et Laurent Mazliak⁷⁸⁰. Les deux auteurs montrent que Borel joua un rôle actif pendant les trois premières décennies du XX^e pour introduire sur la scène mathématique française une statistique fondée sur le calcul des probabilités. Borel trouva en Darmois un proche collaborateur dans ce but, d'abord à l'ISUP⁷⁸¹ à partir de 1924 puis à l'IHP à partir de 1928. Darmois se charge avant toutes choses d'introduire en France les travaux britanniques de l'école biométrique

776. *Annales de l'Université de Paris*, t. 13, n° 2, 1938, p.129.

777. voir chapitre 2 et 5.

778. [Fréchet, 1937, Fréchet, 1938].

779. Voir chapitre 6, p. 345, et [Bru, 1993, Mazliak, 2007b].

780. Voir [Catellier et Mazliak, 2012].

781. Voir chapitre 1, p. 37-39.

de Pearson. Il publie en 1928 le premier ouvrage français relevant de la statistique probabiliste⁷⁸², et à ce titre récipiendaire du prix Montyon de statistique (décerné par une commission dont fait partie Borel), et il intervient dans la section consacrée aux probabilités au Congrès international des mathématiciens de Bologne⁷⁸³.

Darmon fait deux conférences en 1929, une première de 4 séances en avril 1929, intitulée « Lois statistiques, corrélation et covariation avec applications à l'hérédité, aux sciences sociales et économiques », la seconde, consacrée à la statistique stellaire, en 16 séances à partir de novembre 1929, sujet abordé par Carl Charlier dans le *Traité du calcul des probabilités* de Borel en 1931⁷⁸⁴. Seule la première de ces conférences est publiée en 1932 dans les *Annales*. Catellier et Mazliak soulignent que « plutôt qu'une discussion d'un point théorique précis, Darmon présente une revue sur les séries d'observations et présente un ensemble de méthodes pour détecter ce qu'il appelle des « permanences » c'est-à-dire des lois, déterministes ou non, qui fournissent un cadre théorique pour les modèles étudiés »⁷⁸⁵. Cette conférence apparaît comme une présentation de méthodes et concepts statistiques contemporains, une sorte de leçon d'introduction à la méthodologie statistique. Notons qu'en 1929, Darmon enseigne toujours à l'Institut de statistique de l'université de Paris. Cette conférence est donc susceptible de s'adresser aux étudiants de l'ISUP⁷⁸⁶ au moins autant qu'aux mathématiciens et étudiants de la faculté des sciences de Paris.

Paul Lévy et le cadre théorique des suites de variables aléatoires

À la différence de Darmon et Fréchet qui présentent des synthèses sur un thème de recherche, Lévy présente ses recherches personnelles. L'attache institutionnelle de Paul Lévy se situe en dehors du milieu universitaire, intervenir à deux reprises dans les conférences permet ainsi à Lévy de s'affirmer comme mathématicien spécialiste des mathématiques du hasard.

La première conférence, en avril 1929, porte principalement sur les méthodes de dé-

782. [Darmon, 1928]. Voir également le chapitre 5, p. 268-271.

783. [Bru, 2003]. Voir également chapitre 5, p. 275-277.

784. [Charlier, 1931].

785. « Rather than a paper discussing a precise theoretical point, Darmon presented a survey about series of observations, and he presented a collection of methods to detect what he called 'persistences' (in French permanences), that is to say laws, deterministic or not, which provide a theoretical framework for the model under study. »[Catellier et Mazliak, 2012, 312].

786. Sur le profil des étudiants de l'ISUP, voir chapitre 1, p. 46-48 et 6, p. 316-317.

monstration du théorème central de la limite (TCL). Lévy y présente notamment son approche par les fonctions caractéristiques qui avait une part cruciale de ses travaux au début de la décennie⁷⁸⁷. L'ensemble de sa conférence reprend d'ailleurs le matériel mathématique exposé dans son cours de l'École polytechnique et publié dans son « Calcul des probabilités »⁷⁸⁸ de 1925. Ce théorème a également fait l'objet d'une attention particulière d'un autre conférencier, George Pólya, sur lequel nous revenons plus loin.

La seconde conférence de Lévy se tient en décembre 1935, sous le titre « Sur quelques points de la théorie des probabilités dénombrables »⁷⁸⁹, et propose une construction du cadre théorique de l'étude des processus à temps discret. Lévy part du résultat fondamental énoncé par Borel dans son article de 1909⁷⁹⁰ : la probabilité qu'un événement se réalise une infinité de fois, lors d'une répétition infinie et dénombrable d'expériences, est égale à 0 ou 1 selon que la somme des probabilités de cet événement est convergente ou non. Lévy remarque qu'un tel événement se décrit à travers les valeurs prises par une suite de variables aléatoires et la théorie des probabilités dénombrables, suivant la dénomination proposée par Borel, mobilise donc une probabilité sur un espace de dimension infinie dénombrable. L'intervention de Lévy vise donc à définir un cadre pour l'étude de ce type de problème, c'est-à-dire à définir une mesure de probabilité sur un produit dénombrable d'espaces afin de déterminer les problèmes que l'on peut légitimement formuler. Lévy considère une suite de variables aléatoires $(X_n)_{n \geq 1}$ qu'il identifie en fait à une suite de variables aléatoires uniformes sur l'intervalle $[0; 1]$ en utilisant des fonctions de répartition conditionnelles $F_n(x) = \mathbf{P}(X_n \leq x \mid X_1 = x_1, \dots, X_{n-1} = x_{n-1})$. Ce procédé permet d'identifier la suite $X = (X_n)_{n \geq 1}$ à un point du cube en dimension infinie $[0; 1]^{\mathbf{N}^*}$ noté Q_ω . La construction d'une loi de probabilité pour une suite de variables aléatoires se ramène ainsi à la définition de la mesure de Lebesgue dans le cube unité dans un espace de dimension infinie dénombrable⁷⁹¹. La construction d'une telle mesure s'appuie sur un partitionnement du cube par des pavés infinis R_n dont les n premières coordonnées sont dans $\prod_{k=1}^n [a_k; b_k]$ où $0 \leq a_k < b_k \leq 1$. Ce partitionnement suit une procédure par ré-

787. Voir chapitre 2, p. 90-99.

788. [Lévy, 1925a]

789. [Lévy, 1936b].

790. [Borel, 1909b].

791. « L'hypothèse que les x_n sont des variables aléatoires indépendantes les unes des autres et que pour chacune d'elles la probabilité est uniformément répartie dans l'intervalle $[0; 1]$ correspond à l'idée que la probabilité est répartie d'une manière homogène dans Q_ω ; s'il en est ainsi la probabilité que x appartienne à une région \mathcal{R} est la mesure de cette région. » [Lévy, 1936b, 155].

currence générant une suite de partitions emboîtées : chaque ensemble de la partition à l'étape n est partitionné à l'étape $n + 1$. Ce partitionnement à l'étape $n + 1$ correspondant à la subdivision de l'intervalle $[0; 1]$ où vit la $n + 1^e$ coordonnée, on peut par ce procédé identifier le partitionnement du cube unité de dimension infinie à un partitionnement de l'intervalle $[0; 1]$. Lévy peut ainsi identifier chaque ensemble E du partitionnement du cube à un sous-ensemble de $[0; 1]$ dont la mesure de Lebesgue définit la mesure de E . On voit donc ici à l'œuvre le désir de Lévy de fournir une approche constructive et visuelle des objets dont il se sert, au lieu de s'appuyer sur une approche formelle du type théorème d'extension de Kolmogorov : nous revenons plus loin sur cette tendance qui est un marqueur singulièrement fort du style de ce mathématicien.

Sur la base de sa construction, Lévy fait la démonstration d'une forme de la loi du 0-1 démontrée en 1933 par Kolmogorov. Dans la version publiée dans les *Annales de l'IHP*, Lévy se passe décidément de toute approche formelle mais en 1935, il publie deux articles sur les sommes de variables aléatoires dans le *Journal de mathématiques pures*⁷⁹² dans lesquels il présente également cette démonstration avec un formalisme mathématique minimal⁷⁹³. Lévy considère un événement E , identifié à une partie mesurable du cube unité Q_ω , et une suite $(X_n)_{n \geq 1}$ de variables aléatoires uniformes dans $[0; 1]$, identifiée à un point X dans le cube unité et désire montrer que $\mathbf{P}(E \mid X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$ tend vers 0 ou 1 lorsque n tend vers l'infini, ce qui peut s'interpréter comme le fait de savoir si E est réalisé ou non en connaissant un nombre suffisamment grand de résultats de la suite (X_n) . Si E ne dépend que d'un nombre fini de termes de la suite, le résultat est vrai. Supposons donc que l'événement dépend de l'ensemble des valeurs prises par la suite. Dans ce cas, il existe un ensemble E' , réunion finie de parallélépipèdes R_n , tel que la mesure de $F = E' \setminus E \cup E \setminus E'$, notée par commodité $\varepsilon\varepsilon'$, est aussi petite que l'on veut. On définit G_1 le sous-ensemble du cube infini tel que pour $(x_i)_{i \geq 1} \in G_1$ on ait $\mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in F \mid X_1 = x_1) > \varepsilon$ et par récurrence G_n l'ensemble des points du cube infini n'appartenant pas à $G_1 \cup \dots \cup G_{n-1}$ tels que pour $(x_i)_{i \geq 1} \in G_n$, $\mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in F \mid X_1 = x_1, \dots, X_{n-1} = x_{n-1}) > \varepsilon$. Notons $G = \cup_{n \geq 1} G_n$: c'est un sous-ensemble du cube infini de

792. [Lévy, 1935a, Lévy, 1935b].

793. [Lévy, 1935b, 88-89].

mesure $\eta > 0$. On a

$$\begin{aligned} \varepsilon.\varepsilon' = \mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in F) &\geq \sum_{n \geq 1} \int_{G_n} \mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in F \mid X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) dP \\ &\geq \sum_{n \geq 1} \mathbf{P}(G_n).\varepsilon = \eta.\varepsilon \end{aligned}$$

d'où on déduit que $\mathbf{P}(G) = \eta < \varepsilon'$. Par définition, pour tout point $(x_i)_{i \geq 1}$ du cube infini extérieur à G , la probabilité pour $(X_n)_{n \geq 1}$ d'être dans F quand on sait que $X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n$ est inférieure à ε . Or, par définition de E' qui ne dépend que d'un nombre fini de coordonnées, pour n assez grand on sait avec certitude si $(X_n)_{n \geq 1}$ est ou non dans E' . De ce fait, à l'extérieur de G , pour n assez grand, $\mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in E \mid X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$ et $\mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in E' \mid X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$ coïncident à ε près et donc $\mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in E \mid X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) > 1 - \varepsilon$ sur E et $< \varepsilon$ sur le complémentaire de E . Comme G est un ensemble de mesure plus petite que ε' , en faisant tendre ε' puis ε vers 0, on obtient que $\mathbf{P}((X_n)_{n \geq 1} \in E \mid X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$ tend vers 0 ou 1 suivant que l'on soit dans E ou pas.

La construction précédente fait l'objet de plusieurs élaborations présentées dans des publications qui s'étalent sur près de 10 ans⁷⁹⁴ et qui signalent une évolution de perspective dans les recherches de Lévy. Si au début des années 1920, son intérêt pour le calcul des probabilités provient avant tout du fait qu'il lui offre un modèle imagé et efficace de résultats du calcul fonctionnel dont il était jusque là un fin spécialiste, dans les années 30, Lévy place au cœur de sa problématique la recherche d'un modèle mathématique permettant d'identifier les problèmes légitimes des probabilités. En 1924, dans la continuité de l'édition des travaux de René Gateaux et de sa rencontre avec Norbert Wiener, Paul Lévy propose une méthode de partition utilisant les fonctionnelles additives, dont les mesures de probabilité sont un exemple⁷⁹⁵. Il s'agit d'un texte qui s'appuie sur les *Leçons d'Analyse fonctionnelle* issues de son cours Peccot de 1919 qu'il a publiées en 1922⁷⁹⁶. Sa conférence de 1935 est, quant à elle, alimentée par des recherches récentes sur l'intégration abstraite en dimension infinie, notamment par le travail de Jessen⁷⁹⁷, et de Steinhaus⁷⁹⁸

794. [Lévy, 1925b, Lévy, 1925a, Lévy, 1935b].

795. Voir chapitre 2, p. 96-97.

796. [Lévy, 1922a]. Voir [Lévy, 2014, Mazliak, 2015a] et également le chapitre 2, p. 91-92.

797. [Jessen, 1934]. Lévy mentionne également la thèse de Jessen soutenue en 1929, publiée en danois, mais affirme ne pas en connaître le contenu.

798. [Steinhaus, 1930].

sur la convergence de séries aléatoires, et ne mentionne plus ni les travaux de Gateaux ni ceux de Wiener. Lévy témoigne de cette évolution dans une lettre écrite à Fréchet en 1945, affirmant que ce n'est qu'en 1929 qu'il avait perçu l'importance des problèmes posés par les probabilités dénombrables, ajoutant que le calcul fonctionnel l'avait préparé à « l'étude des fonctions d'une infinité de variables ce qui fait que beaucoup de [ses] idées sur l'analyse fonctionnelle étaient devenues sans effort des idées applicables au calcul des probabilités. »⁷⁹⁹

Cette conférence de 1935 permet ainsi à Lévy de réaffirmer sa position de traducteur probabiliste d'une question fondamentale de l'analyse contemporaine, l'intégration en dimension infinie, sous la forme de l'étude des processus stochastiques à temps discret. Lévy se démarque en outre de l'approche abstraite de Kolmogorov, approche qui va progressivement s'imposer au monde probabiliste à partir des années 1940. Dans son célèbre livre de 1933⁸⁰⁰, cité par Lévy dans le texte publié de sa conférence, le mathématicien soviétique avait présenté une axiomatisation des probabilités dans laquelle il présentait de façon algébrique certains résultats fondamentaux tels le théorème des classes monotones, le théorème d'extension des probabilités sur un produit infini ou la définition de l'espérance conditionnelle⁸⁰¹. Dans une lettre écrite à Fréchet en 1936, Lévy se montre réservé quant à une telle approche ; bien qu'affirmant à Fréchet que la démonstration donnée par Kolmogorov de la loi du 0-1 est simple et qu'« il faut arriver à se dégager de l'impression que c'est un tour de passe-passe. »⁸⁰², il estime que sa propre démonstration « dégage mieux ces idées. »

Ce jugement distant sur les approches formelles est une constante chez Lévy qui privilégie une approche constructive et géométrique, notamment dans son travail de traduction probabiliste des éléments du calcul fonctionnel. Ainsi dans la démonstration de la loi 0-1 rappelée ci-dessus, le conditionnement probabiliste est identifié à un problème d'inclusion ensembliste grâce au procédé de construction par récurrence de la partition. Une des premières manifestations de cette critique d'un formalisme apparaît dans le jugement⁸⁰³ lapidaire de Lévy sur un mémoire écrit par les mathématiciens allemands Baer et F. Bernstein⁸⁰⁴ en 1915, qui proposait une axiomatisation de la méthode des moindres carrés,

799. [Lévy, 2014, 139].

800. [Kolmogorov, 1933].

801. [Kolmogorov, 1933, 13-19].

802. [Lévy, 2014, 96].

803. [Lévy, 1924b, 78-79]

804. [Baer et Bernstein, 1915].

appuyée sur une théorie fondée sur des axiomes *ad hoc* plutôt que sur l'intuition. Lévy, rejoignant Poincaré auquel il se réfère, critique « ceux qui croient avoir fait quelque chose lorsqu'ils ont fait reposer une démonstration sur une définition arbitraire qu'ils appellent axiome. La théorie ainsi construite ne vaut quelque chose que si des raisons de bon sens incontestables nous obligent à considérer ces axiomes comme exacts en pratique. »⁸⁰⁵ Il identifie cette tendance comme un travers allemand, ajoutant que « les disciples de Hilbert, séduits par la rigueur impeccable de ses raisonnements, mais oubliant l'importance de cette discussion des axiomes, ont souvent fait une œuvre, parfaite au point de vue logique, mais sans aucune valeur au point de vue de la justification des résultats qu'ils croient établir. »⁸⁰⁶ Dans l'ensemble de ses travaux Lévy, pour justifier au moins autant que pour démontrer, a recouru fréquemment à des constructions géométriques. L'importance accordée à une telle approche se retrouve dans les considérations trajectorielles développées par Lévy dans l'étude des processus stochastiques à partir de 1934⁸⁰⁷.

4.2 LE RÔLE SOCIAL ET SCIENTIFIQUE DU TRANSFERT CULTUREL DANS LA STRUCTURATION DU CHAMP PROBABILISTE PARISIEN DES ANNÉES 1930 : LA SÉLECTION DE DIRECTIONS DE RECHERCHES

Comme on l'a dit, Fréchet et Darmois se chargent de sélectionner les invités étrangers pour les conférences de l'IHP et une bonne partie de ces choix s'inscrit dans leurs centres d'intérêts probabilistes respectifs. Ils se tournent ainsi vers des mathématiciens porteurs d'une démarche scientifique dans le domaine des processus markoviens, avec Bohuslav Hostinský, ou dans le domaine de la statistique mathématique, avec les statisticiens Johann Steffensen, Alf Guldberg, Jerzy Neyman et Ronald Fisher.

L'appel à des conférenciers dans leur domaine de recherche respectif leur permet en premier lieu de sélectionner les savoirs et les recherches qu'ils considèrent comme légitimes et pertinents. La présence de ces conférenciers pendant des séjours pouvant durer plusieurs semaines, donne l'occasion au petit groupe de mathématiciens de se familiariser plus en détail avec les recherches développées par les conférenciers grâce à des échanges en dehors du cadre strict des séances de leurs conférences. Les directions de recherche incarnées par

805. [Lévy, 1924b, 79].

806. [Lévy, 1924b, 79].

807. Voir [Bru, 2000] et [Lévy, 2014, 40-42].

Fréchet et Darmois sont ainsi alimentées et renforcées. Comme nous le verrons, Fréchet et Darmois réussissent à enrôler de jeunes étudiants dans leurs thèmes de recherches respectifs, et ces doctorants profitent également de la venue des conférenciers invités⁸⁰⁸.

4.2.1 *Les probabilités en chaîne*

Bohuslav Hostinský est invité à deux reprises à l'IHP et fait deux conférences, la première en six leçons en 1930⁸⁰⁹ et la seconde en quatre leçons en 1937⁸¹⁰ sur les probabilités en chaînes, dont il est un des spécialistes sur la scène internationale. Ces deux conférences sont publiées en 1932⁸¹¹ et en 1937⁸¹².

Ces conférences offrent une occasion à Hostinský de présenter des avancées scientifiques d'une jeune communauté mathématique tchécoslovaque qui s'est considérablement développée à la suite de la Première Guerre mondiale. Le redécoupage politique de l'Europe centrale et orientale au lendemain du conflit avait permis la constitution de communautés mathématiques nationales⁸¹³. Les scientifiques tchèques purent déployer un nouveau réseau d'institutions, en construisant de nouvelles universités et en créant de nouveaux journaux pour publier des textes mathématiques. En particulier l'université de Brno, créée en 1919, nomme Hostinský comme professeur de physique théorique. Cette expansion permet également aux savants de ces nouveaux états de se rattacher avec une légitimité accrue à des réseaux internationaux et de saisir des opportunités à l'international. Profitant de la vague de tchécophilie en France, Hostinský avait obtenu dès 1919 l'attention de certains mathématiciens français, comme Fréchet puis plus tard Hadamard⁸¹⁴. Hostinský avait suivi un parcours scientifique marqué par la recherche d'une articulation entre mathématique et physique⁸¹⁵. Il avait suivi des études de mathématiques et de physique à l'université tchèque de Prague où il avait soutenu une thèse de mathématiques en 1906, qui lui ouvrit l'accès à une bourse pour étudier à Paris pendant l'année 1908-1909. Il y suivit les cours de Darboux, Picard et surtout Poincaré. Ce séjour lui permit de préparer son Habilitation soutenue en 1911 en présentant un mémoire *Sur les méthodes géométriques*

808. Voir chapitre 6, p.319-372.

809. 27 et 30 janvier puis 3, 6, 10, 13 février.

810. Les 18, 20, 25, 27 janvier 1937.

811. [Hostinský, 1932].

812. [Hostinský, 1937].

813. Sur les mathématiques en Tchécoslovaquie avant 1918 voir [Nový, 1996]. Sur la situation des mathématiques en Tchécoslovaquie à la suite de la Première Guerre voir [Mazliak et Šišma, 2015].

814. Voir chapitre 2, p. 89.

815. Voir pour plus de détail [Havlova *et al.*, 2005, Mazliak et Šišma, 2015, Mazliak, 2007b].

en théorie des fonctions.

À son retour de Paris en 1910, Hostinský découvre, grâce au philosophe tchèque Karel Vorovka (1879-1929)⁸¹⁶, les travaux de Poincaré sur le hasard. Vorovka, qui s'inscrit dans la tradition de Bernhard Bolzano (1771-1848), figure majeure de la scène philosophique et mathématique pragoise du XIX^e siècle, et du philosophe Thomas Masaryk (1850-1937), mène des recherches articulant de façon originale sa formation mathématique et une théorie de la connaissance marquée par la philosophie religieuse. Il développe ainsi une philosophie dépassant l'idéalisme allemand grâce notamment au pragmatisme étasunien de Peirce et James pour lequel il montre beaucoup d'intérêt ; les travaux de Poincaré, notamment sur le hasard, lui semblent fournir un bon terrain de réflexion sur ces questions dans le domaine scientifique. Vorovka travaille les détails techniques soulevés par les problèmes probabilistes : il lit attentivement Bertrand, Borel mais aussi Markov et se tient donc au courant des développements les plus récents dans le domaine probabiliste de l'époque. Hostinský, qui a obtenu en 1912 un poste de Privatdozent à l'université de Prague, commence à explorer le calcul des probabilités en 1917. Il s'intéresse d'abord à la méthode des fonctions arbitraires introduite par Poincaré pour attribuer des probabilités à des événements, méthode qu'Hostinský exploite dans une étude consacrée au problème de l'aiguille de Buffon. Rappelons que dans cette célèbre question, Buffon avait proposé d'étudier la probabilité qu'une aiguille de longueur a jetée sur un plan infini intersecte un parquet aux lignes parallèles distantes d'une longueur $2a$. Pour résoudre ce problème, Buffon supposait que le milieu de l'aiguille peut arriver n'importe où sur le plan. Hostinský critique cette hypothèse, considérant qu'en pratique, l'expérience ne pouvait être menée que sur une surface finie, comme une table, et qu'il est donc invraisemblable de supposer que la distance du centre de l'aiguille à la ligne la plus proche suive une loi uniforme. Hostinský propose donc d'utiliser la méthode des fonctions arbitraires de Poincaré pour obtenir une nouvelle solution⁸¹⁷ dans un article publié en tchèque en 1917. En 1919, Hostinský obtient un poste de professeur de physique théorique à la toute nouvelle Université Masaryk à Brno et s'oriente décidément vers les deux domaines mathématiques de plus en plus importants pour leurs applications à la physique : les équations intégrales et le calcul des probabilités. Afin d'attirer l'intérêt des mathématiciens français, Hostinský envoie en 1920 à Picard le texte traduit et remanié de son article sur l'aiguille pour publication dans

816. [Mazliak, 2015b, Mazliak, 2007a].

817. Pour plus de détails, nous renvoyons à [Havlova *et al.*, 2005].

le *Bulletin des sciences mathématiques*⁸¹⁸. Comme nous l'avons déjà vu⁸¹⁹, cet article suscite une réaction de la part de Fréchet et engage une nouvelle orientation de leur jeune correspondance vers les mathématiques de l'aléatoire, les encourageant mutuellement à travailler ce sujet. En 1928, suite à une note de Hadamard sur le battage des cartes⁸²⁰, Hostinský propose pour la première fois une extension du modèle markovien en temps continu. Hadamard et Hostinský publient alors successivement des notes se complétant, se corrigeant, se prolongeant pendant le « printemps ergodique » de 1928 comme Bernard Bru l'a qualifié. Les travaux en question jouent un rôle déterminant au Congrès de Bologne de 1928 dans l'intronisation des chaînes de Markov et de la théorie ergodique comme sujets centraux de recherches sur les mathématiques du hasard⁸²¹. Suite à l'introduction du modèle continu, Hostinský s'intéresse à l'équation de Chapman-Kolmogorov, sujet qui, au côté des chaînes de Markov, remplit sa correspondance avec Fréchet pendant toutes les années 1930⁸²².

C'est donc précédé par cette image de spécialiste mondial des phénomènes markoviens qu'Hostinský vient faire ses deux conférences à l'IHP. La première conférence en 1930, a pour objectif de montrer le caractère markovien du mouvement brownien à travers une description trajectorielle. Hostinský commence son exposé en reprenant le problème du battage des cartes étudié par Poincaré⁸²³ qu'il interprète comme un problème de diffusion dans un espace à un nombre fini d'états. En s'appuyant sur les travaux de Markov, Smoluchowski et Francis Perrin⁸²⁴, il étend cette étude au problème de la diffusion dans un espace continu d'états et en temps continu⁸²⁵ et commence par rappeler les travaux de Lord Rayleigh sur les marches aléatoires⁸²⁶ sur une droite ou un segment. Soulignant que les questions relatives à ces marches aléatoires entrent dans le cadre de la théorie élaborée par Markov, il note que le mathématicien russe envisage le problème « sous une forme purement algébrique sans interprétation géométrique ou cinématique. »⁸²⁷

Hostinský appuie son étude du mouvement brownien sur l'équation de Smoluchowski-

818. [Hostinský, 1920].

819. Voir chapitre 2, p. 76.

820. Voir chapitre 2, 89.

821. Voir en particulier [Bru, 2003].

822. Voir [Havlova *et al.*, 2005].

823. [Poincaré, 1912].

824. [Perrin, 1928]. Voir également chapitre 1n p.57.

825. [Hostinský, 1932, 11].

826. [Hostinský, 1932, 3-4].

827. [Hostinský, 1932, 4].

Chapman-Kolmogorov vérifiée par la probabilité de transition Φ :

$$\Phi(A, B, t + t') = \int_V \Phi(A, M, t) \Phi(M, B, t') d\tau_m \quad (4.1)$$

où A, B, M sont des points de l'espace dont V est un sous-ensemble et $d\tau_M$ l'élément de volume au voisinage du point M ⁸²⁸. Il étudie la probabilité $I = \int_T \Phi(A, B, t) d\tau_B$ qu'en partant de A , le mouvement se trouve dans un petit cône T . En rendant infiniment petit ce cône T , on obtient la forme différentielle qu'on identifie à l'équation de la chaleur :

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} \right)$$

Hostinský signale que « l'identité analytique des problèmes sur les probabilités avec ceux qui se posent dans la théorie de la chaleur a été prise en considération par Lord Rayleigh dans ses études sur la composition des vibrations dont les phases sont distribuées au hasard. »⁸²⁹ Enfin il énonce et démontre le théorème fondamental⁸³⁰ qui affirme que la valeur moyenne que peut prendre une fonction α du mouvement brownien en un point A après t secondes, qu'il écrit $\bar{\alpha}(A, t) = \int_V \Phi(A, B, t) d\tau_B$, tend vers une valeur indépendante de A lorsque t tend vers l'infini. Hostinský poursuit avec une étude de la dispersion du mouvement brownien en utilisant les résultats obtenus par la méthode d'itération pour résoudre l'équation intégrale de Smoluchowski. Se ramenant à une chaîne de Markov en discrétisant le temps, il utilise la loi des grands nombres dans ce cas pour obtenir que la dispersion tend vers une constante lorsque n tend vers l'infini⁸³¹.

La conférence vise en fait un objectif plus général, signe fort de l'influence des travaux de Poincaré sur Hostinský : il s'agit de montrer la pertinence de l'usage des probabilités dans le domaine de la physique comme le montrent la multiplication des exemples tirés de cette discipline et les références à Poincaré. Hostinský rappelle ainsi que son illustre prédécesseur a proposé d'introduire un raisonnement probabiliste « pour échapper à certaines difficultés »⁸³². Mais Hostinský va plus loin et envisage une méthode générale en trois étapes qu'il propose d'appeler « Calcul des valeurs moyennes successives »⁸³³. Tout

828. [Hostinský, 1932, 13-14].

829. [Hostinský, 1932, 19].

830. [Hostinský, 1932, 20].

831. [Hostinský, 1932, 37-41].

832. [Hostinský, 1932, 62].

833. [Hostinský, 1932, 65].

d'abord établir que la densité de probabilité pour passer de l'état A à l'état B en t secondes vérifie l'équation (4.1). Ensuite, établir qu'après un temps infini, la probabilité $P(B)$ de passage au point B ne dépend que du point B et que $P(B)$ s'obtient au moyen d'une équation de Fredholm homogène. Enfin, en discrétisant le temps, montrer que les quantités $|\Phi(A, B, n\theta) - \Phi(B)|$ pour un état B fixé, sont plus petites que les termes d'une suite géométrique convergente. L'ensemble de la conférence apparaît ainsi comme une illustration de cette méthode, inspirée du problème fondamental de la théorie cinétique des gaz initiée par les travaux de Maxwell et Boltzman afin d'établir certaines statistiques sur les trajectoires. Hostinský estime cependant que leur approche « ne donne pas une solution convenable »⁸³⁴ et juge que l'approche de Borel « fait intervenir le calcul des probabilités d'une manière [...] plus convenable »⁸³⁵ en reformulant le problème comme suit : « étant donné que le système se trouve dans une certaine configuration, quelle est la probabilité pour qu'il passe en t secondes à une autre configuration donnée ? »⁸³⁶ Hostinský se présente ainsi comme un continuateur d'une approche initiée en France par Poincaré et prolongée par Borel⁸³⁷. Cette conférence montre également comment les mathématiciens se réapproprient les résultats de la physique. Comme le signale Bernard Bru, « Chapman n'a jamais revendiqué la paternité de son "équation" et [il] a été surpris d'apprendre qu'il était une référence de première grandeur dans la théorie des processus de Markov »⁸³⁸.

Dans sa seconde conférence, en 1937, Hostinský présente une synthèse des résultats obtenus sur les chaînes de Markov dans les années qui précèdent. Il propose une bibliographie et des références qui dessinent une géographie précise de ces développements. Il montre ainsi qu'il a su s'insérer dans plusieurs réseaux internationaux et apparaît à la fois comme un chercheur de premier plan et un passeur entre l'espace soviétique et la France, par l'intermédiaire d'une synthèse opérée en Tchécoslovaquie. Le durcissement de la dictature stalinienne rendant l'espace soviétique inaccessible aux probabilistes parisiens de l'IHP qui la perçoivent comme une zone en pointe pour les recherches sur ces sujets⁸³⁹, la venue

834. [Hostinský, 1932, 61].

835. [Hostinský, 1932, 62].

836. [Hostinský, 1932, 62].

837. Sur la relation intellectuelle entre les travaux de Poincaré, Hostinský, Fréchet, Hadamard voir [Mazliak, 2015b, 182-186].

838. Voir à ce sujet [Kendall, 1990, 35] et [Chapman, 1928] où l'on trouve effectivement l'équation fonctionnelle dont il s'agit dans le contexte de la théorie physique de la diffusion en milieu inhomogène, mais sans théorie mathématique que le minimum nécessaire pour "dériver" par rapport au temps et obtenir une équation aux dérivées partielles discrétisée à la manière d'Einstein [1905/1926], [Bru, 2000, 1104].

839. Voir chapitre 3, p. 158-159.

de Hostinský permet en partie de s'informer sur les avancées dans cette région. Outre le travail de Markov en 1907, Hostinský se réfère aux travaux de Bernstein, Kolmogorov, Romanovsky, Khintchine et enfin Slutsky, auxquels on peut ajouter des représentants de l'école roumaine comme Octav Onicescu (1892-1983) et Gheorghe Mihoc (1906-1981). Les recherches menées par des probabilistes français tiennent également une bonne place dans l'exposé où Hostinský mentionne les travaux de Fréchet ⁸⁴⁰, Hadamard ainsi que les recherches de deux doctorants probabilistes de l'IHP : Fortet et Dœblin ⁸⁴¹. Hostinský souligne aussi la dynamique de recherche dans ce domaine en Tchécoslovaquie en citant les travaux de Josef Kaucký (1895-1982), Miroslav Konečný, Jan Potoček (1904-1990).

Cette deuxième invitation de Hostinský est en lien avec la thèse de Dœblin, sur laquelle nous revenons plus loin ⁸⁴². Dœblin commence ses recherches sur les chaînes de Markov au printemps 1935. En juin 1936, Hostinský a communiqué à Fréchet une note écrite par son élève Pospíšil sur les trajectoires markoviennes et Fréchet demande à quelques élèves, dont Dœblin ⁸⁴³, de lui donner des éléments d'interprétation. Dœblin découvre ainsi les travaux de l'école de Brno et commence une correspondance avec Hostinský, qui porte principalement sur les questions mathématiques traitées dans la conférence de Hostinský de 1937 ⁸⁴⁴, très liées à son sujet de thèse. Ces échanges avec Hostinský conduisent notamment Dœblin à se pencher sur l'équation de Chapman-Kolmogorov.

La seconde conférence de Hostinský présente comme on l'a dit une synthèse des résultats obtenus sur les chaînes de Markov à espace d'état discret. Le mathématicien tchèque considère un ensemble de r états notés E_1, \dots, E_r , et note p_{ij} la probabilité de passer de l'état E_i à E_j et $P_{ij}^{(n)}$ celle de passer de l'état E_i à l'état E_j en n étapes. Hostinský commence par présenter les résultats concernant le comportement asymptotique de la chaîne. Reprenant la terminologie de Fréchet, il distingue les cas semi-régulier et régulier ⁸⁴⁵, et expose également le lien de cette étude avec les travaux de Ferdinand G. Frobenius (1849-1917) sur les matrices ⁸⁴⁶. Suivent alors plusieurs généralisations. La première, appelée « chaîne simple à élément variable » considère le cas inhomogène en remplaçant la pro-

840. Sur la relation Hostinský-Fréchet voir [Havlova *et al.*, 2005, Mazliak, 2015b].

841. Voir chapitre 6, p. 342-348.

842. Voir chapitre 6, 345-348.

843. Voir [Mazliak, 2007b].

844. Voir [Mazliak, 2007b, 171].

845. Le cas semi-régulier correspond au cas où les $\lim_{n \rightarrow \infty} P_{ik}^{(n)}$ existent et le cas régulier est un cas semi-régulier dans lequel les limites ne dépendent pas de l'état i de départ. [Hostinský, 1937, 74-78].

846. [Hostinský, 1937, 77].

tabilité constante p_{ij} par l'hypothèse que cette probabilité, notée alors $p_{ij}^{(n)}$, dépend de l'avancement de la chaîne c'est-à-dire de l'instant où l'on se trouve⁸⁴⁷. Sont ensuite examinées les chaînes de Markov dans le cas où l'espace d'état est dénombrable⁸⁴⁸, puis les chaînes de Markov à une infinité dénombrable d'états et à éléments variables⁸⁴⁹. Hostinský mentionne les recherches concernant les suites de variables aléatoires associées à des chaînes de Markov⁸⁵⁰, puis la notion de chaîne multiple, c'est-à-dire le cas où la probabilité de passage dépend de plusieurs états précédents⁸⁵¹. Enfin il présente la notion de chaîne stationnaire, c'est-à-dire le cas d'une chaîne multiple dont les probabilités de passage ne dépendent pas de l'avancement de la chaîne⁸⁵².

Comme nous l'avons mentionné, la venue de Hostinský semble permettre de compenser en partie les difficultés insurmontables à faire venir à Paris les probabilistes soviétiques⁸⁵³ pour alimenter les recherches parisiennes dans le domaine des processus markoviens. Andreï N. Kolmogorov est en fait le seul probabiliste soviétique qui réussit à venir à France dans les années 30. Au cours d'un voyage entre 1930 et 1931, Kolmogorov se rend à Göttingen puis en France où il rencontre Fréchet et Lévy. Le mathématicien soviétique reste un mois dans le Var chez Fréchet puis séjourne chez Lévy à Paris. Lors de son séjour, les trois mathématiciens échangent sur les processus de Markov⁸⁵⁴. Suite à ce séjour, Kolmogorov publie un mémoire présentant une étude systématique des équations fonctionnelles satisfaites par le semi-groupe de transition des processus markoviens. En 1933, Kolmogorov est de nouveau invité à faire des conférences à l'IHP. Malgré les difficultés⁸⁵⁵, il obtient l'autorisation de venir à Paris, où il semble être resté sur une période allant au moins du 3 mai au 14 juin 1934⁸⁵⁶. Sa conférence traite de la « théorie des mouvements aléatoires », mais n'est pas publiée dans les *Annales de l'IHP*. Les autres soviétiques auxquels on pourrait penser, notamment Khintchine ou S. Bernstein ne viennent pas (pour Bernstein, les invitations n'aboutissent pas⁸⁵⁷).

847. [Hostinský, 1937, 91-92].

848. [Hostinský, 1937, 92-93].

849. [Hostinský, 1937, 93-95].

850. [Hostinský, 1937, 96-99].

851. [Hostinský, 1937, 102-104].

852. [Hostinský, 1937, 105-108].

853. Voir chapitre 3, p. 158-159.

854. [Shiryayev, 1989].

855. voir chapitre 3, p. 158-159.

856. Il s'agit des dates de la première et dernière séance de sa conférence voir le dossier d'invitation de Kolmogorov, Bibliothèque de l'IHP.

857. Voir le chapitre 3, p. 158-159.

Le double but de Fréchet avec les conférences de Hostinský est d'une part de faire connaître ce qui est fait à l'étranger dans l'étude des processus markoviens, et d'autre part de renforcer la légitimité de ce sujet à Paris en montrant qu'il s'inscrit dans un courant de recherches à l'échelle internationale.

4.2.2 *De la statistique scandinave à la statistique britannique*

Un autre domaine sélectionné par Darmois et Borel est la statistique mathématique. Les conférences qu'ils organisent, participent à leur effort pour « probabiliser » la statistique en France. Dans leur étude⁸⁵⁸, Catellier et Mazliak montrent que les conférences de l'IHP, et les *Annales de l'IHP*, offrent un espace remarquable pour les développements statistiques venus de Scandinavie, avec l'intervention de Alf Guldberg et Johann Steffensen, d'Allemagne, avec les conférences d'Emil Gumbel, et surtout de Grande-Bretagne, avec les conférences de Jerzy Neyman et Ronald Fisher. Plus finement, la chronologie des conférences permet de montrer que Borel et Darmois ont conscience du fléchissement de la statistique scandinave au profit de la statistique britannique au lendemain de la Première Guerre mondiale.

Les statisticiens scandinaves interviennent à l'IHP entre 1931 et 1934. Johann Steffensen fait une conférence de deux séances en décembre 1931. Alf Guldberg fait deux conférences, une première en 4 séances en avril 1932 et une seconde en une séance en avril 1934. Ces trois conférences sont publiées dans les *Annales*, montrant la volonté de disséminer une méthodologie statistique déjà considérée comme classique. La statistique scandinave s'était en effet développée en lien avec les travaux d'astronomes et mathématiciens de la seconde moitié du XIX^e, notamment Thorvald Thiele (1838-1910), Hugo Gylden (1841-1896), mais aussi, au XX^e siècle, de Carl Charlier et Agner K. Erlang (1878-1929). Les prolongements arithmétiques par Anders Wiman (1865-1959) des travaux de Gylden sur les fractions continues furent une des sources des débuts probabilistes de Borel⁸⁵⁹. Charlier fut d'ailleurs appelé par Borel dès 1923 pour contribuer au *Traité du Calcul des probabilités*, dans lequel il publie en 1931 un fascicule consacré aux statistiques stellaires⁸⁶⁰.

Johann Steffensen fait une conférence consacrée à la mesure de la dépendance stochas-

858. [Catellier et Mazliak, 2012].

859. [Durand et Mazliak, 2011].

860. [Bustamante *et al.*, 2015].

tique. Elle se présente comme une critique du coefficient de corrélation et des coefficients introduits par Karl Pearson pour mesurer la dépendance stochastique. Cette critique est fondée sur la recherche d'une caractérisation de l'indépendance et de la dépendance totale. Pour deux variables aléatoires finies X et Y , il exprime l'indépendance par l'égalité $\mathbf{P}(Y = y, X = x) = \mathbf{P}(Y = y)\mathbf{P}(X = x)$ et la dépendance totale par la relation $\mathbf{P}(X = x_i, Y = y_i) = \mathbf{P}(X = x_i) = \mathbf{P}(Y = y_i)$ et $\mathbf{P}(X = x_i, Y = y_j) = 0$ pour $i \neq j$. Le coefficient de corrélation étant défini comme le quotient de leur covariation par le produit de leur écart-type, il ne permet ni de caractériser l'indépendance ni de caractériser la dépendance totale. Si les variables sont indépendantes, leur coefficient de corrélation est nul, mais la réciproque est fautive. D'autre part il ne caractérise la dépendance totale que dans le cas où les variables sont liées par une relation linéaire. Sur la base de cette seconde critique, Pearson introduit le quotient de corrélation de Y par rapport à X défini par

$$\eta = 1 - \frac{1}{\mathbf{V}(Y)} \sum_i \mathbf{P}(X = x_i) \mathbf{E}[(Y - \mathbf{E}(Y|X = x_i))^2]$$

qui permet de caractériser la dépendance totale : $\eta = 1$ si et seulement si X et Y sont en dépendance totale. Mais comme pour le coefficient de corrélation, si les deux variables sont indépendantes, ce coefficient s'annule, mais la réciproque est fautive. Pour résoudre le problème de la caractérisation de l'indépendance, Pearson remplace les espérances et les espérances conditionnelles par des probabilités et des probabilités conditionnelles, et définit la contingence moyenne par

$$\varphi^2 = \sum_{i,j} \frac{((\mathbf{P}(X = x_i|Y = y_j) - \mathbf{P}(X = x_i)\mathbf{P}(Y = y_j)))^2}{\mathbf{P}(X = x_i)\mathbf{P}(Y = y_j)}$$

Ce coefficient s'annule si et seulement si les variables sont indépendantes. Tschuprow propose de normaliser ce coefficient et définit $\tau = \frac{\varphi^2}{\sqrt{(k-1)(l-1)}}$, (k et l étant le nombre de valeurs prises respectivement par X et Y) qui vaut 1 si et seulement si les deux variables sont en dépendance totale. Steffensen propose de généraliser ce coefficient au cas de variables prenant un nombre infini dénombrable de valeurs, permettant de caractériser l'indépendance ($\psi^2 = 0$) et la dépendance totale ($\psi^2 = 1$) au cas de ces

variables. Il introduit le coefficient

$$\varphi_{i,j}^2 = \frac{\mathbf{P}(X = x_i, Y = y_j) - \mathbf{P}(X = x_i)\mathbf{P}(Y = y_j))^2}{\mathbf{P}(X = x_i)(1 - \mathbf{P}(X = x_i))\mathbf{P}(Y = y_j)(1 - \mathbf{P}(Y = y_j))}$$

et définit la généralisation de la contingence moyenne par $\psi^2 = \sum_{i,j} \varphi_{i,j}^2 \mathbf{P}(X = x_i)\mathbf{P}(Y = y_j)$. Dans une seconde partie, Steffensen présente une étude de la probabilité d'extinction de la descendance d'une personne fondée sur les recherches d'Erlang.

Pour sa part, Guldberg utilise les « semi-invariants » de Thiele (aujourd'hui appelé cumulants)⁸⁶¹. Dans ses deux conférences, Guldberg montre comment utiliser ces invariants de Thiele pour identifier une loi de probabilité à partir d'observations. Cette méthode est présentée en opposition à la méthode britannique, à savoir la classification des types de courbes de Pearson⁸⁶². Guldberg détermine des expressions, fonction des semi-invariants de Thiele, pour la loi de Bernoulli, de Poisson, de Pascal et la loi hypergéométrique en vue de leur comparaison avec des données statistiques pour identifier ces lois.

De fait, les trois conférences de ces deux invités apparaissent comme un moyen qui leur est offert pour promouvoir des travaux statistiques scandinaves en perte de vitesse face à la statistique britannique. Cette dernière a depuis le début du siècle le vent en poupe et mobilise l'attention de Darmois qui s'intéresse d'abord aux travaux de Pearson, puis à ceux de Fisher et à d'autres conduisant à une présence plus marquée des britanniques dans les conférences à partir de 1935. Neyman, originaire de Pologne, s'est formé entre 1924 et 1926 à la statistique de Karl Pearson à Londres et de Borel à Paris. Au cours de son séjour à Londres, il rencontre Egon Pearson (1895-1980) qui l'engage en 1934. Neyman y reste jusqu'en 1938 et y développe notamment la théorie des tests statistiques⁸⁶³. Sa conférence, « Les problèmes d'estimation statistique et de vérification des hypothèses », en 6 séances en janvier 1936, n'est pas publiée dans les *Annales* bien qu'une rédaction lui soit demandée en novembre 1935⁸⁶⁴. Néanmoins, Neyman publie dans le *Bulletin de la SMF* un article, « Sur la vérification des hypothèses statistiques composées »⁸⁶⁵ qui fait une présentation de la méthode des tests d'hypothèse de façon assez détaillée. La conférence d'avril 1938 de Ronald Fisher confirme cette influence croissante des Britanniques. Fisher

861. Voir en particulier [Catellier et Mazliak, 2012, 319-320].

862. [Guldberg, 1933, 246].

863. Voir 443.

864. Dossier Jerzy Neyman, Archives de l'IHP, Bibliothèque de l'IHP.

865. [Neyman, 1935].

vient à Paris faire une conférence en une séance le 18 mai 1938. Cette conférence ne fait pas non plus l'objet d'une publication dans les *Annales de l'IHP* malgré l'existence d'un texte en français traduit par Daniel Dugué⁸⁶⁶. Elle est concrètement organisée par Dugué pendant qu'il bénéficie d'une bourse Rockefeller au laboratoire Galton à Londres où il travaille avec Fisher, ainsi que par un autre doctorant de Darmois, Gustave Malécot, en train de terminer sa thèse⁸⁶⁷. Ces deux étudiants, tous deux formés à l'IHP, mènent sur la suggestion de George Darmois leur thèse à partir des travaux de Fisher. Celui-ci propose à Darmois trois sujets de conférence : la théorie mathématique de la sélection, la conception des expériences, les fondements de la statistique mathématique. Darmois lui demande de faire une conférence sur le premier thème, sur lequel travail le jeune Malécot⁸⁶⁸. On voit donc Darmois utiliser la tribune de l'IHP pour faire venir un spécialiste qui peut contribuer à la formation d'un de ses étudiants.

Enfin, Emil Gumbel est invité à trois reprises pour faire des conférences. Ces invitations s'inscrivent d'une part dans une politique scientifique générale de l'IHP et d'autre part dans le programme strictement probabiliste de cet institut. Comme nous l'avons mentionné⁸⁶⁹, après 1933, les invitations sont utilisées comme un levier de soutien aux scientifiques ayant fui le régime nazi. Dans le cas de Gumbel, le caractère politique apparaît dès son invitation en 1931. Emil Gumbel est un opposant très actif contre le parti nazi et se voit contraint à l'exil dès 1932⁸⁷⁰. Dans le dossier d'invitations⁸⁷¹, son engagement au sein de la Ligue des droits de l'Homme est mentionné dès avant sa première invitation. Gumbel trouve refuge d'abord à Paris puis à Lyon. Lors de son séjour à Lyon, Gumbel est à nouveau invité à l'IHP pour faire des conférences. D'un point de vue scientifique, ses conférences présentent ses recherches en statistique. La première conférence, non publiée, porte sur les « fonctions appelées biométriques ». Lors de sa deuxième conférence, en décembre 1933, il consacre 4 séances aux « Valeurs extrêmes des distributions statistiques ». Cet exposé fait écho aux critiques de Fréchet sur l'hypothèse d'additivité des erreurs dans la théorie des erreurs, à l'occasion desquelles il étudie la loi du maximum des

866. Dossier R. A. Fisher, Archives de l'IHP, Bibliothèque de l'IHP.

867. Voir chapitre 6.

868. Voir chapitre 6, p. 355-357.

869. Voir chapitre 2.

870. Nous renvoyons à la thèse de Sébastien Hertz pour plus de détail sur son engagement politique et sur ses travaux scientifiques : [Hertz, 1997].

871. Dossier d'invitation d'Emil Gumbel, Bibliothèque de l'IHP.

erreurs⁸⁷². Gumbel vient une troisième fois, en janvier 1939, présenter ses recherches sur les statistiques des inondations, qui constituent un cas d'application de son étude de la loi des valeurs maximales.

Les conférences consacrées à la statistique mathématique contribuent ainsi à l'effort, de Borel, Darmois et Fréchet, d'alimenter une recherche statistique fondée sur un socle probabiliste et d'infléchir ainsi les pratiques statistiques françaises.

4.3 FAIRE DE L'IHP UNE SCÈNE PROBABILISTE INTERNATIONALE

Le choix des conférenciers est aussi guidé par l'ambition de Borel, Fréchet et Darmois de poser l'IHP comme un lieu légitime pour les probabilités sur la scène internationale. Ce point est d'ailleurs nécessaire pour alimenter le programme des conférences puisque l'enjeu est très clairement d'attirer des conférenciers étrangers qui jouissent d'une expertise reconnue dans le domaine probabiliste. Le choix inaugural de George Pólya est sur ce plan emblématique : Pólya occupe une place centrale, à Zurich, à la rencontre entre les espaces probabilistes soviétique, français, allemand et italien, et joue dans l'entre-deux-guerres un rôle essentiel de passeur de savoirs. Autre direction d'invitation, l'Italie : les probabilistes italiens forment une communauté particulièrement avancée non seulement par l'étendue de leur culture probabiliste mais surtout par une importante institutionnalisation des mathématiques du hasard au sein des universités et au sein des publications dans les années 1930. Enfin les organisateurs de l'IHP s'attachent aussi à faire venir des probabilistes de différents horizons engagés dans la recherche sur les fondements de la théorie des probabilités, sujet ardemment débattu pendant les années 1930.

4.3.1 *Un acteur incontournable : Pólya*

Pólya est le premier conférencier probabiliste non-parisien de l'IHP⁸⁷³. Les six séances de sa conférence intitulée « Sur quelques points de la théorie des probabilités » ont lieu en mars 1929⁸⁷⁴ dans l'amphithéâtre Darboux et sont publiées dans les *Annales de l'IHP* en

872. [Fréchet, 1924, Fréchet, 1925a, Fréchet, 1925b, Fréchet, 1928d, Fréchet, 1928g]. Voir chapitre 2, p. 79. Nous renvoyons également à la thèse de Hertz sur l'étude de la loi du maximum et l'analyse de cette conférence, [Hertz, 1997, 61-126].

873. Pólya intervient après Volterra (janvier 1929), Fermi et Darmois (février 1929). Volterra et Fermi n'abordent pas de sujet probabilistes.

874. Six séances les lundis et jeudis à partir du lundi 11 mars en 1929. Archives de l'IHP, dossier individuel de Pólya.

1930⁸⁷⁵. Malgré un titre très général, il traite de développements récents en prolongement du TCL, théorème qui l'avait amené à échanger avec Lévy en 1922 et en 1923⁸⁷⁶. On peut cependant remarquer que la conférence de Pólya est suivie de la première conférence de Lévy qui ne mentionne pas les travaux du premier sur le TCL.

Cette invitation faite à Pólya joue un rôle symbolique fort dans la mesure où il se trouve comme on l'a dit dans une position d'intermédiaire dans le monde probabiliste de l'entre-deux-guerres, conséquence du parcours mouvementé de sa carrière. Pólya naît en Hongrie⁸⁷⁷ où il fait l'ensemble de sa scolarité secondaire avant d'entrer en 1905 à l'université de Budapest. Il commence par des études de droit, se tourne ensuite vers la philosophie et enfin vers la physique et les mathématiques. Il suit notamment à Budapest les cours du physicien Loránd Eötvös (1848-1919), connu pour ses travaux expérimentaux sur la gravitation et le principe d'équivalence faible⁸⁷⁸, et du mathématicien Lipót Fejér (1880-1959), un des meilleurs connaisseurs du moment des travaux récents d'analyse sur la mesure des ensembles et l'intégration⁸⁷⁹.

Pólya fait une année d'étude à Vienne entre 1910 et 1911, ville dont Siegmund-Schultze souligne le rôle de plaque tournante pour les savoirs mathématiques où se croisent les développements provenant d'Europe centrale et d'Europe de l'est⁸⁸⁰. Pólya y rencontre probablement Richard von Mises, qui y a soutenu sa thèse en 1908⁸⁸¹. Par ailleurs, Emanuel Czuber, l'un des plus importants probabilistes du moment dans le monde germanique, auteur notamment d'un panorama des développements récents des probabilités en 1899⁸⁸² où Pólya découvre sans doute des références concernant les travaux d'Augustin-Louis Cauchy (1789-1857) sur les fonctions caractéristiques⁸⁸³, est également professeur à Vienne de 1892 à 1921. Pólya suit également les cours d'algèbre de Franz Merthens (1840-1927) et le séminaire de Willhelm Wirtinger (1865-1945)⁸⁸⁴.

Pólya retourne en 1911 à Budapest terminer sa thèse « Sur certaines questions du cal-

875. [Pólya, 1930].

876. Nous l'avons déjà abordé, du point de vue de Lévy, au chapitre 2, p. 92-96.

877. Voir [Taylor et Taylor, 1993, Alexanderson, 2000].

878. Ce principe empirique affirme qu'il n'existe pas de différence entre la masse inertielle et la masse gravifique dont une conséquence est que deux corps chutent à la même vitesse quelle que soient leurs masses.

879. Voir [Hawkins, 1975, 166-167].

880. [Siegmund-Schultze, 2006, 432-433].

881. Siegmund-Schultze précise qu'il est certain que les deux hommes entrent en contact entre 1909 et 1914, [Siegmund-Schultze, 2006, 435].

882. [Czuber, 1899].

883. C'est en tout cas l'hypothèse formulée par Fischer. [Fischer, 2011, 229].

884. [Alexanderson, 2000, 26-27].

cul des probabilités et certaines intégrales associées »⁸⁸⁵ sous la direction de Lipót Fejér. D'après Fischer, dès sa thèse soutenue en 1912, Pólya s'intéresse à la théorie des probabilités du fait des problèmes d'analyse qu'elle pose⁸⁸⁶. Il publie une partie des contenus de sa thèse en 1913 dans les *Mathematische Annalen*⁸⁸⁷. Dans la première partie de ce texte, Pólya utilise une méthode consistant en un « comptage des points d'un réseau au moyen d'une fonction génératrice, qui a été empruntée au calcul de probabilité élémentaire »⁸⁸⁸ permettant d'obtenir une formule du type de celle qu'Arnold Sommerfeld (1868-1951) présente dans un article sur la généralisation de la théorie des erreurs gaussiennes en dimension quelconque et son application à la mécanique statistique⁸⁸⁹. La seconde partie est consacrée à une des nombreuses formules intégrales présentées par le mathématicien David Bierens de Haan (1822-1895) dans ses tables d'intégrales⁸⁹⁰. La troisième partie présente quelques propriétés d'un cas particulier de l'intégrale obtenue par Sommerfeld), présentée par le physicien Paul Hertz (1881-1940)⁸⁹¹. Au cours de cet article, Pólya mentionne une seule référence probabiliste, le *Traité analytique des probabilités* de Laplace⁸⁹², suggérant qu'il ne connaît pas encore les travaux probabilistes russes.

Pólya séjourne à Göttingen en 1912⁸⁹³. D'après Alexanderson⁸⁹⁴, Pólya y suit les cours de David Hilbert (1862-1943), d'Edmund Landau (1877-1938), d'Otto Toeplitz (1881-1940), de Hermann Weyl (1885-1955), de Constantin Carathéodory (1873-1950), d'Erich Hecke (1887-1947), de Carl Runge (1856-1927), de Ludwig Prandtl (1875-1953) et de Max Born. Ce séjour s'interrompt suite à une altercation avec un autre étudiant⁸⁹⁵ qui lui vaut d'être exclu de l'université en 1913. Il se rend alors à Paris, et entre en contact avec Émile Picard et Jacques Hadamard qui présentent à l'Académie des sciences ses notes écrites lors de ce séjour⁸⁹⁶. En 1914, l'Eidgenössische Technische Hochschule de Zurich (ETHZ),

885. D'après la traduction en allemand du titre hongrois : « Ueber einige Fragen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und gewisse damit zusammenhängende bestimmte Integral ». Pour une bibliographie de Pólya, voir [Alexanderson, 2000, 171-192].

886. [Fischer, 2011, 209].

887. [Pólya, 1913a].

888. « Man kann zu dieser Formel (5) auch mit Verwendung des diskontinuierlichen Faktors gelangen, und vielleicht etwas kürzer; jedoch schien mir der eben gegangene Weg (Abzählung der Gitterpunkte mit Hilfe einer erzeugenden Funktion) der eigentlich der elementaren Wahrscheinlichkeitsrechnung entlehnt ist von mehr Interesse zu sein. » [Pólya, 1913a, 208].

889. Pólya se réfère à [Sommerfeld, 1904].

890. Pólya se réfère à [de Haan, 1862], voir [Pólya, 1913a, 208].

891. [Hertz, 1913].

892. [de Laplace, 1820].

893. Il y croise notamment Maurice Janet, voir [Mazliak, 2013].

894. [Alexanderson, 2000, 27-31].

895. [Alexanderson, 2000, 31-32].

896. Picard présente [Pólya, 1912, Pólya, 1913d, Pólya, 1913c]. Hadamard présente [Pólya, 1913b,

par l'intermédiaire de l'un de ses professeurs, Alfred Hurwitz (1859-1919), lui propose un poste de *Privatdozent* que Pólya accepte. Il est nommé professeur extraordinaire en 1920, puis professeur en 1928 et reste à l'ETHZ jusqu'à son départ en 1940 pour les États-Unis.

La recension faite dans le *Jahrbuch* par Pólya de la deuxième édition, traduite en allemand, du cours de probabilité de Markov publié en 1913⁸⁹⁷ lui permit de se familiariser avec les travaux russes (ceux de Liapounov et Markov), en particulier avec la méthode des moments. C'est cette méthode que Pólya développe dans un article publié en 1920⁸⁹⁸ et qui est à l'origine d'une controverse avec Richard von Mises⁸⁹⁹ en 1919 et 1920. En 1919, von Mises publie une démonstration du TCL⁹⁰⁰ qui suscite une réaction assez vive de Pólya car il estime que le théorème énoncé par von Mises a déjà été énoncé et démontré de façon plus claire par Liapounov (que von Mises ne cite pas) sous des hypothèses moins restrictives⁹⁰¹. Pour Pólya, le TCL s'appuie sur un résultat de convergence de la suite des fonctions de répartition qu'il développe dans son article de 1920 en réponse à l'article de von Mises de 1919⁹⁰². Il y considère une suite $(f_n)_{n \geq 1}$ de fonctions de répartition telle que

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{ut} df_n(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{ut} df(t)$$

pour tout $u \in [-a; a]$ ($a > 0$), où f est une fonction de répartition, les intégrales étant entendues au sens de Stieltjes. Dans ce cas la suite de fonctions (f_n) converge simplement (et donc uniformément sur tout intervalle fini par le théorème de Dini qui n'est toutefois pas invoqué par Pólya) vers la fonction continue f ⁹⁰³. Pólya reprend ainsi la méthode des moments, qui consiste à établir la convergence des moments (à l'aide de la transformée de Laplace) pour affirmer la convergence vers une loi limite.

À partir de 1922, Lévy commence à publier des travaux probabilistes⁹⁰⁴ et inaugurent une « compétition amicale » avec Pólya⁹⁰⁵. Lévy démontre le TCL en utilisant la notion de fonction caractéristique d'une loi de probabilité. Cet intérêt soutenu de Lévy pour le TCL

Pólya, 1913e].

897. [Markov, 1913].

898. [Pólya, 1920].

899. [Siegmond-Schultze, 2006].

900. [von Mises, 1919a].

901. [Siegmond-Schultze, 2006, 458].

902. Pour plus de détail voir [Fischer, 2011, 218-220].

903. [Pólya, 1920, 175].

904. Voir chapitre 2.

905. « friendly competition » [Fischer, 2011, 209]. Signalons que Pólya et Lévy sont du même âge et qu'il n'existe pas de concurrence institutionnelle entre les deux hommes.

semble en fait avoir été plutôt stimulé par les travaux de Lindeberg qu'il mentionne presque systématiquement⁹⁰⁶, alors qu'il ne mentionne jamais les travaux de Pólya sur la question bien que les deux mathématiciens échangent une correspondance sur ce sujet entre 1922 et 1923⁹⁰⁷. Dans ses lettres, Lévy souligne l'importance des fonctions caractéristiques, bien définies pour toute loi de probabilité, y compris celles qui n'ont pas de moment de tous ordres⁹⁰⁸. D'après Fischer, Pólya voit ses travaux dépassés par ceux de Lévy⁹⁰⁹. Lors de sa conférence à l'IHP du 18 avril 1929, Lévy rejoue en quelque sorte cette compétition entre les deux mathématiciens. Cette conférence, en une seule séance, se divise en deux parties. Tout d'abord Lévy fait une présentation de la théorie des erreurs. Il présente ensuite trois démonstrations du TCL, celle de Bernstein, celle de Lindeberg et enfin la sienne, utilisant les fonctions caractéristiques. Mais Lévy, après avoir cité la conférence de Pólya du mois précédent, « oublie » de mentionner les travaux de ce dernier sur le TCL. Cette compétition sur la démonstration du TCL est certainement mise en arrière-plan lorsque Lévy publie ses travaux sur la notion de loi stable, sujet également abordé par Pólya dès 1918⁹¹⁰. Lévy utilise à nouveau les fonctions caractéristiques pour étudier ce type de loi⁹¹¹ et propose de considérer ces lois comme des lois limites sur le modèle de la loi de Gauss. Pour sa part, en 1918, Pólya avait posé le problème sous sa forme analytique en terme de densité et de résolution d'une équation intégrale⁹¹². Mais sur ce problème, les deux mathématiciens échangent longuement et se citent l'un l'autre⁹¹³, signalant une déférence réciproque.

Dans les années 1920, Pólya joue un rôle d'intermédiaire entre différentes sphères probabilistes, au-delà de sa correspondance avec Lévy. D'après Siegmund-Schultze⁹¹⁴, Pólya fait connaître les travaux de Markov et Liapounov à von Mises et Lindeberg, et les travaux de Cauchy et de Laplace à Lévy⁹¹⁵. Bru⁹¹⁶ ajoute que la tradition française ignore les travaux des Russes, en particulier de Markov, jusqu'à ce que Pólya, lors du Congrès de

906. Notamment [Lévy, 1922c, Lévy, 1924b].

907. Archives de l'ETU, Zurich. Voir également [Fischer, 2011, 232].

908. [Fischer, 2011, 229].

909. « Pólya apparently felt very challenged by Lévy's probabilistic work. » [Fischer, 2011, 232].

910. [Pólya, 1918]. Sur les recherches de Lévy sur les lois stables voir chapitre 2 et [Barbut *et al.*, 2014, 22-27].

911. [Lévy, 1922d, Lévy, 1923b, Lévy, 1923a, Lévy, 1924b].

912. [Fischer, 2011, 219,230-231].

913. Voir chapitre 2.

914. [Siegmund-Schultze, 2006, 448].

915. Lettre du 30 juin 1923, « je vous dois des remerciements, car c'est par vous que j'ai appris l'existence de la note de M. Lindeberg. ». Voir également [Bru, 2003, 145].

916. [Bru, 2003].

Bologne de 1928, les leur fasse connaître. Sur ce point, on peut signaler deux obstacles potentiels. Tout d'abord linguistique car les Russes publient en premier lieu en russe et éventuellement en allemand, rendant plus difficile l'accès à leur publications pour les Français. Ensuite, les mathématiciens français semblent plus en contact avec les mathématiciens de Moscou qu'avec ceux de Saint-Petersbourg (où se trouve notamment Markov) ⁹¹⁷. Néanmoins une fraction des travaux soviétiques des années 1920 arrive bel et bien à Paris, comme le montrent les publications aux *CRAS* sur la période 1918-1928. Borel, nous l'avons dit ⁹¹⁸, présente en particulier des notes de Romanovsky, Khintchine, Kolmogorov ou encore Slutsky. Ainsi les probabilistes parisiens connaissent certainement les probabilistes soviétiques, mais sans doute n'ont-ils qu'une conscience partielle de l'étendue de leurs travaux avant 1928.

La conférence de Pólya à l'IHP illustre son souci de résoudre des problèmes probabilistes à l'aide de l'analyse. La première partie reprend son exposé du Congrès de Bologne concernant une généralisation d'une propriété de la loi de Gauss. Pólya rappelle que dans son *Calcul des probabilités* ⁹¹⁹, Henri Poincaré a montré que dans la théorie des erreurs, choisir comme valeur plausible d'une mesure la valeur probable (c'est le choix proposé par Bertrand) ou la valeur la plus probable (choix proposé par Gauss) conduit au même résultat si la loi des erreurs est celle de Gauss. Pólya se propose de déterminer toutes les lois de probabilités vérifiant cette propriété. Il ne considère que des lois à densité, de sorte qu'il s'agit de trouver une fonction φ telle que pour tout ℓ_1, \dots, ℓ_n , la valeur x maximisant la quantité $\varphi(x - \ell_1) \cdots \varphi(x - \ell_n)$ (valeur la plus probable) et la valeur x' telle que $\int_{-\infty}^{+\infty} (x - x') \varphi(x - \ell_1) \cdots \varphi(x - \ell_n) dx = 0$ (valeur probable) coïncident. Pólya propose d'ajouter, toujours sur le modèle de la loi normale, l'exigence que ces deux valeurs coïncident également avec la médiane x'' vérifiant $\int_{-\infty}^{x''} \varphi(x - \ell_1) \cdots \varphi(x - \ell_n) dx = \int_{x''}^{+\infty} \varphi(x - \ell_1) \cdots \varphi(x - \ell_n) dx$. Il commence par montrer deux lemmes sur les fonctions continues ⁹²⁰ et se propose de résoudre le problème en faisant quatre hypothèses :

1. La fonction $\varphi(x - \ell_1) \cdots \varphi(x - \ell_n)$ admet un unique maximum x_m .
2. La fonction φ est monotone sur $] - \infty ; x_m[$ et sur $]x_m ; +\infty[$.

⁹¹⁷. Sur les relations entre les mathématiciens français et soviétiques, voir [Demidov, 2009, Mazliak et Perfettini, 2021, Graham et Kantor, 2009].

⁹¹⁸. Voir chapitre 2, p. 83-84.

⁹¹⁹. [Poincaré, 1912].

⁹²⁰. [Pólya, 1930, 120,121].

3. Il existe un unique ℓ tel que pour tout p

$$\int_{-\infty}^{+\infty} (x - \ell) (\varphi(x - \ell_1) \cdots \varphi(x - \ell_n))^p dx = 0$$

4. La fonction φ est strictement positive, \mathcal{C}^2 sur \mathbf{R} et telle que $\int_{-\infty}^{+\infty} x\varphi(x)dx$ existe et est finie⁹²¹.

Pólya justifie la troisième hypothèse, non probabiliste, en remarquant que si on répète p fois chaque mesure $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n$, la valeur la plus probable est obtenue par le maximum du produit dans la première hypothèse élevé à la puissance p . Ce maximum ne dépend pas de p , la valeur probable doit donc satisfaire cette condition pour tout p . Sous ces conditions et à l'aide de ses deux lemmes, il montre que la fonction φ est « une fonction paire de $(x - \ell)$ et une fonction décroissante de $(x - \ell)^2$ »⁹²². Pour déterminer la forme de la fonction φ , il introduit la fonction $\Psi(x) = \log \varphi(x)$. En utilisant les propriétés de dérivabilité et de parité de φ , il établit que la fonction $f(x) = \frac{\Psi''(x)}{\Psi''(0)}$ vérifie l'équation fonctionnelle $2f(x)f(y) = f(x+y) + f(x-y)$. Se référant au « traité classique de Cauchy »⁹²³, il conclut que f est de l'une des trois formes : $f(x) = 1$ ou $f(x) = \cosh(bx)$ ou $f(x) = \cos(bx)$, où b est une constante positive. Tenant compte des propriétés de la fonction Ψ ⁹²⁴, et le premier cas étant le cas limite où $b = 0$, il obtient par deux intégrations successives $\Psi(x) = \frac{c}{b^2} (1 - \cosh(x)) + \log d$ où b, c, d sont trois constantes positives dont le cas limite pour $b \rightarrow 0$ est $\Psi(x) = -\frac{cx^2}{2} + \log d$. Ce qui lui permet d'établir deux formes pour la fonction φ :

$$\varphi(x) = \begin{cases} de^{cb^{-2}(1-\cosh(b(x-a)))} \\ de^{-\frac{1}{2}c(x-a)^2} \end{cases}$$

où b, c, d sont des constantes positives et a une constante réelle. Il obtient ainsi l'expression des densités des lois de probabilité absolument continues vérifiant la coïncidence entre espérance, maximum de vraisemblance et médiane.

La deuxième partie de la conférence de Pólya aborde deux modèles d'urnes dans le but d'étudier les lois limites dans le cas d'une superposition d'un très grand nombre de petits

921. Il rejoint pourtant l'avis de Borel : « Il serait désirable de continuer le raisonnement sans faire appel à ces dérivées ; cela conviendrait mieux au caractère approximatif de la théorie des probabilités qu'on ne devrait pas perdre des yeux en faisant des déductions, comme M. Borel a si justement fait remarquer. » [Pólya, 1930, 125].

922. [Pólya, 1930, 125].

923. [Pólya, 1930, 127]. Il fait référence à [Cauchy, 1821].

924. En particulier il montre que $\Psi''(x) < 0$ lorsque $x > 0$ et $\Psi'(-x) = -\Psi(x)$

effets sans l'hypothèse d'indépendance menant à la loi de Gauss dans la théorie des erreurs. Ce travail est initié en collaboration avec un de ses étudiants à Zurich, Florian Eggenberger qui soutient une thèse sur le sujet en 1923⁹²⁵. Dans sa conférence, Pólya présente deux modèles d'urnes contenant des boules rouges ou noires et son analyse porte sur une suite de variables aléatoires x_n valant 1 lorsque la boule tirée est rouge et 0 sinon. Le modèle de l'hérédité veut modéliser l'influence du tirage précédent, c'est-à-dire que la valeur x_n dépend de x_{n-1} . Il est basé sur un système de tirages dans trois urnes. Après un premier tirage dans une urne U_1 , on tire une boule dans l'urne U_ρ si le tirage précédent donne une boule rouge et on tire une boule dans l'urne U_σ si le tirage précédent est une boule noire. Pólya signale que Markov a étudié ce modèle sous le nom d'« épreuves liées en chaîne »⁹²⁶. Le modèle de la contagion est un modèle d'influence globale, c'est-à-dire que la valeur de x_n dépend de $x_1 + \dots + x_{n-1}$. Il repose sur le principe de tirage suivant : après chaque tirage, on remet $1 + \Delta$ boules de la même couleur que celle tirée, Δ étant une constante réelle fixée. L'auteur mentionne qu'il doit à Bernstein d'être informé d'une étude de ce modèle par Markov⁹²⁷. Son analyse repose d'une part sur le comportement de la probabilité de tirer une boule rouge et sur le « coefficient de dispersion »⁹²⁸ dont l'expression dans chacun de ces deux modèles est obtenu par des méthodes de dénombrement. Enfin pour déterminer les lois limites, Pólya reprend la fonction génératrice des moments et se réfère à son article de 1920⁹²⁹ mais signale en note de bas de page que la méthode des fonctions caractéristiques de Lévy est également applicable⁹³⁰.

Ces modèles d'urne sont connus de Borel au moment de la conférence. En effet, Borel a présenté à l'Académie des sciences une note écrite par Pólya et Eggenberger lors de la séance du 12 novembre 1928. Ce sujet n'a certainement pas manqué de piquer sa curiosité, lui qui dans son livre de 1909 avait défini « le problème général de la statistique » comme celui de « déterminer un système de tirages effectués dans des urnes de composition fixée de telle manière que les résultats d'une série de tirages [...] puissent avec une très grande

925. [Eggenberger et Pólya, 1923, Eggenberger, 1924]. Nous n'avons trouvé aucun élément biographique concernant Florian Eggenberger.

926. Il se réfère à [Markov, 1912, Markov, 1913], voir [Pólya, 1930, 134].

927. Il mentionne en référence [Markov, 1917], voir [Pólya, 1930, 137].

928. Il appelle coefficient de dispersion le nombre $Q = \frac{\mathbf{E}(\mathbf{r} - \mathbf{E}(r))^2}{n\rho(1-\rho)}$ où $\mathbf{r} = x_1 + \dots + x_n$ et ρ la probabilité de tirer une boule rouge. Le nombre $n\rho(1-\rho)$ étant égale à $\mathbf{E}(\mathbf{r} - \mathbf{E}(r))^2$ dans le cas de l'indépendance, ce coefficient est égal à 1 dans ce cas.

929. [Pólya, 1920].

930. Il cite [Lévy, 1922b].

vraisemblance conduire à un tableau identique au tableau des observations. »⁹³¹ Par ailleurs la référence des deux auteurs aux courbes de Pearson rappelle également l'intérêt de Borel pour les travaux du statisticien britannique dès 1908⁹³². Borel connaît en outre les travaux de Pólya sur la méthode des moments : il a en effet intégré une note de René Lagrange dans le premier tome du *Traité des probabilités*⁹³³ concernant cette méthode où il présente successivement les travaux de Tchebychev⁹³⁴ puis de Pólya et cite son article de 1920⁹³⁵. L'invitation n'a pas été conservée, nous ignorons donc si une demande spécifique lui a été faite sur le contenu de sa conférence. Néanmoins, en général, le sujet des conférences n'est pas imposé. Borel et Fréchet ont donc probablement invité Pólya, pensant qu'il parlerait de ces sujets.

4.3.2 Une communauté dynamique : les Italiens

Sur l'ensemble des conférenciers probabilistes, les Italiens apparaissent singulièrement en force, avec quatre conférenciers et quatre conférences, toutes publiées dans les *Annales de l'IHP*. Castelnuovo fait sa conférence en avril 1932, Cantelli en mai 1933, de Finetti en mai 1935, Tricomi en avril 1938. À titre de comparaison, on peut certes compter 9 invitations envoyées à des probabilistes en France, mais parmi eux on compte les réfugiés (Emil Gumbel⁹³⁶ et Felix Pollaczek⁹³⁷), ce qui ramène ce nombre à trois probabilistes français : Darmois (3 conférences), Lévy (2 conférences), Fréchet (1 conférence), qui contribuent pour deux publications dans les *Annales de l'IHP*. Par ailleurs, en comparaison des autres Italiens invités, on peut percevoir une stratégie propre vis-à-vis des probabilistes italiens. En effet les invitations à Volterra, invité chaque année entre 1929 et 1939, et à Enrico Fermi, invité à deux reprises pour ses travaux de physique, relèvent d'une dimension individuelle voire personnelle, tandis que les dirigeants (certainement sous l'impulsion de Borel, Fréchet et Darmois) cherchent manifestement à faire venir une communauté de probabilistes plutôt qu'un seul représentant. Les conférences probabilistes de l'IHP traduisent ainsi une attention spécifique à la scène italienne de la part de Borel, Fréchet et Darmois.

931. [Borel, 1909a, 167].

932. [Borel, 1908].

933. [Borel et Lagrange, 1925, 156-158].

934. Sans référence bibliographique.

935. [Pólya, 1920].

936. Voir en annexe, p. 435.

937. Voir en annexe, p. 447.

Le tropisme italien des mathématiciens français

Ce tropisme s'inscrit dans un phénomène plus large au sein de la communauté mathématique et intellectuelle française. À la suite de la constitution du Royaume d'Italie, achevée en 1870 et d'un développement accéléré du pays, certains intellectuels français développent un imaginaire autour de la sororité latine de la France et de l'Italie. Cependant les choix diplomatiques et militaires français, jugés inquiétants par la jeune nation, conduisent les dirigeants transalpins à prendre leurs distances vis-à-vis de la France. Sur le plan politique, économique, militaire et scientifique, les Italiens privilégient leur relation avec l'Allemagne, autre nouveau venu du concert européen. En particulier dans le domaine mathématique, l'Allemagne apparaît comme un centre particulièrement attractif, où sont envoyés les étudiants italiens. Le retard scientifique par rapport à l'Allemagne qui est censé avoir donné à cette dernière un avantage décisif lors de la guerre de 1870 – thème récurrent parmi les scientifiques français du dernier tiers du XIX^e siècle – fait donc regarder d'un œil inquiet les progrès récents de l'Italie scientifique et sa relation avec l'Allemagne. La relation avec l'Italie devient un enjeu mathématique de première importance pour le rayonnement scientifique français à la fin du XIX^e siècle⁹³⁸.

En pratique certains mathématiciens français de la période construisent des liens scientifiques forts avec des collègues italiens, qui prennent aussi parfois une dimension personnelle. Un exemple remarquable dans le cas de notre thèse sur l'IHP, est donné par Volterra, Borel et Hadamard. Les deux Français rencontrent Vito Volterra lors du premier Congrès international des mathématiciens à Zurich en 1897. Volterra et Borel nouent rapidement une relation amicale qui suscite une correspondance considérable⁹³⁹. Dans le cas de Jacques Hadamard, la relation est d'abord principalement mathématique. Hadamard découvre la théorie des fonctions de lignes de Volterra et intègre ces travaux dans ses recherches sur les équations aux dérivées partielles. Les relations entre Borel et Volterra, d'une part, et Hadamard et Volterra d'autre part, constituent une raison solide pour l'inviter presque chaque année à l'IHP entre 1928 et 1939, et d'en faire le scientifique le plus invité de l'institut, malgré, selon son propre aveu, son incapacité à présenter de nouveaux travaux⁹⁴⁰. Outre les échanges personnels, les mathématiciens français trouvent en Ita-

938. Sur la vision des mathématiciens français vis à vis de l'Italie, voir [Brechenbacher *et al.*, 2016]. Sur les voyages d'études en Italie, notamment auprès de Volterra, d'étudiant français voir [Mazliak, 2015c].

939. Voir [Brechenbacher *et al.*, 2016, 127-179] ainsi que [Durand et Mazliak, 2011].

940. Voir chapitre 3, p. 157.

lie un espace de publication. Les mathématiciens italiens associent à chaque institution scientifique sur le territoire italien une publication, plus ou moins spécialisée. En particulier dans la période de l'entre-deux guerres les publications statistiques ou actuarielles, comme le *Metron* ou le *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, offrent un espace de publication aux recherches mathématiques dans le domaine des probabilités largement ouvert aux (et utilisé par des) auteurs non-italiens. Ce tropisme italien conduit à mettre en contact les étudiants français (en particulier parisiens à travers Borel, Hadamard, Picard qui entretiennent des bonnes relations avec de nombreux mathématiciens de la péninsule) avec les savants italiens. Un premier exemple est donné par le séjour italien de René Baire qui part en Italie pour travailler avec Dini et Volterra en vue de commencer sa thèse en 1898. Dans les années qui suivent, Hadamard encourage Fréchet (également avec le soutien de Borel) et Lévy à prendre contact avec Volterra pour leur thèse. Profitant de la création des bourses de voyage David-Weill, Pérès et Gateaux se rendent à Rome pour commencer leurs recherches avec Volterra⁹⁴¹.

La culture probabiliste italienne.

Dans le domaine des probabilités, la place des conférenciers probabilistes transalpins signale très nettement la volonté de Borel, Fréchet et Darmon de capter une culture probabiliste construite depuis le début du XX^e siècle par une communauté active de mathématiciens italiens. Le contexte politique et économique suscite vraisemblablement cet intérêt des mathématiciens italiens pour les mathématiques du hasard. La politique économique du Royaume d'Italie entre 1870 et 1893 ayant conduit à un effondrement du système bancaire, dont un épisode encore présent dans la mémoire italienne est le scandale de la *Banca Romana*, les autorités veulent donner les moyens à l'état d'appliquer les outils de régulation et de contrôle des banques. D'autre part, les gouvernements se tournent vers une politique plus souple et développent un système de protection sociale nécessitant le recrutement d'actuaire et de statisticiens. Les administrations et l'État ainsi que les assurances et les banques s'adjoignent fréquemment le concours de mathématiciens. Les quatre conférenciers probabilistes italiens s'intéressent aux mathématiques actuarielles et pour certains sont même actuaire (Cantelli, de Finetti⁹⁴²).

En raison des buts applicatifs poursuivis, il apparaissait essentiel de préciser le sens

941. [Mazliak, 2015a].

942. Voir [Guerraggio et Nastasi, 2006].

du concept moderne de probabilité et l'activité de la communauté probabiliste italienne pendant la période 1900-1914 porta en grande partie sur la question du fondement de la notion de probabilités. Margherita Benzi⁹⁴³ montre qu'un des axes du débat sur les fondements des probabilités s'inscrit dans les questions relatives à la logique. Ce débat part d'une critique, devenue classique, de la définition laplacienne de la probabilité comme rapport du nombre de cas favorables sur le nombre total de cas supposés également probables. Dans cette perspective, certains mathématiciens s'orientèrent dans une direction formaliste, suivant le projet hilbertien d'une axiomatisation des probabilités et de la mécanique sur le modèle de la géométrie. Cantelli en 1906 élaborait une première axiomatisation mathématique. Paolo Medolaghi (1873-1950) en 1907 privilégia quant à lui une approche logique s'appuyant sur la logique de Boole. En 1907, Ugo Broggi (1880-1965) soutint une thèse à Göttingen sous le patronage de Hilbert dans laquelle il proposait également une axiomatisation. Benzi signale que ces questionnements suscitent également l'intervention de Giuseppe Peano (1858-1932) et de son élève Alessandro Padova (1868-1937) et met en évidence l'importance pour certains auteurs (Medolaghi et Padova notamment) de la distinction entre système mathématique et problèmes d'interprétation qui relèvent, eux, des applications.

Dans sa conférence sur les modes de convergences probabilistes, Cantelli mentionne qu'un axe du débat porte sur une question qui a été bien dégagée par Fernand Montessus de Ballore (1851-1923). Dans son livre de 1908, ce dernier affirme que « certains événements ayant un caractère commun [...] mais différant d'un certain point de vue, ce qui permet de les partager en catégories bien définies, donnent lieu à cette remarque que le rapport du nombre total d'événements de l'une des catégories tend irrégulièrement vers une limite déterminée quand le nombre d'événements considérés devient de plus en plus grand. »⁹⁴⁴ Nous revenons plus loin sur les détails des discussions telles que Cantelli en rend compte. Mais la mention de cet auteur français, très lié à un réseau de probabilistes belges du début du XX^e siècle, souligne le lien entre ce réseau et les Italiens. Après l'indépendance en 1831, la Belgique avait été un des premiers pays européens à assurer un enseignement régulier en probabilités. Mazliak montre que « des éléments exceptionnels de la situation belge permettent de comprendre comment la Belgique est devenue un pays de premier plan dans le domaine des probabilités autour de 1850. La présence de Quételet

943. [Benzi, 1995].

944. [de Ballore, 1908b, 4].

et d'autres mathématiciens, leur dynamisme sur la scène restreinte d'un nouveau petit pays à la recherche de développements scientifiques originaux, la situation géographique curieuse entre deux voisins puissants, la France et l'Allemagne, et la francophonie facilitant l'importation de mathématiques française »⁹⁴⁵. Si cette importation était au début passée par la migration de certains mathématiciens français tels Jean-Guillaume Garnier (1766-1840) ou Eugène Catalan (1814-1894), un réseau local très dynamique se développe à la fin du siècle, tout spécialement autour Paul Mansion (1844-1919). Ce dernier encourage Montessus de Ballore à publier ses réflexions sur les probabilités. Il est aussi un lecteur assidu des travaux de l'Italien Ernesto Cesàro (1859-1906), passé par Liège pour ses études dans les années 1870, avant de revenir en Italie en 1883 et de commencer une carrière universitaire. Si ce sont surtout ses travaux en géométrie différentielle et sur l'étude des séries qui attirent l'attention, Cesàro publie également sur les probabilités dans le *Giornale di Battaglini* et dans le *Mathesis*, dirigé par Mansion. En particulier il publie une étude en 1891 sur l'interprétation des probabilités dans le cas d'un nombre infini de cas possibles et souligne l'intérêt d'une notion de probabilité conçue comme une limite⁹⁴⁶.

Une communauté probabiliste italienne structurée et institutionnalisée.

Ces débats conduisent à la rédaction par Castelnuovo assisté par Cantelli, du premier traité italien moderne de probabilités : le *Calcolo delle probabilità* de Castelnuovo est publié en 1919 et connaît par la suite plusieurs éditions. L'invitation et la venue de Castelnuovo est à ce titre un signe distinctif, mais sans doute un peu surprenant pour les mathématiciens parisiens, puisque Castelnuovo est surtout connu pour ses travaux de géométrie. Il occupe en effet depuis 1891 la chaire de géométrie analytique et projective à l'université de Rome. Mais à partir des années 1910, il se tourne vers les probabilités, la physique et l'histoire des mathématiques⁹⁴⁷. Ce tournant est assez brusque et cette réorientation n'est pas vraiment documentée⁹⁴⁸. Castelnuovo décide d'enseigner le calcul des probabilités lors de son cours de la chaire de géométrie de 1914-1915. Il justifie son

945. « exceptional elements of the Belgian situation allow an understanding of how Belgium became a leading probabilistic country around 1850. The presence of Quételet and other mathematicians at the time, their dynamism on the restricted scientific stage of a small new country looking for an original scientific development, the curious geographical situation between two powerful neighbors, France and Germany, as well as the francophone element facilitating the import of French mathematics » [Mazliak, 2019, 31].

946. [Mazliak, 2019, 21-22].

947. [Gario, 2016, 148].

948. [Gario, 2016]. Certains auteurs, comme [Guerraggio et Nastasi, 2006], tentent quelques hypothèses.

choix d'une part en soulignant le danger de cloisonner les savoirs mathématiques de façon rigide, d'autre part en soulignant l'intérêt grandissant des probabilités pour la science, et la proximité entre les mathématiques et les applications dans ce domaine⁹⁴⁹.

Il semble aussi que la relation privilégiée de Castelnuovo avec Cantelli qu'il recrute à Rome pour assurer à partir de 1915 un cours annuel sur le calcul des probabilités, a été cruciale pour expliquer ce tournant probabiliste. Cantelli qui avait fait ses études à Palerme et y avait soutenu une thèse de mécanique céleste en 1899, avait commencé sa carrière comme assistant à l'observatoire astronomique de Palerme où il resta jusqu'en 1903. Il passa alors le concours d'actuaire organisé par le Ministère des finances (*Ministero del Tesoro*)⁹⁵⁰ et commença à travailler pour l'*Istituto di Previdenza*. C'est dans cette fonction que naît un intérêt profond et durable pour les probabilités. Il publie deux articles sur le fondement du calcul des probabilités en 1905 et en 1906⁹⁵¹ qui offre une présentation assez classique de la discipline. Son statut d'actuaire conduisit sans doute Cantelli à adopter une position équilibrée entre les applications et la théorie quant à l'interprétation des probabilités ; nous y revenons plus loin quand nous examinons sa conférence à l'IHP.

Pendant la guerre, Castelnuovo rédige son *Calcolo delle probabilità*⁹⁵². Dans cette période de rédaction, il prend connaissance des travaux russes, notamment du livre de Markov de 1912⁹⁵³. Cantelli contribue également à la rédaction de son livre par ses conseils et les compléments qu'il y apporte. Regazzini montre que ce livre propose une synthèse entre une présentation classique française et des contenus nouveaux notamment russes⁹⁵⁴. Ce livre constitue un premier traité de probabilités pour l'Italie mais devient plus largement une référence sur la scène probabiliste internationale⁹⁵⁵. L'importance de cet ouvrage justifie une deuxième édition augmentée d'un volume en 1927-1928, puis d'une troisième édition en 1947. Le traité de Castelnuovo apparaît comme un jalon important dans le rayonnement académique des probabilités en Italie.

Castelnuovo profite des réformes de l'université en Italie engagées par le régime fasciste

949. Voir en particulier [Gario, 2001, 52]. Cette position de Castelnuovo présente donc certaines similarité avec celle de Borel.

950. Benzi1988a

951. [Cantelli, 1905, Cantelli, 1906]. Voir également [Benzi, 1995].

952. Sur le contenu de ce livre, voir [Gario, 2016, 167-168] et [Regazzini, 2016].

953. [Markov, 1912].

954. [Regazzini, 2016, 200].

955. Par exemple on peut lire : « Le traité en italien : *Calcolo della probabilità*, par Guido Castelnuovo, chez Albrighi, 1919, où l'auteur a su avec une clarté et une précision remarquables incorporer à la théorie classique de Laplace les découvertes les plus modernes. » [Fréchet et Halbwachs, 1924, 294] et Darmois le cite dans son index bibliographique [Darmois, 1928, 344].

pour créer, en 1927, la *Scuola di Scienze Statistiche ed Attuariali*. Paola Gario⁹⁵⁶ signale que cette école veut promouvoir l'étude du calcul des probabilités et de ses applications (notamment aux sciences sociales) et former des professionnels (notamment des actuaires). L'enseignement s'organise autour de quatre matières obligatoires : le cours de probabilités de Castelnuovo, le cours de mathématiques actuarielles et de statistique de Cantelli, le cours de statistique de Gini et le cours d'économie politique de Rudolfo Benini (1854-1966). Castelnuovo réussit à obtenir le soutien financier de plusieurs assurances italiennes, ainsi que celui de Gini, qui crée en 1926 l'*Istituto Centrale di Statistica* dont l'une des vocations est de soutenir l'enseignement et la recherche en statistique⁹⁵⁷. En 1935 cette école est absorbée par la faculté des sciences statistiques, démographiques et actuarielles de l'université de Rome, sous la direction de Gini. On voit donc que Castelnuovo joue dans les années 1920 un rôle majeur dans l'institutionnalisation des probabilités en Italie ; de nouveau, les animateurs de l'IHP cherchent ainsi à intégrer à leur réseau un acteur central du temps.

Un acteur majeur de l'institutionnalisation des probabilités est absent des invitations et des conférences de l'IHP. Gini est comme on l'a déjà mentionné le maître d'œuvre de l'institutionnalisation des statistiques en Italie pendant la période fasciste. Il contribue au développement d'une statistique fondée sur les probabilités et mobilisant un appareil mathématique élaboré. Dans son étude sur le rôle de la statistique dans le fonctionnement de l'état fasciste, Prévost montre comment Gini creuse la distance entre les méthodes statistiques produites par les mathématiciens et les statisticiens de terrain dans les années 1920 et 1930. Ces derniers sont peu à peu marginalisés du fait de leur manque de maîtrise du calcul des probabilités et des mathématiques. Par ailleurs Gini présente un profil d'« entrepreneur » et suit une stratégie consistant à mettre en place des laboratoires de statistique⁹⁵⁸. Il avait en fait commencé ce mouvement dès 1910 suite à sa nomination à la chaire de statistique de l'université de Cagliari. En 1914, à l'université de Padoue, il crée le *Gabinetto di statistica*, et en 1921, ce cabinet est transformé en l'*Istituto di statistica*, auquel Gini associe un périodique : le *Metron*. Ce périodique déclare d'emblée sa vocation internationale et publie des articles en italien, en anglais, en français et en allemand, couvrant des questions de statistique et de probabilité. Gini complète cet institut avec

956. [Gario, 2016, 170-171].

957. Sur la statistique italienne dans la période mussolinienne, en particulier le rôle de Gini, voir [Prévost, 2009].

958. [Prévost, 2009, 60-72].

une *Scuola di perfezionamento in statistica*, pour former des statisticiens. En 1925, porté par son engagement décidé aux côtés du régime fasciste, il arrive à Rome où il fonde l'*Istituto di statistica di politica economica* et la *Scuola di statistica*. En 1936, cette école et la *Scuola di scienze statistiche ed attuariali* créée en 1926 par Castelnuovo et Cantelli, ainsi que l'institut romain, sont fusionnés dans la première faculté de statistique italienne, dirigée de nouveau par Gini. Il est remarquable que malgré sa situation éminente sur la scène scientifique italienne, Gini ne fut pas invité à l'IHP. Il n'en est certes jamais fait mention dans les documents que nous avons consultés mais l'implication de Gini dans le régime de Mussolini⁹⁵⁹ a certainement constitué un élément fortement dissuasif pour Borel qui invite chaque année Volterra, opposant de la première heure au régime fasciste.

Les conférences probabilistes des Italiens.

Castelnuovo vient à l'IHP pour tenir une conférence en 1932, intitulée « Sur quelques problèmes se rattachant au calcul des probabilités », publiée en 1933 dans les *Annales*. Aux cours des années 1920 et 1930, Castelnuovo se livre à un travail de veille scientifique étendu et publie des recensions dans la revue *Scientia*, mais ne publie pas de recherches originales. Il y recense notamment plusieurs volumes du *Traité du Calcul des probabilités et de ses applications* de Borel, le *Calcul des probabilités* de Lévy, le *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik* de von Mises et le *Probabilités et statistique* de Montessus de Ballore.

La conférence d'avril 1932, principalement consacrée au TCL et au problème des moments, montre un décalage avec d'autres conférences, notamment celle de Pólya. En premier lieu, Castelnuovo estime que le problème des moments « a une importance beaucoup plus grande et mérite d'être étudié à cause de l'intérêt qu'il présente en analyse indépendamment de ses applications au Calcul des probabilités »⁹⁶⁰ ; ainsi ce problème apparaît comme un prétexte pour faire de l'algèbre, de la géométrie et de l'arithmétique, ce qui est fait dans la deuxième partie de la conférence où Castelnuovo réinvestit ses connaissances en algèbre et en géométrie. Dans un premier temps il présente une étude du problème des moments qui consiste à caractériser une loi par ses moments. Il présente quatre méthodes : celle de Thomas J. Stieltjès (1856-1894), celle de Hamburger, celle de Frigyes Riesz (1880-1956) et enfin la sienne. Ces méthodes s'appuient sur le fait que les moments d'ordre r

959. [Prévost, 2009, 201-227].

960. [Castelnuovo, 1933, 468].

d'une loi à densité φ , notés c_r , « sont les coefficients d'une certaine forme quadratique positive » vérifiant donc les conditions nécessaires

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} c_0 & c_1 & \cdots & c_{n-1} \\ c_1 & c_2 & \cdots & c_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n-1} & c_n & \cdots & c_{2n-2} \end{vmatrix} > 0 \quad (4.2)$$

pour tout entier naturel n en posant $\Delta_0 = 1$. Aux n solutions x_i de l'équation

$$Q_n(x) = \frac{1}{\sqrt{\Delta_n \Delta_{n+1}}} \begin{vmatrix} 1 & x & \cdots & x^n \\ c_0 & c_1 & \cdots & c_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n-1} & c_n & \cdots & c_{2n-1} \end{vmatrix} = 0 \quad (4.3)$$

on peut associer des masses $p(x_i)$ vérifiant $\sum_{i=1}^n x_i^r p(x_i) = c_r$ pour $r = 0, \dots, 2r - 1$ ⁹⁶¹. Définissant ensuite les masses $p_n(x)$ par la relation⁹⁶² $\frac{1}{p_n(x)} = Q_0^2(x) + \cdots + Q_{n-1}^2(x)$, en faisant croître n , le problème des moments se ramène alors au problème de la convergence de la série $\frac{1}{p(x)} = \sum_{i \geq 0} Q_i^2(x)$. Castelnuovo montre que « le problème des moments est indéterminé si la série converge pour tous les points d'un ensemble continu et par conséquent en tout point de l'axe réel situé à distance finie ; et réciproquement. »⁹⁶³ En outre, il ajoute que si « le problème est déterminé, la série sera divergente sur l'axe réel, sauf au plus en une infinité dénombrable de points de convergence ; on démontre qu'elle diverge sans exception en tout point imaginaire. »⁹⁶⁴ La seconde partie de la conférence prolonge les « résultats sur le volume et la surface d'une hypersphère appartenant à un espace ayant un très grand nombre de dimensions »⁹⁶⁵ exposés par Borel auquel il se réfère⁹⁶⁶. En appliquant le TCL au cube, Castelnuovo montre comment on obtient une approximation du volume et de la surface d'un cube en grande dimension.

Les conférences suivantes dues à des Italiens sont tenues par Cantelli et Finetti et sont consacrées aux problèmes du fondement des probabilités. Elles prolongent ainsi les

961. [Castelnuovo, 1933, 469].

962. [Castelnuovo, 1933, 470].

963. [Castelnuovo, 1933, 471].

964. [Castelnuovo, 1933, 471-472].

965. [Castelnuovo, 1933, 480].

966. [Borel, 1914b]

débats qui eurent lieu en Italie au début du siècle, mais elles s'inscrivent également dans les recherches contemporaines sur ces questions, représentées au sein des conférences probabilistes de l'IHP. Nous revenons plus en détails sur ces deux conférences dans la suite.

Francesco Tricomi est le dernier conférencier italien venu à l'IHP, en avril 1938. Après avoir obtenu sa *laurea* en mathématiques à Naples en 1918, il y devient assistant de Francesco Severi (1879-1961) en 1921. En 1922, Severi part pour Rome et propose à Tricomi de le suivre. Nommé à Florence en 1927, puis l'année suivante à Turin, Tricomi s'investit d'abord dans l'étude des équations aux dérivées partielles. En 1923, ses travaux sont présentés par Severi et Luigi Bianchi (1856-1928) à l'*Accademia dei Lincei*. En 1926, il commence à travailler sur les équations intégrales et les transformations fonctionnelles et s'intéresse en particulier aux applications des transformations fonctionnelles aux probabilités, sujet qu'il aborde dans sa conférence à l'IHP qui est publiée en 1938⁹⁶⁷. Ses travaux probabilistes couvrent également des applications à la théorie des nombres⁹⁶⁸ qu'il publie dans le *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*⁹⁶⁹.

La conférence de Tricomi présente un ensemble d'applications des transformations fonctionnelles à la théorie des probabilités et à la statistique. Il y développe en particulier l'application de la transformée de Fourier à l'étude des séries statistiques et utilise l'intégrale de Stieltjes pour traiter uniformément l'intégration sur des espaces continus ou discrets. Dans le domaine des applications à la statistique, il aborde le problème, introduit par Raphael Weldon (1860-1906) et Pearson, de la décomposition d'une courbe de fréquence en somme de gaussiennes qui conduit à une équation intégrale. Pour le calcul des probabilités, il présente la notion de produit de convolution, et s'appuie pour cela sur un ouvrage de Gustav Doetsch (1897-1977)⁹⁷⁰, connu pour ses travaux sur la transformation de Laplace, ouvrage dans lequel Doetsch introduit l'opération de « Faltung » (pliage) définie par la relation $p \star q(z) = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x)q(z-x)dx$. Tricomi expose comment cette opération est liée avec la loi de la somme de deux variables aléatoires et comment les propriétés de la transformation de Fourier, identifiée à la fonction caractéristique (pour laquelle il se réfère à Lévy⁹⁷¹), permet d'identifier la loi d'une somme de variables aléatoires. Après avoir mentionné les résultats obtenus par Harald Cramér et Paul Lévy sur les lois stables

967. [Tricomi, 1938].

968. Voir [Regazzini, 1987, Fichera, 1979].

969. [Guerraggio et Nastasi, 2006, 151].

970. [Doetsch, 1937].

971. [Lévy, 1925a].

pour l'addition, il étudie la stabilité des lois de probabilité pour le produit en introduisant la transformée de Mellin définie par $f(s) = \int_0^{+\infty} t^{s-1} F(t) dt = \mathcal{M}[F(t)]$, f et F étant deux fonctions. Remarquant que la densité r de la loi produit de deux variables positives X et Y de densités respectives p et q vérifie $r(z) = \int_0^{+\infty} p\left(\frac{z}{y}\right) q(y) \frac{dy}{y}$, utilisant le changement de variable $y = e^{-\tau}$ et $z = e^{-t}$, et notant $p_1(x) = p(e^{-x})$, $q_1(x) = q(e^{-x})$ et $r_1(x) = r(e^{-x})$ on obtient que $r_1 = p_1 \star q_1$. Ces transformations permettent de relier la transformée de Mellin avec la transformée bilatérale de Laplace et une loi stable par produit vérifie donc $\mathcal{M}(r) = \mathcal{M}(p)\mathcal{M}(q)$. La transformée bilatérale de Laplace des lois stables identifiées par Lévy permet alors d'obtenir les lois de variables aléatoires positives stables par produit.

Les probabilistes de l'IHP réussissent à construire des liens solides avec la communauté probabiliste italienne. Cette communauté, particulièrement attentive aux développements probabilistes internationaux, y compris français, permet à l'IHP d'assurer sa position à l'échelle mondiale. Dans le même temps, elle permet aux probabilistes français d'être en contact des recherches récentes et de la culture probabiliste italienne.

4.3.3 *Une scène pour un débat international : les fondements de la théorie des probabilités.*

Les animateurs de l'IHP réussissent également à faire venir à Paris des acteurs des discussions sur les fondements des probabilités qui ont lieu dans les années 1930, tout en tenant à une certaine distance l'axiomatisation de la théorie qui en tout état de cause ne semble pas être un enjeu fondamental pour eux. En 1939, Borel reconnaît l'utilité pour les sciences de l'approche axiomatique, permettant d'élucider des difficultés philosophiques et conduisant à l'introduction de nouveaux concepts, comme en géométrie⁹⁷². Mais, pour Borel, cet intérêt est subordonné à la foi absolue dans la vérité pratique de l'arithmétique, de l'algèbre, de la géométrie de l'analyse et de la mécanique. C'est en cela que le calcul des probabilités est singulier. « La théorie des probabilités se distingue au premier abord des autres branches des mathématiques et même des autres sciences, en ce que, par sa nature même, elle ne peut jamais prétendre nous donner de certitude. Sans doute peut-on dire, lorsqu'on se place du point de vue abstrait et axiomatique, que les déductions y sont aussi rigoureuses que dans les autres sciences et que les valeurs obtenues pour des probabilités bien définies, lorsque l'on admet certains postulats, sont rigoureu-

972. [Borel, 1939, 2].

sement exactes ; mais lorsque l'on passe dans le domaine des applications pratiques, on est bien obligé de constater que même si la valeur d'une probabilité était connue avec certitude, cette connaissance ne pourrait jamais entraîner comme conséquence pratique une certitude, mais, au contraire, une incertitude, puisque précisément l'objet même des déductions et des calculs est simplement une probabilité et non un nombre, une longueur, un temps, comme en arithmétique, en géométrie, en astronomie. Les vérifications sont par suite toujours sujettes à caution, puisque, même si le cas favorable est de beaucoup le plus probable, le cas défavorable peut cependant se produire, sans que pour cela la théorie et le calcul puissent être regardés comme faux. »⁹⁷³.

Dans la présentation qu'ils choisissent pour leurs cours, les probabilistes français présentent certes des définitions qui peuvent s'apparenter à un effort de formalisation de la théorie des probabilités. Fréchet inclut également des éléments du débat en cours, notamment concernant l'hypothèse de σ -additivité dans son cours à l'IHP⁹⁷⁴. Néanmoins, pour Borel, Fréchet et Darmois, le calcul des probabilités est de façon primordiale destiné aux applications. Dans sa période strasbourgeoise, Fréchet s'est exprimé assez clairement sur la nécessité de compléter une approche axiomatique par un retour au concret, ou pour reprendre ses mots par une « désaxiomatisation des sciences »⁹⁷⁵. Fréchet se présente d'ailleurs plus volontiers comme critique des tentatives d'axiomatisation des probabilités que comme initiateur d'une telle approche⁹⁷⁶. Comme nous l'avons déjà mentionné⁹⁷⁷, Lévy ne cache pas lui aussi son scepticisme ; même dans un contexte pédagogique, comme dans son *Calcul des probabilités*, il se montre assez sévère sur l'approche axiomatique. Bien qu'il reconnaisse, s'appuyant sur Poincaré, que les axiomes permettent de construire des raisonnements logiques inattaquables, ceux-ci restent « sans intérêt, si l'on ne montre pas qu'[ils] s'adaptent bien aux applications que l'on a en vue. »⁹⁷⁸. Lévy en conclut que « les

973. [Borel, 1939, 4-5]. On retrouve une reformulation plus loin dans le texte : « On peut dès lors considérer tout le développement théorique du calcul des probabilités comme une science mathématique pure, sans plus de rapport avec la réalité que ne le sont les géométries analytiques à n dimensions. Mais, bien entendu, toutes les difficultés pratiques se retrouvent dès que l'on veut appliquer à n'importe quel phénomène réel la science théorique ainsi constituée. Ces observations ne diminuent pas l'intérêt qui s'attache à une construction axiomatique possédant le degré de perfection qu'on est en droit d'exiger, c'est-à-dire comportant le minimum d'axiomes et de définitions compatibles, à la fois nécessaires et suffisants. » [Borel, 1939, 81].

974. Voir chapitre 5, p. 290.

975. [Fréchet, 1955b].

976. Voir par exemple les discussions sur l'axiomatisation de la théorie des erreurs, chapitre 2 p. 79, et sur les tentatives d'axiomatisation des probabilités voir [Fréchet et Wavre, 1939].

977. Voir p.201.

978. [Lévy, 1925a, 12].

travaux où l'on se contente d'énoncer des axiomes, qui souvent ne sont pas plus évidents que le théorème que l'on veut démontrer, et d'en déduire la démonstration de ce théorème, sont sans intérêt. »⁹⁷⁹ Plus profondément donc, c'est la perte de toute représentation, de tout ancrage dans la réalité et de toute intuition qui rendent les approches axiomatiques fragiles. La place accordée au débat sur les fondements des probabilités signale donc, de nouveau, la volonté des animateurs de faire de l'IHP un lieu où les discussions de la scène internationale sont présentes et les travaux probabilistes développés notamment en Allemagne, en Italie et en URSS sur la question des fondements exposés. S'ils en reconnaissent ainsi l'existence, et réagissent aux discussions, les probabilistes parisiens ne cherchent pas à en devenir des spécialistes.

Richard von Mises et la théorie des collectifs.

Le débat sur les fondements du calcul des probabilités occupe ainsi une partie non négligeable de l'activité probabiliste internationale pendant les années 1920 et 1930. Un travail important, vis-à-vis duquel tous les probabilistes semblent devoir se positionner, est la théorie élaborée par Richard von Mises, qu'il appelle « théorie des collectifs ». D'où l'importance de l'invitation et de la venue de son auteur à l'IHP en novembre 1930⁹⁸⁰.

La carrière de Richard von Mises est marquée par un engagement fort vers l'autonomisation des mathématiques appliquées comme discipline à part entière. Natif de Lemberg (aujourd'hui Lviv en Ukraine) dans l'empire austro-hongrois, il soutient en 1908 une thèse⁹⁸¹, sur l'étude du volant des vilebrequins⁹⁸² à Vienne et l'année suivante, il obtient son *Habilitation* en ingénierie à Brünn. Il est nommé l'année suivante sur un poste à l'université de Strasbourg, où il enseigne les mathématiques appliquées et commence des recherches dans le domaine de l'aéronautique. Il s'engage dans l'aviation autrichienne lors de la Première Guerre mondiale et publie en 1916 un ouvrage sur la conception des avions qui devient rapidement une référence. En 1919, il obtient un poste à Dresde pour enseigner l'aéro- et l'hydrodynamique. L'année suivante, il accepte de prendre la tête l'Institut de mathématiques appliquées de l'université de Berlin où il reste jusqu'en 1933. Il y crée le *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik* dont il prend la direction. Le

979. [Lévy, 1925a, 12].

980. Les 12, 13 et 14 novembre 1930.

981. « Die Ermittlung der Schwungmassen im Schubkurbelgetriebe »

982. Dispositif mécanique utilisé dans les moteurs permettant de transformer un mouvement circulaire en un mouvement linéaire.

premier article publié dans ce périodique, écrit par von Mises, se propose de situer le domaine des mathématiques appliquées par rapport aux mathématiques. Von Mises signale que les problèmes relatifs à la mécanique, à la statistique mathématique et aux probabilités sont au cœur des mathématiques appliquées⁹⁸³ et il mène à Berlin une campagne active pour promouvoir ces disciplines⁹⁸⁴. En raison de ses origines juives, von Mises doit quitter Berlin en 1933 et accepte un poste pour enseigner les mathématiques appliquées à Istanbul en Turquie où il reste jusqu'en 1939 avant de partir pour les États-Unis.

Von Mises inaugure ses travaux probabilistes par la publication de deux articles en 1919. Le premier porte sur certains résultats fondamentaux du calcul des probabilités⁹⁸⁵ et suscite, comme nous l'avons vu plus haut, une réaction immédiate de Pólya. Au contraire, le second⁹⁸⁶ présente la théorie des collectifs et passe plutôt inaperçu. Il faut attendre la publication de son livre *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*⁹⁸⁷ en 1928 pour que la théorie de von Mises suscite des réactions à une échelle internationale, par des mathématiciens et des philosophes, en Union soviétique, en Allemagne, en Autriche et enfin en France⁹⁸⁸.

La théorie des collectifs est notamment âprement discutée dans l'espace soviétique à partir de 1928. Siegmund-Schultze mentionne le rôle joué par le physicien russe Leonid I. Mandel'shtam (1879-1944). Celui-ci rencontre von Mises à l'université de Strasbourg et propose à Aleksandr Y. Khintchin (1894-1959) de traduire le livre de von Mises de 1928. Mandel'shtam utilise la notion de collectifs dans ses travaux de physique et le physicien Mikhail A. Leontovich (1903–1981), qui échange avec Kolmogorov lors de la préparation de ses *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, s'appuie également sur des travaux de von Mises. L'introduction des travaux de von Mises en URSS s'inscrit dans une opposition entre deux approches des mathématiques du hasard qui remonte à plusieurs décennies. L'école de Moscou, représentée par Pavel A. Nekrasov (1853–1924) à la suite de Nikolai V. Bugaiev (1837–1903), développe une approche aux accents métaphysiques par rapport auxquels les deux élèves de Tchebytchev, Markov et Liapounov, à Saint Pétersbourg, prennent leurs distances en mettant l'accent sur les applications et la technique mathématique. L'opposition forte de Markov par rapport à la conception des probabilités

983. [von Mises, 1921].

984. [Siegmund-Schultze, 1993a].

985. [von Mises, 1919a].

986. [von Mises, 1919b].

987. « Probabilité, statistique et vérité », [von Mises, 1928].

988. Sur une discussion des réceptions de la théorie des collectifs, voir [von Plato, 1994, 192-197, 233-237].

de Nekrasov, ainsi que son hostilité bien connue au tsarisme contribue à la promotion des travaux de Markov après 1917⁹⁸⁹. Le contexte scientifique sous le nouveau régime contribue en outre à prolonger les débats autour des probabilités. Après la brève trêve de la Nouvelle politique économique, pendant laquelle la surveillance idéologique du monde académique se fait moins pressante, le durcissement progressif de la dictature stalinienne impose aux mathématiciens, comme le signale Siegmund-Schultze, et en particulier les probabilistes, de défendre leur domaine de recherche quant à leur conformité au matérialisme dialectique au risque de se voir imposer quoi penser par des non-mathématiciens⁹⁹⁰. Dans le domaine des probabilités, la théorie de von Mises alimente le débat depuis 1925, en particulier entre Khintchine et Boris Hessen (1893-1937). Khintchine reconnaît que la notion de fréquence joue un rôle central à l'interface entre la théorie mathématique et la réalité, mais exprime des réserves quant à l'idée, suivie par von Mises, d'en faire le fondement mathématique de la théorie des probabilités. À ce débat mathématique s'ajoutent les questions d'ordre idéologique et philosophique imposées par le contexte soviétique; Khintchine exprime des critiques quant à l'adhésion de von Mises à la philosophie néopositiviste développée à la suite du physicien et philosophe Ernst Mach (1838-1916)⁹⁹¹ qui est la bête noire des idéologues soviétiques depuis qu'il a été attaqué en 1908 par Lénine comme idéaliste bourgeois dans *Matérialisme et empiriocriticisme*.

Dans sa conférence à l'IHP en 1930, publiée dans les *Annales de l'IHP* en 1932⁹⁹², Richard von Mises présente sa théorie des collectifs, en trois parties distinctes. Il commence par une présentation axiomatique de sa théorie. Il poursuit en présentant les résultats fondamentaux (à savoir des théorèmes limites) et termine par l'application de sa théorie à la physique statistique. Von Mises fait ainsi, en français⁹⁹³, devant des mathématiciens et des étudiants parisiens, une présentation large et détaillée de sa théorie. La publication dans les *Annales de l'IHP* est d'ailleurs la première publication en français de Richard von Mises⁹⁹⁴. Cette conférence apparaît en quelque sorte comme une étape inaugurale dans un processus d'examen des recherches de ce mathématicien au sein de l'activité probabiliste parisienne.

La théorie des collectifs telle que von Mises la conçoit vise à formaliser le concept

989. [Mazliak, 2018a].

990. [Siegmund-Schultze, 2004, 388].

991. Voir en particulier [Siegmund-Schultze, 2004, 380-381].

992. [von Mises, 1932].

993. Rappelons que l'ensemble des conférences sont faites en français

994. En se basant sur les données du *Zentralblatt über Mathematik*.

d'aléatoire en tenant ensemble, d'une part la rigueur mathématique, d'autre part une adéquation avec les applications envisagées. Le mathématicien reprend à son compte une critique classique de la définition laplacienne des probabilités, comme rapport des cas favorables sur le nombre total des cas supposés équiprobables car une telle définition circulaire n'est pas toujours applicable en pratique aux situations concrètes. Il mentionne ainsi le cas d'un jeu utilisant un dé pipé pour lequel les cas possibles ne sont pas tous équiprobables, ou le cas de la probabilité de survie, pour laquelle le nombre de cas possibles n'est pas clairement défini. Pour von Mises l'objectif est donc de formaliser une théorie permettant d'être applicable aux jeux de hasard, à la statistique et la physique statistique. Une autre critique, qui constitue la motivation principale de sa théorie, porte sur les questionnements probabilistes eux-mêmes. Il estime en effet que la recherche de la quantification de la survenue d'un événement particulier ne relève pas de la théorie des probabilités, mais d'une recherche empirique. La recherche probabiliste se doit au contraire d'établir des relations entre des grandeurs, de la même façon que la mécanique établit une relation entre la vitesse, la distance et le temps. Dans le cas de la théorie des probabilités, l'objectif doit être de déterminer des « *relations* entre les probabilités supposées données et les probabilités déduites »⁹⁹⁵. Von Mises refuse de parler de « convention »⁹⁹⁶, se distinguant ainsi de Poincaré, dans la mesure où il considère que « tout problème n'est qu'une certaine combinaison des opérations simples et la résolution d'un problème se ramène toujours à une suite d'applications des quatre règles établies »⁹⁹⁷. Ces quatre opérations permettent d'obtenir de nouveaux collectifs à partir d'un ou plusieurs collectifs. Ainsi Richard von Mises estime que sa théorie formalise les problèmes concrets, sans avoir à formuler de convention.

La théorie des collectifs repose sur trois axiomes qui visent à décrire formellement le hasard. Le premier axiome de la théorie affirme que la fréquence de réalisation d'un événement tend, lorsque le nombre d'expériences augmente indéfiniment, vers un nombre appelé probabilité de cet événement. Par ailleurs on impose que cette limite reste identique lorsqu'on fait un « choix de position », c'est-à-dire lorsqu'on extrait de la suite des résultats des expériences une sous-suite suivant un procédé qui dépend des résultats des expériences déjà réalisées. Von Mises traduit cette notion en parlant de l'« impossibilité d'un système

995. [von Mises, 1932, 149].

996. [von Mises, 1932, 153].

997. [von Mises, 1932, 153].

à jouer »⁹⁹⁸. L'exposé décrit ensuite les opérations sur les collectifs, permettant d'établir les résultats fondamentaux des probabilités : formule des probabilités totales, formule de Bayes. Dans un second temps, et se plaçant toujours dans le cadre de sa théorie des collectifs, von Mises aborde l'application des probabilités à des questions de physique statistique. Il propose une étude des chaînes de Markov à espace fini d'états en utilisant les résultats de Frobenius sur la décomposition des matrices de passage. Il étudie également le temps de passage dans chaque état puis applique ces résultats à la théorie cinétique des gaz pour laquelle il obtient un théorème de type ergodique. Notons d'ailleurs que cette dernière partie a certainement suscité beaucoup d'intérêt de la part de Borel et de Fréchet.

Francesco Cantelli et la convergence en probabilité.

Cantelli s'oppose à l'idée d'une probabilité comme limite, au sens classique de l'analyse, d'une suite de fréquences relatives. Cette critique est le résultat d'un débat italien dont il rend partiellement compte pendant la conférence, débat qui porte sur l'affirmation de Montessus de Ballore⁹⁹⁹ qui définit en 1908, à la suite de Cesàro, la probabilité comme une limite de fréquences¹⁰⁰⁰ que Cantelli note $\frac{\nu_n}{n}$. Selon Cantelli, les discussions mettent en avant quatre questions : « le théorème de Bernoulli est-il compatible avec $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\nu_n}{n} = p$? Ensuite peut-on construire une suite ε_n tendant vers 0 telle que la probabilité que $|\frac{\nu_k}{k} - p| < \varepsilon_k$ pour tout $k \geq n$ tende vers l'unité ? De plus la version de la loi des grands nombres qui se rapporte à des moyennes de variables aléatoires indépendantes est-elle compatible avec l'assertion que les moyennes observées convergent vers un nombre déterminé ? Enfin cette dernière assertion peut-elle être justifiée, au moins avec une grande probabilité, et sous quelles conditions ? »¹⁰⁰¹ Cantelli ne rend en fait pas compte de la totalité des discussions qui eurent lieu. Il signale le résultat présenté par Castelnuovo en 1916 au *Seminario matematico* de Rome du 27 mai 1916 stipulant que la réponse à la première question est négative. Cantelli estime que « c'est seulement après l'avoir établi et précisé convenablement qu'on peut affirmer qu'en augmentant le nombre des épreuves, la fréquence d'un événement tend, avec une certitude pratique, vers la valeur de la probabilité. »¹⁰⁰² Ces discussions ont amené Cantelli à envisager un autre mode de

998. [von Mises, 1932, 142].

999. Voir précédemment, p. 225.

1000. Voir citation plus haut, [de Ballore, 1908a, 4].

1001. [Cantelli, 1935, 40].

1002. [Cantelli, 1935, 42].

convergence, la convergence en probabilité. Considérant une suite de variables aléatoires (variables éventuelles, dans la terminologie de l'époque) $(X_n)_{n \geq 1}$, on dit qu'« elle tend, au sens du calcul des probabilités, vers un nombre fixe N , si, en désignant par η un nombre positif quelconque fixé d'avance, la probabilité P_n pour que la variable éventuelle X_n prenne une valeur dans l'intervalle $(N - \eta; N + \eta)$ [...] est telle que $\lim_{n \rightarrow \infty} P_n = 1$. »¹⁰⁰³ Sur la base de cette définition, Cantelli propose un programme de travail précis : « examiner, en vue des applications, jusqu'à quel point les théorèmes relatifs à la convergence ordinaire, sont valables pour la convergence au sens du calcul des probabilités. »¹⁰⁰⁴ De plus il énonce la définition de la convergence uniforme, terme qu'il attribue à Fréchet¹⁰⁰⁵, $\lim_{n \rightarrow \infty} \mathbf{P} \left\{ \left| \frac{\sum_{\ell=1}^k X_\ell - \mathbf{E}X_\ell}{k} \right| \leq \epsilon_k, \forall k > n \right\} = 1$ où $\epsilon_n \rightarrow 0$, convergence qui revient en fait à la convergence presque sûre des $\frac{\sum_{\ell=1}^k X_\ell - \mathbf{E}X_\ell}{k}$ vers 0.

Les questions concernant les modes de convergence dans la théorie des probabilités forment un thème qui avait concerné Fréchet dès le début de ses travaux probabilistes à son arrivée à Strasbourg. L'étude des espaces abstraits l'avait conduit en particulier à étudier différentes topologies, dont il donna un exposé dans un article du *Bulletin of the Calcutta mathematical society* en 1921¹⁰⁰⁶. À la lecture de l'article de Cantelli de 1916¹⁰⁰⁷ et stimulé par ses enseignements à Strasbourg, qui le conduisent à « concentrer [ses] pensées beaucoup plus qu'antérieurement, sur le calcul des probabilités », il est « tout naturellement conduit à transposer dans le langage des probabilités avec les modifications et les précautions convenables » des considérations sur les espaces abstraits¹⁰⁰⁸. Dans son mémoire de 1930¹⁰⁰⁹, Fréchet transpose la convergence en mesure, la convergence presque partout et la convergence uniforme presque partout sous la forme de convergence en probabilité, convergence presque sûre (« convergence presque toujours ») et la « convergence uniforme en probabilité ». Cette traduction lui permet d'aborder une généralisation des travaux de Cantelli sur les modes de convergence probabiliste. Si le mathématicien italien n'envisage que des convergences de variables aléatoires vers une constante, tant en 1916 que dans sa conférence de 1935, Fréchet propose en 1930 d'étudier la convergence d'une

1003. [Cantelli, 1935, 43].

1004. [Cantelli, 1935, 44].

1005. [Cantelli, 1935, 43].

1006. [Fréchet, 1921].

1007. [Cantelli, 1916].

1008. [Fréchet, 1930a, 4].

1009. [Fréchet, 1930a].

suite de variables aléatoires vers une variable aléatoire. Notons que Fréchet, à l'instar de Paul Lévy, a trouvé dans le calcul des probabilités un domaine mathématique où il peut réinvestir ses recherches en analyse.

Partant du fait qu'il existe un mode de convergence propre aux probabilités, Cantelli propose sa propre axiomatisation du domaine. La théorie proposée vise à donner un formalisme suffisamment clair pour lever toute ambiguïté de langage, en particulier sur les modes de convergence. Elle traduit également une certaine interprétation des probabilités. Cantelli présente une « théorie abstraite » du calcul des probabilités dans le cadre de la théorie de la mesure. Pour l'auteur, la probabilité est une notion empirique qui, en tant que telle, ne saurait vraiment recevoir de définition satisfaisante¹⁰¹⁰. Ainsi « pour qu'une "théorie abstraite du calcul des probabilités", mérite réellement son nom, elle ne doit faire appel à aucune notion ayant un caractère empirique : elle ne doit donc pas utiliser les notions de cas possibles, d'événements, de probabilités, de dépendance ou d'indépendance d'événements, etc. »¹⁰¹¹ La théorie proposée est donc une théorie de la mesure finie : à la notion de probabilité correspond le concept abstrait de mesure finie d'un ensemble, à la notion d'indépendance il substitue la notion d'« aire multipliable » et enfin il introduit la notion de variable aléatoire (qu'il appelle également variable pondérée) comme application définie sur un ensemble¹⁰¹². Il traduit dans ce cadre théorique le théorème de Bernoulli (loi des grands nombres) et la loi uniforme des grands nombres. Pour cela il propose un procédé par récurrence de construction d'une suite de variables pondérées complètement multipliables $(X_n)_{n \geq 1}$ et pose $\nu_n = X_1 + \dots + X_n$. Le théorème de Bernoulli se formule alors ainsi : « ε étant un nombre positif donné aussi petit que l'on voudra, la mesure totale des aires dans lesquelles $\frac{\nu_n}{n}$ prend des valeurs comprises dans l'intervalle $p - \varepsilon, p + \varepsilon$ tend vers l'unité lorsque n augmente indéfiniment. »¹⁰¹³ Cantelli insiste à nouveau sur le fait qu'« on n'a [...] pas le droit de dire que $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\nu_n}{n} = p$ dans le sens ordinaire de l'analyse. »¹⁰¹⁴ En effet, le choix d'une « définition de la probabilité fondée sur des considérations de fréquence »¹⁰¹⁵ revient justement à considérer que la fréquence tend vers la probabilité p au sens ordinaire de l'analyse. On ne peut donc pas assigner une probabilité à une suite

1010. « Il est certain que la définition physique de la probabilité n'est pas satisfaisante, mais ce défaut est partagé par toutes les définitions à caractère physique. » [Cantelli, 1935, 32].

1011. [Cantelli, 1935, 15].

1012. [Cantelli, 1935, 15-21].

1013. [Cantelli, 1935, 21-23].

1014. [Cantelli, 1935, 27].

1015. [Cantelli, 1935, 32].

de fréquences observées car pour estimer la probabilité à partir des fréquences, il faudrait faire une infinité d'observations d'une suite infinie, ce qui est pratiquement impossible¹⁰¹⁶. Comme le signale Benzi, Cantelli est proche du conventionnalisme de Poincaré auquel il se réfère d'ailleurs¹⁰¹⁷. Il affirme notamment que l'application de la théorie abstraite repose sur des conventions avec lesquelles on exploite le principe des probabilités totales et des probabilités composées ou la formule de Bayes¹⁰¹⁸.

Pour terminer signalons que l'attention portée par Cantelli aux applications est indissociable des questionnements théoriques présentés dans la conférence. S'il insiste sur l'importance d'ériger une théorie dépourvue de notions empiriques, c'est paradoxalement pour que les résultats théoriques puissent être utilisés en pratique dans des situations variées. Ainsi il présente une version très générale d'« un théorème fondamental de la statistique mathématique » qui stipule que, presque sûrement, la fonction de répartition empirique d'une loi converge uniformément vers la fonction de répartition empirique de la loi. Pour cet énoncé du théorème de Glivenko-Cantelli, Cantelli se réfère en particulier à l'article de Glivenko publié dans le *Giornale dell'Istituto Italiano degli assicuratori*¹⁰¹⁹.

Bruno de Finetti et le subjectivisme

Une deuxième critique de la théorie des collectifs de Mises vient d'un autre Italien, Bruno de Finetti qui fait une conférence en 4 séances en mai 1935¹⁰²⁰ suite à l'invitation faite par Fréchet et Darmon en novembre 1934. La position de ce jeune mathématicien tranche radicalement avec les positions de ses deux prédécesseurs.

Bruno de Finetti avait commencé ses études au *Politecnico* de Milan en 1923 avant d'intégrer la faculté de mathématiques de la ville en 1925. Il y soutint une thèse de géométrie affine en 1927. Dès 1926, Bruno de Finetti s'intéresse à la statistique et s'oriente progressivement vers les probabilités, les mathématiques actuarielles et financières et enfin l'économie. Cette même année, il avait découvert les travaux du biologiste italien Carlo Foà (1880-1971), auquel de Finetti envoie un travail sur la génétique mendélienne. Présenté par Foà à Gini, l'article paraît en 1926¹⁰²¹, et joue un rôle décisif pour de Finetti qui

1016. [Cantelli, 1935, 32-37].

1017. [Cantelli, 1935, 28].

1018. [Cantelli, 1935, 32].

1019. [Glivenko, 1933].

1020. 2,3, 6 et 9 mai 1935. Dossier de Finetti, Archives de l'IHP.

1021. [de Finetti, 1926].

obtient rapidement un poste à l'ISTAT dirigé par Gini. En 1931, de Finetti entre comme actuaire aux *Assicurazioni Generali* à Trieste. En parallèle il commence à enseigner à l'université à Trieste et à Padoue.

Bruno de Finetti se fait connaître sur la scène internationale à partir de 1928 quand il commence à publier une série d'articles sur les processus aléatoires à accroissements indépendants et stationnaires. Pour un tel processus X , il obtient notamment une première expression de la fonction caractéristique de la loi de $X(t)$. De Finetti s'est familiarisé avec les fonctions caractéristiques par la lecture de Castelnuovo¹⁰²² et Lévy¹⁰²³. Pour obtenir cette fonction caractéristique il est conduit à considérer la notion de loi indéfiniment divisible. Au même moment, Kolmogorov, suivi par Khintchine, commence ses recherches sur les processus aléatoires markoviens. En 1932, Kolmogorov publie une note¹⁰²⁴ prolongeant les résultats obtenus par de Finetti et présentés à l'*Accademia dei Lincei* par Castelnuovo en 1929¹⁰²⁵. La correspondance de De Finetti contient des échanges avec Kolmogorov au cours de l'année 1931 sur les fonctions caractéristiques de la loi d'un processus aléatoire à accroissements indépendants

L'étude des processus aléatoires par de Finetti s'appuie sur le concept d'événements équivalents où l'hypothèse d'indépendance est remplacée par une condition moins forte, l'« échangeabilité » signifiant l'invariance des lois conjointes par permutation des composantes. Jules Haag avait esquissé en 1924 au Congrès international de Toronto quelques premières conséquences d'une telle hypothèse mais de Finetti obtint des résultats remarquable de représentation à la fin des années 1920¹⁰²⁶. Khintchine s'était ensuite intéressé à ces travaux et avait publié un article en 1932 dans lequel il retrouva le théorème de représentation obtenu par de Finetti et une loi des grands nombres pour des événements qu'il qualifia d'équivalents. En 1933, de Finetti publia trois nouvelles notes présentant une généralisation de ces résultats aux variables aléatoires en reprenant le terme « équivalents » utilisé par Khintchine plutôt qu'« échangeables ». De Finetti vient présenter ces résultats dans sa conférence de 1935 à l'IHP.

Sa réflexion de praticien des mathématiques du hasard conduit de Finetti à une opposition résolue à l'hypothèse d'additivité dénombrable des mesures de probabilités qui

1022. [Castelnuovo, 1919].

1023. [Lévy, 1925a].

1024. [Kolmogorov, 1932].

1025. [de Finetti, 1929c, de Finetti, 1929b, de Finetti, 1929a].

1026. [Regazzini, 1987].

lui sembler relever d'un pur idéalisme. Il milita pour développer une théorie fondée uniquement sur l'additivité finie dans des articles publiés aux *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere* en 1930¹⁰²⁷. Fréchet prit connaissance de ces travaux auxquels il fit référence dans son cours à l'IHP en 1930, quand il y aborda la question de l'additivité des mesures de probabilité. Fréchet y défendait l'idée qu'on ne peut pas déduire l'additivité dénombrable de l'additivité finie. Dans deux notes en 1930 répondant à celles de de Finetti¹⁰²⁸, Fréchet maintient la validité, au moins à titre d'axiome, de l'additivité dénombrable¹⁰²⁹.

Sans clairement se prononcer sur l'additivité dénombrable dans sa conférence de 1935, de Finetti rappelle toute fois que « les opinions divergent seulement sur un point : à savoir sur la question si ces fonctions ont besoin d'être simplement ou complètement additives »¹⁰³⁰. Plato souligne que cette position est directement liée à l'interprétation subjectiviste développée par de Finetti qui affirme que toute probabilité est toujours le résultat d'une évaluation individuelle¹⁰³¹. Cette approche le conduit à la formalisation originale présentée dans sa conférence à l'IHP. Cette théorie réalise une jonction entre approche qualitative et quantitative. La première est exprimée par quatre axiomes traduisant une forme d'ordre probabiliste sur les événements¹⁰³² :

1. un événement est aussi probable, plus probable ou moins probable qu'un autre.
2. un événement est toujours plus probable qu'un événement impossible et moins probable qu'un événement certain.
3. le caractère probable est transitif; si E' est plus probable que E et si E est plus probable que E'' alors E' est plus probable que E'' .
4. Si E_1 est plus probable que E_2 et si E'_1 est plus probable que E'_2 alors $E_1 \cup E'_1$ est plus probable que $E_2 \cup E'_2$.

De Finetti présente ensuite deux méthodes pour quantifier cet ordre. La première consiste à utiliser une partition en événements considérés comme équiprobables par la personne

1027. [de Finetti, 1930c, de Finetti, 1930b, de Finetti, 1930a].

1028. [Fréchet, 1930b, Fréchet, 1930c].

1029. Sur le subjectivisme de De Finetti voir [Regazzini, 2013]. Voir également une discussions sur les implications mathématiques du subjectivisme de De Finetti dans [von Plato, 1994, 238-278]. Notons également que la question de l'additivité, reste un sujet mentionné dans la correspondance entre Fréchet et de Finetti en 1936.

1030. [de Finetti, 1937, 57].

1031. [von Plato, 1994, 276-278].

1032. [de Finetti, 1937, 4-5].

évaluant les probabilités. La seconde s'appuie sur une méthode de pari : on considère « le prix p pour lequel [un individu] serait disposé à échanger la possession d'une somme quelconque S (positive ou négative) subordonnée à l'arrivée d'un événement donné, E , avec la possession de la somme pS ; nous dirons par définition que ce nombre p est la mesure du degré de probabilité attribué par l'individu considéré à l'événement E , ou plus simplement, que p est la probabilité de E (selon l'individu considéré ; cette précision pourra d'ailleurs être sous-entendue s'il n'y a pas d'ambiguïté). »¹⁰³³ Cette seconde méthode souligne clairement le caractère subjectif de la notion de probabilité, en mettant en avant que la valeur attribuée dépend de l'individu confronté à cette évaluation, et le contraint à introduire un principe de cohérence qui assure l'impossibilité de parier en gagnant à coup sûr¹⁰³⁴. La définition même des probabilités change la nature des objets étudiés dans cette théorie. Ainsi « l'objet du calcul des probabilités n'est donc plus une seule fonction $\mathbf{P}(E)$ des événements E [...] mais l'ensemble de toutes les fonctions $\mathbf{P}(E)$ correspondant à des opinions admissibles. »¹⁰³⁵ La probabilité est donc une fonction définie sur un ensemble \mathcal{E} d'ensembles E (les événements) ce qui amène une question originale : « quels sont les événements E pour lesquels la probabilité est déterminée par la connaissance des probabilités attribuées aux événements d'une certaine classe \mathcal{E} ? »¹⁰³⁶ Cette question l'amène à la notion de probabilité conditionnelle en introduisant des événements subordonnés : l'événement E' subordonné à E'' , noté $\frac{E'}{E''}$, défini comme des événements pouvant prendre trois valeurs : vrai si E' et E'' sont réalisés simultanément, faux si E'' est réalisé mais pas E' , nul si E'' n'est pas réalisé. Il introduit alors un modèle de jeu et de mises : « Si S est l'enjeu, la mise à verser sera pS , et le gain $(1-p)S$, $-pS$ ou 0 selon que $\frac{E'}{E''}$ est vrai, faux ou nul. »¹⁰³⁷. À l'aide de cette notion de probabilités subordonnées, de Finetti obtient le théorème des probabilités composées $P(E' \cap E'') = P(E')P\left(\frac{E'}{E''}\right)$ ainsi que le théorème de Bayes $P\left(\frac{E''}{E'}\right) = P(E'')\frac{P\left(\frac{E'}{E''}\right)}{P(E')}$.

Si de Finetti est certainement seul à adopter une position radicale dans cette direction, d'autres probabilistes envisagent une interprétation subjective des probabilités dans le cas d'un événement isolé. En 1924, dans une recension consacrée au livre de Keynes¹⁰³⁸, Borel

1033. [de Finetti, 1937, 6].

1034. [de Finetti, 1937, 7].

1035. [de Finetti, 1937, 9].

1036. [de Finetti, 1937, 9].

1037. [de Finetti, 1937, 14].

1038. [Keynes, 1921].

propose une méthode similaire d'évaluation d'une probabilité à l'aide d'une méthode de pari inspirée du système de l'offre et de la demande régissant le prix d'une action à la bourse¹⁰³⁹. De Finetti apprend l'existence de ce texte dans une lettre envoyée le 21 janvier 1938 par Borel qui vient de recevoir le volume des *Annales de l'IHP* contenant la conférence de son correspondant et qui lui signale qu'ils partagent des points de vue voisins sur l'interprétation des probabilités. Dans sa réponse, de Finetti le remercie et confirme qu'il a la même impression depuis la lecture du fascicule « Application à l'arithmétique » du *Traité*¹⁰⁴⁰. Le 16 janvier 1939, De Finetti écrit à nouveau à Borel, après avoir reçu une copie de la « Valeur pratique et philosophique des probabilités »¹⁰⁴¹ et l'avoir lu avec beaucoup d'intérêt. Borel y développe la notion de probabilité subjective¹⁰⁴² et la probabilité d'un cas isolé¹⁰⁴³ pour laquelle il fait justement référence à la conférence de De Finetti.

Maurice Fréchet montre également un regain d'intérêt pour les travaux de De Finetti à la suite de sa conférence à l'IHP. Dans une lettre du 1^{er} mai 1936, Fréchet affirmait que « sur [sa] demande, M. Picard veut bien accepter [le] mémoire (Les probabilités nulles) [de De Finetti] dans le *Bulletin des sciences mathématiques* ou dans les *Annales de l'École normale supérieure*. » Ce mémoire est finalement publié dans le *Bulletin des sciences mathématiques*¹⁰⁴⁴. L'année suivante, à la suite du Colloque sur le calcul des probabilités de Genève d'octobre 1937 sur lequel nous revenons plus tard, Fréchet propose de faire un exposé sur « le côté purement mathématique » de la théorie des événements équivalents au séminaire de probabilités de la chaire de CPPM. Dans une lettre du 4 décembre 1937 à De Finetti, Fréchet exprime sa difficulté à distinguer la notion d'événements équivalents et d'événements indépendants et, une semaine avant son intervention au séminaire, lui demande s'il peut lui fournir une description complète d'un exemple concret. De Finetti lui répond le 7 décembre et propose plusieurs exemples de modèles d'urnes, en utilisant notamment le modèle de contagion présenté par Pólya à l'IHP. Le 11 décembre 1937, Fréchet répond et donne une idée de la réception de ces idées au sein du séminaire : il relate que certains auditeurs trouvèrent les exemples un peu artificiels, et lui suggère d'élaborer des exemples précis se ramenant « moins facilement à des cas d'indépendance ». Fré-

1039. [Borel, 1924d, 332-333].

1040. [Borel et Dubreil, 1926].

1041. [Borel, 1939].

1042. [Borel, 1939, 70-77].

1043. [Borel, 1939, 84-86, 104-107].

1044. [de Finetti, 1936].

chet signale d'ailleurs qu'à ce titre le modèle de contagion de Pólya est plus satisfaisant. La discussion semble alors s'orienter dans une direction philosophique où Fréchet énonce clairement sa conviction d'une valeur objective de la notion de probabilité dont la quantification ressort toutefois d'une convention : il écrit que « la probabilité d'un événement est indépendante de nos connaissances. Elle est fixée par la convention que nous faisons pour la définir au moment où nous décrivons qu'il s'agit de la probabilité de tel phénomène dans telle catégorie d'épreuve. » Malgré une opposition philosophique assez nette avec son correspondant, Fréchet admet que la notion d'équivalence est une généralisation intéressante de l'indépendance.

De Finetti cherche à s'insérer également dans les milieux philosophiques car ses prises de positions sur les probabilités subjectives s'inscrivent dans une réflexion philosophique sur la connaissance. Dans sa conférence de mai 1935, de Finetti se positionne par rapport au problème de l'induction. Son exposé vise à donner une solution au problème du raisonnement inductif qu'il estime être toujours sans solution satisfaisante¹⁰⁴⁵. Selon ses termes, ce problème consiste, en « la question des relations entre l'observation des fréquences passées et la prévision de fréquences futures »¹⁰⁴⁶. La notion d'événements équivalents donne une « explication de l'influence exercée par l'expérience sur nos prévisions futures »¹⁰⁴⁷ qui renferme « le problème même du raisonnement par induction »¹⁰⁴⁸. Cette notion sert à remplacer la notion « nébuleuse et inexacte d' "événements indépendants avec probabilité fixe inconnue" »¹⁰⁴⁹ par l'idée claire que l'ordre de réalisation des événements n'intervient pas dans l'évaluation d'une probabilité, tout en suggérant qu'un raisonnement similaire pourrait permettre de traiter le cas où l'ordre des épreuves joue un rôle. Dans ce cas, l'évaluation de la probabilité de la $(n + 1)$ -ème épreuve connaissant les n précédentes, $\mathbf{P}(E_{n+1})$, ne serait pas corrigée par la connaissance de l'événement A décrivant les résultats précédents mais le « jugement sera exprimé non par la probabilité $\mathbf{P}(E_{n+1})$, mais par la probabilité $\mathbf{P}\left(\frac{E_{n+1}}{A}\right)$ »¹⁰⁵⁰ ce qui explique que « nos prévisions varient lorsqu'un changement a lieu dans des circonstances connues. »¹⁰⁵¹ De Finetti ajoute

1045. « [L]e problème [du raisonnement par induction] qui n'a jamais reçu de solution satisfaisante jusqu'à présent » [de Finetti, 1937, 25].

1046. [de Finetti, 1937, 25].

1047. [de Finetti, 1937, 24].

1048. [de Finetti, 1937, 25].

1049. [de Finetti, 1937, 50].

1050. [de Finetti, 1937, 54].

1051. [de Finetti, 1937, 55].

que cette affirmation est non seulement vraie pour « l'homme de la rue »¹⁰⁵² mais également dans le domaine de la science. Il opère ainsi un renversement fort par rapport au déterminisme classique et affirme qu'il existe un abîme apparent si l'on se place du point de vue subjectiviste entre des lois déterministes qui décrivent la réalité et les lois statistiques qui expriment une opinion. « Pour franchir cet abîme, le point de vue adopté jusqu'ici nous conduit tout naturellement à une solution qui est exactement l'opposée de celle qu'on envisage habituellement : au lieu d'étendre le caractère de réalité des lois classiques aux lois de probabilité, on peut essayer au contraire de faire participer ces mêmes lois classiques au caractère subjectif des lois statistiques. »¹⁰⁵³ Ainsi, pour de Finetti, les lois déterministes ont une valeur subjective dans la mesure où nous estimons très peu probable qu'elles soient démenties par l'expérience¹⁰⁵⁴. Il retrouve ainsi, bien que dans un contexte différent, l'affirmation de Poincaré, que « sans [le calcul des probabilités] la Science serait impossible »¹⁰⁵⁵ car il est la prémisse au raisonnement par induction.

La publication dans les *Annales de l'IHP* de sa conférence permet en fait à de Finetti de prendre contact avec les milieux philosophiques français. Comme nous l'avons vu au chapitre précédent¹⁰⁵⁶, le physicien Alexandre Proca assure le rôle de secrétaire de rédaction de ce périodique en août 1936 et il s'occupe en particulier de l'édition de la conférence de De Finetti¹⁰⁵⁷, ce qui suscite des échanges sur le contenu, peu sur le détail mathématique, mais surtout quant à des éléments de rédaction du texte. De Finetti profite de ces échanges pour demander des conseils pour publier un article de philosophie, et signale sa préférence pour une publication en France, dans la mesure où cet article complète sa conférence à l'IHP. Proca lui suggère la « Bibliothèque de philosophie scientifique » chez Flammarion, rappelant que Poincaré y a publié ses articles philosophiques. Il lui suggère également les « Actualités scientifiques et industrielles » chez Hermann, collection dédiée entre autres à la philosophie scientifique dirigée par Louis de Broglie, alors professeur à la chaire de théorie physique de l'IHP. C'est finalement vers la Bibliothèque de philosophie scientifique, dirigée par Paul Gaultier (1872-1960), que de Finetti se tourne. Il prend contact avec Gaultier par une lettre et par l'envoi d'un tiré à part de sa conférence. En retour Gaultier affirme avoir été informé du projet de De Finetti par Proca. En parallèle,

1052. [de Finetti, 1937, 16].

1053. [de Finetti, 1937, 64].

1054. [de Finetti, 1937, 65].

1055. [de Finetti, 1937, 65].

1056. Voir chapitre 3, p. 173.

1057. Voir chapitre 3, p. 173.

en octobre 1937, de Finetti envoie aussi un tiré à part au philosophe Louis Rougier qui lui répond être intéressé par ses recherches sur la « logique probabilitaire ». Louis Rougier est en effet engagé dans « groupe de philosophes scientifiques de langue française » constitué au Collège de France autour de Léon Brillouin et son assistant Jean Mariani qui organise une rencontre de réflexions sur le calcul des probabilités à Morgat dans le Finistère en septembre 1938, rencontre qui vise à « dégager les conditions d'une orientation commune ». Rougier y invite chaleureusement De Finetti en lui envoyant le programme de la rencontre mais ce dernier doit décliner. De façon significative, Fréchet, mis au courant par Jean-Louis Destouches du projet de rencontre, avait lui aussi suggéré à De Finetti de s'y faire inviter ¹⁰⁵⁸.

Hans Reichenbach et le logicisme du Cercle de Vienne.

L'intérêt de de Finetti pour les philosophes souligne également que la théorie des probabilités est examinée de près par certains groupes philosophiques pendant l'entre-deux-guerres. Richard von Mises est proche de certains membres du cercle de Vienne, dès les années qui précèdent la Première Guerre mondiale. À ce moment les discussions à Vienne entre Philipp Franck (1884-1966), Otto Neurath (1882-1945), Hans Hahn (1879-1934) et Richard von Mises portent sur les travaux de Ernst Mach et cherchent une synthèse entre le positivisme de Mach et le conventionnalisme de Poincaré. Les discussions conduisent à une réévaluation du positivisme à la lumière de la logique moderne. Suite à la Première Guerre mondiale, von Mises continue d'être un acteur majeur pour l'empirisme logique quoiqu'avec quelque distance et certains désaccords. Il publie en particulier son livre de 1928 ¹⁰⁵⁹ dans la collection « *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung* » dirigée par Philipp Frank et Moritz Schlick (1882-1936).

Von Mises est également proche du groupe de Berlin animé par Hans Reichenbach, un fervent tenant de l'approche fréquentiste des probabilités. Hans Reichenbach ¹⁰⁶⁰ a une formation scientifique large, incluant philosophie, sciences et ingénierie. Originaire de Hambourg, il part étudier l'ingénierie à la *Technische Hochschule* de Stuttgart entre 1910 et 1911. Il étudie ensuite la philosophie, les mathématiques et la physique successivement à Berlin, Munich, et Göttingen où il soutient une thèse en 1915 sur « le concept de

1058. L'histoire très mouvementée des entretiens de Morgat et de leur publication sous l'occupation est actuellement étudiée par Christophe Eckes et Laurent Mazliak.

1059. [von Mises, 1928].

1060. [Clay, 1953, Glymour et Eberhardt, 2016, Eberhardt et Glymour, 2011].

probabilités dans la représentation mathématiques de la réalité »¹⁰⁶¹. Il est mobilisé lors de la Première Guerre mondiale jusqu'en 1917, et devient alors ingénieur pour une entreprise de radiocommunication. En 1920, il enseigne la physique au *Technische Hochschule* de Stuttgart, et obtient un poste en philosophie à l'université de Berlin en 1926. À partir de 1930, Reichenbach et Rudolf Carnap (1891-1970) éditent le périodique *Erkenntnis*. D'origine juive, il est contraint à l'exil en 1933 et part pour Istanbul avec un groupe de 32 autres professeurs allemands, dont fait partie von Mises. En 1938, il obtient un poste à l'université de Californie à Los Angeles où il reste jusqu'à la fin de sa carrière.

L'invitation de Reichenbach à l'IHP résulte de l'intervention directe de Rougier. En décembre 1935, Rougier écrit à Borel pour lui signifier le désir de Reichenbach de venir faire une telle conférence. Ce désir est sans doute nourri par le fait que von Mises a lui-même trouvé à Paris un lieu de discussion pour ses travaux. Le nom de Reichenbach est alors proposé l'année suivante au comité de direction de l'IHP. Il fait en mai 1937 une conférence en 6 séances¹⁰⁶² dans l'amphithéâtre Hermite. Il y présente sa théorie des probabilités dont l'objectif est de réconcilier la « structure interne »¹⁰⁶³ et « les relations entre probabilité et réalité »¹⁰⁶⁴. La conférence s'inscrit ainsi explicitement à la croisée des mathématiques et de la logique. Du côté mathématique, Reichenbach se propose de donner un fondement axiomatique de la théorie des probabilités, du côté de la logique il propose de reformuler le problème de l'induction. Cette démarche vise à expliciter le rôle des probabilités dans la démarche scientifique et présente ainsi une réflexion entamée dès sa thèse, vingt ans plus tôt.

Reichenbach s'attache à établir une relation entre formalisation mathématique et formalisation logique. Il présente son analyse du problème de l'induction en commençant par énoncer une conception logique de la probabilité vue « non comme fréquence d'événements, mais comme fréquence de propositions coordonnées. »¹⁰⁶⁵. En outre, un énoncé probabiliste est assimilable à un pari, car « les prédictions ne sont pas des propositions vraies, mais des mises possédant un certains poids. »¹⁰⁶⁶. Sur cette base, Reichenbach présente les tables de vérité de ce qu'il appelle la « logique probabilitaire » et montre ensuite

1061. « Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit » [Reichenbach, 1916].

1062. Jeudi 27, samedi 29, lundi 31 mai, jeudi 3, vendredi 4 et lundi 7 juin.

1063. [Reichenbach, 1937, 269].

1064. [Reichenbach, 1937, 269].

1065. [Reichenbach, 1937, 321].

1066. [Reichenbach, 1937, 317].

que « l'on peut transformer un système d'énoncés appartenant à la logique probabilitaire, donc des mises, en un système d'énoncés à deux valeurs. »¹⁰⁶⁷. Cette transformation consiste à définir des seuils, $p_1 \leq p_2$, de probabilité. Tous les événements de probabilité inférieure à p_1 étant considérés comme faux et ceux de probabilité supérieure à p_2 étant considérés comme vrais, les autres étant considérés comme indéterminés et à ce titre sont exclus. Une fois cela fait, Reichenbach aborde le problème de l'induction qu'il énonce ainsi : « si une section de n termes d'une série x_i présente la fréquence f^n pour les termes appartenant à la classe B, nous misons sur le fait que la fréquence pour une prolongation de la série converge vers une limite p à l'intérieur de $f^n \pm \delta$. »¹⁰⁶⁸, pour un nombre $\delta > 0$. Les deux observations de Hume sur le principe d'induction restent valables : d'une part ce principe « ne se base pas sur une nécessité logique »¹⁰⁶⁹ ; d'autre part il « ne peut être considéré comme fondé sur l'expérience car une pareille inférence serait elle-même une inférence inductive, et la démonstration constituerait un cercle vicieux. »¹⁰⁷⁰. Reichenbach soutient toutefois la thèse que « la possibilité de prédire suppose la possibilité d'une classification telle que le procédé de l'induction répétée mène au succès. »¹⁰⁷¹ L'induction apparaît ainsi comme le meilleur moyen à disposition dans un processus de perfectionnement. Reichenbach estime en effet que « le principe de l'induction [...] fournit la mise la plus favorable parce qu'il détermine la seule mise dont nous sachions qu'elle mène au succès, si ce succès est possible. »¹⁰⁷² Les inductions enchaînées permettent ainsi d'arriver plus vite au succès d'où « le rôle dominant dévolu au calcul des probabilités dans la construction de la science. »¹⁰⁷³

Malgré certaines proximités entre les idées de Reichenbach et de von Mises, les deux scientifiques manifestent certaines oppositions qui s'inscrivent dans un contexte plus global de divergence entre le groupe de Berlin et le cercle de Vienne¹⁰⁷⁴. Dans son article sur le parcours intellectuel de Hans Reichenbach, Stadler¹⁰⁷⁵ montre que les discussions avec von Mises durent sur toute la période où les deux hommes sont à Istanbul et aux États-Unis. Il souligne que Reichenbach insiste sur une approche logique des probabilités et

1067. [Reichenbach, 1937, 330].

1068. [Reichenbach, 1937, 334].

1069. [Reichenbach, 1937, 334].

1070. [Reichenbach, 1937, 335].

1071. [Reichenbach, 1937, 339].

1072. [Reichenbach, 1937, 346].

1073. [Reichenbach, 1937, 346].

1074. [Milkov, 2013].

1075. [Stadler, 2011].

utilise donc le calcul des probabilités en vue de résoudre le problème de l'induction sur la base d'une interprétation fréquentiste, et Von Mises critique la généralisation opérée par Reichenbach de la règle d'induction à la vie quotidienne¹⁰⁷⁶.

L'ensemble de ces quatre conférences que nous venons d'examiner montre ainsi l'existence d'un débat sur la scène de l'IHP sur les fondements théoriques des probabilités suivant plusieurs axes complémentaires. L'opposition entre une interprétation objective et subjective reste la toile de fond des discussions, et trouve, avec la position radicale de De Finetti un certain renouvellement. Les conférences illustrent en outre la difficulté à positionner la théorie des probabilités entre formalisation mathématique et applications.

La pratique des conférences à l'IHP montre la volonté de permettre la constitution d'un champ probabiliste autonome vis à vis d'autres disciplines à Paris et celle d'alimenter les recherches locales en faisant intervenir des scientifiques étrangers. Les dirigeants de l'IHP choisissent des conférenciers porteurs d'une culture probabiliste riche et capable d'informer sur les problèmes contemporains. La scène de l'IHP permet ainsi de réaliser une synthèse de recherches menées sur l'espace européen. Un exemple de cette synthèse est donné dans le dernier volume du *Traité du calcul des probabilités*, « Valeur pratique et philosophie des probabilités » rédigé par Borel, censé être une conclusion à cet ensemble éditorial et scientifique, dans lequel il reprend largement et explicitement des discussions exposées à l'IHP¹⁰⁷⁷. Dans le même mouvement ces conférences propulsent les probabilistes parisiens comme des acteurs majeurs de la scène probabiliste internationale. Ainsi en 1937, Fréchet organise un Colloque consacré à la théorie des probabilités à Genève, où se rencontrent les plus grands probabilistes contemporains. L'année suivante Darmois est chargé d'organiser un Colloque consacré aux applications de la théorie des probabilités également à Genève, projet finalement reporté sous la forme d'une Conférence internationale sur les applications des probabilités formellement présidée par Borel¹⁰⁷⁸.

1076. « [Richard von Mises] criticized Reichenbach's generalisation of the rule of induction aiming at applications in everyday life as totally inadequate and as violating the criterion of linguistic connectibility. » [Stadler, 2011].

1077. [Borel, 1939].

1078. Dont les actes sont publiés dans [Darmois, 1945]. Voir également la thèse de Marine Dhermy-Mairal,

L'IHP constitue de ce fait un catalyseur remarquable dans le domaine des probabilités à Paris grâce à l'association des conférences et de la chaire de CPPM. La chaire permet d'organiser la transmission des savoirs probabilistes à Paris et d'intégrer des savoirs extérieurs à la culture probabiliste locale. Ces deux phénomènes résultent de la conjonction des enseignements faits par les enseignants, que nous abordons dans le chapitre suivant, et du contenu des études suivies par les étudiants, que nous abordons dans le dernier chapitre.

———— CHAPITRE 5 ————

FORMER DES PROBABILISTES : ENSEIGNANTS ET ENSEIGNEMENTS DE LA CHAIRE DE CPPM (1928 – 1940)

Les deux chapitres précédents mettent en évidence que la création de l'IHP dilate l'espace pédagogique dédié à la chaire de CPPM et aux savoirs probabilistes. En premier lieu, elle s'accompagne d'une restructuration de la chaire de CPPM. Les concepteurs de cet institut y associent une maîtrise de conférences qui met à disposition un poste d'enseignant et du temps d'enseignement supplémentaire. En second lieu, les conférences de l'IHP ouvrent une scène pour les développements probabilistes (locaux et internationaux) les plus récents¹⁰⁷⁹. Des scientifiques non-français assurent ces conférences aux côtés de trois conférenciers français : Georges Darmois¹⁰⁸⁰, Paul Lévy¹⁰⁸¹ et Maurice Fréchet¹⁰⁸². Ainsi des savoirs probabilistes spécialisés, portés en grande partie par des acteurs non-français, côtoient des savoirs enseignés par des enseignants français dans une institution parisienne. Dès son inauguration en 1928, l'IHP est en fait présenté par Borel comme un levier pour développer l'enseignement du calcul des probabilités au sein de la faculté des sciences. En somme le nouvel espace pédagogique de la chaire de CPPM est largement restructuré autour des probabilités dans un contexte, l'IHP, assurant structurellement les conditions d'un transfert culturel. En effet l'IHP fait converger des voies de circulations de savoirs probabilistes depuis une variété de contextes vers Paris.

Pour mener à bien l'étude en termes de transfert culturel que nous proposons, il reste à analyser dans quelle mesure ces savoirs probabilistes, développés à l'étranger sont insérés dans ce contexte. Dans ce chapitre nous étudions la question de l'intégration de ces savoirs

1079. Voir chapitre 4.

1080. Sur la statistique, voir chapitre 4, p. 196-197

1081. Voir chapitre 4, p. 197-202.

1082. Sur les processus markovien, voir chapitre 4, p. 196.

dans les enseignements de la chaire de CPPM, et donc du rôle des enseignants dans la mise en pratique d'un transfert ¹⁰⁸³. Pour déterminer l'intégration de savoirs probabilistes non parisiens dans l'enseignement, nous analysons les archives des enseignements en vue de déterminer la place de ces savoirs ainsi que leur présentation. Nous poursuivons en particulier le travail concernant la géographie des savoirs probabilistes.

Officiellement la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM est tenue par Fréchet entre 1928 et 1933 ¹⁰⁸⁴, puis par Jean Chazy (1882-1955) entre 1933 et 1935 ¹⁰⁸⁵ et enfin par Georges Valiron (1884-1955) entre 1935 et 1939 ¹⁰⁸⁶. En pratique, les enseignements de la maîtrise de conférences de CPPM sont cependant assurés par Fréchet entre 1928 et 1932 puis par Darmois entre 1933 et 1939 ¹⁰⁸⁷. De sorte que la liste effective des enseignants de la chaire de CPPM se résume à trois noms : Borel, Fréchet et Darmois. Ce chapitre est donc consacré aux enseignements de ces trois mathématiciens au sein de la chaire de CPPM. Nous serons donc attentifs aux contenus développés, à leurs rapports à des savoirs contemporains non-parisiens et la façon de présenter ces savoirs.

En restreignant l'étude à l'espace délimité par la chaire de CPPM au sein de l'IHP, et compte tenu des circonstances de la création de l'IHP, nous revenons sur un problème ouvert au chapitre 3 ¹⁰⁸⁸, celui du choix des enseignants pour les enseignements de cette chaire. Nous orientons donc l'angle d'analyse vers les rapports des enseignants à la scène internationale et aux développements probabilistes contemporains. Rappelons qu'Augustus Trowbridge, directeur du bureau parisien de l'International Education Board, introduit l'élitisme et l'internationalisme comme deux principes fondateurs de l'IHP dès 1926 ¹⁰⁸⁹. De plus, même s'ils présentent ces deux critères comme une contrainte émanant de la Fondation Rockefeller, les dirigeants de l'IHP (et en premier lieu Borel) se les approprient et en font deux principes régulateurs dans l'activité de cet institut ¹⁰⁹⁰. Nous analysons donc le rapport à l'international de Fréchet et de Darmois en étudiant leurs publications

1083. Rappelons que si nous utilisons le cadre d'étude des transferts culturels, tel que nous l'avons délimité en introduction (p. xi), nous ne faisons pas l'hypothèse que les acteurs utilisent cette catégorie d'analyse pour mener leurs actions. Borel, Fréchet et Darmois sont les acteurs d'un transfert culturel sans pour autant parler de transfert culturel, et utilisant plus volontiers des expressions comme « collaboration internationale ».

1084. AN F/17/25320 Dossier Fréchet (Maurice) et [Maurain et Pacaud, 1940, 51].

1085. AN F/17/25560 Dossier Chazy (Jean) et [Maurain et Pacaud, 1940, 46].

1086. AN F/17/27338 Dossier Valiron (Georges) et [Maurain et Pacaud, 1940, 66].

1087. AN F/17/26978 Dossier Darmois (Georges) et [Maurain et Pacaud, 1940, 48]. *Livret de l'étudiant de Paris*, 1933-1939.

1088. voir chapitre 3, p. 175-177.

1089. Voir chapitre 3, p. 111-118.

1090. Voir chapitre 3, p.111-115.

(périodique et lieu de publication). Nous examinerons également leurs participations aux Congrès Internationaux des mathématiciens (CIM). Ces congrès offrent un lieu de représentation mathématique pour les scientifiques, de représentation institutionnelle pour les institutions et de socialisation entre les mathématiciens. De plus nous analysons leurs publications avant qu'ils soient en charge des enseignements de la chaire de CPPM, pour déterminer dans quelle mesure ces enseignants sont eux-mêmes porteurs de développements contemporains dans le domaine des probabilités¹⁰⁹¹. La position de Borel (à la chaire de CPPM) étant assurée avant l'ouverture de l'IHP, nous interrogeons moins sa présence à l'international, sans négliger une analyse de ses enseignements à la chaire de CPPM.

Ce chapitre met ainsi en lumière le travail d'insertion à l'échelle locale de savoirs développés dans différents contextes mathématiques et culturels ; ce travail d'intégration prolonge en fait des recherches menées par les enseignants et s'inscrit ainsi dans le prolongement des conférences de l'IHP¹⁰⁹². De sorte que l'appui dans les enseignements à des savoirs non-locaux structure et renforce localement des directions de recherches et les enseignements dans le domaine des probabilités.

5.1 LES ENSEIGNANTS DE L'IHP AVANT LEUR ARRIVÉ À LA CHAIRE DE CPPM

Le contexte de l'IHP, à savoir les deux principes de fonctionnement (internationalisme, élitisme) ainsi que l'orientation disciplinaire de la chaire de CPPM vers les probabilités, nous amène en premier lieu à interroger le choix de Fréchet et de Darmois pour assurer les cours de cette chaire. Nous analysons ce choix en articulant deux éléments : les présences à l'international de Fréchet et de Darmois et le rapport de chacun de ces deux mathématiciens aux savoirs probabilistes avant leurs premiers enseignements à la chaire de CPPM.

Pour caractériser la présence à l'international de Fréchet et Darmois nous étudions tout d'abord leurs participations aux Congrès internationaux des mathématiciens (CIM). Un mathématicien peut s'y présenter à titre personnel mais aussi, dans certains cas, au sein d'une délégation institutionnelle ou gouvernementale. Par ailleurs les congressistes

1091. Dans le cas de Fréchet, cette étude complète celle sur ses travaux probabilistes ; voir chapitre 2, p. 76-81

1092. Voir chapitre 4, p. 202-214.

peuvent cumuler plusieurs rôles : membre du public d'une conférence, conférencier au sein d'une section, président d'une section ou encore conférencier à l'assemblée générale. Enfin les références à Fréchet et à Darmois dans les conférences rendent compte d'une certaine reconnaissance internationale.

Ensuite nous analysons le rapport de Fréchet et de Darmois aux savoirs probabilistes contemporains et internationaux. Leurs publications constituent le cœur des ressources que nous avons mobilisées. Tout d'abord le recours aux références au sein de leurs textes publiés permet d'identifier la perception qu'ont ces deux mathématiciens des développements probabilistes sur une échelle géographique large. Même si les références ne constituent certainement pas une traduction exhaustive de leurs lectures, elles rendent compte des sélections et des hiérarchisations des productions savantes consultées. Ensuite les contenus des publications probabilistes de ces deux mathématiciens rendent compte de leurs implications dans les développements probabilistes contemporains avant leur arrivée à la chaire de CPPM.

Enfin les institutions locales dans lesquelles s'insèrent Fréchet et Darmois contribuent à leurs rapports respectifs à l'international et aux savoirs probabilistes. Notre analyse s'attache donc à comprendre les conditions locales dans lesquelles évoluent Fréchet et Darmois. La situation singulière de l'université de Strasbourg où Fréchet est en poste et l'implication de Darmois à l'ISUP suscitent des attitudes différentes face aux savoirs probabilistes (liées aux publics et aux exigences institutionnelles) et face à la scène internationale.

5.1.1 *Maurice Fréchet à Strasbourg : scène internationale et probabiliste dans les années 20*

Fréchet est nommé à l'université de Strasbourg en 1919 et y devient le directeur de l'Institut de mathématique. Or suite à la Première Guerre mondiale, l'université de Strasbourg constitue un enjeu politique international et national pour le gouvernement français. Françoise Olivier-Utard¹⁰⁹³ souligne la multitude des problèmes posés pour l'intégration de l'université de Strasbourg au système français dans un contexte où cette réintégration prend des allures de revendication internationale de la France. En effet les autorités politiques françaises cherchent à réintégrer le territoire d'Alsace-Lorraine au sein de l'espace

1093. Voir [Olivier-Utard, 2005]

français. Mais cette réintégration vise également à faire de ces territoires une vitrine de la supériorité de la France sur l'Allemagne.

Les présences de Maurice Fréchet à l'international.

Dans ce contexte, Fréchet s'engage dès 1919 à la reprise de l'université de Strasbourg et se montre particulièrement sensible à la question du rayonnement international de cette université. Reinhard Siegmund-Schultze rapporte que « deux mois environ après son arrivée à Strasbourg, [Fréchet] écrivit une lettre au recteur dans laquelle il évaluait les avantages réciproques des objectifs que constituaient la conservation des traditions anciennes, l'internationalisation – porteuse de renommée – et l' "assimilation" politiquement souhaitable des Alsaciens »¹⁰⁹⁴. On peut distinguer aux moins deux exemples de démarches menées par Fréchet dans la perspective de l'internationalisation : la promotion de cette université à l'étranger et l'ouverture aux étudiants étrangers. V. Havlova, L. Mazliak et P. Šišma montrent que ces démarches sont parfaitement assumées par Fréchet en se référant au discours tenu en 1920 par Fréchet devant la Société franco-écossaise. Dans ce discours, Fréchet expose les ambitions françaises pour l'université de Strasbourg¹⁰⁹⁵. Il y évoque en particulier la nécessité pour l'université de s'ouvrir aux étudiants étrangers et mentionne que cela devrait être facilité par la position géographique de Strasbourg car « on va plus vite de Strasbourg à Prague qu'à Marseille. »¹⁰⁹⁶.

La correspondance entre Fréchet et Bohuslav Hostinský¹⁰⁹⁷, initiée en 1919, s'inscrit dans cette diplomatie universitaire. Ces échanges épistolaires entre ces deux mathématiciens, permettent à Fréchet, tout juste arrivée à Strasbourg, de s'informer du contexte tchécoslovaque. Hostinský lui communique des informations sur la situation universitaire, en particulier des mathématiques, en Tchécoslovaquie. Dans sa lettre du 19 octobre 1919, à la demande de Fréchet¹⁰⁹⁸, Hostinský donne une liste de professeurs de mathématiques de l'université tchèque de Prague ; liste qu'il complète dans sa lettre du 7 décembre 1919. Le mathématicien tchèque y mentionne également l'ouverture prochaine de deux nouvelles universités : une à Brno et une à Bratislava. Enfin dans sa lettre du 22 décembre 1920, il

1094. [Siegmund-Schultze, 2005, 186]

1095. [Havlova *et al.*, 2005, 8].

1096. [Havlova *et al.*, 2005, 9]

1097. Les lettres de Fréchet à Hostinský sont conservées aux Archives de l'Université Masaryk, Brno. Les lettres de Hostinský à Fréchet sont conservées aux archives de l'Académie des sciences de Paris.

1098. Lettre du 29 juin 1919 de Fréchet. Le destinataire n'est pas identifié.

précise à Fréchet que les instituts de l'université de Brno ne sont pas ouverts et que les cours doivent commencer en octobre 1921.

La correspondance entre les deux mathématiciens permet également à Fréchet de trouver un relais en Tchécoslovaquie pour promouvoir les enseignements de l'université de Strasbourg auprès des étudiants tchécoslovaques. Dans sa lettre de juin 1920, Fréchet demande à Hostinský de faire publier le programme des cours de la faculté des sciences strasbourgeoise dans des « périodiques tchèques les plus accessibles aux étudiants (et aux ingénieurs ou professeurs) ». Il précise que « [l'Université de Strasbourg] a besoin de créer vers elle de nouveaux courants et pendant quelques temps il lui sera nécessaire de faire un peu de propagande. ». Hostinský fait le nécessaire pour satisfaire à la demande de Fréchet et l'informe dans une lettre datée du « 31 juin 1920 » (probablement le 30 juin ou le 1^{er} juillet) de ses démarches pour faire publier ce programme dans le « Časopis »¹⁰⁹⁹. Fréchet réitère sa demande l'année suivante dans sa lettre du 1^{er} juillet 1921 et Hostinský y répond tout aussi favorablement que la première fois. Entre temps, dans sa lettre de fin juin 1920, Hostinský signale à Fréchet la difficulté financière que représentent des études à Strasbourg pour des étudiants tchèques qui n'ont pas accès à une bourse. Néanmoins, dans sa lettre du 22 décembre 1920, Hostinský mentionne la présence à Paris d'au moins un étudiant « mathématicien ou physicien ». Il affirme par ailleurs que des « relations s'établiront aussi entre Strasbourg et Prague ou Brno »¹¹⁰⁰.

De plus la correspondance avec Hostinský permet à Fréchet de s'informer et d'informer son correspondant sur les publications scientifiques et, surtout, de rétablir des circulations de publications. Tout d'abord dans sa lettre du 19 octobre 1919, sur une demande de Fréchet, Hostinský donne une liste des périodiques qui publient des mémoires de mathématiques. Dans sa réponse du 12 novembre 1919, Fréchet signale à Hostinský « l'utilité qu'il y aurait à la fois pour [son] pays et pour les étrangers à ce qu'une et une seule de [leurs] publications soit exclusivement consacrée à des résumés en français par exemple de chaque article en langue tchèque ». Fréchet signale ainsi le problème de la barrière de la langue pour l'accès aux développements des mathématiques tchécoslovaques en particulier aux mathématiciens français. De plus Fréchet estime qu'une telle

1099. Il s'agit du *Časopis pro Pěstování Matematiky a Fysiku*. Il s'agit d'un périodique consacré aux mathématiques et à la physique, publié à Prague. Les articles y sont publiés en français et en tchèque.

1100. Notons également, que certains scientifiques en Europe de l'Est semblent éprouver une certaine suspicion face à Strasbourg et à l'Alsace-Moselle ; cette région étant perçue comme étant trop hybride entre la France et l'Allemagne. Voir les pages 745 – 758 de [Mazliak et Šišma, 2015]

publication permettrait de mettre en évidence l'importance des contributions tchèques (autrefois attribuées à l'Autriche ou l'Allemagne). Dans sa lettre du 7 décembre 1919, Hostinský explique qu'il espère que les scientifiques tchèques réussiront à « trouver un mode convenable pour informer les savants étrangers sur les travaux des mathématiciens tchèques ». D'autre part, dans sa lettre du 22 septembre 1920, Fréchet informe Hostinský de l'envoi du premier volume des « Publications de l'Institut de Mathématiques de l'Université de Strasbourg » à l'Académie royale des sciences de Prague. Il demande également à Hostinský de faire rétablir l'envoi du *Bulletin international de l'Académie des sciences de Prague* interrompu depuis 1919. En réponse, Hostinský annonce que la publication de ce *Bulletin* n'a pas repris et joint à sa lettre le dernier volume paru des « Publications de la Faculté des sciences de l'Université de Masaryck (à Brno) »

Enfin cette correspondance de Fréchet avec Hostinský permet au mathématicien français d'organiser un voyage scientifique en Tchécoslovaquie. En post-scriptum de sa lettre du 7 novembre 1920, Fréchet affirme n'avoir pas « oublié [son] projet de visiter [ce] pays. » Il ajoute que s'il vient, il souhaite « faire une conférence (la même probablement) dans chacune de vos Universités. » Et de conclure qu'il ne reste plus qu'à « trouver le financement, ce qui n'est pas impossible, mais peut-être pas pendant la présente année scolaire. »¹¹⁰¹ Fréchet a clairement en tête un voyage associant une forme de diplomatie universitaire (nouer des relations avec les institutions universitaires tchécoslovaques) et scientifique (nouer des liens avec des scientifiques), de publicité pour l'université de Strasbourg (la conférence jouant un rôle de publicité pour les enseignements). Hostinský exprime son souhait de voir Fréchet venir en Tchécoslovaquie. Ce voyage se fera en 1927, à un moment où la communauté scientifique tchécoslovaque est plus installée¹¹⁰². Dans sa lettre du 21 mars 1927, Fréchet annonce à Hostinský que le ministre de l'Instruction publique de Prague le prie de venir faire des conférences aux universités de Prague et de Brno. Fréchet propose à Hostinský de faire des conférences sur les espaces abstraits ou bien sur le calcul fonctionnel ou bien sur le calcul des probabilités. Le 22 mai 1927, Fréchet informe Hostinský de son projet de venir les 7 et 8 novembre à Prague pour faire 2 conférences. Il propose de plus de venir à Brno les 10 et 11 novembre, et demande l'avis de son correspondant. Les réponses de Hostinský n'ont pas été conservées, mais une lettre de janvier 1928 laisse penser que Fréchet a bel et bien fait des conférences à Prague et à

1101. Lettre de Fréchet à Hostinský, 7 novembre 1920.

1102. [Mazliak et Šišma, 2015, 731-745]

Brno.

Par ailleurs Fréchet endosse le rôle d'ambassadeur de l'université de Strasbourg à l'occasion des CIM de 1924 (à Toronto) et 1928 (à Bologne) pour lesquels il fait partie de la délégation de l'université de Strasbourg¹¹⁰³. Ajoutons que lors de ces CIM, Fréchet fait également partie de délégations gouvernementales : en 1924, Fréchet participe en tant que représentant du ministère de l'Instruction publique¹¹⁰⁴ et en 1928 il participe en tant que seul représentant officiel du gouvernement français¹¹⁰⁵.

Fréchet est particulièrement visible dans les comptes-rendus des CIM de 1924 et 1928. S'il n'est que simple congressiste en 1920 à Strasbourg, Fréchet donne des conférences aux CIM de 1924 et 1928. Fréchet fait quatre conférences au CIM de Toronto en 1924, dont trois dans la section « Algebra, theory of numbers, analysis » et une dans la section « Statistics, actuarial science, economics ». Notons que trois de ces conférences sont résumées en français et une en anglais. Dans cette dernière¹¹⁰⁶, il présente une synthèse de ses travaux et une revue de travaux sur la notion de dimension. Il présente également une réflexion sur la notion de distance en mobilisant la notion de courbe de Jordan¹¹⁰⁷ et une réflexion sur la paramétrisation des courbes¹¹⁰⁸. Enfin, il présente une formule générale pour le calcul des primes d'assurances¹¹⁰⁹, sur laquelle nous reviendrons plus loin¹¹¹⁰. Au CIM de Bologne en 1928, Fréchet fait une conférence publiée en français sur la notion d'analyse générale¹¹¹¹. Cette conférence consacre Fréchet, à l'échelle internationale, pour ses travaux développés depuis sa thèse¹¹¹² sur l'analyse fonctionnelle¹¹¹³. Il y présente de façon didactique l'ensemble de la théorie, signalant sans doute que si sa théorie des espaces abstraits a conquis le monde mathématique, Fréchet reste convaincu qu'il ne lui est pas acquis pour autant¹¹¹⁴.

1103. *Proceedings of the international mathematical Congress*, ed. J. C. Fields, The University of Toronto Press, Toronto, 1928, p. 20 – 21 ; *Atti del congresso internazionale dei matematici*, Nicola Zanochelli, Bologne, 1929, p. 27 – 28.

1104. La délégation est composée de G. Koenigs (président), les professeurs E. Borel, E. Cartan, M. Fréchet, J. Le Roux, J. Mascart.

1105. Rappelons que Borel, qui devait venir et donner une conférence plénière, est absent, sans que les raisons d'une telle absence soit claires. Voir [Capristo, 2016, 297-300] et [Bru, 2003, 138-139].

1106. [Fréchet, 1928c].

1107. [Fréchet, 1928b].

1108. [Fréchet, 1928f].

1109. [Fréchet, 1928e].

1110. Voir 5.1.1 p.266.

1111. [Fréchet, 1929].

1112. [Fréchet, 1906].

1113. Sur le rôle des travaux de Fréchet en analyse fonctionnelle voir [Guerraggio *et al.*, 2016]. Les auteurs soulignent l'émergence d'un nouveau regard sur l'analyse fonctionnelle avec les travaux de Fréchet.

1114. En outre notons que Fréchet adopte une position nuancée au sujet de l'axiomatisation, concédant

Enfin Fréchet est visible dans ces CIM comme référence pour 11 conférenciers pour ses travaux en analyse. En 1920, Charles de la Vallée Poussin et Vito Volterra se réfèrent aux travaux de Fréchet sur les fonctionnelles et Norbert Wiener se réfère à la thèse de Fréchet sur les espaces abstraits (et en particulier à la notion d'écart). En 1924, Salvatore Pincherle (1853-1936) mentionne les travaux de Fréchet sur les fonctionnelles linéaires et William H. Young (1863-1942) mentionne le rôle de Fréchet dans les développements récents de l'analyse. En 1928, Hadamard et Volterra¹¹¹⁵ mentionnent le rôle de Fréchet dans l'analyse fonctionnelle, Stanisława Nikodym (1897-1988) emprunte la terminologie de Fréchet sur les espaces abstraits, Tibor Radó (1895-1965) se réfère à un mémoire de Fréchet intitulé « Sur la distance de deux surfaces », Riesz se réfère à un article intitulé « Sur les fonctionnelles linéaires et l'intégrale de Stieltjes », Luigi Fantappiè (1901-1956) se réfère également à Fréchet sur la question de l'intégrale de Stieltjes et enfin J. J. Smith¹¹¹⁶ pour une définition de la dérivée donnée par Fréchet. Ainsi dans les années 1920, Fréchet est à la fois un auteur parmi les références bibliographiques mais également une référence culturelle, en particulier dans le domaine de l'analyse.

Ainsi au cours des années 1920, le contexte strasbourgeois particulièrement favorable permet à Fréchet de donner une envergure remarquable au réseau international qu'il avait commencé à mettre en place dès sa thèse. Ses relations internationales sont en partie tournées vers la dimension institutionnelle liée à sa position de directeur de l'Institut de mathématique de Strasbourg, mais Fréchet est également présent sur la scène internationale où il présente des travaux d'analyse qui lui valent une reconnaissance scientifique internationale.

Maurice Fréchet et son rapport aux développements probabilistes contemporains en Europe.

Parmi les articles publiés par Fréchet entre 1918 et 1928, une large majorité traite de thématiques liées aux espaces abstraits et aux fonctionnelles mais quelques-uns signalent une réorientation des publications vers les probabilités¹¹¹⁷. Les titres faisant référence

que ce procédé permet certes d'éliminer les obscurités, mais au détriment d'une vision intuitive, voir chapitre 2 p. 77, chapitre 4 p. 232 et [Fréchet, 1955a]. Le caractère didactique de cette conférence à Bologne participe certainement de cet effort de réintroduire de l'intuition dans une théorie axiomatisée.

1115. Sur la relation entre les travaux d'Hadamard, Volterra e Fréchet en analyse fonctionnelle voir [Guerraggio *et al.*, 2016].

1116. Nous n'avons pas trouvé de détails biographiques à son sujet ; il semble travailler pour la *General Electric Company* à Schenectady, NY, EUA.

1117. Voir chapitre 2, p. 76-81.

aux espaces abstraits représentent 31 articles publiés principalement en France (12) et en Pologne (9)¹¹¹⁸. Mais entre 1921 et 1928, Fréchet publie 8 articles ainsi qu'un livre¹¹¹⁹ dont les titres évoquent une thématique probabiliste. Parmi ces articles, 4 paraissent dans des périodiques publiés à Paris¹¹²⁰, 2 sont publiés dans le *Matematičeski Sbornik* publié à Moscou, 1 dans *L'Enseignement mathématique* (périodique franco-suisse) et 1 dans les *Annales de la société polonaise de mathématiques*.

La correspondance avec Hostinský joue un rôle moteur dans la réorientation vers les probabilités d'une partie des publications de Fréchet. En effet dès 1920 les échanges entre les deux mathématiciens prennent un tournant probabiliste, tournant qui impacte immédiatement la production scientifique de Fréchet. Ainsi le 7 novembre 1920, Fréchet écrit une lettre à Hostinský où il exprime son intérêt pour la note publiée par ce dernier sur l'utilisation de la méthode des fonctions arbitraires de Poincaré dans la résolution du problème de l'aiguille de Buffon. Fréchet publie un article en 1921¹¹²¹ où il propose de remplacer l'hypothèse de dérivabilité utilisée par Poincaré par l'hypothèse d'intégrabilité au sens de Riemann¹¹²²

À partir de 1924, Fréchet publie 5 articles sur la théorie des erreurs d'observations. Trois de ces articles s'inscrivent explicitement dans une controverse avec T. Soubbotine au sujet d'une axiomatisation de la théorie des erreurs. Cette controverse prend lieu dans le *Recueil mathématique* à Moscou¹¹²³ et dans les *C.R.A.S.* à Paris¹¹²⁴. La critique de Fréchet porte sur l'interprétation de l'axiome II proposé par Soubbotine qui en donne deux formulations : « The most probable value of a quantity, from which direct measures are known, must not depend on the unit employed (The second axiom of Schiaparelli) »¹¹²⁵ et « la valeur la plus probable d'une quantité dont on connaît des mesures directes ne dépend pas de l'unité de mesure utilisée »¹¹²⁶. Dans cet effort critique, Fréchet implique Paul Lévy au cours de l'année 1925¹¹²⁷ sur la question du sens à donner à cet axiome. Lévy peine à se

1118. Ces articles sont publiés dans 9 pays : France (12 articles), Pologne (9), États-unis (3), Inde (2), Italie (2), Royaume-Uni (1), Suède (1), Espagne (1).

1119. [Fréchet et Halbwachs, 1924].

1120. 2 dans le *Bulletin des sciences mathématiques*, 1 dans les *CRAS* et 1 dans la *Revue générale des sciences*.

1121. [Fréchet, 1921]

1122. Voir chapitre 2, p. 76. Pour une étude plus détaillée voir [Havlova *et al.*, 2005].

1123. [Soubbotine, 1923, Fréchet, 1924, Fréchet, 1925b].

1124. [Soubbotine, 1925, Fréchet, 1925a].

1125. [Soubbotine, 1923].

1126. [Soubbotine, 1925]

1127. [Barbut *et al.*, 2014, 71-75].

faire comprendre de Fréchet et constate que « c'est décidément bien difficile de s'entendre par lettre »¹¹²⁸. Lévy s'explique donc de plusieurs façons. Dans sa lettre du 23 octobre 1925, il affirme que « si des mesures x_1, x_2, \dots, x_n conduisent à prendre $x = f(x_1, \dots, x_n)$ comme meilleure valeur pour la quantité mesurée, [il] trouve bien naturel de penser que les mesures $\lambda x_1, \dots, \lambda x_n$ conduisent à prendre λx . Et cela n'est pas évident et n'est pas vrai pour n'importe quelle loi. »¹¹²⁹ Le 29 octobre suivant, il précise que « lorsqu'on [lui] parle de changer d'unité, dans le cas qui [les] occupe, [il est] forcé de comprendre qu'on [lui] parle, non de la même loi et de sa nouvelle expression analytique, car cela ne changerait rien, mais de la nouvelle loi qui après le changement d'unité a la même expression analytique que l'ancienne loi avec l'ancienne unité. »¹¹³⁰ Ainsi Lévy propose de comprendre cet axiome, en disant que deux lois distinctes ayant une même expression analytique par un changement d'unité doivent donner la même « valeur probable (ou la plus probable) déduite de n mesures. »¹¹³¹ Après avoir publié une première critique du travail de Soubbotine¹¹³² dans le *Recueil de la société mathématique de Moscou* et suite à ses échanges avec Lévy, Fréchet publie un second article où il présente les différents fronts d'interprétation. Il commence par expliquer son interprétation : « En admettant connu la représentation $\varphi(\epsilon)d\epsilon$ de la fonction d'erreur *relative à une série déterminée* d'observations de même nature *et à une unité déterminée* u , on peut calculer la valeur la plus probable X (plus exactement la valeur dont la densité de probabilité est la plus grande) de la mesure d'une grandeur dont les mesures expérimentales ont donné les valeurs $\alpha, \beta, \dots, \delta$. Si on refait les mêmes calculs en partant des mêmes observations, mais avec une autre unité u_1 , on aura à substituer $\varphi(\epsilon)$, X , $\alpha, \beta, \dots, \delta$ d'autres nombres $\varphi_1(\epsilon_1)$, X_1 , $\alpha_1, \beta_1, \dots, \delta_1$. L'axiome II consiste en ce que X_1 se trouvera être précisément la mesure faite avec l'unité u_1 de la grandeur dont la mesure avec l'unité u de X . »¹¹³³ Il traduit ensuite l'interprétation proposée par Lévy en disant qu'il faut « vérifier que $X = aX_1$ lorsque $\alpha = a\alpha_1, \beta = a\beta_1, \dots, \delta = a\delta_1$ et $\varphi_1(\epsilon_1) = \varphi(\epsilon_1)$. »¹¹³⁴ Fréchet s'exprime défavorablement sur cette interprétation qui fait que cet axiome n'est pas « une hypothèse fondée sur le

1128. [Barbut *et al.*, 2014, 74].

1129. [Barbut *et al.*, 2014, 73].

1130. [Lévy, 2014, 74].

1131. [Barbut *et al.*, 2014, 75].

1132. [Fréchet, 1924].

1133. [Fréchet, 1925a, 706-707]

1134. [Fréchet, 1925a, 707]

sens commun, l'expérience ou sur des conceptions métaphysiques d'ordre général. »¹¹³⁵
Ces discussions sur la théorie des erreurs amènent Fréchet à exprimer et développer une autre critique, celle de l'additivité des erreurs, qu'il publie dans deux articles en 1928¹¹³⁶.

En 1926, Borel propose à Fréchet d'écrire le troisième fascicule du premier tome du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* devant aborder les « recherches théoriques récentes » du calcul des probabilités¹¹³⁷. Pour mener à bien ce projet, Fréchet se lance dans une entreprise de recherche bibliographique à l'échelle internationale. Ainsi il fait publier un texte¹¹³⁸ dans un périodique revendiquant un lectorat international et intéressé par les questions d'enseignement des mathématiques : l'*Enseignement mathématique*. Dans cet article, Fréchet affirme qu'« il serait reconnaissant à ceux qui voudraient bien lui signaler les travaux concernant le calcul des probabilités proprement dit [...] qui méritent d'être rapportés ». Il semble que dans cette recherche bibliographique, Fréchet mobilise Hostinský. Dans sa lettre du 22 mai 1927, Fréchet mentionne qu'il a bien reçu le mémoire de Hostinský sur les fonctions arbitraires et précise qu'il se contente pour le moment « d'amasser des documents sur le Calcul des probabilités, sans les lire » étant pris par d'autres travaux. Il mentionne cependant qu'il compte les utiliser pour la rédaction de ses fascicules du *Traité du calcul des probabilités* de Borel. Il ajoute qu'il ne se souvient pas avoir vu d'autres mémoires que ceux de Poincaré et de Hostinský sur le sujet des fonctions arbitraires. La lettre du 10 novembre 1928 de son correspondant tchèque peut également s'inscrire dans cette perspective. En effet Hostinský y présente les résultats sur « les probabilités relatives à la position d'une sphère à centre fixe » qu'il a communiqués à Villat en vue d'être publiés dans le *Journal de Liouville*¹¹³⁹. Il précise que ces résultats sont en lien avec ceux présentés par Lévy dans son *Calcul des probabilités*¹¹⁴⁰ et ceux écrits par F. Perrin dans sa thèse¹¹⁴¹. De plus Hostinský mentionne qu'il a envoyé un résumé de ses résultats à Hadamard. Il signale également les travaux d'un de ses élèves sur les probabilités géométriques dont un tirage a été envoyé à Fréchet. Enfin Hostinský annonce à Fréchet que Villat lui a demandé un volume sur l'application des fonctions

1135. [Fréchet, 1925a, 709]

1136. [Fréchet, 1928g, Fréchet, 1928d]. Voir chapitre 2, p.79-81.

1137. [Fréchet, 1937, Fréchet, 1938]

1138. [Fréchet, 1926]

1139. [Hostinský, 1929b]. Sur ce travail de Hostinský voir [Bru, 2003, 154].

1140. [Lévy, 1925a]

1141. [Perrin, 1928] et 1.3.3, p.57.

arbitraires au calcul des probabilités pour le *Mémorial des sciences mathématiques*¹¹⁴².

Le rapport de Maurice Fréchet à l'enseignement des contenus probabilistes

Les enseignements assurés par Fréchet à Strasbourg suscitent également des publications probabilistes. En particulier la publication du livre *Le Calcul des probabilités à la portée de tous* résulte d'une collaboration entre Fréchet et Maurice Halbwachs. Les deux auteurs enseignent à l'Institut d'enseignement commercial supérieur de Strasbourg ; Fréchet est chargé du cours de mathématiques appliquées et Halbwachs est chargé du cours de statistique. Cet institut, créé en 1919, a pour vocation de former les cadres commerciaux d'Alsace-Lorraine à sa réintégration au territoire français¹¹⁴³. Le livre présente, sous une forme remaniée en collaboration avec Halbwachs, le cours enseigné par Fréchet.

Le contenu du livre se veut en premier lieu concret. Le livre ne se présente pas comme une succession de déductions formelles issues de quelques axiomes, mais au contraire insiste sur le sens empirique des probabilités et fourmille d'exemples. Dès l'introduction, les auteurs mettent l'accent sur le choix d'une approche empirique plutôt que théorique. L'orientation empirique se concrétise en premier lieu par la définition de la fréquence avant celle de probabilité et en second lieu par l'insistance des auteurs à définir des probabilités sur des catégories d'épreuves. Cette orientation empirique est également visible dans la place accordée aux différents indicateurs numériques d'un ensemble de données utilisées en statistique (moyenne, médiane, écart). Le contenu probabiliste s'inscrit ainsi dans une interprétation fréquentiste des probabilités.

En second lieu, le livre se veut accessible en privilégiant un bagage mathématique élémentaire puisque les manipulations mathématiques se limitent aux opérations sur les fractions. En outre le choix d'un bagage mathématique minimal conditionne le rôle de l'inégalité de Bienaymé-Tchebychev. La démonstration de cette inégalité n'emploie que des manipulations mathématiques élémentaires et, surtout, cette inégalité permet une démonstration élémentaire de la loi des grands nombres.

Soucieux d'atteindre un public d'utilisateurs des probabilités et des statistiques qui ne sont pas nécessairement des mathématiciens professionnels, Fréchet s'investit dans des publications qui lui sont destinées. Or, là encore Fréchet fait preuve d'esprit critique, à

1142. [Hostinský, 1931]

1143. Voir [Brian *et al.*, 2019].

commencer par un article¹¹⁴⁴ abordant la question de l'approximation de la loi des grands nombres. Cet article est publié dans une revue de diffusion scientifique : la *Revue générale des sciences pures et appliquées*. L'article s'adresse « aux nombreuses personnes qui auraient intérêt à [utiliser la formule de Laplace] »¹¹⁴⁵ et revendique le même lectorat que *Le Calcul des probabilités à la portée de tous*¹¹⁴⁶. Il s'agit d'un article dans lequel Fréchet propose une nouvelle règle d'approximation de la probabilité d'écart entre la probabilité d'un événement et sa fréquence d'occurrence parmi n expériences. Cette formule est présentée comme une amélioration d'une formule donnée par Borel¹¹⁴⁷, tables numériques à l'appui.

Par ailleurs, Fréchet fait une conférence au CIM de Toronto de 1924 portant « Sur une formule générale pour le calcul des primes d'assurances sur la vie »¹¹⁴⁸, dont un résumé est publié en français dans les actes du congrès. Fréchet y propose une formule qu'il juge plus générale que celle présentée par Louis-Gustave du Pasquier (1876-1957) dans son *Introduction à la science actuarielle*¹¹⁴⁹. Un des objectifs du texte est de trouver une formule générale qui puisse couvrir tous les cas concrets considérés suivant les engagements de l'assureur et le mode de paiement des primes. Fréchet reprend donc à son compte l'ambition de du Pasquier et obtient la formule :

$$\sum_k p_{x+k} D_{x+k} = \sum_k V_{x+k} D_{x+k} + v \sum_k \Delta_{x+k} C_{x+k}$$

où x désigne l'âge de l'assuré en année, p_x désigne la prime à payer par l'assureur, V_x désigne la somme payée par l'assureur (pour un contrat souscrit par un assuré d'âge x), Δ_x est la somme payée par l'assureur à l'assuré l'année de la fin du contrat. Les quantités D_x et C_x sont calculées à partir des probabilités de survie, du nombre de décès à l'âge x et du taux d'intérêt du contrat.

Enfin Fréchet mobilise des développements contemporains lorsqu'il enseigne des contenus probabilistes. Dans sa lettre du 4 janvier 1928, suite aux conférences faites en novembre 1927 en Tchécoslovaquie, Fréchet annonce à Hostinský qu'il fait depuis son retour à Stras-

1144. [Fréchet, 1923c]

1145. [Fréchet, 1923c, 211]

1146. [Fréchet et Halbwachs, 1924]

1147. Il fait référence à [Borel, 1914a]. Voir chapitre 2, p. 77.

1148. [Fréchet, 1928e]

1149. [du Pasquier, 1919]

bourg « un cours sur la théorie analytique des probabilités »¹¹⁵⁰. Fréchet précise qu'il utilise également la note de Hadamard sur le battage des cartes et le travail de Friedrich M. Urban (1878-1964) (actuaire à Brno) et, en juillet 1928, ajoute à cette liste un mémoire de Hostinský.

L'investissement de Fréchet dans l'enseignement du calcul des probabilités constitue l'un des moteurs de son travail probabiliste et est remarqué par Borel qui semble bien décidé à encourager son cadet dans cette direction. Tout d'abord l'académicien Borel contribue¹¹⁵¹, comme membre de la commission, à la remise du prix Montyon de statistique par l'Académie des sciences de Paris à Fréchet en 1925 pour son livre *Le Calcul des probabilités à la portée de tous*¹¹⁵². À la suite de ce prix, Borel encourage Fréchet dans ses travaux probabilistes en lui proposant de rédiger un fascicule pour *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* consacré aux développements probabilistes récents. Fréchet intègre la liste des auteurs en 1926, un an après le prix Montyon de statistique. Enfin, la nomination de Fréchet à la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM marque assurément le point d'orgue des efforts de Borel pour soutenir, voire exploiter, l'investissement de Fréchet dans le calcul des probabilités.

5.1.2 *Georges Darmois entre Nancy et Paris : scène internationale et statistique probabiliste*

Entre 1919 et 1933, la carrière de Darmois s'organise autour de deux pôles : l'université de Nancy et l'université de Paris¹¹⁵³. Au lendemain de la Première Guerre mondiale, Darmois est d'abord chargé d'un cours de mathématiques à l'université de Strasbourg pour l'année universitaire 1919. L'année suivante il part à Nancy pour assurer un cours de mathématiques à la faculté des sciences. Il y est nommé professeur à la chaire d'analyse supérieure en 1921. De plus à partir de 1920, il est chargé du cours d'analyse à l'Institut supérieur de la métallurgie et de l'industrie. Il occupe ces postes jusqu'en 1933, date à laquelle il est nommé chargé de cours à la chaire de mathématiques générales et suppléant de la chaire de mécanique analytique et mécanique céleste à la faculté des sciences de Paris.

1150. Vraisemblablement dans le cadre de ses enseignements à la faculté des sciences de Strasbourg.

1151. Voir chapitre 2, p. 74.

1152. [Fréchet et Halbwachs, 1924].

1153. Voir <http://cussenot-fst-nancy.ahp-numerique.fr/cussenot2/alphabetique.php?alpha=D>, consulté le 16 juillet 2018.

Borel semble décidé à encourager Darmois à venir faire de la statistique à Paris d'autant plus qu'il assure un enseignement à l'Institut de métallurgie de Nancy ¹¹⁵⁴ qui lui permet d'être en contact avec le monde industriel. Comme nous l'avons déjà mentionné ¹¹⁵⁵, Borel, après deux ans d'enseignement à l'ISUP, se fait suppléer par Darmois en 1924. Tout laisse penser que Darmois s'empare intégralement de l'enseignement à partir de 1928. Le choix de Darmois comme suppléant tient vraisemblablement d'une politique de valorisation du réseau des normaliens par Borel mais aussi de l'intérêt de Darmois pour le monde industriel. Cet encouragement de Borel se poursuit en 1933, à l'arrivée de Darmois à la faculté des sciences de Paris en tant que chargé de cours de la chaire de mathématiques générales. En effet, Darmois assure les enseignements de la maîtrise de conférence de la chaire de CPPM en remplacement de Fréchet en 1933. Darmois reprend ainsi le cours de cette maîtrise de conférence avec une expérience d'une décennie d'enseignement de la statistique. À l'instar de Fréchet, Darmois arrive à l'enseignement de la chaire de CPPM avec une expérience de l'enseignement de savoirs probabilistes destinés à un public de praticiens.

Le rapport de Darmois à l'enseignement de la statistique probabiliste

L'enseignement de Darmois à l'ISUP se concrétise par la publication d'un livre, la *Statistique mathématique* en 1928 publié chez Doin ¹¹⁵⁶. Darmois ne fait pas lui-même référence à ses enseignements à l'ISUP. Cependant Michel Huber ¹¹⁵⁷, dans sa préface du livre, précise que l'auteur « a réuni ses leçons de statistique mathématique » ¹¹⁵⁸. Par ailleurs la comparaison entre les programmes des enseignements de Darmois sur la période couvrant les années universitaires 1925 à 1928 et le plan de l'ouvrage met clairement en évidence que l'ouvrage aborde l'ensemble des matières présentées en cours. Huber ajoute que ce livre « vient répondre à un réel besoin. » ¹¹⁵⁹ Faisant le constat sévère que « les ouvrages en langue française exclusivement consacrés à la méthode statistique sont plutôt

1154. Voir chapitre 1,37-39.

1155. Voir chapitre 1, 37-39.

1156. Voir [Prunier, 2018].

1157. Michel Huber, ancien polytechnicien. Il dirige la Statistique générale de la France (SGF) de 1920 à 1936. Il est un membre actif de la Société statistique de Paris. Il est également membre du conseil d'administration de l'ISUP en tant que directeur de la SGF et enseignant à l'ISUP (Démographie et statistique sanitaire).

1158. [Darmois, 1928, XI]

1159. [Darmois, 1928, XI]

rare »¹¹⁶⁰, Huber signale que « grâce à M. Darmois, les lecteurs de langue française disposeront [eux aussi], d'un exposé clair, précis et assez complet pour leur permettre de diriger en toute sûreté leurs recherches ultérieures et d'aborder facilement l'étude des mémoires originaux. »¹¹⁶¹

La *Statistique mathématique* de George Darmois est d'abord marquée par son niveau mathématique élevé. Huber prévient le lecteur dès la préface que « [ces] leçons sur les applications supérieures à la statistique s'adressent à des auditeurs que l'on suppose familiarisés avec les résultats essentiels du calcul différentiel et intégral. »¹¹⁶² À ce titre la présentation de la notion de fonction caractéristique d'une loi de probabilité illustre le niveau mathématique attendu du lecteur. Darmois introduit la fonction caractéristique d'une loi de probabilité à densité f sur \mathbf{R} par :

$$\varphi(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{tx} f(x) dx$$

Darmois présente d'abord cette fonction comme un moyen de « remplacer tous [les] moments par une seule fonction »¹¹⁶³. Se référant aux travaux de Poincaré et de Lévy, Darmois signale que la fonction caractéristique d'une loi permet de « déterminer complètement la loi de probabilité ». Il signale cependant que Lévy utilise la formule modifiée :

$$\Phi(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{itx} f(x) dx$$

qui présente l'avantage d'introduire « un facteur e^{itx} de module 1 dans l'intégrale » et d'être inversible par la formule d'inversion, « connue sous le nom de formule de réciprocity de Fourier » :

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \Phi(t) e^{-itx} dt$$

Darmois utilise les fonctions caractéristiques (au sens contemporain) pour démontrer des propriétés asymptotiques des lois de suites de variables aléatoires¹¹⁶⁴. Ce livre se distingue d'ouvrages s'étant donné comme contrainte un niveau mathématique élémentaire en vue

1160. [Darmois, 1928, XI]

1161. [Darmois, 1928, XII]

1162. [Darmois, 1928, XII]

1163. [Darmois, 1928, 54].

1164. Il traite le cas de la convergence ponctuelle de la fonction caractéristique de la loi binomiale $\mathcal{B}(n; p)$ centrée et réduite, vers la loi normale centrée réduite [Darmois, 1928, 70-74] et le « cas de Poisson » [Darmois, 1928, 74-76].

de donner une culture statistique et probabiliste à un public n'ayant pas nécessairement un bagage mathématique avancé¹¹⁶⁵. Au contraire, l'ouvrage s'inscrit, comme le livre de Lévy en 1925¹¹⁶⁶, dans la perspective de développement d'outils mathématiques adaptés.

L'exemple des fonctions caractéristiques illustre également la volonté de Darmois de doter la statistique d'outils probabilistes. L'auteur précise la place des probabilités vis à vis des statistiques¹¹⁶⁷. Selon lui, « la méthode générale des sciences d'observation consiste à recueillir avec soin des faits significatifs, à les mettre en ordre matériel pour en obtenir une description claire, puis à disposer si possible en ordre logique ces matériaux de l'expérience pour en construire des théories et en déduire des lois physiques. »¹¹⁶⁸ Or Darmois, considérant la statistique comme une science d'observation, estime que « les notions abstraites ou concepts utilisés comme éléments de description et de construction sont empruntés à la théorie des probabilités »¹¹⁶⁹. Ainsi la notion abstraite de probabilité permet de construire un ordre logique en correspondance avec l'expérience et surtout avec la loi empirique de stabilité des fréquences. De plus Darmois appuie cet avis sur le point de vue de Quételet, consistant à assimiler les phénomènes sociaux à des tirages dans une urne de sorte que « les observations [doivent] obéir aux lois mathématiques du calcul des probabilités. »¹¹⁷⁰ La structure du texte rend compte du statut de la théorie des probabilités comme l'ensemble théorique permettant de construire un ordre logique aux observations. Le livre commence donc par trois chapitres sur les probabilités avant d'aborder la statistique. L'ouvrage est donc construit de sorte que la statistique se présente comme un prolongement de la théorie des probabilités.

Darmois fait une présentation assez complète des contenus de la théorie des probabilités. Outre les propositions fondamentales dans ce domaine (probabilités totales et formule de Bayes) et la notion d'indépendance, Darmois aborde la notion de variables aléatoires et leurs lois par l'intermédiaire de leurs fonctions caractéristiques. Comme Fréchet et Halbwachs, Darmois présente l'inégalité de Bienaymé-Tchebychev en particulier dans la perspective d'une démonstration du théorème de Bernoulli. Enfin Darmois aborde les théorèmes limites (théorème central limite et loi des grands nombres). Cependant, malgré le niveau mathématique recherché par l'auteur et contrairement à Lévy, Darmois n'aborde

1165. En particulier [Borel et Deltheil, 1923] et [Fréchet et Halbwachs, 1924].

1166. [Lévy, 1925a].

1167. Voir [Prunier, 2018].

1168. [Darmois, 1928, 1].

1169. [Darmois, 1928, 3].

1170. [Darmois, 1928, 5].

pas les questions d'intégrale de Stieltjes et se contente de lois de probabilités à densité sans plus de discussions.

Le rapport de Darmois aux développements contemporains de la statistique probabiliste

Les publications de Darmois montrent qu'au lendemain de la Grande Guerre, Darmois publie principalement des articles sur la théorie de la relativité mais s'oriente à partir de 1928 vers la statistique mathématique. Les premières publications de Darmois recensées dans la nécrologie écrite par Daniel Dugué¹¹⁷¹ datent de 1923. Entre 1923 et 1928, Darmois publie 4 textes portant sur la relativité¹¹⁷², puis publie 1 texte en 1930 et enfin 3 autres en 1932 sur la relativité. Darmois semble définitivement arrêter de publier des textes sur ce sujet après 1932.

En fait, à partir de 1928, les publications de Darmois s'orientent vers une statistique s'appuyant sur une base probabiliste. Les publications de Darmois sur ce sujet sont inaugurées par son livre *Statistique mathématique*¹¹⁷³. De plus l'intervention de Darmois au CIM est publiée à deux reprises en 1929 dans le *Metron*¹¹⁷⁴ et dans les actes du congrès¹¹⁷⁵. Enfin une de ses conférences à l'IHP est publiée dans les *Annales de l'IHP*¹¹⁷⁶.

Comme le souligne Huber dans sa préface, la *Statistique mathématique* de Darmois cherche à rassembler des recherches « disséminées dans les publications spéciales de divers pays »¹¹⁷⁷ pour proposer « un exposé clair, ordonné et complet des travaux les plus importants sur la statistique mathématique même les plus récents »¹¹⁷⁸. Darmois y présente la statistique en l'adossant à la théorie des probabilités ce que traduit clairement la structure du livre. Il s'ouvre sur trois chapitres présentant les résultats de probabilités fondamentaux (la notion de probabilités, de variable aléatoire, de loi de probabilité, de fonction caractéristique, des indices de dispersions et de tendance centrale d'une loi, les théorèmes limites). Darmois poursuit avec une présentation des séries statistiques et d'une étude de la fréquence empirique dans le chapitre 4, puis d'une présentation de modèles

1171. Nous utilisons la recension des publications de Darmois donnée dans [Dugué, 1960] qui semblent la plus exhaustive.

1172. Dont 3 articles dans les *CRAS* en 1923, 2 articles dans les *Annales de Physique* en 1924 et un livre publié dans la collection du *Mémorial des mathématiques* en 1927.

1173. [Darmois, 1928]

1174. [Darmois, 1929a]

1175. [Darmois, 1929b]

1176. Sur cette conférence nous renvoyons à [Catellier et Mazliak, 2012]. Voir également chapitre 4, p. 196-197.

1177. [Darmois, 1928, XII].

1178. [Darmois, 1928, XIV].

probabilistes sous-jacents à l'échantillonnage dans le chapitre 5. Les 6 derniers chapitres sont consacrés à des séries statistiques doubles : les chapitres 6 à 10 sont essentiellement consacrés à la question de la corrélation et des moyens théoriques (c'est-à-dire en utilisant les probabilités) et empiriques de la déterminer, le chapitre 11 porte lui sur la notion de covariation. Signalons enfin que 5 notes sont insérées après la conclusion, chacune présentant des résultats théoriques sur un sujet précis et sans démonstration (au mieux une idée de démonstration).

La *Statistique mathématique* montre de la part de Darmois un effort de sélection, et de marquage (dans la terminologie de Bourdieu ¹¹⁷⁹), mais également de hiérarchisation, de certains auteurs ou certains écrits qui est perceptible dans ses usages des différentes formes de références. Dans le cours du texte, il utilise des références culturelles (à des individus et parfois à des textes non-identifiables mais signalés par une périphrase, comme « le livre de [X] » sans autre précision), et des références bibliographiques (avec parfois des indications de pages ou des citations). En outre Darmois propose un index bibliographique rassemblant 104 entrées matérialisées par un retour à la ligne. Ces entrées présentent des références bibliographiques précises ou indiquent un ensemble éditorial (par exemple une série d'années d'un périodique). Elles sont organisées suivant des noms d'auteurs.

Cet index résulte manifestement d'une sélection de textes articulée à une orientation de la lecture. Darmois propose tout d'abord une orientation historique des textes. L'index s'ouvre sur des ouvrages classiques : l'*Ars conjetandi* de Jacques Bernoulli, suivi de la *Doctrine of chances* d'Abraham de Moivre (1667-1754) et de deux textes de Thomas Bayes (1702-1761). Darmois identifie également des textes fondateurs de courants de pensée : les deux livres de Laplace, *Théorie analytique des probabilités* et *Essai philosophique sur les probabilités*, dont « l'ensemble constitue le monument de la théorie des probabilités » ¹¹⁸⁰ ; des textes de Quételet, considéré comme « le fondateur de la statistique » ; *The Logic of Chance* de John Venn (1834-1923) considéré comme « le chef de l'école qui définit la probabilité comme une grandeur objective » ; les textes de Galton « fondateur de l'école biométrique anglaise » ¹¹⁸¹ et de Pearson « chef de l'école biométrique anglaise » ¹¹⁸² ; les textes de Charlier « chef de l'école scandinave de statistique mathématique » ¹¹⁸³. Dar-

1179. Voir l'introduction, p. xi.

1180. [Darmois, 1928, 337].

1181. [Darmois, 1928, 341].

1182. [Darmois, 1928, 341].

1183. [Darmois, 1928, 342].

mois signale des auteurs importants pour les résultats ou les méthodes qu'ils ont publiés et pour l'influence qu'ils ont exercée : Carl F. Gauss (1777-1855) pour son travail sur la théorie des erreurs ; Tchebychev dont les « travaux sur la théorie des probabilités et l'interpolation sont de la plus grande importance » et auxquels peuvent être rattachés « Markoff, Tchuproff et les travaux de Watanabe »¹¹⁸⁴ ; les mémoires de Cauchy comprenant la définition et les propriétés de la fonction caractéristique ; les textes de Lexis où il introduit le « coefficient de divergence »¹¹⁸⁵ ; les textes de Jørgen Pedersen Gram (1850-1916) pour son « traitement systématique des courbes de fréquence »¹¹⁸⁶ et à sa suite Thiele qui « introduit les semi-invariants »¹¹⁸⁷. Enfin certains ouvrages plus récents constituent aux yeux de Darmois des références : *An introduction to the theory of statistics* de George Udny Yule (1871-1951)¹¹⁸⁸ est « un de ceux dont la lecture doit être particulièrement recommandée »¹¹⁸⁹ et *Le calcul des probabilités* de Du Pasquier publié chez Hermann en 1926, dans lequel le « lecteur désireux d'étudier les bases de la théorie des probabilités trouvera [...] l'essentiel des recherches récentes »¹¹⁹⁰.

L'analyse des références présentes dans l'index bibliographique permet de mettre en évidence une représentation proposée par Darmois de la dynamique chronologique des développements de la statistique et de l'espace géographique dans laquelle elle se déploie. Cette dynamique articule une bipolarité entre le Royaume-Uni et la France sur la période du XVIII^e au début XX^e et l'émergence d'une nouvelle scène européenne : la Scandinavie. En effet l'index bibliographique propose une sélection organisée par nom d'auteurs de références bibliographiques généralement datées. Sur les 104 entrées bibliographiques, 4 datent du XVIII^e siècle, 47 datent du XIX^e siècle et 53 datent de la période 1900-1928 ; dont 24 datent de la période 1918-1928. Par ailleurs les 104 entrées sont publiées par des auteurs publiant dans 15 pays ; 30 entrées peuvent-être localisées au Royaume-Uni, 25 en France, 10 en Allemagne et 10 en Europe du nord (Danemark, Suède, Norvège). Dans cette représentation, les seuls points fixes sont le Royaume-Uni et la France. En effet seuls ces deux pays de publications sont représentés en continu sur la période allant du XVIII^e à

1184. [Darmois, 1928, 339]. Notons cependant que Darmois ne cite pas de référence bibliographique de Watanabe.

1185. [Darmois, 1928, 340].

1186. [Darmois, 1928, 240].

1187. [Darmois, 1928, 240].

1188. [Yule, 1922]

1189. [Darmois, 1928, 342].

1190. [Darmois, 1928, 345].

1928. De plus les nombres d'entrées du Royaume-Uni et de la France sont plus ou moins équivalents tout au long de cette période. Mais Darmois présente également une scène statistique internationale en mouvement. L'absence d'entrées allemandes et autrichiennes sur la période 1918-1928 s'inscrit peut-être dans le mouvement de boycott scientifique des anciens empires centraux. Cela étant, cette absence permet à Darmois de mettre en avant de nouveaux pays : la Suède et la Norvège sont uniquement représentées sur la période 1900-1928 d'une part, la Hongrie (détachée après 1918 de l'Autriche) est représentée sur la période 1918-1928 d'autre part. Enfin la Russie, représentée sur la période du XIX^e et sur la période 1900-1917, continue d'être représentée après 1917 de deux façons : par des auteurs en postes en URSS et par un auteur émigré (Alexander A. Tchouprov, 1874-1926).

L'analyse du texte permet également de mettre en avant le caractère structurant de cette géographie. En localisant les individus référencés ¹¹⁹¹ dans le cours du texte et en les comptabilisant dans les parties du livre, il apparaît que les références ne se répartissent pas uniformément. Cette répartition rend compte du fait que certains développements sont perçus par Darmois comme géographiquement situés. Ainsi dans le cours du texte, des références à des individus localisés en France se trouvent dans l'introduction, dans tous les chapitres à l'exception du chapitre VIII (qui aborde l'analyse des contingences et des corrélations à partir de données empiriques et ne contient que des références britanniques), dans la conclusion générale ainsi que dans les notes III (sur la notion de fonction caractéristique) et IV (sur les développements en séries de fonctions orthogonales du type série de Fourier). Les références à des Britanniques se trouvent dans tous les chapitres à l'exception du chapitre IX (sur les modèles sous-jacents à l'échantillonnage dans le cas de deux variables) ainsi que dans les notes I (sur la formule de Stirling) et V (sur le calcul des moments expérimentaux). Enfin des références d'Europe du Nord se trouvent en introduction et conclusion, dans les chapitres II à V, dans le chapitre X et dans la Note IV.

Les différences dans ces répartitions montrent que Darmois représente certains développements comme spécifiques à certains espaces géographiques. Les notes de fin d'ouvrages illustrent ce fait. Les notes I (sur la formule de Stirling) et V (sur le calcul des moments expérimentaux) présentent uniquement des références britanniques tandis que la note III

1191. Les références dans le texte n'étant pas toujours des références bibliographiques, nous avons fait le choix d'essayer de localiser les individus plutôt que les publications. Pour compenser les mobilités au sein d'espaces nationaux, nous avons privilégié la dimension du pays. Nous n'avons pas pu localiser 11 des 80 individus.

(sur la notion de fonction caractéristique) présente exclusivement des références françaises. La spécificité entre étude empirique britannique et analyse des fonctions caractéristiques françaises se retrouvent également au sein des chapitres. Dans le chapitre 7, portant sur l'analyse de la dépendance stochastique de deux variables aléatoires, les parties consacrées au carré moyen de contingence et au rapport de corrélation se réfèrent uniquement à K. Pearson. D'autre part, la partie consacrée aux fonctions caractéristiques se réfère à Cauchy, Fourier, Poincaré, et mentionne les études de Bravais et Lévy ainsi que le cours de géométrie analytique de Bouligand sur les propriétés des ellipses et des ellipsoïdes ¹¹⁹². Enfin il faut noter que les travaux d'Europe du nord sont systématiquement associés aux développements en série de fonctions orthogonales se référant principalement à Charlier, mentionné pour les séries de Charlier, et à ses « élève[s] » Sven Dag Wicksell (1890-1939) ¹¹⁹³ et Jörgensen ¹¹⁹⁴, à Gram, mentionné pour ses travaux sur les séries obtenues à l'aide de la méthode des moindres carrés ¹¹⁹⁵, à Thiele pour l'introduction de la notion de semi-invariant ¹¹⁹⁶ et à l'astronome néerlandais Jacobus C. Kapteyn (1851-1922) ¹¹⁹⁷.

Darmois montre des signes d'un investissement personnel dans les développements de la statistique probabiliste internationale. Son intervention au sein du congrès de Bologne en 1928 a lieu dans la section IV dédiée à la statistique, l'économie mathématique, le calcul des probabilités et les sciences actuarielles. Le résumé de cette conférence est publié en français dans les actes du CIM et dans le *Metron*. Dans les deux cas le texte est intitulé « Analyse et comparaison des séries statistiques qui se développent dans le temps » et sous-titré « The time correlation problem ». Cette conférence porte sur l'étude des relations statistiques des valeurs d'une série à temps discret et se ramène en particulier aux chaînes de Markov ¹¹⁹⁸.

Dans cette conférence Darmois cherche à s'insérer dans des développements statistiques

1192. [Bouligand, 1919].

1193. Darmois renvoie à l'article « "Some theorems in the Theory of Probability", Skandinavisk Aktuarietidskrift, p. 196, 1910 » [Darmois, 1928, 331].

1194. Vraisemblablement Niels R. Jörgensen dont nous n'avons pas encore trouvé les dates de naissance et de mort. Darmois donne pour référence bibliographique « *Recherches sur les surfaces de fréquence et la corrélation* (en danois), 1916 » [Darmois, 1928, 343].

1195. Darmois renvoie à la thèse de Gram, « Développement en série par la méthode des moindres carrés », 1879 et [Gram, 1883].

1196. Darmois le présente comme un continuateur de Gram et renvoie à « Theory of observation », Londres, 1903.

1197. Darmois ne donne encore une fois pas de titre, seulement l'indication « (Gröninguen, 1912) » [Darmois, 1928, 331].

1198. Rappelons que Bru montre que le Congrès de Bologne signe l'acte de naissance des chaînes de Markov comme sujet de recherches international. Sur les travaux de Darmois présentés à ce congrès voir [Bru, 2003, 162-163, 190-191].

menés principalement au Royaume-Uni. Tout d'abord, l'objectif de la conférence faite par Darmois « n'est pas tant d'apporter des résultats pratiques nouveaux, que de mettre au point aussi complètement que possible, les idées théoriques et les résultats mathématiques qui [lui] semblent fondamentaux en cette matière. »¹¹⁹⁹ Ainsi Darmois présente une synthèse sur l'analyse des séries statistiques qui se développent dans le temps. Après une partie revenant sur le rôle de la statistique dans les sciences d'observations, Darmois présente un historique des publications abordant ce sujet. Or la majeure partie des références bibliographiques faites par Darmois renvoie aux volumes du périodique *Biometrika* ou du *Journal of the Royal Society of statistics* tous les deux publiés à Londres. Sur la question des séries statistiques qui se développent dans le temps, Darmois se réfère avec une insistance particulière aux publications de Oskar Anderson (1887-1960), de George U. Yule, de Karl Pearson et de Egon Pearson publiées au Royaume-Uni.

Darmois y présente la stratégie britannique de l'étude de ces séries statistiques. Reprenant l'analyse faite par Anderson, Udny Yule et K. Pearson, Darmois présente une méthode qui consiste à isoler la partie aléatoire des valeurs de la série statistique en étudiant la différence de deux valeurs successives. Il met ainsi en évidence la notion de régression linéaire et les concepts de corrélation et de covariation. Mais l'exposé de Darmois se termine sur une autre perspective : celle des processus markoviens. Mobilisant de nouveau la stratégie d'étude de la différence de deux valeurs successives, il propose le cas où les valeurs successives suivent une relation de dépendance stochastique selon un modèle markovien. À ce titre Darmois mobilise les résultats obtenus par Hadamard et Hostinský dans ce domaine.

L'exposé de Darmois montre qu'il est en outre familier de concepts probabilistes contemporains. Par exemple dans l'étude de la partie aléatoire des séries statistiques, Darmois utilise les fonctions caractéristiques des lois de probabilités. Darmois donne pour définition « la valeur probable de l'exponentielle e^{itx} »¹²⁰⁰, c'est-à-dire $\mathbf{E}(e^{itx})$ qu'il note $\varphi(t)$, et rappelle que la loi est déterminée par φ puisque la « fonction des probabilités élémentaires » vérifie

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t) e^{-itx} dt$$

1199. [Darmois, 1929a, 230].

1200. [Darmois, 1929a, 231].

En outre la relation entre la loi de la série et la loi des différences successives indépendantes est assurée par la propriété que « la fonction caractéristique d'une somme de variables indépendantes est le produit des fonctions caractéristiques »¹²⁰¹. Darmois évoque également le rôle des probabilités en chaînes dans les questions relatives aux séries se déployant dans le temps.

Même si sa présence est plus discrète que celle de Fréchet, Darmois participe aux congrès internationaux des mathématiciens en 1920 (Strasbourg), 1928 (Bologne), 1932 (Zürich). Il représente l'université de Nancy en 1928 et 1932¹²⁰². Pour ses travaux sur la relativité, il est mentionné par Léon Brillouin en 1924 et H. Kœppler en 1928. Enfin il fait une conférence au sein de la section IV au Congrès de Bologne en 1928. Ainsi Darmois semble plutôt profiter de l'un des aspects fondateurs de ces congrès : les rencontres personnelles de mathématiciens de plusieurs nationalités¹²⁰³.

Cette idée d'un Darmois profitant des sociabilités scientifiques internationales offertes par les CIM s'illustre par la session qu'il préside en remplacement de Fréchet en 1928. Au cours de cette section Darmois intègre un projet de société savante internationale. Les actes du Congrès de Bologne mentionnent que sous la présidence de Darmois, la 4e section de ce congrès nomme un « Comité constitutif international pour le progrès du Calcul des probabilités et de toutes ses applications » pour former une « Société internationale sur le type du "Circolo Matematico di Palermo" » et qui doit être chargée de la publication d'un bulletin. Le compte-rendu de la section précise que « la formation [du comité constitutif] sera établie prochainement par des rapports personnels en représentant toutes les Nations. » Faute de précisions, il est difficile de déterminer ce que recouvrent exactement ces « rapports personnels ». La section élit 20 membres au sein du comité constitutif international où Darmois est le seul représentant français dans un comité qui regroupe un Allemand (Gumbel), un Suisse (Du Pasquier), cinq Italiens (C. A. Dell'agnolla, B. de Finetti, F. Cantelli, C. Gini, G. Pietra), deux Suédois (K. G. Hagström, S. D. Wicksell), un Hongrois (C. Jordan), deux Tchécoslovaques (F. M. Urban, V. Korinek), trois Polonais (J. Neyman, A. Lomnicki, A. Gruzewski), deux Russes (E. Slutsky, A. Khintchine), un Japonais (Y. Miura) et un Étasunien (E. C. Molina)¹²⁰⁴.

1201. [Darmois, 1929a, 232].

1202. *Atti del congresso internazionale dei matematici*, Nicola Zanichelli Editore, Bologne, 1928, t. 1, p.28; *Verhandlungen der Internationalen Mathematiker Kongresses Zürich 1932*, Orell Füssli Verlag, Zürich et Leipzig, 1932, t. 1, p. 19

1203. Voir en particulier le chapitre 1 de [Lehto, 1998]

1204. *Atti del congresso internazionale dei matematici*, Nicola Zanichelli Editore, Bologne, 1928, t. 1,

Borel réussit donc à exploiter les critères imposés par l'IEB pour assurer un enseignement exclusivement tourné vers les probabilités à la chaire de CPPM. En 1928, au moment de sa nomination, Fréchet bénéficie d'un prestige international pour ses travaux d'analyse qui en fait un mathématicien incontestable. De plus, Borel sait parfaitement que Fréchet enseigne et mène depuis peu des recherches, au contact avec des mathématiciens étrangers, dans le domaine des probabilités. La situation de Darmois est sensiblement différente. Sa nomination à la chaire de CPPM n'arrive qu'à la fin de la période (en 1939), tandis que d'autres jeunes mathématiciens (Valiron, Chazy) se succèdent à cette maîtrise de conférences. Cependant, lors de sa nomination, Darmois est incontestablement un grand spécialiste français des statistiques probabilistes, notamment celles développées au Royaume-Uni et en Scandinavie.

Les contextes locaux dans lesquels Fréchet et Darmois évoluent suscitent une orientation d'une partie de leurs enseignements vers les savoirs probabilistes. Fréchet assure en fait deux types d'enseignements de probabilités : un enseignement à l'Institut commercial de Strasbourg destiné à des usagers des probabilités, un enseignement à l'Institut de mathématiques destiné à des mathématiciens en formation. Dans le premier cas, Fréchet prend clairement le parti d'un exposé élémentaire et accessible. Dans le second, il est vraisemblable que Fréchet propose un enseignement plus difficile et technique, et surtout, plus proches de ses recherches du moment sur les chaînes de Markov. Pour ce qui est de Darmois, l'enseignement de statistique qu'il propose à l'ISUP mobilise les mathématiques supérieures de façon systématique et s'inscrit dans un cadre probabiliste. Ces deux enseignants adoptent une approche en grande partie fréquentiste qui place en regard d'un concept abstrait de probabilité une notion concrète et empirique de fréquence.

Dans les deux cas, Fréchet et Darmois accordent une place à des développements récents ayant lieu hors de France. Il est difficile d'en juger pour ce qui est de Fréchet, n'ayant pu consulter de traces écrites de ses cours. Mais rappelons que Fréchet informe Hostinský qu'il a intégré à ses cours certains développements en s'appuyant notamment sur les travaux de Urban et de Hostinský. Dans le cas de Darmois, il faut noter l'importance de la géographie de ses références. Non seulement cette géographie est aisément lisible, mais elle est parfois explicite (comme dans l'index bibliographique où Darmois mentionne « l'école

p.127. Il ne semble pas y avoir de suite à cette réunion, voir [Bru, 2003, 167].

biométrique anglaise »¹²⁰⁵ et « l'école scandinave de statistique mathématique »¹²⁰⁶). Cette géographie est structurante dans l'exposé même. Ainsi le sens du contenu est indissociable de l'identification de zones géographiques où se concentrent des spécialistes de certains sujets ou de certaines méthodes.

5.2 LES ENSEIGNEMENTS À LA CHAIRE DE CPPM DANS LE CONTEXTE DE L'IHP

Borel envisage explicitement l'Institut Henri Poincaré comme un moyen de consolider une orientation des contenus de la chaire de CPPM vers les savoirs probabilistes qu'il a initiée dès 1920¹²⁰⁷. La chaire se constitue ainsi en un espace local inédit en France et consacré aux savoirs probabilistes. Par ailleurs, les conférences de l'IHP offrent une scène où se présente l'actualité probabiliste locale et internationale¹²⁰⁸. Cependant les discours restent vagues quant à la coordination éventuelle des conférences et des enseignements des chaires de l'IHP, en particulier la place de l'actualité probabiliste internationale et locale dans les enseignements n'est pas clairement affirmée.

Or si l'IHP délimite un contexte spécifique, Borel, Fréchet et Darmois contribuent activement à en définir les limites, à commencer par la définition du programme d'enseignement. Le choix des concepts, des résultats et de leur structuration concourt à définir les savoirs probabilistes portés par les candidats du certificat de CPPM. De plus Fréchet et Darmois et bien entendu Borel sont eux-mêmes des acteurs de l'actualité probabiliste locale et internationale et ils jouent de cette position pour orienter les enseignements vers certains sujets. Dans le même temps, leurs présentations des savoirs probabilistes rendent compte de leurs représentations géographiques de ces savoirs. Enfin de son côté Borel est en bonne position pour redéfinir le périmètre et la forme de la certification de la chaire de CPPM, ce qu'il ne manque pas de faire. Ainsi, dans la perspective d'analyse de notre thèse, il reste à déterminer dans quelles mesures les enseignements constituent un lieu d'intégration de savoirs développés hors de Paris au sein des enseignements, et donc dans quelle mesure les enseignements constituent un des mécanismes du transfert culturel.

1205. [Darmois, 1928, 341]

1206. [Darmois, 1928, 342]

1207. Rappelons que le jour de l'inauguration, Borel définit le rôle de cet institut comme devant contribuer à « développer à la Faculté des sciences l'enseignement du calcul des probabilités et celui de la physique théorique. » [Borel et Picard, 1928, 4]. La définition de l'orientation scientifique de l'IHP se limite toutefois à la physique et aux mathématiques et que le calcul des probabilités est présenté comme un sujet connexe, voir chapitre 3, p. 136-140.

1208. Voir chapitre 4.

Il existe cependant ,peu de sources sur les enseignements faits à la chaire de CPPM dans les années 30. Le *Livret de l'étudiant de Paris* donne quelques informations sur le contenu sous la forme d'une ou deux phrases de description. Néanmoins, il existe un témoignage précieux et riche concernant les enseignements : les notes des cours de Borel et de Fréchet prises par Jean Louis Destouches¹²⁰⁹. Ce candidat au certificat de CPPM en mars 1930, suit les cours des années universitaires 1929 et 1930. Ces notes sont réparties dans 6 dossiers, chacun rassemblant entre 18 et 102 feuillets. Ces notes de cours permettent ainsi d'avoir une idée du contenu des enseignements magistraux de Borel et de Fréchet. Il faut remarquer que ces notes, contrairement à un livre, s'inscrivent dans un usage personnel.

5.2.1 *L'organisation de l'enseignement*

Entre 1920 et 1928, Borel aura successivement redéfini l'enseignement de la chaire de CPPM vers les probabilités puis le certificat associé à cette chaire en y réintégrant le calcul des probabilités. Il contribue à la création d'une maîtrise de conférences pour cette chaire ainsi qu'à la création et l'organisation de conférences sur les probabilités. Pour autant Borel n'en a pas fini, et un semestre après l'inauguration de l'IHP, il s'engage dans une dernière transformation du certificat.

Le certificat de CPPM s'étoffe progressivement de trois options entre 1929 et 1930. Lors de la séance du 13 juin 1929¹²¹⁰, Borel propose de transformer le certificat de CPPM en un certificat à deux options (physique mathématique, actuariat) au conseil de la faculté des sciences qui « donne un avis de principe favorable à cette transformation, dont le détail sera étudié en début de la prochaine année scolaire. » Le projet d'options pour le certificat de CPPM refait surface dans une lettre du 12 février 1930, où Borel présente au Doyen un nouveau projet de certificat. Cette fois, le projet porte sur un certificat à trois options (compléments théoriques, physique mathématique, statistique). Ce projet à trois options est adopté à l'unanimité par l'assemblée de la faculté des sciences le 27 février 1930. Le passage d'un certificat à deux options à un certificat à trois options rend certainement compte de l'expérience de la première année de fonctionnement de l'IHP. De plus le passage d'une option actuariat à deux options, l'une statistique et l'autre compléments théoriques,

1209. Nous remercions Christophe Eckes de nous avoir signalé les archives de Jean Destouches conservées à la bibliothèque MIR de Jussieu. Voir [Eckes, 2019].

1210. AN AJ/16/5124/A, Conseils de la Faculté des sciences – janvier 1929 à décembre 1932.

rend compte d'une orientation de l'enseignement vers une approche mathématique et théorique plutôt que pratique.

Les trois options intègrent le cursus dès l'année universitaire suivante, 1930-1931. Ce programme permet d'identifier clairement la place des enseignements de Théorie physique au sein du certificat. Si tous les cours de la chaire de CPPM sont (au moins jusqu'en 1937) destinés à l'ensemble des candidats du certificat, quelle que soit l'option choisie, les enseignements de théories physiques s'adressent aux candidats de l'option physique mathématique ; en effet, dans le *Livret de l'étudiant*, seul les enseignements de Léon Brillouin de l'année 1930 mentionnent le programme de l'option de physique mathématique du certificat de CPPM.

Formellement, le cours de Borel semble inchangé pendant la période 1924 – 1936. Le *Livret de l'étudiant* reproduit année après année le même descriptif du cours de Borel. L'intitulé du cours se limite à « La théorie des probabilités et ses applications ». Le cours s'organise en deux séances, les mardi et vendredi à 11 h entre 1924 et 1926, puis les mercredi et vendredi à 11 h entre 1927 et 1936. Enfin, à partir de 1929, les cours prennent place dans l'amphithéâtre Cauchy de la Sorbonne. De plus les cours de Borel sont systématiquement désignés comme des « cours publics »¹²¹¹. Dans le contexte de la faculté des sciences, il s'agit en fait du seul cours ayant cette mention durant toute la période 1924-1936 dans le *Livret de l'étudiant*. Ce cours s'adresse donc explicitement à un public plus large que les seuls étudiants du certificat de CPPM.

Cette immuabilité de l'enseignement de Borel est rompue en 1937. Pour cette année universitaire, le *Livret de l'étudiant* signale un changement radical. Le descriptif de ses cours, de 1937 à 1939, devient : « Calcul des probabilités (candidats au certificat) (mercredi), exposés et discussions sur les principes du calcul des probabilités et sur diverses recherches récentes (vendredi) ». De plus il n'est plus mentionné comme un « cours public ». Ainsi en 1937, Borel transforme son enseignement dans deux sens. Tout d'abord une partie de ses cours est dédiée exclusivement au certificat. Ensuite une partie du temps d'enseignement se transforme en séminaire. Cette nouvelle organisation signale un effort

1211. Nous rappelons que l'université de Paris organise des « cours publics, ouverts gratuitement à toute personne qui s'y présente », des « cours, des conférences, des exercices pratiques, des travaux pratiques, des laboratoires, des bibliothèques, réservés aux étudiants immatriculés ou inscrits », « des instituts, écoles, séminaires, groupes d'études, cours spéciaux, laboratoires de recherches, bibliothèques, collections, etc., auxquels les étudiants ont accès, à la condition de payer des droits spéciaux ou d'y être agréés par les directeurs ou professeurs, ou encore à la suite d'un examen d'admission. » *Livret de l'étudiant*, 1939-1940, p. 15.

de rapprochement entre enseignement et recherche en ménageant l'insertion des recherches récentes au sein même du dispositif pédagogique.

Entre les années universitaires 1928 et 1932, Fréchet assure les enseignements de la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM. D'après la brochure des « Cours et conférences professés à l'Institut Henri Poincaré »¹²¹², il assure 30 séances, à raison de deux séances hebdomadaires, et des travaux pratiques, à raison d'une ou deux après-midi par semaine. Par ailleurs, le *Livret de l'étudiant* et la brochure de l'IHP s'accordent sur le fait que le cours de Fréchet s'organise en deux temps : un premier sujet est abordé en novembre et décembre, puis un second en janvier et février.

Formellement, les enseignements de Darmois s'inscrivent dans la continuité de ceux de Fréchet qu'il remplace à partir de 1933. En effet il aborde deux thèmes (le premier en novembre et décembre, le second en janvier et février). Les cours sont répartis sur deux séances, les mardi à 14 h 15 et le mercredi à 17 h 30. Ces cours ont lieu dans l'amphithéâtre Darboux de l'IHP. Enfin Darmois assure des travaux pratiques les samedi après-midi.

Néanmoins, comme pour les enseignements de Borel, les enseignements de Darmois changent d'organisation en 1937. Tout d'abord les séances des cours ont lieu à 16 h les mardi et mercredi. La division en deux thèmes d'enseignement se prolonge mais les périodes de ces enseignements ne sont plus mentionnées dans les *Livret de l'étudiant*. Enfin, surtout, les deux thèmes changent : pour les années 1937 à 1939, les intitulés des cours sont « compléments théoriques » et « statistiques mathématiques ». Ainsi Darmois organise son cours en structurant son enseignement en direction de ces deux options de sorte que l'ensemble des enseignements de la chaire de CPPM s'oriente explicitement vers la préparation des options du certificat de CPPM.

5.2.2 *Les enseignements faits à la chaire de CPPM*

La création de l'IHP suscite une restructuration de la certification des savoirs probabilistes qui articule une redéfinition des moyens de certifications avec la création des trois options (compléments théoriques, statistique, physique mathématique) et le dédoublement de l'enseignement (entre le professeur et le maître de conférences). Mais cette restructuration se prolonge également dans les contenus scientifiques par l'élaboration

1212. AN 20010498/130 > Conférences (1928 – 1934). Les brochures conservées couvrent les années universitaires de l'année universitaire 1928 à 1934.

d'un programme pour le certificat qui définit le corpus de savoirs censé être assimilé par les étudiants et sanctionné par le certificat.

Pour autant le programme n'est absolument pas une contrainte dans les contenus enseignés puisqu'il articule une partie libre et une partie obligatoire. Les enseignants de la chaire de CPPM restent donc relativement libres de décider du contenu de leur cours. Nous revenons donc sur le programme du certificat et analysons le contenu des enseignements pour déterminer comment l'exposé du professeur et les attendus du certificat s'articulent.

L'étude des enseignements faits par Fréchet et Borel est en partie menée grâce aux archives Jean-Louis Destouches, contenant des notes de cours de ces deux professeurs pendant les années 1929 et 1930. Par ailleurs le cours de 1936 de Borel a fait l'objet d'une publication¹²¹³. Les détails de ces cours nous permettent d'identifier la place accordée à l'actualité probabiliste locale et internationale au sein des enseignements. À défaut de disposer d'une source équivalente, nous abordons les enseignements de Darmon à l'aide des informations extraites du *Livret de l'étudiant*.

Un programme pour un nouveau certificat.

Le calcul des probabilités occupe une place centrale dans le programme commun et présente les trois options comme un prolongement d'un programme probabiliste commun¹²¹⁴. En effet, le programme articule une partie commune et des programmes spécifiques aux options. Tout d'abord le programme commun, défini comme fixe et n'exigeant pas de connaissances « qui ne soit exposées dans les ouvrages classiques du Calcul des probabilités en vente courante au moment de l'examen », porte sur les bases du calcul des probabilités. Cette partie commune fait l'objet de l'épreuve pratique de l'examen. Ensuite les trois options se présentent comme des développements ou des applications de ce programme commun. Ainsi l'option « compléments théoriques » développe des thèmes comme les « probabilités dénombrables », les « chaînes de Markoff » ou encore la « théorie des variables aléatoires ». L'option de physique mathématique présente des « applications du calcul des probabilités à la physique », en particulier à la mécanique statistique classique et à la physique quantique. L'option statistique fait référence aux probabilités par l'intermédiaire d'une partie « rappel des éléments de la théorie des probabilités » et d'une

1213. [Borel et Ville, 1938].

1214. Voir le programme conservées dans les archives de la faculté des sciences : AN AJ/16/5775 dossier « Institut Henri Poincaré (1926 – 1933) », fichier « Certificat d'études supérieure du calcul des probabilités et physiques mathématiques - modifications ».

partie « épreuves répétées ».

Le détail des trois options montre la volonté de présenter des savoirs spécialisés reconnaissables à la spécificité du vocabulaire et à la non intersection d'une partie des contenus entre les options. Du côté de l'option compléments théoriques, le programme est composé d'une partie fixe et d'une partie variable. La partie fixe réclame la maîtrise du théorème central de la limite, de la loi de Poisson, des chaînes de Markov, de la théorie des variables aléatoires, de l'intégrale de Stieltjes, de l'inégalité de Bienaymé, des différents types de convergences (en probabilité, presque uniforme). La partie variable, elle, porte sur les cours faits par le professeur et le maître de conférence de la chaire de CPPM. Du côté de l'option physique mathématique, le programme explore la mécanique statistique classique (théorie cinétique des gaz, théorème de Boltzmann, mouvement brownien), l'étude des gaz (chaleur spécifique, diffusion), l'étude des corps noirs (répartition isotherme, loi de Kirchoff, loi de Stefan, formule de Rayleigh, Wien et Planck), la statistique quantique (hypothèse des photons, hypothèse de Crofton, statistique de Bose-Einstein, formule de Planck, loi d'Einstein, entropie, statistique de Fermi-Dirac) et enfin les propriétés thermiques des solides parfaits (agitation thermique, chaleurs spécifiques, température caractéristique de Debye). L'enseignement de physique mathématique se focalise donc sur la mécanique statistique, largement appuyée sur des raisonnements d'ordre probabiliste. Ce sujet est donc en accord avec le projet décrit par Borel lors de son discours d'inauguration de l'institut et en cohérence avec les intérêts scientifiques de Langevin et J. Perrin (tous les deux membres du comité de direction) ainsi que des deux titulaires de la chaire TP (de Broglie et F. Perrin). Du côté de l'option statistique le programme aborde les questions de polygone et courbe de fréquence, d'écart probable, des représentations analytiques à l'aide de variables aléatoires continues et discontinues, la théorie de la corrélation et de la covariation. Là encore le cœur de l'enseignement de statistique est probabiliste et renvoie donc à une statistique probabiliste que Darmois enseigne déjà l'ISUP.

Du cours magistral au séminaire Borel.

D'après les notes de Destouches, le cours de Borel de 1929-1930 s'organise en deux temps : d'abord un exposé sur les probabilités, ensuite un exposé sur la mécanique statistique. Comme nous l'avons déjà signalé, il est vraisemblable que le professeur reproduise ce cours à l'identique les années suivantes, la description du cours de Borel restant iden-

tique dans le *Livret de l'étudiant* jusqu'en 1935. En 1936, Borel change de programme et consacre son cours à l'application des probabilités aux jeux de hasard. Ce changement intervient après la fin de son troisième mandat de député (mai 1936) et le choix de ne pas se représenter¹²¹⁵. Cette année signe un second changement : le cours de Borel n'est plus désigné comme un « cours public ». Jusqu'à cette année universitaire, son cours est donc susceptible d'accueillir un auditoire plus large que celui des étudiants préparant le certificat de CPPM. Cela explique sans doute le choix, au moins à partir de 1929, d'assurer un enseignement intermédiaire, cherchant à faire passer les idées et de construire des intuitions, laissant les développements mathématiques au maître de conférences.

La partie du cours consacrée aux probabilités se présente si ce n'est comme un cours introductif, du moins comme un enseignement pour un public large sans entrer dans des développements mathématiques avancés. Borel présente la notion de probabilités, comme « rapport du nombre de cas favorable au nombre de cas possibles », puis le principe des probabilités totales et des probabilités composées. Il présente ensuite les notions d'espérance mathématique, de valeur moyenne et d'écart. Dans le cadre d'une répétition d'une épreuve aléatoire, Borel étudie la loi des écarts en particulier son comportement asymptotique puis il introduit la loi gaussienne. Enfin l'étude du comportement asymptotique de l'écart amène Borel à la loi des grands nombres et au théorème de Bernoulli. Le cours se poursuit par une présentation élémentaire des probabilités continues se limitant à la notion de probabilité élémentaire (densité de probabilité) et à la vérification des principes des probabilités totales. Ce cours reprend pour l'essentiel les trois premiers chapitres du *Probabilités, erreurs*¹²¹⁶ publié dans la collection Armand Colin. Cet ouvrage s'inscrit dans une collection dont le mot d'ordre est « vulgariser sans abaisser » et qui revendique un lectorat hétéroclite rassemblant de « jeunes gens » désirant s'initier, des personnes cultivées et des spécialistes. En outre Borel et Deltheil affirment avoir rassemblé dans ce livre « les principes essentiels du calcul des probabilités sous une forme aussi élémentaire que possible ».

La seconde partie du cours, consacrée à la mécanique statistique, est quant à elle beaucoup plus spécialisée. L'exposé de mécanique statistique s'organise en deux parties. Dans un premier temps, l'exposé présente la mécanique statistique classique : espace de configuration, extension en phase, théorème de Liouville, probabilité élémentaire de

1215. Voir [Pinault, 2017, 486-488].

1216. [Borel et Deltheil, 1923]

l'état élémentaire du système à l'instant t , loi de Maxwell, énergie cinétique moyenne, équirépartition de l'énergie. Dans un second temps l'exposé développe l'étude des gaz : étude des gaz parfaits, des gaz réels et théorème du viriel. Cet exposé reprend en grande partie le volume du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* écrit par Borel assisté de Francis Perrin et consacré à la mécanique statistique classique¹²¹⁷. Notons que ce livre est mentionné parmi les trois références bibliographiques relevées par Destouches à la fin des notes relatives aux cours de Borel.

Le cours de 1936 est publié comme l'un des fascicules du *Traité du calcul des probabilités* dirigé par Borel. Notons cependant qu'il n'est pas possible de déterminer s'il s'agit de l'ensemble du cours ou seulement une partie. Cet ouvrage est une rédaction proposée par Jean Ville du cours donné par Borel à la faculté des sciences de Paris dans l'année 1936-1937. La rédaction de l'ouvrage suit une approche didactique similaire au volume rédigé avec Lagrange : « traiter quelques problèmes très particuliers, en ayant surtout le souci d'indiquer des méthodes qui puissent être généralisées et appliquées à l'étude complète des divers jeux usuels »¹²¹⁸. Aucun doctorat n'est explicitement visé, mais, comme pour la partie consacrée aux probabilités finies dans le fascicule rédigé par Lagrange, les 4 premiers chapitres reposent principalement sur des manipulations de dénombrement ; seul les deux derniers chapitres introduisent des calculs d'intégrales.

Le volume est consacré aux jeux de hasard mathématisables. Borel rejoint l'avis de Poincaré sur le fait que le jeu d'échec n'est pas un objet mathématisable dans le sens où on ne peut pas étendre ce jeu à un plateau à n^2 cases, la configuration à 64 cases étant déterminante. Au contraire, un jeu de cartes constitue un jeu mathématisable, dans la mesure où les nombres de cartes, de couleurs et de valeurs peuvent être considérés comme quelconques ; la configuration du jeu de cartes n'est pas déterminante dans le déroulement du jeu. Sans justifier de son caractère mathématisable, mais soulignant sa simplicité et son caractère historique pour les probabilités, les auteurs analysent également des jeux de dés.

Le fascicule s'organise en deux temps. Tout d'abord les auteurs étudient des jeux de « hasard pur » dans les deux premiers chapitres : les jeux de dés dans le premier, et des généralisations du problème des partis de Pascal. Le travail consiste ici à dénombrer les parties possibles pour déterminer les probabilités de gain. Les trois chapitres suivants

1217. [Borel et Perrin, 1925]

1218. [Borel et Ville, 1938, VII]

sont consacrés à des jeux « où intervient l'habileté du joueur ». Dans ces chapitres, les auteurs utilisent des jeux de cartes. L'intérêt des auteurs tient certainement au fait que « les problèmes rencontrés dans la théorie des jeux où intervient l'habileté du joueur présentent beaucoup d'analogie avec ceux qui se posent dans l'étude des phénomènes économiques »¹²¹⁹. Les problèmes abordés par les auteurs consistent à identifier des stratégies lorsque le jeu est réparti en plusieurs tas et que le joueur connaît un ou plusieurs tas en totalité ou en partie. Le quatrième chapitre aborde les problèmes où la « psychologie » des joueurs est fondamentale et pour cela les auteurs introduisent des variables aléatoires continues. Ils explicitent l'existence d'un lien avec les jeux de stratégie et avec les questions économiques de répartition optimum des effectifs. Enfin le dernier chapitre est dédié au jeu de poker et donne lieu à une première tentative de formalisation mathématique d'une stratégie.

Dans l'ensemble du livre, seulement deux références, qui plus est des références culturelles, sont mentionnées : Pascal et Poincaré. Pourtant parmi les références bibliographiques, les auteurs auraient pu mentionner les articles écrits par Borel dans les années 1920¹²²⁰ ou plus récemment en 1936 et 1937¹²²¹. Le livre reste ainsi refermé sur lui-même et peut être lu sans faire appel à des lectures extérieures. Cependant, comme pour le livre écrit avec Lagrange, le contenu même du fascicule peut s'adresser à des étudiants tout en rendant compte de recherches menées par Borel lui-même.

Par ailleurs, il n'est fait aucune référence (culturelle ou bibliographique) à des scientifiques hors de France dans le corps du texte. Seule la note de Jean Ville, en fin d'ouvrage, fait référence à J. von Neumann. Cette note y présente le théorème du minimax de von Neumann et en propose une démonstration alternative¹²²². Ce théorème porte sur les stratégies dans les jeux de hasard où « l'habileté du joueur intervient ». Cette note prolonge ainsi le corps du livre dans des développements mathématiques plus avancés. Comme dans le livre écrit avec Lagrange, les notes de fin d'ouvrage ouvrent une voie pour des étudiants souhaitant approfondir leur lecture. Mais, contrairement au fascicule rédigé par Lagrange, cet approfondissement se fait sans orientation bibliographique.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, à partir de 1937 le cours de Borel se spécialise vers le certificat de CPPM et manifeste clairement une volonté de rapprocher

1219. [Borel et Ville, 1938, x]

1220. [Borel, 1921b, Borel, 1924d, Borel, 1924c, Borel, 1927]. Voir chapitre 2, p. 73-74.

1221. [Borel, 1936, Borel, 1937]

1222. Voir chapitre 6, p. 367.

les étudiants des conférences grâce à un séminaire. Le contenu du cours magistral à partir de 1938 n'est pas connu. Pour ce qui est du séminaire, il existe au moins un témoignage susceptible de donner une idée du contenu. Répondant à Ehrard Tornier¹²²³, Borel lui signifie qu'il « [serait] heureux [s'il pouvait], au moins pendant quelques semaines, participer aux travaux et discussions de [son] séminaire, qui a lieu de novembre à février, le vendredi matin ». Borel ajoute qu'ils ont consacré « l'an dernier une séance à [son] livre¹²²⁴ » et que Tornier pourrait y rencontrer « la plupart des mathématiciens français qui s'intéressent aux probabilités, professeurs et élèves, et aussi quelques étrangers ».

Maurice Fréchet : équations intégrales et processus de Markov.

Le *Livret de l'étudiant* et la brochure de l'IHP annoncent que le cours de Fréchet s'organise, entre 1929 et 1932, en deux temps : une première série de cours porte sur les équations intégrales, une seconde série sur le calcul des probabilités. Le titre de ces deux parties change. Pour la première série de cours, le titre est d'abord « Théorie des équations intégrales » puis « Applications de la théorie des équations intégrales ». D'après les notes de Destouches, cette première partie présente une étude de l'équation intégrale de Fredholm :

$$X(M) = f(M) + \int_D K(M, P)X(P)dP \quad (5.1)$$

où D désigne un domaine de \mathbf{R}^n donné, f une fonction donnée, K une fonction (appelée noyau) donnée et X une fonction inconnue. Le cours intitulé « Applications de la théorie des équations intégrales » ajoute à cette étude une présentation des applications à la physique. Le titre de la seconde partie du cours passe de « Loi des grands nombres » entre 1929 et 1931 à « Probabilité des événements "en chaîne" » en 1932. D'après les notes de Destouches, cette seconde partie présente, dans les années 1929 et 1930, des concepts fondamentaux des probabilités (notamment la notion de variable aléatoire) ainsi que des résultats fondamentaux (loi des grands nombres par exemple) et se termine par un exposé sur les « probabilités en chaînes ».

Les notes de cours prises par Destouches montrent ces deux temps d'enseignements comme largement indépendants. En fait le seul lien établi dans les notes entre les équations intégrales et les probabilités se fait au niveau de l'étude des itérations de probabilités

1223. Voir chapitre 3, p. 152, sur les conditions de la relation épistolaire entre Ehrard Tornier et Émile Borel.

1224. [Tornier, 1936].

continues. Dans le cadre de l'étude des équations intégrales, Fréchet présente la méthode d'itération qui consiste à construire une suite X_n telle que

$$X_1 = f(M) + \int_D K(M, P)X_0(P)dP$$

où X_0 est une fonction arbitraire et

$$X_n = f(M) + \int_D K(M, P)X_{n-1}(P)dP = f(M) + \int_D K_n(M, P)X_0(P)dP.$$

La fonction K_n est appelée noyau itéré. Or l'itération d'une variable aléatoire admettant pour probabilité de passage d'un état E à un état F le nombre $p(E, F)$, donne pour probabilité de passage en n épreuves de l'état E à l'état F le nombre $P^{(n)}(E, F)$ définie par $P^{(1)}(E, F) = p(E, F)$ et vérifiant pour tout entiers n et m :

$$P^{(n+m)}(E, F) = \int P^{(n)}(E, G)P^{(m)}(G, F)d\sigma_G$$

Or constatant que l'équation de Fredholm

$$X(E) = f(E) + \int_D p(E, F)d\sigma_F$$

admet pour noyaux itérés $P^{(n)}(E, F)$, Fréchet mobilise les résultats obtenus dans le cadre des équations de Fredholm pour en déduire les propriétés asymptotiques de $P^{(n)}(E, F)$.

Les notes de Destouches mettent également en avant le caractère mathématique et théorique de l'exposé. Tout d'abord l'étude proposée des équations de Fredholm consiste en une étude de l'espace des solutions (existence, nombre et structure). Pour mener cette étude, quatre stratégies sont mobilisées : le recours aux solutions homogènes pour construire des solutions à partir de solutions particulières ; la décomposition du noyau dans le cas où

$$K(M, P) = U_1(M)V_1(P) + \cdots + U_s(M)V_s(P)$$

ramenant l'étude à un système linéaire ; la méthode d'itération présentée par analogie à la méthode de Liouville de résolution de l'équation $x = \varphi(x)$; enfin les notes présentent le cas de l'existence de « fonctions fondamentales », Y_λ , associées à une « valeur fondamentale »,

λ , vérifiant

$$Y_\lambda(M) = \lambda \int_D K(M, P)Y(P)dP.$$

Même la présentation d'applications dans le cours de l'année 1930 n'atténue pas cette orientation mathématique et théorique tant la physique n'est présentée que comme pourvoyeuse d'exemples justiciables des méthodes mathématiques présentées.

Fréchet présente en fait un exposé didactique à contre courant des développements historiques de la théorie des chaînes de Markov, dans la mesure où il présente des recherches contemporaine sur les chaînes de Markov à espace d'état continu ou à temps continu qui conduisent à introduire des problèmes de résolutions d'équations intégrales, plutôt qu'une présentation des chaînes de Markov à espace fini d'états qui avait initié les recherches. À ce titre Hostinský et Hadamard jouent des rôles déterminants, tant par leur relation avec Fréchet, que par leurs publications, notamment dans la période entre 1927 et 1928.¹²²⁵

Le caractère mathématique et théorique se retrouve également dans le traitement des contenus probabilistes, à commencer par une longue discussion sur l'extension de l'additivité finie des probabilités à la σ -additivité. Les notes de Destouches signalent en effet que Fréchet consacre une partie importante de son cours pour montrer que la σ -additivité n'est pas une conséquence logique de l'additivité finie et qu'admettre la σ -additivité conduit à des paradoxes. Fréchet a d'ailleurs activement participé à ce débat en introduisant la notion d'intégration par rapport à une mesure générale.¹²²⁶ Au demeurant cet exposé sur l'additivité se conclut par une présentation axiomatique de la notion de probabilités. Par ailleurs, Fréchet fait un exposé tout aussi long sur le concept de variable aléatoire, entendu comme fonction du résultat d'une épreuve aléatoire pris dans une catégorie d'épreuves. D'après les notes de Destouches, Fréchet considère que « l'étude des var[iables] al[éatoires] est très importante et l'objet même du calcul des proba[bilités] ». L'étude de ce concept commence par un exposé sur les fonctions monotones (continuité, limite d'une suite de fonctions monotones) dont le lien avec les variables aléatoires est assuré par la notion de « fonction des probabilités totales » (fonction de répartition) de la variable aléatoire X définie par $C(x) = \mathbf{P}(X < x)$. Grâce à l'introduction de ces fonctions de probabilité totale, Fréchet peut introduire la notion de moment d'une variable aléatoire en utilisant les intégrales de Stieltjes.

1225. En particulier sur le rôle de Hadamard et Hostinský voir [Bru, 2003, 141, 147-160, 160-165]. Sous l'angle de l'héritage de Poincaré voir [Mazliak, 2015b, 181-186]. Voir également chapitre 2, p. 89.

1226. [Fréchet, 1923a, Fréchet, 1923b].

Outre le caractère mathématique et théorique, l'exposé de contenus probabilistes prend parfois l'allure d'une présentation de controverses. Fréchet présente ainsi l'extension du principe d'additivité finie à celui de la σ -additivité comme un problème « encore en discussion »¹²²⁷. L'exposé se poursuit à plusieurs voix ; mobilisant des écrits de Vitali, de Banach, de Kuratowski, et de Finetti¹²²⁸ ou bien se référant aux travaux de Lebesgue, Fréchet dessine les différentes approches envisagées pour aborder ce problème. Fréchet semble proposer une réponse mélange de pragmatisme, affirmant que le problème « est théorique et ne se présente jamais », et de formalisme, terminant son exposé par une définition axiomatique des probabilités. Il laisse la discussion toujours ouverte, sans pour autant laisser passer l'occasion d'indiquer son point de vue.

Ainsi le cours de Fréchet présente des sujets contemporains. La discussion sur le principe d'additivité suscite des publications dans les années 1930, en particulier en lien avec les échanges que Fréchet entretient avec de Finetti¹²²⁹. Les résultats et les méthodes concernant l'application de la résolution des équations intégrales aux probabilités en chaîne fait également partie des sujets sur lesquels publie Fréchet¹²³⁰.

De plus, à la lumière des notes prises par Destouches, les enseignements faits par Fréchet recoupent partiellement le programme du certificat. Si on retrouve explicitement des liens entre la partie sur la théorie des probabilités avec le programme commun et le programme de l'option « compléments théoriques », la place de la partie sur les équations intégrales est moins claire. Le traitement général et mathématique des équations intégrales s'insère difficilement dans les programmes des options et seules les leçons abordant les applications à la physique se placent dans la perspective de l'option « physique mathématique ». Cependant, le cours de Fréchet montre très clairement une approche associant l'analyse et le calcul des probabilités.

Georges Darmois : vers un enseignement de statistique probabiliste à l'IHP.

Contrairement aux enseignements de Fréchet et de Borel, nous ne disposons pas de notes manuscrites ou de publications du cours de Darmois. Les seules informations dis-

1227. Archives Destouches, Bibliothèque MIR, dossier « Cours de Fréchet – Loi des grands nombres (1929 – 1930) ».

1228. Notons que la discussion sur l'additivité se poursuit dans les années 1930 entre de Finetti et Fréchet. Voir [Regazzini, 2013].

1229. voir [Regazzini, 2013].

1230. Voir [Fréchet, 1932c, Fréchet, 1935b, Fréchet, 1935a, Fréchet, 1936b]. Voir chapitre 6, p. 336-339.

ponibles sur les enseignements de Darmois sont extraites du *Livret de l'étudiant*; en particulier nous ne disposons que de descriptifs très courts de ces enseignements.

Les descriptifs de ces enseignements mettent en évidence que Darmois se réapproprie les contenus. Dès sa nomination en 1933, il transforme le programme suivi par son prédécesseur (Fréchet), en commençant par traiter de la « Théorie des erreurs d'observations » durant les deux premiers mois du semestre, puis par traiter « l'étude des suites continues d'événements en chaîne » les deux mois suivants. Ce descriptif est repris invariablement jusqu'en 1937. En particulier Darmois semble abandonner l'enseignement des équations intégrales.

En 1937, en parallèle des transformations apportées par Borel, Darmois modifie le programme de son cours. À l'instar de Borel, l'enseignement de Darmois se spécialise en vue des différentes options. Ce cours se divise entre l'option « compléments théoriques » et l'option « statistique mathématique ». Dans le cadre de la première option, il aborde « l'estimation des lois de probabilités » et « la structure des lois de probabilités » en 1937 mais en 1938 et en 1939 le descriptif se contente d'un « Compléments théoriques de calcul des probabilités ». Dans le cadre de l'option « statistique mathématique », Darmois aborde les « tests efficaces des hypothèses statistiques » et les « principales caractéristiques et leurs lois de répartitions » en 1937 mais en 1938 et en 1939 le descriptif se contente de la formulation « application du calcul des probabilités à la statistique mathématique. »

Ainsi les descriptifs des cours de Darmois confirment l'existence de deux périodes concernant les enseignements de la chaire de CPPM. Entre 1928 et 1937, les enseignements sont relativement libres vis à vis du certificat. Les enseignants choisissent assez librement des sujets et ne semblent pas s'en tenir à l'organisation en option du certificat. À partir de 1937, et jusqu'en 1940, les enseignements s'alignent sur l'organisation du certificat avec des enseignements spécifiques préparant aux options. En outre les enseignements accordent une place aux développements contemporains, au moins ceux dans lesquels les enseignants sont eux-même engagés.

5.2.3 *La place de l'actualité des développements probabilistes dans les enseignements de la chaire de CPPM*

La réorganisation du certificat de CPPM et la redéfinition du programme de ce certificat introduisent des spécialisations vis-à-vis des savoirs probabilistes. La création d'op-

tions contribue ainsi à définir un corpus commun de savoirs mobilisés dans trois branches de développements : la théorie mathématique des probabilités, la statistique probabiliste et la physique théorique et mathématique. L'étude des enseignements assurés par Borel, Fréchet et Darmois montre que cette orientation du certificat vers des spécialisations se retrouve également dans les contenus enseignés.

Des éléments de contexte permettent en outre de confirmer cette orientation théorique et mathématique et de préciser les choix d'orientation de ces enseignements. Par son ambition encyclopédique sur les savoirs probabilistes, le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* donne un élément de comparaison. Ce *Traité* initié par Borel en 1924 se propose en effet de rendre compte de l'ensemble des savoirs probabilistes aussi bien du côté de la théorie que du côté des applications¹²³¹. La confrontation des publications aux contenus enseignés permet de déterminer le positionnement des savoirs probabilistes enseignés dans un contexte mathématique plus large. En outre, même si ce *Traité* résulte d'une initiative de Borel, les auteurs bénéficient de marges de manœuvre assez amples quant au choix du contenu et du mode d'exposition dans leurs fascicules¹²³².

Par ailleurs le rapport de Fréchet, Darmois et Borel aux développements probabilistes contemporains nous amène à questionner la place des savoirs nouveaux construits aussi bien localement qu'à l'échelle internationale au sein des enseignements faits par ces mathématiciens. La comparaison avec les *Annales de l'IHP* et plus généralement au programme des conférences de l'IHP permet de rendre compte de la relation qui existe entre les développements probabilistes contemporains européens et les savoirs enseignés. Ajoutons que l'étude des publications faites par Borel, Fréchet et Darmois permet également de mesurer la place accordée dans leurs enseignements à leurs recherches.

Le Traité comme étalon.

Les notes de Destouches mettent en évidence l'existence de liens tangibles entre les contenus enseignés et le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* édité par Borel. Notons d'abord que ces notes mentionnent à deux reprises ce *Traité*. Tout d'abord les notes du cours intitulé « Probabilités, mécanique statistique » de 1929 – 1930 se terminent par une liste de trois références bibliographiques dont le fascicule de Borel

1231. Voir [Bustamante *et al.*, 2015]

1232. [Bustamante *et al.*, 2015].

et Francis Perrin¹²³³. Ensuite une référence au premier fascicule de Borel abordant les principes généraux du calcul des probabilités¹²³⁴ se trouve dans les notes du cours de Fréchet intitulé « Loi de grands nombres » de 1929-1930.

La comparaison entre l'enseignement à la chaire de CPPM et le *Traité* soulève un problème chronologique. La transformation du certificat en 1929 intervient tandis que la publication des fascicules du *Traité*, commencée en 1924, se poursuit jusqu'en 1939. Le *Traité* connaît en effet trois phases d'éditions : 7 fascicules sont publiés entre 1924 et 1927, 7 fascicules entre 1930 et 1934 et enfin 5 fascicules entre 1937 et 1939. Ainsi le programme des enseignements peut reprendre une partie des contenus des fascicules publiés, tandis qu'une partie des fascicules publiés après le changement de programme peut reprendre une partie des contenus enseignés. La proximité du programme du certificat avec les contenus de certains fascicules du *Traité* tient d'abord de la présence de Borel dans les deux cas. Même si Borel laisse une marge de manœuvre aux auteurs du *Traité*, il faut noter que Borel a organisé le plan général du *Traité* avant son lancement. Ce découpage exprime une certaine conception de la répartition des savoirs probabilistes en catégories et se retrouve en partie dans le programme du certificat de CPPM. En outre certains ouvrages sont publiés avant l'élaboration du nouveau programme, de sorte que ces fascicules ont pu servir de référence dans l'élaboration du programme.

Le programme du certificat de CPPM élaboré aux début des années 30 place le *Traité du Calcul des probabilités et de ses applications* dans la perspective d'un support d'enseignement. En effet une partie des ouvrages abordent extensivement les contenus du programme : les deux premiers fascicules du premier tome¹²³⁵ développent les contenus du programme commun, les deux volumes écrits par Fréchet¹²³⁶ et le premier fascicule du deuxième tome¹²³⁷ développe des points du programme de l'option compléments théoriques, enfin le quatrième fascicule du premier tome développe les contenus attendus pour l'option statistique¹²³⁸. Enfin les deux volumes, l'un rédigé et l'autre écrit, par Francis Perrin¹²³⁹ présentent les contenus du programme de l'option physique mathématique.

Mais le programme sert de principe organisateur, au moins partiellement, pour certains

1233. [Borel et Perrin, 1925]

1234. [Borel et Lagrange, 1925]

1235. [Borel et Lagrange, 1925, Deltheil, 1926]

1236. [Fréchet, 1937, Fréchet, 1938]

1237. [Borel et Dubreil, 1926]

1238. [Risser et Traynard, 1933]

1239. [Borel et Perrin, 1925, Perrin, 1939]

fascicules publiés après son élaboration. Ainsi les deux livres du fascicule de Fréchet ¹²⁴⁰, publiés en 1937 et 1938, sont en partie structurés par le programme du certificat. Or Fréchet a deux bonnes raisons de suivre ce programme. Ces deux livres s'intègrent à la collection du *Traité*, or les étudiants du certificat sont un des publics visés par cette collection. Comme nous l'avons vu précédemment, Fréchet a lui-même enseigné à la maîtrise de conférence de CPPM et de plus il a enseigné les sujets présentés dans ces deux livres. Ces enseignements ont donc pu servir de support au programme et à ses deux fascicules. L'expérience de l'enseignement de Fréchet a clairement marqué les contenus publiés. De façon similaire l'expérience de l'enseignement à la maîtrise de conférences de la chaire de théorie physique de Francis Perrin constitue un élément décisif dans le recoupement entre le programme et son fascicule sur la mécanique statistique quantique ¹²⁴¹. Enfin le volume de Risser est également marqué par l'organisation des savoirs proposés par le programme de l'option statistique. La publication de ce fascicule en 1933 donne au moins deux marques de son orientation vers l'IHP : les contenus exposés reprennent très largement celui du programme de l'option statistique et la conférence de Guldberg faites en 1932 est retranscrite en fin d'ouvrage.

Les fascicules du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* en lien avec l'enseignement du certificat ne se restreignent cependant pas au seul programme du certificat. En premier lieu des développements absents du programme ou des enseignements tels que les notes de Destouches en rendent compte peuvent être considérés comme des compléments de cours. Ainsi les détails techniques de la mise en place des calculs développés dans le fascicule rédigé par Deltheil ne sont pas explicitement mentionnés dans le programme. L'étude approfondie du jeu de pile ou face proposée par Borel et Lagrange n'est pas non plus mentionnée dans le programme.

En outre, les différences entre l'enseignement et le contenu des fascicules sont parfois beaucoup plus marquées. Il existe un écart notable entre le fascicule du *Traité du calcul des probabilités* de Fréchet abordant les probabilités en chaîne ¹²⁴² et les notes de Destouches. Cet écart peut en premier lieu s'expliquer par les usages de ces deux textes. Si les notes de Destouches renvoient à un usage personnel et qu'elles trahissent régulièrement cette dimension privée par des commentaires ajoutés ou des dessins (signes sans doute d'un

1240. [Fréchet, 1937, Fréchet, 1938]

1241. [Perrin, 1939]

1242. [Fréchet, 1938]

moment de distraction), les fascicules écrits par Fréchet sont au contraire des textes dont la vocation est publique. Les notes sont donc mues par des logiques individuelles. Des sélections conditionnent inévitablement le contenu des notes en fonction des savoirs déjà maîtrisés, de l'importance perçue des développements présentés ou encore d'un manque d'attention à tel ou tel moment. Il arrive que Destouches ajoute des notes d'une autre couleur, signe d'un travail à partir de et sur ses propres prises de notes. En second lieu, un tel écart semble, si ce n'est inévitable, du moins vraisemblable puisque l'enseignement et la publication des livres sont espacés d'au moins 5 ans. Notons également que nous n'avons d'informations un peu détaillées que sur les cours en 1929 et 1930 qui ont pu connaître des évolutions importantes dans les années 1931 et 1932 susceptibles de réduire la distance entre les cours et les fascicules publiés.

La différence de contenu entre le fascicule et les notes est assez nette : contrairement au cours, le livre n'aborde pas les équations intégrales et traite du cas particulier des chaînes simples finies, plutôt que de traiter des processus de Markov en temps continu. En effet plutôt que de présenter dans son volume des recherches en cours avec lesquelles il est en contact direct, Fréchet préfère proposer un exposé complet d'un objet d'étude quitte à le restreindre. Ainsi Fréchet affirme en préface du second livre de son fascicule que « d'accord avec M. Borel, [il s'est] donc décidé à réduire le problème résolu ici au cas le plus simple, mais dont l'étude est la plus achevée, celui des états possibles en nombre fini et des événements en chaîne simple et constante. »¹²⁴³. Ce choix est motivé par le fait que « au fur et à mesure de la préparation de ce livre, la théorie [des probabilités en chaînes] se complétait et se développait de telle sorte que [son] but ne pouvait plus être atteint qu'en gonflant excessivement ce volume, au risque d'en retarder considérablement son impression. »¹²⁴⁴ Cette différence souligne d'autant mieux la place accordée aux recherches contemporaines dans les enseignements de Fréchet ; celui-ci n'hésitant pas à présenter des sujets dont l'étude est moins aboutie. Le volume de Fréchet, en tant que support d'étude pour les étudiants, signale bien que ce qui est attendu d'eux n'est seulement la connaissance d'un corpus mais bel et bien une maîtrise des savoirs et la capacité d'aller au-delà. Fréchet prolonge ainsi l'expérience strasbourgeoise, tentative pédagogique mixte entre la tradition française et allemande¹²⁴⁵.

1243. [Fréchet, 1938, VII]. Notons que ce volume a été relu par un doctorant, Wolfgang Doeblin, voir chapitre 6, p. 345.

1244. [Fréchet, 1938, VII]

1245. Voir [Mazliak, 2010b].

L'écart entre le programme du certificat de CPPM et le *Traité* peut également être de nature plus philosophique. La relation entre fréquence et probabilité est rapidement évoquée dans le volume de Risser, alors qu'il figure comme un thème relativement détaillé dans le programme de l'option statistique. En fait, Risser repousse explicitement l'approche fréquentiste de ce programme. La critique de la conception fréquentiste s'inscrit dans le problème de l'articulation de la théorie et de la pratique. Il considère en effet que la conception fréquentiste est avant tout le fait de mathématiciens ou de philosophes et que le praticien ne peut que difficilement s'y ranger ; en tout cas la relation entre probabilité et fréquence doit faire l'objet d'une justification par une étude empirique. Ainsi « faire intervenir [...] la notion de probabilité semble chose des plus naturelles au point de vue des concepts mathématiques et philosophiques ; peut-on sans inconvénient adopter cette manière de faire dans des domaines différents de celui ressortissant des jeux ? Pas tout à fait. Lorsqu'on se trouve en présence de phénomènes démographiques [...] on ne peut que calculer des rapports qu'il serait dangereux d'assimiler d'une manière absolue à des probabilités, et cela en raison même des circonstances multiples qui peuvent perturber le phénomène envisagé ; on a introduit alors des fréquences et l'on peut, si ces fréquences présentent des fluctuations faibles autour de la moyenne d'ensemble, tenter une explication des résultats afférents aux phénomènes à l'étude, en ayant recours à un schéma de tirage de boules de couleur donnée dans une urne de composition bien définie. »¹²⁴⁶ Cette divergence de point de vue renvoie, en négatif, à la cohérence de point de vue entre Borel et Darmois sur l'application des probabilités en statistique¹²⁴⁷.

On peut également noter que le fascicule de Borel abordant les principes des probabilités¹²⁴⁸ n'est pas une référence bibliographique relevée par Destouches dans le cours de Borel en 1929, mais une référence dans le cours de Fréchet. Dans son cours Borel privilégie une autre référence, peut-être plus accessible au niveau mathématique¹²⁴⁹. Or le fascicule de Borel sur les principes des probabilités est pourtant la retranscription du cours qu'a fait Borel à la chaire de CPPM. La place qu'il occupe au sein des enseignements

1246. [Risser et Traynard, 1933, x]. Notons également les discussions de Halbwegs dans [Fréchet et Halbwegs, 1924] soulignant que l'indépendance est la moins légitime des hypothèses dans le domaine social, mais qu'elle permet, posée comme hypothèse, de hiérarchiser les degrés de dépendance. Voir [Brian *et al.*, 2019].

1247. Sur l'effort de Borel, Darmois et Fréchet de probabiliser la statistique voir [Mazliak, 2010a]. Dans l'action de Borel et Darmois à l'SUP, voir chapitre 1, p.36. Sur les débats concernant la question de l'application des probabilités à la statistique voir [Benis-Sinaceur, 2018].

1248. [Borel et Lagrange, 1925]

1249. [Borel et Deltheil, 1923]

de la chaire de CPPM confirme d'une part que le cours de Borel est plutôt généraliste et plutôt introductif, tandis que le cours de Fréchet est orienté vers la théorie et vers les mathématiques.

Plus généralement, la comparaison du plan du *Traité* et du programme du certificat, montre que le certificat de CPPM couvre spécifiquement les parties théoriques et mathématiques du *Traité*. Ainsi 8 des 19 livres publiés dans la collection du *Traité* abordent des contenus du programme du certificat de CPPM. Aucun développement sur les applications à l'astronomie, à l'artillerie ou aux assurances n'est abordé dans le programme du certificat. Par contraste les fascicules abordant la théorie des probabilités (premier tome), les applications aux mathématiques et à la physique (deuxième tome) concentrent l'essentiel des contenus délimités par le certificat de CPPM.

La place de l'actualité probabiliste internationale au sein des enseignements de la chaire de CPPM.

Comme nous l'avons déjà mentionné, les notes de Destouches signalent la place accordée aux développements probabilistes récents et internationaux dans les enseignements de Fréchet. En effet, en ce qui concerne les références, les notes de Destouches mettent en évidence la différence de traitement entre les savoirs probabilistes et les savoirs relatifs aux équations intégrales dans les cours de Fréchet. Tandis que les notes relatives aux cours sur les équations intégrales se contentent uniquement de références culturelles (par exemple : « équation de Fredholm » ou « théorème de Vitali »), les notes relatives aux probabilités présentent des références culturelles (par exemple : « théorème de Bernoulli » ou « Slutsky a montré que... », « Cantelli parle de... ») et des références bibliographiques. De plus, en localisant les références culturelles et bibliographiques, il apparaît que les savoirs probabilistes, ou que les savoirs mathématiques réinvestis par Fréchet dans le domaine des probabilités, présentés dans les notes de Destouches sont développés dans espaces géographique précis. Ces notes mettent en valeur les travaux contemporains développés en Italie (F. Cantelli, G. Vitali, B. de Finetti), en Angleterre (K. Pearson, R. A. Fisher), en U.R.S.S. (E. Slutsky, A. Khintchine, V. Glivenko), en Norvège (R. Frisch) et en Pologne (K. Kuratowski, S. Banach). Notons par ailleurs que les références françaises contemporaines, outre Lebesgue mentionné pour la notion d'intégrale par rapport à une mesure, renvoient à Borel, Lévy et Hadamard, donc à des scientifiques en poste à Paris.

Ainsi, par le jeu de références, Fréchet contribue à légitimer certains auteurs, parisiens et non-parisiens, sur des questions de probabilités.

Comme dans le cas des références dans la *Statistique mathématiques* de Darmon, la géographie des références de Fréchet recoupe la structure du texte. Ainsi les débats sur l'extension du principe d'additivité finie à la σ -additivité semblent être un problème principalement posé en Pologne et en Italie, la définition de la notion de valeur moyenne d'une variable aléatoire (définie par l'intermédiaire de sa fonction de répartition) se présente comme un problème plutôt français et soviétique¹²⁵⁰, la question des moments est présentée comme un problème plutôt britannique. Enfin la question des modes de convergence mobilise principalement des Italiens, des Français et des Soviétiques. Les références sont même parfois beaucoup plus précises et attribuent certains concepts ou résultats à certains individus. Ainsi la notion de « convergence au sens des probabilités » est attribuée à Cantelli tandis que celle de « convergence en probabilité » est attribuée à R. A. Fisher (seul Anglais mentionné sur les questions de convergence). Ou encore, l'expression de « standard deviation » est attribuée à Karl Pearson. Par ailleurs la loi forte des grands nombres est attribué à Borel, Slutsky et Cantelli.

Fréchet prend également soin d'intégrer ses propres recherches à ses enseignements. Ainsi Fréchet, dans une lettre du 13 mars 1933 adressée à Hostinský, évoque un mémoire de Miloslav Konečný (1904-1937)¹²⁵¹. Or Fréchet signale à son correspondant qu'il a « énoncé et démontré tous les résultats qui y figurent ainsi que d'autres qui les complètent dans [s]on cours de 1932 » mais aussi qu'il les a « généralisés dans [s]on cours de 1933 actuellement terminé ». Il ajoute qu'il a « publié les énoncés dans les C.R. 1932 t. 194 p. 1542, p. 1785 ; t. 195, p. 590¹²⁵² » et qu'il a « publié en énonçant seulement une partie des généralisations de 1933 dans les Proc. Nat. Ac. Sc. Washington, 1932, vol. 18, p.671¹²⁵³ et une partie des démonstrations dans les Ann. Scu. N. sup. Pisa¹²⁵⁴ et sous presse dans les Comm. Helvetica.¹²⁵⁵ ». Il termine en proposant à Hostinský de publier en Tchécoslovaquie « un mémoire où [il énoncera et démontrera] les autres généralisations de [son] cours de 1933

1250. La valeur moyenne d'une variable aléatoire consiste en une intégrale de Stieltjes. Les notes de Destouches mentionnent un article de Glivenko dans les *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei* de 1928.

1251. Miloslav Konečný fut formé à l'Université Mazaryck et est un élève de Hostinský.

1252. [Fréchet, 1932e, Fréchet, 1932b, Fréchet, 1932f]

1253. [Fréchet, 1932a]

1254. [Fréchet, 1933a]

1255. [Fréchet, 1933c]

(dont les énoncés n'ont pas encore été imprimés). » Fréchet mentionne également ses enseignements de 1932 dans un article publié en 1934 ¹²⁵⁶.

En outre les publications de Fréchet entre 1928 et 1933 sur le calcul des probabilités et les équations intégrales montrent des recoupements. Dans sa « Notice sur les travaux scientifiques », Fréchet propose de regrouper ses articles en grandes thématiques. Dans la thématique « Calcul des probabilités » ¹²⁵⁷, les articles de la période 1928-1933 abordent les notions de variables aléatoires et des modes de convergences dans la théorie des probabilités d'une part, le comportement asymptotique des probabilités en chaînes d'autre part. Il est à noter que le lien entre les équations intégrales et les probabilités en chaînes apparaît avec la mention dans la thématique « Calcul des probabilités » d'un article sur le comportement asymptotique de noyaux itérés de certaines équations de Fredholm et avec deux articles proposant une étude d'équations fonctionnelles issues de l'étude des probabilités en chaînes.

D'autre part, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, Borel a écrit plusieurs articles sur la théorie des jeux, d'abord dans les années 20, puis en 1935 et 1936. En 1959, Fréchet identifie d'ailleurs Borel comme un « initiateur » ¹²⁵⁸ dans ce domaine. S'il est difficile de voir une lignée de recherche débutant avec Borel, il est cependant à noter que Borel est le seul à aborder la théorie des jeux dans les volumes où sont publiés ses notes. En outre le retour à ce sujet coïncide avec le retour de Jean Ville de son séjour à Vienne. Il se lance alors dans la rédaction d'une thèse en partie inspirée par les jeux de hasard ¹²⁵⁹. La publication d'un fascicule portant sur les applications des probabilités aux jeux de hasard est certes prévue dès le début du projet par Borel, mais il semble que le retour de Ville à Paris suscite un regain d'intérêt de Borel pour ce sujet perceptible dans ses publications mais aussi dans ses enseignements, de sorte que Borel rend compte de dynamiques dont il est porteur.

Le rapprochement entre les enseignements et les conférences de l'IHP.

Le nouveau programme du certificat de CPPM recoupe certaines thématiques présentées dans les conférences de l'IHP durant les deux premières années (1929, 1930). À la lecture des titres des conférences, les deux conférences de Darmois de 1929 croisent

1256. [Fréchet, 1934b, 109].

1257. [Fréchet, 1933c, 9-10]

1258. [Fréchet, 1959, 139].

1259. Voir chapitre 6, p. 365.

des thèmes abordés dans l'option statistique ; les conférences sur le TCL de Lévy (1929) et Pólya (1929)¹²⁶⁰ ou encore la conférence sur les processus markoviens de Hostinský (1929)¹²⁶¹ ; les conférences sur la mécanique quantique de P. Dirac (1929), E. Fermi (1929), M. Born (1929) et H. Kramers (1929) portent sur des sujets abordés dans le programme de physique mathématique.

Le rôle des *Annales de l'IHP*, dont la publication commence simultanément au changement de programme, se complète ainsi d'un rôle de support pédagogique. En effet si les *Annales de l'IHP* revendiquent un rôle de recueil des conférences et de pérennisation des contenus, les recoupements entre le programme du certificat et des conférences montrent que les *Annales* font partie des publications susceptibles d'être mobilisées par les étudiants pour préparer leurs examens. De plus les recoupements entre le programme du nouveau certificat et le programme des conférences faites avant l'adoption du nouveau programme du certificat signale que l'expérience des premières conférences nourrit l'élaboration du programme du certificat de CPPM. Cette dimension pédagogique des *Annales* ne se limite d'ailleurs pas aux seules thématiques probabilistes. Si les thématiques liées à la relativité sont clairement absentes des programmes d'examen, les grandes thématiques autour de la physique quantique, des probabilités et des statistiques, sont très bien représentées au sein des conférences tout au long de la période 1929-1940¹²⁶².

Les trois enseignements de la chaire de CPPM travaillent donc à un rapprochement des cours et des conférences. Ce rapprochement passe en premier lieu par un enseignement orienté vers les aspects théoriques et mathématiques des savoirs probabilistes. La comparaison des contenus enseignés avec le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* illustre remarquablement bien cette orientation des cours des trois enseignants. De plus ce rapprochement est perceptible dans la place accordée, au sein même des cours et en particulier ceux de Fréchet, aux développements probabilistes internationaux contemporains. Ainsi la comparaison entre les conférences de l'IHP et les cours mettent en évidence des recoupements tangibles. Pour autant l'ensemble des développements des savoirs probabilistes, en particuliers ceux présentés au sein des conférences, ne sont pas tous représentés dans les cours. Les logiques locales, à savoir les travaux développés par les enseignants lorsqu'ils sont en poste à la chaire de CPPM, orientent les contenus enseignés vers les pro-

1260. Voir chapitre 4, p 217.

1261. Voir chapitre 4, p. 205.

1262. Voir chapitre 3, p. 184-188.

cessus de Markov dans le cas de Fréchet auxquels s'ajoute la statistique mathématique pour Darmois et la théorie des jeux de hasard pour Borel.

La création de l'IHP prolonge l'effort que mène Borel dans les années 20 pour transformer l'enseignement de la chaire de CPPM. Cet enseignement prend une dimension inédite avec la création d'un nouveau poste d'enseignement et le doublement du temps d'enseignement, mais également avec des choix d'enseignants qui ont montré avant leur arrivée à la chaire de CPPM un intérêt pour l'enseignement et la recherche dans le domaine de la stochastique. Par ailleurs la restructuration du certificat permet de constituer à l'intérieur même de la discipline trois grandes spécialisations (théorique, statistique, physique mathématique) construites sur un corpus commun de savoirs probabilistes et permet d'expurger les enseignements de la chaire de CPPM des parties concernant la physique mathématique ou théorique, sujets qui deviennent exclusivement réservés à la chaire de TP. Les enseignements de la chaire de CPPM sont désormais consacrés au calcul des probabilités. Enfin les aménagements des enseignements tendent à rapprocher l'enseignement et la recherche probabiliste contemporaine en intégrant notamment un séminaire dédiés aux travaux sur les probabilités, en particulier ceux présentés lors de conférences de l'IHP.

De plus l'enseignement prend une dimension théorique et mathématique qui s'insère dans une dynamique internationale dans laquelle l'IHP, grâce aux conférences, est partie prenante. Entre 1928 et 1939, l'enseignement des probabilités à la faculté des sciences de Paris détient pour la première fois une autonomie en tant que discipline mathématiques et confère aux probabilités une nouvelle dimension scientifique. Cette dimension scientifique articule des logiques locales liées à l'implication personnelle des enseignants, mais également des logiques internationales. Que ce soit dans le cas de Fréchet ou de Darmois l'enseignement à la chaire de CPPM infléchit fortement et durablement leurs orientations vers les savoirs probabilistes. De plus les enseignements faits par Fréchet, et vraisemblablement ceux de Darmois, traduisent un travail de sélection, de marquage et d'intégration des savoirs produits à l'international et s'inscrivent donc dans un processus de transfert culturel dans le contexte parisien. La répartition géographique des savoirs

extérieurs sélectionnés constitue un élément structurant dans les exposés. L'espace géographique mobilisé se présente comme un ensemble de localités situées principalement au Royaume-Uni, en Scandinavie, en Italie, en URSS et en Tchécoslovaquie. La sélection de ces savoirs s'inscrit en outre dans des directions de recherches portées par les enseignants au niveau local. Ainsi la chaire de CPPM, enchâssée dans l'IHP, acquiert véritablement une structure conçue pour la reproduction de savoirs probabilistes locaux alimentés par un processus de transferts culturels.

———— CHAPITRE 6 ————

UNE GÉNÉRATION FORMÉE AUX PROBABILITÉS À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS : REPRODUCTION SOCIALE DU CHAMP PROBABILISTE

L'Institut Henri Poincaré permet de concentrer l'activité probabiliste en mobilisant des mathématiciens parisiens (Borel, Fréchet, Darmon et Lévy) ainsi que des probabilistes étrangers, en se constituant comme un embryon de laboratoire. La création de cet institut constitue une étape déterminante dans la construction du champ probabiliste parisien en délimitant un lieu consacré à ce domaine scientifique et à des échanges internationaux.

Le champ probabiliste parisien ne peut cependant être complet sans la recherche d'un contrôle de son entrée qui en garantit la reproduction. Comme nous l'avons vu, l'enseignement au sein de la chaire de CPPM délimite un corpus de savoirs probabilistes (modèles markoviens, statistique probabiliste, théorie des probabilités), de pratiques mathématiques et s'appuie notamment sur des recherches contemporaines menées au niveau local et international. Si les chapitres précédents ont ainsi permis de comprendre les transformations sur le plan professoral et scientifique¹²⁶³, il nous reste alors à étudier les dynamiques qui ont lieu sur le plan des étudiants.

Au cours des années 1920, le certificat de CPPM migre nettement d'un cursus de physique ou de physique mathématique vers un cursus mathématique¹²⁶⁴. En outre nous avons montré que ce certificat acquiert un statut de certificat spécialisé au sein des formations mathématiques des étudiants candidats. Par ailleurs Borel, réussit à renforcer la place de ce certificat vis-à-vis des autres en captant un nombre croissant d'étudiants, notamment normaliens, c'est-à-dire, du point de vue du champ, en augmentant le nombre

1263. Chapitre 4 et 5.

1264. Voir chapitre 1.

de candidats possibles à l'entrée du champ. Il reste donc à déterminer dans quelle mesure l'ouverture de l'IHP, dont les locaux accueillent le département de mathématique de la faculté des sciences, influence cette tendance. Nous poursuivons donc l'étude, initiée dans le premier chapitre, de la place du certificat parmi les autres certificats de la faculté des sciences et dans les cursus des licenciés.

Un des effets les plus spectaculaires de cette transformation est le nombre inédit de thèses dans le domaine des probabilités soutenues dans la période allant de 1936 à 1941. Sur la période allant de 1918 à 1928, seules 2 thèses sont explicitement orientées vers les probabilités. Entre 1936 et 1941, 6 thèses d'État et 3 thèses d'université sont soutenues dans ce domaine. Nous avons analysé les travaux de ces doctorants en vue de déterminer comment ces jeunes chercheurs rendent compte de la structure du champ probabiliste parisien, de son fonctionnement et de leur participation à la pratique d'un transfert culturel.

6.1 LES PROBABILITÉS DANS LA FORMATION MATHÉMATIQUE À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

Dès 1926, l'IHP est conçu pour développer l'enseignement des probabilités et de la physique théorique au sein de la faculté des sciences de l'université de Paris, mais le bâtiment construit pour cet institut a une vocation plus large. Il doit permettre de désengorger les locaux, jugés trop exigus, de la faculté des sciences de la Sorbonne¹²⁶⁵. En utilisant les données fournies par le *Livret de l'étudiant*¹²⁶⁶, il apparaît que les deux amphithéâtres Hermite et Darboux concentrent, aux côtés des enseignements des chaires de CPPM et de TP, l'ensemble de la formation mathématique de la faculté des sciences. Le bâtiment de l'IHP constitue ainsi le lieu universitaire de formation des mathématiciens à Paris aux côtés de l'École normale supérieure et de l'École polytechnique.

Par ailleurs la mobilité des enseignants de mathématiques rend possible des formes de porosité entre les enseignements de chaires distinctes. En particulier, Fréchet est nommé à la chaire de mathématiques générales en 1933 puis de calcul différentiel et intégral en 1935. De plus les titulaires n'enseignent pas nécessairement à la chaire où ils sont nommés, ou du moins pas seulement. Georges Darmois, est nommé chargé de cours de mathématiques

1265. Voir chapitre 3, p. 117.

1266. Le *Livret de l'étudiant* renseigne sur le lieu et les horaires, le titre et le professeur des cours du premier semestre.

générales et suppléant à la chaire de mécanique analytique et mécanique céleste en 1933. En 1936 il est nommé maître de conférences à la chaire de Calcul différentiel et intégral, puis la même année professeur sans chaire, avant d'être nommé maître de conférences à la chaire de CPPM en 1939. Cependant, Darmois assure les enseignements de la chaire de la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM depuis 1933¹²⁶⁷ et continue d'enseigner à l'ISUP, cours qui se tiennent dans les locaux de l'IHP au moins à partir de 1932, construisant ainsi une proximité géographique (à l'IHP) et intellectuelle qui contribue à un rapprochement des enseignements de la chaire de CPPM et de statistique à l'ISUP. Ces mouvements entre les chaires de mathématiques invitent donc à déterminer dans quelle mesure il est possible d'enseigner des sujets probabilistes en dehors de la chaire de CPPM.

Ainsi, concernant les savoirs probabilistes, l'IHP contribue à deux phénomènes complémentaires : assurer la place de ces savoirs au sein d'un corpus d'enseignements mathématiques et assurer la reconnaissance des savoirs probabilistes comme légitime dans la formation mathématique. La centralité qu'acquiert l'IHP dans le domaine mathématique au sein de l'université de Paris institue en même temps une place pour les probabilités dans le département de mathématiques.

6.1.1 *L'IHP comme centre de formation mathématique*

Entre 1917 et 1927, les enseignements de mathématiques se déroulent au sein du bâtiment de la Sorbonne à deux exceptions près : les enseignements de mathématiques générales préparatoires aux sciences physiques se déroulent à l'Institut de chimie et les enseignements de mécanique physique et expérimentale se déroulent au laboratoire de mécanique du boulevard Raspail. Les cours de mathématiques se partagent un espace géographique et institutionnel limité aux bâtiments de la Sorbonne, comprenant les amphithéâtres Cauchy, Chasles, Le Verrier, Milne-Edwards et l'amphithéâtre de géologie. De leur côté, les enseignements de physique et de chimie se répartissent sur un espace institutionnel et géographique beaucoup plus large incluant, l'École supérieure d'électricité, l'Institut d'optique, l'Institut de chimie, l'Institut de physique du globe, l'Institut du radium, l'Institut Pasteur, ainsi que des amphithéâtres de minéralogie, de physique, de chimie de la Sorbonne. L'ouverture de l'IHP, et avec lui des amphithéâtres Darboux

¹²⁶⁷. Les enseignements de mathématiques générales sont assurés par Valiron, Le Roy, Cahen et Michel ; les enseignements de mécanique analytique et céleste par Drach et Julia et les cours de calcul différentiel et intégral par Fréchet et René Garnier.

et Hermite, offre de nouveaux espaces pour les enseignements de mathématiques.

Le déplacement de certains cours de mathématiques des amphithéâtres de la Sorbonne à ceux de l'IHP confère à cet institut le statut de lieu de formation universitaire en mathématiques. À partir de 1930, les principaux enseignements de cette formation¹²⁶⁸ s'installent au sein du nouveau bâtiment. Les enseignements de théorie des fonctions et théorie des transformations, de géométrie supérieure et de calcul des probabilités et physique mathématique prennent place dans l'amphithéâtre Darboux et les enseignements de mécanique rationnelle, de calcul différentiel et intégral, d'application de l'analyse à la géométrie prennent place dans l'amphithéâtre Hermite (plus grand que l'amphithéâtre Darboux). Par ailleurs, les enseignements de mathématiques destinés à des étudiants de physique ou d'une autre science restent en dehors de l'IHP : le cours de mathématiques générales préparatoires aux sciences physiques se déroule toujours à l'Institut de chimie, les cours de mécanique physique et expérimentale ont toujours lieu au boulevard Raspail et les cours de mécanique des fluides ont lieu à l'Institut de mécanique des fluides. De plus, en dehors des enseignements de théorie physique, aucun enseignement de physique ne prend place au sein de l'IHP.

L'ouverture des amphithéâtres Darboux et Hermite contribue donc à une ségrégation socio-spatiale entre les enseignements de physique et de mathématiques. Cette ségrégation est d'abord visible entre les disciplines de sorte que les enseignements de physiques sont tous, à l'exception de la théorie physique, en dehors de l'IHP, tandis que les enseignements de mathématiques sont intégrés au sein du bâtiment. Ensuite cette ségrégation est perceptible au sein des enseignements de mathématiques. Les enseignements transdisciplinaires comme les enseignements de mathématiques destinés aux études des sciences physiques sont maintenus à distance. Ce faisant l'IHP tend à concentrer une population étudiante et professorale qui s'organise autour de savoirs mathématiques. Le caractère mathématique des savoirs probabilistes est assuré par le contenu des enseignements¹²⁶⁹ mais également par un contexte institutionnel et géographique qui vise à concentrer et circonscrire un lieu dédié aux mathématiques incluant le calcul des probabilités. Dans cette perspective la place de l'enseignement de théorie physique est plus difficile à cerner. Cet

1268. Les *Livrets de l'étudiant* nous ont permis de localiser le cours de mécanique analytique et mécanique céleste à l'IHP pour l'année 1932, et il est plausible que ce soit le cas pour les autres années où le lieu n'est pas renseigné. Notons que les informations des *Livrets de l'étudiant* ne précisent généralement pas les lieux des cours du second semestre ; nous ignorons où se déroulent les cours d'analyse supérieure et d'astronomie.

1269. Voir chapitre 5, 282-302.

enseignement concrétise la volonté d'un rapprochement entre les physiciens et les mathématiciens comme l'envisageait le projet élaboré avec la Fondation Rockefeller¹²⁷⁰ mais en pratique il paraît relativement isolé : disciplinairement au sein de l'IHP, géographiquement et institutionnellement au sein des enseignements de physique.

6.1.2 *Mobilités des enseignants, mobilité des savoirs*

L'insertion des savoirs probabilistes dans les enseignements mathématiques est également rendue possible par une pratique de la mobilité entre les chaires de mathématiques au sein de la faculté de sciences. En effet dans ce département, les mouvements d'une chaire à une autre sont fréquents, et à ce titre la chaire de CPPM est un exemple parmi d'autres. Outre ces mouvements internes, les enseignements effectués par les enseignants de mathématiques ne correspondent pas toujours à ceux de la chaire à laquelle ils sont nommés.

En 1933, Fréchet quitte la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM pour le poste de professeur de la chaire de mathématique générale. Il tient ce poste pendant deux ans, mais n'assure aucun de ces enseignements¹²⁷¹. À partir de 1934, Fréchet se consacre aux enseignements de calcul différentiel et intégral et d'application de l'analyse à la géométrie, ce qui explique sans doute qu'en 1935, il est nommé professeur à la chaire de calcul différentiel et intégral. En 1936, Fréchet abandonne l'enseignement portant sur l'application de l'analyse à la géométrie pour se consacrer à celui intitulé théorie des fonctions et théorie des transformations.

Ces enseignements offrent différents degrés de liberté pédagogique à Fréchet. Son cours de calcul différentiel et intégral semble répondre à un programme défini et rigide dans la mesure où le descriptif donné par le *Livret de l'étudiant* est identique entre 1934 et 1939 : « équations différentielles et aux dérivées partielles, calcul des variations, séries trigonométriques ». *A contrario*, les descriptifs de ses cours de théorie des fonctions et théorie des transformations changent à plusieurs reprises. Parmi les descriptifs notons qu'en 1936, le cours de Fréchet aborde les équations fonctionnelles de Fredholm, de Smoluchovski, de Chapman-Kolmogorov ; même si la théorie des probabilités n'est pas explicitement mentionnée, ces équations fonctionnelles sont mobilisées dans l'étude des probabilités en

1270. Voir chapitre 3, p. 117-118 et p.136-140.

1271. Les cours sont assurés par Georges Valiron.

chaînes (processus de Markov) et figurent parmi les sujets abordés dans les enseignements de Fréchet à la chaire de CPPM¹²⁷² ainsi que dans ses recherches personnelles du moment, nous y reviendrons. De plus pour l'année 1939, il prévoit un cours sur « quelques problèmes mathématiques qui se présentent en théorie des probabilités » avec la précision qu'« aucune connaissance préalable de cette théorie ne sera supposée ». Ainsi après son départ de la chaire de CPPM, Fréchet continue d'enseigner des contenus probabilistes dans d'autres cours, comme Émile Borel avant lui¹²⁷³.

De son côté, outre les enseignements de la chaire de CPPM à partir de 1933, Darmois continue à enseigner à l'ISUP. Il y assure le cours intitulé « Méthode statistique : éléments de statistique mathématique » sans discontinuité entre 1928 et 1939. Au moins à partir de 1932¹²⁷⁴, les enseignements de Georges Darmois s'installent à l'IHP, et à partir de 1935, ces cours prennent lieu dans l'amphithéâtre Darboux. Les autres enseignements de l'ISUP s'installent pour une partie d'entre eux dans les locaux de la Fondation Carnegie (au 173 boulevard St Germain) et pour l'autre à la Sorbonne jusqu'en 1935. À partir de 1935, tous les enseignements se concentrent à la Sorbonne (amphithéâtre Le Verrier et Chasles, amphithéâtre de physiologie). Ainsi le cours de statistique mathématique de l'ISUP s'inscrit dans un contexte mathématique et à proximité d'un enseignement probabiliste, également assuré par Darmois. Cependant les enseignements de Darmois pour l'ISUP et la chaire de CPPM sont bien distincts. Pour les années 1935 et 1937 (et vraisemblablement les autres années entre 1933 et 1939), Darmois assure ses cours de l'ISUP les lundi et mardi à 16h et pour la chaire de CPPM les mardi à 14h15, les mercredi à 17h30 et des travaux pratiques les samedi entre 14h30 et 17h30. Les descriptifs des enseignements de chacun de ces deux cours suggèrent des différences réelles dans les contenus enseignés. Mais, en particulier à partir de 1937, une partie des enseignements de Darmois à la chaire de CPPM est consacrée à l'option statistique mettant en évidence une proximité dans le contenu des deux cours.

1272. Voir chapitre 5, p. 288-291.

1273. Rappelons que Borel enseigne le calcul des probabilités à la chaire de théorie des fonctions entre 1909 et 1911, voir chapitre 1, p. 10-20.

1274. AN 20010498/76, dossier « Scolarité », fichier « Diplômes 1923 – 1933 », brochure intitulée « Programme des conditions d'admission et de l'enseignement à l'Institut de statistique (1932-1933) »

6.2 LES CURSUS DES CANDIDATS AU CERTIFICAT DE CPPM

Le renforcement de la place des probabilités au sein du département de mathématiques prolonge un mouvement mené par Borel depuis les années 1910 lorsqu'il introduisit des enseignements de calcul des probabilités dans son cours à la chaire de théorie des fonctions. Rappelons¹²⁷⁵ que suite à son transfert à la chaire de CPPM, les enseignements de Borel, marqués par une orientation mathématique des contenus probabilistes présentés, suscitèrent du côté étudiant une réaction notable ; le certificat de CPPM devint de plus en plus attractif pour les étudiants privilégiant un parcours mathématique et de moins en moins attractif pour les étudiants choisissant un parcours de physique. Cette évolution est quantitativement visible, le nombre de candidats au certificat de CPPM passant de moins de 9 entre 1918 et 1920 à un nombre compris entre 10 et 22 entre 1921 et 1928, et qualitativement visible, une partie de l'augmentation de la fréquentation relevant de la présence toujours plus marquée des élèves normaliens (oscillant entre 2 et 12 entre 1920 et 1928). Ensuite le certificat de CPPM au sein du cursus des licenciés des années 1920 s'inscrit dans un parcours d'études de plus en plus marqué par son caractère mathématique, en s'insérant dans des groupes de certificats comprenant les mathématiques générales, les mathématiques préparatoires aux sciences physiques, le calcul différentiel et intégral, la mécanique rationnelle. Le seul certificat de physique bien représenté est celui de physique générale et le profil des licenciés associant le certificat de CPPM à 2 ou 3 certificats de sciences physiques tend à disparaître.

Avec l'ouverture de l'IHP, l'évolution des enseignements de la chaire de CPPM, notamment de Fréchet et Darmon, accentue le caractère probabiliste et mathématique du certificat de CPPM¹²⁷⁶. De plus, avec la création des trois options (théorique, statistique et physique mathématique), ces enseignements acquièrent progressivement un degré de spécialisation accrue. Or, comme nous allons le voir, l'étude des cursus des candidats au certificat de CPPM met en lumière que la réaction du côté étudiant est immédiate. Pour analyser les études menées par les candidats au certificat de CPPM, nous poursuivons l'analyse des massifs d'archives initiée dans le premier chapitre en mobilisant d'une part les registres des procès-verbaux des examens¹²⁷⁷, d'autre part les registres des licen-

1275. Nous rappelons ici les principales conclusions du chapitre 1. Voir chapitre 1, p. 41-46.

1276. Voir le chapitre 5, p. 288-292.

1277. AN AJ/16/5303 - 5315

ciés¹²⁷⁸. Les premiers autorisent une analyse quantitative et qualitative, sur l'ensemble de la période allant de 1928 à 1939, des profils des candidats au certificat de CPPM. Les seconds, concernant les licenciés sur la période allant de 1928 à 1934, permet avant tout de comprendre l'évolution immédiatement après l'ouverture de l'IHP.

6.2.1 *Les candidats du certificats de CPPM*

L'ouverture de l'IHP provoque une augmentation soudaine et durable des effectifs des candidats au certificat de CPPM. Comme nous l'avons montré, entre 1917 et 1927, le certificat de CPPM attire 109 étudiants pour un total de 128 candidatures. Mais entre 1928 et 1938, le certificat de CPPM attire 300 étudiants pour un total de 465 candidatures. Le bond quantitatif s'opère dès la transition entre les années universitaires 1927 et 1928 : ainsi, en 1927, 2 candidats sont inscrits aux examens, mais, en 1928, 18 candidats sont inscrits. En outre si les effectifs entre 1917 et 1927 sont à la fois fluctuants et petits (variant entre 1 et 12 candidats¹²⁷⁹), les effectifs de candidats entre 1928 et 1938 se hissent au delà de 30 candidats à partir de 1930 malgré des variations notables. Entre 1928 et 1936 le nombre de candidats augmente continument passant de 18 à 47. Mais entre 1934 et 1936 cette dynamique est rompue. Le nombre de candidats retombe en 1936 à 31 puis en 1937 et 1938 revient à environ 40 candidats.

La multiplication des candidatures par un même individu alimente d'une part l'écart entre la somme du nombre de candidats par année et le nombre de candidats sur la période, d'autre part l'écart entre le nombre de candidats et le nombre de candidatures. Ainsi 90 % des 300 étudiants (soit 272 étudiants) sont candidats au plus 2 fois au certificat de CPPM, 98 % (soit 294 étudiants) le sont au plus 4 fois. Dans ce cas, les candidatures multiples se succèdent généralement sur deux années successives¹²⁸⁰. Les 2 % restant, soit 6 étudiants, se présentent entre 6 et 15 fois au certificat de CPPM. Les trois cas extrêmes de multiplication de candidatures par un seul candidat sont Pascal Collet (15 candidatures entre 1930 et 1937), Pierre Lemoine (12 candidatures entre 1931 et 1937), Jacques Pellier (10 candidatures entre 1932 et 1938). Il est difficile de déterminer les motivations pour ce qui semble être une sorte d'entêtement. Si Pellier obtient le certificat en 1938 (avec la

1278. AN F/17/ 18017 -18018

1279. voir chapitre 1, fig. (1.3), p. 45.

1280. Nous avons identifié 4 exceptions : Jean Robert Pône candidate 4 fois (1933, 1934, 1935, 1937), René Auclair candidate 3 fois (1934, 1935, 1937), Adolphe Izsak candidate 4 fois (1928, 1929, 1931), Ernest Kauffmann candidate 3 fois (1933, 1934, 1937).

mention passable) aucune mention ne laisse penser que Collet et Lemoine aient obtenu ce certificat. On peut donc envisager deux hypothèses complémentaires. D'une part l'échec aux examens alimente le nombre de candidats et donc de candidatures. D'autre part certains étudiants s'inscrivent aux examens pour pouvoir suivre les enseignements sans nécessairement rechercher l'obtention du certificat.

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	Total
Nombre de candidats	18	27	30	38	43	43	47	38	31	41	39	300
<i>dont normaliens</i>	10	11	7	11	7	2	6	10	14	11	11	96
Nombre de candidatures	21	30	34	46	55	54	53	42	35	48	47	465
<i>dont normaliennes</i>	10	11	8	14	8	2	6	10	14	12	11	106

FIGURE 6.6 – Nombre de candidats et de candidatures au certificat de CPPM par année entre les années universitaires 1928 et 1938.

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	Total
Option compléments théoriques	-	-	6	7	8	0	-	6	-	14	10	51
<i>dont normaliens</i>	-	-	1	2	0	0	-	6	-	10	6	24
Option statistique mathématique	-	-	17	26	25	30	-	27	-	24	24	136
<i>dont normaliens</i>	-	-	7	9	5	2	-	5	-	0	2	30
Option physique mathématique	-	-	8	5	10	13	-	5	-	3	5	44
<i>dont normaliens</i>	-	-	0	0	2	0	-	0	-	1	3	6

FIGURE 6.7 – Nombre de candidats par année aux options du certificat de CPPM entre les années universitaires 1928 et 1938.

L'attractivité du certificat de CPPM se précise avec l'ouverture des trois options (statistique mathématique, compléments théoriques et physique théorique). Nous manquons de sources pour documenter les effectifs des candidats aux différentes options en 1934 et 1936. Nous pouvons cependant identifier le choix d'orientation pour 231 candidats entre 1930 et 1938.

L'option statistique constitue le cœur de l'attractivité du certificat. En effet 136 candidats (soit 59 %) choisissent l'option statistique mathématique, tandis que 51 d'entre eux (22 %) choisissent l'option complément théorique et 44 (soit 19 %) d'entre eux choisissent l'option physique mathématique. Il est à noter qu'un seul étudiant s'inscrit successivement à deux options différentes ; Jean Ville, sur lequel nous revenons plus loin ¹²⁸¹, se présente à l'option statistique puis à l'option complément théorique en 1930 et à ce titre il est compté pour chacune des deux options. Non seulement l'option statistique mathématique attire une majorité d'étudiants sur l'ensemble de la période, mais elle est en fait majoritairement choisie par les étudiants sur chaque année documentée ; elle représente au moins la moitié des effectifs de candidat chaque année documentée.

De plus l'attractivité des options compléments théoriques et physique mathématique connaissent des dynamiques croisées. Les effectifs de l'option physique mathématique sont légèrement supérieurs à l'option compléments théoriques sur la période entre 1928 et 1933, les effectifs de l'option physique mathématique semblent décrocher entre 1934 et 1936 ; cette option est finalement très peu représentée dans les années 1937 et 1938 face à l'option compléments théoriques.

Les étudiants normaliens Le nombre de candidats normaliens augmente significativement entre 1928 et 1938 tout en occupant une part relativement stable. En effet sur les 109 candidats de la période 1917-1927, 31 (soit 28 %) sont normaliens et sur la période 1928-1938 les candidats normaliens représentent 96 candidats (soit 32 %). Le nombre des candidats normaliens accompagne donc l'augmentation du nombre de candidats au certificat de CPPM.

Cependant le comportement des candidats normaliens face aux options se distingue sensiblement de l'ensemble. Si sur la période de 1930 à 1935 les candidats normaliens privilégient l'option statistique, à partir 1935, le nombre de candidats normaliens à l'option compléments théoriques tend à prendre le dessus. D'une part la proportion de normaliens

1281. Voir p. 365-371.

dans ces deux options présentent des dynamiques croisées ; avant 1935, la majorité des normaliens choisissent l'option statistique tandis qu'après 1935, la majorité des normaliens choisit l'option compléments théoriques. D'autre part les élèves normaliens tendent à être mieux représentés dans l'option compléments théoriques ; en effet sur les années universitaires 1935, 1937 et 1938 les normaliens représentent respectivement 5 des 6 candidats, 11 des 15 candidats et 6 des 11 candidats à cette option. Cette situation de sur-représentation des normaliens dans une option n'est vérifiée que pour l'option compléments théoriques et à partir 1935. Ainsi l'évolution des effectifs dans les options compléments théoriques et physique mathématique est en partie expliquée par les choix faits par les normaliens.

Les étudiants de l'ISUP La proximité de l'IHP et de l'ISUP, incarnée par Georges Darmois, renforcée par la localisation des enseignements de l'ISUP faits par Darmois à l'IHP, est également perceptible du côté étudiant. Ainsi, sur les 107 diplômés déclarés dans l'*Annuaire des anciens élèves de l'ISUP*, 12 étudiants sont candidats au certificat de CPPM. Ces 12 étudiants sont diplômés de l'ISUP entre 1931 et 1940. Les lacunes possibles de l'*Annuaire des anciens élèves de l'ISUP* invitent à penser que le nombre de 12 est une borne inférieure. En particulier les personnes recensées dans cet *Annuaire* sont uniquement des diplômés ; les autres étudiants sont exclus.

Pour la majorité de ces 12 étudiants, le certificat de CPPM sert d'antichambre de l'ISUP. En effet, Pascal Collet, André Tardy, Pierre Delaporte, Raymond Forest, Pierre Gora, Félix Rosenfeld, Bernard Collin, Marie-Jeanne Duhammel, José Moyal et Constantin Dimpoglou sont candidats au certificat de CPPM au moins un an avant leur diplôme de l'ISUP. Cependant Henri Lévy se présente au certificat de CPPM la même année (en 1935) que l'obtention de son diplôme, et Raoul Doss est candidat au certificat de CPPM l'année suivant l'obtention du diplôme de statistique de l'ISUP en 1936.

Le lien entre la formation à l'ISUP et le certificat de CPPM est également marqué par le choix de l'option statistique par les étudiants de l'ISUP ; au moins 8 de ces étudiants la choisissent. N'ayant pas d'informations sur les effectifs des options pour les années 1934 et 1936, nous ignorons qu'elle est celle choisie par Raoul Doss, Pierre Delaporte et Félix Rosenfeld. Notons cependant que José Moyal choisit l'option physique mathématique en 1938 avant de préparer le certificat de statisticien de l'ISUP en 1939.

Dans le contexte d'un IHP qui rassemble le cœur de la formation mathématique de la faculté des sciences, plaçant le certificat de CPPM parmi les certificats de cette formation,

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	Total
Mécanique rationnelle	7	14	20	10	16	16	83
Calcul différentiel et intégral	7	13	18	10	15	15	78
Physique générale	7	13	13	10	15	16	74
Mathématiques générales	7	15	16	8	14	11	71
CPPM	2	8	17	6	12	15	60
Géométrie supérieure	1	4	2	4	2	1	14
Chimie générale	2	3	3	0	4	1	13
Analyse supérieure	0	1	1	3	4	2	11
Astronomie	1	2	1	0	0	3	7
Chimie physique	1	0	2	0	0	0	3
Aérodynamique et hydrodynamique	0	1	0	0	0	0	1
Électrotechnique générale	0	1	0	0	0	0	1
Mécanique physique et expérimentale	0	0	0	0	1	0	1
Optique appliquée	0	1	0	0	0	0	1
PCN	1	0	0	0	0	0	1

FIGURE 6.8 – Nombre de certificats obtenus par les licenciés de sciences des années 1928 à 1933 par année d’obtention de la licence.

la proximité entre l’ISUP et l’IHP par le biais des étudiants renforce l’image d’une formation statisticienne fortement marquée par une dimension mathématique. L’ISUP réussit en effet à capter des étudiants formés aux probabilités à l’IHP. En retour cette proximité place l’IHP et la chaire de CPPM dans une position valorisante puisque certains étudiants de l’ISUP cherchent à obtenir le certificat de CPPM.

6.2.2 *Le certificat de CPPM dans le cursus des licenciés*

Les archives conservées aux Archives nationales permettent de préciser le contexte donné aux certificats de CPPM dans le cursus de la licence. Les registres des licenciés portent sur la période allant de 1928 à 1934. Ils consignent des informations relatives à l’état civil des étudiants ainsi que la liste des certificats obtenus et la date d’obtention du diplôme de la licence. Nous rappelons que l’obtention de la licence est conditionnée à l’obtention de trois certificats supérieurs.

Parmi les licenciés de la faculté des sciences de l’université de Paris ayant obtenu leur licence avant 1933, 104 sont candidats pour la première fois au certificat de CPPM à partir de 1928. Plus précisément, 5 ont obtenu leur licence dans les années 1920¹²⁸², les 99 autres l’obtiennent entre 1928 et 1933.

1282. Il s’agit de Descosses en 1922, Buquet en 1924, Truffaut en 1926, Laborde et Wiemann en 1927.

Les candidats au certificat de CPPM après 1928, ayant obtenu leur licence entre 1928 et 1933, sont détenteurs d'une culture scientifique articulant mathématiques et physique. En effet une part importante de ces étudiants obtiennent les certificats de mécanique rationnelle, de mathématiques générales et de calcul différentiels. Ces certificats sont traditionnellement, au sein de l'université, associés à la discipline mathématique. D'autre part le certificat de physique générale est largement représenté dans la formation des candidats. Plus précisément, pour la moitié de ces licenciés (51 individus), la culture scientifique articule quatre certificats : mécanique rationnelle, calcul différentiel et intégrale, physique générale, mathématiques générales. Parmi ces 51, 31 obtiennent également le certificat de CPPM.

Dans la formation de ces licenciés, les certificats de mathématiques générales, de calcul différentiel et intégral et de physique générale apparaissent comme des certificats de base pour la licence. Ainsi, sur les 71 licenciés ayant obtenu le certificat de mathématiques générales, tous l'ont obtenu parmi les quatre premiers certificats et 61 d'entre eux l'ont obtenu comme premier certificat. Sur les 78 licenciés ayant obtenu le certificat de calcul différentiel et intégral, 70 l'ont obtenu parmi les trois premiers certificats. Parmi les 74 licenciés ayant obtenus le certificat de physique générale, 60 l'ont obtenu parmi les quatre premiers certificats supérieurs.

Le certificat de CPPM apparaît comme un certificat d'approfondissement au même titre que le certificat de mécanique rationnelle. Même si certains obtiennent ces certificats parmi les deux premiers, la majorité des licenciés les obtiennent comme troisième ou quatrième certificat. En effet, 33 des 83 étudiants détenteurs du certificat de mécanique rationnelle l'ont obtenu comme troisième ou quatrième certificat et 37 des 60 licenciés détenteurs du certificat de CPPM l'ont obtenu en troisième ou quatrième certificat.

Les certificats de CPPM et de mécanique rationnelle se distinguent des certificats de géométrie supérieure et d'analyse supérieure dans les cursus des licenciés. En effet le certificat de géométrie supérieure, obtenus par 14 licenciés, et d'analyse supérieure, obtenus par 12 licenciés, le sont au plus tôt en troisième certificat, à une exception près¹²⁸³. Ces deux certificats sont donc minoritaires bien qu'au même niveau d'étude que ceux de CPPM et de mécanique rationnelle.

Les cursus des étudiants montrent que le certificat de CPPM occupe une place tou-

1283. Samuel Wachs obtient la licence ès sciences en 1933 après avoir obtenus le certificat d'Analyse supérieure, de Calcul différentiel et intégral et de CPPM.

jours plus marquée dans une orientation mathématique. Tout d'abord l'augmentation des effectifs des candidats signale une attractivité du certificat grandissante et pérenne sur l'ensemble des années 1930. Ensuite la place du certificat de CPPM au sein des parcours d'études des licenciés candidats à ce certificat, confirme le caractère mathématique et spécialisé de ce certificat, caractères qui se mettent en place dès les années 1920 et que l'IHP accentue. En outre, ce caractère mathématique et spécialisé est particulièrement perceptible par la place que prennent les élèves normaliens vis à vis du certificat de CPPM ; ce groupe d'étudiants tend en effet à prendre possession, promotion après promotion, de l'option compléments théoriques. Ajoutons enfin qu'une minorité d'élèves de l'ISUP cherchent à obtenir le certificat de CPPM ; la présence de ces étudiants peut être interprétée comme un moyen pour ces étudiants de capter le crédit mathématique et spécialisé du certificat pour le réinvestir dans leur formation de professionnel de la statistique. Cette interprétation est au demeurant cohérente avec le profil du statisticien que cherche à construire l'ISUP et qui allie connaissance des applications et haut niveau mathématique.

6.3 DES THÈSES DE PROBABILITÉS À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

L'ouverture de l'IHP confirme donc l'évolution de la place du certificat de CPPM au sein des parcours d'étude et dans les orientations disciplinaires. La place des probabilités au sein du département de mathématique de la faculté des sciences se renforce dans le contexte de l'IHP et participe à un phénomène inédit, la soutenance de 9 thèses sur des sujets probabilistes entre 1936 et 1941, contrastant avec les deux thèses probabilistes soutenues entre 1920 (par Robert Deltheil) et 1928 (par Francis Perrin)¹²⁸⁴.

Parmi ces 9 thèses on peut distinguer 3 thèses d'université et 6 thèses d'état. Du côté des thèses d'universités, Abolghassem Gaffari soutient sa thèse sur l'équation de Chapman-Kolmogorov et son application aux processus de Markov en décembre 1936, Ervin Feldheim sur la notion de loi stable en février 1937 et Géza Kunetz sur une application de la notion de fonction caractéristique à la statistique mathématique en mars 1937. Du côté des thèses d'État, Daniel Dugué et Gustave Malécot (en 1939) soutiennent une thèse de statistique mathématique, Robert Fortet (en 1939) et Wolfgang Doeblin (en 1938) une thèse sur les processus markoviens, Jean Ville une thèse sur la théorie des collectifs de Ri-

1284. Voir chapitre 1, p. 48-59.

chard von Mises en 1939 et enfin Michel Loève une thèse sur les propriétés asymptotiques de sommes de variables aléatoires sans l'hypothèse de l'indépendance en 1941.

Cette dynamique probabiliste au sein des thèses de mathématiques s'inscrit dans un mouvement plus général. Juliette Leloup montre que l'étude du corpus des thèses de l'entre-deux-guerres permet de mettre en évidence des dynamiques nouvelles dans le domaine mathématique en France visible dans un renouvellement des sujets de thèse dans les années 1930¹²⁸⁵. Leloup a présenté une analyse des mémoires de thèses d'État ce qui lui a permis de montrer l'influence de Fréchet, Darmon et Lévy¹²⁸⁶. Nous revenons sur ces thèses, en y ajoutant les thèses d'université, pour compléter et préciser les conclusions déjà établies par Leloup. En particulier, dans la perspective de notre thèse nous montrons que ces travaux doctoraux rendent compte de la structure du champ probabiliste, des corpus probabilistes sélectionnés et valorisés par ce champ, et de la participation des doctorants à la pratique d'un transfert culturel.

6.3.1 *Des recherches inscrites dans des sociabilités localement internationales*

Dans le contexte de l'IHP, la chaire de CPPM acquiert une place importante parmi les cursus mathématiques. Avec l'augmentation remarquable du nombre de candidats au certificat de CPPM, le nombre de candidats possibles à une thèse de calcul des probabilités augmente également. Les professeurs de la chaire de CPPM s'assurent cependant de mobiliser des étudiants qu'ils perçoivent comme prometteurs, notamment dans le domaine mathématique. À ce titre, ils n'hésitent pas à chercher au-delà des candidats du certificat de CPPM. En outre, les professeurs de cette chaire proposent (à une exception près) des sujets de thèse et suivent, semble-t-il, attentivement les progrès de ces doctorants dans leurs recherches.

Pour ces jeunes doctorants, le contexte de l'IHP offre un cadre permettant de développer des sociabilités spécifiques entre eux, au niveau local, mais également de développer des relations à une échelle internationale. Au niveau local, ces sociabilités s'inscrivent dans l'émulation au sein de l'institut autour des probabilités, conduisant à une production scientifique promue au sein de l'Académie des sciences par Borel. L'émulation des doctorants mobilise les ressources mises à disposition au sein de l'IHP ; la bibliothèque,

1285. [Leloup, 2009, 423].

1286. Voir [Leloup, 2009, 376-420].

les amphithéâtres et les espaces de socialisation garantissent la régularité et l'intensité de certaines relations entre les doctorants. De plus certains doctorants ont l'occasion d'être au contact avec la recherche probabiliste européenne grâce aux conférences, à des voyages d'étude ou grâce à des correspondances.

Le rôle du certificat et des professeurs de CPPM.

Sur les 9 thésards probabilistes, 6 sont passés par le certificat de CPPM entre 1931 et 1934 ; Fortet, Ghaffari et Malécot ne semblent pas y avoir été candidats.

Au cours de la période entre 1931 et 1934, les enseignements de la chaire de CPPM ne sont pas encore spécialisés en vue de la préparation des options (ce qui n'arrive qu'à partir de 1937¹²⁸⁷). En 1931 et 1932, les trois options sont représentées parmi les candidatures : Jean Ville est candidat à l'option complément théorique en mars 1931 puis à l'option statistique en octobre 1931 (mais est noté absent¹²⁸⁸), Michel Loève est candidat à l'option physique mathématique en mars 1931¹²⁸⁹ et Daniel Dugué est candidat à l'option statistique en mars 1932¹²⁹⁰. Feldheim (mention passable), Kunetz (mention bien) se présentent en mars 1934 et Doëblin (mention assez bien) se présentent en octobre 1934¹²⁹¹. La différence de ces choix peut vraisemblablement s'expliquer par le changement d'enseignant à la maîtrise de conférences. Fréchet assure ces enseignements au cours des années universitaires 1931 et 1932. Les notes de Destouches ne semblent pas suggérer que Fréchet oriente ses cours vers une des options mises en place en 1930. À partir de 1933, Darmois assure les enseignements de cette maîtrise de conférences (sur lesquels nous avons peu d'information) ; le choix de l'option statistique est peut-être suscité par des enseignements qui insistent plus volontiers sur les applications des probabilités à la statistique, ou alors sur une incitation du professeur.

Par ailleurs, 4 de ces thésards viennent de l'ENS. Cette attention pour les normaliens signale que les enseignants de cette chaire (tous issus eux-mêmes de l'ENS) privilégient le réseau de cette école. Ils n'hésitent d'ailleurs pas à aller chercher des étudiants normaliens au-delà de ceux qui se présentent aux examens de CPPM, comme dans les cas de Fortet et Malécot. Cette place des normaliens parmi les doctorants est d'autant plus remarquable,

1287. Voir chapitre 5, p. 292.

1288. Procès-verbaux des examens, AN AJ/16/5505.

1289. Procès-verbaux des examens, AN AJ/16/5505.

1290. Procès-verbaux des examens, AN AJ/16/5506.

1291. Procès-verbaux des examens, AN AJ/16/5505.

que les doctorants n'étant pas passés par cette école sont tous des étudiants étrangers ; Ghaffari vient d'Iran, Feldheim vient de Hongrie¹²⁹², Kunetz vient de Yougoslavie, Dœblin vient d'Allemagne et enfin Loève vient d'Égypte¹²⁹³. L'absence d'étudiants français ayant été formés à la faculté des sciences suggère que les professeurs de la chaire de CPPM, privilégient et promeuvent le réseau normalien, au détriment des étudiants français de la faculté des sciences, assurant ainsi la reproduction sociale d'un trait remarquable du profil du probabiliste français : être formé aux mathématiques à l'ENS (ou s'appeler Paul Lévy).

Par ailleurs cette reproduction sociale vise également à assurer l'accès à un poste universitaire aux jeunes normaliens. Le fait que tous les étudiants normaliens soutiennent des thèses d'État s'explique par cette perspective. La thèse d'université, diplôme à la portée locale, ne permet pas de devenir professeur. Notons cependant que la thèse d'État en sciences n'est pas réservée aux étudiants français ; elle est uniquement conditionnée à l'obtention de la licence ès sciences (ou d'un équivalent après avis motivé de la faculté des sciences). Deux étudiants étrangers soutiennent une thèse d'État probabiliste : Wolfgang Dœblin et Michel Loève. Le cas de Dœblin s'apparente à une politique, perceptible au sein des invitations à faire des conférences¹²⁹⁴, de soutien aux scientifiques allemands ayant fui le régime nazi¹²⁹⁵. Au-delà de sa dimension politique et familiale, l'obtention de la nationalité française en 1935 pour Dœblin peut constituer un élément soutenant un projet d'accéder à un poste universitaire en France et donc orienter son choix vers une thèse d'État.

Les relations entre les doctorants et les probabilistes de la faculté des sciences

Comme le montre Leloup, l'étude des jurys, des introductions de thèses et des rapports de thèse permet d'appréhender le contexte de production de la thèse de façon assez précise¹²⁹⁶. Dans le cas des probabilités, les jurys de thèses montrent clairement le souci de Borel, Fréchet et Darmois de garder un œil sur les nouveaux prétendants à l'entrée du champ probabiliste. Toutes les thèses probabilistes sont soutenues devant un jury pré-

1292. Procès-verbaux des examens, AN AJ/16/5508.

1293. Loève né à Jaffa dans la Palestine sous mandat britannique, mais grandit en Égypte.

1294. Voir chapitre 3, p. 151 et p. 153.

1295. Le père de Wolfgang, Alfred Döblin (médecin et romancier), d'origine juive et ouvertement opposé au régime Nazi, fuit Berlin en 1933 avec sa famille, d'abord à Zurich, puis à Paris. Pour une chronologie de la vie de Dœblin voir [Lindvall, 1991].

1296. Voir [Leloup, 2009, 28-29, 78-82].

sidé par Borel (Feldheim, Dugué, Malécot, Doëblin, Ville) ou Fréchet (Ghaffari, Kunetz, Loève) à une exception : Henri Villat préside le jury de thèse de Fortet. Le jury de cette thèse est d'ailleurs une exception sur un autre critère : les jurys des autres thèses sont composés d'au moins deux des trois probabilistes de la faculté des sciences (Borel, Fréchet, Darmois). Le jury de Fortet est quant à lui composé d'un seul probabiliste, Fréchet, et de deux autres mathématiciens : Villat et Valiron. Sur ce critère, le jury de thèse de Loève fait aussi exception en rassemblant Fréchet, Valiron et Cartan. Ces exceptions signalent toutefois l'importance accordée à la constitution d'un jury de mathématiciens, même s'ils ne sont pas probabilistes, et l'absence de physicien, confirmant une distanciation vis-à-vis de la physique pour assurer un ancrage institutionnel de ces thèses du côté mathématique.

Par ailleurs les probabilistes de la chaire de CPPM assurent un encadrement des doctorants. Un premier signe de cet accompagnement est lisible dans les remerciements des mémoires de thèses. Ainsi Ghaffari dédie son mémoire « à [s]on maître Monsieur le professeur Maurice Fréchet, professeur à la Sorbonne ». Il ajoute dans son introduction qu'il remercie Fréchet « qui [l'a] accueilli avec une grande bienveillance et n'a jamais cessé de [lui] prodiguer ses précieux conseils et suggestions »¹²⁹⁷. Feldheim et Kunetz, quant à eux, dédient leurs thèses à leur « maître » Darmois. Kunetz précise de plus qu'il tient à exprimer sa reconnaissance à « M. Georges Darmois pour son aide constante, ses encouragements et ses conseils qu'il [lui] a prodigués au cours de [son] travail. »¹²⁹⁸ Dans le cas des thèses d'université, nous disposons de peu de sources de documentation capables de nous informer sur l'accompagnement des thésards, mais pour ce qui est des thèses d'État, les recherches antérieures ont permis de mettre au jour le rôle des probabilistes de la chaire de CPPM pour orienter les étudiants vers un sujet de recherche et les accompagner tout au long de leur travail.

Fréchet recrute, oriente vers et accompagne dans les recherches sur les processus markoviens deux doctorants dans le cadre d'une thèse d'État. Dans le cas de Doëblin, la correspondance avec Fréchet¹²⁹⁹ met en évidence la relation de patronage entre le mathématicien et le thésard. Tout d'abord ces lettres montrent que cet étudiant communique régulièrement, voire de façon hebdomadaire, l'avancée de ses recherches et de sa rédaction¹³⁰⁰ suscitant en retour des commentaires, des amendements et des corrections de la

1297. [Ghaffari, 1936, 3]

1298. [Kunetz, 1937, 2]

1299. Nous utilisons la reproduction faite dans [Bru, 1992].

1300. Lettre du 17 octobre 1936 : « Comme j'ignore si vous viendrez lundi à l'IHP je vous communique

part du mathématicien. Par ailleurs Fréchet donne du travail à Doeblin : il lui demande de faire des traductions ¹³⁰¹ et de corriger les épreuves « du livre sur la "théorie des événements en chaîne dans le cas fini" » pendant l'été 1937 ¹³⁰². Enfin Doeblin estime que c'est à Fréchet qu'il doit d'avoir obtenu la bourse Arconati-Visconti ¹³⁰³, laissant présager que Fréchet se montre soucieux des conditions matérielles de vie du jeune étudiant.

Le cas de Fortet est moins bien documenté. Cependant les remerciements de Fortet en introduction signalent l'importance du mathématicien. Le doctorant souligne que « non seulement [il lui doit] le sujet et les idées directrices de [ses] recherches, mais il a bien voulu suivre en quelque sorte pas à pas [ses] progrès et [le] maintenir dans la bonne route. » ¹³⁰⁴ Bernard Bru ¹³⁰⁵ explique la proposition de Fréchet à Fortet de travailler sur le cas des chaînes de Markov à états dénombrables en l'inscrivant dans un processus de recherche : le cas dénombrable « concentre une grande part des difficultés du cas continu non borné et [...], a priori plus simple d'abord, il pourrait permettre de progresser » ¹³⁰⁶, le cas continu non borné restant alors un chantier ouvert. Toujours selon Bru, Fréchet propose deux directions de recherches à Fortet : étudier le comportement asymptotique des probabilités de passage en $(n+1)$ étapes vu comme des moyennes pondérées des probabilités de passage en n étapes, ou alors, étudier des systèmes linéaires à un nombre infini de variables. C'est cette seconde méthode que Fortet développe dans sa thèse.

Par ailleurs Fréchet valorise ses étudiants et leurs travaux. Dans le second volume de son fascicule du *Traité du calcul des probabilités* ¹³⁰⁷, Fréchet signale qu'« on trouvera de nouveaux résultats sur ces sujets dans les Thèses en cours d'impression de M. Doeblin et de M. Fortet. » ¹³⁰⁸. Fréchet met particulièrement en avant les travaux de Doeblin précisant qu'il n'a « pu introduire pendant sa rédaction tous les résultats récemment obtenus, comme, par exemple, l'extension de Doeblin » ¹³⁰⁹ renvoyant à l'un de ses articles ¹³¹⁰, et l'associe aux « avis scientifiques précieux de M. Hostinsky, Kolmogorov, de Misès,

par lettre mes résultats de cette semaine. » Voir [Bru, 1992, p. 19].

1301. [Bru, 1992, p. 46].

1302. [Bru, 1992, p. 11]

1303. Lettre du 26-12-36 : « Cette bourse, dont je n'oublierai pas que je ne la dois qu'à vous constitue les plus belles étrennes que je n'ai jamais eues et je vous en remercie beaucoup bien sincèrement. » [Bru, 1992, p. 20].

1304. [Fortet, 1939, 20].

1305. [Bru, 2002, 20]

1306. [Bru, 2002, 20]

1307. [Fréchet, 1938]

1308. [Fréchet, 1938, VIII]

1309. [Fréchet, 1938, VIII].

1310. [Doeblin, 1938]

Onicescu »¹³¹¹ dans la correction des épreuves de son livre.

Darmois se charge pour sa part de recruter et de guider Malécot et Dugué dans le domaine de la statistique qui l'intéresse : la statistique de Ronald Fisher¹³¹². Comme nous l'avons signalé¹³¹³, Darmois contribue à faire connaître la statistique probabiliste anglo-saxonne dans ses enseignements à l'ISUP ainsi que dans des conférences faites à l'IHP¹³¹⁴. L'exemple de Dugué et de Malécot montre que Darmois cherche à former de jeunes mathématiciens aux questions de statistique probabiliste. Dans un entretien¹³¹⁵, Malécot explique que Darmois se charge, avec une certaine insistance, de l'orienter et de le former à la statistique. Il raconte ainsi qu'« à l'École [normale supérieure] il y avait Georges Darmois, Professeur de statistique à l'Institut Henri Poincaré, à la Sorbonne. Il m'a dit "vous pouvez passer en seconde année avec moi le certificat de calcul des probabilités statistiques". Il m'a laissé entendre qu'après il se chargerait de me faire poursuivre la recherche en statistique. »¹³¹⁶ Comme nous l'avons mentionné, Malécot ne suit pas le cours de la chaire de CPPM lui préférant les cours d'Élie Cartan. En fait ce n'est qu'une fois l'agrégation obtenue, que Malécot se laisse tenter par le projet de Darmois¹³¹⁷ qui l'oriente immédiatement vers les travaux de Fisher sur l'hérédité¹³¹⁸ et lui conseille de s'intéresser aux travaux de Sewall G. Wright (1889-1988)¹³¹⁹. Nous ne disposons pas d'autant d'informations sur le cas de Daniel Dugué. Le seul témoignage direct reste ses remerciements à G. Darmois où il exprime « sa reconnaissance à M. Georges Darmois qui [lui] a indiqué le sujet de ce mémoire et a si aimablement dirigé [son] travail »¹³²⁰. Dugué développe dans sa thèse un travail sur l'estimation statistique. Comme pour Malécot, la thèse de Dugué laisse une place centrale aux travaux de Fisher.

Borel, quant à lui, montre un intérêt manifeste pour les travaux de Jean Ville. Dans son cas, le choix de son sujet de thèse semble plutôt relever de son initiative personnelle ainsi que de sa détermination. Dans l'introduction de sa thèse il précise que « M. Fréchet, qui [lui] avait d'abord proposé un autre sujet, a bien voulu, sur [sa] demande, accepter

1311. [Fréchet, 1938, VIII].

1312. Dans une moindre mesure, et dans un tout autre style, Fréchet se penche également sur la statistique probabiliste. Voir en particulier [Armatte, 2001].

1313. Voir chapitre 4 et 5.

1314. Voir l'article de Rémi Catellier et Laurent Mazliak, [Catellier et Mazliak, 2012].

1315. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996]

1316. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 106].

1317. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 106]

1318. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 106-108].

1319. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 109].

1320. [Dugué, 1937a, 5]

l'étude de la théorie de M. de Mises comme sujet de thèse. »¹³²¹ Dans une lettre adressée à Pierre Crépel en 1985, Ville ajoute : « Fréchet était ouvertement dubitatif ; il n'aimait pas le sujet. Je n'ai pu avancer qu'avec l'aide d'É. Borel. »¹³²² Borel renoue avec la théorie des jeux de hasard, qu'il avait commencé à étudier dans les années 1920¹³²³ lorsque Ville commence ses recherches à Paris et charge le doctorant de rédiger son cours sur les jeux de hasards de 1936¹³²⁴. À cette occasion Borel attire l'attention de Ville sur l'article de John von Neumann. Borel poursuit son soutien en publiant sa thèse dans la collection que l'académicien lance en 1937 : les *Monographies des probabilités*.

De plus, Borel utilise sa position d'académicien pour promouvoir les travaux de ces jeunes doctorants à l'Académie des sciences de Paris. En dehors de Ghaffari et Feldheim qui ne publient aucune note dans les *CRAS*, les 7 autres doctorants en publient, très majoritairement présentées par Borel, soit dans la catégorie calcul des probabilités¹³²⁵, soit dans la catégorie statistique mathématique¹³²⁶, quelques unes dans la catégorie analyse mathématique¹³²⁷. Par ailleurs Hadamard présente également, dans la catégorie calcul des probabilités, des notes de Dœblin¹³²⁸ ainsi qu'une note de Fortet¹³²⁹ sur les processus markoviens, gardant ainsi un œil sur les suites de son printemps ergodique¹³³⁰. Notons également que Élie Cartan présente la première note de Ville, dans la matière calcul des probabilités, en 1935¹³³¹.

Enfin Lévy, toujours professeur à l'École polytechnique et, par celà même, absent des jurys de thèse, est tout de même présent. Comme nous le verrons, certains doctorants choisissent un sujet de thèse dans les directions de recherches explorées par Lévy. Mais c'est surtout avec Doeblin que Lévy semble échanger de façon approfondie. Les deux hommes

1321. [Ville, 1939, 1].

1322. « Fréchet was openly doubtful ; he didn't like the topic. I only managed to move on with the help of E. Borel » [Crépel, 2009, 14]. Les lettres adressées à Pierre Crépel sont en français et furent traduites par Glenn Shafer.

1323. Voir chapitre 2, p. 73-74.

1324. Il s'agit du cours fait par Borel pour la chaire de CPPM. La rédaction est publiée au sein du *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* [Borel et Ville, 1938]. Voir chapitre 5, p. 286-287. Voir également [Ville, 2009b].

1325. [Kunetz, 1936, Ville, 1936c, Ville, 1936a, Ville, 1938, Dugué, 1936c, Dugué, 1936a, Dugué, 1937b, Dœblin, 1936b, Dœblin, 1937, Dœblin, 1938a, Dœblin, 1938, Dœblin, 1938, Dœblin, 1939b, Dœblin, 1940a, Dœblin, 1940b, Dœblin et Fortet, 1937a, Fortet, 1936, Fortet, 1937, Fortet, 1938, Loève, 1940].

1326. [Kunetz, 1935, Dugué, 1936b, Malécot, 1938a, Malécot, 1938b, Malécot, 1939b, Malécot, 1939a].

1327. [Dugué, 1939].

1328. [Dœblin, 1936a, Dœblin, 1938b, Dœblin, 1939a].

1329. [Fortet, 1935].

1330. Voir chapitre 2.

1331. [Ville, 1936b].

échangent une correspondance vraisemblablement à partir de 1936¹³³² et collaborent à une note publiée dans les *CRAS* dans la catégorie calcul des probabilités en 1936¹³³³, sans précision d'un académicien présentant la note. Les deux hommes semblent de plus entretenir une relation qui prend une tournure plus personnelle. L'estime que Lévy semble avoir pour Doeblin contraste particulièrement avec le peu d'intérêt qu'il manifeste pour les travaux de Ville. Il juge ainsi la note de Ville montrant la convergence presque sûre de la médiane d'une série d'observations de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuée vers la médiane théorique comme une synthèse utile d'un point de vue pédagogique pour les débutants, et souligne que ce résultat est déjà contenu dans le théorème de Glivenko-Cantelli¹³³⁴.

Des sociabilités scientifiques entre doctorants

Si les probabilistes de la chaire de CPPM assurent une dynamique probabiliste au niveau étudiant, certains doctorants probabilistes s'organisent pour susciter ou entretenir, entre eux, une émulation intellectuelle autour des probabilités. À côté des conférences de l'IHP dédiées aux probabilités, Doeblin, Fortet et Ville organisent un séminaire probabiliste dès février 1937¹³³⁵. L'introduction de ce séminaire semble intimement liée à l'expérience de Ville à Vienne, sur laquelle nous reviendrons. De plus, suite au départ à la retraite de Hadamard, les étudiants éprouvent certainement le besoin de prolonger l'expérience de son séminaire au Collège de France en organisant des réunions pour discuter de mémoires spécialisés, notamment dans le domaine des probabilités. Cette initiative étudiante attire l'attention de Borel. Pierre Crépel rapporte les propos de Jean Ville selon lesquels ce séminaire d'étudiants aurait été « *anschlussé* » par Borel¹³³⁶, geste qui dans

1332. Voir [Bru, 1993, 8].

1333. [Doeblin et Lévy, 1936].

1334. Lettre 31, [Lévy, 2014, 98-100]. La lettre 32, [Lévy, 2014, 100-101], est l'occasion pour Lévy de réitérer cette critique. Voir également [Mazliak, 2009].

1335. Nous devons à Laurent Mazliak d'avoir retrouvé un programme de séminaire dans le Fonds d'archives IHST (archives de l'Université Panthéon-Sorbonne, Paris). Le programme prévoit des séances le jeudi à 17 h dans l'amphithéâtre Darboux et quatre séances sont annoncées :

18 février Paul Lévy : « Le concept de probabilité du point de vue classique ».

25 février Ervin Feldheim : « Suites stationnaires et classes à événements équivalents ».

11 mars (probablement) N. Terradas : « Le principe ergodique en thermodynamique ».

18 mars Jean Ville : « Le concept de probabilité, théories de Popper et Reichenbach ».

Le document est signé « Un secrétaire W. Doeblin ».

1336. Voir [Crépel, 2009]. Cette idée semble chronologiquement vraisemblable dans la mesure où le séminaire Borel commence après octobre 1937. Les circonstances ayant conduit à cet « *anschluss* » borélien restent cependant inconnues, faute de documentation sur la question.

la terminologie de Ville semble signifier une reprise en main par le professeur (donc un contrôle du contenu), mais qui peut aussi être interprété comme une forme de soutien institutionnel. Nous manquons malheureusement d'information sur ce séminaire de doctorants et sur le séminaire de Borel¹³³⁷. En particulier, la présence d'autres doctorants (Dugué, Malécot, Fortet, Loève) à ce séminaire d'étudiants ou à celui de Borel semble plus difficile à établir.

Les thésards probabilistes s'engagent également dans des formes spécifiques de sociabilités liées au bâtiment de l'IHP. La fréquentation des conférences et du séminaire de probabilités au sein du bâtiment contribuent à nouer des liens entre les étudiants et les mathématiciens en poste, mais aussi entre les étudiants. Ces moments spécifiques dans des lieux dédiés contribuent à la reconnaissance réciproque des individus engagés dans le domaine des probabilités, entre probabilistes, entre les probabilistes et les étudiants, et enfin entre les étudiants. Par ailleurs la bibliothèque de l'IHP constitue certainement un lieu privilégié de rencontre du fait de la collection d'ouvrages de probabilités. Les récits sur la formation de Wolfgang Doeblin insistent généralement sur sa fréquentation assidue de la bibliothèque et les échanges entre étudiants dans ce lieu¹³³⁸.

Dans certains cas, les sociabilités entre les étudiants conduisent à des collaborations scientifiques. Dans le cas de Fortet et de Doeblin, la proximité des sujets de thèse facilite certainement leur collaboration scientifique et les discussions sur l'avancée respective de leurs travaux. Les deux jeunes probabilistes, travaillant tous les deux sur les processus markoviens, publient une note présentée, dans la catégorie calcul des probabilités, par Émile Borel à l'Académie des sciences¹³³⁹. Cette note, publiée dans les *CRAS* en 1937, propose d'étendre au cas étudié par Kryloff et Bogolioubov¹³⁴⁰ des résultats asymptotiques déjà connus sur les chaînes de Markov sur les probabilités en chaîne. Les deux jeunes mathématiciens publient également un article dans le *Bulletin de la SMF* en 1937 sur la théorie des chaînes à liaisons complètes (cas où la probabilité de transition à l'instant n dépend des $n - 1$ états précédents)¹³⁴¹ introduites par Onicescu et Mihoc en 1935¹³⁴².

1337. Voir chapitre 5, p. 287.

1338. Voir [Bru, 1992, 10].

1339. [Doeblin et Fortet, 1937b].

1340. [Krylov et Bogolioubov, 1937b, Krylov et Bogolioubov, 1937a].

1341. [Doeblin et Fortet, 1937a].

1342. [Mihoc et Onicescu, 1935].

Des sociabilités à l'échelle européenne

La pratique des conférences permet aux doctorants de se mettre au contact de la recherche probabiliste européenne. Un premier signe de cette prise de contact est la place accordée aux sujets présentés dans les conférences probabilistes au sein des thèses, notamment d'État. Ainsi la thèse de Ville s'inscrit assez nettement dans la série de conférences abordant la question du fondement théorique des probabilités¹³⁴³, les thèses de Dugué et de Malécot s'inscrivent dans le domaine de la statistique probabiliste¹³⁴⁴, la thèse de Doeblin et de Fortet dans l'étude des processus markoviens¹³⁴⁵ et enfin la thèse de Loève reprend des thématiques abordées par Lévy et Pólya¹³⁴⁶.

Toujours dans le cas des thèses d'État, les sociabilités des doctorants ou des jeunes docteurs probabilistes avec les probabilistes européens se déploient en dehors des murs de l'IHP grâce à des séjours à l'étranger ou par le biais de correspondances. Par ailleurs ces sociabilités extérieures participent en partie aux contenus des conférences de l'IHP.

En premier lieu, le cas de la statistique mathématique suscite des sociabilités qui articulent une échelle microlocale (l'IHP) et internationale (Paris-Londres) centrées autour Ronald A. Fisher. En juillet 1936, Dugué, travaillant sur sa thèse, écrit à Fisher et lui joint trois tirés à part. Fisher répond en novembre et se montre intéressé, proposant des commentaires et des suggestions concernant le maximum de vraisemblance¹³⁴⁷. Ce détail suggère qu'il s'agit des tirés à part des notes publiées par Dugué dans les *CRAS*¹³⁴⁸. Quelques semaines plus tard, le 1^{er} décembre 1936, Fisher explique avoir évoqué le nom de Dugué pour une bourse Rockefeller et lui demande s'il est intéressé¹³⁴⁹. Le 4 décembre, Dugué répond avec enthousiasme et se dit intéressé par un tel voyage¹³⁵⁰. En quelques mois et quelques lettres, un séjour au Laboratoire Galton à Londres est organisé et financé par une bourse Rockefeller¹³⁵¹. Le séjour de Dugué à Londres, durant l'année 1937-1938,

1343. Voir chapitre 4 p. 232-251.

1344. Voir chapitre 4, p. 210-214.

1345. Voir chapitre 4, p. 203-214.

1346. Voir chapitre 4, p. 197-202 et p. 214-222.

1347. Lettre du 11 novembre 1936, Fisher à Dugué, <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/67657/48/1936-11-10.pdf>.

1348. [Dugué, 1936b, Dugué, 1936c, Dugué, 1936a].

1349. Lettre du 1^{er} décembre 1936, Fisher à Dugué, <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/67657/47/1936-12-01.pdf>.

1350. Lettre du 4 décembre 1936, Dugué à Fisher, <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/67657/46/1936-12-04.pdf>.

1351. Lettre du 4 avril 1936, Dugué à Fisher, <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/67657/44/1937-04-05.pdf>.

a sans doute favorisé la réalisation de la conférence de Fisher en mai 1938, organisée par les deux doctorants en statistique probabiliste, Dugué et Malécot. Le dossier d'invitation de Fisher conservé à l'IHP rassemble trois lettres écrites par Dugué adressées à Malécot et une lettre de Dugué à Darmois¹³⁵². Les lettres de Dugué à Malécot montrent une relation amicale entre les deux doctorants et une certaine connaissance des réseaux d'institutions de statistique de Paris et de Londres.

Dans sa nécrologie de Georges Darmois, Dugué mentionne sa rencontre avec R.-A. Fisher, chez Darmois en 1937¹³⁵³. Malécot affirme également que « Fisher est venu faire une conférence en 1937 à l'Institut Henri Poincaré, dans le cadre du séminaire de 3^e cycle qu'animaient Darmois et Borel. Son sujet c'était le maximum de vraisemblance. Il y avait environ 50 personnes dans le petit amphithéâtre de mathématiques ce qui est un public important pour un sujet spécialisé. »¹³⁵⁴ Nous n'avons pas de traces d'une venue de Fisher en 1937, il s'agit donc peut-être de la conférence de 1938. Dans tous les cas, la venue de Fisher est une occasion pour Malécot de rencontrer en personne le statisticien britannique dont il discute les résultats dans sa thèse, et la conférence de Fisher à l'IHP offre au doctorant l'occasion de lui adresser en personne une question devant une assemblée d'une cinquantaine de scientifiques¹³⁵⁵. Suite à la soutenance de sa thèse en juin 1939, Malécot part une semaine au Royaume-Uni. Lors de son séjour il rend visite à Fisher, dans son laboratoire et sa maison de campagne, à Egon Pearson et rencontre John B. S. Haldane (1892-1964)¹³⁵⁶.

Dans le cas de Jean Ville, l'expérience de l'étranger semble particulièrement marquante et déterminante dans son expérience de thésard¹³⁵⁷. Tout d'abord, son expérience du voyage à l'étranger se place en amont du choix de son sujet de thèse. Suite à l'obtention de l'agrégation, il part à Berlin, en 1933, où il séjourne à la Maison académique à Berlin, une résidence pour les étudiants français. Ce séjour semble stérile d'un point de vue mathématique compte tenu des bouleversements liés à l'arrivée d'Hitler au pouvoir¹³⁵⁸. Sur une proposition de Fréchet, Ville, toujours à la recherche d'un sujet de thèse, se rend à Vienne pour travailler avec Karl Menger. Ville obtient une bourse Arconati-Visconti

1352. Bibliothèque de l'IHP, Dossiers d'invitations, Ronald A. Fisher.

1353. [Dugué, 1960, 358].

1354. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 107].

1355. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 107].

1356. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 109].

1357. Pour une biographie détaillée de Jean André Ville jusqu'en 1939, voir [Shafer, 2009].

1358. [Shafer, 2009, 27-34].

pour financer ce séjour durant l'année universitaire 1933-1934. C'est au cours de son séjour à Vienne qu'il trouve son sujet de thèse. Menger pilote alors un séminaire de mathématiques à Vienne où des mathématiciens non-autrichiens viennent faire des exposés de mathématiques ou des exposés plus orientés vers la philosophie des mathématiques ou des sciences. Au cours de son séjour, Ville a notamment l'occasion d'écouter Karl Popper (1902-1994) et Abraham Wald (1902-1950) présenter leurs travaux sur la théorie des collectifs de von Mises qui lui donneront la matière pour sa thèse¹³⁵⁹. Ville participe également en faisant plusieurs exposés¹³⁶⁰. À son retour à Paris en 1935, il s'associe à Doeblin pour créer le séminaire de calcul des probabilités. L'expérience viennoise de Ville semble l'inciter à voir dans cette forme de réunion une organisation propice à la pratique de la recherche mathématique qui manque dans le domaine des probabilités. Cependant, suite à son retour à Paris, Ville ne semble pas entretenir beaucoup de liens avec l'étranger en ce qui concerne les probabilités. Il faut néanmoins remarquer que Doob prend connaissance des travaux de Ville en 1939¹³⁶¹ mais nous ne connaissons pas de correspondance entre les deux hommes.

L'expérience probabiliste à l'internationale de Doeblin et Fortet est en partie organisée par Fréchet. Ce dernier associe ces deux doctorants au Congrès de Genève de 1937 consacré à la théorie des probabilités. Doeblin obtient un financement pour s'y rendre. Fréchet demande également à Fortet « de s'occuper de la mise au point définitive du texte français qui constitue le huitième fascicule des Actes du Colloque. »¹³⁶² Dans ce fascicule, sont consignés les notes prises par Bruno de Finetti lors des discussions qui ont eu lieu lors du Congrès. Ce fascicule montre que Doeblin participe aux conversations avec les mathématiciens présents¹³⁶³.

Par ailleurs Doeblin, dont la correspondance a été conservée¹³⁶⁴, est en contact avec plusieurs probabilistes contemporains dont Joseph L. Doob (1910-2004)¹³⁶⁵ mais surtout Bohuslav Hostinský¹³⁶⁶. Pour sa part Dugué poursuit une relation épistolaire avec Ronald Fisher après la conférence du statisticien britannique à Paris en 1938¹³⁶⁷ et son séjour à

1359. [Shafer, 2009, 36].

1360. [Shafer, 2009, 36].

1361. [Doob, 1939].

1362. [de Finetti, 1939, 5].

1363. [de Finetti, 1939].

1364. Voir la reproduction de sa correspondance dans [Bru, 1993].

1365. [Bru, 1993, 37-38].

1366. [Mazliak, 2007b].

1367. <http://hdl.handle.net/2440/67657>.

Londres.

L'IHP offre ainsi un espace permettant aux jeunes doctorants de développer des sociabilités spécifiquement tournées vers la recherche mathématique dans le domaine des probabilités entre doctorants, avec les professeurs probabilistes de la faculté des sciences et enfin avec des chercheurs à une échelle internationale. Ces sociabilités se déroulent à la fois dans l'enceinte du bâtiment de l'IHP, mais également en dehors et notamment à l'étranger. Ces deux échelles géographiques s'articulent au sein même de l'IHP, avec l'organisation des conférences mais aussi avec les pratiques scientifiques des enseignants de la chaire de CPPM. On peut toutefois noter une différence entre les doctorants préparant une thèse d'université et ceux préparant une thèse d'État. Les premiers semblent être peu soutenus pour se lancer sur la scène internationale tandis que les seconds sont encouragés voire sollicités pour s'y investir. Là encore la perspective d'obtenir un poste universitaire et de poursuivre une carrière dans la recherche peut justifier cette différence, les premiers ne pouvant y accéder, tandis que les seconds s'y destinent.

L'articulation entre les dynamiques locales et internationales est par ailleurs perceptible au sein des contenus mathématiques développés dans les thèses. Les thèses s'inscrivent dans des courants de recherches parisiens, c'est-à-dire s'appuyant sur les travaux menés par Fréchet, Darmon, Lévy et (dans une moindre mesure) Borel. Les thésards (d'université ou d'État) y puisent des ressources importantes pour approfondir les directions déjà en partie balisées ou innover pour aborder des problèmes restés non résolus. Mais les thésards d'État mobilisent également des ressources scientifiques internationales, en grande partie liées à leurs connexions européennes. Les thèses mettent ainsi en évidence les idées fortes qui sous-tendent la dynamique et le processus d'intégration des contenus développés dans d'autres contextes.

6.3.2 *Un programme scientifique organisé par Fréchet autour des processus markoviens : les thèses de Ghaffari, Dæblin et Fortet*

Comme nous l'avons déjà montré, Fréchet s'engage dans le domaine des probabilités dès les années 1920¹³⁶⁸. Dans un premier temps les publications de Fréchet montrent un intérêt marqué pour les applications et les usagers qui ne sont pas des mathémati-

1368. Voir chapitre 2, p. 76 et suivantes.

ciens professionnels. Mais à partir de 1926, Fréchet réoriente en partie cet intérêt vers des aspects plus théoriques et progressivement se tourne vers des questions de probabilités indépendamment des éventuelles applications. Il n'abandonne pas pour autant les questions d'applications et poursuit des recherches dans le domaine de la statistique probabiliste¹³⁶⁹. À partir de 1928, Fréchet s'engage dans un programme de recherche dans le domaine des modèles markoviens dans lequel il enrôle trois doctorants : Ghaffari, Doëblin et Fortet. Les recherches du professeur, publiées entre 1932 et 1938, établissent des jalons auxquels s'accrochent les recherches menées par ces doctorants.

Fréchet et les probabilités en chaîne.

Dans le domaine des probabilités, comme nous l'avons déjà mentionné¹³⁷⁰, suite à la rédaction de son livre *Les espaces abstraits*, en 1926, Fréchet s'engage dans un travail de traduction de ses travaux d'analyse dans le domaine des probabilités. Il s'intéresse principalement aux questions relatives aux modes de convergences en probabilités et, entre 1929 et 1931¹³⁷¹, publie des articles portant sur la notion de distance entre deux variables aléatoires et sur les modes de convergence.

Sa correspondance avec Hostinský incite Fréchet à s'intéresser aux « probabilités en chaînes », c'est-à-dire aux chaînes de Markov, depuis le début des années 1920. Les échanges entre Hadamard et Hostinský entre 1927 et 1928¹³⁷² ainsi que le Congrès de Bologne¹³⁷³ n'ont certainement pas manqué d'encourager Fréchet à se pencher sur le sujet des modèles markoviens dans ses enseignements à la chaire de CPPM¹³⁷⁴, au cours desquels il n'hésite pas à présenter des recherches en cours qu'il publie à partir de 1932. Dans un premier temps, entre 1932 et 1933, Fréchet publie principalement sur les chaînes de Markov à espace fini d'états¹³⁷⁵ et à espace continu d'états¹³⁷⁶. Dans un second temps, Fréchet se penche sur la question des processus markoviens, et de l'équation de Chapman-Kolmogorov, à partir de 1934 et jusqu'en 1936¹³⁷⁷. Ces recherches sont systématiquement ponctuées par un mémoire synthétisant les résultats acquis (par lui et d'autres) : deux

1369. [Mazliak, 2010a, Armatte, 2001].

1370. Voir chapitre 4, 239.

1371. [Fréchet, 1929a], [Fréchet, 1929b], [Fréchet, 1930a], [Fréchet, 1931].

1372. Voir chapitre 2, 89 et [Bru, 2003].

1373. Voir [Bru, 2003].

1374. Voir chapitre 5, p. 288-291.

1375. [Fréchet, 1932d, Fréchet, 1932b, Fréchet, 1933a].

1376. [Fréchet, 1932f, Fréchet, 1932a, Fréchet, 1933c].

1377. [Fréchet, 1934d, Fréchet, 1935b, Fréchet, 1935a, Fréchet, 1936b].

mémoires sur les chaînes de Markov en 1933 et un sur les processus markovien en 1935.

Fréchet se réfère principalement au fascicule du *Mémorial des sciences mathématiques* écrit par Hostinský en 1931¹³⁷⁸ présentant une synthèse des connaissances sur le sujet des modèles markoviens. Ce livre constitue une ressource remarquable pour les probabilistes parisiens dans la mesure où il présente une synthèse des résultats acquis en Tchécoslovaquie, en Russie et dans l'espace soviétique, presque absent des conférences de l'IHP à l'exception notable et importante de Kolmogorov. La bibliographie présente en fin d'ouvrage¹³⁷⁹ rend compte des travaux de Tchebychev de (1867 et 1891), de Liapounov de 1900 et 1901, de Markov entre 1907 et 1918 et des travaux récents de Bernstein (publiés entre 1926 et 1928), de Romanovsky (de 1929 et 1931) et de Kolmogorov (1931). Hostinský profite également de l'occasion pour promouvoir les travaux menés en Tchécoslovaquie, d'abord par lui-même entre 1917 et 1931, mais également ceux de Urban, publiés en 1923. En 1933, Fréchet complète cette liste des contributeurs tchécoslovaques à l'étude des chaînes de Markov en ajoutant les noms de Konečný, Kaucký et Potoček.

Le mémoire de 1933 sur les chaînes de Markov à espace fini d'états¹³⁸⁰, propose une synthèse ainsi que des perfectionnements de la main de Fréchet concernant le comportement asymptotique des probabilités. Il considère une chaîne de Markov à r états E_i , $1 \leq i \leq r$, note p_{jk} la probabilité de passage de l'état E_j à l'état E_k , $P_{jk}^{(n)}$ la probabilité de passage de l'état E_j à l'état E_k en n étapes et rappelle la relation :

$$P_{jk}^{(n+m)} = \sum_{\ell=1}^r P_{j\ell}^{(n)} P_{\ell k}^{(m)}$$

ainsi que les conditions probabilistes : $P_{jk}^{(n)} \geq 0$ et $\sum_{k=1}^r P_{jk}^{(n)} = 1$. Fréchet cherche alors à étudier le comportement asymptotique des $P_{jk}^{(n)}$ lorsque $n \rightarrow \infty$.

Pour mener son étude, Fréchet propose une classification des comportements asymptotiques des $P_{jk}^{(n)}$ qui affine celle esquissée par Hadamard en 1927¹³⁸¹. Le cas régulier¹³⁸² désigne le cas où $P_{jk}^{(n)}$ tend vers une valeur P_k , indépendante de l'état initial E_j , le cas positivement régulier si de plus tous les $P_k > 0$, le cas le plus régulier si enfin tous les

1378. [Hostinský, 1931].

1379. [Hostinský, 1931, 60-63].

1380. [Fréchet, 1933a].

1381. [Hadamard, 1927].

1382. Hadamard parle du cas ordinaire, [Hadamard, 1927, 7].

$P_k = P$ ne dépendent pas non plus de l'état d'arrivée E_k ¹³⁸³. Il caractérise le cas régulier en donnant deux conditions nécessaires et suffisantes. La première condition qui généralise celle déjà connue par Markov, citée par Hostinský¹³⁸⁴ auquel Fréchet se réfère, est que pour un certain rang n et un certain état j , $P_{jk}^{(n)} > 0$ pour tout état E_k ¹³⁸⁵. Remarquant l'inconvénient de devoir manipuler des probabilités après n étapes, Fréchet établit une condition sur les probabilités de passages. Notons $P = (p_{jk})_{1 \leq j, k \leq r}$, le cas régulier correspond au cas où l'équation $\Delta(s) = \det(P - s\text{Id}) = 0$ admet l'unité comme seule racine de module 1 qui est de plus de multiplicité 1¹³⁸⁶. Fréchet distingue ensuite le cas semi-régulier, c'est-à-dire, le cas où les $P_{jk}^{(n)}$ convergent vers une valeur P_{jk} lorsque $n \rightarrow \infty$, valeur dépendant éventuellement de l'état initial E_j . Ce cas est obtenu lorsque l'équation $\Delta(s) = 0$ admet l'unité pour seule solution de module 1¹³⁸⁷.

Le premier résultat majeur, sur lequel insiste Fréchet, porte sur la convergence au sens de Cesàro des $P_{jk}^{(n)}$. Il montre en effet, que, dans tous les cas, la suite des moyennes pondérées

$$\Pi_{jk}^{(n)} = \frac{1}{n} \left(P_{jk}^{(1)} + \cdots + P_{jk}^{(n)} \right)$$

qu'il interprète comme l'espérance des fréquences de passage à l'état E_k en partant de E_j , converge toujours vers une valeur Π_{jk} ¹³⁸⁸. Il établit de plus que cette limite est indépendante de l'état initial si le système

$$\begin{cases} x_k & = \sum_{j=1}^r x_j p_{jk} \\ \sum_{k=1}^r x_k & = 1 \end{cases}$$

admet un seul r -uplet solution¹³⁸⁹ et ajoute que dans le cas bi-stochastique, $\sum_{j=1}^r p_{jk} = 1$, la limite est également indépendante de l'état d'arrivée¹³⁹⁰

La stratégie de Fréchet pour étudier le comportement des $P_{jk}^{(n)}$ consiste à chercher une expression en fonction de n de ces probabilités. Pour trouver cette expression, il utilise la relation $P_{hk}^{(n+1)} = \sum_{j=1}^r p_{hj} P_{jk}^{(n)}$ pour justifier que $P_{h1}^{(n)}, \dots, P_{hr}^{(n)}$ sont solutions du système

1383. [Fréchet, 1933a, 132-133].

1384. [Hostinský, 1931, 16].

1385. [Fréchet, 1933a, 133].

1386. [Fréchet, 1933a, 137].

1387. [Fréchet, 1933a, 148].

1388. [Fréchet, 1933a, 151].

1389. [Fréchet, 1933a, 141].

1390. [Fréchet, 1933a, 141].

des r équations aux différences finies :

$$\Delta x_k(n) = \sum_{j=1}^r A_{jk} x_j(n) \quad k = 1, \dots, r$$

pour les coefficients $A_{jk} = p_{jk} - \delta_{jk}$, en posant $x_k(n) = P_{hk}^{(n)}$ et $\Delta x_k(n) = P_{hk}^{(n+1)} - P_{hk}^{(n)}$. Fréchet propose une étude approfondie de ce système d'équations aux différences finies et du comportement asymptotique de ses solutions, sans les conditions probabilistes utilisées dans le cas des chaînes de Markov, dans un mémoire publiée en Tchécoslovaquie en 1933¹³⁹¹. En utilisant la multiplicité des racines de l'équation caractéristique $\Delta(s) = 0$, il obtient des racines particulières desquelles il déduit les racines générales. Dans le cas des chaînes de Markov à espace fini d'état, cette étude le conduit à décomposer les probabilités sous la forme

$$P_{hk}^{(n)} = \Pi_{hk} + \epsilon_{hk}(n) + \omega_{hk}(n)$$

où Π_{hk} est la limite au sens de Cesàro des $P_{hk}^{(n)}$, $\epsilon_{hk}(n)$ tend vers 0 lorsque $n \rightarrow \infty$ et $\omega_{hk}(n)$ est une fonction N -périodique. Notons que le caractère asymptotiquement périodique des probabilités $P_{hk}^{(n)}$ était déjà signalé par Hadamard¹³⁹², Fréchet en précise donc la forme.

Toujours en 1933, Fréchet publie une synthèse des résultats sur les chaînes de Markov à espace continu d'états¹³⁹³. Dans cette synthèse proposée par Fréchet, Hostinský¹³⁹⁴ reste la principale référence. Notons par ailleurs que le texte est reçu le 23 avril 1932, et que Fréchet affirme y présenter le contenu de son cours de l'année 1931-1932. Dans ce mémoire, Fréchet présente donc l'étude du cas où la chaîne peut prendre ses valeurs dans un ensemble fermé $V \subset \mathbf{R}^k$ ¹³⁹⁵. Il note $P^{(n)}(E, F)$ la probabilité de passer de l'état E à l'état F en n étapes, et $p(E, F) = P^{(1)}(E, F)$. Il rappelle que la probabilité $P^{(n)}(E, F)$ vérifie l'équation

$$P^{(n+m)}(E, F) = \int_V P^{(n)}(E, G) P^{(m)}(G, F) d\tau_G$$

avec les conditions $\int_V P^{(n)}(E, F) d\tau_F = 1$ et $P^{(n)}(E, F) \geq 0$. Comme dans son cours¹³⁹⁶,

1391. [Fréchet, 1933b].

1392. [Hadamard, 1927].

1393. [Fréchet, 1933c].

1394. [Hostinský, 1931].

1395. [Fréchet, 1933c, 180].

1396. Voir chapitre 5, p. 288.

il commence par remarquer que $P^{(n)}(E, F)$ est le noyau itéré de l'équation de Fredholm

$$X(M) = f(M) + \int_V p(E, F)X(F)d\tau_F$$

C'est donc en se basant sur la théorie des équations de Fredholm que Fréchet, comme dans son cours, aborde les chaînes de Markov à espace continu d'états¹³⁹⁷ et le conduit donc à une étude approfondie de ses équations sur lesquelles il publie depuis 1912¹³⁹⁸ et jusqu'en 1936¹³⁹⁹. Cependant les résultats connus sur les équations de Fredholm portent sur le cas d'un ensemble V borné, laissant le problème correspondant au cas non-borné en grande partie ouvert malgré quelques résultats asymptotiques obtenus et présentés par Fréchet.

Par ailleurs, Fréchet étend sa classification du cas fini au cas continu. Il commence par remarquer que l'on a

$$0 \leq p^{(m)}(F) \leq p^{(m+n)}(F) \leq P^{(m+n)}(F) \leq P^{(m)}(F)$$

en notant $p^{(m)}(F) = \inf_{G \in V} p^{(m)}(G, F)$ et $P^{(m)}(F) = \sup_{G \in V} P^{(m)}(G, F)$. De sorte que pour tout $F \in V$, $p^{(n)}(F) \rightarrow p(F)$ et $P^{(m)}(F) \rightarrow P(F)$ lorsque $n \rightarrow \infty$, les limites étant finies ou non, mais vérifiant toujours $0 \leq p(F) \leq P(F)$ ¹⁴⁰⁰. Le cas régulier correspond au cas où les limites $p(F)$ et $P(F)$ sont égales et sont des densités de probabilités¹⁴⁰¹. Fréchet définit le cas quasi-régulier comme celui où les fonction p et P , ne sont pas nécessairement des densités mais sont égales presque partout¹⁴⁰², ce qui revient à l'existence d'une fonction limite $\pi(F)$ qui n'est pas nécessairement une densité de probabilité¹⁴⁰³. Fréchet définit également le cas positivement régulier¹⁴⁰⁴ dans le cas régulier si $\int_D p(F)df > 0$ pour toute partie D de V .

À partir de 1934, Fréchet s'oriente vers l'étude des processus de Markov (en temps continu et à espace continu d'états) en s'intéressant particulièrement à l'équation de Chapman-Kolmogorov. Il publie un premier article en 1934 en Italie¹⁴⁰⁵, puis un mé-

1397. [Fréchet, 1933c, 187].

1398. [Fréchet et Heywood, 1912].

1399. [Fréchet, 1932a, Fréchet, 1934a, Fréchet, 1934b, Fréchet, 1934e, Fréchet, 1936a].

1400. [Fréchet, 1933c, 180].

1401. [Fréchet, 1933c, 189].

1402. [Fréchet, 1933c, 191].

1403. [Fréchet, 1933c, 192].

1404. [Fréchet, 1933c, 208].

1405. [Fréchet, 1934d].

moire au Royaume-Uni en 1935¹⁴⁰⁶ dans lequel il présente une méthode de résolution de l'équation de Chapman-Kolmogorov

$$f(M, s; P, t) = \int_V f(M, s; Q, u) f(Q, u; P, t) dQ$$

qu'il affirme emprunter à la physique mathématique. Cette méthode consiste « à chercher une solution particulière sous la forme d'un produit de deux fonctions G , H ne dépendant pas des mêmes variables »¹⁴⁰⁷. Dans un premier temps Fréchet étudie les solutions de l'équation de Chapman-Kolmogorov sans les hypothèses probabilistes. Il cherche les solutions sous la forme d'une somme finie de produit de fonctions :

$$f(M, s; P, t) = \sum_{i=1}^n A_i(M, s) B_i(P, t) \quad (6.1)$$

où M et P sont deux points d'un domaine borné V de \mathbf{R}^{ν} et s, t deux nombres réels tel que $s < t$. Fréchet s'intéresse en particulier à la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction soit de la forme (6.1). Il montre ainsi qu'une condition nécessaire et suffisante est que pour un réel u , les fonctions $M \mapsto A_i(M, u)$ et $M \mapsto B_j(M, u)$ forment un système « bi-orthonormé » c'est-à-dire telles que :

$$\int_V A_i(Q, u) B_j(Q, u) dQ = \delta_{ij} \quad (6.2)$$

À nouveau, Fréchet signale le cas où l'équation de Chapman-Kolmogorov se ramène à une équation intégrale de Fredholm. L'« artifice » utilisé consiste à faire un changement de variable pour le temps. Considérant une fonction continue strictement croissante $\lambda : \mathbf{R} \rightarrow]0; 1[$ et posant $S = \lambda(s)$, $U = \lambda(u)$ et $T = \lambda(t)$, l'équation (6.8) devient

$$f(M, S; P, T) = \int_V f(M, S; Q, U) f(Q, U; P, T) dQ$$

Fréchet cherche alors une solution pour laquelle l'ordre de S , T et U n'intervient pas. Pour S et T fixée, puisque $U \in [0; 1]$, en intégrant sur $[0; 1]$ par rapport U l'équation

1406. [Fréchet, 1935b].

1407. [Fréchet, 1935b, 516]

précédente, il obtient :

$$f(M, S; P, T) = \int_0^1 \int_V f(M, S; Q, U) f(Q, U; P, T) dQ dU$$

En posant $K_1(\alpha, \beta) = f(M, S; P, T)$, il obtient l'équation

$$K_1(\alpha, \beta) = \int_W K_1(\alpha, \gamma) K_1(\gamma, \beta) d\gamma \quad (6.3)$$

où $W = V \times [0; 1]$. En interprétant la fonction K_1 comme le noyau d'une équation fonctionnelle de Fredholm, l'égalité (6.3) montre que $K_1(\alpha, \beta) = K_2(\alpha, \beta)$ où K_2 est le noyau itéré de K_1 . Dans le cas où W est borné et que K_1 est borné sur W , ou dans le cas où $K_1 \in L^2(W \times W)$, Fréchet affirme que si $K_1(\alpha, \beta) = K_2(\alpha, \beta)$ alors

$$K_1(\alpha; \beta) = \sum_{i=1}^n \psi_i(\alpha) \theta_i(\beta) \quad (6.4)$$

La deuxième partie du mémoire de Fréchet aborde le cas particulier lié à la théorie des « probabilités en chaîne », c'est-à-dire qu'il réintroduit les hypothèses probabilistes. Il introduit donc la probabilité de passage d'un point M à l'instant s à un domaine $v \subseteq V$, V étant borné, à l'instant t qu'il note $\varpi(M, s; v, t)$ vérifiant les deux conditions : $\varpi(M, s; V, t) = 1$ et pour tout $v \subseteq V$, $\varpi(M, s; v, t) \geq 0$. Il signale qu'une telle probabilité n'admet pas nécessairement de densité f , mais que si elle en admet une, elle ne peut pas s'écrire sous la forme d'une somme finie comme (6.1). Il cherche donc les densités sous la forme

$$f(M, s; P, t) = \sum_{i \in \mathbf{N}} A_i(M, s) B_i(P, t) \quad (6.5)$$

où les A_i et B_j forment un système bi-orthonormé et telles que les A_j sont solutions de

$$X(M, s) = \int_V f(M, s; Q, u) X(Q, u) dQ \quad (6.6)$$

pour $s < u$ et les B_j sont solutions de

$$X(P, t) = \int_V f(Q, u; P, t) X(Q, u) dQ \quad (6.7)$$

pour $u < t$.

L'activité probabiliste de Fréchet entre 1928 et 1938 montre deux spécificités remarquables. Tout d'abord, s'il se propose une analyse des problèmes probabilistes issus de la modélisation markovienne et qu'il y apporte des solutions probabilistes, Fréchet garde toujours en tête d'en extraire des problèmes d'analyse, en développant l'étude du comportement asymptotique des solutions d'un système d'équations aux différences finies, ou en travaillant sur une généralisation des équations intégrales de Fredholm, ou enfin en étudiant des solutions de l'équation de Chapman-Kolmogorov sans les hypothèses probabilistes. Ainsi le travail probabiliste de Fréchet participe activement d'un effort d'intégration de ces savoirs au sein d'un cadre mathématique plus large.

Ensuite, Fréchet multiplie les publications, sans égard pour les redondances entre les textes, mais avec le souci de les publier sur un espace géographique large lié en grande partie au réseau probabiliste visible au sein des invitations de l'IHP ; ainsi, Fréchet publie ses résultats en Italie ¹⁴⁰⁸, en Tchécoslovaquie ¹⁴⁰⁹, au Royaume-Uni ¹⁴¹⁰ et en Suisse ¹⁴¹¹. Il publie également aux États-Unis ¹⁴¹² signalant peut-être qu'il perçoit un lectorat intéressé de ce côté là de l'Atlantique, lectorat qui n'est pas représenté au sein des conférences. Cette pratique peut certainement être interprétée de plusieurs façons. Tout d'abord, ces publications garantissent une priorité sur des résultats dans un contexte d'émulation scientifique internationale et de progrès rapide dans le domaine des modèles markoviens. Mais elles peuvent également servir à élargir à de nouveaux espaces cette émulation tout en assurant à Fréchet d'être reconnu comme un interlocuteur important à l'échelle internationale. Ce dernier point constitue assurément un élément essentiel dans l'attractivité des conférences de l'IHP pour les probabilistes non-français.

À un niveau local, au sein de la faculté des sciences de Paris, Fréchet encourage les étudiants à mener des recherches dans les domaines de recherches qu'il explorent. Les trois doctorants, Ghaffari, Fortet et Doëblin, reprennent ainsi des sujets de recherches puisés parmi ceux explorés par le professeur en lien avec les modèles markoviens.

1408. [Fréchet, 1933a, Fréchet, 1934d, Fréchet, 1936b].

1409. [Fréchet, 1933b].

1410. [Fréchet, 1934a, Fréchet, 1934b, Fréchet, 1935b].

1411. [Fréchet, 1933c].

1412. [Fréchet, 1932a].

La thèse de Ghaffari : synthèse et développements des travaux de Fréchet sur l'équation de Chapman-Kolmogorov :

Abolghassem Ghaffari soutient sa thèse d'université sur l'équation de Chapman-Kolmogorov le 8 décembre 1936. Cet étudiant ne semble pas être candidat au certificat de CPPM et nous ne disposons d'aucune trace de son activité de recherche. Fréchet lui-même ne semble jamais se référer à ce doctorant, mais Ghaffari se montre reconnaissant de l'accueil et des conseils fournis par le professeur¹⁴¹³. Par ailleurs, il ne semble pas non plus participer à l'activité probabiliste entre les doctorants.

La thèse de Ghaffari cherche à prolonger les résultats obtenus par Fréchet dans son mémoire de 1935¹⁴¹⁴ au cas d'un domaine V non borné. Plus précisément, Ghaffari exhibe des exemples de solutions à l'équation de Chapman-Kolmogorov :

$$f(x_1, t_1; x_3, t_3) = \int_V f(x_1, t_1; x_2, t_2) f(x_2, t_2; x_3, t_3) dx_2 \quad (6.8)$$

dans les cas où $V = [0; +\infty[$ ou $V =] - \infty; +\infty[$. Au cours de son exposé, Ghaffari propose deux types de solutions. Tout d'abord des solutions sous la forme d'une somme finie ou dénombrable de produits de fonctions

$$f(x, s; y, t) = \sum_{i \in I} A_i(x, s) B_i(y, t) \quad (6.9)$$

où I est un ensemble fini ou dénombrable et les fonctions A_i et B_i forment un système bi-orthonormé. Cette famille d'exemples occupe l'essentiel du mémoire ; les chapitres 2 à 5 y étant consacrés. Le sixième et dernier chapitre est consacré à des solutions sous une forme exponentielle

$$f(x, s; y, t) = A(s; t) \exp \left(-(a(x, s)x^2 + 2b(s, t)xy + c(s, t)y^2) \right) \quad (6.10)$$

où $s, t \in] - \infty; +\infty[$. Ghaffari prend un soin méticuleux à déterminer les différentes composantes de ces solutions, mais surtout, il prend bien soin de montrer qu'il s'agit de solutions nouvelles qui n'ont pas été considérées précédemment. De plus l'exposé se structure par une articulation du cas général et du cas des « probabilités en chaîne » où

1413. [Ghaffari, 1936, 3].

1414. [Fréchet, 1935b].

la fonction f est astreinte à être, entre autre, positive.

Fréchet est omniprésent dans le mémoire de Ghaffari qui se présente à la fois comme une synthèse et un prolongement de travaux du professeur. Ainsi « dans le premier chapitre, [il] [expose] les résultats généraux relatifs à l'espace à ν dimensions, en suivant la première méthode de M. Fréchet. »¹⁴¹⁵, qui consiste en fait en un résumé détaillé du mémoire de Fréchet de 1935¹⁴¹⁶. Par la suite, « le cas d'un intervalle fini ayant déjà été traité par M. Fréchet, [il] [considère] le cas d'une domaine infini dans les deux sens ou dans un sens. »¹⁴¹⁷ On peut ajouter que si la thèse porte sur l'étude de l'équation de Chapman-Kolmogorov, il revient toujours au cas correspondant à la situation markovienne ; ce va et vient entre la théorie probabiliste et l'analyse d'une équation intégrale est caractéristique des travaux de Fréchet des années 1930.

Ghaffari donne une place si privilégiée à Fréchet, que les références à d'autres auteurs semblent minimisées. En particulier, si Chapman et Kolmogorov sont les deux noms les plus cités dans le texte, ils le sont principalement dans la locution « équation de Chapman-Kolmogoroff ». Contrairement aux travaux de Fréchet, qui font l'objet d'une présentation détaillée, ni les travaux de Chapman, ni ceux de Kolmogorov ne sont présentés ; Ghaffari se contente d'une évocation des résultats obtenus par ces auteurs sur cette équation et d'une référence bibliographique pour chacun¹⁴¹⁸. Sur l'étude de cette équation, le doctorant évoque également les travaux de Hostinský, sans entrer dans une présentation détaillée et donne deux références bibliographiques¹⁴¹⁹ dont sa conférence à l'IHP de 1932 publiée dans les *Annales de l'IHP*. En fait, Ghaffari mobilise surtout des auteurs en poste à l'étranger de façon ponctuelle pour leurs travaux sur les polynômes de Hermite ou de Laguerre¹⁴²⁰ qui lui permettent d'obtenir les familles de fonctions bi-orthonormées qu'il utilise pour construire les solutions qu'il étudie. Il se réfère également au fascicule de Charlier dans le *Traité des probabilités*¹⁴²¹ pour un calcul de constante.

1415. [Ghaffari, 1936, 2].

1416. [Fréchet, 1935b].

1417. [Ghaffari, 1936, 3].

1418. Il cite dans sa bibliographie [Chapman, 1928] et [Kolmogorov, 1931] respectivement.

1419. [Hostinský, 1931, Hostinský, 1932].

1420. Un article de Mose Jacob [Jacob, 1931], trois articles de Ervan Kogbetliantz [Kogbetliantz, 1932, Kogbetliantz, 1935b, Kogbetliantz, 1935a], un livre de Giovanni Sansone et Giuseppe Vitali [Sansone et Vitali, 1935], un article de Niels Nielsen [Nielsen, 1918] et un article de F. G. Mehler [Mehler, 1866].

1421. [Charlier, 1931]. Sur le *Traité* et sur Charlier voir [Bustamante *et al.*, 2015].

Une analyse des chaînes de Markov grâce à l'analyse fonctionnelle.

Pour sa part Fortet reprend l'analyse du comportement asymptotique des probabilités de transitions en n étapes dans le cas d'une chaîne de Markov à espace dénombrable d'états. Il se met à travailler ce sujet, vraisemblablement au cours de l'année universitaire 1934-1935 et publie une première note au *CRAS*, présentée par Hadamard dans la catégorie calcul des probabilités, lors de la séance du 16 juillet 1935. Notons que Fortet ne semble pas non plus avoir été candidat au certificat de CPPM.

Comme le signale Bernard Bru¹⁴²², ce choix de sujet peut-être motivé par la volonté d'obtenir des résultats concernant les chaînes de Markov à espace continu non-borné d'états, le cas dénombrable pouvant être vu comme un cas intermédiaire abordant certaines difficultés du cas continu non-borné. Cette hypothèse permet ainsi de voir dans la proposition faite par Fréchet à Fortet une politique scientifique sur les recherches concernant les modèles markoviens. Notons cependant que le cas d'un espace dénombrable d'états constitue en soi un sujet de recherches qui n'est pas abordé avant Fortet. Dans tous les cas le travail de Fortet apparaît comme innovant venant combler un manque susceptible de constituer un pas important pour les recherches futures.

La thèse de Fortet a déjà fait l'objet d'une étude approfondie par Bru¹⁴²³ et Leloup¹⁴²⁴, nous allons donc nous concentrer sur certains aspects remarquables dans la perspective de notre thèse.

Comme dans le cas de Ghaffari, la thèse de Fortet montre une ascendance accrue du travail de Fréchet. La bibliographie à elle seule signale l'importance des travaux de Fréchet sur la thèse de Fortet avec 7 références quand il n'en donne qu'une ou deux pour les autres auteurs. Dans le corps du texte lui-même, Fortet prend systématiquement soin de placer tous les problèmes qu'il aborde dans la perspective des travaux de Fréchet, notamment en prolongeant la classification des chaînes de Markov de Fréchet au cas d'un espace dénombrable d'états.

Un autre trait remarquable, qui rappelle également la pratique de recherche de Fréchet, est l'importance accordée à la théorie des opérateurs. De façon assez remarquable, Fortet lui-même présente sa thèse comme « étude de diverses questions relatives à la théorie

1422. [Bru, 2002].

1423. [Bru, 2002].

1424. [Leloup, 2009, 387-391].

des opérations linéaires et plus particulièrement à leur itération »¹⁴²⁵. De fait cette thèse s'inscrit en prolongement des travaux des chaînes de Markov et des équations de Fredholm menés par Fréchet. Une partie de la thèse de Fortet est donc consacrée à l'étude des opérateurs qu'il appuie sur les travaux de Riesz¹⁴²⁶ et sur ceux de Fréchet¹⁴²⁷. Comme le soulignent Bru et Neveu¹⁴²⁸, aborder le problème des chaînes de Markov à espace dénombrable d'états en passant par les systèmes linéaires à une infinité d'inconnues, et donc utiliser la théorie des opérateurs développée par Riesz, n'est pas le plus adapté. Mais encore une fois, la thèse de Fortet présente cette caractéristique d'aborder des questions probabilistes en les insérant dans un cadre mathématique plus large dont Fortet propose une étude approfondie. Cette thèse est certes une thèse probabiliste, mais c'est aussi une thèse d'analyse fonctionnelle. Ce dernier point suggère, au moins à titre d'hypothèse, que le jury de thèse, composé de Fréchet, Villat et Valiron n'est peut-être pas seulement le résultat d'indisponibilité de Borel et Darmois mais au contraire un moyen de conforter institutionnellement le caractère mathématique de cette thèse.

Sur la partie probabiliste de la thèse, il est remarquable que Fortet prolonge la méthode qu'il attribue à Markov au cas d'un espace d'états dénombrable et mesurable, laissant donc de côté l'approche développée par Fréchet. Dans cette étude, le livre de Hostinský constitue la référence majeure¹⁴²⁹. Dans un premier temps il prolonge cette méthode aux chaînes à espace dénombrable d'états tout en étendant la terminologie des cas identifiés par Fréchet. Dans un second temps, il étend la méthode de Markov au cas d'une chaîne à espace continu et mesurable d'états. Notons au passage que sur les questions de mesurabilité, Fortet se réfère à un livre de De la Vallée Poussin¹⁴³⁰.

D'autre part, Fortet développe une partie sur les « chaînes à liaison complète » introduites par Onicescu et Mihoc. Ce travail fait écho à sa collaboration avec un autre doctorant, Wolfgang Doeblin, qui se concrétisa par la publication d'une note présentée par Borel dans les *CRAS*¹⁴³¹. Dans le contexte de sa thèse, Fortet reprend l'approche en terme d'opérateur qu'il a développée précédemment.

1425. [Fortet, 1939, 15].

1426. [Riesz, 1913].

1427. [Fréchet, 1928a].

1428. [Bru et Neveu, 1998].

1429. [Hostinský, 1931].

1430. Il s'agit également d'un ouvrage de la *Collection de monographies sur la théorie des fonctions*, [de la Vallée Poussin, 1916].

1431. [Doeblin et Fortet, 1937b].

Dans son ensemble la thèse de Fortet montre une attention particulière aux travaux probabilistes soviétiques rendus accessible par le livre de Hostinský mais ne fait pas références aux conférences de l'IHP. Fortet mentionne également Markov et Bernstein, sans donner de référence bibliographique, ainsi que Mihoc et Onicescu qui ne sont pas mentionnés par Hostinský. L'appel à des auteurs étrangers se fait plutôt du côté de la théorie des opérateurs : S. S. Lewin (Russe)¹⁴³², Riesz (Hongrois)¹⁴³³, António Monteiro (1907-1980, Portugais)¹⁴³⁴, Erhard Schmidt (1876-1959, Allemand)¹⁴³⁵, Alfred Dixon (1865-1936, Britannique)¹⁴³⁶, Torsten Carleman (Suédois)¹⁴³⁷, Charles de la Vallée Poussin (Belge)¹⁴³⁸.

Une étude des trajectoires markoviennes par Doeblin

De son côté Doeblin aborde le problème du comportement asymptotique des probabilités de transition en n étapes des chaînes de Markov (à espace dénombrable ou continu d'états) sous l'angle de l'étude des trajectoires de ces processus discrets. Doeblin se lance dans ses recherches doctorales au cours de l'année universitaire 1935-1936¹⁴³⁹ et publie ses premiers résultats dans les *CRAS* en juillet 1936. La correspondance entre Doeblin et Fréchet montre que le doctorant progresse à un rythme soutenu et qu'il présente chaque semaine l'avancée de son travail au professeur¹⁴⁴⁰ de sorte qu'il semble être en possession de l'essentiel des résultats de sa thèse au cours de l'année 1936. La thèse de Doeblin ayant déjà fait l'objet de plusieurs études, nous allons nous concentrer sur certains aspects particulièrement remarquables dans le cadre de notre thèse¹⁴⁴¹.

Comme nous l'avons déjà mentionné, Fréchet se montre très présent dans l'encadrement de Doeblin. Pourtant l'approche envisagée par Doeblin est radicalement différente de celle envisagée par Fréchet et Fortet. En effet, Doeblin approche les chaînes de Markov en suivant les trajectoires, étape par étape. Cette approche permet de mieux décrire la périodicité asymptotique en distinguant deux groupes d'états : les « groupes finals » desquels une chaîne, une fois entrée ne peut plus sortir, et les groupes de passages. Il prolonge

1432. [Lewin, 1932].

1433. [Riesz, 1913, Riesz, 1918].

1434. [Monteiro, 1935].

1435. Fortet renvoie à [Riesz, 1913].

1436. Fortet renvoie à [Riesz, 1913].

1437. [Carleman, 1921].

1438. [de la Vallée Poussin, 1916].

1439. [Bru, 1993].

1440. [Bru, 1993, 6-7].

1441. Voir en particulier [Bru, 1993, Mazliak, 2007a, Leloup, 2009].

cette analyse en distinguant les groupes cycliques (périodicité des passages sur un état) et les groupes acycliques. De plus, Doeblin traduit l'existence de ces groupes en termes de matrices (décomposition en blocs) ce qui est également une nouveauté dans le contexte parisien ; ni Fréchet, ni Fortet n'ont proposé une telle représentation dans leurs études. Cela étant, Doeblin s'inscrit dans la continuité des travaux de Fréchet. En particulier, Doeblin prend soin d'établir un lien entre la classification de Fréchet et la classification en groupes d'états. Il montre ainsi la correspondance entre les cas de Fréchet et la décomposition en groupes d'états¹⁴⁴² :

1. Le cas positivement régulier correspond au cas où il n'y a qu'un seul groupe final qui correspond à l'ensemble des états possibles.
2. Le cas régulier correspond au cas où il n'y a qu'un seul groupe final non décomposable en sous-groupes cycliques.
3. Le cas semi-régulier correspond au cas où il n'y a qu'un seul groupe final.
4. Le cas non-oscillant correspond au cas où il y a plusieurs groupes finaux mais ces groupes finaux sont non-décomposables en sous-groupes cycliques.

Si cette approche est assez clairement en rupture avec celle envisagée jusqu'alors par Fréchet et Fortet, il n'est pas complètement certain que Fréchet lui-même n'en ait pas été, au moins en partie, une source d'inspiration. En effet, Fréchet se rend en Union soviétique à la fin de l'année 1935, plus précisément à Moscou où se trouve Kolmogorov¹⁴⁴³. Fréchet a ainsi l'occasion de prendre des nouvelles des avancées soviétiques sur les chaînes de Markov ; ces discussions ont peut-être contribué à mettre en lumière le besoin de mieux comprendre l'aspect trajectorien déjà signalé par Hostinský dans sa conférence à l'IHP de 1932¹⁴⁴⁴. De retour à Paris, Fréchet a peut-être mis le nouveau doctorant Doeblin sur cette piste dans l'espoir d'y voir des résultats nouveaux. Cette hypothèse permet de mieux comprendre que presque simultanément, Doeblin et Kolmogorov¹⁴⁴⁵ exploite cette idée pour proposer une classification des chaînes de Markov à espace fini d'états.

Fort de ses résultats dans le cas fini, Doeblin prolonge son étude à des chaînes de Markov à espace continu d'états ainsi qu'aux processus de Markov. Doeblin prolonge ainsi

1442. [Doeblin, 1938, 6]

1443. Sur le voyage de Fréchet en URSS de 1935 voir [Cléry et Perfettini, 2016]. On notera le commentaire de Michèle Audin sur une erreur dans le texte ; nous y affirmons que Hadamard est le premier à se rendre en URSS, or Élie Cartan s'y rend avant Hadamard.

1444. [Hostinský, 1932, 4].

1445. [Kolmogorov, 1936].

les recherches de Fréchet en leur apportant cette nouvelle perspective trajectorielle et en prolongeant la classification des états¹⁴⁴⁶ et leur traduction, non pas en termes de matrices, mais en terme de noyaux d'opérateur¹⁴⁴⁷. Mais là encore, le travail de Doeblin n'est pas sans lien avec Fréchet. En juin 1936, Fréchet reçoit en effet un mémoire rédigé par Pospíšil, un étudiant de Hostinský, dans lequel il obtient l'existence et l'unicité d'un processus stochastique solution de l'équation de Chapman-Kolmogorov prenant ses valeurs dans un sous-ensemble discret de \mathbf{R} ¹⁴⁴⁸. Fréchet semble éprouver des difficultés à en comprendre le contenu et demande notamment à Doeblin de se pencher dessus. Le jeune doctorant s'y attelle¹⁴⁴⁹ et semble y trouver des idées qu'il met à profit dans sa thèse et ses travaux postérieurs. À partir de juin 1936, Doeblin, certainement encouragé dans ce sens par Fréchet, entre donc en contact avec Hostinský et une correspondance s'établit pendant deux ans ponctuée par un brutal arrêt en 1938 faisant écho à la situation internationale explosive provoquée par la signature des accords de Munich vécu en Tchécoslovaquie comme une trahison notamment de la France¹⁴⁵⁰. Doeblin communique ses résultats à Hostinský et les deux hommes ont l'occasion de se rencontrer une première fois à Paris, lors de la deuxième conférence à l'IHP de Hostinský en janvier 1937¹⁴⁵¹ offrant à nouveau une synthèse des travaux soviétiques récents sur les chaînes de Markov, et une seconde fois au Colloque du calcul des probabilités à Genève organisé en 1937 par Fréchet.

Par ailleurs, Doeblin trouve en Lévy un autre soutien. Les deux hommes collaborent activement en 1936, collaboration qui se conclut par une note publiée dans les *CRAS* sur la dispersion des sommes de variables aléatoires indépendantes¹⁴⁵². Ce travail fait suite à la conférence de Lévy à l'IHP en décembre 1935¹⁴⁵³ et est, comme nous l'avons déjà dit, le début d'une relation plus personnelle entre les deux hommes. Cette collaboration n'apparaît pas directement dans le texte de la thèse de Doeblin qui évoque les travaux de Lévy au côté de ceux de Cantelli et de Kolmogorov sur la loi du logarithme itéré. Notons à ce sujet, que Doeblin semble à ce moment préférer reprendre le raisonnement de Kolmogorov plutôt que celui de Lévy et de Cantelli.

1446. [Doeblin, 1938, 66-74].

1447. [Doeblin, 1938, 63, 77-78].

1448. Pour plus de détails nous renvoyons à [Mazliak, 2007a, 168].

1449. Bru a notamment retrouvé une version annotée par Doeblin, [Bru, 1993, 8-9].

1450. Lettre 9 et 10, [Mazliak, 2007c, 11-13]. Voir [Mazliak, 2007a, 173-174].

1451. Voir chapitre 4, p. 207.

1452. [Doeblin et Lévy, 1936].

1453. Voir chapitre 4, p. 198-202.

Dans son ensemble, les références de Doeblin sont exclusivement des références probabilistes, à l'exception peut-être de la référence à Krylov et Bogolioubov consacrée à l'équation de Smoluchowski qui peut s'entendre comme une référence en mathématique ou en physique mathématique. D'une manière générale, Doeblin porte une attention particulière aux travaux développés en Europe centrale et en Europe de l'est en se référant à Tchebychev, Kolmogorov, Bernstein, Liapounov, Markov, Khintchine, Romanovsky, Mihoc, Hostinský et Potoček. Le livre de Hostinský de 1931¹⁴⁵⁴ et sa conférence publiée en 1932¹⁴⁵⁵ sont les deux références bibliographiques probabilistes et étrangères données dans la bibliographie ; il donne également la référence du travail de Krylov et Bogolioubov¹⁴⁵⁶. Notons que ces trois textes sont tous publiés en France. Les autres références données en bibliographie sont des textes écrits par Fréchet¹⁴⁵⁷, Hadamard¹⁴⁵⁸ et Fortet¹⁴⁵⁹.

La relation scientifique entre Fortet et Doeblin semble particulièrement intense. Comme nous l'avons déjà mentionné, Fortet et Doeblin font partie du groupe d'étudiants qui organisent un séminaire de probabilités au cours de l'année 1937. Les deux doctorants collaborent également et publient deux notes dans les *CRAS*¹⁴⁶⁰. Doeblin ne mentionne cependant pas ces deux travaux communs dans sa thèse. Par ailleurs, l'approche développée par Doeblin s'avère beaucoup plus efficace que celle suivie par Fortet dont les résultats apparaissent dépassés, de son propre aveu¹⁴⁶¹, avant même qu'il ait l'occasion de soutenir sa thèse quelques mois après Doeblin.

Les recherches sur les modèles markoviens menées à Paris conduisent notamment à la rédaction, par Fréchet, du second fascicule du *Traité du calcul des probabilités* sur les développements récents de la théorie des probabilités¹⁴⁶² où est présenté l'ensemble des résultats concernant les chaînes de Markov homogènes à espace fini d'états. Fréchet implique Doeblin et Fortet dans le processus de correction du texte et n'hésite pas à en promouvoir les travaux en citant leur thèses respectives. Les deux thèses de Fortet et de Doeblin montrent une connaissance des développements probabilistes contemporains

1454. [Hostinský, 1931].

1455. [Hostinský, 1932].

1456. [Krylov et Bogolioubov, 1936].

1457. [Fréchet, 1933c, Fréchet, 1934c, Fréchet, 1938].

1458. [Hadamard, 1931].

1459. [Fortet, 1935].

1460. [Doeblin et Fortet, 1937b, Doeblin et Fortet, 1937a].

1461. « Les résultats que nous donnons, relativement [aux chaînes de Markov], [...] se trouvent actuellement dépassés à la suite des travaux sur les mêmes sujets de MM. Kolmogoroff et Doeblin. » [Fortet, 1939, 20].

1462. [Fréchet, 1938].

soviétiques grâce à deux intermédiaires : Fréchet et Hostinský. Enfin, si d'un point de vue probabiliste la thèse de Dœblin dépasse celle de Fortet, dans le contexte de la faculté des sciences de Paris et plus généralement du champ mathématique universitaire en France, la thèse de Fortet présente ce trait remarquable d'inclure les développements probabilistes en correspondance avec des développements en analyse. La thèse de Fortet s'inscrit ainsi dans l'effort d'assurer une place des savoirs probabilistes au sein du corpus mathématique suivant une relation qui n'est pas simplement une relation du particulier au général, mais plutôt une relation signalant la spécificité des problèmes probabilistes au sein du domaine mathématique. La thèse de Dœblin complète cette approche en développant une approche stochastique approfondie des questionnements probabilistes sur les modèles markoviens.

6.3.3 *Un programme scientifique organisé par Darmois autour de la statistique probabiliste anglo-saxonne : les thèses de Kunetz, Dugué et Malécot*

Darmois, comme nous l'avons déjà mentionné ¹⁴⁶³, commence à publier dans le domaine de la statistique à partir de 1928. Ces publications sont inaugurées par un livre, la *Statistique mathématique* ¹⁴⁶⁴, qui constitue le premier traité moderne en France présentant une statistique fondée sur un socle probabiliste ¹⁴⁶⁵. La même année, Darmois participe au Congrès de Bologne et fait une conférence sur les séries statistiques temporelles, dans laquelle il esquisse une application possible des modèles markoviens ¹⁴⁶⁶. Par ailleurs, il fait deux conférences de statistique à l'IHP au cours de l'année 1929 ¹⁴⁶⁷. Darmois continue certes de publier des articles sur la théorie de la relativité ¹⁴⁶⁸ qu'il avait commencé à travailler dans les années 1920, mais lorsqu'il commence à enseigner à la chaire de CPPM en 1933, comme suppléant au titulaire de la maîtrise de conférence puis comme titulaire à partir de 1939, il se consacre à la statistique probabiliste.

Darmois et la statistique anglo-saxonne

Entre 1934 et 1937, Darmois publie principalement dans deux directions : les coefficients de Spearman et la notion d'estimateur statistique. Ces directions de recherche

1463. Voir chapitre 5, p. 271.

1464. [Darmois, 1928]. Voir chapitre 5, p. 268-271.

1465. Cournot avait en 1843 déjà publié un ouvrage allant dans ce sens, voir [Martin, 1995].

1466. [Darmois, 1929a, Darmois, 1929b]. Voir chapitre 5, p. 275-277.

1467. Voir chapitre 4, p. 196.

1468. [Darmois, 1932a, Darmois, 1932b].

sont présentées par Darmois en 1934, dans le périodique *Econometrica*¹⁴⁶⁹. Il semble ainsi délaisser le sujet des séries statistiques temporelles sur lequel il s'était exprimé au CIM de Bologne de 1928. Cependant son travail sur les coefficients de Spearman participe d'une ligne de recherches sur les liens stochastiques entre les observations de sorte qu'il existe une certaine continuité dans ses publications de statistique entre 1928 et 1933¹⁴⁷⁰ que Darmois identifie comme un courant de recherche porté dans l'espace scandinave et britannique. L'autre aspect consiste à étudier des modèles probabilistes pour des séries d'observations par le biais des estimateurs dont la théorie est développée d'une part par R. A. Fisher, d'autre part par Karl Pearson et à sa suite Egon Pearson et Jerzy Neyman dans la perspective des tests d'hypothèses. Ce second aspect est clairement identifié par Darmois comme britannique et suscite une réorientation des conférences de l'IHP de l'espace scandinave à l'espace britannique en 1935¹⁴⁷¹.

En 1934, Darmois publie donc deux notes sur les coefficients de Spearman¹⁴⁷². Charles Spearman (1863-1945)¹⁴⁷³, psychologue britannique, avait proposé un modèle pour les relations entre différentes aptitudes mentales à la suite de travaux initiés en 1904 et synthétisés en 1927 dans un livre¹⁴⁷⁴ auquel Darmois fait référence. Il considère n aptitudes mentales auxquelles on peut associer des mesures x_i qu'il suppose de la forme $x_i = m_i g + s_i$ où g est le facteur commun à toutes les facultés aléatoires dans la population mais fixe pour chaque individu, pondéré par un facteur constant m_i , et s_i est le facteur aléatoire spécifique à cette aptitude. Spearman suppose que les variables aléatoires s_i sont indépendantes entre elles et avec g . Cette modélisation suscite de nombreuses critiques, qui conduisent notamment à déterminer un moyen de vérifier empiriquement ce modèle. La première note de Darmois de 1934 propose une « méthode naturelle [...] indiquée par la théorie des probabilités »¹⁴⁷⁵, à savoir utiliser le concept de fonction caractéristique d'une loi de probabilité. La seconde note de Darmois approfondit l'interprétation géométrique de ce modèle employée par le mathématicien étasunien Edmund B. Wilson (1856-1939) en 1928¹⁴⁷⁶. Il propose ainsi de travailler sur le nuage des variables centrées réduites \bar{x}_i et

1469. [Darmois, 1934a].

1470. [Darmois, 1929a, Darmois, 1929b, Darmois, 1931, Darmois, 1934c, Darmois, 1934d].

1471. Voir chapitre 4, p. 210.

1472. [Darmois, 1934c, Darmois, 1934d].

1473. Voir [Lovie et Lovie, 1996].

1474. [Spearman, 1927].

1475. [Darmois, 1934c, 1177].

1476. [Wilson, 1928].

d'identifier les axes principaux de ce nuage à l'aide de projections orthogonales pour identifier la loi de g . Darmois fait ainsi un pas du côté de l'analyse factorielle des données en composantes principales encore en germe¹⁴⁷⁷.

Entre 1935 et 1937, Darmois se consacre principalement à l'étude des estimateurs initiée par Fisher. Au cours des années 1920, Ronald Fisher élabore une théorie des estimateurs et introduit les concepts de « consistency », « efficiency » et « sufficiency » qu'il présente dans un mémoire en 1922¹⁴⁷⁸. Le statisticien britannique y développe notamment la méthode du maximum de vraisemblance (« maximum of likelihood ») pour construire des estimateurs ayant la propriété de « sufficiency ». En 1935¹⁴⁷⁹, Darmois propose de parler d'« estimation exhaustive » pour traduire « sufficient estimation » et présente quelques résultats de ce type d'estimateur dans le cadre d'un modèle exponentiel de loi de probabilité.

Le travail de Darmois reste globalement difficile à analyser en détail dans la mesure où il publie peu, surtout en comparaison de Fréchet, les résultats de ses recherches. Les nécrologies insistent d'ailleurs¹⁴⁸⁰ sur le fait qu'il s'est principalement consacré à faire connaître le plus largement possible les connaissances statistiques probabilistes. Darmois est notamment l'auteur d'un livre dans la collection Armand Colin destiné au grand public, qui a connu plusieurs éditions et plusieurs traductions¹⁴⁸¹ : *Statistique et applications*¹⁴⁸². Par ailleurs, Darmois s'investit dans l'enseignement de la statistique probabiliste, à l'ISUP et à l'IHP. En particulier, Darmois oriente trois étudiants vers un sujet de statistique pour leur thèse : Géza Kunetz, Daniel Dugué et Gusave Malécot.

La thèse de Kunetz : sur un centre d'intérêt de Darmois concernant les fonctions caractéristiques et les coefficients de Spearman

Kunetz soutient sa thèse d'université en mars 1937. Cette thèse s'inscrit dans la direction des travaux de Darmois sur les coefficients de Spearman et l'utilisation de la notion de fonction caractéristique.

Kunetz se met vraisemblablement au travail au cours de l'année 1935 au plus tard. Il

1477. Sur la relation entre la théorie de Spearman et l'analyse factorielle voir [Desrosières, 1993, 177-179].

1478. [Fisher, 1922].

1479. [Darmois, 1935].

1480. [Danjon, 1960, Dugué, 1960].

1481. [Bru, 2001b].

1482. [Darmois, 1934b].

publie en effet une note dans les *CRAS*, présentée dans la catégorie statistique mathématique par Borel, lors de la séance du 12 novembre 1935, soit un an après la seconde note de Darmois sur le sujet. Borel présente une note de Kunitz, cette fois dans la catégorie calcul des probabilités, lors de la séance du 2 juin 1936, dans laquelle le doctorant présente des résultats sur les fonctions génératrices des moments qui constituent la matière du deuxième chapitre de sa thèse .

La thèse de Kunitz se divise en deux parties : une première partie (chapitre 1 à 4) consacrée à la notion de fonction caractéristique et une seconde (chapitre 5) consacrée à l'étude des coefficients de Spearman à l'aide des fonctions caractéristiques. La première partie présente une étude sur les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une fonction soit la fonction caractéristique d'une loi de probabilité. Il s'intéresse en fait à deux types de fonctions caractéristiques. Il s'intéresse tout d'abord (chapitre 2) à ce qu'on appelle aujourd'hui les fonctions génératrices des moments ou transformées de Laplace de la loi de probabilité :

$$\varphi(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-xt} dF(x) \quad (6.11)$$

Dans ce chapitre Kunitz s'appuie sur les travaux du mathématicien étasunien David V. Widder¹⁴⁸³ qui se spécialise sur l'étude de la transformation de Laplace depuis le début des années 1920. Le troisième chapitre présente, lui, les résultats relatifs à la deuxième définition c'est-à-dire aux fonctions caractéristiques (au sens contemporain) d'une loi de probabilité :

$$\varphi(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-itx} dF(x) \quad (6.12)$$

Dans ce chapitre, Kunitz s'appuie principalement sur le *Calcul des probabilités* de Lévy¹⁴⁸⁴.

La thèse de Kunitz met en avant l'influence de Paul Lévy dans son travail. En premier lieu parce que Kunitz inscrit Paul Lévy dans l'histoire même du concept de fonction caractéristique qu'il fait remonter à Laplace. Plus précisément, il présente Lévy comme l'auteur qui introduisit l'usage moderne de ce concept et qui en a fait « un des instruments les plus précieux de la recherche moderne »¹⁴⁸⁵ en théorie des probabilités. Il reprend notamment le résultat de Lévy sur le lien univoque entre une loi de probabilité (représentée par la fonction de répartition) et la fonction caractéristique de cette loi. Cependant nous

1483. [Widder, 1931, Widder, 1934].

1484. [Lévy, 1925a].

1485. [Kunitz, 1937, 9]

ne connaissons pas de trace d'interactions entre les deux hommes. Néanmoins, le livre de Lévy de 1925¹⁴⁸⁶ est une référence de Darmois dès 1928¹⁴⁸⁷.

Au cours de son étude du coefficient de Spearman, menée dans le cinquième et dernier chapitre, Kunetz mentionne le livre de Spearman de 1927¹⁴⁸⁸ ainsi que la note de Darmois¹⁴⁸⁹. C'est néanmoins à travers la note de Darmois que le travail de Spearman est appréhendé ; il reprend notamment la définition des coefficients de Spearman telle que Darmois la présente. Par ailleurs, la direction d'étude de Kunetz s'inscrit dans cet effort permanent de Darmois de doter la statistique des outils du calcul des probabilités.

L'étude des estimateurs paramétriques : Dugué face à Fisher

Comme nous l'avons déjà mentionné, nous ne connaissons que peu de choses sur la relation entre Dugué et Darmois, ou les conditions dans lesquels Darmois indique le sujet de thèse à Dugué. Il commence à travailler sur sa thèse au plus tard au cours de l'année universitaire 1935-1936 et publie une première note dans les *CRAS* dans la catégorie statistique mathématique, présentée lors de la séance du 20 janvier 1936 par Borel¹⁴⁹⁰. Il soutient sa thèse le 12 novembre 1937, en parallèle à un séjour d'étude dans le laboratoire de Fisher financé à l'aide d'une bourse de la fondation Rockefeller. Dans le cadre de sa thèse, Leloup a déjà fait une présentation détaillée de la thèse de Dugué¹⁴⁹¹ que nous pouvons compléter à la lumière de nos recherches.

Dans l'ensemble les travaux de Dugué¹⁴⁹² s'inscrivent dans le cadre théorique défini par Fisher notamment dans son mémoire de 1925¹⁴⁹³. En premier lieu, Dugué reprend certains concepts comme la notion de statistique « consistant » ou encore d'estimation « suffisant ». Dugué propose des traductions en français ; il propose de parler d'estimation correcte pour traduire l'expression de statistique « consistant »¹⁴⁹⁴ et, suivant l'avis de Darmois, de statistique exhaustive pour traduire l'expression d'estimation « suffisant »¹⁴⁹⁵. Dugué utilise dans son texte les expressions en français et en anglais mais

1486. [Lévy, 1925a].

1487. [Darmois, 1928, 344].

1488. [Spearman, 1927].

1489. [Darmois, 1934c].

1490. [Dugué, 1936b].

1491. [Leloup, 2009, 377-380].

1492. [Dugué, 1936b, Dugué, 1936c, Dugué, 1936a, Dugué, 1937b].

1493. [Fisher, 1925b].

1494. [Dugué, 1937a, 2]

1495. [Dugué, 1937a, 3]

il n'utilise pas les deux expressions avec les mêmes insistances. Il privilégie l'expression de statistique *consistent* à sa version française¹⁴⁹⁶ et privilégie l'expression de statistique exhaustive à la version anglaise¹⁴⁹⁷ ce qui peut être vu comme une façon de s'inscrire dans la lignée des travaux de Darmois. Par ailleurs, Dugué adapte la méthode du maximum de vraisemblance de Fisher pour montrer que « toutes les estimations dont la loi limite est de Gauss et telles que leur écart-type converge vers l'écart-type limite, ont une précision bornée supérieurement par celle de la méthode du *maximum of likelihood* »¹⁴⁹⁸. Il complète des résultats obtenus par Fisher. Le statisticien britannique est au demeurant omniprésent dans le corps du texte même si Dugué ne donne que la référence bibliographique du mémoire de 1925¹⁴⁹⁹.

La bibliographie de cette thèse ainsi que les notes aux *CRAS* montrent cependant la part remarquable accordée aux probabilités dans son travail. Dugué identifie très clairement que le problème des estimateurs se ramène, dans le langage probabiliste, à l'étude de la convergence d'une suite de variables aléatoires. Le doctorant se tourne donc vers les travaux de Fréchet sur la convergence en probabilité¹⁵⁰⁰, de Khintchine sur la loi des grands nombres¹⁵⁰¹, de Lévy sur la convergence des sommes de variables aléatoires¹⁵⁰² mais également de Markov¹⁵⁰³, de Hostinský¹⁵⁰⁴ et de Pólya exposés dans sa conférence à l'IHP¹⁵⁰⁵. Cette approche de Dugué de la théorie des estimateurs statistiques par les probabilités semble avoir été inspirée par un article de Joseph L. Doob (1910-2004), qui utilise explicitement la théorie des probabilités en vue de donner une démonstration complète des résultats de Fisher par la méthode du maximum de vraisemblance¹⁵⁰⁶ auquel le doctorant fait référence dans sa première note aux *CRAS* et dans sa thèse.

Si Darmois est bien présent, notamment comme une référence pour sa note sur les estimateurs exhaustifs de 1935¹⁵⁰⁷, ce n'est sans doute pas tant dans les résultats qu'il faut

1496. Il utilise l'expression « statistique *consistent* » aux pages 13, 20, 27, 30, 60 ainsi que dans le titre du chapitre 1 mais n'utilise l'expression d'« estimation correcte » qu'aux pages 13 et 31.

1497. Il utilise l'expression anglaise de statistique sufficient aux pages 42, 62 et 65 et sa traduction en français aux pages 42, 45, 64, 67 (à quatre reprises), 68 (à 4 reprises), 69 ainsi que dans le titre du chapitre 6.

1498. [Dugué, 1937a, 4]

1499. [Fisher, 1925b].

1500. [Fréchet, 1930a].

1501. [Khintchine, 1929].

1502. [Lévy, 1935b].

1503. [Markov, 1907].

1504. [Hostinský, 1929a].

1505. [Pólya, 1930]. Voir chapitre 4, p. 219-222.

1506. [Doob, 1934].

1507. [Darmois, 1935].

chercher une influence du professeur sur l'étudiant ; encore une fois, Darmois publie trop peu de travaux de recherches et ne peut donc être que très modestement représenté dans la bibliographie. Cependant la thèse de Dugué reprend deux traits majeurs de l'activité statistique de Darmois. Tout d'abord elle s'inscrit dans un effort de lecture des travaux de statistique développés par Fisher, et donc plus largement dans un effort d'intégrer à Paris les développements britanniques récents dans ce domaine. Ensuite, Dugué, comme Darmois, aborde les problèmes de la statistique mathématique en se donnant des outils probabilistes à même de les résoudre. Dugué, comme Darmois, n'hésite d'ailleurs pas à mobiliser les recherches récentes dans le domaine des modèles markoviens pour les appliquer à la statistique (et plus précisément ici, aux estimations paramétriques) qui sont notamment menées à Paris par Fortet, depuis déjà un an lorsque Dugué entame sa thèse, et par Dœblin qui commence tout juste ses recherches.

La statistique appliquée à la génétique : Malécot face à Fisher

Malécot soutient une thèse d'État en 1939 sur la modélisation mathématique de l'hérédité mendélienne. Il commence à travailler ce sujet vraisemblablement au plus tard au cours de l'année 1937-1938 et publie en 1938 une note aux *CRAS* dans la catégorie statistique mathématique, présentée par Borel lors de la séance du 17 janvier. Juliette Leloup présente également une étude détaillée de cette thèse¹⁵⁰⁸ qu'à nouveau nous allons compléter dans la perspective de notre thèse.

L'approche de Malécot de la modélisation mathématique de l'hérédité s'appuie très fortement sur les travaux de l'école anglaise, qui remonte aux travaux de Francis Galton (1822-1911) suivi par Karl Pearson. Ce modèle d'hérédité se trouve en concurrence au début du XX^e siècle avec le modèle élaboré par Gregor Mendel (1822-1884), dont les travaux commencent à peine à être pris en considération. Fisher (notamment) réussit à réconcilier les deux modèles en 1918¹⁵⁰⁹. Ce dernier publie en 1930 un ouvrage présentant une synthèse des recherches principalement publiées dans le journal britannique *Biometrika*. Dans la thèse de Malécot, les références dans le corps du texte et les références bibliographiques de fin de texte montrent sans ambivalence l'importance des travaux britanniques dans sa recherche.

La thèse de Malécot se présente comme une réappropriation critique des travaux de

1508. [Leloup, 2009, 398-402].

1509. [Fisher, 1919].

Fisher sur la modélisation de l'hérédité¹⁵¹⁰. S'appuyant sur l'article de Fisher de 1919¹⁵¹¹, il reprend donc les modèles de « random mating », c'est-à-dire l'accouplement de deux allèles au hasard, et le cas de l'homogamie, c'est-à-dire le cas où les deux parents ont les mêmes allèles. Cependant Malécot envisage le modèle de l'hérédité non pas sous l'angle statistique comme Fisher, mais plutôt sous l'angle des probabilités en introduisant des variables aléatoires pour modéliser les contributions de chaque parent, considérées comme indépendantes dans le cas du « random mating » et liées dans le cas de l'homogamie. Par ailleurs, Malécot envisage des modèles d'influences plus complexes en s'inspirant des travaux du généticien Sewall G. Wright dont il reprend notamment les représentations sous la forme de graphes orientés. En particulier, Malécot formule la dépendance stochastique dans le processus héréditaire de Mendel de façon presque markovienne : « d'après les lois de Mendel, la contribution H_2 d'un couple de gènes chez les petits-enfants ne dépend de la contribution H chez le père que par l'intermédiaire de la contribution H_1 chez le fils ; en d'autres termes, *les aléatoires H et H_2 deviennent indépendantes quand la valeur de l'aléatoire H_1 est fixée* »¹⁵¹². Malécot ne parle à aucun moment de probabilités en chaîne ou de chaîne de Markov, mais compte tenu du contexte de l'IHP, il est vraisemblable que Malécot puisse être conscient qu'il s'agit là d'un pas vers les processus markoviens. D'après T. Nagylaki¹⁵¹³ et E. Seneta¹⁵¹⁴, Malécot n'explique le cadre markovien de son analyse qu'en 1944 dans une note aux *CRAS*¹⁵¹⁵.

L'absence de Darmois dans la thèse de Malécot semble avant tout le fait de l'absence de publications du mathématicien sur les questions de génétique et d'hérédité ; au mieux sont-elles évoquées dans sa conférences à l'IHP en 1929¹⁵¹⁶. Cependant, comme nous l'avons vu, Darmois se montre particulièrement intéressé par ce jeune normalien, lui proposant de suivre le cours de la chaire de CPPM puis lui proposant un sujet de thèse. Dans

1510. Dans un entretien, Gustave Malécot se présente comme très critique des théories de Fisher. « Partout on disait [Fisher] est génial mais obscur. Darmois avait pu deviner chez moi, timide, une certaine curiosité d'esprit, il avait assisté à quelques incidents [...]. Il avait deviné que j'étais un contestataire, un dissident » [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 108]. Et d'ajouter : « Pour la statistique mathématique, j'ai adhéré à l'école de Neyman, mais Darmois devait sentir que je serai élève de Fisher en génétique, il envisageait que je pourrai sortir d'une certaine ornière l'école de Fisher. » [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 109]. C'est deux aspects ne nous paraissent pas directement visibles dans le texte de la thèse.

1511. [Fisher, 1919].

1512. [Malécot, 1939c, 33 – 34].

1513. [Nagylaki, 1989]

1514. [Seneta, 1974]

1515. [Malécot, 1944]

1516. [Darmois, 1932c].

son témoignage¹⁵¹⁷, Malécot signale que c'est Darmois qui l'oriente vers les travaux de génétique de Fisher¹⁵¹⁸ ainsi que sur les travaux du statisticien étasunien Sewall G. Wright. En suivant cette voie, Malécot participe activement au travail de transfert culturel de la statistique britannique, dans son ensemble. Par ailleurs, le recours aux probabilités, pour modéliser l'hérédité et ainsi donner un support théorique probabiliste aux observations, est encore une fois un trait marquant de l'approche de Darmois.

6.3.4 *Des thèses probabilistes sur les traces des recherches de Lévy*

L'activité probabiliste de Lévy entre 1928 et 1940 est remarquablement foisonnante et constitue un socle sur lequel celui-ci poursuivra pendant et après la guerre ses recherches sur le mouvement brownien, l'intégrale stochastique, et les processus markoviens, recherches qui ont déjà fait l'objet d'analyses historiques approfondies¹⁵¹⁹. Les thèses des deux doctorants, Feldheim et Loève, se concentrent principalement sur un aspect des recherches de Lévy : le comportement asymptotique des suites de variables aléatoires. Nous revenons donc plus précisément sur les aspects de cet axe de recherches, même si Lévy le suit en connexion avec d'autres.

Les lois indéfiniment divisibles et la loi forte des grands nombres

Dans ses mémoires¹⁵²⁰, Paul Lévy évoque le fait que la présentation des modèles d'urnes de Pólya en 1929 à l'IHP¹⁵²¹ le convainc qu'il est temps pour lui de chercher un nouveau sujet de recherche dans le domaine des probabilités, entendant par là s'intéresser à d'autres problèmes que ceux en lien avec les fonctions caractéristiques d'une loi.

En 1929, Lévy entame des recherches dans deux directions : tout d'abord l'étude des fractions continues¹⁵²² puis l'étude du jeu de pile ou face¹⁵²³. Les deux directions sont en fait en lien avec le mémoire de Borel de 1909 sur les probabilités dénombrables¹⁵²⁴ dont une lecture critique donne à Lévy l'idée de se pencher sur la loi du logarithme

1517. [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996, 109].

1518. [Fisher, 1919]

1519. [Locker, 2001, Lévy, 2014].

1520. [Lévy, 1970, 88].

1521. [Pólya, 1930].

1522. [Lévy, 1929, Lévy, 1930b].

1523. [Lévy, 1931c, Lévy, 1931b, Lévy, 1931e, Lévy, 1931a].

1524. [Borel, 1909a].

itéré ¹⁵²⁵ et sur la loi forte des grands nombres ¹⁵²⁶. Si la loi forte des grands nombres donne un résultat presque-certain du comportement asymptotique d'une suite de variables, la loi du logarithme itéré donne un comportement asymptotique des grandes valeurs de ces variables, même très peu probable. L'hypothèse d'indépendance de la loi de grands nombres énoncée dans l'article de Borel ¹⁵²⁷ en 1909 attire l'attention de Lévy ¹⁵²⁸ qui comprend que cette loi reste vraie même sans cette hypothèse.

Ces deux directions de recherches conduisent Lévy à croiser à plusieurs reprises les travaux de Aleksandr Y. Khintchine qui à partir du même article de Borel avait également été amené à la loi forte des grands nombres et à la loi du logarithme itéré, et qui publie ses résultats concernant la loi du logarithme itéré dans les *CRAS* en 1924 ¹⁵²⁹ puis un article sur les fractions continues en 1935 ¹⁵³⁰. D'après ses mémoires ¹⁵³¹, c'est à partir de 1935, et jusqu'en 1937, que Lévy et Khitchine échangent une correspondance qui contribue notamment à la collaboration des deux mathématiciens publiée dans les *CRAS* en 1936 ¹⁵³². Il aura fallu toutefois l'intervention de Fréchet pour que Lévy prenne connaissance des travaux de Khitchine, mais aussi de Kolmogorov ¹⁵³³.

Lévy perçoit dès 1930 une application de la loi forte des grands nombres aux séries de variables aléatoires. D'après ses mémoires ¹⁵³⁴, c'est encore une fois Fréchet qui lui signale l'article de Khintchine et Kolmogorov de 1925 ¹⁵³⁵ et celui de Kolmogorov de 1928 ¹⁵³⁶. De son propre aveu ¹⁵³⁷, Lévy aurait pu se passer de l'intervention de Fréchet pour connaître la priorité de ces deux Soviétiques dans la mesure où Kolmogorov, venu à Paris en 1930, lui avait confié des mémoires dont un sur les séries aléatoires. Pour autant, Lévy obtient des résultats sur la convergence des séries de variables aléatoires dans le cas de l'indépendance et de la dépendance (déjà en partie connus par Kolmogorov et Khintchine) ainsi que sur de la divergence de ces séries, qu'il publie en 1931 ¹⁵³⁸ en

1525. [Lévy, 1930b].

1526. [Lévy, 1930a].

1527. [Borel, 1909b].

1528. [Lévy, 1930a].

1529. [Khintchine, 1924].

1530. [Khintchine, 1935].

1531. [Lévy, 1970].

1532. [Khintchine et Lévy, 1936].

1533. [Lévy, 2014].

1534. [Lévy, 1970, 86-87].

1535. [Khintchine et Kolmogorov, 1925].

1536. [Kolmogorov, 1928].

1537. [Lévy, 1970, 86-87].

1538. [Lévy, 1931d].

Pologne. C'est d'ailleurs l'étude de la divergence qui relance Lévy sur les lois stables en signalant que le TCL correspond précisément à ce cas, la convergence étant obtenue par renormalisation. Ce théorème est par ailleurs une motivation de Lévy pour s'intéresser aux valeurs exceptionnellement grandes et revenir donc à la loi du logarithme itéré. Suite à la lecture d'un article de Bernstein de 1927 sur les sommes de variables aléatoires dépendantes¹⁵³⁹, Lévy reprend l'étude des sommes de variables aléatoires sans l'hypothèse d'indépendance qui alimente une série de publications en 1935¹⁵⁴⁰ et qui repose sur une utilisation systématique de l'espérance conditionnelle, plutôt que d'utiliser un modèle markovien. Ce travail contribue notamment à l'élaboration du raisonnement permettant la construction d'un cadre théorique pour les processus aléatoires discrets qu'il présente à l'IHP en 1935¹⁵⁴¹.

À partir de 1934, Lévy reprend la théorie du mouvement brownien de Wiener dans une série de publications¹⁵⁴² qui le conduit à une première intégrale stochastique¹⁵⁴³. Il semble que cet intérêt pour le mouvement brownien soit en relation avec l'étude des séries aléatoires, suivant l'idée d'un passage du discret au continu. Si Lévy connaît bien sûr les travaux de Wiener¹⁵⁴⁴, il est en outre au contact des travaux sur les processus stochastiques de Kolmogorov qui lui indique également ceux de Bruno de Finetti¹⁵⁴⁵. En 1934, Lévy publie un mémoire dans les *Annali della Scuola normale superiore di Pisa*¹⁵⁴⁶ dans lequel il présente une synthèse de ses recherches sur les processus stochastiques à accroissements stationnaires et indépendants (processus additifs) qui le conduit à la notion de loi indéfiniment divisible (quoique Lévy n'emploie l'expression qu'à partir de 1936).

Dans son mémoire de 1934¹⁵⁴⁷, Lévy considère un processus aléatoire $(X_t)_{t \in [0; T]}$ une partition $0 = t_0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_{n-1} \leq t_n = T$ et suppose que les accroissements $X_{t_{k+1}} - X_{t_k}$ sont des variables aléatoires indépendantes et de même loi. En supposant $X_0 = 0$, il obtient que pour tout entier n , $X_T = \sum_{k=0}^n X_{t_{k+1}} - X_{t_k}$ est une somme de variables

1539. [Bernstein, 1927].

1540. [Lévy, 1935a, Lévy, 1935b, Lévy, 1935c].

1541. Voir chapitre 4, p. 198-202.

1542. [Lévy, 1934c, Lévy, 1934a, Lévy, 1934b].

1543. [Lévy, 1934c]. Sur les différentes intégrales stochastiques élaborées par Lévy, voir [Lévy, 2014, 40-48] et [Locker, 2001].

1544. voir chapitre 2, p. 96-97.

1545. Pour les mentions de ces deux auteurs voir [Lévy, 1934c, 339]. Sur les travaux de Kolmogorov et de Finetti sur les processus aléatoires voir par exemple [von Plato, 1994, 207-214, 258-264]. Sur les travaux de Kolmogorov voir [Chaumont *et al.*, 2007, 51-64].

1546. [Lévy, 1934c].

1547. [Lévy, 1934c].

aléatoires indépendantes, de sorte que la loi de X_T est la loi d'une somme de n variables aléatoires indépendantes pour tout entier n ; la loi de X_T est donc une loi indéfiniment divisible. Il développe les résultats sur ces lois dans ce qu'il appelle « l'arithmétique des lois de probabilité » par analogie avec la décomposition en nombres premiers d'un entier. Dans le cas d'accroissements stationnaires, la loi de X_T est en particulier une loi stable. Dans ses mémoires de 1970¹⁵⁴⁸, il affirme que c'est cette remarque qui le conduit à s'intéresser à des processus stochastiques autres que le mouvement brownien. La réapparition du problème des lois stables encourage Lévy à approfondir la théorie, en collaboration avec Khintchine. Les deux mathématiciens publient une note dans les *CRAS*, présentée lors de la séance du 3 novembre 1936, dans la catégorie calcul des probabilités dans laquelle ils rappellent que la fonction caractéristique ψ est de la forme

$$\log \psi(t) = -c \left(1 - i\beta \frac{t}{|t|} \tan \frac{\pi}{2} \alpha \right) |t|^\alpha$$

où $c > 0$, $0 < \alpha \leq 2$ et $|\beta| \leq 1$. L'objectif de la note n'est pas de présenter l'étude de ces lois, déjà faite par Lévy, notamment dans son *Calcul des probabilités*¹⁵⁴⁹, mais de justifier l'impossibilité de $|\beta| > 1$.

L'ensemble des travaux de Lévy de la période 1929-1936 sont synthétisés dans un livre publié en janvier 1937 : *Théorie de l'addition des variables aléatoires*¹⁵⁵⁰. Ce livre est le premier volume de la nouvelle collection dirigée par Borel, les *Monographies du calcul des probabilités*, solution trouvée face à l'impossibilité pour le *Traité du calcul des probabilités* d'absorber l'ensemble des nouveaux développements dans le domaine. En demandant à Lévy d'inaugurer cette collection, Borel explicite la nécessité d'une recherche mathématique dans le domaine des probabilités, pour elles-mêmes ou en tout cas sans références aux applications.

D'autre part, Lévy demande à deux doctorants de participer à la correction des épreuves. Tout d'abord il demande à Doeblin avec qui, comme nous l'avons déjà signalé, il noue une relation personnelle forte. Suite à la lecture de ce livre, Doeblin se lance lui-même dans l'étude des lois indéfiniment divisibles et publie plusieurs notes sur la question dans les *CRAS* en 1938¹⁵⁵¹. Le second doctorant est Ervin Feldheim.

1548. [Lévy, 1970, 101].

1549. [Lévy, 1925a, 252-277].

1550. [Lévy, 1937].

1551. [Doeblin, 1938a, Doeblin, 1938].

La thèse de Feldheim : un prolongement des travaux de Lévy sur la notion de loi stable

Ervin Feldheim soutient un thèse d'université en février 1937, juste après la publication du livre de Lévy¹⁵⁵². Il écrit également un article publié dans le *Bulletin de la Société mathématiques de France* en 1936¹⁵⁵³ dont il est élu membre, sur la présentation de Darmois et Lévy, en octobre 1936. Ce sont d'ailleurs ces deux mathématiciens que Feldheim remercie dans sa thèse. Dans son article de 1936¹⁵⁵⁴, Feldheim démontre un résultat obtenu par Khintchine en 1928¹⁵⁵⁵ sur la caractérisation des lois stables de \mathbf{R}^2 stables en utilisant la notion de fonction caractéristique.

La première partie de cette thèse se présente comme une synthèse des travaux de Lévy sur les loi stables unidimensionnelles. Il fait ainsi un résumé de l'exposé déjà présenté dans le *Calcul des probabilités* de Lévy en 1925, complété par la note de Khintchine et Lévy publiée en 1936¹⁵⁵⁶. La seconde partie de la thèse consiste à étendre ces résultats à des lois multidimensionnelles en utilisant la notion de fonction caractéristique d'une loi, reprenant la même stratégie démonstrative de Lévy : identifier les lois stables à l'aide de leur fonction caractéristique, étudier le domaine d'attraction de ces lois, montrer l'existence en identifiant une loi dans le domaine d'attraction.

Dans cette thèse, Feldheim ménage une place centrale aux travaux de Lévy. En citant 10 travaux (sur 15 références bibliographiques), Feldheim ne laisse aucun doute sur l'importance de Lévy à ses yeux. On peut ajouter les commentaires de Feldheim soulignant que Lévy a apporté des solutions complètes, suivant plusieurs lignes démonstratives ou encore qu'il a traité certains travaux dans toutes leurs généralités¹⁵⁵⁷ laissant entendre que Lévy a pour ainsi dire épuisé le sujet des lois stables à une variable. La place particulièrement privilégiée de Lévy dans le mémoire de Feldheim tend à éclipser les contributions étrangères évoquées dans ce texte qu'il met en outre rarement en avant. Il se limite généralement à présenter ces contributions comme des initiatives que Lévy a complétées (si ce n'est sublimées). Les quatre auteurs mentionnés dans la bibliographie qui ne sont pas en poste en France sont Kolmogorov, de Finetti, Pólya et Khintchine¹⁵⁵⁸. Kolmogorov et

1552. [Lévy, 1937].

1553. [Feldheim, 1936].

1554. [Feldheim, 1936].

1555. [Khintchine, 1928].

1556. [Khintchine et Lévy, 1936].

1557. [Feldheim, 1937, 9,20]

1558. Notons en outre que le seul auteur, autre que Lévy, mis en référence bibliographique qui ait été en poste en France est Cauchy. Le décalage chronologique et les usages du nom de Cauchy montre assez

de Finetti sont cités pour des études de cas particuliers, tandis que Khintchine est mentionné pour avoir introduit la notion de « suite équivalente », mais jamais pour son article sur les lois stables dans le plan. Enfin Pólya est mentionné comme un des initiateurs du renouveau de l'étude des lois stables et quelques études de cas particuliers.

Loève et le comportement asymptotique des suites et sommes de variables aléatoires

Michel Loève soutient sa thèse le 21 juin 1941. Le parcours de Loève pour arriver à une thèse d'État sur le calcul des probabilités est suffisamment unique pour être signalé. Né à Jaffa (Palestine) en 1907, il grandit en Égypte. Il est candidat au certificat de CPPM, à l'option physique mathématique en 1931. Il semble d'ailleurs s'investir dans ce domaine et publie deux notes sur les équations de Dirac présentées par Louis De Broglie en 1934¹⁵⁵⁹ dans la catégorie physique théorique. Il abandonne cependant ce sujet d'étude et part à Lyon pour suivre une formation d'actuaire à l'ISFA dont il est diplômé en 1936. Un des professeurs à l'ISFA est Emil Gumbel qui fut également un conférencier de l'IHP¹⁵⁶⁰. Loève revient à Paris pour commencer une thèse de probabilités en 1936. Darmois lui propose un premier sujet, puis suite à une discussion avec Doeblin, Loève semble se décider à en changer. Marielle Simon¹⁵⁶¹ mentionne qu'il se tourne alors vers Paul Lévy. Cependant, la correspondance entre Fréchet et Lévy indique que ce dernier n'a pas connaissance des travaux de Loève avant 1943¹⁵⁶². De plus, comme le remarque déjà Leloup dans sa thèse¹⁵⁶³, la réaction de Lévy montre qu'il ignore les travaux de Loève pendant ses recherches. Enfin, si les travaux de Lévy ont certainement joué un rôle dans la thèse de Loève, ce dernier remercie Fréchet « pour l'intérêt qu'il a porté à cette thèse, pour ses observations et ses conseils qui [lui] ont été aussi utiles pour les recherches que pour la rédaction et pour les nombreuses et instructives conversations dont [il] a tiré le plus grand profit »¹⁵⁶⁴.

Dans sa thèse Michel Loève se propose de revenir sur la loi des grands nombres, la loi forte des grands nombres et le théorème central de la limite en se passant de l'hypothèse de l'indépendance. Cette thèse se divise en deux parties : dans un premier temps (chapitre

clairement le caractère culturel de cette référence.

1559. [Loève, 1933, Loève, 1934].

1560. Voir chapitre 4, p. 213 et en annexe, 435.

1561. [Simon, 2010, 3-4].

1562. [Lévy, 2014, 119].

1563. [Leloup, 2009, 397].

1564. [Loève, 1941, 3].

1) il traite des suites de variables aléatoires et dans un second temps (chapitre 2 à 4) des sommes de variables aléatoires. Ce texte a déjà fait l'objet d'une présentation détaillée par Leloup¹⁵⁶⁵, nous allons donc nous concentrer sur la thèse de Loève dans la perspective de son insertion dans les directions probabilistes parisiennes et internationales.

Les références à Lévy se concentrent dans deux chapitres. Tout d'abord dans le deuxième chapitre de la thèse, concernant la loi des grands nombres pour les sommes de variables aléatoires, Loève se réfère aux mémoires de Lévy de 1935¹⁵⁶⁶ et de 1936¹⁵⁶⁷. Comme Lévy en 1935 et 1936, Loève cherche à dépasser l'hypothèse de l'indépendance dans les théorèmes limites sans se restreindre au cas des chaînes de Markov et utilise systématiquement des espérances conditionnelles de la forme $\mathbf{E}(X|Y = y)$, c'est-à-dire l'espérance de X connaissant la valeur de Y ; il s'agit donc bien d'un nombre et non d'une variable aléatoire. Ensuite dans le troisième chapitre, abordant le TCL, Loève se réfère au *Calcul des probabilités* de 1925¹⁵⁶⁸ dont il fait une synthèse ; il reprend donc la méthode de Lindeberg (perfectionnée par Lévy), et celle des fonctions caractéristiques. Néanmoins, Loève n'hésite pas à présenter son travail comme étant un travail qui dépasse celui de Lévy, dont les hypothèses sont systématiquement considérées comme trop restrictives ; les cas traités par Lévy dont Loève rend compte sont systématiquement présentés comme des cas particuliers.

L'importance de Lévy pour la thèse de Loève semble avoir souvent été mise en avant, au détriment d'une autre, certainement plus concrète. Le travail de Loève s'inscrit en effet dans la lignée de travaux de Fréchet. Loève rappelle ainsi que le professeur considère que l'étude des chaînes de Markov, sujet qu'il a lui-même travaillé, participe à l'effort pour se libérer de l'hypothèse d'indépendance¹⁵⁶⁹ ; la thèse de Loève s'inscrit dans cette direction, et donc aussi dans une perspective de recherches portée par Fréchet. De plus l'une des références bibliographiques la plus récente de Loève est de Fréchet avec notamment un livre publié en 1940 par Fréchet¹⁵⁷⁰ revenant sur les propriétés des mesures de probabilités. Notons également que Loève se réfère régulièrement au premier fascicule du *Traité* de Fréchet¹⁵⁷¹ dans lequel le doctorant a pu trouver un exposé systématique des différents

1565. [Leloup, 2009, 392-398].

1566. [Lévy, 1935a].

1567. [Lévy, 1936a].

1568. [Lévy, 1925a].

1569. [Fréchet et Wavre, 1939, 20].

1570. [Fréchet, 1940].

1571. [Fréchet, 1937].

modes de convergence. D'autre part, Loève commence son exposé par une distinction de comportements asymptotiques des suites de variables aléatoires, approche qui montre certaines similarités avec les classifications de Fréchet des comportements asymptotiques des chaînes de Markov. Le doctorant n'y fait certes pas référence, mais il reste possible que les échanges avec Fréchet l'aient conduit à s'en inspirer.

Au demeurant, Loève présentant une thèse sur un corpus large de théorèmes limites, il est inévitablement conduit à faire référence à certains auteurs devenus des figures emblématiques : Borel et Cantelli pour le théorème de Borel-Cantelli, Glivenko et Cantelli pour le théorème de Glivenko-Cantelli. Pour ce qui est de Borel, uniquement cité dans le corps du texte concernant la loi forte des grands nombres pour des événements, Loève se réfère principalement à l'article de 1909¹⁵⁷². Il se réfère à deux textes de Glivenko¹⁵⁷³, dont son intervention au Colloque de Genève dont les comptes-rendus sont publiés chez Hermann. Enfin il se réfère à la conférence de Cantelli de 1933¹⁵⁷⁴ et publiée dans les *Annales de l'IHP*¹⁵⁷⁵.

Par ailleurs, Loève s'appuie fortement sur les travaux de deux Soviétiques : Kolmogorov et Bernstein. La référence aux *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*¹⁵⁷⁶ vient d'ailleurs tempérer l'ascendant de Lévy sur Loève concernant l'utilisation de l'espérance conditionnelle. C'est en effet dans cet ouvrage de Kolmogorov que l'on trouve, pour la première fois, un exposé complet sur l'espérance conditionnelle. Loève a donc pu se former sur ce concept dans l'ouvrage du Soviétique plutôt que dans les textes de Lévy qui en fait un usage plutôt intuitif. Le doctorant se base d'ailleurs explicitement sur une méthode de démonstration de la loi forte des grands nombres employée par Kolmogorov dans *Grundbegriffe*¹⁵⁷⁷ reposant sur les espérances conditionnelles.

La référence à Bernstein est quant à elle, particulièrement remarquable, dans la mesure où elle alimente à elle seule tout un chapitre. Loève trouve dans un article de Bernstein¹⁵⁷⁸ le concept de « rayon d'activité » d'une liaison stochastique¹⁵⁷⁹ qui se présente comme une certaine extension du cas markovien. Loève considère des familles de variables aléatoires

1572. [Borel, 1909b].

1573. [Glivenko, 1933, Glivenko, 1939].

1574. Voir chapitre 4, p. 238-241.

1575. [Cantelli, 1935].

1576. [Kolmogorov, 1933].

1577. [Kolmogorov, 1933, 53-58].

1578. [Bernstein, 1927].

1579. Notons que si Loève attribue à Bernstein l'expression « rayon d'activité », elle n'apparaît pas dans [Bernstein, 1927]. Nous n'avons d'ailleurs pas réussi à trouver d'autres auteurs utilisant cette expression.

$(X_{n,k})_{n \in \mathbf{N}, k \leq n}$ centrées et appelle rayon d'activité le nombre d_n vérifiant pour tout indice i, k tels que $|i - k| > d_n$, $\frac{d_n}{a_n} \rightarrow 0$ lorsque $n \rightarrow \infty$ en notant a_n l'écart-type de la somme $S_n = \sum_{k=1}^n X_{n,k}$. Il cherche ainsi à exprimer l'idée que la liaison stochastique s'affaiblit au-delà d'un certain écart de rang entre deux termes de la famille. Cette hypothèse est mise à profit pour déterminer les conditions suffisantes pour obtenir la loi de Gauss comme loi limite.

Loève s'inscrit dans une perspective de recherche marquée par la volonté de s'affranchir de l'hypothèse d'indépendance sans pour autant se limiter au cas markovien qui à Paris est représentée par Lévy mais aussi par Fréchet. Cependant, Loève fait preuve d'une attention particulière pour les travaux soviétiques de Kolmogorov et de Bernstein, sans doute encouragé par Fréchet et par la lecture de l'article de Lévy de 1935¹⁵⁸⁰, pour dépasser les hypothèses utilisées par Lévy qu'il considère comme trop restrictives.

6.3.5 *Ville, la théorie des collectifs et les jeux de hasard : une thèse originale soutenue par Borel*

Jean Ville soutient sa thèse le 9 mars 1939. Comme le souligne Juliette Leloup, la thèse de Ville, dont elle fait une présentation détaillée¹⁵⁸¹, paraît singulière au sein du corpus des thèses de probabilités de l'entre-deux-guerres. Tout d'abord parce qu'elle ne se rattache pas simplement au contexte de recherche probabiliste parisien : en proposant une « étude critique de la notion de collectif », Ville s'inscrit explicitement dans le débat sur le fondement de la théorie des probabilités présenté dans les conférences de l'IHP¹⁵⁸², débat que les probabilistes parisiens regardent avec une certaine distance.

Ville se distingue également des autres doctorants par l'orientation vers son sujet de recherche. Si tous les doctorants semblent avoir été orientés vers leur sujet de thèse par Darmon et Fréchet, Ville quant à lui, choisit son sujet. Comme nous l'avons déjà mentionné, ce choix est motivé par son séjour à Vienne au cours de l'année universitaire 1934-1935, où il découvre la théorie des collectifs et les critiques qu'elle suscite. Ville mentionne cette circonstance singulière dans son introduction, précisant que « M. Fréchet, qui avait d'abord proposé un autre sujet, a bien voulu, sur [sa] demande, accepter l'étude

1580. [Lévy, 1935a].

1581. [Leloup, 2009, 409-417]. Voir également [Shafer et Vovk, 2001, ?, Mazliak, 2009, Martin-Löf, 1969].

1582. Voir chapitre 4, p. 232-251.

de la théorie de M. de Misès comme sujet de Thèse »¹⁵⁸³. Si Ville formule les remerciements de circonstance dans cette introduction, il témoignera plus tard que Fréchet se montre ouvertement dubitatif et qu'il n'appréciait pas le sujet¹⁵⁸⁴. Fréchet, dans son rapport de thèse, considère même que le travail de Ville « relève de la Philosophie des sciences et des mathématiques »¹⁵⁸⁵.

Replacé dans le contexte de la chaire de CPPM et de l'IHP, ce constat peut cependant être nuancé. En effet, Ville propose une étude critique de la théorie des collectifs, dont une présentation est faite à l'IHP en novembre 1931 par Richard von Mises et par Hans Reichenbach en mai 1937. Même si les probabilistes parisiens se montrent systématiquement distants vis-à-vis des tentatives d'axiomatisation des probabilités, ce sujet est un levier important de reconnaissance internationale tant il occupe la scène probabiliste à l'échelle européenne¹⁵⁸⁶. Fréchet présente d'ailleurs des résultats de Ville lors du Congrès de Genève de 1937, dont une session est consacrée au fondement de la théorie des probabilités. De plus, les recherches de Ville l'amènent à reconsidérer, nous y reviendrons dans la suite, un sujet abordé dans les années 20 par Borel : la théorie des jeux. C'est d'ailleurs le professeur de la chaire de CPPM qui lui apporte un soutien tout au long de son travail de thèse¹⁵⁸⁷.

Rappelons que von Mises appelle collectif une suite de valeurs telle que la fréquence d'une d'entre elles tend vers un nombre que von Mises appelle la probabilité de la valeur. La critique principale qui attire l'attention de Wald, et de Ville, est l'axiome d'irrégularité fondé sur l'invariance de la fréquence par un procédé d'extraction, appelé « sélection » par von Mises¹⁵⁸⁸, ne pouvant tenir compte, à chaque étape, des résultats ultérieurs.

À son retour de Vienne, Ville commence à présenter des notes concernant le problème posé par la sélection dans la théorie des collectifs. Il commence par s'intéresser aux tentatives développées par Copeland, Reichenbach et Popper en vue de surmonter certaines difficultés de la théorie des collectifs¹⁵⁸⁹. Dans une note au *CRAS*, présentée par Élie Cartan le 27 avril 1936¹⁵⁹⁰ dans la catégorie calcul des probabilités, Ville montre notamment

1583. [Ville, 1939, 1].

1584. « Fréchet was openly doubtful; he didn't like the topic. »[Crépel, 2009, 14].

1585. [Leloup, 2009, 408].

1586. Voir chapitre 4, 232-251.

1587. « I only managed to move on with the help of E. Borel »[Crépel, 2009, 14].

1588. Sur la théorie des collectifs de von Mises, voir [von Plato, 1994, 183-188].

1589. [Bienvenu *et al.*, 2009, 4].

1590. [Ville, 1936c].

que le procédé de sélection envisagé dans le cas des suites indifférentes qu'il attribue à Reichenbach et Popper, est en violation avec la loi du logarithme itéré démontrée par Khintchine et Lévy, et ne permet donc pas de rendre compte correctement du hasard.

Ville se tourne ensuite vers la proposition de Wald pour corriger l'axiome de sélection, publiée dans une note au *CRAS* présentée en 1936 par Borel ¹⁵⁹¹. La reformulation de Wald de l'axiome de sélection permet notamment d'identifier chaque collectif relativement à un procédé de sélection à un nombre de l'intervalle $[0; 1]$ et de montrer que l'ensemble des nombres qui ne représente pas un collectif est de mesure nulle. Ville réussit à montrer, dans une note présentée par Borel le 6 juillet 1936 dans la catégorie calcul des probabilités ¹⁵⁹², qu'il existe des ensembles de mesure nulle tels que, quel que soit le procédé de sélection, il existe des nombres de l'ensemble qui représentent des collectifs, de sorte que le procédé de Wald élimine des collectifs. Ville propose donc un procédé de sélection inspirée des jeux de hasard : la martingale. Il considère un joueur disposant d'un capital égal à l'unité, pouvant jouer au pile ou face indéfiniment et n'engageant qu'une proportion de son capital à chaque coup d'une manière donnée en fonction des coups précédents. La suite des résultats constitue un collectif relativement à cette martingale si « la suite des résultats obtenus, a, au cours de la partie, une borne supérieure finie » ¹⁵⁹³.

Cette note de Ville a pu contribuer à un retour de Borel, qui décida en mai 1936 de ne pas se représenter à la députation, vers la théorie des jeux de hasard. Comme nous l'avons déjà dit, Borel avait publié une série d'articles sur les jeux de hasard entre 1921 et 1926 ¹⁵⁹⁴ qui se termina par la présentation d'une note de von Neumann dans laquelle il énonce son théorème du minimax. En 1936, Borel participe au Congrès international des mathématiciens d'Oslo, du 13 au 18 juillet, où il fait une conférence dans la section IV (Calcul des probabilités, statistique mathématique, mathématique d'assurance et économétrie) sur les jeux de hasard, rappelant ses travaux des années 1920 mais signalant qu'ils étaient construits sur l'hypothèse d'un jeu symétrique, restriction qu'il propose de lever. Au cours de l'année 1936-1937, Borel décide de développer la question des jeux de hasard dans son cours de la chaire de CPPM. Il publie également deux notes en lien avec ce cours : une première en novembre 1936 sur le problème des partis de Pascal ¹⁵⁹⁵ et une

1591. [Wald, 1936].

1592. [Ville, 1936b].

1593. [Ville, 1936b, 27].

1594. Voir chapitre 2, 73-74.

1595. [Borel, 1936].

seconde le 1^{er} février 1937 sur le problème de la stratégie dans un jeu de hasard ¹⁵⁹⁶ dans laquelle il se réfère à son cours.

Dans ce retour aux jeux de hasard, Borel implique Ville qui suit l'enseignement du professeur sur le sujet et s'occupe de la rédaction de ce cours qui est publié dans le *Traité du calcul des probabilités* ¹⁵⁹⁷. Borel laisse à Ville, comme il l'avait fait avec René Lagrange avant lui ¹⁵⁹⁸, la possibilité de rédiger des notes de fin d'ouvrage. Ville en profite pour rédiger une nouvelle démonstration du théorème du minimax de von Neumann. Dans un jeu à deux joueurs A , pouvant choisir ses coups dans l'ensemble $\{A_1; \dots; A_n\}$, et B , pouvant choisir ses coups dans l'ensemble $\{B_1; \dots; B_m\}$, on note $x_i \geq 0$ la probabilité que le joueur A joue A_i et $X_j \geq 0$ la probabilité que B joue B_j , et enfin a_{ij} l'espérance du gain de B si A joue A_i et B joue B_j . L'espérance du gain de B est alors

$$G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i X_j$$

L'ensemble $x = \{x_1; \dots; x_n\}$ constitue une stratégie possible parmi un ensemble \mathcal{A} et $X = \{X_1; \dots; X_m\}$ constitue une stratégie possible parmi un ensemble \mathcal{B} . On a donc, à chaque fois qu'une stratégie est fixée par chacun des deux joueurs :

$$\max_{X \in \mathcal{B}} \min_{x \in \mathcal{A}} G \leq G \leq \min_{x \in \mathcal{A}} \max_{X \in \mathcal{B}} G$$

Le théorème du minimax de von Neuman affirme que $\max_{X \in \mathcal{B}} \min_{x \in \mathcal{A}} G = \min_{x \in \mathcal{A}} \max_{X \in \mathcal{B}} G$ ¹⁵⁹⁹. C'est ce résultat que Ville démontre en utilisant un argument de convexité. Il introduit les formes linéaires $f_j(x) = a_{1j}x_1 + \dots + a_{nj}x_n$ et remarque que $\max_X G$ est une des valeurs $f_j(x)$ et que $\mu = \min_{x \in \mathcal{A}} \max_{X \in \mathcal{B}} G$ est l'une des valeurs $f_j(x)$ pour une stratégie x_0 . De sorte que pour toute stratégie x , il existe un indice j tel que $f_j(x) \geq \mu$ et pour tout indice j , $f_j(x_0) \leq \mu$. Par convexité de l'ensemble $\{x \in \mathcal{A}; f_j(x) \geq \mu\}$, il existe une stratégie X_0 telle que $G \geq \mu$ donc, finalement, $G = \mu$.

Bien qu'en possession de résultats dès 1936, Ville ne soutient sa thèse qu'en 1939. Il semble que Fréchet ait volontairement retardé cette soutenance, vraisemblablement

1596. [Borel, 1937].

1597. [Borel et Ville, 1938].

1598. Voir [Borel et Lagrange, 1925].

1599. Pour une analyse de la démonstration donnée par von Neumann en 1928, voir [Kjeldsen, 2001, 48-52].

dans l'espoir que Ville y intègre de l'analyse. Borel semble également pousser Ville à renforcer l'aspect mathématique de sa thèse¹⁶⁰⁰. Cette insistance explique certainement les développements autour de la notion de martingale qui constituent les deux derniers chapitres de sa thèse.

La thèse de Ville se présente en effet en deux parties. Le premier chapitre pose les éléments qu'il mobilise pour développer ses critiques de la théorie des collectifs énoncée par von Mises, amendée par Wald ou reformulée par Copeland, Reichenbach et Popper. Le contenu de ces trois premiers chapitres est déjà acquis à Ville en 1936 et, comme nous l'avons dit, font l'objet de notes aux *CRAS*.

Dans la seconde partie, Ville développe la notion de martingale en essayant de l'extraire du contexte de la théorie des collectifs, tout en préservant le cadre de la théorie des jeux de hasard comme support d'intuition et de compréhension. Dans le chapitre 4, il définit la notion de martingale en se basant sur un jeu à deux issues possibles, 1 et 0, et note x^n le n^e résultat. Il considère un joueur, dont le capital initial est égal à 1, et note $s_n \geq 0$ le capital restant au joueur après n coups qui est donc une fonction de x_1, \dots, x_n . En supposant que le joueur ne peut gagner indéfiniment, il pose donc l'inégalité

$$\sup_{n \geq 1} s_n(x^1, \dots, x^n) < +\infty.$$

Ville définit une martingale comme une suite de fonctions s_n positives vérifiant l'inégalité précédente. Dans le chapitre 5, Ville propose une définition sans faire explicitement référence aux jeux de hasard et s'inscrivant dans un cadre probabiliste. Il considère une suite de variables aléatoires $(X_n)_{n \geq 1}$ et une suite de fonctions positives $(s_n)_{n \geq 0}$ définie par la relation de récurrence

$$\mathbf{E}[s_n(X_1, \dots, X_{n-1}, X_n) | X_1 = x_1, \dots, X_{n-1} = x_{n-1}] = s_{n-1}(x_1, \dots, x_{n-1}).$$

Il obtient notamment une inégalité maximale :

$$\mathbf{P}\left(\sup_n s_n(X_1, \dots, X_n) \geq \lambda\right) \leq \frac{1}{\lambda}.$$

et reformule les résultats connus sur le problème de la ruine du joueur en terme de mar-

1600. [Crépel, 2009, 9].

tingale. Il poursuit ce chapitre 5 en considérant ensuite le problème du temps continu. Pour cela il se propose de passer à des jeux en temps continu et étend donc la notion de martingale en considérant une famille $\{S_\tau\}$ ($\tau \geq 0$) de fonctionnelles telle que pour toute fonction X d'une variable réelle on ait $S_0(X) = 1$, $S_\tau(X) \geq 0$, $S_\tau(X)$ dépend uniquement des valeurs $X(t)$, $t \leq \tau$ et enfin pour tout $\tau_1, \tau_2 \geq 0$,

$$\mathbf{E}[S_{\tau_1+\tau_2}(X)|X(t) = X_0(t), t \leq \tau_1] = S_{\tau_1}(X_0).$$

Sur la base de cette définition, il prolonge son inégalité maximale et les résultats concernant la ruine du joueur ainsi qu'une étude de processus stochastique stationnaire à accroissements indépendants en s'appuyant sur les travaux de Kolmogorov¹⁶⁰¹, Slutsky¹⁶⁰² mais surtout Lévy¹⁶⁰³.

Dans le chapitre 5, Ville mobilise donc de façon systématique la notion de conditionnement. Sur ce concept, Ville se réfère à deux sources : le livre de Lévy de 1937¹⁶⁰⁴ et le mémoire de Doob sur les processus stochastiques de 1937¹⁶⁰⁵. Il se réfère aux notions de probabilité conditionnelle et de fonction de répartition conditionnelle telles qu'elles sont définies par Lévy¹⁶⁰⁶ et qui permettent de donner une première définition de l'espérance conditionnelle utilisée dans la définition de la martingale à temps discret. Lorsqu'il passe en temps continu, Ville se tourne cette fois vers la définition de la probabilité conditionnelle donnée par Doob¹⁶⁰⁷ qu'il présente à la fois comme une extension de la définition de Lévy et de celle donnée par Kolmogorov.

Ville montre clairement sa connaissance des travaux de Lévy et cherche explicitement à établir des liens entre sa conception des martingales et les travaux de Lévy sur les processus stochastiques tels qu'ils sont présentés par ce mathématicien en 1937¹⁶⁰⁸. Lévy y développe des raisonnements en terme de probabilités conditionnelles et de densités conditionnelles, auxquels Ville se réfère dans le dernier chapitre. Pour autant, Lévy se montre particulièrement critique au sujet de la thèse de Ville, et de la notion de martin-

1601. [Kolmogorov, 1933].

1602. [Slutsky, 1937].

1603. [Lévy, 1937].

1604. [Lévy, 1937].

1605. [Doob, 1937].

1606. [Lévy, 1937, 68-71].

1607. [Doob, 1937, 123].

1608. [Lévy, 1937]. Sur la vision de Lévy des travaux de Ville sur les martingales, voir [Mazliak, 2007a].

gale¹⁶⁰⁹. On peut certes remarquer que, Doëblin faisant exception, Lévy juge sévèrement les travaux des doctorants qu'il trouve rarement d'un niveau satisfaisant. Dans le cas de la thèse de Ville, Lévy signale en particulier qu'il ne comprend pas sa définition de la martingale. Or précisément le doctorant inscrit cette définition dans un contexte très spécifique : la théorie des collectifs, l'axiomatisation de Kolmogorov et la théorie des jeux. Ce contexte semble complètement étranger à Lévy, ouvertement méfiant face aux tentatives d'axiomatisation de la théorie des probabilités et n'ayant montré aucun signe d'intérêt pour la théorie des jeux de hasard. De plus, Lévy en est venu à formuler des arguments de type martingales dans la perspective des travaux de Bernstein¹⁶¹⁰ que Ville ne mentionne tout simplement pas. Aussi proche que soient les travaux de Ville et de Lévy concernant les martingales, Ville en donne un contexte que Lévy ne semble tout simplement pas en mesure de comprendre. Lévy a notamment introduit une condition de martingale dans son livre de 1937¹⁶¹¹, sous la forme de l'hypothèse (C) : $\mathfrak{M}_{\nu-1}(X_\nu) = 0$ pour tout entier $\nu \geq 1$ où $(X_n)_{n \geq 0}$ est une suite de variables aléatoires et \mathfrak{M}_i est l'espérance conditionnelle connaissant les valeurs de X_1, \dots, X_i . Pour toute martingale (s_n) , au sens de Ville, la condition (C) est vérifiée par $s_n(X_1, \dots, X_n) - s_{n-1}(X_1, \dots, X_{n-1})$. En 1939 cependant, ni Ville, ni Lévy ne semblent pourtant faire le lien.

Les doctorants probabilistes entre 1936 et 1941 participent donc activement aux recherches probabilistes parisiennes. D'une part, les thèses s'inscrivent dans des courants de recherches portées par les probabilistes parisiens et se focalisent notamment sur les modèles markoviens, la statistique probabiliste et les comportements asymptotiques de suites et de sommes de variables aléatoires. Ces thèses montrent une tendance à reprendre certains traits marquants des pratiques des probabilistes de la faculté des sciences, montrant aussi bien une incorporation des codes propres au champ probabiliste parisien et l'effort de la part de ces professeurs de former la nouvelle génération à ces codes.

D'autre part, les doctorants, notamment pour les thèses d'État, recourent à une pratique de transfert culturel. Si les conférences de l'IHP sont parfois mobilisées, les doctorants cherchent également du côté des *CRAS* voire du côté des publications étrangères elles-mêmes. Ce travail de transfert culturel semble cependant aidé, si ce n'est guidé,

1609. Voir [Mazliak, 2009].

1610. [Bernstein, 1927].

1611. [Lévy, 1937, 233].

par Fréchet et Darmois. Le premier faisant un voyage en URSS et étant en contact avec Hostinský contribue à rendre accessible certains travaux soviétiques. Darmois, lui, semble très bien renseigné sur les développements de la statistique britannique et est en mesure d'orienter les doctorants de statistique mathématique dans la littérature disponible.

La thèse de Ville est particulièrement exceptionnelle de ces deux points de vue. Elle ne s'inscrit pas complètement dans un domaine de recherche parisien, et même s'inscrit dans une direction de recherche clairement dépréciée. Malgré une attention particulière aux travaux probabilistes étrangers, l'espace géographique qu'il mobilise est presque sans intersection avec celui des autres probabilistes parisiens ; seule la référence à des Soviétiques et à de Finetti atténue cette rupture. Même si Ville semble trouver grâce aux yeux de Borel en prenant l'angle des jeux de hasard, Borel est lui-même isolé à Paris et en France à ce sujet. Darmois, Fréchet et Lévy ne montrent aucun signe d'intérêt pour ce sujet. Enfin, malgré des développements mathématiques notables dans les deux derniers chapitres, la thèse de Ville peine difficilement à être reconnue comme une thèse de mathématiques valable pour les probabilistes parisiens, qui semblent ne pas être en mesure de se défaire de la mauvaise impression suscitée par les trois premiers chapitres. Cet aspect met ainsi en évidence, en négatif, l'attention portée par les probabilistes parisiens sur la conformité des travaux probabilistes des thésards, ce que l'anticonformiste Ville semble découvrir à ses dépens.

L'IHP offre les moyens de former une génération d'étudiants au calcul des probabilités. En premier lieu cet institut rend possible une circulation des savoirs entre les différents enseignements en rassemblant dans un même lieu l'ensemble des cours de la formation mathématique ainsi que le cours de statistique de l'ISUP. En second lieu, les effectifs au certificat de CPPM montrent que le calcul des probabilités tient une place affirmée au sein des cursus mathématiques dans les années 30. De plus la création d'options contribue à des formes de spécialisations, la très grande majorité choisissant la statistique, et la majorité des normaliens se tournant vers l'option compléments théoriques. Le contexte de l'IHP permet ainsi une reproduction sociale des savoirs probabilistes dans la mesure où

cet institut permet à une nouvelle génération de se former à ces savoirs, nouvelle génération qui pourra ensuite les réinvestir dans des domaines spécifiques comme la statistique, l'actuariat ou la recherche mathématique.

En particulier, le contexte de l'IHP permet aux trois probabilistes de la faculté des sciences d'encadrer des étudiants en vue d'en faire des mathématiciens-probabilistes professionnels, en commençant par une thèse d'État dans ce domaine. Dans ce cadre, Fréchet et Darmois sélectionnent les candidats à une thèse d'État et interviennent dans le travail de recherche des doctorants pour les orienter, les conseiller, les guider. Fréchet et Darmois privilégient le réseaux de l'École normale supérieure pour trouver des doctorants probabilistes, reproduisant ainsi un trait partagé par les probabilistes de la faculté des sciences de Paris. D'autre part l'encadrement des doctorants permet de reproduire certains traits remarquables des pratiques de ces probabilistes dans les mémoires de thèse : attention particulière à l'analyse, probabilisation de la statistique et enfin pratique d'un transfert culturel. Ce transfert culturel suit principalement les lignes géographiques tracées par Fréchet et Darmois, notamment dans leur attention à l'espace soviétique et à l'espace britannique, et les lectures des doctorants contribuent à inscrire ces recherches dans des perspectives délimitées par ces deux probabilistes.

CONCLUSION

UN CHAMP PROBABILISTE PARISIEN DYNAMIQUE

MAIS FRAGILE...

Entre 1918 et 1939 le domaine des probabilités à Paris connaît, comme nous l'avons montré dans cette thèse, des transformations institutionnelles profondes grâce à l'activisme de Borel dans les années 1920 conduisant notamment à la création de l'IHP dont l'action fut déterminante à partir de son ouverture en 1928. Au niveau social, cette transformation consiste en la création d'un ensemble de positions consacrées à la production de savoirs probabilistes, autrement dit d'un champ social dédié aux probabilités, présentant deux spécificités : sa concentration à Paris et la pratique par les acteurs du champ d'un transfert culturel. Au niveau scientifique, l'activité de ce champ contribue à transformer profondément les savoirs probabilistes à Paris en affirmant son insertion disciplinaire au sein des mathématiques et en structurant des directions de recherches.

LA STRUCTURE DU CHAMP PROBABILISTE PARISIEN EN 1939

En 1918, l'activité probabiliste semble très limitée et seules les leçons de calcul des probabilités au sein du cours d'analyse de l'École polytechnique semblent fournir un enseignement régulier dans ce domaine. En 1939, la situation est radicalement différente. À l'IHP, devenu le centre universitaire de mathématiques à Paris, la chaire de CPPM et sa maîtrise de conférences assurent deux postes consacrés à l'enseignement des probabilités et des mathématiciens peuvent présenter des recherches dans le domaine de la stochastique grâce aux conférences. Plus largement à l'université de Paris, l'enseignement de statistique mathématique à l'ISUP permet également d'assurer des cours probabilistes qui s'installent au demeurant dans le bâtiment de l'IHP dans les années 1930. Par ailleurs Borel et (dans une moindre mesure) Hadamard utilisent leur statut d'académicien pour

présenter des travaux de probabilité et de statistique, prolongeant une pratique initiée dans les années 1920, et garantissent ainsi la reconnaissance de la stochastique au sein de l'Académie des sciences. Borel, après l'ouverture de l'IHP, assure ainsi un lien entre l'IHP et l'Académie des sciences dans le domaine des probabilités. Enfin, Borel réussit à délimiter un espace éditorial consacré aux probabilités avec son *Traité du calcul des probabilités* initié en 1924 puis avec les volumes de la collection des *Monographies du calcul des probabilités* lancée en 1937. Il existe donc un ensemble de positions permettant la mise en place d'une activité scientifique consacrée à la stochastique occupées, dans les années 1930, par des mathématiciens à Paris.

Toutes les positions au sein de ce champ n'ont cependant pas toutes les mêmes propriétés. Les fonctions d'enseignant titulaire à la chaire de CPPM, à l'ISUP et à l'École polytechnique sont des postes pérennes consacrés, au moins en partie, à la stochastique et permettent d'intégrer au fur et à mesure les nouveaux résultats acquis dans ce domaine, contribuant ainsi à sédimer les développements contemporains. La publication de notes à l'Académie des sciences dans la catégorie calcul des probabilités ou statistique mathématique et les conférences de l'IHP permettent de présenter les recherches récentes. Ces conférences participent également au processus cumulatif dans la mesure où certaines présentent des synthèses de résultats acquis.

Les publications de livres se distinguent quant à elles par une fragilité que l'activité de l'IHP met très vite en évidence. Le caractère définitif d'un livre en rend le contenu vulnérable face aux développements futurs. Si le livre de Lévy de 1925¹⁶¹² s'impose dès sa publication comme une référence (en France et à l'étranger) jusqu'en 1939, le *Traité du calcul des probabilités* lancé par Borel en 1924 se trouve rapidement dépassé suite à l'ouverture de l'IHP. Ainsi, Fréchet, chargé en 1926 de rédiger un fascicule consacré aux développements modernes du calcul des probabilités, se voit dans l'obligation tout d'abord de dédoubler son fascicule en deux livres¹⁶¹³ puis d'en restreindre le contenu¹⁶¹⁴. L'activité probabiliste à Paris intensifiée grâce à l'IHP déborde en fait du cadre trop restreint du *Traité*. Plutôt que de chercher à faire des rééditions actualisées, Borel lance les *Monographies des probabilités* pour publier des textes dans ce domaines au plus proche des recherches au fur et à mesure de leurs avancées, reprenant donc le modèle des *Monographies*

1612. [Lévy, 1925a].

1613. [Fréchet, 1937, Fréchet, 1938].

1614. [Bustamante *et al.*, 2015].

sur la théorie des fonctions qui s'était avéré efficace pour soutenir les dynamiques de recherche dans le domaine de la théorie des fonctions ¹⁶¹⁵.

En outre, l'IHP s'avère un outil remarquable de formation et de sélection à l'entrée du champ probabiliste. Les transformations des moyens pédagogiques (augmentation du volume d'enseignements, création de travaux pratiques, mise en place d'options, refonte du programme et transformation d'une partie des cours en un séminaire) permettent dans un même mouvement d'évacuer les contenus de physique et de physique mathématique, reportés intégralement sur la chaire de théorie physique, de concentrer l'enseignement sur le calcul des probabilités et la statistique probabiliste, et de rapprocher l'enseignement et la recherche dans le domaine de la stochastique. L'enceinte de l'IHP permet ainsi aux probabilistes de la faculté des sciences (Borel, Fréchet et Darmon) d'encadrer de près des étudiants, et d'en accompagner certains vers des thèses (d'université ou d'État) dans un domaine de la stochastique.

L'IHP constitue ainsi un moteur du champ probabiliste dont l'activité se déploie principalement en son sein et à l'Académie des sciences, ainsi qu'à l'ISUP et à l'École polytechnique, mais aussi dans l'espace éditorial. Notre analyse, centrée sur l'IHP, ne nous a pas permis d'analyser pour elles-mêmes ces institutions dont les activités dans le domaine des probabilités et plus largement des mathématiques restent, pour certaines, encore mal connues. Par exemple, dans le domaine probabiliste, nous avons montré le rôle de l'Académie des sciences et de ses *CRAS*, en articulation avec l'activité de la chaire de CPPM et de l'IHP, grâce au lien assuré par Borel. Cependant la période de l'entre-deux guerres connaît des dynamiques remarquables, notamment mises en lumière par Juliette Leloup. Quel est le rôle des *CRAS* et de l'Académie des sciences dans ces dynamiques ? Comment évoluent les répartitions entre catégories disciplinaires entre 1918 et 1940 ? Quelle est la place des auteurs étrangers au sein des *CRAS* mais aussi au sein des différentes catégories disciplinaires ? Même si nous l'avons parfois évoquée, c'est aussi du côté de la Société mathématique de France qu'il serait utile de chercher : qui sont ses membres pendant l'entre-deux-guerres ? Qui participe aux réunions ? Qui fait des exposés ? Qui présente des membres et qui est élu ? Comment s'articule l'action de la SMF avec celle des autres institutions mathématiques de l'entre-deux-guerres ? Enfin, des transformations majeures du paysage scientifique français ont lieu au cours des années 1930 avec la création de la

1615. [Ehrhardt, 2011].

Caisse nationale des sciences en 1930, devenue la Caisse nationale de la recherche scientifique en 1935, transformée finalement en Centre national de la recherche scientifique en 1939. Nous ignorons comment les mathématiciens s'emparent de ces nouvelles institutions. Dans quelle mesure ces nouvelles institutions participent aux dynamiques mathématiques de l'entre-deux-guerres et surtout dans quelle mesure elles participent à l'activité probabiliste parisienne ? Ces questionnements permettraient ainsi de mieux comprendre l'insertion de l'IHP dans un espace scientifique plus large.

LES EFFETS DE L'ACTIVITÉ DU CHAMP SUR LES SAVOIRS PROBABILISTES

Comme nous l'avons montré, l'activité au sein de l'IHP pendant une décennie vise à une transformation profonde sur plusieurs niveaux des contenus probabilistes. À un niveau macroscopique, l'activité probabiliste au sein de l'IHP affirme la place des probabilités au sein du champ mathématique. Le bâtiment de l'IHP accueillant le département de mathématiques de la faculté des sciences de Paris, les enseignements de la chaire de CPPM et les conférences de l'IHP s'inscrivent physiquement dans un espace consacré aux mathématiques. L'affirmation des probabilités comme une discipline mathématique, fortement revendiquée par Lévy en 1925 dans son *Calcul des probabilités*¹⁶¹⁶, prend ainsi une assise institutionnelle. Mais l'activité même des probabilistes à Paris, surtout de Fréchet et de Lévy, soutenue par les conférences de l'IHP, montre clairement une reprise en main des mathématiques du hasard par des mathématiciens. L'activité de Fréchet est à cet égard remarquable dans la mesure où il mène en correspondance des recherches probabilistes et des recherches en analyse inspirées par les premières. Ainsi, l'affirmation du statut mathématique des probabilités est indissociable de l'affirmation de la spécificité des problèmes probabilistes au sein du corpus mathématique. Le lancement de la collection des *Monographies du calcul des probabilités* par un volume écrit par Lévy¹⁶¹⁷ marque la reconnaissance de Borel, toujours attentif à la diffusion des savoirs probabilistes au-delà du cercle des mathématiciens professionnels, de la nécessité d'un traitement mathématique adéquat aux nouveaux développements probabilistes.

Au niveau même des savoirs probabilistes, l'IHP contribue à structurer les recherches. Deux grand axes bénéficient particulièrement de cet institut : l'étude des modèles mar-

1616. [Lévy, 1925a].

1617. [Lévy, 1937].

koviens et la statistique probabiliste. Ces deux domaines, respectivement portés par les deux enseignants de la maîtrise de conférences de la chaire de CPPM, Fréchet et Dar-mois, font l'objet d'enseignements et sont alimentés, grâce notamment aux conférences, par des recherches développées hors de Paris. De plus, la formation de jeunes docteurs dans ces deux domaines souligne la volonté d'affirmer à long terme ces thématiques dans le paysage mathématique parisien voire français. L'IHP permet également d'agglomérer d'autres directions de recherches probabilistes grâce à l'intervention de probabilistes extérieurs à la faculté des sciences. Lévy y trouve ainsi un espace pour présenter ses recherches sur les comportements asymptotiques des variables aléatoires et affirmer du même coup sa position de probabiliste. Les thèses de Feldheim et de Loève s'inscrivent directement dans ce courant de recherche et la thèse de Ville présente indéniablement des aspects qui en sont proches, même si elle s'inscrit plus nettement dans le débat sur les fondements de la théorie des probabilités représentés exclusivement par des conférenciers en poste à l'étranger.

Plus largement, comme nous l'avons montré, l'activité probabiliste parisienne est en grande partie alimentée par la pratique d'un transfert culturel. Les probabilistes de la faculté des sciences de Paris sélectionnent des mathématiciens étrangers pour venir faire des conférences dans le domaine de la stochastique en visant deux objectifs : renforcer les directions de recherches locales et faire de l'IHP une scène probabiliste attractive à l'échelle internationale. Dans la terminologie de Bourdieu, les *Annales de l'IHP* en assurent ensuite le marquage, leur conférant un contexte de lecture. Enfin, en se référant à ces conférences, comme dans le cas du dernier fascicule du *Traité* rédigé par Borel¹⁶¹⁸, ou en les intégrant dans leurs enseignements, les probabilistes de la faculté des sciences assurent l'intégration locale des savoirs présentés. Ce travail de transfert culturel des savoirs probabilistes est prolongé dans les travaux des doctorants, surtout pour les thèses d'État qui s'appuient généralement sur les travaux des scientifiques sélectionnés par les probabilistes de la faculté des sciences, mais sans nécessairement s'appuyer sur les conférences de l'IHP auxquelles ils préfèrent souvent les notes dans les *CRAS* présentées par Borel et Hadamard. Ce périodique participent activement à l'activité de transfert culturel. La sélection y est certes plus difficile à cerner, mais le marquage y est remarquablement élaboré en associant une catégorie disciplinaire, le nom d'un académicien et parfois une note de cet académicien

1618. [Borel, 1939].

discutant le contenu de celle présentée.

La pratique des conférences à l'IHP repose sur une reconnaissance internationale de l'institut et des probabilistes de cet institut. En retour, ces conférences placent Fréchet et Darmois comme des interlocuteurs probabilistes importants à l'échelle internationale. Ces deux mathématiciens parisiens se voient confier deux événements probabilistes remarquables. Le colloque sur le calcul des probabilités qui se tient à Genève du 11 au 16 octobre 1937, est organisé par Fréchet. Il réussit à rassembler les probabilistes européens, à l'exception notable des soviétiques, ainsi qu'un statisticien étasunien Edward L. Dodd. Fréchet fait en particulier appel à d'anciens conférenciers de l'IHP et organise la réunion autour de thématiques présentées à l'IHP. Un second colloque, consacré aux applications du calcul des probabilités, organisé par Darmois doit se tenir en 1939, mais le contexte politique difficile oblige à en restreindre la portée en le transformant en une « réunion d'étude »¹⁶¹⁹. Ces deux événements, et plus généralement les Colloques de mathématiques de Genève organisés entre 1933 et 1939, mériteraient une investigation approfondie : quelles sont les moyens à dispositions et les buts visés ? Qui organise ces colloques ? Qui et comment ces organisateurs sont-ils choisis ? Comment les probabilités s'insèrent-elles dans cette série de réunions internationales ? Dans une Europe où les frontières se solidifient, les antagonismes s'accroissent et les tensions se renforcent, dans quelle mesure le statut de pays neutre impacte la géographie des participants de ces colloques ? Quelles sont les contributions des colloques à l'activité mathématique européenne et mondiale ? Mais aussi comment s'articulent ces colloques avec l'activité mathématique à Genève ?

Par ailleurs, l'IHP acquiert un statut de centre probabiliste international qui invite à approfondir l'approche croisée que nous avons développée, en un sens plus géographique. Notre analyse pose l'IHP au centre, mais cet institut est un centre parmi d'autres et nécessite donc de relocaliser, pour reprendre le terme de Kapil Raj, les points d'analyses. Borel, Fréchet, Darmois et Lévy identifient très clairement des centres probabilistes à Moscou, à Rome, à Istanbul, à Londres, à Zürich, à Brno ce qui invite donc à reprendre les questions en recentrant l'analyse sur ces autres centres. Quelles sont les dynamiques perceptibles depuis ces centres ? L'activité au sein de l'IHP épuise-t-elle toutes les dynamiques à l'échelle internationale ? Quelle est la perception de l'activité de l'IHP et leur

1619. [Darmois, 1945].

place dans celle de ces autres centres ? De plus, l'identification de centres détermine dans le même mouvement des périphéries parmi lesquelles on peut en citer deux qui, surtout après la Seconde Guerre mondiale, deviendront à leur tour des centres : les États-Unis et le Japon. Quelles sont les dynamiques probabilistes dans ces deux pays ? Quelle est la perception des mathématiciens aux États-Unis et au Japon des développements européens ? De l'activité de l'IHP ? Se réapproprient-ils, et si oui comment, les développements européens de l'entre-deux-guerres au lendemain de la Seconde Guerre mondiale ? Notons que si, en 1939, les États-Unis et le Japon ne sont pas encore des centres probabilistes (du point de vue l'IHP), la Belgique n'en est clairement plus un et les mêmes questions peuvent être adressées aux mathématiciens et probabilistes dans ce pays et permettre ainsi d'approfondir la compréhension des forces motrices de l'entre-deux-guerres et de l'après Seconde Guerre mondiale dans le domaine des probabilités.

DES FRAGILITÉS RÉVÉLÉES PAR LA SECONDE GUERRE MONDIALE ET L'OCCUPATION

Malgré l'émulation inédite autour de la stochastique et les bouleversements majeurs de ce domaine à Paris dans l'entre-deux-guerres, le champ probabiliste parisien présente des faiblesses qui fragilisent cette dynamique.

Tout d'abord, en 1939, le champ probabiliste parisien est loin d'avoir agrégé suffisamment d'individus pour constituer une masse critique à même d'en garantir l'inertie. En dehors de Borel (qui arrive à la fin de sa carrière), de Fréchet, de Darmon et de Lévy, aucun autre mathématicien en poste à Paris ou en France ne semble vouloir s'engager dans le domaine des probabilités ; l'activité probabiliste française au sein du champ mathématique repose presque exclusivement sur l'IHP et l'investissement personnel d'une poignée de mathématiciens à Paris. À ce titre l'activité probabiliste parisienne se trouve donc profondément dépendante de sa capacité à faire venir de l'étranger des probabilistes pour alimenter la recherche. Les probabilistes parisiens, notamment Fréchet, réussissent certes à se hisser comme des interlocuteurs de premiers plans au niveau international mais déjà dans les années 1930, l'appel aux probabilistes étrangers pose problème, et plus particulièrement la difficulté de faire venir des Soviétiques semble une faiblesse majeure. Le rôle d'intermédiaire de Hostinsky de même que le voyage de Fréchet en Union soviétique en 1935 compensent en partie et pour un temps la difficulté d'accès aux recherches menées

en URSS.

Le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale vient cependant couper toutes les communications probabilistes avec l'URSS et avec la Tchécoslovaquie mais plus largement les communications scientifiques internationales avec la France sont interrompues, situation qui se prolonge pendant l'occupation. L'un des moteurs du champ probabiliste parisien est alors à l'arrêt ; il n'y a plus de transfert culturel possible. Or, l'activité du champ probabiliste parisien repose principalement sur l'IHP de sorte que l'arrêt des conférences est en même temps un coup d'arrêt à la dynamique probabiliste parisienne telle qu'elle se déploie dans les années 1930¹⁶²⁰. En l'absence d'une dynamique de recherche à l'échelle nationale capable de compenser en partie la perte du transfert culturel, le champ probabiliste parisien peut-il soutenir seul une dynamique de recherche dans la période de l'Occupation ?

Cela semble d'autant plus difficile que les probabilistes parisiens sont dispersés suite au déclenchement du conflit. Georges Darmois est envoyé à Londres comme membre d'une commission scientifique franco-britannique, il y reste jusqu'en 1943, date à laquelle il obtient un poste à Alger, où se trouve également Daniel Dugué. Fréchet et Borel, sont toujours à Paris, mais Borel est mis à la retraite en 1941 ; Fréchet le remplace alors à la chaire de CPPM. Paul Lévy doit se résoudre, avec sa famille, à la clandestinité, ce qui ne l'empêche pas d'avoir une activité probabiliste, au demeurant déjà étudiée¹⁶²¹, ou des échanges notamment avec Fréchet¹⁶²². Le champ probabiliste parisien se trouve toutefois privé de presque tous ses acteurs ; c'est en fait l'embryon de laboratoire qui vole en éclat¹⁶²³ ; l'IHP délimitait un espace consacré à des interactions sociales régulières axées sur les probabilités, interactions qui ne sont désormais plus possibles. Comment donc se poursuit l'activité probabiliste pendant la période 1939-1945 ? Alger, où se trouve Dugué puis Darmois, devient-elle un lieu pour poursuivre une activité autour de la statistique ? Cette position permet-elle de contourner les difficultés de communications internationales et si oui dans quelle mesure ? Quelle est l'activité de Fréchet à la chaire de CPPM pendant la période 1939-1945 ? Qu'en est-il des étudiants ? Comment reprend l'activité de l'institut sous l'occupation ? À partir de 1945, comment reprennent les activités probabilistes à

1620. Sur l'activité mathématique au sein du bâtiment de l'IHP en vue de l'effort de guerre en 1939 et 1940 voir [Eckes, 2019].

1621. [Locker, 2001].

1622. [Lévy, 2014]

1623. Voir chapitre 4, p. 192.

l'IHP et notamment les communications probabilistes internationales ?

L'AVENIR INCERTAIN DE LA NOUVELLE GÉNÉRATION PROBABILISTE

Cette dispersion des probabilistes se produit également du côté des jeunes docteurs, et parfois dans des circonstances dramatiques. La Seconde Guerre mondiale et l'occupation pèsent lourd sur la jeune génération de probabilistes. Dœblin qui obtint la nationalité française en 1936, commence son service militaire en 1938 et est envoyé au front suite au déclenchement du conflit le 2 septembre 1939 ; il meurt le 22 juin 1940¹⁶²⁴. L'occupation de la France s'accompagne de rafles et de déportations des populations juives. Loève, qui poursuit une activité probabiliste après sa thèse à l'IHP en assistant notamment Fréchet pour ses cours à la chaire de CPPM en 1941-1942¹⁶²⁵, est arrêté puis transféré dans un camp de prisonnier. Il est libéré en 1944 et reste à Paris jusqu'en 1946 avant de partir, d'abord au Royaume-Uni, puis aux États-Unis où il s'installe définitivement. Parmi ceux qui ont soutenu une thèse d'État, les étudiants étrangers disparaissent donc du champ probabiliste parisien. Si la vie et l'œuvre de Dœblin sont bien connues¹⁶²⁶, le parcours de Loève l'est beaucoup moins, à la fois pendant la période 1939-1945, mais aussi et surtout au lendemain de la Guerre. En particulier, comment Loève s'acclimate-t-il à son nouvel environnement californien ? Comment acclimate-t-il ses savoirs acquis à Paris dans le contexte de l'université de Berkeley ? Quel rôle joue-t-il dans les communications scientifiques entre Berkeley et Paris ?

Pour les autres doctorants et du point de vue du champ probabiliste, les perspectives d'avenir ne semblent guère favorables. Tout d'abord parce qu'ils sont eux aussi éparpillés sur le territoire français. Ville est professeur de mathématiques spéciales¹⁶²⁷ à Nantes depuis 1938, puis part à Poitiers en 1941 puis à Lyon en 1943. De son côté Fortet, attaché de recherche à Paris jusqu'en 1942, est nommé à Caen où il reste jusqu'en 1952. Dugué est mobilisé au front, revient quelques mois à Paris suite à l'armistice, puis part à Alger où il est nommé maître de conférences à la faculté des sciences en 1942. Enfin Gustave Malécot est nommé professeur de lycée à Saint-Étienne en 1940 puis maître de conférences à l'université de Montpellier en 1942. Face à cet éparpillement, il reste à déterminer dans

1624. [Bru, 1993, 12-13].

1625. [Bru, 1992, 46].

1626. [Bru, 1993].

1627. [Ville, 2009a].

quelles mesures ces jeunes probabilistes réussissent à poursuivre des recherches dans le domaine de la stochastique ? Ont-il la possibilité ou l'occasion de l'enseigner et dans quel contexte ? Quelles relations entretiennent-ils avec Fréchet, Lévy et Darmois ?

En outre, les perspectives de carrière universitaire dans le domaine des probabilités semblent très limitées. Dans la mesure où les seuls postes universitaires consacrés aux probabilités se trouvent à Paris, à l'IHP, les jeunes docteurs se trouvent de fait en concurrence avec les autres doctorants de mathématiques pour les postes universitaires en province. Le parcours relativement direct et stable de Fortet, passant par des postes de maître de conférences et de professeurs à l'université de Caen avant d'obtenir un poste à la faculté des sciences de Paris, tranche assez nettement avec le parcours instable de Ville, multipliant les suppléances et surtout n'obtenant que très tardivement une titularisation à l'université. D'un point de vue institutionnel cette différence suggère une hypothèse qu'il faudrait étudier plus en détail : la thèse de Fortet, portée vers les probabilités et l'analyse fonctionnelle, présente peut-être un avantage majeur par rapport à la thèse de Ville, considérée comme une thèse de philosophie des mathématiques par Fréchet. C'est aussi, peut-être, dans ce sens qu'il faut comprendre la phrase de Borel à Ville (rapportée par Crépel à la suite de ses échanges avec Ville en 1984) : « quand allez-vous vous décider à faire de l'analyse ? »¹⁶²⁸ Cette comparaison abrupte, nécessite une étude plus approfondie pour déterminer dans quelle mesure l'orientation disciplinaire des thèses de ces doctorants a un impact sur leur carrière universitaire à court et moyen terme ? Ce questionnement mérite au demeurant d'être étendu plus largement aux docteurs de mathématiques pour mieux comprendre le redéploiement de l'activité mathématique en France après la Seconde Guerre mondiale et dans les années 1950.

De fait, la reconnaissance institutionnelle du calcul des probabilités malgré les efforts de Borel, Fréchet, Darmois, est loin d'être acquise à l'échelle nationale. En concentrant tous les efforts à Paris et en négligeant donc le rôle des universités de province sur le moyen et long terme, le statut des probabilités au sein de l'enseignement supérieur reste très incertain à l'échelle nationale et ouvre donc peu de perspectives pour les jeunes docteurs dans ce domaine. Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, cette faiblesse est-elle reconnue ? Des actions sont-elles mises en place pour tenter de déployer une dynamique à une échelle nationale ? Plus largement, c'est l'affirmation, de plus en plus discutée, du

1628. « When are you going to decide to do analysis ? » [Crépel, 2009, 9].

caractère national de certaines institutions mathématiques parisiennes qu'il semble nécessaire d'analyser en déterminant dans quelle mesure l'activité mathématique parisienne influence réellement les activités mathématiques dans d'autres villes françaises ?

LE DÉVELOPPEMENT DES APPLICATIONS PROBABILISTES À LA STATISTIQUE, L'ACTUARIAT, LA FINANCE ET L'ÉCONOMÉTRIE.

À l'inverse, la statistique connaît un développement que la guerre n'interrompt pas, bien au contraire. La statistique continue de se déployer dans le champ mathématique avec la création, grâce à Borel et Darmois, du laboratoire de statistique en 1938 installé dans le bâtiment de l'IHP¹⁶²⁹, dont l'activité n'a pas encore été étudiée. Par ailleurs, le rôle de la statistique comme outil de gouvernance au service de l'État s'affirme au cours des années 1930 en France avec la création du Service d'observation économique en 1937 et de l'Institut de conjoncture en 1938 et finalement, en 1941, le Service national de la statistique qui fusionne les différentes administrations de statistique dont la Statistique générale de la France. Sous l'Occupation, en 1943, Fréchet lance un projet d'aide-mémoire en statistique et réussit à mobiliser un large réseau d'auteurs¹⁶³⁰. À l'instar du régime fasciste en Italie¹⁶³¹, le régime de Vichy semble soucieux de développer les services administratifs de statistique, faisant passer ses effectifs de la centaine à plusieurs milliers d'employés¹⁶³². La formation des statisticiens fait également l'objet d'une attention particulière puisqu'en 1942, l'École d'application du service national des statistiques est créée et forme majoritairement des polytechniciens tout en s'inscrivant en complémentarité de l'ISUP¹⁶³³ dont l'activité se poursuit pendant les années 1940.

Par ailleurs, l'application des probabilités au domaine de l'assurance, de la finance et de l'économie se développe pendant l'entre-deux-guerres. Le monde de l'actuariat, dominé par l'Institut des actuaires, connaît une dynamique d'expansion suscitée par le déploiement de politiques de protection sociale au lendemain de la Première Guerre mondiale et d'une restructuration de l'assurance privée¹⁶³⁴. En 1930, un nouvel institut de formation à l'actuariat et aux sciences financières ouvre à Lyon : l'ISFA. C'est dans cet institut que

1629. Voir [Eckes, 2019].

1630. [Mazliak, 2018b].

1631. [Prévoist, 2009].

1632. [Desrosières, 1995].

1633. [Desrosières, 1995].

1634. [Drayfus *et al.*, 2006].

le statisticien allemand Emil Gumbel , réfugié en France depuis 1932, trouve un poste pour enseigner la statistique entre 1934 et 1940 avant de fuir au États-Unis ¹⁶³⁵. Michel Loève y suivra également une formation d'actuaire avant de se lancer dans son travail de thèse. Par ailleurs, un ancien normalien, Henri Galbrun, se tourne vers le domaine des mathématiques actuarielles et enrôle un autre normalien, Jules Dubourdieu ¹⁶³⁶. Ces deux hommes participent activement à transformer ce domaine mathématique en s'appuyant sur les probabilités, comme le montre les 5 fascicules de Galbrun dans le *Traité du calcul des probabilités* ¹⁶³⁷, et intègrent des organismes administratifs de contrôle des assurances. Par ailleurs, les difficultés économiques faisant suite à la Première Guerre mondiale et la crise économique et financière de 1929 suscitent un développement de l'économétrie. Les probabilistes de l'IHP n'ignorent pas ce domaine comme en témoigne la conférence de Jean Ullmo (1905-1980) à l'IHP en 1936. Même si l'IHP s'inscrit dans une logique de renforcement du statut mathématique de la théorie des probabilités, Borel, Fréchet et Darmois restent particulièrement attentifs aux développements des applications aux sciences humaines et économiques. Leur implication dans ces domaines a déjà fait l'objet de recherches fructueuses, mais laisse encore ouvertes des questions. Il reste à déterminer dans quelle mesure les innovations probabilistes, portées notamment par l'IHP, ont été intégrées aux mathématiques actuarielles et financières ainsi qu'à l'économétrie et aux théories économiques ? Mais aussi dans quelle mesure l'expertise mathématique a pu contribuer à façonner les politiques de régulation des assurances, de la finance et de l'économie ? Enfin comment et dans quelle mesure les développements de la statistique, de l'actuariat, de la finance et des sciences économiques s'articulent-ils ?

Ces questions ouvertes invitent donc à poursuivre les recherches sur l'histoire des mathématiques dans la période de l'entre-deux-guerres, déjà investie par les historiens et les historiennes des mathématiques, mais aussi, surtout, à investir la période 1939-1945, malgré les difficultés, ce qui permettrait de prendre pied dans l'histoire des mathématiques en France dans la seconde moitié du XX^e siècle.

1635. [Hertz, 1997].

1636. [Bru, 1994].

1637. Voir [Bustamante *et al.*, 2015].

ANNEXES

———— ANNEXE A ————

ARCHIVES RELATIVES À L'ÉLABORATION DES STATUTS DE
L'IHP

A.1 LETTRE DU DOYEN DE LA FACULTÉ DE SCIENCES (CHARLES MAURAIN) AU
RECTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS DU 13 FÉVRIER 1930 (AN 20010498/130, « DI-
VERS (1928 –1952) »)

‡En réponse à votre lettre du 6 février, j'ai l'honneur de vous faire connaître que la Commission composée de M. le Professeur Émile BOREL , Directeur de l'Institut Henri POINCARÉ, M. le Professeur Jean PERRIN, de la Faculté de Sciences, M. LANGEVIN, Professeur au Collège de France, et présidée par le Doyen, a établi facilement une organisation de l'Institut Henri POINCARÉ d'après les directives qui avaient été approuvées par le Conseil de la Faculté et le Conseil de l'Université.

Cette organisation consiste simplement en ce qui suit :

Les enseignements donnés à l'Institut Henri POINCARÉ comprennent : 1° Des enseignements réguliers de la Faculté correspondant à la chaire de Calcul des probabilités et physique mathématique et à la chaire de Théories physiques. 2° Des cours ou conférences faites par des savants étrangers ou des savants français ne faisant pas partie du personnel, et se rattachant par leurs sujets à ces deux chaires.

Pour ces dernières conférences est prévue, conformément aux conditions de la donation américaine, une rétribution, fixée à 1.000 francs par conférence pour les personnes faisant un nombre de conférences égal ou supérieur à 4 ; pour les personnes faisant un plus grand nombre de conférences, la rétribution peut comporter en plus une somme telle que le conférencier se trouve indemnisé de ses frais de déplacement et de séjour.

De plus, il a été décidé que l'indemnité accordée à un seul professeur au cours d'une

année scolaire ne dépasserait en aucun cas 10.000 Frs même si le nombre des leçons d'un cours était supérieur à 10.

Le Conseil de l'Université, en sa séance du 3 décembre 1928, a donné délégation au Comité de l'Institut Henri POINCARÉ pour choisir et inviter les savants appelés à donner des cours et conférences, (dans la limite du crédit annuel de 75.000 frs affectés à cet objet d'après les conditions de la donation Rockefeller).

Le Comité s'est d'autre part occupé des recettes et dépenses de l'Institut Henri POINCARÉ, et je vous ai transmis par lettre du 15 janvier ses observations et demandes relatives au dépenses de personnel. [signé Charles Maurain]

A.2 PROJET DE STATUT DE L'INSTITUT HENRI POINCARÉ PRÉSENTÉ AU CONSEIL
DE L'UNIVERSITÉ, 1^{ER}DÉCEMBRE 1930 (AN 20010498/130, « CRÉATION ET FONC-
TIONNEMENT »)

M. le Doyen de la Faculté des Sciences soumet au Conseil un projet de statut de
l'Institut Henri Poincaré, projet établi dans sa séance d'hier, par le Comité provisoire de
cet Institut.

Ce projet est ainsi conçu :

Article 1^{er}.— Il est créé au sein de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris un
Institut sous le nom d'Institut Henri Poincaré.

Article 2.— Cet Institut constitue un centre d'enseignement et de recherches scienti-
fiques sur la physique mathématique et théorique et les sciences connexes, telles
que le calcul des probabilités. Un enseignement régulier y est donné par des pro-
fesseurs et maîtres de conférences de la Faculté des Sciences (chaire de calcul des
probabilités et physique mathématique et chaire de théories physiques). Des confé-
rences y sont faites par des savants étrangers ou des savants français ne faisant pas
partie du personnel.

Article 3.— Le conseil d'administration de l'Institut Henri Poincaré comprend :

- Le Doyen de la Faculté des Sciences, président ;
- Les professeurs et maîtres de conférences des chaires indiquées à l'art. 2 ;
- Deux autres professeurs de la Faculté des sciences nommés par le Recteur sur
la proposition du Conseil de la Faculté.
- Deux savants français n'appartenant pas au personnel de la Faculté des sciences,
nommés par le Recteur et pris parmi les personnes ayant donné des conférences
à l'Institut Henri Poincaré

Le Conseil pourra comprendre deux autres personnes nommées sur sa proposition
par le Recteur.

Article 4.— Le Directeur de l'Institut est nommé par le Recteur pour une durée de
cinq ans, renouvelable, sur la proposition du Conseil d'administration. Initialement,
le directeur sera le professeur de la Chaire de calcul des probabilités et physique
mathématique (pour une durée de 5 ans à dater du 1^{er} janvier 1931).

Article 5.— Le Conseil d'administration se réunit au moins une fois par an. Il délibère

sur toutes les questions se rapportant à l'Institut.

Il élit parmi ses membres un Comité de direction formé de 4 ou 5 personnes, auquel il peut déléguer sous son autorité le pouvoir d'assurer dans le détail le fonctionnement de l'Institut.

Chaque année, le directeur présente au Conseil d'administration un rapport sur l'activité de l'Institut.

Article 6.— Les ressources de l'Institut comprennent :

- Le revenu de la somme de 180.000 dollars de l'International Education Board (fonds inaliénable).
- Le revenu du reliquat des fonds affectés par l'International Education Board et M. Edmond de ROTHSCHILD à la construction de l'Institut, le capital de ces fonds pouvant être utilisé s'il est nécessaire pour de grosses réparations ou extensions (avec l'autorisation du Conseil de l'Université).
- Les subventions de l'État, de l'Université de Paris et de la Faculté des Sciences affectées à l'Institut.
- Les subventions, dons, legs, etc. versés à l'Université de Paris avec affectation à l'Institut Henri Poincaré.
- Le produit des droits de travaux pratiques.

Le conseil approuve à l'unanimité le texte qui lui est soumis.

A.3 LETTRE DU MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS À
MONSIEUR LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS, 10 AVRIL 1931. (AN AJ/16/5775,
INSTITUT HENRI POINCARÉ, FINANCEMENT ET RÈGLEMENT)

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts (enseignement supérieur -
2^eBureau) à Monsieur le Recteur de l'Académie de Paris.

Le 16 février 1931 vous m'avez transmis le projet de création et de règlement d'un
"Institut Henri Poincaré" de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

J'ai soumis ce projet au Comité consultatif de l'enseignement supérieur public, lors de
sa session de mars 1931.

Le Comité a donné son approbation de principe à la création de cet Institut. Tou-
tefois, il a fait observer que parmi les sciences connexes, on aurait pu comprendre la
mécanique analytique dont l'appareil mathématique joue un si grand rôle dans les théo-
ries modernes de la Physique (Équations de Lagrange et d'Hamilton, moindre action,
etc).

Je vous serai obligé de vouloir bien donner connaissance de cette observation à la
Faculté des Sciences et au Conseil de l'Université en les invitant à délibérer à nouveau.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Directeur de l'enseignement supérieur

signé : J. Cavalier.

Copie pour exécution à Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences.

Paris, le 13 avril 1931.

Le RECTEUR,

[signature : S. Charléty]

A.4 LETTRE DU DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES À MONSIEUR LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS, 21 AVRIL 1931 (AN 20010498/130, CRÉATION ET FONNCTIONNEMENT).

Le Doyen de la Faculté des SCIENCES

à Monsieur le Recteur de l'Académie de Paris

Comme suite à votre lettre du 10 Avril relative au Règlement de l'Institut Henri Poincaré, j'ai l'honneur de vous faire connaître que la remarque faite par le Ministre (et qui provient non pas comme il est dit par erreur dans la lettre de M. le Ministre du Comité Consultatif, mais de la Section Permanente) n'a pas échappé au Conseil de la Faculté quand il a examiné le projet de règlement de l'Institut Henri Poincaré. Mais l'objet de cet Institut est simplement de réunir les enseignements pour lesquels a été faite la donation de l'International Education Board. C'est en connaissance de cause que le Conseil de la Faculté a adopté à l'unanimité le règlement proposé, et il ne semble pas y avoir lieu à nouvelle délibération à ce sujet.

A.5 PROJET DE RÈGLEMENT ADOPTÉ PAR LE CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ

Article 1^{er}.— Il est créé au sein de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris un Institut sous le nom d'Institut Henri POINCARÉ.

Article 2.— Cet Institut constitue un centre d'enseignement et de recherches scientifiques sur la physique mathématique et théorique et les sciences connexes, telles que le calcul des probabilités. Un enseignement régulier y est donné par des professeurs et maîtres de conférences de la Faculté des Sciences (chaire de calcul des probabilités et physique mathématique et chaire de théories physiques). Des conférences y sont faites par des savants étrangers ou des savants français ne faisant pas partie du personnel.

Article 3.— Le conseil d'administration de l'Institut Henri Poincaré comprend :

- Le Doyen de la Faculté des Sciences, président ;
- Les professeurs et maîtres de conférences des chaires indiquées à l'article 2 ;
- Deux autres professeurs de la Faculté des sciences nommés par le Recteur sur la proposition du Conseil de la Faculté.
- Deux savants français n'appartenant pas au personnel de la Faculté des sciences, nommés par le Recteur et pris parmi les personnes ayant donné des conférences à l'Institut Henri POINCARÉ

Le Conseil pourra comprendre deux autres personnes nommées sur sa proposition par le Recteur.

Article 4.— Le Directeur de l'Institut est nommé par le Recteur pour une durée de cinq ans, renouvelable, sur la proposition du Conseil d'administration. Initialement, le directeur sera le professeur de la Chaire de calcul des probabilités et physique mathématique (pour une durée de 5 ans à dater du 1^{er} janvier 1931).

Article 5.— Le Conseil d'administration se réunit au moins une fois par an. Il délibère sur toutes les questions se rapportant à l'Institut.

Il élit parmi ses membres un Comité de direction formé de 4 ou 5 personnes, auquel il peut déléguer sous son autorité le pouvoir d'assurer dans le détail le fonctionnement de l'Institut.

Chaque année, le directeur présente au Conseil d'administration un rapport sur l'activité de l'Institut.

Article 6.— Pour être étudiant de l'Institut, il faut être inscrit ou immatriculé à la Faculté des Sciences et acquitter, s'il y a lieu, les droits des travaux pratiques fixés pour chacun des enseignements.

Article 7.— Les ressources de l'Institut comprennent :

- Le revenu de la somme de 180.000 dollars de l'International Education Board (fond inaliénable).
- Le revenu du reliquat des fonds affectés par l'International Education Board et M. Edmond de ROTHSCHILD à la construction de l'Institut, le capital de ces fonds pouvant être utilisé s'il est nécessaire pour de grosses réparations ou extensions (avec l'autorisation du Conseil de l'Université).
- Les subventions de l'État, de l'Université de Paris et de la Faculté des Sciences affectées à l'Institut.
- Les subventions, dons, legs, etc. versés à l'Université de Paris avec affectation à l'Institut Henri Poincaré.
- Le produit des droits de travaux pratiques.

—— ANNEXE B ——

LISTE DES INVITÉS ET DES CONFÉRENCIERS.

Nous avons mis en gras les invités qui sont venus faire des conférences. Le nombre entre parenthèses indique le nombre de séances pour chaque conférence.

BAUER, Edmond	1931 (6), 1934 (4), 1937 (2)
BERNSTEIN, Serge	1929, 1934, 1935, 1938
BIRKHOFF, George	1931 (1), 1937 (2)
BLOCH, Félix	1933 (5), 1938 (2)
BLOCH, Léon	1929 (10), 1930 (8), 1931 (6), 1932 (4), 1933 (8)
BOGOLIUBOV, Nikolai	1936 (2)
BOHR, Niels	1937 (2)
BORN, Max	1930 (6), 1937 (6)
BRILLOUIN, Marcel	1929 (2), 1930 (2), 1932 (4), 1937(3)
CABRERA, Blas	1930 (3)
CANTELLI, Francesco	1933 (3)
CARLEMAN, Torsten	1930 (8), 1936 (10)
CASTELNUOVO, Guido	1932 (3)
COMPTON, Arthur	1931
CRAMÉR, Harald	1937 (2)
DARMOIS, George	1929 (4), 1929 (10), 1933 (6)
DARWIN, Charles Galton	1929 (3)
DEBYE, Peter	1930 (6)
DIRAC, Paul	1929 (4), 1939 (4)
DE DONDER, Théophile	1929 (6)
EINSTEIN, Albert	1929 (?)
ELSASSER, Walter	1934 (4), 1934 (4)
EWALD, Paul	1932 (4)
FERMI, Enrico	1929 (3), 1932 (3)
DE FINETTI, Bruno	1935 (4)
FISHER, Ronald	1938 (?)
FOWLER, Ralph	1930 (?)
FRÉCHET, Maurice	1937 (2)
FRENKEL, Jacov	1934
FRISCH, Ragnar	1933 (8)

GAMOW, George	1933 (4), 1938 (2)
GOUDSMIT, Samuel	1931 (3)
GULDBERG, Alf	1932 (4), 1934 (1)
GUMBEL, Emil	1932 (6), 1933 (4), 1938 (8)
DE HAAS, Wander	1932 (3)
HEITLER, Walter	1933 (5)
HENRI, Victor	1931 (8), 1934 (4)
HENRIOT, Émile	1935, 1936, 1937
HOSTINSKÝ, Bohuslav	1930 (6), 1937 (4)
HYLLERAAS, Egil	1936 (6)
KLEIN, Oskar	1939 (6)
KOLMOGOROV, Andreï	1934 (6)
KOSTITZIN, Vladimir	1929 (2)
KRAMERS, Harald	1930 (2)
KRONIG, Ralph	1936 (6)
KRYLOV, Nikolai	1935
LÉVY, Paul	1929 (1), 1935 (2)
LONDON, Fritz	1935 (3)
MANDELBROJT, Szolem	1935 (6)
MANNEBACK, Charle	1933 (3)
MAZURKIEWICZ, Stefan	1938
MILLIKAN, Robert	1931 (1)
MILNE, Edouard	1931
VON MISES, Richard	1931 (3)
MORSE, Marston	1938 (1)
MOTT, Nevill	1932 (4)
VON NEUMANN, John	1936 (4)
NEYMAN, Jerzy	1936 (6)
NORDHEIM, Lothar	1934 (3)
ONICESCU, Octav	1937 (2)
PAULI, Wolfgang	1935 (3)

PEIERLS, Rudolf	1934 (4)
PERRIN, Francis	1930 (2), 1932 (2)
PLACZEK, George	1938 (2), 1938 (10)
POLLACZEK, Félix	1939 (4)
PÓLYA, George	1929 (6)
POPOFF, Kyrille	1930 (?)
RAMAN, Chandrashekara	1929 (2)
REICHENBACH, Hans	1937 (6)
ROCARD, Yves	1930 (2)
ROSENFELD, Léon	1931 (?)
SCHRÖDINGER, Erwin	1931 (5)
SOMMERFELD, Arnold	1931 (3)
STEFFENSEN, Johan	1931 (2)
TORNIER, Erhard	1939
TRICOMI, Francesco	1938 (4)
UHLENBECK, George	1936 (4)
ULLMO, Jean	1938 (4)
DE LA VALLÉE POUSSIN, Charles	1931 (4)
VAN VLECK, John	1939 (8)
VOLTERRA, Vito	1929 (10), 1930 (3), 1931 (4), 1932 (3), 1933 (3), 1934 (3), 1936 (1)
VRANCEANU, Gheorghe	1935 (1)
WAVRE, Rolin	1932 (4)
WHITTAKER, Edmund	1938

—— ANNEXE C ——

LISTE DES CONFÉRENCES

Nous présentons les titres des conférences, réparties par thématique. Le cas échéant, le titre dans les *AIHP* et l'année de publications sont parenthèses. Le symbole (*) signifie que la conférence à été reclassée dans la thématique car le conférencier a fait une autre conférence dans cette thématique.

C.1 CONFÉRENCES DANS LA THÉMATIQUE « PROBABILITÉ »

- 1929 Darmois, G. Lois statistiques, corrélation et covariation avec applications à l'hérédité, aux sciences sociales et économiques. (*La méthode statistique dans les sciences d'observation*, 1932)
- Darmois, G. Statistique et dynamique stellaires
- Lévy, P. (*) Sur le théorème fondamental de la théorie des erreurs (*idem*, 1930)
- Pólya, G. Sur quelques points de la théorie des probabilités (*idem*, 1930)
- 1930 Hostinský, B. Sur l'application du Calcul des probabilités à l'étude du mouvement brownien. Problème sur la diffusion et sur le mélange des liquides. Chaînes de Markoff. Équation fonctionnelle de Smoluchowski. Équilibres statistiques analysés par le calcul des valeurs moyennes successives. (*Application du calcul des probabilités à la théorie du mouvement Brownien*, 1932)
- 1931 von Mises, R. Calcul des probabilités, fondements et applications (1933)
- Steffensen, J. Sur la probabilité que s'éteigne la descendance d'une personne. Mesures de dépendance entre les événements fortuits. (*Deux problèmes du calcul des probabilités*, 1933)
- 1932 Castlenuovo, G. Sur le problème des moments, sur quelques questions de géométrie et d'arithmétique asymptotique (*Sur quelques problèmes se rattachant au calcul des probabilités*, 1933)
- Guldberg, A. Fonction de fréquence (lois des probabilités) et séries statistiques (*Les fonctions de fréquence discontinues et les séries statistiques*, 1933)
- Gumbel, E. (*) Les fonctions appelées biométriques

- 1933 Cantelli, F. Considérations diverses sur la convergence dans le calcul des probabilités (*Considérations sur la convergence dans le calcul des probabilités*, 1935)
- Darmonis, G. (*) Sur l'accord des théories et des observations
- Frisch, R. Problèmes et méthodes de l'économétrie. 1/ Problèmes et méthodes de l'économétrie. Fondements philosophiques de l'économétrie. La méthode axiomatique. L'utilité en tant que quantité. 2/ Exemples de théorie économétriques statiques et semi-statiques. Monopole, polypole. La notion de force. 3/ Qu'est-ce qu'une théorie "dynamique" ? Propriétés des systèmes déterminés et indéterminés. 4/ Exemples de théories économétriques dynamiques. Oscillations des systèmes clos. La théorie des crises. 5/ La création des cycles par des chocs aléatoires. Synthèse entre le point de vue probabiliste et le point de vue des lois dynamiques déterminées. 6/ La construction statistique des fonctions économétriques. Equation autonomes et équations confluentes. Le danger des analyses à plusieurs variables. 7/ La technique des séries temporelles. Décomposition des séries. Opérations linéaires et leur problème d'inversion. 8/ Conclusion : La signification des lois sociales et mécaniques. Invariance et rigidité. Remarques sur une philosophie du chaos.
- Gumbel, E. Les valeurs extrêmes des distributions statistiques (*idem*, 1935)
- 1934 Guldberg, A. Sur les lois de probabilité et la corrélation (*idem*, 1935)
- Kolmogorov, A. N. La théorie des mouvements aléatoires

- 1935 De Finetti, B. De la prévision : ses lois logiques, ses sources subjectives. La logique du probable. L'évaluation d'une probabilité. Evénements et nombre aléatoires "équivalents". Observation et prévision (*De la prévision : ses lois logiques, ses sources subjectives*, 1937)
- Lévy, P. Sur quelques points de la théorie des probabilités dénombrables. Principes généraux. Cas dans lesquels une probabilité ne peut-être que zéro ou un. La loi forte des grands nombres et son extension aux suites de variables aléatoires enchaînées. (*Sur quelques points de la théorie des probabilités dénombrables*, 1936)
- 1936 Neymann, J. Les problèmes d'estimation statistique et de vérification des hypothèses
- 1937 Cramér, H. Quelques problèmes classiques de la théorie des probabilités et leur développement moderne
- Fréchet, M. Progrès récents dans les théories de probabilités en chaîne
- Hostinsky, B. Sur les probabilités relatives aux variables aléatoires liées entre elles. Applications à la recherche des phénomènes réversibles. (*Sur les probabilités relatives aux variables aléatoires liées entre elles. Applications diverses*. 1937)
- Onicescu, O. Sur l'allure asymptotique des chaînes, applications à la physique de la notion de chaîne
- Reichenbach, H. Les fondements logiques du calcul des probabilités (*idem*, 1937)
- 1938 Gumbel, E. La théorie statistique des inondations
- Tricomi, F. Les transformations de Fourier, Laplace et Gauss et leurs applications au calcul des probabilités et à la statistique mathématique (*idem*, 1938)
- 1939 Pollaczek, F. L'application de la théorie des fonctions au calcul de certaines probabilités géométriques. Calcul de l'encombrement des réseaux téléphoniques. (*Sur l'application de la théorie des fonctions au calcul de certaines probabilités continues utilisées dans la théorie des réseaux téléphoniques*, 1946)

C.2 CONFÉRENCES DANS LA THÉMATIQUE « QUANTIQUE »

- 1929 Darwin, C.G. Quelques aspects de la théorie ondulatoire de la matière (*La théorie ondulatoire de la matière*, 1930)
- Dirac, P. 1) Base statistique de la mécanique quantique. 2) Théorie relativiste de l'électron. 3-4) Mécanique quantique des systèmes à nombreux électrons. (*Quelques problèmes de mécanique quantique*, 1930)
- Fermi, E. Questions générales relatives à l'interprétation de la mécanique quantique (*La théorie du rayonnement*, 1930)
- 1930 Born, M. Quelques problèmes de mécanique quantique (*Quelques problèmes de mécanique quantique*, 1930)
- Kramers, H. La rotation des molécules polyatomiques et remarques sur quelques théorèmes généraux dans la mécanique quantique
- Perrin, F. Transfert d'activation, désactivation et activation induite par résonance en mécanique ondulatoire
- 1931 Bauer, F. Éléments de la théorie des groupes et applications à la mécanique quantique (*Introduction à la théorie des groupes et à ses applications en physique quantique*, 1933)
- Bloch, L. Résonance quantique et affinité chimique (*idem*, 1932)
- Rosenfeld, L. La théorie quantique des champs (*idem*, 1932)
- Schrödinger, E. Sur la théorie relativiste de l'électron et l'interprétation de la mécanique quantique (*idem*, 1932)
- 1933 Bloch, F. Théorie ondulatoire des problèmes de chocs et du passage des particules chargées à travers la matière
- Heitler, W. La théorie quantique des forces de valences (*idem*, 1933)
- Manneback, C. La théorie quantique de la diffusion de la lumière et l'effet Raman

- 1934 Bauer, E. Sur quelques points de la théorie quantique de la valence chimique
- Henri, V. La réaction chimique. Dissociation des molécules bi et polyatomiques. Calcul de l'énergie de dissociation par la convergence des termes de vibration et par les limites de prédissociation des spectres. Types différents de dissociation des molécules. Classification des réactions chimiques. Énergie d'activation des molécules. Nombre de chocs actifs et cinétiques des réactions. Analyse des réactions chimiques par la mécanique quantique. Résultats expérimentaux
- 1935 Pauli W. Contribution mathématiques à la théorie des matrices de Dirac, la théorie relativiste pour des particules avec statistique de Einstein-Bose (*Contributions mathématiques à la théorie des matrices de Dirac. Théorie quantique relativiste des particules obéissant à la statistique de Einstein-Bose, 1936*)
- 1936 von Neumann, J. Géométries à dimensions continues et leurs applications dans la théorie des quanta
- 1937 Bauer, E. (*) Sur quelques points de la théorie des solides et de celle des liquides
- Bohr, N. Les mesures en mécanique quantique et la physique nucléaire
- 1938 Placzek, G. Optique quantique

C.3 CONFÉRENCES DANS LA THÉMATIQUE « SPECTRE »

- 1929 Bloch, L. Structure des spectres et structure des atomes
Raman, C. Étude sur la structure des molécules
- 1930 Bloch, L. Spectre de bandes et constitution des molécules (*Introduction à l'étude des spectres de bandes et de la constitution des molécules*, 1930)
- 1931 Goudsmit, S. La théorie moderne des spectres atomiques
Henri, V. Spectres moléculaires et structure des molécules. 1) Etats électroniques des molécules biatomiques. Relations avec les états électroniques des atomes. Formation des molécules d'après la mécanique ondulatoire. Rôle du spin des électrons et du spin nucléaire. Molécules ortho et para. 2) Spectres vibratoires des molécules bi et polyatomiques isotones. Prédissociation et dissociation des molécules. 3) Spectres de rotation des molécules. Moments d'inertie. Isotopes. Dissociation par rotation des molécules. 4) Phénomènes de résonance. Conditions d'échange d'atomes entre les molécules. Calcul des conditions de production des réactions chimiques. Grandeurs fondamentales des molécules et énergie d'activation chimique.
- Sommerfeld, A. Photoélectricité. Distribution des vitesses des électrons provenant des couches K et L, effet P. Auger. Diamètre Apparent des atomes pour les électrons faibles vitesses, effet Ramsauer. Spectre continu des rayons X. (*Sur quelques problèmes de mécanique ondulatoire*, 1932)

- 1932 Bloch, L. (*) Les règles de sélections et leurs applications
Ewald, P. Les fondements de la Théorie de l'optique cristalline depuis le spectre visible jusqu'aux rayons X. 1) Le problème physique. 2) Traitement mathématique pour la lumière visible. 3) Traitement mathématique pour les rayons X. 4) Jonction des deux méthodes. (*Optique cristalline (lumière et rayons X) Interaction des atomes par rayonnement*, 1938)
- Fermi, E. Les fréquences caractéristiques des molécules polyatomiques et l'effet Raman dans les molécules et les cristaux
- Mott, N. Les progrès récents dans la théorie du noyau, la diffraction des électrons par les atomes de gaz (*Théorie de l'absorption interne des rayons gamma, la diffusion des électrons par les atomes d'un gaz*, 1933)
- Perrin, F. Influence du spin des noyaux atomiques sur leurs propriétés dynamiques. Spectres de bandes et collisions. (*Interaction entre atomes normal et activé. Transferts d'activation. Formation d'une molécule activée*, 1933)
- 1933 Bloch, L. (*) Théorie des vibrations moléculaires
Gamow, G. Les idées actuelles sur le noyau atomique. (*Les noyaux atomiques*, 1935)
- 1934 Elsasser, W. Structure des noyaux atomiques (*La structure des noyaux atomiques complexes*, 1935)
- 1936 Hylleraas, E. 1) Potentiel des molécules diatomiques. Sa détermination à partir des spectres de bandes moléculaires. 2) Méthode de résolution de l'équation d'onde d'un électron dans le champ de force de deux noyaux atomiques. Problème de l'ion moléculaire d'hydrogène. (*Équation d'ondes d'un électron dans le champ de forces de deux noyaux atomiques Problème de l'ion moléculaire d'hydrogène*, 1937)
- Uhlenbeck, G. Théorie du spectre continue beta
- 1938 Gamow, G. Transformation nucléaire et évolution des étoiles (*L'évolution des étoiles du point de vue de la Physique moderne*, 1938)
- Placzek, G. La spectroscopie des neutrons lents

C.4 CONFÉRENCES DANS LA THÉMATIQUE « MAGNÉTISME »

- 1929 Donder (de), Th. La gravifique einsteinienne. 1) Le champ gravifique massique. 2) Le champ gravifique électromagnétique. 3) Application à la mécanique ondulatoire. 4) Électromagnétique des corps en mouvement. 5) Électromagnétostriction et thermodynamique relativiste. 6) Synthèse (*La gravifique einsteinienne, six conférences données à l'Institut Henri Poincaré, 1930*)
- Einstein, A. Théorie unitaire du *champ* physique (*idem, 1930*)
- 1930 Cabrera, B. L'état actuel dans les théories du diamagnétisme et du paramagnétisme. Les propriétés magnétiques de la matière à l'état gazeux, les propriétés magnétiques aux états condensés, les mouvements atomiques et le champ moléculaire (*Magnétisme atomique, 1932*)
- Fowler, R. Théorie de l'absorption interne des rayons gamma pour le radium C' et les progrès récents de la théorie du magnétisme (*Sur quelques problèmes de radioactivité et de ferromagnétisme, 1932*)
- 1934 Elsasser, W. Quelques propriétés de l'électron magnétique
- 1937 Born, M. Théorie non-linéaire du champ électromagnétique (*Théorie non-linéaire du champ électromagnétique, 1937*)
- Brillouin, M. Qu'apprend-on de l'intérieur du globe par les mesures faites à sa surface, pesanteur, magnétisme. (*idem, 1938*)
- 1938 Bloch, F. Le moment magnétique du neutron (*Le moment magnétique du neutron, 1938*)

- 1939 Dirac, P. La théorie de l'électron et du champ électromagnétique (*idem*, 1939)
- Klein, O. Relativité classique à cinq dimensions, une théorie des champs chargés, l'équation de Dirac pour deux spin arbitraires
- van Vleck, J. Développements récents de la théorie du magnétisme. 1) Le paramagnétisme des atomes libres et des ions. 2) Le paramagnétisme des terres rares à basses température. 3–4) Le paramagnétisme des sels du groupe du fer. 5) Démagnétisation adiabatique et production de très basses températures. 6) Relaxation paramagnétique. Absorption et dispersion paramagnétique aux fréquences de la TSF. 7) Ferromagnétisme. 8) Anisotropie ferromagnétique. (*Quelques aspects de la théorie du magnétisme*, 1947)

C.5 CONFÉRENCE DANS LA THÉMATIQUE « ÉQUATION »

- 1929 Brillouin, M. (*) Quelques problèmes de physique mathématique non encore résolus. Propagation des changements d'états, forme des surfaces de discontinuité des liquides dans l'espace, ligne de tourbillons partant des pointes des ailes d'avions, etc. (*Sur quelques problèmes non résolus de la Physique Mathématique classique Propagation de la fusion*, 1930)
- Kostizin, V. Sur quelques applications des équations intégrales (*idem*, 1930)
- Volterra, V. (*) Dynamique biologique et énergétique héréditaire
- 1930 Brillouin, M. Quelques propriétés d'une équation aux dérivées partielles hyperbolique (*idem*, 1930)
- Carleman, T. Théorie des équations intégrales singulières et ses applications (*idem*, 1930)
- Volterra V. Mécanique des fluides et équations intégrales-différentielles et fonctionnelles
- 1931 Birkhoff, G. Quelques questions sur les équations différentielles ordinaires dans le domaine réel. (*Sur l'existence de régions d'instabilité en Dynamique*, 1932)
- Volterra, V. Équations aux dérivées partielles et théorie des fonctions (*idem*, 1933)
- 1932 Brillouin, M. Examen de quelques problèmes naturels à connexion multiple, dans le plan, sur la sphère, et. Fonctions multipolaires sur la sphère. (*Équations aux dérivées partielles du 2e ordre. Domaines à connexion multiple. Fonctions sphériques non antipodes*, 1933)
- Volterra, V. Les équations différentielles linéaires
- 1933 Volterra, V. Fonctionnelles analytiques et équations du type hyperbolique
- 1934 Volterra, V. (*) Les distorsions élastiques et les mouvements dans des corps à l'intérieur desquels existent des mouvements cycliques

- 1936 Carleman, T. (*) Problèmes mathématiques dans la théorie cinétique des gaz
Volterra, V. Les fluctuations biologiques
- 1937 Birkhoff, G. (*) Sur une classe étendus de fonctions analytiques et sur
quelques problèmes non résolus de la dynamique (*Déformations
analytiques et fonctions auto-équivalentes*, 1939)

C.6 CONFÉRENCES NON CLASSÉES

- 1930 Debye, P. Les électrolytes forts
Popoff, K. Le mouvement d'un point matériel dans un milieu résistant (*idem*, 1932)
Rocard, Y. L'hydrodynamique d'après la théorie cinétique des gaz. Quelques questions concernant la théorie des fluctuations
- 1931 Millikan, R. Sur les radiations cosmiques (*Sur les rayons cosmiques*, 1933)
de la Vallée Poussin Extension de la méthode de balayage de Poincaré, Théorie du potentiel et Problème de Dirichlet (*Extension de la méthode du balayage de Poincaré et problème de Dirichlet*, 1932)
- 1932 de Haas, W. La supra conductivité
Wavre, R. Figures d'équilibre et géodésie. 1) Le procédé uniforme. 2) Les approximations successives. 3) La figure de la Terre. 4) Les petits mouvements des astres fluides. (*Sur le mouvement des astres fluides*, 1933)
- 1934 Nordheim, L. La théorie du rayonnement pour des particules d'une énergie très élevée. Matérialisation et destruction de la matière, freinage des rayons cosmiques. (*Théorie des chocs et du rayonnement pour les énergies élevées (Freinage et rayonnement des particules constituant les rayons cosmiques; création et destruction de la matière)*, 1936)
Peierls, R. Quelques propriétés typiques des corps solides (*idem*, 1935)
Schouten, J. La théorie projective de la relativité (*idem*, 1935)
- 1935 London, F. Théorie phénoménologique de la supra conductivité
Mandelbrojt, S. Sur un problème d'unicité des séries de Fourier
Vranceanu, G. Les espaces non holonomes et leurs applications mécaniques
- 1936 Bogolioubov, N. Quelques recherches récentes de mécanique non linéaire
Kronig, R. Le neutrino (*idem*, 1936)

- 1938 Fisher, R. A. Biologie et mathématiques
Morse, M. Sur le calcul des variations
Ullmo, J. Statique et dynamique économiques, quelques types de problèmes (*Recherches sur l'équilibre économique*, 1938)

———— ANNEXE D ————

ÉLÉMENTS DE BIOGRAPHIE ET ARCHIVES RELATIVES AUX INVITATIONS

Nous présentons ici certains éléments biographiques des invités de l'IHP ainsi que les éléments disponibles concernant leurs invitations dans les dossiers d'invitations conservés à la bibliothèque de l'IHP. Nous insistons principalement sur le parcours géographique et institutionnel de ces savants jusqu'en 1939-1940.

D.1 SERGE BERNSTEIN

Éléments biographiques. Sergeï N. Bernstein (1880-1968)¹⁶³⁸ naît et fait sa scolarité à Odessa (Ukraine). En 1898, il part à Paris, accompagné de sa sœur¹⁶³⁹, pour y étudier à l'université. Après une première année, Bernstein décide de faire ses études à l'École d'électrotechnique supérieure à Paris. En 1902, il part à Göttingen étudier les mathématiques. Il revient à Paris pour soutenir une thèse de mathématiques à la Sorbonne en 1904 devant un jury composé de Picard, Poincaré et Hadamard. Il part ensuite à Heidelberg où il reste jusqu'en 1905. Il part ensuite à Saint Pétersbourg où il doit passer plusieurs examens, les grades universitaires étrangers n'étant alors pas reconnus en Russie.

Il commence ensuite une carrière d'enseignant en 1907, d'abord à St Pétersbourg, puis à Kharkov à partir de 1908. En 1910, il séjourne à Göttingen. Il soutient une thèse de mathématiques à l'université de Kharkov en 1913. Entre 1908 et 1918, il enseigne à l'université pour femmes de Kharkov, entre 1912 et 1918 il enseigne à l'école commerciale de cette ville. En 1920, il est nommé professeur de l'université de Kharkov. Entre 1922 et 1924, Bernstein voyage en Allemagne et en France. En particulier il donne des cours

1638. Voir [O'Connor et Roberston, 2010, Aleksandrov *et al.*, 1969], [Steffens, 2006, 175-179].

1639. Notons que sa sœur ne repartira plus de Paris et mènera une carrière à l'Institut Pasteur, donc dans le milieu scientifique parisien.

sur les probabilités à Paris. Il est élu à l'Académie des sciences de Russie puis d'Ukraine en 1924 et en 1925 respectivement. Il devient directeur de l'Institut de mathématiques de Kharkov en 1928. Il devient membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris la même année. Son opposition à la « dialectique mathématique »¹⁶⁴⁰ lui fait perdre son poste de directeur de l'Institut de mathématique de Kharkov où il reste cependant professeur. Il devient directeur du département de probabilité et de statistique de l'Institut de mathématique de Leningrad (St Pétersbourg) en 1932 et commence à enseigner à l'université de la ville en 1934.

Invitations de Bernstein. Une première invitation, de la part de Borel, est envoyée à Bernstein par Mme Lattès en mai 1929¹⁶⁴¹. L'invitation offre à Bernstein de venir faire 6 ou 10 leçons sur le calcul des probabilités et en particulier sur les travaux de Markov pendant l'hiver. Mlle Aïtoff, sœur de Bernstein, répond que Bernstein accepte le principe de venir faire des leçons sur les probabilités¹⁶⁴², mais en novembre 1929, Bernstein renonce à faire ses conférences pour l'hiver 1929 et propose de repousser d'un an¹⁶⁴³.

Bernstein renouvelle cette proposition en décembre 1929 et demande une invitation venant du directeur de l'Institut pour obtenir une autorisation¹⁶⁴⁴. Cette deuxième invitation est envoyée en février 1930. Bernstein accepte l'invitation¹⁶⁴⁵ mais en octobre 1930, il n'a toujours pas reçu l'autorisation d'aller à Paris¹⁶⁴⁶. Il suggère que l'IHP se mette en contact avec la « Société des relations scientifiques entre la Russie et la France. » Il propose le titre « Sur les quantités aléatoires non indépendantes et les chaînes de A. Markov » pour le mois de Janvier 1931¹⁶⁴⁷. En février 1931, Bernstein n'a toujours pas

1640. « During the first All Union Congress of Mathematicians in Kharkiv (June 24–29, 1930) S. N. Bernstein was not spared a political interference into mathematics. A problem formulated for the congress was read as 'Application of the method of dialectic and historical materialism to the history of mathematics and its underpinning' and it was also suggested to apply this method to mathematical research. Bernstein wrote an answering letter in the journal of the Kharkiv physico-chemico-mathematical institute, which was spread in a large number of issues, where he proclaimed that dialectic materialism leads to mathematical illiteracy. Consequently he was removed from his post as director of the mathematical institute, but remained there as a professor until 1932 in spite of all attacks against him. » [Steffens, 2006, 177].

1641. Lettre du 17 mai 1929.

1642. Lettre du 24 mai 1929.

1643. Lettre 25 novembre 1929 de Bernstein écrite à Mme Fournier

1644. Lettre du 22 décembre 1929 de Bernstein à Borel.

1645. Lettre du 19 mars 1930 de Bernstein à Fournier.

1646. Lettre du 23 octobre 1930 de Bernstein à Fournier.

1647. Une lettre non datée, adressée au Doyen de la Faculté des sciences de Paris, communique également ces informations.

reçu l'autorisation et renonce à son invitation ¹⁶⁴⁸.

En octobre 1931, l'invitation est renouvelée pour la troisième fois ¹⁶⁴⁹. Bernstein accepte et propose que l'IHP se mette en contact avec l'Académie des sciences de Leningrad et avec le Comité des relations scientifiques entre la France et l'URSS. Il espère avoir une réponse pour l'autorisation d'ici 2 à 3 mois et propose de venir en mars 1932 pour faire ses conférences, mais finalement renonce.

En avril 1934, une quatrième invitation est envoyée à Bernstein ¹⁶⁵⁰. Fournier y précise qu'il s'agit de faire 6 conférences sur un sujet de son choix, dédommagées 6 000 frs. Elle précise que l'invitation a été transmise aux ministère des Affaires étrangères. Bernstein répond que si le « gouvernement [juge] utile [qu' il] aille à Paris dans ce but » il propose de faire ses conférences en novembre sur les équations aux différences et les équations différentielles stochastiques ¹⁶⁵¹. En novembre 1935, le comité de direction propose à Bernstein de faire ses conférences à l'occasion de sa venue à Paris ¹⁶⁵².

En 1938, le comité de direction fait une cinquième invitation à Bernstein ¹⁶⁵³. Bernstein accepte sous réserve d'obtenir l'autorisation de voyager provenant du gouvernement et propose de faire ses conférences entre le 15 janvier et la fin mai 1939. Une lettre du 16 décembre 1938 de Borel au doyen de la faculté des sciences lui demande d'appuyer l'invitation faite à Bernstein auprès du ministre des Affaires étrangères.

D.2 GEORGE BIRKHOFF

Éléments biographiques George David Birkhoff (1884-1944) ¹⁶⁵⁴ fait ses études à Chicago de 1896 à 1902. Il étudie ensuite à Harvard jusqu'en 1905 après l'obtention de son Bachelor. Il retourne ensuite à Chicago où il soutient une thèse en 1907. Il enseigne à l'université du Wisconsin (Madison) de 1907 à 1909. En 1909, il part enseigner à l'université de Princeton où il obtient un poste de professeur en 1911. En 1912 il accepte un poste de professeur-assistant à l'université de Harvard. En 1919 il devient professeur de cette université. Il est nommé doyen de la faculté des sciences de cette université pour la période 1937-

1648. Lettre du 26 février 1931 de Bernstein à Fournier.

1649. Lettre du 18 octobre 1931 de Bernstein à Fournier

1650. Lettre du 12 avril 1934 de Fournier à Bernstein.

1651. Lettre du 12 mai 1934 de Bernstein à Fournier.

1652. Lettre du 12 novembre 1935

1653. Lettre du 1^{er} décembre 1938 de Bernstein à Fournier.

1654. [Veblen, 2001, O'Connor et Robertson, 2001, Siegmund-Schultze, 2001]

1939. Il s'implique activement dans l'*American Mathematical Society* (vice-président en 1919, éditeur des *Transactions* entre 1921 et 1924, président en 1925 et 1926). Il est un interlocuteur de l'*International Education Board*, notamment parce qu'il entretient des relations avec des mathématiciens européens.

Invitations de Birkhoff La première invitation envoyée à Birkhoff date de 1931¹⁶⁵⁵. Elle fait suite à une discussion entre Maurain, Perrin et Drach. Un reçu du 1^{er} mai 1931 assure le paiement de 1 000 frs et confirme la réalisation de la conférence.

Une deuxième invitation est envoyée en 1936¹⁶⁵⁶. L'invitation est envoyée directement par Borel. Ce dernier souhaite profiter de la présence de Birkhoff, récipiendaire d'un doctorat *honoris causa* de la faculté des sciences de Paris, pour lui demander une conférence. En avril et en mai, Fournier demande des précisions sur les conférences et le séjour de Birkhoff à Paris¹⁶⁵⁷. Une lettre datée du 5 juin 1937, confirme le paiement d'une indemnité de 2 000 frs et donc la réalisation de la conférence.

D.3 FELIX BLOCH

Éléments biographiques Felix Bloch (1905-1983)¹⁶⁵⁸ naît à Zürich où il fait l'ensemble de sa scolarité. Il entre à l'Institut fédéral de technologie de Zürich en 1924. Bloch voyage pour étudier à Leipzig (où il soutient sa thèse en 1928), Utrecht, Haarlem, Copenhagen, Paris, Rome et enfin à Stanford où il arrive en 1934. Ce départ pour Stanford (Californie) permet à Bloch de fuir le nazisme. Il y obtient le poste de professeur assistant en 1934.

Invitations de Bloch La première invitation est envoyée en mai 1933¹⁶⁵⁹, sur une proposition de Léon Brillouin. Fournier transmet à Félix Bloch l'invitation faite par le comité de direction de l'IHP à faire 4 ou 5 conférences sur le sujet qu'il souhaite entre le 9 et le 20 juin¹⁶⁶⁰. Une rédaction de ses conférences lui est demandée pour être publiée dans les *Annales de l'IHP*. Félix Bloch accepte et propose de faire une conférence sur la « Théorie ondulatoire de problèmes de chocs et du passage de particules chargées à travers la

1655. Lettre du 22 avril 1931 de Maurain à Fournier.

1656. Lettre du 14 février 1936 de Borel à Birkhoff.

1657. Lettre du 28 avril 1937 et lettre du 20 mai 1937.

1658. [Hofstadter, 1994].

1659. Lettre du 12 mai 1933 de Louis de Broglie à Fournier.

1660. Lettre du 16 mai 1933.

matière » et propose de faire 5 conférences¹⁶⁶¹. Fournier ajoute qu'il sera indemnisé à hauteur de 5 000 frs et que les conférences durent une heure avec une extension tolérée de 15 à 20 minutes¹⁶⁶². Bloch signe deux mandats (un de 1 000 frs et un de 4 000 frs).

La seconde invitation est envoyée en décembre 1927¹⁶⁶³. Bloch propose de faire des conférences sur « le spin et le moment magnétique du neutron, non seulement du point de vue théorique mais aussi de celui des expériences récemment faites avec des neutrons lents (Polarisation et diffusion dans l'ortho- et parahydrogène) ». Il propose de faire ces conférences autour du 20 janvier ou vers la fin février. En janvier, Fournier envoie une invitation à faire deux ou trois conférences sur le sujet de son choix et à la date de son choix¹⁶⁶⁴, lui demande une rédaction et précise qu'il sera indemnisé de 2 000 frs. Bloch accepte l'invitation¹⁶⁶⁵ et propose une conférence intitulée « Le moment magnétique du neutron » les samedi 26 et lundi 28. Fournier précise à Bloch que les conférences durent entre 1h et 1h30 et lui propose des heures¹⁶⁶⁶. Le 23 janvier Bloch communique son approbation. Le 2 février 1938, Borel écrit au Doyen pour demander un mandat de 2 000 frs destiné à Bloch. Le 10 et le 11, Bloch et Malécot échangent au sujet des dates pour savoir s'il est possible de les changer à cause des congés de mardi gras, ce dernier expliquant que les auditeurs sont des professeurs et des étudiants. Finalement, la conférence du lundi est décalée à cause de la superposition avec une séance de l'Académie des sciences. Un récépissé non daté stipule le versement du mandat de 2 000 frs à Bloch.

D.4 LÉON BLOCH

Éléments biographiques Léon Bloch est né à Soult en Alsace le 18 juillet 1876. Son frère cadet, Eugène, est également né à Soult en Alsace le 10 juin 1878. La famille quitte l'Alsace sous domination allemande et s'installe à Paris. Léon Bloch est reçu au concours d'entrée de l'École normale supérieure en 1894 (section lettres). Agrégé de philosophie, puis docteur ès lettres en 1908, il s'oriente, à partir de 1912, vers la physique et s'associe avec son frère cadet Eugène pour étudier le spectre des atomes. Eugène Bloch entre à

1661. Lettre du 18 mai 1933.

1662. Lettre du 20 mai 1933.

1663. Lettre du 23 décembre 1937 de Félix Bloch à Perrin. La lettre ne précise pas s'il s'agit de Jean ou du fils Francis.

1664. Lettre du 14 janvier 1938 de Fournier à F. Bloch.

1665. Lettre 18 janvier 1938 de Félix Bloch à Mme Fournier.

1666. Lettre du 19 janvier 1938 de Mme Fournier à Félix Bloch.

l'École normale supérieure en 1897. Reçu premier à l'agrégation de sciences physiques en 1900, il devient docteur ès sciences en 1904. Préparateur à l'ENS en 1905, chargé de conférences à L'École supérieure d'électricité en 1919 à la section de radiotélégraphie et professeur à la Sorbonne (1922-1940), il succède en 1937 à Henri Abraham à la direction du laboratoire de physique de l'ENS. Eugène Bloch est bien inséré dans le milieu scientifique universitaire parisien.

Invitations de Léon Bloch La première invitation date de mai 1929¹⁶⁶⁷. Mme Lattès communique la proposition du comité de direction de l'IHP pour faire 10 conférences qui aurait lieu à l'amphithéâtre de l'Institut de chimie physique. Léon Bloch accepte¹⁶⁶⁸, demande s'il sera assisté pour les projections et propose de commencer le 16 ou le 18 mai. Il demande de déplacer la séance du 16 mai 1929 car il y a une séance de la Société de physique et propose une conférence intitulée « Structure des spectre et structure des atomes ». Le 23 mai 1929, Bloch signe un récépissé du versement de 10 000 frs.

La deuxième invitation date de janvier 1930¹⁶⁶⁹. Il propose de faire 8 conférences sur le « Spectre de bandes et constitution des molécules » à partir du 1^{er} mars, demande le nombre de pages de rédaction et demande à pouvoir utiliser une projection. Le 11 avril 1930, il demande quand il pourra lui remettre le manuscrit qui est prêt.

La troisième invitation est envoyée en mars 1931¹⁶⁷⁰. Bloch propose de faire 6 conférences sur la théorie des quanta et la chimie intitulée « Résonance quantique et affinité chimique. Rappel des principes de la mécanique quantique. Systèmes dégénérés. Théorie de la résonance. L'atome d'hélium. La molécule d'hydrogène. Valence de spin. Valence orbitale. Valences dirigées. » Le 3 juin 1931, Borel écrit au recteur de l'académie de Paris pour demander la préparation d'un mandat de 6 000 frs au nom de Léon Bloch. Le 11 juin 1931, Bloch demande à Fournier si les cours ont lieu malgré les congés officiels.

La quatrième invitation est acceptée en février 1932¹⁶⁷¹. Il propose de faire quatre conférences sur les « Règles de sélection et leurs applications » en avril. Le 17 février 1932, Borel demande au recteur d'établir un mandat de 4 000 frs au nom de Léon Bloch.

La cinquième invitation est envoyée en janvier 1933¹⁶⁷². Il accepte de faire 6 à 8

1667. Lettre du 1er mai 1929 de J.S.Lattès à Léon Bloch

1668. Lettre du 3 mai 1929

1669. Lettre du 17 janvier 1930 de Léon Bloch à Fournier

1670. Lettre du 9 mars 1931 de Mme Fournier à Léon Bloch

1671. Lettre 3 février 1932 de Léon Bloch à Mme Fournier

1672. Lettre 17 janvier 1933 de Fournier écrit à Bloch

conférences sur la « Théorie des vibrations moléculaires » au mois de mars. Le 25 janvier 1933, Fournier informe Bloch que les conférences ne sont plus rémunérées que 800 frs. Le 22 février 1933, Fournier écrit à Bloch pour lui demander de faire ses conférences en avril. Le 4 mai 1933, Borel écrit au doyen de la faculté des sciences pour demander l'établissement d'un mandat de 6 400 frs au nom de Léon Bloch.

D.5 NIKOLAÏ N. BOGOLIOUBOV

Éléments biographiques Nikolai N. Bogolioubov (1909-1992)¹⁶⁷³ naît à Nizhny Novgorod (Russie). La famille Bogolioubov déménage à Kiev (Ukraine). En 1923, il commence à suivre le séminaire de Nikolai M. Krylov avec qui il entretient une étroite collaboration scientifique jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale. En 1928, il soutient sa thèse et obtient un poste à l'Académie des sciences d'Ukraine. Il obtient le grade de docteur de mathématiques à l'Académie des sciences d'URRS. En 1936, il est nommé directeur du département de physique mathématique à l'université de Kiev.

Invitation Bogolioubov En janvier 1936¹⁶⁷⁴, Arnaud Denjoy propose de profiter de la présence de Bogolioubov à Paris pour encore un mois, pour lui proposer de faire une conférence. Une lettre du 31 janvier 1936 de Borel au doyen demande l'établissement d'un mandat de 2 000 frs à Bogolioubov. Une lettre du même jour au doyen l'informe qu'il a été décidé de faire une retenue de 10 % puisque Bogolioubov n'est pas venu spécifiquement à l'IHP. Un récépissé du 11 février 1936 atteste du versement de 1 800 frs à Bogolioubov.

D.6 MAX BORN

Éléments biographiques Max Born (1882-1970)¹⁶⁷⁵ grandit en Allemagne à Breslau (actuellement Wrocław, Pologne), dans une famille juive. Il entre à l'université de cette ville en 1901, puis va à celle de Heidelberg en 1902, de Zürich en 1903 et enfin de Göttingen en 1904. Il devient un des assistants de Hilbert. Il soutient une thèse sur la stabilité élastique en 1907 toujours à Göttingen.

1673. [Vladimirov *et al.*, 1969], [Aleksandrov *et al.*, 1979], [Logunov *et al.*, 1989],
[Mitropol'skiĭ et Tyablikov, 1959], [Zubarev *et al.*, 1970], [Ambartsumyan *et al.*, 1979],
[Abrikosov *et al.*, 1989].

1674. Lettre du 25 janvier 1936 d'Arnaud Denjoy à Fournier.

1675. [O'Connor et Robertson, 2003, Kemmer et Schlapp, 1971].

Suite à son service militaire, il fait un séjour de 6 mois à Cambridge puis, après un passage à Breslau, revient à Göttingen en 1909. En 1914, il obtient une chaire à l'université de Berlin. Au cours de la Première Guerre mondiale, il participe à l'effort de guerre en menant des recherches sur le repérage par le son. En 1919, il obtient un poste de professeur à l'université de Francfort où il se voit également confier la direction de l'Institut de physique théorique. Il retourne à Göttingen en 1921, comme professeur et directeur de l'Institut de physique.

Issu d'une famille juive, Born se voit contraint à l'exil en 1933. Il passe par le nord de l'Italie, puis se rend à Cambridge (RU), et enfin à Édimbourg où il est nommé professeur de mathématiques appliquées en 1936.

Invitations de Max Born Une lettre 16 février 1930 fait une proposition d'horaires et demande le titre des conférences à M. Born. Un projet d'affiche évoque 6 conférences sur les sujets suivants : « Quelques problèmes de mécanique quantique, L'interprétation statistique de la mécanique quantique, la théorie quantique de la désintégration radioactive du noyau et quelques idées sur la catalyse chimique. Sur la largeur d'une raie spectrale. Sur l'action réciproque de deux atomes. L'affinité des atomes halogènes pour l'électron. »

Une lettre de Louis de Broglie du 2 décembre 1936 informe Mme Fournier que Born accepte une seconde invitation et propose de venir entre le 20 mars et le 20 avril. Compte tenu des vacances de Pâques, de Broglie propose de les faire entre le 5 et le 20 avril. De Broglie a proposé à Born de faire 6 conférences sur un sujet de son choix.

Le 3 février 1937, Fournier écrit à Born pour confirmer, au nom du comité de direction de l'IHP, l'invitation de de Broglie à faire 6 conférences entre les 5 et 20 avril. Elle lui demande le sujet qu'il souhaite traiter ainsi que le titre. Elle l'informe qu'une rédaction de sa conférence lui sera demandée pour la publier dans les *Annales de l'IHP*. Max Born répond le 5 février 1937. Il propose le titre « Théorie non linéaire du champ électromagnétique » et demande s'il est possible de publier également sa conférence en Anglais. Le 10 février 1937 Fournier répond que les *Annales* doivent publier des articles inédits et donc la publication en anglais devra attendre. Le 24 février 1937, Fournier lui envoie un projet d'affiche. Max Born répond le 26 février 1937. Il demande également des conseils pour les hôtels, ainsi que de l'aide pour traduire ses conférences.

Le 27 février 1937, Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 6000 frs au nom de Max Born. Le 3 mars 1937, Fournier propose à Max Born d'envoyer son manuscrit

à Alexandre Proca pour qu'il se charge de la traduction. Une lettre du 8 mars 1937 de Fournier, fait des propositions d'hôtel. Une lettre de Brillouin 16 mars 1937 indique à Fournier un chevauchement d'horaire avec son cours au Collège de France et lui demande de décaler une séance de Born. Le 17 mars 1937, Fournier contacte Baley pour modifier l'affiche en conséquence.

D.7 FRANCESCO CANTELLI

Éléments biographiques Francesco Paolo Cantelli (1875-1966)¹⁶⁷⁶ naît à Palerme où il fait l'ensemble de sa scolarité et ses études supérieures. Il soutient une thèse de mathématiques en 1899. Il devient actuaire pour une banque romaine en 1903. En 1922, il obtient un poste d'enseignant de théorie des probabilités à l'université de Rome. L'année suivante il devient professeur de mathématiques financières à l'université de Catane. En 1925, il devient professeur à l'université de Naples. En 1931, il est nommé professeur à l'*Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali* de l'université de Rome où il reste jusqu'en 1951. En 1928, l'*Istituto Italiano degli Attuari* est inauguré et Cantelli en devient secrétaire général. Il devient éditeur du *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari* en 1930.

Invitation de Cantelli Cantelli est invité en juin 1931¹⁶⁷⁷. Il accepte de faire une ou deux conférences entre février et mars 1932. Le 9 mars 1932, le ministre de l'Instruction publique et des beaux-Arts écrit au recteur faisant suite à la demande de ce dernier, du 23 novembre 1931, de faire suivre les invitations officielles pour Castelnuovo, Cantelli, Fermi, Volterra de venir à l'IHP. Le ministère royal des Affaires étrangères italien accepte que Guido Castelnuovo (Prof. à l'université royale de Rome) et Paolo Cantelli (Prof. Institut supérieur des sciences économiques et commerciales de Naples) viennent. Cependant Fermi (déjà venu en janvier dernier à Paris) et Volterra (radié des cadres universitaires) n'ont pas d'autorisation. Le 27 avril 1932, Cantelli écrit à Fournier pour demander un report en mai 1933 pour des raisons de santé. Le 23 février 1933, Fournier écrit à Cantelli lui demandant s'il pourra faire ses conférences en mai 1933 et lui propose des horaires. Le 23 mars 1933, Cantelli répond qu'il souhaite faire 2 ou 3 conférences d'une heure la dernière semaine de mai. Le 25 avril 1933, Fournier écrit à Cantelli en lui proposant des dates et des horaires,

1676. [Delsedime, 1975, Benzi, 1988, Regazzini, 2005].

1677. Lettre du 10 juillet 1931 de Cantelli à Fournier (en italien).

lui joint un projet d'affiche à compléter et lui rappelle qu'une rédaction de sa conférence lui sera demandée. Le 28 avril 1933, Cantelli écrit à Fournier qu'il accepte ses propositions de dates et propose le titre de « Considérations diverses sur la convergence dans le calcul des probabilités ». Le 1^{er} mai 1933, Fournier écrit une lettre communiquant que les conférences de Cantelli auront lieu dans l'amphithéâtre Darboux le 30 mai et demandant au professeur qui doit l'occuper de bien vouloir faire son cours dans l'amphithéâtre Hermite.

D.8 ARTHUR COMPTON

Éléments biographiques Arthur Holly Compton (1892-1962) naît à Wooster (Ohio)¹⁶⁷⁸. Il fait ses études à l'université de Wooster où il obtient le grade de Bachelor ès sciences en 1913. Il poursuit ses études à Princeton où il obtient son doctorat en 1916. Il enseigne un an à l'université de Minnesota puis obtient un poste d'ingénieur à la *Westinghouse Lamp Company*. En 1919, il obtient une bourse du *National Research Council* pour étudier à Cambridge. En 1920, il est nommé professeur de physique à l'Université Washington de Saint Louis. En 1923, il obtient un poste de professeur à l'université de Chicago où il reste jusqu'en 1945. Il est également consultant pour la *General Electric* entre 1926 et 1945.

Invitation de Compton Arthur Compton est invité le 31 décembre 1931. Il signale que Brillouin l'a averti qu'il est nécessaire de faire sa conférence en français ce qu'il affirme être impossible pour lui. Il accepte les propositions d'horaires pour les 17 et 19 janvier. Et propose une conférence sur « the effect of latitude on cosmic ray, the composition of cosmic rays ». Une lettre du 21 décembre 1934 de Louis De Broglie informe Fournier que Compton est en Europe et lui demande s'il est possible qu'il vienne faire 2 ou 3 conférences entre le 10 et le 20 janvier. Le 26 décembre 1934, Fournier écrit à Compton lui transmet l'invitation au nom du comité de direction de l'IHP. Elle lui propose des horaires et des dates et lui demande une rédaction pour les *Annales*. Elle l'informe du dédommagement de 2000 frs. Le 1er janvier 1935, Fournier écrit à Compton que s'il le souhaite, il peut lire une traduction en français de ses conférences. Il répond le 4 janvier 1935 qu'il préfère décliner l'invitation n'ayant pas suffisamment de maîtrise du français.

1678. [Allison, 1965].

D.9 HARALD CRAMÉR

Éléments biographiques Harald Cramér (1893-1985)¹⁶⁷⁹ naît à Stockholm en 1893. Il y fait toute sa scolarité et ses études supérieures. En 1917, il soutient une thèse de mathématiques. Entre 1917 et 1929, il est professeur assistant à l'université de Stockholm. Il travaille pour la *Försäkringsinspektionen* (Inspection des assurances) en 1919 et comme actuariaire pour la *Svenska livförsäkringsbolaget* à partir de 1920, puis pour la *Sverige* à partir de 1929. En 1929, il devient professeur de mathématiques actuarielles et de statistique mathématique et directeur de l'Institut de mathématiques actuarielles et de statistique mathématique à l'université de Stockholm.

Invitations de Cramér Dans une lettre du 5 février 1937, Mme Fournier écrit à Harald Cramér pour lui confirmer, au nom du comité de direction de l'IHP, l'invitation faite par Fréchet de faire deux conférences sur un sujet de son choix convenu avec Fréchet. Elle lui demande une rédaction pour les *Annales*. Le 20 février 1937, Cramér répond à Fournier qu'il traitera de « Quelques problèmes classiques de la théorie des probabilités et leur développement moderne » et qu'il est disponible tous les jours entre le 25 mai et le 5 juin. Il demande qu'il soit présenté comme professeur à l'université de Stockholm et président de la Société des actuaires suédois. Le 5 mars 1937, Fournier envoie à Cramér un projet d'affiche pour validation.

D.10 BRUNO DE FINETTI

Éléments biographiques Bruno de Finetti (1906-1985)¹⁶⁸⁰ suit sa scolarité à Trente (Italie) puis entre en 1923 à l'École polytechnique de Milan. Il part ensuite étudier les mathématiques à l'université de Milan où il obtient son diplôme en mathématiques appliquées en 1927. De 1927 à 1931, il travaille à l'*Istituto Centrale di Statistica* à Rome. De 1931 à 1946, il travaille comme actuariaire pour l'*Assicurazioni Generali* à Trieste. Il obtient un poste d'enseignant à l'université de Trieste de 1932 à 1934 puis de Padoue de 1936 à 1938. Il obtient ensuite un poste de professeur de mathématiques financières à l'université de Rome en 1939, mais il entre à ce poste en 1947.

1679. [Blom, 1987, Leadbetter, 2001, Martin-Löf, 2014].

1680. [Daboni, 1987, Lindley, 1986, Cifarelli et Regazzini, 1996, Israel, 1987].

Invitations de Finetti Dans une lettre du 17 novembre 1934, Bruno de Finetti accepte l'invitation provenant de Fréchet et Darmois à faire 4 ou 5 conférences sur l'exposé de ses travaux pendant le mois d'avril 1933. Fournier lui précise qu'une rédaction lui sera demandée pour les *Annales*. De Finetti demande des informations concernant ces *Annales* et demande un moyen pour se les procurer. Le 16 janvier 1935, de Finetti écrit à Mme Fournier pour lui communiquer le titre des conférences « De la prévision : ses lois logiques, ses sources subjectives. La logique du probable. L'évaluation d'une probabilité. Événements et nombre aléatoires "équivalents". Observation et prévision. ». Les dates et horaires sont fixées en février 1935. Le 6 mai 1935, Bruno de Finetti signe le récépissé du mandat de 4 000 frs.

D.11 WALTER ELSASSER

Éléments biographiques Walter Elsasser (1904-1991)¹⁶⁸¹ naît à Mannheim (Allemagne). Il fait sa scolarité à Heidelberg. Il entre à l'université d'Heidelberg en 1922 puis en 1923 part étudier à l'université de Munich. Il part pour l'université de Göttingen en 1925 où il obtient son doctorat en 1927. Il part à Leiden (Pays-Bas) pour travailler sous la supervision de Paul Ehrenfest. Le séjour est de courte durée et Elsasser part pour Berlin quelques semaines après son arrivée. Il part ensuite pour Zürich pour travailler sous la supervision de Wolfgang Pauli en 1927. Il obtient en 1928 un poste d'assistant au Technische Hochschule de Berlin. En 1930, il obtient un poste à l'Institut physico-technique de Kharkov. Après un semestre il retourne à Berlin. En 1931, il accepte un poste de professeur assistant à l'université de Francfort. Suite à l'élection de Hitler en 1933, Elsasser fuit à Zürich. Grâce à Pauli, il obtient un poste au laboratoire de Frédéric Joliot-Curie. Il décide de partir pour les États-unis en 1935. Il se rend à New-York, puis à Ann Arbor, puis à Chicago (où se trouve Arthur Compton). Il décide de retourner à Paris où il reste un an. En 1936, il retourne aux États-unis. En 1937 il obtient un poste au *California Institute for Technology* à Pasadena où il reste jusqu'en 1941.

Invitations d'Elsasser Le 20 novembre 1933, Fournier transmet à Elsasser l'invitation du comité de direction de l'IHP à faire 3 ou 4 conférences sur un sujet de son choix et lui demande une rédaction. Le 3 janvier 1934, un projet d'affiche présente une version

1681. [Rubin, 1995].

finale avec le titre : « Quelques propriétés de l'électron magnétique ». Il y est présenté comme docteur ès-sciences. Il fait 4 conférences en février et mars 1934 dans l'amphithéâtre Darboux. Le 14 février 1934, Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 3 000 frs. Le 27 février 1934, Elsasser signe un récépissé de 3 000 frs.

En novembre 1934, Elsasser demande un rendez-vous car il a appris qu'il lui fallait faire des conférences à l'IHP et qu'il souhaite les faire en décembre 1934. Le 21 novembre 1934 un projet d'affiche est envoyé, en précisant qu'il est docteur ès-sciences avec le titre « Structure des noyaux atomiques ». Le 21 novembre 1934, Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 3 000 frs. Un récépissé de décembre 1934 non signé précise qu'Elsasser reçoit 3 000 frs. L'affiche précise que la conférence se fait sur 4 séances en décembre 1934 dans l'amphithéâtre Hermite.

D.12 ENRICO FERMI

Éléments biographiques Enrico Fermi (1901-1954)¹⁶⁸² naît à Rome où il fait l'intégralité de sa scolarité. Il intègre la *Scuola normale superiore* à Pise en 1918. Il soutient une thèse de physique en 1922. Il travaille à l'Institut Max Born à Göttingen en 1923. Après un retour à Rome, où il enseigne à l'université, il part travailler à Leiden. À son retour en Italie, il est nommé chargé de cours à l'université de Florence en 1924. En 1926, il est nommé professeur de physique théorique à l'Université La Sapienza à Rome. En 1930 il fait un séjour aux États-Unis pour y faire des conférences. En 1932, il participe au Congrès international de l'électricité à Paris. En 1933 il participe au Conseil Solvay à Bruxelles. Il part aux États-Unis en 1938 avec sa famille. Il commence à travailler à la *Columbia University* à New-York en 1939.

Invitations de Fermi Le 24 février 1929, Mme Lattès envoie une lettre à Fermi pour lui proposer des dates pour les 3 séances, dans l'amphithéâtre Darboux, de sa conférence intitulée « Questions générales relatives à l'interprétation de la mécanique quantique ». Fermi accepte la proposition le 1^{er} mars 1929. Borel demande au doyen de faire établir un mandat de 4 000 frs au nom d'Enrico Fermi. Le 15 décembre 1929, Fermi envoie le manuscrit de ses conférences et remercie Mme Fournier de s'être occupée de la rédaction en français.

1682. [Bruzzaniti, 2016].

Le 16 octobre 1931, Fermi répond à une lettre de Brillouin (qui n'est pas dans le dossier) et propose pour sa conférence de janvier 1932 de traiter des « fréquences caractéristiques des molécules poliatomique ». Le 12 décembre 1931, Fermi accepte la proposition de dates et d'horaires (qui est absente du dossier). Borel écrit recteur le 23 décembre 1931 pour faire établir un mandat de 4 500 frs au nom de Enrico Fermi.

D.13 RONALD FISHER

Éléments biographiques Ronald Fisher (1890-1962)¹⁶⁸³ fait l'ensemble de sa formation au Royaume-Uni. Il obtient son diplôme à Cambridge en 1912. Il part d'abord travailler dans une ferme au Canada quelques mois puis obtient un poste de statisticien au *Mercantile and General Investment Company*. Pendant la Première Guerre mondiale, il enseigne les mathématiques dans le secondaire. Il accepte un poste à la *Rothamsted Agricultural Experiment Station* en 1919 où il reste jusqu'en 1933. Il est alors nommé professeur à l'*University College* à Londres où il reste jusqu'en 1943.

Invitation Fisher Le 11 avril 1938, Daniel Dugué écrit à Malécot pour lui communiquer que la date proposée convient à Fisher (les documents sur cette proposition ne sont pas dans le dossier). Il parle de la traduction qu'il a fait de la conférence de Fisher. Le 28 avril 1938, Borel écrit au doyen pour faire établir un mandat de 2 000 frs. Le 2 mai 1938, Dugué écrit à Malécot pour lui communiquer l'accord de Fisher.

D.14 JACOV FRENKEL

Éléments biographiques Jacov I. Frenkel (1894-1952)¹⁶⁸⁴ fait sa formation en Russie et termine ses études à l'université de Saint-Petersbourg en 1917. En 1918, il part enseigner à l'Université Tavrisheski à Simefropol (Ukraine). Il y obtient un poste à l'Institut physico-technique en 1921 où il fait l'intégralité de sa carrière.

Invitation de Frenkel Dans une lettre du 22 novembre 1933, Borel écrit au doyen que le comité de direction de l'IHP a invité Bernstein, Kolmogorov et Frenkel. Il lui suggère de demander au ministre des Affaires étrangères qu'il transmette cette invitation au

1683. [Yates et Mather, 1963, Zabell, 2001].

1684. [Frenkel, 1996].

commissaire du peuple aux Affaires étrangères d'URSS pour délivrer les autorisations. Il leur sera demandé de faire 6 séances dédommagées 6 000 frs. Le ministre de l'Éducation nationale écrit au recteur du 28 mars 1934 pour lui signifier qu'il lui semble que les invitations seront acceptées. Le 12 avril 1934, Mme Fournier écrit à Frenkel pour lui communiquer l'invitation du comité de direction de l'IHP. Frenkel répond 15 jours plus tard et propose de venir en septembre ou en octobre pour faire des conférences sur « Les théories récentes de la supra-conductibilité, théorie des propriétés électriques des isolants et des semi-conducteurs, théorie dynamique du champ électromagnétique et de l'électron ponctuel ou théorie quantique de la propagation de la lumière dans les cristaux ». Le 9 juillet 1934, Frenkel écrit à Fournier pour lui dire qu'il peut venir du 1^{er} au 25 novembre. Frenkel informe Fournier par un télégramme du 22 octobre 1934 d'un délai imprévu et qu'il espère venir fin novembre. Le 28 octobre 1934, Frenkel écrit à Fournier pour avoir confirmation que les conférences sont toujours maintenues malgré le délai. Le 7 novembre 1934, Fournier le rassure et lui promet de l'informer des dates de sa présence dès que possible. Le 5 décembre 1934, Fournier écrit à Frenkel pour lui exprimer son regret qu'il n'ait pu venir en décembre et lui demande s'il pense pouvoir venir dans l'année 1934-1935.

Le 21 novembre 1935, Fournier écrit à Frenkel au nom du comité de direction de l'IHP pour savoir s'il lui est possible de faire les conférences qu'il avait acceptées l'année précédente. Le 29 novembre 1935, Frenkel écrit à Fournier pour remercier de sa lettre du 21 novembre 1935 qui prolonge l'invitation. Il a initié les démarches pour obtenir les autorisations. Il demande s'il serait possible de faire les conférences en janvier. En outre il souhaite changer le programme proposé l'année dernière. Le 6 décembre 1935, Fournier écrit à Frenkel pour lui demander s'il lui est possible de venir à la fin janvier. Le 2 janvier 1936, Fournier écrit à de Broglie pour lui demander son avis sur le programme proposé par Frenkel.

Le 5 décembre 1936, Fournier écrit à Frenkel pour renouveler l'invitation du comité de direction de l'IHP et lui demande s'il pense pouvoir venir cette année. Dans une lettre du 13 décembre 1936, Frenkel écrit à Fournier qu'il vient de recevoir sa lettre du 5 décembre. Il dit être certain cette fois de pouvoir en profiter et propose de venir en avril ou mai. Dans une lettre du 18 décembre 1936, Frenkel propose de parler de la « Théorie de la fusion. Rotation des molécules dans les solides et liquides, phénomènes non-linéaires dans les oscillations thermiques des cristaux, absorption de la lumière dans

les cristaux diélectriques, propriétés photo-électro-magnétiques des cristaux diélectriques et semi-conducteurs, supra-conductivité, la crise actuelle de la théorie électrique de la matière. » Le 10 février 1937, Fournier écrit à Frenkel pour lui proposer de commencer ses conférences à partir du 19 avril 1937 et l'informe qu'il lui faut donner une version écrite pour la publication dans les *Annales de l'IHP*. Le 20 février 1937, Frenkel écrit à Fournier. La décision n'est pas encore prise pour l'autoriser à partir et il se rend personnellement à Moscou le 13 mars.

Le 23 novembre 1937, Fournier écrit à Frenkel pour lui renouveler l'invitation, pour faire 6 leçons, dédommagées 6 000frs et lui demande s'il lui sera possible de venir cette année universitaire. Le 9 décembre 1937, Borel écrit au doyen pour demander un soutien gouvernemental pour l'invitation de Frenkel. Le 9 décembre 1937, Fournier écrit à Langevin pour savoir s'il lui semble utile de s'investir personnellement dans cette invitation.

Le 14 janvier 1938, Fournier écrit à Frenkel pour l'informer des démarches diplomatiques et de l'intervention de Langevin. Le 22 juin 1938, Malécot écrit à Frenkel. Il s'y réjouit qu'il puisse venir pour faire 6 conférences à partir de la fin novembre. Il demande les dates et le titre ainsi qu'une version écrite pour les *Annales*. Le 22 octobre 1938, Frenkel écrit à Malécot qu'il compte partir le 15 novembre et donc être à Paris le 20-22 novembre. Il propose deux conférences par semaine et le titre général : « Théorie cinétique des corps condensés, 1) Plasticité et viscosité, 2) Théorie de la condensation, 3) Théorie cinétique des substances polymères, 4) Ordre et désordre dans les cristaux et les liquides, 5) Conductibilité électrique des substances ioniques, 6) Phénomènes photoélectriques dans les cristaux ». Il demande à faire une 7^e séance et propose trois sujets au choix. Pour son titre officiel il propose, « Jacques Frenkel, Professeur de physique théorique à l'Institut Industriel de Leningrad ».

Le 11 novembre 1938, Frenkel écrit à Malécot pour lui demander de repousser ses conférences n'ayant toujours pas reçu d'autorisation. Le 15 novembre 1938, Borel écrit au doyen pour qu'il fasse un mandat de 8 000 frs. Le 24 novembre 1938, Frenkel envoie un télégramme signifiant qu'il attend toujours son autorisation. Une lettre du 1^{er} décembre 1938 de Frenkel demande de repousser sa venue. Le 22 décembre 1938, Malécot demande à Frenkel d'attendre d'avoir une réponse pour le prévenir par télégramme pour fixer des dates.

D.15 GEORGE GAMOW

Éléments biographiques George Gamow (1904-1968)¹⁶⁸⁵ fait sa scolarité puis ses études supérieures à Odessa (Russie-URSS). En 1922, il part pour Saint Pétersbourg pour y poursuivre sa formation en physique. En 1928, il obtient une bourse pour étudier en Allemagne ; de mai à août, il étudie à l'université de Göttingen, où Max Born enseigne la physique théorique. Il passe ensuite huit mois à l'université de Copenhague où se trouve Niels Bohr. Il accepte une invitation à Cambridge (RU) en janvier 1929. Il retourne ensuite à Copenhague puis se rend en mars à Berlin et revient à Copenhague en avril. Il retourne en URSS en mai 1929. Il obtient une bourse de la Fondation Rockefeller qui lui permet de passer 22 mois en Europe de l'ouest. Il se rend au laboratoire Cavendish à Cambridge et à Copenhague. Il retourne en URSS en août 1931. Il demande immédiatement une autorisation pour repartir en Europe de l'ouest. En attendant de l'obtenir il se rend à Leningrad où il obtient un poste à l'université. N'ayant pas reçu son autorisation, Gamow tente de sortir d'URSS sans passeport au printemps 1932 puis en janvier 1933, sans y arriver. Il obtient un passeport pour se rendre au Conseil Solvay à Bruxelles en octobre 1933 où il part accompagné de sa femme. De Bruxelles il se rend à Paris, où il reste deux mois, puis à Cambridge pendant un mois, puis à Copenhague pendant quatre mois. Il obtient un poste à Ann Arbor (ÉUA) où il se rend en 1934. Il se rend ensuite à Washington où il obtient un poste en 1937. Il reste à Washington pendant deux décennies.

Invitations de Gamow Le 25 septembre 1932, Gamow écrit à de Broglie. Il évoque une correspondance antérieure au sujet des conférences qu'il pourrait faire à l'IHP pour lesquelles il proposait de venir en novembre et décembre 1932. Cependant il n'a pas reçu d'autorisation. Il espère avoir l'autorisation d'aller au Conseil de Solvay de 1933 sur le noyau atomique de sorte qu'il pourrait venir à Paris. Dans une lettre de novembre 1933, Fournier écrit à Gamow pour lui demander les dates et le sujet des trois ou quatre conférences qu'il compte faire et l'informe qu'une rédaction de ses conférences lui sera demandée pour les *Annales*. Le 23 novembre 1933, Gamow signe un récépissé du versement de 4000 frs.

Le 14 mai 1938, Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 2000frs au nom

1685. [Hufbauer, 2009].

de Gamow venu faire deux conférences. Il est désigné comme professeur à l'université de Washington. Le 9 juin 1938, Gamow signe ce récépissé.

D.16 SAMUEL GOUDSMIT

Éléments biographiques Samuel Goudsmit (1902-1978)¹⁶⁸⁶ fait sa scolarité et ses études supérieures aux Pays-Bas. Il obtient son doctorat à l'université de Leiden en 1927. La même année, il obtient un poste de professeur à l'université du Michigan où il reste jusqu'en 1946.

Invitation de Goudsmit Le 6 novembre 1931, Samuel Goudsmit écrit à Fournier pour lui signifier qu'il accepte les propositions d'horaires pour sa conférence qu'il intitule « La théorie moderne des spectres atomaires » ou « des spectres d'atomes ». Il suggère en cas de besoin de communiquer via L. Brillouin. Une proposition d'affiche présente le titre « La théorie moderne des spectres » complété à la main par « atomique ». Le 18 novembre 1931, Borel écrit au recteur de faire un mandat de 6 000 frs au nom de Samuel Goudsmit, professeur à l'université de Michigan, pour ses conférences à l'IHP.

D.17 ALF GULDBERG

Éléments biographiques Alf Guldberg (1866-1936)¹⁶⁸⁷ fait sa scolarité et ses études supérieures en Norvège. Il obtient son doctorat de mathématiques à l'Université royale Frederick (université d'Oslo) en 1892. Il obtient un poste de *docent* à cette université puis y devient professeur en 1913. Il entre au conseil d'administration de l'assurance *Norsk Liv* à partir de 1912 et est membre du conseil d'administration de l'association actuarielle norvégienne (*Den Norske Aktuarforening*) entre 1913 et 1919.

Invitations de Guldberg Le 17 février 1932, Borel écrit au recteur pour demander un mandat au nom d'Alf Guldberg pour un montant de 4 000 frs. Le 29 février 1932, Guldberg donne son accord pour les horaires des conférences proposés. Le 9 avril 1932, Guldberg écrit à Fournier pour lui communiquer son adresse à Paris. Le 21 avril 1932, Guldberg signe un récépissé pour le versement de 5 000 frs.

1686. [Bederson, 2008].

1687. [Asbjørn, 1911, Steenstrup, 1930].

Le 24 janvier 1934, Fournier écrit à Guldberg. Elle relate une discussion avec Fréchet et l'informe que le comité de direction de l'IHP se réjouit d'apprendre son intention de faire des conférences. Le 9 février 1934, Guldberg propose de faire une conférence « Sur les lois de probabilité et la corrélation ». Le 9 février 1934, Guldberg écrit à Fournier pour proposer trois dates. Le 20 février 1934, Fournier écrit à Guldberg pour lui communiquer l'horaire. Guldberg répond dans une lettre non datée qu'il accepte la date proposée.

D.18 EMIL GUMBEL

Éléments biographiques Emil Julius Gumbel (1891-1966)¹⁶⁸⁸ fait sa scolarité et ses études supérieures en Allemagne. Il obtient un diplôme d'actuaire à l'université de Munich en 1913. Il assiste Georg von Mayr pour son séminaire à cette université. Il y obtient son doctorat en 1914. En 1916, il s'installe à Berlin et travaille comme civil pour l'armée. Mais il s'engage activement contre la guerre. Il commence des études de physique à l'Université Humboldt. Il met à profit son expertise statistique au service du pacifisme et de l'anti-nationalisme. Il obtient son habilitation en 1923 et devient privatdozent. L'opposition croissante de ses collègues et étudiants lui valent d'être suspendu à plusieurs reprises. En 1933, il est renvoyé de l'université de Heidelberg où il travaille depuis 10 ans. Il se réfugie d'abord à Paris, puis en 1934, à Lyon où vient d'ouvrir l'Institut de science financière et d'assurance. Il obtient un poste de chercheur au CNRS en 1937. En 1939, avec le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale, il part pour les États-Unis où il reste jusqu'à sa mort.

Invitations de Gumbel Le 8 décembre 1931, Fréchet écrit qu'il connaît Gumbel avec qui il est en correspondance et qu'il avait l'intention de proposer son nom au comité de direction. Le 8 juillet 1932, Borel écrit à Gumbel pour lui communiquer l'invitation du comité de direction de l'IHP pour faire 6 « leçons » au premier semestre 1932-1933. Le 12 octobre 1932, Gumbel écrit à Fournier pour lui indiquer qu'il a été destitué et qu'il va donc passer tout l'hiver à Paris. Il propose de faire les cours en janvier sous le titre « Les fonctions appelées biométriques ». Sur un projet d'affiche complété par Gumbel, il précise « ancien professeur ». Le 15 décembre 1932, Gumbel signe un premier récépissé pour le versement de 3 000 frs. Le 12 janvier 1933, Gumbel signe le second récépissé pour le versement de

1688. [Hertz, 1997, Hertz, 2001].

3 000 frs.

Le 20 novembre 1933, Fournier écrit à Gumbel pour lui communiquer l'invitation du comité de direction à faire 3 ou 4 conférences dédommagées 4 000 frs sur un sujet de son choix. Une rédaction lui est également demandée. Le projet d'affiche du 30 novembre 1933 précise que la conférence est intitulée « Les valeurs extrêmes des distributions statistiques ». Le 3 janvier 1934, Gumbel signe un récépissé de 3 000 frs.

Le 2 octobre 1938, Gumbel écrit à Fournier pour accusé réception du 4 août. Le 16 novembre 1938, Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 8 000 frs pour Gumbel. Le 17 novembre 1938, Gumbel écrit à Malécot lui signalant que Borel lui a demandé 8 conférences pour l'IHP. Il propose de faire 2 conférences par semaine au mois de janvier. Il est joint le détail du sujet : « Théorie statistique des inondations. 1) les valeurs de positions. 2) La plus grande valeur. 3) Les distributions de la plus grande valeur. 4) La distribution des débits de crue. 5) La durée moyenne de retour d'une inondation. 6) La prévision des inondations. 7) Calculs des constantes. 8) Considération de quelques fleuves. » Entre novembre 1938 et janvier 1939 des échanges ont lieu pour organiser la conférence. Le 13 janvier 1939, Gumbel signe un récépissé pour le versement de 8 000 frs.

D.19 VICTOR HENRI

Éléments biographiques Victor Henri (1872-1940)¹⁶⁸⁹ naît à Marseille. Orphelin, il est adopté par une famille d'origine russe qui l'emmène à Saint Pétersbourg où il fait sa scolarité. Il revient à Paris faire ses études universitaires en 1889. Il suit également les enseignements de psychologie de Théodule Ribot (1839-1916) au Collège de France. Il obtient un poste d'élève boursier au laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne dirigé par Henry Beaunis en 1892 où il reste jusqu'en 1894. Il travaille sous la direction d'Alfred Binet¹⁶⁹⁰. Entre 1892 et 1894, Henri se rend à plusieurs reprises en Allemagne, pour rencontrer des savants travaillant sur des sujets proches de ses préoccupations. De 1894 à 1896, Henri travaille au laboratoire de psychologie physiologique de Leipzig dirigé par Wilhelm Wundt. De 1896 à 1897, il travaille au laboratoire de Göttingen dirigé par Elias Müller. Il revient au laboratoire parisien en 1897. En 1898, Henri obtient un poste au laboratoire de physiologie à Paris. Ce changement l'amène à se tourner vers le domaine

1689. [Nicolas, 1994].

1690. Sur le rôle des travaux de Binet sur l'investissement de Borel dans la statistique voir [Mazliak, 2012].

de la chimie physique. Cet intérêt l'amène à faire plusieurs séjours scientifiques en Allemagne. En 1903, Henri obtient un doctorat à la faculté des sciences pour une thèse de chimie physique. Il devient alors assistant au laboratoire de physiologie de la Sorbonne. En 1907, il devient maître de conférences, en 1913 il devient directeur du laboratoire de physiologie de la Sorbonne. En 1914 il est rattaché au service chimique de l'armée française. En 1915, il est chargé de mission en Russie. En 1917, il est nommé professeur de chimie physique à l'Université Choniawsky à Moscou. Il revient en France en 1919. En 1920, il obtient un poste de professeur à Zürich. Au cours des années suivantes, il donne des conférences à l'étranger. Pendant l'année 1930, il obtient le poste de directeur d'un institut de pétrochimie (à Berre l'Étang, proche de Marseille) encore à l'état de projet. Ce projet ne voit finalement pas le jour et il accepte alors un poste à l'université de Liège

Invitations de Henri Le 13 mars 1931, Fournier écrit à Henri pour lui proposer des horaires et lui demander de remplir le projet d'affiche. Le 26 mars 1931, Henri communique à Fournier le projet d'affiche dans lequel il précise qu'il est directeur du laboratoire de recherches à Berne, ancien professeur à l'université de Zürich, et propose une conférence sur les « Spectres moléculaires et structure des molécules. 1) Etats électroniques des molécules biatomiques. Relations avec les états électroniques des atomes. Formation des molécules d'après la mécanique ondulatoire. Rôle du spin des électrons et du spin nucléaire. Molécules ortho et para. 2) Spectres vibratoires des molécules bi et polyatomiques isotones. Prédissociation et dissociation des molécules. 3) Spectres de rotation des molécules. Moments d'inertie. Isotopes. Dissociation par rotation des molécules. 4) Phénomènes de résonance. Conditions d'échange d'atomes entre les molécules. Calcul des conditions de production des réactions chimique. Grandeurs fondamentales des molécules et énergie d'activation chimique. » Le 25 avril 1931, Henri signe un premier récépissé de 8 000 frs. Le 20 juin 1931, Henri signe un second récépissé, celui-là de 2 000 frs.

Le 20 novembre 1933, Fournier écrit à Henri pour lui transmettre l'invitation du comité de direction à faire 3 ou 4 conférences dédommagées 3 000 frs sur un sujet de son choix et lui demande une rédaction de ses conférences. Le 28 janvier 1934, Henri écrit à Fournier pour lui envoyer le programme de ses conférences. Le 27 février 1934, Fournier signe un récépissé de 3 000 frs. Un projet d'affiche non daté précise que Victor Henri est professeur à l'université de Liège, qu'il fait 4 séances sur « La réaction chimique. Dissociation des molécules bi et polyatomiques. Calcul de l'énergie de dissociation par la convergence des

termes de vibration et par les limites de prédissociation des spectres. Types différents de dissociation des molécules. Classification des réactions chimiques. Energie d'activation des molécules. Nombre de chocs actifs et cinétiques des réactions. Analyse des réactions chimiques par la mécanique quantique. Résultats expérimentaux. »

D.20 ANDREÏ N. KOLOMOGOROV

Éléments biographiques Andreï N. Kolmogorov (1903-1987)¹⁶⁹¹ naît à Tombov (Russie). Sa mère meurt suite à sa naissance, le jeune Andreï est élevé par ses grand-parents maternels près de Iaroslavl (Russie) où il commence sa scolarité. En 1910 Kolmogorov emménage avec sa famille à Moscou. En 1920 il termine ses études secondaires. Il commence ses études à l'université de Moscou en 1920 dont il sort diplômé en 1925. Il soutient une thèse à cette université en 1929. En 1931, Kolmogorov et Alexandrov font un voyage en Europe de l'ouest ; ils séjournent à Berlin, Göttingen Munich et Paris. En 1931, Kolmogorov est nommé professeur à l'université de Moscou, poste qu'il occupe toute sa carrière.

Invitation de Kolmogorov Le seul document dans le dossier d'invitation est l'affiche de sa conférence « la théorie du mouvement aléatoire » du 3 mai au 17 juin 1934.

D.21 NICOLAÏ M. KRYLOV

Éléments biographiques Nicolaï M. Kryloff (1879-1955)¹⁶⁹² fait ses études à l'Institut des mines de St Pétersbourg où il obtient son diplôme en 1902. Il y est professeur de 1912 à 1917. Il part à l'université de Crimée en 1917 où il enseigne jusqu'en 1922. Il obtient ensuite un poste de professeur de physique mathématique à l'Académie des sciences d'Ukraine où il reste jusqu'à la fin de sa carrière.

Invitations Krylov Le 11 septembre 1935, Denjoy écrit à Borel qu'il a reçu une lettre de Krylov lui signifiant qu'il a obtenu l'autorisation de sortir du territoire soviétique à la fin du mois d'octobre. Denjoy demande donc s'il est possible de l'inviter à l'IHP. Le 23 septembre 1935, Borel écrit à Fournier lui communiquant la lettre de Denjoy et lui demandant d'écrire à Krylov. Le 25 septembre 1935, Fournier écrit à Krylov pour lui communiquer

1691. Il existe de nombreuses biographies de Kolmogorov, voir par exemple [Shiryayev, 1989].

1692. [O'Connor et Robertson, 2006].

l'invitation du comité de direction de l'IHP à faire 4 conférences sur un sujet de son choix portant sur le calcul des probabilités ou la physique mathématique dédommagées 4 000 frs. Le 15 octobre 1935, Denjoy écrit à Fournier pour l'informer que l'invitation n'est pas arrivée à destination. Il lui suggère de recommander sa lettre, ce que Fournier fait le jour même. Le 20 octobre 1935, Krylov accepte de faire sa conférence sur « La mécanique non linéaire et les théories statistiques. 1) Aperçu général sur la mécanique non linéaire et les question de la théorie des probabilités y intervenant. 2) Les effets statistiques de la variation arbitraire des paramètres sur le mouvement des systèmes dynamiques pendant des périodes suffisamment longues du temps. Cas des systèmes conservatifs. 3) Même sujet. Cas des systèmes non conservatifs. 4) Le mouvement sensiblement minimal des systèmes contenant un petit paramètre (la théorie des oscillations non linéaires). » Le 2 novembre 1935, Denjoy écrit à Fournier que Krylov a bien reçu l'invitation. Le 23 décembre 1935, Krylov signale que les cours proposés sont rédigés en collaboration avec Bogolioubov mais demande à faire ajourner les conférences pour des raisons de santé. Le 23 novembre 1937, Fournier écrit à Krylov pour lui communiquer l'invitation du Comité de Direction de l'IHP à faire 6 conférences, éventuellement assisté de Bogolioubov, dédommagées 6 000 frs. Le 4 décembre 1937, Krylov accepte l'invitation.

D.22 FRITZ LONDON

Éléments biographiques Fritz London (1900-1954)¹⁶⁹³ fait sa scolarité en Allemagne. Il fait ses études supérieures à Munich, où il soutient une thèse de philosophie en 1921. Il enseigne dans le secondaire au cours de l'année 1922-1923 à Bonn. Au printemps 1923, il part à Göttingen, où travaille Max Born, pour poursuivre ses recherches. En 1925, il part à l'université de Munich, où travaille Arnold Sommerfeld. Il y obtient un poste d'assistant à la Technische Hochschule. En 1925 il obtient un poste à l'Institut de physique théorique dirigé par Paul Ewald, à Stuttgart. En 1927, London part pour travailler dans le laboratoire de Schrödinger à Zürich grâce à une bourse Rockefeller. Il part ensuite pour Berlin où il reste jusqu'en 1933. Suite à l'élection de Hitler, London, de confession juive, fuit à Oxford (RU). Il obtient ensuite un poste à Paris en 1936. En 1939, il accepte le poste de professeur de chimie théorique à l'Université Duke (Caroline du Nord, ÉUA).

1693. [Gavroglu, 1995].

Invitation Fritz London Le 20 novembre 1933, Fournier écrit à London pour lui transmettre l'invitation du comité de direction de l'IHP à faire des conférences. Le 22 octobre 1934, Louis de Broglie écrit à Fournier pour lui donner une liste d'invitations à faire et à proposer au comité de direction. Mais il propose d'inviter immédiatement London et Pauli que Brillouin a vus récemment au Congrès de Londres, pour venir faire 3 ou 4 conférences. Le 31 octobre 1934, Fournier écrit à London. Elle évoque sa lettre de l'année précédente et sa conversation récente avec Brillouin. Le 2 novembre 1934, London accepte l'invitation et propose de venir faire trois conférences sur la « phänomenologische Theorie der Supraleitfähigkeit » en avril. Le 27 mars 1935, Proca signe le mandat de London d'une valeur de 4 000 frs.

D.23 SZOLEM MANDELBROJT

Éléments biographiques Szolem Mandelbrojt (1899-1983)¹⁶⁹⁴ naît à Varsovie. Il fait sa scolarité en Pologne. Il étudie à l'École polytechnique et à l'université de Varsovie. Il passe l'année universitaire 1919 à Kiev, pour suivre les enseignements de Serge Bernstein (formé aux mathématiques en partie à Paris). En parallèle, il se forme à la théorie des fonctions par la lecture de la *Collection de monographies sur la théorie des fonctions* dirigée par Borel¹⁶⁹⁵ et les ouvrages de Hadamard. Il séjourne à Paris de 1920 à 1923, où il suit les cours de la faculté des sciences et du Collège de France. Il obtient un doctorat de mathématiques à Paris en 1923. Grâce à une bourse Rockefeller, il étudie à Rome de 1924 à 1925. Il retourne à Paris en 1925. En 1926, il part au Rice Institute (Houston, Texas, ÉUA) où il reste un an. En 1928, il est chargé du Cours Peccot au Collège de France. Il est nommé chargé de cours à l'université de Lille pour l'année 1928-1929, puis à l'université de Clermont Ferrand pour l'année 1929-1930. Il est nommé professeur à cette université en 1930. En 1938, il est nommé professeur au Collège de France. Il garde ce poste jusqu'à sa retraite en 1972.

Invitation de Mandelbrojt Le 25 octobre 1934, Mandelbrojt propose de présenter un travail couronné en 1933 par le prix Bordin en 6 séances sur 3 semaines, si possible en décembre ou en janvier. Le 19 novembre 1934, Fournier lui rappelle qu'il est invité pour 6

1694. [Mandelbrojt, 1981, Mandelbrot, 1985]

1695. [Mandelbrot, 1985, 4-5]. Sur cette collection de monographies et son rôle dans la diffusion de et la formation à la théorie des fonctions voir [Ehrhardt, 2011].

conférences dédommagées 2 000 frs et qu'il lui est demandé une rédaction de sa conférence. Le 23 novembre 1934, Mandelbrojt propose de faire ses 6 conférences au mois de janvier 1935. Il accepte de faire ses séances le vendredi et samedi, mais le séminaire Hadamard ayant lieu au Collège de France de 17h à 19h, il craint que le public soit trop restreint. Il propose le titre « Sur un problème d'unicité des séries de Fourier ». Le 11 janvier 1935, Mandelbrojt signe un récépissé pour le versement de 2 000 frs.

D.24 CHARLES MANNEBACK

Éléments biographiques Charles Manneback (1894-1975)¹⁶⁹⁶ fait sa scolarité à Bruxelles. En 1912, il commence des études d'ingénieur à l'université catholique de Louvain. Il s'engage dans l'armée belge pendant la Première Guerre mondiale. Il y travaille à la mise au point d'appareils optiques pour l'armée. Il obtient son diplôme d'ingénieur en 1920. Il part alors compléter sa formation à Cambridge (ÉUA) au *Massachusetts Institute for Technology*. Il en sort en 1922 avec un PhD. En 1921, il devient ingénieur pour la *Western Union Telegraph* et en 1922 pour la *Bell Telephone*. Il rentre en Belgique en 1922, où il est nommé chargé de cours à l'université catholique de Louvain. En 1924, il y devient professeur. Il part un semestre à l'étranger à plusieurs reprises : en 1927 à Zürich, en 1931, à Leipzig, en 1934 à Rome. En 1934, il est professeur en échange à l'université de Cambridge (RU), en 1937 à Nancy, et en 1938 à Londres.

Invitation de Manneback Le 3 novembre 1932, Fournier communique l'invitation à Manneback faisant suite aux échanges qu'il a eus avec Louis de Broglie. Elle lui demande une rédaction pour les *Annales*. Le 18 novembre 1932, Manneback écrit à Fournier pour valider le projet d'affiche. Le 1^{er} décembre 1932, Manneback écrit à Fournier pour lui signaler une correction dans le titre qui doit être « La théorie quantique de la diffusion de la lumière et l'effet Raman ». Le 5 janvier 1933, Manneback écrit à Fournier pour lui communiquer son adresse à Paris. Le 12 janvier 1933, Manneback signe un récépissé pour le versement de 3 000 frs.

1696. [de Hemptinne et Biot, 1978, Biot, 1980].

D.25 STEFAN MAZURKIEWICZ

Éléments biographiques Stefan Mazurkiewicz (1888-1945)¹⁶⁹⁷ fait sa scolarité à Varsovie. Il étudie les mathématiques à Cracovie, Lvov, Munich et Göttingen. Il obtient un doctorat à l'université de Lvov en 1913. Il est nommé professeur à l'université de Varsovie. Il tient ce poste jusqu'à sa mort en 1945.

Invitation de Mazurkiewicz Le 22 décembre 1938, Fournier écrit à Mazurkiewicz, pour lui signifier qu'elle a appris par Fréchet, qu'il avait accepté de venir faire des conférences à l'IHP. Elle lui demande les dates qui lui conviendraient, le titre et l'informe qu'une somme de 6 000 frs lui sera versée. Elle lui demande une rédaction de ses conférences. Le 15 mars 1939, Mazurkiewicz écrit à Fournier accusant réception de la lettre de Fréchet du 11 mars. Il accepte de venir à Paris à partir du 3 mai pour faire 6 conférences et propose le titre : « Sur les fondements du calcul des probabilités et les espaces de variables aléatoires ». Le 18 mars 1939, Fournier écrit à Mazurkiewicz suite à sa lettre du 15 mars. Elle lui propose des dates, joint un projet d'affiche à valider et lui demande également une rédaction de ses conférences pour les Annales. Le 19 mars 1939, Fréchet écrit à Fournier pour lui proposer d'ajouter « ... prob. Et sur les espaces ... » au titre. Les horaires lui conviennent mais il suggère de demander également à Darmois et Lévy pour qu'ils puissent assister. Il lui dit qu'il a suggéré à Mazurkiewicz de séjourner à la Maison internationale. En mars 1939, Borel écrit au doyen pour demander l'établissement d'un mandat de 6.000 frs au nom de Mazurkiewicz. Le 8 avril 1939, Mazurkiewicz écrit à Fournier en réponse à la lettre du 18 mars 1939. Il valide les dates qui y sont proposées. Le 21 avril 1939, Fournier écrit à Mazurkiewicz l'informant qu'elle écrit à Spitzer pour réserver une chambre. Le 22 avril 1939, Mazurkiewicz écrit à Fournier accusant réception de la lettre du 18 avril concernant la réservation d'une chambre à la Maison Internationale. Le 24 avril 1939, Fournier écrit à Spitzer pour réserver une chambre pour Mazurkiewicz et demande les conditions. Le 25 avril 1939, M. Spitzer (directeur de la Maison Internationale) assure réserver une chambre pour M. et Mme Mazurkiewicz. Le 10 mai 1939, Fournier informe le doyen qu'elle n'a pas eu les nouvelles attendues de Mazurkiewicz, en conséquence de quoi les conférences sont reportées. Elle précise en *post-scriptum* que Fréchet a reçu une lettre de Mazurkiewicz lui

1697. [Kuratowski, 1969].

signifiant ses difficultés dues aux relations internationales.

D.26 EDWARD MILNE

Éléments biographiques Edward Milne (1896-1950)¹⁶⁹⁸ fait sa scolarité au Royaume-Uni. Il entre au *Trinity College* à Cambridge (RU) en 1913. En 1916, il participe à la Guerre en rejoignant l' *Anti-aircraft experimental section*; ce qui l'amène à Paris en 1918. Il retourne à Cambridge en 1919. En 1920, il est nommé directeur assistant du *Solar Physics Observatory* et y reste jusqu'en 1924. En parallèle, il est nommé, en 1922, *Lecturer* en astronomie à Cambridge. En 1924, il devient *Lecturer* en mathématiques au *Trinity College* puis est nommé professeur de mathématiques appliquées à l'université de Manchester. Il devient professeur de mathématiques à Oxford en 1928 où il reste jusqu'à la fin de sa carrière.

Invitation de Milne Le 1^{er} octobre 1931, Brillouin écrit à Fournier pour l'informer qu'une conférence de 6 à 10 séances sur la constitution des étoiles et l'origine de l'énergie stellaire est prévue à partir du 5 décembre 1931. Brillouin demande à Fournier d'écrire à Milne pour lui demander les dates exactes, le nombre de conférences et lui demander une rédaction pour les *Annales*. Pour des raisons de santé, Milne décline l'invitation dans sa lettre du 5 novembre 1931 à Fournier. Le 23 novembre 1937, Fournier écrit à Milne pour renouveler l'invitation; aucune réponse n'est conservée.

D.27 JERZY NEYMAN

Éléments biographiques Jerzy Neymann (1894-1981)¹⁶⁹⁹ naît en Bessarabie. Il entre à l'université de Kharkov en 1912 et y obtient son diplôme en 1916. Il y suit en particulier les cours de Serge Bernstein. Il obtient un poste d'enseignement à l'Institut de technologie de Kharkov en 1917. En 1920, pendant la guerre russo-polonaise, il est arrêté et emprisonné plusieurs semaines. Il décide de partir pour la Pologne en 1921. Il obtient un poste de statisticien à l'Institut d'agriculture de Bydgoszcz. En 1923, il obtient un poste de statisticien à Varsovie et soutient une thèse à l'université de la ville en 1924. Il obtient une

1698. [McCrea, 1951].

1699. [Lehmann, 1994, Kendall *et al.*, 1982, Reid, 1998, Fienberg et Tanur, 2001].

bourse pour partir au *University College* de Londres, dans le laboratoire de Karl Pearson en 1924. En 1925, il obtient une bourse Rockefeller et part un an à Paris. En 1926, il retourne à Varsovie pour y enseigner à l'université et obtient un poste de statisticien à l'Institut *Nencki* de biologie expérimentale. Il entretient une correspondance scientifique avec Egon Pearson. Ce dernier propose à Neyman un poste dans son laboratoire en 1934. Neyman accepte et conserve ce poste jusqu'en 1938. En 1937, il donne une série de conférences aux États-Unis d'Amérique. De retour à Londres, il reçoit une proposition de poste à l'université de Berkeley (Californie) qu'il accepte. Il y reste jusqu'à la fin de sa carrière.

Invitations de Neyman Le 20 novembre 1935, Fournier écrit à Neyman communiquant l'invitation officielle du comité de direction de l'IHP à faire 6 conférences sur « Les problèmes d'estimation statistique et de vérification des hypothèses » faisant suite à sa correspondance avec Darmois. Elle demande la validation des dates proposées ainsi qu'une rédaction de sa conférence. Le 26 novembre 1935, Neymann écrit à Fournier en réponse à la lettre du 20 novembre pour lui signifier qu'il accepte l'invitation à faire 6 conférences. Il propose de venir début janvier. Il précise qu'il est docteur de philosophie, docent à l'Universités J. Pilsudski, Varsovie et à l'École centrale d'agriculture, Varsovie et reader à l'Université de Londres. Le 27 novembre 1935, Fournier écrit à Neyman pour lui proposer un calendrier de séances. Le 28 novembre 1935, Neyman écrit à Fournier pour valider ce calendrier. Le 30 décembre 1935, Neyman communique son adresse parisienne à Fournier. Le 17 janvier 1936, Neyman signe un récépissé de 4000 frs.

D.28 LOTHAR NORDHEIM

Éléments biographiques Lothar Nordheim (1899-1985)¹⁷⁰⁰ fait ses études à Hambourg puis à Munich entre 1919 et 1922. Il se rend ensuite à Göttingen où il obtient son doctorat en 1923. Il est ensuite assistant dans cette université jusqu'en 1927. Grâce à une bourse Rockefeller, il part à Cambridge (RU) puis Copenhague entre 1927 et 1928. Il est *Pivatdozent* à l'université de Göttingen entre 1928 et 1930. Il devient professeur assistant en 1930. Il est professeur invité à l'*Ohio State University* en 1931. Il est professeur invité

1700. Nous n'avons pas trouvé de biographies publiées sous la forme de livre ou d'articles. Nous avons consultés les url suivants : [Wheaton, 1977]. Voir également les informations données sur les sites <https://phy.duke.edu/about/history/historical-faculty/lothar-w-nordheim> et <https://amphilsoc.org/guides/ahqp/>.

à l'université de Moscou l'année suivante. Il se voit contraint de fuir l'Allemagne après l'élection d'Hitler. En 1933, il se rend à Paris puis à Harlem (Pays-Bas). Il est professeur invité à l'université de Purdue (Indiana, ÉUA) entre 1935 et 1937 puis professeur à l'université de Duke (Caroline du Nord, ÉUA) où il reste de 1937 à 1943.

Invitations de Nordheim Le 20 novembre 1933, Fournier écrit à Nordheim pour lui communiquer l'invitation du comité de direction de l'IHP pour faire trois ou quatre conférences sur un sujet de son choix. Il sera dédommagé à hauteur de 3 000 frs. Elle lui demande également une rédaction de ses conférences. Le 10 avril 1934, Nordheim écrit à Fournier pour lui demander les dates de ses conférences. Il propose de faire trois séances sous le titre « La théorie du rayonnement pour des particules d'une énergie très élevée. Matérialisation et destruction de la matière, freinage des rayons cosmiques. » Le 11 avril 1934, Fournier écrit à Nordheim en réponse à sa lettre du 10 avril pour lui proposer des dates de conférences. Le 23 avril 1934, Borel écrit au doyen demandant un mandat de 3 000 frs pour Nordheim.

D.29 RUDOLF PEIERLS

Éléments biographiques Rudolf Peierls (1907-1995)¹⁷⁰¹ fait sa scolarité à Berlin où il commence ses études universitaires en 1925. En 1926, il étudie à l'université de Munich. En 1928, il part étudier à l'université de Leipzig puis, en 1929, à l'université de Zürich. Il soutient sa thèse à l'université de Leipzig en 1929. Grâce à une bourse Rockefeller, il séjourne à Rome puis à Cambridge (RU) en 1932-1933. D'origine juive, l'élection d'Hitler le contraint à l'exil. Il obtient un poste d'un an à Manchester, puis un autre de deux ans à Cambridge (RU). En 1937, il obtient un poste de professeur de physique mathématique à l'université de Birmingham.

Invitation de Peierls Le 20 novembre 1933, Fournier écrit à Peierls pour transmettre l'invitation du comité de direction de l'IHP à faire trois ou quatre conférences sur un sujet de son choix, dédommagées 4 000 frs. Elle lui demande également une rédaction pour les *Annales*. Le 30 novembre 1933, Peierls écrit à Fournier lui signifiant qu'il accepte l'invitation. Il demande les dates des vacances de Pâques de 1934 à Paris. Il préfère décider

1701. [Lee, 2007].

le plus tard possible du sujet pour en proposer un le plus récent possible. Le 9 décembre 1933, Peierls propose de faire ses conférences entre le 9 et le 19 avril 1934. Le 26 février 1934, Peierls écrit à Fournier et lui propose de faire quatre conférences sur « Quelques propriétés typiques des corps solides ». Le 4 mars 1934, Fournier écrit à Peierls pour lui communiquer un projet d'affiche à valider. Le 8 mars 1934, Peierls valide le projet et demande combien de temps dure une conférence. Le 13 mars 1934, Borel écrit au doyen demandant un mandat de 4 000 frs pour Peierls.

D.30 FRANCIS PERRIN

Éléments biographiques Francis Perrin (1901-1992) fait ses études secondaires à Paris. Il entre à l'École normale supérieure en 1918 et obtient l'agrégation de physique en 1922. De 1924 à 1932, il est assistant à la Faculté des sciences. Il obtient un doctorat de mathématiques en 1928 puis un doctorat de physique en 1929. En 1933, il est nommé maître de conférences de théorie physique à la Sorbonne. En 1935, il est nommé professeur sans chaire. Il participe au Congrès Solvay en 1933. Il est mobilisé de septembre 1939 à juillet 1940.

Invitation de Francis Perrin Le 15 janvier 1930, Fournier écrit à Perrin pour lui communiquer l'invitation de l'IHP à faire 2 conférences pour l'année scolaire 1929-1930. Le 1^{er} avril 1930, Fournier écrit à Perrin concernant les dates et les horaires des deux conférences qu'il a accepté de faire. Le 14 mai 1930, un projet d'affiche évoque 2 séances intitulées « Transfert d'activation, désactivation et activation induite par résonance en mécanique ondulatoire ».

Le 15 février 1932, Borel écrit au recteur pour lui demander d'établir un mandat de 3 000 frs au nom de Perrin. Le 22 février 1932, Perrin communique le titre de sa seconde conférence : « Influence du spin des noyaux atomiques sur leurs propriétés dynamiques (Spectres de bandes et collisions). » Une lettre non datée de Borel au recteur demande un mandat de 2 000 frs au nom de F. Perrin.

D.31 GEORGE PLACZEK

Éléments biographiques George Placzek (1905-1955)¹⁷⁰² naît à Brno (Tchécoslovaquie). Il y fait ses études secondaires. En 1924, il commence ses études universitaires à Vienne où il obtient un doctorat en 1928. Durant cette période il passe trois semestres à Prague. Entre 1928 et 1930, il se rend à Utrecht, puis entre 1930 et 1931, à Leipzig. Il se rend ensuite à Rome. En 1932, il se rend à Copenhague où il reste jusqu'en 1938. Entre 1932 et 1939, Placzek enchaîne des séjours à Kharkov, Rome, Jerusalem (1934-1935), New-York et Paris (1938-1939). Suite à l'*Anschluss* et l'annexion des Sudètes, Placzek s'exile aux États-Unis en 1939. Il obtient un poste de « research associate » à l'Université Cornell à Ithaca (NY, ÉUA).

Invitation de Placzek Le 4 mars 1938, Fournier écrit à Placzek que les conférences sont organisées et lui joint un projet d'affiche avec le titre « La spectroscopie des neutrons lents ». Le 14 mars 1938, Placzek signe un récépissé pour le versement de 2 000 frs.

Le 22 octobre 1938, « Calannes »¹⁷⁰³ propose que Placzek fasse des conférences sur l'optique théorique à l'IHP. Le 7 décembre 1938 Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 5 000 frs pour Placzek.

D.32 FELIX POLLACZEK

Éléments biographiques Felix Pollaczek (1892-1981)¹⁷⁰⁴ fait ses études secondaires à Vienne. Il fait des études d'ingénieur à l'université à Vienne puis à Prague où il obtient un doctorat en ingénierie électrique en 1920. Il part ensuite faire des études de mathématiques à Berlin. Il y obtient un doctorat en 1922. Il est engagé comme ingénieur à l'*Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft* (AEG). Il devient conseiller scientifique pour le service allemand des PTT en 1923. D'origine juive, l'élection de Hitler le contraint à l'exil. Il se rend à Paris où il travaille pour la Société d'études pour les liaisons téléphoniques et télégraphiques. En 1936, il retourne à Brno où vit sa famille. Il est invité par Khintchine en URSS en 1937. Il y passe quelques mois avant de retourner à Brno. Pollaczek réussit à

1702. [Cassidy, 1990, van Hove, 1955, Fischer, 2005]

1703. Nous n'avons pas identifié cette personne.

1704. [Cohen, 1981, Cohen, 2001].

fuir la Tchécoslovaquie en 1938, malgré l'invasion allemande. Il retourne à Paris où il est nommé maître de recherche en 1939-1940.

Invitation de Pollaczek Le 24 février 1939, Borel écrit au doyen pour faire faire un mandat de 2 000 frs pour Pollaczek. Le 17 mars 1939, Pollaczek signe un récépissé pour le versement de 2 000 frs. En mars 1939 le projet d'affiche précise le titre de Pollaczek, le sujet et les séances.

D.33 CHANDRASEKHA RAMAN

Éléments biographiques Chandrasekha Venkata Raman (1888-1970)¹⁷⁰⁵ fait sa scolarité à Tiruchirappalli (Tamil Nadu, Inde) et à Visakhapatnam (Andhra Pradesh, Inde). Il fait ses études universitaires au *Presidency College* à Madras (actuellement Chennai, Tamil Nadu, Inde) entre 1904 et 1907. Il obtient un poste dans l'administration publique (Comptable) en 1907. Il est muté à Rangoon en 1910. En 1911, il est transféré au service des PTT à Calcutta. En 1917, il est nommé *Palit professor* à l'université de Calcutta. Il est élu secrétaire de l'*Indian Association for the cultivation of science*. En 1922, il obtient son doctorat de l'Université de Calcutta. Entre 1922 et 1924, il se rend à Londres, au Canada, aux États-unis, en Norvège. Il est professeur invité au CalTech (Pasadena, Californie, ÉUA) pendant quatre mois. Il obtient le prix Nobel de physique en 1930. En 1932, il devient directeur de l'*Indian Institute of Science* de Bangalore (Karnataka, Inde).

Invitation de Raman Le 19 novembre 1929, l'annonce est faite dans un papier sous l'entête « Institut Henri Poincaré – Chaire de Théorie physique. » Dans une lettre non datée, Borel écrit au recteur pour lui demander d'établir un mandat de 2 500 frs au nom de Raman pour deux conférences faites à l'IHP.

D.34 HANS REICHENBACH

Éléments biographiques Hans Reichenbach (1891-1953)¹⁷⁰⁶ fait sa scolarité à Hambourg. Il étudie l'ingénierie à la *Technische Hochschule* de Stuttgart entre 1910 et 1911, puis étudie la philosophie, les mathématiques et la physique successivement à Berlin, Munich,

1705. [Anon, 1988].

1706. [Clay, 1953, Glymour et Eberhardt, 2016].

Göttingen où il soutient sa thèse en 1915. Il est mobilisé lors de la Première Guerre mondiale jusqu'en 1917. Il devient alors ingénieur pour une entreprise de radiocommunication. En 1920, il enseigne la physique au *Technische Hochschule* de Stuttgart. Il obtient un poste à l'université de Berlin en 1926. D'origine juive, il est contraint à l'exil en 1933 suite à la prise de pouvoir de Hitler. Il part à Istanbul avec 32 autres professeurs allemands, dont Richard von Mises. En 1938, il obtient un poste à l'université de Californie à Los Angeles où il reste jusqu'à la fin de sa carrière.

Invitation de Reichenbach Le 2 décembre 1935, Borel écrit à Louis Rougier le remerciant de lui avoir signalé le désir de Reichenbach de venir à l'IHP. S'il peut faire des conférences en français, Borel affirme qu'il est le bienvenu. Borel précise que le comité de direction s'est réuni en novembre comme chaque année et que le budget est déjà fixé. Borel ajoute que si Reichenbach a déjà prévu de venir à Paris il pourra être modestement indemnisé. Enfin il signale qu'il doit s'absenter et indique Georges Darmois comme correspondant.

Le 16 novembre 1936, Rougier écrit à Fournier pour lui demander, au nom de Borel, de proposer Reichenbach comme invité à la réunion du comité de direction du dimanche suivant. Reichenbach rappelle que c'est la deuxième demande qu'il fait. Le 19 décembre 1936, Reichenbach écrit à Darmois pour lui demander de faire ses conférences à partir du 27 mai et de lui verser l'indemnité de 6 000 frs lors de son séjour à Paris. Le 10 février 1937, Fournier écrit à Reichenbach pour confirmer que les dates qu'il propose conviennent. Elle demande ses titres, le sujet de ses conférences et une rédaction pour les *Annales*. Le 24 février 1937, Reichenbach propose le titre « Les fondements logiques du calcul des probabilités » et informe Fournier qu'il est invité par Brunschvicg à faire une conférence à la Société de philosophie. Le 5 mars 1937, Fournier écrit à Reichenbach pour lui envoyer un projet d'affiche à valider. Le 22 mars 1937, Reichenbach écrit à Fournier pour valider les dates proposées. Il demande de communiquer une invitation officielle à l'ambassadeur de Turquie et une à la fondation Rockefeller. Pour le contacter, il suggère de passer par Rougier. Le 4 mai 1937, Borel écrit au doyen pour faire établir un mandat de 6 000 frs pour Reichenbach.

D.35 YVES ROCARD

Éléments biographiques Yves Rocard (1903-1992)¹⁷⁰⁷ entre à l'École normale supérieure en 1922 et obtient l'agrégation de physique en 1925. Il soutient une thèse de mathématiques en 1927 puis un doctorat de physique en 1928 à l'université de Paris. Il assure le cours Peccot au Collège de France pendant l'année 1927-1928. Il obtient un poste à la Compagnie générale de la télégraphie sans fil en 1928. Il est nommé maître de recherche à la Caisse nationale de recherche scientifique en 1935. Il est nommé maître de conférences à l'université de Clermont-Ferrand en 1939, puis maître de conférences de mécanique expérimentale à l'université de Paris (1939) et enfin maître de conférences de physique en 1941 à l'université de Paris.

Invitation de Rocard Le 16 février 1930, Rocard écrit à Fournier qu'il accepte les propositions d'horaires. Le 1^{er} mars 1930, Fournier écrit à Rocard pour l'informer d'un changement de dates pour les conférences et lui demande confirmation. Le 2 mars 1930, Rocard écrit à Fournier que les horaires proposés lui conviennent.

D.36 JOHAN STEFFENSEN

Éléments biographiques Johan Frederik Steffensen (1873-1961)¹⁷⁰⁸ fait sa scolarité et ses études supérieures à Copenhague. De 1898 à 1919, il travaille pour des sociétés d'assurances et pour le Conseil des assurances danoises. Il obtient un doctorat de mathématiques de l'université de Copenhague en 1912. Il obtient un poste de professeur assistant à cette université en 1919. De 1923 à 1943, il est professeur de mathématiques actuarielles dans cette université. En parallèle, il poursuit sa carrière dans le domaine de l'assurance. Il est membre du Conseil des assurances danoises de 1923 à 1929. En 1929, il rejoint le conseil d'administration de *Statsanstalten for Livsforsikring*. Il est invité à Paris et à Londres pour faire des conférences sur ses travaux dans le domaine de la statistique. Il fait également l'objet d'une reconnaissance internationale dans le domaine de l'actuariat en étant élu à l'*Institute of Actuaries* à Londres. Il est également membre honoraire de la Société actuarielle de Suède.

1707. [Davoust, 2014].

1708. [Ogborn, 1962].

Invitation de Steffensen Le 2 juillet 1931, Steffensen écrit à Fournier pour accepter l'invitation faite par le comité de direction de l'IHP à faire 2 conférences au mois décembre 1931. Il propose de faire une conférence « Sur la probabilité que la descendance d'une personne s'éteindra, mesures de dépendance entre les événements fortuits ». Le 6 novembre 1931, Steffensen écrit à Fournier en réponse à la lettre du 3 novembre. Il donne des corrections sur l'organisation et assure qu'il va rédiger ses conférences. Le 22 décembre 1931, Steffensen signe un récépissé après le versement de 4 000 frs.

D.37 EHARD TORNIER

Éléments biographiques Ehrard Tornier (1894-1982)¹⁷⁰⁹ fait ses études à Breslau, Berlin et Marbourg où il obtient un doctorat en 1922. Il obtient un poste de *privatdozent* en 1926 à Halle. Il obtient un poste à l'université de Kiel en 1929. Il obtient son Habilitation en 1930 à l'université de Marbourg. Il rejoint le parti Nazi en 1932. Il dénonce son collègue Feller, mathématicien juif, en 1933 et espère obtenir le poste de professeur à l'université de Kiel, et ainsi remplacer Fraenkel parti à Jérusalem. Néanmoins il obtient un poste de professeur à l'Institut de mathématiques à Göttingen en 1934. En 1936, il demande un congé maladie puis est transféré à Berlin.

Invitation de Tornier Le 3 janvier 1939, Tornier écrit à Borel qu'il souhaite partir à la « retraite » pour se consacrer aux recherches sur les probabilités et il demande s'il peut l'aider à trouver un financement, car il souhaite passer un an à Paris pour profiter de la présence de Borel et Fréchet. Le 12 janvier 1939, Borel répond à Tornier. Il y affirme que « nous sommes toujours heureux lorsque des savants étrangers viennent parmi nous, car de l'échange réciproque des idées naissent souvent des progrès de la science ». Il l'informe des fonds limités de l'IHP et la limitation de l'invitation de 8 ou 10 professeurs étrangers. Il affirme que « la liste de nos invitations est dressée chaque année, en octobre habituellement, par le Comité directeur de l'Institut Henri Poincaré ». S'il est disposé à faire des conférences en français, il lui propose de suggérer son nom en octobre 1939. Borel parle de son séminaire qui se tient de novembre à février le vendredi matin et où se rencontrent la plupart des mathématiciens français s'intéressant aux probabilités, « professeur et élèves ». Le 18 janvier 1939, Tornier accepterait l'invitation que lui ferait

¹⁷⁰⁹. [Hochkirchen, 1998], [Segal, 2003, 149-157].

l'IHP en octobre. Il fait des propositions de sujet de lui-même : « 1/ Sur mon opinion du fondement du Calcul des probabilités comme branche de la Physique mathématique, 2/ Sur l'application de la théorie des mesures aux questions de densité dans la théorie des nombres et quelques problèmes encore non résolus, 3/Sur la théorie des mesures des opérations de relation qui ne sont pas additives et qui ne dérivent pas d'une façon évidente de l'addition ».

D.38 FRANCESCO TRICOMI

Éléments biographiques Francesco Giacomo Tricomi (1897-1978) fait ses études à Bologne puis à Naples où il est diplômé en 1918. Il obtient un premier poste à Padoue, puis est nommé professeur à Rome. Au milieu des années 20, il obtient un poste à l'Université de Turin où il reste jusqu'en 1967.

Invitation de Tricomi Le 16 février 1938, Tricomi remercie Fréchet et le comité de l'IHP pour l'invitation. Il propose une conférence sur « Les transformations de Fourier, Laplace et Gauss et leurs applications au calcul des probabilités et à la statistique mathématique ». Il propose de venir avant les vacances de Pâques ou après la fin avril et espère obtenir l'autorisation de voyager. Le 28 février 1938, Malécot écrit à Tricomi que Fréchet l'a chargé de correspondre avec lui pour fixer une date pour ses conférences. Le 5 mars 1938, Tricomi écrit à Malécot pour lui signifier qu'il n'a pas encore reçu l'autorisation et redonne le titre exact. Le 26 mars 1938, Tricomi écrit à Malécot pour lui annoncer qu'il a reçu l'autorisation ministérielle et valide le projet d'affiche. Le 28 mars 1938, Malécot écrit à Tricomi pour lui demander son adresse pour son séjour parisien et une rédaction de ses conférences. Le 28 avril 1938, Tricomi signe un récépissé après le versement de 4 000 frs.

D.39 VITO VOLTERRA

Éléments biographiques Vito Volterra (1860-1940)¹⁷¹⁰ commence ses études en 1878 à l'université de Pise. Il intègre la *Scuola Normale Superiore* à Pise en 1879. Il obtient un doctorat de mathématiques en 1882 à l'université de Pise. Il y est nommé professeur de mécanique rationnelle en 1883. En 1888 il est élu membre correspondant de la Société

1710. [Guerraggio et Paoloni, 2012].

mathématique de France et fait un voyage à Paris. En 1891, il séjourne un mois à Göttingen et à Berlin. En 1892, il est élu doyen de la faculté des sciences de l'université de Pise. En 1893, il est nommé professeur de mécanique et de mécanique rationnelle à l'université de Turin. En 1900, il devient professeur de physique mathématique à l'université de Rome. Au cours de l'année 1902, il se rend en Allemagne, au Danemark, en Suède et en Norvège. L'université de Cambridge lui remet un *doctora honoris causa* en 1904. La même année il est élu membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris. En 1905, Volterra donne une série de conférences à l'université de Stockholm. En 1907, il est élu doyen de la faculté des sciences de l'université de Rome. En 1909, il voyage au Canada et aux États-unis où il donne une série de conférences. En 1910, il est élu membre de la *Royal Society*. En 1911, il est élu membre de l'*American National Academy of Sciences*. En 1912, il donne une série de conférences à Paris et aux États-unis. Suite à l'entrée en guerre de l'Italie, il s'engage volontairement. Il participe à l'Office italien des inventions et de recherche. Après la guerre, il participe au Congrès international des mathématiciens à Strasbourg (1920). En 1923, il est élu président du *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR) et de l'*Accademia dei Lincei*. Suite à la montée du régime fasciste, il démissionne de ces postes en 1926. Il intervient au Congrès des mathématiciens en 1928 à Bologne. En 1931, il refuse de prêter allégeance au régime fasciste ce qui lui vaut d'être exclu de l'*Accademia dei Lincei* en 1934. Il prend sa retraite en 1931.

Invitation de Volterra Le 8 février 1929, Borel écrit au recteur pour demander un mandat de 10 000 frs pour Volterra pour faire 10 leçons.

Le 26 décembre 1929, Volterra répond officiellement au directeur de l'IHP pour accepter l'invitation du comité de direction à faire des conférences sur la mécanique des fluides et sur les équations intégral-différentielles et fonctionnelles. Le 10 janvier 1930, Fournier écrit à Volterra pour l'informer des dates de sa conférence. Le 13 janvier 1930, Volterra envoie un télégramme pour retarder ses conférences. Le 20 janvier 1930, Volterra écrit à Borel pour valider les dates. Le 23 janvier 1930, le projet d'affiche est envoyé à l'impression. Il est précisé que Volterra, professeur à l'université de Rome, fera trois séances intitulées « Mécanique des fluides et équations intégral-différentielles et fonctionnelles. » Le 5 février 1930, Borel écrit au recteur pour demander un mandat de 4 000 frs au nom de Volterra.

Le 21 janvier 1931, Fournier écrit à Volterra pour lui demander les dates et titres des

conférences qu'il va faire. Le 23 janvier 1931, Volterra écrit à Fournier pour proposer le titre « Equations aux dérivées partielles et théorie des fonctions ». Il propose de faire 4 séances entre le 8 et le 22 février. Le 31 janvier 1931, Volterra écrit à Fournier pour lui retourner le projet d'affiche qu'il valide. Le 10 février 1932, Borel écrit au recteur pour demander un mandat de 4 000 frs au nom de Volterra.

Le 9 novembre 1932, Fournier écrit à Volterra pour lui communiquer l'invitation du comité de direction à faire des conférences « comme les années précédentes ». Le cas échéant, il doit préciser le nombre de conférences. Le 17 décembre 1932, Volterra écrit à Fournier pour accepter l'invitation. Il propose deux séances à la mi-février. Dans une note manuscrite il propose de traiter de « La théorie des fonctionnelles analytiques et des équations du type hyperbolique ». Le 9 février 1933, Fournier écrit à Volterra exprimant ses regrets que Volterra soit souffrant et ne puisse venir à Paris. Les conférences sont renvoyés à une date indéterminée. Le 13 février 1933, Mme Volterra écrit à Fournier lui signifiant Volterra est tombé brutalement malade. Le 28 février 1933, Volterra écrit à Fournier pour lui demander si les conférences peuvent se faire le 12 mars. Le 4 mars 1933, Fournier écrit à Volterra pour lui envoyer des propositions de dates. Le 7 mars 1933, Borel écrit au doyen pour demander un mandat de 3 000 frs. Le 8 mars 1933, Volterra écrit à Fournier pour valider les propositions de calendrier.

Le 20 novembre 1933, Fournier écrit à Volterra pour lui communiquer l'invitation du comité de direction pour faire une conférence en 3 ou 4 séances sur un sujet de son choix dédommagée 3 000 frs. Elle précise qu'une rédaction lui sera demandée. Le 21 décembre 1933, la femme de Volterra écrit à Fournier pour lui dire que Volterra est malade et qu'il répondra plus tard. Le 27 février 1934, Volterra écrit à Borel qu'il ne pourrait faire les trois séances que sur des vieux sujets : les distorsions élastiques et dans des corps à l'intérieur desquels existent des mouvements cycliques. Il affirme qu'il préfère se taire plutôt que faire des conférences dépassées. Le 4 mars 1934, Fournier écrit à Volterra pour lui communiquer un projet d'affiche qu'elle lui demande de valider. Il y est précisé que Volterra est membre de l'Académie des sciences et que sa conférence porte sur « Les distorsions élastiques et les mouvements des corps à l'intérieur desquels existent des mouvements cycliques ». Le 4 mars 1934, Borel écrit au Doyen pour demander un mandat de 3 000 frs.

Le 22 juin 1936, Borel écrit au Doyen pour faire un mandat de 1 980 frs (2.000 frs avec 10 % de retenues). Le 3 juillet 1936, un projet d'affiche précise que Vito Volterra

est membre de l'Académie des sciences et qu'il fera une conférence sur « Les fluctuations biologiques ».

D.40 EDMUND WHITTAKER

Éléments biographiques Edmund Taylor Whittaker (1873-1956)¹⁷¹¹ entre au *Trinity College* de Cambridge en 1892 où il est diplômé en 1895. Il y enseigne de 1896 à 1906. Il est professeur au *Trinity College* de Dublin de 1906 à 1911. Il est professeur à l'université d'Édimbourg de 1911 jusqu'à la fin de sa carrière en 1946.

Invitation de Whittaker Dans une note, M. Fréchet communique que Edmund Whittaker a écrit le 28 novembre 1938 que sa santé l'empêche d'accepter l'invitation dans l'état actuel. Fréchet lui répond de se manifester s'il change d'avis.

1711. [Martin, 1958].

SOURCES

ARCHIVES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Dossier Darmois Quelques documents rassemblés pour la notice nécrologique de Georges Darmois, notamment une lettre de sa femme.

Fond Fréchet Notamment les cartons F2 (contenant deux lettres de Gumbel) et F8 (correspondances avec des mathématiciens soviétiques).

ARCHIVES NATIONALES

École normale supérieure (rue d'Ulm)

61AJ161 Organisation pratique des études, cours et conférences. Emplois du temps des élèves et horaires des cours (1873, 1879-1884, 1890-1891, 1925-1926); affiches des cours des facultés (lettres et sciences : 1919-1920 à 1930-1931)

61/AJ/188 Scolarité des élèves de l'École, 1922-1923 à 1925-1926

61/AJ/189 Bulletin de notes des élèves de l'École, 1933-1934

61/AJ/193 Élèves étrangers de l'ENS (1921-1935)

61/AJ/245-261 Dossiers individuels des élèves (1916-1934)

Rectorat de Paris

20010498/40 Documents relatifs aux certificats, à la licence ès sciences (1898-1958) : programmes, équivalences, groupement de certificats et incompatibilités. Contient des informations permettant de suivre l'évolution des certificats et des diplômes au sein de la licence ès sciences.

20010498/76-20010498/77 Documents concernant l'ISUP : création, conseil d'administration, finances, activités scientifiques, enseignements (1922-1968).

20010498/130 Documents concernant l'IHP : création, conseil d'administration,

finances, activités scientifiques, enseignement, locaux et matériel (partie consultée : 1926-1941)

Académie de Paris

AJ/16/2594 Conseil de l'université (10 juin 1928 - 30 janvier 1932) : retranscription des discussions des séances du conseil de l'université.

AJ/16/5123-AJ/16/5124/A-AJ/16/5124/B Conseil de la faculté des sciences : registres des procès-verbaux des séances de la faculté des sciences de Paris (1902-1925 ; 1929-1940)

AJ/16/5125 Assemblée de la faculté des sciences : registres des procès-verbaux des séances de l'assemblée de la faculté des sciences (1886-1926)

AJ/16/5154-5155 Répertoire alphabétique des étudiants de la faculté des sciences (1918-1919 et 1920) : nom, grade, numéro de consignation, date des examens, notes, observations.

AJ/16/5167 Registres des déclarations d'inscriptions à la licence ès sciences : nom, lieu de naissance, date de naissance, date des inscriptions, adresse.

AJ/16/5177-5179 Registres d'immatri-culation (1929-1932) : numéro d'ordre, noms et prénoms, date et lieu de naissance, adresse, études poursuivies (certificats, travaux pratiques, travaux de recherche, doctorat ès sciences, agrégation, diplôme d'étude)

AJ/16/5293-5315 Registres d'inscription et de consignations aux examens (1918-1940) : diplôme, date de délivrance, nom, lieu et date de naissance, adresse, résultat de l'examen, date d'envoi du certificat d'admission.

AJ/16/5496-5512 Registres des procès-verbaux de licence (1919-1925, 1928-1929, 1931-1934, 1936, 1938-1940) : titre du certificat, date de la session d'examen, examinateurs, numéro d'ordre, nom des candidats, numéro de consignation, note (épreuve écrite, épreuve pratique, épreuve orale), total, classement et mention.

AJ/16/5675-5682 Fiches individuelles des étudiants nés entre 1850 et 1900 : nom, date et lieu de naissance, filière du baccalauréat, date et académie d'obtention du baccalauréat, dates d'inscriptions, numéros de registre, numéro de quittance, observations, date et lieu des examens, résultats des examens.

AJ/16/5733, AJ/16/5735 Dossier individuels des professeurs de la faculté des sciences.

AJ/16/5775 Dossiers sur divers laboratoires et instituts de la faculté (1911-1941) : archives relatives à l'Institut Henri Poincaré (création, inauguration, budget, personnel, statuts, règlement, certificat de calcul des probabilités et de physique mathématique)

AJ/16/5776 Instituts de l'Université (1921-1946) : Institut de statistique de l'université de Paris (finances)

Instruction publique

F/17//3419-3420* Répertoire des licences ès sciences (1911-1919, 1920-1925) : Faculté (ville), nom et prénom, naissance (date, lieu), certificats, numéro d'ordre des diplômes, date du diplôme.

F/17/18017-18018 Répertoire des licences ès sciences (1926-1930, 1931-1934) : Faculté (ville), nom et prénom, naissance (date et lieu), certificats, date d'admission.

F/17/24854, F/17/25320, F/17/25560, F/17/26978, F/17/27338 Dossier de carrières.

BIBLIOTHÈQUE DE L'IHP

Dossiers nominatifs d'invitations Ensembles de dossiers nominatifs rassemblant des documents relatifs aux invitations, aux conférences et à la publications dans les *Annales de l'IHP*.

Dossiers Administratifs Devis, factures (matériel, travaux et entretien), correspondance avec les architectes (Gustave Rolet, Félix Ollivier), exercices budgétaires.

BIBLIOTHÈQUE MIR, JUSSIEU

Archives Jean-Louis Destouches Notes manuscrites de cours de la chaire de CPPM (1929-1931)

CORRESPONDANCES

Bruno de Finetti University of Pittsburg (États-unis d'Amérique) : Bruno de finetti's papers. Correspondances avec la France (1931-1939)

Fréchet à Hostinsky Archives de l'Académie des sciences (carton F8)

Hostinský à Fréchet Archives de l'université Masaryk, Fond Hosinsky

George Pólya Archives de l'université ETH de Zürich, fond Pólya.

OUVRAGES CARACTÈRE DE SOURCES

Annales de l'Université de Paris

Donne des informations sur l'activité scientifique de l'université de Paris, des statistiques sur les facultés et les instituts, informations sur la Société des amis de l'université. Collection (1926-1941) disponible sur Gallica.

La Faculté des sciences de l'Université de Paris de 1906 à 1940

Livre publié par C. Maurain et A. Pacaud en 1940¹⁷¹² donnant des infor-

mations sur les enseignements, l'activité scientifique et les étudiants de la faculté des sciences de Paris.

Livret de l'étudiant de Paris

Donne de nombreuses informations sur les cours de l'université de Paris et d'autres établissements d'enseignement supérieur, les procédures d'inscriptions, les bibliothèques, les associations étudiants, les bourses et prix. Collection complète (1896-1966) disponible à la Bibliothèque interuniversitaire de la Sorbonne.

1712. Voir [Maurain et Pacaud, 1940].

BIBLIOGRAPHIE

- [Abrikosov *et al.*, 1989] ABRIKOSOV, A. A., AMBARTSUMYAN, V. A., BALDIN, A. M., BASOV, N. G., VLADIMIROV, V. S., GAPONOV-GREKHOV, A. V., KURBATOV, A. M., LOGUNOV, A. A., MARKOV, M. A., OSIP'YAN, Y. A., TAVKHELIDZE, A. N., KHALATNIKOV, I. M. et SHIRKOV, D. V. (1989). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his eightieth birthday). *Soviet Physics Uspekhi*, 32(12):1111–1112.
- [Aleksandrov *et al.*, 1969] ALEKSANDROV, P. S., AKHIEZER, N. I., GNEDENKO, B. V. et KOLMOGOROV, A. N. (1969). Sergei Natanovitch Bernstein (obituary). *Russian Mathematical Survey*, 24(3):169–176.
- [Aleksandrov *et al.*, 1979] ALEKSANDROV, P. S., VLADIMIROV, V. S., LAVRENT'EV, M. A. et LOGUNOV, A. A. (1979). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his seventieth birthday). *Russian Mathematical Survey*, 34(5):1–10.
- [Alexanderson, 2000] ALEXANDERSON, G. (2000). *The random walks of George Pólya*. The mathematical association of America, Washington D. C.
- [Allison, 1965] ALLISON, S. K. (1965). Arthur Holly Compton. *Biographical Memoirs*, pages 81–110.
- [Ambartsumyan *et al.*, 1979] AMBARTSUMYAN, V. A., BASOV, N. G., LOGUNOV, A. A., MARKOFF, M. A., PONTENKHOROV, B. M. et CHERENKOV, P. A. (1979). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his seventieth birthday). *Soviet Physics Uspekhi*, 22(8): 672.
- [Anizan, 2012] ANIZAN, A.-L. (2012). *Paul Painlevé : science et politique de la Belle époque aux années trente*. Presses universitaires de Rennes, Rennes.
- [Anon, 1988] ANON (1988). The Raman saga. *Bhavan's Journal*, 35(9):47–57.
- [Armatte, 2001] ARMATTE, M. (2001). Maurice Fréchet statisticien, enquêteur et agitateur public. *Revue d'histoire des mathématiques*, 7:7–65.

- [Armatte, 2005] ARMATTE, M. (2005). Lucien March (1859-1933) : une statistique sans probabilités ? *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 1(1).
- [Asbjørn, 1911] ASBJØRN, I. (1911). *Norges Universitet : professorer, docenter, amanuenser, stipendiater samt øvrige laerere og tjenestemaend 1911*, chapitre Guldberg, Alf Victor Emanuel, page 41. Gyldendal, Kristiania.
- [Atten, 1988] ATTEN, M. (1988). La nomination de H. Poincaré à la chaire de physique mathématique et calcul des probabilités de la Sorbonne. *Cahiers du séminaire d'histoire des mathématiques*, 9:221–230.
- [Aubin, 2014] AUBIN, D. (2014). "I'm just a mathematician" : why and how mathematicians collaborated with military ballisticians at Gâvre. In [Aubin et Goldstein, 2014], pages 307–349.
- [Aubin et Goldstein, 2014] AUBIN, D. et GOLDSTEIN, C., éditeurs (2014). *The war of Guns and Mathematics : Mathematical Practices and Communities in France and Its Western Allies around World War I*. American Mathematical Society, Providence.
- [Audin, 2014] AUDIN, M. (2014). *Le séminaire de mathématiques, 1933-1939*. Cedram.
- [Auger et Perrin, 1927] AUGER, P. et PERRIN, F. (1927). La répartition dans l'espace des directions d'émission des photoélectrons. *Journal de Physique et le Radium*, 8(2):93–112.
- [Baer et Bernstein, 1915] BAER, W. S. et BERNSTEIN, F. (1915). Ein Axiomensystem des Methode des kleinsten Quadrate. *Mathematische Annalen*, 76:284–294.
- [Barberousse, 2008] BARBEROUSSE, A. (2008). La valeur de la connaissance approchée. *Revue d'histoire des mathématiques*, 14(1):53–75.
- [Barbier, 1860] BARBIER, É. (1860). Note sur le problème de l'aiguille et le jeu du joint couvert. *Journal des mathématiques pures et appliquées*, 5:273–286.
- [Barbut et al., 2014] BARBUT, M., LOCKER, B. et MAZLIAK, L. (2014). Introduction to the correspondence. In [Lévy, 2014], pages 1–54.
- [Bateman, 1987] BATEMAN, B. W. (1987). Keynes's changing conception of probability. *Economics and philosophy*, 3:97–120.
- [Bayart et Guilbaud, 2008] BAYART, D. et GUILBAUD, G.-T. (2008). Entretien avec G.-Th. Guilbaud. *Mathématiques et sciences humaines*, 46(183):35 – 53.

- [Bederson, 2008] BEDERSON, B. (2008). Samuel Abraham Goudsmit 1902-1978. *Biographical Memoirs*, pages 1–29.
- [Benis-Sinaceur, 2018] BENIS-SINACEUR, H. (2018). Cavallès et le calcul des probabilités. *Cahiers philosophiques*, 155:47–63.
- [Bensaude-Vincent, 1999] BENSAUDE-VINCENT, B. (1999). Paul Langevin and the french scientists at the Solvay conferences. In [Marage et Wallenborn, 1999], pages 35 – 47.
- [Benzi, 1988] BENZI, M. (1988). Un « probabilista neoclassico » : Francesco Paolo Cantelli. *Historia Mathematica*, 15(1):53 – 72.
- [Benzi, 1995] BENZI, M. (1995). Dubbiezze e controversie : il dibattito su logica e probabilità in italia nei primi del Novecento. *Historia Mathematica*, 22:43–63.
- [Bernstein, 1927] BERNSTEIN, S. (1927). Sur l’extension du théorème limite du calcul des probabilités aux sommes de quantités dépendantes. *Mathematische Annalen*, 97(1):1–59.
- [Bertrand, 1889] BERTRAND, J. (1889). *Calcul des probabilités*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Bienvenu et al., 2009] BIENVENU, L., SHAFER, G. et SHEN, A. (2009). On the history of martingales in the study of randomnes. *Journal électronique d’histoire des probabilités et de la statistique*, 5(1).
- [Biot, 1980] BIOT, M. A. (1980). Charles Manneback. In *Florilège des sciences en Belgique*, volume 2, pages 371–377. Académie royale de Belgique, Bruxelles.
- [Blanc-Lapierre et Lamotte, 1996] BLANC-LAPIERRE, A. et LAMOTTE, M. (1996). Interview de Gustave Malécot (mai 1993, avril 1994). *Bulletins et mémoires de la société d’anthropologie de Paris*, 8(1-2):105–114.
- [Blom, 1987] BLOM, G. (1987). Harald Cramer 1893-1985. *Annals of Statistics*, 15(4): 1335.
- [Borel, 1905] BOREL, É. (1905). Remarques sur certaines questions de probabilité. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 33:123 – 128.
- [Borel, 1908] BOREL, E. (1908). Sur l’analyse des courbes polymorphiques. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences*, 146:1304–1305.
- [Borel, 1909a] BOREL, É. (1909a). *Éléments de la théorie des probabilités*. Hermann, Paris.

- [Borel, 1909b] BOREL, É. (1909b). Les probabilités dénombrables et leurs applications arithmétiques. *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 27(1):247–271.
- [Borel, 1912a] BOREL, É. (1912a). *Notice sur les travaux scientifiques de M. Émile Borel*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Borel, 1912b] BOREL, E. (1912b). Sur le battage des cartes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 154:23–25.
- [Borel, 1914a] BOREL, É. (1914a). *Le hasard*. Félix Alcan, Paris.
- [Borel, 1914b] BOREL, É. (1914b). *Introduction géométrique à quelques théories physiques*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Borel, 1918] BOREL, É. (1918). Sur la répartition probable et les fluctuations des distances mutuelles d'un nombre fini de points, droites et plans. *Bulletin de la Société mathématique de France*, 46(105-120).
- [Borel, 1921a] BOREL, E. (1921a). *Supplément (1921) à la notice (1912) sur les travaux scientifiques de M. Émile Borel*. Imprimeur et libraire Edouard Privat, Toulouse.
- [Borel, 1921b] BOREL, É. (1921b). La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 173:1304–1308.
- [Borel, 1924a] BOREL, E. (1924a). À propos d'un traité du calcul des probabilités. *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, 98:321–336.
- [Borel, 1924b] BOREL, E. (1924b). Remarque sur la note de M. A. Khintchine. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 178:618–619.
- [Borel, 1924c] BOREL, É. (1924c). Sur les jeux où interviennent le hasard et l'habileté des joueurs. *In Conférences : comptes-rendu de la 47^e session, Bordeaux 1923*, pages 79–85, Paris. Masson et cie.
- [Borel, 1924d] BOREL, É. (1924d). Sur les jeux où le hasard se combine avec l'habileté des joueurs. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 178:24–25.
- [Borel, 1926] BOREL, É. (1926). Un théorème sur les systèmes de formes linéaires à déterminant symétrique gauche. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 183:925–927.

- [Borel, 1927] BOREL, É. (1927). Sur les systèmes de formes linéaires à déterminant symétrique gauche et la théorie générale du jeu. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 184:52–53.
- [Borel, 1936] BOREL, É. (1936). Sur le problème des partis. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 203:1110–1113.
- [Borel, 1937] BOREL, É. (1937). Sur un problème élémentaire de stratégie. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 204:307–310.
- [Borel, 1939] BOREL, E. (1939). *Valeur pratique et philosophie des probabilités*. Gauthier Villars, Paris.
- [Borel et Deltheil, 1923] BOREL, É. et DELTHEIL, R. (1923). *Probabilités, Erreurs*. Armand Colin.
- [Borel et Dubreil, 1926] BOREL, É. et DUBREIL, P. (1926). *Applications à l'arithmétique et à la théorie des fonctions*. Gauthier Villars, Paris.
- [Borel et Lagrange, 1925] BOREL, É. et LAGRANGE, R. (1925). *Principes et formules classiques du calcul des probabilités*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Borel et Perrin, 1925] BOREL, É. et PERRIN, F. (1925). *Mécanique statistique classique*. Gauthier-Villars.
- [Borel et Picard, 1928] BOREL, É. et PICARD, É. (1928). Inauguration de l'Institut Henri Poincaré à la Faculté des sciences de Paris : Discours de M. Émile Borel et de M. Émile Picard. Palais de l'Institut, Paris.
- [Borel et Ville, 1938] BOREL, É. et VILLE, J. (1938). *Applications aux jeux de hasard*. Gauthier Villars, Paris.
- [Bottazzini et Gray, 2013] BOTTAZZINI, U. et GRAY, J. J. (2013). *Hidden harmony - geometric fantasies : the rise of complex function theory*. Springer, New-York.
- [Bouligand, 1919] BOULIGAND, G. (1919). *Cours de géométrie analytique*. Vuibert, Paris.
- [Bourdieu, 1976] BOURDIEU, P. (1976). Le champ scientifique. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2(2-3):88–104.
- [Bourdieu, 1991] BOURDIEU, P. (1991). Le champ littéraire. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 89:3–46.
- [Bourdieu, 2002] BOURDIEU, P. (2002). Quelques propriétés des champs. *In Questions de sociologie*, pages 113–120. Les éditions de minuit, Paris.

- [Bourdieu, 2009] BOURDIEU, P. (2009). Les conditions sociales de la circulation internationale des idées. *In* SAPIRO, G., éditeur : *L'espace intellectuel en Europe : de la formation des États-nations à la mondialisation (XIX^e-XXI^e)*, pages 27–39. La Découverte.
- [Bourdieu et Passeron, 1964] BOURDIEU, P. et PASSERON, J.-C. (1964). *Les héritiers*. Les éditions de minuit, Paris.
- [Bourdieu et Passeron, 1970] BOURDIEU, P. et PASSERON, J.-C. (1970). *La reproduction*. Les éditions de minuit, Paris.
- [Brechenbacher *et al.*, 2016] BRECHENBACHER, F., JOUVE, G., MAZLIAK, L. et TAZZIOLI, R., éditeurs (2016). *Images of Italian Mathematics in France : The Latin sisters, from Risorgimento to Fascism*. Birkhäuser, Cham.
- [Brian *et al.*, 2019] BRIAN, E., LAVENANT, H. et MAZLIAK, L. (2019). Introduction. *In* [Fréchet et Halbwachs, 2019].
- [Bru, 1992] BRU, B. (1992). La vie et l'œuvre de W. Dœblin (1915-1940) d'après les archives parisiennes. *Mathématiques et sciences humaines*, 30(119):5–51.
- [Bru, 1993] BRU, B. (1993). Dœblin's life and work from his correspondence. *Contemporary mathematics*, 149:1–64.
- [Bru, 1994] BRU, B. (1994). Dubourdieu, Jules (1903-1986). *In* *Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers, Dictionnaire biographique 1794 - 1955, A-K.*, pages 441–450. Publications de l'Institut national de recherche pédagogique, Paris.
- [Bru, 1999] BRU, B. (1999). Borel, Lévy, Neyman, Pearson et les autres. *Mapali*, 60:51–60.
- [Bru, 2000] BRU, B. (2000). Notes de lecture du pli cacheté. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 331(1):1103–1128.
- [Bru, 2001a] BRU, B. (2001a). Émile Borel. *In* [Heyde et Seneta, 2001], pages 287–291.
- [Bru, 2001b] BRU, B. (2001b). Georges Darmon. *In* [Heyde et Seneta, 2001], pages 382–385.
- [Bru, 2002] BRU, B. (2002). Présentation de l'œuvre de Robert Fortet. *In* *Écrits sur les processus stochastiques : mélanges en hommage à Robert Fortet*, pages 19–48. Hermès sciences publications, Paris.
- [Bru, 2003] BRU, B. (2003). Souvenirs de Bologne. *Journal de la Société française de statistique*, 144(1-2):135–226.

- [Bru, 2012] BRU, B. (2012). Introduction au Compte-rendu de Joseph Bertrand. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 8.
- [Bru et al., 1997] BRU, B., BRU, M.-F. et BIENAYMÉ, O. (1997). La statistique critiquée par le calcul des probabilités : deux manuscrits inédits d'Irenée Jules Bienaymé. *Revue d'histoire des mathématiques*, 3:137–239.
- [Bru et Hertz, 2001] BRU, B. et HERTZ, S. (2001). Maurice Fréchet. In [Heyde et Seneta, 2001], pages 331–334.
- [Bru et Neveu, 1998] BRU, B. et NEVEU, J. (1998). Robert Fortet (1912-1998). *Gazette des mathématiciens*, 78:85– 87.
- [Bru et Yor, 2000] BRU, B. et YOR, M. (2000). W. Doeblin : Sur l'équation de Kolmogoroff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 311:1033 – 1187.
- [Bruzaniti, 2016] BRUZZANITI, G. (2016). *Enrico Fermi : the obedient genius*. Birkhäuser Springer, New York.
- [Bustamante et al., 2015] BUSTAMANTE, M.-C., CLÉRY, M. et MAZLIAK, L. (2015). Le *Traité du calcul des probabilités et de ses applications* : étendue et limites d'un projet borélien de grande envergure (1921-1939). *North-Western European Journal of Mathematics*, 1:111 – 167.
- [Cantelli, 1905] CANTELLI, F. (1905). Sui fondamenti del calcolo della probabilità. *IL Pitagora. Giornale di matematica per gli alunni delle scuole secondarie*, 12:21–25, 35–39.
- [Cantelli, 1906] CANTELLI, F. (1906). Sui fondamenti del calcolo della probabilità. *IL Pitagora. Giornale di matematica per gli alunni delle scuole secondarie*, 12:70–75.
- [Cantelli, 1935] CANTELLI, F. (1935). Considérations sur la convergence dans le calcul des probabilités. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 5(1):3–50.
- [Cantelli, 1916] CANTELLI, F. P. (1916). La tendenza ad un limite nel senso del calcolo delle probabilità. *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 41(1):191–201.
- [Capristo, 2016] CAPRISTO, A. (2016). French mathematicians at the Bologna Congress (1928) : between participation and boycott. In [Brechenbacher et al., 2016], pages 289–309.

- [Carleman, 1921] CARLEMAN, T. (1921). Sur une classe d'équations intégrales à noyaux asymétriques. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 172:655–658.
- [Cartan, 1894] CARTAN, É. (1894). *Sur la structure des groupes de transformations finis et continus*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Paris, Paris.
- [Cartan, 1896] CARTAN, É. (1896). Le principe de dualité et certaines intégrales multiples de l'espace tangentiel et de l'espace réglé. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 24:140–177.
- [Cartier, 2010] CARTIER, P. (2010). Poincaré's calculus of probability. In CHARPENTIER, E., GHYS, E. et LESNE, A., éditeurs : *The scientific legacy of Poincaré*, pages 279–292. The American mathematical society.
- [Cassidy, 1990] CASSIDY, D. (1990). Placzek, Georges. In HOLMES, F., éditeur : *Dictionary of Scientific Biography*, pages 714–715. Charles Scribner's sons, New-York.
- [Castelnuovo, 1919] CASTELNUOVO, G. (1919). *Calcolo delle probabilità*. Albrighi, Segati & C., Milan, Rome, Naples.
- [Castelnuovo, 1933] CASTELNUOVO, G. (1933). Sur quelques problèmes se rattachant au calcul des probabilités. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 3(4):465–490.
- [Catellier et Mazliak, 2012] CATELLIER, R. et MAZLIAK, L. (2012). The emergence of French probabilistic statistics. *Revue d'histoire des mathématiques*, 18(2):271–335.
- [Cauchy, 1821] CAUCHY, A. L. (1821). *Cours d'Analyse de l'École royale polytechnique*. Debure frères, Paris.
- [Șt. Andone, 1967] ȘT. ANDONE, G. (1967). *Storia Matematicii în Romaniã*, chapitre §8. Șerban Gheorghii (1896-1957). Editura Çtiinșificã, Bucarest.
- [Chapman, 1928] CHAPMAN, S. (1928). On the brownian displacements and thermal diffusion of grains suspended in a non-uniform fluid. *Proceedings of the Royal Society A*, 119(781):34–54.
- [Charle, 1994] CHARLE, C. (1994). *La république des universitaires (1870-1940)*. L'univers historique. Éd. du Seuil, Paris.
- [Charle et Telkès, 1989] CHARLE, C. et TELKÈS, E. (1989). *Les professeurs de la faculté des sciences de Paris : dictionnaire biographique, 1901-1939*. Institut national de recherche pédagogique, Éditions du CNRS, Paris.

- [Charlier, 1931] CHARLIER, C. V. L. (1931). *Application de la théorie des probabilités à l'astronomie*. Gauthier Villars, Paris.
- [Chaumont *et al.*, 2007] CHAUMONT, L., MAZLIAK, L. et YOR, M. (2007). Some aspects of the probabilistic work. *In* CHARPENTIER, E., LESNE, A. et NIKOLSKI, N. K., éditeurs : *Kolmogorov's Heritage in Mathematics*, pages 41–66. Springer, Berlin, Heidelberg, New-York.
- [Cifarelli et Regazzini, 1996] CIFARELLI, D. M. et REGAZZINI, E. (1996). De Finetti's contribution to probability and statistics. *Statistical science*, 11(4):253 – 282.
- [Clay, 1953] CLAY, J. (1953). Obituary : Hans Reichenbach. *Synthese*, 9(1):10–12.
- [Cléry et Perfettini, 2016] CLÉRY, M. et PERFETTINI, T. (2016). Le voyage de Fréchet en Europe de l'est en 1935. *Images des mathématiques*.
- [Cohen, 1981] COHEN, J. W. (1981). Obituary : Félix Pollaczek. *Journal of Applied Probability*, 18(4):958 – 963.
- [Cohen, 2001] COHEN, J. W. (2001). Felix Pollaczek. *In* [Heyde et Seneta, 2001], pages 429–433.
- [Cohn, 1993] COHN, H., éditeur (1993). *Dæblin and modern probability*. American Mathematical Society, Providence.
- [Condette, 2006] CONDETTE, J.-F. (2006). DELTHEIL Robert Étienne. *In* *Les recteurs d'académie en France de 1808 à 1940*, pages 142–144. Publications de l'Institut national de recherche pédagogique, Paris.
- [Courtault *et al.*, 2001] COURTAULT, J.-M., KABANOV, Y., BRU, B., CRÉPEL, P., LEBON, I. et MARCHAND, A. L. (2001). Louis Bachelier on the centenary of *théorie de la spéculation*. *Mathematical finance*, 10(3):399–353.
- [Courtebras, 2006a] COURTEBRAS, B. (2006a). *À l'école des probabilités*. Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon.
- [Courtebras, 2006b] COURTEBRAS, B. (2006b). Regard sur quelques tentatives de diffusion et d'enseignement du savoir probabiliste à la fin du XVIII^e et au XIX^e, des savoirs statistique et probabiliste au début du XX^e : des expériences caractérisées par la prédominance du scientifique sur le pédagogique. *In* [Courtebras, 2006a], pages 23–103.
- [Crawford, 1999] CRAWFORD, E. (1999). The Solvay councils and the Nobel institution. *In* [Marage et Wallenborn, 1999].

- [Crawford et Olf-Nathan, 2005] CRAWFORD, E. et OLFF-NATHAN, J., éditeurs (2005). *La sciences sous influence : l'université de Strasbourg enjeu des conflits franco-allemands 1872 – 1945*. La Nuée bleue / DNA, Strasbourg.
- [Crépel, 1994] CRÉPEL, P. (1994). Calcul des probabilités : de l'arithmétique sociale à l'art militaire. In BELHOSTE, B., DAHAN, A. et PICON, A., éditeurs : *La formation polytechnicienne : 1794-1994*, pages 197–215. Dunod.
- [Crépel, 2009] CRÉPEL, P. (2009). Jean Ville's recollections, in 1984 and 1985, concerning his work on martingales. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 5(1).
- [Crofton, 1868] CROFTON, M. W. (1868). On the theory of local probability, applied to straight lines drawn at random in a plane; the methods used being also extended to the proof of certain new theorems in the integral calculus. *Philosophical transactions of the Royal society of London*, 158:181–199.
- [Czuber, 1899] CZUBER, E. (1899). Die Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihrer Anwendungen. *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 7(2): 1–272.
- [Daboni, 1987] DABONI, L. (1987). Bruno de Finetti. *Bolletino della Unione Matematica Italiana*, 1(2).
- [Danjon, 1960] DANJON, A. (1960). Notice nécrologique sur Georges Darmais. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 250(1):241–245.
- [Darmaois, 1929a] DARMOIS, G. (1929a). Analyse et comparaison des séries statistiques qui se développent dans le temps. *Metron : rivista Internazionale di Statistica*, 8(1-2):211–250.
- [Darmaois, 1929b] DARMOIS, G. (1929b). Analyse et comparaison des séries statistiques qui se développent dans le temps. (The time correlation problem). In ZANICHELLI, N., éditeur : *Atti del Congresso Internazionale dei Matematici, Bologna 3-10 Settembre 1928*, volume 6, pages 149–151, Bologne.
- [Darmaois, 1931] DARMOIS, G. (1931). Détermination de la moyenne et de la dispersion dans le cas des épreuves dépendantes. In française pour l'avancement des SCIENCES, A., éditeur : *Compte-rendu de la 55e session, Nancy 1931*, Paris. Masson et Cie.

- [Darmois, 1932a] DARMOIS, G. (1932a). La déformation de l'espace dans la théorie de la relativité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 194:2069–2271.
- [Darmois, 1932b] DARMOIS, G. (1932b). La déformation de l'espace dans la théorie de la relativité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 195:20–21.
- [Darmois, 1932c] DARMOIS, G. (1932c). La méthode statistique dans les sciences d'observation. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 3(2):191–228.
- [Darmois, 1934a] DARMOIS, G. (1934a). Développements récents de la technique statistique. *Econometrica*, 2(3):238–248.
- [Darmois, 1934b] DARMOIS, G. (1934b). *Statistique et applications*. Armand Colin, Paris.
- [Darmois, 1934c] DARMOIS, G. (1934c). Sur la théorie des deux facteurs de Spearman. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 199:1176–1178.
- [Darmois, 1934d] DARMOIS, G. (1934d). Sur la théorie des deux facteurs de Spearman. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 199:1358–1360.
- [Darmois, 1935] DARMOIS, G. (1935). Sur les lois de probabilités à estimation exhaustive. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 200:1265–1266.
- [Darmois, 1945] DARMOIS, G. (1945). *L'application du calcul des probabilités : réunion d'étude, Genève, 12-15 juillet 1939*. Institut international de coopération intellectuelle, Université de Genève, Genève.
- [Darmois, 1928] DARMOIS, Georges. (1928). *Statistique mathématique*. Doin, Paris.
- [Davoust, 2014] DAVOUST, E. (2014). Rocard, Yves. In HOCKEY, T., éditeur : *Biographical Encyclopedia of Astronomers*, pages 1853–1854. Springer, New York, 2nd édition.
- [de Ballore, 1908a] de BALLORE, R. M. (1908a). *Leçons élémentaires du calcul des probabilités*. Gauthier Villars, Paris.
- [de Ballore, 1908b] de BALLORE, R. M. (1908b). *Leçons élémentaires sur le calcul des probabilités*. Gauthier-Villars, Paris.
- [de Broglie, 1961] de BROGLIE, L. (1961). *Notice sur la vie et l'œuvre de Georges Darmois*. Académie des sciences, Paris.
- [de Finetti, 1926] de FINETTI, B. (1926). Considerazioni matematiche sull'eredità mendeliana. *Metron : rivista Internazionale di Statistica*, pages 3–41.

- [de Finetti, 1929a] de FINETTI, B. (1929a). Integrazione delle funzioni a incremento aleatorio. *Rendiconti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei*, 10:548–553.
- [de Finetti, 1929b] de FINETTI, B. (1929b). Sulla possibilità di valori eccezionali per una legge di incrementi aleatori. *Rendiconti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei*, 10:325–329.
- [de Finetti, 1929c] de FINETTI, B. (1929c). Sulle funzioni a incremento aleatorio. *Rendiconti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei*, 10:163–168.
- [de Finetti, 1930a] de FINETTI, B. (1930a). Ancora sull'estensione alle classi numerabili del teorema delle probabilità totali. *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, 63:1063–1065.
- [de Finetti, 1930b] de FINETTI, B. (1930b). A proposito dell'estensione del teorema delle probabilità totali alle classi numerabili. *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, 63:901–905.
- [de Finetti, 1930c] de FINETTI, B. (1930c). Sui passaggi al limite nel calcolo delle probabilità. *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, 63:155–166.
- [de Finetti, 1936] de FINETTI, B. (1936). Les probabilités nulles. *Bulletin des sciences mathématiques*, 60:275–288.
- [de Finetti, 1937] de FINETTI, B. (1937). La prévision, ses lois logiques, ses sources subjectives. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7(1):1–68.
- [de Finetti, 1939] de FINETTI, B. (1939). Compte rendu critique du Colloque de Genève sur la théorie des probabilités. In [Fréchet et Wavre, 1939].
- [de Haan, 1862] de HAAN, D. B. (1862). *Exposé de la théorie, des propriétés, des formules de transformation, et des méthodes d'évaluation des intégrales définies*. C. G. Van der Post., Amsterdam.
- [de Hemptinne et Biot, 1978] de HEMPTINNE, M. et BIOT, M. A. (1978). Notice sur Charles Manneback. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*.
- [de la Vallée Poussin, 1916] de la VALLÉE POUSSIN, C. (1916). *Intégrales de Lebesgue, fonctions d'ensemble, classes de Baire*. Gauthier-Villars, Paris.
- [de Laplace, 1820] de LAPLACE, P. S. (1820). *Théorie analytique des probabilités*. Huzard-Courcier, Démophile, Paris, 3^e édition.

- [dell’Aglia, 1995] DELL’AGLIO, L. (1995). Divergences in the history of mathematics : Borel, von Neumann and the genesis of game theory. *Rivista di Storia della Scienza*, 3:1–46.
- [Delsedime, 1975] DELSEDIME, P. (1975). Cantelli, Francesco Paolo. In GHISALBERTI, A. M., éditeur : *Dizionario Biografico degli Italiani*, pages 244–246. Istituto della enciclopedia italiana, Rome.
- [Deltheil, 1920] DELTHEIL, R. (1920). *Sur la théorie des probabilités géométriques*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Paris, Paris.
- [Deltheil, 1926] DELTHEIL, R. (1926). *Probabilités géométriques*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Deltheil, 1930] DELTHEIL, R. (1930). *Erreurs et moindres carrés*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Demidov, 2009] DEMIDOV, S. S. (2009). Les relations mathématiques franco-russes entre les deux guerres mondiales. *Revue d’histoire des sciences*, 62(1):119–142.
- [Desrosières, 1993] DESROSIÈRES, A. (1993). *La politique des grands nombres : histoire de la raison statistique*. La Découverte, Paris.
- [Desrosières, 1995] DESROSIÈRES, A. (1995). D’une école de statistique et d’économie à l’ENSAE et l’ENSAI : 1942-1996. *Courier des statistiques*, 75-76:47–53.
- [Devriese et Wallenborn, 1999] DEVRIESE, D. et WALLENBORN, G. (1999). Ernest Solvay : the system, the law and the council. In [Marage et Wallenborn, 1999], pages 1–23.
- [Dhermy-Mairal, 2015] DHERMY-MAIRAL, M. (2015). *Les sciences sociales et l’action du Bureau international du travail (1920-1939)*. Thèse de doctorat, EHESS, Paris.
- [Dœblin, 1936a] DŒBLIN, W. (1936a). Sur les chaînes de Markoff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences*, 203:1210–1211.
- [Dœblin, 1936b] DŒBLIN, W. (1936b). Sur les chaînes discrètes de Markoff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences*, 203:24–26, 352, 592.
- [Dœblin, 1937] DŒBLIN, W. (1937). éléments d’une théorie générale des chaînes de Markoff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences*, 205:7–9.
- [Dœblin, 1938] DŒBLIN, W. (1938). Étude de l’ensemble de puissances d’une loi de probabilité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences*, 206:718–720.

- [Doebelin, 1938] DOEBLIN, W. (1938). Exposé de la théorie des chaînes simples constantes de Markoff à un nombre fini d'états. *Revue mathématique de l'union interbalkanique*, 2:77–105.
- [Dœblin, 1938a] DŒBLIN, W. (1938a). Premiers éléments d'une étude systématique de l'ensemble de puissances d'une loi de probabilité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 206:306–308.
- [Dœblin, 1938b] DŒBLIN, W. (1938b). Sur l'équation de Kolmogoroff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 207:705–707.
- [Doebelin, 1938] DOEBLIN, W. (1938). *Sur les propriétés asymptotiques de mouvements régis par certains types de chaînes simples*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'Université de Paris.
- [Dœblin, 1938] DŒBLIN, W. (1938). Sur les sommes d'un grand nombre de vecteurs aléatoires. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 207:511–513.
- [Dœblin, 1939a] DŒBLIN, W. (1939a). Sur certains mouvements aléatoires. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 208:249–250.
- [Dœblin, 1939b] DŒBLIN, W. (1939b). Sur un problème de calcul des probabilités. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 209:742–743.
- [Dœblin, 1940a] DŒBLIN, W. (1940a). Sur l'équation de Kolmogoroff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 210:365–367.
- [Dœblin, 1940b] DŒBLIN, W. (1940b). Sur les mouvements mixtes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 210:690–692.
- [Dœblin et Fortet, 1937a] DŒBLIN, W. et FORTET, R. (1937a). Sur deux notes de MM. Kryloff et Bogolioboff sur les probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 204:1699–1701.
- [Dœblin et Fortet, 1937b] DŒBLIN, W. et FORTET, R. (1937b). Sur les chaînes à liaisons complètes. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 65:132–148.
- [Dœblin et Lévy, 1936] DŒBLIN, W. et LÉVY, P. (1936). Sur les sommes de variables aléatoires indépendantes à dispersions bornées inférieurement. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:2027–2029.

-
- [Doetsch, 1937] DOETSCH, G. (1937). *Theorie und Anwendung der Laplace-Transformation*. Springer, Berlin.
- [Doob, 1934] DOOB, J. L. (1934). Probability and statistics. *Transactions of the American Mathematical Society*, 36:759–775.
- [Doob, 1937] DOOB, J. L. (1937). Stochastic processes depending on a continuous parameter. *Transactions of the American Mathematical Society*, 42(1):107–140.
- [Doob, 1939] DOOB, J. L. (1939). Review : Jean Ville, Étude critique de la notion de collectif. *Bulletin of the American mathematical society*, 45(11):824.
- [Drayfus et al., 2006] DRAYFUS, M., RUFFAT, M., VIET, V., VOLDMAN, D. et VALAT, B. (2006). *Se protéger, être protégé : une histoire des assurances sociales en France*. Presses universitaires de Rennes, Rennes.
- [du Pasquier, 1919] du PASQUIER, L. (1919). *Introduction à la science actuarielle*. Gauthier-Villars.
- [Dubourdieu, 1940] DUBOURDIEU, J. (1940). *Henri Galbrun (1879-1940), Membre d'honneur de l'Institut des Actuaires Français*. Dulac & Cie imprimeurs-éditeurs, Paris.
- [Dugué, 1936a] DUGUÉ, D. (1936a). Sur certains modes de convergence de lois d'estimation. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:1732–1734.
- [Dugué, 1936b] DUGUÉ, D. (1936b). Sur le maximum de précision des estimations gaussiennes à la limite. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:193–195.
- [Dugué, 1936c] DUGUÉ, D. (1936c). Sur le maximum de précision des lois limites d'estimations. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:452–454.
- [Dugué, 1937a] DUGUÉ, D. (1937a). *Application des propriétés de la limite au sens du calcul des probabilités à l'étude de diverses questions d'estimation*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'Université de Paris, Paris.
- [Dugué, 1937b] DUGUÉ, D. (1937b). Sur une extension de la loi des grands nombres. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 204:317–319.

- [Dugué, 1939] DUGUÉ, D. (1939). Sur les fonctions méromorphes transformées de fourier de fonctions monotones. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 208:1547–1549.
- [Dugué, 1960] DUGUÉ, D. (1960). Georges Darmon, 1888-1960. *The Annals of mathematical statistics*, 32(2):357–360.
- [Dugué, 1987] DUGUÉ, D. (1987). Jules Dubourdieu. *Journal de la Société statistique de Paris*, 128:115.
- [Duplantier et Rivasseau, 2015] DUPLANTIER, B. et RIVASSEAU, V., éditeurs (2015). *Poincaré 1912-2012 : Poincaré Seminar 2012*. Progress in Mathematical Physics, 67. Birkhäuser, Basel.
- [Durand, 2016] DURAND, A. (2016). L'odeur de l'argent. Dons et legs dans le financement de l'Université de Paris (1885-années 1930). *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 63(3):64–87.
- [Durand et Mazliak, 2011] DURAND, A. et MAZLIAK, L. (2011). Revisiting the sources of Borel's interest in probability : Continued fractions, social involvement, Volterra's prolusion. *Centaurus*, 53:306–332.
- [Eberhardt et Glymour, 2011] EBERHARDT, F. et GLYMOUR, C. (2011). Hans Reichenbach's probability logic. In GABBAY, D. M., HARTMANN, S. et WOODS, J., éditeurs : *Handbook of the history of logic*, volume 10, pages 357–388. Elsevier, Amsterdam, Boston, Heidelberg.
- [Eckes, 2019] ECKES, C. (2019). La participation des laboratoires de l'Institut Henri Poincaré à l'effort de guerre, octobre 1939 - mai-juin 1940. *Revue d'histoire des sciences*, 72(2):381–409.
- [Eggenberger, 1924] EGGENBERGER, F. (1924). *Die Wahrscheinlichkeitsansteckung. Ein Beitrag zur theoretischen Statistik*. Druck von Stämpfli, Bern.
- [Eggenberger et Pólya, 1923] EGGENBERGER, F. et PÓLYA, G. (1923). Über die Statistik verketteter Vorgänge. *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik*, 3:279–289.
- [Ehrhardt, 2010] EHRHARDT, C. (2010). Histoire sociale des mathématiques. *Revue de synthèse*, 131(4):489–493.

- [Ehrhardt, 2011] EHRHARDT, C. (2011). Du cours magistral à l'entreprise éditoriale : la « collection Borel », publiée par Gauthier-Villars au début du XX^e siècle. *Histoire de l'éducation*, 130:111–139.
- [Ehrhardt et Gispert, 2018] EHRHARDT, C. et GISPERT, H. (2018). La création de la *Revue du mois* : fabrique d'un projet éditorial à la Belle époque. *Philosophia scientæ*, 1(22-1):99–118.
- [Einstein, 1906] EINSTEIN, A. (1906). Zur Theorie des Brownschen Bewegung. *Annalen der Physik*, 19:371–381.
- [Elfving, 2001] ELFVING, G. (2001). Jarl Waldermar Lindeberg. In [Heyde et Seneta, 2001], pages 318–321.
- [Espagne, 1999] ESPAGNE, M. (1999). *Les transferts culturels franco-allemands*. Presses universitaires de France, Paris.
- [Espagne, 2013] ESPAGNE, M. (2013). La notion de transfert culturel. *Revue Science/Lettres*, 1.
- [Espagne et Werner, 1988] ESPAGNE, M. et WERNER, M. (1988). *Transferts. Les relations interculturelles dans l'espace franco-allemand (XVIII^e-XIX^e siècles)*. Éditions recherche sur les civilisations, Paris.
- [Fabry, 1928] FABRY, C. (1928). La physique à Paris : enseignement et laboratoires. *Annales de l'Université de Paris*, 3(6):559–575.
- [Feldheim, 1936] FELDHEIM, E. (1936). Sur la stabilité des lois de probabilités à deux variables. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 64:209–212.
- [Feldheim, 1937] FELDHEIM, E. (1937). *Étude de la stabilité des lois de probabilités*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'Université de Paris, Paris.
- [Fichera, 1979] FICHERA, G. (1979). Francesco Giacomo Tricomi. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti.*, 66(5):467–483.
- [Fienberg et Tanur, 2001] FIENBERG, S. E. et TANUR, J. M. (2001). Jerzy Neyman. In [Heyde et Seneta, 2001], pages 444 – 448.
- [Fischer, 2011] FISCHER, H. (2011). *A history of the central limit theorem : from classical to modern probability theory*. Springer, New-York.

- [Fischer, 2005] FISCHER, J. (2005). George Placzek : an unsung hero of physics. *CERN Courier*, pages 25–27.
- [Fisher, 1919] FISHER, R. A. (1919). The correlation between relatives on the supposition of medelian inheritance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52(2):399–433.
- [Fisher, 1922] FISHER, R. A. (1922). On the mathematical foundations of theoretical statistics. *Philosophical transactions of the Royal society A*, 222:309–368.
- [Fisher, 1925a] FISHER, R. A. (1925a). Sur la solution de l'équation intégrale de M. V. Romanovsky. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 181:88–89.
- [Fisher, 1925b] FISHER, R. A. (1925b). Theory of statistical estimation. *Mathematical proceedings of the Cambridge philosophical society*, 22(5):700–725.
- [Fortet, 1935] FORTET, R. (1935). Sur des probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 201:184–186.
- [Fortet, 1936] FORTET, R. (1936). Sur les probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:1362–1364.
- [Fortet, 1937] FORTET, R. (1937). Sur des probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 204:315–317.
- [Fortet, 1938] FORTET, R. (1938). Résolution d'un système d'équations de M. Schrödinger. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 206:721–723, 1064.
- [Fortet, 1939] FORTET, R. (1939). *Sur l'itération des substitutions algébriques linéaires à une infinité de variables et ses applications à la théorie des probabilités en chaîne*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'Université de Paris, Paris.
- [Franck, 1924] FRANCK, R. (1924). Sur une propriété des fonctions additives d'ensemble. *Fundamenta Mathematicae*, 5:252–261.
- [Fréchet, 1906] FRÉCHET, M. (1906). Sur quelques points du calcul fonctionnel. *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 22(1):1–72.
- [Fréchet, 1915] FRÉCHET, M. (1915). Sur l'intégrale d'une fonctionnelle étendue à un ensemble abstrait. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 43:248–265.
- [Fréchet, 1921] FRÉCHET, M. (1921). Remarque sur les probabilités continues. *Bulletin des sciences mathématiques*, 45(2):87–88.

- [Fréchet, 1923a] FRÉCHET, M. (1923a). Des familles et fonctions additives d'ensembles abstraits. *Fundamenta Mathematicae*, 4:329–365.
- [Fréchet, 1923b] FRÉCHET, M. (1923b). Des familles et fonctions additives d'ensembles abstraits. *Fundamenta Mathematicae*, 5:206–251.
- [Fréchet, 1923c] FRÉCHET, M. (1923c). Sur une expression élémentaire approchée de la loi des grands nombres. *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 34:211–212.
- [Fréchet, 1924] FRÉCHET, M. (1924). Sur la loi des erreurs d'observation. *Recueil mathématique, Moscou*, 32(1):5 – 8.
- [Fréchet, 1925a] FRÉCHET, M. (1925a). Sur la loi des erreurs d'observation. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 181:204–205.
- [Fréchet, 1928a] FRÉCHET, M. (1928a). *Les espaces abstraits et leur théorie considérée comme une introduction à l'analyse générale*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Fréchet, 1928b] FRÉCHET, M. (1928b). L'expression la plus générale de la « distance » sur une droite. In *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Toronto, 1924*, pages 413–414, Toronto. The University of Toronto Press.
- [Fréchet, 1928c] FRÉCHET, M. (1928c). Number of dimension of an abstract set. In *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Toronto, 1924*, pages 399–412, Toronto. The University of Toronto Press.
- [Fréchet, 1928d] FRÉCHET, M. (1928d). Sur l'hypothèse de l'additivité des erreurs partielles. *Bulletin des sciences mathématiques*, 2(52):203–216.
- [Fréchet, 1928e] FRÉCHET, M. (1928e). Sur une formule générale pour le calcul des primes d'assurances sur la vie. In *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Toronto, 1924*, pages 857–865. The University of Toronto Press.
- [Fréchet, 1928f] FRÉCHET, M. (1928f). Sur une représentation paramétrique intrinsèque de la courbe continue la plus générale. In *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Toronto, 1924*, pages 415–418, Toronto. The University of Toronto Press.
- [Fréchet, 1929] FRECHET, M. (1929). L'analyse générale et les espaces abstraits. In *Atti del Congresso Internazionale dei Matematici, Bologna 3-10 Settembre 1928*, volume 1, pages 267–274, Bologne. Nicola Zanichelli Editore.

- [Fréchet, 1929a] FRÉCHET, M. (1929a). Sur la convergence probable. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 188:213–214.
- [Fréchet, 1929b] FRÉCHET, M. (1929b). Sur la distance de deux variables aléatoires. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 188:368–370.
- [Fréchet, 1930a] FRÉCHET, M. (1930a). Sur la convergence en probabilité. *Metron : rivista Internazionale di Statistica*, 8:1–50.
- [Fréchet, 1930b] FRÉCHET, M. (1930b). Sur l'extension du théorème des probabilités totales au cas d'une suite infinie d'événements. *Rendiconti Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, 63:899–900.
- [Fréchet, 1930c] FRÉCHET, M. (1930c). Sur l'extension du théorème des probabilités totales au cas d'une suite infinie d'événements. *Rendiconti Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, 63:1059–1062.
- [Fréchet, 1931] FRÉCHET, M. (1931). Nouvelles expressions de la "distance" de deux variables aléatoires et de la "distance" de deux fonctions mesurables. *Annales de la société polonaise de mathématiques*, 9:45–48.
- [Fréchet, 1932a] FRÉCHET, M. (1932a). On the behavior of the n th iterate of a Fredholm kernel as n becomes infinite. *Proceedings of the National Academy of Science*, 18(11): 671–673.
- [Fréchet, 1932b] FRÉCHET, M. (1932b). Remarques sur les probabilités des événements en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 194:1785–1786.
- [Fréchet, 1932c] FRÉCHET, M. (1932c). Solution continue la plus générale d'une équation fonctionnelle de la théorie des probabilités « en chaîne ». *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 60:242–277.
- [Fréchet, 1932d] FRÉCHET, M. (1932d). Sur la convergence des probabilités en chaînes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 194:1542–1544.
- [Fréchet, 1932e] FRÉCHET, M. (1932e). Sur la convergence en probabilité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 194:1542–1544.
- [Fréchet, 1932f] FRÉCHET, M. (1932f). Sur le comportement de certains noyaux de Fredholm itérés indéfiniment et sur les probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 195:590–592.

- [Fréchet, 1933a] FRÉCHET, M. (1933a). Compléments à la théorie des probabilités discontinues « en chaîne ». *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, classe di scienze*, 2(1):131–164.
- [Fréchet, 1933b] FRÉCHET, M. (1933b). Comportement asymptotique des solutions d'un système d'équations linéaires et homogènes aux différences finies du premier ordre à coefficient constants. *Publications de la faculté des sciences de l'Université Masaryk*, 178.
- [Fréchet, 1933c] FRÉCHET, M. (1933c). Les probabilités continues « en chaînes ». *Commentarii mathematici Helvetici*, 5:175–245.
- [Fréchet, 1934a] FRÉCHET, M. (1934a). Existence et calcul d'une limite généralisée des noyaux itérés de Fredholm dans le cas borné général. *The Quarterly Journal of Mathematics*, 5(1):106–144.
- [Fréchet, 1934b] FRÉCHET, M. (1934b). Sur l'allure asymptotique de la suite des itérés d'un noyau de Fredholm. *The Quarterly Journal of Mathematics*, 5(1):106–144.
- [Fréchet, 1934c] FRÉCHET, M. (1934c). Sur l'allure asymptotique des densités itérées dans le problème des probabilités en chaîne. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 62:68–83.
- [Fréchet, 1934d] FRÉCHET, M. (1934d). Sur l'équation fonctionnelle de S. Chapman et sur les problèmes des probabilités en chaînes. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti, VI. Serie*, 20:95–99.
- [Fréchet, 1934e] FRÉCHET, M. (1934e). Sur une expression générale des noyaux itérés. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 199:1008–1010.
- [Fréchet, 1935a] FRÉCHET, M. (1935a). Solution générale de l'équation de Chapman. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 200:369–370.
- [Fréchet, 1935b] FRÉCHET, M. (1935b). Sur l'équation fonctionnelle de Chapman et sur le problème des probabilités « en chaîne ». *Proceedings of the London Mathematical Society*, 2(39):515–540.
- [Fréchet, 1936a] FRÉCHET, M. (1936a). Une expression générale du n^{e} itéré d'un noyau de Fredholm en fonction de n . *Journal des mathématiques pures et appliquées*, 9(15):251–270.

- [Fréchet, 1936b] FRÉCHET, M. (1936b). Solution générale de l'équation de Chapman-Kolmogorov. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, classe di scienze*, 5(2):143–158.
- [Fréchet, 1937] FRÉCHET, M. (1937). *Recherches théoriques modernes sur le calcul des probabilités : généralité sur les probabilités, variables aléatoires*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Fréchet, 1938] FRÉCHET, M. (1938). *Recherches théoriques modernes sur le calcul des probabilités : Méthodes des fonctions arbitraires, théorie des événements en chaîne dans le cas d'un nombre fini d'états possibles*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Fréchet, 1940] FRÉCHET, M. (1940). *Les probabilités associées à un système d'événements compatibles et dépendants. Première partie : événements en nombre fini fixe*. Hermann, Paris.
- [Fréchet, 1955a] FRÉCHET, M. (1955a). *Les mathématiques et le concret*, chapitre Sur les mathématiques en général : I. Sur une désaxiomatisation des sciences, pages 1–10. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Fréchet, 1955b] FRÉCHET, M. (1955b). *Les mathématiques et le concret*. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Fréchet, 1959] FRÉCHET, M. (1959). Le rôle d'Émile Borel dans la théorie des jeux. *Revue d'économie politique*, 69(2):139–167.
- [Fréchet et Halbwachs, 1924] FRÉCHET, M. et HALBWACHS, M. (1924). *Le calcul des probabilités à la portée de tous*. Dunod, Paris.
- [Fréchet et Halbwachs, 2019] FRÉCHET, M. et HALBWACHS, M. (2019). *Le calcul des probabilités à la portée de tous*. Presses universitaires de Strasbourg, Strasbourg.
- [Fréchet et Heywood, 1912] FRÉCHET, M. et HEYWOOD, H. B. (1912). *L'équation de Fredholm et ses applications à la physique mathématique*. Hermann, Paris.
- [Fréchet et Wavre, 1939] FRÉCHET, M. et WAVRE, R., éditeurs (1938-1939). *Colloque consacré à la théorie des probabilités*. Hermann, Paris.
- [Fréchet, 1925b] FRÉCHET, Maurice. (1925b). Sur la loi des erreurs d'observations. *Recueil mathématique, Moscou*, 32(4):705 – 710.
- [Fréchet, 1926] FRÉCHET, Maurice. (1926). Pour une bibliographie concernant les recherches théoriques modernes concernant le calcul des probabilités. *L'Enseignement mathématique*, 25:293.

- [Fréchet, 1928g] FRÉCHET, Maurice. (1928g). Sur la probabilité de l'écart maximum. *Annales de la société polonaise de mathématiques*, 6:93–122.
- [Frenkel, 1996] FRENKEL, V. Y. (1996). *Yacov Ilich Frenkel. His work, life and letters*. Springer, Bâle.
- [Galambos, 2001] GALAMBOS, J. (2001). Károly Jordan. In [Heyde et Seneta, 2001], pages 295–298.
- [Galbrun, 1924] GALBRUN, H. (1924). *Assurance sur la vie : calcul des primes*. Gauthier Villars, Paris.
- [Galbrun, 1927] GALBRUN, H. (1927). *Assurance sur la vie : calcul des réserves*. Gauthier Villars, Paris.
- [Gario, 2001] GARIO, P. (2001). Guido Castelnuovo : documents for a biography. *Historia Mathematica*, 28:48–53.
- [Gario, 2016] GARIO, P. (2016). Guido Castelnuovo : l'uomo e lo scienziato. *Rendiconti di Matematica*, 37:147–183.
- [Gateaux, 1919a] GATEAUX, R. (1919a). Fonction d'une infinité de de variables indépendantes. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 47:70–96.
- [Gateaux, 1919b] GATEAUX, R. (1919b). Sur la notion d'intégrale dans le domaine fonctionnel et sur la théorie du potentiel. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 47:47–70.
- [Gateaux, 1922] GATEAUX, R. (1922). Sur diverses questions de calcul fonctionnel. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 47:1–37.
- [Gavroglu, 1995] GAVROGLU, K. (1995). *Fritz London : a scientific biography*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [Ghaffari, 1936] GHAFFARI, A. (1936). *Étude de l'équation fonctionnelle de Chapman-Kolmogoroff dans le cas d'un domaine d'intégration illimité à une dimension*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Paris, Paris.
- [Gispert, 2012] GISPERT, H. (2012). L'entreprise biographique à l'épreuve : écueils, défis, atouts du cas d'Émile Borel. In ROLLET, L. et NABONNAND, P., éditeurs : *Les uns et les autres... Biographies et prosopographies en histoire des sciences*, pages 139–175. Presses universitaires de Nancy – Éditions universitaires de Lorraine, Nancy.

- [Gispert et Leloup, 2009] GISPERT, H. et LELOUP, J. (2009). Des patrons des mathématiques en France dans l'entre-deux-guerres. *Revue d'histoire des sciences*, 62(1):39–117.
- [Glivenko, 1933] GLIVENKO, V. (1933). Sulla determinazione empirica della leggi di probabilità. *Giornale dell'Istituto italiano degli Attuari*, 6(1):92–99.
- [Glivenko, 1939] GLIVENKO, V. (1938-1939). Sur la loi des grands nombres dans l'espace fonctionnel. In [Fréchet et Wavre, 1939].
- [Glymour et Eberhardt, 2016] GLYMOUR, C. et EBERHARDT, F. (2016). Hans Reichenbach.
- [Graham et Kantor, 2009] GRAHAM, L. R. et KANTOR, J.-M. (2009). *Naming infinity : a true story of religious mysticism and mathematical creativity*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts).
- [Gram, 1883] GRAM, J. P. (1883). Ueber die Entwicklung reeller Functionen in Reihen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 94:41–73.
- [Guerraggio et al., 2016] GUERRAGGIO, A., JAËCK, F. et MAZLIAK, L. (2016). Lines on the horizon : Hadamard and Fréchet, readers of Volterra. In [Brechenbacher et al., 2016], pages 127–179.
- [Guerraggio et Nastasi, 2006] GUERRAGGIO, A. et NASTASI, P. (2006). *Italian mathematics between the two world wars*. Birkhäuser Verlag, Bâle.
- [Guerraggio et Paoloni, 2012] GUERRAGGIO, A. et PAOLONI, G. (2012). *Vito Volterra*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [Guiraldenq, 1999] GUIRALDENQ, P. (1999). *Émile Borel (1871-1956) : l'espace et le temps d'une vie sur deux siècles*. Librairie Albert Blanchard, Paris.
- [Guldberg, 1923] GULDBERG, A. (1923). Sur le problème du schéma des urnes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:1124–1126.
- [Guldberg, 1933] GULDBERG, A. (1933). Les fonctions de fréquence discontinues et les séries statistiques. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 3(3):229–278.
- [Haag, 1920a] HAAG, J. (1920a). Sur l'application de la loi de Gauss à la position probable d'un point dans le plan ou dans l'espace. *Nouvelles annales de mathématiques*, 4(20):121–142.

- [Haag, 1920b] HAAG, J. (1920b). Sur l'application de la loi de Gauss à la position probable d'un point dans le plan ou dans l'espace. *Nouvelles annales de mathématiques*, 4(20): 161–178.
- [Haag, 1920c] HAAG, J. (1920c). Sur l'application de la loi de Gauss à la position probable d'un point dans le plan ou dans l'espace. *Nouvelles annales de mathématiques*, 4(20): 201–208.
- [Haag, 1924a] HAAG, J. (1924a). Sur la combinaison des résultats d'observation. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 179:1388–1390.
- [Haag, 1924b] HAAG, J. (1924b). Sur la méthode des moindres carrés. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 178:1356–1359.
- [Haag, 1925a] HAAG, J. (1925a). Sur la détermination expérimentale du paramètre de précision. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 180: 41–43.
- [Haag, 1925b] HAAG, J. (1925b). Sur la détermination expérimentale du paramètre de précision. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 180: 364.
- [Haag, 1925c] HAAG, J. (1925c). Sur la probabilités des causes. *Bulletin des sciences mathématiques*, 2(49):197–203.
- [Haag, 1926] HAAG, J. (1926). *Applications au tir*. Gauthier Villars, Paris.
- [Haag, 1918] HAAG, Jules. (1918). Sur une application de la loi de Gauss à la syphilis. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 166(17):673–675.
- [Hadamard, 1922] HADAMARD, J. (1922). Les principes du calcul des probabilités. *Revue de métaphysique et de morale*, pages 289–293.
- [Hadamard, 1927] HADAMARD, J. (1927). Sur le battage des cartes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 185:5–9.
- [Hadamard, 1928a] HADAMARD, J. (1928a). Observations sur une note de M. B. Hostinsky. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186:62.
- [Hadamard, 1928b] HADAMARD, J. (1928b). Sur le principe ergodique. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186:275–276.

- [Hadamard, 1928c] HADAMARD, J. (1928c). Sur les opérations itérées en calcul des probabilités. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186:189–192.
- [Hadamard, 1931] HADAMARD, J. (1931). Sur le battage des cartes et ses relations avec la mécanique statistique. *In Atti del Congresso Internazionale dei Matematici, Bologna 3-10 Settembre 1928*, volume 5, pages 133–139, Bologne.
- [Havlova et al., 2005] HAVLOVA, Veronika., MAZLIAK, Laurent. et ŠIŠMA, Pavel. (2005). Le début des relations mathématiques franco-tchécoslovaques vu à travers la correspondance Hostinský-Fréchet. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 1(1).
- [Hawkins, 1975] HAWKINS, T. (1975). *Lebesgue's theory of integration : its origins and development*. AMS Chelsea publishing, New-York (N.-Y.).
- [Hertz, 1913] HERTZ, P. (1913). Über die statistische Mechanik der Raumesamtheit und den Begriff der Komplexion. *Mathematische Annalen*, 74(2):153–203.
- [Hertz, 1997] HERTZ, S. (1997). *Emil Julius Gumbel (1861-1966) et la statistique des extrêmes*. Thèse de doctorat, Université de Lyon-1, Lyon.
- [Hertz, 2001] HERTZ, S. (2001). Emil Julius Gumbel. *In* [Heyde et Seneta, 2001], pages 406–410.
- [Heyde et Seneta, 2001] HEYDE, C. C. et SENETA, E., éditeurs (2001). *Statisticians of the centuries*. Springer, New-York.
- [Hiriart-Urruty et Caussinus, 2005] HIRIART-URRUTY, J.-B. et CAUSSINUS, H. (2005). Sarrus, Borel, Deltheil : le Rouergue et ses mathématiciens. *Gazette de la SMF*, 104:89–97.
- [Hochkirchen, 1998] HOCHKIRCHEN, T. (1998). Wahrscheinlichkeitsrechnung im Spannungsfeld von Maß- und Häufigkeitstheorie. Leben und Werk des "Deutschen" Mathematikers Erhard Tornier (1894-1982). *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 6:22–41.
- [Hofstadter, 1994] HOFSTADTER, R. (1994). Felix Bloch (1905-1983). *Biographical Memoirs*, pages 33–70.
- [Hostinský, 1920] HOSTINSKÝ, B. (1920). Sur une nouvelle solution du problème de l'aiguille. *Bulletin des sciences mathématiques*, 44(1):126–136.

- [Hostinský, 1928a] HOSTINSKÝ, B. (1928a). Complément à la note sur les probabilités relatives aux transformations répétées. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186:487–489.
- [Hostinský, 1928b] HOSTINSKÝ, B. (1928b). Sur les probabilités relatives aux transformations répétées. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186:59–61.
- [Hostinský, 1929a] HOSTINSKÝ, B. (1929a). Sur les probabilités des phénomènes liés en chaînes de Markoff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 189:78–80.
- [Hostinský, 1931] HOSTINSKÝ, B. (1931). *Méthodes générales du Calcul des probabilités*, volume 52. Gauthier Villars, Paris.
- [Hostinský, 1932] HOSTINSKÝ, B. (1932). Application du calcul des probabilités à la théorie du mouvement brownien. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 3(1):1–74.
- [Hostinský, 1937] HOSTINSKÝ, B. (1937). Sur les probabilités relatives aux variables aléatoires liées entre elles. applications diverses. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7(2):69–119.
- [Hostinský, 1929b] HOSTINSKÝ, Bohuslav. (1929b). Probabilités relatives à la position d'une sphère à centre fixe. *Journal des mathématiques pures et appliquées*, 9(8):35–44.
- [Hufbauer, 2009] HUFBAUER, K. (2009). George Gamow 1904-1968. *Biographical Memoirs*.
- [Hurwitz, 1902] HURWITZ, A. (1902). Sur quelques applications géométriques des séries de Fourier. *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 19:357–408.
- [Israel, 1987] ISRAEL, G. (1987). De Finetti, Bruno. *Dizionario Biografico degli Italiani*, 33.
- [Jacob, 1931] JACOB, M. (1931). Sullo sviluppo di una funzione di ripartizione in serie di polinomi di Hermite. *Giornale dell'Istituto italiano degli Attuari*, 2:100–106, 356–368.
- [Jaëck *et al.*, 2019] JAËCK, F., MAZLIAK, L., COLOMBO, E. S. D. et TAZZIOLI, R., éditeurs (2019). *Gösta Mittag-Leffler and Vito Volterra : 40 years of correspondence*. European mathematical society, Berlin.
- [Jessen, 1934] JESSEN, B. (1934). The theory of integration in a space of an infinite number of dimensions. *Acta Mathematica*, 63(1):249–323.

- [Jordan, 1927] JORDAN, C. (1927). *Statistique mathématique*. Gauthier Villars, Paris.
- [Jordan, 1926a] JORDAN, K. (1926a). Développements nouveaux pour l'application du théorème de Bernoulli. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 182:303–305.
- [Jordan, 1926b] JORDAN, K. (1926b). Formules nouvelles pour comparer deux probabilités a posteriori. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 182:198–199.
- [Jordan, 1926c] JORDAN, K. (1926c). Sur l'inversion du théorème de Bernoulli. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 182:431–432.
- [Jozeau, 1997] JOZEAU, M.-F. (1997). *Géodésie au XIX^e siècle : de l'hégémonie française à l'hégémonie allemande. Regards belges*. Thèse de doctorat, Université Paris Diderot (Paris 7), Paris.
- [Kamlah, 1987] KAMLAH, A. (1987). The decline of the Laplacian theory of probability : a study of Stumpf, von Kries, and Meinong. In [Krüger *et al.*, 1987], pages 91–116.
- [Karady, 1986] KARADY, V. (1986). Les universités de la Troisième République. In VERGER, J., éditeur : *Histoire des universités en France*. Bibliothèque historique Privat, Toulouse.
- [Kemmer et Schlapp, 1971] KEMMER, N. et SCHLAPP, R. (1971). Max Born, 1882-1970. *Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Societies*.
- [Kendall, 1990] KENDALL, D. (1990). Obituary Andrei Nikolaevich Kolmogorov (1903-1987). *Bulletin of the London Mathematical Society*, 22(1):31–100.
- [Kendall *et al.*, 1982] KENDALL, D. G., BARTLETT, M. S. et PAGE, T. L. (1982). Jerzy Neyman. 16 April 1894-5 August 1981. *Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Societies*, 28:379–412.
- [Keynes, 1919] KEYNES, J. M. (1919). *The economic consequences of the peace*. Macmillan and Co, Londres.
- [Keynes, 1921] KEYNES, J. M. (1921). *A treatise on probability*. Macmillan and Co, Londres.
- [Khintchine, 1924] KHINTCHINE, A. Y. (1924). Sur un théorème général relatif aux probabilités dénombrables. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 178:617–619.

- [Khintchine, 1928] KHINTCHINE, A. Y. (1928). Über die Stabilität zweidimensionaler Verteilungsgesetze. *Recueil mathématique, Moscou*, 35(1):19–23.
- [Khintchine, 1929] KHINTCHINE, A. Y. (1929). Sur la loi des grands nombres. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 188:477–479.
- [Khintchine, 1935] KHINTCHINE, A. Y. (1935). Metrische Kettenbruchprobleme. *Compositio Mathematica*, 1:361–382.
- [Khintchine et Kolmogorov, 1925] KHINTCHINE, A. Y. et KOLMOGOROV, A. N. (1925). Über Konvergenz von Reihen, deren Glieder durch den Zufall bestimmt werden. *Recueil mathématique, Moscou*, 32:668–677.
- [Khintchine et Lévy, 1936] KHINTCHINE, A. Y. et LÉVY, P. (1936). Sur les lois stables. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:374–376.
- [Kjeldsen, 2001] KJELDEN, T. H. (2001). John von Neumann's conception of the min-max theorem : a journey through different mathematical contexts. *Archive for History of Exact Sciences*, 56(1):39–68.
- [Knobloch, 1987] KNOBLOCH, E. (1987). Emile Borel as a probabilist. In [Krüger *et al.*, 1987], pages 215–233.
- [Kogbetliantz, 1932] KOGBETLIANTZ, E. (1932). Recherches sur la sommabilité des séries d'Hermite. *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 68:137–221.
- [Kogbetliantz, 1935a] KOGBETLIANTZ, E. (1935a). Contribution à l'étude du saut d'une fonction donnée par son développement en série d'Hermite ou de Laguerre. *Transactions of the American mathematical society*, 38(1):10–47.
- [Kogbetliantz, 1935b] KOGBETLIANTZ, E. (1935b). Sur les moyennes arithmétiques des séries-noyaux des développements en séries d'Hermite et de Laguerre et sur celles de ces séries-noyaux dérivées terme à terme. *Journal of Mathematics and Physics*, 14(2):1–99.
- [Kolmogorov, 1927] KOLMOGOROV, A. N. (1927). Sur la loi des grands nombres. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 185:917–919.
- [Kolmogorov, 1928] KOLMOGOROV, A. N. (1928). Über die Summen durch den Zufall bestimmter unabhängiger Größen. *Mathematische Annalen*, 99(1):309–319.
- [Kolmogorov, 1931] KOLMOGOROV, A. N. (1931). Über die analytischen Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung. *Mathematische Annalen*, 104:415–458.

- [Kolmogorov, 1932] KOLMOGOROV, A. N. (1932). Sulla forma generale di un processo stocastico omogeneo. *Rendiconti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei*, 15:805–808, 866–869.
- [Kolmogorov, 1933] KOLMOGOROV, A. N. (1933). *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Springer.
- [Kolmogorov, 1936] KOLMOGOROV, A. N. (1936). Zur Theorie der Markoffschen Ketten. *Mathematische Annalen*, 112:155–160.
- [Krüger *et al.*, 1987] KRÜGER, L., DASTON, L. J. et HEIDELBERGER, M., éditeurs (1987). *The probabilistic revolution*. MIT Press, Cambridge (Massachusetts).
- [Krylov et Bogolioubov, 1936] KRYLOV, N. et BOGOLIUBOV, N. (1936). Sur les propriétés ergodiques de l'équation de Smoluchovsky. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 64:49–56.
- [Krylov et Bogolioubov, 1937a] KRYLOV, N. M. et BOGOLIUBOV, N. N. (1937a). Les propriétés ergodiques des suites des probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 204:1454–1456.
- [Krylov et Bogolioubov, 1937b] KRYLOV, N. M. et BOGOLIUBOV, N. N. (1937b). Sur les probabilités en chaîne. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 204:1386–1388.
- [Kunetz, 1935] KUNETZ, G. (1935). Sur la conservation du facteur commun de spearman dans une substitution linéaire. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 201:864–867.
- [Kunetz, 1936] KUNETZ, G. (1936). Sur quelques propriétés des fonctions caractéristiques. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:1829–1832.
- [Kunetz, 1937] KUNETZ, G. (1937). *Sur quelques propriétés des fonctions caractéristiques*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Paris, Paris.
- [Kuratowski, 1969] KURATOWSKI, C. (1969). Stefan Mazurkiewicz et son œuvre scientifique. In BORSUK, K., ENGELKING, R., KNASTER, B., KURATOWSKI, K., LOŚ, J. et SIKORSKI, R., éditeurs : *Stefan Mazurkiewicz : travaux de topologie et ses applications*, pages 9–18. PWN - Éditions scientifiques de Pologne.

- [Lahire, 2001] LAHIRE, B. (2001). Champ, hors-champ, contrechamp. In LAHIRE, B., éditeur : *Le travail sociologique de Pierre Bourdieu*, pages 23–57. La Découverte, Paris.
- [Leadbetter, 2001] LEADBETTER, M. R. (2001). Harald Cramér. In [Heyde et Seneta, 2001], pages 439–443.
- [Lebesgue, 1904] LEBESGUE, H. (1904). *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives, professées au Collège de France*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Lee, 2007] LEE, S. (2007). Sir Rudolf Ernst Peierls. *Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Societies*, 53:265–284.
- [Lehmann, 1994] LEHMANN, E. L. (1994). Jerzy Neyman. *Biographical Memoirs*, pages 395–420.
- [Lehto, 1998] LEHTO, O. (1998). *Mathematics without borders : a history of the International Mathematical Union*. Springer-Verlag, New York.
- [Leloup, 2009] LELOUP, J. (2009). *L'entre-deux-guerres mathématique à travers les thèses soutenues en France*. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- [Lévy, 1912] LÉVY, P. (1912). Sur la fonction de Green ordinaire et la fonction de Green d'ordre deux relatives au cylindre de révolution. *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 34:187–219.
- [Lévy, 1922a] LÉVY, P. (1922a). *Leçons d'Analyse fonctionnelle*. Gauthier Villars, Paris.
- [Lévy, 1922b] LÉVY, P. (1922b). Sur la détermination des lois de probabilité par leurs fonctions caractéristiques. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 175:854 – 856.
- [Lévy, 1922c] LÉVY, P. (1922c). Sur la loi de Gauss. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 174:1682–1684.
- [Lévy, 1922d] LÉVY, P. (1922d). Sur le rôle de la loi de Gauss dans la théorie des erreurs. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 174:855–857.
- [Lévy, 1923a] LÉVY, P. (1923a). Sur les lois stables en calcul des probabilités. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:1284–1286.
- [Lévy, 1923b] LÉVY, P. (1923b). Sur une application de la dérivée d'ordre non entier au calcul des probabilités. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:1118–1120.

- [Lévy, 1923c] LÉVY, P. (1923c). Sur une opération fonctionnelle généralisant la dérivation d'ordre non entier. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*.
- [Lévy, 1924a] LÉVY, P. (1924a). Les axiomes du calcul des probabilités et la loi de Gauss. *In Société française de philosophie. Session extraordinaire tenue à la Sorbonne du 27 au 31 décembre 1921. Congrès des sociétés philosophiques américaines, anglaises, belge italien et de la société française de philosophie. Communications et discussions*. Armand Colin, Paris.
- [Lévy, 1924b] LÉVY, P. (1924b). Théorie des erreurs : la loi de Gauss et les lois exceptionnelles. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 52:49–85.
- [Lévy, 1925a] LÉVY, P. (1925a). *Calcul des probabilités*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Lévy, 1925b] LÉVY, P. (1925b). Les lois de probabilité dans les ensembles abstraits. *Revue de métaphysique et de morale*, 32(2):149–174.
- [Lévy, 1929] LÉVY, P. (1929). Sur les lois de probabilités dont dépendent les quotients complets et incomplets d'une fraction continue. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 57:178–194.
- [Lévy, 1930a] LÉVY, P. (1930a). Sur la loi forte des grands nombres. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 191:983–984.
- [Lévy, 1930b] LÉVY, P. (1930b). Sur la probabilité et la fréquence asymptotiques des différentes valeurs des quotients complets et incomplets d'une fraction continue. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 190:608–610.
- [Lévy, 1931a] LÉVY, P. (1931a). Formules relatives au jeu du pile ou face. *Journal de l'École polytechnique*, 2(29):103–113.
- [Lévy, 1931b] LÉVY, P. (1931b). Sulla legge forte dei grandi numeri. *Giornale dell'Istituto italiano degli attuari*, 2:1–21.
- [Lévy, 1931c] LÉVY, P. (1931c). Sur le gain maximum au cours d'une partie de pile ou face. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 192:258–259.
- [Lévy, 1931d] LÉVY, P. (1931d). Sur les séries dont les termes sont des variables éventuelles indépendantes. *Studia mathematica*, 3:119–155.

- [Lévy, 1931e] LÉVY, P. (1931e). Sur un théorème de M. Khintchine. *Bulletin des sciences mathématiques*, 55(2):142–160.
- [Lévy, 1934a] LÉVY, P. (1934a). Généralisation de l'espace différentiel de N. Wiener. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 198:786–788.
- [Lévy, 1934b] LÉVY, P. (1934b). Sur les espaces V et W. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 198:1203–1205.
- [Lévy, 1934c] LÉVY, P. (1934c). Sur les intégrales dont les éléments sont des variables aléatoires indépendantes. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, classe di scienze*, 3(3-4):337–366.
- [Lévy, 1935a] LÉVY, P. (1935a). Propriétés asymptotiques des sommes de variables aléatoires enchaînées. *Bulletin des sciences mathématiques*, 14(1):84–96, 109–128.
- [Lévy, 1935b] LÉVY, P. (1935b). Propriétés asymptotiques des sommes de variables aléatoires indépendants ou enchaînées. *Journal des mathématiques pures et appliquées*, 14(1):347–402.
- [Lévy, 1935c] LÉVY, P. (1935c). Sur la sommabilité des séries aléatoires divergentes. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 63:1–35.
- [Lévy, 1936a] LÉVY, P. (1936a). La loi forte des grands nombres pour les variables aléatoires enchaînées. *Journal des mathématiques pures et appliquées*, 15(1):11–24.
- [Lévy, 1936b] LÉVY, P. (1936b). Sur quelques points de la théorie des probabilités dénombrables. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 6(2):153–184.
- [Lévy, 1937] LÉVY, P. (1937). *Théorie de l'addition des variables aléatoires*. Gauthier Villars, Paris.
- [Lévy, 1970] LÉVY, P. (1970). *Quelques aspects de la pensée d'un mathématicien*. Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, Paris.
- [Lévy, 2014] LÉVY, P. (2014). *Paul Lévy and Maurice Fréchet : 50 years of correspondence in 107 letters*. Springer, Londres.
- [Lewin, 1932] LEWIN, S. (1932). Integralgleichungen und Funktionalräume. *Matematicheskii Sbornik*, 39(4):3–72.
- [Lie, 1893] LIE, S. (1893). *Theorie der Transformationsgruppen*, volume 3. Teubner, Leipzig.

- [Lindeberg, 1922] LINDBERG, J. W. (1922). Sur la loi de Gauss. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 174:1400.
- [Lindley, 1986] LINDLEY, D. V. (1986). Bruno de Finetti, 1906-1985. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A.*, 149(3):252.
- [Lindvall, 1991] LINDVALL, T. (1991). W. Doeblin, 1915-1940. *The Annals of probability*, 19(3):929–934.
- [Locker, 2001] LOCKER, B. (2001). *Paul Lévy : la période de la guerre : intégrale stochastiques et mouvement brownien*. Thèse de doctorat, Université Paris 5, Paris.
- [Loève, 1933] LOÈVE, M. (1933). Sur l'intégration des équations de Dirac. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 198:799–801.
- [Loève, 1934] LOÈVE, M. (1934). Sur les moyennes de la théorie de Dirac. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 198:1303–1305.
- [Loève, 1940] LOÈVE, M. (1940). Nouvelles classes de lois limites. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 210:202–204.
- [Loève, 1941] LOÈVE, M. (21 juin 1941). *Etude asymptotique des sommes de variables aléatoires liées*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'université de Paris, Paris.
- [Logunov et al., 1989] LOGUNOV, A. A., NOVIKOV, S. P. et VLADIMIROV, V. S. (1989). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his 80th birthday). *Russian Mathematical Survey*, 44(5):1–10.
- [Lovie et Lovie, 1996] LOVIE, P. et LOVIE, S. (1996). Charles Edward Spearman, F. R. S. (1863-1945). *Notes and records, The Royal society journal of the history of science*, 50:75–88.
- [Lurquin, 1922] LURQUIN, C. (1922). Sur le critérium de Tchebycheff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 175:681–683.
- [Lurquin, 1924a] LURQUIN, C. (1924a). Quételet pédagogue. *Revue internationale de l'enseignement*, 78:299–304.
- [Lurquin, 1924b] LURQUIN, C. (1924b). Sur la loi binomiale de probabilité de Quételet. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 179:493–495.
- [Lurquin, 1924c] LURQUIN, C. (1924c). Sur une proposition fondamentale de probabilité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 178:306–308.

- [Lurquin, 1928a] LURQUIN, C. (1928a). De l'analyse statistique des différences successives d'écart. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186: 928–930.
- [Lurquin, 1928b] LURQUIN, C. (1928b). Sur les algorithmes caractéristiques de probabilité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 187:475–476.
- [Lurquin, 1928c] LURQUIN, C. (1928c). Sur une inégalité fondamentale de probabilité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 187:868–870.
- [Lurquin, 1928d] LURQUIN, C. (1928d). Sur une limite de probabilité au sens de Bienaymé-Tchebycheff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 187:1016–1018.
- [Malécot, 1938a] MALÉCOT, G. (1938a). Sur l'analyse des aléatoires et le problème de l'hérédité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 206: 153–155.
- [Malécot, 1938b] MALÉCOT, G. (1938b). Sur les aléatoires mendéliennes et les corrélations de l'hérédité. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 206:404–406.
- [Malécot, 1939a] MALÉCOT, G. (1939a). Les corrélations entre individus apparents, dans l'hypothèse d'homogamie. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 208:552–554.
- [Malécot, 1939b] MALÉCOT, G. (1939b). Lois de Mendel et homogamie. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 208:407–409.
- [Malécot, 1939c] MALÉCOT, G. (1939c). *Théorie mathématique de l'hérédité mendélienne généralisée*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'université de Paris, Paris.
- [Malécot, 1944] MALÉCOT, G. (1944). Sur un problème de probabilités en chaîne que pose la génétique. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 219:379–381.
- [Mandelbrojt, 1981] MANDELBJOJT, S. (1981). *Selecta*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Mandelbrot, 1985] MANDELBROT, B. (1985). Souvenir à bâtons rompus de Szolem Mandelbrojt. *Cahiers du séminaire d'histoire des mathématiques*, 6:1–46.

- [Marage et Wallenborn, 1999] MARAGE, P. et WALLENBORN, G., éditeurs (1999). *The Solvay Councils and the Birth of Modern Physics*, volume 22 de *Science Networks. Historical Studies*. Birkhäuser Verlag, Bâle.
- [Marbo, 1968] MARBO, C. (1968). *À travers deux siècles : souvenirs et rencontres (1883-1967)*. Grasset, Paris.
- [Markov, 1907] MARKOV, A. A. (1907). Extension de la loi des grands nombres aux événements dépendants les uns des autres. *Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan*, 15:135–156.
- [Markov, 1912] MARKOV, A. A. (1912). *Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Teubner, Leipzig.
- [Markov, 1913] MARKOV, A. A. (1913). *Démonstration du second théorème-limite du calcul des probabilités par la méthode des moments : bicentenaire de la loi des grands nombres : 1713-1913 : supplément à la 3^{ième} édition russe du Calcul des probabilités*. Imprimerie de l'académie impériale des sciences, Saint Pétersbourg.
- [Markov, 1917] MARKOV, A. A. (1917). Über einige Grenzformeln der Wahrscheinlichkeitstheorie. *Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Pétrograd*, 6(11):177–186.
- [Martin, 1958] MARTIN, D. (1958). Sir Edmund Whittaker, F. R. S. *Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society*, 11(1):1–9.
- [Martin, 1994] MARTIN, T. (1994). La valeur objective du calcul des probabilités selon Cournot. *Mathématiques et sciences humaines*, 127:5–17.
- [Martin, 1995] MARTIN, T. (1995). Probabilités et philosophie des mathématiques chez Cournot. *Revue d'histoire des mathématiques*, 1:111–138.
- [Martin, 2018] MARTIN, T. (2018). Les probabilités négligeables selon Émile Borel. *Images des mathématiques*.
- [Martin-Löf, 2014] MARTIN-LÖF, A. (2014). Harald Cramér and insurance mathematics. In SILVERSTROV, D. et MARTIN-LÖF, A., éditeurs : *Modern problems in insurance mathematics*, pages 7 – 14. Springer, Cham.
- [Martin-Löf, 1969] MARTIN-LÖF, P. (1969). The litterature on von Mises' Kollektivs revisited. *Theoria*, 35(1):12–37.
- [Martinez, 2010] MARTINEZ, F. (2010). « Régénérer la race » : politique éducative en Bolivie (1898-1920. Éditions de l'IHEAL, Paris.

-
- [Maurain et Pacaud, 1940] MAURAIN, C. et PACAUD, A. (1940). *La Faculté des sciences de l'Université de Paris de 1906 à 1940*. Presses Universitaires de France.
- [Mazliak, 2007a] MAZLIAK, L. (2007a). An introduction to Karel Vorovka's philosophy of randomness. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 3(2).
- [Mazliak, 2007b] MAZLIAK, L. (2007b). On the exchanges between W. Doeblin and B. Hostinský. *Revue d'histoire des mathématiques*, 13:155–180.
- [Mazliak, 2007c] MAZLIAK, L. (2007c). Ten letters from Wolfgang Doeblin to Bohuslav Hostinský. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 3(1).
- [Mazliak, 2009] MAZLIAK, L. (2009). How Paul Lévy saw Jean Ville and martingales. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 5(1).
- [Mazliak, 2010a] MAZLIAK, L. (2010a). Borel, Fréchet, Darmon : la découverte des statistiques par les probabilistes français. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 6(2).
- [Mazliak, 2011] MAZLIAK, L. (2011). Une étude de trajectoire : Kyrille Popoff, les guerres et la balistique. *HAL*.
- [Mazliak, 2012] MAZLIAK, L. (2012). La graphologie d'Alfred Binet, terrain d'entraînement d'Émile Borel, statisticien en devenir. *Recherches et éducations*, 6:241–253.
- [Mazliak, 2013] MAZLIAK, L. (2013). *Le voyage de Maurice Janet à Göttingen*. Editions matériologiques, Paris.
- [Mazliak, 2015a] MAZLIAK, L. (2015a). The Ghosts of the École normale. *Statistical science*, 30(3):391–412.
- [Mazliak, 2015b] MAZLIAK, L. (2015b). Poincaré's odd. *In* [Duplantier et Rivasseau, 2015], pages 151–192.
- [Mazliak, 2015c] MAZLIAK, L. (2015c). Volterra and the journey of french students to italy in the 1910s. *Revista Brasileira de História da Matemática*, 14(29):1–30.
- [Mazliak, 2018a] MAZLIAK, L. (2018a). The beginnings of the Soviet encyclopedia. The utopia and misery of mathematics in the political turmoil of the 1920s. *Centaurus*, 60(1-2):25–51.
- [Mazliak, 2018b] MAZLIAK, L. (2018b). The difficulties of scientific life in occupied France : the examples of Emile Borel, Paul Lévy and others... *In* SARAIVA, L., éditeur :

- Mathematical sciences and 20th century dictatorships : western Europe, Portugal and its Atlantic connections*, Lisbonne. Sociedad Portuguesa de Matematica.
- [Mazliak, 2019] MAZLIAK, L. (2019). What would Belgium be without probability and probability without Belgium? Paul Mansion and the scientific approach to randomness. *HAL*.
- [Mazliak et Perfettini, 2021] MAZLIAK, L. et PERFETTINI, T. (2021). Under the protection of alien wings : mathematicians in the russian emigration in interwar France. In MAZLIAK, L. et TAZZIOLI, R., éditeurs : *Mathematical communities in the aftermath of the Great War (1918-1928)*. Springer.
- [Mazliak et Sage, 2014] MAZLIAK, L. et SAGE, M. (2014). Au-delà des réels : Émile Borel et l'approche probabiliste de la réalité. *Revue d'histoire des sciences*, 67(2):331–357.
- [Mazliak et Tazzioli, 2009] MAZLIAK, L. et TAZZIOLI, R., éditeurs (2009). *Mathematicians at war : Volterra and his French colleagues in World War I*. Springer, Dordrecht, New York.
- [Mazliak et Šišma, 2015] MAZLIAK, L. et ŠIŠMA, P. (2015). The moravian crossroad : mathematics and mathematicians in Brno between german traditions and czech hopes. *Archives internationales d'histoire des sciences*, 65(175):729–758.
- [Mazliak, 2010b] MAZLIAK, Laurent. (2010b). La mission strasbourgeoise de Maurice Fréchet. *Images des mathématiques*.
- [Maz'ya et Shaposhnikova, 1998] MAZ'YA, V. et SHAPOSHNIKOVA, T. (1998). *Jacques Hadamard : a universal mathematician*. American Mathematical Society : London Mathematical Society, Providence, EUA.
- [McCrea, 1951] MCCREA, W. H. (1951). Edward Arthur Milne, 1896-1950. *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*, 7(20):421–443.
- [Mehler, 1866] MEHLER, F. G. (1866). Über die Entwicklung einer Funktion von beliebig vielen Variablen nach Laplaceschen Funktionen höherer Ordnung. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 66:161–176.
- [Meidell, 1922] MEIDELL, B. (1922). Sur un problème du calcul des probabilités et les statistiques mathématiques. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 175:806–808.

-
- [Meidell, 1923] MEIDELL, B. (1923). Sur la probabilité des erreurs. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:280–282.
- [Meusnier, 2004] MEUSNIER, N. (2004). Sur l'histoire de l'enseignement des probabilités et des statistiques. In *Histoires de probabilités et de statistiques*, pages 237–273. Ellipses, Paris.
- [Meusnier, 2006] MEUSNIER, N. (2006). Sur l'histoire de l'enseignement des probabilités et des statistiques. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 2(2).
- [Mihoc et Onicescu, 1935] MIHOC, G. et ONICESCU, O. (1935). Sur les chaînes de variables statistiques. *Bulletin des sciences mathématiques*, 2(59):174–192.
- [Milkov, 2013] MILKOV, N. (2013). The Berlin group and the Vienna circle : affinities and divergences. In MILKOV, N. et PECKHAUS, V., éditeurs : *The Berlin group and the philosophy of logical empiricism*, pages 3–32. Springer, Dordrecht.
- [Millot, 1923a] MILLOT, S. (1923a). Solutions simplifiées de problèmes de Laplace sur la probabilité des causes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:1695–1698.
- [Millot, 1923b] MILLOT, S. (1923b). Sur la probabilité a posteriori. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:30–32.
- [Millot, 1923c] MILLOT, S. (1923c). Sur la probabilité d'existence des lois biologiques. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:1126–1128.
- [Millot, 1923d] MILLOT, S. (1923d). Sur un critérium de la valeur probante de certaines expériences. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 176:564–566.
- [Millot, 1924] MILLOT, S. (1924). Sur quelques problèmes de Laplace. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 179:1304–1305.
- [Millot, 1925] MILLOT, S. (1925). *Théorie nouvelle de la probabilité des causes*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Millot, 1926] MILLOT, S. (1926). *Traité de voileure*. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris.

- [Mitropol'skiĭ et Tyablikov, 1959] MITROPOL'SKIĬ, Y. A. et TYABLIKOV, S. V. (1959). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his fiftieth birthday). *Soviet Physics Uspekhi*, 2(5):765–770.
- [Monteiro, 1935] MONTEIRO, A. (1935). Sur une classe de noyaux de Fredholm développables en série de noyaux principaux. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 200:2143–2145.
- [Morisson, 1987] MORISSON, C. (1987). L'enseignement des statistiques en France du milieu du XIX^e siècle à 1960. In *Pour une histoire de la statistique*, volume 2, pages 811–823. INSEE.
- [Nagylaki, 1989] NAGYLAKI, T. (1989). Gustave Malécot and the transition from classical to modern population genetics. *Genetics*, 122(2):253–268.
- [Neyman, 1935] NEYMAN, J. (1935). Sur la vérification des hypothèses statistiques composées. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 63:246–266.
- [Nicolas, 1994] NICOLAS, S. (1994). Qui était Victor Henri (1872 - 1940)? *L'année psychologique*, 94(3):385 – 402.
- [Nielsen, 1918] NIELSEN, N. (1918). Recherche sur les polynômes d'Hermite. *Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab Matematik-fysike Meddelelser.*, 1(6):1–80.
- [Nový, 1996] NOVÝ, L. (1996). Les mathématiques et l'évolution de la nation tchèque (1860-1918). In CATHERINE GOLDSTEIN, Jeremy Gray, J. R., éditeur : *L'europe mathématique : histoire, mythe, identités*, pages 501–515. Éditions de la maison des sciences de l'homme.
- [O'Connor et Roberston, 2010] O'CONNOR, J. J. et ROBERSTON, E. F. (2010). Sergei Natanovitch Bernstein.
- [O'Connor et Robertson, 2001] O'CONNOR, J. J. et ROBERTSON, E. F. (2001). George David Birkhoff (1884-1944).
- [O'Connor et Robertson, 2003] O'CONNOR, J. J. et ROBERTSON, E. F. (2003). Max born.
- [O'Connor et Robertson, 2006] O'CONNOR, J. J. et ROBERTSON, E. F. (2006). Nikolai Mitrofanovich Krylov.
- [Ogborn, 1962] OGBORN, M. E. (1962). Johann Frederik Steffensen. *Journal of the Institute of Actuaries*, 88(2):251–252.

- [Olivier-Utard, 2005] OLIVIER-UTARD, F. (2005). L'université de strasbourg : un double défi face à l'Allemagne et face à la France. In [Crawford et Olff-Nathan, 2005], pages 137–174.
- [Perrin, 1926] PERRIN, F. (1926). Polarisation de la lumière de fluorescence. Vie moyenne des molécules dans l'état excité. *Journal de Physique et le Radium*, 7(12):390–401.
- [Perrin, 1928] PERRIN, F. (1928). *Étude mathématique du mouvement brownien de rotation*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'Université de Paris, Paris.
- [Perrin, 1939] PERRIN, F. (1939). *Mécanique statistique quantique*. Gauthier-Villars.
- [Perrin, 1909] PERRIN, J. (1909). Le mouvement brownien de rotation. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 149:549–551.
- [Perrin, 1913] PERRIN, J. (1913). *Les atomes*. Félix Alcan, Paris.
- [Pestre, 1992] PESTRE, D. (1992). *Physique et physiciens en France (1918-1940)*. Éditions des archives contemporaines, Paris, 2^e éd. édition.
- [Pinault, 2017] PINAULT, M. (2017). *Émile Borel : une carrière intellectuelle sous la III^e République*. L'Harmattan, Paris.
- [Poincaré, 1887] POINCARÉ, H. (1887). Sur les hypothèses fondamentales de la géométrie. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 15:203–216.
- [Poincaré, 1896] POINCARÉ, H. (1896). *Calcul des probabilités : leçons professées pendant le deuxième semestre 1893-1894*. G. Carré, Paris, 1^{re} édition.
- [Poincaré, 1899] POINCARÉ, H. (1899). Réflexions sur le calcul des probabilités. *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 10:262–269.
- [Poincaré, 1912] POINCARÉ, H. (1912). *Calcul des probabilités*. Gauthier-Villars, Paris, 2^e édition.
- [Pólya, 1912] PÓLYA, G. (1912). Sur un théorème de Stieltjes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 155:767.
- [Pólya, 1913a] PÓLYA, G. (1913a). Berechnung eines bestimmten Integrals. *Mathematische Annalen*, 74(2):204–212.
- [Pólya, 1913b] PÓLYA, G. (1913b). Sur la méthode de Graeffe. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 156:1145–1147.

- [Pólya, 1913c] PÓLYA, G. (1913c). Sur un algorithme toujours convergent pour obtenir les polynômes de meilleure approximation de Tchebycheff d'une fonction continue. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 157:840–843.
- [Pólya, 1913d] PÓLYA, G. (1913d). Sur un théorème de Laguerre. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 156:996–999.
- [Pólya, 1913e] PÓLYA, G. (1913e). Sur une question concernant les fonctions entières. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 158:330–333.
- [Pólya, 1918] PÓLYA, G. (1918). Über das Gaußschen Fehlergesetz. *Astronomische Nachrichten*, 208(13):185–192.
- [Pólya, 1920] PÓLYA, G. (1920). Über den zentralen Grenzwertsatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung und das Momentenproblem. *Mathematische Zeitschrift*, 8(3):171 – 181.
- [Pólya, 1923] PÓLYA, G. (1923). Herleitung des Gausschen Fehlergesetz aus einer Funktionalgleichung. *Mathematische Zeitschrift*, 18:96–108.
- [Pólya, 1930] PÓLYA, G. (1930). Sur quelques points de la théorie des probabilités. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 1(2):117–161.
- [Pressat, 1987] PRESSAT, R. (1987). L'enseignement de la statistique en France à ses début (ca. 1850-1939). *Journal de la Société statistique de Paris*, 128:18–29.
- [Prévost, 2009] PRÉVOST, J.-G. (2009). *A total science : statistics in liberal and fascist Italy*. McGill-Queen's University Press, Montréal.
- [Prunier, 2018] PRUNIER, R. (2018). Analyse de *statistique mathématique* de Georges Darmois. Mémoire de D.E.A., Sorbonne Universités – Campus Pierre et Marie Curie, Paris.
- [Regazzini, 1987] REGAZZINI, E. (1987). Probability theory in Italy between the two world wars. A brief historical review. *Metron : rivista Internazionale di Statistica*, 45:5–42.
- [Regazzini, 2005] REGAZZINI, E. (2005). Probability and statistics in Italy during the First World War : Cantelli and the laws of large numbers. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 1(1).
- [Regazzini, 2013] REGAZZINI, E. (2013). The origins of de Finetti's critique of countable additivity. *Advances in Modern Statistical Theory and Applications*, 10:63–82.

- [Regazzini, 2016] REGAZZINI, E. (2016). Guido Castelnuovo, pioneer of the theory and applications of probability in Italy. *Rendiconti di Matematica*, 37:199–218.
- [Reichenbach, 1916] REICHENBACH, H. (1916). *Der Begriff der Wahrscheinlichkeit für die mathematische Darstellung der Wirklichkeit*. Johann Ambrosius Barth, Leipzig.
- [Reichenbach, 1937] REICHENBACH, H. (1937). Les fondements logiques du calcul des probabilités. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7(5):267–348.
- [Reid, 1998] REID, C. (1998). *Neyman*. Springer-Verlag, New-York.
- [Riesz, 1913] RIESZ, F. (1913). *Les systèmes d'équations linéaires à une infinité d'inconnues*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Riesz, 1918] RIESZ, F. (1918). Über lineare Funktionalgleichungen. *Acta Mathematica*, 41:1918.
- [Risser et Traynard, 1933] RISSER, R. et TRAYNARD, C. É. (1933). *Les principes de la statistique mathématique*. Gauthier-Villars, Paris.
- [Romanovsky, 1925a] ROMANOVSKY, V. I. (1925a). Généralisation d'une inégalité de A. Markoff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 180:1468–1470.
- [Romanovsky, 1925b] ROMANOVSKY, V. I. (1925b). Sur certaines espérances mathématiques et sur l'erreur moyenne du coefficient de corrélation. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 180:1897–1899.
- [Romanovsky, 1925c] ROMANOVSKY, V. I. (1925c). Sur les distribution des écarts quadratiques moyens dans les observations sur les quantités à distribution normale. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 180:1320–1323.
- [Rubin, 1995] RUBIN, H. (1995). Walter M. Elsasser (1904-1991). *Biographical Memoirs*, pages 101–165.
- [Sansone et Vitali, 1935] SANSONE, G. et VITALI, G. (1935). *Moderna teoria delle funzioni di variabile reale*. Zanichelli, Bologne.
- [Segal, 2003] SEGAL, S. (2003). *Mathematicians under the Nazis*. Princeton University Press, Princeton.
- [Seneta, 1974] SENETA, E. (1974). A note on the balance between random sampling and population size (on the 30th anniversary of G. Malécot's paper). *Genetics*, 77(3):607–610.

- [Seneta, 2004] SENETA, E. (2004). Mathematics, religion and marxism in the Soviet union in the 1930s. *Historio Mathematica*, 31:337–367.
- [Seneta *et al.*, 2001] SENETA, E., PARSHALL, K. et JONGMANS, F. (2001). Nineteenth-century developments in geometric probability : J. J. Sylvester, M. W. Crofton, J.-É. Barbier, and J. Bertrand. *Archive for History of Exact Sciences*, 55:501–524.
- [Serret, 1869] SERRET, J. A. (1869). Sur un problème de calcul intégral. *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 6:177–183.
- [Shafer, 2009] SHAFER, G. (2009). The education of Jean André Ville. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 5(2).
- [Shafer et Vovk, 2001] SHAFER, G. et VOVK, V. (2001). *Probability and Finance : It's only a game*. Wiley-Interscience, New-York (N.-Y., États-unis).
- [Shiryayev, 1989] SHIRYAEV, A. N. (1989). Kolmogorov : Life and creative activities. *The Annals of probability*, 17(3):866–944.
- [Siegmund-Schultze, 1993a] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (1993a). Hilda Geiringer-von Mises, Charlier series, ideology, and the human side of the emancipation of applied mathematics at the University of Berlin during the 1920s. *Historia Mathematica*, 20:364–381.
- [Siegmund-Schultze, 1993b] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (1993b). *Mathematische Berichterstattung in Hitlerdeutschland : der Niedergang des Jahrbuchs über die Fortschritte der Mathematik*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- [Siegmund-Schultze, 2001] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (2001). *Rockefeller and the internationalization of mathematics between the two world wars*. Numéro 25 de Science networks. Birkhäuser.
- [Siegmund-Schultze, 2004] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (2004). Mathematicians forced to philosophize : an introduction to Khinchin's paper on von Mises theory of probability. *Science in context*, 17(3):373–390.
- [Siegmund-Schultze, 2005] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (2005). Maurice Fréchet à Strasbourg : les mathématiques entre nationalisme et internationalisme, entre application et abstraction. In [Crawford et Olf-Nathan, 2005], pages 185 – 196.
- [Siegmund-Schultze, 2006] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (2006). Probability in 1919/20 : the von Mises-Pólya-controversy. *Archive for History of Exact Sciences*, 60:431–515.

- [Siegmund-Schultze, 2009] SIEGMUND-SCHULTZE, R. (2009). The institute Henri Poincaré and mathematics in France between the wars. *Revue d'histoire des sciences*, 62(1):247–283.
- [Simon, 2010] SIMON, M. (2010). An insight into the life of Michel Loève through his correspondences with Paul Lévy, Maurice Fréchet and Jerzy Neyman. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 6(1).
- [Slutsky, 1927] SLUTSKY, E. (1927). Sur un théorème limite relatif aux séries des quantités éventuelles. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 185:169–171.
- [Slutsky, 1928] SLUTSKY, E. (1928). Sur un critérium de la convergence stochastique des ensembles de valeurs éventuelles. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 187:370–372.
- [Slutsky, 1937] SLUTSKY, E. E. (1937). Qualche proposizione relativa alla teoria della funzione aleatorie. *Giornale dell'Istituto italiano degli Attuari*, 8(2):3–19.
- [Sommerfeld, 1904] SOMMERFELD, A. (1904). Eine besondere anschauliche Ableitung des Gaußischen Fehlergesetzes. In *Festschrift Ludwig Boltzmann gewidmet zum sechzigsten geburtstage 20. februar 1904.*, pages 848–859. J. A. Barth, Leipzig.
- [Soubovitchine, 1923] SOUBBOTINE, M. F. (1923). On the law of frequency of error. *Recueil mathématique, Moscou*, 31(2):296 – 301.
- [Soubovitchine, 1925] SOUBBOTINE, M. F. (1925). Sur la loi des erreurs d'observation. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 180:1716 – 1719.
- [Spearman, 1927] SPEARMAN, C. (1927). *The ability of man their nature and measurement*. Macmillan and Co, Londres.
- [Stadler, 2011] STADLER, F. (2011). The road to *experience and prediction* from within : Hans Reichenbach's scientific correspondence from Berlin to Istanbul. *Synthese*, 181: 137–266.
- [Steenstrup, 1930] STEENSTRUP, B. (1930). Guldberg, Alf Victor Emanuel. In *Hvem er Hvem ?*, page 152. Aschehoug, Oslo.
- [Steffens, 2006] STEFFENS, K.-G. (2006). *The history of approximation theory : from Euler to Bernstein*. Birkhäuser, Boston, Basel, Berlin.

- [Steinhaus, 1930] STEINHAUS, H. (1930). Sur la probabilité de la convergence de série. *Studia mathematica*, 2:21–39.
- [Takács, 1961] TAKÁCS, L. (1961). Charles Jordan, 1871-1959. *The Annals of mathematical statistics*, 32(1):1–11.
- [Taylor, 1985] TAYLOR, A. (1985). A study of Maurice Fréchet : II. Mainly about his work on general topology, 1909-1928. *Archive for History of Exact Sciences*, 34(4):279–380.
- [Taylor et Taylor, 1993] TAYLOR, H. et TAYLOR, L. (1993). *George Pólya : master of discovery*. Dale Seymour Publications, Palo Alto (California).
- [Tchebychev, 1867] TCHEBYCHEV, P. (1867). Des valeurs moyennes. *Journal des mathématiques pures et appliquées*, 12:177–184.
- [Tornier, 1927] TORNIER, E. (1927). Sur des propriétés des nombres premiers éclaircies par la théorie des probabilités dénombrables. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 184:990–993.
- [Tornier, 1936] TORNIER, E. (1936). *Wahrscheinlichkeitstheorie und allgemeine Integrationstheorie*. Teubner, Leipzig, Berlin.
- [Tournès, 2010] TOURNÈS, L., éditeur (2010). *L'argent de l'influence : les fondations émaricaines et leurs réseaux européens.*, volume 156 de *Mémoires / Cultures*. Éditions Autrement, Paris.
- [Tournès, 2013] TOURNÈS, L. (2013). *Sciences de l'homme et politique : les fondations philanthropiques américaines en France au XX^e siècle*. Classiques Garnier, Paris.
- [Tricomi, 1938] TRICOMI, F. (1938). Les transformations de Fourier, Laplace, Gauss et leurs applications au calcul des probabilités et à la statistique. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 8(3):111–149.
- [Union mathématique internationale, 1932] UNION MATHÉMATIQUE INTERNATIONALE, éditeur (1929-1932). *Atti del Congresso Internazionale dei Matematici, Bologna 3-10 Settembre 1928*, volume 6, Bologne. Nicola Zanichelli Editore.
- [van Hove, 1955] van HOVE, L. (1955). *George Placzek, 1905-1955*. Institute for Advanced Study, Princeton.
- [Veblen, 2001] VEBLEN, O. (2001). George David Birkhoff (1884-1944). *Biographical Memoirs*, 80:1–14.

- [Vila-Valls, 2012] VILA-VALLS, A. (2012). *Louis de Broglie et la diffusion de la mécanique quantique en France (1925-1960)*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard – Lyon I, Lyon.
- [Ville, 1936a] VILLE, J. (1936a). Sur la convergence de la médiane des n premiers résultats d'une suite infinie d'épreuves indépendantes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 203:1309–1310.
- [Ville, 1936b] VILLE, J. (1936b). Sur la notion de collectif. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 203(26-27).
- [Ville, 1936c] VILLE, J. (1936c). Sur les suites indifférentes. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:1393–1398.
- [Ville, 1938] VILLE, J. (1938). Sur un jeu continu. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 206:968–969.
- [Ville, 1939] VILLE, J. (1939). *Étude critique de la notion de collectif*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Paris, Paris.
- [Ville, 2009a] VILLE, J. (2009a). CURRICULUM VITAE de M. Jean-André VILLE. *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 5(1).
- [Ville, 2009b] VILLE, J. (2009b). Summary of the scientific work of Mr. Jean Ville (1955). *Journal électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, 5(1).
- [Vladimirov *et al.*, 1969] VLADIMIROV, V. S., ZUBAREV, D. N., MITROPOL'SKII, B. V. M. Y. A., PARASYUUK, O. S. et POLIVANOV, M. K. (1969). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his sixtieth birthday). *Russian Mathematical Survey*, 24(4):167–175.
- [von Mises, 1919a] von MISES, R. (1919a). Fundamentalsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung. *Mathematische Zeitschrift*, 4:1–97.
- [von Mises, 1919b] von MISES, R. (1919b). Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. *Mathematische Zeitschrift*, 5(52-99).
- [von Mises, 1921] von MISES, R. (1921). Zur Einführung. Über die Aufgaben und Ziele der angewandten Mathematik. *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik*, 1(1):1–15.
- [von Mises, 1928] von MISES, R. (1928). *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*. Springer, Vienne.

- [von Mises, 1932] von MISES, R. (1932). Théorie des probabilités. Fondements et applications. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 3(2):137 – 190.
- [von Neumann, 1928a] von NEUMANN, J. (1928a). Sur la théorie des jeux. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 186:1689–1691.
- [von Neumann, 1928b] von NEUMANN, J. (1928b). Zur Theorie der Gesellschaftsspiele. *Mathematische Annalen*, 100(1):295–320.
- [von Plato, 1994] von PLATO, J. (1994). *Creating modern probability : its mathematics, physics and philosophy in historical perspective*. Cambridge university Press, Cambridge (R.-U.).
- [Wald, 1936] WALD, A. (1936). Sur la notion de collectif. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 202:180–183.
- [Werner et Zimmermann, 2003] WERNER, M. et ZIMMERMANN, B. (2003). Penser l'histoire croisée : entre empirie et réflexivité. *Annales. Histoire, sciences sociales.*, 58(1):7–36.
- [Wheaton, 1977] WHEATON, B. (1977). Lothar Nordheim.
- [Widder, 1931] WIDDER, D. V. (1931). Necessary and sufficient conditions for the representation of a function as a Laplace integral. *Transactions of the American Mathematical Society*, 33:851–892.
- [Widder, 1934] WIDDER, D. V. (1934). Necessary and sufficient conditions for the representation of a function by a doubly infinite Laplace integral. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 40(4):321–326.
- [Wiener, 1923] WIENER, N. (1923). Differential space. *Journal of Mathematics and Physics*, 2:131–174.
- [Wiener, 1924] WIENER, N. (1924). Un problème de probabilités dénombrables. *Bulletin de la Société mathématiques de France*, 52:569–578.
- [Wilson, 1928] WILSON, E. B. (1928). On hierarchical correlation systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 14(3):283–291.
- [Yates et Mather, 1963] YATES, F. et MATHER, K. (1963). Ronald Aylmer Fisher. 1890-1962. *Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Societies*, 9:91–129.
- [Yule, 1922] YULE, G. U. (1922). *An introduction to the theory of statistics*. C. Griffin and company limited, Londres.

- [Zabell, 2001] ZABELL, S. L. (2001). Ronald Aymer Fisher. *In* [Heyde et Seneta, 2001], pages 389 – 397.
- [Zubarev *et al.*, 1970] ZUBAREV, D. N., MEDVEDEV, B. V., MITROPOL'SKIĬ, Y. A. et POLIVANOV, M. K. (1970). Nikolai Nikolaevich Bogolyoubov (on his 60th birthday). *Soviet Physics Uspekhi*, 12(4):590–593.

INDEX

A

Aiguille de Buffon

BARBIER (É.) 53

BUFFON (G.) 53, 204

DELTHEIL (R.) 53

HOSTINSKÝ (B.) 76–77, 204

LAMÉ (G.) 53

SYLVESTER (G.) 53

Allemagne ... 82, 104, 108, 130, 148–157,

159, 162, 163, 165, 168, 169, 171,

173, 184, 185, 210, 214, 223,

234–238, 248–251, 273, 274, 277,

322, 345, *voir* Institut Henri

Poincaré (Conférences),

Statistique, Théorie des

collectifs, *voir* DÆBLIN (W.),

ELSASSER (W.), GUMBEL (E.),

HAMBURGER (H.L.), LONDON

(F.), MISES (R. von), NEUMANN

(J. von), NORDHEIM (L.),

REICHENBACH (H.), TORNIER

(E.)

ALLIX (Edgard) 34, *voir* Institut de

statistique de l'université de

Paris

ANDERSON (Oskar) 276, *voir* Série
statistique temporelle

ANDOYER (Henri) 131

Annales de l'IHP ... v, viii, xiv, 110, 145,
172–174, 177, 185–188, 190,

192–197, 199, 209, 210, 212–214,

222, 229, 236, 245, 247, 271, 293,

301, 342, 364, 379, *voir* Champ

probabiliste parisien

Annales de l'université de Paris v, viii, x,

xvi, 29, 40, 46, 144, 159, 172,

196, 460

APPELL (Paul) 64, 74, 124

ARMOUR (Norman) 130

AUBERT (Jean) 102

B

BABCOCK (Earl) 130

BABCOCK (George W.) 130

BACHELIER (Louis) 131

BALTHAZARD (Victor) . 34, *voir* Institut

de statistique de l'université de

Paris

Banque Rothschild Frères ... iii, iv, 107,

109, 116, 123–125, *voir* Institut

Henri Poincaré (Création)

- BARBIER (Émile) 19, 53, *voir* Aiguille de Buffon
- BARBILLON (Louis) 131
- BARRIOL (Alfred) 32, 34, 75, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris, Prix Montyon de statistique
- Battage des cartes *voir* Processus markovien
- BOREL (É.) 89
- HADAMARD (J.) 81, 89–90, 104, 205, 267
- HOSTINSKÝ (B.) 81, 90, 205
- POINCARÉ (H.) 89
- BAYES (Thomas) 272
- Belgique . 82–83, 148, 149, 162, 168, 184, 185, 225, 345, *voir* LURQUIN (C.), LA VALLÉE POUSSIN (C. de), MANNEBACK (C.), *voir* LA VALLÉE POUSSIN (C. de), LURQUIN (C.), MANNEBACK (C.)
- BELIN (Paul) 34, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- BERNARD (Léon) 34, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- BERNOULLI (Jacques) 19, 272
- BERNSTEIN (Sergeï N.) 94, 159, 178, 185, 208, 209, 218, 221, 334, 345, 348, 359, 364, 365, 371, 417–419, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences), Processus markovien, URSS
- BERTHÉLÉMY (Henri) 34, 131, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- BERTRAND (Joseph) vi, 4, 12, 19, 54, 73, 75, 204, 219
- BIANCHI (Luigi) 231
- BIENAYMÉ (Irénée-Jules) 4
- BIERENS DE HAAN (David) 216
- Biometrika* 20, 276, 355
- BIRKHOFF (George) . 117, 120, 121, 145, 147, 150, 155, 156, 174, 183, 419–420, *voir* Institut Henri Poincaré (Création), Institut Henri Poincaré (Conférences)
- BLARINGHEM (Louis) 20
- BLOCH (Félix) ... 155, 178, 420–421, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences)
- BLOCH (Léon) ... 162, 176, 421–423, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences)
- BOGOLIUBOV (Nikolaï N.) ... 160, 328, 348, 423, *voir* Équation de Chapman-Kolmogorov, Institut Henri Poincaré (Conférences)
- BOREL (Émile) ii–xi, xiv, xvi–xviii, 3–30, 32, 34, 36–42, 46, 49, 52, 53, 55–61, 63–86, 89–92, 94, 97–100, 102–106, 108, 110, 115–128,

- 132–136, 141–143, 147–149, 156,
157, 160, 174, 176, 177, 189,
191–198, 204, 207, 210, 212, 214,
219, 221–224, 229, 232–234, 238,
244–245, 249, 251, 253–255, 264,
266, 267, 277, 279–288, 292–300,
302, 305, 310, 311, 320, 322–323,
325–328, 330, 332, 344, 352, 353,
355, 357–358, 360, 364, 366–369,
372, 375–386, 389, 418–424, 429,
430, 432–436, 438, 440, 442,
445–449, 451, 453, *voir* Battage
des cartes, Chaire de CPPM,
CRAS, École normale supérieure
(réseau), Fonctions arbitraires,
Fraction continue, Institut Henri
Poincaré, Institut de statistique
de l'université de Paris, Loi des
grands nombres, Loi du
logarithme itéré, Loi de Gauss,
Mécanique statistique, Mesure
de probabilité, Méthode des
moments, *Monographie du calcul
des probabilités*, Prix Montyon
de statistique, Probabilités
dénombrables, Probabilités
géométriques, Statistique,
Théorème central de la limite,
Théorie des erreurs, Théorie des
jeux, Thèses probabilistes, *Traité
du calcul des probabilités*, Urnes
- BORN (Max) 174, 178, 216, 301, 423–425,
433, 439, *voir* Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- BOUISSON (Fernand) 130
- BOUSSINESQ (Joseph) . 4, 5, 7, 8, 21, 75,
voir Chaire de CPPM
- BOUTROUX (Pierre) 19
- BRILLOUIN (Léon) . . . 154, 160, 175, 176,
248, 277, 281, 420, 425, 426, 430,
434, 440, 443, *voir* Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- BRILLOUIN (Marcel) 183
- BRIOT (Charles) 4, 5
- BROGGI (Ugo) 225, *voir* Italie
- BROGLIE (Louis de) . . 135, 160, 172, 175,
176, 178, 247, 284, 362, 424, 426,
431, 433, 440, 441, *voir* Institut
Henri Poincaré (Conférences)
- BRUNOT (Ferdinand) . . 126, *voir* Institut
Henri Poincaré (Création)
- BRUNSCHVIG (Léon) 19, 449
- BUFFON (Georges) 53, 204, *voir* Aiguille
de Buffon
- BUGAIEV (Nikolai V.) 235
- Bulgarie 130, 148, *voir* POPOFF (K.)
- C**
- CAHEN (Eugène) 8
- CAMICHEL (Charles) 130
- CANTELLI (Francesco) 27, 157, 164, 222,
224–230, 238–241, 277, 298, 347,
364, 425–426, *voir* Institut Henri
Poincaré (Conférences), Italie,
Loi des grands nombres, Loi du

- logarithme itéré, Mesure de probabilité, Modes de convergences probabilistes, Théorème de Glivenko-Cantelli, Théorie des collectifs
- CARATHÉODORY (Constantin) 216
- CARLEMAN (Torsten) . 27, 183, 345, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences), Suède
- CARNAP (Rudolph) 249
- CARTAN (Élie) .50, 51, 57, 100, 104, 117, 323, 325, 326, 366, *voir* École normale supérieure (réseau)
- CARVALLO (Emmanuel) 90
- CASTELNUOVO (Guido) 97, 157, 222, 226–230, 238, 242, 425, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences), Italie
- CAUCHY (Augustin-Louis) 215, 218, 273, 275, *voir* Fonction caractéristique
- CAVALIER (Jacques) 130, 393
- CAZALS (Pierre) 130
- Certificat de CPPM
Candidats . . . ix, x, xviii, 2–3, 40–47, 60–61, 70, 279–281, 311–319, 321–322, 372–373, *voir* École normale supérieure, Thèses probabilistes
Programme xviii, 21–22, 27–28, 279–302, 305–306, 372
- CESÀRO (Ernesto) . . . 226, 238, 335, 336, *voir* Italie
- Chaîne de Markov *voir* Processus markovien
- Chaire de CPPM . . iv–v, vii–x, 3–28, 40, 42, 57, 59, 105, 107, 110, 111, 116, 123, 132, 135–140, 174–177, 189–190, 192, 193, 195, 252–256, 267, 268, 278–284, 292, 294, 297, 298, 301, 302, 305–307, 309–311, 317, 320, 375–380, 382, 383, 389, 391, 395, *voir* Certificat de CPPM, *voir* BOUSSINESQ (J.), BOREL (É.), COTTON (A.), DARMOIS (G.), DESPEYROUX (T.) FRÉCHET (M.), POINCARÉ (H.)509
- Champ probabiliste parisien vi–xi, xiii–xv, 375–386, *voir* *Annales de l’IHP*, Chaire de CPPM, CRAS (probabilités), École polytechnique, Institut Henri Poincaré (Conférences), Institut de statistique de l’université de Paris, *Monographies du calcul des probabilités*, Thèses probabilistes, *Traité du calcul des probabilités*
- CHARBONNIER (Prosper-Jules) 70
- CHARLÉTY (Sébastien) . . . 125, 136–139, 393, *voir* Institut Henri Poincaré (Création)
- CHARLIER (Charles V.L.) . . 69, 197, 210,

- 272, 275, 342, *voir* Statistique,
Suède, *Traité du calcul des
probabilités*
- CHAZY (Jean) 177, 254, 278
- Coefficient de Spearman
DARMOIS (G.) 349–351
KUNETZ (G.) 351–353
SPEARMAN (C.) 350–351, 353
- Collège de France . . . i, 70, 71, 87, 88, 91,
113, 131, 134, 141, 151, 176, 248,
327, 389, 425, 436, 440, 441, 450,
voir DELTHEIL (R.),
HADAMARD (J.), GALBRUN
(H.), LANGEVIN (P.), LÉVY (P.)
- COLSON (Clément) 34, 130, *voir* Institut
de statistique de l'université de
Paris
- CRAS (probabilités) 63–66, 72–87,
89–90, 93–96, 100, 219, 326, 328,
329, 343–345, 347, 348, 352–355,
358, 366, 367, 369, 371, 377, *voir*
BOREL (É.), HADAMARD (J.),
OCAGNE (M. d')
- COMPTON (Arthur) . . 149, 155, 156, 162,
168, 426, 428, *voir* États-unis
d'Amérique, Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- Comptes rendus de l'Académie des
sciences voir* Champ probabiliste
parisien, Thèses probabilistes
- Congrès Internationaux des
mathématiciens . . . 168–171, *voir*
- Institut Henri Poincaré
(Conférences)
- DARMOIS (G.) 275–277
- FRÉCHET (M.) 260–261
- Bologne (1928) xii, 67, 100, 104, 106,
158, 169, 197, 205, 219, 260, 275,
277, 333, 349, 350, 452, 453
- Strasbourg (1920) 100, 102, 260, 277,
453
- Toronto (1924) 78, 100, 242, 260, 266
- Conseil Solvay de physique 164–171, 429,
433, 446, *voir* Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- COPELAND (Arthur H.) *voir* Théorie des
collectifs
- COTTON (Aimé) . . 8, 131, *voir* Chaire de
CPPM
- CRAMÉR (Harald) . . . 103, 164, 178, 231,
427, *voir* Institut Henri Poincaré
(Conférences), Suède
- CROFTON (Morgan) 53–55, *voir*
Probabilités géométriques
- CROISSET (Maurice) 131
- CURIE (Marie) 117, 119
- CZUBER (Emanuel) 53, 215, *voir*
Probabilité géométrique
- D**
- Danemark . . 130, 148, 164, 168, 185, 273,
voir GRAM (J.P.), NØRLUND
(N.), PLACZEK (G.),
STEFFENSEN (J.), THIELE (T.)
- DANIELL (Percy John) 103

- DARBOUX (Gaston) 19, 133, 203
- DARMOIS (Georges) . . ii, vii, xiv, xvii, 4,
29, 31, 37–40, 46, 60, 67, 101,
102, 104, 106, 150, 176, 180,
191–197, 202, 210, 212, 214, 222,
224, 227, 233, 241, 251, 253–256,
267–279, 282–284, 291–293, 296,
299–302, 305, 306, 310, 311, 316,
320–323, 325, 329, 330, 332, 343,
349–356, 361, 362, 365, 371–373,
377, 378, 380–385, 428, 442, 444,
449, 457, *voir* Chaire de CPPM,
Coefficient de Spearman,
Congrès internationaux des
mathématiciens, Estimateur
statistique, Fonction
caractéristique, Institut Henri
Poincaré (Conférences), Institut
de statistique de l’université de
Paris, Série statistique
temporelle, Statistique, Thèses
probabilistes
- DE FINETTI (Bruno) . . . *voir* Événements
équivalents, Institut Henri
Poincaré (Conférences), Italie,
Processus stochastique, *Annales
de l’IHP*, Mesure de probabilité
- DE DONDER (Théophile) . . 130, 167, *voir*
Institut Henri Poincaré
(Conférences)
- DE FINETTI (Bruno) . 103, 157, 158, 170,
173, 194, 222, 230, 241–248, 251,
277, 290, 291, 298, 331, 359, 361,
372, 427–428, 459
- DE HAAS (Wander) . . . 178, *voir* Institut
Henri Poincaré (Conférences),
Pays-Bas
- DELACROIX (Henri) 126
- DELTHEIL (Robert) 38, 49–59, 61, 66, 70,
78, 97, 285, 295, 319, *voir*
Aiguille de Buffon, Collège de
France, Fonctions arbitraires,
Probabilités géométriques,
Thèses probabilistes, *Traité du
calcul des probabilités*
- DE MOIVRE (Abraham) 272
- DESPEYROUX (Théodore) 4, *voir* Chaire
de CPPM
- DESTOUCHES (Jean-Louis) 248, 279,
283–285, 288–291, 293, 295,
297–299, 321, 459, *voir* Chaire
de CPPM
- DIRAC (Paul) . . . 162, 167, 171, 178, 180,
301, *voir* Institut Henri Poincaré
(Conférences), Royaume-Uni
- DÖEBLIN (Wolfgang) . . . ix, 195, 207, 208,
296, 319, 321–324, 326–332, 340,
344–349, 354, 360, 362, 370, 383,
voir Allemagne, Certificat de
CPPM, Équation de
Chapman-Kolmogorov,
Processus markovien, Thèse
probabiliste
- DÖETSCH (Gustav) 231

- DOOB (Joseph L.) 331, 354, 370, *voir*
 Estimateur statistique,
 États-unis d'Amérique,
 Processus stochastique
- DOUMER (Paul) 130
- DUBREIL (Paul) . . . 66, 69, 70, *voir* École
 normale supérieure (réseau)
- DUGUÉ (Daniel) 193, 212, 271, 319, 321,
 322, 325, 327, 329, 330, 351,
 353–355, 382, 383, *voir*
 Certificat de CPPM, École
 normale supérieure (réseau),
 Estimateur statistique, Institut
 Henri Poincaré (Conférences),
 Statistique, Thèse probabiliste
- PIERRE (Duhem) 87
- DU PASQUIER (Louis-Gustave) . 266, 272,
 277
- E**
- École normale supérieure . *voir* Certificat
 de CPPM
- École normale supérieure (réseau) 21, 38,
 40, 42, 44, 46, 56, 58, 66, 68–72,
 88, 99, 105, 177, 267, 305, 306,
 311, 321, 322, 325, 372, 373, 385,
 422, *voir* BOREL (É.), CARTAN
 (É.), DARMOIS (G.), DELTHEIL
 (R.), DUBREUIL (P.), DUGUÉ
 (D.), FORTET (R.), FRÉCHET
 (M.), GALBRUN (H.), HAAG
 (J.), LAGRANGE (R.),
 LANGEVIN (P.), MALÉCOT (G.),
 MAURAIN (C.), PAINLEVÉ (P.),
 PERRIN (F.), PERRIN (J.),
 VILLE (J.)
 Candidats au certificat de CPPM 41,
 46, 311, 315–316, 318
- École polytechnique . . . vii, 33, 66, 69, 85,
 87–91, 99, 131, 151, 191, 192,
 198, 306, 326, *voir* HADAMARD
 (J.), LÉVY (P.), OCAGNE (M.
 d')
- HADAMARD (J.) 66, 87–90
- LÉVY (P.) . 66, 91, 99, 191, 192, 198,
 326
- OCAGNE (M. d') 85, 131
- EGGENBERGER (Florian) 221, *voir*
 Suisse, Urnes
- EINSTEIN (Albert) 57, 163, 167, *voir*
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences)
- ELSASSER (Walter) 151–153, 163,
 428–429, *voir* Allemagne,
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences)
- EÖTVÖS (Loránd) 215
- Équation de Chapman-Kolmogorov . *voir*
 Chaire de CPPM, Équation de
 Fredholm, Tchécoslovaquie,
 Thèse probabiliste, URSS
- BOGOLIUBOV (N.N.) 348
- DĚBLIN (W.) 208
- FRÉCHET (M.) . . . 309, 333, 337, 340
- GHAFFARI (A.) 319, 341–342

- HOSTINSKÝ (B.).....205, 206, 208
- KRYLOV (N.M.).....348
- POSPÍŠIL (B.).....347
- Équation aux dérivées partielles..... *voir*
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences)
- HADAMARD (J.).....79, 88, 223
- VOLTERRA (V.).....454
- Équation de Fredholm ... *voir* Chaire de
 CPPM, Équation de
 Chapman-Kolmogorov
- FRÉCHET (M.)...207, 288, 289, 300,
 309, 337–340, 344
- GHEORGHIU (S.).....48
- ERLANG (Agner K.).....210, 212
- Espagne.....148, 162
- Espérance conditionnelle
- DOOB (J.L.).....370
- KOLMOGOROV (A.N.).....364
- LOÈVE (M.).....364
- LÉVY (P.).....201, 359, 363, 371
- VILLE (J.).....370
- Estimateur statistique
- DARMOIS (G.).....349–351
- DOOB (J.L.).....354
- DUGUÉ (D.).....353–355
- FISHER (R.A.)...350, 351, 353, 355
- NEYMAN (J.).....350
- PEARSON (E.).....350
- PEARSON (K.).....350
- États-unis d'Amérique...111, 115, 130,
 147–149, 153–157, 168, 169, 217,
 235, 250, 262, 340, 381, 383, 386,
voir Fondation Rockefeller,
 International Education Board,
voir COMPTON (A.), DOOB
 (J.L.), GOUDSMIT (S.),
 NEUMANN (J. von)
- Événements équivalents
- FINETTI (B. de)..103, 242, 245, 246,
 428
- HAAG (J.).....103
- KHINTCHINE (A.Y.).....103, 242
- F**
- FABRY (Charles).....21, 22, 131
- FANTAPPIÈ (Luigi).....261
- FAURE (Fernand).....29, 33, 34, *voir*
 Institut de statistique de
 l'Université de Paris
- FEJÉR (Lipót).....215, 216
- FELDHEIM (Ervin)...319, 322, 323, 326,
 357, 361–362, 379, *voir*
 Certificat de CPPM, Loi stable,
 Thèses probabilistes
- FERMI (Enrico) .157, 167, 168, 173, 222,
 301, 425, 429–430, *voir Annales
 de l'IHP*, Institut Henri Poincaré
 (Conférences), Italie
- FERRIER (Jeanne) .128, *voir* FOURNIER
 (J.), LATTÈS (J.)
- FINALLY (Horace).....72
- Finlande .94, 218, 363, *voir* LINDBERG
 (J.)
- FISHER (Ronald A.)...84, 103, 164, 178,

- 193, 194, 202, 210, 212, 213, 298,
299, 325, 329–331, 350, 351,
353–357, 430, *voir* Estimateur
statistique, Hérité, Institut
Henri Poincaré (Conférences),
Maximum de vraisemblance,
Royaume-Uni, Statistique
- FLEUROT (Pierre) 130
- FOÀ (Carlo) 241
- Fonctions arbitraires
- BOREL (É.) 17, 19, 20
- DELTHEIL (R.) 50
- FRÉCHET (M.) 262, 264
- HOSTINSKÝ (B.) ... 76, 204, 262, 264
- POINCARÉ (H.) ... 17, 19, 20, 50, 76,
204
- VOROVKA (K.) 204
- Fonction génératrice des moments .. *voir*
Fonction caractéristique,
Théorème central de la limite
- KUNETZ (G.) 352
- PÓLYA (G.) 94, 221
- Fonctions de lignes
- DELTHEIL (R.) 52, 53, 57
- FRÉCHET (M.) 79
- HADAMARD (J.) 223
- LÉVY (P.) 91
- VOLTERRA (V.) .. 52, 57, 79, 91, 223
- Fonction de répartition
- DARMOIS (G.) 299
- FRÉCHET (M.) 290
- KUNETZ (G.) 352
- LÉVY (P.) 93, 95, 98, 198
- PÓLYA (G.) 217
- Fonction caractéristique ... *voir* Fonction
génératrice des moments, Loi
stable, Loi indéfiniment divisible,
Théorème central de la limite,
Thèse probabiliste
- DARMOIS (G.) 269
- CAUCHY (A.) 215, 273, 275
- DARMOIS (G.) 269–271, 273–277, 350
- FELDHEIM (E.) 361–362
- KUNETZ (G.) 319, 351–353
- LÉVY (P.) .93–96, 198, 217, 218, 352,
357, 360, 361, 363
- PÓLYA (G.) 221
- TRICOMI (F.) 231
- DE FINETTI (B.) 242
- Fondation Rockefeller i, iii, iv, xi,
107–115, 121, *voir* Institut Henri
Poincaré (Création),
International Education Board,
123–509
- FORTET (Robert) 208, 319, 321, 323,
324, 326–329, 331, 333, 340,
343–346, 348, 349, 355, 383, 384,
voir Chaîne de Markov, École
normale supérieure, Thèses
probabilistes
- FOURNIER (Jeanne) .. 128, 143, 144, 146,
173, 178, 418–438, 440–447,
449–451, 453, 454, *voir* FERRIER
(J.), LATTÈS (J.)

- Fraction continue
- BOREL (É.) 210
- GYLDÉN (H.) 210
- KHINTCHINE (A.Y.) 358
- LÉVY (P.) 357
- FRANCK (Philipp) 248
- FRÉCHET (Maurice) ... ii, vii, ix, x, xiv, xvii, 64, 66, 67, 72, 74–81, 86–88, 91, 98–106, 149, 160, 175, 177, 191–193, 195–197, 201–203, 205, 208, 209, 213, 214, 222, 224, 233, 238–241, 243, 245, 246, 248, 251, 253–268, 270, 277–279, 282, 283, 288–291, 293–302, 305, 306, 309, 311, 321–325, 330–349, 354, 358, 362–366, 368, 371–373, 376–378, 380–385, *voir* Chaîne de Markov, Chaire de CPPM, Congrès international des mathématiciens, École normale supérieure, Équation de Chapman-Kolmogorov, Équation de Fredholm, Fonctions arbitraires, Fonctions de lignes, Fonction de répartition, Intégration, Institut Henri Poincaré (Conférences), Mesure de probabilité, Modes de convergences probabilistes, Processus markovien, Statistique probabiliste, Théorie des erreurs, Thèse probabiliste, *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*
- FRENKEL (Jacov) 149, 159, 162, 430–432, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences)
- FRISCH (Ragnar) 90, 178, 298, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences)
- G**
- GALBRUN (Henri) 32, 66, 71, 72, 98, *voir* Collège de France, École normale supérieure, Institut de statistique de l'université de Paris, *Traité du calcul des probabilités et de ses applications*
- GALLOIS (Lucien) .. 33, 34, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- GALTON (Francis) 20, 272, 355, *voir* Royaume-Uni
- GAMOW (George) 155, 167, 168, 433–434, *voir* Conseil Solvay de physique, Institut Henri Poincaré (Conférences), URSS
- GARNIER (Jean-Guillaume) 226
- GATEAUX (René) ... 88, 91, 97, 103, 200, 201, 224, *voir* Intégration
- GAULTIER (Paul) 247
- GAUSS (Carl F.) 273
- GHAFFARI (Abolghassem). 321–323, 326, 333, 340–342, *voir* Équation de Chapman-Kolmogorov,

- Processus de Markov, Thèses
probabilistes
- GHEORGHIU (Serban) 46–48, *voir*
Institut de statistique de
l'université de Paris (Étudiants),
Certificat de CPPM
- GIBBS (Josiah W.) 89
- GINI (Corrado) . . 227–229, 241, 242, 277,
voir Italie, Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- GLIVENKO (Valery I.) 241, 298, 364, *voir*
Théorème de Glivenko-Cantelli,
URSS
- GOUDSMIT (Samuel) 155, 434, *voir*
États-Unis d'Amérique, Institut
Henri Poincaré (Conférences)
- GRAM (Jørgen P.) 273, 275, *voir*
Danemark
- GREGG (Dr.) 130, *voir* Fondation
Rockefeller
- GUILLET (Léon) 131
- GULDBERG (Alf) . . . 27, 72, 82, 101, 103,
164, 169, 170, 202, 210, 212, 295,
434–435, *voir* Institut Henri
Poincaré (Conférences), Norvège
Statistique
- GUMBEL (Emil) 150–152, 180, 210,
213–214, 277, 362, 386, 435–436,
voir Allemagne, Institut Henri
Poincaré (Conférences),
Statistique
- GUYOT (Yves) 34, *voir* Institut de
statistique de l'université de
Paris
- GYLDÉN (Hugo) 210, *voir* Fraction
continue, Suède
- ### H
- HAAG (Jules) . . 64, 66, 70, 72–76, 86, 98,
101, 103–106, 242, *voir* École
normale supérieure, Événements
équivalents, Loi de Gauss,
Théorie des erreurs, *Traité du
calcul des probabilités et de ses
applications*
- HADAMARD (Jacques) . . i, 64–67, 79, 81,
86–92, 94–96, 98, 100, 103, 104,
117, 203, 205, 207, 208, 216, 223,
224, 261, 264, 267, 276, 290, 298,
326, 327, 333, 334, 336, 343, 348,
375, 379, 417, 440, 441, *voir*
Battage des cartes, Collège de
France, CRAS, École
polytechnique, Équation aux
dérivées partielles, Fonctions de
lignes
- HAHN (Hans) 248
- HALBWACHS (Maurice) . 78, 83, 101, 102,
265, 270
- HAMBURGER (Hans L.) 27, 229, *voir*
Allemagne
- HAMY (Maurice) 131
- HECKE (Erich) 216
- HENRI (Victor) . . 150, 151, 436–438, *voir*
Institut Henri Poincaré

- (Conférences)
- Hérédité mendélienne
- DARMOIS (G.) 197, 325
- FISHER (R.A.) 325, 356
- MALÉCOT (G.) 325, 355–357
- PÓLYA (G.) 221
- WRIGHT (S.G.) 325, 356
- HERTZ (Paul) 216
- HESSEN (Boris) 236
- HILBERT (David) 216, 225, 423
- HOCHART (Maurice) 32, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- Hongrie .. 74, 85, 102, 148, 215, 274, 277, 322, 345, *voir* FELDHEIM (E.), JORDAN (K.), NEUMANN (J. von), PÓLYA (G.), RIESZ (F.)
- HOSTINSKÝ (Bohuslav) 67, 76, 81, 86, 90, 100, 101, 103, 106, 193, 194, 196, 202–210, 257–260, 262, 264, 266, 267, 276, 278, 290, 299, 301, 324, 331, 333–336, 342, 344–349, 354, 372, 381, *voir* Aiguille de Buffon, Battage des cartes, Équation de Chapman-Kolmogorov, Fonctions arbitraires, Hypothèse ergodique, Institut Henri Poincaré (Conférences), Tchécoslovaquie
- HUBER (Michel) 32, 34, 39, 75, 268, 269, 271, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris, Prix
- Montyon de statistique
- HUMBERT (Georges) 68, 91
- HURWITZ (Alfred) 55, 217
- Hypothèse ergodique... *voir* Battage des cartes
- HADAMARD (J.) . 66, 89, 90, 98, 104, 205, 238
- HOSTINSKÝ (B.) 90
- I**
- Inde ... 134, 147, 148, 169, 262, 448, *voir* RAMAN (C.V.)
- Inégalité de Bienaymé Tchebychev .. *voir* Chaire de CPPM, Statistique (Enseignement)
- DARMOIS (G.) 270, 284
- FRÉCHET (M.) 265
- LAGRANGE (R.) 25
- LURQUIN (C.) 83
- Institut Henri Poincaré (Création) 107–140, *voir* Banque Rothschild, Fondation Rockefeller, International Education Board, BIRKHOFF (G.), BOREL (É.), CHARLÉTY (S.), MAURAIN (C.)
- Institut Henri Poincaré (Direction) 140–144, *voir* BOREL (É.), LANGEVIN (P.), MAURAIN (C.), PERRIN (J.), École normale supérieure (réseau)
- Institut Henri Poincaré (Conférences) 109–110, 144–188, 191–252,

- 397–415, 417–455
- Institut de statistique de l'université de Paris 28–40, *voir* ALLIX (E.), BALTHAZARD (V.), BARRIOL (A.), BELIN (P.), BERNARD (L.), BERTHÉLÉMY (H.), BOREL (É.), COLSON (C.), DARMOIS (G.), FAURE (F.), GALLOIS (L.), GUYOT (Y.), HOCHART (M.), HUBER (M.), LAPICQUE (L.), LARNAUDE (F.), LÉVY (R.), MARCH (L.), MOLLIARD (M.)
- Étudiants . . 46–48, 316–317, 319, *voir* GHEORGHIU (S.), KOWALEWSKI (M.), KRUMMEICH (E.), RABINOVITCH (C.), VAJAROFF (P.)
- Intégration
- DANIELL (P.J.) 103
- FRÉCHET (M.) 103
- GATEAUX (R.) 92
- LÉVY (P.) . . . 91, 92, 96, 97, 200, 201
- WIENER (N.) 96, 97, 103
- International Education Board . 110, 111, 114–116, 118, 121–128, 139, 140, 146, 147, 152, 278, *voir* Institut Henri Poincaré (Création)
- Italie . . . 52, 79, 82, 88, 97, 103, 104, 148, 149, 157–160, 162, 164, 184, 185, 188, 222–232, 238–248, 262, 277, 298, 299, 303, 337, 340, 385, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences), *voir* BROGGI (Ugo), CANTELLI (F.), CASTELNUOVO (G.), CESARÒ (E.), DE FINETTI (B.), FERMI (E.), GINI (C.), TRICOMI (F.)
- J**
- JORDÁN (Karoly) 85, 277
- K**
- KAPTEYN (Jacobus C.) 275
- KAUCKÝ (Josef) 208, 334, *voir* Tchécoslovaquie
- KEYNES (John M.) 72, 73, 244
- KHINTCHINE (Alexandr Y.) . . 73, 83, 84, 86, 90, 103, 208, 209, 219, 236, 242, 277, 298, 348, 354, 358, 360–362, 367, 447, *voir* Événements équivalents, Fraction continue, Loi des grands nombres, Loi du logarithme itéré, Lois stables, URSS
- KOLMOGOROV (Andreï N.) . . 84, 86, 90, 159, 194, 199, 201, 208, 209, 219, 235, 242, 324, 334, 342, 346–348, 358, 359, 361, 364, 365, 370, 371, 430, 438, *voir* Espérance conditionnelle, Institut Henri Poincaré (Conférences), Loi des grands nombres, Loi du 0-1, Processus markovien, Processus stochastique, Somme et série de variables aléatoires, URSS

- KONEČNÝ (Miroslav) .208, 299, 334, *voir*
Tchécoslovaquie
- KOWALEWSKI (Maxime)48, *voir* Institut
de statistique de l'université de
Paris (Étudiants)
- KRUMMEICH (E.) ... 48, *voir* Institut de
statistique de l'université de
Paris (Étudiants)
- KRYLOV (Nikolaï M.)162, 348, 423,
438–439, *voir* Équation de
Chapman-Kolmogorov, Institut
Henri Poincaré (Conférences),
URSS
- KUNETZ (Géza) . 319, 321–323, 351–353,
voir Certificat de CPPM
(Candidats), Coefficients de
Spearman, Fonction
caractéristique, Fonction
génératrice des moments,
Fonction de répartition, Thèses
probabilistes
- KÆNIGS (Gabriel)8, 260
- L**
- LACROIX (Alfred)131
- LAGRANGE (René) 21–23, 25, 28, 38, 66,
69, 222, 286, 287, 295, 368, *voir*
École normale supérieure
(réseau), Inégalité de
Bienaymé-Tchebychev *Traité du
calcul des probabilités*
- LAMÉ (Gabriel)4, 5, 53, 54, *voir* Aiguille
de Buffon
- LANDAU (Edmund)216
- LANGEVIN (Paul) . 9, 111, 131, 132, 134,
136, 141–143, 149, 160, 165, 166,
177, 189, 284, 389, 432, *voir*
Chaire de CPPM, Collège de
France, École normale supérieure
(réseau), Institut Henri Poincaré
(Conférences), Institut Henri
Poincaré (Direction)
- Lapicque (Louis)7, 34, 37, 38, *voir*
Chaire de CPPM, Institut de
statistique de l'université de
Paris
- LAPIE (Paul)123, 125, 126
- LARAN (Jean)19
- LARNAUDE (Ferdinand) 30, *voir* Institut
de statistique de l'université de
Paris
- LATTÈS (Jeanne) 128, 418, 422, 429, *voir*
FOURNIER (J.), FERRIER (J.),
Institut Henri Poincaré
(Conférences)
- LA VALLÉE POUSSIN (Charles de)..130,
261, 345, *voir* Belgique, Institut
Henri Poincaré (Conférences)
- LEBESGUE (Henri) 6–9, 11, 93, 291, 298,
voir Chaire de CPPM
- LEONTOVICH (Mikhail A.)235
- LÉVY (Maurice)87
- LÉVY (Paul) ...vii, xiv, xvii, 64, 66, 67,
90–101, 103–106, 169, 173, 191,
192, 197–202, 209, 215, 217–218,

- 224, 229, 231, 233, 240, 242, 253, 262, 264, 269, 270, 275, 298, 301, 320, 322, 326, 327, 329, 332, 347, 352, 354, 357–365, 367, 370, 376, 378–382, 384, *voir* Champ probabiliste parisien, Collège de France, École polytechnique, Espérance conditionnelle, Fonction caractéristique, Fonction de répartition, Fraction continue, Intégration, Loi de Gauss, Loi des grands nombres, Loi indéfiniment divisible, Loi du logarithme itéré, Loi stable, Loi du 0-1, Martingales, Mesure de probabilité, Modes de convergences probabilistes, *Monographies du calcul des probabilités*, Mouvement brownien, Probabilités dénombrables, Processus stochastique, Somme et série de variables aléatoires, Théorème central de la limite, Théorie des erreurs, Thèses probabilistes
- LÉVY (Raphaël-Georges) 34, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- LIAPOUNOV (Alexandre M.) 94, 217, 218, 235, 334, 348, *voir* Méthode des moments, Russie, Théorème central de la limite
- LIE (Sophus) 50, 51, 57
- LINDBERG (Jarl) . 93, 94, 101, 218, 363, *voir* Finlande, Théorème central de la limite
- LIPPMANN (Gabriel) 4, 5, *voir* Chaire de CPPM
- Livret de l'étudiant* . . v, viii, xvi, 2, 4, 11, 21, 22, 27, 31, 42, 43, 59, 254, 280–283, 285, 288, 292, 306, 308, 309, 460
- LOÈVE (Michel) . 320–323, 328, 329, 357, 362–365, 379, 383, 386, *voir* Certificat de CPPM (Candidat), Espérance conditionnelle, Loi des grands nombres, Somme et série de variables aléatoires, Thèses probabilistes
- Loi des grands nombres *voir* Certificat de CPPM, Chaire de CPPM, Institut Henri Poincaré (Conférences), Institut de statistique de l'université de Paris, Statistique (Enseignement), Thèses probabilistes
- BOREL (É) . . 14, 24, 25, 84, 285, 364
- CANTELLI (F.) 238, 240
- DARMOIS (G.) 39, 270
- FRÉCHET (M.) 265, 266, 288
- HOSTINSKÝ (B.) 206
- KHINTCHINE (A.Y.) 90, 354, 358
- KOLMOGOROV (A.N.) . . . 84, 90, 364

- LAGRANGE (R.).....25
- LOÈVE (M.).....362–364
- LÉVY (P.).....358
- ROMANOVSKY (V.I.).....84
- SLUTSKY (E.).....84
- DE FINETTI (B.).....242
- Loi du 0-1
- KOLMOGOROV (A.N.).....199, 201
- LÉVY (P.).....199, 201
- Loi du logarithme itéré
- BOREL (É.).....73
- CANTELLI (F.).....347
- DOEBLIN (W.).....347
- KHINTCHINE (A.Y.).....73, 83, 358
- KOLMOGOROV (A.N.).....347
- LÉVY (P.).....347, 358, 359
- VILLE (J.).....367
- Loi indéfiniment divisible *voir* Loi stable
- DOEBLIN (W.).....360
- LÉVY (P.).....359, 360
- DE FINETTI (B.).....242
- Loi stable
- FELDHEIM (E.).....319, 361–362
- LÉVY (P.) . 93, 94, 96, 105, 218, 231,
232, 359, 360
- PÓLYA (G.).....94–96, 218
- TRICOMI (F.).....232
- Loi de Gauss, loi normale
- BOREL (É.).....15–17, 24, 25
- DUGUÉ (D.).....354
- HAAG (J.).....75
- LOÈVE (M.).....365
- LÉVY (P.).....92, 93, 218
- PÓLYA (G.).....216, 219, 221
- PERRIN (F.).....57, 58
- TRICOMI (F.).....452
- LONDON (Fritz) .153, 154, 162, 439–440,
voir Allemagne, Institut Henri
Poincaré (Conférences),
Royaume-Uni
- LURQUIN (Constant) .27, 72, 82, 83, *voir*
Belgique
- M**
- MACH (Ernst).....236, 248
- MADÉLINE (Jules) .. 34, *voir* Institut de
statistique de l'université de
Paris
- MALÉCOT (Gustave) .213, 319, 321, 323,
325, 328–330, 351, 355–357, 383,
421, 430, 432, 436, 452, *voir*
École normale supérieure
(réseau), Hérité mendélienne,
Institut Henri Poincaré
(Conférences), Statistique,
Thèses probabilistes
- MANDEL'SHTAM (Leonid I.).....235
- MANDELBROJT (Szolem) ..150, 440–441,
voir Institut Henri Poincaré
(Conférences)
- MANGIN (Louis).....131
- MANNEBACK (Charles) ... 163, 441, *voir*
Belgique, Institut Henri Poincaré
(Conférences)
- MANSION (Paul).....226

- MARBO (Camille) 6
- MARCH (Lucien) 29, 32–34, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris, Statistique probabiliste
- MARIANI (Jean) 248
- MARKOV (Andreï A.) ... xii, 27, 83, 204, 205, 208, 217–219, 221, 227, 235, 236, 334, 335, 344, 345, 348, 354, 418, *voir* Probabilité en chaîne, Russie
- MARRAUD (Pierre) 129, 132–134
- MARTIN (Germain) .. 34, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris
- Martingales
- LÉVY (P.) 371
- VILLE (J.) ix, 367, 369, 370
- MAURAIN (Charles) iii, x, 110, 116, 124–129, 131–142, 146, 160, 175, 177, 189, 389, 390, 420, *voir* École normale supérieure (réseau), Institut Henri Poincaré (Conférences), Institut Henri Poincaré (Création), Institut Henri Poincaré (Direction)
- Maximum de vraisemblance
- DOOB (J.L.) 354
- DUGUÉ (D.) 329, 354
- FISCHER (R.A.) .. 329, 330, 351, 354
- MAZURKIEWICZ (Stefan) 159, 162, 442–443, *voir* Pologne
- Mécanique statistique 283–286, 293, *voir* Certificat de CPPM
- BOREL (É.) 6, 59
- PERRIN (F.) 294, 295
- MEDOLAGHI (Paolo) 225
- MEIDELL (Birger) .. 27, 81, *voir* Norvège
- MENDEL (Gregor) 355, *voir* Hérité mendélienne
- MENGER (Karl) 330, 331
- MERTHENS (Franz) 215
- Mesure de probabilités
- BOREL (É.) 23, 24
- CANTELLI (F.) 240–241
- FINETTI (B. de) 242–243
- FRÉCHET (M.) 290–291, 299, 363
- LÉVY (P.) 97, 198–200
- Méthode des moments *voir* Fonction génératrice des moments
- BOREL (É.) 26
- PÓLYA (G.) 217, 222, 229, 230
- MIHOC (Gheorghe) .. 208, 328, 344, 345, 348, *voir* Chaîne de Markov, Roumanie
- MILLOT (Stanislas) 85, 102
- MILNE (Edward) 154, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences), Royaume-Uni, 443–509
- MIRMANOFF (Dmitri) 90
- MISES (Richard von) ... 89, 94, 156, 172, 215, 217, 218, 229, 234–238, 241, 248–250, 320, 324, 326, 331, 366, *voir* Allemagne, Processus markovien, Théorème central de

- la limite, Théorie des collectifs,
Théorie des jeux, Turquie
- Modes de convergences probabilistes
- CANTELLI (F.) 225–226, 238–241
- DUGUÉ (D.) 354
- FRÉCHET (M.) 79, 80, 239–240, 299,
300, 333, 335
- LOÈVE (M.) 364
- LÉVY (P.) 93, 95
- PÓLYA (G.) 217
- VILLE (J.) 327
- Certificat de CPPM 284
- MOLLIARD (Marin) . 34, *voir* Institut de
statistique de l’université de
Paris
- Monographie du calcul des probabilités*
- BOREL (É.) 326, 360, 376
- LÉVY (P.) 360, 378
- MONTEL (Paul) . . 117, 131, *voir* Institut
Henri Poincaré (Création)
- MONTESSUS DE BALLORE (Fernand) 89,
225, 226, 229, 238
- Mouvement brownien *voir* Processus
stochastique
- BACHELIER (L.) 131
- HOSTINSKÝ (B.) 205, 206
- LÉVY (P.) 357, 359, 360
- PERRIN (F.) 49, 57–59
- WIENER (N.) 96, 97
- N**
- NEKRASOV (Pavel A.) 235, 236
- NEUMANN (John von) . 74, 287, 326, 367,
368, *voir* Allemagne, États-Unis
d’Amérique, Théorie des jeux
- NEURATH (Otto) 248
- NEYMAN (Jerzy) 144, 154, 164, 170, 171,
202, 210, 212, 277, 350, 443–444,
voir Institut Henri Poincaré
(Conférences), Royaume-Uni,
Statistique
- NIKODYM (Stanisława) 261
- NILSSON (Hjalmar) 20, *voir* Suède
- NORDHEIM (Lothar) . 163, 444–445, *voir*
Allemagne, Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- NØRLUND (Niels) . . 130, *voir* Danemark
- Norvège . . . 81, 82, 90, 148, 185, 273, 274,
298, 434, *voir* FRISCH (R.),
GULDBERG (A.), MEIDELL (B.)
- O**
- OCAGNE (Maurice d’) . . . 34, 64, 65, 75,
85–86, 102, 105, 131, *voir*
CRAS, École polytechnique,
Institut de statistique de
l’université de Paris
- ONICESCU (Octav) . . 208, 325, 328, 344,
345, *voir* Chaîne de Markov,
Institut Henri Poincaré
(Conférences), Roumanie
- P**
- PADOVA (Alessandro) 225
- PAINLEVÉ (Paul) 71, 72, 130, *voir* École
normale supérieure (réseau)
- PASCAL (Blaise) 19, 68, 132, 287

- Pays-Bas ... 148, 162, 168, 428, 434, *voir*
 GOUDSMIT (S.), HAAS (W. de)
- PEANO (Giuseppe) 225, *voir* Italie
- PEARSON (Egon) 212, 276, 330, 350, 444,
voir Royaume-Uni, Statistique
 probabiliste
- PEARSON (Karl) ... 20, 27, 84, 197, 211,
 212, 222, 231, 272, 275, 276, 298,
 299, 350, 355, 444, *voir*
 Royaume-Uni, Statistique
 probabiliste
- PEIERLS (Rudolf) 153, 154, 162,
 445–446, *voir* Allemagne,
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences), Royaume-Uni
- PÉRÈS (Joseph) .. 88, *voir* École normale
 supérieure (réseau)
- PERRIN (Francis) 49, 57–59, 61, 162, 176,
 205, 264, 284, 286, 294, 295, 319,
voir École normale supérieure
 (réseau), Institut Henri Poincaré
 (Conférences), Loi de Gauss,
 Mécanique statistique,
 Mouvement brownien, Thèses
 probabilistes, 446–509
- PERRIN (Jean) 57, 58, 111, 117, 119, 128,
 132, 136, 141–143, 149, 160, 165,
 166, 177, 189, 284, 389, 420, 421,
voir Conseil Solvay de physique,
 École normale supérieure
 (réseau), Institut Henri Poincaré
 (Direction)
- PICARD (Émile) 7, 8, 64, 74, 104,
 131–135, 203, 204, 216, 224, 245,
 417
- PIERROTET (Paul) 132
- PINCHERLE (Salvatore) 261
- PLACZEK (George) ... 162, 163, 447, *voir*
 Danemark, Institut Henri
 Poincaré (Conférences)
- POINCARÉ (Henri) .. vi, xvi, 4, 5, 10, 17,
 19, 20, 50, 55, 56, 68, 76, 87, 89,
 91, 94, 97, 122, 129, 131–134,
 160, 202–207, 219, 233, 237, 241,
 247, 248, 262, 264, 269, 275, 286,
 287, 417, *voir* Battage des
 cartes, Chaire de CPPM,
 Fonctions arbitraires
- POINCARÉ (Raymond) 129
- POISSON (Siméon-Denis) . 4, *voir* Chaire
 de CPPM
- POLLACZEK (Felix) .. 151–153, 163, 222,
 447–448, *voir* Allemagne,
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences)
- Pologne 148, 149, 154, 159, 170, 171, 212,
 262, 298, 299, 440, 443, *voir*
 MAZURKIEWICZ (S.), NEYMAN
 (J.)
- PÓLYA (Georges) ... 27, 93–96, 100, 106,
 198, 214–222, 229, 235, 245, 246,
 301, 329, 354, 357, 361, 362, *voir*
 Fonction caractéristique,
 Fonction génératrice des

- moments, Fonction de
répartition, Hérité, Institut
Henri Poincaré (Conférences),
Loi stable, Loi de Gauss,
Méthode des moments, Modes
de convergences probabilistes,
Suisse
- POMPEIU (Dimitri) 130
- POPOFF (Kyrill) 130, *voir* Bulgarie,
Institut Henri Poincaré
(Conférences)
- POPPER (Karl) .. 327, 331, 366, 367, 369
- POSPIŠIL (B.) 208, 347, *voir* Équation de
Chapman-Kolmogorov,
Tchécoslovaquie
- POTOČEK (Jan) 208, 334, 348, *voir*
Tchécoslovaquie
- PRANDTL (Ludwig) 216
- Prix Montyon de statistique .. 72, 74, 76,
78, 85, *voir* BARRIOL (A.),
BOREL (É.), FRÉCHET (M.),
OCAGNE (M. d')
- Probabilités en chaîne.... *voir* Processus
markovien
- Probabilités dénombrables *voir* Certificat
de CPPM, Loi des grands
nombres, modes de convergences
- BOREL (É.) 17–20, 23, 24, 28, 56, 60,
73, 357
- KHINTCHINE (A.Y.) 83
- LÉVY (P.) 97, 198, 201, 357
- TORNIER (E.) 73
- WIENER (N.) 97
- Certificat de CPPM 283
- Probabilités géométriques .. *voir* Aiguille
de Buffon
- BARBIER (J.-É.) 53
- BOREL (É.) 13
- BUFFON (G.) 53
- CROFTON (M.) 53, 54
- CZUBER (E.) 53
- DELTHEIL (R.) 49–57
- POINCARÉ (H.) 55
- PROCA (Alexandre) .. 173–174, 194, 247,
425, 440, *voir* *Annales de l'IHP*
Proceeding of the Royal Society 20
- Processus markovien ... *voir* Bataille des
cartes, Tchécoslovaquie, Thèses
probabilistes, Certificat de
CPPM
- BERNSTEIN (S.N.) 418
- DARMOIS (G.) 275, 276, 349
- DUGUÉ (D.) 355
- DÆBLIN (W.) .ix, 208, 319, 326, 328,
329, 345–349
- FORTET (R.) 319, 324, 326, 328, 329,
343–345
- FRÉCHET (M.) vii, 193, 196, 278,
288–290, 296, 323, 324, 332–349,
364
- GHAFFARI (A.) 319, 341–342
- HOSTINSKÝ (B.) 90, 193, 202,
205–209, 345–347, 349
- KHINTCHINE (A.Y.) 242

- KOLMOGOROV (A.N.) . 209, 242, 346
 LOÈVE (M.) 364, 365
 MALÉCOT (G.) 356
 MARKOV (A.A.) xii, 344, 345
 MIHOC (G.) 328
 ONICESCU (O.) 328
 PÓLYA (G.) 221
 VON MISES (R.) 238
 Certificat de CPPM... 284, 301, 302,
 305, 310
 CIM de Bologne 104, 205
 Processus stochastique ... *voir* Processus
 markovien
 DOOB (J.L.) 370
 KOLMOGOROV (A.N.) 359, 370
 LÉVY (P.) ... 198, 201, 202, 359, 360,
 370
 VILLE (J.) 370
 WIENER (N.) 97
 DE FINETTI (B.) 242, 359
- R**
- RABINOVITCH (Charlotte) 48, *voir*
 Institut de statistique de
 l'université de Paris (Étudiants)
 RADÓ (Tibor) 261
 RAMAN (Chandrasekha Venkata) ... 147,
 163, 448, *voir* Inde, Institut
 Henri Poincaré (Conférences)
 REICHENBACH (Hans) 143, 156, 163,
 194, 248–251, 327, 366, 367, 369,
 448–449, *voir* Allemagne,
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences), Théorie des
 collectifs, Turquie
 RIESZ (Frigyes) .. 229, 261, 344, 345, *voir*
 Hongrie
 RISSER (René) 69, 295, 297, *voir*
 Statistique, *Traité du calcul des*
probabilités et de ses applications
 ROCARD (Yves) 163, 176, 450, *voir*
 Institut Henri Poincaré
 (Conférences)
 ROGER (Georges) 30, 34, *voir* Institut de
 statistique de l'université de
 Paris
 ROLLIN (Louis) 130
 ROMANOVSKY (Vsevolod I.) . 83, 84, 208,
 219, 334, 348, *voir* Loi des
 grands nombres, URSS
 ROSE (Wickliffe) 114, 115, 118, *voir*
 Institut Henri Poincaré
 (Création)
 ROTHSCHILD, Edmond de ... i, 110, 124,
 126, 127, 392, 396, *voir* Institut
 Henri Poincaré (Création)
 ROUGIER (Louis) 143, 156, 194, 248, 249,
 449, *voir* Institut Henri Poincaré
 (Conférences)
 Roumanie .. 130, 148, 173, 185, 208, *voir*
 MIHOC (G.), ONICESCU (O.),
 POPOFF (K.), PROCA (A.)
 Royaume-Uni 20, 53, 54, 82, 103,
 147–149, 153–154, 157, 162, 164,
 168, 170, 184, 185, 193, 196,

- 210–213, 222, 262, 273–276, 278,
299, 303, 330, 331, 338, 340, 345,
350, 351, 354, 355, 357, 372, 373,
382, 383, *voir* Probabilités
géométriques, Statistique
probabiliste, *voir* DIRAC (P.),
FISHER (R.), GALTON (F.),
LONDON (Fritz), MILNE (E.),
NEYMAN (J.), PEARSON (E.),
PEARSON (K.), PEIERLS (R.),
YULE (G.U.)
- RUEFF (Jacques) 32, *voir* Institut de
statistique de l'université de
Paris
- RUNGE (Carl) 216
- Russie . . 84, 158, 159, 185, 205, 216–219,
227, 235, 274, 277, 334, 345, 417,
418, 423, 430, 433, 436–438, *voir*
URSS, *voir* LIAPOUNOV (A.M.),
MARKOV (A.A.), TCHEBYCHEV
(P.L.)
- S**
- SABATIER (Paul) 130
- SCHLICK (Moritz) 248
- Séminaire de probabilités . 195, 215, 245,
281, 287–288, 302, 327, 328, 330,
331, 348, 377
- Série statistique temporelle
- ANDERSON (O.) 276
- DARMOIS (G.) 104, 275, 276, 349, 350
- PEARSON (E.) 276
- PEARSON (K.) 276
- YULE (G.U.) 276
- SEVERI (Francesco) 231
- SLUTSKY (Eugen E.) . . 84, 208, 219, 277,
298, 299, 370, *voir* Loi des
grands nombres, Processus
markovien, Processus
stochastique, URSS
- SMITH (J.J.) 261
- Société mathématique de France . 99, 377
- Société statistique de Paris . 6, 31–32, 37,
46, 48, 75, 105
- Somme et série de variables aléatoires
- DARMOIS (G.) 277, 360
- DÉBLIN (W.) 347
- KHINTCHINE (A.Y.) 358
- KOLMOGOROV (A.N.) 358
- LOÈVE (M.) 320, 362–365
- LÉVY (P.) 93, 199, 347, 354, 358,
359, 363
- TRICOMI (F.) 231
- SOMMERFELD (Arnold) 216, *voir* Institut
Henri Poincaré (Conférences)
- SOUBBOTINE (Mikhaïl F.) 79–80,
262–264, *voir* Théorie des
erreurs
- SPEARMAN (Charles) 350, 353, *voir*
Coefficient de Spearman
- Statistique *voir* Allemagne, Certificat de
CPPM, Institut Henri Poincaré
(Conférences), Institut de
statistique de l'université de
Paris, Royaume-Uni, Thèses

- probabilistes
- BOREL (É.) .ii, vi, viii, xvi, 3, 14, 17,
20, 26, 29, 82, 116, 135, 214, 297
- CHARLIER (C.V.L.) 197
- DARMOIS (G.) ii, vii, 29, 106,
196–197, 214, 267–268, 271–277,
297, 325, 349–357
- DUGUÉ (D.) 319, 325, 329, 330,
353–355
- FISHER (R.A.) 84, 164, 202, 212, 325,
329, 330, 353, 355, 356
- FRÉCHET (M.) 214, 265
- GINI (C.) 227, 228
- GULDBERG (A.) ... 82, 202, 210, 212
- GUMBEL (E.) 213
- KUNETZ (G.) 319, 351–353
- LURQUIN (C.) 83
- MALÉCOT (G.) .. 319, 325, 329, 330,
355–357
- MARCH (L.) 29
- NEYMAN (J.) 164, 202, 212
- PEARSON (E.) 212
- PEARSON (K.) 212
- RISSER (R.) 294, 295, 297
- ROMANOVSKY (V.I.) 83
- SPEARMAN (C.) 353
- STEFFENSEN (J.) 202, 210
- WRIGHT (S.) 325, 356
- Enseignement 280
- BOREL (É.) 32, 37, 39–40
- DARMOIS (G.) 32, 38–40, 268–271,
282, 291–292, 307, 310
- Statistique générale de la France 6,
32–34, 46, 385
- STEFFENSEN (Johann F.) .103, 164, 170,
202, 210–212, 450–451, *voir*
Danemark, Institut Henri
Poincaré (Conférences),
Statistique
- STIELTJÈS (Thomas J.) 229
- Suède... 20, 148, 164, 185, 262, 273, 274,
450, *voir* CARLEMAN (T.),
CHARLIER (C.V.L.), CRAMÉR
(H.), GULDBERG (A.), GYLDÉN
(H.), NILSSON (H.), WICKSELL
(S.D.)
- Suisse... 82, 148, 149, 162, 168, 185, 277,
voir EGGENBERGER (F.),
MIRMANOFF (D.), PÓLYA (G.)
- SYLVESTER (Joseph) 52–54, *voir* Aiguille
de Buffon
- T**
- TCHEBYCHEV (Pafnouti L.) .. 25, 27, 83,
222, 273, 334, 348, *voir* Inégalité
de Bienaymé-Tchebychev, Russie
- Tchécoslovaquie .. 90, 102, 103, 148, 149,
185, 193, 203, 207, 208, 257–259,
266, 277, 299, 303, 334, 336, 347,
447, *voir* HOSTSINSKÝ (B.),
KAUCKÝ (J.), KONEČNÝ (M.),
POTOČEK (J.), URBAN (F.M.),
voir Équation de
Chapman-Kolmogorov, Institut
Henri Poincaré (Conférences),

- Processus markovien
- TCHOUPROV (Alexander A.) 274
- TEISSIER (Pierre) 131
- Théorème de Glivenko-Cantelli
- CANTELLI (F.) 241, 364
- GLIVENKO (V.I.) 241, 364
- LOÈVE (M.) 364
- VILLE (J.) 327
- Théorème central de la limite *voir*
- Certificat de CPPM
- BOREL (É.) 91
- CASTELNUOVO (G.) 229, 230
- DARMOIS (G.) 270
- LINDEBERG (J.) 94
- LOÈVE (M.) 362, 363
- LURQUIN (C.) 83
- LÉVY (P.) 67, 92, 93, 95, 96, 105,
198, 217, 218, 301, 359
- MISES (R. von) 217
- PÓLYA (G.) 94, 215, 217
- Théorie des collectifs *voir* Allemagne
- CANTELLI (F.) 238
- COPELAND (A.H.) 366, 369
- HESSEN (B.) 236
- KHINTCHINE (A.Y.) 235–236
- MISES (R. von) 234–238
- POPPER (K.) 331
- REICHENBACH (R.) 156
- TORNIER (E.) 156
- VILLE (J.) 319, 365–371
- WALD (A.) 331
- DE FINETTI (B.) 241
- VON MISES (R.) 156
- Théorie des erreurs... *voir* Loi de Gauss,
Théorème central de la limite
- BOREL (É.) 15–17, 97
- FRÉCHET (M.) 78–80, 86, 213,
262–264
- HAAG (J.) 75, 76
- LÉVY (P.) 91, 93, 96, 97, 218
- PÓLYA (G.) 219
- SOUBBOTINE (M. F.) 79–80, 262–264
- Théorie des jeux
- VON NEUMANN (J.) 368
- BOREL (É.) 15, 17, 24, 26, 69, 73–74,
86, 285–287, 295, 300, 302, 326
- MISES (R. von) 237
- VILLE (J.) 286–287, 300, 365–371
- VON NEUMANN (J.) ... 287, 326, 367,
368
- Thèses probabilistes 48–59, 319–372, *voir*
- Certificat de CPPM, École
normale supérieur (réseau), *voir*
- BOREL (É.), CARTAN (É.),
DARMOIS (G.), FRÉCHET (M.),
LÉVY (P.)
- DELTHEIL (R.) 49–57
- DUGUÉ (D.) 353–355
- DÆBLIN (W.) 345–349
- FELDHEIM (E.) 361–362
- FORTET (R.) 343–345
- GHAFFARI (A.) 341–342
- KUNETZ (G.) 351–353
- LOÈVE (M.) 362–365

- MALÉCOT (G.) 355–357
- PERRIN (F.) 57–59
- VILLE (J.) 365–371
- THIELE (Thorvald) .. 210, 212, 273, 275,
voir Danemark, Statistique
- TOEPLITZ (Otto) 216
- TORNIER (Erhard) 73, 149, 152–153,
156, 162, 287–288, 451–452, *voir*
Allemagne, Institut Henri
Poincaré (Conférences)
- Traité du calcul des probabilités* 293–298,
voir Certificat de CPPM
- BOREL (É.) ii, xvi, 21, 66, 68–72,
251, 286, 293, 360, 368, 376
- CHARLIER (C.V.L.) 210
- DELTHEIL (R.) 56
- FRÉCHET (M.) ... 196, 264, 267, 324,
348
- GALBRUN (H.) 71, 386
- HAAG (J.) 70
- LAGRANGE (R.) 21
- PERRIN (F.) 59, 286
- VILLE (J.) 286, 368
- Transfert Culturel . ii, xi–xvii, 20, 27–28,
52, 56, 81–84, 89–90, 93–97, 109,
110, 160–174, 185–188, 202–214,
253, 279, 287, 290, 291, 302, 306,
319–373, 375, 379
- Cadre d'analyse xi–xv
- TRICOMI (Francesco) 157, 158, 222,
231–232, 452, *voir* Institut Henri
Poincaré (Conférences), Italie
- TROWBRIDGE (Augustus) 114, 115,
117–123, 254, *voir* Fondation
Rockefeller, Institut Henri
Poincaré (Création)
- TRUCHY (Henri) 34, 126, *voir* Institut de
statistique de l'université de
Paris, Institut Henri Poincaré
(Création)
- Turquie 148, 153, 156–157, 185, 235, 249,
449, *voir* Allemagne, MISES (R.
von), REICHENBACH (H.)
- TZITZÉICA (Georges) 130
- U
- ULLMO (Jean) 386
- URBAN (Friedrich M.) 267, 277, 278, 334,
voir Tchécoslovaquie
- Urnes
- BOREL (É.) 14, 16–39
- DARMOIS (G.) 270
- EGGENBERGER (F.) 220, 221
- GULDBERG (A.) 82
- PÓLYA (G.) 220–222
- RISSER (R.) 297
- URSS 79, 82–84, 86, 148, 149, 155,
158–160, 170, 185, 201, 207–209,
214, 218–219, 234–236, 274, 299,
303, 334, 344, 346–349, 358–365,
372, 372, 373, 380–382, 417–419,
430–434, 438–439, 447, *voir*
BERNSTEIN (S.N.), GAMOW
(G.), GLIVENKO
(V.I.) KHINTCHINE (A.Y.),

- KOLMOGOROV (A.N.),
 ROMANOVSKY (V.I.),
 SOUBBOTINE (M.F.)
- V**
- VAJAROFF (Pomos) . 48, *voir* Institut de statistique de l'université de Paris (Étudiants)
- VALIRON (Georges) .. 177, 254, 278, 307, 309, 323, 344, *voir* Chaire de CPPM
- VAN DYKE (Paul) 130, *voir* Institut Henri Poincaré (Création)
- VAN VLECK (John H.) 174, *voir* Institut Henri Poincaré (Conférences)
- VENN (John) 272
- VESSIOT (Ernest) 117
- VILLAT (Henri) 264, 323, 344
- VILLE (Jean-André) . . . ix, 195, 286, 287, 300, 315, 319, 321, 323, 325–331, 365–371, 372, 379, 383, 384, *voir* Certificat de CPPM, École normale supérieure (réseau), Espérance conditionnelle, Loi du logarithme itéré, Martingale, Modes de convergences probabilistes, Processus stochastique, Théorème de Glivenko-Cantelli, Théorie des collectifs, Théorie des jeux, Thèses probabilistes, *Traité du calcul des probabilités*
- VOLTERRA (Vito) .. 9, 19, 52, 57, 79, 88, 91, 157–158, 183, 185, 214, 222–224, 229, 261, 425, 452–455, *voir* Équation aux dérivées partielles, Fonctions de lignes, Institut Henri Poincaré (Conférences), Italie
- MISES (Richard von) 449
- VOROVKA (Karel) . . . 204, *voir* Fonctions arbitraires, Tchécoslovaquie
- W**
- WALD (Abraham) 331, 366, 367, 369, *voir* Théorie des collectifs
- WELDON (Raphael) 231
- WEYL (Hermann) 216
- WHITTAKER (Edmund) . . . 149, 154, 162, 455
- WICKSELL (Sven Dag) 275, 277, *voir* Suède, Statistique
- WIDDER (David V.) 352
- WIENER (Norbert) . . 67, 96–97, 101, 103, 200–201, 261, 359, *voir* Intégration, Mouvement brownien, Probabilités dénombrables, Processus stochastique
- WILSON (Edmund B.) 350
- WIMAN (Anders) 210
- WIRTINGER (Willhelm) 215
- WRIGHT (Sewall G.) . 325, 356, 357, *voir* Hérité mendélienne, Statistique

Y

YOUNG (William H.).....261
YULE (George Udny) 273, 276, *voir*

Royaume-Uni, Série statistique
temporelle, Statistique

Titre : La théorie des probabilités et l'Institut Henri Poincaré (1918-1939) : Construction d'un champ probabiliste parisien et pratique d'un transfert culturel

Mots clés : Histoire des probabilités, histoire sociale des mathématiques, histoire de l'enseignement supérieur, théorie des probabilités, statistique mathématique, processus markovien

Résumé : Le calcul des probabilités connaît des bouleversements profonds entre 1918 et 1939, notamment à Paris où l'Institut Henri Poincaré ouvre en 1928 et se constitue rapidement en centre international dans ce domaine. En utilisant une approche croisée, nous analysons les processus sociaux à l'œuvre au sein de la Faculté des sciences de Paris et au sein de l'Académie des sciences participant à l'affirmation du calcul des probabilités comme discipline mathématique et soutenant les recherches dans ce domaine. Nous mettons ainsi en évidence les stratégies mobilisées par un petit groupe de mathématiciens pour donner un cadre institutionnel aux dynamiques probabilistes à l'échelle parisienne et internationale dans lesquelles ils s'investissent activement. Nous analysons en particulier la pratique d'un transfert culturel alimentant les développements probabilistes à Paris.

Title : Probability theory and the Institut Henri Poincaré (1918-1939) : building a social field dedicated to probability and practice of a cultural transfer

Keywords : History of probability, social history of mathematics, history of higher education, theory of probability, mathematical statistics, markov processes

Abstract : The mathematics of randomness experienced tremendous changes throughout the interwar period (1918-1939), especially in Paris where the Institut Henri Poincaré (IHP) opened in 1928 and soon became an international scene for probability. Using a cross-approach, we analyse the social processes at work within the Faculty of Science of Paris and the Academy of Science playing a part in the strengthening of probability as a mathematical discipline and supporting research in this field. We highlight the strategies used by a small group of mathematicians in order to build an institutional framework for the probabilistic development both locally and internationally. We particularly analyse the practice of cultural transfer fueling the probabilistic research in Paris.