Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

4 | 1989
François Arago (1786-1853)

De Condorcet à Arago : l'enseignement des probabilités en France de 1786 à 1830

Pierre Crepel

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/562>

DOI : 10.4000/sabix.562

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 mai 1989

Pagination : 29 - 55

ISBN : ISSN N° 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Pierre Crepel, « De Condorcet à Arago : l'enseignement des probabilités en France de 1786 à 1830 », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 4 | 1989, mis en ligne le 09 avril 2011, consulté le 08 septembre 2020.

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/562> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.562>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

© SABIX

De Condorcet à Arago : l'enseignement des probabilités en France de 1786 à 1830

Pierre Crepel

Le projet de Condorcet

- 1 La théorie mathématique des chances d'une part, l'arithmétique politique de l'autre, se développent au XVIII^e siècle. Mais la rencontre de ces deux activités pose problème. De 1770 à 1817, le calcul des probabilités connaît, en France même, des progrès considérables, en particulier grâce d'abord aux « doutes » de d'Alembert [Daston, 1988 ; Paty], puis, chacun sur un registre tout à fait différent, à ses deux disciples : Laplace [Bru, 1986 ; Sheynin, 1983 ; Stigler ...] et Condorcet [Bru, 1988 b ; Crépel, 1988 ; Granger, Rashed ...].
- 2 Condorcet, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, insiste dans les années 1780 sur l'application du calcul aux sciences politiques et morales ; il en dresse plus tard (en 1793) un Tableau Général, où il explique notamment :
« Comme toutes ces applications sont immédiatement relatives aux intérêts sociaux, ou à l'analyse des opérations de l'esprit humain, et que, dans ce dernier cas, elles n'ont encore pour objet que l'homme perfectionné par la société, j'ai cru que le nom de mathématique sociale était celui qui convenait le mieux à cette science. Je préfère le mot mathématique, quoiqu'actuellement hors d'usage au singulier, à ceux d'arithmétique, de géométrie, d'analyse, parce que ceux-ci indiquent une partie des mathématiques, ou une des méthodes qu'elles emploient, et qu'il s'agit ici de l'application de l'algèbre, ou de la géométrie, comme de celle de l'arithmétique ; qu'il s'agit d'applications dans lesquelles toutes les méthodes peuvent être employées. D'ailleurs la dernière expression est équivoque, puisque le mot analyse signifie tantôt l'algèbre, tantôt la méthode analytique, et nous serons même obligés d'employer quelquefois ce même mot dans le sens qu'on lui donne dans d'autres sciences. Je préfère le mot sociale à ceux de morale ou politique, parce que le sens de ces derniers mots est moins étendu et moins précis. »

3 Plus loin, il précise :

« La mathématique sociale peut avoir pour objet les hommes, les choses, ou à la fois les choses et les hommes. Elle a les hommes pour objet lorsqu'elle enseigne à déterminer, à connaître l'ordre de la mortalité dans telle ou telle contrée, lorsqu'elle calcule les avantages ou les inconvénients d'un mode d'élection. Elle a les choses pour objet lorsqu'elle évalue les avantages d'une loterie, et qu'elle cherche d'après quels principes doit être déterminé le taux des assurances maritimes. Enfin, elle a en même temps l'homme et les choses pour objet, quand elle traite des rentes viagères, des assurances sur la vie. [...] Quel que soit l'objet que cette science considère, elle renferme trois parties principales : la détermination des faits, leur évaluation, qui comprend la théorie des valeurs moyennes, et les résultats des faits. Mais, dans chacune de ces parties, après avoir considéré les faits, les valeurs moyennes ou les résultats, il reste à en déterminer la probabilité. Ainsi la théorie générale de la probabilité est à la fois une portion de la science dont nous parlons, et une des bases de toutes les autres. »

4 Condorcet explique alors que cette science

« doit être naturellement précédée par cinq théories mathématiques : [...] »

1. Théorie des grandeurs susceptibles d'accroissements proportionnels ;
2. Théorie des combinaisons ;
3. Méthode de déduire des faits individuels observés, soit les faits généraux qui en résultent, soit les lois générales qui y sont observées ;
4. Théorie générale des probabilités ;
5. Théorie générales des valeurs moyennes. » [O.C., t. I, p. 539-573]

5 D'autre part, Condorcet réfléchit sur l'éducation dès les années 70 [Albertone]. L'enseignement scientifique français ne fait, à cette époque, aucune place au calcul des probabilités [Taton éd.]. Au cours des années 80, Condorcet et Lacroix, rééditant une traduction adaptée des *Lettres à une princesse d'Allemagne d'Euler*, en 3 volumes (1786-1789), estiment nécessaire d'y ajouter une quatrième partie consacrée aux probabilités.

6 Un cours de mathématiques est alors décidé au Lycée (lieu de conférences assez mondain, qui succède au Musée, fondé par Pilâtre du Rozier, et qui sera prolongé au XIXe siècle par l'Athénée). Condorcet rédige deux discours justificatifs à cet effet. Le premier (noté 15 février 1786) indique les motivations et le plan d'un cours assez complet de mathématiques qu'il charge Lacroix de prononcer :

« la sixième et dernière partie [...] traitera du calcul de l'intérêt de l'argent, de la manière de former les tables de mortalité, ou d'en tirer des résultats, de la méthode d'appliquer aux jeux de hasard la théorie des combinaisons, et de questions diverses relatives au calcul des probabilités » [O.C., t. I, p. 476].

7 Le second (1787), constatant la difficulté d'enseigner un cours complet, se rabat sur un plan moins ambitieux du point de vue des méthodes, et n'aborde que deux sujets : l'astronomie et le calcul des probabilités. Nous possédons donc le programme du premier cours systématique de probabilités et mathématique sociale prononcé en France :

« Nous chercherons d'abord à donner une idée juste des principes sur lesquels il est fondé, et de la nature des vérités auxquelles le calcul des probabilités conduit. Nous distinguerons, dans ces vérités, ce qui est une proposition mathématique, un résultat du calcul, de ce qu'on peut regarder comme une vérité réelle. Nous prouverons que le motif de croire à ces vérités réelles, auxquelles conduit le calcul des probabilités, ne diffère de celui qui nous détermine dans tous nos jugements,

dans toutes nos actions, que parce que le calcul nous a donné la mesure de ce motif, et que nous cédon, par l'assentiment éclairé de la raison, à une force dont nous avons calculé le pouvoir, au lieu de céder machinalement à une force inconnue. Nous chercherons quelle est la nature de ce motif, et la manière dont il agit sur nous ; nous montrerons comment il est d'autant plus irrésistible que sa force réelle nous est moins connue, et comment il semble plus faible et accompagné de doutes, lorsque nous sommes parvenus à le mesurer avec quelque exactitude ; car ici, comme dans le reste de la vie, la confiance diminue à mesure que les lumières augmentent ; et elle est moins forte, en même temps qu'elle s'appuie sur une base plus solide. On verra enfin comment les connaissances que nous nommons certaines ne sont réellement que des connaissances fondées sur une très grande probabilité ; et cependant c'est du sein de cette espèce de phénomène que nous tirerons les véritables preuves de l'absurdité du scepticisme absolu des philosophes de l'antiquité.

De ces connaissances préliminaires nous passerons aux applications de ce calcul, qui nous ont paru les plus piquantes ou les plus utiles, en ayant soin de faire plus souvent usage du raisonnement que de l'algèbre, d'être très-courts sur les méthodes mathématiques, mais d'en développer les résultats.

Les jeux de hasard et les loteries se présentent d'abord ; c'est le cas le plus simple, puisque le nombre des combinaisons possibles est connu et fini, et que la probabilité de chacune est déterminée. Mais on ne trouve, dans cette première application, qu'une seule espèce d'utilité, celle de prouver combien sont vaines toutes les espérances dont ceux qui se livrent à ces jeux sont trop souvent les dupes et les victimes [...]

Nous traiterons ensuite des probabilités de la vie humaine, des moyens que donnent les tables de mortalité pour assujettir au calcul, soit ces rentes viagères où l'on sacrifie si souvent à la jouissance du moment le bien-être durable des familles ; soit ces caisses pour les veuves, pour les enfants, pour le temps de la vieillesse, où l'on retranche au contraire de sa propre aisance, dans la vue d'assurer ou sa subsistance dans l'âge des infirmités, ou celle des êtres dont le bonheur est un de nos devoirs. Ces derniers établissements sont à peine connus encore ; mais il serait injuste d'en accuser la corruption humaine. Les avantages futurs sont trop grands, le sacrifice actuel trop faible, pour que l'égoïsme porté à ce degré, puisse être jamais un vice commun ; et si ces établissements ont eu jusqu'ici peu de succès, c'est uniquement parce qu'ils supposent une confiance qui s'étende à des époques très-éloignées.

Nous nous attacherons donc à montrer comment, dans un pays où cette confiance pourrait exister, des établissements de cette espèce produiraient en peu de temps une révolution heureuse, dans les mœurs comme dans l'industrie et dans la richesse nationale.

La théorie des assurances et leur utilité, la manière d'évaluer les droits éventuels, objet important dans tous les pays où les lois ont besoin de réformes, qui ne peuvent souvent s'exécuter qu'en remplaçant des droits incertains par la valeur moyenne qui les représente, sont encore une application du calcul des probabilités qui nous paraît mériter d'attirer nos regards.

Nous nous élèverons ensuite à des objets plus importants ; nous vous exposerons comment ce calcul peut nous conduire à la connaissance des vérités naturelles, nous apprendre jusqu'à quel point il est probable que tel phénomène est assujéti à des lois constantes, est produit par une cause régulière, nous faire connaître le degré de probabilité de nos opinions et de nos conjectures ; et assigner dans chaque genre les limites qui séparent le doute de la vraisemblance, et la vraisemblance de cette grande probabilité, d'après laquelle on peut fixer sa croyance et diriger sa conduite.

Nous terminerons ce cours par une application du calcul à la probabilité des témoignages, à l'influence que le peu de vraisemblance des faits en eux-mêmes peut avoir sur cette probabilité, enfin à celles des décisions rendues à la pluralité des voix, et à celle des jugements, surtout de ceux qui décident de la vie des hommes. Peut-être verrez-vous avec quelque plaisir le calcul vous conduire par une route certaine, et, en ne considérant que l'intérêt commun et la justice, à ces mêmes maximes d'humanité et de douceur que vous trouvez au fond de vos coeurs, et vous apprendre que le premier cri de la nature ne vous a point égarés » [...] [O.C., t. I, p. 495-503]

- 8 On note tout de suite l'ambition d'un tel programme, la volonté de fonder les sciences de l'homme et de la société sur des bases aussi sûres que les sciences de la nature.
- 9 A partir de ce cours, un livre remarquable, rédigé par Condorcet lui-même, prévu pour servir de 4^e tome aux *Lettres d'Euler*, est publié à titre posthume (et de façon incomplète et peu cohérente) en 1805 sous le titre *Elémens de calcul des probabilités*. Cet ouvrage peu diffusé, «élémentaire» (au sens qu'il n'utilise pas l'Analyse dans ses développements de la seconde moitié du XVIII^e siècle), n'est en fait pas si facile à bien comprendre, car la richesse de ses réflexions sur les conditions d'applicabilité de la théorie des probabilités présente des difficultés conceptuelles considérables pour l'époque. Il intègre des réflexions nouvelles sur les méthodes de classifications, sur les théorèmes-limites en probabilités, sur ce que nous appellerions aujourd'hui les rapports entre probabilités et statistiques.
- 10 Pour donner une idée de la réception de cette publication, citons ce qu'en écrit Parisot, à côté de quelques autres amabilités, dans un traité sur les probabilités en 1810 :

«Dois-je parler d'un opusculé attribué à Condorcet, et qui a paru dans ces derniers tems, sous le titre d'Elémens (...), à Paris, chez Royez, 1805. Je suis loin de soupçonner que les éditeurs aient voulu en imposer au public, par un écrit prétendu posthume et purement pseudonyme ; mais si cet écrit est véritablement de Condorcet, alors c'est tout au plus la première esquisse de quelque travail qu'il méritait. Il est impossible d'écrire avec plus d'incohérence et d'obscurité. » [Parisot, p. xii] (Notons au passage que les manuscrits autographes de Condorcet existent à la Bibliothèque de l'Institut)
- 11 Comme on sait, Condorcet élabore aussi, pendant la Révolution, des mémoires et projets relatifs à l'Instruction Publique, qui exerceront une influence indirecte importante sur l'enseignement en France aussi bien à partir de la Convention qu'au XIX^e siècle. En particulier, dans les «Lycées» (c'est-à-dire son projet d'enseignement supérieur), il prévoit explicitement une chaire intitulée «Application du calcul aux sciences morales et politiques» [O.C., t. VII, p. 539]. Cette proposition ayant suscité un certain étonnement, Condorcet prend soin d'en expliciter le programme dans une note [O.C., t. VII, p. 557-565], qui contient des idées analogues aux précédentes, mais plus complètes. Contentons nous d'en indiquer une description sommaire.
- 12 Il insiste d'abord sur l'importance de recueils de données diverses et abondantes ; il faut alors de bonnes méthodes pour recueillir, classer, disposer ces faits. «Viennent

ensuite les calculs de change, de monnaies, d'intérêt de l'argent» plus délicats qu'on ne pense : ils réclament une étude fine des valeurs moyennes diverses en fonction du temps et des problèmes posés. Suit un passage classique sur *«les placements d'argent qui ne sont pas à terme fixe»*, notant la nécessité d'étudier les écarts entre les valeurs moyennes et les événements réels. Il aborde, pour continuer, les faits, témoignages et jugements juridiques en discutant les différents degrés de certitude à exiger. Il signale la complexité souvent cachée dans les prises de décisions à la pluralité des voix et dans les élections. Il évoque enfin quelques calculs de jurisprudence avant de conclure que cet ensemble a été pour l'essentiel *«à peine effleuré»*.

L'œuvre de Laplace

- 13 Laplace commence à se pencher sur la théorie des chances sensiblement à la même époque que Condorcet, pour répondre à des questions en général voisines, mais dans un tout autre esprit. Selon l'expression de R. Rashed,

«l'essentiel de ses [premières] recherches porte sur le perfectionnement des moyens de l'analyse mathématique qui peuvent s'avérer utiles à la théorie des chances. Ce n'est que plus tard, et sous l'influence de Condorcet, que Laplace entreprendra la discussion philosophique de la théorie du probable et de ses applications au domaine social, d'ailleurs en reprenant les exemples mêmes de Condorcet.» [Rashed, p. 43]
- 14 On trouvera un panorama accessible, et en français, de cette oeuvre dans [Laplace, 1814-1986]. Résumons-en seulement quelques aspects.
- 15 La contribution de Laplace à la théorie des probabilités recouvre chronologiquement, pour l'essentiel, deux époques bien distinctes : la première sous l'Ancien Régime, la seconde à partir de 1810 environ. Entre les deux se situe la célèbre leçon sur la théorie des probabilités professée en 1795 à l'Ecole Normale de l'an III, et dont nous aurons l'occasion de parler plus loin.
- 16 Au cours des années 1772-1785, Laplace, en approfondissant les équations aux différences, les méthodes d'approximations, en élaborant sa théorie de l'estimation statistique «bayésienne» (pour reprendre une expression actuelle peut-être discutable) s'occupe d'une part des erreurs d'observations et de quelques autres questions liées à l'astronomie, d'autre part de problèmes démographiques : proportions de naissances masculines et féminines, estimation de la population de la France.
- 17 La seconde période (1810-1827) le voit

«juxtaposer cette première théorie à la seconde théorie analytique de Laplace, la théorie dite asymptotique» [Bru dans Laplace, 1814-1986, p. 246],
- 18 notamment par la mise en oeuvre de la théorie des fonctions génératrices, par la démonstration de ce que nous appelons le théorème limite central : il revient sur ses champs d'applications antérieurs et les élargit. Par exemple en ce qui concerne la géodésie, il justifie par un calcul d'erreur probabiliste la «méthode des moindres carrés» attribuée à Legendre (1805). C'est aussi l'époque de mise au point des grands traités et synthèses : par sa puissance d'analyste, Laplace bouleverse la théorie, l'unifie dans sa célèbre *Théorie analytique des probabilités*, parue en 1812, puis augmentée de plusieurs Suppléments . Il la rend concrètement applicable, selon son expression,

«aux questions les plus importantes de la vie, qui ne sont en effet, pour la plupart, que des problèmes de probabilité».

- 19 La *Théorie analytique* commence par 175 pages de préliminaires mathématiques difficiles consacrés d'une part aux «fonctions génératrices», d'autre part à
«l'approximation des formules fonctions de très grands nombres».
- 20 Seuls quelques mathématiciens au monde sont alors capables de comprendre les bases mathématiques données par Laplace au calcul des probabilités.
- 21 L'*Essai philosophique sur les probabilités*, dont la première édition sort en 1814 et la dernière en 1825, vise surtout à présenter «sans le secours de l'analyse les principes et les résultats généraux de cette théorie» [p. 31].
- 22 Laplace est alors au faîte de la gloire, ses ouvrages sont admirés et largement diffusés (ce qui ne signifie pas «étudiés»), il joue en outre un rôle administratif de premier plan. En tant que scientifique, Condorcet n'est déjà pratiquement plus lu par personne. Une comparaison de leurs apports est esquissée à certains points de vue dans [Rashed, p. 41-47]. Pour notre objet, ici, nous nous contenterons de deux remarques :
- au point de vue proprement mathématique, la *Théorie analytique* est évidemment beaucoup plus profonde et détaillée, en particulier quant aux résultats combinatoires et aux théorèmes-limites,
 - les thèmes d'applications ne se recouvrent que partiellement : Laplace accorde une grande attention aux phénomènes d'astronomie, au problème des naissances, aux estimations de populations, comme nous l'avons déjà dit. Condorcet ne les aborde pratiquement jamais (sauf un peu la dernière) contrairement aux débats de son temps ; mais il a l'ambition d'une mathématique sociale, tandis que Laplace est beaucoup plus éclectique et pragmatique dans ses choix de principes. Condorcet est rétif aux applications numériques, Laplace n'hésite pas à procéder à des chiffrages extrêmement précis, mais la postérité montrera le peu de confiance qu'on peut leur accorder.

Les premiers cours de probabilités en France

- 23 Pour étudier les contenus des enseignements concernant les probabilités et les domaines voisins, au début du XIXe siècle, on dispose de peu de manuels, d'archives fragmentaires, dispersées, en général répertoriées de façon sommaire, de programmes vagues ou inexistantes.
- 24 Nous ne pourrions donc, dans un premier temps, que «dégrossir» le travail, en nous limitant d'ailleurs aux cours à contenu mathématique notable.

Le Lycée

- 25 Sous l'Ancien Régime, le calcul des probabilités ne semble pratiquement jamais enseigné. Même la tentative de Condorcet et Lacroix au Lycée n'a lieu qu'un an ; dès 1788, puis sous la Révolution, les objectifs sont révisés à la baisse : Deparcieux (neveu de l'auteur des tables de mortalité) enseigne quelques années les mathématiques et y aborde un peu, de façon élémentaire, les probabilités de la vie, puis même ce cours de mathématiques élémentaires, jugé trop difficile, disparaît en l'an V. Coquebert-Montbret aborde, dans son cours de géographie physico-économique, quelques questions de statistique, mais il s'agit d'aspects purement descriptifs dans la tradition allemande. En l'an IX, ce cours disparaît, Roederer en professe un d'économie publique, dans lequel les aspects probabilistes sont sans aucun doute fort réduits. S'appuyant sur

une thèse inédite de J.M. Powell, B. Haines écrit que (sous l'Empire ?) «les statistiques sociales (sous le titre « applications sociales de la théorie des probabilités») étaient une composante régulière du cursus mathématique » (p. 258). Elle parle ensuite de «cours sans fin en 'analyse', histoire des sciences et applications de la théorie des probabilités », signalant ceci (d'après Powell, p. 137-139) :

« En 1807, par exemple, Ampère avait un cours entier dédié à la thèse que les statistiques étaient le langage universel de l'avenir, capable de transcender les barrières entre les sciences physiques «positives» et les ambitieuses sciences sociales, économiques et politiques. » (p. 263)

- 26 Dans l'état actuel de nos recherches, nous ne pouvons ni confirmer, ni infirmer ces assertions en partie plausibles : les programmes des années correspondantes ne se trouvent ni à la Bibliothèque Nationale, ni à la Bibliothèque historique de la ville de Paris (BHVP) (où ils sont portés disparus). Par contre les procès-verbaux des conseils d'administration (certes souvent assez vagues sur les programmes) ne laissent apparaître rien de tel sauf pour les cours que nous avons cités plus haut. Au contraire, le 3 brumaire an XII, un cours de statistique de Donnant est proposé, mais refusé parce que le programme est déjà complet [BHVP : MS 920, f. 84]. Le 3 novembre 1809, la proposition d'un cours de mathématiques semble ajournée [f. 157]. Toutefois, on note le 12 février 1813 [f. 174] :

« l'offre faite par M. Lhéritier d'ouvrir un cours de climatologie universelle, appelé arithmétique de la vie humaine. Cette offre est agréée et l'ouverture est arrêtée pour le 4 mars »

- 27 Il est douteux qu'un tel cours comporte beaucoup de probabilités. Il est néanmoins probable que, dans des cours assez divers, des réflexions sur les conditions d'applications du calcul des probabilités soient énoncées.

L'Ecole Normale de l'an III

- 28 L'Ecole Normale dite de l'an III, décrétée par la Convention le 9 brumaire an III (30 octobre 1794), chargée d'offrir à un haut niveau un panorama des sciences, et qui dure seulement quelques mois, consacre une leçon de mathématiques (la dixième) à la théorie des probabilités. C'est Laplace qui la prononce le 21 floréal (10 mai 1795), Joseph Fourier en est un des auditeurs. Le texte, vite et largement diffusé, possède une importance qui dépasse largement le cadre d'une conférence ordinaire : présentant essentiellement les travaux de son auteur, agrémentés de quelques considérations venant de Condorcet (et dont Laplace, soit dit en passant, n'évoque jamais le nom), il constitue en fait la première version de l'*Essai philosophique sur les probabilités* et donne la trame de ce qu'imiteront, en l'édulcorant, à peu près tous les cours du premier tiers du XIXe siècle.

L'Ecole Polytechnique

- 29 L'Ecole Centrale des Travaux Publics, établie en vertu des décrets de la Convention Nationale des 21 ventôse an II (11 mars 1794) et 7 vendémiaire an III (28 septembre 1794) (et qui est, comme on sait, la première appellation de l'Ecole Polytechnique)

prévoit dans la deuxième partie du cours d' « Analyse appliquée à la géométrie » un chapitre intitulé « Applications de l'analyse à quelques questions de probabilités et d'arithmétique politique » [Langins, p. 130]

- 30 Les premiers mois, à partir du 1er nivôse an III (21 décembre 1794), sont consacrés aux « cours révolutionnaires », sorte de présentation accélérée (un peu semblable aux cours de l'Ecole Normale) des trois années d'enseignement. Ferry, chargé du cours d'analyse appliquée à la géométrie, a bien du mal à professer ses séances, et il semble que, dans les faits, la question des probabilités ne soit même pas abordée [Langins, p. 35-37 et 119-120].
- 31 Les « cours réguliers » de mathématiques (d'ailleurs perturbés par diverses circonstances, notamment politiques) commencent le 5 prairial an III (24 mai 1795) et durent jusqu'à l'automne 1795.
- 32 Fourier est nommé à l'Ecole, sur proposition de Monge, le 30 floréal an III (19 mai 1795). Il est arrêté après l'insurrection de prairial, mais sa nomination est confirmée le 26 vendémiaire an IV (18 octobre 1795) ; il est ensuite proposé comme « instituteur d'analyse algébrique » le 8 frimaire an IV (28 novembre 1795). Chargé d'un cours d'analyse aux élèves de la première année, il enseigne donc régulièrement en l'an IV et en l'an V, soit fin 1795 - automne 1797. Fourier apparaît aussi dans l'emploi du temps des élèves de deuxième et troisième années en nivôse an V. Pour l'an VI (1797-1798), Fourier, qui commence l'enseignement, annonce au Conseil d'Instruction le 18 germinal (7 avril 1798) son départ pour l'expédition d'Egypte (elle part de Toulon le 30 floréal an VI, 19 mai 1798) ; il est remplacé par Garnier [Langins, 1981, p. 199-200]. On sait aussi que Fourier est chargé par le Conseil le 2 prairial an V (21 mai 1797) de préparer le programme du cours de mathématiques en se faisant aider des examinateurs de sortie, Laplace et Bossut. Enfin, les registres du Conseil d'Instruction rendent compte le 18 nivôse an VI (7 janvier 1798) d'un discours de Fourier le jour de l'ouverture des cours :

« Le citoyen Fourier [sic] présente le tableau de l'instruction mathématique. Il fait connaître aux élèves les motifs les plus propres pour diriger leur attention vers l'étude des sciences exactes, les invite particulièrement à considérer ces sciences sous les rapports multipliés qu'elles offrent avec les besoins de la société. Il développe rapidement les relations singulières qui lient les vérités abstraites avec les phénomènes naturels et rappelle les principales découvertes mathématiques qui honorent les deux derniers siècles. » [p. 142]
- 33 Fourier a peut-être également donné quelques cours entre son retour d'Egypte début 1802 et sa nomination à Grenoble quelque temps après, puisqu'on lit dans le Registre du Conseil d'Instruction, le 17 nivôse an X :

« Le citoyen Fourier, de retour d'Egypte et présent à la séance, informe le Conseil qu'il est dans l'intention de reprendre immédiatement son cours d'analyse et qu'il s'est concerté avec le citoyen Garnier pour que l'enseignement n'éprouve aucune interruption. »
- 34 Mais les séances des 27 pluviôse et 17 ventôse montrent que c'est Garnier qui a, dans les faits, pratiquement prononcé toutes les leçons. En outre, malheureusement, les archives de cette époque sont confuses quant aux programmes, ne comportent pas les registres d'instructions ultérieurs précisant les titres des leçons jour par jour ; on doit donc se contenter de reconstitutions à partir de documents épars.
- 35 D'abord, quelques traces de cours manuscrits portant les dates de l'an IV et de l'an V ont été localisées, mais elles ne semblent pas concerner les probabilités [Charbonneau].

- 36 Par contre, on trouve dans les papiers de Fourier à la Bibliothèque Nationale [ms FF 22515, f 96 v/r (m.a.), ff 94-95 (copie)] la feuille suivante que nous reproduisons fidèlement avec ses erreurs :

Je fais passer au citoyen Neveu un tableau méthodique de la science des probabilités ainsi que les matières que j'ai traitées à l'Ecole Polytechnique dans un cours particulier sur cette branche de l'analyse. Je n'ai omis aucune des applications qui ont été faites par les géomètres de ce siècle et comme il n'existe encore aucun ouvrage élémentaire sur cette partie, j'ai indiqué les livres originaux dans lesquels on peut puiser les détails.

Science des probabilités

- 37 Des événemens attribués au hazard ... Des chances ... De la probabilité ... De la vraisemblance... Définitions préliminaires.

Règles

- 38 Mesure de la probabilité
Des événemens composés, calcul de leur probabilité
Des chances multiples, calcul de leur probabilité

Remarques

- 39 Sur la probabilité des témoignages
Sur les exclusions par le sort et l'ordre des tirages
Sur les loteries, le calcul des diverses chances et les fausses espérances des joueurs
Sur les jeux de dés et l'influence des inégalités inconnues dans la constitution de l'évaluation commune de la somme espérée
Remarques sur l'inexactitude de cette règle

Applications aux jeux de hazard

- 40 De l'analyse exacte des jeux de hazard
Du jeu qui finit avec l'argent des joueurs
Du jeu du franc carreau
De quelques autres jeux de hazard
De l'avantage que présente la chance des nombres impairs
De la probabilité d'amener un événement donné d'un certain nombre de faits au moins en un nombre de coups proposé
Remarque sur l'influence de l'avantage du jeu

Applications diverses

- 41 De la valeur morale de l'argent et de la juste évaluation des sommes espérées
Du désavantage qui résulte de tous les jeux de hazard
De l'avantage mutuel de certaines transactions et en particulier des assurances
De l'avantage qu'il y a de diviser les sommes hazardées
Du bien que procure un don et de l'utilité de diviser les dons
Du problème de Petersburg

Remarques sur l'égalité possible de toutes les chances, les jugemens divers et les illusions des joueurs

Des décisions des assemblées

- 42 Des élections ; des différentes modes d'élection. Du scrutin individuel et du scrutin de liste.
 Remarques sur les imperfections de la plupart des modes
 De la probabilité des décisions en général, application à la composition des tribunaux
 Du choix d'un nombre par une assemblée
 Du choix entre plusieurs questions

Méthode inverse des probabilités. Règles

- 43 De la probabilité des causes prise des événemens, mesure de cette probabilité
 De la probabilité des événemens futurs dont les causes sont ignorées
 De la probabilité des événemens prise des événemens observés
 Remarques analytiques sur le calcul des fonctions de très grands nombres
 Des cas où les événemens observés indiquent les causes avec beaucoup de vraisemblance

Des hypothèses physiques

- 44 De la vraisemblance des hypothèses physiques
 Application au principe de la gravitation universelle ..., à l'explication du flux et du reflux ..., à la pesanteur de l'air ..., et aux causes qui ont pu déterminer le mouvement commun des planètes

Application du calcul à l'histoire naturelle de l'homme

- 45 Application des règles précédentes à l'histoire naturelle de l'homme
 Des tables de mortalité ... des naissances ... des mariages etc.
 De la population, du rapport du nombre des naissances annuelles à la population
 De la durée de la vie moyenne et de ses valeurs successives
 De la probabilité d'atteindre un âge donné
 Du rapport du nombre de mariages au nombre d'enfants
 Du calcul de la population de la France
 De l'inégalité des naissances des garçons et des filles
 De l'extrême vraisemblance des causes de cette inégalité
 De l'inégalité de ces causes dans plusieurs climats d'Europe

Des rentes viagères, assurances, tontines etc.

- 46 Des rentes viagères, règles pour les calculer
 Des rentes sur deux têtes, sur trois têtes, etc.
 Des tontines simples, des tontines composées
 Des assurances et de leur calcul dans les différens cas, des caisses d'épargne, mont de piété, etc.
 Des droits éventuels contrats aléatoires ... etc.

De l'inoculation

- 47 Théorie mathématique de l'inoculation, et des avantages généraux de cette pratique

Calcul des observations

- 48 Du calcul des résultats moyens de plusieurs observations
De la correction des instrumens

Réflexions sur le calcul des probabilités

- 49 Vues générales sur les applications du calcul des probabilités, des erreurs auxquelles elles ont exposé
De l'histoire de cette science, tableau des auteurs qui en ont traité (voyez page suivante)
Conclusion

Notice des auteurs qui ont traité du calcul des probabilités

• Pascal...Fermât... Huigens Cramer	• Fragens
• Rémond de Montmort	• Analyse des jeux de hazard
• Jacques Bernoulli	• Ars conjectandi
• Moivre	• De mensura sortis scientia analytica (trad. angl.)
• Daniel Bernoulli	• Commenta Petropolit. 1730... 1777 Pars prior 1777 Pars posterior Académie des sciences de Paris 1760 Journal des Savans
• s'Gravesande	• Introductio ad veram philosophiam (trad. franc.)
• Petty	• The political arithmetic
• Halley ... Simpson ... Sussmilch	• Fragens
• De Parcieux	• Essai sur la probabilité de la vie humaine
• Brice [sic] Bayes	• Transactions philosophiques
• Buffon	• Histoire naturelle de l'homme
• La Place	• Mémoires des savans étrangers - tomes 6,7 Académie de Paris 1778... 1782... 1783 Journal de l'Ecole Normale tome 6
• LaGrange	• Mémoires de Turin tome 5 Mémoires de Berlin 1775 (?)
• Borda	• Mémoires sur les élections académiques de Paris 1781
• Montuclat	• Récréations mathématiques

• d'Alembert	• Opuscules mathématiques. Tome 1er et suivants Encyclopédie de Paris
• Condorcet	• Mémoires de l'Académie de Paris Mémoire joint au cours de Bossut pour le corps du génie XI (?) vol Essai sur les probabilités des décisions Encyclopédie de Pancouk

- 50 (Nota) Il peut y avoir dans cette note quelques erreurs sur la date ou le titre exact des différents ouvrages.
- 51 [m.a.] Je prie le citoyen Neveu de me renvoyer cette note lorsqu'il en aura fait usage.
- 52 [Nous avons utilisé ici l'orthographe de la copie]
- 53 On remarquera aisément le caractère complet et méthodique de ce programme, sans aucun doute beaucoup plus large que le cours effectivement prononcé. Fourier envisage ici à la fois l'ensemble des aspects mathématiques et l'ensemble des applications : plus proche du canevas de Laplace, il n'en omet pas pour autant les exemples traités par Condorcet, sans développer, il est vrai, un programme de mathématique sociale aussi cohérent et étendu.
- 54 Les divers documents disponibles aux Archives de l'Ecole Polytechnique ne semblent pas laisser de traces de cours touchant aux probabilités, ni à la statistique descriptive, ni à l'économie politique jusqu'à la réorganisation de l'Ecole en 1816. Toutefois, le flou des programmes de mathématiques ne permet pas d'affirmer de façon sûre leur absence totale jusqu'à 1806. Par exemple, J.G. Garnier, lors de ses suppléances de Fourier, aurait pu donner quelques leçons sur le sujet, mais nous l'ignorons. Ensuite, des registres en général assez complets, « de la marche des cours », puis « de l'instruction » sont tenus, et les probabilités n'y apparaissent pas davantage. Un cours de « système du monde » est créé en 1810-1811, remplacé par la géodésie en 1811-1812, pour lesquels l'influence de Laplace est vraisemblable. L'insistance pour présenter comme nouveau en 1816 le contenu du cours d'arithmétique sociale nous paraît confirmer l'absence de leçons même isolées sur les probabilités au cours des années précédentes.

Autres établissements

- 55 Terminons par un bref aperçu des autres établissements sous l'Empire.
- 56 La Faculté des Sciences de Paris, créée par les décrets des 17 mars et 17 septembre 1808, ne se voit pas attribuer au départ de chaire de calcul des probabilités. Lacroix, qui en est doyen, n'écrit son manuel que plus tard, comme nous le verrons au chapitre suivant, et ses Essais sur l'enseignement (1805, 2^e éd. 1816) semblent confirmer l'absence de cours sur le sujet (p. 76-81, 142-145, 160, 167 ...). Nous n'avons trouvé dans les archives de cette époque aucune allusion à des leçons sur les probabilités.
- 57 L'Ecole Normale, recrée par le décret du 17 mars 1808, est chargée de former les futurs professeurs de l'enseignement secondaire, elle est conçue comme liée à la Faculté des Sciences. Une recherche dans les archives permettrait éventuellement d'avoir une idée des compléments de cours dispensés ; mais Parisot écrit déjà ceci en 1810 [p. vi] :

« Nous ignorons quelle doit être l'organisation définitive des Ecoles Normales, mais un savant nous assure que le Gouvernement se propose d'y établir une chaire de professeur pour le calcul des probabilités, parce qu'on sent aujourd'hui l'importance de faire reflourir cette branche de l'analyse, qui languit depuis environ cent ans [sic]. »

58 Ceci ne semble pas suivi d'effet immédiatement.

59 Enfin, un aperçu des programmes des diverses écoles civiles et militaires liées ou non à l'Ecole Polytechnique semble montrer que la théorie mathématique des probabilités est étrangère à leurs préoccupations ; nous n'y insisterons pas ici. Par contre, il est certain que çà et là divers rudiments d'arithmétique commerciale à faible contenu mathématique sont donnés dans le cadre d'enseignements techniques [A. Léon] ; il est possible que, sous le Directoire ou le Consulat, des écoles centrales, dans certains départements, aient dispensé quelques leçons de probabilités, mais Lacroix (1805-1816) n'en parle pas.

Le « Traité élémentaire de calcul des probabilités » de Lacroix

60 Quelques manuels élémentaires sur le calcul des probabilités ont paru en France à la fin du XVIIIe siècle et au début du XIXe, notamment Bicquille en 1783 et Parisot en 1810, mais ils n'intègrent rien des recherches de Laplace ou de Condorcet. Ajoutons que l'ouvrage de Moivre *The doctrine of chances* n'est toujours pas traduit en français, que le mémoire de Bayes l'a été en ... 1987. On comprend l'urgence en 1815 d'un traité abordable, moderne et de qualité !

61 Depuis son plus jeune âge (17 ans !), Lacroix a l'habitude d'enseigner et sa volonté pédagogique s'étend à toutes les branches des mathématiques. Il réalise à cet effet une série de manuels qui marqueront toute la première moitié, quelquefois les deux premiers tiers, du XIXe siècle.

62 Il a « touché » un peu au calcul des probabilités lorsqu'il a concouru pour le troisième prix sur les assurances maritimes lancé par l'Académie des Sciences [Taton, 1959 ; Crépel, p. 315], il a prononcé un cours au lycée en 1787, il s'est occupé en outre, au passage, de quelques questions relatives à l'estimation de la population française lors de son séjour en Franche-Comté [Bibliothèque de l'Institut, MS 2397]. Il n'est en rien un « spécialiste » de cette discipline avant 1815, remarque qui n'exclut pas, nous l'avons dit, l'éventualité de quelques leçons de sa part sur le calcul des probabilités à la Faculté des Sciences. Vraisemblablement poussé par Laplace, et par souci de complétude, il rédige alors un *Traité élémentaire de calcul des probabilités* (1ère édition : 1816, 2e édition : 1822).

63 L'extrait suivant de sa présentation précise sa motivation :

« Après quelques ouvrages superficiels ou incomplets, on ne trouve plus que des Mémoires académiques ou des Traités fondés sur les parties les plus élevées de l'analyse ; en sorte que, même avec des connaissances assez étendues dans les Mathématiques élémentaires, il faut encore se borner à croire sur parole la vérité des points fondamentaux de la théorie des probabilités, qui peut cependant s'établir d'une manière très solide par le seul secours des éléments d'Algèbre. C'est pour remplir cette lacune que j'ai rédigé le Traité que j'offre en ce moment au public. »

- 64 Le projet est très réussi : il fournit une excellente synthèse des travaux de Condorcet et de Laplace, en les mettant à la portée d'un public assez vaste, à une époque où l'enseignement a pris depuis deux décennies un caractère plus massif. Mais le talent vulgarisateur de l'auteur va aussi faciliter certaines illusions.
- 65 Lacroix est loin de suivre (et, à notre avis, de comprendre) Condorcet jusqu'au bout ; sa présentation, en général élogieuse, de l'oeuvre probabiliste de Condorcet diffuse surtout sa théorie de l'espérance mathématique. Et, comme on ne lit pratiquement plus Condorcet dans le texte au XIX^e siècle, les vues à long terme de ce dernier, tant pour son programme audacieux de mathématique sociale que dans la construction des modèles probabilistes, fortement édulcorées dans le manuel de Lacroix, perdent beaucoup de leur profondeur.
- 66 Quant aux travaux de Laplace, rien ne peut remplacer leur étude minutieuse et difficile.
- 67 Ainsi donc, à partir de 1816, Arago, qui, comme nous le verrons, n'est spécialiste ni de la théorie des probabilités, ni de son application, dispose des traités de base qui permettent de l'enseigner.

Les recherches sur les probabilités et l'«arithmétique sociale» au début du XIX^e siècle

- 68 Si Laplace domine largement ce premier tiers du XIX^e siècle, il ne faudrait pas oublier l'existence d'un autre paysage, certes très contrasté, mais tout de même assez vivant dans cet ensemble scientifique mal défini qui couvre le calcul des probabilités, les recueils de données statistiques et leurs utilisations.
- 69 De ces questions étudiées en détail par divers auteurs [Daston, Porter, The Probabilistic Revolution, Sheynin, Stigler ...], nous ne retiendrons ici que certains aspects.
- 70 Dans son Rapport historique sur les progrès des sciences mathématiques depuis 1789 et sur leur état actuel, publié en 1810, Delambre (p. 116-117) retient à juste titre un mémoire d'Ampère de 1802
« destiné à prouver qu'une ruine certaine est la suite infaillible de la passion du jeu »,
- 71 et l'ouvrage de Duvillard de 1806 sur les effets de la vaccine (récemment découverte par Jenner). Il s'étend également sur ce que nous appelons aujourd'hui la méthode des moindres carrés de Legendre (1805), sans citer bien entendu les approfondissements de Gauss et Laplace (dont il n'a pas connaissance au moment de son rapport).
- 72 La moisson pour cette période 1789-1810, même en y ajoutant quelques autres travaux intéressants non relevés (notamment à Genève), est certes maigre par rapport à la période 1772-1789 ou à l'après-1810.
- 73 Par contre, l'accumulation de données statistiques bat son plein : du Directoire au Premier Empire c'est « l'âge d'or de la statistique régionale », les recueils de chiffres sur la population, les faits sociaux et économiques, explosent. Mais
« le gouvernement impérial se soucie peu de méthodes statistiques, il ne se propose pas de construire une science mais de réunir quelques instruments pour l'action et croit y parvenir aux moindres frais » [INSEE].

- 74 Pour faire échec à la puissance anglaise, Chaptal, par exemple, envisage une approche plus scientifique et plus méthodique à propos de la formation professionnelle, des procédés de fabrication, mais les réalisations ne verront le jour qu'à la Restauration.
- 75 Nous ne pouvons nous appesantir ici sur ces aspects et nous nous limitons aux mathématiques.
- 76 Sous l'Empire et la Restauration, trois savants, d'ailleurs impliqués dans la bataille politique, apportent en France les résultats et méthodes les plus marquants : Laplace, Fourier, Poisson.
- 77 L'accumulation des données révèle à la fois certaines régularités frappantes, mais aussi des évolutions, des variations beaucoup plus difficiles à traiter. Pour l'essentiel, l'oeuvre de Laplace s'adapte fort bien aux phénomènes stationnaires, mais « la variabilité des chances » présente des obstacles insurmontables.
- 78 Fourier (1768-1830), dont on a déjà noté l'intérêt précoce pour la mathématique sociale, joint à une habileté mathématique bien connue, déploie une activité administrative et statistique (d'abord secrétaire de la campagne d'Égypte, puis coordinateur de sa « Description », ensuite préfet de l'Isère sous le Consulat et l'Empire, auteur de recherches statistiques sur la Ville de Paris sous la Restauration, rapporteur sur des questions d'assurances, de tontines ...). Ses mémoires publiés dans les Recherches statistiques sur la ville de Paris et le département de la Seine, de 1821 à 1829, ainsi que divers manuscrits inédits, contiennent de nombreux approfondissements de Laplace, notamment à propos des observations et erreurs de mesure, de la variabilité des chances. Malheureusement, l'oeuvre probabiliste et statistique de Fourier est trop peu étudiée [Callens].
- 79 Poisson (1781-1840), élève de l'Ecole polytechnique de la promotion 1798, puis professeur de 1802 à 1814, enfin examinateur des élèves à partir de 1815, semble aborder plus tard (vers 1820) les recherches sur les probabilités et statistiques ; et l'essentiel de ses travaux est postérieur au cours d'Arago (vers le milieu des années 30). Il étudie Laplace de près et s'en réclame très explicitement ; ses apports très divers concernent par exemple les théorèmes-limites. Nous verrons qu'au milieu des années 30 il précise et même enseigne les bases de ce calcul [Sheynin, 1978 ; Bru, 1981b ; Stigler, 1986].
- 80 Plus tard, Cournot, Bravais, Bienaymé se heurtent avec plus ou moins de conscience à ces problèmes, ils y apportent des idées pertinentes, mais la plupart des progrès décisifs devront attendre la fin du XIXe siècle ou le début du XXe. D'autre part, à quelques exceptions près, les sciences physiques échappent alors au domaine d'application des probabilités.
- 81 Bien sûr, l'interaction avec les travaux de Quetelet, en Belgique, serait à étudier en détail. Nous n'en parlerons pas ici [Lottin ; Sheynin, 1987 ; Stigler, 1986 ...].
- 82 Il nous reste à examiner deux questions moins centrales, mais utiles à notre propos :
- 83 Le Bureau des Longitudes, créé par la Convention, élit Arago (alors en Espagne) astronome adjoint le 29 août 1807. Or l'Annuaire du Bureau des Longitudes a pour tâche, entre autres, de donner des tables relatives aux populations, aux monnaies ..., il publie aussi diverses notices d'intérêt scientifique, dont certaines de Laplace sur les probabilités à partir de 1810. Mathieu, camarade de promotion, puis beau-frère d'Arago, répétiteur du cours d'arithmétique sociale que nous allons examiner, est

nommé astronome adjoint en 1818, et c'est lui qui, à partir de 1827, signe dans l'Annuaire les présentations des « tableaux officiels du mouvement de la population en France ».

- 84 Enfin, l'Ecole polytechnique étant devenue militaire, on peut s'attendre à ce que les problèmes issus de l'artillerie y jouent un rôle non négligeable. C'est partiellement le cas, mais il faut observer, pour notre étude, que, au moment de la décision d'instaurer un cours d'arithmétique sociale en 1816, l'évaluation probabiliste de la dispersion du tir ne constitue une préoccupation centrale ni des militaires ni des théoriciens [Coste, 1820]. C'est en 1828 que la question est mise au concours pour 1829 par le Comité d'artillerie. Face à l'insuffisante familiarité des officiers d'artillerie avec le calcul des probabilités, Poisson juge utile de publier une note à ce sujet en 1830 [Sheynin, 1978, p. 293-295]. D'autre part, chez les praticiens de l'artillerie navale, par exemple, le dépouillement de la commission de Gâvre créée en 1830 montre que les préoccupations probabilistes sont encore plus tardives : son rapporteur permanent, F. Hélié (X 1813), professeur à l'Ecole d'artillerie de marine de Lorient en 1824, n'aborde la question qu'en étudiant le tir à mitraille dans les années 40. Plus généralement, au début du siècle, les cours d'artillerie et de balistique « extérieure » (c'est-à-dire relative à l'extérieur du canon, et non à ce qui se passe à l'intérieur) font uniquement appel à des considérations de mécanique.
- 85 Résumons. Au début du XIXe siècle, le champ admis d'application de la théorie mathématique du hasard reste assez circonscrit, il ne conquiert en fait qu'un nouveau domaine : la géodésie, par l'intermédiaire de la méthode des moindres carrés.
- 86 Nous ne signalons pas ici les progrès et diffusions de la théorie des probabilités à l'étranger [Gauss, Babbage, Lubbock-Drinkwater...]; d'ailleurs leurs « retours » sur la France de l'époque sont restreints.

Les réactions

- 87 Malgré ses progrès prestigieux, le calcul des probabilités se trouve aussi dans les années 20 et 30 en pleine période de refoulement ; et les attaques viennent de philosophes, de mathématiciens, de praticiens, d'économistes...
- 88 Le programme de Condorcet, visant à créer une science sociale mathématique susceptible de la même certitude que toute science expérimentale, se heurte à l'insuffisance des données, à la pauvreté des moyens de calcul. Plus généralement, ce sont les conditions d'applicabilité du calcul des probabilités qui sont au coeur des débats : on préfère mettre en avant les insuffisances ou les hypothèses hasardeuses plutôt que de reprendre à bras le corps de façon constructive les difficultés réelles de ce programme. Cette révision à la baisse des programmes probabilistes de Condorcet (mais même de Laplace, et plus tard de Poisson), commence avec les Idéologues, tel Destutt de Tracy, pourtant disciples de Condorcet. La Harpe, ancien ami des philosophes des Lumières, passé à la réaction la plus acharnée, donne aussi, avec une étonnante mauvaise foi, le coup d'envoi de ces campagnes (p. 1-18).
- 89 Rares sont les gens qui contestent les bases mathématiques du calcul des probabilités. On admet qu'il puisse être appliqué aux jeux de hasard, aux calculs d'assurances et de rentes viagères, en général à la théorie des erreurs d'observations (mais certains pensent que c'est inutile). C'est la pertinence de ce calcul pour les études sur l'homme

et la société (probabilités de l'exactitude des témoignages, de la bonté d'un jugement, utilisation de la méthode numérique en médecine...) qui est fortement mise en doute, à cause du nombre et de la complexité des facteurs en jeu, de la variabilité des chances.

- 90 Les « abus » sont l'objet de critiques, voire d'attaques, diversifiées, en gros croissantes jusqu'au paroxysme des discussions célèbres des années 1836-1837, notamment à l'Académie des Sciences.
- 91 Elles proviennent aussi de médecins [Léonard ...], de mathématiciens comme Poinot, ami d'A. Comte ou Ch. Dupin, dont nous reparlerons plus loin. A noter qu'il reste un manuscrit d'un cours de probabilités de Poinot [Bibliothèque de l'Institut, MS 955], dont nous ignorons la date et les circonstances : son contenu, assez élémentaire, est purement mathématique, il ne comporte aucune objection contre ce calcul... ni aucune application.
- 92 Il ne peut être question ici de relater l'ensemble des arguments [Daston, *The Probabilistic Revolution*, Sheynin, Stigler ...], nous en évoquerons seulement deux.
- 93 Dans le Supplément à la première section des *Elémens d'idéologie*, Destutt de Tracy rédige une conclusion de vingt pages (p. 26-46) sur la théorie des probabilités et sur Condorcet. Il s'y livre à une « déconstruction » minutieuse, intelligente et argumentée du projet de Condorcet (qualifié pourtant aussi sincèrement d'« homme vraiment supérieur et à jamais regrettable »). Pour Destutt, la science de la probabilité n'est ni une partie de la Logique, ni même un supplément ; en fait ce n'est pas une science :
- « on comprend à tort sous ce nom collectif et commun, une multitude de sciences ou de portion de sciences, toutes différentes entr'elles, étrangères les unes aux autres, et qu'il est impossible de réunir sans tout confondre. En effet, ce que l'on appelle communément la science de la probabilité renferme deux parties distinctes, savoir, d'une part, la recherche de l'évaluation des données, et de l'autre le calcul ou les combinaisons de ces mêmes données. »
- Or, « pour que des êtres quelconques puissent être soumis avec succès à l'action du calcul, il fallait qu'ils fussent susceptibles de s'adapter aux divisions nettes, précises et invariables des idées de quantité, et de la série des noms de nombres et des chiffres qui les expriment. »
- Il cite alors un certain nombre de choses « beaucoup plus nombreuses qu'on ne le croit communément » qui sont réfractaires à ce traitement : « les degrés de capacité des hommes, ceux de l'énergie et de la puissance de leurs passions, de leurs préventions, de leurs habitudes », etc. :
- « il est presque toujours, et je pourrais dire toujours impossible de démêler les altérations et les variations des causes concourantes, des circonstances influentes, et de mille considérations essentielles, en sorte qu'on est nécessité à ranger ensemble, comme semblables, une multitude de choses très-diverses, seulement pour arriver à ces résultats préparatoires, lesquels doivent ensuite conduire à d'autres qui ne peuvent manquer de devenir tout-à-fait fantastiques. »
- Critiquant les résultats de son maître, il n'en rejette pas pour autant l'ensemble de sa démarche d'« emploi du calcul en général, et de celui de la probabilité en particulier, pour l'avancement des sciences morales » : sa réflexion sur les probabilités, « loin d'anéantir les grandes espérances de Condorcet, tend à les assurer et à les réaliser en les enfermant dans certaines limites », car de nombreuses choses « impossibles à apprécier et à calculer directement » « tiennent à d'autres qui souvent les rendent réductibles en des qualités calculables », et auxquelles on pourra appliquer la théorie des probabilités pour déterminer les degrés de vraisemblance des causes ou des effets ...
- 94 Il nous semble que ces observations stimulantes de Destutt contiennent en germe, sous une forme plus fine, une grande partie des critiques qui seront opposées aux

applications du calcul des probabilités au XIXe siècle. Il resterait bien sûr à apprécier dans quelles mesures les difficultés ou impossibilités de quantifications et de divisions nettes ont un caractère provisoire ou définitif en fonction des progrès des sciences.

- 95 Terminons par quelques citations bien connues de l'opposant le plus extrême à l'ensemble de la théorie des probabilités : A. Comte.
- 96 La mise en place du système positiviste par Auguste Comte construit une logique qui exclut totalement le calcul des probabilités. Comte, né en 1798, renvoyé de l'Ecole polytechnique en 1816, secrétaire de Saint-Simon de 1817 à 1824, commence son Cours de philosophie positive en 1826, le publie de 1830 à 1842 ; pendant ce temps il enseigne les mathématiques à de nombreuses reprises.
- 97 Voici un exemple du jugement purement négatif porté par lui sur la théorie des probabilités :

« Le calcul des probabilités ne me semble avoir été réellement, pour ses illustres inventeurs, qu'un prétexte commode à d'ingénieux et difficiles problèmes numériques, qui n'en conservent pas moins toute leur valeur abstraite, comme les théories analytiques dont il a été ensuite l'occasion, ou, si l'on veut, l'origine. Quant à la conception philosophique sur laquelle repose une telle doctrine, je la crois radicalement fautive et susceptible de conduire aux plus absurdes conséquences. Je ne parle pas seulement de l'application évidemment illusoire qu'on a souvent tenté d'en faire au prétendu perfectionnement des sciences sociales : ces essais, nécessairement chimériques, seront caractérisés dans la dernière partie de cet ouvrage. C'est la notion fondamentale de probabilité évaluée, qui me semble directement irrationnelle et même sophistique : je la regarde comme essentiellement impropre à régler notre conduite en aucun cas, si ce n'est tout au plus dans les jeux de hasard. Elle nous amènerait habituellement, dans la pratique, à rejeter, comme numériquement invraisemblables, des événements qui vont pourtant s'accomplir. On s'y propose le problème insoluble de suppléer à la suspension de jugement, si nécessaire en tant d'occasions. Les applications utiles qui semblent lui être dues, le simple bon sens, dont cette doctrine a souvent faussé les aperçus, les avait toujours clairement indiqués d'avance. »

A un autre endroit, il fustige « la vaine prétention d'un grand nombre de géomètres à rendre positives les études sociales d'après une subordination chimérique à l'illusoire théorie mathématique des chances. »

Cette erreur, excusable chez J. Bernoulli, l'était déjà beaucoup moins chez Condorcet. « Mais il est vraiment impossible d'excuser chez Laplace la stérile reproduction d'une telle aberration philosophique, alors que l'état général de la raison humaine commençait déjà à permettre d'entrevoir le véritable esprit fondamental de la saine philosophie politique, si bien préparé, comme je l'ai montré, par les travaux de Montesquieu et de Condorcet lui-même, et d'ailleurs puissamment stimulé par l'ébranlement radical de la société. A plus forte raison ne saurait-on nullement pallier la prolongation actuelle de cette absurde illusion parmi les imitateurs subalternes, qui, sans rien ajouter au fond du sujet, se bornent à répéter dans un lourd verbiage algébrique, l'expression surannée de ces vaines prétentions, par un abus grossier du crédit si justement attaché désormais au véritable esprit mathématique [...] »

Les cours sous la restauration

Le contexte historique

- 98 Depuis 1810-1815, Laplace milite pour un approfondissement de la théorie des probabilités et de ses applications, pour sa diffusion. De plus, comme nous l'avons déjà

dit, c'est devenu un personnage tout puissant, aux multiples activités administratives et politiques.

- 99 Nous noterons, par exemple ses interventions à la Chambre des Pairs sur divers projets de lois liés aux finances (21 mars 1817, 16 juillet 1819, 1er janvier 1824, 26 avril 1825), où des calculs d'arithmétique sociale sont invoqués.
- 100 Son rôle dans l'enseignement est également considérable. Il est en particulier membre du Conseil de Perfectionnement de l'Ecole Polytechnique avant 1816, et de 1821 à sa mort en 1827. Son disciple, Poisson est en outre membre de ce conseil, y compris dans l'intervalle où Laplace n'y est pas, il est également membre du Conseil Royal de l'Instruction Publique à partir de 1820. Le « clan » probabiliste occupe donc des places influentes.
- 101 D'autres aspects sont à prendre en compte.
- 102 En 1815, la paix revenue, la compétition avec l'Angleterre se déplace vers les domaines économique, financier, industriel. La France a des décennies de retard, la monnaie circule peu ; la reprise des relations commerciales avec les Anglais et l'étude plus minutieuse (notamment par Charles Dupin, dont nous reparlerons plus loin) de leur exemple, des succès chez eux de la « liberté d'entreprise » rendent claire aux dirigeants les plus « modernes » la nécessité de former des cadres pour l'industrie et le commerce, d'utiliser et de développer les connaissances scientifiques dans la mise en place du système capitaliste.
- 103 En outre, les premières grandes compagnies d'assurances naissent vers 1816-1819 (alors qu'elles étaient déjà nombreuses dans le dernier quart du XVIIIe siècle en Angleterre), et le développement de calculs financiers incluant un usage de la théorie des probabilités y apparaît naturellement, en particulier sous l'impulsion de Myrtil Maas, ancien élève de l'Ecole Normale.

La mise en place du cours d'arithmétique sociale à l'X

- 104 En mars 1816, est élaboré, au nom du ministère de l'Intérieur, un « mémoire sur l'Ecole polytechnique avec un projet d'ordonnance ». L'article 4 du projet d'ordonnance, consacré à l'instruction, donne la nouvelle liste de cours proposés : le 11e est un cours d'économie politique, le 12e d'arithmétique sociale ; et il est précisé :
- « Ces deux cours sont nécessaires pour la direction qu'il faut donner à l'Instruction de l'école et pour mettre en honneur des sciences peu connues en France, et utiles dans un gouvernement représentatif. »
- 105 Mais, comme on sait, le 13 avril 1816, les élèves sont licenciés par le roi pour insubordination. Parmi eux figurent A. Comte, F. Savary et G. Lamé dont nous reparlerons plus loin. Une commission restreinte présidée par Laplace est chargée de préparer l'ordonnance royale de réorganisation de l'école. Cette commission de réorganisation se réunit dix fois du 5 juin au 20 juillet 1816 ; le mémoire sur l'école est examiné dans la séance du 19 juin : on y prévoit la suppression du cours d'art militaire renvoyé aux écoles du génie, et on discute de l'opportunité de créer trois nouveaux cours : arithmétique sociale, économie politique et technologie. Le P.V. de la séance indique une conclusion qui sera reprise quasiment avec les mêmes termes dans le rapport de la commission, daté du 20 juillet et que voici :
- « Le cours d'arithmétique sociale, propre à former le jugement des élèves, à les habituer aux calculs de la haute administration et à leur offrir une application

intéressante de leurs connaissances paraît susceptible d'être introduit avec avantage dans l'Ecole Polytechnique où il peut facilement devenir accessoire du cours d'analyse appliquée à la géométrie. Un petit nombre de leçons suffira pour ce nouvel objet d'étude qui n'exigera aucune dépense nouvelle. Ces motifs ont déterminé la commission à proposer l'introduction d'un cours d'arithmétique sociale en le réunissant ainsi que la partie théorique de la géodésie au cours d'analyse appliquée à la géométrie des courbes et à la géométrie des trois dimensions.

Un cours d'économie politique ne pourrait pas se ranger aussi facilement dans le système général de l'instruction qui convient à l'Ecole Polytechnique : il faut de l'expérience et de la maturité pour cette étude ; d'ailleurs on ne peut regarder la science de l'économie politique comme définitivement établie sur des principes non contestés ; les discussions de ce genre, les systèmes hazardés auxquelles elles donnent lieu ne seraient pas sans inconvénient pour la jeunesse. Quant au cours de technologie, ce serait une application prématurée des connaissances fondamentales que l'Ecole Polytechnique doit se borner à répandre comme autant de moyens de préparer et de faciliter pour chacun de ses élèves l'étude ultérieure des procédés des arts ; ce n'est donc pas dans cet établissement qu'un cours de technologie serait à sa place. Les vues utiles de l'auteur du projet communiqué à la commission trouveraient peut-être naturellement leur application dans l'école des arts et métiers. Quoi qu'il en soit, ni le cours d'économie politique, ni le cours de technologie n'ont paru devoir être compris dans le système d'instruction de l'Ecole Polytechnique où le temps est précieux et à peine suffisant pour les nombreuses études auxquelles cet établissement est consacré. Il sera sans contredit plus utile d'étendre l'instruction religieuse et l'instruction littéraire comme la Commission en a déjà exprimé le désir dans le Rapport et comme le projet d'Ordonnance en assure les moyens. »

- 106 L'Ordonnance rendue le 4 septembre 1816 [Fourcy, p. 337-341] suit cet avis. Lors du Conseil d'Instruction du 15 novembre 1816, Arago demande

« si ces leçons [d'arithmétique sociale] sont destinées aux élèves de la 2^e [= 1^e année] ou de la 1^e division [= 2^e année], et à quelle époque de l'année elles seront données. » On lui répond « que ces leçons paroissent devoir être faites dans la 2^e année d'études en remplacement du tems consacré précédemment au cours d'art militaire qui se trouve supprimé. »

- 107 La nouvelle installation de l'Ecole a lieu le 17 janvier 1817. L'examen des Registres d'instruction montre que ce cours n'a pas lieu en 1817, peut-être parce que l'année est tronquée. En fait des réticences s'expriment et il n'est pas professé non plus en 1817-1818 ; pourtant le Conseil d'Instruction du 9 octobre 1817 adopte la rédaction du nouveau programme, mais le Conseil de Perfectionnement ne le suit pas :

« Le Conseil a pensé que les objets que ce cours doit embrasser n'étaient pas développés dans le programme d'une manière assez positive pour qu'on pût le faire entrer cette année dans l'enseignement de la 1^e division, considérant surtout que les élèves de cette division vont se trouver surchargés de travail vu que l'année scolaire 1817-1818 ne sera que de onze mois, et qu'elle succède à une autre également resserrée dans ce court espace de temps.

En conséquence on adopte l'ajournement de ce cours à l'année prochaine. »

- 108 Une longue discussion s'instaure l'année suivante au Conseil d'Instruction du 24 septembre 1818, où apparaissent des désaccords assez sérieux pour qu'ils se trouvent consignés dans le procès-verbal. Visiblement certains membres envisagent la suppression du cours, mais :

« On a pensé généralement que puisque le cours d'arithmétique sociale se trouvait compris dans l'ordonnance du Roi, le Conseil d'Instruction ne pouvait se dispenser

de proposer le moyen d'exécution, d'autant que le Conseil de Perfectionnement n'avait prononcé qu'un simple ajournement. »

109 Vient ensuite la question de la surcharge de travail des élèves, et de la difficulté de trouver une place dans l'emploi du temps. Les partisans réinsistent sur l'utilité du cours et le petit nombre de ses leçons. Le professeur de physique propose de retrancher quelques leçons à son cours, Arago également pour d'autres parties de son propre cours ; finalement la décision est renvoyée à la commission du programme général qui finira par dire oui au Conseil d'Instruction du 1er octobre.

110 La discussion continue en termes vifs le 20 octobre ; elle oppose, semble-t-il, ouvertement Cauchy et Binet (adversaires du cours d'arithmétique sociale) à Arago et Petit. Les positions de Cauchy seront étudiées plus particulièrement dans [Gilain, 1989].

111 Le Conseil de Perfectionnement du 10 novembre adopte enfin

« le programme d'arithmétique sociale en le terminant par des considérations sur les systèmes monétaires et l'arithmétique commerciale (...) »

112 C'est donc seulement par 6 leçons du 5 au 22 juin 1819 que ce nouveau cours fait son apparition. Le Rapport au Roi par le Conseil de Perfectionnement de l'Ecole Royale Polytechnique (sessions de 1817-1818) du 13 février 1819 apporte alors de nouvelles explications :

« Quand on considère le développement que prend tous les jours l'industrie en France, et qu'on envisage les rapports nécessaires de cette industrie avec la forme de gouvernement établie par la Charte, on doit sentir que l'exécution des travaux publics tendra, dans un très grand nombre de cas, à passer dans le système de concession et d'entreprise. Il faut donc que désormais nos ingénieurs sachent régler et diriger ce mouvement. Il faut qu'ils sachent évaluer l'utilité ou l'inconvénient particulier et général de telle ou telle entreprise ; il faut par conséquent qu'ils aient des idées justes et précises sur les éléments de toutes ces spéculations, c'est-à-dire sur les intérêts généraux de l'industrie et de l'agriculture, sur la nature et l'influence des monnaies, sur les emprunts, les assurances, les fonds d'associations, d'amortissement ; en un mot, sur tout ce qui peut servir à apprécier les bénéfices et les charges probables de toutes les entreprises : tel est l'ensemble des objets qui, sous le nom d'arithmétique sociale, viennent d'être ajoutés au dernier programme, conformément au titre V de l'ordonnance : addition importante et qu'il serait très-utile de compléter, dans chaque école spéciale, par quelques principes de législation civile appliquée aux travaux de chaque classe d'ingénieurs. » [partiellement reproduit par Fourcy, p. 350]

113 Il s'agit, dans ce texte, moins de promouvoir la théorie des probabilités, que d'apporter aux élèves des rudiments de finance et de gestion. Si l'on consulte maintenant les Programmes de l'enseignement de l'Ecole Royale Polytechnique arrêtés par le Conseil de Perfectionnement pour l'année scolaire 1818-1819 (Paris, Imprimerie Royale), on trouve (p. 30) le programme officiel du cours d'arithmétique sociale suivant, dans les faits beaucoup plus « probabiliste » :

- Principes généraux du calcul des chances.
- Application de ces principes à divers cas, et particulièrement aux loteries.
- Des tables de population et de mortalité. Des durées de la vie moyenne dans diverses contrées. Partage de la population suivant l'âge et les sexes. De l'influence de la petite vérole, de l'inoculation et de la vaccine sur la population et la durée de vie moyenne.
- Des bénéfices et des charges des établissements qui dépendent de la probabilité des événements. Des rentes viagères, des tontines, des caisses d'épargne, des assurances, des annuités, des fonds d'amortissement, des emprunts.

- Des moyennes à prendre entre plusieurs résultats.
 - Considérations générales sur les systèmes monétaires et sur l'arithmétique commerciale.
- 114 Bien que nous n'ayons trouvé que peu de trace des opinions explicites des uns et des autres, le cours d'arithmétique sociale nous semble au confluent de plusieurs objectifs. Certains savants, soucieux également des problèmes politiques et sociaux, cherchent à promouvoir une branche des mathématiques qu'ils jugent d'abord formatrice et ensuite utile ; des hommes plus « politiques » veulent donner à de futurs cadres de l'administration et de l'entreprise certaines connaissances indispensables à la mise en place du capitalisme. Ni la réflexion critique sur les bases de l'économie (la chaire d'économie politique et sociale ne sera créée qu'en 1906), ni l'ambition d'enseigner des fondements pour une science sociale ultérieure ne trouvent place ici. Ce programme apparaît comme un compromis, mais finalement l'influence de ceux qui l'enseignent l'emporte peu à peu et son contenu est, et deviendra encore plus, essentiellement mathématique.

Le déroulement du cours jusqu'en 1830

- 115 Ce cours d'arithmétique sociale est professé par Arago de 1819 à 1830, déjà professeur depuis le 2 janvier 1810. Cl.-L. Mathieu, ami puis beau-frère d'Arago, est nommé répétiteur de l'ensemble du cours le 27 décembre 1816 ; il le restera jusqu'en 1828, date à laquelle il est nommé professeur d'analyse et mécanique pour remplacer Ampère (11 juin). F. Savary succède alors à Mathieu comme répétiteur, il professera lui-même le cours après le départ d'Arago en 1831.
- 116 Son contenu, tel qu'il est consigné dans les Registres d'instruction, varie légèrement suivant l'année : destiné aux élèves de 1^{ère} division (c'est-à-dire de 2^e année), il se déroule vers la fin de l'année scolaire, au printemps ou plus généralement en été en 6 leçons jusqu'en 1824, puis 5 à partir de 1825. La seule variante un peu importante que nous ayons notée se trouve dans la 6^e leçon de 1824 où est inclus un chapitre intitulé :
- « Sur quelques applications que les géomètres ont faites du calcul des probabilités dans des recherches de physique et d'analyse »,
- 117 le contenu plus précis peut se deviner à partir des exemples bien connus de Laplace, mais il n'y a pas de trace écrite de cette leçon.
- 118 D'ailleurs, plus généralement, le cours d'Arago n'a jamais été publié et l'on ne connaît pas de manuscrit de l'auteur lui correspondant. Seul un petit cahier de notes d'Hippolyte Renaud, élève de la promotion 1823, nous renseigne sur son contenu en 1825. Ce sont ces notes (conservées par les Archives de l'Ecole polytechnique) que nous reproduisons textuellement.
- 119 Claude-Hélène-Hippolyte Renaud, né le 26 mai 1803 à Besançon, fils de notaire, est un élève moyen (68^e sur 94 pour le passage en 2^e année, 79^e sur 95 à la sortie de l'Ecole, où il est admis dans l'artillerie de terre le 12^e d'une liste de 27 élèves). Son dossier au Service Historique de l'armée de terre a disparu.
- 120 Voici, à titre de confirmation, le sommaire tiré du Registre d'instruction pour 1824-1825 :
- Jeudi 7 juillet : 1^{ère} Principes généraux du calcul des probabilités,
 - Samedi 9 : 2^e Application à des exemples

- Lundi 11 : 3e Application des principes des probabilités au calcul des chances dans les loteries. Des tables de mortalité et des problèmes qu'elles servent à résoudre.
 - Jeudi 14 : 4e De l'intérêt composé ; de l'escompte ; des rentes.
 - Samedi 16 : 5e Des assurances, de l'arithmétique commerciale. Des moyennes à prendre entre les résultats fournis par les expériences particulières.
- 121 L'interrogation générale [c'est-à-dire sur l'ensemble du cours d'« Analyse appliquée à la géométrie à trois dimensions, géodésie et arithmétique sociale »] a été faite par MM. Arago, prof et Mathieu, répétiteur. Elle a eu lieu du 28 juillet au 2 août.
- 122 Les notes de l'élève sont tout à fait cohérentes et selon toute vraisemblance fidèles au cours, bien qu'il manque apparemment un petit passage sur l'espérance, dont la teneur s' imagine assez facilement. Disons-le tout de suite : ce cours n'apporte aucun élément nouveau dans la théorie des probabilités, il est court, élémentaire, et s'inspire, en les vulgarisant, des traités de Laplace et Lacroix. En outre, le filtre, ou le biais, introduit par l'année précise (1825) ou par l'élève (H. Renaud) se réduit à peu de chose.
- 123 On observe immédiatement aussi que les aspects suivants ne sont pas abordés :
- théorème de Jacques Bernoulli (plus connu de nos jours sous le nom de loi des grands nombres ;
 - évaluation de l'erreur commise en utilisant la méthode des moindres carrés (appelée aujourd'hui théorème-limite central) ;
 - application des méthodes analytiques à divers calculs probabilistes ;
 - problème dit de l'aiguille de Buffon (détermination probabiliste de π) ;
 - applications du calcul des probabilités à l'astronomie, à la géodésie, au tir ;
 - applications aux témoignages, aux jugements, aux élections, à la théorie de la connaissance.

Le Conservatoire des arts et métiers

- 124 La mise en place du Conservatoire des arts et métiers est plus ancienne, mais le véritable démarrage des enseignements qui nous intéressent ici date des ordonnances des 16 avril 1817 et 25 novembre 1819. L'ordonnance du 25 novembre porte création de trois chaires : de « mécanique appliquée aux arts » (dont le premier titulaire est Charles Dupin), de « chimie industrielle » (occupée par Berthollet), d'« économie industrielle » (occupée par J.B. Say). L'objectif est de former les classes moyennes aux prémisses de la révolution industrielle.
- 125 La première chaire s'appellera « mécanique et géométrie appliquées aux arts » à partir de 1825, puis « géométrie appliquée aux arts et statistiques » en 1839. Mathématicien, élève de Monge, Dupin vise la diffusion de connaissances de géométrie, de dessin, de mécanique, de résistance des matériaux ... dans l'industrie. Ni l'introduction au cours de 1821, ni celle d'un nouveau cours en 1824, ni le cours lui-même, publié sous forme de livre en 1825, ne mentionnent le calcul des probabilités, ni les statistiques.
- 126 Mais il faut examiner la question de plus près : l'ordonnance du 31 août 1828, réorganisant le Conseil de Perfectionnement, oblige les professeurs, par son article 6, à soumettre leurs programmes au Conseil. Arago (qui fait partie de ce conseil depuis sa création le 15 décembre 1819 et n'en démissionnera que le 9 mai 1834) est chargé d'examiner le programme du cours de Ch. Dupin. Les programmes devront maintenant en outre être publiés (P.V. des 22 novembre et 20 décembre 1828), ce qui signifie qu'ils ne l'étaient pas avant. Du 17 janvier au 20 mars 1829, le Conseil se bat avec Dupin pour

avoir ce programme, faisant même intervenir le ministre ! Dupin finit par donner des détails ... qui ne figurent pas au P.V.

- 127 Or, petit à petit, à partir de ses voyages en Angleterre, commencés en 1816, Dupin se consacre à la description des forces productives, militaires et commerciales de l'Angleterre, de la France, puis du monde, dans un esprit très large de géographie économique et humaine. Il publie plusieurs ouvrages à cet égard ; il compte, il compare, tente d'en déduire « des rapports ignorés jusqu'à ce jour », rencontre des questions théoriques par exemple sur la population. La question du rapport entre calcul des probabilités et statistiques ne peut qu'y apparaître ; s'il l'approfondit ce n'est à coup sûr pas dans l'esprit d'Arago et de Poisson.
- 128 Son Discours sur quelques progrès des sciences mathématiques en France depuis 1830, lu à l'Institut le 28 décembre 1835 se conclut élégamment ainsi :
- « Je suis loin d'avoir énuméré tous les genres d'applications des sciences mathématiques aux sciences naturelles ; je n'ai même pas abordé les applications aux sciences politiques et d'économie sociale, et les recherches sur la population : ayant pris quelque part à ces travaux, je les passerai sous silence. »
- 129 Et, comme nous l'avons vu, il s'élève, au cours du débat à l'Académie des sciences en 1836, contre les idées de Poisson sur l'universalité de la « loi des grands nombres » : et cela à partir d'arguments précis, au nom de la variabilité des chances.
- 130 Son action militante en faveur des caisses d'épargne (auxquelles s'opposent
« un petit nombre de capitalistes méticuleux, un plus grand nombre de communistes, les citoyens démocratiques plus ou moins peu pacifiques, et MM. les marchands de boissons spiritueuses ») [1844]
- 131 sera ultérieure.
- 132 J.B. Say occupe jusqu'en 1832 l'autre chaire qui nous intéresse ici, celle d'économie industrielle : on connaît les réticences de Say face aux statistiques et son hostilité à toute mathématisation de l'économie [INSEE].
- 133 Les cours du Conservatoire des arts et métiers ne touchent donc que peu et tard le calcul des probabilités ; bien qu'ils abordent en partie des sujets liés aux projets de Condorcet, ils suivent en fait un tout autre état d'esprit.
- 134 Par ailleurs, l'impulsion militante donnée par Charles Dupin, avec l'aide d'anciens polytechniciens, pour la formation des classes moyennes et de la classe ouvrière recueille rapidement un large écho que nous ne pouvons développer ici.
- 135 D'autres initiatives rejoignent en partie ces préoccupations. Une « Académie de commerce », ancêtre de l'Ecole Supérieure de Commerce, voit le jour en 1818. En 1829, c'est l'Ecole Centrale des arts et manufactures (privée) qui ouvre ses portes pour former des cadres industriels. Savants (dont Arago), banquiers et fabricants font partie des conseils de perfectionnement de ces nouveaux établissements qui répondent à des besoins non couverts par l'Ecole polytechnique [A. Léon].

L'Athénée

- 136 Après une longue éclipse pour les mathématiques, le programme de l'Athénée comporte un cours d'« application des sciences mathématiques » par le baron Fourier pour l'année 1820. Le programme insiste avec vigueur sur la nouveauté d'un tel cours

pour cette année-là ; le P.V. de l'Assemblée Générale du 9 novembre 1819 note également :

« Le programme des cours qui auront lieu cette année à l'Athénée Royal vient de paraître. La liste des professeurs est presque totalement renouvelée. On y remarque (...), M. Fourier fera un cours tout à fait neuf sur l'application des sciences mathématiques aux besoins de la société (...) ».

- 137 La mention « 1818 » portée sur le manuscrit par une autre main que Fourier (par Navier semble-t-il, dépositaire des manuscrits) nous paraît donc erronée.
- 138 Diverses notes du manuscrit de la B.N. [FF 22515, ff 97-123] semblent correspondre aux deux premières leçons : elles présentent un intérêt général, mais ne comportent pas de développements mathématiques précis.
- 139 Nous n'insisterons pas ici sur le cours d'économie politique de J.B. Say professé de 1816 à 1830 et qui connaît un vif succès : il correspond, d'après les archives, à son Traité.

La Faculté des Sciences de Paris et l'Ecole Normale

- 140 A la Faculté des Sciences de Paris, la première chaire de calcul des probabilités sera créée en 1834 (cf. plus loin), et il est clair, au vu des examens et des thèses soutenues, que cette discipline n'a auparavant guère de place dans les préoccupations de la Faculté des Sciences. Il est toutefois probable que des leçons y sont dispensés de façon épisodique au sein d'enseignements de mathématiques plus larges, c'est par exemple ce qu'affirme Francoeur à l'Assemblée des Professeurs de la Faculté des Sciences le 12 mai 1834 (Archives Nationales : AJ16 5120, reproduit dans [Grattan-Guinness]) :

« Mr Francoeur fait remarquer que déjà les probabilités ont été enseignées pendant plusieurs années à la faculté, mais que ce cours était si peu suivi qu'il a fallu y renoncer. Dès que les théories sont devenues difficiles à comprendre, et surtout dès que le printemps éloignait de Paris les Elèves sortis de l'Ecole Polytechnique qui suivaient ce cours, les auditeurs se dispersaient ».
- 141 On a en particulier du mal à penser que le Traité de Lacroix n'ait pas servi de base à un enseignement effectif, mais nous n'avons encore pu en trouver la preuve.
- 142 Les autres facultés des sciences, créées plus tardivement, seraient aussi à prendre en considération, mais avec de faibles chances de succès.
- 143 L'Ecole Normale est supprimée par l'ordonnance de Corbière du 6 septembre 1822, puis rétablie par Frayssinous le 5 septembre 1826 d'abord sous le nom d'Ecole Préparatoire, puis sous celui d'Ecole Normale Supérieure. On peut y noter des enseignements complémentaires sur les probabilités, par exemple celui d'Abélard Lévy, nommé maître de conférences en octobre 1830 [Bru, 1981b, p. 84], ou celui de Cournot en 1834 (Archives Nationales, F 17 - 12857 : Conseil Royal de l'Instruction Publique, séance du 29 août 1834). Là encore, il reste beaucoup de travail pour chercher les contenus précis de ces conférences, leurs impacts etc. Il est toutefois clair que de telles conférences touchent beaucoup moins d'étudiants que les cours de l'Ecole polytechnique.
- 144 Nous terminerons par une brève remarque : en Belgique, l'enseignement des probabilités est beaucoup plus répandu qu'en France : J.G. Garnier (le successeur de Fourier à l'Ecole polytechnique de 1798 à 1801) professe à l'Université de Gand des éléments de probabilités en 1817-1818 [Lottin, p. 10]. Quant à son adjoint Quetelet, qui est bien sûr en contact avec l'ensemble du milieu scientifique parisien, il ne cessera de militer dès les années 20 pour la diffusion de ces théories [Lottin, Mansion, Sheynin ...]

Arago et les probabilités

- 145 On ne sait donc pas si Arago, élève de la promotion 1803, a suivi pendant sa scolarité des leçons sur les probabilités. Cela importe peu en fait pour le cours d'arithmétique sociale que nous étudions ici, vu son caractère élémentaire, l'existence de manuels bien faits, et l'environnement scientifique d'Arago.

Les probabilités dans les travaux scientifiques d'Arago

- 146 Dans son activité de scientifique, Arago s'est-il intéressé au calcul des probabilités ? Assez peu, semble-t-il.
- 147 Dans l'édition de ses Oeuvres, par Barral (1855), on ne trouve que quelques passages à propos
- de la question des étoiles multiples,
 - des nébuleuses,
 - des chances du choc de la Terre avec une comète,
 - des observations thermométriques.
- 148 Les trois premiers passages, tirés de l'Astronomie Populaire (1841-1846), vulgarisent des idées bien connues, citons par exemple le plus caractéristique :
- « Le calcul des probabilités a enrichi l'astronomie d'un grand nombre de résultats très remarquables. Jusqu'ici, cependant, ils n'ont pas pris dans l'ensemble et dans les ouvrages élémentaires la place qui leur est due. Il semble qu'on ait craint de nuire aux vérités de la science dont la démonstration repose sur la combinaison immédiate d'observations directes, en les associant à des déductions qui, sans avoir tout à fait la même certitude, n'en méritent pas moins cependant d'être prises en considération. Au surplus, je ne connais aucune question plus propre que celle des étoiles multiples, à montrer combien les observateurs auraient tort de dédaigner les enseignements du calcul des probabilités. [...] Le problème à résoudre était donc celui-ci : 1500 étoiles sont jetées au hasard sur l'étendue du firmament ; quelle probabilité y a-t-il que 6 d'entre elles se trouveront réunies dans l'espace resserré qu'occupe la constellation des Pléiades [...] ? »
- 149 Le quatrième passage est extrait d'un rapport postérieur à 1840 sur l'état thermométrique du globe terrestre, il concerne la température moyenne des jours et des mois à Paris de 1806 à 1826 :
- « Ce tableau présente encore des irrégularités qu'un plus grand nombre d'observations fera sans doute disparaître. Il est clair, par exemple, que, du 16 au 20 avril, la température doit être intermédiaire entre celles du 10 au 15 et du 21 au 25 ; et cependant le tableau la donne plus petite que chacune d'elles. Les anomalies qui tiennent aux causes irrégulières sont fort grandes d'une année à l'autre, et pour les détruire et n'avoir que les résultats des causes régulières, il faut un très grand nombre d'années d'observations. D'ailleurs la notion précédente de chaleur moyenne n'est pas d'une rigoureuse exactitude, et si l'on voulait soumettre au calcul des probabilités les observations thermométriques pour en déterminer les lois, il serait préférable de considérer séparément celles qui se rapportent à la même heure ; mais ce tableau, malgré son imperfection, répand déjà quelques lumières sur la chaleur moyenne des jours ... »
- 150 Ces quelques extraits ne dénotent rien d'original sur les probabilités chez Arago, mais nous éclairent quelque peu sur sa vision des lois scientifiques et d'une utilisation

ouverte du calcul des probabilités dans les sciences de la nature. Nous devons enfin avouer que nous n'avons pas trouvé de trace explicite d'utilisation de la méthode des moindres carrés dans les travaux d'Arago.

Probabilités et questions sociales

- 151 Il est, par contre, un autre contexte, où Arago a évoqué et invoqué le calcul des probabilités, c'est celui de sa pertinence dans les domaines sociaux et politiques. Mais, dans tous les cas que nous avons repérés, qu'il s'agisse d'éloges académiques ou d'interventions à la Chambre, ces textes sont là aussi bien postérieurs à son cours d'arithmétique sociale.
- 152 Remarquons, pour commencer, que l'Eloge historique de Joseph Fourier, lu en 1834, ne comporte pas une ligne sur la contribution de Fourier à la théorie mathématique des probabilités, on y note seulement ceci :
- « Les mémoires dont il enrichit les intéressants volumes publiés par la préfecture de la Seine, serviront désormais de guide à tous ceux qui ont le bon esprit de voir dans la statistique autre chose qu'un amas indigeste de chiffres et de tableaux. » [t. 2, p. 159]
- 153 Par contre, il faut signaler qu'Arago intervient à la Chambre des Députés, lors de la séance du 14 août 1835, contre un projet de loi répressif destiné, entre autres, à porter, pour les condamnations, la majorité d'un jury à 7 voix contre 5 (au lieu de 8 voix contre 4).
- 154 Déclarant notamment :
- « Messieurs, la loi qui vous est soumise renferme une question de calcul, qui peut être réduite en chiffres. Ces chiffres n'ont pas été articulés dans la discussion. Je pense qu'ils doivent être présentés à la tribune d'un peuple qui a fait entrer un cours d'arithmétique sociale dans son enseignement »,
- 155 il y expose des calculs de Condorcet et de Laplace devant l'hostilité de la Droite et du Centre, qui fera passer sa loi le 9 septembre [Bru, 1981a].
- 156 Nous relèverons encore dans les biographies d'Ampère (lue le 21 août 1839), de Condorcet (le 28 décembre 1841) et de Poisson (le 16 décembre 1850) divers passages où son opinion s'exprime avec netteté.
- 157 Arago consacre 9 pages au Mémoire d'Ampère sur le calcul des probabilités : après avoir évoqué l'âpreté des débats sur les conditions d'applicabilité de la théorie des probabilités, les discussions sur l'espérance mathématique et les « considérations morales » de Buffon et D. Bernoulli, qui ont « certainement affaibli l'importance, la clarté et la rigueur » de la théorie mathématique du jeu, il rend compte de façon sommaire mais intéressante du mémoire d'Ampère sur la ruine du joueur, en l'assortissant de remarques sur les méfaits des loteries et sur la difficulté de les combattre. [Oeuvres, t. 2, p. 21-29]
- 158 Dans sa biographie de Condorcet, certes beaucoup plus politique que scientifique [Schandeler], il écrit : cette
- « branche de calcul [est] encore très-mal appréciée, malgré les services qu'elle a déjà rendus, malgré tous ceux qu'elle promet encore ». Et il ajoute : « Dans le nombre d'éminents services que ce calcul a déjà rendus à l'humanité, il faut citer en première ligne l'abolition de la loterie et de plusieurs autres jeux,

qui, eux aussi, étaient de déplorables pièges tendus à la cupidité, à la crédulité et à l'ignorance. Grâce aux principes évidents et simples sur lesquels la nouvelle analyse se fonde, il n'est pas aujourd'hui de replis qui puissent déguiser la fraude dans les combinaisons financières. Les escomptes, les annuités, les tontines, les assurances de toute nature, n'ont plus rien d'obscur, de mystérieux.»

Sur ce terrain, les applications des probabilités ont été admises sans trop de résistance. Mais lorsque Condorcet, à la suite de quelques essais de Nicolas Bernoulli, fit incursion, à l'aide du nouveau calcul, dans le domaine de la jurisprudence et des sciences morales ou politiques, un soulèvement presque général dut l'avertir que sa prise de possession n'aurait pas lieu sans un combat animé. A vrai dire, le combat dure encore. Pour le faire cesser, il faudrait, d'une part, que les géomètres consentissent à exposer les principes des probabilités en termes clairs, précis, dégagés, autant que possible d'expressions techniques ; il faudrait, d'autre part, et ceci est bien plus difficile, amener la masse du public à reconnaître que l'appréciation de certaines matières très-complexes ne saurait être du domaine d'un premier aperçu ; qu'on ne doit pas s'attendre à parler pertinemment de chiffres sans avoir au moins approfondi les principes de la numération ; enfin, qu'il existe des vérités, des connexions légitimes, en dehors de celles dont on a puisé les rudiments dans les impressions de jeunesse ou dans la lecture des ouvrages classiques...[Oeuvres, t. 2, p. 130-133]

159 Il y fustige en outre la condamnation de La Harpe.

160 A propos de Poisson, enfin, Arago rend compte de son livre de 1837 sur les probabilités de jugements, ainsi que de son mémoire de 1829 sur les proportions de naissances de filles et de garçons. Ce qui frappe, c'est l'approbation sous une seule réserve (d'ordre pédagogique plus que de fond) des idées très controversées de Poisson concernant la loi des grands nombres :

«On ne peut donc douter que la loi des grands nombres ne convienne aux choses morales qui dépendent de la volonté de l'homme, de ses intérêts, de ses lumières et de ses passions, comme à celles de l'ordre physique ; mais il était important de le démontrer a priori, c'est ce qu'a fait M. Poisson. » [Oeuvres, t. 2, p. 618-625]

161 Arago, sans pour autant s'inscrire vraiment dans le programme ambitieux de mathématique sociale de Condorcet (sans probablement en avoir lu de près les travaux probabilistes) nous apparaît donc dans l'un de ses derniers écrits (en 1850) comme proche des positions de Poisson.

Sur les cours ultérieurs en France

162 A partir des années 30, en particulier avec la création de la chaire de calcul des probabilités à la Faculté des Sciences de Paris, le problème s'élargit, même si on se limite à la France. Nous nous bornerons ici à quelques indications sommaires relatives exclusivement à l'Ecole polytechnique et à la Faculté des Sciences.

L'Ecole Polytechnique

163 C'est Savary (1797-1841), élève de la promotion 1815, qui succède à Arago, à partir de l'année 1830-1831. Son cours, professé jusqu'en 1838, ressemble fortement à celui d'Arago : le programme imprimé est d'abord inchangé, mais on note en plus, dans les

Registres d'instruction, une explication du théorème de Jacques Bernoulli, et (au moins pour l'année 1831) la

« détermination du rapport de la circonférence au diamètre par les probabilités »

- 164 (problème de l'aiguille de Buffon) ; par contre la partie économique et sociale s'y réduit. En 1834-35, le cours devient

« Eléments du calcul des probabilités, et arithmétique sociale »,

- 165 et le théorème de Bernoulli apparaît officiellement dans le programme imprimé ; l'année suivante, la leçon sur les moindres carrés passe dans le cours de géodésie. Les Registres d'instruction manquent pour 1832-1836. Duhamel est répétiteur jusqu'en novembre 1836, date à laquelle il est nommé professeur d'analyse et mécanique ; Le Verrier le remplace comme répétiteur du cours de géodésie et d'arithmétique sociale.

- 166 A partir de 1838-39, les 5 leçons de probabilités passent (sans explication) dans le cours d'analyse de 2^e année, avec un programme identique (Conseil de Perfectionnement du 23 novembre 1838), et c'est donc Duhamel qui l'enseigne. A. Comte est répétiteur, et on dit qu'il refuse d'enseigner la partie relative aux probabilités, mais les Registres d'instruction, ainsi que le Registre du Conseil d'Instruction manquent aussi pour 1838-40, et nous n'en avons pas trouvé la confirmation.

- 167 A partir de 1841, le cours de probabilités est enseigné par Liouville les années impaires et par Sturm (qui remplace Duhamel) les années paires. On note une nouvelle dérive vers les mathématiques et le calcul purs ; le programme est allégé en 1845-46, en particulier des

« moyennes entre plusieurs observations »,

- 168 puis en 1848-49, le théorème de Bernouilly (sic) et la

« probabilité des événements à venir, déduite de l'observation d'événements antérieurs de même nature »

- 169 disparaissent aussi. La longueur effective, consignée dans les registres d'instruction, oscille entre 2 et 6 leçons, la méthode des moindres carrés est enseignée dans le cours de géodésie de Chasles. On est donc bien loin des programmes de mathématique sociale de Condorcet !

- 170 Nous n'avons pas trouvé de leçons sténographiées (bien qu'un règlement pris sans consultation des professeurs et discuté par eux au Conseil d'instruction du 29 mai 1828 en demande l'impression), ni de notes d'élèves pour ces cours.

La Faculté des Sciences de Paris

- 171 Un long débat se déroule, à l'Assemblée des professeurs, les 11 février et 12 mai 1834, pour proposer une nouvelle destination à la chaire de géométrie descriptive, laissée vacante par la mort de Hachette (Archives nationales : AJ16 5120, p. 39-44 et AJ16 5126, p. 94-101). Le 11 février, l'Assemblée décide, à l'instigation de Poisson, de demander au ministre une extension de l'intitulé de la chaire en

« géométrie descriptive et analyse appliquée aux trois dimensions » .

- 172 Le 30 avril, le ministre de l'Instruction Publique, Guizot, répond au doyen : la

« destination nouvelle et déterminée »

- 173 de cette chaire peut

«être soit un enseignement de physique mathématique, soit un enseignement de calcul des probabilités, soit telle autre division scientifique que proposerait la Faculté» .

- 174 Le 12 mai, Poisson explique son changement d'avis, combat l'idée de la physique mathématique (à réserver au Collège de France) :

«il propose d'introduire dans la faculté l'enseignement du calcul des probabilités, et fait remarquer que ce sujet qui n'est enseigné nulle part, est du plus haut intérêt, et compléterait les cours que fait la faculté. »

- 175 Toute cette intéressante discussion est reproduite dans [Grattan-Guinness]. Finalement, le 5 septembre 1834 :

« Le Conseil Royal de l'Instruction Publique,
vu la délibération de la Faculté des Sciences de Paris en date du
arrête : que le cours de géométrie descriptive de cette Faculté aura dorénavant pour
objet le calcul des probabilités et comprendra l'année entière [...]».

- 176 C'est G. Libri, ami de Guizot, et personnage particulièrement étonnant, qui est nommé sur cette chaire le 16 décembre (devant Cournot !) ; il n'est d'ailleurs pas spécialiste des probabilités et se fera en fait régulièrement remplacer, par Poisson en 1836-37 [AJ16 5126, p. 101, 31 octobre 1836], Théodore Despeyrous, peut-être d'autres, puis Bienaymé (après le départ précipité de Libri pour Londres en 1848). A partir de 1849, la chaire sera occupée par Gabriel Lamé qui, n'étant guère plus probabiliste que Libri, la fera transformer en 1852 en chaire de calcul des probabilités et physique mathématique. Les notes manuscrites de G. Lamé, en plus de discours d'ouverture historiques, philosophiques et pédagogiques insistant en particulier sur l'aspect formateur du calcul des probabilités, confirment surtout et amplifient la dérive mathématique et calculatoire que nous avons notée dans les cours de Sturm et Liouville.

- 177 Là encore, seul un dépouillement considérable d'archives permettrait de donner un panorama fiable. En tout cas, malgré les livres remarquables de Poisson (en 1837) et de Cournot (en 1843), le Traité de Lacroix reste le seul manuel français vraiment conçu pour l'enseignement, il connaît une 3e édition en 1833 ... et une 4e en 1864. Il faut attendre les traités de H. Laurent (en 1873) et surtout J. Bertrand (en 1889) pour trouver une nouvelle impulsion pédagogique en ce domaine.

- 178 Tous comptes faits, plusieurs décennies après le programme de Condorcet, la théorie des probabilités aura conquis une place officielle (certes marginale) au sein de l'enseignement supérieur français, mais en aucun cas comme outil de base pour les sciences morales et politiques. Quant aux cours de statistiques, ils ne font leur apparition pour la plupart qu'au milieu du XIXe siècle.

- 179 La situation est assez différente en Belgique où, notamment sous l'impulsion de Quetelet, le calcul des probabilités joue un rôle plus en pointe dans l'enseignement : des traités et manuels de vulgarisation par Quetelet (1828, 1846, 1853), Liagre (1852), A. Meyer (1874) traduisent d'ailleurs cet effort [Mansion].

- 180 Il serait intéressant de comparer l'enseignement français à celui qui est dispensé en Angleterre et en Allemagne...

- 181 Ce panorama, sur l'enseignement du calcul des probabilités, des statistiques et de la mathématique sociale en France au début du XIXe siècle, évoque quelques pistes de travail. Nous souhaitons qu'elles puissent un jour déboucher sur une analyse plus complète.

- 182 Divers auteurs ont esquissé des synthèses sur les causes de la trajectoire singulière suivie par la théorie des probabilités au XIX^e siècle ; ce n'est pas le lieu ici. Nous voulons seulement mentionner l'intérêt pédagogique du cours d'arithmétique sociale d'Arago. Replacé dans son contexte, puis comparé aux enseignements élémentaires de probabilités et statistiques d'aujourd'hui, ce cours (non original dans son contenu, mais unique dans son existence pour les années 1820 !), n'offrirait-il pas un excellent support pour exercer l'esprit critique des étudiants ?

Nous remercions particulièrement Claudine Billoux, O. Brochet, B. Bru, S. Callens, M. Chapront, M. Charbonneau, I. Grattan-Guinness, R. Hahn, A.M. de Narbonne, et les participants au séminaire d'histoire du calcul des probabilités, pour toutes sortes de renseignements et de remarques sur des versions antérieures de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

Voir la bibliographie sur l'histoire du calcul des probabilités jusqu'au XIX^e siècle, par Pierre Crépel

AUTEUR

PIERRE CREPEL

Chargé de recherches au CNRS, Université de Rennes I - REHSEIS