

JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

Cinquantenaire de la fondation : la science statistique

Journal de la société statistique de Paris, tome 119, n° 3 (1978), p. 186-200

http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1978__119_3_186_0

© Société de statistique de Paris, 1978, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (<http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

CINQUANTENAIRE DE LA FONDATION : LA SCIENCE STATISTIQUE

Demi-journée du 21 décembre 1977

En décembre 1977, au cours d'une demi journée à l'Institut de statistique des universités de Paris (I. S. U. P.), a été célébré le cinquantenaire de la fondation « La Science statistique ». Le président de cette fondation, Jean Fourastié, a tout d'abord rappelé l'histoire de l'I. S. U. P. et de la fondation; il a montré que la Science statistique jouait toujours le rôle important qui lui avait été assigné à sa création. Différents orateurs ont ensuite présenté des communications montrant le mouvement des idées en statistique depuis un demi siècle.

In December 1977, for half-a day at the Institut de Statistique des Universités de Paris (I. S. U. P.), the 50th anniversary of the Foundation « La Science statistique » was celebrated. The President of the Foundation, Jean Fourastié, first recalled the history of ISUP and the Foundation; he pointed out that « Science Statistique » still plays the important part that was allotted to it when it was created. Various speakers then presented papers about the movement of ideas in statistics for half a century.

LA SCIENCE STATISTIQUE

1927-1977

Jean FOURASTIÉ

*Membre de l'Institut, président de la fondation « La Science statistique »,
ancien président de la Société de statistique de Paris*

M. Fourastié ouvre la séance en exprimant l'intention qu'a eue le Conseil de « La Science statistique » de célébrer le cinquantième anniversaire de sa fondation, en montrant ses fondateurs et en recevant et remerciant les donateurs qui ont permis et continuent de permettre son action d'encouragement à l'enseignement et à la recherche.

Il remercie la Société de statistique de Paris et notamment son secrétaire général M. Jacques Michel Durand, de s'être associés à cette célébration, les organisateurs de la réunion, et notamment M. Daniel Dugué et M^{lle} Mouzon, les conférenciers qui vont parler et les assistants qui sont venus nombreux.

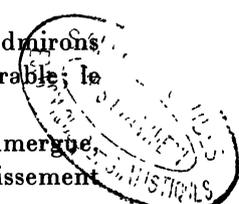
Il rappelle quelques traits de l'histoire de l'Institut de statistique des universités de Paris et de la fondation « La Science statistique », et notamment les suivants.

L'Institut de statistique a été créé par une délibération du Conseil de l'université de Paris du 10 juillet 1922, approuvée par décret du 26 juillet 1922. En 1927, le Comité de direction de l'Institut de statistique constate que « son existence a été jusqu'ici plus précaire que celle des autres instituts de l'Université, parce que les enseignements qu'il groupe ne sont pas constitués comme la plupart de ceux de ces instituts, par un groupement de chaires magistrales occupées par des professeurs de facultés appointés à ce titre par l'État ». A l'I. S. U. P., en 1926 1927, outre trois cours de facultés, l'enseignement comporte « 6 autres cours, avec un total de 127 leçons, faits par des professeurs étrangers à l'Université et ayant déjà donné lieu à des travaux remarquables en cours de publication. Or, le défaut de ressources régulières ne permet d'offrir aux Maîtres qui les professent qu'un cachet dérisoire ».

Cinq membres du Comité de direction de l'I. S. U. P. : Clément Colson, président, Alfred Barriol, Michel Huber, Lucien March et Henry Truchy décident de recueillir des fonds suffisants pour demander au Conseil d'État la création d'une fondation « La Science statistique » avec des statuts conformes à un modèle arrêté par le Conseil d'État. Ces membres demandent au Conseil d'administration de l'I. S. U. P. de donner un avis favorable à la création de cette fondation et de prier « le recteur de l'Université de demander au ministre de l'Instruction publique de vouloir bien approuver cette délibération et l'adresser d'urgence au ministre de l'Intérieur, en le priant de hâter autant que possible la reconnaissance d'utilité publique de la fondation ». Ils chargent M. Colson, alors vice président du Conseil d'État, d'apporter au projet les modifications qui seraient exigées.

Le 10 juillet 1927, le projet de statuts est établi par les cinq fondateurs. Admirons la rapidité de l'action : le 15 juillet 1927, le préfet de la Seine donne son avis favorable ; le 26 juillet ces statuts sont approuvés par le ministre de l'Intérieur.

Le 12 août 1927 un décret du président de la République M. Gaston Doumergue, contresigné par le ministre de l'Intérieur, M. Albert Sarraut, reconnaît comme établissement



d'utilité publique « La fondation dite la *Science statistique*, ayant pour objet de contribuer au développement et à la prospérité de l'Institut de statistique de l'université de Paris ».

La première séance du Conseil d'administration de la Science statistique se tient le 15 octobre 1927. Il constate la création de la fondation et élit son bureau : MM. Clément Colson, président; Lucien March, vice-président; Alfred Barriol, secrétaire et trésorier. Les autres membres du premier conseil sont MM. Michel Huber, Henry Truchy, Aftalion, Léon Bernard, Émile Borel, Georges Darmois, Gallois, Édouard Jullia, Jacques Rueff. D'après l'article 3 des statuts, les membres du Comité de direction de l'Institut de statistique sont membres de droit du Conseil de la Science statistique. M. Fourastié rappelle que Clément Colson (1853-1939), membre de l'Institut dès 1910, fut successivement ingénieur des Ponts et Chaussées, inspecteur général, conseiller d'État et longtemps vice-président du Conseil d'État. Professeur à l'École libre des sciences politiques et à l'École polytechnique, il est l'auteur d'un grand *Traité d'Économie politique*, publié de 1932 à 1933.

Pendant les cinquante premières années de la Science statistique les membres du bureau ont été successivement :

— *Présidents* : MM. Clément Colson, Charles Rist, Émile Borel, Joseph Peres, Marc Zamansky, Jean Fourastié;

— *Vice-Présidents* : MM. Lucien March, Michel Huber, Georges Darmois, Daniel Dugué;

— *Secrétaires* : MM. Alfred Barriol, Georges Darmois, Pierre Delaporte, André-Charles Dedé;

— *Trésoriers* : MM. Alfred Barriol, Henri Bunle, Pierre Delaporte, André-Charles Dedé.

Dès la fin de la guerre, un intérêt très vif se manifesta pour la statistique et le nombre des étudiants de l'I. S. U. P. augmenta rapidement; mais, depuis l'origine jusqu'en 1957, plus d'étrangers que de Français avaient obtenu le diplôme de statisticien, les plus nombreux étant les Chinois, les Vietnamiens les suivant de près.

Cet intérêt croissant pour la formation de statisticiens permit d'obtenir, presque chaque année, que des heures de cours plus nombreuses soient prises en charge par l'Université, et la fondation « La Science statistique » eut à prendre en charge du personnel administratif de l'I. S. U. P. ainsi que le Centre de formation des ingénieurs et cadres et le Bureau universitaire de recherches opérationnelles, sections créées au sein de l'I. S. U. P.

La *Science statistique* joue donc toujours le rôle important que ses fondateurs ont voulu lui assigner, elle ne peut le faire que pour la volonté durable de ses donateurs et de ses membres.

DE LA CARTE DE SHEWHART AUX APPLICATIONS INDUSTRIELLES RÉCENTES

André VESSEREAU

Ancien président de la Société de statistique de Paris

Le titre de cet exposé aurait aussi bien pu être : « D'un cinquantenaire l'autre... » C'est en 1931 que Shewhart, alors employé à la « Bell Telephone Cy », a publié son ouvrage « Economic Control of Quality of Manufactured Products », mais il est certain qu'il avait déjà, depuis plusieurs années, utilisé la carte de contrôle qui porte son nom, et qui constitue la première, ou l'une des premières applications des méthodes statistiques à l'industrie.

Shewhart est parti d'une constatation qui nous est bien familière, mais qui ne l'était sans doute pas à son époque. Tout processus industriel — nous dirons plus simplement « toute machine » — produisant des pièces en série comporte une variabilité intrinsèque contre laquelle, dans l'état actuel d'une technique, il serait vain de vouloir lutter. Prélever une pièce, constater que sa cote est un peu supérieure (ou inférieure) à une valeur nominale théorique, et procéder en conséquence à un « réglage » aboutit en fait le plus souvent, à un « dérèglement ». D'où la première idée : connaître, afin de pouvoir la contrôler, cette variabilité naturelle; généralement elle sera définie par l'écart-type d'une loi normale. Puis la deuxième idée : prélever de temps à autre un échantillon de quelques pièces, et ne procéder à un réglage que si les constatations faites sur cet échantillon soit incompatibles — sous réserve d'un faible risque d'erreur — d'une part avec la cote théorique recherchée, d'autre part avec la variabilité naturelle. Les limites que l'on déduit de ces principes sont les « limites de contrôle ». La carte de Shewhart sous sa forme la plus simple est née.

Elle comporte plusieurs variantes On peut contrôler la stabilité de la cote théorique à partir de la moyenne de l'échantillon, ou à partir de la médiane : c'est plus simple, mais moins efficace. On peut contrôler la stabilité de la « variabilité naturelle » (qui peut augmenter, par l'usure de la machine par exemple) à partir de l'écart-type empirique ou de l'étendue (« the range » disent les anglais) : c'est plus simple mais moins efficace.

J'ai prononcé deux fois le mot « efficace ». C'est l'idée d'augmenter l'efficacité des cartes de contrôle qui est à l'origine des perfectionnements qui leur ont été apportés par la suite. Sous sa forme primitive, une carte de contrôle est la matérialisation d'un test d'hypothèse ne tenant compte que du « risque de 1^{re} espèce ». La probabilité (fixée à l'avance) est faible de procéder à un réglage inutile — mais quelle sera la probabilité (risque de 2^e espèce) de ne pas déceler, ou de déceler tardivement, un dérèglement réel? D'autre part, que faut-il entendre par « dérèglement réel »? Si la « variabilité naturelle » est grande par rapport aux tolérances admises pour les pièces, il est vain d'essayer de contrôler la machine : dans les meilleures conditions, elle produira une proportion inacceptable de pièces défectueuses. A l'opposé, si les tolérances sont larges par rapport à la variabilité naturelle, un dérèglement d'une certaine importance peut n'avoir aucune conséquence fâcheuse.

La notion d'efficacité a été exploitée dans les cartes de contrôle de plusieurs façons : — introduction, en plus des « limites de contrôle », de « limites de surveillance »,

- ou d'« alerte », qui ne signalent pas un dérèglement quasi certain, mais un dérèglement probable;
- tracé des limites de contrôle (et de surveillance) non plus à partir de la cote théorique, mais à partir des tolérances : l'idée en revient, je crois, à M. Cavé;
 - introduction de la notion de « nombre moyen de prélèvements avant décision » (A. R. L. : « average run length ») qui a une signification plus concrète que les risques classiques, et qui permet d'aborder plus aisément les conséquences économiques du contrôle : A. R. L. doit être aussi grand que possible pour un processus réglé, aussi petit que possible pour un processus dérèglé;
 - enfin, intégration dans la prise de décision, des résultats obtenus sur les prélèvements antérieurs; cette idée, qui rejoint celle de l'analyse séquentielle de Wald, se concrétise dans les « cartes à sommes cumulées ».

Lorsqu'un producteur a mis sa fabrication « sous contrôle », il peut se décerner un témoignage d'autosatisfaction. Est ce suffisant? Certainement pas : les produits sont destinés à un « client » — transformateur ou consommateur — qui, sauf circonstances particulières, ne se contentera pas des assurances de son fournisseur : d'où la nécessité d'un « contrôle de réception ». Celui-ci s'effectuera presque toujours à partir d'échantillons : les risques liés à un test d'hypothèse prennent alors des significations très concrètes — le « risque du producteur » : se voir refuser une livraison de qualité satisfaisante — le « risque du client » : accepter une livraison de mauvaise qualité.

Le théorie et la pratique des contrôles de réception ont connu un développement considérable, au cours de la dernière guerre, dans les pays anglo-saxons : il y avait une nécessité impérieuse de contrôler d'énormes quantités de produits destinés aux armées. C'est ce qui explique que les règles ont été codifiées dans des documents qui portent le nom de « Military Standard ». Ils sont devenus ensuite des documents « à usage civil » dans de nombreux pays — ils ont finalement fait l'objet de normes françaises (AFNOR) et internationales (ISO). Ils ont l'avantage de toute norme : présentation de règles simples et parfaitement codifiées. Ils en ont aussi les inconvénients : voir leur emploi dévié des conditions fixées pour l'application. Le mauvais usage des normes Military Standard a pris suffisamment d'ampleur pour que AFNOR et ISO se préoccupent de réagir.

On ne saurait passer sous silence, à propos des contrôles de réception, la méthode séquentielle (ou progressive) imaginée et décrite par Wald dans « Sequential Analysis ». C'est incontestablement la méthode la plus économique pour des risques donnés. Malheureusement, certaines contraintes d'ordre pratique limitent son emploi.

Les contrôles dont je viens de parler portent sur la qualité du produit au cours de son élaboration ou à la sortie du circuit de fabrication. Mais le produit n'est généralement pas destiné à être consommé immédiatement, comme un baba au rhum — je n'ose pas dire un mille-feuilles. Il doit « faire de l'usage », et parfois un très long usage. Peu importe qu'une ampoule électrique donne un excellent éclairage lorsqu'elle vient d'être fabriquée, si elle doit cesser de fonctionner au bout de quelques heures. Cet aspect de la qualité s'appelle la « fiabilité ».

L'étude de la fiabilité est relativement récente : elle est étroitement liée au développement de l'électronique; mais la fiabilité intervient dans bien d'autres domaines. En automobile, on s'intéressera à la fiabilité d'un démarreur, d'une bougie, d'un essuie-glaces — dans le secteur ménager à la fiabilité d'un réfrigérateur ou d'une machine à laver — et même dans le domaine vestimentaire à la fiabilité d'une chemise : son aptitude à résister à un grand nombre de lavages. Les notions nouvelles qui s'introduisent dans l'étude et le contrôle

de la fiabilité sont, en autres, celles de « taux de défaillance » et de « durée moyenne avant défaillance ». Envisagées du point de vue statistique, elles ont conduit à des « modèles » autres que les modèles classiques de loi normale, loi binomiale, loi de Poisson : par exemple la loi exponentielle, les lois du type gamma, la loi de Weibull, les lois de valeurs extrêmes — loi de Frechet, loi de Gumbel.

La fiabilité absolue d'un élément étant évidemment irréalisable, la fiabilité d'un système complexe composé d'un grand nombre d'éléments (ou « composants ») pose des problèmes redoutables : que l'on pense par exemple aux conséquences de la défaillance d'un ordinateur surveillant un vol spatial — ou même de l'un des appareils qui existent dans la cabine de pilotage d'un Boeing 447. L'emploi systématique de la « redondance » constitue une solution : on aborde ainsi un domaine où l'étroite collaboration entre les techniciens (de l'électronique, de la mécanique...) et du statisticien est particulièrement indispensable.

La qualité au sens étroit, ou au sens large (incluant la fiabilité) « est ce qu'elle est » à un stade donné d'avancement des techniques. La mesurer et la contrôler est bien, l'améliorer est mieux. La preuve ultime d'une amélioration (envisagée par les techniciens, non par le statisticien) résultera d'un emploi réel et prolongé, mais elle devra être précédée d'une première preuve obtenue à partir d'essais expérimentaux.

On sait que la théorie des plans d'expérience est due, pour une très large part, aux travaux de R.-A. Fisher, réalisés à propos d'essais à caractère agronomique. L'extension au domaine industriel, plus récente, doit se plier à d'autres contraintes, mais il y a de nombreux points communs et, pour l'essentiel ce sont les mêmes modèles que l'on utilise. Il est naturellement hors de question de donner ici un aperçu, même sommaire, des nombreux et parfois très complexes dispositifs expérimentaux imaginés depuis les premiers travaux de Fisher.

Le panorama que je viens de tracer dans ce très rapide exposé, met en évidence le développement considérable, depuis 50 ans, des applications industrielles de la statistique. En France, ce n'est qu'après la dernière guerre qu'elles ont commencé à être connues, et je citerai un souvenir personnel. En 1945, ou 1946, le professeur Barnard fit à Paris un exposé sur les méthodes à l'élaboration et à la mise au point desquelles il avait largement contribué pendant les années de guerre. Il y avait dans l'assistance, très nombreuse, la fine fleur des probabilistes et des statisticiens français de l'époque. Je puis témoigner que la notion, qui nous est maintenant bien familière, de fonction ou de courbe d'efficacité était pour tous, ou presque tous, absolument inédite. Comment, par la suite, la diffusion s'est elle effectuée dans notre pays? D'abord par la lecture des nombreux ouvrages, mémoires, articles publiés en langue anglaise — puis grâce à des échanges internationaux — enfin, depuis 1952 (il y a donc 25 ans) à l'aide des enseignements qui sont donnés sous forme de stages, à l'Institut de statistique, par le Centre d'enseignement et de recherche de statistique appliquée (CERESTA).

Mon exposé, j'en ai parfaitement conscience, est très incomplet. Il comporte des omissions qui sont dues au temps limité dont je dispose. Il y a aussi des omissions volontaires, et notamment — parce que j'estime qu'elle est encore insuffisamment confirmée — l'idée récente d'appliquer au domaine industriel les concepts dits « néo-bayésiens ».

Si vous le voulez bien, nous en reparlerons, avec beaucoup d'autres choses... dans 50 ans.

CONTRIBUTION DE LA STATISTIQUE A DES CONCEPTIONS NOUVELLES DE LA MÉDECINE

Daniel SCHWARTZ

*Directeur de l'Unité de recherches statistiques de l'Institut national de la santé
et de la recherche médicale,
ancien président de la Société de statistique de Paris*

La médecine est sans doute un des domaines que l'introduction de la méthode statistique a le plus enrichi et transformé car c'est en très grande partie à son apport que la médecine doit, d'une part son accès au rang de science, d'autre part l'orientation actuelle vers les problèmes de prévention.

Inventée pour la comparaison de traitements en agronomie, la statistique pouvait d'emblée trouver en médecine un domaine comparable : la comparaison de thérapeutiques. Il va de soi qu'une telle démarche, de nature expérimentale, se heurte, portant sur l'homme, à de sérieuses difficultés : éthiques d'abord, vu la nécessité d'affecter les traitements par tirage au sort, psychologiques ensuite, la connaissance du traitement administré par le malade ou le médecin entraînant des effets, non seulement sur l'appréciation des résultats, mais sur l'évolution même de la maladie (effet placebo). Ces difficultés peuvent être partiellement surmontées, et il existe maintenant toute une méthodologie permettant d'apprécier scientifiquement les effets d'un traitement. Mais elle est coûteuse — en efforts plus qu'en argent — peu ou mal connue dans le corps médical, de sorte que la grande majorité des médications et autres traitements sont généralisés en dehors de ce jugement scientifique. Cet état de choses, dont les Pouvoirs publics se préoccupent, devrait s'améliorer dans l'avenir.

C'est cependant dans un autre domaine que la statistique devait pénétrer beaucoup plus largement : *l'épidémiologie*, qui vise à cerner les facteurs influençant la fréquence d'une maladie, en particulier bien sûr ceux qui pourraient en être la cause. Un des premiers et plus célèbres exemples est celui des enquêtes épidémiologiques destinées à tester le rôle du tabac dans le cancer du poumon. Vers les années 1950, Doll et Hill, en Grande Bretagne, publiaient les résultats d'une enquête portant sur un millier de sujets atteints de cancer du poumon et un nombre égal de témoins et montraient que l'usage du tabac était très significativement plus élevé chez les cancéreux. Cette enquête marque une date dans l'histoire de la médecine, car c'était la première fois qu'on suggérait la cause d'une maladie par un travail où la variable mesurée se réduisait à la réponse à une question. Le résultat fut vivement controversé, on objecta en particulier que les sujets malades et témoins pouvaient avoir été interrogés différemment. Pour éviter cette objection, on mena des enquêtes dites prospectives, où les sujets sont d'abord interrogés sur leur consommation de tabac, et suivis ensuite pour pouvoir comparer la fréquence de la maladie chez les fumeurs et les non-fumeurs. De telles enquêtes, en raison de la rareté de la maladie, nécessitent des effectifs considérables, et l'une d'entre elles, conduite aux U. S. A. portait sur 1 million de sujets suivis pendant 5 ans. La liaison tabac cancer du poumon est apparue très significative. Cependant, même dans ces conditions plus rigoureuses, comment passer de la corrélation à la cause? Tout permet de supposer que

fumeurs et non-fumeurs diffèrent, non seulement par l'usage du tabac, mais par toute une série de caractéristiques dont l'une pourrait bien être — pourquoi pas? — la cause du cancer. Pour répondre à de telles objections, les épidémiologistes mirent au point des techniques d'analyse multivariée de plus en plus élaborées permettant d'éliminer l'influence des tiers facteurs. Il est clair cependant que cette méthode comporte ses propres limites, on peut toujours laisser échapper des tiers facteurs insoupçonnés. Si l'épidémiologie comporte, par rapport à l'essai thérapeutique, l'avantage d'éviter les complications éthiques et psychologiques, elle comporte par contre un inconvénient de taille, qui est le vice rhédictoire de toute enquête d'observation : l'impossibilité d'aboutir à la preuve d'une relation causale.

A la suite d'études très nombreuses, souvent gigantesques, étayées par des travaux de laboratoire, le monde scientifique finit par être convaincu du rôle causal du tabac. C'était, pour l'épidémiologie, une grande victoire. Mais une victoire à la Pyrrhus.

Les épidémiologistes avaient dû, pour obtenir la quasi-preuve d'une relation causale, consentir des efforts démesurés. En outre, il s'avéra que malgré la connaissance de ce danger, et de beaucoup d'autres liés au tabagisme, les gens continuèrent à fumer presque autant. La question se posait alors, pour un comportement aussi tenace, d'en connaître les causes. On avait trouvé la cause du cancer du poumon, il fallait maintenant chercher la cause du tabagisme...

Il ne faut pas s'étonner si les épidémiologistes se mirent à délaisser quelque peu cette recherche des causes ou épidémiologie *explicative* pour s'engager de plus en plus dans une épidémiologie *pragmatique* visant à déceler seulement des *facteurs de risque*, sans se préoccuper de leur rôle causal. Une des premières et plus célèbres enquêtes fut menée sur l'infarctus aux U. S. A., sur le mode prospectif. Elle décèle quelques facteurs de risque : cholestérol, tension artérielle, présence d'anomalies électrocardiographiques, consommation de tabac; puis les statisticiens, mettant au point des formules mathématiques de plus en plus élaborées, permirent par une combinaison judicieuse des facteurs de risque d'isoler dans une population des individus à risque très élevé. Cependant, du fait même qu'on ignorait tout du rôle causal ou non de ces facteurs, rien ne justifiait d'agir sur eux pour abaisser le risque — pour la plupart d'entre eux, d'ailleurs, à l'époque, on n'aurait pas disposé de traitements efficaces. Cette performance très belle, quasi magique, permettant d'isoler dans une population les « candidats » à la maladie, n'apportait donc rien d'autre, concrètement, que la connaissance d'un danger qui pouvait constituer pour les intéressés un facteur de risque supplémentaire... L'abandon de la recherche causale éliminait une difficulté, on en rencontrait une autre.

La solution bien sûr consiste à pouvoir diminuer le risque par des procédés indépendants des facteurs de risque. C'est ce qui a pu être fait dans de nombreux cas, dont nous ne citerons qu'un exemple : il est possible, pour les femmes enceintes, de déterminer les grossesses à risque élevé de prématurité, ou de souffrance fœtale, à partir de toute une série de facteurs dont beaucoup seraient bien difficiles à modifier, — l'âge de la femme par exemple; la solution pour ces grossesses à haut risque est de les surveiller plus étroitement et de les diriger, le cas échéant, vers une maternité spécialement équipée.

L'épidémiologie pragmatique est venue à un moment où la médecine subissait une profonde évolution de sa conception, elle y a d'ailleurs contribué. Les maladies contagieuses, constituant le principal fléau il y a peu encore, ont progressivement disparu, laissant la place la plus importante à des affections comme les maladies cardiovasculaires, la bronchite chronique, le diabète, maladies à causes multiples et présentant la particularité d'être prévisibles et susceptibles de prévention. Dans le cas, par exemple, de l'infarctus du myocarde qui vient au premier rang parmi les causes de décès, les traitements ont une portée très

limitée, tandis qu'une prévention efficace est possible. Ainsi s'opère sous nos yeux l'évolution de la médecine vers cette médecine probabiliste qu'est la prévention, où la statistique est forcément l'outil de choix.

Peut être, pour compléter ce tableau, peut on ajouter que l'épidémiologie pragmatique, destinée par essence à permettre des décisions, s'infléchit, au niveau des décideurs, vers une épidémiologie économique. Dans le cadre de budgets toujours limités, des choix de priorités s'imposent, et le décideur demande que la mesure et l'abaissement du risque, pour une maladie donnée, soient chiffrés dans un bilan coût efficacité permettant la comparaison avec d'autres opérations. Dans certains cas, cette démarche a pu être tentée jusqu'au bout. On a pu montrer, par exemple, que la prévention du cancer de l'utérus par un dépistage systématique constituait, sur une période suffisamment longue, une « bonne affaire ». Dans une telle évolution, qui conduit peu à peu de l'épidémiologie explicative vers l'épidémiologie pragmatique, puis économique, puis politique, l'épidémiologiste doit rester très vigilant dans le partage des responsabilités entre celui qui fournit les données épidémiologiques et celui qui décide, faute de quoi l'épidémiologie et la statistique perdraient la qualité par quoi elles ont décidé à faire de la médecine une science; c'est-à-dire l'objectivité.

STATISTIQUE, ACTUARIAT ET SÉCURITÉ SOCIALE

Jean-François CHADELAT

Actuaire, chef de la Division statistique de la Direction de la Sécurité sociale

Le bref exposé que je vais maintenant présenter, aura sans nul doute un caractère scientifique d'une portée beaucoup plus limitée que ceux que nous venons d'entendre de la part des orateurs précédents. Il me paraît juste toutefois qu'après le point de vue des théoriciens, vous puissiez entendre quelqu'un qui vit le côté pratique de la statistique.

Qu'il me soit permis avant toutes choses de remercier, l'Institut de statistique de l'université de Paris qui nous accueille aujourd'hui en ses murs. Ces remerciements sont d'autant plus sincères que c'est cet institut qui m'a permis d'acquérir ma formation de statisticien et d'actuaire et que c'est ainsi, grâce à lui que j'ai pu obtenir les connaissances techniques nécessaires à ma vie professionnelle.

Si l'I. S. U. P. m'a fourni les bases théoriques de la statistique mathématique, du calcul des probabilités et du calcul actuariel, je dois dire qu'il m'a surtout permis d'acquérir un état d'esprit statistique. Il faut en effet que les statisticiens, et je parle ici en tant qu'employeur de statisticiens, aient le sens des réalités physiques qu'ils puissent « sentir » si un modèle est bon, ou si l'ordre de grandeur d'un résultat est correct. Par ses cours et par ses options l'I. S. U. P. a toujours permis de toucher du doigt les problèmes concrets qui se posent aux statisticiens dans sa vie professionnelle, qu'il me soit permis de souhaiter qu'il en soit toujours ainsi.

Parmi les nombreuses orientations pratiques qu'offre l'enseignement des statistiques, l'actuariat en est une particulièrement intéressante. En disant cela je n'ai pas le sentiment de prêcher pour ma chapelle, mais plutôt d'exprimer une réalité concrète qui ne fait que traduire l'évolution de notre société où les problèmes posés par la protection des individus contre les divers risques de l'existence et leur traduction financière soulèvent sans cesse des difficultés nouvelles et plus ardues.

Si l'on veut bien se pencher sur l'histoire de la science actuarielle on peut dire qu'elle a connu d'abord son domaine d'élection dans le secteur de l'assurance et principalement dans celui de l'assurance sur la vie, progressivement elle s'est étendue à l'ensemble des activités des assurances.

De nos jours l'actuariat se caractérise par trois grands secteurs d'activité, qui sont l'assurance, la banque et la protection sociale. De par les fonctions que j'occupe actuellement c'est sur ce troisième domaine que je voudrais m'étendre un peu plus longuement.

Souvent il m'a été demandé d'expliquer en quoi consistait la profession d'actuaire, c'est chose malaisée; j'en donnerais toutefois la définition suivante : « Un actuaire est celui qui mesure et qui tarifie un risque. » Ceci peut se traduire dans les assurances par une prime, dans la banque par le taux de rendement d'un emprunt, en matière de protection sociale par un taux de cotisation.

C'est ainsi que les actuaires de sécurité sociale ont été amenés à calculer les taux de cotisations nécessaires à l'équilibre de tel ou tel type de prestation, ou plus globalement de telle ou telle caisse de sécurité sociale.

La protection sociale adopte de nos jours des formes multiples : caisses de prévoyance, caisses complémentaires de retraites et régimes de sécurité sociale.

Examinons comment la statistique et l'actuariat s'applique aux régimes de sécurité sociale et plus précisément au régime général de la sécurité sociale.

Rappeler le rôle de la sécurité sociale dans notre vie de tous les jours et dans la vie de la nation toute entière, est presque superflu. Nous sommes en présence de masses financières tellement considérables qu'elles donnent le vertige. En effet en 1976 le Budget social de la Nation a atteint plus de 400 milliards de francs, depuis 1972 il a dépassé le budget de l'état et son importance par rapport à la P. I. B. va sans cesse croissant et dépasse maintenant 25 %.

Au niveau individuel nous sommes tous et à tout moment concerné par la sécurité sociale tant par les prestations maladie, familiales ou de vieillesse que par les cotisations que nous devons verser.

A titre d'exemple, la Caisse nationale d'assurance maladie qui a été déconcentrée en caisses régionales et caisses primaires effectue chaque année 260 000 000 de décomptes donnant lieu à des remboursements.

Devant de telles masses qui recouvrent tant de critères différents le rôle du statisticien est fondamental. Dans toute la France des circuits de collecte et de transmission de l'information se sont mis en place au cours des dernières années. Sans la production de ces statistiques élémentaires, le travail des techniciens, des administratifs et des hommes politiques serait impossible.

Au niveau de l'administration centrale le rôle de l'actuaire est aussi important que diversifié et celui ci voit sa tâche décomposée en plusieurs phases :

- Rassemblement de l'information statistique élémentaire;
- Présentation de cette information sous une forme directement exploitable;
- Analyse de la législation en vigueur et de ses modifications afin d'en mesurer les conséquences financières;
- Aide à la décision des politiques.

Pour illustrer mon propos je voudrais parler d'un exemple de travaux que nous avons été amené à faire et qui en septembre dernier a eu un certain retentissement dans la presse et l'opinion publique. Il s'agit des prévisions financières du régime général.

Il a toujours été de tradition de parler du déficit de la sécurité sociale, en fait ce terme a été quelque peu galvaudé car depuis les ordonnances de 1967 qui ont refondu la structure du régime général de sécurité sociale celui-ci pris globalement avait dégagé des excédents, principalement dans la branche des prestations familiales, aussi lorsque l'on parlait de déficit, il fallait entendre : le déficit de l'assurance maladie. Or pour ses 3 caisses, vieillesse, maladie, et prestations familiales la sécurité sociale présentait un excédent cumulé de 10 milliards de francs fin 1973; cet excédent a fondu rapidement et disparu presque totalement en deux ans 1974 et 1975. L'année 1976 s'annonçait donc sous des auspices sombres; plus sombre encore pour 1977 puisque les prévisions 1977 établies en juillet 1976 faisaient apparaître un déficit de 12 milliards de francs pour la seule année 1977.

C'est sur la base de ces prévisions que le gouvernement a été amené à prendre une série de mesures, propres à rétablir l'équilibre financier de la sécurité sociale.

Au 1^{er} janvier 1976 :

- Relèvement des cotisations.

Au 1^{er} juillet 1976 :

- Baisse de la T. V. A. sur les produits pharmaceutiques.

Au 1^{er} octobre 1976 :

- Relèvement des cotisations.
- Augmentation de certains tickets modérateurs d'assurance maladie.
- Reprise en charge par l'état d'une partie des dépenses du Fond national de solidarité.

Parallèlement à ces mesures la consommation médicale s'est ralentie à la fin de l'année 1976 et pendant l'année 1977, et les salaires donc les cotisations, ont progressés plus rapidement en 1977 que ce qui était prévu à l'origine dans le plan Barre du 22 septembre 1976.

Ces facteurs expliquent pourquoi le Gouvernement a pu annoncer en septembre 1977 que le régime général de sécurité sociale serait excédentaire de 2,6 milliards en 1977 au vu des nouvelles prévisions.

Peut être est ce le mot « excédent » associé à « sécurité sociale » qui a provoqué une réaction aussi étonnée de l'opinion publique et de la presse. Toujours est il que le passage de — 12 milliards à + 2,6 milliards fut considéré comme un échec des systèmes de prévision. Je considère qu'il s'agit plutôt ici de la preuve du manque de mémoire des français qui en 6 mois avaient oublié l'impact des mesures de redressement, mesures contre lesquelles ils avaient protesté et qui ont rapporté plus de 11 milliards de francs.

Comment cependant comprendre l'importance des écarts qui existent au niveau des soldes.

La tâche du statisticien est délicate car l'ensemble de ses travaux se trouve résumé en un chiffre, celui du solde global. Or ce chiffre est la résultante d'une masse de recettes et d'une masse de dépenses toutes deux de l'ordre de 250 milliards de francs. Dire que l'on est capable de donner des recettes et des dépenses avec une précision inférieure à 1 % serait plus que présomptueux, or 1 point d'écart représente 2,5 milliards si les écarts au lieu de se compenser jouent en sens inverse sur les recettes et les dépenses, implique que le solde peut osciller de 5 milliards.

Le travail de prévision suppose l'analyse de près de 300 postes différents de recettes ou de dépenses; sur chacun de ces postes il faut analyser la législation, car c'est par cette analyse que l'on peut déterminer les lignes directrices de l'évolution de ces postes, il faut ensuite procéder à l'élaboration d'ajustement économétrique, de modèles de consommation, de modèles actuariels.

Je ne rentrerais pas ici dans l'exposé détaillé de ces modèles ce qui nous entraînerait trop loin (cette analyse est publiée dans la revue statistique du ministère de la Santé : *Santé et Sécurité sociale*). Je me contenterais d'indiquer les principales lignes directrices de ces modèles, qui sont tous sur supports informatiques et permettent de tester rapidement les incidences des variations macroéconomiques.

Pour ce qui concerne les cotisations, l'analyse repose sur des ajustements économétriques utilisant l'évolution des effectifs salariés, l'incidence de la variation du nombre des demandeurs d'emplois, l'évolution du salaire moyen par tête, les conséquences du mouvement du plafond de la sécurité sociale.

Pour ce qui concerne les prestations maladie, il faut décomposer l'évolution des dépenses, en prix et en volume, l'évolution en prix est calculée et ajustée en fonction des relèvements des tarifs décidés par le Gouvernement, l'évolution en volume est elle beaucoup plus difficile à prévoir, on ne peut que se fonder sur des ajustements à partir de l'évolution passée. En fait le ralentissement de la consommation en volume en 1976 et 1977 s'explique, au moins en partie par la progression moins rapide que par le passé de la consommation

des ménages et de leur pouvoir d'achat, il existe en effet une corrélation entre la consommation finale des ménages et la consommation médicale.

Pour les prestations familiales, les modèles utilisent à la fois l'évolution du nombre des naissances et la modification de la structure des familles. En effet le ralentissement du nombre annuel des naissances a correspondu à une chute beaucoup plus spectaculaire des familles de 3 enfants et plus. Or ce sont ces familles qui sont principalement bénéficiaires des prestations familiales; ce phénomène explique en grande partie les excédents dégagés dans cette branche.

En assurance vieillesse, les méthodes plus classiques de l'actuariat s'appliquent assez bien : vieillissement des populations à l'aide de table de mortalité, simulation des départs en retraite à l'aide de tableaux de fréquences, impact calculé des mesures nouvelles rentré par des sous-programmes de calcul.

Parallèlement aux prévisions correspondant aux résultats globaux d'un exercice comptable, nous avons mis au point un modèle informatisé permettant de prévoir au jour le jour et pour une période de 12 mois l'évolution de la trésorerie du régime général.

En effet si les tirages journaliers sont relativement réguliers plus de 800 millions de francs par jour, les cotisations ne sont encaissées qu'entre le 20 et le 25 de chaque mois ce qui explique que chaque mois dans les jours qui précèdent le 20, la trésorerie passe par des creux pour remonter ensuite brutalement, les amplitudes atteignant couramment des montants de près de 8 milliards de francs, ceci explique que même avec un compte annuel équilibré, le régime général peut avoir des difficultés de paiement à certains moments, et c'est le rôle de l'actuaire que de prévoir ces passages difficiles et prévenir de leur arrivée pour permettre la prise de mesures.

Comme vous pouvez le constater le volume des travaux à réaliser dans ce domaine a nécessité de notre part la création d'outils informatiques, mais, et c'est l'expérience, acquise par la pratique, qui m'oblige à rappeler ici, que les résultats informatiques doivent toujours être contrôlés minutieusement, car trop souvent l'informatique mathématique peut se comparer à une boîte noire; et l'on doit toujours pouvoir juger de ce qui est vrai ou seulement vraisemblable.

J'en terminerais en espérant avoir pu vous intéresser par cet aspect pratique de la statistique, dans un sujet où nous sommes concernés et où les problèmes sont chaque jour d'une actualité plus brûlante.

STATISTIQUE ET ÉCONOMÉTRIE AU SERVICE DE LA SCIENCE ÉCONOMIQUE

Henri GUITTON

Membre de l'Institut, ancien président de la Société de statistique de Paris

Je suis heureux d'apporter mon témoignage à la fin de cette journée du cinquantenaire de « La Science statistique ». Chacun à sa manière a montré quels étaient les récents progrès de cette science. Je ne me placeraï pas, quant à moi, sur le terrain des innovations techniques. Je voudrais me situer sur celui des idées et des méthodes, telles que je les ai vu se développer dans l'analyse économique des dernières décennies.

Je me suis trouvé depuis 1952, voici donc 25 ans, à une sorte de carrefour. J'avais été appelé à donner l'enseignement de statistique à ce qui s'appelait encore la faculté de droit et des sciences économiques de Paris. Il s'agissait d'un cours à option dans la préparation du diplôme d'études supérieures (D. E. S.) d'économie. Avec les réformes successives, je fus chargé de cet enseignement devenu obligatoire dans le cycle de la licence ès-sciences économiques.

Je me suis alors rendu compte qu'une union était de plus en plus nécessaire entre l'enseignement économique et les méthodes toujours en progrès de la statistique. Faute de cette union, les facultés de sciences économiques auraient paru retardataires, et, pour employer le langage du jour, sous développées.

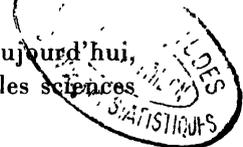
J'ai souvent employé la comparaison du mariage. Allions nous faire un mariage d'amour ou un mariage de raison? Vous le devinez, il ne pouvait y avoir entre l'économie et la statistique mathématique, le coup de foudre. Et du reste, il n'était pas désirable. Les mariages de raison sont souvent plus féconds et plus durables que les mariages d'amour. Ce fut, je crois, le cas pour celui que nous avons célébré.

Évidemment, je me suis trouvé en position inconfortable, parce que facilement critiqué par les tenants de ceux qu'on pourrait appeler les traditionnalistes. En obligeant nos étudiants à une formation mathématique, nous allions bouleverser les habitudes acquises, de facilité il faut bien le reconnaître. Et si nous avons établi deux licences, celle sans mathématiques et celle avec mathématiques, nous aurions créé une distorsion dans nos structures d'enseignement.

Il reste qu'une opposition d'esprits subsiste inévitablement entre les progressistes et les traditionnalistes.

J'ai relevé dans la publication des travaux des Journées de Vaucresson (juin 1976) : « Pour une histoire de la statistique », un article de Cl. Menard de l'université d'Utrecht, intitulé : « Trois formes de résistance aux statistiques ». L'auteur expose les idées de trois auteurs : Say, Cournot, Walras. J'adhère à la thèse que Say et Walras étaient des penseurs qui n'aimaient pas les statistiques. Mais je pense, par contre, que Cournot était au XIX^e siècle un des rares représentants de l'école probabiliste, en avance sur le XX^e siècle, et je le considère comme un des fondateurs, avant la lettre, de l'économétrie.

Je voudrais aussi parler de Simiand, qu'on a trop tendance à oublier aujourd'hui, et dont Jean Bouvier nous redit les mérites : « François Simiand, La statistique et les sciences



humaines » (dans la même publication, p. 431). Permettez moi d'évoquer la distinction que faisait ce maître, alors professeur au Conservatoire des arts et métiers, mort en 1935. Il opposait les deux démarches que résumait les deux formules : Les théories sans faits — Les faits sans théories — Comme s'il fallait choisir l'une *ou* l'autre. Je démarque l'opposition en écrivant à mon tour : Faut-il bâtir une théorie sans statistiques ou se borner à passer sa vie à mettre en ordre des statistiques sans se soucier d'élaborer une théorie? La théorie sans statistiques peut être littéraire (pour employer l'expression de Pareto) ou historique sans chiffre; elle peut être aussi purement mathématique dans le style de Debreu. La statistique sans théorie est évidemment toujours à base de notations chiffrées. C'est celle dont nous connaissons les plus remarquables exemples aujourd'hui avec les analyses contemporaines : tests, analyse des données, recherche des liaisons significatives. Gérard Calot vient de nous en donner un merveilleux témoignage, en avouant l'incapacité où il était, et peut être où il voulait rester, de découvrir les causes des observations qu'il mettait en ordre. Croze a utilisé à son tour une expression que je voudrais relever : l'utilité de la statistique est de prouver des faits invisibles à l'œil nu.

Vous me permettrez encore de vous soumettre mon propre point de vue. Les deux attitudes qui s'opposent sont nécessaires au départ de la démarche scientifique. Mais elles sont aussi incomplètes l'une que l'autre. Elles ne sont pas définitives. Elles peuvent seulement apparaître comme telles au point de l'histoire des sciences humaines où nous nous trouvons en ce moment. Mais j'ai la conviction que la science économique est encore à peine constituée. Elle se perfectionne d'année en année.

Je vois l'économétrie comme une synthèse entre les deux manières que je viens d'évoquer. C'est du reste l'un de ses créateurs qui la définissait ainsi au moment du lancement de la revue *Econometrica* en Europe en 1930. Ragnar Frisch écrivait : « l'économétrie a un triple but, préciser la théorie économique, développer les procédés statistiques, utiliser les mathématiques pour établir les relations adéquates entre la théorie et les réalités statistiques ».

Malheureusement, si je puis dire, et Divisia m'en faisait la confiance peu de temps avant sa mort, des trois composantes de l'économétrie, la mathématique a exercé sur les deux autres un effet de domination. Elle est devenue absorbante. Les lecteurs de la revue *Econometrica* ne cachent pas qu'ils ont de la peine à comprendre ses articles et à y retrouver les réalités économiques.

Je fais ici le vœu que la vocation économétrique *vraie* ne soit pas perdue de vue. Ce qu'il y a de certain et ce que je puis vous affirmer pour conclure ces quelques réflexions, c'est que tous ceux qui sont réunis ici ce soir, et qui ont consacré une des meilleures parts d'eux-mêmes à l'enseignement et à la recherche statistiques, espèrent avoir contribué à faire aimer la statistique.