

# REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

G. DARMOIS

## La formation probabiliste et statistique de l'ingénieur

*Revue de statistique appliquée*, tome 4, n° 2 (1956), p. 13-16

[http://www.numdam.org/item?id=RSA\\_1956\\_\\_4\\_2\\_13\\_0](http://www.numdam.org/item?id=RSA_1956__4_2_13_0)

© Société française de statistique, 1956, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Revue de statistique appliquée* » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) 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/>

# LA FORMATION PROBABILISTE ET STATISTIQUE DE L'INGÉNIEUR

par

**G. DARMOIS**

J'ai dit, à plusieurs reprises déjà, non pas que notre temps soit fertile en miracles, mais que la mécanique de son développement se rapproche beaucoup plus du caractère explosif que des calmes notions de vitesse, d'accélération... Jamais n'ont été aussi actives et fécondes les possibilités d'application de la recherche scientifique à l'art de l'ingénieur, au sens général du mot ; je parle de l'homme qui, aux prises avec le concret, doit décider au mieux dans les problèmes qui lui sont posés.

Or, pour obtenir rapidité, fécondité, efficacité, il faut être dans ce mouvement. C'est pourquoi l'on doit attacher tant d'importance à l'enrichissement de l'esprit par ce que j'appelle l'intégration pédagogique des nouveautés. Il faut, en brisant parfois certaines ankyloses, obtenir que se propage avec le maximum de clarté et d'efficacité tout ce qui nous rend plus capables de poser les vrais problèmes et de les résoudre.

Les réactions de l'esprit devant une question qui se pose dépendent bien évidemment de sa formation préalable. Il faut d'abord transformer la question concrète en une autre, jugée raisonnable et adaptée, cette deuxième question donnant prise à l'application de certaines méthodes, existantes ou à perfectionner.

Cette transformation ne peut commencer, ne peut se faire et réussir que si l'imagination, si la vigueur de l'esprit, sont à la hauteur des questions posées.

La décision prise dépend de l'information, de l'ampleur, de la qualité de l'esprit qui répond.

Nous attendons un résultat, par exemple, que sorte une pièce d'un certain diamètre. Il sort une pièce de dimension plus forte. Que faire ? Si notre conception est, disons déterministe, nous croyons qu'à un réglage donné correspond un diamètre déterminé ; la conclusion s'impose : il faut changer le réglage. Si, au contraire, nous concevons le résultat comme aléatoire, si nous savons qu'un tour fabrique des pièces fluctuantes, nous devons, non pas attendre passivement, mais observer, mesurer les fluctuations, leur distribution, la stabilité de cette distribution.

Ce que certains croient être un changement vrai nécessitant un changement de politique et d'organisation, n'est souvent qu'un changement aléatoire qu'il faut

étudier numériquement pour conclure si l'organisation actuelle est vraiment adaptée à nos desseins.

Le tour, par exemple, peut être censuré ou être utilisé à d'autres besoins moins fines.

C'est dans des cas de ce genre qu'apparaît ce que je crois être la supériorité de l'esprit statistique.

Au fond, c'est l'élargissement de l'esprit de recherche, et l'Ingénieur ne doit pas être seul à le posséder. Il faut que, par son action et son influence, pénètrent de nouvelles formes de penser et de réagir. C'est la richesse et la qualité des résonances nouvelles ainsi créées qui permettra de résoudre des questions qu'on n'avait même pas aperçues auparavant. Cet enrichissement doit être recherché pour les jeunes et pour les adultes.

Pour ces derniers, en effet, la maturité de l'esprit, l'expérience acquise, l'importance du rôle social rendent l'évolution absolument nécessaire. Il ne faut pas se dissimuler la difficulté de la tâche. Chez un homme fait, comme on dit, une certaine prudence, un certain scepticisme dans le rendement des nouveautés, de ce qu'on appelle volontiers le théoricien, ne favorisent guère qu'un certain immobilisme. Quitte, bien entendu, à s'élancer vers la nouveauté quand elle est à la mode. A ce moment là, la difficulté paraît, on n'a pas assez d'hommes, pas assez d'esprits préparés.

C'est ce qui s'est passé dans le développement des applications de la statistique. Au début, disons vers 1937, la réaction la plus commune fut un sourire sympathique, sans beaucoup plus. Valait-il la peine d'acquérir, de faire acquérir cette formation jusqu'alors négligée. Une très forte évolution s'est faite et l'on a pu puiser à la double source des ingénieurs des entreprises et de la formation des jeunes. L'expérience des ingénieurs s'est enrichie de la formation théorique élémentaire ou plus élevée, et la formation des jeunes profite de la connaissance du climat des entreprises. Et, insistant maintenant sur ce qui est mon but, je voudrais dire qu'il y a beaucoup plus que l'avantage immédiat de certaines applications, c'est justement l'élargissement mental auquel conduit l'esprit probabiliste et statistique.

Tout le monde connaît bien cette impression d'élargissement que donne une théorie nouvelle, expliquant tous les résultats des théories précédentes, c'est à dire les comprenant comme cas particuliers ou cas limites, mais enrichie de points de vue plus élevés, expliquant par là ce qui échappait aux théories anciennes, et construisant par la vie normale de la pensée des idées nouvelles, des possibilités entièrement neuves de réalisations.

Je voudrais faire une brève revue de ces nouveautés dont quelques-unes résultent d'une longue mise au point, comme la théorie des probabilités elle-même, qui débutait il y a environ 3 siècles, mais qui, reconnaissons le, n'est pas encore bien entrée dans le système de l'instruction publique (Laplace, un siècle et demi).

## L'IDÉE D'ÉCHANTILLON

On sait bien, et depuis très longtemps, que nos connaissances, nos jugements, nos mesures ne sont, bien souvent que le résultat d'une étude non exhaustive. Nous jugeons sur échantillon.

Mais, la connaissance ainsi acquise et le risque attaché aux décisions, n'ont pris une forme assez précise et numérique que par la théorie des échantillons,

qui a précisé l'influence de l'effectif, et les techniques qui fournissent le maximum de connaissances pour des ressources données.

C'est aussi de là que part la notion si importante d'écarts significatifs.

Si notre connaissance actuelle nous permet une théorie assignant un certain champ aux résultats escomptés, quand devons-nous conserver notre position comme suffisante, quand devons-nous la soupçonner d'insuffisance et rechercher l'influence de facteurs négligés, mal connus. C'est quand les écarts avec les résultats escomptés dépassent les fluctuations normales. Ces tests d'hypothèses, comme on les appelle, doivent bien entendu être assortis d'une information concrète bien solide. Tout récemment, à propos du fameux jeu de Craps, la non apparition du point 7 comme somme de points de deux dés était un sérieux test de dés pipés et, en effet, disait Joseph BERTRAND, ils l'étaient.

## **INDÉPENDANCE - DÉPENDANCE - CORRÉLATION**

Plus importante peut-être, plus totalement nouvelle est la notion de liaison de probabilité, qu'on appelle aussi dépendance stochastique ou encore **corrélation**.

Les lois habituelles, disons l'optique classique des lois naturelles, celles de Galilée, de Newton... c'est la liaison fonctionnelle. La nature disait Galilée emploie les êtres géométriques et mathématiques. Il s'agit ici d'un nouvel être mathématique, d'une loi de probabilité qui change souvent la valeur d'un caractère.

En liaison fonctionnelle, la connaissance de  $x$  fixe la valeur de  $y$ , Ici, c'est la répartition de  $y$  qui est fixée par  $x$ . Il peut arriver que  $y$ , ainsi lié par  $x$ , soit très peu dispersé. On est au voisinage de la liaison fonctionnelle, dont on voit maintenant qu'elle n'est qu'un cas limite.

## **UNE ACQUISITION NOUVELLE ET IMPORTANTE**

Une grande idée de Jacques BERNOULLI est qu'on pouvait conduire vers la connaissance un cheminement aléatoire. La façon de conduire ce cheminement est ce qu'on peut appeler de façon générale le plan d'expérience (experimental design). c'est là une dignité nouvelle du statisticien moderne. Associé à la recherche dès son début et dans ses pas successifs, il est chargé d'indiquer comment obtenir l'information la plus étendue avec certains moyens.

Ce cheminement optimum vers la connaissance peut être aidé et repéré par la théorie des informations. Il peut s'arrêter quand on juge l'information suffisante pour la décision, (cheminement séquentiel, estimation la meilleure, estimation exhaustive de l'information obtenue...)

## **LE CONCEPT D'ÉVOLUTION ALÉATOIRE**

Vous savez tous que la mécanique habituelle, utilisant l'état à un certain instant et la connaissance du champ, par intégrations d'équations différentielles, ou solutions générales de problèmes de type de Cauchy, calcule à l'avance le développement dans le temps, à l'aide de modèles fonctionnels et de fonctions bien déterminées.

Il y a déjà longtemps que des modèles à impulsions aléatoires ont été considérés par YULE à propos des taches solaires (1927). En 1933, Raynar FRISH marquait le profond intérêt de ces idées pour l'étude des mouvements économiques.

C'est ce qu'on appelle souvent les processus stochastiques, l'évolution aléatoire, la mécanique aléatoire.

L'évolution d'une population, au sens le plus général du mot, population humaine, population de particules, ensemble constituant un stock, etc... appartiennent à la démographie générale ou mathématique dont le traitement le plus satisfaisant est celui de l'évolution aléatoire.

De même qu'en mécanique classique, disons déterministe, ce sont les données à l'instant  $t$ , disons l'état du système qui, jointes aux conditions de champ permettent de prévoir l'évolution fonctionnelle, de même on voit, jouer un rôle prépondérant à certains processus dits de MARKOV.

En effet, la loi de probabilité du développement pourrait contenir tous les états passés du système. Le cas le plus simple est l'indépendance mais c'est trop simple. On peut, dans beaucoup de cas réduire l'influence passée et en particulier ne tenir compte que de l'état présent pour estimer l'avenir.

Que ce soit en démographie, économie, physique, etc... le rôle de ces concepts ne peut que grandir. On peut dès maintenant considérer qu'ils font partie de ces enrichissements nécessaires à la pensée auxquels j'ai consacré ces quelques mots.

#### DISCUSSION (Président : M. FRECHET)

M. le Président remercie vivement M. DARMOIS de son très intéressant exposé et signale que celui-ci non seulement a donné le conseil, mais qu'il a réalisé le voeu de faire pénétrer l'esprit de la statistique à la fois parmi les jeunes et parmi les adultes, en instituant une organisation conçue à cet effet.

M. DARMOIS précise qu'il s'agit du Centre de Formation des Ingénieurs et Cadres aux Applications Industrielles de la Statistique, qui fonctionne à l'Institut de Statistique de l'Université de Paris, (1) et par lequel il a déjà été formé environ 150 à 300 personnes qui viennent toutes des entreprises, par conséquent de la source.

En ce qui concerne l'introduction du calcul des probabilités et de la statistique dans l'enseignement public, M. le Président et M. DARMOIS signalent qu'un premier pas a été fait par l'introduction d'épreuves à certains baccalauréats relevant de la Direction de l'Enseignement Technique.

D'autre part, même avant cela, en 1938, M. l'Ingénieur en Chef NICOLAU avait réussi à faire pénétrer cet enseignement dans les écoles d'armement.

---

(1) Pour tous renseignements s'adresser à l'Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre Curie.