

JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

ANDRÉ METZ

Caractères de certaines distributions statistiques dans les fabrications industrielles

Journal de la société statistique de Paris, tome 106 (1965), p. 139-142

<http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1965__106__139_0>

© Société de statistique de Paris, 1965, 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/>

CARACTÈRES DE CERTAINES DISTRIBUTIONS STATISTIQUES DANS LES FABRICATIONS INDUSTRIELLES

M. François DIVISIA, professeur d'Économie industrielle et Statistique au Conservatoire des Arts et Métiers — et également à l'École polytechnique — a entrepris, il y a quelques années, des études sur les fabrications industrielles, pour examiner le caractère des distributions des objets fabriqués en série.

Ces objets, bien entendu, ne peuvent être rigoureusement conformes à leur modèle et il y a, comme dans toute œuvre humaine, des *écarts* dus à de nombreuses causes. Ces écarts se distribuent suivant des lois qui se rapprochent parfois de la seconde loi de Laplace

(dite : loi de Gauss) et ils sont souvent traités, dans les travaux sur la statistique industrielle, comme exactement conformes à cette loi.

F. DIVISIA se demandait si cette manière de voir était correcte et si les conséquences qu'on en tirait, étaient justifiées. Il avait eu son attention attirée sur les travaux de M. Maurice VIEUX (1) et il pensait qu'on serait peut-être amené à distinguer entre « *aléostatistique* et *technostatistique*, le premier mot désignant toutes les études de statistique théorique qui font un emprunt au calcul des Probabilités et le mot *technostatistique* désignant au contraire les études qui se préoccupent de rattacher la production des distributions statistiques à quelque autre phénomène technique que le tirage de boules dans une urne ».

Il me demanda de collaborer avec lui pour cette recherche.

Il est décédé en 1964 avant d'avoir pu publier quoi que ce soit à ce sujet. Je voudrais ici résumer l'essentiel de ces études et de leurs résultats, de façon que les enseignements qu'ils comportent ne soient pas perdus.

Pour ce travail, nous nous sommes adressés à de grandes industries possédant des bureaux d'études, ainsi qu'à des organismes de recherche.

Un de ceux-ci, qui publie souvent des travaux de statistique, nous a fait connaître que ces travaux portent généralement sur des nombres de 10 à 12 épreuves, parfois moins, rarement plus, pour des raisons d'économie. Or on ne peut rien dire sur le caractère d'une distribution dans ces conditions.

Nous avons pu trouver une maison fabriquant des matières plastiques, qui nous a fourni des résultats d'essais de chocs portant chacun sur une vingtaine de mesures. Celles-ci se répartissaient, presque toutes, à peu près suivant les « courbes en cloche » classiques, mais très souvent la valeur numérique d'une mesure, quelquefois de deux (sur 20) révélait une résistance beaucoup plus faible. D'après les calculs, cette valeur n'aurait dû être atteinte qu'une fois sur 1 000 ou 10 000.

La même maison étudia ensuite des séries d'essais plus longues (une centaine d'épreuves) puis plus longues encore, portant sur des « éprouvettes » de matière plastique en nombre de 68 à 200. D'autre part, des aciéries fournirent des courbes de « trempabilité » correspondant à 126 coulées d'acier d'une sorte, 199 d'une autre et 408 d'une troisième espèce. Sur ces courbes trois points caractéristiques ont été étudiés conformément aux avis des techniciens. On a donc exécuté neuf études portant sur 126 à 408 mesures.

Enfin une manufacture de glaces en verre a fait des études statistiques sur l'épaisseur des glaces de grandes dimensions suivant les différents points de leur surface. Plusieurs séries — portant chacune sur plus de 1 000 mesures d'épaisseur — ont été étudiées.

Ces études ont montré, presque toujours, des distributions sensiblement « normales », pour la grande majorité des mesures. Cependant quelques-unes de ces mesures — et en nombre beaucoup plus important que ne le voudrait la loi de Laplace — sont aberrantes et indiquent qu'un pourcentage correspondant des fabrications en cause s'écarte fortement de la moyenne. Avec les graphiques en fréquences cumulées reportés sur papier spécialement quadrillé, les distributions laplaciennes sont représentées par des droites. En raison des valeurs aberrantes ci-dessus, les distributions observées donnaient, non pas des droites, (« droites de Henry »), mais des lignes brisées, et F. DIVISIA les appelait distributions en Z inversé aplati (—/—).

(1) Maurice VIEUX, *Étude du fonctionnement des tours automatiques à l'aide des méthodes statistiques*. Publications de la chaire d'économie industrielle et statistique du C. N. A. M. (Groupe d'études des problèmes d'application de la statistique à l'industrie). Rapport publié (polycopié) en mars 1958, puis imprimé en 1960.

Le professeur Divisia avait beaucoup de considération pour les travaux de M. VIEUX et il tenait à le faire participer à ses propres études et à la publication de leurs résultats.

Si les cahiers des charges exigent — pour des raisons de sécurité ou autres — une certaine conformité à un modèle, ces mesures aberrantes correspondent à des pièces à rebuter. Or les méthodes de contrôle dit « statistique » consistent dans un « échantillonnage » de quelques pièces sur lesquelles on effectue des mesures, — après quoi on calcule la « moyenne » et l'« écart-type ». Ces pièces seront très probablement de « bonnes » pièces et on sera alors facilement conduit à ignorer la proportion réelle des pièces qui devraient être rebutées.

*
* *

L'explication de ce phénomène paraît être la suivante :

La loi de Laplace (dite loi de Gauss) a fait ses preuves et elle est certainement valable dans un grand nombre de cas. Mais sa démonstration est fondée sur la considération de combinaisons d'« erreurs » de (mesure) ou d'« écarts » (par rapport à un type moyen) *petits, nombreux, ayant des causes différentes et indépendantes*.

On comprend qu'ainsi les écarts résultants soient rarement importants en grandeur, car alors il faut qu'ils résultent d'une superposition exceptionnelle de nombreux petits écarts indépendants, de même sens, ce qui implique une rare coïncidence.

Or en fait, les écarts importants sont apparus maintes fois nettement plus nombreux que ne l'indique le calcul de la fonction de Gauss et une analyse serrée faite au point de vue technique conduit à les attribuer, non pas à la superposition de petits écarts « aléatoires purs » mais à des défauts dont il n'y a aucune trace dans les unités voisines de la moyenne.

Quand ces défauts sont en très petit nombre et localisés, ils constituent des écarts ou anomalies *systématiques* dont la détection et l'analyse ne relèvent pas de la statistique; mais il peut s'agir aussi de défauts (1) ayant des valeurs accidentelles trop nombreuses — ou d'apparitions de phénomènes très différents de ceux auxquels on s'attend (2).

Il importe de noter que c'est dans les parties extrêmes des courbes que se trouvent des irrégularités, c'est-à-dire, précisément dans les parties où se situent les éléments inadéquats (par excès ou par défaut). Ainsi, les utilisateurs, qui sur la foi d'essais portant sur quelques résultats « moyens » croiraient pouvoir compter sur un pourcentage négligeable de fournitures inadéquates pourraient avoir de sérieux mécomptes.

A cet égard, la réussite, le développement et la diffusion des théories statistiques probabilistes comportent le risque de conduire à une croyance à la valeur pratique universelle de la loi de Laplace sous sa forme la plus simple, — à déduire, par exemple, qu'on peut toujours simplifier énormément les conditions de réception de fournitures par voie d'échantillonnage, sans porter toujours suffisamment l'attention sur les implications restrictives de ces procédés de réception, — à rédiger des spécifications techniques de fournitures prescrivant des essais sur un petit nombre d'éprouvettes constituant des échantillons pris au hasard dans des lots nombreux, et comparant aux valeurs limites admissibles les moyennes ainsi constatées augmentées ou diminuées d'un certain nombre d'« écarts-types ».

(1) Ces défauts, ces « pailles » obéissent-elles, de leur côté, à des lois statistiques? Ce n'est pas impossible et cela dépend sans doute des fabrications considérées. Pour le savoir, il faudrait étudier un très grand nombre d'objets de fabrication homogène, ce qui, l'expérience le montre, a été assez rarement fait jusqu'ici. Mais si elles y obéissent, c'est certainement à des lois différentes de celles qui régissent les « petits écarts » constatés le plus souvent. Ces deux lois se superposent et il faut tenir compte des unes comme des autres.

(2) Ainsi la taille des hommes obéit en général à la loi de Laplace. Toutefois, il y a des nains et des géants; or le *nanisme* et le *gigantisme* sont des phénomènes dont l'apparition n'a aucun rapport avec les causes des écarts de taille dans le cas général.

On est ainsi amené à admettre, *sans le dire*, qu'une distribution est vraiment « normale » alors que cela ne peut d'aucune façon, être vérifié sur quelques dizaines d'essais (ou moins) et se trouve, sur le plan général, contredit nettement par les études qui ont pu être réalisées avec des nombres suffisants d'essais sur certaines distributions réelles : non seulement certaines des distributions ainsi étudiées n'apparaissent pas rigoureusement normales, mais les irrégularités qu'elles présentent se situent dans les zones extrémales, c'est-à-dire justement dans celles qui contiennent les éléments à éliminer comme s'écartant trop de la norme admise.

*
* *

Ces exemples ne permettent malheureusement pas de conclure à une loi précise pour les distributions des fabrications industrielles en série. En effet les « valeurs aberrantes », qui apparaissent dans ces distributions, proviennent de défauts qui dépendent non seulement des objets fabriqués, mais encore de leur mode de fabrication. Disons qu'en « technostatistique » il n'y a pas de loi universelle.

Certains auteurs pensent qu'il y a lieu de condamner définitivement les méthodes du « contrôle statistique » et qu'il faut se fier uniquement — du moins lorsqu'une question de sécurité est en cause — au contrôle non destructif, pratiqué à 100 %. Ainsi on éliminerait les « soufflures » dans les pièces métalliques en les plongeant dans un liquide ayant exactement la densité du métal : toute pièce qui surnage doit alors être rebutée.

Ce genre de contrôle est sans doute nécessaire dans certains cas. Toujours est-il qu'il ne faut se fier aux méthodes qui supposent, *explicitement ou implicitement*, le caractère normal des distributions que si des études approfondies, portant sur des séries suffisamment longues (de l'ordre de 200 épreuves au moins) ont montré que la distribution des fabrications en cause est pratiquement « normale ».

*
* *

Je dois ajouter que des renseignements récents, provenant de sources hautement qualifiées, permettent de considérer qu'à l'heure actuelle le contrôle « statistique » par prélèvements sur un nombre insuffisant de données n'est plus, généralement, en faveur en raison des mécomptes auquel il avait conduit. L'organisation professionnelle de la Mécanique et les techniciens intéressés ont heureusement réagi contre ce genre d'imprudences.

Il convient toutefois de prémunir les intéressés contre un retour éventuel des tendances à ces imprudences, favorisées peut-être par le souci d'économie ou de rapidité, ou encore par une croyance à la valeur absolue (parce que « scientifique ») de la loi de Laplace.

« Mise en garde » était la leçon que tirait le professeur DIVISIA de nos études. Que ce soit aussi la conclusion de ce bref résumé.

André METZ