REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

GEORGES DARMOIS

Le centre de formation des ingénieurs et cadres aux applications industrielles de la statistique

Revue de statistique appliquée, tome 1, nº 1 (1953), p. 5-24
<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1953__1_1_5_0>

© Société française de statistique, 1953, 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/

LE CENTRE DE FORMATION DES INGÉNIEURS ET CADRES

AUX

APPLICATIONS INDUSTRIELLES

DE LA

STATISTIQUE

PRÉSENTATION

par

Monsieur le Professeur Georges DARMOIS

UN PEU D'HISTOIRE.

Le Centre a été créé en 1952. On peut se demander pourquoi nous avons attendu si longtemps.

En vérité, pour escompter raisonnablement la réussite, deux conditions étaient nécessaires : une atmosphère favorable et une équipe compétente.

Il est bien vrai que, depuis une vingtaine d'années, les applications industrielles de la statistique se sont développées progressivement aux Etats-Unis d'abord, puis en Angleterre, puis en France. Elles atteignent maintenant bien d'autres pays. La rapidité de ce développement et par conséquent l'ampleur acquise, n'ont pu jusqu'ici, en France, se comparer, dans les résultats, à ce qui a été atteint à l'étranger.

Nous devons tenir compte du fait que, dans notre pays, la guerre a freiné, parfois supprimé les recherches et les applications qu'elle développait au contraire, ailleurs, à très grande échelle.

D'autre part, les méthodes statistiques étant absentes de l'enseignement des Grandes Ecoles, les esprits des chefs d'entreprises n'étaient pas du tout, avant la guerre, acquis à leur emploi. Il n'y avait pas assez de points communs entre le monde de la production et celui des spécialistes des méthodes statistiques.

A partir de 1937, j'avais tenté quelques efforts pour développer les contacts, et rencontré, d'abord des sympathies, ensuite quelques résultats. Tout fut arrêté brutalement en 1940.

Nous avons donc été en retard, et nous le sommes encore.

Il y a, dans cette situation, autre chose que des inconvénients. Car les preuves sont faites abondamment de l'efficacité de ces méthodes, et nous avons en outre l'expérience de nos devanciers. En prenant une bonne allure, nous pouvons aller très vite.

Je pense que l'on saisit bien maintenant le vrai problème, qui se pose sur un plan un peu différent de celui de l'enseignement classique. Habitué que j'étais à ce dernier, j'ai mis quelque temps à bien comprendre.

L'Institut de Statistique de l'Université de Paris (I. S. U. P.), qui fut créé il y a trente ans, a pour but l'enseignement et la recherche en matière d'applications des méthodes statistiques à tous les domaines.

C'est dire qu'il lui faut surveiller l'horizon, se tenir prêt à l'accueil des nouveautés de valeur.

Parmi les enseignements nouveaux, nous avons introduit les applications à la biologie et à l'agriculture, ainsi qu'aux techniques et recherches industrielles.

Puis je pensai (ce n'était pas sans doute bien original) que la formation doit durer toute la vie, et que ceux qui sont déjà, dans les entreprises, engagés dans la production, rencontraient des problèmes auxquels ils n'avaient pas été préparés.

En 1950, nous avons créé un Cours Spécial de Méthodes Statistiques, pour les ingénieurs. Ce cours, durant à peu près toute l'année scolaire, ne pouvait toucher que les ingénieurs de la région parisienne. Il eut beaucoup de succès. Mais il était évident qu'il fallait étendre le recrutement, et que nous devions penser à la formation, non seulement des ingénieurs, mais de ceux qui seraient leurs auxiliaires indispensables.

Nous avions déjà, si j'ose dire, pris la température. Elle était favorable et le devint rapidement beaucoup plus par l'envoi aux Etats-Unis des Missions de productivité. Ayant assisté, en particulier, aux réunions de la Mission du Caoutchouc, qui rendait compte de ses observations et acquisitions, je sentis que l'esprit était vraiment favorable.

Les années passées depuis 1944 avaient d'autre part formé un nombre suffisant de spécialistes compétents. L'équipe existait.

C'est ainsi que, le 28 juin 1952, le Conseil d'Administration de l'I. S. U. P., sous la présidence de M. le Recteur Sarrailh, décidait la création d'un nouvel organisme, pour lequel nous avons choisi le nom de « Centre de formation des Ingénieurs et Cadres aux applications industrielles de la Statistique ».

LES BUTS.

Il s'agit de donner à l'industrie française, aux chefs des différentes entreprises, la possibilité de former efficacement leur personnel aux techniques statistiques qui ont si complètement fait leurs preuves à l'étranger.

Il faut d'autre part que la recherche soit suivie, que les problèmes nouveaux puissent être étudiés, qu'un contact permanent avec les utilisateurs soit maintenu.

LES MOYENS.

La formation est d'un type nouveau. Il faut qu'elle soit accélérée pour que les entreprises puissent y envoyer, pendant un temps assez court, du personnel de qualité. Il faut qu'elle soit vivante, aussi concrète que possible, que son application immédiate ne rencontre pas de lacune de formation.

Nous avons prévu deux types de stages :

1) **Stages élémentaires ou du premier degré**, qui n'exigent aucune formation mathématique particulière.

Les stagiaires doivent pouvoir, à la sortie, appliquer, après les avoir comprises, les techniques statistiques du Contrôle des fabrications.

La durée du stage est de 10 à 15 jours.

Le principe de la formation est d'arriver, par voie expérimentale, à donner la connaissance des principes et méthodes du jugement sur échantillon.

2) **Stages du second degré**, destinés à des ingénieurs de formation scientifique.

La durée du stage sera de trois semaines.

Débutant par quelques principes fondamentaux du calcul des probabilités, il ajoute au contrôle des fabrications l'étude des liaisons ou corrélations entre les caractères d'une fabrication, les plans d'expériences qui assurent le maximum d'efficacité, les sondages pour enquêtes de marchés, les principes sur l'économie des entreprises et leur productivité. Toutes ces questions seront traitées par des spécialistes qui en ont pratiqué l'application.

CONTACT AVEC LES UTILISATEURS ET AVEC LA RECHERCHE.

Le but est le perfectionnement continu des ingénieurs et cadres, la mise au point pour les chefs d'entreprises.

La Revue de Statistique appliquée leur apportera des exemples d'applications, les nouvelles des progrès, la documentation, tout cela venu de la France et du monde entier.

Enfin, soit qu'il s'agisse d'explications complémentaires sur des difficultés rencontrées au cours des applications des méthodes enseignées, soit que se pose une question originale nécessitant des recherches et la création d'une technique Statistique nouvelle, un groupement de théoriciens et praticiens constituant le Bureau d'Etudes du Centre est mis à la disposition des entreprises et des ingénieurs.

CONCLUSION DU MOMENT.

La machine, si j'ose dire, est en place. Elle a commencé à tourner. Elle tournait déjà en vérité depuis six mois de travaux préliminaires. Nous avons été puissamment encouragés et aidés par le Ministère de l'Education Nationale, par le Comité National de la Productivité, par l'Association française pour l'accroissement de la productivité, par les Syndicats, par les entreprises elles-mêmes.

Personnellement, j'ai trouvé l'aide de l'équipe dont les noms paraissent dans cette Revue et dans l'enseignement destiné aux Stages. C'est par une telle équipe, constamment en contact avec les problèmes de l'industrie d'un côté, et de l'autre avec le travail incessant de la recherche scientifique, que se réalisent et se réaliseront nos projets.

STRUCTURE ET RESSOURCES DU CENTRE

Le Centre, dont la Direction est assurée par Monsieur le Professeur G. DARMOIS, a été subdivisé en trois sections.

La première, qui constitue son Secrétariat Général, a multiplié, dès l'origine, les contacts avec les organismes professionnels en vue d'obtenir leur appui auprès de leurs ressortissants et leur aide effective pour diffusion de sa propagande. La Fonderie, la Sidérurgie, les Industries mécaniques et électriques, l'Industrie du ciment, les Industries chimiques, l'Industrie du caoutchouc, les Industries textiles, l'Industrie du papier et du carton et les grandes Entreprises Nationales ont ainsi été touchées par le canal de leurs organisations professionnelles ou de leurs services d'études et de recherches. Dans tous les cas, les représentants du Centre ont enregistré, chez les personnalités dirigeantes de ces organismes, la plus vive compréhension et se sont immédiatement vus accorder, sans la moindre restriction, les appuis sollicités.

Simultanément le Secrétariat Général s'est efforcé de réunir, au sein d'un « Comité technique », la plupart des spécialistes nationaux des applications industrielles de la statistique. Il convenait, en effet, de pouvoir faire appel à des techniciens dont l'autorité soit indiscutable pour assurer les tâches d'enseignement puis, ultérieurement, pour coordonner la propagande envisagée à l'échelon professionnel.

Tous les spécialistes auxquels il fut fait appel acceptèrent avec un désintéressement total de faire bénéficier le Centre de leur expérience.

La seconde section, ou Direction des Etudes, fut chargée de la préparation et de la rédaction des enseignements. En liaison étroite avec les membres du Comité Technique désignés comme Professeurs, elle fut à même, en l'espace de six mois, de mettre au point deux types d'enseignement accéléré de conception absolument nouvelle.

La troisième section, enfin, ou Direction de la Revue de Statistique Appliquée, fut essentiellement chargée de la préparation et de la rédaction du Bulletin trimestriel dont ce numéro constitue la première livraison.

Conçu sur des bases somme toute assez larges, le CENTRE DE FORMATION DES INGÉNIEURS ET CADRES AUX APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE LA STATISTIQUE a bénéficié, à l'origine, de subventions importantes de la part du Ministère de l'Education Nationale (Direction de l'Enseignement Supérieur) et de l'Association Française pour l'Accroissement de la Productivité. Ces subventions lui ont permis de faire face à ses premières dépenses d'équipement et de fonctionnement, mais dans la mesure même où le Centre entend dans l'avenir équilibrer son budget, il lui est nécessaire de disposer de ressources propres. Pour ce faire, il ne peut compter que sur les participations financières des Entreprises qui entreront en relation avec lui.

Ces participations ont été définies comme suit :

1) Toute entreprise désireuse de rester en contact avec le Centre, manifeste en quelque sorte son adhésion aux objectifs que s'est fixé le Centre en lui versant une participation de 8.000 francs. Cette participation donne droit à la communication des divers programmes d'enseignement, à l'abonnement à la revue, et à tous contacts personnels avec les bureaux du Centre.

Par ailleurs cette participation est majorée de 2.000 francs par abonnement supplémentaire à la revue ;

2) Toute personne désireuse de recevoir à titre personnel, la revue, doit également participer à raison de 2.000 francs par an aux frais de fonctionnement du Centre ;

3) Enfin, la participation aux frais d'organisation des stages qui sera demandée aux entreprises désireuses de faire bénéficier leur personnel de l'enseignement dispensé — en 1954 — par le Centre, a d'ores et déjà été fixée à :

40.000 francs par stagiaire du premier degré ;
80.000 francs par stagiaire du second degré.

Il est à noter que ces participations — payables par chèque barré au nom de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris, 11, rue Pierre-Curie, Paris-5e — peuvent être imputées sur la taxe d'apprentissage (1). L'Institut de Statistique est, en effet, habilité par le décret du 22 février 1943 a recevoir des subventions imputables sur la taxe d'apprentissage et les participations précitées peuvent faire l'objet d'un versement global à ce titre.

(1) Tant au titre de l'Enseignement Supérieur qu'à celui de l'Enseignement Technique.

NATURE DES STAGES D'ENSEIGNEMENT

Le Centre a mis, cette année, à la disposition des techniciens, deux stages d'enseignement :

— un stage de formation au contrôle statistique (dit stage du 1er degré) pouvant être suivi avec fruit sans connaissances mathématiques préalables ;

— un stage de formation statistique générale (dit du 2ème degré), destiné aux ingénieurs.

Pour ces deux types de stages, les méthodes d'exposition ont été soigneusement pensées, l'objectif visé étant la mise sur pied d'un enseignement extrêmement concret, prenant appui sur des expériences ou sur l'étude de problèmes industriels effectifs. Le processus d'exposition consiste à remonter de la pratique à la théorie, à dégager les notions statistiques essentielles d'expériences réalisées par les stagiaires ou de l'étude de données numériques recueillies dans des domaines industriels variés. Les stagiaires sont amenés ainsi à prendre conscience concrètement de la nature des problèmes auxquels convient l'outil statistique ; ils sont en outre à même, dès la fin du stage, d'appliquer effectivement un certain nombre de techniques classiques.

I. — Le stage de formation au contrôle statistique

Ce stage, bloqué en deux semaines environ, dont nous donnons par ailleurs le programme détaillé, n'a pas l'ambition de former des statisticiens. Il a pour objectif d'initier des praticiens aux idées et aux techniques fondamentales du contrôle statistique de la qualité, sans faire appel à la moindre connaissance mathématique. Le processus d'exposition est essentiellement expérimental, les expériences étant faites par les stagiaires eux-mêmes, ou par un moniteur, en leur présence.

Une très large place est en outre prévue pour le maniement des tables numériques, dans le but de permettre aux auditeurs de mettre en pratique, dès leur retour dans l'entreprise, les techniques classiques de contrôle en cours de fabrication et de contrôle à la réception.

Ce stage constitue pour la maîtrise un enseignement accéléré et complet. Il sera suivi avec fruit par les ingénieurs, comme introduction au stage de formation statistique générale.

Le matériel expérimental.

a) Lots de pièces, appareils de mesure, calibres.

Conçu en vue de permettre des mesures et des passages aux calibres — permettant ainsi de réaliser des essais quantitatifs et des essais qualitatifs — le matériel utilisé se compose essentiellement de lots de pièces aisément maniables, dont la dimension à contrôler est d'une mesure facile.

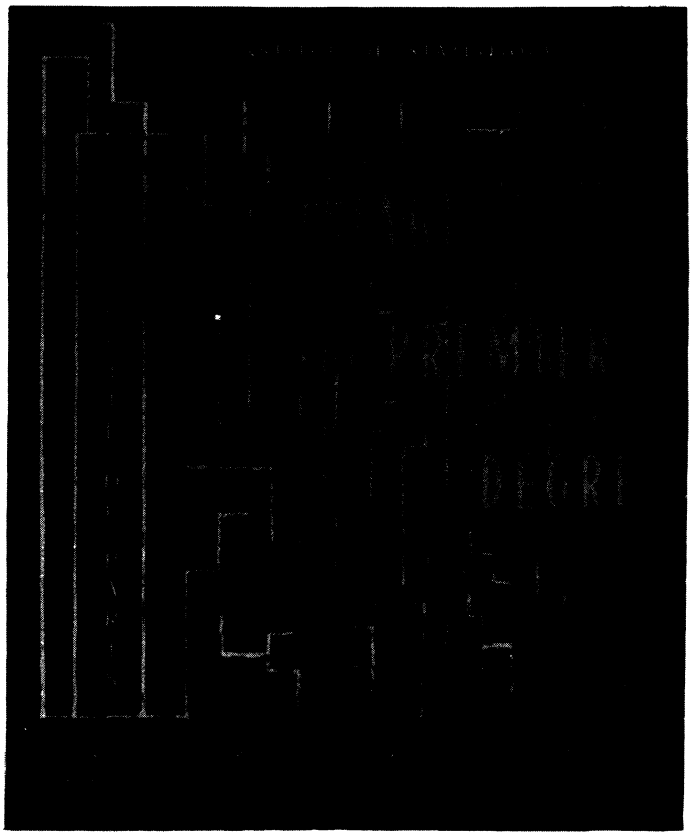
Les pièces utilisées dans le courant du stage sont des fiches dont on contrôle un diamètre.

Une quinzaine de palmers au 1/100ème, et 2 séries de jeux de calibres correspondant à des tolérances effectives d'usinage, permettent aux stagiaires, par groupes de deux, d'effectuer mesures et essais.

Après les premières séances de mesures et de passages aux calibres, et dans le but d'alléger par la suite le processus expérimental, des lots symboliques sont constitués au moyen de jetons portant chacun soit la mesure d'une pièce, soit une indication de qualité.

b) Matériel de démonstration pour assemblages.

Trois jeux de 50 cubes, rouges, verts et jaunes, répartis normalement avec des moyennes différentes, permettent, par superposition de cubes de couleurs différentes, d'étudier expérimentalement les propriétés élémentaires des assemblages.



8e JOUR PLAN 3 **Plan d'échantillonnage simple de Dodge et Romig.**

Résultats expérimentaux

N = 100 $\bar{p}$ = 1 % p_t = 10 % n = c =

A.O.Q.L. =

TABLEAU (VIII, 5)

	Lots $L_1 - p_1$ = 1 %			Lots $L_2 - p_2$ = 5 %			Lots $L_3 - p_3$ = 10 %		
N° de l'éch.	Nombre de déchets	Conclusions	Nombre de déchets dans le lot après récep.	Nbre de déchets	Conclusions	Nombre de déchets dans le lot après récep.	Nbre de déchets	Conclusions	Nombre de déchets dans le lot après récep.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Nombre de déchets dans les 10 lots après réception.									

TABLEAU (VIII, 6)

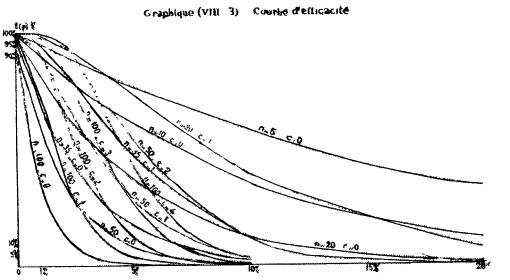
Prop. de déchets dans le lot p	Nombre de lots examinés	Nombre de lots acceptés	Prop. de lots accept. Efficac. E'(p)	Nbre de déchets dans l'ensemble des lots (p) exam. après réc. (rectif. des déch. des déch.)	Proportion de déchets après réception: Qualité moyenne (Calcul de Dodge et Romig) Q"(p)	Nombre total de pièces examinées pour l'ensemble des lots (p) (inspection 100 % des lots refusés)	Quantité moyenne de pièces examinées par lot (p) - I' (p)	Qualité moyenne après réception sans rectification des déchets des échant. Q' (p) = p E' (p)
1 %								
5 %								
10 %								

Valeur théorique de la quantité moyenne des pièces inspectées pour des lots à 1 % de déchets :

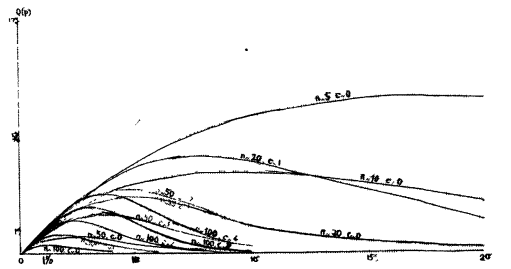
I (1 %) = 36

8e JOUR

Graphique (VIII 3) Courbe d'efficacité



Graphique (VIII 4). - Courbes de qualité moyenne après inspection.



Photos I photo du cours (fermé sous reliure).
I. photo du cours (ouvert)

La Présentation du Cours.

Un cahier spécial de stage, très soigneusement élaboré, est remis le premier jour aux auditeurs.

Présenté sous reliure mobile, il comporte :

a) Le schéma du cours proprement dit : description des expériences, indications des mesures à faire et des résultats à recueillir et à analyser, définitions et notions fondamentales; la rédaction en a été étudiée de manière à donner aux stagiaires tous les points de repère nécessaires pour suivre avec fruit les explications des moniteurs, avec le minimum d'écritures personnelles en dehors de la consignation des résultats d'expériences et des calculs correspondants ; cependant ce minimum est indispensable pour donner tout son sens au cahier qui ne saurait en aucun cas remplir le rôle d'un cours complet préalablement imprimé.

b) Des tableaux tout préparés et des feuilles de papier millimétré, sur lesquels sont consignés au fur et à mesure les résultats des expériences.

c) Des pages réservées aux notes personnelles. De larges interlignes sont par ailleurs prévus dans les pages imprimées.

Ce cahier a été ainsi conçu comme un instrument de travail et non comme un livre de statistique élémentaire. Il ne présente une efficacité réelle que pour les auditeurs, aussi bien pendant les cours que par la suite.

Les Tables numériques.

Un exemplaire des tables d'échantillonnage de Dodge et Romig, un exemplaire des tables d'échantillonnage actuellement en usage dans l'Armée américaine, un exemplaire de tables diverses (lois binomiales de Poisson, normale ; tables pour le calcul des limites de contrôle en cours de fabrication ; tables pour le calcul de plans d'échantillonnage progressifs) sont remis aux auditeurs. Les expériences et exercices divers qui prennent place dans le courant du stage permettent de se familiariser avec le maniement de ces tables, et de les utiliser dès la fin du stage pour mettre sur pied cartes de contrôle ou schémas de réception dans l'entreprise.

Le Processus expérimental d'exposition.

Ce processus est décrit en détail dans le programme. On notera que partout l'expérience et l'étude des résultats numériques obtenus précèdent l'introduction des notions nouvelles.

Un soin particulier a été apporté au processus de prélèvement « au hasard ». Une circulaire de directives pour prélèvements, en usage dans une grande entreprise, est distribuée dès le premier jour et les prélèvements sont effectués immédiatement d'après ces règles. La question est reprise sur un plan un peu plus théorique au cours des jours suivants, en s'appuyant sur les expériences réalisées. La technique des prélèvements effectués par les stagiaires et étudiés tant du point de vue qualitatif que du point de vue quantitatif est un remarquable outil d'enseignement, et s'avère d'une grande efficacité pour l'introduction concrète des notions et résultats concernant les fluctuations inhérentes à l'échantillonnage, la carte de contrôle et son efficacité, les schémas d'échantillonnage à la réception et leurs caractéristiques.

2. — Le stage de formation statistique générale.

Bloqué en 3 semaines, conçu à l'usage des ingénieurs, il porte, comme l'indique le programme détaillé, sur l'ensemble des techniques statistiques utilisables dans l'industrie. Après introduction des concepts fondamentaux de la Statistique et du Calcul des probabilités, il traite :

— des techniques de contrôle en cours de fabrication ;

— des techniques d'estimation et de comparaison à des standards de qualité qui répondent au problème de contrôle à la réception ;

— des techniques d'analyse des causes d'hétérogénéité des fabrications qui permettent d'isoler — et par conséquent de corriger — les facteurs prépondérants de variabilité des produits usinés ;

— de l'étude des liaisons entre caractères d'une même fabrication ;

— des techniques d'enquêtes de marché dont l'usage ne cesse de se répandre en France comme à l'étranger et grâce auxquelles il devient possible d'étudier le comportement des consommateurs, d'analyser les éléments caractéristiques de la concurrence, de saisir le rendement de la publicité;

— des problèmes divers ayant trait à l'économie de l'entreprise : analyse des ventes, gestion des stocks, analyse de la productivité.

Couvrant une large gamme de techniques, dans un temps relativement court, ce stage ne prétend pas former des statisticiens accomplis. Son objectif, plus modeste, est essentiellement :

— d'introduire concrètement les notions de base de la statistique, de définir les concepts fondamentaux du calcul des probabilités et leurs propriétés essentielles, de montrer comment le schéma « probabiliste » permet d'interpréter et de choisir au mieux une décision ;

— de dégager d'exemples concrets puisés dans les domaines industriels les plus variés les types de problèmes pour lesquels la statistique s'avère un outil précieux, les principes des techniques statistiques à utiliser dans chaque cas, les modalités du jugement et des conclusions auxquelles on est conduit ;

— de familiariser les stagiaires avec le maniement des tables et abaques, par la résolution effective de problèmes concrets, les calculs portant sur des données numériques provenant d'essais réels ; dès leur retour dans l'entreprise, les auditeurs seront à même de poser et de résoudre eux-mêmes les problèmes classiques de contrôle en cours de fabrication, de réception sur échantillon, de recherche de facteurs d'hétérogénéité dans les cas simples, d'étude de liaison entre 2 ou 3 caractères, d'enquêtes de marché ;

— de mettre enfin les auditeurs à même de se perfectionner par la suite en lisant avec profit les ouvrages et revues spécialisés — en particulier la Revue de Statistique appliquée publiée par le Centre.

OBJET DE LA REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

Cette Revue, organe officiel du Centre, permettra des contacts réguliers avec tous ses adhérents — et aussi nous l'espérons, ENTRE tous ses adhérents. Précisons les divers objectifs.

Le premier de tous, au moins durant une période de quelques années, sera un objectif d'information. Nous disons aux Chefs de l'Industrie Française, en leur présentant la vocation du Centre dans nos notes d'information, par le canal de leurs syndicats ou dans diverses Réunions, toute l'importance prise à l'étranger depuis vingt ans par les techniques statistiques, à tous les stades de la vie industrielle. Notre Revue étaiera ces affirmations d'exemples concrets, immédiatement exploitables.

On relèverait dans la littérature étrangère une multitude de tels exemples. Mais notre pays n'est tout de même pas tellement en retard qu'on ne puisse trouver chez nous, dans des domaines très variés, d'assez nombreuses réalisations. On en jugera par le contenu de ce premier fascicule, qui donne un panorama encore bien incomplet.

Par la suite, notre Revue fera place progressivement à des articles méthodologiques, visant à compléter la formation reçue par les ingénieurs participant à nos différents stages. A ceux que leurs occupations retiennent de prendre part aux stages, ces articles permettront aussi, dans une certaine mesure, un premier contact avec les méthodes statistiques. Par ailleurs, nous essaierons de renseigner nos lecteurs avec précision et objectivité sur la littérature statistique qui peut leur être utile. Des analyses bibliographiques seront faites dans ce but par les membres du Comité Technique du Centre. On en trouvera déjà quelques-unes à la fin de ce premier fascicule.

Si le contrôle des fabrications constitue le domaine le plus évident et le plus directement exploitable, le rôle des méthodes statistiques dans la vie industrielle dépasse très largement ce premier champ d'application. Aussi avons-nous jugé opportun, dès la naissance de notre Revue, de faire une place assez large aux études qui peuvent intéresser le circuit commercial. Dans ce sens, on lira les articles de M. VESSEREAU et de M. BOUQUEREL notamment. Des problèmes d'organisation méritent également l'attention du statisticien et M. COLIN commence dans ce premier numéro une série d'articles traitant de cette question.

Nous espérons enfin — et nous y avons déjà fait allusion — que la « Revue de Statistique Appliquée » pourra constituer prochainement un trait d'union entre ses lecteurs. Il serait souhaitable que soient publiées des expériences heureuses en matière d'applications des méthodes statistiques ; les expériences malheureuses aussi, dans la mesure où un enseignement précis s'en dégage. Nous serons donc infiniment reconnaissants à nos lecteurs s'ils nous tiennent au courant de ce qu'ils font, et s'ils nous envoient, chaque fois que ce sera possible, un article susceptible d'être publié, exposant leurs réalisations. Dès maintenant, qu'ils nous adressent leurs suggestions, leurs critiques surtout.

PERSPECTIVES D'ACTIVITÉ

L'activité du Centre au cours de sa première année d'existence se précise d'ores et déjà comme suit :

1) Obtention de l'appui effectif de la plupart des organismes professionnels nationaux ;

2) Organisation à l'usage de la maîtrise de trois stages du 1er degré, concernant le contrôle des fabrications ;

3) Organisation à l'usage des techniciens formés aux disciplines scientifiques d'un stage du 2ème degré, concernant la théorie et la pratique des techniques statistiques les plus couramment utilisées dans l'Industrie ;

4) Publication de la Revue de Statistique Appliquée.

Les résultats obtenus sont prometteurs et il est évident que la création du Centre a répondu à un besoin. L'Industrie française a découvert, depuis la Libération, l'importance du rôle joué par la statistique dans les Entreprises anglo-saxonnes : elle se préoccupe aujourd'hui de rattraper ses concurrents étrangers.

Il ne faut cependant pas se dissimuler que les activités du Centre, au cours de sa première année d'existence, ne constituent encore qu'un premier effort ; qu'elles ne cesseront de se développer et de se préciser dans l'avenir au fur et à mesure qu'augmentera le nombre des entreprises intéressées par les applications industrielles de la statistique.

Dès maintenant, les grandes lignes de l'action à entreprendre se dessinent d'ailleurs avec netteté.

Il convient, tout d'abord, de parfaire l'organisation actuelle des stages en envisageant un troisième type de stage relatif aux problèmes concernant « l'Economie de l'Entreprise ». L'étude des marchés, l'analyse des ventes, la gestion rationnelle des stocks, la mesure de la productivité, le calcul des coûts et des tarifs, la détermination du niveau des investissements à engager relèvent, pour une large part, des techniques statistiques. Sans doute quelques conférences leur sont-elles déjà actuellement consacrées dès le stage du 2ème degré, mais il est clair que l'importance de ces questions nécessite qu'on leur consacre un stage spécialisé. L'élaboration d'un tel enseignement est donc dès maintenant à l'étude.

Il convient, en second lieu, de préparer les réunions au cours desquelles, l'année prochaine, les anciens stagiaires auront la possibilité de se retrouver pour se faire part de leurs premières expériences, de leurs premiers échecs et de leurs premiers succès. Le Centre, on l'a déjà indiqué, entend essentiellement développer un « état d'esprit » : cela implique nécessairement que soient réalisées les conditions favorables à de larges échanges de vue entre les praticiens formés à la Statistique.

Il importe, enfin, de convaincre l'ensemble des chefs d'Entreprises français du caractère **fondamentalement payant** des applications industrielles de la Statistique et, pour ce faire, il convient d'envisager une sensible intensification de la propagande à l'échelon des Professions.

Les modalités mêmes de cet effort de propagande restent encore à définir, mais il est évident qu'il n'aura de réelle efficacité qu'à la condition de recueillir l'approbation et le soutien effectif des grands organismes professionnels. L'accueil déjà fait au Centre par ces derniers autorise à cet égard les plus grands espoirs.

ANNEXE I

PROGRAMME DU STAGE DU PREMIER DEGRÉ

Programme

1er JOUR

1. Présentation de résultats d'essais : cas des essais quantitatifs.

Processus expérimental. — Deux lots, l'un L_1 normal, l'autre L_2 dissymétrique, seront mis à la disposition des stagiaires. Ceux-ci, divisés en sous-groupes, procèderont eux-mêmes à des séries de mesures.

A l'issue de ces opérations, seront précisés, à partir des données recueillies :

— la mise en ordre des résultats obtenus sous forme de distribution ;
— le calcul de ce qu'il est convenu d'appeler les caractéristiques de position et dispersion ;
— l'élaboration des graphiques de fréquences et de fréquences cumulées ;
— la façon dont se superposent les notions de « limites de tolérance » et de « dispersion observée ».

En fin de journée, seront présentés quelques types de distributions classiques dans le cas des fabrications industrielles.

2ème JOUR

2. 1. — Présentation de résultats d'essais : cas des essais qualitatifs.

Processus expérimental. — Les stagiaires analyseront qualitativement les 2 lots étudiés le jour précédent ; enregistrant successivement les résultats, ils connaîtront en fin d'opérations les proportions exactes de déchets contenus dans L_1 et L_2 .

2. 2. — Propriétés des échantillons : influence de leurs effectifs.

Processus expérimental — Revenant aux tableaux où, la veille et le jour même, ils auront consigné les résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus au cours des essais, les stagiaires grouperont ces résultats par 5, 10, 20 et 40. Ils observeront ainsi comment évolue la dispersion des résultats moyens quand l'effectif de l'échantillon croît.

2. 3. — Introduction aux notions fondamentales : population, échantillon, tirage au hasard, variabilité.

Utilisation des résultats numériques et des représentations graphiques obtenus jusque là.

3ème JOUR

3. 1. — Distribution des fluctuations d'échantillonnage : cas d'essais qualitatifs.

Processus expérimental. — Les stagiaires répèteront :

— 100 fois l'échantillonnage de 10 éléments dans le lot L_1 ;
— 100 fois l'échantillonnage de 5 éléments et 100 fois l'échantillonnage de 20 éléments dans le lot L_2 .

Ayant enregistré les proportions de déchets observées dans chaque échantillon, ils procèderont à leur mise en ordre.

A l'issue de ces opérations, seront précisés :

— l'explication des phénomènes observés ;
— le mode d'emploi des tables numériques toutes calculées (tables binomiales et de Poisson) qui décrivent les phénomènes en question.

3. 2. — Distribution des fluctuations d'échantillonnage : cas d'essais quantitatifs.

Processus expérimental. — Revenant aux résultats de mesures enregistrés le 1er jour sur les lots L_1 et L_2, les stagiaires les classeront en groupes de 4 et de 8. Cela fait, ils procèderont à la mise en ordre des deux séries de moyennes et amplitudes obtenues sur L_1 ; des deux séries de moyennes obtenues sur L_2.

A l'issue de ces opérations, leur seront fournis :

— l'explication des phénomènes observés ;

— le mode d'emploi des tables numériques (tables de la loi normale et de la distribution des amplitudes) qui décrivent le phénomène en question.

4ème JOUR

4. — Carte de contrôle aux mesures.

Processus expérimental. — Les stagiaires utiliseront :

a) 50 échantillons de 10 éléments numérotés conformément à leur ordre de sortie d'une machine volontairement déréglée à deux reprises :

— après le 30ème prélèvement (décentrage) ;

— après le 40ème prélèvement (accroissement de la dispersion).

b) un lot de 200 éléments représentant la fabrication de la machine entre le 30 et le 31ème prélèvement.

Ils établiront, après examen quantitatif des échantillons, les cartes des moyennes et des amplitudes enregistrées.

A l'issue de ces opérations, leur seront définies :

— l'explication des phénomènes observés ;

— la définition des limites de contrôle à imposer à la fabrication ;

— la signification de l'apparition du résultat fourni par un échantillon à l'extérieur de ces limites ;

— les conditions d'utilisation des tables numériques qui conduisent directement aux limites ;

— la notion d'efficacité du contrôle ;

— l'aptitude d'un processus de fabrication au travail qui lui est confié.

5ème JOUR

5. 1. — Carte de contrôle aux calibres.

Processus expérimental. — Identique à celui du jour précédent. Les notions dégagées la veille dans le cas du contrôle aux mesures seront d'autre part présentées, de façon analogue, dans le cas du contrôle qualitatif.

5. 2. — Compléments à la carte de contrôle.

Revenant aux résultats observés au cours de la journée précédente et de ce 5ème jour, les notions de limites modifiées et de calibres modifiés seront introduites expérimentalement.

6ème JOUR.

6. — Exemples concrets de mise en application de la carte de contrôle.

Au cours d'une série de conférences seront présentés des exemples d'application de la carte de contrôle volontairement choisis dans les industries les plus diverses. Ces réalisations seront décrites par leurs propres auteurs.

A l'issue des exposés, une discussion générale aura lieu sur les problèmes soulevés au cours des 6 premiers jours de travail.

7ème JOUR.

7. — Estimation de la qualité moyenne d'une production.

Processus expérimental. — On se réfèrera systématiquement aux résultats d'essais enregistrés au cours des journées précédentes.

1) Utilisation des résultats enregistrés sur cartes de contrôle. — Examinant les cartes de contrôle établies les 4ème et 5ème jours, on définira :

— la description d'une fabrication au moyen des échantillons chronologiquement observés ;
— les causes d'erreur susceptibles d'intervenir dans l'évaluation de la dispersion de la fabrication.

2) Estimation sur échantillon d'une proportion de déchets et des principales caractéristiques (moyenne, variance) d'une fabrication. — A partir des résultats expérimentaux obtenus les 2ème et 3ème jours, seront introduites les notions d'estimateur et d'intervalle de confiance.

A l'issue des calculs pratiques, seront fournies diverses indications sur le choix des critères à considérer en vue de porter un jugement sur la qualité d'un lot et sur les modalités mêmes de ce jugement.

8ème JOUR.

8. — Comparaison, sur échantillon, de la qualité d'un lot à un standard de qualité.

Processus expérimental. — Les stagiaires prélèveront des échantillons de 10 éléments dans des lots contenant respectivement 1%, 5%, 10% et 20% de déchets et concluront au refus des lots examinés chaque fois qu'ils détecteront un déchet ou plus d'un déchet dans les échantillons prélevés.

A l'aide des résultats obtenus, seront :

— définies les notions d'efficacité et de qualité moyenne à la réception ;
— introduites, les différentes caractéristiques d'un plan d'échantillonnage ;
— précisées, les modalités d'emploi des tables d'échantillonnage les plus utiles en pratique tables de Dodge et Romig et tables de l'Armée américaine.

9ème JOUR.

9. — Comparaison sur échantillon de la qualité d'un lot à un standard de qualité : techniques progressives.

Le principe de la méthode sera décrit à partir du schéma à 2 degrés de Dodge et Romig (étudié la veille) et des calculs d'abaques seront effectués.

Les stagiaires emploieront les abaques calculés au cours d'expériences effectuées dans des lots contenant respectivement 1%, 5%, 10%, 20% de déchets.

10ème JOUR.

10. — Assemblages.

Processus expérimental. — Il consistera à superposer des cubes de tailles variables (distribués normalement). Les stagiaires vérifieront ainsi que la variabilité d'un assemblage simple n'est pas la somme des variabilités de ses composantes.

A l'issue de ces expériences, seront précisées les notions fondamentales en matière d'assemblages.

En fin de journée, les problèmes évoqués au cours des quatre dernières journées donneront lieu à une discussion générale.

NOTA. — Deux visites, en usine, d'ateliers sous contrôle sont en outre prévues.

ANNEXE II

PROGRAMME DU STAGE DU SECOND DEGRÉ

Programme

PREMIÈRE SEMAINE.

1er JOUR.

1. — Présentation des résultats d'essais : la statistique descriptive.

Des exemples recueillis dans divers domaines industriels permettront d'introduire les notions de lot, population, échantillon, caractère (qualitatif, quantitatif, continu), fluctuations.

A partir de ces données, seront précisées :

— pour l'étude d'un seul caractère : la mise en ordre des résultats sous forme de distribution ; la notion et le calcul de caractéristiques de position et de dispersion ; le calcul des moments et leurs propriétés élémentaires ; l'élaboration des graphiques de fréquences et de fréquences cumulées ;

— pour l'étude simultanée de deux caractères : la mise en ordre des résultats sous forme de tableaux à double entrée ; la distribution de l'un des caractères d'une part dans l'ensemble de la population, d'autre part, pour une valeur précisée de l'autre caractère ; les notions d'indépendance et de liaison statistique.

En fin de journée, seront dégagés les caractères typiques communs aux phénomènes à l'origine des données utilisées et aux problèmes de jeux dont l'étude a conduit au calcul des probabilités. Ces divers exemples permettront d'introduire la notion d'événement à résultat aléatoire et de montrer la nature essentielle des axiomes à la base de la théorie mathématique ainsi que la nature du raccord entre la théorie et la pratique.

2ème JOUR.

2. 1. — Présentation axiomatique élémentaire du calcul des probabilités.

La définition élémentaire de la probabilité et la notion de variable aléatoire seront précisées sur un exemple très simple.

En fin de séance, les insuffisances de la présentation élémentaire seront signalées et un aperçu intuitif sera donné sur les bases de la théorie moderne (notion de mesure).

2. 2. — Le raccord entre la théorie et le réel.

Une expérience fera prendre conscience aux stagiaires des régularités statistiques, de la convergence statistique et de la loi empirique des grands nombres.

A la suite de cette expérience, seront présentées l'inégalité de Bienaymé Tchebycheff, la variable dite de « Bernoulli », la notion de convergence en probabilité et sa signification pratique.

Ces résultats seront appliqués aux données statistiques étudiées le premier jour. Les notions de « population de référence » et de « variabilité d'une fabrication » seront dégagées des divers exemples.

3ème JOUR.

3. 1. — Le raccord entre la théorie et le réel.

L'étude de la notion de convergence sera poussée un peu plus loin (loi forte des grands nombres ; problème des urnes de Poisson). L'importance des moments, mise en lumière sur des exemples, mènera à l'introduction de la fonction caractéristique et de ses propriétés essentielles.

Le rôle important dans la pratique de la distribution normale — distribution de Laplace-Gauss, ou de Gauss — sera dégagé du théorème de convergence appelé « théorème limite central ».

3. 2. — Les modèles de distributions usuels pour l'étude d'un seul caractère : les lois de probabilité à une dimension d'usage courant.

Les lois binomiale, hypergéométrique, de Poisson, normale, du χ^2 , seront présentées avec leurs propriétés essentielles. On décrira les types de phénomènes conduisant à utiliser ces modèles.

On donnera d'autre part divers exemples de lois construites « sur mesure » et effectivement utilisées.

4ème JOUR.

4. 1. — Un modèle d'usage courant pour l'étude simultanée de 2 caractères continus : la loi normale à 2 dimensions.

Après avoir indiqué son importance pratique et le type de phénomènes correspondant à ce modèle, on étudiera ses propriétés essentielles et, en particulier, la liaison entre les 2 caractères (droites de régression ; corrélation).

4. 2. — Adéquation des populations théoriques de référence aux populations statistiques observées.

En s'appuyant sur tout ce qui précède (exemples et résultats théoriques), on dégagera la nature même du problème posé, la notion du « jugement » ou « test » statistique, la nature des conclusions que l'on est amené à faire et des risques que l'on prend.

Le test classique du « χ^2» sera exposé et mis en pratique sur les distributions statistiques étudiées le 1er jour.

4. 3. — Nombres au hasard.

Importance de la notion de tirage « au hasard ». Utilité de tables de nombres « au hasard » ; leur construction ; leur mode d'emploi.

5ème JOUR.

5. 1. — Propriétés des échantillons ; fluctuations inhérentes à l'échantillonnage.

Une expérience simple permettra de dégager la nature générale du phénomène et les notions de fluctuations d'échantillonnage et de modèle représentatif de ces fluctuations. Les distributions des principales caractéristiques d'échantillons (proportion de déchets, moyenne, amplitude, variance) seront exposées ; les tables numériques correspondantes utilisées par les stagiaires à l'occasion de problèmes concrets. Le cas des échantillons provenant d'une population normale sera approfondi. On introduira la loi dite de « Student-Fisher » et les tables correspondantes.

5. 2. — Le contrôle d'une fabrication de variabilité normale.

La possibilité de contrôler une fabrication au moyen de prélèvements échelonnés dans le temps et la nature même de ce contrôle seront déduites des résultats précédemment obtenus.

On exposera les techniques usuelles de la carte de contrôle, leur efficacité, et l'on donnera quelques exemples d'utilisation effective de ces techniques.

6ème JOUR.

6. 1. — Estimation sur échantillon de la qualité d'une fabrication.

En partant des résultats obtenus lors de l'étude des proportions de déchets observées sur échantillons, on introduira le problème de l'estimation d'un paramètre, la notion d'estimateur.

Divers problèmes d'estimation seront traités.

6. 2. — Un catalogue de modèles représentatifs : les lois de Pearson.

Etude du cas d'un caractère non gaussien, limité inférieurement ou supérieurement.

Etude des familles de lois de Pearson entièrement définies par les 4 premiers moments ; cœfficients ; diagrammes des lois à 4 paramètres (types I, VI, IV).

DEUXIÈME SEMAINE.

1er JOUR.

1. 1. — Estimation sur échantillon.

Les notions d'efficacité et d'exhaustivité seront dégagées de l'examen des résultats obtenus lors du 6ème jour.

Les méthodes classiques d'estimation (maximum de vraisemblance, χ^2 minimum, moindres carrés) seront décrites et appliquées à des problèmes concrets.

1. 2. — Lois de Pearson.

Etude des lois à 3 paramètres (types II, VII, III, V, lois limites) ; choix d'un type et estimation des paramètres sur des exemples.

2ème JOUR.

2. 1. — L'incertitude d'une estimation basée sur un échantillon de faible effectif.

L'arbitraire d'une estimation ponctuelle basée sur un petit nombre d'observations sera dégagé d'expériences et d'exemples. Les deux techniques d'estimation proposées pour résoudre cette difficulté (technique de Bayes, technique des intervalles de confiance) seront exposées, les conditions d'utilisation et la signification des réponses, précisées. Des exemples concrets, avec exécution pratique des calculs, serviront de base à l'exposé.

2. 2. — Le contrôle d'une fabrication à variabilité non gaussienne.

On traitera les divers problèmes liés à l'établissement d'une carte de contrôle pour une fabrication à variabilité non gaussienne en les illustrant d'exemples tirés de la pratique industrielle.

2. 3. — Le problème général du jugement statistique : tests d'hypothèses.

La nature du problème, les principes et les modalités du raisonnement, les notions de « régions critiques » et de « niveau significatif » seront dégagés d'exemples traités au cours des séances précédentes.

On traitera, avec exécution des calculs, les problèmes suivants, concernant une seule fabrication :

a) égalité d'une proportion de déchets à un standard (abaques) ;
b) égalité de la moyenne d'une fabrication normale à un standard (test de Student-Fisher ; tables) ;
c) égalité de la variance d'une fabrication normale à un standard (test du χ^2, tables).

3ème JOUR.

3. 1. — Problème du jugement concernant deux fabrications ; tests de comparaison.

On traitera, avec exécution de calculs, les problèmes suivants :

a) comparaison des variances de deux fabrications normales (test de Snedecor ; tables)
b) comparaison des moyennes de deux fabrications normales :
   — de même variance (tables de Student) ;
   — de variances différentes mais connues (tables de la loi normale) ;
   — de variances différentes et inconnues (tables de M. Darmois).

3. 2. — Etude des facteurs d'hétérogénéité d'une fabrication. La méthode de l'analyse de la variance.

Les buts de la méthode, sa liaison avec l'organisation des expériences, son caractère économique, son principe général et la signification de la réponse seront dégagés d'exemples concrets.

Etude d'une cause d'hétérogénéité (analyse à une dimension) : principe des calculs ; application à un problème concret.

4ème JOUR.

4. 1. — Comparaison de la qualité d'un lot ou d'une fabrication à un standard de qualité.

a) **Schéma classique** : Les notions d'efficacité et de risques liés à un plan d'échantillonnage (ou règle de test) et les principes de bases de la théorie de Neyman et Pearson seront dégagés de

l'analyse d'un plan de réception. Des plans d'échantillonnage pour des problèmes courants (proportions de déchets, moyenne variance d'une fabrication) seront effectivement déterminés et leurs caractéristiques calculées ;

b) **Schéma de Dodge et Romig** : De l'examen des diverses caractéristiques des plans précédents, se dégageront les considérations d'économie qui ont conduit Dodge et Romig à construire leurs tables d'échantillonnage simple et double. Les stagiaires se familiariseront avec les tables par des applications pratiques. Diverses tables seront présentées.

4. 2. — Etude des liaisons entre plusieurs caractères d'une même fabrication : la dépendance statistique.

La notion de « liaison statistique », par opposition avec la liaison fonctionnelle, les notions de régression et corrélation seront dégagées d'exemples concrets.

La régression pour deux caractères continus mesurables (2 variables) : Après avoir rappelé la définition d'une ligne de régression, on montrera comment le problème se pose dans la pratique, les avantages et les inconvénients de l'ajustement graphique, les principes de la méthode des moindres carrés. L'exposé prendra appui sur des exemples avec calculs d'effectifs.

5ème JOUR.

5. 1. — La régression linéaire entre deux variables.

Après avoir montré son intérêt pratique, on exposera, en s'appuyant sur des exemples, les divers problèmes d'estimation, de signification des résultats, de caractérisation de l'intensité de la dépendance linéaire.

5. 2. — Le schéma d'échantillonnage progressif.

En partant de l'idée de l'échantillonnage double, on développera le principe de l'échantillonnage progressif et la nature de l'économie recherchée.

Schéma progressif pour comparaison d'une proportion de déchets à un standard : on donnera les éléments nécessaires à la détermination du schéma et on calculera le schéma correspondant à un problème concret.

Les qualités respectives des plans d'échantillonnage simple, double, progressif seront comparées sur divers exemples.

6ème JOUR.

6. — Etude simultanée de deux groupes de facteurs d'hétérogénéité : analyse de variance à deux dimensions.

On dégagera d'exemples concrets les principes de la méthode, l'interprétation des résultats, les avantages de la méthode « des blocs ». On traitera un exemple simple de comparaison de deux traitements par la méthode d'appariement.

TROISIÈME SEMAINE.

1er JOUR.

1. 1. — Schéma progressif pour comparaison à un standard de la moyenne ou de la variance d'une fabrication normale.

On calculera effectivement les abaques et les caractéristiques pour divers problèmes concrets et l'on comparera, sur ces exemples, les qualités des schémas classique et progressif.

1. 2. — Les problèmes de sondage.

On introduira, à l'aide d'exemples, les types de problèmes de sondage et les différentes méthodes utilisées.

Sondage par tirage au sort ; sondage stratifié : rappel et exposé des divers résultats fondamentaux.

1. 3. — Etude de la dépendance entre deux ou plus de deux variables.

a) **Régression polynomiale** : exemples de recherche de lignes de régression ;

b) **Cas de plus de deux variables** : les principes des calculs pour trois variables seront exposés et l'on traitera un exemple de régression linéaire. On indiquera les principes de l'étude de la régression pour plus de trois variables et on développera, à l'aide d'exemples, les considérations pratiques sur le choix des variables indépendantes.

2ème JOUR.

2. 1. — Etude simultanée de trois groupes de facteurs d'hétérogénéité : l'analyse de variance à trois dimensions.

En s'appuyant sur des exemples — avec calculs effectifs — on exposera la méthode du « carré latin » et l'estimation d'une donnée manquante.

2. 2. — Etude du degré de dépendance entre deux caractères : la corrélation.

Après avoir exposé le principe général de la méthode, on traitera, en s'appuyant sur des exemples, les problèmes posés par l'étude sur échantillon d'une loi normale à deux variables (vérification de l'hypothèse de normalité, étude des coefficients de corrélation).

2. 3. — Sondages stratifiés à plusieurs degrés avec probabilités proportionnelles à la taille des unités primaires. Echantillon représentatif.

3ème JOUR.

3. 1. — Etude du degré de dépendance de trois ou plus de trois variables.

Après avoir donné les propriétés essentielles de la loi normale à trois variables, on exposera en s'appuyant sur un exemple les principes de l'étude sur échantillon d'une population normale à trois variables. Les résultats seront rapidement généralisés pour plus de trois variables. On concluera avec des conseils pratiques pour l'étude de séries statistiques multiples.

3. 2. — Etude simultanée de deux groupes de facteurs lorsque l'on a la possibilité de réaliser plusieurs expériences pour chaque combinaison de deux facteurs : analyse de variance à deux dimensions avec répétition.

Exemples : Exécution des calculs.

3. 3. — Sondages en grappes ; sondages systématiques.

3. 4. — Etude des erreurs de mesure.

Des exemples concrets illustreront les notions d'erreur systématique ou accidentelle, de variance des mesures et de variance des caractères et de fidélité des mesures (coefficient de fidélité).

4ème JOUR.

4. 1. — Choix d'un schéma de sondage.

Les notions d'efficacité et de coût seront précisées à l'aide d'exemples.

4. 2. — Plan d'expérience du type « factoriel ».

On dégagera les caractères essentiels des plans d'expérience factoriels, leurs avantages, leur économie et la diversité de leurs domaines d'application.

4. 3. — Les erreurs de mesure.

Les problèmes de fidélité (coefficient de fidélité) et de corrélation (entre les mesures et entre les caractères) seront précisés sur divers exemples.

4. 4. — L'évolution des marchés et l'aspect des études de marchés.

5ème JOUR.

5. 1. — La dépendance statistique entre des caractères dont l'un au moins est qualitatif.

a) **Caractères discontinus ou repérables** : L'aspect particulier des problèmes de régression et corrélation se dégagera de cas concrets.

b) **Cas de deux caractères non repérables** : On montrera sur des exemples comment interpréter les tableaux de résultats (table 2 $\times$ 2).

5. 2. — Le marché d'un bien ou d'un service dans une entreprise.

Etude d'un problème réel.

5. 3. — L'analyse des causes de variation : l'analyse factorielle.

Principes généraux ; facteurs général et spécifique ; méthode de Spearman ; applications pratiques.

6ème JOUR.

6. 1. — L'analyse factorielle.

Facteurs de groupes, principes de l'analyse.

Méthode des facteurs multiples de Thurstone ; applications pratiques.

6. 2. — Discussion générale.

N.-B. — Des conférences sur des sujets variés (étude des assemblages, étude de séries statistiques temporelles, études de stocks, de cours, de productivité, d'investissements) prendront place dans le courant du stage.