REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

VESSEREAU

Application du contrôle statistique dans l'industrie papetière. Journée d'étude du 6 Mai 1955

Revue de statistique appliquée, tome 4, n° 2 (1956), p. 85-95

<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1956__4_2_85_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/

JOURNÉES D'ÉTUDE ET DE DISCUSSION
DES ANCIENS STAGIAIRES DU CENTRE DE FORMATION

APPLICATION DU CONTROLE STATISTIQUE DANS L'INDUSTRIE PAPETIÈRE

Journée d'étude du 6 Mai 1955 sous la présidence de

M. VESSEREAU

Ingénieur en Chef des Manufactures de l'Etat

Au cours de cette réunion, relative à un domaine technique moins riche en résultats définitivement acquis que celui des industries mécaniques, de nombreux problèmes ont été soulevés et discutés, montrant combien était nécessaire l'œuvre déjà entreprise par l'Association Technique de l'Industrie Papetière pour normaliser les essais permettant aux fournisseurs de papiers et à leurs clients de définir rationnellement des cahiers des charges correspondant à la fois aux besoins des utilisateurs et aux possibilités des fabricants.

La séance est ouverte à 17 heures, sous la présidence de M. VESSEREAU.

LE PRESIDENT

Le papier est un matériau assez particulier, en ce sens qu'il est employé à de multiples usages. Les plus courants sont de servir d'enveloppe aux objets les plus divers et de support pour l'impression. Mais chacun connait aussi le papier à cigarettes, le papier filtre, le papier de condensateurs, sans oublier ce dérivé du papier qu'est le carton.

Il en résulte qu'on est amené à s'intéresser à des propriétés très diverses du papier. Certaines sont valables pour toutes les sortes par exemple le poids au m^2 et, en général un minimum de résistance. La résistance est d'ailleurs une propriété complexe dans laquelle on distingue la résistance à la traction dans une direction déterminée et la résistance à l'éclatement, au pliage, à la déchirure, etc...

D'autres caractéristiques sont liées à des usages plus particuliers. Pour envelopper certaines matières, on recherche des papiers imperméables, qui résistent à l'action des acides ou des corps gras. Des propriétés très spéciales sont exigées pour les papiers à usage très particulier comme les papiers filtres, les papiers condensateurs, les papiers à cigarettes, etc...

En France, les applications des méthodes statistiques à l'industrie papetière sont loin d'avoir le développement qu'elles ont déjà pris aux Etats-Unis et en Angleterre. Cependant, l'Association Technique de l'Industrie Papetière A.T.I.P., a reconnu l'importance du contrôle statistique sous ses différents aspects : contrôles en cours de fabrication pour le fabricant, contrôles de réception pour ceux qui achètent des papiers ou des matières premières destinées à la fabrication du papier.

On a créé, à l'A.T.I.P. une commission du contrôle statistique de la qualité qui a mis à son programme l'étude de ces problèmes. Melle DARRIBERE va faire le point de cette question. Vous verrez que ce sont des débuts assez modestes, mais je pense cependant qu'ils autorisent beaucoup d'espoirs.

I. LES TRAVAUX DE LA COMMISSION DE CONTROLE STATISTIQUE DE L'A.T.I.P.

Melle DARRIBERE

En premier lieu, on a pensé que le plus utile était de fournir aux papetiers un outil très simple leur permettant de voir quels sont les services que peut leur rendre la statistique et leur donnant les moyens d'appliquer les méthodes statistiques. On rédige donc, en ce moment, un guide de statistique qui insistera sur la notion de dispersion, trop souvent ignorée en papeterie, et contiendra les notions élémentaires du contrôle de qualité.

Cette rédaction n'est pas aussi simple à faire qu'on pourrait le croire, parce que nous voulons que le guide soit à la portée des cadres de la fabrication qui n'ont qu'une formation mathématique élémentaire.

En ce qui concerne les autres travaux, ils ont porté sur l'examen de projets de normes A.F.N.O.R. Ce matin, M.BAZIN nous a parlé, au point de vue fonderie et sidérurgie, des ennuis qu'il avait parfois avec ces normes. Nous avons aussi les mêmes difficultés : on s'aperçoit que les normes ne reposent pas toujours sur une étude statistique suffisamment poussée.

Maintenant quand une norme est soumise à l'enquête publique, la Commission de statistique l'étudie de façon à donner le point de vue statistique sur la question. Jusqu'à présent, nous avons eu surtout à examiner une norme sur la siccité des pâtes.

Le plan d'échantillonnage utilisé jusqu'alors est extrêmement sommaire; le nombre d'échantillons à prendre est fixé un peu au jugé. Pour l'établissement d'un plan correct, nous nous sommes heurtés à de nombreuses difficultés : les chiffres que nous avions pu obtenir d'expertises antérieures n'étaient absolument pas cohérents et, étaient en opposition avec ceux donnés, entre autres, par les Suédois. Le problème n'est peut-être pas très difficile à résoudre mais il nécessite une étude et il n'est pas possible de donner dès maintenant une formule simple ou un tableau indiquant la manière d'effectuer les prélèvements.

Une norme sur certaines méthodes d'essai est également en préparation. 3.000 essais ont déjà été faits et je crois qu'on pourra en tirer des résultats intéressants. En effet, en ce qui concerne la fabrication des feuilles d'essais, en laboratoire, il semble que les résultats obtenus sur les feuilles faites au début de la fabrication et à la fin ne sont pas exactement les mêmes.

Nous étudions, d'autre part, le grammage du papier (poids au m^2) en essayant de déterminer la variation du poids au m^2 sur la longueur de la bande de papier, c'est-à-dire sur la largeur de la machine : trois, quatre ou cinq mètres, et aussi dans le sens de la fabrication. Pour ces essais, on a monté un matériel permettant de fixer d'une manière précise les conditions de température et d'hygrométrie - c'est une sorte d'enceinte dont on peut règler la température et l'hygrométrie - et nous faisons un découpage du papier sur toute la largeur de la machine. La variation en largeur est très intéressante à connaître surtout pour pouvoir fixer comment il faut faire les essais et combien d'éprouvettes il faut prendre pour obtenir une moyenne à peu près valable.

Je ne sais pas comment cela se passe dans les autres industries, mais dans l'industrie du papier, la dimension des éprouvettes et le nombre d'éprouvettes à prendre sont des questions extrèmement discutées. Il y a des gens qui mesurent sur une ou deux éprouvettes. Là, nous avons des idées à redresser : il faut montrer que pour avoir une certaine confiance dans le résultat des mesures, il faut prendre un certain nombre d'échantillons ou d'éprouvettes par échantillon, nombre que les études statistiques permettent de fixer.

Nous allons faire en même temps une étude de l'hystérisis, au point de vue influence de l'humidité de l'air sur le papier : le papier s'allonge et se rétrécit selon la siccité, l'hygrométrie ambiante. Nous voulons voir si cela peut avoir une influence définitive sur le papier, question intéressante dans les rapports fournisseur-client, le papier subissant pas mal d'influences entre sa fabrication et son utilisation.

Sur tous ces problèmes, la statistique seule peut vraiment nous dire si les différences sont significatives.

Enfin, nous sommes en train d'organiser l'enquête suivante : nous allons envoyer un certain nombre d'échantillons à des laboratoires particulièrement bien équipés et nous leur demanderons de faire un certain nombre de mesures et de nous envoyer les résultats ; ceci afin d'étudier la variabilité entre laboratoires et entre essais, d'essayer de déterminer la variabilité propre à chaque type d'essai et de comparer ces chiffres avec ce qu'ont obtenu les Anglais et les Allemands.

II. ESSAIS DE LABORATOIRE ET QUALITÉ RÉELLE D'EMPLOI

LE PRESIDENT

Une étude de ce genre faite du point de vue de l'acheteur a déjà été présentée dans la Revue de Statistique appliquée (1954 - n° 4). Celui-ci se pose la question " Que dois-je exiger du papier que je commande ? Est-ce que je peux définir sa qualité d'après les normes de l'A.F.N.O.R. Ou dois-je considérer que ces normes ne sont pas suffisantes, ou au contraire trop sévères ? Comment dois-je faire pour, en somme, avoir le papier qui convient à l'usage auquel il est destiné sans exiger de lui plus qu'il n'est nécessaire ? "

M. BURLET

Est-ce que vous envisagez également de voir s'il y a une certaine corrélation entre ce qui se passe dans la pratique et les essais en laboratoire ?

Vous emballez, par exemple, des produits quelconques, et les papiers sont déchirés trop souvent ; vous avez alors des réclamations. Est-ce que vous envisagez de voir si l'essai de laboratoire a un rapport quelconque avec ce résultat ? Dans le textile on s'est aperçu que la corrélation entre les essais et la pratique est extrèmement faible. Je pense, par exemple, à l'essai dynamométrique et aux casses en tissage : on a trouvé un coefficient de corrélation de 0,40 dans l'essai fil à fil. La corrélation est positive, bien sûr, mais pas très forte.

M. HODARA a fait un autre essai, moins scientifique, qui donnait un résultat meilleur, pour le coton. Je ne crois pas que pour la laine on ait fait beaucoup d'études de ce genre.

Melle DARRIBERE

La question a été étudiée au point de vue choc. On m'a donné l'année dernière des résultats provenant d'essais pratiques de choc en me demandant d'essayer

d'en tirer quelque chose. Il s'agissait de sacs de ciment : on remplit un sac et on le laisse tomber jusqu'à ce qu'il éclate. Y-a-t-il une corrélation entre ces essais et l'essai d'éclatement ? Le nombre de résultats était malheureusement trop faible pour qu'on puisse tirer des conclusions.

LE PRESIDENT

La question posée par M. BURLET est extrêmement importante : il s'agit de savoir dans quelle mesure les essais faits sur des appareils de laboratoire, et sur de petits échantillons, ont un rapport avec ce qui se passe dans la pratique.

La grosse difficulté est d'arriver à monter de bons essais au stade industriel. Nous essayons de le faire dans les Manufactures de l'Etat. Nous effectuons sur des échantillons prélevés dans les livraisons de papier des mesures de résistance, de grammage, de satinage, etc... et nous faisons ensuite pour chaque lot un essai sur machine. C'est souvent assez décevant, parce qu'on est obligé de confier ces essais à une personne qui a, en général, quelque chose de plus urgent à faire. D'autre part, nous sommes dans le cas particulier d'une entreprise à plusieurs usines (20 Manufactures). Pour une même livraison, il arrive que l'on fasse des essais sur machine dans plusieurs manufactures ; il n'est pas rare que l'une d'entre elles déclare les essais entièrement satisfaisants et qu'une autre, pour le même papier, déclare que ça ne marche pas.

Ce n'est pas toujours la responsabilité du fournisseur qui est engagée. Les résultats s'expliquent par le fait que les essais n'ont pas été faits avec suffisamment de soin. En effet, de nombreux facteurs de variation interviennent au cours des essais ; certaines conditions (température, hygrométrie ; nous en avons parlé à propos de l'hystérésis) ont une grosse importance. Lorsque le papier arrive du magasin du fournisseur dans nos propres magasins, il y séjourne un certain temps. Si ce magasin est mal protégé contre le froid ou l'humidité, on a des difficultés au moment de l'emploi. Souvent le fait d'amener des échantillons dans l'atelier 48 heures avant de faire l'essai suffit pour obtenir un bon résultat.

M. BURLET

Dans le textile on est obligé de spécifier dans toutes les normes que tous les essais sont faits à 20°C, à un certain pourcentage d'humidité, et après avoir séjourné 48 heures dans le laboratoire.

LE PRESIDENT

Pour le papier, c'est 24 heures dans le laboratoire, 65 d'hygrométrie et 20°. Les essais importants sont faits dans ces conditions, mais les essais industriels sont faits à la température et l'hygrométrie du jour, car on n'a pas, en général, d'ateliers conditionnés.

Pour avoir de meilleures conditions d'essai, voici ce que, à une certaine époque, nous avons fait : nous avions un nouveau matériel de paquetage et de grosses difficultés pour trouver un papier passant correctement sur ce matériel, les résultats étaient très discordants d'une manufacture à l'autre. On a alors chargé une des Manufactures qui avait un bon personnel de maîtrise de recevoir des prélèvements de toutes les Manufactures utilisatrices ; tous les essais ont ainsi été effectués par le même centre. On a de cette façon remis de l'ordre dans la confusion qui existait.

III. RELATIONS ENTRE FOURNISSEURS ET CLIENTS

M. SANDJIVY

Melle DARRIBERE a parlé des rapports entre fournisseurs et clients. Je peux citer un fait : avant de suivre le stage à Paris, nous avions l'habitude de discuter directement avec nos Fournisseurs. Nous avons pris ensuite l'habitude de leur envoyer nos résultats, notamment sur le papier. Il me semble que c'est important pour tous les produits continus. Le fabricant lui-même n'arrive pas à contrôler son produit, à moins d'avoir un contrôle en continu avec des appareils spéciaux.

Comme sur un rouleau de papier qu'on nous envoie, on arrive à faire en moyenne cinq ou six coupes, nous faisons des mesures à chaque coupe au point de vue force et épaisseur (ce sont les deux caractéristiques qui nous intéressent dans notre industrie) nous avons établi, au début, des courbes de Galton. Nous avons envoyé cela au fournisseur, et, en l'espace - dirais-je - d'un an, ces résultats lui ont servi. A l'heure actuelle, ce fournisseur nous donne des papiers qui rentrent exactement dans les normes que nous demandons. Je crois que ces rapports entre fournisseur et client sont quelque chose d'important parce que le client est la seule personne qui puisse vous donner des résultats sur le lot en continu.

Mme GODIN

Vous avez parlé des difficultés que vous aviez pour avoir un matériau qui ait des dimensions et un poids constants. Dans la mesure où le fabricant peut améliorer sa fabrication, est-ce que vous n'auriez pas intérêt à convenir avec lui d'une certaine prime quand vous recevrez un lot important qui correspond à ce que vous désirez, et d'une certaine pénalité, quand les limites admises sont dépassées.

M. SANDJIVY

Remarquez que, jusqu'ici, avec notre fournisseur, il y aurait eu une prime s'il avait amélioré sa qualité ; nous avions pensé à introduire une prime dans le contrat mais on n'a jamais imposé de pénalité. A l'heure actuelle, j'ai demandé au Directeur d'usine que dans le cahier des charges que nous allons établir pour les ficelles, il y ait des conditions de pénalité ; si on fait le tri à 100% ce qu'on perd reste à la charge du fournisseur. Je crois que cela l'amènera quand même à une amélioration.

LE PRESIDENT

Je voudrais encore signaler quelque chose au sujet des relations entre fabricant et acheteur. Il arrive que l'on constate, sur les mesures faites à la réception, des valeurs qui sont en discordance avec celles qu'annonce le fabricant dans son propre laboratoire de contrôle. Ces discordances portent parfois sur les valeurs moyennes, celles données par le fabricant étant correctes et dans les limites, alors qu'il nous arrive de trouver des dépassements importants ; elles portent encore davantage sur la dispersion. Je suis souvent étonné de la petite dispersion que trouvent les fabricants dans leurs propres contrôles.

Personnellement, je suis absolument certain des mesures que je fais faire et qui sont exécutées d'ailleurs à 65 d'hygrométrie et 20°C par des gens qui n'ont aucun intérêt à mettre un chiffre plutôt qu'un autre. Alors que je suppose qu'il peut se passer chez le fabricant de papier dont nous sommes clients, ce que l'on

a constaté à maintes reprises : lorsque le personnel fait des contrôles, il s'arrange de temps en temps pour ne pas noter des mesures qui sortent trop des limites (1).

IV. DIFFICULTÉS DANS L'INTERPRÉTATION DES MESURES

M. LESAVRE

D'une façon générale, je vois comment travaillent les chimistes ; quand cela s'écarte trop, ils recommencent une fois, deux fois, trois fois, quatre fois, cinq fois, et si la cinquième fois, tout de même, ils n'arrivent pas à "retomber sur leurs pieds", ils disent que cela ne va pas. Alors, évidemment, on a toujours de bons résultats.

Evidemment, il n'est pas question de demander à un chimiste de recommencer indéfiniment ses mesures. S'il en fait quatre, c'est déjà bien, mais, je suis en train de me battre avec eux pour leur faire admettre les choses suivantes :

Je leur demande de porter leurs résultats sur un papier galtonien. Si sur trois mesures, il y en a deux là et une ici, je leur dis de faire passer la droite de Henry par le barycentre des 2 premières et par la troisième. Cela donne la moyenne et c'est plus juste que d'essayer de "raconter des histoires" en disant : "j'ai ici 2,55 et ici 2,53, en supprimant l'autre mesure".

M. LEHNER

Excusez-moi, mais je suis chimiste de métier et je pense que la répétition des essais dans les expériences chimiques a surtout comme valeur de diminuer la variation de l'opérateur. En outre, vous avez très souvent un échantillon très petit ; on vous envoie un kilogramme et on vous demande de faire une analyse quelconque. Alors le chimiste pèse un demi-gramme ou un dixième de gramme. Il est bien possible que cette prise ne soit pas représentative, et c'est une raison de plus pour prendre plusieurs échantillons.

LE PRESIDENT

Nous sommes tout à fait d'accord sur la nécessité de la répétition. Il faut plusieurs mesures mais il faut avoir de très bonnes raisons pour en éliminer une. Eliminer une mesure parce qu'elle est différente des deux autres, c'est plutôt mauvais.

M. LEHNER

Dans un laboratoire bien tenu, où l'on connaît un peu les méthodes statistiques, on connaît la dispersion de l'opérateur, et, si l'on trouve entre deux dosages un écart supérieur à 5 ou 6σ, on rejette le point qui est en dehors.

M. LESAVRE

En général, les chimistes recommencent leur dernier dosage. Dans une série de mesures chimiques, ils font trois mesures mais, ces trois mesures ne représentent en fait qu'une partie du processus.

---

(1) Cf Exemples cités par Mosnes : "Techniques Modernes de Contrôle des Fabrications" Dunod - 1952

Je suis en train d'insister pour que, d'abord, ils ne lâchent rien de ce qu'ils ont trouvé en bout de course parce que tout de même c'est se moquer du monde que d'éliminer une mesure quand on en a quatre.

M. CHAVAGNAT

Qui est-ce qui fait le prélèvement ?

M. LESAVRE

C'est toujours le chimiste.

M. CHAVAGNAT

Si c'est le chimiste lui-même qui fait le prélèvement, il est excusable. Parce que souvent, il arrive que les laboratoires reçoivent des prélèvements faits par les gens des ateliers. C'est très sujet à caution. Ils ont quelquefois de petites astuces qui leur permettent de savoir d'avance si une matière est vraiment mauvaise ou si elle a des chances d'être bonne et ils font alors un choix.

M. SANDJIVY

Je trouve quand même que c'est osé de faire passer une droite de Henry par quatre points. Ce sont les points extrêmes qu'il faudrait justement éliminer.

M. LESAVRE

C'est très osé mais c'est extrèmement précieux. Je fais cela depuis pas mal de temps. Réellement, tous ceux qui employent maintenant cette méthode en sont très contents. J'essaie d'imposer cette façon de voir de façon à leur donner à tous une idée de la variabilité de ce qu'ils font.

M. BURLET

Pour certains adjuvants, il y avait une méthode dite classique, que les fournisseurs disaient être une méthode excellente de réception. Or les erreurs allaient jusqu'à $\pm 20\,\%$ quand on répétait plusieurs fois les essais. On a d'abord soupçonné les prélèvements, puis on a abandonné cette explication et finalement les chimistes les plus éminents n'arrivaient pas à s'en sortir. On a demandé conseil à deux professeurs de chimie organique (à la FACULTÉ et à la Faculté Libre de Lille). Finalement tous les deux, au bout de quelques temps ont eu l'impression que c'était la méthode même qui était en cause.

Nous avons fabriqué nous-mêmes les produits et nous avons trouvé, enfin de compte, une méthode tout à fait valable et complètement différente des méthodes classiques.

C'est vraiment un exemple de l'aide que la méthode statistique peut donner : quand on a une méthode d'essai et qu'on étudie la variabilité des essais on peut arriver à s'apercevoir qu'on ne mesure absolument rien. On croit par exemple avoir un bac qui contient trois grammes et on a trois grammes $\pm$ quelques grammes. Dans le cas dont je parle, j'ai fait l'étude et suis arrivé à la conclusion que la méthode classique qui est enseignée par des gens extrêmement sérieux français et étrangers, ne vaut rien.

Mme GODIN

Dans les essais sur les ciments, on s'est aperçu aussi qu'on a des variations très grandes. Cependant ces essais sont tout à fait normalisés : chaque geste - ou presque - est contrôlé.

Or dans les expertises en particulier, on s'est aperçu que d'un laboratoire à l'autre, on trouve des résultats très différents, et que ces variations proviennent quelquefois de choses ridicules : par exemple, une forme de poinçon, qui est un peu trop conique - dans un certain cas - alors que dans l'autre, elle est tout à fait cylindrique.

Je crois que la statistique serait très utile, dans ces cas, pour contrôler les travaux d'un laboratoire à l'autre, et ensuite, dans un laboratoire, pour comparer les parties manuelles.

LE PRESIDENT

Des études ont été faites il y a quelques années sur le même ciment, essayé dans dix ou onze laboratoires. Le résultat a été qu'on ne pouvait pas classer ce ciment dans l'une des quatre catégories prévues par l'A.F.N.O.R. Un laboratoire le classait dans la première catégorie, un autre dans la deuxième.

M. BURLET

Il y a un point important qui ne figure jamais dans les cahiers des charges. On prévoit un certain nombre d'essais à faire, et quelquefois c'est statistiquement insuffisant - ou bien c'est beaucoup trop. Il faudrait donc faire une réserve pour que, si statistiquement c'est insuffisant, on fasse le nombre d'essais nécessaires.

D'un autre côté, dans bien des cas, on a prévu que la loi était normale. Quand on a un mélange de deux lots, on obtient une courbe bimodale et là, il n'y a rigoureusement rien de prévu. Je ne m'occupe que de l'industrie textile, mais je n'ai jamais vu mentionner ceci dans d'autres industries, et c'est quelquefois très gênant.

Dans toutes les normes d'essais, en particulier, on vous fixe un nombre d'essais ; on ne sait absolument pas pourquoi on prend par exemple le nombre trois.

M. X...

Le pouvoir de coupure des interrupteurs est déterminé par trois essais, quelque soit le type de l'appareil, et que ce soit en courant continu ou alternatif.

Mme GODIN

Il y a à ce propos quelque chose d'assez étonnant dans les normes A.F.N.O.R. qui se rapportent aux essais de mortier et de béton. Elles prévoient que l'on fait des essais sur six mesures. Mais la valeur que l'on donne n'est pas la valeur moyenne, c'est la valeur des quatre centrales : on élimine les deux extrêmes.

M. LESAVRE

Alors qu'il y a une théorie, la théorie de l'étendue "range" qui est basée sur les deux extrêmes.

M. BURLET

Pour les mesures de résistance de fil, c'est pareil. On supprimait la plus forte et la plus faible. On faisait d'une part la moyenne des dix qui restaient et d'autre part ce qu'on appelait la "sous-moyenne" qui était la moyenne des valeurs comprises entre la plus faible restante et la moyenne. On faisait le rapport des deux et les auteurs ajoutaient : "On trouve ainsi l'irrégularité, véritable dérivée".

Dérivée de quoi ? Par rapport à quoi ? Personne ne l'a jamais su. J'ai retrouvé le premier livre qui en parle, et ensuite chacun a recopié ce paragraphe. Dix essais sur cinquante centimètres caractérisaient un lot qui en avait des milliers.

LE PRESIDENT

Je crois que cette question des spécifications et des normes est extrêmement importante. Les normes de l'A.F.N.O.R. ne sont pas toujours suffisamment précises à cet égard.

On dit : le grammage est de 18 grammes, plus ou moins six pour cent. Est-ce qu'on doit refuser une livraison entière parce qu'une mesure sur 300 tombe en dessous de 6 % ? On donne des règles extrêmement rigides, mais on ne dit pas à quels prélèvements, à quelles façons de contrôler elles doivent s'appliquer.

M. X...

Dans l'esprit des gens qui ont établi les normes, la plupart du temps, il ne s'agit pas de faire une moyenne, il s'agit que toutes les mesures restent à l'intérieur des limites fixées. Il y a deux murs.

On juge tout : l'appareil, l'essai, l'opérateur...

LE PRESIDENT

C'est grave d'avoir des murs avec défense absolue de les dépasser. Si les murs sont assez éloignés, si l'on fait trois mesures généralement, elles tomberont toutes dedans et tout le lot sera pris. Si l'on fait 300 mesures, il y en aura un certain nombre à l'extérieur et le lot sera refusé.

M. X...

C'était une façon relativement normale de raisonner pour la plupart des ingénieurs il y a une vingtaine d'années. Ce sont eux qui ont établi les normes. Le tort, c'est d'essayer maintenant d'interprêter ces normes sous une autre optique.

M. CHAVAGNAT

Est-ce que cela ne tient pas un peu à ce que les gens qui établissent les normes d'un produit qu'ils achètent ne le connaissent pas suffisamment et ne consultent pas les spécialistes ? Ils exigent des choses impossibles à réaliser.

LE PRESIDENT

Généralement le fabricant connaît mal la variabilité de sa marchandise. Dans l'industrie du tabac, il y a un certain nombre d'années, on a voulu avoir des renseignements sur la dispersion aux machines à cigarettes. Avant d'établir un système de primes au personnel suivant les résultats obtenus au point de vue dispersion, on a procédé à des études préalables pour déterminer la variabilité normale d'une machine dans des conditions régulières. On a constaté que cette dispersion était très forte. On a alors fixé aux manufactures la bande de dispersion obtenue comme bande de tolérance en disant que pratiquement, tout devait tomber à l'intérieur et qu'il n'y avait lieu de sanctionner ou d'intervenir que si c'était nettement en dehors.

Je me souviens de protestations de plusieurs ingénieurs disant : "Comment ? Je fais beaucoup mieux que cela". Je crois que le cas est assez fréquent : on

s'illusionne sur la régularité des caractéristiques tant qu'on n'a pas regardé les choses de près, et sur un nombre suffisant de mesures.

Souvent le fabricant se figure qu'il peut faire mieux qu'en réalité il ne peut le faire. Celui qui achète et qui n'a pas bien précisé ce qui lui était strictement nécessaire et suffisant, se couvre en demandant des spécifications extrêmement étroites. On aboutit ainsi à des situations très désordonnées. Le jour où l'on veut y regarder de près, plus rien ne marche : l'acheteur s'aperçoit que les spécifications ne sont pas respectées et le fabricant est étonné quand on lui dit que sa fabrication est plus dispersée qu'il ne le croît.

C'est pour éviter de telles situations qu'on est en train de préparer, Melle DARRIBERE vous l'a dit tout à l'heure, un petit guide statistique pour l'industrie papetière. Ce sera un guide très élémentaire basé surtout sur la carte de contrôle et sur l'emploi des tests simples. Naturellement, il est destiné aux papetiers, donc tous les exemples seront pris dans l'industrie papetière, éclatement, siccité, etc. Mais cela peut peut-être intéresser d'autres industries. Le guide est avant tout destiné à des contremaîtres, mais il n'est pas dit que les ingénieurs ne puissent pas également en tirer profit.

M. LESAVRE

Je pense, d'ici un mois, faire justement à l'usage des chimistes, un petit opuscule, qui serait intitulé : "Sur le dépouillement statistique d'un petit nombre de mesures", et où je parlerais de cette droite de Henry, même avec cinq points et même avec deux points.

M. SANDJIVY

Je vous avoue que je ne suis pas convaincu.

M. LESAVRE

Je veux surtout imposer aux chimistes de calculer une déviation, un écart-type, sur tout ce qu'ils font. De toutes façons, les chimistes font souvent les mêmes mesures ; il n'est naturellement pas possible d'accorder une grande confiance à une moyenne de trois mesures ou à un écart type déterminé par trois mesures, mais ces déterminations se répétant cinq cents fois dans l'année, à la fin de l'année on peut reprendre les 1.500 chiffres, les 500 moyennes, les 500 écarts-types. L'étude même simplement graphique permet de voir si l'ensemble suit la loi normale ; et s'il en est ainsi, on obtient une dispersion moyenne qui est sûre.

Je pense dépouiller de cette façon là une série d'essais qui sont accumulés depuis des années et où il y a seulement deux points j'aurai peut-être 5.000 chiffres. Je pourrai étudier les variations en 1950, 1951, 1952, 1953, 1954 et voir si le laboratoire travaille correctement ou pas.

M. SANDJIVY

J'ai l'impression que, parfois, ayant fait un stage de statistique, on a tendance à satisfaire son esprit statistique. Je crois que, quand on a dépouillé un résultat, il faut tenir compte de l'aspect physique des résultats, et non pas essayer de satisfaire - dirai-je - cette formation statistique.

LE PRESIDENT

Je veux dire un petit mot pour la réhabilitation de l'écart-type qui vient d'être attaqué. Quand la loi n'est pas tout à fait normale, l'écart-type définit tout

de même la dispersion. Il la définit d'une façon assez grossière par le théorème de Tchebicheff ; quand on a une courbe pas trop étalée, les limites de Tchebicheff peuvent être resserrées et pas très différentes de celles données par la loi de Gauss.

M. SANDJIVY

Voici comment j'ai commencé à exploiter les résultats de mesures sur des livraisons de papier. Nous recevons des rouleaux de papier qui proviennent des mêmes fabrications et, normalement un rouleau de papier fabriqué sur une machine qui fait deux mètres dix nous est livré en trois rouleaux. Nous recevons ces 3 rouleaux séparément. Nous faisons des mesures à chaque coupe dans chaque rouleau ; on peut faire 5 à 6 coupes, et chaque coupe peut faire 5 à 600 mètres de longueur. On fait des mesures de force et d'épaisseur. Normalement, on détermine les épaisseurs sur 3 lignes, A, B, C. Sur un échantillon de papier on fait 10 mesures sur chaque ligne et on prend la moyenne.

Nous avons fait ces mesures sur chaque coupe. J'ai essayé de rassembler les résultats, et j'ai tracé des courbes de fréquence pour l'ensemble des résultats suivant les lignes A, B et C, de façon à tenir compte de la position des rouleaux. J'ai obtenu des courbes de Gauss que j'ai comparées. Les courbes correspondant à A et C étaient très voisines, tandis que la ligne B, systématiquement, donnait une moyenne décalée.

J'ai ensuite groupé mes rouleaux. Naturellement, je n'ai pas pu avoir de mon fournisseur la position exacte des rouleaux sur sa machine, j'avais l'ordre 1, 2, sans savoir si c'était compté de gauche à droite ou de droite à gauche. J'ai fait les deux combinaisons. Mes rouleaux du centre étaient toujours les mêmes. J'ai retrouvé ce phénomène en prenant les deux positions ; c'est quand même assez bizarre que pour les lignes B la moyenne soit décalée. Je n'ai pas testé pour savoir si c'était significatif ou non, mais c'est net. Cela, c'est pour un fournisseur déterminé. Nous en avons plusieurs, mais je n'ai fait l'étude que pour un seul.

LE PRESIDENT

Vous l'avez signalé à votre fabricant ?

M. SANDJIVY

Non, pas encore, je n'ai pas terminé l'étude.

LE PRESIDENT

S'il n'y a pas d'autres questions à poser nous allons lever la séance.