

JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

PIERRE FERIGNAC

PIERRE DELAPORTE

ROBERT HÉNON

L'organisation du contrôle statistique aux États-Unis. Résultats d'une mission

Journal de la société statistique de Paris, tome 95 (1954), p. 237-250

http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1954__95__237_0

© Société de statistique de Paris, 1954, 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/>



L'ORGANISATION DU CONTROLE STATISTIQUE AUX ÉTATS-UNIS

RÉSULTATS D'UNE MISSION (1)

Les causes qui ont motivé la formation d'une Mission *Contrôle Statistique de la Qualité* ont été d'origine technique et psychologique. Technique, parce que la mauvaise qualité fonctionnelle de nos matières « mises en œuvre » dans les fabrications est une source de gaspillages particulièrement grave dans l'industrie. Psychologique, parce que la France est installée dans des habitudes de « débrouillage » si profondément enracinées, qu'aux yeux de l'ingénieur et de la direction, les incidents, par leur fréquence, sont considérés comme faisant « naturellement » partie des processus de fabrication.

Il est vrai qu'à la décharge de la direction, on ne peut toujours importer le meilleur instrument de mesure ni les meilleures matières premières, qui ne peuvent être fabriquées que par des usines ayant un marché international.

Il est vrai aussi, qu'avec la complicité de l'opinion publique, notre régime douanier a protégé l'industrie française dans l'immédiat en lui évitant toute *compétition* internationale.

*
* *
*

Il semblait donc utile d'observer en usine des cas concrets d'application de

(1) Nous remercions bien vivement l'A. F. A. P. qui nous a permis de réaliser notre programme avec l'aide des Services d'Analyse de l'Ambassade de France à Washington et de l'Organisation Américaine M. S. A. qui nous avait prévu des visites d'usines et des rencontres avec les personnalités les plus marquantes intéressées dans les recherches et le développement des méthodes statistiques. Que tous ceux qui nous ont accueillis là-bas avec tant de cordialité : fonctionnaires, professeurs, directeurs d'usines, ingénieurs, ouvriers, trouvent ici l'expression de notre reconnaissance bien sincère pour tout ce qu'ils nous ont montré et appris.

contrôle statistique, susceptibles d'être donnés en exemple, et de comprendre pourquoi ce contrôle s'était non seulement développé pendant la dernière guerre, mais encore prolongé sous d'autres formes depuis la reconversion.

Ces buts ont été précisés dans le programme de la Mission, qui était le suivant :

a) *Le contrôle statistique de la qualité appliqué aux matières premières et aux processus de fabrication :*

Plans d'échantillonnage adoptés. Choix des caractéristiques contrôlées. Organisation du système de contrôle dans l'établissement. Cahier des charges et garanties offertes. Fonctions de l'A. S. T. M.

b) *Autres champs d'application des méthodes statistiques par les entreprises :*

Recherches techniques. Recherches économiques et organisation (prix de revient, élasticité de la demande, publicité, programme d'investissements, gestion des stocks).

Nous nous proposons ce soir de vous faire un compte rendu très bref des enseignements qui se dégagent de notre enquête, sous forme de trois interventions qui, à nos yeux, résument trois aspects absolument essentiels du problème. Ce sont :

— L'organisation du contrôle statistique de la qualité chez Hunter Spring, par M. Pierre-Henri FERIGNAC,

— L'enseignement du contrôle statistique de la qualité aux États-Unis, par M. Pierre DELAPORTE,

— Rôle joué par quelques groupements nationaux pour définir et quantifier les caractéristiques des matières industrielles, par M. Robert HÉNON.

L'ORGANISATION DU CONTRÔLE STATISTIQUE DE LA QUALITÉ CHEZ HUNTER SPRING

Le contrôle des fabrications est d'une pratique courante et ancienne dans la plupart des entreprises. Depuis une quinzaine d'années, on tend à rendre plus rationnelles les consignes de contrôle en les basant sur la statistique. Le but poursuivi est de fabriquer des produits dont la qualité soit compatible avec la précision des machines, de stabiliser la qualité de la production, de déceler la cause des malfaçons afin d'y remédier.

C'est à Shewart que revient le mérite de l'idée féconde des cartes de contrôle. Les principes de sa méthode sont exposés dans son livre « Economic Control of quality of Manufactured product » édité en 1931 à New-York.

La méthode est simple : elle consiste essentiellement à observer fréquemment des échantillons de faible effectif ; chacun de ces échantillons fournit une information sur la tendance centrale et la dispersion des pièces fabriquées par une machine. Ces résultats, portés sur la carte de contrôle, donnent une image visuelle du comportement de la machine dans le temps.

Depuis 1931, les méthodes initiales de Shewart ont été largement développées en fonction des besoins. Le contrôle pose des problèmes compliqués, par exemple, lorsqu'il s'applique à des milieux continus tels que les films cinématographiques, où la topographie et la loi de contagion des défauts

président à l'échantillonnage. Dans ces cas une étude statistique poussée doit précéder tout contrôle.

Les idées de Shewart n'ont pas trouvé tout de suite une large application aux États-Unis. Il a fallu attendre la seconde guerre mondiale pour les voir pénétrer dans les industries de guerre américaines : le département de la Défense a imposé à ses fournisseurs le contrôle statistique de leurs fabrications et les a aidés largement dans cette tâche en publiant des tables dites « Military Standard » pour l'inspection des produits finis. Après la guerre ces méthodes statistiques de contrôle ont été largement diffusées et appliquées dans un grand nombre d'entreprises aux États-Unis ainsi que dans d'autres pays.

A la lumière de l'expérience actuelle on peut dire que les méthodes statistiques de contrôle des fabrications se sont avérées efficaces : avec une dépense plus faible on assure une qualité satisfaisante de la production. En outre, du fait de la réduction de la production des pièces mauvaises à rebuter ou à rectifier, les prix de revient peuvent être notablement abaissés. Enfin l'ouvrier qui a sous les yeux le graphique de la qualité de sa production est intéressé par son travail : cet aspect psychologique du contrôle installé à la machine paraît être un élément important de la productivité.

Examinons maintenant l'application des méthodes statistiques dans une entreprise moyenne des États-Unis : Hunter Spring Co. visitée par une mission française de Productivité le 24 mars 1953 et qui emploie quelques centaines d'ouvriers.

I. — Situation et fabrications.

La compagnie Hunter Spring est installée à Lansdale, Pensylvanie, petite ville de 10.000 habitants à 38 kilomètres au nord-ouest de Philadelphie et produit des ressorts de types très variés; nous avons compté plus de 200 modèles de ressorts dans un catalogue incomplet. La fabrication des ressorts spirals utilise des fils d'acier dont le diamètre varie de 0,1 mm. à 12 mm.

II. — Organisation générale.

L'usine est aux confins de la ville, elle comprend un parc automobiles pour les voitures des ouvriers comme toutes les usines américaines.

Les bureaux sont installés dans une grande salle. L'aspect frappant est la netteté et l'ordre. La salle commune pour les divers services de l'usine rend plus facile la communication entre services et permet une surveillance efficace du personnel.

Les ateliers sont climatisés et propres. L'espacement des machines facilite la circulation des marchandises et du personnel. Le souci de confort des ouvriers se traduit par maints détails, notamment dans l'atelier de meulage, chaque meule émeri est pourvue d'un dispositif qui élimine les poussières.

Les diverses phases de l'élaboration des ressorts : enroulement, traitement thermique, meulage, finissage, galvanoplastie, sont installés dans des ateliers spécialisés; la circulation des produits entre ces ateliers est conçue de manière à éviter toute manutention inutile afin d'améliorer le rendement.

Le département de la recherche est bien équipé en vue des études se rapportant aux diverses fabrications de l'usine.

III. — Inspection et contrôle de qualité.

Le but de notre mission étant l'étude du contrôle de la qualité, c'est dans ce département que nous nous sommes le plus attardés.

Les premières tentatives en vue de l'introduction à Hunter Spring Co des méthodes statistiques remontent à l'arrivée de Mr. Clarke à la direction de l'usine en 1932. Mr Clarke s'était, dès leur origine, intéressé aux travaux de Shewart; désireux de maintenir la haute qualité des produits en même temps que les prix assez bas, il décida de faire analyser les résultats des essais par la méthode statistique. Le but initial était de définir des normes de fabrication compatibles avec l'équipement technique de l'usine et de rechercher, par l'étude des corrélations, les causes des principaux défauts des produits finis. En 1937 Hunter Spring Co publie les résultats obtenus par l'application de la statistique aux recherches industrielles; c'était un fait nouveau aux États-Unis.

Le contrôle statistique de la qualité est installé systématiquement à Hunter depuis 1941. Ce bref historique montre que la compagnie fait figure de pionnier dans les applications industrielles de la statistique.

Les méthodes appliquées se sont révélées efficaces et leur généralisation est telle que 40 personnes de Hunter sont membres de l'« American Society for Quality Control ».

Le département inspection et contrôle de qualité est indépendant des autres départements et relève directement de la direction de l'usine. Ce département est dirigé par un « Chief Inspector »; les appareils de mesure sont installés dans une grande salle où arrivent tous les produits à essayer. L'équipement paraît très moderne.

Le contrôle porte : sur la réception des produits entrant à l'usine, sur les fabrications en cours et sur les produits finis. Tous ces contrôles concernent des grandeurs mesurables, nous n'avons pas rencontré à Hunter de contrôle portant sur un pourcentage de pièces défectueuses.

1° *Contrôle de réception.* — La compagnie applique depuis 1947 un contrôle sur les matières ou les produits semi-finis qu'elle emploie; ce contrôle est basé sur la distribution des fréquences du caractère mesuré X dans un échantillon d'environ 50 unités.

Les résultats statistiques pour un lot sont l'objet d'un bref rapport rédigé sur des imprimés bien conçus de manière à éviter toute perte de temps. Les imprimés portent en tête tous les renseignements techniques sur le produit, la caractéristique mesurée X, la méthode d'inspection, les spécifications, etc... à gauche l'échelle des valeurs de X en face desquelles on note par une barre dans la ligne convenable chaque observation. Les barres dessinent approximativement l'histogramme.

Les résultats de l'inspection sont communiqués au fournisseur. On s'efforce d'alerter celui-ci dès que se dessine une tendance de glissement du mode ou un accroissement de la dispersion, de manière qu'il puisse apporter les modifi-

cations nécessaires avant qu'il ait fabriqué des lots contenant trop d'unités inacceptables. On cherche toujours à éviter à tous les stades la production de rebuts qui accroît notablement les prix de revient.

D'après les distributions de fréquence on classe les fils selon leurs qualités et on est en mesure, à l'usine, d'approvisionner une fabrication de ressorts spéciaux en fils d'acier qui ont les qualités requises.

Le système donne satisfaction aussi bien au vendeur qu'à l'utilisateur.

2^o *Contrôle des fabrications.* — Afin de remédier en temps utile à toutes les sources potentielles de dérèglement des machines, c'est-à-dire d'éviter un taux de rejet excessif des ressorts fabriqués, on applique systématiquement le contrôle statistique de la qualité. Les deux méthodes adoptées sont la carte de contrôle des moyennes et des étendues et la distribution des fréquences.

Les cartes de contrôle sont du type habituel, l'effectif des échantillons est de 5 unités. Elles permettent d'intervenir sur les machines avant la fabrication d'un grand nombre de ressorts défectueux.

On fait un histogramme de 50 à 100 pièces consécutives quand on met une machine en route : on a une information plus rapide sur le comportement de la machine que celle qui est fournie par la carte de contrôle. On emploie également cette méthode quand la dispersion sort des limites du contrôle : l'histogramme indique si le pourcentage des pièces hors des tolérances nécessite de contrôler à 100 % les ressorts produits dans l'intervalle de temps qui précède l'échantillon dont l'étendue cesse d'être sous contrôle.

Nous avons été frappés par quelques machines d'essai qui ont un gros débit : par exemple une machine permet, par audition, de classer des ressorts en faibles, acceptables et forts. Cette machine sujette à des dérèglages est elle-même soumise périodiquement à un contrôle statistique.

3^o *Contrôle des produits finis.* — Pour quelques produits les spécifications sont trop sévères eu égard à la précision des machines même sous contrôle. Les lots produits contiennent une proportion trop forte de ressorts défectueux, ils sont inspectés à 100 % avant expédition.

En général la qualité des produits finis est jugée par échantillonnage simple. Chaque lot de fabrication est accompagné d'un rapport de qualité qui traduit les résultats et les décisions du contrôle final. Hunter Spring Co se distingue par le fait qu'elle est la première manufacture des États-Unis qui joint au lot livré à ses clients le rapport de qualité sans frais supplémentaire. Cette pratique constitue une véritable garantie sur la qualité des ressorts et nous a paru très importante.

Les contrôles que nous avons mentionnés sont bien organisés, les imprimés nécessaires sont bien conçus. Le travail de relevés est réduit au minimum; grâce à la présentation standardisée des résultats les collationnements, les récapitulatifs, les rapports mensuels sur la qualité, l'efficacité du contrôle, son coût, les bénéfices qu'il procure sont grandement facilités.

4^o *Autres applications de la statistique.* — La statistique est appliquée dans la plupart des problèmes techniques qui se posent à Hunter Spring. Par exemple on étudie par la méthode des corrélations le comportement des ressorts en

fonction de leur charge, on cherche à substituer un essai simple à un autre moins facile en étudiant la liaison entre les deux essais.

La statistique sert à la comparaison de deux procédés de fabrication, de deux méthodes d'essai. Ainsi en 1940 l'analyse statistique des cartes de contrôle a permis le perfectionnement de quelques appareils de mesure.

IV. — Formation du personnel.

La formation du personnel est un souci constant de la direction de l'usine. On envoie des ingénieurs suivre des cours à l'Université de Temple à Philadelphie. Toutefois l'enseignement est surtout assuré à l'usine par les ingénieurs : des cours de 80 heures sont organisés pour le personnel de maîtrise et les ouvriers. Les cours de Hunter Spring qui portent sur le contrôle de qualité et la spécification des ressorts sont ouverts à des auditeurs qui n'appartiennent pas à la compagnie c'est ainsi qu'ils ont été suivis par 413 personnes provenant de 143 compagnies différentes. Parmi les manufactures qui ont envoyé du personnel aux cours de Hunter Spring nous relevons : Corning Glass, E. I. Du Pont, Eastman Kodak, International Harvester. S. K. F., Underwood, Western Electric, etc...

Nous constatons que les firmes les plus importantes délèguent leur personnel à la petite manufacture de Lansdale pour parfaire leur instruction technique. Ce fait nous paraît symptomatique de la collaboration entre les entreprises aux États-Unis; cette collaboration n'est probablement pas étrangère aux progrès techniques que nous avons pu observer.

Enfin, le film cinématographique illustre la plupart des conférences qui sont faites au personnel. Nous avons vu un film très bien fait et de bonne valeur éducative.

V. — Conclusions.

Hunter Spring est une usine de moyenne importance, très spécialisée où des méthodes statistiques simples et systématiquement appliquées se sont révélées comme un moyen puissant pour maintenir la qualité de la production à un niveau élevé tout en permettant de diminuer les prix de revient.

Les contrôles institués fonctionnent à la satisfaction générale tant de la direction de l'usine que du personnel, des fournisseurs que des clients.

Il nous semble très souhaitable que ces méthodes trouvent chez les industriels français une large diffusion, elles apparaissent comme un élément de la haute productivité aux États-Unis.

Pierre FERIGNAC.

L'ENSEIGNEMENT DU CONTRÔLE STATISTIQUE DE LA QUALITÉ AUX ÉTATS-UNIS

L'enseignement du contrôle statistique de la qualité présente des formes nécessairement variées car les personnes à enseigner sont nombreuses et de formations très différentes : directeurs, ingénieurs, ouvriers et statisticiens.

Afin d'obtenir de bons résultats, il est nécessaire en outre de former simultanément le producteur et l'utilisateur : si la matière première est défectueuse le produit fini ne peut être régulièrement bon ; il faut aussi former le public — utilisateur des produits — pour qu'il participe à cette action.

C'est dans l'harmonieuse formation de très nombreuses personnes que l'on obtiendra de bons résultats, car le contrôle de la qualité est d'abord une attitude de l'esprit. Cet état d'esprit concentré sur la qualité s'obtient au moyen de slogans : « qualité du produit », « qualité d'abord » que l'on substitue à ceux relatifs à la quantité de la production.

Comme nous étions reçus à la fabrique de peinture Sherwin Williams à Cleveland par un directeur qui commence à comprendre l'intérêt du contrôle statistique puisqu'il vient d'engager un statisticien, celui-ci nous dit : « le contrôle statistique de la qualité de Shewart, c'est pour que ça ne casse pas » et il jeta à terre l'appareil téléphonique placé sur son bureau (1).

H. Thompson de l'Anaconda Wire and Cable Co nous a dit : « le signe \$ a beaucoup plus d'action sur la direction que le signe de sommation Σ », la tactique à utiliser est donc de montrer la réduction des pertes provenant de la diminution des rebuts, l'augmentation des bénéfices due à l'amélioration de la qualité des produits. L'introduction du contrôle statistique de la qualité nécessite un financement destiné à payer le coût de la formation des ingénieurs et ouvriers et des appointements du statisticien à engager : ils seront payés en peu de temps par la diminution des rebuts.

Il faudra, cependant, donner aux directeurs quelques notions sommaires de statistique, car ils doivent pouvoir comprendre les rapports qui leur seront fournis ; en effet, d'après A. B. Mundel, de la Sonotone Corporation, les résultats du contrôle statistique de la qualité sont dus en grande partie à ce qu'on tient la direction de l'entreprise au courant des difficultés et de ce qu'on produit.

Enfin, on fera comprendre que dans l'organisation de l'entreprise « les techniques statistiques ne doivent pas être administrativement subordonnées à la réception des matières premières ou à la production ou à l'inspection ou à la recherche des besoins du consommateur ou au bureau d'études ou à quelque autre service, bien qu'elles doivent servir toutes ces fonctions. Les travaux statistiques ne peuvent pas plus être dirigés par un non-statisticien que les recherches de thermodynamique ne pourraient être dirigées par un comptable », (W. E. Deming).

Les ingénieurs n'ont reçu aucune formation statistique lors de leurs études, on leur apprendra quelques notions élémentaires de statistique, comment former une carte de contrôle, comment on peut dans un montage augmenter la tolérance sur certaines pièces sans changer la tolérance sur l'ensemble, comment utiliser un plan d'échantillonnage. Toutes ces notions seront données comme des faits d'observation sans parler de leur théorie statistique : « Les étudiants ne croient pas aux démonstrations mathématiques, mais à l'observation. » « Acheter 2,50 dollars les tables d'acceptation de Dodge et Romig vaut mieux que d'apprendre à les refaire moi-même, je perdrais mon temps »

(1) Les premiers travaux de contrôle statistique de la qualité ont été faits par W. Shewart aux Bell Telephone Laboratories.

(Pr. E. R. Ott, Rutgers University), on fera donc seulement avec une boîte de billes blanches et noires des essais d'application de ces tables pour vérifier qu'elles sont correctes. En résumé, « ces cours cherchent non pas à faire des statisticiens, mais de meilleurs ingénieurs qui vivent au milieu d'un océan de variations » (Pr. M. E. Wescott, Rutgers University).

L'enseignement est donné soit par série de conférences faites dans les usines, soit à l'Université, en 10 soirées, une chaque semaine, formées par 3 heures de cours suivis du dîner avec les professeurs, puis de 1 heure et demie de discussion, chacun apportant les difficultés qu'il a rencontrées à l'usine dans la

semaine. On utilise largement les billes reproduisant la loi de Laplace Gauss, le dessin de celle-ci matérialisé en bois et des films sur le contrôle statistique de la qualité dont certains sont fort bien faits.

Les contremaîtres et ouvriers sont habituellement formés au moyen de cycles d'une dizaine de conférences données dans l'usine. On leur parlera un peu du contrôle de réception, mais surtout de l'utilisation de la carte de contrôle, car « l'ouvrier doit connaître la qualité de ce qu'il fait » (A. B. Mundel, Sonotone Corporation), on lui apprendra la recherche du lutin qui perturbe la fabrication (Tung-Sol Electric inc.). Il n'est pas question de

théorie, la connaissance des 4 opérations suffit. L'utilisation du diagramme

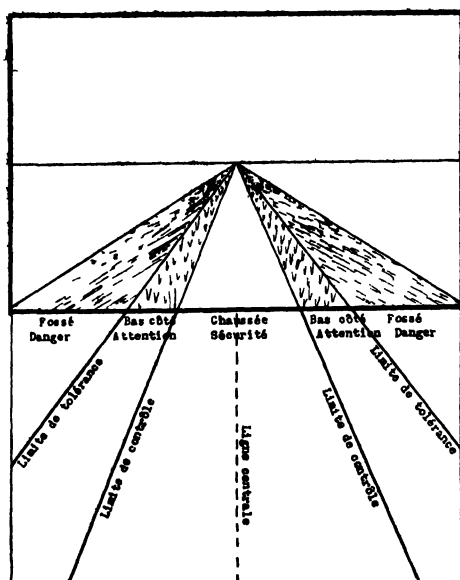


Fig. 1.

de contrôle en cours de fabrication est par exemple (fig. 1) assimilée à la conduite d'une automobile sur une route : pour la sécurité, il faut maintenir la voiture sur la chaussée, c'est-à-dire entre les limites de contrôle inférieure et supérieure, éviter les bas côtés de la route qui sont les intervalles entre limite de contrôle et limite de tolérance, au delà c'est le fossé : danger, car fabrication rebutée (L. A. Knowler, University of Iowa).

Le diagramme de contrôle est encore présenté (fig. 2) sous la forme du chemin : « n'escaladez pas la palissade, vous pourriez avoir des ennuis », d'un côté c'est le réusinage, de l'autre le rebut, « rester dans les limites de contrôle » (International Harvester Co).

Il faut obtenir que l'ouvrier veuille que sa carte de contrôle soit meilleure que celle de son voisin. Cette émulation s'obtient par diffusion des résultats obtenus, « souvenez-vous que l'inspecteur suivant est le client » (Corning Glass Works) et par la constitution de petits clubs de contrôle de la Qualité (Johnson and Johnson). Certains ouvriers donnent même leur adhésion à l'American Society for Quality Control dont le montant de la cotisation est relativement élevé.

L'éducation du consommateur s'obtient en lui montrant la nécessité de

collaborer à l'amélioration de la qualité de l'objet qu'il achète en retournant au fabricant le questionnaire remis lors de la vente. Les observations de l'utilisateur ne doivent pas être considérées comme une plainte, mais comme indiquant un écart à la perfection, dont on tiendra compte par la suite de la fabrication (Hotpoint Inc., filiale de la General Electric Co).

Dans la mise en route du contrôle statistique de la qualité, on se donne pour principe d'adapter tout le personnel en fonction, on n'engage de statisticien que pour orchestrer l'ensemble du contrôle statistique, résoudre les problèmes délicats et pour la recherche industrielle. W. E. Deming, qui a été le promoteur du contrôle statistique de la qualité pendant la guerre, nous a dit : « Il faut se rappeler que l'usage des méthodes statistiques n'est pas une simple *application*. Il ne peut exister d'application sans théorie à appliquer. Il ne peut y avoir de théorie sans

connaissance, et il ne peut y avoir de connaissance sans recherche, même minime. D'où il résulte qu'une organisation adéquate pour l'usage des méthodes statistiques dans l'industrie doit permettre la recherche statistique et l'étude. La connaissance statistique n'est pas cueillie dans un arbre : elle doit être créée et nourrie. » « Certains pensent qu'on peut avoir du lait d'une vache sans la nourrir, ils pensent qu'il en est de même pour le contrôle statistique de la qualité, il nécessite de continuer les recherches. »



STAY IN THE GROOVE

Fig. 2.

Pierre DELAPORTE.

RÔLE JOUÉ PAR QUELQUES GROUPEMENTS NATIONAUX POUR DÉFINIR ET QUANTIFIER LES CARACTÉRISTIQUES DES MATIÈRES INDUSTRIELLES

Un caractère très remarquable des usines américaines, c'est la **cadence** élevée des processus de fabrication. Cadence élevée qui est presque toujours une conséquence de régularité de marche : il n'y a pas d'arrêts, pas d'incidents.

Cette cadence régulière est due à l'adaptation des *qualités fonctionnelles* des matières mises en œuvre : choix des caractéristiques et maintien de celles-ci entre des limites de tolérance fixées par expérimentation.

C'est ainsi que bien des ingénieurs français prétendent que si leurs ateliers étaient transportés aux États-Unis avec leurs équipements actuels et leur personnel, ils seraient capables d'atteindre des niveaux de productivité comparables à ceux constatés.

Cette situation permet à tout industriel d'obtenir la qualité qu'il lui faut, en ne procédant qu'à des contrôles de réception (1) réduits le plus souvent à des opérations peu coûteuses, ce qui lui laisse la liberté de porter tout son effort sur le contrôle de ses propres processus de fabrication (2).

C'est ainsi qu'une « réaction en chaîne » se poursuit jusqu'au produit fini, que celui-ci atteigne une *qualité d'usage* de réputation mondiale et que son *coût* physique (imput) est rendu minimum par réduction des gaspillages de toute nature.

*
* *

Ces faits sont le résultat d'une longue élaboration :

En 1893 se fondait une association privée pour diffuser les *connaissances relatives aux matières* utilisées dans l'industrie, c'est l'A. S. T. M. : American Society for Testing Materials.

En 1921, sous la présidence de Herbert Hoover, la Federated American Engineering Society publie une brochure « Waste in Industry », *le Gaspillage dans l'Industrie*, qui eut un retentissement considérable. Cette brochure attirait l'attention sur la nécessité d'analyser le prix de revient physique de fabrication, c'est-à-dire les consommations de facteurs (temps, matières...) liées au fonctionnement des plans d'organisation : responsabilité de la direction, des ouvriers, des facteurs extérieurs (3).

En 1940, les fabrications d'armements de l'Armée Américaine forment un groupe de statisticiens, spécialistes du *contrôle de qualité*, pour faire appliquer les méthodes d'échantillonnage dans les usines de guerre : des cahiers des charges sont rédigés avec description des contrôles de fabrication et de réception. Des cours de formation accélérée sont créés dans les centres industriels.

Dès 1941, le War Department publie un premier guide pour appliquer la méthode des *cartes de contrôle* (4).

C'est dans cette dernière période que l'ensemble des décisions forme un tout qui s'organise dans un *plan stratégique* d'opérations à réaliser.

*
* *

(1) Ces contrôles n'utilisent pas toujours les méthodes d'échantillonnage statistique. Une seule prise dans la matière reçue permet de déceler des erreurs grossières (Sherwin William, fabrique de peintures).

(2) Il devient possible de *stabiliser* les postes de travail. On sait que c'est l'un des buts de l'organisateur d'obtenir la suppression des aléas continuels, afin d'être en mesure de prévoir des programmes de fabrication réalisables et d'octroyer des primes au personnel sur la base de temps standards.

(3) En France, peu d'usines procèdent à de telles analyses, mais celles qui les ont faites ont trouvé des résultats éloquentes. Citons seulement deux exemples :

— dans l'impression offset, la mauvaise qualité fonctionnelle des matières premières majore le prix de revient des œuvres de 30 %,

— dans le groupe du matériel lourd d'équipement M. T. P. S., qui appartient aux industries mécaniques, on évalue de 20 à 30 milliards par an les pertes résultant de défauts relevés sur les seules pièces de fonderie en cours d'usinage, compte tenu de la valeur des pièces de remplacement et des pertes de temps qu'elles ont exigées.

(4) American War Standards, *Guide for Quality Control*. Z 1, 1, 41 — *Control Chart Method of Analyzing Data*, Z 1, 2, 41. — *Control Chart Method of Controlling Quality During Production*, Z 1. 3. 42.

Ces brochures sont éditées par l'American Standards Association.

Ces circonstances, qui ont préparé un terrain favorable aux applications des méthodes statistiques, ne se sont pas présentées en Europe : elles expliquent, pour une grande part, nos déficiences dans les domaines de la productivité et de la qualité. En termes plus précis, ces circonstances se traduisent par l'existence simultanée de « fonctions » parfaitement coordonnées : *l'information, l'enseignement*, la tenue à jour des *standards* relatifs aux matières.

Si les deux premières fonctions sont évidentes, la troisième n'apparaît pas avec toute son ampleur à ceux qui ont perdu tout contact avec les difficultés rencontrées « sur le tas » en usine.

Pourtant, ce sont bien les qualités des matières et produits qui forment l'objet essentiel des opérations statistiques. Aussi décrivons-nous maintenant le fonctionnement de groupements chargés de rechercher, définir, quantifier les caractéristiques des matières industrielles.

* *

American Society for Testing Materials (A.S.T.M.)

C'est un groupement dû à l'initiative privée. Il a pour but de diffuser les connaissances relatives aux *matières utilisées dans l'industrie*, d'en fixer les *définitions*, les *caractéristiques*, et les *tolérances*, ainsi que les *méthodes d'essai*. Les résultats sont publiés sous le nom de *standards* (1).

Le catalogue « Index to A. S. T. M. Standards » comprend deux cents pages environ, et renvoie à des fascicules spéciaux. C'est dire l'importance des travaux réalisés.

Avant d'officialiser un standard, on observe, comme au banc d'essai, un projet de standard appelé « tentative ».

A la fin de 1951, il y avait	1.106 standards, 704 projets, <hr/> 1.810
le tout réparti entre :	757 spécifications matières 1.003 méthodes d'essai, 50 définitions, <hr/> 1.810

L'A. S. T. M. a rédigé un Manuel de Méthodes Statistiques Appliquées aux Contrôles Industriels : « A. S. T. M. Manual on Quality Control of Materials ». Ce manuel, absolument remarquable, a été traduit dans presque toutes les langues. Il comporte un grand nombre d'exemples numériques, empruntés aux industries les plus diverses.

La méthode de travail consiste à former des groupes n'étudiant qu'un seul produit à la fois, comprenant des représentants qualifiés de firmes intéressées aux transformations successives du produit, depuis la matière première jusqu'au dernier utilisateur.

(1) C'est un Américain qui m'a appris que le mot « standard » était le vieux mot français « estandard » : signe de ralliement qui signifie le meilleur.

Ainsi, sous la pression des besoins industriels, l'objectif initial s'est élargi pour tenir compte des besoins du *marché* en fixant les qualités fonctionnelles des matières pour obtenir des comportements adaptés aux processus de fabrication.

On peut se faire une idée de l'importance de ce groupement en signalant l'existence d'une centaine de Comités, dont quinze « Joint Committees », fonctionnant en liaison avec l'American Standards Association (A. S. A.), équivalant dans ses attributions à notre Association Française de Normalisation (A. F. N. O. R.).

Il est remarquable de constater dans leurs études l'importance qui a été prise par les *méthodes statistiques*. On s'en fera une idée en signalant qu'il existe actuellement sept groupes spécialisés, qui sont les suivants :

- Fidélité et Précision des Mesures (groupe 9).
- Ajustement des courbes (groupe 8).
- Échantillonnage pour les productions en masse (groupe 7).
- Échantillonnage (dimensions des échantillons) (groupe 6).
- Plans d'échantillonnages multiples (groupe 4).
- Plans d'expériences (groupe 10).
- Comparaisons inter-laboratoires (groupe 5).

Ces groupes se sont formés, non pas en vertu d'un plan préétabli, mais bien au fur et à mesure des besoins créés par le perfectionnement des méthodes.

Bureau des Standards

C'est un laboratoire central, fondé en 1901 par le Gouvernement Fédéral, qui avait pour but à l'origine de conserver les *étalons physiques*, puis ses attributions se sont étendues à la *recherche* des constantes numériques utiles aux physiciens et aux ingénieurs. Il entreprend des recherches de laboratoire qui dépassent les moyens de l'A. S. T. M., ou des entreprises privées, et il complète sur le plan scientifique ce que l'A. S. T. M. réalise sur le plan de la pratique industrielle.

American Standard Association

C'est l'organisme officiel dont les fonctions sont analogues à celles de notre Association Française de Normalisation.

* * *

Tous ces groupements se coordonnent d'une part avec les secteurs industriels, d'autre part avec les Universités qui, vous le savez, participent avec les laboratoires privés aux recherches scientifiques. Une image schématique de cette

coordination est donnée sur la fig. 3. On y a représenté, pour comparer, le schéma correspondant pour la France (1).

Il est intéressant de remarquer que la fonction de l'A. S. T. M. est assurée, en Angleterre, par le British Standard Institution (B. S. I.), et en Afrique du Sud, par le Bureau des Standards de l'Union (S. A. B. S.).

Ces deux derniers organismes ont aussi des sections permanentes qui étudient les applications statistiques au contrôle des matières et produits.

De plus, fait important que nous n'avons pas trouvé aux États-Unis, ces

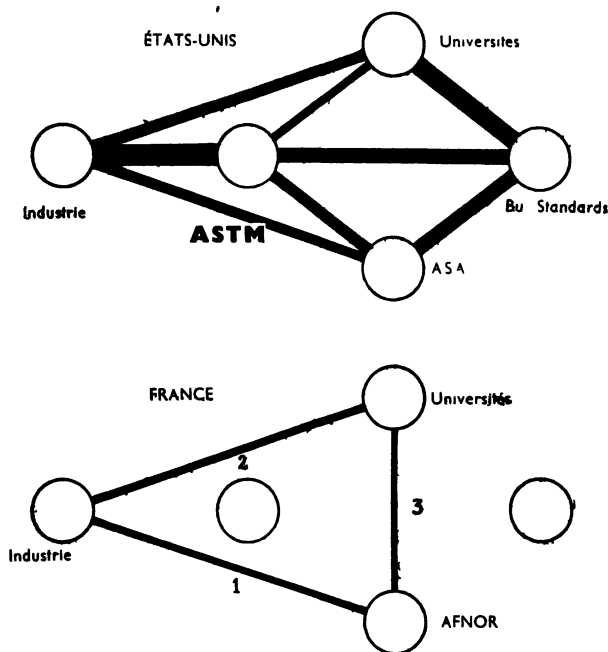


Fig. 3. — Schémas de liaisons entre centres coordinateurs.

organismes ont chacun une section délivrant des *certificats de qualité*. En Angleterre, par exemple, plus de 800 certificats sont délivrés. L'avantage de cette organisation, c'est de procéder au contrôle de réception à la source, chez le fabricant, ce qui est économique pour la collectivité, car en l'absence de certificats de qualité, des milliers d'utilisateurs, peut-être, seraient obligés — chacun pour leur propre compte — de procéder à des contrôles de réception.

Dans ce cas, les usines bénéficiaires de certificats de qualité sont contrôlées par des *inspecteurs itinérants*, qui sont chargés de constater l'application loyale des méthodes de contrôle.

Les industriels américains auxquels nous avons posé la question de savoir pourquoi rien de tel n'était organisé, nous ont tous répondu que c'était inutile parce que, tout naturellement, les spécifications qu'ils annonçaient constituaient un engagement moral.

(1) La liaison (2) correspond plus spécialement à l'organisation récemment créée par le Professeur DARMOIS à l'Institut de Statistique de l'Université de Paris : Centre de Formation des Ingénieurs et Cadres aux Applications de la Statistique. Signalons qu'il existe aussi, au Conservatoire des Arts et Métiers, le laboratoire du professeur DIVISIA : « Économie industrielle et statistique », dont les cours et travaux ont lieu le soir.

La liaison (3) correspond aux Commissions tenues par l'A. F. N. O. R. Terminologie de la Statistique et des Probabilités. Méthodes de Contrôle Statistique.

Il y a, dans la simplicité d'une telle réponse, une attitude mentale très significative que je livre à vos réflexions.

* * *

En présence de ces faits, il nous faudrait examiner la situation de l'industrie française, ses difficultés techniques d'approvisionnement, l'ignorance trop fréquente par les producteurs eux-mêmes des caractéristiques de leurs produits ou, quand celles-ci sont définies par des normes, l'absence de méthodes efficaces d'essais, suivant des plans d'échantillonnage conformes aux données les plus élémentaires des méthodes statistiques.

Ces faiblesses expliquent en grande partie la pensée de J. Silberman, chef du bureau technologie et productivité aux États-Unis, qui écrivait (1) : « Si le rééquipement a lieu en conservant les méthodes couramment employées aujourd'hui dans l'industrie française, la productivité tendra probablement à se maintenir à des niveaux équivalents aux niveaux actuels, malgré l'emploi d'un matériel moderne nouveau. »

Pour améliorer la qualité, les initiatives de quelques ingénieurs isolés ne peuvent être fécondes dans ce domaine si une *stratégie* n'est pas pensée sur le plan collectif, pour assurer l'efficacité des moyens qui devraient s'étendre sur une longue période. Le rôle du Comité National de la Productivité apparaît ainsi fondamental pour provoquer, conseiller, coordonner les organes indispensables à une adaptation urgente de notre économie. Puissent les résultats de notre Mission, chargée de cette enquête, lui apporter des éléments utiles à l'élaboration de ses décisions (2).

Robert HÉNON.

DISCUSSION

M. PLAINDOUX. — M. Ferignac nous signale qu'à la Hunter Spring Cy, les lots de produits finis sont livrés à la clientèle, accompagnés du rapport de qualité établi par le Service de Contrôle Statistique. L'Entreprise cliente est ainsi dispensée d'opérer le contrôle de qualité des articles achetés à la Hunter Spring Cy.

Or, en France, que les Entreprises aient ou non mis au point un procédé scientifique de contrôle de la qualité des produits achetés ou vendus, le contrôle de qualité est toujours opéré pour un même lot et par l'Entreprise fournisseuse avant l'expédition et par l'Entreprise cliente à la réception.

Il y a là un même travail toujours fait deux fois et des frais de contrôle doublés.

La méthode pratiquée par la Hunter Spring supprime ce double emploi. Sur le plan Organisation pure, autant que sur le plan statistique, elle présente donc un intérêt évident et gagnerait à être généralisée en France.

(1) James SILBERMAN, *Rapport sur les faiblesses de la production française.*

(2) Signalons que nos appréciations sont générales et ne s'appliquent pas à certaines matières ou fabrications particulières telles que les produits pharmaceutiques et les fabrications d'armement dont les qualités sont assurément très élevées.

Nous ne méconnaissons pas non plus les efforts qui sont tentés, depuis quelques années, pour améliorer la qualité française. Mais ces efforts portent sur les qualités « requises » par