

REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

L. LAVERGNE

Sur quelques réalisations de contrôle statistique dans l'industrie chimique

Revue de statistique appliquée, tome 2, n° 4 (1954), p. 119-124

http://www.numdam.org/item?id=RSA_1954__2_4_119_0

© Société française de statistique, 1954, 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/>

SUR QUELQUES RÉALISATIONS DE CONTRÔLE STATISTIQUE DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Compte-rendu de l'exposé de

L. LAVERGNE

Chef de Service à la Société Parisienne d'Expansion Chimique

A la Société Parisienne d'Expansion Chimique, le contrôle statistique a été appliqué dans trois domaines :

I. — CONTRÔLE A LA RÉCEPTION

Mis en place après le stage du premier degré au Centre de Formation aux applications industrielles de la Statistique, stage essentiellement pratique et, par conséquent, directement applicable, le contrôle à la réception fonctionne maintenant d'une façon satisfaisante. Il s'applique, en ce qui concerne SPECIA, aux éléments de conditionnement reçus en grande série (flacons, ampoules, etc.).

Les difficultés de démarrage tiennent à des causes extrinsèques au contrôle statistique lui-même. D'abord, difficultés de définir les tolérances acceptables : en général, les utilisateurs sont trop sévères et leurs exigences sont difficiles sinon impossibles à observer. De plus, elles ne sont pas toujours nécessaires, ce qui conduit le fournisseur à constater que l'on accepte quelquefois des livraisons qui, d'après les normes, auraient dû être refusées. Toutes ces incohérences sont attribuées, à tort, au contrôle statistique à la réception et risquent de le discréditer a priori, si l'on n'y prend garde.

Les tolérances, d'abord correctement définies par l'utilisateur, doivent être ensuite acceptées par le fournisseur. C'est seulement après ces deux phases préparatoires qu'intervient réellement le contrôle statistique à la réception.

Malheureusement, dans la profession pharmaceutique du moins, les notions de risque telles que les entend un statisticien définissant un plan de contrôle sont encore primitives. Lorsqu'un fabricant entend parler du risque du contrôleur d'accepter un lot mauvais et surtout du risque du vendeur de voir refuser un lot bon, il est souvent très étonné et enclin à préférer un contrôle à 100 %... effectué par l'acheteur.

Cependant, on a constaté une évolution, lente il est vrai, de l'état d'esprit de nos fournisseurs. C'est ainsi qu'un de nos principaux fabricants de verrerie fait maintenant mention d'un contrôle statistique de qualité avant livraison.

Pratiquement, le contrôle à la réception qui porte aussi bien sur des contrôles « en mesure » que sur des contrôles « au gabarit ou visuel » se fait par simple ou double échantillonnage. Les tableaux d'échantillonnage utilisés sont ceux fournis au stage de formation du Centre de Formation. Dans ces conditions, des retours de lots entiers au fournisseur ont été effectués. En général, d'ailleurs, ces lots sont destinés à être triés. Dans d'autres cas, le tri à 100 % a lieu à l'usine même, mais le contrôle statistique à la réception aura permis un classement préalable des livraisons.

Le contrôle progressif, moins coûteux en moyenne que le simple ou double échantillonnage, est plus difficile à mettre en œuvre car il demande une éducation plus poussée des contrôleurs. Il commence cependant à être utilisé.

Quoi qu'il en soit, la solution de ce contrôle à la réception évolue favorablement et les cahiers des charges des commandes précisent dorénavant les conditions de réception et en particulier les normes de prélèvement qui feront accepter ou refuser un lot.

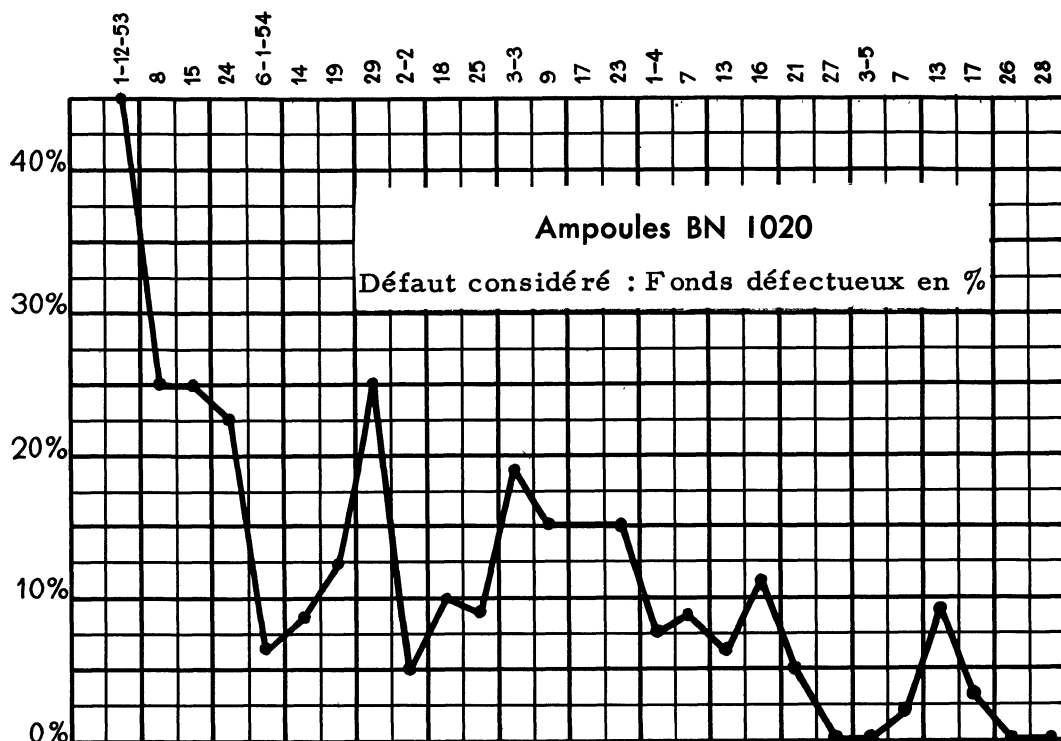


Fig. 1

En outre, depuis l'application du contrôle statistique, on a pu constater une amélioration des livraisons. Un premier exemple est fourni par le pourcentage des fonds défectueux des ampoules qui s'est progressivement et nettement réduit depuis l'introduction du contrôle à la réception, comme le montre l'examen du graphique présenté.

Sur le graphique n° 1, on a indiqué pour chaque réception le pourcentage d'ampoules mauvaises.

Un deuxième exemple qui concerne le diamètre extérieur du col des ampoules, illustre en même temps le cas de tolérances mal fixées.

Lorsque, il y a plusieurs années, les normes de réception des ampoules avaient été établies, différents modes de remplissage étaient employés concurremment. Les ampoules rebutées sur un type de machine étaient utilisables sur un autre. Actuellement, le remplissage s'effectue exclusivement sur machine automatique. Ces machines fonctionnent toutes sur le même principe : injection du liquide par l'intermédiaire d'une aiguille plongeant dans le col de l'ampoule. Lorsque le col de l'ampoule est trop étroit, l'aiguille bute, peut se casser et, en tout cas, la machine doit être arrêtée pour réglage. Les ampoules à col étroit doivent donc être refusées. Comme la dispersion du diamètre du col à la fabrication d'ampoules est supérieure à nos exigences, le fournisseur, remarquant que nous ne refusions pas les ampoules à col trop large, a progressivement augmenté le diamètre moyen de sa fabrication. Sur le graphique n° 2, on a indiqué pour

chaque réception le pourcentage d'ampoules qui ont un diamètre supérieur à celui du gabarit maximum A et le pourcentage d'ampoules qui ont un diamètre inférieur à celui

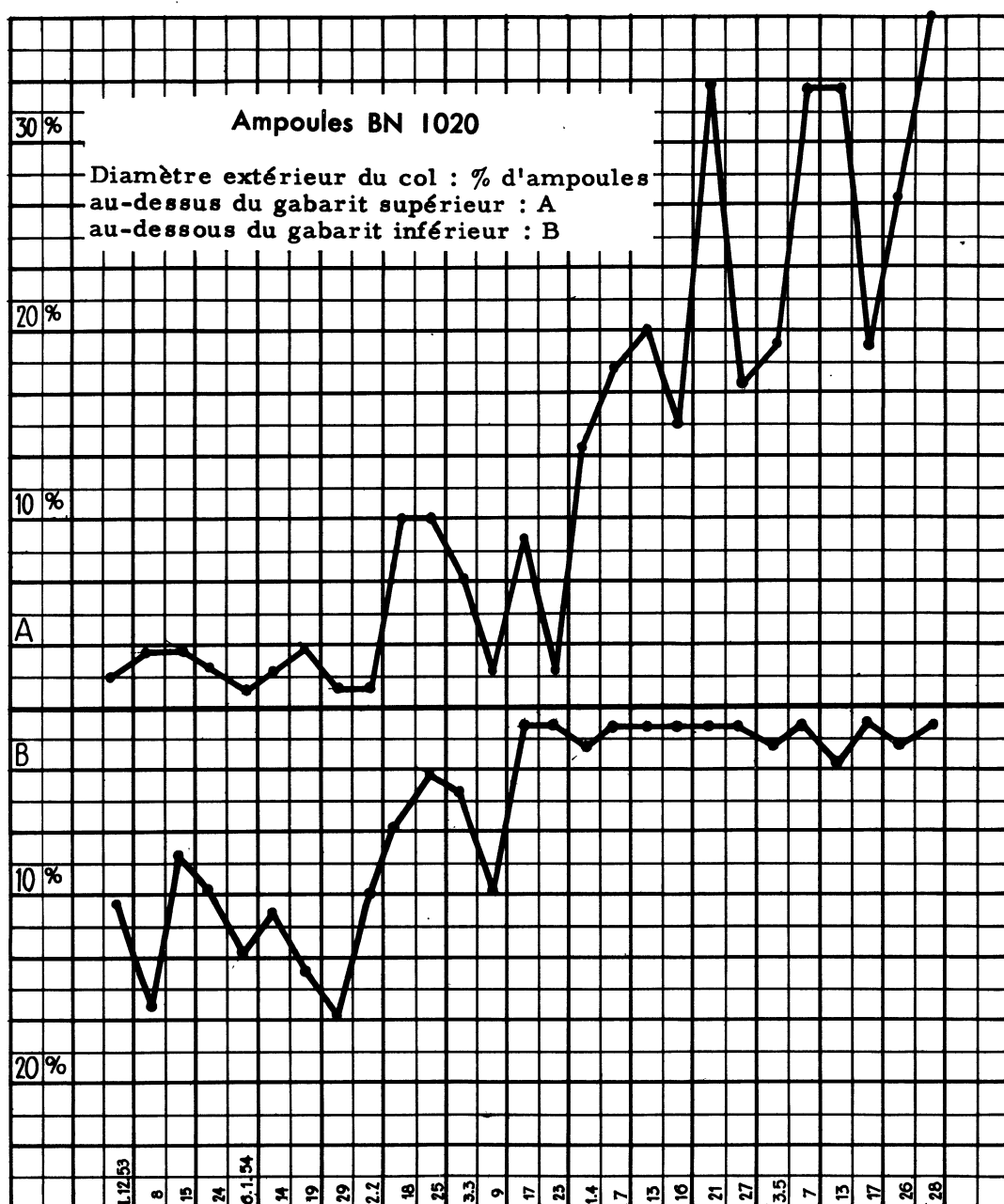


Fig. 2

du gabarit minimum B. On constate d'abord qu'un grand nombre d'ampoules sortent des normes fixées et devraient être refusées. On voit qu'ensuite le pourcentage d'ampoules refusées pour A est beaucoup plus grand que le pourcentage refusé pour B : le fabricant a augmenté le diamètre moyen de sa fabrication. A la suite de ces contrôles à la réception, les normes ont dû être modifiées.

Questions posées aux Docteurs LITTAUER et BENSON, sur le contrôle à la réception.

— Aux U.S.A., l'introduction du contrôle statistique à la réception a-t-il eu une influence sur les prix ?

— Le contrôle statistique à la réception est pratiqué systématiquement aux U.S.A. aussi bien dans l'industrie pharmaceutique que dans l'industrie chimique. Les administrations, l'armée par exemple, traitent tous leurs marchés sur ces bases. Dans ces conditions, le contrôle statistique utilisé aussi bien à la réception qu'en cours de fabrication a entraîné un abaissement des prix, par diminution des déchets.

II. — CONTROLE EN COURS DE FABRICATION

Le contrôle en cours de fabrication par la méthode bien connue de la carte de contrôle a été introduit d'abord aux contrôles du poids des antibiotiques sur des machines à diviser volumétriquement, puis étendu à d'autres fabrications (poids des comprimés, volume des solutions réparties dans les ampoules, etc.).

Au début, il y a quatre ans de cela, lorsque ce mode de contrôle a commencé, la valeur de la méthode a été presque mise en doute. Il s'est révélé par la suite que c'était par inexpérience. En effet, avec une dispersion instantanée très faible, les résultats ne se maintenaient jamais dans les limites de surveillance et de contrôle de la carte. Le problème a été posé à M. MOTHE qui a bien voulu en faire une étude approfondie et a montré que la distribution des poids n'était pas normale. Certaines causes de variations plus ou moins cycliques expliquaient les anomalies constatées. Il aurait été possible d'établir une carte de contrôle en tenant compte de ces influences. La solution a été cherchée dans une autre voie. Déjà, la carte de contrôle avait permis de diminuer les réglages. Avant de faire cette étude, en effet, à chaque poids anormal, on modifiait le réglage de la machine alors que celui-ci n'était pas en cause. L'emploi de la carte avait permis aussi une simplification du contrôle, la dispersion instantanée étant très faible, la surveillance de la machine se faisait uniquement sur les poids moyens.

D'autre part, par étude statistique l'influence de toutes les causes systématiques de la répartition des poids comme l'hétérogénéité de la poudre, l'effet électrique, l'état hygrométrique de l'air, etc., a été mise en évidence. En liaison avec les constructeurs, les ingénieurs ont modifié les machines diviseuses utilisées et les nouvelles machines à grand rendement donnent entière satisfaction. Ce résultat peut être mis à l'actif de la carte de contrôle car, auparavant, on avait tendance à attribuer les écarts constatés à des erreurs de réglage. Maintenant, la répartition des poids est gaussienne et il est facile de constater sur le graphique n° 3 que la fabrication se maintient facilement entre les limites de contrôle. Les réglages sont très rares.

Sur le graphique, les tolérances légales, celles du Codex : 5 % en plus ou en moins du poids théorique ont été mentionnés. Encore faudrait-il souligner que le Codex ne précise pas toujours s'il s'agit d'un poids individuel ou d'un poids moyen. On a cherché la difficulté en considérant qu'il s'agissait du poids unitaire chaque fois que cette indication n'était pas portée. On remarque sur le graphique que la machine est trop précise pour son travail; aussi dans la pratique a-t-on adopté des « limites modifiées ». Les poids unitaires maxima et minima dans chaque échantillon sont portés sur le graphique. Sans utilité pour la carte de contrôle, ils intéressent souvent des visiteurs ou des clients non avertis des méthodes statistiques.

La méthode de contrôle par carte a donc permis ici de diminuer les temps affectés au contrôle, d'augmenter la cadence de production par espacement des réglages, d'éviter les réglages intempestifs et enfin de serrer de plus près le poids théorique, par conséquent d'économiser de la matière première. On sait, en effet, qu'en général pour garantir un poids unitaire exact, on ajoute une freinte que la mise sous contrôle des machines a permis de réduire au minimum.

L'étude systématique des résultats a poussé d'autre part les ingénieurs et les constructeurs à améliorer leurs machines.

Par la suite, le contrôle par carte a été étendu à la fabrication des comprimés. Cette étude a été développée aux journées pharmaceutiques françaises de 1952 par MM. FERRAND et FRANC. Là encore, il s'agit d'une application normale de la méthode. (Référence : Opuscule édité par la Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Produits Pharmaceutiques, 19, rue Picot, Paris (16^e), pages 25 et suivantes.)

Le contrôle par carte a été limité aux fabrications en grandes séries. Dans le cas de petites fabrications, et pour chacune d'elles, la variabilité des machines, établie par étude statistique, a été soigneusement notée. Pour l'exécution d'un travail donné, le type de machine et la machine elle-même sont choisis en fonction des exigences à observer. Même dans ce cas, on effectue bien entendu un contrôle par échantillonnage, mais d'une façon beaucoup moins serrée que pour les machines à grand rendement.

En outre, lorsqu'un lot est terminé, les résultats des contrôles sont récapitulés et les caractéristiques statistiques du lot calculées. Ces résultats archivés permettent de suivre dans le temps les améliorations des fabrications.

Cependant, le caractère particulier de l'industrie pharmaceutique oblige souvent à une vérification intégrale de la production. Lorsqu'il s'agit de vie humaine, une erreur même avec un seuil statistiquement très faible reste une erreur : c'est ainsi que la qualité des ampoules de solutés injectables, par exemple, est contrôlée à 100 %.

Répondant à une demande, le Docteur LITTAUER précise qu'il n'est pas question, dans certains cas bien spéciaux, de supprimer le tri à 100 %. Il ajoute néanmoins qu'en mettant sous contrôle les différentes phases de la production, on tend à réduire les déchets et, par conséquent, à donner finalement au contrôle à 100 % une grande efficacité.

Les Docteurs LITTAUER et BENSON indiquent qu'aux U.S.A., dans les industries chimiques et para-chimiques, beaucoup de sociétés utilisent le contrôle statistique en fabrication. Ils citent Dupont de Nemours, Bristol, Squibb, Merck, Lilly, Pfizer, Kodak, Rochester. Ces firmes envoient des étudiants dans les universités où sont enseignées les méthodes statistiques.

Prenant exemple de Dupont de Nemours, le Docteur BENSON montre qu'une réussite des méthodes statistiques dans une section entraîne rapidement la généralisation d'emploi de ces méthodes à l'usine tout entière. Il prend quelques exemples de cartes de contrôles qu'il a eu à étudier : cas d'un essai de traction pour contrôler la force d'un câblé de coton... Exemple plus complexe d'un test balistique utilisé pour une fourniture de fusées à l'armée.

III. — RECHERCHES

Dans le domaine de la recherche et des essais en général, on peut citer quelques exemples pratiques d'application qui serviront de base de discussion avec les experts américains.

— Etude de la dispersion des résultats en analyse et de ses causes : hétérogénéité du prélèvement, valeur des analystes, méthodes différentes d'analyses, etc.

Les Docteurs LITTAUER et BENSON insistent sur les difficultés d'un prélèvement au hasard. Comme exemple particulièrement ardu, le Docteur BENSON cite le cas de livraison de fûts de matière première en poudre dans une usine de produits chimiques. Une étude approfondie du problème a permis cependant de trouver une solution élégante à cette question. A ce sujet, le Docteur BENSON rappelle qu'on a le plus souvent intérêt à ne pas mélanger le contenu de plusieurs récipients. En effet, on fait ainsi souvent disparaître des variations à l'intérieur d'un échantillon qui sont statistiquement très utiles à connaître.

Il montre que l'analyse de variance est un outil statistique particulièrement indiqué pour aborder ces problèmes. A ce propos, le Docteur LITTAUER indique l'existence d'un nouveau test : le η test dont il avait été fait mention dans les « Annals of Mathematical

Statistics » (1942-1943). Il cite également en référence « Some Selected quick and easy methods of Statistical Analysis », de John W. Tukey.

— Etablissement d'une prime de qualité pour des ouvriers effectuant des pesées en séries. La classification des ouvriers par une méthode de carte de contrôle a donné de bons résultats.

M. RAMBACH, ingénieur-conseil, a eu également l'occasion de voir une application du même genre qui a parfaitement réussi.

— Etude de corrélation : poids et dureté des comprimés;
dureté et délitement des comprimés;
délitement et pression de fabrication;
etc...

— Etude de marché : La mention de cette utilisation des méthodes statistiques est faite par M. CLAVIER, de Kodak-Pathé.

Pour clôturer la séance, M. TOINET remercie les experts américains d'avoir montré que les méthodes statistiques étaient systématiquement appliquées en Amérique. Il fait part toutefois de son inquiétude en constatant qu'en France, ces méthodes sont encore peu employées dans l'industrie chimique proprement dite. Il veut cependant espérer que l'exemple donné par les industries para-chimiques et en particulier par l'industrie pharmaceutique sera bientôt suivi.