

Walter A. Shewhart : un auteur qui éclaire les problèmes contemporains concernant les prévisions à moyen et à long terme

Par Jean-Marie Gogue

Walter Shewhart, Ph.D. de l'université de Berkeley, est embauché en 1918 chez *Western Electric*, une filiale des *Bell Telephone Laboratories* dont la grande usine, *Hawthorne Plant*, se trouve dans la banlieue de Chicago. En 1925, il est nommé à la direction technique du groupe, à New-York, avec mission de mettre au point des méthodes d'amélioration de la qualité et de la productivité. En 1931, il publie les résultats de ses travaux dans un grand ouvrage : *Economic Control of Quality of Manufactured Product* (Van Nostrand). En 1939, il énonce sa philosophie dans un livre : *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control*, édité par William Edwards Deming et publié par le ministère de l'Agriculture. Shewhart fut aussi professeur de statistiques à l'université Rutgers, président de l'American Statistical Association, président de l'Institute of Mathematical Statistics, membre du comité scientifique de l'université de Princeton, et directeur de la collection de statistique mathématique de l'éditeur *Wiley and Sons*.

On trouvera ci-dessous une analyse succincte de son second livre, traduit en français sous le titre *Les fondements de la maîtrise de la qualité* (Economica). C'est la transcription d'une série de quatre conférences qu'il a données en 1938 à l'École supérieure de l'Agriculture à Washington. C'est sur cette base que Deming a préparé les séminaires qu'il a donnés au Japon en 1950. Edité en japonais en 1957, ce livre se trouve encore dans toutes les universités japonaises ; c'est un classique.

Walter Shewhart était un élève de Karl Pearson. Sa pensée s'inscrit dans le courant scientifique qui a remplacé la conception déterministe par une conception probabiliste dans l'étude des phénomènes physiques au début du vingtième siècle.

Le premier chapitre trace rapidement les étapes historiques du contrôle de la qualité jusqu'en 1870. Le principal problème était l'ajustement des pièces mécaniques. Les constructeurs l'avaient résolu par l'utilisation de calibres, mais cette solution n'était pas économique. Une solution plus élégante consistait à réduire la variabilité en agissant sur le processus de fabrication. C'est ce que Shewhart a obtenu à l'usine Hawthorne à partir de 1924. L'auteur se lance alors dans un raisonnement mathématique rigoureux sur la notion de contrôle statistique. Ce raisonnement s'applique évidemment à toutes les caractéristiques mesurables. Voici un passage essentiel :

« Rappelons les trois étapes de contrôle : spécification, production et jugement de la qualité. Selon l'ancien concept d'une science exacte, ces trois étapes étaient indépendantes. Une personne pouvait spécifier l'objet voulu, une autre pouvait prendre la spécification comme guide et réaliser cet objet, et finalement un inspecteur, juge de la qualité, pouvait mesurer l'objet pour voir s'il répondait aux spécifications. Simple et magnifique schéma ! Mais il change complètement si l'on admet que la science n'est que probable. Pour des raisons économiques aussi bien que pour atteindre une assurance de la qualité maximum dans tous les types d'activités, même en essayant de se maintenir dans un intervalle de tolérance, il devient nécessaire d'introduire les concepts de limites d'action et d'objectif. Mais pour spécifier l'objectif, il faut d'abord faire une opération de contrôle statistique. En fait, l'objectif provient nécessairement de l'étape III, les limites d'action ayant été déterminées dans l'étape II. Mais on ne peut pas fixer ces limites d'action sans connaître les limites de tolérance qui ont été spécifiées dans l'étape I. Il est particulièrement important de remarquer, je pense, que la troisième étape ne

peut pas être accomplie simplement par l'inspection de la qualité des objets en tant qu'objets, mais qu'elle doit comporter l'inspection des objets suivant une séquence ordonnée en relation avec le processus de production. En fait, ces trois étapes doivent s'enchaîner circulairement au lieu de s'enchaîner linéairement. »

La conclusion du chapitre est que « *la contribution de la statistique résidera moins dans la résolution des problèmes auxquels le statisticien est habitué aujourd'hui que dans la prise en main de la coordination des trois étapes que sont la spécification, la production et l'inspection. À long terme, l'efficacité de la statistique dépendra moins de l'existence dans l'industrie d'un corps de statisticiens de formation supérieure que de la préparation de toute une génération formée à l'esprit statistique. »*

Le second chapitre explique comment calculer des limites optimales de tolérance à partir des statistiques de mesure. Le problème se présente de la manière suivante :

« Nous pouvons penser que l'usage des limites de tolérance constitue un bon moyen de trier une production donnée relativement à une certaine caractéristique de qualité. En ce sens, les limites de tolérance sur une caractéristique de qualité fixent la plage sur laquelle la qualité d'une pièce d'un produit doit se trouver pour que ce produit se conforme à la spécification et s'intègre à un mécanisme que l'ingénieur veut réaliser. De ce point de vue, le choix des limites dépend des particularités de conception. Toutefois ce n'est pas seulement ce que l'ingénieur veut, mais ce qu'il peut obtenir économiquement qui doit entrer en ligne de compte pour fixer des limites de tolérance. Dès qu'un ingénieur entreprend de fixer des tolérances qui doivent permettre d'utiliser les matériaux efficacement, il ne doit pas seulement penser aux limites de tolérance mais aussi au pourcentage de la production réalisée dans des conditions commerciales dont la qualité se situera à l'intérieur de ces limites de tolérance. Par conséquent, la préparation de limites de tolérance avec un objectif économique nécessite une acquisition de connaissances concernant la probabilité que le produit réalisé dans des conditions commerciales ait une qualité qui se trouve entre ces limites. (.....) Alors que la tolérance est parfois définie comme la permission de s'écarter d'une norme jusqu'à un certain point, le concept de tolérance que nous utilisons dans le présent ouvrage n'implique pas seulement l'existence de limites spécifiées, mais aussi une prévision de la proportion des produits qui seront réalisés commercialement et dont la qualité se trouvera dans des limites spécifiées. »

Le problème posé est donc celui de la coopération entre l'ingénieur qui obtient des données en production, le statisticien qui traite ces données, et le manager qui édite des spécifications techniques. « *Avant de fournir le moindre échantillon de données au statisticien pour qu'il établisse des tolérances, il faut d'abord demander à l'ingénieur de coopérer avec le statisticien pour examiner les preuves de contrôle statistique qui sont disponibles. La mission proprement dite du statisticien commence après que l'ingénieur a obtenu la certitude que l'échantillon a été fait dans des conditions contrôlées statistiquement. »*

Le troisième chapitre, plus abstrait, traite de la présentation des résultats de mesure. L'auteur commence par y distinguer un langage « objectif » et un langage « subjectif ». Il définit la connaissance expérimentale comme un processus dynamique en trois parties : les données dans lesquelles l'expérience commence, la prévision en termes de données que l'on s'attend à obtenir en faisant plus tard certaines expériences, et le degré de confiance dans la prévision, qui est lui-même fondé sur les données originelles ou sur leur représentation condensée. Il les nomme respectivement : témoignage, prévision et degré de confiance.

Après avoir étudié les liens entre le témoignage, la prévision et le degré de confiance, Shewhart donne trois règles pour la présentation des données :

Règle 1. Les données doivent être présentées de façon à préserver le témoignage des données originelles en vue de toute prévision jugée utile.

Règle 2. Le condensé d'une distribution de nombres au moyen de fonctions symétriques doit être tel que le degré objectif de confiance dans les déductions et les prévisions qu'il permet d'établir, et par suite l'action humaine qui en résulte, ne soit pas significativement différent de celui qui résulterait des données originelles considérées comme fondement de preuve.

Critère de signification. Toute phrase visant à une signification scientifique définie doit être vérifiable comme étant vraie ou fausse sur la base de mesures expérimentales que l'on peut obtenir en réalisant une opération définie et spécifiée à l'avance. La signification d'une telle phrase est la méthode de sa vérification. »

Le quatrième chapitre traite de la justesse et de la précision dans les résultats de mesure. Il semble qu'un débat faisait rage en 1938. Bien qu'il n'en soit plus guère question aujourd'hui, il est encore intéressant de lire ces lignes :

La science appliquée, spécialement dans la production de série de pièces interchangeables, est parfois plus exigeante que la science pure en ce qui concerne la justesse et la précision. Par exemple un chercheur qui a réalisé une série de mesures dans un laboratoire de recherche fondamentale fait, d'après ses résultats, les estimations de justesse et de précision qu'il considère comme les meilleures, sans se soucier du petit nombre de mesures qu'il a faites. Il admet facilement que des études ultérieures peuvent prouver que ces estimations étaient fausses. Il dira peut-être simplement, pour se justifier, qu'un homme de science, qui fait les choses normalement, ne pouvait pas faire de meilleures estimations avec les données disponibles à l'époque. Mais considérons maintenant celui qui fait de la recherche appliquée. Il sait que s'il devait agir suivant les maigres données dont un savant dispose parfois, il ferait autant d'erreurs que la recherche fondamentale peut en faire dans l'estimation de la justesse et de la précision. Il sait aussi que ces erreurs peuvent faire perdre beaucoup d'argent et mettre en danger la vie humaine.

Dans sa conclusion générale, l'auteur rappelle qu'une opération de contrôle se compose de trois parties : spécifier le but à atteindre, s'efforcer d'atteindre le but fixé et juger si le but est atteint. Dans l'industrie, on les nomme habituellement : spécification, production et inspection. On peut les mettre en parallèle avec les trois étapes fondamentales de la méthode scientifique : hypothèse, expérience et test d'hypothèse. « *En considérant les trois composantes du contrôle comme des étapes d'une méthode scientifique, nous avons une vision complète de l'acte de contrôle qui est en arrière plan de toute la discussion de cette monographie.* »

Mars 2011

Walter A. Shewhart, *Les fondements de la maîtrise de la qualité*, Economica 1989, 190 pages, ISBN 2-7178-1714-X