

REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

A. W. SWAN

De la statistique industrielle à la recherche opérationnelle

Revue de statistique appliquée, tome 2, n° 2 (1954), p. 87-90

http://www.numdam.org/item?id=RSA_1954__2_2_87_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/>

DE LA STATISTIQUE INDUSTRIELLE A LA RECHERCHE OPERATIONNELLE

par

A. W. SWAN, B. A. Sc., A. M. I. Mech. E.

Chef du Service de Recherche Opérationnelle des Etablissements Courtauld Ltd, Coventry

M. A. W. SWAN, ingénieur anglais, s'est intéressé dès avant la guerre aux méthodes statistiques et à leur utilisation dans l'industrie.

Il a été chargé pendant la guerre d'appliquer le contrôle de la qualité dans les usines de munitions de l'Artillerie Royale.

Après la guerre, il rentra aux « United Steel Companies », où une Section Statistique venait d'être créée pour introduire dans l'industrie courante les méthodes qui avaient réussi dans les fabrications de guerre.

Il est maintenant chef du Département de Recherche Opérationnelle des Usines Courtauld Limited (industrie chimique spécialisée dans la production des textiles artificiels).

On trouvera ci-après le résumé succinct de la conférence faite au Centre de Formation des Ingénieurs aux applications industrielles de la statistique, le 19 mai 1954.

Dans cette conférence, M. SWAN a présenté quelques-unes des réalisations auxquelles il a participé et exposé les grandes lignes du développement de l'emploi des méthodes statistiques, dont le contrôle de qualité n'est plus qu'un élément d'un ensemble beaucoup plus vaste où statistique, technique industrielle, sciences pures et appliquées, psychologie..., conjuguent rationnellement leurs efforts.

I. — USINES DE MUNITIONS.

Il s'agissait à l'origine d'introduire aussi rapidement que possible un système de contrôle au moyen de cartes concernant l'étendue moyenne et le nombre de pièces défectueuses pour le contrôle en cours de fabrication et l'échantillonnage statistique du produit fini. Les deux techniques présentent un caractère essentiellement mathématique et le problème était surtout de les appliquer sans effrayer ni les directions ni les corps de contrôleurs et même, espérait-on, avec leur coopération cordiale. Le côté psychologique était donc au moins aussi important que la technique considérée et une caractéristique essentielle de la recherche opérationnelle commençait déjà à apparaître.

Sans entrer trop loin dans le détail, il peut être intéressant de décrire deux plans qui ont été utilisés simultanément. Différant dans leurs principes, ils ont tous deux réussi. (Il existe parfois plusieurs solutions correctes à un même problème.) Dans une usine, on fit appel à des statisticiens incomplètement formés. L'auteur découvrit et forma un contrôleur qui connaissait à fond le produit fabriqué et les difficultés de son contrôle et possédait une base mathématique suffisante pour comprendre les principes de la statistique et en apprendre les techniques. Des cours organisés à l'intention des contrôleurs permirent sans trop de difficulté de leur faire comprendre et appliquer la carte de contrôle « étendue moyenne » et « nombre de pièces défectueuses » ainsi que l'échantillonnage simple et double. Dans l'autre usine, l'auteur introduisit deux mathématiciens empruntés au Département de Statistique Mathématique du Ministère du Ravitaillement ; ils y demeurèrent avec la pleine responsabilité de la politique générale.

Les conclusions auxquelles ont abouti les expériences ultérieures ne diffèrent pas de celles esquissées plus haut, mais il y en a d'autres qui mériteraient d'être signalées.

Il y a beaucoup à dire sur ce qu'est un Département de recherche opérationnelle ; fort heureusement Courtaulds n'essaie pas de le définir. Le Département de R. O. est là pour fournir son concours pour tout problème à propos duquel la direction désire une aide éventuelle ou à propos duquel il pense, de sa propre initiative, pouvoir aider la direction. La méthode n'est donc pas définie et, bien qu'essentiellement statistique, elle ne l'est pas forcément. Les développements mathématiques et statistiques en cours sont suivis avec une grande attention et des méthodes avancées sont utilisées quand elles conviennent le mieux.

Ce qui importe c'est d'utiliser la connaissance disponible. L'auteur qui est en premier lieu un ingénieur et un homme rompu aux graphiques s'est attelé à un problème de présentation graphique à l'usage de la haute direction, de données concernant les ventes. Son assistant principal, de formation purement mathématique, a mis au point une méthode convenable de contrôle du niveau des stocks de produits finis d'après les fluctuations des ventes, en relation avec les graphiques de l'auteur. Un autre assistant, qui avait d'abord reçu une formation de chimiste et de physicien, a travaillé en collaboration avec un chef chimiste d'usine à simplifier la méthode de lecture d'essais chimiques.

Le point personnel et psychologique demeure aussi important que jamais. L'utilisation d'une équipe constitue une règle inviolable.

Il y a un point qu'il ne faut pas perdre de vue. On a tendance aux Etats-Unis à accentuer le côté « Recherche » de la recherche opérationnelle. D'après l'auteur, ce n'est jamais de la recherche pure car elle est menée dans un but déterminé souvent lié à la production et destinée à économiser de l'argent par une réduction du gaspillage ou à améliorer les moyens de commander des dirigeants. Il est donc avantageux pour le Département de R. O. de travailler pour les chefs de services de production et non dans le service des recherches tout en maintenant avec les recherches un contact aussi étroit qu'il peut être nécessaire. Cette disposition vaut pour Courtaulds où le Département de R. O. travaille pour le Directeur de l'exploitation.

La variété du travail augmente sans cesse. On trouvera plus loin une indication de quelques travaux, parmi les plus importants, entrepris pour les United Steel Companies Limited et pour Courtaulds Limited.

IV. — QUELQUES TRAVAUX DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE.

I. — Plan d'échantillonnage pour sable de fonderie.

Une expérience a été organisée pour du sable provenant de différentes origines pour déterminer la meilleure origine et adopter un échantillonnage statistique durable.

II. — Capacité de production des laminoirs.

Des études de temps ont été effectuées ; leur analyse statistique a mis en relief la nature et l'étendue des retards et a permis d'aboutir à des recommandations visant à une meilleure utilisation.

III. — Facteurs influant sur la production du four à sole.

L'analyse des données de fabrication a utilisé principalement les méthodes de corrélation et régression. Elle a montré la nécessité de prévoir une amélioration du dispositif de chargement.

IV. — Goût des consommateurs.

Les réactions des consommateurs à des essais d'utilisation (habillement, etc...) telles qu'elles résultaient de réponses à des questionnaires ont été analysées au moyen de la méthode de rang et d'autres techniques statistiques.

V. — Contrôle de la production et niveaux des stocks d'après les chiffres de ventes.

On a construit un indice de ventes d'après les chiffres « bruts » de ventes en éliminant les variations saisonnières et accidentelles et on a proposé un système simple de facteurs d'influence permettant de fixer une production économique et des niveaux de stocks en multipliant la valeur courante de l'indice par le facteur convenable. L'enregistrement a posteriori de résultats obtenus effectivement pendant six ans a permis dans plus de 39 cas sur 40 de déterminer le stock de « sécurité », c'est-à-dire le stock permettant de satisfaire les demandes des consommateurs avec une erreur inférieure à l'erreur admise.

On obtint des succès dans les deux usines, mais ils furent d'une caractéristique différente ; il est instructif de comparer les résultats : dans l'usine N° 1, les cartes de contrôle et l'échantillonnage statistique furent appliqués sur une grande échelle et conduisirent à des résultats substantiels pour l'économie de matières et l'amélioration générale de la qualité, dans l'usine N° 2, l'accent ne fut pas tellement mis sur la carte de contrôle que sur l'étude de différents problèmes techniques que la fabrication faisait apparaître. Ces problèmes furent résolus avec succès et les solutions contribuèrent autant à l'effort de guerre que les cartes de contrôle dans l'usine N° 1.

Les deux usines figuraient ainsi deux modes divergents de développement en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. Aux Etats-Unis, les applications industrielles de la statistique continuaient après la guerre à être presque complètement axées sur le contrôle de la qualité et l'échantillonnage statistique — comme dans l'usine N° 1 —, c'est seulement depuis deux ou trois ans que se développe — rapidement, il est juste de le dire — l'utilisation de l'analyse de la variance, de la corrélation-régression et des autres outils de l'arsenal statistique — comme dans l'usine N° 2 —. En Grande-Bretagne, par contre, l'intérêt du temps de guerre pour le contrôle de la qualité disparut presque lorsque s'affirma et s'amplifia l'usage de méthodes statistiques plus affinées.

L'auteur surveillant le développement des deux usines se trouva très intéressé par les possibilités qu'offraient les méthodes statistiques dans l'industrie et s'assimila la théorie requise dans une large mesure en écrivant de petites études. L'une portait, par exemple, sur la conception d'un schéma de calcul destiné à simplifier la mise en œuvre de l'analyse de la variance, méthode bien propre à un ingénieur comme on peut l'imaginer. Une autre étude concernait l'utilisation de papier pour graphiques de probabilité, que l'on disait inventé par un Américain, Hazen, mais qui en réalité avait été utilisé beaucoup plus tôt en France par le Commandant Henry.

II. — SIDÉRURGIE,

Vers la fin de la guerre, il parut opportun d'introduire dans l'industrie ordinaire les méthodes statistiques qui avaient réussi dans les manufactures de munitions et un petit département fit ses débuts, sous le nom de « Section Statistique » aux « United Steel Companies » où l'auteur avait travaillé à un autre titre avant la guerre. La Section se composait de l'auteur, de deux assistants statisticiens, de deux calculatrices et d'une dactylo. Le matériel comprenait deux machines à calculer électriques et on s'arrangeait en outre pour se servir largement des machines Hollerith utilisées par la Compagnie pour la comptabilité et d'autres usages.

Les deux assistants ne possédaient pas de formation technique en matière de sidérurgie et il aurait été absurde d'essayer d'en faire des métallurgistes ou des ingénieurs aciéristes. On adopta, avec grand succès, la méthode consistant à leur faire étudier à fond les points techniques ayant trait à chaque problème particulier ; le département put mener ainsi des recherches très poussées, par exemple sur le fonctionnement d'un four à sole.

On peut résumer comme suit quelques-uns des principaux points ressortant de l'expérience ainsi accumulée :

a) La méthode du « **Travail en équipe** » s'est révélée si importante qu'elle est devenue une partie essentielle du système de l'auteur. L'équipe comprenait un ou plusieurs membres de la Section Statistique et autant de techniciens des services de fabrication qu'il était nécessaire. Le tout premier travail important, effectué dans l'une des succursales des « United Steel Companies », permit de mener à bien l'affaire. La direction demandait de trouver si possible un moyen de substituer une méthode d'échantillonnage au contrôle à 100 % de lingots laminés à chaud. L'équipe comprenait un statisticien, le chef du service des laminaires et son chef contrôleur. Un « plan d'expérience » conçu par le statisticien fut mis en œuvre par l'équipe ; on en analysa les résultats et on imposa un plan d'échantillonnage. La méthode fut adoptée et réussit si bien à provoquer des économies et à accélérer les livraisons que la succursale créa sa propre sous-section statistique qui est encore en activité.

Le travail en équipe assure un apport illimité en connaissances techniques et une coopération amicale du fait que les techniciens sont aussi intéressés au succès que les statisticiens.

b) L'**aspect psychologique** du travail prit rapidement une importance primordiale, en particulier la liaison avec les collègues techniciens. On pouvait craindre jusqu'à un certain point que les membres de la Section Statistique ne soient considérés comme des savants plutôt lointains opérant dans la magie. Il fallait convaincre tous les intéressés que les statisticiens étaient des mortels ordinaires et non de purs penseurs et qu'après tout leurs méthodes n'étaient pas très difficiles à comprendre. Par dessus tout, il importait à cet égard qu'on se rendit compte qu'ils essayaient de rendre service et que tous ceux qui prendraient part à l'œuvre commune en tireraient bénéfice, en participant non seulement aux avantages effectifs découlant des recherches mais également à la renommée réservée

à ceux qui obtiendraient ces résultats. A cet effet, tous les rapports étaient écrits en langage simple comportant le minimum d'expressions statistiques, les développements purement mathématiques étant renvoyés en annexe. En outre, on évitait d'écrire des lettres lorsqu'une conversation directe était possible, bien que cela impliquait bon nombre de déplacements entre les succursales de l'entreprise sidérurgique.

De bonnes relations s'établirent sans difficulté et l'auteur saisit cette occasion d'exprimer sa reconnaissance pour l'amabilité témoignée en de nombreuses occasions à son personnel et à lui-même par les techniciens et le personnel des bureaux. Ces relations présentaient des côtés amusants ; le prestige de la Section d'une succursale fut très rehaussé le jour où l'un de ses membres, qui était un excellent demi de mêlée, contribua à battre au rugby une équipe voisine. Il y a ensuite ce que certains décrivent comme la technique, propre à l'auteur, « des enfants et des chiens », technique qui tient au fait que les discussions avec un collègue technicien particulièrement peu commode commençaient généralement par des questions sur la santé de ses enfants et de son chien.

c) Il devint bientôt manifeste que la mise en œuvre de techniques statistiques ne constituait qu'une partie du travail, généralement la dernière partie. Le problème posé par la direction nécessitait parfois des éclaircissements préalables. On demanda d'étudier le stockage des produits finis dans une usine où l'on pensait que les grues fonctionnaient trop lentement. Une enquête préliminaire faisant le minimum d'usage des méthodes statistiques montra que la perturbation provenait en fait d'une fourniture irrégulière de wagons par les chemins de fer. On y remédia et il fut alors possible de faire une étude détaillée de l'utilisation des grues et d'établir des recommandations visant à accroître leur efficacité.

Les données de fabrication se sont toujours révélées être un élément d'importance. Il fallut une fois recommander le complet renouvellement de la présentation des données avant de pouvoir entreprendre une analyse statistique. Cette tâche fut accomplie par une équipe comprenant des techniciens des usines et des chefs de bureaux ; la nouvelle fiche de caractéristiques de la fonte fut mise en service ; on eut des données disponibles ; on entreprit l'analyse ; on en appliqua les conclusions et des économies substantielles en résultèrent.

L'auteur s'étonne quelquefois de ce qu'on ait si peu publié sur cet important aspect de l'application de la Statistique à l'Industrie.

Au début, la Section pensait surtout en termes de cartes de contrôle mais, soit du fait des conditions rencontrées en sidérurgie, soit du fait de la formation et de l'esprit des responsables, le travail avait tendance à être surtout du genre enquête utilisant tout le clavier de la méthode statistique. Il arrivait parfois que les cartes de contrôle fassent partie des conclusions de l'enquête ; au total, le contrôle de qualité ne paraissait pas très important.

Là où on faisait appel aux cartes de contrôle, comme ce fut le cas pour le laminage à chaud des lingots, des largets, etc..., ou à un plan d'échantillonnage statistique, comme pour les briques réfractaires, le sable de fonderie, etc..., ces plans étaient remis au personnel permanent des services intéressés, pour être appliqués par lui. L'auteur considère que le planning du Contrôle de Qualité et des techniques connexes constitue une tâche de recherche opérationnelle mais que leur application n'en est pas une.

L'analyse de la variance fut le premier grand outil statistique utilisé mais des interactions significatives se produisant avec une persistance inquiétante, il devint bientôt manifeste qu'il fallait étudier de manière plus approfondie les données et on institua régulièrement un test d'homogénéité des données (test des variances de Bartlett).

Certaines vagues d'enthousiasme parcouraient la Section. Par exemple, un assistant soutenait plus tard que l'analyse de la variance constituait l'unique véritable évangile statistique. Tout cela respirait la santé et montrait que toutes les méthodes statistiques valables étaient essayées.

La méthode de corrélation-régression fut longtemps en vogue jusqu'à ce que des doutes aient surgi au sujet des séries chronologiques.

III. — RAYONNE.

Voici quelque trois ans, l'auteur passa des « United Steel Companies Limited » à « Courtaulds Limited », fabricants de rayonne, créant ce qu'on appelle un Département de recherche opérationnelle. Le Département de R. O. poursuit en gros le même genre d'activité pour Courtaulds que la Section Statistique pour les United Steel Companies. Il est un peu plus étendu, mais présente une structure analogue.