

JEAN-MARIE GOGUE

SUR LES TRACES DE DEMING

GUIDE PRATIQUE



ASSOCIATION FRANÇAISE EDWARDS DEMING

Avant-propos

Après avoir obtenu son doctorat ès sciences en 1927 à l'université de Yale, William Edwards Deming entre comme chercheur au ministère de l'Agriculture, à Washington, pour étudier les engrais azotés. Il a entendu parler de Walter Shewhart deux ans plus tôt, alors qu'il faisait un stage d'été dans l'usine Hawthorne de *Western Electric*, près de Chicago. On lui avait dit que les ingénieurs de cette grande usine de télécommunications avaient mis en œuvre de nouvelles méthodes, inventées par Shewhart, qui donnaient des résultats extraordinaires. Shewhart est membre de la direction technique du groupe *Bell Telephone Laboratories*, la maison-mère de *Western Electric*, dont les bureaux sont à New-York. Deming va le voir pour lui demander conseil ; les deux hommes ont respectivement 27 et 36 ans. Cette première visite sera suivie de nombreuses rencontres qui permettront à Deming de bien assimiler la théorie de Shewhart.

L'attaque de Pearl Harbor par l'aviation japonaise survient le 7 décembre 1941. Pendant les premiers mois de la guerre du Pacifique, l'armée américaine souffre cruellement de la mauvaise qualité du matériel. Deming, qui est entré en 1939 comme conseiller au *Census Bureau* (bureau fédéral du recensement), un organisme rattaché directement à la Maison Blanche, propose au ministère de la Défense d'organiser des stages de dix jours pour enseigner les méthodes de Shewhart au personnel des sociétés d'armement. Ces stages auront lieu à l'université de Stanford de 1942 à 1945. De nombreux ingénieurs y participent, mais leurs supérieurs ne font pas le déplacement car ils n'ont pas le sentiment d'être concernés. Or les méthodes de Shewhart demandent la participation de toute la hiérarchie de l'entreprise. La qualité du matériel ne s'améliore donc pas et Deming comprend que le programme de Stanford est un échec.

Au Japon, après la capitulation de 1945, un groupe d'ingénieurs fonde une association dont le but est de participer à la reconstruction de l'industrie japonaise en utilisant de nouvelles méthodes de management ; c'est la *Japanese Union of Scientists and Engineers* (JUSE). Quelques documents américains qu'ils ont pu se procurer leur ont montré la nécessité de former les ingénieurs et les cadres de l'industrie aux méthodes de Shewhart, mais ils manquent d'expérience dans ce domaine. Or ils ont appris que Shewhart est un ami de Deming et que celui-ci passera plusieurs semaines à Tokyo en 1949 comme conseiller du Haut Quartier Général des forces alliées. Trois membres de l'association le rencontrent dans son hôtel, puis le directeur de la JUSE lui écrit pour l'inviter à donner une série de conférences au Japon en 1950. Deming lui répond en lui proposant de donner des cours en juin et juillet 1950 pendant huit jours ouvrables à raison de sept heures par jour. « C'est, écrit-il, la durée minimum pour un auditoire qui n'a pas une bonne connaissance de la théorie statistique élémentaire. »

Deux stages de huit jours ont lieu durant l'été 1950, avec une traduction simultanée en japonais. Deming donne ensuite trois conférences d'une journée devant un auditoire de directeurs généraux, rassemblant chaque fois une centaine de personnes. Il leur explique l'importance des méthodes statistiques comme outil de management, en mettant l'accent sur la nécessité d'appliquer ces méthodes tout au long de la chaîne de production. Les notes prises au cours des deux stages permettent aux participants de rédiger une brochure en

japonais dont le titre peut se traduire en français par : « Principes élémentaires du contrôle statistique de la qualité ». Mise en vente par la JUSE, cette brochure connaît un grand succès de librairie. Quand le directeur de la JUSE, Kenichi Koyanagi, veut lui verser les droits d'auteur qui doivent normalement lui revenir, Deming insiste pour les abandonner au profit de l'association. Alors Koyanagi a l'idée d'utiliser cette somme d'argent pour créer une récompense annuelle incitant les entreprises japonaises à travailler pour améliorer leurs méthodes de management. Le conseil d'administration de la JUSE accepte cette proposition à l'unanimité, et c'est ainsi que le *Deming Prize* est né en décembre 1950.

Les lauréats du *Deming Prize* participent régulièrement aux études de la JUSE pour mettre au point de nouvelles méthodes de management qui font l'objet de plusieurs centaines de séminaires chaque année. Deming porte une attention particulière à cet enseignement. En novembre 1965, à l'occasion de son septième voyage au Japon, il est invité par l'Empereur à une garden party dans les jardins du palais impérial.

Pendant ce temps, l'Amérique ignore totalement l'évolution de l'industrie japonaise, tandis que le marché américain commence à être envahi de produits japonais plus compétitifs, notamment de voitures et de téléviseurs. Puis en juillet 1980 un long reportage diffusé quatre jours de suite sur la chaîne de télévision NBC « If Japan can... why can't we ? » fait découvrir à des millions d'Américains que les plus grandes entreprises japonaises ont mis en oeuvre depuis trente ans de nouvelles méthodes de management sous l'influence d'un universitaire américain inconnu du public. Le choc est considérable. Assailli de lettres et de coups de téléphone, Deming signe des contrats avec de grandes sociétés américaines pour y enseigner les méthodes de management qui ont si bien réussi au Japon. L'année suivante il commence à donner des séminaires publics de quatre jours organisés par la *George Washington University* dans plusieurs villes des Etats-Unis. En douze ans il dirige 250 séminaires qui rassemblent chacun plus de 300 personnes. C'est une campagne pour la transformation des entreprises américaines dans laquelle il s'adresse en priorité aux cadres dirigeants avec ses célèbres *Fourteen Points for Management*. Par la suite il élargira progressivement son enseignement à tout le public pour aboutir en 1989 à la présentation du *System of Profound Knowledge*.

En novembre 1991 Deming fait son dernier voyage au Japon pour présider la cérémonie annuelle du *Deming Prize*. Des centaines de cadres dirigeants sont venus l'écouter dans la grande salle de conférences du *Keidanren* à Tokyo. Une journaliste américaine lui demande si les entreprises de Detroit portent désormais une plus grande attention à ses théories. « Non. Pas du tout. Il faudrait faire une réforme. » répond-il simplement.

Deming meurt à Washington le 20 décembre 1993. Les journaux américains commentent sa disparition en soulignant son rôle dans le succès de l'industrie japonaise et ses appels à la coopération. Certains lui consacrent une page entière.

Épilogue

Vingt ans plus tard, les appels de Deming à la coopération ne trouvent plus qu'un faible écho dans le monde. En France, les médias qui se souviennent encore de son nom réduisent son rôle à l'invention de quelques techniques à l'usage des spécialistes de la qualité. Pourtant il est clair que la concurrence acharnée à laquelle se livrent les entreprises et les nations risque d'aboutir à un désastre planétaire. La concurrence entre les entreprises conduit à un énorme gaspillage des ressources naturelles ; la concurrence entre les nations menace la paix. Agir dans un esprit de coopération est, plus que jamais, une nécessité ; nous verrons dans le premier chapitre que ce n'est pas une utopie.

L'expérience montre malheureusement que les dirigeants des groupes industriels sont insensibles à certaines théories fondamentales énoncées par des scientifiques, alors même que les intérêts de leurs entreprises sont en jeu. De même pour les dirigeants politiques, face aux dangers qui menacent notre planète. Il me semble donc parfaitement inutile de continuer à les exhorter pour qu'ils adoptent un nouveau mode de pensée et qu'ils changent de comportement, bien que Deming ait clairement démontré qu'ils sont dans l'erreur.

En revanche, un simple citoyen peut suivre utilement les conseils de Deming en se comportant dans un esprit de coopération avec son entourage. De plus, une nouvelle manière d'observer les variations avant de prendre une décision - principe fondamental de la théorie de Shewhart - lui donnera au moins la satisfaction d'agir en toute circonstance suivant une méthode rationnelle. Le lecteur trouvera dans ce modeste ouvrage l'essentiel de ce que qu'il faut savoir sur Deming. Il pourra compléter ses connaissances en lisant *Hors de la crise* (Economica 3ème édition 2002) et *Du nouveau en économie* (Economica 1996), dont les références se trouvent sur Internet.

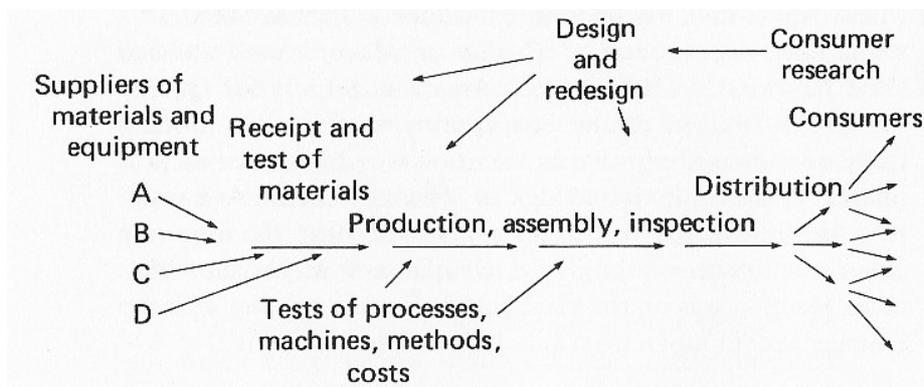
La coopération

Dans une entreprise, il est préférable d'entretenir un climat de coopération plutôt que de compétition, car même en admettant que la compétition est un moyen de « motivation » du personnel, force est de reconnaître que c'est une source de gaspillage. Quand on met des salariés en compétition, chacun d'eux garde jalousement ses connaissances pour éviter que d'autres en profitent, et le temps passé par chacun d'eux pour essayer de faire croire à son supérieur qu'il est meilleur que ses collègues est du temps perdu pour l'entreprise.

Avant de regarder dans quelles conditions les membres d'une entreprise peuvent coopérer, il faut avoir présent à l'esprit le concept de système. C'est en 1950 que le mathématicien américain Norbert Wiener invente la « cybernétique » ou théorie des systèmes, en vue de transformer la pensée scientifique. L'idée directrice est que tout système possède une organisation interne, et qu'un travail d'étude permet d'en comprendre le fonctionnement. Cette théorie se répandra en France vingt ans plus tard sous l'influence de Joël de Rosnay.

La théorie de Wiener est à l'origine d'un mouvement de pensée nommé « approche systémique ». Selon ses partisans, elle est complémentaire de l'approche analytique, héritée de Descartes, qui consiste à étudier séparément les composants d'un système. Ils prétendent que l'approche analytique ne convient pas à l'étude des systèmes économiques et sociaux. Le principal reproche qu'on peut leur faire est de prendre pour modèle la cellule vivante, ce qui est facile à comprendre car la plupart d'entre eux sont des biologistes. L'approche systémique ne peut être efficace dans le domaine social que si la description du système n'est pas influencée par un modèle établi à l'avance.

Deming ne connaît pas la théorie de Wiener quand il donne une conférence à Tokyo en 1950 devant une centaine de directeurs généraux. Il dessine au tableau noir un diagramme de flux représentant une entreprise sous la forme d'un système et montre à ses auditeurs les interactions qui existent entre les différents éléments. « Ce schéma, dira-t-il plus tard, c'est l'étincelle qui a amorcé la transformation de l'industrie japonaise. »



Le diagramme de flux qui a montré en 1950 aux dirigeants japonais ce que doit être un système de production adapté au marché

Deming définit un système humain comme « un réseau de composants interdépendants qui agissent de façon interactive pour atteindre un but commun ». Il montre qu'un système humain ne peut pas exister sans avoir un but. « Le but, dit-il, c'est sa raison d'être ; il doit être connu de toutes les personnes qui le composent ; c'est sur lui que sont fondés tous les objectifs à court, moyen et long terme. » Il est évident que certaines entreprises n'ont pas d'autre but que d'enrichir leurs actionnaires, mais la plupart du temps le véritable but d'une entreprise est mal défini ; il est rarement précisé par écrit. En France, quand le rapport annuel d'une entreprise aux actionnaires présente un but en le déclinant sous différentes formes, ce n'est souvent qu'une élégante rhétorique préparée par une agence de publicité. Au Japon au contraire, le but de l'entreprise est une chose très sérieuse à laquelle la direction générale consacre beaucoup de temps chaque année.

Définir un but, c'est se poser la question des valeurs quand il s'agit de choisir entre plusieurs options possibles. Le but du système est défini en fonction des résultats attendus ; il doit comprendre des plans pour l'avenir ; il doit prendre en considération l'intérêt des différents partenaires et le coût des opérations. Le but ne doit pas être défini en termes d'activités ou de méthodes ; il doit être directement lié à la question de savoir ce que le système apportera à chacun. Le dirigeant d'une entreprise est donc responsable de la définition du but et des processus qui seront mis en oeuvre.

Un système ne peut pas se diriger tout seul. Quand ses éléments sont livrés à eux-mêmes, ils deviennent des centres de profit indépendants et rivaux. La réussite du système dépend donc entièrement de la coopération entre tous ses éléments pour atteindre le but. Il faut pour cela que quelqu'un le dirige.

Voici deux exemples montrant comment la compétition interne, dans une entreprise mal dirigée, conduit toujours à un échec. Le premier fait partie de mon expérience personnelle ; le second a été rapporté par Deming.

Un exemple français

Jusqu'à la fin du siècle dernier, le groupe Thomson produisait des appareils électroménagers. Le groupe avait en France plusieurs usines que je connaissais bien, car j'ai travaillé quelque temps comme consultant pour la branche grand public. Le directeur général veillait attentivement à la qualité, au point d'imposer dans chaque usine un contrôle qualité à l'entrée et à la sortie. Les contrôles étaient très sévères pour les fournisseurs du groupe comme pour ceux de l'extérieur. Le pourcentage des produits refusés à l'entrée était de l'ordre de 10 %.

Près de Grenoble, deux usines voisines de vingt kilomètres fabriquaient des compresseurs de réfrigérateurs. La première produisait des pièces détachées et la seconde les assemblait. Le pourcentage de refus de pièces détachées était considérable. Une enquête m'a montré que de nombreux refus étaient dus à une différence de méthode de mesure entre les contrôles à la sortie de la première et à l'entrée de la seconde. Il fallait donc harmoniser ces méthodes. D'ailleurs on pouvait encore faire mieux en fusionnant les deux contrôles. Mais les directeurs d'usine pensaient beaucoup plus à leur prestige personnel qu'à l'amélioration du système. Chacun voulait montrer qu'il avait raison. On aurait pu croire que le but de l'entreprise était d'offrir aux clients des produits de bonne qualité à un prix raisonnable, mais ces directeurs l'ignoraient. Le directeur de l'unité, jeune diplômé d'une école de commerce qui ne connaissait rien au métier, était ravi de voir chez eux une attitude aussi combative. Les choses en sont restées là. J'ai évalué le coût des contrôles inutiles et de leurs

conséquences à 15 % du prix de revient du produit. Aujourd'hui les deux usines ont disparu et les appareils sont fabriqués en Chine.

Un exemple américain

Sur une voiture fabriquée à Detroit, le moteur et la transmission comprennent des composants électroniques. Un technicien expérimenté a trouvé qu'en mettant dans le moteur des composants électroniques différents on n'aurait plus besoin de mettre des composants électroniques dans la transmission, ce qui abaisserait le coût de l'ensemble. La proposition a été rejetée par les contrôleurs financiers de la division moteurs parce qu'elle aurait fait augmenter de 30 dollars le coût du moteur. Leur rôle était de réduire le prix de revient du moteur, pas de l'augmenter. Le fait que la proposition réduisait de 50 dollars le prix de revient total du véhicule n'entrait pas en ligne de compte chez les contrôleurs financiers de la division. Leur métier n'était pas concerné par le véhicule, mais par le moteur. Pour eux, la division moteurs était un centre de profit indépendant.

Quelques pratiques nuisibles

Gestion unité par unité

Une entreprise est souvent composée de plusieurs unités qui sont gérées séparément les unes des autres. Or on ne peut pas optimiser un système en le divisant en sous-systèmes pour optimiser chacun séparément ; c'est un principe élémentaire. Ainsi une entreprise industrielle ne peut pas obtenir les meilleures performances possibles en optimisant séparément son centre de recherche, son service achats, ses unités de production et sa division commerciale. Quand elle optimise les achats en obligeant les fournisseurs à baisser constamment leurs prix, les usines reçoivent des produits de si mauvaise qualité que les coûts de production augmentent à cause des réparations. Quand elle optimise la production en augmentant les cadences, les défauts se multiplient chez les clients. De même un projet de génie civil ne peut pas aboutir à des résultats satisfaisants quand le maître d'oeuvre cherche à optimiser séparément l'étude du sol, les terrassements, les préfabriqués, l'assemblage et la finition.

Direction par objectifs chiffrés

Ce n'est pas seulement à cause des charges sociales que certaines entreprises françaises ont des difficultés financières, mais surtout de l'incapacité de leurs dirigeants à considérer l'entreprise comme un système. Les énergies ne s'additionnent pas comme si les composants du système étaient indépendants ; elles peuvent se renforcer ou se détruire mutuellement. La pratique la plus nuisible est la direction par objectifs chiffrés. Il est bien normal que chaque salarié ait des objectifs, mais cette méthode est trop souvent utilisée comme un moyen de pression sur le personnel : chacun doit atteindre un objectif chiffré fixé par la direction sous peine de sanctions. Par exemple l'objectif d'un responsable commercial est son chiffre d'affaires, quelles que soient ses difficultés. Dans ces conditions il pourra s'attaquer à un autre responsable commercial de l'entreprise pour lui capturer des clients. Chacun pour soi. Cette méthode est un bon moyen de conduire l'entreprise à la ruine.

Externalisation

Plutôt que de garder des unités qui alourdissent le budget sans contribuer aux bénéfices, par exemple l'informatique ou la maintenance, les grandes entreprises ont tendance à s'en séparer pour en faire des sous-traitants. Elles y trouvent de nombreux avantages. Les dépenses de cette unité, notamment la masse salariale et les frais de fonctionnement, sont

remplacées par le règlement d'une facture pour travaux d'un montant bien inférieur. Naturellement ce sont les salariés de la nouvelle société de service qui font les frais : alors que l'entreprise leur donnait une certaine sécurité d'emploi et de bonnes conditions de travail, ils vivent désormais dans la crainte du chômage. Autre avantage : l'entreprise réduit le pouvoir des syndicats. Mais ce changement se retourne contre l'entreprise de façon invisible car il détruit le système. La nouvelle société de service n'adhère pas au but de l'entreprise ; elle cherche seulement à gagner de l'argent en se pliant, bon gré, mal gré, aux conditions fixées par l'entreprise. Une interaction positive disparaît. Par exemple il pouvait arriver, dans l'ancienne structure, qu'une personne de la division informatique donne gratuitement des conseils dans d'autres divisions. Quand elle a changé d'employeur, cette personne fait son travail, rien de plus.

Coopérer malgré tout

Tandis qu'à tous les niveaux de l'entreprise on voit des cadres encourager leurs subordonnés à coopérer, d'autres utilisent la compétition interne pour consolider leur pouvoir. « Diviser pour régner » dit Machiavel. Dans les multinationales, les unités sont mises en situation de concurrence ; elles sont notées chaque mois en fonction de leurs résultats financiers. Dans ces conditions tous les moyens sont bons pour présenter à la direction générale des résultats satisfaisants, parfois en donnant des chiffres falsifiés. Conséquence fâcheuse : les unités ne veulent pas coopérer loyalement sur un projet commun pour assurer le succès de la multinationale. On ne peut pas demander à des cadres de se livrer à une compétition interne et en même temps de coopérer.

Le but proposé par Deming est de faire en sorte qu'à long terme tout le monde soit gagnant : les actionnaires, les salariés, les fournisseurs, les clients, les consommateurs, les collectivités locales et l'environnement. Concernant les salariés par exemple, il faut leur donner de bonnes conditions de travail et des possibilités de formation pour les aider à progresser.

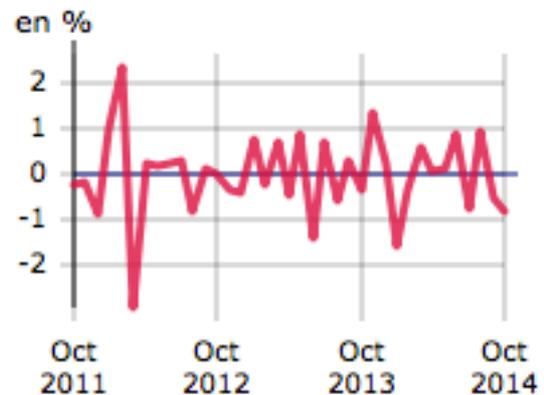
Chacun de nous fait partie d'un système humain, même s'il n'en connaît pas le but, et même si ce système n'a pas véritablement de but. J'invite le lecteur à prendre un crayon et un bloc de papier pour essayer de schématiser ce système au moyen d'un diagramme de flux - un flugramme - semblable à celui que Deming avait présenté à des dirigeants japonais sur un tableau noir, à Tokyo en 1950. Cet exercice pourra l'aider à voir de quelle façon il peut coopérer pour améliorer le système, dans la mesure de ses moyens.

La théorie des variations

Dans les journaux d'actualité, les articles concernant l'économie et la finance sont souvent accompagnés de graphiques avec des lignes brisées qui font apparaître les variations des données au cours du temps, par jour, par mois ou par trimestre. Le public est habitué à voir de telles figures ; d'ailleurs cette façon de présenter une série numérique sous forme graphique est enseignée au lycée dès la classe de seconde.

Variations de la consommation en biens des ménages français.

Pourcentage mensuel par rapport à une valeur de référence, d'octobre 2011 à octobre 2014 (source Insee).



On cherche souvent à expliquer les variations en leur attribuant des causes particulières, soit pour résoudre des problèmes, soit pour prendre des décisions. Par exemple, les journaux financiers font régulièrement des commentaires sur les variations des cours des valeurs cotées en bourse pour aider leurs lecteurs à gérer leur portefeuille d'actions. Le sens commun nous porte à croire que les fortes variations ont des causes plus probables que les faibles variations, mais nous ne savons pas à partir de quelle intensité de variation il faut vérifier l'hypothèse d'une cause particulière pour en tirer toutes les conséquences. La théorie des variations va nous donner la réponse.

La théorie des variations part du principe que dans une série numérique les causes de variations sont de deux sortes : les causes communes et les causes spéciales ; les premières sont dues au hasard, les secondes ont une cause identifiable. L'application de cette théorie nécessite un outil : le graphique de contrôle, qui fera l'objet du prochain chapitre.

Si, dans une série numérique, les variations n'ont pas de causes spéciales, on dit, par définition, que le processus générateur de la série est stable ; on dit aussi qu'il est « en état de contrôle statistique ». Dans ce cas, il est possible de prévoir les résultats futurs avec une certaine précision : tant que le processus reste stable, les résultats seront compris dans un intervalle de « 6 sigma » autour de la moyenne. Le fait d'avoir un processus stable est donc un précieux avantage pour la gestion d'une entreprise.

Deux types d'erreurs

Lorsque Shewhart a inventé la théorie des variations, il avait compris que les ingénieurs de *Western Electric* attribuaient toujours des causes spéciales aux variations des caractéristiques de qualité des produits quand ces variations étaient indésirables, alors que la

plupart du temps elles avaient des causes communes. Cette erreur de raisonnement leur empêchait d'améliorer les processus ; ils ne faisaient au contraire que dégrader la situation. Aux deux sortes de causes de variations on peut donc faire correspondre deux types d'erreurs de management :

Erreur N°1 - Réagir devant les variations comme si elles provenaient chaque fois d'une cause spéciale, alors qu'en réalité elles proviennent de causes communes, c'est-à-dire du hasard.

Erreur N°2 - Réagir devant les variations comme si elles provenaient de causes communes, alors qu'en réalité elles proviennent de causes spéciales, qui sont identifiables.

Ces erreurs coûtent cher, parce qu'elles orientent les actions correctives dans de mauvaises directions. L'erreur N°1 conduit à intervenir sur des éléments particuliers jugés responsables du problème, alors qu'il faudrait chercher à améliorer le système si certains résultats ne sont pas jugés satisfaisants. Ces actions provoquent un désordre inutile et le problème ne disparaîtra pas. Au contraire, l'erreur N°2 conduit à s'intéresser au système alors qu'il faudrait agir rapidement et énergiquement sur un élément particulier. Là encore, le problème ne disparaîtra pas.

Chaque erreur engendre donc une perte économique sans résoudre aucun problème. On pourrait décider de ne jamais faire d'erreurs du premier type : il suffirait de considérer que toutes les variations sont dues au hasard. Mais de cette manière on augmenterait au maximum les pertes provoquées par les erreurs du second type. De même on pourrait décider de ne jamais faire d'erreurs du second type : il suffirait de considérer que toutes les variations ont des causes spéciales. Mais de cette manière on augmenterait au maximum les pertes provoquées par les erreurs du premier type.

Ainsi nous voyons qu'il est impossible de supprimer simultanément et totalement les deux types d'erreurs. Shewhart est arrivé à la conclusion que la meilleure solution consiste à accepter de faire des erreurs du premier ou du second type, mais de les faire le plus rarement possible. Il a fixé pour cela des règles générales afin de réduire au minimum la perte économique qui en résulte.

C'est à cet effet qu'il a conçu un nouveau type de graphique nommé « graphique de contrôle » et donné des règles de calcul précises afin de détecter les variations qui ont des causes spéciales. On peut dire qu'un graphique de contrôle émet des « signaux statistiques » qui indiquent chaque fois l'existence d'une cause spéciale. Dans ce cas, il faut identifier cette cause au plus vite et l'éliminer si elle risque de se reproduire.

De faux signaux statistiques sont toujours possibles, mais cela se produit rarement. Il peut arriver qu'un graphique de contrôle conduise à rechercher une cause spéciale qui n'existe pas. Il peut arriver au contraire qu'un graphique de contrôle ne signale pas une cause spéciale qui existe réellement. En pratique, cela n'a pas une grande importance.

Exemple d'erreur du premier type

Dans une grande usine, le directeur réunit chaque matin les responsables de la production, du service technique et du bureau des méthodes. Pendant une heure, ils examinent des échantillons de tous les défauts trouvés la veille par le contrôle qualité. Chacun fait des commentaires, et le chef du bureau des méthodes note les actions correctives à effectuer. Cette réunion a lieu depuis plusieurs années et la qualité ne s'améliore pas. En portant sur un graphique de contrôle le nombre des défauts trouvés chaque jour, j'ai constaté que le

processus est stable. C'est donc en cherchant à améliorer le processus, et non en étudiant les circonstances de l'apparition de chaque défaut, que la direction de l'usine pourra améliorer la qualité de la production. Dans ces réunions quotidiennes, la bonne volonté des participants est évidente mais leurs efforts sont inutiles.

Exemple d'erreur du second type

Une société française qui produit du petit matériel électroménager a subi trois baisses importantes de ses ventes en six ans. Le graphique de contrôle du montant mensuel des ventes montrait à cette époque trois signaux statistiques forts, mais la direction de l'entreprise n'a pas voulu attribuer des causes spéciales à ces variations. Elle a licencié à trois reprises plusieurs centaines d'employés, ce qui est une modification du système. Ces trois accidents de parcours peuvent certainement s'expliquer par le fait que de nouveaux produits ont été lancés dans de mauvaises conditions. Au lieu de réduire les effectifs, ce qui empêchait toute reprise rapide, la direction générale aurait dû porter tous ses efforts sur l'analyse des causes de la mévente des nouveaux produits et faire un plan de redressement des ventes.

Les limites spécifiées ne sont pas les limites de contrôle

Les grandeurs physiques d'un produit fabriqué en série sont fixées dans une spécification technique. Chacune d'elles est assortie d'un intervalle de tolérance que le fournisseur a déterminé en fonction des demandes des clients. Si l'une d'elles se trouve en dehors des limites spécifiées, la pièce présente un défaut ; elle sera refusée au contrôle qualité.

D'autre part, il faut bien comprendre que la stabilité d'un processus est indépendante des spécifications techniques ; on peut avoir un processus en état de contrôle statistique même avec un pourcentage important de pièces défectueuses. J'insiste donc sur le fait qu'il n'y a aucun rapport entre les limites de contrôle de Shewhart et les limites spécifiées.

Que faire avec un processus stable ?

Quand on a mis un processus en état de contrôle statistique, ce qui se traduit par l'absence de signaux statistiques pendant un certain temps, l'étape suivante consiste à l'améliorer, à condition toutefois que le gain économique estimé soit supérieur au coût des opérations. Le but est de rendre le produit plus compétitif. Dans une unité de fabrication en particulier, on pourra chercher à réduire l'intervalle de variation d'une caractéristique de qualité, ou bien chercher à rapprocher la moyenne d'une caractéristique de qualité de la moyenne optimum. Le lecteur trouvera des exemples de telles améliorations dans le manuel de formation de Western Electric, disponible sur Internet.

Application à la gestion des ressources humaines

Le lecteur pourrait croire que la théorie des variations concerne principalement les ateliers de fabrication. En réalité cette application ne représente qu'une petite partie des besoins des entreprises et des administrations. La principale application de la théorie des variations est la gestion des ressources humaines.

Dans une entreprise où les performances des employés se traduisent par des notes, ce qui est une pratique courante, les notes pourraient être portées sur des graphiques de contrôle. Ainsi pourrait-on juger de la stabilité des performances. Un employé dont les performances se trouvent entre les limites de contrôle de l'ensemble des employés de la même catégorie serait considéré comme « normal », mais la direction s'intéresserait particulièrement à ceux

dont les performances dépassent les limites de contrôle. Dans le cas d'une performance supérieure, l'intéressé mérite sans doute une récompense et l'étude du cas pourrait servir à améliorer le processus. Dans le cas d'une performance inférieure, il faudra peut-être mettre l'intéressé sur un autre poste de travail ou bien lui faire suivre une formation.

Des graphiques de contrôle sont utilisés dans certains hôpitaux japonais pour optimiser la rééducation des patients. Quand un patient réapprend à marcher après une opération, les temps de déplacement des jambes sont chronométrés et portés sur un graphique de contrôle. Le patient est hors contrôle au début, puis la situation s'améliore de jour en jour. La rééducation prend fin quand le patient est parfaitement sous contrôle. Cette méthode économise le temps de travail des kinésithérapeutes.

Un mot enfin sur l'Education nationale. La théorie des variations pourrait rendre de grands services à cette institution au niveau de chaque établissement comme au niveau national. En particulier les évaluations des élèves de sixième, qui ont pour but l'amélioration du système, gagneraient certainement beaucoup à utiliser des graphiques de contrôle.

Les graphiques de contrôle

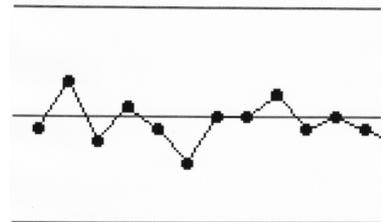
Quand on ajoute des lignes horizontales nommées « limites de contrôle » au graphique bien connu qui représente des données numériques variant au cours du temps (ces limites étant calculées algébriquement) on obtient un « graphique de contrôle ». C'est l'un des moyens les plus sensibles que l'on connaisse pour analyser des données et comprendre les processus qui en sont à l'origine.

Il existe plusieurs types de graphiques de contrôle. Ce sont principalement les graphiques des étendues, des moyennes, aux attributs et aux mesures individuelles. Chaque type de graphique est utilisé dans un cas précis. Les graphiques des étendues et des moyennes sont utilisés conjointement pour contrôler et améliorer la qualité dans une production de série. Le graphique aux attributs (nommé aussi graphique des pourcentages) est utilisé en économie. Le graphique aux mesures individuelles est souvent utilisé dans les laboratoires ; il peut être utilisé aussi dans la vie courante.

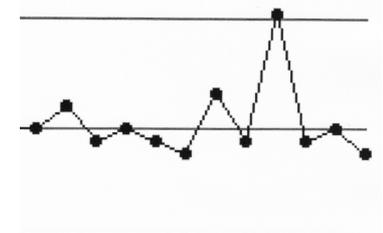
L'ouvrage de référence sur les graphiques de contrôle est le manuel de formation de Western Electric « Statistical Quality Control Handbook » qui a été publié en 1956 par un comité de dix membres conseillés par Shewhart.

Les limites de contrôle ont pour but de soumettre la série de points aux tests d'instabilité de Western Electric qui sont présentés dans ce chapitre. Si les tests sont négatifs, on dit que le processus est stable ou « sous contrôle ». Dans le cas contraire, on dit que le processus est instable ou « hors contrôle », ce qui signifie qu'il est affecté par un événement particulier. L'exemple suivant montre le passage d'un processus d'un état stable à un état instable. Il s'agit du nombre de personnes admises chaque jour aux urgences dans un hôpital parisien.

Nombre journalier d'admissions aux urgences pendant la première quinzaine de mars. La moyenne est à 145, la limite supérieure de contrôle à 212 et la limite inférieure de contrôle à 79. Le processus est stable.



Nombre journalier d'admissions aux urgences pendant la deuxième quinzaine de mars. La moyenne et les limites de contrôle sont les mêmes. Le point qui dépasse la limite supérieure de contrôle montre qu'un événement particulier s'est produit.



Cet hôpital, comme plusieurs autres, utilise un graphique aux valeurs individuelles. Les graphiques des étendues et des moyennes sont plus délicats à utiliser, mais ils ne concernent que la qualité dans une production de série. Je ne parlerai donc ici que des graphiques aux attributs et des graphiques aux mesures individuelles.

Graphique aux attributs

Chaque point du graphique représente un pourcentage. Par exemple il peut s'agir du pourcentage de défauts trouvés chaque jour dans une usine par le contrôle final. Nous calculerons le pourcentage total de défauts sur toute la série et nous le nommerons p . Ce nombre est l'ordonnée de la ligne centrale du graphique.

Les formules permettant de calculer les ordonnées des limites de contrôle sont les suivantes, n étant le nombre de points du graphique :

$$\text{Limite supérieure de contrôle } LSC = p + 3 \sqrt{p(1-p)/n}$$

$$\text{Limite inférieure de contrôle } LIC = p - 3 \sqrt{p(1-p)/n}$$

Il peut arriver que le calcul donne un résultat négatif pour LIC . Dans ce cas $LIC = 0$.

Graphique aux mesures individuelles

Ce type de graphique est utilisé dans la comptabilité d'une entreprise pour suivre les quantités d'articles produits, les facturations, les rendements, les coûts de maintenance, les taux d'absentéisme, les taux d'accidents, etc. Les ingénieurs s'en servent pour surveiller les températures, les pressions, les taux d'humidité, etc.

La ligne centrale du graphique représente la moyenne des mesures de la série. Les limites de contrôle sont calculées à partir des « étendues mobiles » de la série. Une étendue mobile est la valeur absolue de la différence entre deux nombres successifs d'une série. Chaque mesure intervient donc dans deux étendues mobiles. Par conséquent le nombre d'étendues mobiles est égal à $n - 1$.

Pour calculer les limites de contrôle, il faut d'abord calculer toutes les étendues mobiles, puis la moyenne des étendues mobiles, que nous appellerons MEM . Nous appellerons MM la moyenne des mesures.

Les formules sont les suivantes :

$$\text{Limite supérieure de contrôle } LSC = MM + 2,66 MEM$$

$$\text{Limite inférieure de contrôle } LIC = MM - 2,66 MEM$$

Le nombre $2,66 MEM$ est une sorte de « trois sigma » virtuel. Il est souvent proche de la valeur qu'on obtient sur une calculette avec la fonction sigma, mais l'usage du « sigma calculette » est à éviter. On peut tracer un graphique aux mesures individuelles sans faire aucun calcul grâce au logiciel MOVIRA.

Règles de Western Electric

Un graphique de contrôle comporte de chaque côté de la ligne centrale une ligne nommée « limite à trois sigma ». On peut diviser mentalement la zone comprise entre ces deux lignes en trois parties égales, chacune ayant pour hauteur un sigma. Ceci définit les zones « à trois sigma », « à deux sigma » et « à un sigma ».

Les tests d'instabilité de Western Electric, qui doivent être faits séparément de chaque côté de la ligne centrale, sont les suivants :

- Un point unique tombe à l'extérieur de la zone à trois sigma.
- Deux points parmi trois points successifs tombent en dehors de la zone à deux sigma.
- Quatre points parmi cinq points successifs tombent en dehors de la zone à un sigma.
- Huit points successifs tombent dans la zone à un sigma.

Ces tests peuvent s'appliquer à tous les types de graphiques de contrôle et doivent être interprétés de la même façon.

Distribution de fréquences

On sait depuis longtemps que si de nombreuses observations sont faites sur une grandeur naturelle, par exemple la dimension des feuilles des arbres, ou sur un produit industriel fabriqué en série, elles tendent à se grouper autour d'une valeur centrale avec une certaine dispersion de part et d'autre. La figure formée par ces mesures est un histogramme, qui représente graphiquement une « distribution de fréquences ». Si les causes de la dispersion ne changent pas, la distribution tend à prendre une forme caractéristique, d'autant plus précise que le nombre d'observations ou de mesures est plus grand. Il faut en conclure que si le système de causes est constant, la distribution observée tend à se rapprocher d'une « loi de distribution ». Parmi les lois de la nature c'est l'une des plus fondamentales.

L'expérience nous apprend que ces deux phénomènes : les variations et les distributions, dépendent l'un de l'autre. Il en résulte qu'on peut utiliser des limites statistiques calculées à partir des distributions pour prévoir le comportement d'une série statistique. C'est ce que Shewhart a fait quand il a inventé les limites de contrôle.

Les points d'un graphique de contrôle peuvent être regroupés sur un histogramme.



La principale caractéristique d'une série statistique ordinaire est que ses points varient suivant les lois du hasard. Par conséquent il n'y a pas d'ordre reconnaissable parmi ces points. De plus, étant donné que les données numériques ont tendance à se grouper près du centre de la distribution, il est normal que la plupart des points du graphique de contrôle soient proches de la ligne centrale et s'équilibrent de part et d'autre. Enfin il est normal qu'un point du graphique de contrôle s'approche parfois d'une limite à trois sigma.

Les séries statistiques qui sortent de la normale font généralement apparaître soit de grandes variations, soit un déséquilibre de part et d'autre de la ligne centrale. On peut souvent les reconnaître d'un seul coup d'œil. Cependant, quand des tests formels sont disponibles, l'interprétation d'une série statistique doit avoir pour base le calcul des probabilités. Si des résultats de mesure proviennent d'un ensemble de causes déterminé, ces résultats ne sont généralement pas identiques ; ils varient de façon « aléatoire ». Néanmoins, si le processus n'est pas perturbé par un phénomène extérieur, ils restent entre des limites mathématiques. Ils constituent une distribution de fréquences prévisible.

Le graphique sur la consommation des ménages que j'ai présenté au début du chapitre précédent semble indiquer qu'entre 2011 et 2014 la situation est stable. Il serait intéressant d'utiliser les informations fournies par l'Insee pour tracer des graphiques de contrôle, ce qui

permettrait de juger de la stabilité des indices économiques. Malheureusement, quand des experts parlent de la stabilité des indices économiques, c'est de façon totalement injustifiée car ils ne connaissent pas les graphiques de contrôle.

Enfin une dernière mise en garde. Une idée très répandue chez les qualitatifs est que l'exploitation d'un graphique de contrôle implique une distribution normale des données, nommé aussi « distribution de Laplace-Gauss ». En termes ordinaires, cette condition signifie que l'histogramme doit s'inscrire dans une courbe en cloche. C'est une idée fautive ; la seule condition posée par Shewhart pour qu'un graphique de contrôle soit exploitable est que la distribution des données soit homogène (unimodale pour être précis).

Le cycle PDCA

C'est en novembre 1978 à Tokyo que j'ai vu pour la première fois le sigle PDCA. J'étais en visite dans une usine de la société Hitachi, un partenaire industriel de l'entreprise française où je travaillais. Les quatre lettres apparaissaient sur une grande affiche à l'entrée de l'usine. J'ai demandé à mes interlocuteurs - des ingénieurs avec lesquels j'étais venu parler de problèmes techniques - ce que cela signifiait. Ils m'ont expliqué en anglais que c'était le symbole d'une méthode de travail que je ne connaissais pas. Je n'avais pas encore fait la connaissance de Deming.

Le sigle PDCA a fait son apparition en France quelques années plus tard, quand l'AFNOR a publié la traduction française du livre de Kaoru Ishikawa publié en anglais par la JUSE : « What is Total Quality Control ? The Japanese Way ».

Par la suite, les présentations du cycle PDCA, qui est souvent nommé à tort « Roue de Deming », se sont multipliées. Toutes se ressemblent, mais on peut constater qu'elles déforment grossièrement la présentation faite par Ishikawa. Mieux vaut les oublier et revenir à l'original, toujours disponible en librairie. Nous lisons :

Taylor avait l'habitude de définir le contrôle par ces mots : « Plan - Do - See ». Nous avons précisé sa pensée de la façon suivante : « Plan - Do - Check - Action ». C'est ce que nous nommons le cycle de contrôle ; il faut le suivre pour aller dans la bonne direction. J'ai trouvé préférable de diviser ce cycle en six étapes, qui ont donné d'excellents résultats. Ces six étapes sont les suivantes :

1. Déterminer des objectifs ciblés (Plan)
2. Déterminer les méthodes pour les atteindre (Plan)
3. S'engager dans une formation (Do)
4. Mettre en œuvre le plan (Do)
5. Vérifier les résultats (Check)
6. Prendre des actions adéquates (Action)

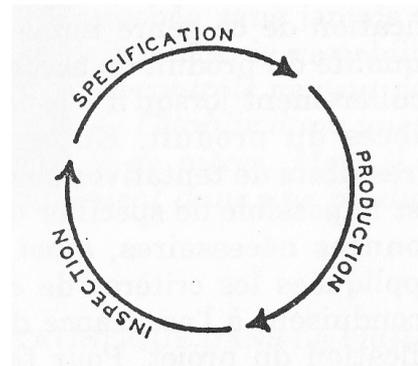
Ishikawa donne ensuite de longues explications sur les six étapes, n'hésitant pas à critiquer parfois le comportement des dirigeants industriels de son pays. D'autre part n'oublions pas que les méthodes statistiques sont au cœur du *Total Quality Control*. C'est pourquoi il conclut le chapitre par ces mots :

Si les méthodes statistiques sont utilisées au cours de ces six étapes, nous avons un processus de contrôle statistique.

C'est donc la JUSE qui a inventé le cycle PDCA. Quand Deming donne des conférences au Japon en 1950, il présente la théorie que Shewhart avait développée en 1938 dans le livre « Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control », dont la traduction française a été publiée en 1989 par ECONOMICA sous le titre « Les fondements de la maîtrise de la qualité ». Il explique comment une production de série comporte trois étapes qui doivent s'enchaîner circulairement au lieu de s'enchaîner linéairement. Ces trois étapes sont : la spécification, la production et l'inspection.

Cycle en trois étapes d'un processus de production de série, selon Shewhart.

Extrait de son ouvrage « *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* » (1938).



Shewhart écrit notamment :

Il est intéressant de considérer les trois étapes du processus de production de série comme des étapes de la méthode scientifique. En ce sens, la spécification, la production et l'inspection correspondent respectivement à l'hypothèse, à l'expérience et au test d'hypothèse. Les trois étapes constituent un processus scientifique dynamique d'acquisition de connaissances.

Deming proposera aux dirigeants de la JUSE d'ajouter à ce cycle une quatrième étape consistant à modifier la spécification en fonction des résultats de l'inspection. Sa proposition a été adoptée et c'est ainsi qu'est né le cycle PDCA que nous connaissons aujourd'hui. Il ne s'applique pas seulement à la production en série de biens matériels mais aussi à toutes sortes d'activités dans de nombreux domaines : éducation, recherche, services, etc.

Shiguro Mizuno, qui fut l'un des fondateurs de la JUSE, lauréat du Deming Prize, professeur à l'Institut de Technologie de Tokyo et consultant de grandes entreprises, a proposé en 1960 d'appliquer le cycle PDCA à la politique d'une entreprise. Sa méthode, couramment pratiquée dans l'industrie japonaise, est connue sous le titre : *Hoshin Kanri*, ce qui peut se traduire en français par « contrôle d'orientation ».

Au Japon, le cycle de contrôle d'orientation permet de faire évoluer la politique d'une entreprise après avoir étudié ses effets et les problèmes soulevés par son application. Tous les cadres supérieurs participent à cet exercice. Un cycle complet est généralement parcouru en douze mois, la première étape étant marquée par un message du directeur général qui fixe les grandes lignes de la politique.

Lorsque Deming donne des séminaires aux Etats-Unis entre 1981 et 1993, il présente le cycle PDCA en modifiant légèrement le titre, qui devient PDSA (Plan - Do - Study - Act). Il le nomme aussi « Cycle de Shewhart ». Une description sommaire se trouve dans le livre *Out of The Crisis*, publié en 1987. Une description plus détaillée se trouve dans son autre livre *The New Economics*, publié en 1994, un an après sa mort. Laissons-lui la parole :

Le cycle PDSA est apparu pour la première fois dans les cours que j'ai donnés au Japon en 1950. C'est un schéma pour apprendre et pour améliorer un produit ou un processus.

Première étape. PLAN. Quelqu'un a une idée pour améliorer un produit ou un processus. C'est l'état initial qui aboutit à la préparation d'un essai, d'un essai comparatif ou d'une expérience. Le cycle complet repose sur la première étape. Le démarrage précipité d'un projet risque d'engendrer des coûts inutiles et des frustrations. On a malheureusement tendance à abrégé cette étape, à passer rapidement à la deuxième, pour ne pas être inactif et sembler très occupé.

Pour préparer un plan, on peut commencer par choisir entre plusieurs suggestions. Laquelle va-t-on vérifier ? Quel peut être le résultat ? On comparera les différents choix.

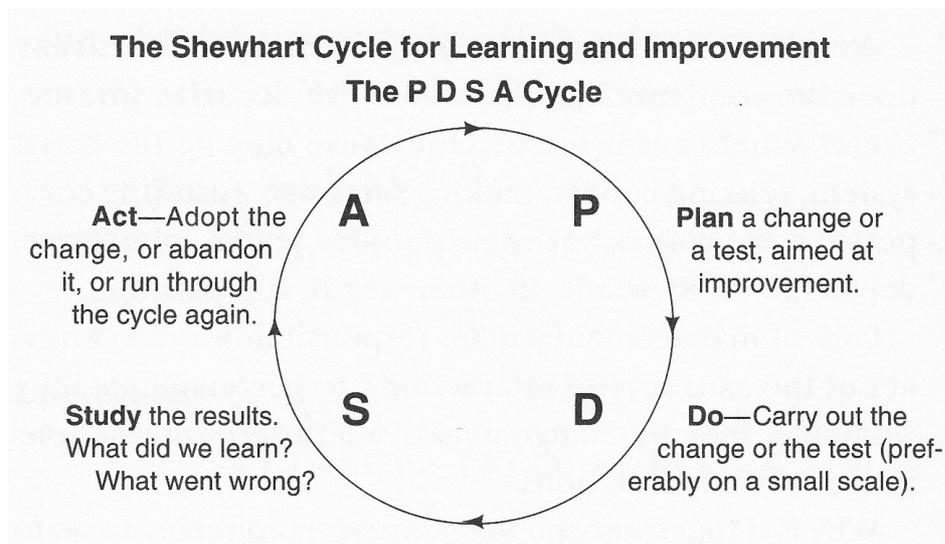
Quelle est la suggestion qui semble la plus intéressante pour apprendre quelque chose ou faire un bénéfice ? Le problème est de savoir comment atteindre un objectif réaliste.

Deuxième étape. *DO*. Faire le test, c'est-à-dire une comparaison ou une expérience, de préférence à petite échelle, conformément aux dispositions prises à la première étape.

Troisième étape. *STUDY*. Etudier les résultats. Répondent-ils aux attentes ? Sinon, pourquoi l'expérience n'a-t-elle pas donné les résultats escomptés ? On a pu se tromper au départ, et dans ce cas il faut recommencer.

Quatrième étape. *ACT*. Adopter le changement, ou l'abandonner, ou recommencer le cycle, autant que possible dans un environnement différent, avec des matériaux différents, des acteurs différents, des règles différentes.

Extrait du livre *Out of The Crisis* :



Le véritable cycle PDCA est donc très différent des copies qui traînent un peu partout, et qui sont parfois à la limite du ridicule. Méfiez-vous des imitations ! Ce n'est pas une méthode à ranger dans la panoplie des ingénieurs qualité, comme on pourrait le croire en regardant Internet. Le cycle PDCA est le symbole même du processus suivant lequel, dans tous les domaines, la connaissance augmente à partir de l'expérience.

TABLE DES MATIÈRES

Avant propos	3
La coopération	7
La théorie des variations	11
Les graphiques de contrôle	15
Le cycle PDCA	19