REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

P. COLIN

Introduction des méthodes statistiques dans l'industrie. II. Mise en route d'un système de contrôle à la réception

Revue de statistique appliquée, tome 1, nº 2 (1953), p. 25-50
<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1953__1_2_25_0>

© Société française de statistique, 1953, 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/

INTRODUCTION DES MÉTHODES STATISTIQUES DANS L'INDUSTRIE

II. MISE EN ROUTE D'UN SYSTÈME DE CONTROLE A LA RÉCEPTION

par

P. COLIN

Dans un premier article d'ordre général, M. COLIN a mentionné les conditions et les moyens qui lui semblaient nécessaires pour mettre en route le contrôle de la qualité dans l'industrie. Il va maintenant, dans une série d'articles, développer un exemple d'organisation : le Contrôle à la Réception.

L'auteur définit dans les deux premières pages de cet article, les buts qu'il s'est proposés. Il reste à préciser que cet exemple suggestif est emprunté à une industrie particulière qui se rattache par ses différentes activités à la mécanique générale, aux industries électriques et électroniques et qu'éventuellement des transpositions devront être faites pour d'autres types d'industrie.

CONDITIONS PRÉLIMINAIRES

Etant donné un problème industriel posé dans le cadre du contrôle de la qualité, comment faire entrer les solutions qu'en donnent les méthodes statistiques dans la pratique courante de l'entreprise ?

Comment procéder pour mener à bien ce travail d'organisation à partir de l'organisation existante ?

Reprenant sur un exemple les points que nous avons signalés dans un article précédent, nous supposerons que :

1) La Direction Générale de l'entreprise a admis le principe de s'occuper du problème de la qualité en tant que problème autonome, avec la volonté d'y dégager des moyens et une méthode c'est-à-dire d'instituer ce que nous avons appelé un « Contrôle Qualité » qui fasse la part la plus large possible aux méthodes statistiques ;

2) La Direction Générale de l'entreprise a chargé une ou plusieurs personnes au courant des méthodes statistiques, à quelque niveau que ce soit, d'établir un programme d'application appelé à s'insérer dans le schéma général d'organisation de l'entreprise. Il est bien entendu qu'elle réserve son jugement tant qu'un plan précis ne lui aura pas été soumis ;

3) La (ou les) personne chargée de l'établissement de ce programme a une connaissance suffisante de l'organisation des Services Techniques de l'entreprise et est en mesure de situer au moins approximativement, la place que le contrôle qualité aura ultérieurement par rapport aux différents Services de l'entreprise ;

4) Parmi les différentes applications des méthodes statistiques dans le cadre d'un contrôle qualité, les problèmes de Contrôle à la Réception ont été choisis comme devant être traités en premier ;

5) Des tables d'échantillonnage ont été choisies parmi les systémes existants et publiés. Après une première expérience de quelques mois, il sera possible de leur substituer éventuellement un ensemble de Plans de Contrôle de notre choix, mieux adaptés aux fabrications de l'entreprise, voire plus efficaces ;

6) Un exposé, ou plutôt une série d'exposés adaptés à l'organisation de l'entreprise et destinés à être présentés au personnel, a été rédigé. Ce sont ces textes que nous reproduisons.

PLAN ET CONTENU DES EXPOSÉS

Les exposés suivants, divisés en autant de Sections qu'il y a d'aspects différents du Contrôle à la Réception, s'adressent aux personnes qui à l'intérieur de l'entreprise occupent un poste tel qu'elles doivent connaître à un point de vue ou à un autre, grandes lignes ou détails d'application, le système de contrôle à la Réception qui est mis en route.

L'Introduction a pour but de situer les contrôles à la réception par rapport aux autres contrôles et de définir les différentes Sections qui feront l'objet d'une organisation distincte. De plus, elle définit ce qu'il faut entendre par Plans de Contrôle et la place qu'ils occupent dans le schéma général des Contrôles à la Réception.

Pour chacune des Sections nous nous sommes tenus, autant que possible, à diviser l'exposé en trois parties :

1re partie. — Exposé du système : A pour but de donner les définitions de base, de présenter les modèles d'imprimés et les Tables d'échantillonnage qui seront utilisés. C'est à partir de ces données concrètes que les notions fondamentales et les principes du système sont exposés.

Bien que n'impliquant aucune connaissance particulière de mathématique ou de statistique cette 1re partie est la plus théorique. Elle doit être exposée à tous les techniciens qui, de près ou de loin, sont concernés par le système, mais elle ne joue en fait qu'un rôle d'instruction générale vis-à-vis de l'application ultérieure.

Cette partie de l'exposé peut être présentée en quelques heures, deux à quatre heures suivant les cas, à des groupes de 20 à 30 techniciens : le premier groupe peut comprendre des membres de la Direction auxquels le système est soumis pour accord.

2e partie. — Règles et directives : C'est la partie la plus importante au point de vue de l'application. Les Règles et Directives résument tout le système : ce sont des documents d'usage courant qui doivent être exactement connus des exécutants.

Les Règles s'adressent plus particulièrement aux techniciens qui jouent un rôle direct dans la fixation des défauts, des contrôles, etc...

Les Directives s'adressent surtout aux contrôleurs chargés d'exécuter les contrôles et d'enregistrer les résultats. Il est bon de s'assurer que ces directives sont bien comprises et bien appliquées, par des Séances Pratiques d'instruction.

3e partie. — Interprétation des résultats : Ce travail n'est pas nécessaire à la mise en route et n'est à faire que plusieurs semaines ou plusieurs mois après le démarrage. Il concerne tout particulièrement les quelques techniciens responsables de la fixation des Plans de contrôle, de la surveillance de la qualité moyenne, des révisions, des interventions, etc...

Dans le texte qu'on va lire, la plus large part a été donnée aux travaux issus du Statistical Research group, Columbia University : les données à partir desquelles les plans sont déterminés sur les tables présentent de nombreux avantages pratiques qui ont semblé répondre tout à fait aux préoccupations des Services Contrôles de l'entreprise. C'est pour cette raison que nous avons décidé d'utiliser les Tables d'échantillonnage publiées en 1948, dans l'ouvrage « Sampling Inspection » (1). Depuis cette date, les travaux de certains auteurs (2) ont montré qu'il était possible de calculer des

(1) Sampling Inspection. Edité par H. A. Freeman, Milton Friedman, Frédérick Hosteller et W. Allen Wallis. Mc Graw Hill Book Company. Inc 1948.

(2) Voir H. C. Hamaker, J. J. M. Tandin Chabot et F. C. Willemze dans les revues techniques Philips de 1950.

plans de contrôle plus efficaces, mais ceci pourrait faire l'objet d'un travail ultérieur sans modifier pour autant l'organisation initiale.

De plus, l'étude entreprise par le Statistical Research group a été reprise et étendue, suivant les mêmes données, aux contrôles par mesures, dans un ouvrage publié en 1952 sous le titre : « Sampling Inspection by variables » (1) de telle sorte que l'ensemble des plans par attributs et par mesures forme un tout très complet.

Enfin, les deux ouvrages que nous venons de citer, quelles que soient les critiques qu'il est possible d'en faire, restent fondamentaux, et il nous a semblé intéressant, à l'occasion de cet exemple de présentation au personnel d'une entreprise d'un système de contrôle à la réception, d'en permettre la lecture plus facile à tous ceux auxquels nous ne saurions trop conseiller de les connaître,

(1) Sampling Inspection by variables, par Albert H. Bowker et Henry P. Goode. Mc. Graw-Hill Book Company. Inc., 1952.

EXPOSÉ D'ORGANISATION SUR LES CONTROLES A LA RÉCEPTION

INTRODUCTION

I. — DIFFÉRENTS ASPECTS ET SECTIONS DES CONTROLES A LA RÉCEPTION

LES CONTRÔLES A LA RÉCEPTION sont exécutés sur les fabrications :

— soit en provenance des ateliers de l'entreprise ;

— soit en provenance de fournisseurs extérieurs à l'entreprise ou sous-traitants,

en vue d'en vérifier la conformité aux spécifications demandées par le dessin, le cahier des charges ou tout autre document émanant des Services techniques de l'entreprise.

Par opposition aux « contrôles en cours », ces contrôles sont exécutés sur des lots dont une opération de production est TERMINÉE :

— contrôle avant passage à l'opération suivante ;

— contrôle avant entrée en magasin ;

— contrôle d'une livraison d'un fournisseur ;

— contrôle avant livraison à un client.

Au point de vue des moyens de contrôle, il existe deux MODES de contrôle possibles :

A) Contrôle par attributs :

Le contrôle ne distingue les articles contrôlés ou les points contrôlés qu'en « Bon » et « Défectueux » ou « absence de défaut » et « présence du défaut ». Le nombre de « défectueux » ou de « défauts » résulte directement d'un DÉCOMPTE.

Ce mode de contrôle est dit « par attributs ».

Le contrôle au gabarit et le contrôle visuel entrent dans cette catégorie.

B) Contrôle par mesures :

La caractéristique contrôlée est une grandeur mesurable et l'appareil de contrôle permet d'en lire la valeur : le % de défectueux n'est pas estimé directement par décompte, mais l'est à partir de la loi de répartition des valeurs contrôlées.

En plus du pourcent de défectueux, le contrôle par mesures permet d'estimer le centrage et la dispersion de la fabrication par rapport à la tolérance.

Les Contrôles à la Réception ont trois objets possibles différant par l'unité de contrôle, c'est-à-dire l'unité suivant laquelle est effectué l'estimation des défectueux ou des défauts. Nous distinguerons :

I. — PIÈCES OU PETITS ENSEMBLES. — L'unité de contrôle se confond avec l'unité qui sert à exprimer l'effectif du lot :

Le nombre de défectueux peut être rapporté à l'effectif contrôlé pour exprimer la qualité du lot en « % de défectueux », que le nombre de défectueux ait été décompté (contrôle par attributs) ou estimé par mesures.

II. — MATIÈRES et, d'une façon générale, tous les articles non usinés, semi usinés ou usinés dont la grandeur des lots ne peut qu'arbitrairement être exprimée par un effectif. Par exemple, des bobines de fil : l'importance du lot est moins un nombre de bobines qu'un nombre de mètres ou un poids.

Les méthodes sont analogues aux précédentes, mais pour ces articles de matière « continue » le choix de l'unité de contrôle, du nombre d'unités à contrôler, du nombre de « points » à contrôler par unité et le prélèvement au hasard, sont plus délicats que dans I et, pour cette raison, font l'objet de modalités particulières.

III. — LE CONTRÔLE DES GROS ENSEMBLES ET DES MACHINES TERMINÉES dont le résultats s'exprime en nombre de défauts ou : « en % de défauts » par unité contrôlée.

Dans ce cas, il ne peut s'agir que d'un contrôle par attribut et d'un décompte de défauts.

Suivant l'objet du contrôle (pièces, matières ou machines) et le mode de contrôle (par attributs ou par mesures) la définition des notions de base et la manière dont elles sont appliquées (imprimés, tables, Règles, Directives) donnent lieu à des modalités particulières développées en autant de sections distinctes.

Section A : Contrôle par attributs des pièces et petits ensembles ;

Section B : Contrôle par mesure des pièces et petits ensembles ;

Section C : Contrôle par attributs des matières premières,

etc., etc.

Chaque section s'adresse à des secteurs distincts de l'entreprise.

Nous commencerons par traiter le Contrôle à la réception par attributs des pièces et petits ensembles. C'est le cas le plus général et c'est sur cette section que nous introduirons les notions fondamentales valables pour toutes les Sections, nous contentant pour les autres d'en mentionner les variantes.

2. — DOUBLE ROLE DES CONTROLES A LA RÉCEPTION.

Le rôle des contrôles est double :

1) Décider si une pièce, une fabrication ou un lot doit être « accepté » ou bien « refusé ».

Suivant les cas :

— « Accepter » veut dire : Faire passer tels quels les articles ou pièces ou ensembles, à l'opération suivante ou au montage, sans tri à 100 % par exemple, sans retouche, ne pas déclencher d'intervention sur la fabrication, réceptionner le matériel livré par un fournisseur.

— « Refuser » veut dire : Faire trier les pièces à 100 % (si la méthode de contrôle n'est pas à 100 %) pour rebuts, renvoyer les articles aux fournisseurs ou aux ateliers pour tri ou retouches, ou bien, plus simplement (même si les pièces en question sont finalement acceptées), alerter le technicien de cette fabrication.

Ce problème ressort des méthodes dites de comparaison à un standard de qualité.

2) Juger du procédé et des conditions de la fabrication à partir de tous les résultats obtenus à la réception et suivant lesquels une décision a été prise : le problème est de tirer le maximum d'information des données, de savoir la confiance que l'on peut accorder à ces estimations et suivre dans le temps la qualité obtenue pour intervenir avec un maximum d'efficacité sur les facteurs qui la déterminent et, éventuellement, réviser les contrôles.

Trop souvent, les contrôles se limitent au premier aspect du problème, rôle de décision et de sanction, alors qu'ils doivent aussi avoir un rôle d'alerte, d'information et de révision.

Ce problème ressort des méthodes d'estimation de la qualité, des intervalles de confiance, de la carte de contrôle.

3. — DÉFINITION ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES PLANS DE CONTROLE A LA RÉCEPTION.

Un plan de contrôle définit pour chaque fabrication :

— le mode de contrôle (par attributs ou par mesures) ;

— le nombre d'articles ou de points à contrôler ;

— le schéma suivant lequel ils doivent être prélevés ;

— la relation entre les résultats trouvés et les décisions à prendre : acceptation ou refus.

Un système de contrôle à la réception consiste à fixer les facteurs de détermination du plan de Contrôle à appliquer à chaque fabrication et se traduit finalement par un ensemble de plans de contrôle récapitulés et repérés sur des Tables d'échantillonnage.

Cet ensemble doit être cohérent et révisable :

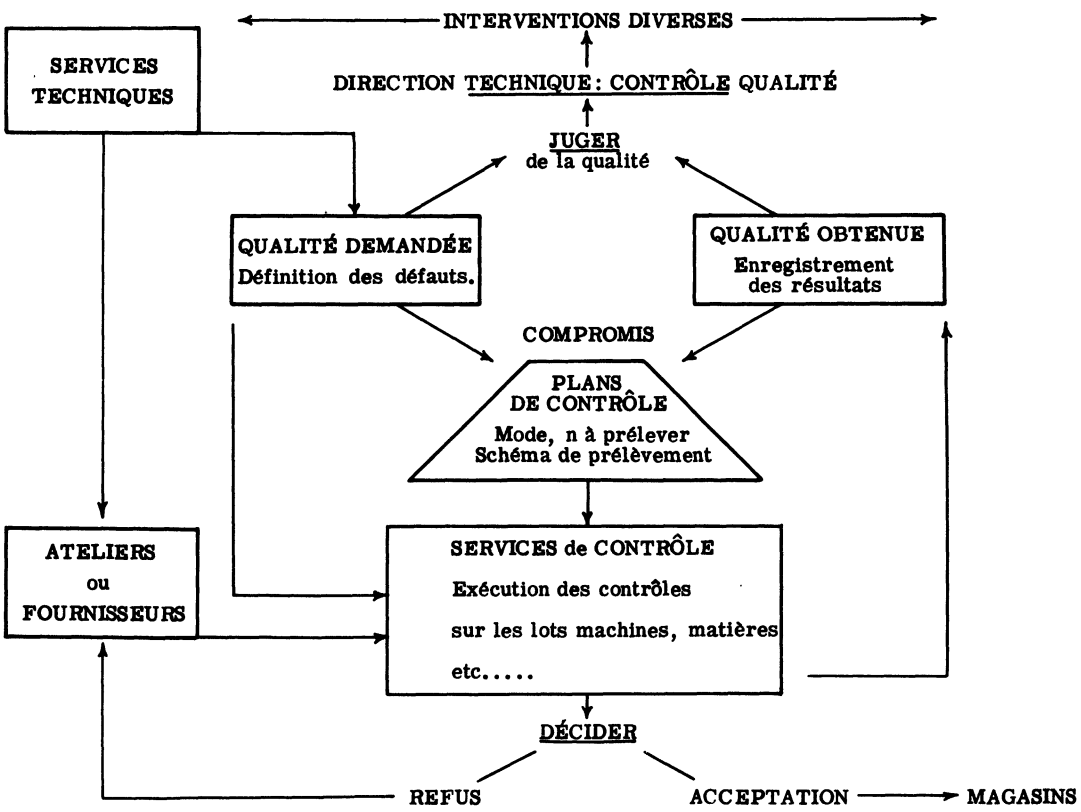
Il est fréquent de constater que des contrôles trop poussés sont maintenus sur des fabrications relativement peu importantes et « sans histoire », alors que des contrôles insuffisants sont appliqués à des fabrications beaucoup plus importantes. Lorsque, pour ces dernières, un accident se produit, il est grave dans ses effets, difficile à réparer et toujours coûteux : par exemple, toutes les pièces qui sont sur les machines en fonctionnement dans la clientèle doivent être changées, des pièces de stock sur lesquelles on comptait sont inutilisables et leur remplacement retarde les délais de plusieurs semaines, etc..., etc...

Cette situation incohérente a généralement deux causes : la mauvaise définition ou l'absence de définition de la qualité demandée (on ne sait pas exactement ce que l'on veut obtenir) et l'ignorance de la qualité obtenue, faute d'un enregistrement rationnel des résultats. Pour être cohérents, les contrôles doivent tenir compte de ces deux termes de la qualité (qualité demandée et qualité obtenue) et en réaliser le meilleur compromis.

Par ailleurs, on conçoit que le contrôle à appliquer à une époque donnée puisse n'être pas le même que celui appliqué antérieurement ou à appliquer ultérieurement : les moyens de production s'améliorent, les moyens de contrôle (équipement, personnel, méthodes) varient dans le temps. Les prix de revient et les délais doivent s'ajuster à la concurrence, les exigences des travaux à réaliser par le matériel terminé se resserrent : l'ensemble des contrôles, tout en conservant sa cohérence, doit être facilement révisable. Là encore, c'est la confrontation des deux termes de la qualité qui permet des révisions opportunes.

Avant même de voir la solution particulière donnée pour chaque Section du Contrôle à la Réception, nous pouvons, dès maintenant, situer les plans de contrôle dans le schéma général suivant :

Schéma Général des Contrôles à la Réception



SECTION A - CONTROLE A LA RÉCEPTION PAR ATTRIBUTS
CONTROLE DES PIÈCES ET PETITS ENSEMBLES

Première partie : EXPOSÉ DU SYSTÈME

CHAPITRE I

DÉFINITION DES CARACTÉRISTIQUES A CONTROLER ENREGISTREMENT DES RÉSULTATS - MODÈLE DES IMPRIMÉS DE BASE - PLAN DE CONTROLE PAR ATTRIBUTS

I. — Définition des caractéristiques à contrôler : Qualité demandée.

Fiche d'instruction de contrôle.

Les instructions de contrôle données au pied levé au moment où un lot arrivé au contrôle et les décisions prises à la suite d'une « enquête » longue et coûteuse, ne peuvent être qu'incohérentes et arbitraires.

Quel service de contrôle n'a pas appliqué un contrôle plus ou moins arbitraire à une fabrication pour laquelle les normes sont plus ou moins bien définies et n'a pas, après constatation des rebuts et retouches, confronté les résultats avec les besoins des utilisateurs pour concilier hâtivement la décision prise avec des motifs inspirés par l'urgence (le manque de pièces au magasin) ou la récupération à tout prix des pièces ?

Pour être cohérents, révisables, impératifs, les contrôles à appliquer à l'ensemble des fabrications de l'entreprise doivent pouvoir être fixés à l'avance. On doit connaître à l'avance le coût relatif et les bases de la décision à prendre sur les lots. Avant tout, il faut connaître avec précision les caractéristiques à contrôler, savoir la qualité que l'on veut obtenir, donc :

— définir les caractéristiques à contrôler, leur tolérance et les spécifications techniques ;

— connaître l'importance de ces caractéristiques.

a) C'est aux Services d'Etude à fixer au départ ce que l'on veut obtenir sous forme de tolérances fonctionnelles et de spécifications techniques.

Les tolérances fonctionnelles concernent le fonctionnement proprement dit et aussi les conditions d'utilisation du matériel : sécurité du personnel utilisateur, qualité du travail effectué par le matériel, bruit de fonctionnement, présentation du matériel (par exemple, peinture).

Ces caractéristiques de l'article fini figurent sur les dessins, sur les notes d'études ou autres documents émanant des Services d'Etude.

b) C'est aux Services de Fabrication (Méthodes) à fixer ce que l'on veut obtenir sous forme de tolérances conditionnelles.

Par exemple, les cotes à contrôler sur une opération d'ébauche ne constituent pas une caractéristique « fonctionnelle », mais prennent une importance « conditionnée » par l'opération de finissage.

Il faut également inclure dans ce type de tolérance celles concernant les défauts qui, sans avoir forcément une importance fonctionnelle révèlent s'ils sont constatés, une défectuosité de la

fabrication à laquelle il faut porter remède, de peur qu'elle ne s'amplifie ou ne se généralise dangereusement. Elles sont conditionnelles au procédé de fabrication.

Ces caractéristiques de qualité peuvent figurer sur des documents émanant des Services de Méthodes, tels la Feuille d'Instruction d'opération atelier.

c) Au point de vue de l'importance des caractéristiques de qualité, les tolérances ou spécifications correspondent, si elles ne sont pas respectées en fabrication, à des défauts plus ou moins importants.

Les défauts peuvent être répartis en quatre classes : critique — majeur — mineur — secondaire — ou simplement en deux classes : majeur et mineur.

C'est une première distinction des défauts, par importance. Ce travail doit être exécuté par les techniciens qui définissent les caractéristiques de l'article (techniciens d'étude pour les tolérances fonctionnelles, techniciens de méthodes pour les tolérances conditionnelles) et suivant des définitions et des règles établies. Nous verrons ultérieurement (2e partie - Règles) la définition précise qui peut être donnée aux classes de défauts pour orienter le jugement du technicien.

d) En ce qui concerne le contrôle, les caractéristiques à contrôler doivent être, sur la base de ce premier classement, divisées en sous-classes ou groupes de défauts qui peuvent être considérés comme équivalents au point de vue du mode de contrôle employé et de la décision à prendre. Chaque groupe aura donc un Plan de Contrôle et un seul.

Une pièce qui comporte un ou plusieurs défauts du même groupe est dite « défectueuse », une pièce qui ne comporte aucun défaut du même groupe est dite « bonne » pour ce groupe de défauts. Chaque groupe fait l'objet d'une décision de contrôle distincte.

e) Définir les caractéristiques à contrôler consiste donc à :

— établir la liste des caractéristiques de qualité ;

— classer ces caractéristiques en classes ;

— grouper les caractéristiques qui feront l'objet du même Plan de Contrôle.

Il existe plusieurs types de documents dont le rôle est de mentionner ces renseignements pour chaque fabrication et de servir d'instructions aux contrôleurs. Nous les désignerons par le terme général : Fiche d'Instruction de Contrôle ou FIC, dont nous donnons un modèle.

Cie		Date	Nom	Visa	OPÉRATION	FOLIO	N°
F.I.C.	PRÉPARATEUR		X		MOULAGE		68.490
	CONTRÔLE		Y		DÉSIGNATION DE LA PIÈCE: BALAI DE LECTURE		Affectation
					PLANS DE CONTRÔLE		

DEFAUT CLASSE	DÉSIGNATION DES CARACTÉRISTIQUES	OUTILLAGE	CROQUIS DE CONTRÔLE	RISQUE	%	NIVEAU	TYPE	EFFECTIF DU LOT	REPÈRE TABLE	n	A	R
M	RESISTANCE A LA FLEXION	SEL 60		1er	PLAN DE CONTROLE							
	RESISTANCE A L'ARRACHEMENT	SEL 59										
	EPAISSEUR GAINE	GABARIT 68.490										
	LARGEUR GAINE	"										
	LONGUEUR GAINE	"										
	LONGUEUR TOTALE	"										
	DIMENSION DU FAISCEAU FOURCHE			2e	PLAN DE CONTROLE							
m	BAVURES			3e	PLAN DE CONTROLE							

La FIC comporte :

— le N° de la pièce et le N° de l'opération à laquelle elle est contrôlée, la désignation de la pièce ;

— les dates et visas d'établissement.

La partie gauche doit être remplie par un technicien du niveau de préparateur : sur le vu des dessins, notes d'Etude, etc... et en fonction de la gamme d'opération, le préparateur établit la liste des « caractéristiques à contrôler » et mentionne leur importance (« classe »).

La partie centrale correspond à un travail de technique de contrôle : pour chaque défaut, le technicien de contrôle définit « l'outillage » ou le montage de contrôle et, éventuellement, fait un croquis pour indiquer en quels points et comment la pièce doit être contrôlée.

La partie droite correspond au Plan de Contrôle dont la détermination fait l'objet du présent exposé : un Plan de Contrôle sera prévu par groupe de défauts. Dans l'exemple, il est prévu trois groupes de défauts, deux MAJEURS et un MINEUR.

La FIC est un modèle-type de document servant à récapituler la qualité que l'on veut obtenir. Un cahier des charges peut, dans certains cas, jouer le même rôle. Il est alors inutile d'établir une FIC, à condition qu'un exemplaire du cahier des charges soit remis au contrôleur à titre d'instruction de contrôle.

L'établissement d'une FIC est un travail qui ne vaut la peine d'être entrepris que pour les fabrications dont la qualité est délicate à contrôler ou pour lesquelles il doit être prévu des montages de contrôle spéciaux. Nous allons voir ce qui peut, dans de nombreux cas, suppléer à la FIC tout en en conservant le principe.

2. — Enregistrement des résultats de contrôle : Qualité obtenue.

Fiche de sondage ou à 100 %.

Les résultats du contrôle doivent être enregistrés lot par lot sur une Fiche que nous appellerons : Fiche de Sondage ou à 100 %, dont nous donnons un modèle.

C°	FICHE DE SONDAGE ou à 100 %	N° de l'opération MOULAGE	N° de Pièce 68.H90
CONTROLE EN % DE PIÈCES DÉFECTUEUSES			
Désignation de la pièce BALAI DE LECTURE			
PLAN DE CONTROLE PROVISOIRE RISQUE : % : NIVEAU : TYPE :	SECTION EXÉCUTANTE ou FOURNISSEUR Z		

| Date | N° Contrôleur | Quantité | Repère de la table | 1er Échantillon | | Autres échantillons | | A : Accepté
R : Refusé | MAJEUR | | |

la Fiche de Sondage qui comporte toutes les indications de la FIC, en moins détaillé, JOUE LE ROLE DE FIC et constitue un document unique récapitulant :

— la qualité demandée ;

— la qualité obtenue.

C'est pour cette raison que la Fiche de Sondage comporte de plus, en haut à gauche, l'indication du Plan de contrôle intitulée « Plan de contrôle provisoire » (c'est-à-dire faute de FIC).

L'existence de un ou de deux imprimés suivant l'importance et la nature des fabrications et l'étude qui a pu en être faite est la seule manière de simplifier les documents à établir et d'assurer un passage rapide entre l'organisation existante et la nouvelle organisation.

C'est dans ce même esprit de souplesse et d'adaptation à une situation de fait que deux zones de décision ont été prévues sur la fiche de sondage.

L'une (A : accepté — R : Refusé) dans une colonne centrale correspond à l'application stricte du plan de contrôle par le contrôleur, l'autre (Décision) dans la partie droite de la fiche correspond à la décision finale prise par un technicien de contrôle dans le cas de refus du lot par le plan de contrôle. Cette distinction, théoriquement inutile, est nécessaire tant qu'il y a opposition trop flagrante entre la qualité demandée (contrôlée par le plan de contrôle) et la qualité obtenue (constatée par le Plan de Contrôle). La fiche de sondage a l'avantage de consigner une contradiction éventuelle entre ces deux échelons de décision et de susciter, dans ce cas, une intervention dans le sens soit de la révision des normes, soit de la révision du contrôle.

Enfin, il faut remarquer que la fiche de sondage ou à 100 % peut être mise en route immédiatement avant la fixation rationnelle des Plans de Contrôle : il suffit de demander aux contrôleurs d'inscrire les pièces qu'ils contrôlent et les résultats qu'ils obtiennent. Ce sont autant de renseignements utiles à la détermination ultérieure de Plans de contrôle cohérents.

3. — Définition particulière du Plan de Contrôle par attributs.

Conformément à la définition générale du Plan de Contrôle, un Plan de Contrôle par attributs consiste à fixer pour chaque lot :

— la quantité de pièces à prélever, par exemple : 225 pièces pour un lot de 2.500 pièces ;

— une relation entre la décision à prendre, acceptation ou refus du lot, et les résultats du contrôle exprimés en nombre de pièces défectueuses.

Par exemple : Si le nombre de pièces défectueuses est inférieur ou égal à 12, accepter le lot ;

Si le nombre de pièces défectueuses est égal ou supérieur à 12, refuser le lot.

L'ensemble : n = 225

A = nombre d'Acceptation : 11

R = nombre de Refus : 12

constitue un Plan de Contrôle.

De plus, le Plan de Contrôle précise le schéma suivant lequel les articles doivent être prélevés : dans l'exemple, il s'agit d'un simple échantillonnage, c'est-à-dire que la décision est prise sur un seul échantillon de 225.

Les facteurs qui déterminent le choix de tel ou tel Plan de Contrôle à appliquer à une fabrication et à un lot particulier peuvent être divisés en trois groupes :

A. — RISQUES D'UN PLAN DE CONTROLE.

La pratique courante, antérieure à toute méthode rationnelle, consiste à contrôler un certain pourcentage d'un lot soumis au contrôle après avoir dit au fournisseur : « Si nous trouvons plus de 5 % de pièces défectueuses, le lot vous sera retourné pour tri », sans préciser sur quel nombre le contrôle est exécuté.

Or, suivant le nombre de pièces sur lequel est estimé le pourcentage, la décision prise est plus ou moins valable. Si le lot est contrôlé unitairement ou à 100 %, on peut penser connaître exactement le % de pièces défectueuses du lot, dans la mesure où le contrôle à 100 % est exécuté sans erreur d'aucune sorte (ce qui n'est pas toujours le cas). Par contre, un contrôle par prélèvement

donne des résultats variables suivant les échantillons et la décision qui en résulte est entachée de Risques d'erreur.

Ces risques sont d'autant plus grands que le nombre contrôlé est plus petit et s'ils ne résultent pas d'un accord préalable avec le fournisseur ou s'ils ne sont pas connus et choisis suffisamment petits, ils sont à l'origine de contestation entre un Fournisseur et un Acheteur, tous deux de bonne foi.

Les Risques constituent donc un premier facteur de choix du Plan de Contrôle et, comme ils dépendent du nombre prélevé, la définition du Plan de Contrôle mentionne toujours, contrairement aux contrôles classiques, le nombre de pièces à prélever.

Les Risques ou efficacité des Plans de Contrôle seront analysés au chapitre II.

B. — COUT D'UN PLAN DE CONTROLE.

Plus la quantité de pièces prélevées est grande, moins les risques d'erreurs sont grands, mais aussi, plus le coût direct du contrôle augmente : un contrôle unitaire ou à 100 % est plus coûteux, en coût direct de contrôle, qu'un contrôle sur prélèvement.

Risques et coûts ne sont pas des facteurs indépendants : ils varient en sens inverse. Le Plan de Contrôle doit tenir compte de ces exigences contraires en fonction des conditions suivantes de la fabrication concrète, qui mettent plus particulièrement en jeu des considérations de coût :

a) Grandeur des lots soumis au contrôle :

Il est plus important de se tromper en prenant une décision sur un grand lot que sur un petit lot. Il faut donc prendre moins de risques, quitte à augmenter le coût.

b) Importance de l'article :

Pour certaines fabrications, il faut maintenir un Contrôle unitaire. Sur des fabrications importantes pour lesquelles les rebuts qui passent au montage sont coûteux, il faut appliquer un contrôle plus sévère que sur les fabrications dont les défectueux seront arrêtés systématiquement au montage : le contrôle doit être d'autant plus poussé qu'il précède une opération coûteuse (exemple).

c) Schéma de prélèvement :

On montre qu'à égalité de risques, il est possible de choisir des schémas de prélèvement ou types d'échantillonnage plus ou moins économiques en pièces prélevées. Ce sont autant de facteurs qui orientent le choix d'un Plan de contrôle. Nous en verrons au Chapitre III le rôle dans la constitution des Tables d'échantillonnage.

C. — QUALITÉ MOYENNE DE LA FABRICATION.

La qualité réelle des lots soumis au contrôle modifie et les risques et les coûts du contrôle. Il est bien évident que si le lot est entièrement bon ou entièrement mauvais, il n'y a aucun risque de se tromper en acceptant ou en refusant le lot. Il n'en est pas de même pour les lots de qualité intermédiaire. Faute de connaître la qualité réelle d'un lot soumis au contrôle, il est bon d'avoir une idée de la qualité moyenne à laquelle on peut normalement s'attendre sur une fabrication : si on sait, par suite de l'enregistrement rationnel (fiche de sondage ou à 100 %) des résultats, que la qualité des lots est généralement très bonne, il est légitime de vouloir appliquer un contrôle peu coûteux sur cette fabrication en sachant par ailleurs que les risques probables de se tromper sont faibles.

Nous verrons, d'une part, l'influence de la qualité réelle de la fabrication sur les Risques au Chapitre II et, d'autre part, la manière dont il faut en tenir compte dans la détermination des Risques et des coûts d'un Plan de Contrôle (2e partie : Règles et Directives).

CHAPITRE II

EFFICACITÉ ET RISQUES D'UN PLAN DE CONTROLE

Il y a plusieurs moyens d'exposer l'efficacité d'un plan de contrôle : si on dispose d'assez de temps, le meilleur procédé consiste à faire effectuer un contrôle (par exemple une cinquantaine d'échantillons de 20 pièces sur des lots de qualité différente avec pour nombres d'acceptation et de refus A = O R = I) et tracer les pourcentages de lots acceptés suivant la qualité réelle des lots contrôlés.

Un autre procédé très rapide, consiste à transmettre des résultats d'expérience et à les commenter. C'est ce que nous allons faire en nous plaçant dans le cas le plus simple (simple échantillonnage) et en reprenant l'exemple qui a servi à définir le Plan de Contrôle.

Soit, pour fixer les idées, un lot de 5.000 rivets à contrôler ; pour assurer un bon rivetage, le rivet doit s'adapter dans le trou et ne devra donc pas comporter de bavure. Si le lot comporte de 4 à 5 % de rivets avec bavure, les difficultés de montage et le coût des rebuts restent compatibles avec l'augmentation de prix de revient qu'entraînerait l'obtention d'une meilleure qualité ; aussi, le contrôleur reçoit les instructions suivantes :

PLAN DE CONTROLE

— Prélever 225 rivets :

— si moins de 5 % de bavures ou 11 rebuts au plus : accepter le lot ;

— si plus de 5 % de bavures, ou 12 rebuts et plus : refuser ou trier le lot à 100 %.

Les Risques d'erreurs sur la décision sont dus au hasard d'échantillonnage et dépendent de la qualité réelle du lot. En effet, voici les résultats en nombre de rebuts trouvés à la suite de 10 prélèvements de 225 pièces, faits respectivement sur des lots de qualité réelle différente :

Qualité réelle du lot en % de rebuts	0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	etc.	100 %
1er prélèvement	0	1	4	6	5	14	8	12		225
2e —	0	1	9	5	6	14	11	9		225
3e —	0	1	2	6	13	8	16	14		225
4e —	0	1	3	7	6	9	6	22		225
5e —	0	0	5	10	6	11	12	13		225
6e —	0	3	8	9	8	9	9	16		225
7e —	0	0	4	7	9	14	14	16		225
8e —	0	2	6	15	2	12	8	18		225
9e —	0	1	4	9	9	8	19	14		225
10e —	0	2	6	4	7	5	14	17		225

(Les résultats qui auraient conduit à refuser le lot sont soulignés.)

Nous allons maintenant définir, à partir de cet exemple, les principales caractéristiques d'efficacité du plan de contrôle.

Tout d'abord, nous voyons dans ce tableau que les résultats trouvés, pour un lot de même qualité, sont variables suivant les prélèvements : ceci est dû au hasard d'échantillonnage.

Les risques d'erreurs dépendent aussi de la qualité réelle du lot :

— si le lot est entièrement Bon (0 % de rebuts), il est évident que tous les prélèvements sont également bons et le lot a 100 % de chance d'être accepté.

— pour le lot de qualité 1 % de rebuts, nous trouvons des prélèvements comportant de 0 à 3 rebuts. Néanmoins, conformément au Plan de Contrôle, nous aurions accepté le lot sur n'importe lequel des 10 prélèvements faits.

— de même pour la qualité réelle de 2 % de rebuts.

— par contre, pour les lots de qualité 3 % et 4 % de rebuts respectivement, le 8e et le 3e prélèvements nous auraient conduits à refuser le lot bien que 3 % et 4 % soient des pourcentages de rebuts « admissibles ». Nous avons donc un risque de nous tromper. Ce risque est celui de refuser des lots admissibles. Il s'appelle : le risque du fournisseur.

Définition 1 : Risque du Fournisseur

C'est le risque que court le fournisseur de se voir refuser des lots de qualité « acceptable » par application d'un certain plan de contrôle par prélèvement.

— Pour le lot de qualité réelle 5 % de rebuts, six prélèvements nous auraient conduitsà l'accepter et quatre prélèvements à le refuser. 5 % correspond au pourcentage que nous nous étions fixé pour délimiter la décision d'accepter ou de refuser le lot. On démontre que si la qualité réelle du lot est égale à ce pourcentage (et si le prélèvement est assez grand) on a, à peu près, autant de chances de l'accepter que de le refuser. Ce pourcentage est appelé pourcentage d'indifférence.

Définition 2 : Pourcentage d'indifférence

C'est le pourcentage de rebuts suivant lequel un lot de cette qualité a autant de chance (50 % et 50 %) d'être accepté que d'être refusé par le plan de contrôle.

Il en résulte que la mention de ce seul pourcentage pour définir un Plan de contrôle, par exemple vis-à-vis d'un fournisseur, est trompeuse, car si le fournisseur s'y tient et s'arrange à ce que tous les lots qu'il livre comportent 5 % de rebuts, un contrôle par prélèvement avec un nombre d'acceptation correspondant à ce % conduira à refuser un lot sur deux.

C'est pourtant à ce pourcentage que l'on s'en tient généralement dans les rapports entre acheteur et fournisseur, en disant au fournisseur : « Si nous trouvons plus de 5 % de pièces défectueuses dans le lot, nous vous le retournons pour tri ». Ceci nous éclaire sur les raisons des contestations qui s'élèvent souvent entre fournisseur et acheteur de bonne foi.

Nous allons voir que d'autres pourcentages que celui d'indifférence ont une signification pratique beaucoup moins équivoque.

— pour le lot de qualité 6 % de rebuts, nous aurions été conduits 5 fois à l'accepter, bien que 6 % commence à être un pourcentage de rebuts trop élevé pour accepter les lots sans ennuis ;

— de même pour le lot de 7 % de rebuts que nous aurions encore été conduits à accepter une fois.

Nous avons donc un autre risque de nous tromper qui est celui d'accepter des lots « peu acceptables ». Il s'appelle : risque du contrôleur (ou de l'acheteur).

Définition 3 : Risque du Contrôleur

C'est le risque que court un contrôleur d'accepter des lots de qualité « peu acceptable » par application d'un certain plan de contrôle par prélèvements.

— Ce risque diminue au fur et à mesure que la qualité réelle du lot est moins bonne. Si le lot a 100 % de rebuts, tous les prélèvements seront évidemment mauvais. Nous avons 0 % de chance d'accepter un tel lot et donc aucune chance de nous tromper.

Ainsi les chances respectives (et complémentaires) d'accepter ou de refuser un lot et les risques d'erreurs varient avec la qualité réelle du lot.

Les résultats qui viennent d'être analysés peuvent être représentés par une courbe qui, calculable rigoureusement pour chaque plan de contrôle, s'appelle :

Définition 4 : Courbe caractéristique ou courbe d'efficacité du Plan

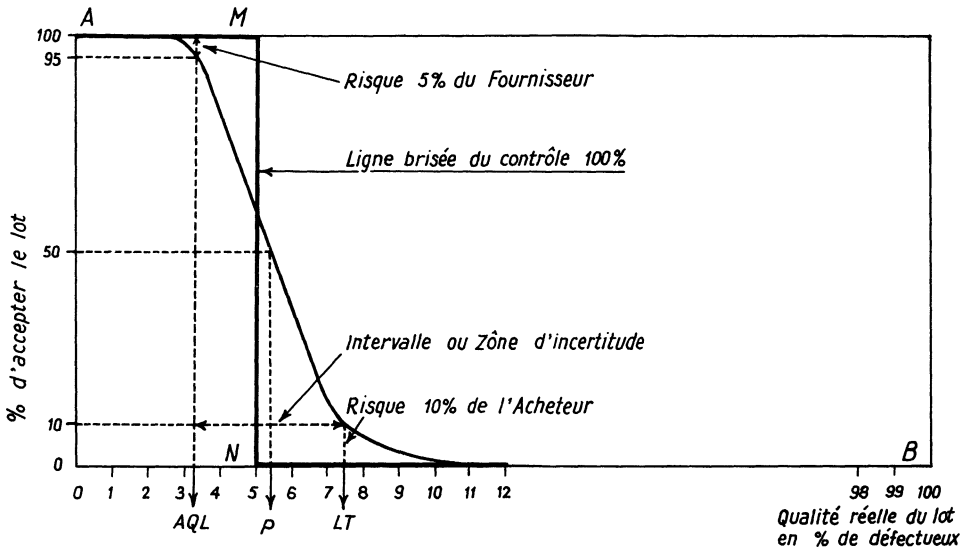


Fig. I : Courbes d'efficacité d'un Plan de Contrôle par échantillonnage et d'un Plan de Contrôle unitaire ou à 100 %.

Cette courbe caractérise entièrement l'efficacité d'un plan de contrôle, puisque pour chaque qualité de lot (exprimée en % de rebuts), elle dit :

— vous avez tant de chances de l'accepter,

— vous avez tant de chances de le refuser,

en appliquant ce plan.

De ce fait, elle exprime aussi les risques d'erreur.

La figure I représente la courbe théorique du plan cité en exemple.

Naturellement, si le lot est entièrement bon, le prélèvement le sera aussi et le lot à 100 % de chances d'être accepté, la courbe passe toujours en A.

Si le lot est entièrement mauvais, le prélèvement le sera aussi et le lot n'aura aucune chance d'être accepté : il est certainement refusé par le Plan de Contrôle : la courbe passe toujours en B.

Sur le même graphique, nous avons tracé, à titre indicatif, ce que serait la courbe d'efficacité d'un plan de contrôle du même type à 100 % : Refus si le pourcentage de rebuts est égal ou supérieur à 5 % ; acceptation si le pourcentage de rebuts est inférieur à 5 %. Comme il s'agit d'un contrôle 100 %, la qualité réelle du lot est, en principe, exactement connue : tous les lots de qualités supérieures à 5 % ont 100 % de chance d'être acceptés ; tous les lots de qualité inférieure à 5 % n'ont aucune chance d'être acceptés. La courbe d'efficacité d'un Plan à 100 % est donc toujours une ligne brisée A M B N à branches horizontales et verticale.

Plus le plan est efficace, plus la courbe caractéristique se rapproche de la ligne brisée du contrôle à 100 %.

A chaque Plan de Contrôle par prélèvement correspond une courbe caractéristique. Toutefois, pour définir un Plan, on se borne généralement à en fixer deux points dont la signification est particulièrement intéressante au point de vue de l'acceptation d'un lot :

Définition 5 : Limite de qualité acceptable A Q L :

(Notation Britannique : ACCEPTABLE Quality Level.)

C'est le pourcentage de rebuts en dessous duquel les lots ont moins de 5 % de chance d'être refusés par le plan de contrôle.

Pour le choix d'un Plan de contrôle, ce pourcentage a la signification concrète suivante : je veux choisir un plan de contrôle tel que je puisse garantir au fournisseur que s'il me livre des

lots de qualité au moins égale à ce pourcentage, il ne risque pas de s'en voir refuser plus de 5 %. C'est bien cette qualité que le fournisseur doit viser et non pas celle égale au pourcentage d'indifférence.

Sur le tableau expérimental du début, le lot de qualité réelle 3 % aurait été refusé une fois (8e prélèvement) sur dix par le Plan.

Un autre point remarquable de la courbe caractéristique est le suivant :

Définition 6 : Lot toléré LT :

(Notation Britannique LTPD : Lot Tolérance Percent Defectives.)

C'est le pourcentage de rebuts au delà duquel les lots ont moins de 10 % de chances d'être encore acceptés par le Plan de contrôle.

Pour le choix d'un plan de contrôle, le pourcentage toléré a la signification concrète suivante : je veux choisir un Plan de contrôle tel que je ne risque pas d'accepter plus de 10 % de lots ayant cette qualité.

Le plan pris en exemple a un % toléré de 7,5 %.

Le pourcentage LT est celui correspondant à un « risque du contrôleur » de 10 %.

De la connaissance d'un Plan de Contrôle et de sa courbe caractéristique, on peut tirer une autre caractéristique d'efficacité qu'il est souvent très utile de connaître pour choisir le Plan — en particulier s'il s'agit de fixer un Plan de Contrôle pour une fabrication en grande quantité : c'est la qualité minimum obtenue après avoir opéré de la façon suivante :

— Prélèvement sur chaque lot, contrôle et décision ;

— Rentrée en magasin des lots Acceptés ;

— Tri à 100 % des lots refusés et rentrée en magasin après tri.

Le pourcentage de rebuts tombe puisque les lots refusés deviennent entièrement bons après tri. Ce pourcentage s'appelle :

Définition 7 : Limite de Qualité Obtenue après Acceptation AOQL :

(Notation Britannique : AOQL : Average Outgoing Quality Limit.)

C'est un % limite ou une qualité minimum sur laquelle on peut compter par exemple dans un stock constitué par les réceptions successives d'un grand nombre de lots qui ont été soumis à un certain Plan de Contrôle et éventuellement triés. Là encore, la qualité résultante dépend de la qualité réelle des lots soumis :

— Si les lots ont 0 % de défectueux, la qualité du stock est évidemment parfaite (point A, fig. 2) ;

— Si les lots ont 100 % de défectueux (cas limite peu vraisemblable) la totalité des pièces doit être remplacée par des pièces bonnes et le stock a encore 0 % de défectueux (point B, fig. 2).

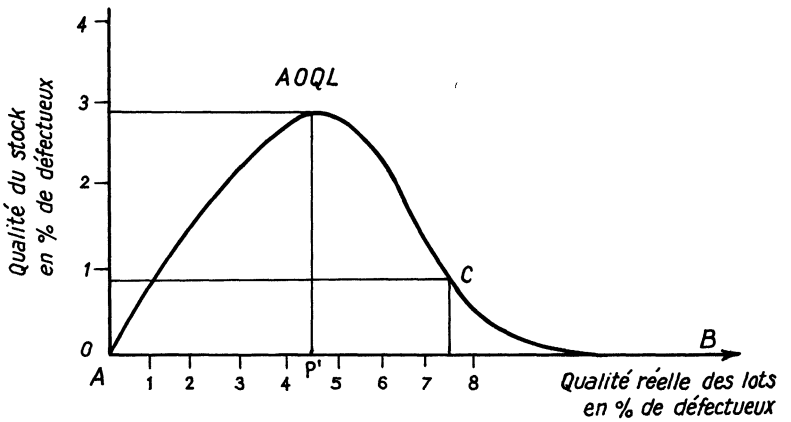


Fig. 2 : Qualité du stock en fonction de la qualité réelle des lots soumis au contrôle.

Tant que la qualité reste très mauvaise, un grand nombre de lots est refusé par le Plan de Contrôle (exemple 90 % pour une qualité de 7,5 %) et trié. Les pièces défectueuses sont remplacées par des pièces bonnes pour donner finalement un stock qui ne contient en défectueux que ceux contenus dans les quelques lots acceptés par le Plan de Contrôle (10 %) : le stock a une qualité relativement bonne (point C, fig. 2).

La qualité moyenne résultante peut d'ailleurs être calculée facilement :

Le pourcentage de défectueux du stock est égal au pourcentage de défectueux contenu dans le pourcentage de lots acceptés sans tri, soit au produit de ces deux pourcentages. Dans l'exemple 10 % des lots contenant 7,5 % de défectueux sont acceptés sans tri, le pourcentage figuré par le point C est : $0{,}10 \times 0{,}075 = 0{,}0075 = 0{,}75$ %.

Entre A et B la courbe passe par un maximum correspondant à la qualité minimum sur laquelle on peut compter après application du Plan. C'est une limite qui n'est jamais atteinte pratiquement, car il faudrait que les lots soumis soient tous de qualité réelle p'% correspondant au maximum de la courbe et chaque lot qui n'est pas à p % tend à améliorer la qualité finale.

L'AOQL est une caractéristique du Plan de Contrôle qui peut, inversement, servir à le déterminer.

CONCLUSION

Les pourcentages AQL, p, LT, AOQL correspondent à des risques concrets assumés par un certain Plan de Contrôle à la Réception, en traduisent l'efficacité et peuvent servir à le résumer. D'autres caractéristiques du Plan pourraient être définies semblablement, mais nous nous limiterons à celles-ci.

Inversement, si l'on peut se fixer, par exemple, des pourcentages limites AQL et LT de qualité respectivement « très acceptable » et « peu acceptable », correspondant aux risques respectifs de 5 % et 10 %, le Plan de Contrôle qui satisfait à ces exigences est déterminé :

On sait que si le lot a une qualité AQL ou meilleure, il aura de fortes chances d'être accepté. L'AQL est la qualité que doit viser le fournisseur, c'est le % que l'acheteur doit fixer au fournisseur (plutôt que le pourcentage d'indifférence). On sait également que si le lot a une qualité LT, il aura de fortes chances d'être refusé : LT représente la limite de protection de l'acheteur contre des lots médiocres.

Entre AQL et LT existe une zone « d'incertitude » pratique dans laquelle on ne peut avoir une garantie suffisante d'accepter ou de refuser un lot de qualité réelle comprise entre ces deux pourcentages.

La première question à se poser pour déterminer un plan de contrôle est celle des risques que l'on peut assumer dans le contrôle d'une fabrication.

Nous pouvons y répondre de plusieurs manières :

1°) Je veux choisir un Plan qui me fasse accepter 95 % des lotsd e qualité 3% que je considère comme « très acceptables », étant bien entendu que si les lots sont de qualité meilleure, il me conduira à en accepter plus de 95 %.

Autrement dit : je veux avoir un risque de 5 % de refuser un lot comprenant 3 % de rebut.

Le risque, exprimé sous cette forme, a une signification concrète, il correspond à :

$$AQL = 3\ \%$$

2°) Je veux choisir un Plan qui me fasse accepter au plus 10 % des lots de qualité 7,5 %, étant bien entendu que si les lots sont de qualité inférieure, il me conduira à en accepter moins de 10 %.

Autrement dit : un lot de 7,5 % étant soumis au contrôle, je veux n'avoir que 10 % de chance de l'accepter, car c'est une qualité que je considère comme « peu acceptable ».

Cet autre risque correspond à LT = 7,5 %.

3°) Je veux choisir un Plan de contrôle tel que les lots « refusés » soient triés avant acceptation et que, finalement, la qualité du stock soit toujours meilleure que 2,5 % de rebuts.

Cette condition revient à choisir un Plan de Contrôle tel que AOQL = 2,5 %.

Ces différents pourcentages sont, comme nous allons le voir, inscrits sur les Tables d'échantillonnage en regard de chaque Plan de Contrôle et, inversement, la fixation d'un ou plusieurs de ces % permet de trouver sur les Tables le Plan correspondant.

CHAPITRE III

PRÉSENTATION DE LA TABLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Notions de coût, de niveau de contrôle et de type d'échantillonnage

Les notions fondamentales d'efficacité et de risques d'un Plan de Contrôle qui ont été exposées au Chapitre II sont valables pour tous les systèmes d'échantillonnage.

Toutefois, il est bien évident qu'au lieu de l'AQL de risque fixe 5 % et LT de risque fixe 10 %, on aurait pu choisir, pour résumer la courbe d'efficacité, n'importe quels autres couples de pourcentages voisins des extrémités (de risques petits) et ayant la même signification pratique.

L'avantage de garder fixe les risques est de n'avoir plus à repérer les plans de contrôle sur les tables que par les pourcentages de qualité correspondants, étant bien entendu que AQL correspond toujours à un risque du fournisseur de 5 % et LT à un risque de l'acheteur de 10 %.

Les Tables dont nous reproduisons trois pages, sont extraites du système de Plans de Contrôle étudié par le « Statistical Research Group » et publié dans l'ouvrage « Sampling Inspection ».

Elles en diffèrent par la présentation, elles ont été complétées par la mention des % LT et p correspondant à chaque Plan de Contrôle. La page repérée Z n'y est pas prévue telle quelle et nous en donnerons la signification particulière.

Les Plans de Contrôle du Statistical Research Group ne sont pas les meilleurs, des critiques justifiées ont été faites, en particulier au point de vue de l'efficacité, mais le système de détermination et d'application des Plans présente des avantages pratiques qui se dégageront au cours de l'exposé : gamme très complète de Plans en correspondance pour les 3 Types d'échantillonnage, simplicité de fixation et de revision de l'ensemble des Plans appliqués, division bien nette des responsabilités de chacune des personnes concernées par le système de contrôle à la réception, etc...

I. POURCENTAGES DITS « DE RISQUES ».

Les % correspondant aux risques résument l'efficacité d'un Plan de Contrôle. Ils figurent sur les Tables.

Consultons la Table à la page « K ».

A gauche, 2e colonne, nous voyons les « Nombres à prélever » et sur la ligne intitulée « simple », nous lisons « 225 ». En suivant cette ligne jusqu'à la colonne f, nous lisons :

A = 11
R = 12

Ce plan de contrôle correspond au Plan que nous avons pris en exemple pour exposer les notions de risques et d'efficacité. La courbe d'efficacité est résumée par les pourcentages que nous avons définis :

— En haut de chaque colonne, nous avons l'AQL. Exemple : Plan page K, colonne f :
  — AQL compris entre 2,2 et 3,2 %.
— En bas de chaque colonne, nous avons les autres pourcentages :
  — LT = 7,5 % (arrondi à 8 %).
  — AOQL = compris entre 2,5 et 3,5 %.
  Pourcentage d'indifférence : p = 5,2 % (arrondi à 5 %).

Ces pourcentages suffisent à résumer l'efficacité du Plan de contrôle inscrit dans chaque colonne, puisqu'il donnent 3 points, plus les deux points extrêmes (0 et 100 %) par lesquels passent toutes les courbes d'efficacité (fig. 3 a).

Nous retrouvons ainsi la courbe d'efficacité déjà reproduite fig. 1.

Consultons maintenant la Table à la page « M ».

NIVEAU		EFFECTIF N
I	Très réduit	22 000 à 110 000
II	Réduit	8 000 à 22 000
III	Normal	3 200 à 8 000
IV	Poussé	1 300 à 3 200
V	Très poussé	800 à 1 300

PLANS D'ECHANTILLONNAGE PAR ATTRIBUTS

K

95 % des lots de cette qualité ⟶ AQL sont acceptés			11 à 8,5		8,5 à 6,4		6,4 à 5,3		5,3 à 4,4		4,4 à 3,2		3,2 à 2,2		2,2 à 1,2		1,2 à 0,65		0,65 à 0,32		0,32 à 0,22		0,22 à 0,17		0,17 à 0,12		0,12 à 0,06		0,06 à 0,035		0,035 à 0,024		0,022	
Type d'échantillonnage	Nombre à prélever	Total prélevé	a		b		c		d		e		f		g		h		i		j		k		l		m		n		o		Z	
			A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
Simple	225	225	29	30	25	26	21	22	17	18	14	15	11	12	8	9	5	6	3	4	2	3	1	2	L		M		L		M		0	1
Double	150	150	17	55	16	44	14	34	11	29	9	24	7	19	5	14	3	8	2	5	1	3	0	3	0	3	L		L		M			
	300	450	54	55	43	44	33	34	28	29	23	24	18	19	13	14	7	8	4	5	2	3	2	3	2	3								
Multiple	50	50	3	10	3	9	2	7	2	7	1	6	0	5	0	4	*	3	*	2	*	2	*	2	*	2	*	2						
	50	100	10	17	8	14	7	13	4	11	3	9	3	8	2	6	1	4	0	4	0	2	*	2	*	2	*	2						
	50	150	16	24	14	20	12	18	8	15	7	13	5	11	3	8	2	6	2	4	0	3	0	2	0	2	*	2	L		M			
	50	200	21	30	19	25	17	22	12	19	10	16	8	13	5	10	3	7	2	5	1	3	0	3	0	2	0	2						
	50	250	28	37	25	31	21	27	16	22	13	19	10	15	7	12	4	8	3	6	2	4	1	3	0	2	0	2						
	50	300	36	43	30	38	26	32	21	26	16	22	13	18	9	14	5	9	4	7	2	4	1	3	0	2	0	2						
	50	350	44	48	36	43	30	36	25	29	19	25	15	20	11	16	7	10	5	7	2	4	2	4	0	3	0	2						
	50	400	51	52	43	44	36	37	28	29	24	25	19	20	15	16	9	10	6	7	3	4	3	4	2	3	1	2						
10 % des lots de cette qualité sont tolérés		L.T.	16		15		13		11		9		8		6		4		3,5		2,5		2		1,6		1,3		0,9		0,5		1,0	
Qualité minimum obtenue après tri des lots refusés		Stock AOQL	11.0 à 7.0		11.0 à 7.0		7.0 à 5.0		7.0 à 5.0		5.0 à 3.5		3.5 à 2.5		2.5 à 1.5		1.5 à 0.90		1.5 à 0.90		0.90 à 0.50		0.50 à 0.30		0.50 à 0.30		0.30 à 0.22		0.22 à 0.15		0.15 à 0.10			
50 % des lots de cette qualité sont acceptés ou refusés		p	13		11		9		8		6.5		5		4		2.5		1.8		1.2		0.8		0.7		0.5		0.3		0.2			

Reproduction de la page K de la Table d'échantillonnage extraite de "Sampling Inspection"

NIVEAU		EFFECTIF N
I	Très réduit	Supérieur à 550.000
II	Réduit	110.000 à 550.000
III	Normal	22.000 à 110.000
IV	Poussé	8.000 à 22.000
V	Très poussé	3.200 à 8.000

PLANS D'ECHANTILLONNAGE PAR ATTRIBUTS

M

95 % des lots de cette qualité ⟶ AQL sont acceptés			8,5 à 6,4		6,4 à 5,3		5,3 à 4,4		4,4 à 3,2		3,2 à 2,2		2,2 à 1,2		1,2 à 0,65		0,65 à 0,32		0,32 à 0,22		0,22 à 0,17		0,17 à 0,12		0,12 à 0,06		0,06 à 0,035		0,035 à 0,024		0,010	
Type d'échantillonnage	Nombre à Prélever	Total Prélevé	a		b		c		d		e		f		g		h		i		j		k		l		m		n		Z			
			A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R		
Simple	450	450	K		L		L		26	27	20	21	14	15	9	10	5	6	3	4	2	3	2	3	1	2	N		O		0	1		
Double	300	300	K		L		L		16	48	12	36	8	26	5	16	3	9	1	6	1	4	1	3	0	3	0	2	N					
	600	900							47	48	35	36	25	26	15	16	8	9	5	6	3	4	2	3	2	3	1	2						
Multiple	100	100	K		L		L		2	10	1	8	0	7	0	4	*	3	*	3	*	2	*	2	*	2	*	1	*	1				
	100	200							8	16	5	13	4	9	2	6	1	5	0	3	0	3	0	3	*	2	*	2	*	2				
	100	300							13	21	10	18	6	13	4	8	1	6	0	4	0	3	0	3	0	2	*	2	*	2				
	100	400							19	27	14	22	9	16	6	11	3	7	1	4	1	4	1	3	0	3	0	3	*	2				
	100	500							24	33	18	26	12	19	8	13	4	8	2	5	1	4	1	4	1	3	0	3	0	2				
	100	600							30	38	23	31	15	22	10	15	5	9	3	6	2	4	1	4	1	3	1	3	0	2				
	100	700							35	44	27	35	19	25	12	17	7	10	4	7	3	5	2	4	1	3	1	3	0	2				
	100	800							43	44	34	35	24	25	16	17	9	10	6	7	5	6	3	4	2	3	2	3	1	2				
10 % des lots de cette qualité sont tolérés		L.T	15		12		10		7		6		4		3.5		2		1.4		1.3		1.2		0.9		0.7		0.5		0.6			
Qualité minimum obtenue après tri des lots refusés		Stock AOQL	11.0 à 7.0		7.0 à 5.0		7.0 à 5.0		5.0 à 3.5		3.5 à 2.5		2.5 à 1.5		1.5 à 0.90		0.90 à 0.50		0.50 à 0.30		0.50 à 0.30		0.30 à 0.22		0.22 à 0.15		0.15 à 0.10		0.15 à 0.10			
50 % des lots de cette qualité sont acceptés ou refusés		p	11		9		7.5		5.7		4.5		3.1		2.1		1.2		0.8		0.6		0.6		0.4		0.3		0.2			

Reproduction de la page M de la Table d'échantillonnage extraite de "Sampling Inspection"

Sur la ligne « Simple », le nombre à prélever est 450, soit le double de celui de la Table K, et en colonne f, nous lisons :

A = 20
R = 21
AQL = 2,2 à 3,2 %, donc même AQL que pour la Table K
LT = 6 % au lieu de 8 %
AOQL = compris entre 2,5 % à 3,5 %
p = 4,5 % au lieu de 5 %

ce qui se traduit par la courbe fig. 3 b.

Cette courbe d'efficacité (Table M) est de pente plus raide que celle de la figure 3 a (Table K), la zone d'indifférence est moins large, le plan est plus efficace ou plus sévère : s'il accepte la même proportion de lots de qualité AQL ou meilleure, il a moins de chances d'accepter des lots de qualité inférieure à l'AQL, il protège mieux contre des lots médiocres, mais :

il est plus coûteux, puisqu'il exige un prélèvement de 450 pièces au lieu de 225.

Plus le nombre de pièces à prélever prévu par le plan est grand, plus le coût direct de contrôle augmente, plus l'efficacité du Plan augmente : la courbe d'efficacité se rapproche de la ligne brisée du contrôle à 100 % (fig. 3 c) qui, en principe, ne comporte aucun risque.

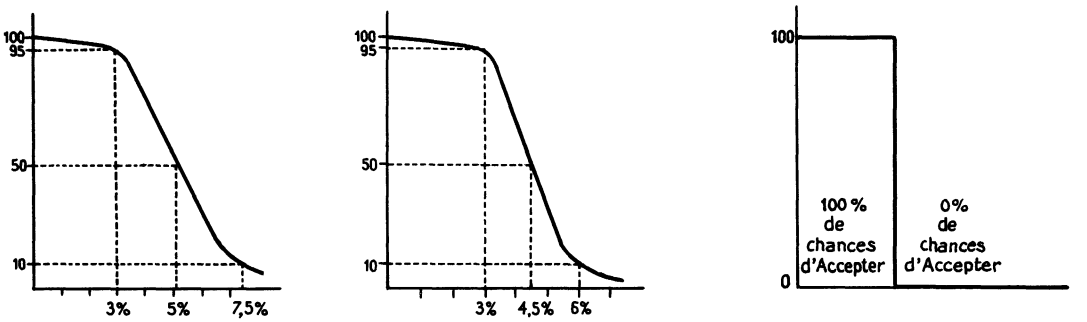


Fig. 3 (a) Plan Kf (b) Plan M f (c) Contrôle 100 %

Les deux Plans Kf et Mf (fig. 3) sont positionnés semblablement par le % AQL, mais ont une pente différente déterminée par un coût différent du contrôle.

On peut voir de même que deux Plans positionnés semblablement par le % LT sur les pages K et M ont des AQL différents et donc des pentes différentes dues à la différence des prélèvements prévus par ces pages.

Il en résulte que si l'on veut tenir compte du coût du contrôle, on ne peut déterminer qu'un seul % de risques pour être libre ensuite de choisir le coût.

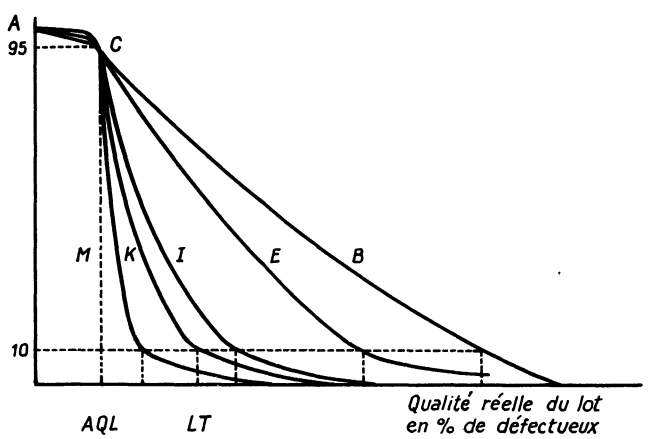


Fig. 4 Courbes d'efficacité de même AQL.

La figure 4 représente une série de courbes d'efficacité de même AQL, mais de pentes, de LT de zone d'incertitude différentes. Les Plans correspondants acceptent à peu près semblablement les lots « acceptables » de % de défectueux égaux ou inférieurs à l'AQL, mais ils discriminent plus ou moins bien les lots de qualité moins bonne que l'AQL. Pour AQL donné le choix entre l'une ou l'autre de ces courbes dépend du coût que l'on peut accepter pour le contrôle.

Chacune de ces courbes est repérée sur la figure 4 par la lettre correspondant à une page de la Table, chacune prévoyant un effectif de prélèvement différent.

Un % de risques et un seul ayant été choisi, le choix du coût (ou de la page de la Table) est déterminé par les deux conditions concrètes suivantes, liées à la fabrication à contrôler :

— Effectif du lot ;

— Notion de Niveau de contrôle qui fait intervenir l'importance fonctionnelle de l'article à contrôler et la sévérité particulière que l'on veut donner au contrôle.

Remarque. — La Table d'échantillonnage complète comprend quinze pages de A à O (et une page spéciale Z). Sur chaque page, sauf Z,les %·AQL sont inscrits de 0,024 % à 11 % répartis en quinze intervalles :

11 à 8,5 % — 8,5 à 6,4 % — etc..., 0,035 à 0,024 %.

Les lettres minuscules qui servent à repérer les colonnes de la Table sont les mêmes sur chaque page pour le même intervalle d'AQL.

2. EFFECTIF N DU LOT A CONTROLER.

Les Services de Contrôle admettent comme normal de prélever un plus grand nombre de pièces sur un grand lot que sur un petit lot. Cette tendance bien connue est tout à fait légitime, mais n'est généralement pas appliquée et expliquée correctement : le contrôleur qui prélève un certain pourcentage fixe du lot à contrôler, par exemple 2 %, s'imagine respecter la cohérence de ses contrôles, c'est-à-dire ne pas courir plus de risques pour un lot que pour un autre.

Or, ce pourcentage le conduit à prélever :

— 100 pièces pour un lot de 5.000,
— 1.000 pièces pour un lot de 50.000.

soit dix fois plus et, d'après ce qui a été dit, l'efficacité et les risques ne dépendent que du nombre prélevé et non pas de l'effectif du lot dans lequel ce nombre est prélevé : que 225 pièces aient été prélevées sur 5.000 pièces ou sur 50.000 pièces, ce n'est jamais que sur 225 pièces que la décision est prise et la courbe d'efficacité est la même. Les risques d'erreur sont les mêmes.

Prélever 100 pièces, c'est appliquer un plan trop peu efficace relativement au prélèvement de 1.000, qui est alors trop efficace : il n'est pas légitime d'accepter une telle disproportion de risques suivant l'effectif. Cette erreur irraisonnée n'est pas sans raison : elle provient de ce que le contrôleur sait par expérience qu'il est plus difficile de faire un prélèvement représentatif du lot total sur un grand lot que sur un petit lot. Il lui semble alors normal de compenser la lacune d'un prélèvement « au hasard » par le prélèvement d'un plus grand nombre de pièces.

Voyons maintenant pourquoi, en dépit des risques indépendants des effectifs des lots contrôlés et sous l'hypothèse d'un prélèvement au hasard, il est néanmoins légitime de prélever plus de pièces sur un grand lot que sur un petit lot :

D'une part, il est plus important de se tromper en décidant l'acceptation ou le refus d'un grand lot que d'un petit lot, d'autre part, il est normal d'engager un coût direct de contrôle supérieur pour un grand lot que pour un petit lot.

Pour ces deux raisons, le prélèvement peut être plus important dans un cas que dans l'autre et les risques doivent être plus réduits pour les grands lots que pour les petits lots, mais cela ne veut pas dire que le prélèvement doive être strictement proportionnel à l'effectif des lots : Il faut réaliser un compromis entre la théorie : mêmes prélèvements pour mêmes risques quel que soit l'effectif du lot, et la pratique courante qui proportionne directement le coût du contrôle à l'effectif du lot.

Le compromis prévu par les Tables consiste à :

— prélever suffisamment de pièces pour les petits lots pour que le contrôle soit assez efficace ;

— ne pas prélever autant de pièces pour les grands lots que ne l'exigerait la stricte proportionnalité.

EXEMPLE : En haut, à gauche de chaque page de la Table, sont inscrits les effectifs des lots à contrôler.

Les Plans de la page K de la Table et de la page M sont à employer pour des lots d'effectifs (inscrits sur la ligne « Normale ») respectivement de :

	EFFECTIF N		EFFECTIF N
I		.....	
II		.....	
III NORMAL	3.200 à 8.000	8.000 à 22.000	22.000 à 110.000
IV		.....	
V		.....	
	Table K n = 225	Table L n = 300	Table M n = 450

Reproduction du Tableau d'effectif inscrit en haut à gauche de chaque page.

Alors que la Table prévoit un prélèvement « Simple » de 225 pièces pour des lots de 3.200 à 8.000, elle prévoit un prélèvement de 450 pièces, soit le double, pour des lots de 22.000 à 110.000 pièces.

Le prélèvement croît avec l'effectif des lots, mais n'est pas proportionnel.

Les effectifs de la page L, intermédiaire entre K et M, ont été figurés à titre d'indicatif : le prélèvement prévu par la page L est de 300.

3. IMPORTANCE DE L'ARTICLE. — SÉVÉRITÉ DU CONTROLE : NIVEAU DE CONTROLE.

L'effectif du lot à contrôler n'est pas le seul facteur à considérer pour augmenter l'efficacité et le coût du Plan de Contrôle à appliquer :

Une relation étant fixée entre les prélèvements et l'effectif des lots à contrôler, on conçoit que l'on puisse vouloir être plus sévère à égalité d'effectif pour une pièce de fabrication que pour une autre. Ceci introduit une autre notion : celle de Niveau de Contrôle.

Les Tables d'échantillonnage sont établies non pas suivant une seule relation entre l'effectif à contrôler et la grandeur des lots; mais suivant 5 relations correspondant à cinq niveaux.

Consultons les pages K et M : complétons les tableaux d'effectifs par ceux de niveau autre que « Normal » ou III :

NIVEAU		EFFECTIF N	EFFECTIF N	EFFECTIF N
I	Très réduit	22.000 à 110.000	110.000 à 550.000	Supérieur à 550.000
II	Réduit	8.000 à 22.000	22.000 à 110.000	110.000 à 550.000
III	NORMAL	3.200 à 8.000	8.000 à 22.000	22.000 à 110.000
IV	Poussé	1.300 à 3.200	3.200 à 8.000	8.000 à 22.000
V	Très poussé	800 à 1.300	1.300 à 3.200	3.200 à 8.000
		Page K n = 225	Page L n = 300	Page M n = 450

La Table K, qui prévoit un prélèvement « Simple » de 225 pièces, s'applique à des lots de 3.200 à 8.000 pièces dans le cas d'un contrôle dit « Normal », à des lots de 800 à 1.300 pièces si, pour une raison ou pour une autre, on désire appliquer un contrôle dit « très poussé ».

A un lot de 5.000 pièces dont le contrôle est normal, on appliquera la Table « K », alors qu'à un lot de 5.000 pièces dont le contrôle doit être très poussé, il faudra appliquer la Table « M ».

Suivant le niveau choisi, le nombre moyen de pièces à contrôler, donc le coût relatif du contrôle, varie suivant les niveaux comme :

1/2 3/4 1 3/2 2

Un contrôle très réduit exige moitié moins de pièces que le contrôle Normal pris pour unité et le contrôle très serré en exige le double.

Les Tables réalisent pour un même Niveau de contrôle, par exemple Niveau Normal (III), une croissance d'efficacité des Plans avec l'effectif, arbitraire, mais cohérente.

S'étant fixé un Risque (AQL, LT ou AOQL) et ayant choisi un Niveau de contrôle pour une fabrication donnée, le Plan de Contrôle à appliquer à un lot qui est soumis au contrôle est directement donné par les Tables.

EXEMPLE : AQL = 3 %,
Niveau = III.

Le contrôleur, suivant les effectifs des lots qu'il aura à contrôler, trouvera dans les Tables les Plans :

Plans	pour des Effectifs allant de :	
C f	25 à	50
D f	50 à	100
E f	100 à	200
F f	200 à	300
G f	300 à	500
H f	500 à	800
I f	800 à	1.300
J f	1.300 à	3.200
K f	3.200 à	8.000
L f	8.000 à	22.000
M f	22.000 à	110.000
M f	110.000 à	550.000
M f	supérieur	550.000

Nous donnerons des Règles de fixation du Niveau de contrôle. Dès maintenant, on peut donner un exemple d'emploi de cette notion :

EXEMPLE : Deux fournisseurs livrent des lots de pièces semblables. On a fixé pour chacun d'eux un pourcentage AQL : « si votre fabrication est de qualité au moins 3 %, presque tous vos lots seront acceptés ». 3 % a été jugé comme une qualité normalement réalisable ou réalisée.

Le premier fournisseur se tient généralement à ce pourcentage ou en dessous : accidentellement, il enverra un lot moins bon. Il est normal que si ces lots exceptionnels ne dépassent pas trop l'AQL, le fournisseur sérieux ait encore des chances de se les voir acceptés : pour ce fournisseur, la sévérité du contrôle, c'est-à-dire la pente de la courbe caractéristique, donc l'effectif de prélèvement, pourront être « réduit » (Niveau I ou II).

Au contraire, le deuxième fournisseur livre fréquemment des lots moins bons que la qualité 2 % qu'il peut atteindre normalement, il est alors normal de se protéger contre cette éventualité fréquente de lots « peu acceptables » — Tout en lui fixant le même AQL (ou même condition unique de risque) qu'au premier, on lui appliquera un contrôle plus « poussé » qu'au premier, par exemple : Niveau IV ou V.

4. TYPES D'ÉCHANTILLONNAGE.

La première colonne des Tables d'échantillonnage est intitulée « Type d'échantillonnage ».

Les notions d'efficacité, de risques, de coût d'un Plan de contrôle ont été développées sur un type particulier d'échantillonnage, dit « Simple » échantillonnage : la décision est prise après prélèvement et contrôle d'un seul échantillon, par exemple 225 pièces.

Il existe d'autres schémas de prélèvement moins coûteux à égalité d'efficacité. En effet, le type Simple échantillonnage est le type de plan le plus couramment employé, mais cependant, en général,

le plus coûteux. En effet, si le lot est très bon ou très mauvais, le contrôleur peut s'en apercevoir très vite, par exemple, après contrôle de 50 pièces.

Est-il alors utile de continuer le contrôle des autres pièces jusqu'à 225 ?

Néanmoins, le contrôleur continuera à contrôler les 225 pièces fixées.

Par contre, si le nombre des rebuts trouvé au bout de 225 pièces est voisin de 14 et 15, c'est-à-dire de 6,5 %, le contrôleur, incertain de la décision à prendre, aura tendance à continuer son contrôle pour donner plus d'assurance à sa décision. Jusqu'où doit-il continuer son contrôle ?

Les plans par double échantillonnage et par échantillonnage multiple répondent à ces deux questions concrètes et pour les mêmes risques remédient aux inconvénients du simple échantillonnage.

Le prélèvement est fractionné en deux (double échantillonnage) ou plusieurs (échantillonnage multiple) prélèvements partiels et, après contrôle de chacun d'eux, trois décisions peuvent être prises :

1. Le résultat est suffisamment bon pour pouvoir accepter le lot sans autre prélèvement ;

2. Le résultat est suffisamment mauvais pour devoir refuser le lot sans autre prélèvement ;

3. Le résultat n'est ni assez bon, ni assez mauvais, pour accepter ou refuser le lot : reprendre un prélèvement.

On voit que de tels schémas répondent bien à la tendance empirique du contrôleur chargé de décider de l'acceptation ou du refus d'un lot de pièces. Mais au lieu de laisser la conduite des prélèvements à l'arbitraire du contrôleur, ces schémas sont mis sous forme de Plans de contrôle dont les risques et leurs coûts peuvent être chiffrés :

— les mêmes notions de risques (AQL, LT, AOQL) que celles qui ont été développées pour le simple échantillonnage sont valables pour les types Double et Multiple.

— les trois Plans : Simple, Double, Multiple qui sont inscrits dans la même colonne des Tables d'échantillonnage ont sensiblement même courbe d'efficacité : ils sont équivalents.

Le Plan Multiple est, à même efficacité, en moyenne deux fois moins coûteux, en coût direct de contrôle, que le Plan Simple correspondant, le Plan Double correspondant est en général moins coûteux que le Plan Simple.

Le choix du type d'échantillonnage est donc, à égalité de risques, un facteur de coût direct de contrôle.

L'exposé détaillé des Types d'échantillonnage s'adresse pratiquement à tout le personnel et en particulier aux contrôleurs qui auront à les appliquer. Ils doivent donc faire l'objet d'une « Directive contrôle » dont nous donnerons un modèle ultérieurement. C'est la raison pour laquelle nous nous bornons, ici, aux généralités qui en constituent le commentaire.

5. CAS PARTICULIER DE LA TABLE Z.

Il faut remarquer que, pour tous les Plans prévus sur les Tables, le nombre de refus n'est jamais égal à un, sauf pour quelques Plans de type simple d'échantillonnage, un par page, isolé par rapport aux autres, que nous avons repérés Z et récapitulés sur la Table Z.

Le Nombre de refus d'un Plan par échantillonnages n'est généralement pas égal à un car l'existence d'une pièce défectueuse est presque toujours possible dans un lot très bon : Du moment que l'on peut se contenter d'un contrôle par échantillonnage, il est normal que le refus du lot ne soit pas entraîné par la constatation d'un seul rebut.

Toutefois, dans certains cas exceptionnels, l'existence d'un seul rebut ne peut pas être tolérée parce que :

— un rebut révèle un vice de fabrication qui nécessite une enquête et éventuellement une intervention ;

— la qualité moyenne obtenue est normalement $p = 0$ % de rebuts ;

— le % AQL à fixer devrait normalement être zéro et par ailleurs on ne peut employer qu'un contrôle par échantillonnages : contrôle à 100 % trop coûteux, ou bien contrôle destructif.

EXEMPLE : Contrôle d'une pièce de moulage : si le moule et la matière sont conformes, toutes les pièces sont bonnes.

Le contrôle dimentionnel unitaire est trop coûteux, le contrôle de la matière est destructif. Il faut employer un contrôle par échantillons et un contrôle très réduit. Le constat d'un seul rebut

indique la non-conformité du moule ou de la matière et exige une intervention déclenchée par le Refus du lot par le contrôleur. Il faut donc employer un Plan de Contrôle dont A = 0
R = 1
c'est un plan Z.

Sur la Table Z :

— Le contrôle devant être très réduit pour des contrôles destructifs coûteux, quatre Niveaux très réduits ont été ajoutés : 0 — 00 — 000 — 0000 (Zéro, double zéro, etc...).

Un Niveau VI « très serré » a été également ajouté.

— La seule donnée du Niveau suffit pour établir une relation entre l'effectif du lot (inscrit au centre de la page) et le nombre à prélever (2ᵉ ligne horizontale).

PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE A = 0 R = 1

Applicables aux défauts pour lesquels :

- AQL = 0 pratiquement très petite
- La qualité moyenne obtenue est normalement p = 0 % rebut
- La constatation d'un seul rebut doit faire refuser le lot pour enquête

Z

A Q L	1,2 0,65	0,65 0,32	0,65 0,32	0,32 0,22	0,22 0,17	0,17 0,12	0,12 0,06	0,06 0,035	0,06 0,035	0,035 0,024	0,022	0,016	0,010	0,006
Nb. à prélever	5	10	15	20	30	40	55	75	115	150	225	300	450	750
L.T.	38	22	14	11	7	6	3	3	3	1,6	1	0,8	0,6	0,3
0000	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000						
000	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000					
00	100 200	200 200	300 500	500 800	500 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000				
0	50 100	100 200	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000			
I	50	50 100	100 200	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000		
II	25	25 50	50 100	100 200	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000	
III		25	25 50	50 100	100 200	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000	110 000 550 000
IV				25 50	50 100	100 200	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000	22 000 110 000
V						50 100	100 200	200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000	8 000 22 000
VI									200 300	300 500	500 800	800 1 300	1 300 3 200	3 200 8 000

EXEMPLE : Table Z

Niveau 00

Lot de :	Nombre à prélever :
100 à 200	5
200 à 300	10
300 à 500	15
etc.	etc.
110.000 à 550.000	150

— Au-dessus et au-dessous du « nombre à prélever » (1ʳᵉ et 3ᵉ lignes horizontales) l'AQL et le LT ont été indiqués. L'AQL est petit. C'est surtout le LT qui a une signification concrète et qui doit guider notre choix :

EXEMPLE : Pour un lot de 400 pièces, le Niveau 00 prévoit un prélèvement de 15 pièces, mais, même si le lot contient LT = 14 % de rebuts, j'ai 10 chances sur 100 de ne pas trouver un seul rebut dans le prélèvement de 15 pièces et d'accepter le lot, ou bien, en d'autres termes, j'ai 9 chances sur 10 de m'en apercevoir. Je ne commence à être relativement bien protégé qu'à partir du moment où le lot contient un tel pourcentage de rebuts.

Un fournisseur livre des pièces moulées qui doivent correspondre à une certaine spécification de matière. Normalement, toutes les pièces d'un même lot sont moulées en cette matière. Le contrôle d'une pièce devrait suffire à vérifier la conformité de la matière et si elle est conforme p = 0 %

rebuts sur cette caractéristique, sinon p = 100 % Toutefois, nous devons nous protéger contre l'éventualité que le fournisseur, par accident, par manque de conscience professionnelle de son personnel ou délibérément, glisse dans le lot un certain % de pièces non conformes, provenant d'essais loupés, de reliquats d'autres lots, de début de coulée, etc... Le % LT indique à partir de quel pourcentage le Plan de contrôle nous protège efficacement. Naturellement, ce pourcentage pourra être d'autant plus élevé que nous aurons moins lieu de suspecter le fournisseur en question.

6. DÉTERMINATION DU PLAN DE CONTROLE ET LECTURE SUR LES TABLES.

1. — Pour tous les Plans autres que Z, si on connaît :

— l'effectif du lot et le niveau, on connaît la page de la Table ;

— l'AQL (ou un des autres % caractéristiques, LT AOQL, p), on connaît la colonne à lire sur la page ;

— le type d'échantillonnage (simple, Double, Multiple) on connaît la ligne sur laquelle lire le Plan de contrôle à appliquer.

EXEMPLE :

— N = 5.000 Niveau = III.

— AQL = 3 %,

— Type = Simple.

Le Plan est lu page K, colonne f — ligne « Simple » :

Plan K f n = 225 A = 11 R = 12

En conséquence, la fixation par un technicien de Contrôle (par exemple, le Chef de Contrôle) :

— du % de Risques, par exemple l'AQL ;

— du Niveau ;

— du Type,

pour chaque fabrication, suffit à déterminer une série de Plans de Contrôle.

Ces éléments invariants (néanmoins révisables) sont inscrits sur la Fiche d'Instruction Contrôle (FIC) ou sur la Fiche de Sondage (dont les modèles ont déjà été donnés chapitre I), dans la zone « Plan de Contrôle ». Des Règles simples de détermination de ces trois caractéristiques seront données à l'usage des Techniciens responsables. L'effectif du lot à contrôler est un facteur variable, particulier à chaque lot, connu par le contrôleur au moment du contrôle et qui achève de déterminer exactement le Plan de Contrôle à appliquer au lot.

Des Directives contrôles précisant comment lire la FIC, la Fiche de Sondage, la Table, etc... seront données aux contrôleurs et, d'une façon générale, au personnel exécutant.

2. — Renvoi à une autre page.

Certaines conditions de risques sont trop petites (AQL petit) pour que le nombre à prélever prévu sur la page indiquée par l'effectif et le niveau entraîne l'application d'un Plan de pente suffisante, c'est-à-dire de sévérité correspondant à un positionnement aussi sévère. Aussi la page porte-t-elle un renvoi à une autre page de nombre à prélever plus grand.

De même, si l'AQL est grand, le nombre à prélever réalise une pente trop grande relativement à ce qui est exigé pour l'AQL. Il n'est pas utile de prélever autant de pièces. La page porte un renvoi à une page où le nombre à prélever est plus petit.

3. — Astérisques des Plans Multiples.

Certains Plans Multiples comportent un astérisque dans la colonne des nombres d'acceptation : cet astérisque veut dire qu'il est impossible d'accepter le lot avant le prélèvement suivant, le nombre de pièces défectueuses serait-il égal à zéro.

4. — Détermination des Plans Z.

Nous avons déjà dit que la mention :

— Z,

— Niveau

suffisait à déterminer une gamme de plans ne dépendant plus que de l'effectif. Néanmoins, les Plans Z n'étant le plus souvent qu'un pis aller par rapport à un contrôle à 100 % impossible ou difficultueux, il est bon d'avoir la Table sous les yeux pour voir les nombres à prélever prévus par les différents niveaux, compte tenu de ce que l'on sait des effectifs des lots.

Le Système qui vient d'être exposé se résume finalement par deux modèles d'imprimés (Fiche d'Instruction de Contrôle et Fiche de Sondage) et une Table d'échantillonnage, dont il faut connaître la signification générale des termes.

L'emploi de ces notions est résumé par les Règles et Directives qui feront l'objet de la 2e partie de cet exposé.