REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

P. FERIGNAC

Plan d'échantillonnage pour l'inspection d'une production continue

Revue de statistique appliquée, tome 7, nº 1 (1959), p. 5-15

<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1959__7_1_5_0>

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR L'INSPECTION D'UNE PRODUCTION CONTINUE

P. FERIGNAC

La matière de cet article est tirée de l'étude originale de H. F. Dodge "A Sampling Inspection Plan for Continuous Production" parue dans "Annals of Mathematical Statistics", vol. 14 - n° 3 (pp. 264-279), Septembre 1943, et d'un résumé du même auteur, "Sampling Plans for Continuous Production", publié dans "Industrial Quality Control", vol. 4 - n° 3 (pp. 5-9), Novembre 1947.

Les plans d'échantillonnage du type décrit ci-dessous sont désignés par H. F. Dodge sous la référence C S P-1.

Le lecteur, désireux d'appliquer les plans C S P-1 sans entrer dans le détaim de leur théorie, peut négliger le paragraphe 3.

1 – CHAMP D'APPLICATION

Le plan C S P-1 s'applique au contrôle non destructif de pièces d'assemblages, de produits finis qu'on peut classer en "bons" ou "mauvais", soit à l'aide d'un gabarit, soit par inspection visuelle. La production des articles est continue, ils sont examinés un à un dans l'ordre de leur fabrication : en d'autres termes, on ne prélève pas sur le lot un échantillon d'effectif donné. Ces conditions constituent les hypothèses de base de la théorie du C S P-1, nous verrons toutefois, au paragraphe 5, comment le procédé peut être adapté au cas où la marchandise arrive au contrôle mise en paquets, en boîtes, en caisses..., c'est-à-dire sous la forme de sous-lots.

On suppose, d'autre part, que tout article contrôlé et classé "défectueux" est remplacé par un article "bon". Le plan de contrôle garantit que la limite du niveau de qualité moyen après inspection (AOQL, Average outgoing quality limit) est égale à une valeur fixée à l'avance par le choix du plan.

Le plan peut être appliqué dans le contrôle en cours de fabrication ou dans l'inspection des produits finis.

2 – NOTIONS GÉNÉRALES

Soit un flux continu d'articles qui arrivent au contrôle dans l'ordre de leur production. On ne sait rien sur la qualité des produits et on désire installer un contrôle qui ne laisse passer, après l'application du plan, qu'une proportion d'unités défectueuses inférieure à une limite fixée. Il est naturel, dans ces conditions, de débuter le contrôle par l'examen de tous les articles. Dans cette inspection à 100 %, quand on observe une série de i articles consécutifs bons, i étant suffisamment grand, on admet qu'on peut prendre un risque (qui s'accompagne d'une économie dans le contrôle) et juger la qualité sur échantillon. On se fixe la règle d'examiner une fraction f des articles. Soit 1 article prélevé au hasard dans la série de $\frac{1}{f}$ articles consécutifs fabriqués. On poursuit le contrôle par échantillonnage aussi longtemps qu'on ne trouve pas d'articles défectueux.

Dès l'apparition d'une pièce mauvaise, on revient au contrôle à 100 % jusqu'au moment où l'on trouve de nouveau i unités consécutives bonnes. On reprend alors le contrôle par échantillonnage.

En résumé, le plan C S P-1 consiste en une succession de contrôles à 100 % et par échantillonnage alternant selon la règle ci-dessus. La sévérité du plan du contrôle est conditionnée par deux quantités i et f qui déterminent la limite du niveau de qualité moyen (AOQL). A une valeur donnée pour cette limite correspond un grand nombre de couples i et f, qui sont lus sur l'abaque du paragraphe 4.

3 – THÉORIE DU PLAN

3-1 - ETUDE DES SEQUENCES DE PIECES DANS LE CONTROLE A 100 % -

Considérons les séquences constituées par j articles consécutifs bons suivis d'un article défectueux, les pièces étant rangées dans l'ordre de leur sortie de la machine sachant que la proportion de pièces défectueuses de la production est égale à p. Si nous représentons les pièces bonnes par un cercle blanc et les pièces mauvaises par un cercle noir, les séquences représentées ci-dessous ont pour espacement respectifs des unités défectueuses : 4, 8 et 5.

● ○ ○ ○ ● ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ● ○ ○ ○ ○ ●

La longueur de ces séquences est aléatoire, il y a lieu d'étudier leur loi de distribution. La proportion des pièces bonnes est $q = 1 - p$. On a le tableau ci-dessous.

Tableau 1

Probabilité des espacements des pièces défectueuses

Séquence	Espacement des pièces défecteuses	Nbre de pièces bonnes dans la séquence	Probabilité correspondante
●	1	0	p
○ ●	2	1	pq
○ ○ ●	3	2	pq^2
○ ○ ○ ●	4	3	pq^3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
○ ○ ○ · · · ○ ●	$j + 1$	j	pq^j
.	.	.	.
.	.	.	.

On vérifie aisément que la condition $\sum_{j=o}^{\infty} pq^j = 1$ est satisfaite.

La probabilité P_1 de ne pas trouver une des séquences définies au tableau 1, contenant i pièces consécutives bonnes, c'est-à-dire de poursuivre le contrôle à 100 %, est égale à la probabilité d'avoir un espacement de pièces défectueuses de 1, 2, ... i unités, d'où

$$P_1 = \sum_{j=o}^{j=i-1} pq^j = 1 - q^i \qquad (1)$$

La probabilité de trouver une séquence contenant i pièces bonnes est :

$$Q_1 = 1 - P_1 = q^i \qquad (2)$$ (1)

3-2 - NIVEAU DE QUALITE MOYEN APRES APPLICATION DU PLAN -

Soit un C S P-1 déterminé par les deux valeurs de i et f. Quand on fait l'inspection à 100 % d'une production contenant la proportion p de pièces défectueuses, le nombre des articles contrôlés avant de trouver i articles consécutifs bons est un nombre aléatoire dont nous connaissons la probabilité. Sa valeur moyenne u est la valeur moyenne des nombres figurant dans la 2ème colonne du tableau 1 limité à la ième ligne.

De même, quand on procède au contrôle par échantillonnage d'une fraction f des articles, le nombre des articles qui franchissent le contrôle avant qu'il décèle un article défectueux est un nombre aléatoire dont nous pouvons calculer la valeur moyenne v.

Nous aurons donc, en moyenne, une série de u pièces inspectée à 100 % suivie d'une série de v pièces sur lesquelles on n'aura inspecté que la fraction f, soit en moyenne, fv pièces.

En moyenne, sur une série de (u + v) pièces soumises au contrôle on en aura inspecté u + fv, c'est-à-dire que la fraction moyenne F des pièces inspectées est :

$$F = \frac{u + fv}{u + v} \qquad (3)$$

Chaque pièce trouvée défectueuse étant remplacée par une bonne, la proportion moyenne des pièces mauvaises après inspection est :

$$p_M = p\,(1 - F) = p\,(1 - \frac{u + fv}{u + v}). \qquad (4)$$

3-3 DETERMINATION DE u -

Nous allons d'abord calculer la longueur moyenne h d'une séquence inférieure ou égale à i et qui se termine par un défaut ou, en d'autrer termes, le nombre moyen de pièces qui subissent l'inspection à 100 %. On a, d'après le tableau 1 :

----

(1) On peut établir ce résultat par le raisonnement suivant :
La probabilité de trouver i pièces consécutives bonnes est $Q_1 = q^i$, par conséquent la probabilité de l'évènement contraire est :

$$P_1 = 1 - Q_1 = 1 - q^i$$

$$h = \frac{\sum_{j=1}^{i-1} j.\, pq^{j-1}}{\sum_{j=1}^{i-1} p\, q^{j-1}}$$

soit, compte-tenu de la relation (1) :

$$h = \frac{p}{1 - q^i} (1 + 2q + 3q^2 + 4q^3 + \ldots\ldots + i\, q^{i-1}), \qquad (5)$$

d'où :

$$h = \frac{p}{1 - q^i} . \quad \frac{d}{dq} (1 + q + q^2 + q^3 + \ldots\ldots + q^i),$$

$$h = \frac{p}{1 - q^i} . \quad \frac{d}{dq} \left(\frac{1 - q^{i+1}}{1 - q}\right),$$

$$h = \frac{1}{p\,(1-q^i)} . \left[1 - q^i (1 + p\, i)\right] \qquad (6)$$

On peut remarquer que si pi est petit devant l'unité, h est approximativement égal à $\frac{1}{p}$. Dans le contrôle à 100 % d'une production qui contient la proportion p de pièces défectueuses on trouve en moyenne une pièce défectueuse toutes les $\frac{1}{p}$ pièces et l'intervalle moyen qui sépare 2 pièces défectueuses est $\frac{1}{p}$. La formule (6) contient le terme correctif (1 + pi) qui s'introduit du fait qu'on interrompt le contrôle à 100 % dès qu'on trouve i pièces consécutives bonnes. La distribution de la distance moyenne entre 2 pièces défectueuses est donc tronquée, ce qui entraîne la diminution traduite par la formule (6).

Ayant calculé la longueur moyenne d'une séquence de pièces vérifiées à 100 %, il nous reste à calculer le nombre moyen de telles séquences consécutives qu'on est amené à vérifier avant de substituer le contrôle par échantillonnage au contrôle à 100 %. Nous reportant aux formules (1) et (2), nous avons trouvé la probabilité Q_1 de n'observer aucune séquence avant d'obtenir i pièces consécutives bonnes et la probabilité P_1 d'observer une séquence qui contienne moins de i pièces consécutives bonnes. En conséquence, le nombre moyen des séquences qui ne nous permettent pas d'interrompre le contrôle à 100 % est :

$$G = 0 \times Q_1 + 1 \times P_1 \times Q_1 + 2 \times P_1^2 \times Q_1 + 3 \times P_1^3 \times Q_1 + \ldots\ldots,$$

la série qui donne G est illimitée et traduit le fait qu'on arrête le contrôle à 100 % après la 1ère séquence ou après la 2ème séquence ou après la 3ème séquence, etc.

Nous pouvons écrire :

$$G = P_1 Q_1 (1 + 2\, P_1 + 3\, P_1^2 + 4\, P_1^3 + \ldots\ldots),$$

d'où :

$$G = P_1\, Q_1 . \frac{d}{dP_1} (P_1 + P_1^2 + P_1^3 + P_1^4 + \ldots\ldots),$$

soit encore :

$$G = P_1 Q_1 . \frac{d}{dP_1} \left(\frac{P_1}{1 - P_1} \right) = P_1 Q_1 . \frac{1}{(1 - P_1)^2} = \frac{P_1}{Q_1} ,$$

$$G = \frac{1 - q^i}{q^i} \tag{7}$$

Finalement, le nombre moyen u des pièces inspectées après l'apparition d'une pièce défectueuse jusqu'au moment où l'on observe i pièces consécutives acceptables se compose de G séquences de h pièces qui ne permettent pas d'arrêter le contrôle à 100 % plus une séquence de i pièces bonnes, d'où il vient :

$$u = G h + i,$$

soit, après les égalités (6) et (7) :

$$u = \frac{1 - q^i}{pq^i} \tag{8}$$

3-4 - DETERMINATION DE v -

Si la proportion de pièces défectueuses de la fabrication est p, v représente le nombre moyen de pièces produites pendant la période où le contrôle se fait par un échantillonnage portant sur la fraction f de la production.

Dans ces conditions, on trouvera en moyenne 1 pièce mauvaise sur une série de H = 1/p pièces vérifiées (1). Comme, d'autre part, on vérifie une pièce sur $\frac{1}{f}$, le nombre moyen de pièces venues de la fabrication avant d'observer une pièce défectueuse est :

$$v = H . \frac{1}{f} = \frac{1}{p f} \tag{9}$$

3-5 - DETERMINATION DE f et i POUR UNE VALEUR DONNEE DE LA LIMITE DU NIVEAU DE QUALITE MOYEN (AOQL) APRES INSPECTION -

Dans l'équation (4), le niveau de qualité moyen après inspection p_M est fonction de u et v, remplaçons dans cette équation u et v par leurs valeurs tirées des relations (8) et (9), il vient :

$$p_M = p \left[1 - \frac{f}{f + (1 - f)(1 - p)^i} \right] \tag{10}$$

p_M est fonction de p, il passe par un maximum p_L lorsque p varie, ce maximum est la limite du niveau de qualité moyen après inspection. Désignant par p_1 la valeur de p qui correspond à p_L , p_1 est solution de l'équation :

----

(1) Le raisonnement indiqué pour le calcul de H est différent de celui de H. F. Dodge que nous reproduisons ci-dessous :
L'espacement moyen de deux pièces défectueuses dans l'échantillonnage est la moyenne des espacements des pièces défectueuses de la 2ème colonne du tableau 1, soit :

$$H = p\,(1 + 2q + 3q^2 + 4\,q^3 + \ldots\ldots),$$

$$H = p. \frac{d}{dq}(1 + q + q^2 + q^3 + q^4 \ldots\ldots),$$

$$H = p. \frac{d}{dq} . \frac{1}{1-q} = \frac{p}{(1-q)^2} = \frac{1}{p} .$$

$$\frac{dp_M}{dp} = 0$$

soit :

$$(i + 1)\, p_1 - 1 = \frac{1 - f}{f} (1 - p_1)^{i+1} ,$$

ou

$$(1 - p_1)^i = \frac{f\,[(i+1)\,p_1 - 1]}{(1 - f)(1 - p_1)} \qquad (11)$$

Substituant dans l'équation (10) p_L à p_M, p_1 à p et à $(1 - p_1)^i$, son expression dans (11), il vient :

$$p_L = \frac{(i + 1)\, p_1 - 1}{i} , \qquad (12)$$

d'où :

$$p_1 = \frac{1 + ip_L}{i + 1} \qquad (13)$$

Compte-tenu des égalités (12) et (13), on peut calculer f dans (11), on a :

$$f = \frac{(1 - p_1)^{i+1}}{(1 - p_1)^{i+1} + ip_L} \qquad (14)$$

En conséquence, si l'on se donne une valeur pour p_L et si l'on fixe i arbitrairement, on déduit p_1 et f respectivement des équations (13) et (14). A chaque valeur de p_L fixée correspondent des couples de valeurs pour i et f qui permettent de construire l'abaque du paragraphe 4. Cet abaque traduit la relation entre les grandeurs i, f et p_L par élimination de p_1 entre les équations (11) et (12).

3-6 - COURBES D'EFFICACITE DU PLAN -

Un plan est défini par les valeurs i et f. H. F. Dodge donne les courbes d'efficacité ci-dessous pour quelques plans.

3-6-1 - Pourcentage des articles de la production acceptés sans inspection.

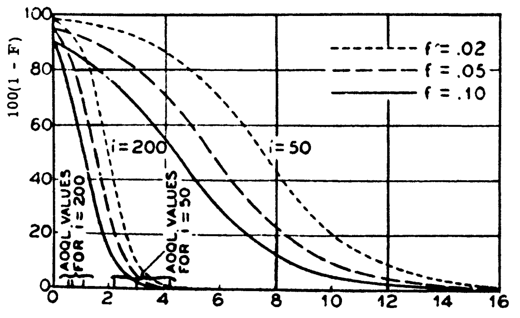
Nous avons vu dans l'égalité (3) que la proportion des pièces inspectées est $F = \frac{u + fv}{u + v}$, en remplaçant u et v par leurs expressions tirées des relations (8) et (9) on voit que (1 - F) qui représente pour un plan donné la proportion des pièces acceptées sans inspection, dépend de p.

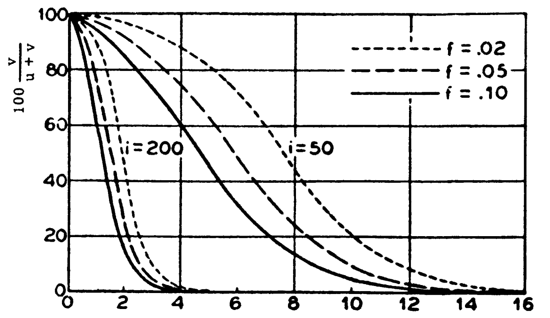
La figure 1 représente les valeurs de 1 - F en fonction de p pour :

- 3 plans i = 200, f = 0,02, f = 0,05, f = 0,10 pour lesquels la limite du niveau de qualité moyen lue sur l'abaque du paragraphe 4 est respectivement : 1,1 %, 0,8 %, 0,6 %,

- 3 plans i = 50, f = 0,02, f = 0,05, f = 0,10 pour lesquels la limite du niveau de qualité moyen, lue sur l'abaque, est respectivement : 4,2 %, 3 %, 2,3 %.

Ces courbes d'efficacité mettent en évidence l'influence prépondérante de





Pourcentage des articles mauvais dans la fabrication (100 p)

Fig. 1 - Pourcentage de la production acceptée sans inspection en fonction de p.

Fig. 2 - Pourcentage de la production acceptée par échantillonnage en fonction de p.

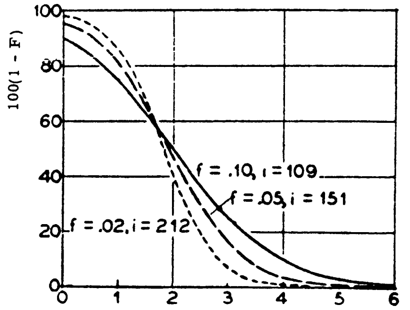
i sur la protection contre une mauvaise qualité pour des valeurs de f restant dans des limites assez étroites.

3-6-2 - Pourcentage des articles de la production acceptés dans l'échantillonnage.

La proportion des articles acceptés au cours de l'échantillonnage est $\frac{v}{u+v}$. Cette proportion qui dépend de p est représentée dans la figure 2 par les 6 plans ci-dessous.

Le pourcentage des pièces acceptées pendant l'échantillonnage décroit lorsque leur qualité se détériore. Le tri prend, dans ces conditions, une importance de plus en plus grande afin de maintenir dans les articles qui ont franchi le contrôle un niveau de qualité moyen acceptable. Un pourcentage de la production acceptée sur la base de l'échantillonnage inférieur à une valeur critique traduit une dégradation de la qualité inacceptable : il faut alors ajuster le procédé de fabrication. Usuellement, ce pourcentage critique est de l'ordre de 80 à 90 %.

3-3-3 - Comparaison des courbes d'efficacité pour des plans ayant la même limite de niveau de qualité moyen (AOQL).



Pourcentage des articles mauvais dans la fabrication (100 p)

Fig. 3 - Pourcentage de la production acceptée sans inspection en fonction de p.

La figure 3 représente la variation du pourcentage de la production acceptée sans inspection lorsque le pourcentage des pièces défectueuses produites, p, varie.

Les trois plans considérés dans la figure 3 ont la même limite du niveau de qualité moyen p_L = 1 %. On remarque que, pour des valeurs de p inférieures à environ 1,60 %, le coût du contrôle est d'autant plus avantageux que f est plus faible et i plus grand. Le contraire se produit si p > 1,60 %. D'autre part, si f est trop faible, le plan offre une mauvaise protection contre l'apparition temporaire d'une cause contrôlable de qualité déficiente : nous reviendrons plus bas sur ce point.

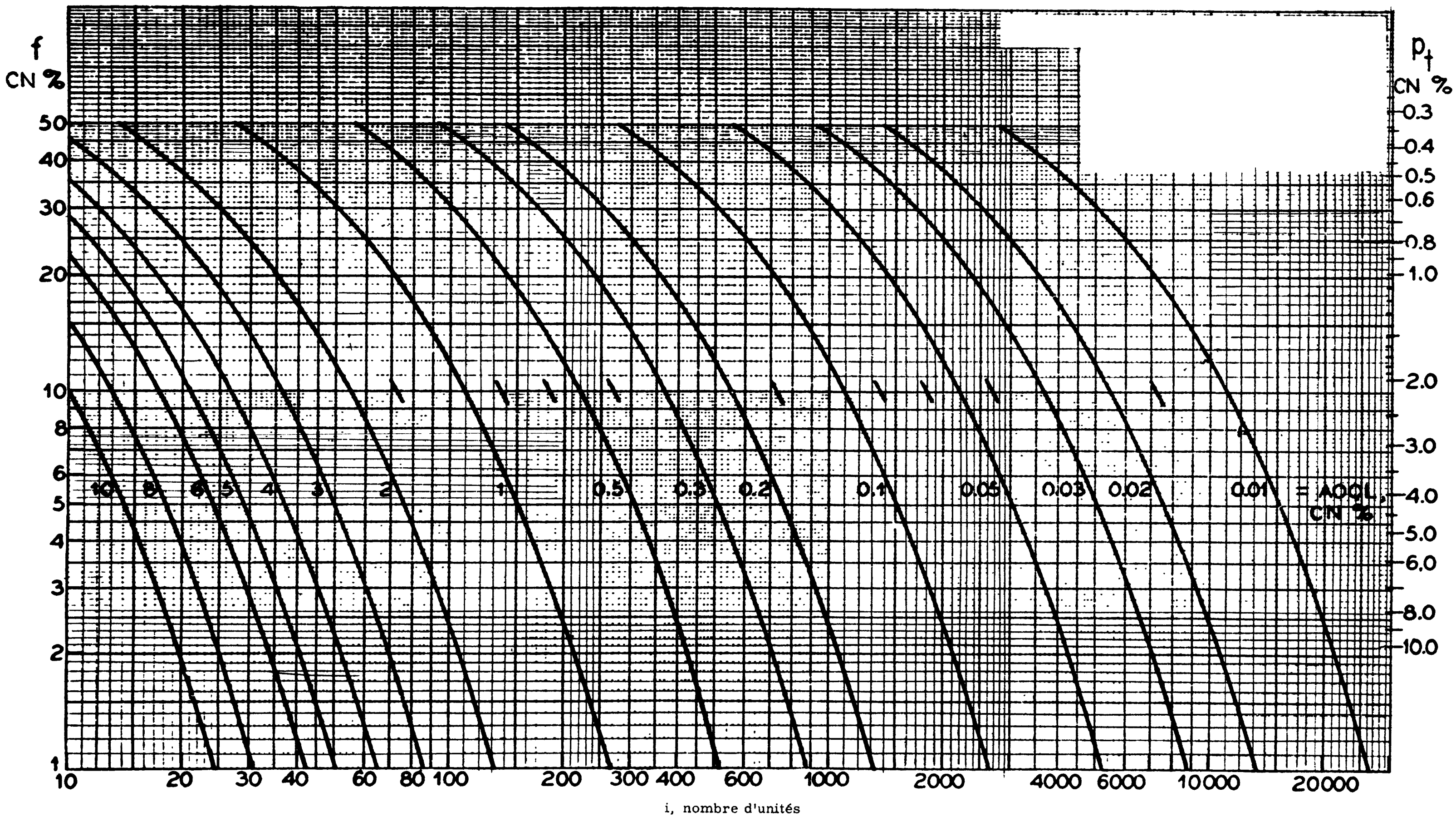


Fig. 4 - Courbes servant à la détermination de f et i pour une limite du pourcentage moyen de défectueux (AOQL) donnée. p_t en % : valeur du pourcentage de défectueux, dans une production continue de 1 000 unités, dans laquelle la probabilité d'acceptation est P_a = 0, 10 pour un échantillon d'effectif f %.

4 – COURBES POUR LA DÉTERMINATION DE f et i POUR UNE VALEUR DONNÉE DE LA LIMITE DU NIVEAU DE QUALITÉ MOYEN

Les calculs de f et i pour une valeur donnée de la limite du niveau de qualité moyen p_L sont indiqués à la fin du paragraphe 3-5. H. F. Dodge a construit les courbes reproduites ci-dessous qui permettent (fig. 4)(1) de déterminer graphiquement ces deux quantités avec une approximation suffisante pour les besoins pratiques.

Pour utiliser les courbes de H. F. Dodge, on se donne une valeur pour p_L, limite de niveau de qualité moyen, qu'on ne veut pas dépasser ; pour f fixé, on lit i ou pour i fixé, on lit f sur le graphique 4.

L'échelle de droite de la figure 4 permet de choisir f de manière à s'assurer une protection contre l'apparition momentanée d'un flot d'articles de mauvaise qualité qui pourrait passer inaperçu pendant le contrôle par échantillonnage. L'échelle p_t représente le pourcentage de pièces défectueuses qu'on a la probabilité 0,10 d'accepter par échantillonnage de la fraction f d'une série de 1000 pièces consécutives. Elle traduit le risque de l'acheteur dans un contrôle de réception par échantillonnage simple d'effectif n = 1000 f, la consigne étant d'accepter le lot lorsque l'échantillon ne contient pas de pièce défectueuse. Cette échelle qui repère la garantie que présente le plan quant à la stabilité de la qualité produite peut guider utilement le controleur dans le choix de f. Les valeurs les plus courantes de f sont 2 %, 5 %, et 10 %.

5 – EXEMPLES

5-1 - CONTROLE PAR CALIBRE DE LA LONGUEUR D'UN PROJECTILE -

Ayant fixé p_L = 1 %, on adopte le plan f = 2 %, i = 210. On a 10 chances sur 100 de laisser passer pendant l'échantillonnage une série de 1000 projectiles présentant environ p_t = 10,5 % de défectueux.

<u>Remarque</u> -

Si le contrôle porte sur plusieurs caractéristiques, le même procédé s'applique, il suffit de définir ce qu'on entend par "article défectueux". On choisit une valeur globale de p_L correspondant à l'ensemble des défauts possibles.

5-2 - Il peut arriver que les défauts n'aient pas la même importance pour la valeur d'usage de l'objet : ils sont alors classés en "majeur" et "mineur". Par exemple, dans une inspection visuelle, on retient 4 défauts majeurs et 6 mineurs. Pour l'ensemble des premiers, on pourra adopter le plan : p_L = 0,75 %, f = 5 %, = 200 et pour les seconds : p = 1,5 %, f = 5 %, i = 100.

Pour l'application de ce double plan, on peut procéder comme suit :

1°) Contrôle à 100 % jusqu'au moment où l'on obtient 200 pièces consécutives sans défaut majeur ou mineur,

---

(1) Source : "A sampling Inspection Plan for Continuous Production by H. F. Dodge in Annals of Mathematical Statistics, vol. 14- N° 3 (pp. 264-279) - Septembre 1943.

2°) Inspecter alors une pièce prélevée au hasard sur chaque série de 20 pièces consécutives,

3°) Si un défaut majeur (ou mineur) est observé dans le contrôle du 2° inspecter à 100 % pour les défauts majeurs (ou mineurs) jusqu'à ce qu'on trouve 200 (ou 100) pièces consécutives sans défaut.

a) pendant cette inspection, examiner toujours une fraction f pour les défauts majeurs et mineurs.

b) si, pendant l'inspection à 100 % pour les défauts majeurs (ou mineurs) un défaut mineur (ou majeur) apparaît dans la fraction f définie au (a) vérifier à 100 % pour les défauts mineurs (ou majeurs) jusqu'à ce qu'on trouve 100 (ou 200) pièces consécutives sans défaut mineur (ou majeur).

4°) Quand 200 et 100 pièces consécutives sont respectivement sans défaut majeurs et mineurs reprendre le contrôle comme au 2°.

Ce plan peut prêter à quelques confusions chez les contrôleurs, il est souvent préférable de séparer les contrôles par classe de défauts.

5-2 - Les articles, au lieu d'arriver au contrôle un à un, conformément aux hypothèses théoriques, se présentent réunis en boîtes, caisses.... qui constituent des sous-lots de la production. Pour ces conditions, f représente la fraction inspectée dans chaque sous-lot durant l'échantillonnage.

On procède comme suit :

1°) Inspecter 100 % des articles jusqu'au moment où l'on a trouvé i articles consécutifs sans défaut en prolongeant, si cela est nécessaire, l'inspection à 100 % sur plusieurs sous-lots consécutifs.

2°) Dès l'obtention de cette séquence i, prélever au hasard la fraction f de l'effectif du sous-lot et inspecter les sous-lots successifs par échantillonnage aussi longtemps qu'on ne trouve pas d'unité défectueuse.

3°) Dès qu'un échantillon présente un défectueux, inspecter le reste du sous-lot à 100 % comme au 1°.

4°) Si, à la fin de l'inspection à 100 %, le nombre des articles inspectés dans le dernier sous-lot est supérieur ou égal à f, accepter le reste du sous-lot, dans le cas contraire, compléter les articles inspectés de manière à obtenir un échantillon d'effectif égal à la fraction f du sous-lot.

5°) Remplacer chaque article défectueux par un bon.

Le prélèvement des échantillons dans les sous-lots, au lieu de l'examen des articles un à un tend à augmenter la limite du niveau de qualité moyen. Cet accroissement n'est pas excessif si les échantillons ont un effectif inférieur ou égal à 10 et si i est supérieur ou égal à 50.

Le plan indiqué ci-dessus peut être légèrement modifié de manière à rendre son application plus facile. Par exemple, le plan ci-dessous, appliqué à la General Electric Co par Messieurs E. E. Folson et C. D. Ferris pour $p_L = 0,10$ %, s'est révélé très satisfaisant.

Les articles arrivent au contrôle en boîtes de 500 dans l'ordre de leur production.

Plan : - 50 articles (10 %) sont prélévés au hasard dans chaque boîte,
- si l'on ne trouve pas de défectueux, la boîte est acceptée,

- si l'on trouve un défectueux, on inspecte à 100 % le reste de la boîte et les boîtes suivantes jusqu'au moment où 2 boîtes consècutives sont entièrement bonnes.

Le plan théorique serait pour p_L = 0,10 %, f = 10 %, i = 1100, alors que dans le plan ci-dessus i varie de 1000 à 1499, avec une moyenne supérieure à 1100. Ce plan s'est révélé très satisfaisant après une application systématique pendant 10 mois : Il a permis d'abaisser à 0,06 % le pourcentage d'unités défectueuses après inspection alors que ce pourcentage dans les produits présentés au contrôle variait entre 0,3 et 1 %.

6 – CONCLUSIONS

Le plan C S P-1 est très utile lorsqu'on veut contrôler une production continue, dans laquelle on peut classer les articles en bons et mauvais par un test non destructif. Il est caractérisé par la garantie que les produits à l'aval du contrôle ne présentent qu'un pourcentage d'unités défectueuses inférieur à une valeur limite fixée à l'avance.

Ce résultat est atteint par une combinaison des inspections à 100 % et par échantillonnage. Lorsque des articles de mauvaise qualité sont soumis au contrôle, la proportion des articles vérifiés à 100 % devient importante et le contrôle assure la qualité requise par la limite du niveau de qualité moyen au prix d'un tri qui porte sur une proportion importante de la production. On admet qu'il y à lieu d'ajuster le processus de fabrication lorsque la production des pièces acceptées par échantillonnage est au-dessous de 80 à 90 %.

Le plan doit être un stimulant pour que le fournisseur (au sens large) livre des produits conformes aux normes et cherche à éliminer le plus tôt possible les causes responsables d'une mauvaise qualité de sa fabrication. Si le client se charge des contrôles à 100 % et des contrôles par échantillons, c'est lui qui est pénalisé par un tri onéreux en cas d'apparition de produits de qualité non conforme. Un procédé consiste à séparer les contrôles à 100 % et par échantillonnage : en principe les contrôles à 100 % sont faits par le personnel du département fournisseur, le département qui réceptionne étant seulement responsable des contrôles sur échantillons.

Il se révèle avantageux d'organiser le contrôle par C S P-1 en partant de ces principes : le responsable d'une fabrication mauvaise étant pénalisé, il cherche à y remédier dès que possible. Le C S P-1 sert alors à garantir aux produits contrôlés le niveau de qualité désiré et d'autre part est un facteur stimulant en vue de l'amélioration du procédé de fabrication.

H. F. Dodge a imaginé deux autres plans C S P-2 et C S P-3 pour l'inspection d'une production continue. Ces plans ont été publiés dans "Industrial Quality Contral" par H. F. Dodge et M. N. Torrey, Vol. VII, N° 5 de mars 1951.