

B. FREDENUCCI

**Les règles de passage entre contrôle normal et
contrôle renforcé pour les contrôles par attributs,
critiques et suggestions**

Revue de statistique appliquée, tome 29, n° 3 (1981), p. 19-30

http://www.numdam.org/item?id=RSA_1981__29_3_19_0

© Société française de statistique, 1981, 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/>

LES REGLES DE PASSAGE ENTRE CONTROLE NORMAL ET CONTROLE RENFORCE POUR LES CONTROLES PAR ATTRIBUTS – CRITIQUES ET SUGGESTIONS

B. FREDENUCCI

I.U.T. Département "STATISTIQUES", Université II GRENOBLE

PLAN

1. Introduction
2. L'intérêt des plans de contrôle à deux degrés de sévérité et les problèmes posés en pratique
 - 2.1. L'intérêt des plans de contrôle à deux degrés de sévérité face aux limites des plans de contrôle "statique"
 - 2.2. Problèmes soulevés par l'utilisation de ces plans.
3. Etude des temps de passage entre degrés de sévérité.
4. Application aux plans MIL-STD et aux plans à mémoire.

Annexe

1. INTRODUCTION

Lorsqu'un produit est soumis au contrôle de réception sous la forme d'une série de lots parvenant dans l'ordre de leur fabrication, la norme américaine relative au contrôle par attributs MIL-STD 105D, adoptée comme norme française sous la référence NF x 06 022 [1] et comme norme internationale ISO 2 859 (en cours de révision), propose des plans de contrôle à deux degrés de sévérité : un degré normal et un degré renforcé ; un troisième degré optionnel, n'est pas étudié ici. Une liste de plans de contrôle à deux degrés de sévérité a également été proposée par MM. BRUYERE et DOURGNON [2] pour répondre aux besoins du contrôle de réception lorsque la qualité usuellement fabriquée est d'un haut niveau.

Ces plans ont fait l'objet de critiques sans toutefois que le principe des degrés de sévérité ait été contesté. L'étude que nous faisons ici des temps de passage entre ces degrés permet d'une part de mieux cerner les critiques faites mais aussi de préciser l'intérêt de ce type de plans et de suggérer des règles qui permettent d'élaborer des plans mieux adaptés (cf. (4)).

2. L'INTERET DES PLANS DE CONTROLE A DEUX DEGRES DE SEVERITE ET LES PROBLEMES POSES EN PRATIQUE.

2.1. L'intérêt des plans à deux degrés de sévérité face aux limites des plans de contrôle "statiques"

Un plan de contrôle est déterminé par un mode d'échantillonnage et par une règle de décision qui permet d'accepter ou de refuser un lot en fonction des valeurs observées sur l'échantillon. Pour un plan de contrôle simple aux attributs, c'est la donnée de n , taille de l'échantillon à prélever au hasard dans le lot, et de c , nombre repère tel qu'on refuse tout lot comportant plus de c unités défectueuses parmi les n prélevées. On parle de plan "statique" lorsque c'est un même plan qui s'applique pour toute une série de lots d'une même fabrication.

La qualité de tout plan de contrôle s'apprécie au travers de sa courbe d'efficacité, $P(p)$: c'est le graphe de la probabilité d'accepter un lot en fonction du paramètre p , qualité du lot exprimée en % d'unités défectueuses dans le lot.

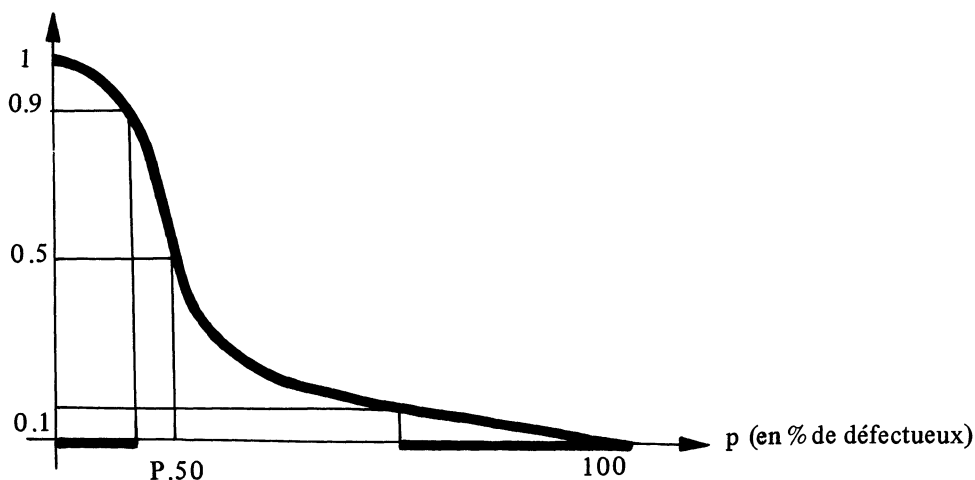
L'examen de la courbe d'efficacité d'un plan révèle les conditions requises pour son utilisation; un plan de contrôle permet de discriminer la plage des "bonnes" qualités, acceptées par le plan dans la plupart des cas (par exemple avec une probabilité supérieure à 0,9) de la plage des "mauvaises" qualités de plus souvent refusées (par exemple avec une probabilité supérieure à 0,9). Les qualités de la zone intermédiaire (zone d'indifférence du plan) sont mal discriminées par le plan, voire plus du tout pour la qualité $p_{0,5}$, qualité d'indifférence du plan, qui correspond à une probabilité d'acceptation de 0.5 (cf graphe 1.). Ce fait, souligné par F. DOURGNON dans [3] pose le problème de l'adéquation d'un plan de contrôle aux qualités réelles des lots qu'il doit sanctionner.

Lorsque le contrôle porte sur une série de lots et qu'on peut admettre qu'il n'y a pas indépendance entre la qualité des lots successifs, la mise en place de plans de contrôle à deux degrés de sévérité permet de pallier l'insuffisance des plans statiques; en effet lorsque la qualité des lots se dégrade et dès qu'elle approche la qualité d'indifférence du plan de contrôle normal, on change de degré de sévérité et le plan de contrôle renforcé est mis en place. C'est là la conséquence de la règle de passage en contrôle renforcé: deux lots refusés sur les cinq derniers lots inspectés en contrôle normal ce qui correspond à un taux de lots refusés de 40/100. L'étude des temps de passage du degré normal au degré renforcé nous permet de mieux cerner cet aspect.

2.2. Problèmes soulevés par l'utilisation de ces plans

La critique la plus courante faite aux plans MIL-STD 105 D et qui est également valable pour les "plans à mémoire" déjà cités [2] est que la qualité usuelle qu'il convient d'accepter (N.Q.A.) est beaucoup plus fréquemment rejetée en contrôle renforcé qu'en contrôle normal; WETHERILL [7] y voit une tactique de pression de la part du client sur le fournisseur, lorsqu'il s'agit de réception entre deux entreprises.

De fait, ces critiques sont d'autant plus justifiées que le degré de sévérité est longtemps maintenu en renforcé alors que la qualité est stabilisée au niveau N.Q.A.



p désigne la qualité du lot exprimée en pourcentage de défautueux

Figure 1. – Courbe d'efficacité d'un plan de contrôle

La difficulté qu'ont certains de ces plans à revenir au degré normal a été observée en pratique notamment par F. DOURGNON. L'étude des temps de passage du degré renforcé du contrôle au degré normal nous permet de préciser ces critiques.

Dans ce qui suit :

l'état 1 est le premier état du degré normal

l'état 6 est le premier état du degré renforcé.

Pour déterminer les temps de passage entre degrés de sévérité, on se place dans la situation où la qualité se situe sur un palier, son évolution étant momentanément stabilisée.

On adopte les notations suivantes :

- p désigne la qualité, supposée constante pour une série de lots, exprimée en pourcentage d'unités défectueuses par lot.
- T_A est la variable "durée du contrôle normal jusqu'au premier instant de contrôle renforcé", exprimée en nombre de lots inspectés.
- T_R est la variable "temps de retour au contrôle normal à partir du premier instant de contrôle renforcé" exprimé en nombre de lots inspectés.
- $P_{AN}(p)$ désigne la probabilité d'accepter un lot de qualité p en contrôle normal
- $P_{AR}(p)$ est la probabilité d'accepter un lot de qualité p en contrôle renforcé.
- $P_S(p)$ est la probabilité de suspension de contrôle d'une série de lots de qualité p , c'est-à-dire la probabilité de l'événement $T_R > 10$
- les symboles $E(T)$ et $\sigma(T)$ désignent respectivement l'espérance et l'écart type de la variable T .

3. ETUDE DES TEMPS DE PASSAGE ENTRE DEGRES DE SEVERITE

Le passage d'un degré de sévérité à l'autre est régi par les règles suivantes :

- le contrôle normal est appliqué jusqu'à ce que deux lots parmi les 5 derniers inspectés soient l'objet d'un refus auquel cas le contrôle renforcé est instauré.
- le retour en contrôle normal ne s'effectue que lorsque 5 lots consécutifs sont acceptés en contrôle renforcé. Les normes MIL-STD ajoutent que lorsque 10 lots consécutifs ont fait l'objet d'un contrôle renforcé, le contrôle effectué doit être suspendu en attendant les mesures destinées à améliorer la qualité du produit présenté.

Un organigramme, décrit en [2], permet de schématiser les règles de passage entre les deux degrés de sévérité (cf. fig. 2) ; il comporte dix états et chacun d'entre eux synthétise une information relative aux cinq derniers lots inspectés (par exemple, le système de contrôle est en état 1 lorsque les cinq derniers lots ont été acceptés, en état 6 lorsque 2 des 5 derniers lots ont été refusés).

Les moments des variables T_A et T_R , de même que P_S , dépendent de la qualité p , mais s'expriment plus aisément en fonction des probabilités d'acceptation P_{AN} et P_{AR} , liées fonctionnellement à p (courbe d'efficacité). De l'étude détaillée

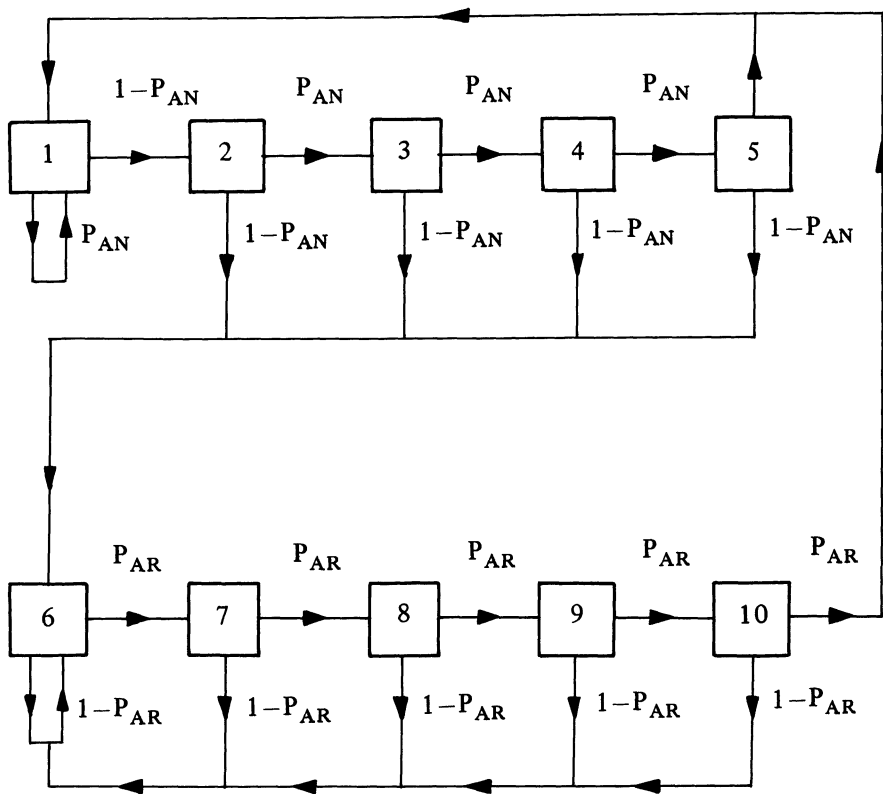


Figure 2. - Organigramme

de ces moments qui figure en annexe, on retient les expressions suivantes, relatives aux espérances des temps de passage et à la probabilité de suspension :

$$E [T_A] = \frac{2 - P_{AN}^4}{(1 - P_{AN}) (1 - P_{AN}^4)}$$

$$E [T_R] = \frac{1 - P_{AR}^5}{(1 - P_{AR}) P_{AR}^5}$$

$$P_S = 1 - [1 + 5(1 - P_{AR})] P_{AR}^5$$

On peut noter que les espérances des temps de passage entre degrés de sévérité ont une signification comparable à celle de l'A.R.L. qui désigne l'espérance du temps nécessaire pour conclure à un dérèglement de fabrication, et à celle du M.T.B.F. qui désigne, en fiabilité, la moyenne des temps de bon fonctionnement.

Les tableaux 1 et 2 ci-après, valables pour tous les plans de contrôle puisque le choix d'un plan n'influe que sur la relation liant p à P_{AN} et à P_{AR} , permettent de préciser les arguments évoqués précédemment au paragraphe 2.

TABLEAU 1
Moments de T_A en fonction de P_{AN}

P_{AN}	0.99	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50	0.1
$E [T_A]$	2 638	128	39.1	20.6	13.46	9.85	7.7	5.37	4.13	2.22
$\sigma [T_A]$	2 635	125	36.7	18.4	11.41	7.87	5.8	3.54	2.35	0.50

TABLEAU 2
Moments de T_R et valeurs de P_S en fonction de P_{AR}

P_{AR}	0.99	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50	0.40
$E [T_R]$	5.15	5.84	6.94	8.36	10.26	12.86	16.49	29.65	62	161.09
$\sigma [T_R]$	0.76	1.94	3.24	4.76	6.7	9.31	12.94	26.00	58.22	157.16
P_S	0.0014	0.0327	0.114	0.224	0.345	0.466	0.579	0.766	0.89	0.959

L'examen du tableau 1 conduit aux remarques suivantes sur le passage du contrôle normal au contrôle renforcé : pour une série de lots de qualité constante telle que la probabilité d'acceptation en contrôle normal, P_{AN} , est supérieure à 0.95, le passage en contrôle renforcé ne s'effectue en moyenne qu'au delà de 125 lots. Pour une probabilité d'acceptation de l'ordre de 0.90, le temps moyen qui est de 39 lots et la forte valeur de $\sigma(T_A)$ montre qu'on peut être conduit à un passage en contrôle renforcé relativement rapide. Dès que la probabilité d'acceptation est inférieure à 0.60, autrement dit dès que l'on aborde la zone d'indifférence du plan simple en contrôle normal, le temps de passage en contrôle renforcé est court de l'ordre de 5 lots en moyenne ;

Ce résultat confirme l'intérêt de la règle de passage en contrôle renforcé qui permet d'éviter de rester en contrôle normal lorsque la qualité s'approche de la qualité d'indifférence de ce plan.

En ce qui concerne le temps de retour en contrôle normal, le tableau 2 nous permet de remarquer que les temps moyens sont courts, les écarts types faibles d'où les probabilités de suspension négligeables pour les valeurs de P_{AR} supérieures ou égales à 0.95 ; dès que P_{AR} est inférieur ou égal à 0.85, les probabilités de suspension de contrôle sont fortes. Pour les valeurs de P_{AR} inférieures à 0.5, les temps de retour sont longs en moyenne, et la suspension de contrôle est alors hautement probable.

Ces résultats nous permettent de préciser deux exigences vis-à-vis des plans de contrôle à deux degrés de sévérité ; ces exigences ne sont relatives qu'au contrôle renforcé puisque les conséquences du passage du degré normal au degré renforcé sont satisfaisantes.

Pour le contrôle renforcé, il apparaît nécessaire de maintenir une forte probabilité d'acceptation de la qualité NQA pour permettre un retour rapide en contrôle normal ; ceci permet d'éliminer le risque de suspension de contrôle et de ne plus pénaliser injustement une qualité stabilisée au niveau NQA. Il est par ailleurs nécessaire que la qualité d'indifférence du plan de contrôle normal se trouve refusée avec une forte probabilité en contrôle renforcé ou que tout au moins la probabilité de suspension de contrôle soit très forte. Ces deux exigences peuvent se résumer ainsi :

i) $P_{AR}(NQA) \geq 0.95$

Lorsque $P_{AR} = 0.95$ on a d'après le tableau 1 $E[T_R] = 5.8$

ii) $P_{AR}(p_{0.5}) \leq 0.1$

$p_{0.5}$, qualité d'indifférence du plan de contrôle normal, est définie par

$$P_{AN}(p_{0.5}) = 0.5$$

Remarques

— La condition (ii), qui impose une taille d'échantillon importante, peut être affaiblie lorsque la règle de suspension de contrôle est instaurée, et peut être remplacée par la condition :

ii') $P_{AR}(p_{0.5}) \leq 0.4$

Cette dernière condition ne permet pas de sanctionner convenablement la qualité $p_{0.5}$ mais elle est néanmoins suffisante pour conduire à une suspension de contrôle avec une forte probabilité : on a $P_s = 0.959$ lorsque $P_{AR} = 0.4$ d'après le tableau 2.

— Lorsque la première exigence (i) est respectée, la règle de suspension de contrôle est légitime puisque le maintien prolongé en contrôle renforcé est alors révélateur d'une qualité médiocre.

4. APPLICATION AUX PLANS MIL-STD ET AUX PLANS A MEMOIRE

Les tables MIL-STD proposent des plans de contrôle pour 26 valeurs de NQA dont 16 relatives à des proportions de défectueux ; en contrôle normal les probabilités d'acceptation de la qualité NQA varient selon les plans entre 0.89 et 0.995 ; en contrôle renforcé, elles sont aussi très variables avec pour minimum la valeur

0.80. Pour ces plans, la taille de l'échantillon à prélever est identique pour les deux degrés de sévérité sauf dans les cas où la constante d'acceptation en contrôle normal est $c = 0$. Les plans à mémoires [2], font état de 18 plans de contrôle ; pour la qualité acceptée en contrôle normal avec une probabilité de 0.95, la probabilité d'acceptation en contrôle renforcé varie entre 0.70 et 0.10 selon les plans.

Contrairement aux plans MIL-STD, la taille de l'échantillon est beaucoup plus importante au degré renforcé du contrôle qu'au degré normal et il n'est pas prévu de règle de suspension de contrôle.

Ce sont les trop faibles valeurs des probabilités d'acceptation de la qualité NQA en contrôle renforcé qui, pour certains de ces plans, conduisent soit à de trop fortes probabilités de suspension de contrôle, soit à un blocage du retour en contrôle normal.

Les deux exemples qui suivent permettent d'explicitier les problèmes rencontrés et de proposer des plans de remplacement.

Exemple de plan MIL-STD (cf. figure 3)

Pour une valeur du NQA de 0.65 (en pourcentage de défectueux) et la lettre code K, le plan de contrôle proposé par le MIL STD est le suivant :

- la taille de l'échantillon est $n = 125$ (valable pour les deux degrés de sévérité)
- en contrôle normal on n'accepte que 2 défectueux au plus
- en contrôle renforcé on n'accepte qu'un seul défectueux au plus.

On déduit des courbes d'efficacité de ces plans que :

$$P_{AN} [0.65] = 0.95 \qquad P_{AR} [0.65] = 0.80$$

$$P_{AN} [2.1] = 0.51 \qquad P_{AR} [2.1] = 0.26$$

Le temps moyen de retour en contrôle normal, lorsqu'est inspectée une série de lots de qualité 0.65, est de 10 lots. C'est la sévérité de la règle de suspension de contrôle qui est alors en cause car on est conduit à suspendre le contrôle et à prendre à tort des mesures visant à faire améliorer la qualité avec une probabilité de l'ordre de 0.35.

Sur la base des exigences (i) et (ii) nous proposons en remplacement du plan renforcé le plan défini par :

- la taille de l'échantillon $n = 500$
- la constante d'acceptation $c = 6$

Avec ce nouveau plan renforcé, on a :

$$P_{AR} [0.65] = 0.95$$

$$P_{AR} [2.1] = 0.1$$

Remarque

Ce plan renforcé nécessite une taille d'échantillon importante. Cette taille d'échantillon peut être réduite lorsqu'on peut se satisfaire de la condition affaiblie (ii)'. Le plan défini par : $n = 210$; $c = 3$ permet d'obtenir :

$$P_{AR} [0.65] = 0.95$$

$$P_{AR} [2.1] = 0.355$$

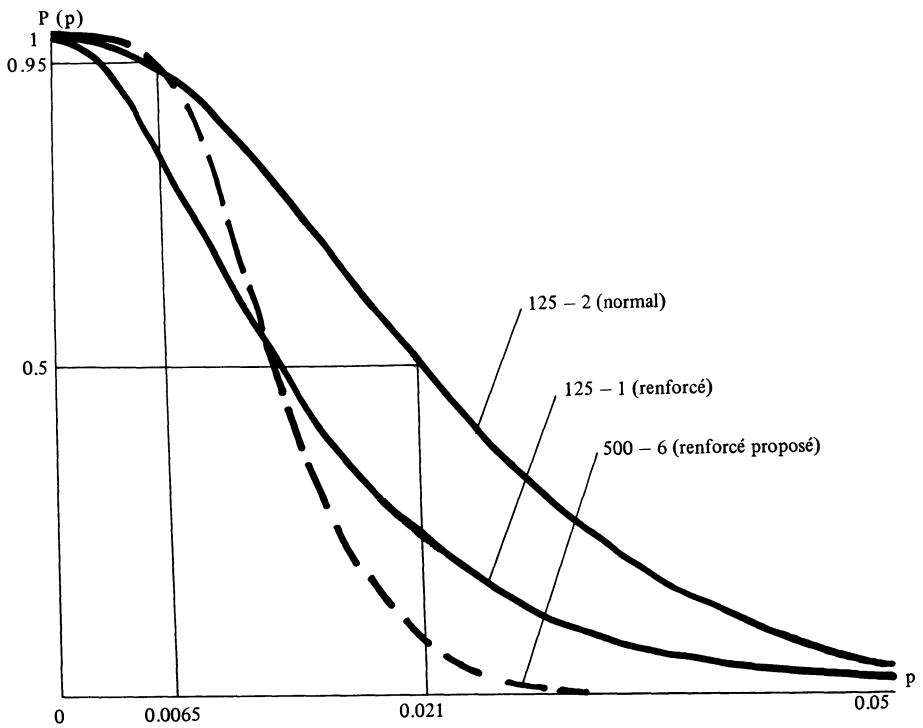


Figure 3

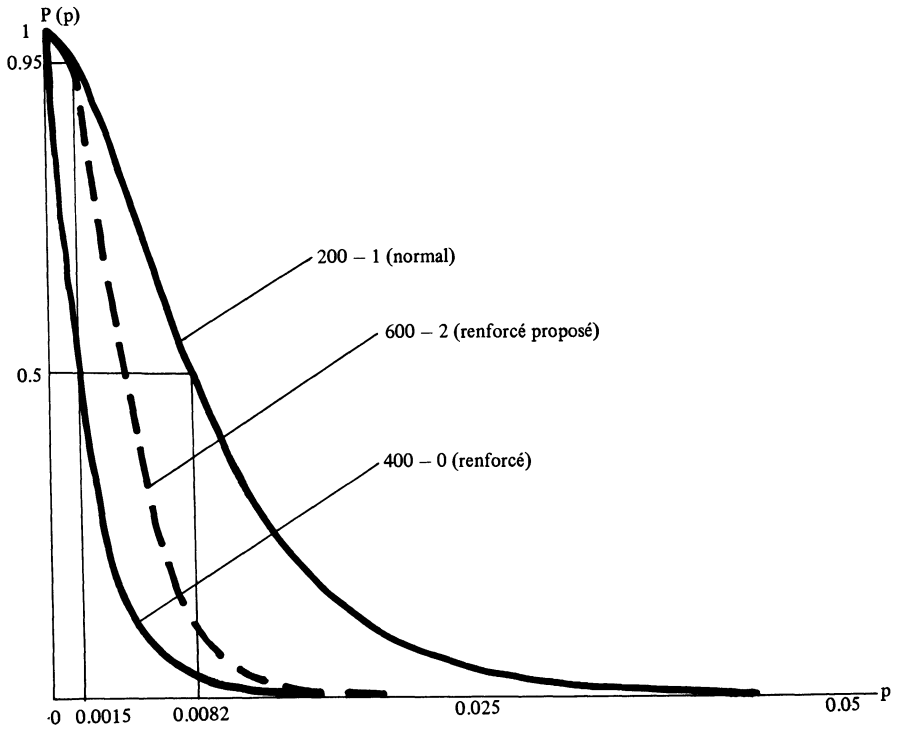


Figure 4

Exemple de plan à mémoire (cf. figure 4)

Pour un niveau de qualité de 0.15, qu'on adopte comme N.Q.A., le plan de contrôle proposé dans l'article référencé en [2] est défini par :

- une taille d'échantillon de 200 et une constante d'acceptation qui vaut 1 en contrôle normal.
- une taille d'échantillon de 400 et une constante d'acceptation dont la valeur est 0 en contrôle renforcé.

Il en résulte que :

$$\begin{aligned} P_{AN} [0.15] &= 0.95 & P_{AR} [0.15] &= 0.55 \\ P_{AN} [0.82] &= 0.5 & P_{AR} [0.82] &= 0.03 \end{aligned}$$

Le plan de contrôle renforcé que nous proposons en remplacement est caractérisé par :

- la taille d'échantillon $n = 600$
- la constante d'acceptation $c = 2$

On obtient :

$$\begin{aligned} P_{AR} [0.15] &= 0.937 \\ P_{AR} [0.82] &= 0.115 \end{aligned}$$

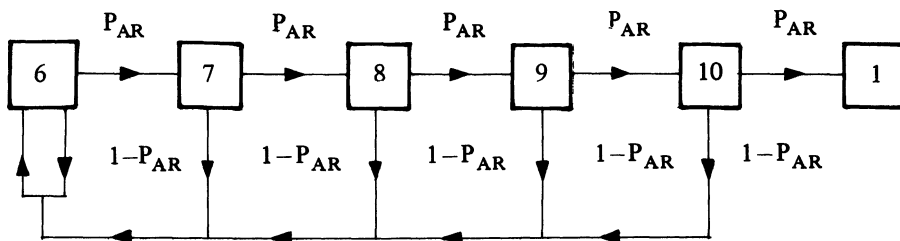
Ce plan remplit à peu près les exigences (i) et (ii). Le temps moyen de retour en contrôle normal pour la qualité NQA est de l'ordre de 6 lots : on peut noter que le nombre moyen d'échantillons prélevés est alors de 3 600 unités en contrôle renforcé pour cette qualité N.Q.A. : cela réduit de plus d'un quart le nombre d'échantillons qu'il est nécessaire de prélever par rapport au plan de contrôle renforcé initial.

ANNEXE

On s'appuie sur l'analyse markovienne de ces plans de contrôle telle qu'elle est présentée dans [2]. KEMENY et SNELL [6] étudient de façon générale les temps de passage entre différents états d'une chaîne de Markov finie et fournissent une expression pour les espérances et variances de ces variables temps. On propose ici une méthode simple pour calculer les espérances et variances des variables T_A et T_R et on adapte au cas du problème étudié les résultats généraux de [6] relatifs au temps de passage dans des chaînes de MARKOV comprenant un état absorbant. Une autre approche concernant la détermination des temps de passage est également proposée par HALD [5].

a) Temps de passage du contrôle renforcé au contrôle normal pour une série de lots d'une même qualité

Les modalités de retour en contrôle normal peuvent être décrites par l'organigramme suivant dans lequel les états 6, ..., 10 correspondent à des étapes du contrôle renforcé, l'état 1 symbolisant la première phase du contrôle normal.



On note, pour $i = 6, \dots, 10$ T_i la variable temps de passage de l'état i du contrôle renforcé au contrôle normal. Les espérances de ces variables sont liées par les cinq équations suivantes :

$$E[T_{10}] = 1 P_{AR} + (1 + E[T_6]) (1 - P_{AR})$$

$$E[T_6] = (1 + E[T_7]) P_{AR} + (1 + E[T_6]) (1 - P_{AR})$$

$$E[T_7] = (1 + E[T_8]) P_{AR} + (1 + E[T_6]) (1 - P_{AR})$$

$$E[T_8] = (1 + E[T_9]) P_{AR} + (1 + E[T_6]) (1 - P_{AR})$$

$$E[T_9] = (1 + E[T_{10}]) P_{AR} + (1 + E[T_6]) (1 - P_{AR})$$

L'expression de $E[T_6] = E[T_R]$ se déduit aisément :

$$E[T_6] = \frac{1 + P_{AR} + P_{AR}^2 + P_{AR}^3 + P_{AR}^4}{1 - (1 - P_{AR})(1 + P_{AR} + P_{AR}^2 + P_{AR}^3 + P_{AR}^4)} = \frac{1 - P_{AR}^5}{(1 - P_{AR}) P_{AR}^5}$$

Désignons par M la matrice "fondamentale" qui décrit les passages entre les 5 états du contrôle renforcé.

$$M = \begin{bmatrix} 1 - P_{AR} & P_{AR} & 0 & 0 & 0 \\ 1 - P_{AR} & 0 & P_{AR} & 0 & 0 \\ 1 - P_{AR} & 0 & 0 & P_{AR} & 0 \\ 1 - P_{AR} & 0 & 0 & 0 & P_{AR} \\ 1 - P_{AR} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Soit T le vecteur aléatoire dont les composantes sont les cinq variables T_i .

On a, d'après KEMENY-SNELL [12] les résultats suivants :

$$E[T] = F \cdot \mathbf{1} \quad (\text{ce qui permet de retrouver le résultat pour } E[T_R])$$

et

$$V[T] = [[2 F - I_5] F \cdot \mathbf{1}] - [F \cdot \mathbf{1}]^2$$

où $\mathbf{1}$ désigne le vecteur colonne dont les cinq composantes valent 1

$$F = (I_5 - M)^{-1}$$

$V(T)$ désigne le vecteur colonne des variances des variables T_i

$$\begin{vmatrix} a \\ b \\ c \end{vmatrix} [2] = \begin{vmatrix} a^2 \\ b^2 \\ c^2 \end{vmatrix} \quad \text{par définition}$$

I_5 la matrice identité 5×5 .

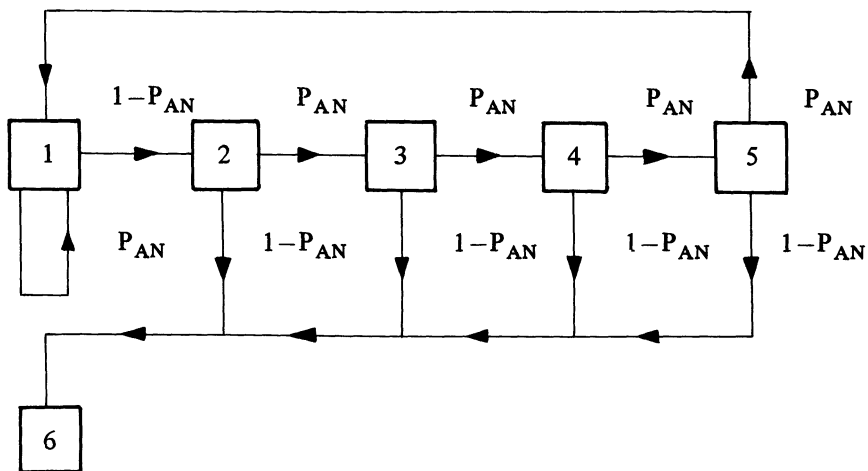
b) Probabilité de suspension

Il y a suspension de contrôle lorsque 10 lots consécutifs ont fait l'objet d'un contrôle renforcé et que le retour au contrôle normal ne s'effectue pas au terme du 10^e lot examiné. On détermine aisément la probabilité de cet événement (en supposant l'indépendance des contrôles successifs).

$$P_S = 1 - [1 + 5(1 - P_{AR})] P_{AR}^5$$

c) Temps de passage du contrôle normal au contrôle renforcé pour une série de lots de même qualité

L'organigramme correspondant comprend cinq états 1, ..., 5 pour le contrôle normal et un état, 6, pour le contrôle renforcé et il se présente comme suit :



On note pour $i = 1, \dots, 5$ T'_i la variable temps de passage de l'état i du contrôle normal en contrôle renforcé. Comme précédemment, les espérances de ces cinq variables sont liées par les cinq équations suivantes :

$$E[T'_1] = (1 + E[T'_1]) P_{AN} + (1 + E[T'_2]) (1 - P_{AN})$$

$$E[T'_2] = 1(1 - P_{AN}) + (1 + E[T'_3]) P_{AN}$$

$$E[T'_3] = 1(1 - P_{AN}) + (1 + E[T'_4]) P_{AN}$$

$$E[T'_4] = 1(1 - P_{AN}) + (1 + E[T'_5]) P_{AN}$$

$$E[T'_5] = 1(1 - P_{AN}) + (1 + E[T'_1]) P_{AN}$$

On déduit, en particulier l'expression de $E [T'_1]$ ie $E [T_A]$:

$$E [T_A] = \frac{2 - P_{AN}^4}{(1 - P_{AN})(1 - P_{AN}^4)}$$

Désignons par S la matrice "fondamentale" qui décrit les passages entre les 5 états du contrôle normal :

$$S = \begin{bmatrix} P_{AN} & 1 - P_{AN} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{AN} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{AN} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_{AN} \\ P_{AN} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

notons :

$$G = (I_5 - S)^{-1}$$

et

T' le vecteur aléatoire dont les composantes sont les cinq variables T'_i ; on obtient comme précédemment :

$$E [T'] = G . 1$$

$$V [T'] = [(2G - I_5) G . 1] G . 1 - [G . 1]^2$$

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AFNOR NFX 06022 édité par l'Association Française de Normalisation.
- [2] L. BRUYERE et F. DOURGNON. – *Efficacité de plans de contrôle à mémoire dans le cas de contrôles sévères*. R.S.A. vol. XVIII n° 2 1970.
- [3] F. DOURGNON. – Réflexions sur les plans de contrôle de réception. *Bulletin de l'AFCIQ* – Vol. XIV n° 1 1978.
- [4] B. FREDENUCCI. – *Quelques méthodes statistiques en contrôle de réception*. Thèse de 3° cycle, Université I de Grenoble – 1980.
- [5] A. HALD. – *Statistical Theory of sampling inspection by attributes*. Institut of mathematical statistics, university of Copenhagen, 1978.
- [6] J. KEMENY et J. SNELL. – *finite Markov Chains*. Mac Graw-Hill, 1951.
- [7] G.B. WETHERILL. – *Sampling Inspection and Quality Control*. Chapman and Hall, 1977.