REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

A. VESSEREAU

Plans d'échantillonnage progressifs par attributs. Application aux plans normalisés MIL-STD 105 D

Revue de statistique appliquée, tome 30, n° 2 (1982), p. 5-20

<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1982__30_2_5_0>

© Société française de statistique, 1982, 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/

PLANS D'ECHANTILLONNAGE PROGRESSIFS PAR ATTRIBUTS APPLICATION AUX PLANS NORMALISES MIL-STD 105 D

A. VESSEREAU

L'expression "contrôle par attributs" recouvre deux aspects différents du contrôle qualitatif:

- le contrôle de la "proportion p de défectueux" ($0 \leqslant p \leqslant 1$); chaque individu prélevé est classé "bon" ou "défectueux" suivant qu'il satisfait ou non à une norme de qualité définie.
- le contrôle du "nombre moyen de défauts par unité"; les unités contrôlées peuvent être des matériels complexes, des longueurs ou surfaces d'une matière continue (fil, ruban, papier, . . .) susceptibles de comporter plusieurs défauts, etc. . .; en conservant la notation p, on a ici $0 \leqslant p \leqslant \infty$.

Un plan d'échantillonnage par attributs peut être "simple". Un échantillon d'effectif n est prélevé dans le lot à contrôler, et le nombre de défectueux ou de défauts est comparé à un "critère d'acceptation" A. S'il est au plus égal à A le lot est accepté, s'il dépasse A le lot est rejeté ("critère de rejet" $R = A + 1$).

On sait qu'il est possible de construire des plans "doubles" ou "multiples" dont l'efficacité est très voisine de celle d'un plan simple donné. Le contrôle s'effectue alors par étapes: après examen de chacun des échantillons successivement prélevés (d'effectifs généralement égaux) le nombre cumulé de défectueux ou de défauts est comparé à des critères d'acceptation A_i et de rejet R_i ($i = 1, 2. . . k$ dans un plan multiple à k étapes). S'il est au plus égal à A_i le lot est accepté, s'il est au moins égal à $R_i > A_i$, il est rejeté, s'il est compris entre $A_i + 1$ et $R_i - 1$ on passe à l'étape suivante. A la dernière étape ($i = k$), $R_k = A_k + 1$.

L'intérêt des plans doubles, et surtout multiples, est qu'ils sont en moyenne plus économiques (en nombre d'individus à contrôler) que le plan simple correspondant – en contre-partie ils sont d'exécution plus délicate.

La généralisation du plan multiple est le "plan progressif" (en anglais "sequential"). La décision "acceptation", "rejet", ou "contrôle d'un individu supplémentaire" est prise à partir du nombre cumulé de défectueux ou de défauts constaté depuis le début du contrôle. Les plans progressifs sont, très généralement, les plus économiques; leurs difficultés d'application, qui résultent notamment du caractère aléatoire de l'effectif total contrôlé jusqu'à décision d'acceptation ou de rejet,ne doivent cependant pas être ignorées.

Un plan progressif satisfaisant à des conditions d'efficacité données s'obtient facilement à partir de la méthode générale due à A. WALD [1] (voir aussi WETHERHILL [2]; l'application de cette méthode au contrôle de la proportion de défectueux figure d'ailleurs explicitement dans l'ouvrage de WALD. L'applica-

Mots-Clés : **Plans de contrôle, Contrôle progressif par attributs.**

tion au contrôle du nombre moyen de défauts par unité est moins connue ; bien que, fort vraisemblablement, elle figure dans des ouvrages ou articles déjà publiés, nous n'en avons personnellement trouvé trace (partiellement) que dans une norme indienne [3].

Dans cette note nous rappelerons brièvement les résultats généraux de la méthode de WALD et leur application au contrôle de la proportion de défectueux. Nous exposerons ensuite l'application au contrôle du nombre moyen de défauts par unité. Dans une dernière partie, nous donnerons les caractéristiques essentielles des plans progressifs correspondant aux plans (simples, doubles, multiples) qui figurent dans la norme américaine MIL-STD 105 D, normalisée au niveau français sous la référence NF.X06-022 et au niveau international ISO 2 859.

1. RAPPEL DE LA METHODE DE WALD

1.1. Principe

Le choix entre deux valeurs fixées θ_1 et θ_2 du paramètre θ dont dépend la loi de probabilité d'une variable aléatoire X (choix qui correspond au test de l'hypothèse $\theta \leqslant \theta_1$ contre l'hypothèse alternative $\theta \geqslant \theta_2$) est basé sur la valeur du rapport des vraisemblances d'un échantillon d'effectif n sous les hypothèses θ_2 et θ_1, soit $\dfrac{L_n(\theta_2)}{L_n(\theta_1)}$ (L = initiale de "Likelihood").

Tant que pour n = 1, 2, ... ce rapport reste compris entre deux nombres B et A (B < A) l'échantillonnage est poursuivi. Il cesse :

– avec acceptation de l'hypothèse $\theta = \theta_2$ dès que $\dfrac{L_n(\theta_2)}{L_n(\theta_1)} \geqslant A$

– avec acceptation de l'hypothèse $\theta = \theta_1$ dès que $\dfrac{L_n(\theta_2)}{L_n(\theta_1)} \leqslant B$

En fonction des risques α de rejeter l'hypothèse $\theta = \theta_1$ (donc d'accepter $\theta = \theta_2$) quand θ_1 est vrai, et β de rejeter $\theta = \theta_2$ (donc d'accepter $\theta = \theta_1$) quand θ_2 est vrai, on a :

$$A \leqslant \frac{1-\beta}{\alpha} \qquad B \geqslant \frac{\beta}{1-\alpha}$$

L'erreur est pratiquement négligeable lorsqu'on prend : $A = \dfrac{1-\beta}{\alpha}$, $B = \dfrac{\beta}{1-\alpha}$.

1.2. Courbe d'efficacité

L'équation de la courbe, dite "courbe d'efficacité", qui donne, pour toute valeur θ, la probabilité $P(\theta)$ de conclure en faveur de θ, s'exprime de façon paramétrique par :

$$P(\theta) = \frac{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - 1}{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - \left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)^{\lambda}} \qquad (1)$$

où λ est la fonction de θ définie de la façon suivante:

$f(x, \theta)$ étant la probabilité attachée à la valeur x de la variable discrète X, $\lambda(\theta)$ est tel que:

$$\sum_{(x)} \left[\frac{f(x, \theta_2)}{f(x, \theta_1)}\right]^{\lambda} f(x, \theta) = 1 \qquad (2)$$

(si la variable X est continue, la sommation est remplacée par l'intégrale dans le domaine de X).

1.3. Effectif moyen jusqu'à décision

Il dépend de la valeur de θ. En posant $E_\theta(n) = \bar{n}_\theta$ (espérance mathématique de n, en anglais "average sample number, ASN") on a:

$$\bar{n}_\theta = \frac{\left[\ell n \frac{\beta}{1-\alpha}\right] P(\theta) + \left[\ell n \frac{1-\beta}{\alpha}\right]\left[1 - P(\theta)\right]}{E_\theta(Z)} \qquad (3)$$

expression dans laquelle:

$$Z = \ell n \frac{f(X, \theta_2)}{f(X, \theta_1)} \qquad (4)$$

$P(\theta)$ et $f(X, \theta)$ ont été définis en 1. 2.

2. APPLICATION AU CONTROLE DE LA PROPORTION DE DEFECTUEUX

Sous les réserves habituelles (prélèvements indépendants, non exhaustifs ou pratiquement non exhaustifs) la "variable de départ" X est la variable d'alternative de paramètre $\theta = p$. A θ_1 et θ_2 correspondent respectivement p_1 et p_2 ; les risques associés étant α et β, p_1 et p_2 définissent les qualités que l'on souhaite accepter (probabilité de rejet α) et rejeter (probabilité d'acceptation β).

2.1. Exécution du contrôle

(Voir [1] pour l'établissement des formules ci-après).

Le contrôle se poursuit tant que le nombre cumulé de défectueux D_n reste compris entre les limites A_n et R_n, fonctions de n définies par :

$$\left.\begin{aligned} A_n &= -h_1 + sn \\ R_n &= h_2 + sn \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Il se termine par l'acceptation du lot dès que $D_n \leqslant A_n$ ou par le rejet dès que $D_n \geqslant R_n$.

$-h_1$ et h_2 sont les ordonnées à l'origine des "droites d'acceptation et de rejet", s est la pente commune de ces droites.

h_1 et h_2 sont fonctions de p_1, p_2, α et β :

$$h_1 = \frac{\ell n \dfrac{1-\alpha}{\beta}}{\ell n \dfrac{p_2}{p_1} + \ell n \dfrac{1-p_1}{1-p_2}} \qquad h_2 = \frac{\ell n \dfrac{1-\beta}{\alpha}}{\ell n \dfrac{p_2}{p_1} + \ell n \dfrac{1-p_1}{1-p_2}} \tag{6}$$

(lorsque $\alpha = \beta$, $h_1 = h_2$).

s n'est fonction que de p_1 et p_2 :

$$s = \frac{\ell n \dfrac{1-p_1}{1-p_2}}{\ell n \dfrac{p_2}{p_1} + \ell n \dfrac{1-p_1}{1-p_2}} \tag{7}$$

2.2. Courbe d'efficacité

Elle a pour équation paramétrique $(-\infty < \lambda < \infty)$:

$$p = \frac{1 - \left(\dfrac{1-p_2}{1-p_1}\right)^{\lambda}}{\left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\lambda} - \left(\dfrac{1-p_2}{1-p_1}\right)^{\lambda}} \qquad P = \frac{\left(\dfrac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - 1}{\left(\dfrac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - \left(\dfrac{\beta}{1-\alpha}\right)^{\lambda}} \tag{8}$$

et passe par les points particuliers suivants :

$(\lambda = +\infty)$ $\quad p = 0 \quad P = 1$

$(\lambda = +1)$ $\quad p = p_1 \quad P = 1 - \alpha$

$(\lambda = 0)$ $\quad p = s \quad P = \dfrac{\ell n \dfrac{1-\beta}{\alpha}}{\ell n \dfrac{1-\alpha}{\beta} + \ell n \dfrac{1-\beta}{\alpha}}$

$(\lambda = -1)$ $\quad p = p_2 \quad P = \beta$

$(\lambda = -\infty)$ $\quad p = 1 \quad P = 0$

lorsque $\alpha = \beta$, à $p = s$ correspond $P = 0{,}50$ (point d'indifférence de la courbe d'efficacité). Dans ce cas particulier, le paramètre λ peut être éliminé, p s'exprimant alors directement en fonction de P.

2.3. Effectif moyen contrôlé

Il a pour expression générale :

$$\bar{n}_p = \frac{P \ln \frac{\beta}{1-\alpha} + (1-P) \ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{p \ln \frac{p_2}{p_2} + (1-p) \ln \frac{1-p_2}{1-p_1}} \qquad (9)$$

où P s'exprime en fonction de p comme il a été dit en 2.2. (formules (8)).

Les valeurs particulières ci-après, exprimées en fonction des paramètres h_1, h_2 et s définis en 2.1. (formules (6) et (7)) permettent de tracer avec une approximation suffisante la courbe représentant $\bar{n}$ en fonction de p.

pour $p = 0$ $\quad n_0 =$ nombre entier immédiatement supérieur à $\frac{h_1}{s}$

pour $p = p_1$ $\quad \bar{n}_{p_1} = \frac{(1-\alpha) h_1 - \alpha h_2}{s - p_1}$

pour $p = s$ $\quad \bar{n}_s = \frac{h_1 h_2}{s(1-s)}$

pour $p = p_2$ $\quad \bar{n}_{p_2} = \frac{(1-\beta) h_2 - \beta h_1}{p_2 - s}$

pour $p = 1$ (100 %) $\quad n_{100} =$ nombre entier immédiatement supérieur à $\frac{h_2}{1-s}$

Le maximum de $\bar{n}_p$ se trouve au voisinage de la valeur $\bar{n}_s$.

3. APPLICATION AU CONTROLE DU NOMBRE MOYEN DE DEFAUTS PAR UNITE

La variable de départ X est ici la variable de Poisson de paramètre $\theta = p$ $(0 \leqslant p < \infty)$:

$$f(x) = \Pr[X = x] = e^{-p} \frac{p^x}{x!} \quad (x = 0, 1, 2, \ldots)$$

La vraisemblance attachée à un échantillon d'effectif n est, sous les hypothèses $p = p_1$ et $p = p_2$:

$$L_n(p_1) = \prod_{i=1}^{n} e^{-p_1} \frac{p_1^{x_i}}{x_i!} = e^{-np_1} \prod_{i=1}^{n} \frac{p_1^{x_i}}{x_i!}$$

$$L_n(p_2) = \prod_{i=1}^{n} e^{-p_2} \frac{p_2^{x_i}}{x_i!} = e^{-np_2} \prod_{i=1}^{n} \frac{p_2^{x_i}}{x_i!}$$

3.1. Exécution du contrôle

En posant $\sum_{i=1}^{n} x_i = y$ (nombre de défauts dans l'échantillon) le rapport des vraisemblances est:

$$\frac{L_n(p_2)}{L_n(p_1)} = e^{-n(p_2 - p_1)} \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^y \tag{10}$$

L'échantillonnage continue tant que ce rapport reste compris entre $B = \frac{\beta}{1-\alpha}$ et $A = \frac{1-\beta}{\alpha}$. Il cesse dès qu'il devient au moins égal à A (acceptation de l'hypothèse $p = p_2$: rejet du lot) ou au plus égal à B (acceptation du lot).

En passant aux logarithmes népériens dans l'expression (10), on voit qu'il y a acceptation si $y \leqslant A_n$, et rejet si $y \geqslant R_n$, A_n et R_n étant les critères d'acceptation et de rejet, fonctions de n, définis par:

$$\begin{cases} -n(p_1 - p_1) + A_n \ln \frac{p_2}{p_1} = \ln \frac{\beta}{1-\alpha} \\ -n(p_2 - p_1) + R_n \ln \frac{p_2}{p_1} = \ln \frac{1-\beta}{\alpha} \end{cases}$$

Ces équations peuvent s'écrire:

$$\begin{cases} A_n = -h_1 + sn \\ R_n = h_2 + sn \end{cases} \tag{11}$$

en posant:

$$\left.\begin{aligned} h_1 &= \frac{\ln \frac{1-\alpha}{\beta}}{\ln \frac{p_2}{p_1}} \qquad h_2 = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_2}{p_1}} \qquad (\text{lorsque } \alpha = \beta, h_1 = h_2) \\ s &= \frac{p_2 - p_1}{\ln \frac{p_2}{p_1}} \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

(formules à comparer aux formules (6) et (7) du paragraphe 2.1.).

Comme dans le contrôle de la proposition de défectueux – h_1 et h_2 sont les ordonnées à l'origine des "droites d'acceptation et de rejet" et s leur pente commune, mais leurs expressions en fonction de p_1, p_2, α et β sont différentes.

3.2. Courbe d'efficacité

Les expressions générales données par les formules (1) et (2) du paragraphe 1.2. deviennent ici, avec $f(x, \theta = p) = e^{-p} \frac{p^x}{x!}$

$$P = \frac{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - 1}{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - \left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)^{\lambda}}$$

$\lambda(p)$ défini par:

$$\sum_{x=0}^{\infty} \left[e^{p_1 - p_2} \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^x \right]^{\lambda} e^{-p} \frac{p^x}{x!} = 1$$

Cette dernière expression s'écrit:

$$\left[e^{\lambda(p_1 - p_2) - p} \right] \sum_{x=0}^{\infty} \frac{\left[p \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\lambda} \right]^x}{x!} = e^{\lambda(p_1 - p_2) - p} \times e^{p \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\lambda}} = 1$$

soit, en prenant les logarithmes népériens:

$$(p_1 - p_2)\lambda - p + p\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\lambda} = 0$$

d'où l'on tire:

$$p = \frac{(p_2 - p_1)\lambda}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\lambda} - 1}$$

L'équation paramétrique ($-\infty < \lambda < +\infty$) de la courbe d'efficacité est finalement:

$$p = \frac{(p_2 - p_1)^{\lambda}}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\lambda} - 1} \qquad P = \frac{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - 1}{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^{\lambda} - \left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)^{\lambda}} \qquad (13)$$

(à comparer aux formules (8) du paragraphe 2.2.)

On vérifie aisément que cette courbe passe par les points suivants :

$$\begin{array}{lll} (\lambda = +\infty) & p = 0 & P = 1 \\ (\lambda = +1) & p = p_1 & P = 1 - \alpha \\ (\lambda = -1) & p = p_2 & P = \beta \\ (\lambda = -\infty) & p = \infty & P = 0 \end{array}$$

Pour $\lambda = 0$, p et P prennent la forme 0/0. On lève facilement l'indétermination en prenant les dérivées par rapport à λ du numérateur et du dénominateur ; on trouve ainsi :

$$(\lambda = 0) \qquad p = \frac{p_2 - p_1}{\ell n \frac{p_2}{p_1}} = s \qquad P = \frac{\ell n \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ell n \frac{1-\beta}{\alpha} + \ell n \frac{1-\alpha}{\beta}} \tag{14}$$

Lorsque $\alpha = \beta$, à $p = s$ correspond $P_\alpha = 0{,}50$ (point d'indifférence de la courbe d'efficacité). Dans ce cas particulier, on voit facilement que le paramètre λ peut être éliminé ; p s'exprime alors directement en fonction de P.

3.3. Effectif moyen contrôlé

On applique les formules générales (3) et (4) du paragraphe 1.3., avec :

$$\theta = p \qquad Z = \ell n \frac{f(X, p_2)}{f(X, p_1)} \qquad f(X) = e^{-p} \frac{p^x}{x!}$$

Il vient :

$$Z = \ell n \left[e^{p_1 - p_2} \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^X \right] = (p_1 - p_2) + X \ell n \frac{p_2}{p_1} \tag{15}$$

$$E(Z) = (p_1 - p_2) + \left(\ell n \frac{p_2}{p_1} \right) E(X) = (p_1 - p_2) + p \ell n \frac{p_2}{p_1}$$

$$\bar{n}_p = \frac{P \ell n \frac{\beta}{1-\alpha} + (1 - P) \ell n \frac{1-\beta}{\alpha}}{p \ell n \frac{p_2}{p_1} - (p_2 - p_1)} \tag{16}$$

où P s'exprime en fonction de p comme il a été dit en 3.2. (formule à comparer à la formule (9) du paragraphe 2.3).

On obtient aisément les valeurs particulières suivantes de $\bar{n}_p$, exprimées en fonction des paramètres h_1, h_2 et s définis en 3.1. (formules (12)) :

pour $p = 0$ $(P = 1)$ n_0 = nombre entier immédiatement supérieur à h_1/s

pour $p = p_1$ $(P = 1 - \alpha)$ $\bar{n}_{p_1} = \dfrac{(1-\alpha)\,h_1 - \alpha h_2}{s - p_1}$

pour $p = p_2$ $(P = \beta)$ $\bar{n}_{p_2} = \dfrac{(1-\beta)\,h_2 - \beta h_1}{p_2 - s}$

pour $p = \infty$ $(P = 0)$ $n_\infty = 1$ (nombre entier immédiatement supérieur à la valeur 0 donnée par la formule (16))

Pour $p = s$, dans la formule (16) $\bar{n}$ prend la forme 0/0; Wald donne pour valeur approchée de $\bar{n}$:

$$\bar{n}_s = \frac{\left(\ln \frac{1-\alpha}{\beta}\right)\left(\ln \frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{E(Z^2)}$$

(Z donné par la formule (15)).

$$E(Z^2) = (p_1 - p_2)^2 + 2(p_1 - p_2)\ln\frac{p_2}{p_1}E(X) + \left[\ln\frac{p_2}{p_1}\right]^2 E(X^2)$$

$$= (p_1 - p_2)^2 + 2p(p_1 - p_2)\ln\frac{p_2}{p_1} + \left[\ln\frac{p_2}{p_1}\right]^2 (p^2 + p)$$

Pour $p = s = \dfrac{p_2 - p_1}{\ln \frac{p_2}{p_1}}$ (formule (14)) on trouve, toutes réductions faites :

$$\bar{n}_s = \frac{\left(\ln \frac{1-\alpha}{\beta}\right)\left(\ln \frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{(p_2 - p_1)\ln\frac{p_2}{p_1}} \qquad (17)$$

Le maximum de $\bar{n}_p$ se trouve au voisinage de la valeur $\bar{n}_s$.

4. PLANS PROGRESSIFS CORRESPONDANT AUX PLANS MIL-STD 105 D

Utilisant les Tables X des MIL STD 105 D qui donnent, pour chacun des plans contenus dans ce document les valeurs de p_1 % et p_2 % correspondant aux probabilités d'acceptation $P = 90$ % $(\alpha = 10$ %) et $P = 10$ % $(\beta = 10$ %) on a calculé les plans progressifs définis par les valeurs (p_1, α) et $p_2, \beta)$; les courbes d'efficacité des plans MIL-STD 105 D et des plans progressifs correspondants pas-

sent aussi près que possible par les deux points ainsi définis et peuvent être considérés comme pratiquement identiques.

Les calculs ont été faits, d'une part pour le contrôle de la proportion de défectueux (Table 1), d'autre part pour le contrôle du nombre moyen de défauts par unité (Table 2), pour tous les plans à partir de la lettre-code D ($n \geqslant 8$), en contrôle normal; on a ajouté les plans en contrôle renforcé qui ne correspondent à aucun plan en contrôle normal([1]).

Dans la partie gauche des Tables on trouve l'identification du plan MIL-STD 105 D, où NQA désigne le "niveau de qualité acceptable" ("acceptable quality level = AQL"), qui correspond à une probabilité élevée d'acceptation (de 88 % à 98 % suivant les plans):

L. C. = lettre code (de D à R)

n = effectif d'échantillon du plan simple

A = critère d'acceptation

NQA = valeur du NQA en contrôle normal, sauf lorsque celle-ci est accompagnée des mentions CN (contrôle normal) ou CR (contrôle renforcé)

p_1 % et p_2 % = proportion d'individus (Table 1) ou de caractères (Table 2) défectueux correspondant aux probabilités d'acceptation 0,90 et 0,10.

Dans la partie droite des Tables on trouve les caractéristiques essentielles des plans progressifs correspondants:

h (+ h et − h sont les ordonnées à l'origine des droites de rejet et d'acceptation)

s = pente commune des droites de rejet et d'acceptation

n_0 = effectif moyen contrôlé lorsque $p = 0$

$\bar{n}_{p_1}$ = " " $p = p_1$

$\bar{n}_s$ = " " $p = s$

$\bar{n}_{p_2}$ = " " $p = p_2$

n_{100} (Table 1) " $p \simeq 100$ %

n_∞ (Table 2) " $p = \infty$ ($n_\infty = 1$)

Compte-tenu des valeurs choisies $\alpha = \beta$, les courbes d'efficacité de tous les plans ont pour ordonnées $P = 50$ % pour $p = s$ (point d'indifférence).

L'économie moyenne (par rapport au plan simple) est généralement très importante pour les lots de très bonne qualité ($p < p_1$) ; elle est de l'ordre de 25 à 30% au voisinage du "point d'indifférence".

On notera toutefois, comme il est aisé de le comprendre, que l'économie est nulle pour les plans où le critère d'acceptation $A = 0$ (plans peu recommandés en raison de leur très faible sélectivité).

(1) Nous adressons ici nos remerciements à Mademoiselle CONFAIS qui a bien voulu se charger de la programmation et du passage sur ordinateur.

TABLE 1

Contrôle de la proportion d'individus défectueux

Plans ISO 2859						Plans progressifs correspondants						
L.C.	n	A	NQA	p_1 %	p_2 %	h	s	$\bar{n}_0$	$\bar{n}_{p_1}$	$\bar{n}_s$	$\bar{n}_{p_2}$	n_{100}
D	8	0	1.50	1.3100	25.000	.682	.0852	8	7.6	6.0	3.3	1
		1	6.50	6.8800	40.600	.988	.2021	5	5.9	6.0	3.9	2
		2	10.00	14.7000	53.900	1.148	.3214	4	5.3	6.0	4.2	2
E	13	0	1.00	.8070	16.200	.694	.0532	13	12.3	9,5	5.1	1
		1	4.00	4.1600	26.800	1.030	.1264	9	9.7	9.6	5.8	2
		2	6.50	8.8000	36.000	1.246	.2009	7	8.8	9.7	6.3	2
		3	10.00	14.2000	44.400	1.396	.2757	6	8.4	9.8	6.6	2
F	20	0	.65	.5250	10.900	.699	.0350	20	18.8	14.5	7.6	1
		1	2.50	2.6900	18.100	1.057	.0829	13	15.1	14.7	8.6	2
		2	4.00	5.6400	24.500	1.299	.1318	10	13.8	14.7	9.2	2
		3	6.50	9.0300	30.400	1.483	.1807	9	13.1	14.9	9.6	2
		5	10.00	16.6000	41.500	1.729	.2790	7	12.2	14.9	10.2	3
G	32	0	.40	.3290	6.940	.705	.0220	32	30.1	23.1	11.9	1
		1	1.50	1.6700	11.600	1.075	.0521	21	24.3	23.4	13.4	2
		2	2.50	3.5000	15.800	1.337	.0830	17	22.3	23.5	14.3	2
		3	4.00	5.5600	19.700	1.540	.1136	14	21.2	23.5	14.8	2
		5	6.50	10.2000	27.100	1.853	.1759	11	20.1	23.7	15.6	3
		7	10.00	15.1000	34.100	2.057	.2372	9	19.1	23.4	15.9	3
H	50	0	.25	.2100	4.500	.707	.0141	50	47,0	35.8	18.3	1
		1	1.00	1.0700	7.560	1.086	.0335	33	38.0	36.4	20.7	2
		2	1.50	2.2300	10.300	1.359	.0533	26	35.1	36.6	21.9	2
		3	2.50	3.5400	12.900	1.575	.0732	22	33.4	36.6	22.6	2
		5	4.00	6.4200	17.800	1.912	.1128	17	31.5	36.5	23.5	3
		7	6.50	9.5300	22.400	2.180	.1522	15	30.6	36.8	24.3	3
		8	10.00 *CR*	11.2000	24.700	2.299	.1725	14	30.4	37.0	24.7	3
		10	10.00 *CN*	14.5000	29.100	2.486	.2119	12	29.7	37.0	25.1	4
J	80	0	.15	.1320	2.840	.710	.0089	80	75.1	57.2	29,1	1
		1	.65	.6660	4.780	1.091	.0210	52	60.8	57.9	32.6	2
		2	1.00	1.3800	6.520	1.368	.0333	42	56.1	58.1	34.3	2
		3	1.50	2.2000	8.160	1.600	.0458	35	53.8	58.6	35.7	2
		5	2.50	3.9800	11.300	1.957	.0706	28	50.8	58.3	36.9	3
		7	4.00	5.9100	14.200	2.268	.0952	24	50.3	59.7	38.8	3
		8	6.50 *CR*	6.9100	15.700	2.389	.1078	23	49.3	59.3	38.9	3
		10	6.50 *CR*	8.9500	18.600	2.605	.1328	20	48.1	58.9	39.2	4
		12	10.00 *CR*	11.0000	21.400	2.782	.1573	18	47.0	58.4	39.3	4
		14	10.00 *CN*	13.2000	24.200	2.963	.1827	17	46.7	58.8	40.0	4
K	125	0	.10	.0840	1.840	.708	.0057	125	116.0	88.2	44.6	1
		1	.40	.4260	3.110	1.090	.0136	81	93.8	88.9	49.7	2
		2	.65	.8820	4.260	1.365	.0215	64	85.8	88.4	51.9	2
		3	1.00	1.4000	5.350	1.590	.0296	54	81.6	88.1	53.2	2
		5	1.50	2.5200	7.420	1.942	.0456	43	76.2	86.7	54.3	3
		7	2.50	3.7300	9.420	2.225	.0617	37	73.0	85.5	54.8	3
		8	4.00 *CR*	4.3500	10.400	2.345	.0697	34	71.5	84.8	54.8	3
		10	4.00 *CN*	5.6200	12.300	2.565	.0857	30	69.6	84.0	55.0	3
		12	6.50 *CR*	6.9200	14.200	2.746	.1018	27	67.4	82.5	54.6	4
		14	6.50 *CN*	8.2400	16.100	2.893	.1179	25	65.2	80.5	53.7	4
		18	10.00 *CR*	10.9000	19.800	3.129	.1499	21	61.2	76.9	52.0	4
		21	10.00 *CN*	13.0000	22.500	3.308	.1741	19	60.0	76.1	52.0	4
L	200	0	.065	.0525	1.150	.709	.0036	200	187.0	142.0	71.5	1
		1	.25	.2660	1.950	1.094	.0085	129	150.0	142.0	79.4	2
		2	.40	.5510	2.660	1.377	.0134	103	139.0	143.0	83.7	2
		3	.65	.8730	3.340	1.607	.0184	88	132.0	143.0	85.9	2
		5	1.00	1.5800	4.640	1.981	.0285	70	125.0	142.0	88.5	3
		7	1.50	2.3300	5.890	2.278	.0385	60	120.0	140.0	89.3	3
		8	2.50 *CR*	2.7200	6.500	2.412	.0435	56	118.0	140.0	89.8	3
		10	2.50 *CN*	3.5100	7.700	2.647	.0535	50	115.0	138.0	90.1	3
		12	4.00 *CR*	4.3200	8.890	2.851	.0635	45	112.0	137.0	89.8	4
		14	4.00 *CN*	5.1500	10.100	3.022	.0737	42	109.0	134.0	88.6	4
		18	6.50 *CR*	6.8400	12.400	3.347	.0937	36	106.0	132.0	88.5	4
		21	6.50 *CN*	8.1200	14.100	3.549	.1087	33	103.0	130.0	87.9	4

TABLE 1

Contrôle de la proportion d'individus défectueux (suite)

Plans ISO 2859						Plans progressifs correspondants						
L.C.	n	A	NQA	p_1 %	p_2 %	h	s	n_0	$\bar{n}_{p_1}$	$\bar{n}_s$	$\bar{n}_{p_2}$	n_{10}
M	315	0	.04	.0333	.731	.710	.0023	315	294.0	223.0	112.0	1
		1	.15	.1680	1.230	1.098	.0053	205	240.0	227.0	126.0	2
		2	.25	.3490	1.690	1.381	.0085	162	220.0	226.0	132.0	2
		3	.40	.5530	2.120	1.616	.0117	138	210.0	226.0	136.0	2
		5	.65	1.0000	2.940	2.001	.0180	111	220.0	226.0	141.0	3
		7	1.00	1.4800	3.740	2.312	.0244	95	192.0	224.0	143.0	3
		8	1.50 *CR*	1.7200	4.130	2.439	.0276	89	188.0	222.0	142.0	3
		10	1.50 *CN*	2.2300	4.890	2.703	.0339	80	186.0	223.0	145.0	3
		12	2.50 *CR*	2.7500	5.650	2.928	.0403	73	182.0	221.0	145.0	4
		14	2.50 *CR*	3.2700	6.390	3.127	.0467	67	179.0	220.0	145.0	4
		18	4.00 *CR*	4.3400	7.860	3.480	.0594	59	174.0	217.0	145.0	4
		21	4.00 *CN*	5.1600	8.950	3.715	.0689	54	171.0	215.0	145.0	4
N	500	0	.025	.0210	.461	.710	.0014	500	467.0	354.0	178.0	1
		1	.10	.1060	.778	1.099	.0034	326	380.0	359.0	200.0	2
		2	.15	.2200	1.060	1.390	.0053	260	353.0	363.0	212.0	2
		3	.25	.3490	1.340	1.621	.0074	220	334.0	359.0	215.0	2
		5	.40	.6300	1.860	2.006	.0114	176	316.0	358.0	222.0	3
		7	.65	.9310	2.350	2.337	.0153	152	310.0	361.0	229.0	3
		8	1.00 *CR*	1.0900	2.600	2.484	.0174	143	306.0	361.0	231.0	3
		10	1.00 *CN*	1.4000	3.080	2.727	.0213	128	298.0	356.0	230.0	3
		12	1.50 *CR*	1.7300	3.560	2.967	.0254	117	294.0	356.0	232.0	4
		14	1.50 *CN*	2.0600	4.030	3.178	.0294	108	289.0	354.0	233.0	4
		18	2.50 *CR*	2.7300	4.950	3.554	.0373	96	283.0	351.0	234.0	4
		21	2.50 *CN*	3.2500	5.640	3.813	.0434	88	280.0	350.0	235.0	4
P	800	0	.015	.0131	.288	.710	.0009	800	749.0	567.0	286.0	1
		1	.065	.0665	.486	1.102	.0021	522	610.0	577.0	321.0	2
		2	.10	.1380	.665	1.393	.0034	415	565.0	580.0	338.0	2
		3	.15	.2180	.835	1.629	.0046	354	539.0	580.0	347.0	2
		5	.25	.3940	1.160	2.020	.0071	285	512.0	579.0	359.0	3
		7	.40	.5820	1.470	2.349	.0096	245	498.0	581.0	368.0	3
		8	.65 *CR*	.6790	1.620	2.499	.0108	231	495.0	583.0	372.0	3
		10	.65 *CN*	.8780	1.930	2.752	.0134	206	480.0	574.0	371.0	3
		12	1.00 *CR*	1.0800	2.220	3.001	.0158	190	477.0	578.0	377.0	4
		14	1.00 *CN*	1.2900	2.520	3.221	.0184	175	470.0	575.0	378.0	4
		18	1.50 *CR*	1.7100	3.090	3.627	.0233	155	465.0	577.0	384.0	4
		21	1.50 *CN*	2.0300	3.520	3.884	.0271	143	458.0	572.0	383.0	4
Q	1250	0	.01	.0084	.184	.711	.0006	1250	1173.0	890.0	448.0	1
		1	.04	.0426	.310	1.106	.0013	820	959.0	908.0	505.0	2
		2	.065	.0882	.426	1.392	.0021	649	881.0	905.0	527.0	2
		3	.10	.1400	.534	1.636	.0029	556	848.0	912.0	546.0	2
		5	.15	.2520	.742	2.025	.0045	446	802.0	908,0	562.0	3
		7	.25	.3720	.942	2.350	.0061	383	778.0	906.0	573.0	3
		8	.40 *CR*	.4350	1.040	2.503	.0069	360	772.0	909.0	579.0	3
		10	.40 *CN*	.5620	1.230	2.781	.0085	326	764.0	914.0	591.0	3
		12	.65 *CR*	.6920	1.420	3.026	.0101	299	754.0	913.0	595.0	4
		14	.65 *CN*	.8240	1.610	3.242	.0117	276	741.0	906.0	595.0	4
		18	1.00 *CR*	1.0900	1.980	3.626	.0149	243	722.0	895.0	594.0	4
		21	1.00 *CN*	1.3000	2.250	3.936	.0173	227	728.0	910.0	609.0	4
R	2000	1	.025	.0266	.195	1.102	.0008	1303	1521.0	1438.0	798.0	2
		2	.04	.0551	266	1.394	.0013	1040	1413.0	1452.0	845.0	2
		3	.065	.0873	334	1.635	.0018	889	1354.0	1455.0	871.0	2
		5	.10	.1580	.464	2.034	.0028	716	1290.0	1460.0	905.0	3
		7	.15	.2330	589	2.360	.0038	615	1251.0	1456.0	921.0	3
		8	.25 *CR*	.2720	.650	2.511	.0043	579	1240.0	1459.0	930.0	3
		10	.25 *CN*	.3510	.770	2.782	.0053	521	1220.0	1458.0	941.0	3
		12	.40 *CR*	.4320	.889	3.025	.0063	478	1202.0	1454.0	947.0	4
		14	.40 *CN*	.5150	1.010	3.238	.0074	440	1177.0	1437.0	942.0	4
		18	.65 *CR*	.6840	1.240	3.659	.0093	391	1167.0	1446.0	959.0	4
		21	.65 *CN*	.8120	1.410	3.938	.0108	363	1159.0	1447.0	966.0	4

TABLEAU 2

Contrôle du nombre moyen de défauts par unité

Plans ISO 2859						Plans progressifs correspondants						
LC	n	A	NQA	p_1 %	p_2 %	h	s	n_0	$\bar{n}_{p_1}$	$\bar{n}_s$	$\bar{n}_{p_2}$	n_∞
D	8	0	1.500	1.3100	28.800	.711	.0890	8	7.5	5.7	2.9	1.0
		1	6.500	6.6500	48.600	1.105	.2109	6	6.1	5.8	3.2	1.0
		2	10.000	13.8000	66.500	1.397	.3351	5	5.7	5.8	3.4	1.0
		3	15.000	21.8000	83.500	1.636	.4594	4	5.4	5.8	3.5	1.0
		5	25.000	39.4000	116.000	2.035	.7094	3	5.2	5.8	3.6	1.0
		7	40.000	58.2000	147.000	2.371	.9584	3	5.0	5.9	3.7	1.0
		8	65.000 *CR*	67.9000	162.000	2.527	1.0821	3	5.0	5.9	3.8	1.0
		10	65.000 *CN*	87.8000	193.000	2.790	1.3356	3	4.9	5.9	3.8	1.0
		12	100.000 *CR*	108.0000	222.000	3.049	1.5821	2	4.9	5.9	3.8	1.0
		14	100.000 *CN*	129.0000	252.000	3.281	1.8369	2	4.8	5.9	3.8	1.0
		18	150.000 *CR*	171.0000	309.000	3.714	2.3323	2	4.8	5.9	3.9	1.0
		21	150.000 *CN*	203.0000	352.000	3.992	2.7070	2	4.7	5.9	3.9	1.0
		27	250.000 *CR*	268.0000	437.000	4.494	3.4564	2	4.6	5.8	3.9	1.0
		30	250.000 *CN*	301.0000	478.000	4.751	3.8270	2	4.7	5.9	4.0	1.0
		41	400.000 *CR*	424.0000	631.000	5.527	5.2065	2	4.6	5.9	4.0	1.0
		44	400.000 *CN*	458.0000	672.000	5.731	5.5817	2	4.6	5.9	4.0	1.0
E	13	0	1.000	.8080	17.700	.712	.0547	13	12.2	9.3	4.7	1.0
		1	4.000	4.0900	29.900	1.105	.1297	9	9.9	9.4	5.2	1.0
		2	6.500	8.4800	40.900	1.396	.2060	7	9.2	9.5	5.5	1.0
		3	10.000	13.4000	51.400	1.634	.2827	6	8.8	9.5	5.7	1.0
		5	15.000	24.2000	71.300	2.033	.4359	5	8.4	9.5	5.9	1.0
		7	25.000	35.8000	90.500	2.369	.5898	5	8.2	9.5	6.0	1.0
		8	40.000 *CR*	41.8000	100.000	2.519	.6672	4	8.1	9.5	6.1	1.0
		10	40.000 *CN*	54.0000	119.000	2.781	.8226	4	7.9	9.5	6.1	1.0
		12	65.000 *CR*	66.5000	137.000	3.040	.9754	4	7.8	9.5	6.2	1.0
		14	65.000 *CN*	79.2000	155.000	3.272	1.1289	3	7.8	9.5	6.2	1,0
		18	100.000 *CR*	105.0000	190.000	3.705	1.4332	3	7.7	9.5	6.3	1.0
		21	100.000 *CN*	125.0000	217.000	3.983	1.6679	3	7.6	9.5	6.3	1.0
		27	150.000 *CR*	165.0000	269.000	4.495	2.1278	3	7.5	9.5	6.4	1.0
		30	150.000 *CN*	185.0000	295.000	4.709	2.3574	3	7.4	9.5	6.4	1.0
		41	250.000 *CR*	261.0000	388.000	5.542	3.2031	2	7.5	9.5	6.6	1.0
		44	250.000 *CN*	282.0000	414.000	5.723	3.4378	2	7.4	9.5	6.6	1.0
F	20	0	.650	.5270	11.500	.713	.0356	20	18.8	14.3	7.2	1.0
		1	2.500	2.6600	19.500	1.103	.0845	14	15.2	14.4	8.0	1.0
		2	4.000	5.5100	26.600	1.396	.1340	11	14.2	14.5	8.5	1.0
		3	6.500	8.7300	33.400	1.638	.1839	9	13.6	14.6	8.7	1.0
		5	10.000	15.8000	46.400	2.040	.2840	8	12.9	14.6	9.1	1.0
		7	15.000	23.3000	58.900	2.369	.3839	7	12.6	14.6	9.2	1.0
		8	25.000 *CR*	27.2000	65.000	2.522	.4339	6	12.5	14.7	9.3	1.0
		10	25.000 *CN*	35.1000	77.000	2.797	.5333	6	12.3	14.7	9.5	1.0
		12	40.000 *CR*	43.2000	88.900	3.045	.6332	5	12.1	14.6	9.5	1.0
		14	40.000 *CN*	51.5000	101.000	3.262	.7349	5	11.9	14.6	9.5	1.0
		18	65.000 *CR*	68.4000	124.000	3.693	.9346	4	11.8	14.6	9.7	1.0
		21	65.000 *CN*	81.2000	141.000	3.982	1.0836	4	11.7	14.6	9.8	1.0
G	32	0	.400	.3280	7.190	.712	.0222	32	30.1	22.8	11.5	1.0
		1	1.500	1.6600	12.200	1.102	.0528	21	24.3	23.0	12.7	1.0
		2	2.500	3.4400	16.600	1.396	.0836	17	22.7	23.3	13.6	1.0
		3	4.000	5.4500	20.900	1.635	.1149	15	21.6	23.3	13.9	1.0
		5	6.500	9.8500	29.000	2.035	.1773	12	20.6	23.3	14.4	1.0
		7	10.000	14.6000	36.800	2.377	.2401	10	20.2	23.5	14.9	1.0
		8	15.000 *CR*	17.0000	40.600	2.524	.2711	10	20.0	23.5	15.0	1.0
		10	15.000 *CN*	21.9000	48.100	2.793	.3330	9	19.6	23.5	15.1	1.0
		12	25.000 *CR*	27.0000	55.600	3.042	.3959	8	19.3	23.4	15.2	1.0
		14	25.000 *CN*	32.2000	62.900	3.281	.4585	8	19.2	23.5	15.4	1.0
		18	40.000 *CR*	42.7000	77.400	3.694	.5834	7	18.9	23.4	15.5	1.0
		21	40.000 *CN*	50.8000	88.100	3.991	.6775	6	18.8	23.5	15.7	1.0

TABLEAU 2

Contrôle du nombre moyen de défauts par unité (suite)

Plans ISO 2859						Plans progressifs correspondants						
LC	n	A	NQA	p_1 %	p_2 %	h	s	n_0	$\bar{n}_{p_1}$	$\bar{n}_s$	$\bar{n}_{p_2}$	n_∞
H	50	0	.250	.2100	4.610	.711	.0142	50	46.9	35.5	17.9	1.0
		1	1.000	1.0600	7.780	1.102	.0337	33	38.2	36.0	20.0	1.0
		2	1.500	2.2000	10.600	1.397	.0534	27	35.6	36.6	21.3	1.0
		3	2.500	3.4900	13.400	1.633	.0737	23	33.7	36.2	21.7	1.0
		5	4.000	6.3000	18.600	2.030	.1136	18	32.1	36.3	22.4	1.0
		7	6.500	9.3100	23.500	2.373	.1533	16	31.6	36.7	23.2	1.0
		8	10.000 *CR*	10.9000	26.000	2.527	.1737	15	31.3	36.8	23.4	1.0
		10	10.000 *CN*	14.0000	30.800	2.787	.2131	14	30.5	36.4	23.5	1.0
		12	15.000 *CR*	17.3000	35.600	3.045	.2536	13	30.2	36.6	23.8	1.0
		14	15.000 *CN*	20.6000	40.300	3.274	.2936	12	29.9	36.5	23.9	1.0
		18	25.000 *CR*	27.3000	49.500	3.692	.3731	10	29.5	36.5	24.2	1.0
		21	25.000 *CN*	32.5000	56.400	3.986	.4336	10	29.4	36.6	24.5	1.0
J	80	0	.150	.1310	2.880	.711	.0089	80	75.0	56.8	28.6	1.0
		1	.650	.6650	4.860	1.105	.0211	53	61.2	57.9	32.1	1.0
		2	1.000	1.3800	6.650	1.397	.0335	42	56.7	58.3	33.9	1.0
		3	1.500	2.1800	8.350	1.636	.0459	36	54.2	58.3	34.9	1.0
		5	2.500	3.9400	11.600	2.035	.0709	29	51.6	58.4	36.1	1.0
		7	4.000	5.8200	14.700	2.371	.0958	25	50.4	58.7	37.1	1.0
		8	6.500 *CR*	6.7900	16.200	2.527	.1082	24	50.1	59.0	37.6	1.0
		10	6.500 *CN*	8.7800	19.300	2.790	.1336	21	48.8	58.3	37.5	1.0
		12	10.000 *CR*	10.8000	22.200	3.049	.1582	20	48.6	58.8	38.2	1.0
		14	10.000 *CN*	12.9000	25.200	3.281	.1837	18	48.0	58.6	38.4	1.0
		18	15.000 *CR*	17.1000	30.900	3.714	.2332	16	47.7	59.1	39.2	1.0
		21	15.000 *CN*	20.3000	35.200	3.992	.2707	15	47.2	58.9	39.3	1.0
K	125	0	.100	.0840	1.840	.712	.0057	125	117.0	89.1	44.8	1.0
		1	.400	.4260	3.110	1.105	.0135	82	95.7	90.5	50.2	1.0
		2	.650	.8820	4.260	1.395	.0214	66	88.4	90.8	52.8	1.0
		3	1.000	1.4000	5.350	1.639	.0295	56	84.8	91.2	54.6	1.0
		5	1.500	2.5200	7.420	2.035	.0454	45	80.7	91.2	56.5	1.0
		7	2.500	3.7300	9.420	2.372	.0614	39	78.7	91.6	57.9	1.0
		8	4.000 *CR*	4.3500	10.400	2.521	.0694	37	77.8	91.6	58.3	1.0
		10	4.000 *CN*	5.6200	12.300	2.805	.0853	33	77.2	92.3	59.5	1.0
		12	6.500 *CR*	6.9200	14.200	3.057	.1013	31	76.2	92.3	60.0	1.0
		14	6.500 *CN*	8.2400	16.100	3.280	.1173	28	75.1	91.7	60.1	1.0
		18	10.000 *CR*	10.9000	19.800	3.681	.1491	25	73.4	90.9	60.2	1.0
		21	10.000 *CN*	13.0000	22.500	4.005	.1732	24	74.2	92.6	61.8	1.0
L	200	0	.065	.0525	1.150	.712	.0036	200	188.0	143.0	71.7	1.0
		1	.250	.2660	1.950	1.103	.0085	131	152.0	144.0	79.9	1.0
		2	.400	.5510	2.660	1.396	.0134	105	142.0	145.0	84.6	1.0
		3	.650	.8730	3.340	1.638	.0184	90	136.0	146.0	87,3	1.0
		5	1.000	1.5800	4.640	2.040	.0284	72	129.0	146.0	90.7	1.0
		7	1.500	2.3300	5.890	2.369	.0384	62	126.0	146.0	92.4	1.0
		8	2.500 *CR*	2.7200	6.500	2.522	.0434	59	125.0	147.0	93.4	1.0
		10	2.500 *CN*	3.5100	7.700	2.797	.0533	53	123.0	147.0	94.5	1.0
		12	4.000 *CR*	4.3200	8.890	3.045	.0633	49	121.0	146.0	95.2	1.0
		14	4.000 *CN*	5.1500	10.100	3.262	.0735	45	119.0	145.0	94.9	1.0
		18	6.500 *CR*	6.8400	12.400	3.693	.0935	40	118.0	146.0	96.7	1.0
		21	6.500 *CN*	8.1200	14.100	3.982	.1084	37	117.0	146.0	97.6	1.0
M	315	0	.040	.0333	.731	.711	.0023	315	296.0	224.0	113.0	1.0
		1	.150	.1680	1.230	1.104	.0053	208	242.0	228.0	127.0	1.0
		2	.250	.3490	1.690	1.393	.0085	165	222.0	228.0	133.0	1.0
		3	.400	.5330	2.120	1.591	.0115	139	207.0	220.0	131.0	1.0
		5	.650	1.0000	2.940	2.037	.0180	114	204.0	231.0	143.0	1.0
		7	1.000	1.4800	3.740	2.370	.0244	98	198.0	230.0	146.0	1.0
		8	1.500 *CR*	1.7200	4.130	2.508	.0275	92	195.0	229.0	146.0	1.0
		10	1.500 *CN*	2.2300	4.890	2.798	.0339	83	193.0	231.0	149.0	1.0
		12	2.500 *CR*	2.7500	5.650	3.051	.0403	76	191.0	231.0	150.0	1.0
		14	2.500 *CN*	3.2700	6.390	3.280	.0466	71	189.0	231.0	151.0	1.0
		18	4.000 *CR*	4.3400	7.860	3.700	.0593	63	187.0	231.0	153.0	1.0
		21	4.000 *CN*	5.1600	8.950	3.990	.0688	59	185.0	231.0	154.0	1.0

TABLEAU 2
Contrôle du nombre moyen de défauts par unité (suite)

Plans ISO 2859						Plans progressifs correspondants						
LC	n	A	NQA	p_1 %	p_2 %	h	s	n_0	$\bar{n}_{p_1}$	$\bar{n}_s$	$\bar{n}_{p_2}$	n_∞
N	500	0	.025	.0210	.461	.711	.0014	500	469.0	355.0	179.0	1.0
		1	.100	.1060	.778	1.102	.0034	328	382.0	360.0	200.0	1.0
		2	.150	.2200	1.060	1.397	.0053	262	356.0	366.0	213.0	1.0
		3	.250	.3490	1.340	1.633	.0074	223	337.0	362.0	217.0	1.0
		5	.400	.6300	1.860	2.030	.0114	179	321.0	363.0	224.0	1.0
		7	.650	.9310	2.350	2.373	.0153	155	316.0	367.0	232.0	1.0
		8	1.000 *CR*	1.0900	2.600	2.527	.0174	146	313.0	368.0	234.0	1.0
		10	1.000 *CN*	1.4000	3.080	2.787	.0213	131	305.0	364.0	235.0	1.0
		12	1.500 *CR*	1.7300	3.560	3.045	.0254	121	302.0	366.0	238.0	1.0
		14	1.500 *CN*	2.0600	4.030	3.274	.0294	112	299.0	365.0	239.0	1.0
		18	2.500 *CR*	2.7300	4.950	3.692	.0373	100	295.0	365.0	242.0	1.0
		21	2.500 *CR*	3.2500	5.640	3.986	.0434	93	294.0	366.0	245.0	1.0
P	800	0	.015	.0131	.288	.711	.0009	800	750.0	568.0	286.0	1.0
		1	.065	.0665	.486	1.105	.0021	625	612.0	579.0	321.0	1.0
		2	.100	.1380	.665	1.397	.0034	418	567.0	583.0	339.0	1.0
		3	.150	.2180	.835	1.636	.0046	357	542.0	583.0	349.0	1.0
		5	.250	.3940	1.160	2.035	.0071	288	516.0	584.0	361.0	1.0
		7	.400	.5820	1.470	2.371	.0096	249	504.0	587.0	371.0	1.0
		8	.650 *CR*	.6790	1.620	2.527	.0108	234	501.0	590.0	376.0	1.0
		10	.650 *CN*	.8780	1.930	2.790	.0134	209	488.0	583.0	375.0	1.0
		12	1.000 *CR*	1.0800	2.220	3.049	.0158	193	486.0	588.0	382.0	1,0
		14	1.000 *CN*	1.2900	2.520	3.281	.0184	179	480.0	586.0	384.0	1.0
		18	1.500 *CR*	1.7100	3.090	3.714	.0233	160	477.0	591.0	392.0	1.0
		21	1.500 *CN*	2.0300	3.520	3.992	.0271	148	472.0	589.0	393.0	1.0
Q	1250	0	.010	.0084	.184	.712	.0006	1250	1174.0	891.0	448.0	1.0
		1	.040	.0426	.310	1.107	.0013	823	961.0	910.0	505.0	1.0
		2	.065	.0882	.426	1.395	.0021	652	884.0	908.0	528.0	1.0
		3	.100	.1400	.534	1.641	.0029	559	851.0	915.0	548.0	1.0
		5	.150	.2520	.742	2.035	.0045	450	807.0	912.0	565.0	1.0
		7	.250	.3720	.942	2.365	.0061	387	783.0	912.0	576.0	1.0
		8	.400 *CR*	.4350	1.040	2.521	.0069	364	778.0	916.0	583.0	1.0
		10	.400 *CN*	.5620	1.230	2.805	.0085	330	772.0	923.0	595.0	1.0
		12	.650 *CR*	.6920	1.420	3.057	.0101	303	762.0	923.0	600.0	1.0
		14	.650 *CN*	.8240	1.610	3.280	.0117	280	751.0	917.0	601.0	1.0
		18	1.000 *CR*	1.0900	1.980	3.681	.0149	248	734.0	909.0	602.0	1.0
		21	1.000 *CN*	1.3000	2.250	4.005	,0173	232	742.0	926.0	618.0	1.0
R	2000	1	.025	.0266	.195	1.103	.0008	1307	1523.0	1439.0	799.0	1.0
		2	.040	.0551	.266	1.396	.0013	1043	1416.0	1454.0	846.0	1.0
		3	.065	.0873	.334	1.638	.0018	893	1357.0	1458.0	873.0	1.0
		5	.100	.1580	.464	2.040	.0028	720	1295.0	1465.0	907.0	1,0
		7	.150	.2330	.589	2.369	.0038	619	1256.0	1462.0	924.0	1.0
		8	.250 *CR*	.2720	.650	2.522	.0043	582	1246.0	1466.0	934.0	1.0
		10	.250 *CN*	.3510	.770	2.797	.0053	525	1227.0	1467.0	945.0	1.0
		12	.400 *CR*	.4320	.889	3.045	.0063	482	1210.0	1464.0	952.0	1.0
		14	.400 *CN*	.5150	1.010	3.262	.0073	445	1187.0	1448.0	949.0	1.0
		18	.650 *CR*	.6840	1.240	3.693	.0093	396	1179.0	1460.0	967.0	1.0
		21	.650 *CN*	.8120	1.410	3.982	.0108	369	1173.0	1463.0	976.0	1.0

REFERENCES

[1] WALD A. – Sequential analysis. John Wiley & Sons, London & New-York, (1947).

[2] WETHERILL – Sequential methods in statistics. Traduction française par P. Gabe "Méthodes séquentielles en statistique" Dunod, Paris (1969).

[3] INDIAN STANDARD – IS.2 500 (Part I). Inspection by attributes and by count of defects (1973).