

MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCÉDÉS  
CARTES DE CONTRÔLE AUX MESURES

PR. M. DJAMEL MOUSS

Globe Industrie

Pr. M.D. MOUSS

Laboratoire d'Automatique et Productique LAP

1

## Les cartes de contrôle

### Cartes de contrôle d'étude initiale

Ces cartes sont destinées à la mise sous contrôle du processus. Ces cartes de contrôle sont aussi appelées : cartes de contrôle de *phase I*, ou encore : cartes de contrôle pour la maîtrise.

Leurs paramètres sont déterminés à l'aide de mesures effectuées sur une vingtaine d'échantillons de petite taille.  
Pour les valeurs des différents coefficients nécessaires aux calculs, on se reportera au tableau des coefficients le l'annexe

Globe Industrie

Pr. M.D. MOUSS

Laboratoire d'Automatique et Productique LAP

2

### Cartes ( $\bar{X};R$ )

On adopte le point de vue probabiliste des variables aléatoires. Pour  $m$  échantillons prélevés, on note  $\bar{X}_1; \bar{X}_2; \dots; \bar{X}_m$  les  $m$  variables aléatoires qui associent à chaque échantillon, la moyenne dans l'échantillon du caractère étudié. On définit alors la variable aléatoire, moyenne des moyennes des échantillons :

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} \bar{X}_i$$

$\hat{\mu}$  est un estimateur sans biais de la moyenne du caractère dans l'ensemble de la production (population).



Pr. M.D. MOUSS

3

Un estimateur plus inattendu, que nous n'avons pas encore utilisé est l'estimateur  $\hat{\sigma}$  de l'écart type du caractère dans la production. Cet estimateur utilise la variable aléatoire  $R$  définie par :

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} R_i$$

Où chaque variable aléatoire  $R_i$  associée à chaque échantillon, son étendue. On a alors :

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Où  $d_2$  est un coefficient dépendant de la taille  $n$  des échantillons.

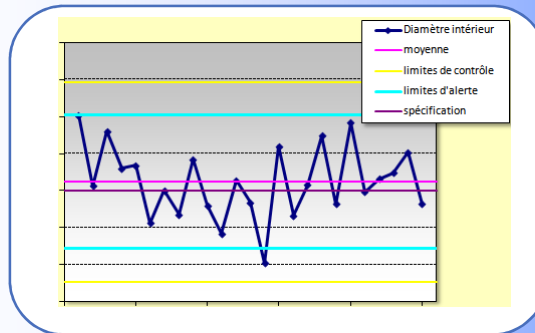


Pr. M.D. MOUSS

4

**Carte de contrôle de la moyenne : carte  $\bar{X}$  :**

La carte de contrôle de la moyenne, ou carte  $\bar{X}$ , est constituée d'une ligne centrale correspondant à la valeur  $LC = \hat{\mu}$ , et de deux lignes de contrôle correspondant respectivement aux limites supérieures (LSC) et inférieures de contrôle (LIC). Figurent aussi parfois deux lignes supplémentaires : les limites de surveillance.



Pr. M.D. MOUSS

5

Dans toute carte de contrôle de Shewhart de phase I, les limites de contrôle ont un écart à la moyenne  $\hat{\mu}$  égale à  $3 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$ , pour des échantillons de taille n.

$$LSC = \hat{\mu} + 3 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \hat{\mu} - 3 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \hat{\mu}$$

En posant  $A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ , on obtient :

$$LC = \hat{\mu} \quad LSC = \hat{\mu} + A_2\bar{R} \quad LIC = \hat{\mu} - A_2\bar{R}$$



Pr. M.D. MOUSS

6

Les valeurs de  $A_2$  sont tabulées en fonction de la taille de l'échantillon.

### Construction de la carte :

- On prélève,  $m$  échantillons de taille  $n$ . On a alors une réalisation des différentes variables aléatoires présentées ci-dessus.
- On calcule, avec les règles indiquées, les différentes valeurs prises par ces variables aléatoires.
- On trace sur la carte de contrôle la ligne centrale et les lignes de contrôle.
- On porte sur la carte, pour  $i = 1; \dots; m$ , les points  $M_i$  de coordonnées  $(i; \bar{x}_i)$ , où  $\bar{x}_i$  désigne la moyenne du caractère étudié dans l'échantillon numéro  $i$

### Règle de décision :

- Si tous les points  $M_i$  sont situés entre les lignes de contrôle, le processus est déclaré maîtrisé ;
- Si des points  $M_i$  sont situés en dehors des limites de contrôle, le processus est déclaré non maîtrisé.

Si le processus est déclaré non maîtrisé, il est bon de comprendre dans quelles circonstances les échantillons ont été prélevés pour tenter de cerner si le processus est globalement inadapté ou s'il existe des causes spéciales à la variabilité excessive des moyennes.



Pr. M.D. MOUSS

7

### EXEMPLE

Dans une unité de mise en bouteille de soda, le responsable de qualité, et ceci afin de savoir si son procédé est maîtrisé a pris 25 échantillon de 4 bouteilles durant toute une journée.

Le traitement statistique des mesures est effectué à l'aide d'un tableur suivant:

Echant	$\bar{x}$						Echant	$\bar{x}$					
	Observation du volume des bouteilles				Moyenne	Etendue		Observation du volume des bouteilles				Moyenne	Etendue
	O1	O2	O3	O4		R		O1	O2	O3	O4		R
1	15.85	16.02	15.83	15.93	15.91	0.19	14	15.73	15.84	15.96	16.10	15.91	0.37
2	16.12	16.00	15.85	16.01	16.00	0.27	15	16.20	16.01	16.10	15.89	16.05	0.31
3	16.00	15.91	15.94	15.83	15.92	0.17	16	16.12	16.08	15.83	15.94	15.99	0.29
4	16.20	15.85	15.74	15.93	15.93	0.46	17	16.01	15.93	15.81	15.68	15.86	0.33
5	15.74	15.86	16.21	16.10	15.98	0.47	18	15.78	16.04	16.11	16.12	16.01	0.34
6	15.94	16.01	16.14	16.03	16.03	0.20	19	15.84	15.92	16.05	16.12	15.98	0.28
7	15.75	16.21	16.01	15.86	15.96	0.46	20	15.92	16.09	16.12	15.93	16.02	0.20
8	15.82	15.94	16.02	15.94	15.93	0.20	21	16.11	16.02	16.00	15.88	16.00	0.23
9	16.04	15.98	15.83	15.98	15.96	0.21	22	15.98	15.82	15.89	15.89	15.90	0.16
10	15.64	15.86	15.94	15.89	15.83	0.30	23	16.05	15.73	15.73	15.93	15.86	0.32
11	16.11	16.00	16.01	15.82	15.99	0.29	24	16.01	16.01	15.89	15.86	15.94	0.15
12	15.72	15.85	16.12	16.15	15.96	0.43	25	16.08	15.78	15.92	15.98	15.94	0.30
13	15.85	15.76	15.74	15.98	15.83	0.24	Total					398.67	7.17



Pr. M.D. MOUSS

8

$\bar{\bar{x}} = \bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_i = \frac{398.67}{25} = 15.95$

$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i = \frac{7.17}{25} = 0.29$        $\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.29}{2.059} = 0.14$

$LC = 15.95$      $LSC = 15.95 + 3 \frac{0.14}{\sqrt{4}}$      $LIC = 15.95 - 3 \frac{0.14}{\sqrt{4}}$

$LC = 15.95$      $LSC = 16.16$      $LIC = 15.74$

$LC = 15.95$      $LSC = 15.95 + A_2 \bar{R}$      $LIC = 15.95 - A_2 \bar{R}$   
 $n = 4 \rightarrow A_2 = 0.729$

$LC = 15.95$      $LSC = 15.95 + 0.729 * 0.14 = 16.16$      $LIC = 15.95 - 0.729 * 0.14 = 15.74$

Laboratoire d'Automatique et Productique LAP

9

Pr. M.D. MOUSS

Carte de Contrôle de la Moyenne

LSC \_\_\_\_\_

LIC \_\_\_\_\_

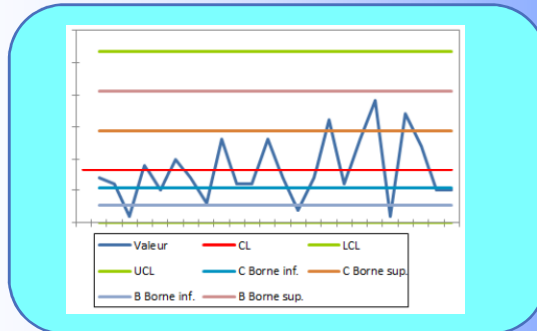
Laboratoire d'Automatique et Productique LAP

10

Pr. M.D. MOUSS

**Carte de contrôle de l'étendue : carte R**

On souhaite ici mettre en évidence, les variations de l'étendue.  
La conception de la carte de Shewhart de l'étendue, pour la phase I, utilise des coefficients :  $d_3$ , dépendant de la taille  $n$  des échantillons.



Pr. M.D. MOUSS

11

Pour cette carte on a :

$$LSC = \bar{R} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} d_3$$

$$LIC = \bar{R} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} d_3$$

$$LC = \bar{R}$$

En posant  $D_3 = \sup \left\{ 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} ; 0 \right\}$  et  $D_4 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2}$

$$LC = \bar{R} \quad LSC = D_4 \bar{R} \quad LIC = D_3 \bar{R}$$

Les valeurs de  $D_3$  et  $D_4$  sont tabulées en fonction de la taille de l'échantillon.



Pr. M.D. MOUSS

12

### Construction de la carte :

On prélève  $m$  échantillons de taille  $n$ . On a alors une réalisation des différentes variables aléatoires présentées ci-dessus.

On calcule, avec les règles indiquées, les différentes valeurs prises par ces variables aléatoires.

Il peut arriver que le calcul, à l'aide de  $d_2$  et  $d_3$ , de la limite inférieure de contrôle donne un résultat négatif. Dans ce cas, la limite de contrôle utilisée pour la carte est 0. Il est bien sûr souhaitable que l'étendue soit aussi proche de la valeur 0 que possible, ce qui traduit une variabilité faible du caractère numérique étudié. On trace sur la carte de contrôle la ligne centrale et les lignes de contrôle. On porte sur la carte, pour  $i = 1; \dots; m$ , les points  $M_i$  de coordonnées  $(i; r_i)$ , où  $r_i$  désigne l'étendue du caractère étudié dans l'échantillon numéro  $i$ .

### Règle de décision :

- Si tous les points  $M_i$  sont situés entre les lignes de contrôle, le processus est déclaré maîtrisé.
- Si des points  $M_i$  sont situés en dehors des limites de contrôle, le processus est déclaré non maîtrisé.



Pr. M.D. MOUSS

13

### EXEMPLE

Reprenons les données de l'exemple précédent

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i = \frac{7.17}{25} = 0.29$$

$$LC = 0.29 \quad LSC = 0.29 + 3 * 0.29 \frac{0.880}{2.059} \quad LIC = 0.29 - 3 * 0.29 \frac{0.880}{2.059}$$

$$LC = 0.29 \quad LSC = 0.66 \quad LIC = 0.080 \approx 0$$

$$LC = 0.29 \quad LSC = D_4 \bar{R} \quad LIC = D_3 \bar{R}$$

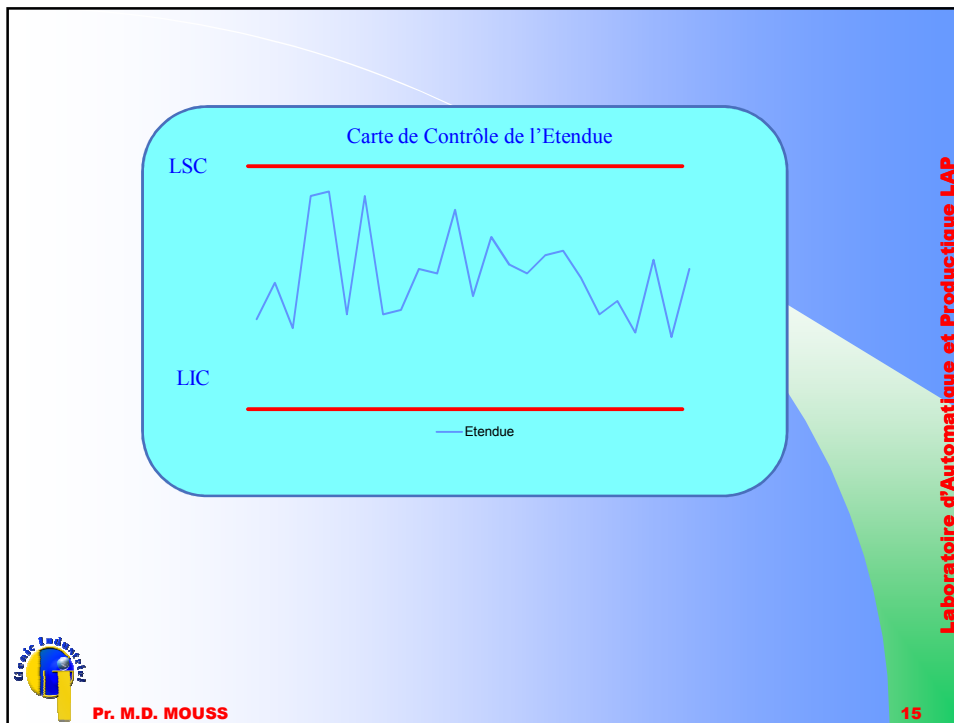
$$n = 4 \rightarrow D_4 = 2.282 \quad D_3 = 0.00$$

$$LC = 0.29 \quad LSC = 2.282 * 0.29 = 0.66 \quad LIC = 0.00 * 0.29 = 0$$



Pr. M.D. MOUSS

14



Cartes ( $\bar{X};S$ )

Pour  $m$  échantillons prélevés, on note  $\bar{X}_1; \bar{X}_2; \dots; \bar{X}_m$  les  $m$  variables aléatoires qui associent à chaque échantillon, la moyenne dans l'échantillon du caractère étudié. On définit les  $m$  variables aléatoires  $S_1; S_2; \dots; S_m$  qui à chaque échantillon associent l'écart type de l'échantillon. **Attention !** L'écart type est ici celui déjà utilisé en estimation, c'est l'estimateur ponctuel de l'écart type de la population. On définit alors la variable aléatoire, moyenne des moyennes des échantillons :

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_i$$

$\hat{\mu}$  est un estimateur sans biais de la moyenne du caractère dans l'ensemble de la production (population).

Laboratoire d'Automatique et Productique LAP

16

Pr. M.D. MOUSS



On choisit comme estimateur sans biais de l'écart type, la variable aléatoire  $\hat{\sigma}$  définit par :

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4}$$

Ou

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} S_i$$

et  $C_4$  est un coefficient dépendant de l'entier  $n$ .



**Carte de contrôle de la moyenne : carte  $\bar{X}$  :**

Les paramètres de cette carte, pour des échantillons de taille  $n$ , sont les suivants

$$LSC = \hat{\mu} + 3 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \hat{\mu} - 3 \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \hat{\mu}$$

En posant  $A_3 = \frac{3}{C_4 \sqrt{n}}$ , on obtient :

$$LC = \hat{\mu} \quad LSC = \hat{\mu} + A_3 \bar{S} \quad LIC = \hat{\mu} - A_3 \bar{S}$$

Les valeurs de  $A_3$  sont tabulées en fonction de la taille de l'échantillon.



### Construction de la carte :

On prélève, m échantillons de taille n. On a alors une réalisation des différentes variables aléatoires présentées ci-dessus.

On calcule, avec les règles indiquées, les différentes valeurs prises par ces variables aléatoires.

On trace sur la carte de contrôle la ligne centrale et les lignes de contrôle.

On porte sur la carte, pour  $i = 1; \dots; m$ , les points  $M_i$  de coordonnées  $(i; \bar{x}_i)$ , où  $\bar{x}_i$  désigne la moyenne du caractère étudié dans l'échantillon numéro i

### Règle de décision :

- Si tous les points  $M_i$  sont situés entre les lignes de contrôle, le processus est déclaré maîtrisé ;
- Si des points  $M_i$  sont situés en dehors des limites de contrôle, le processus est déclaré non maîtrisé.



Pr. M.D. MOUSS

19

### EXEMPLE

Dans l'exemple précédent, reprenons les calcul et déterminons la valeur de S pour chaque échantillon (L'expression de S étant la suivante :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}$$

Echant	Observation du volume des bouteilles				Moyenne	Ecart type S	Echant	Observation du volume des bouteilles				Moyenne	Ecart type S
	O1	O2	O3	O4				O1	O2	O3	O4		
1	15.85	16.02	15.83	15.93	15.91	0.022	14	15.73	15.84	15.96	16.1	15.91	0.052
2	16.12	16	15.85	16.01	16	0.037	15	16.2	16.01	16.1	15.89	16.05	0.035
3	16	15.91	15.94	15.83	15.92	0.010	16	16.12	16.08	15.83	15.94	15.99	0.051
4	16.2	15.85	15.74	15.93	15.93	0.115	17	16.01	15.93	15.81	15.68	15.86	0.041
5	15.74	15.86	16.21	16.1	15.98	0.130	18	15.78	16.04	16.11	16.12	16.01	0.068
6	15.94	16.01	16.14	16.03	16.03	0.021	19	15.84	15.92	16.05	16.12	15.98	0.035
7	15.75	16.21	16.01	15.86	15.96	0.112	20	15.92	16.09	16.12	15.93	16.02	0.028
8	15.82	15.94	16.02	15.94	15.93	0.020	21	16.11	16.02	16	15.88	16	0.017
9	16.04	15.98	15.83	15.98	15.96	0.024	22	15.98	15.82	15.89	15.89	15.9	0.013
10	15.64	15.86	15.94	15.89	15.83	0.050	23	16.05	15.73	15.73	15.93	15.86	0.072
11	16.11	16	16.01	15.82	15.99	0.025	24	16.01	16.01	15.89	15.86	15.94	0.014
12	15.72	15.85	16.12	16.15	15.96	0.107	25	16.08	15.78	15.92	15.98	15.94	0.046
13	15.85	15.76	15.74	15.98	15.83	0.021	Total					398.67	1.166

Déterminer les paramètres de la carte de la moyenne



Pr. M.D. MOUSS

20

**SOLUTION Carte  $\bar{X}$**

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} \bar{X}_i = \frac{398.67}{25} = 15.95$$

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} S_i = \frac{1.166}{25} = 0.047$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4} = \frac{0.047}{0.9213} = 0.051$$

$$LC = 15.95 \quad LSC = 15.95 + 3 \frac{0.051}{\sqrt{4}} \quad LIC = 15.95 - 3 \frac{0.051}{\sqrt{4}}$$

$$LC = 15.95 \quad LSC = 16.03 \quad LIC = 15.87$$

$$LC = 0.047 \quad LSC = B_4 \bar{S} \quad LIC = B_3 \bar{S}$$

$$n = 4 \quad \rightarrow \quad B_4 = 2.266 \quad B_3 = 0.00$$

$$LC = 0.047 \quad LSC = 2.266 * 0.047 = 0.107 \quad LIC = 0.00 * 0.047 = 0$$

Pr. M.D. MOUSS 21

**Carte de contrôle de l'écart type : carte S**

Cette carte est destinée à visualiser les variations de l'écart type des mesures. Elle utilise les paramètres suivants :

$$LSC = \bar{S} \left( 1 + 3 \sqrt{\frac{1}{C_4^2} - 1} \right) \quad LIC = \bar{S} \left( 1 - 3 \sqrt{\frac{1}{C_4^2} - 1} \right)$$

$$LC = \bar{S}$$

En posant  $B_3 = \sup \left\{ 1 - 3 \sqrt{\frac{1}{C_4^2} - 1}; 0 \right\}$  et  $B_4 = 1 + 3 \sqrt{\frac{1}{C_4^2} - 1}$

$$LC = \bar{S} \quad LSC = B_4 \bar{S} \quad LIC = B_3 \bar{S}$$

Les valeurs de  $B_3$  et  $B_4$  sont tabulées en fonction de la taille de l'échantillon.

Pr. M.D. MOUSS 22

SOLUTION Carte S

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} S_i = \frac{1.166}{25} = 0.047$$

$$LC = 0.047 \quad LSC = 0.047 \left( 1 + 3 \sqrt{\frac{1}{(0.9213)^2} - 1} \right) = 0.107$$

$$LIC = 0.047 \left( 1 - 3 \sqrt{\frac{1}{(0.9213)^2} - 1} \right) = -0.0125 \approx 0$$

$$LC = 0.047 \quad LSC = B_4 \bar{s} \quad LIC = B_3 \bar{s}$$

$$n = 4 \rightarrow B_4 = 2.266 \quad B_3 = 0.00$$

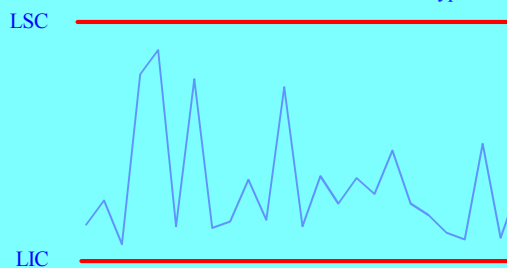
$$LC = 0.047 \quad LSC = 2.266 * 0.047 = 0.107 \quad LIC = 0.00 * 0.047 = 0$$



Pr. M.D. MOUSS

23

Carte de Contrôle de l'écart-type



Pr. M.D. MOUSS

24

### Cartes de contrôle aux valeurs standard

Ces cartes de contrôle sont également appelées : cartes de contrôle de phase II. Elles sont utilisées pour le suivi du processus en temps réel. Les valeurs standard de ces cartes sont établies au préalable et constituent des valeurs cibles. On note  $m_0$  la valeur cible de la moyenne, et  $\sigma_0$  la valeur cible de l'écart type. Ici, LC, LSC et LIC ne sont plus des variables aléatoires, mais des valeurs numériques fixées suivant des règles bien précises.

Les cartes de Shewhart sont caractérisées par des limites de contrôle situées à trois écarts-type de part et d'autre la tendance centrale. Les bases probabilistes de ces cartes sont dues au fait que l'on considère que la variable aléatoire associée aux mesures suit la loi normale  $\mathcal{N}(m_0; \sigma_0)$ . Pour les cartes de Shewhart, la probabilité  $\alpha$  de fausse alerte (risque de première espèce) est approximativement égale à 0,0027.



Pr. M.D. MOUSS

25

### Carte $\bar{X}$ de Shewhart

Les paramètres de cette carte sont :

$$LSC = \mu_0 + 3 \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \mu_0 - 3 \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu_0$$

En posant :  $A = \frac{3}{\sqrt{n}}$

$$LC = \mu_0 \quad LSC = \mu_0 + A\sigma_0 \quad LIC = \mu_0 - A\sigma_0$$



Pr. M.D. MOUSS

26

La construction et la règle de décision sont identiques à celles d'une carte de phase I.

### Carte R de Shewhart

Les paramètres de la carte de contrôle de l'étendue sont :

$$LSC = d_2\sigma_0 + 3d_3\sigma_0$$

$$LIC = d_2\sigma_0 - 3d_3\sigma_0$$

$$LC = d_2\sigma_0$$

La LIC étant fixée à 0 en cas de résultat négatif.

$$\text{On pose : } D_5 = \sup\{d_2 - 3d_3, 0\} \text{ et } D_6 = d_2 + 3d_3$$

$$LC = d_2\sigma_0 \quad LSC = D_6\sigma_0 \quad LIC = D_5\sigma_0$$

La construction et la règle de décision sont identiques à celles d'une carte de phase I.

Pr. M.D. MOUSS

27



### Carte S de Shewhart

Les paramètres sont :

$$LSC = c_4\sigma_0 + 3\sqrt{1 - c_4^2}\sigma_0$$

$$LIC = c_4\sigma_0 - 3\sqrt{1 - c_4^2}\sigma_0$$

$$LC = c_4\sigma_0$$

La LIC étant fixée à 0 en cas de résultat négatif.

$$\text{On pose : } B_5 = \sup\{c_4 - 3\sqrt{1 - c_4^2}, 0\} \text{ et } B_6 = c_4 + 3\sqrt{1 - c_4^2}$$

$$LC = c_4\sigma_0 \quad LSC = B_6\sigma_0 \quad LIC = B_5\sigma_0$$

La construction et la règle de décision sont identiques à celles d'une carte de phase I.

Pr. M.D. MOUSS

28



## Résumé

Tableau récapitulatif pour les cartes de contrôle aux mesures de Shewhart:

Type de carte	$\mu$ et $\sigma$ inconnus (phase I)		$\mu_0$ et $\sigma_0$ inconnus (phase II)	
	Ligne centrale	Limite de contrôle	Ligne centrale	Limite de contrôle
Carte $\bar{X}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\mu} \pm A_2\bar{R}$ ou $\hat{\mu} \pm A_3\bar{S}$	$\mu_0$	$\mu_0 \pm A\sigma_0$
Carte R	$\bar{R}$	$D_3\bar{R}$ , $D_4\bar{R}$	$d_2\sigma_0$	$D_5\sigma_0$ , $D_6\sigma_0$
Carte S	$\bar{S}$	$B_3\bar{S}$ , $B_4\bar{S}$	$C_4\sigma_0$	$B_5\sigma_0$ , $B_6\sigma_0$



Pr. M.D. MOUSS

29

## Coefficients des cartes de Shewhart

n	$d_2$	$d_3$	$c_4$	A	$A_2$	$A_3$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$
2	1,128	0,853	0,7979	2,121	1,880	2,659	0	3,267	0	2,606	0	3,267	0	3,686
3	1,693	0,888	0,8862	1,732	1,023	1,954	0	2,568	0	2,276	0	2,574	0	4,358
4	2,059	0,880	0,9213	1,500	0,729	1,628	0	2,266	0	2,088	0	2,282	0	4,698
5	2,326	0,864	0,9400	1,342	0,577	1,427	0	2,089	0	1,964	0	2,114	0	4,918
6	2,534	0,848	0,9515	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0	2,004	0	5,078
7	2,704	0,833	0,9594	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,804	0,076	1,924	0,205	5,203
8	2,847	0,820	0,9650	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,178	1,752	0,136	1,864	0,387	5,307
9	2,970	0,808	0,9693	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,184	1,816	0,546	5,394
10	3,078	0,797	0,9727	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,277	1,669	0,223	1,777	0,687	5,469
11	3,173	0,787	0,9754	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,314	1,637	0,256	1,744	0,812	5,534
12	3,258	0,778	0,9776	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,609	0,283	1,717	0,924	5,592
13	3,336	0,770	0,9794	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	0,307	1,693	1,026	5,646
14	3,407	0,762	0,9810	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	0,328	1,672	1,121	5,693
15	3,472	0,755	0,9823	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,420	1,544	0,347	1,653	1,207	5,937
20	3,735	0,729	0,9869	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,503	1,471	0,415	1,585	1,548	5,922



Pr. M.D. MOUSS

30