

## TD2 : Statistiques

### **Remarques préliminaires**

Nous allons étudier les variations de longueur de pièces réalisées en série. Nous pouvons considérer qu'il ya 20 blocs de 3 pièces.

Nous avons mesuré, à l'aide d'un pied à coulisse, une série de 60 pièces, numérotées dans l'ordre de la réalisation sur une même machine, sans modification des réglages, par le même opérateur et à partir d'un même lot de matière première. La caractéristique mesurée est la hauteur  $10^{\pm 0.1}$ . Les 60 valeurs sont données sur le DOCUMENT REPONSE DR1.

De cette façon, nous allons étudier les dispersions d'usinage en mettant en évidence et en déterminant les dispersions de types aléatoire et systématique.

### **1<sup>ère</sup> partie : Détermination des dispersions**

1°) Reportez sur le papier millimétré (DOCUMENT REPONSE DR2), les valeurs obtenues précédemment en fonction du numéro de pièce.

Comment serait le nuage de points si le système de production était parfait ?

Comment expliquez-vous le résultat obtenu ?

2°) On voit apparaître, lors de l'usinage d'une série de pièces, deux types de dispersion l'une ALEATOIRE et l'autre SYSTEMATIQUE. Les dispersions aléatoires provoquent des variations de longueur non constantes d'une pièce à l'autre. Il est par conséquent très difficile de prévoir ces variations. Les causes de cette variation sont multiples (mise en position de la pièce, l'arrêt sur les butées de la machine, les jeux dans les transmissions de mouvement, ...). Les dispersions systématiques provoquent des variations constantes et toujours présentes d'une pièce à l'autre. On peut donc plus aisément prévoir ces variations. Les causes de ces variations peuvent être l'usure de l'outil ou le défaut d'étalonnage des moyens de contrôle.

Sur un schéma, représentez en vert un nuage de points pour un système parfait.

Représentez en rouge sur le même schéma, le nuage de points pour une série de pièces ne comportant que de la dispersion systématique.

Représentez en bleu sur le même schéma, le nuage de points pour une série de pièces ne comportant que de la dispersion aléatoire.

D'après le relevé de points (DOCUMENT REPONSE DR2), quel type de dispersion comporte la série de pièces ? Justifiez.

## 2<sup>ème</sup> partie : Correction de la dispersion systématique

Pour avoir une idée de la valeur de la dispersion aléatoire, il faut auparavant faire une correction de la dispersion systématique pour isoler les deux phénomènes.

1°) Tracez sur votre graphique (DOCUMENT REPONSE DR2) la droite des moindres carrés (utilisez votre calculatrice pour déterminer l'équation de cette droite). Cette droite est aussi appelée droite de régression linéaire.

Une fois la droite tracée, relevez l'écart suivant les ordonnées entre le point d'abscisse 60 de cette droite et son point d'ordonnée à l'origine. On notera  $\Delta_{st}$ , dispersion systématique totale, cette valeur. Ayant  $\Delta_{st}$ , on peut déterminer  $\Delta_{sp}$  la dispersion systématique par pièce en divisant  $\Delta_{st}$  par le nombre de pièces contrôlées:

$$\Delta_{sp} = \Delta_{st} / \text{nbr pièces}$$

Pour faire la correction de dispersion systématique, il suffit d'appliquer la formule suivante :

$$\text{Pour la pièce numéro } i : C_{\text{corrigée}}(i) = C_{\text{mesurée}}(i) - i \times \Delta_{sp}$$

2°) Notez sur le DOCUMENT REPONSE DR1 dans la colonne cote corrigée la valeur corrigée pour chaque mesure.

3°) Refaites alors un graphique sur le papier millimétré (DOCUMENT REPONSE DR3) des cotes corrigées en fonction du numéro de pièce. Que constatez-vous ?

## 3<sup>ème</sup> partie : Estimation de la moyenne et de l'écart type

Les deux grandeurs qui caractérisent une dispersion aléatoire sont la moyenne et l'écart type. Nous allons appliquer une méthode graphique d'estimation de ces deux grandeurs.

A partir de maintenant on ne travaille que sur les cotes corrigées.

1°) Suivez les étapes suivantes pour construire l'histogramme :

- Calculez l'étendue des valeurs : (à l'unité près)  
 $R = \text{valeur la plus grande} - \text{valeur la plus petite},$
- Calculez le nombre de classe : (nous avons effectué 60 mesures)  
 $N_c = (\text{Nombre de mesures})^{\frac{1}{3}}$
- Calculez la largeur des classes :  
 $L = R / N_c$
- Calculez les limites de chaque classe et les faire apparaître sur le DOCUMENT REPONSE DR4
- Calculez pour chaque classe l'effectif, l'effectif cumulé ainsi que la fréquence en % sur le DOCUMENT REPONSE DR4.
- Faites un histogramme sur les valeurs corrigées (sur le DOCUMENT REPONSE DR4).

2°) Nous allons vérifier la normalité de la distribution grâce au test de la droite de Henry. Sur le papier gaussio-arithmétique (DOCUMENT REPONSE DR5), reportez pour chaque borne supérieure de la classe la valeur de la fréquence cumulée.

**Interprétation** : si les points tracés sur le papier gaussio-arithmétique sont alignés (sans tenir compte du dernier) alors cela signifie que la distribution suit une loi normale. On peut ensuite avoir une estimation de :

- la valeur moyenne : intersection de la ligne à 50% avec la droite de Henry
- l'écart type : l'écart suivant les abscisses entre les points d'intersection de la droite de Henry et les droites  $+3\sigma$  et  $-3\sigma$  représente six fois l'écart type.

Les valeurs corrigées suivent-elles une distribution normale ?

3°) Placez les droites verticales  $+3\sigma$  et  $-3\sigma$  sur le DOCUMENT REPONSE DR5 en sachant que  $6\sigma$  regroupent 99,73% de la population centrée sur la moyenne.

Quelles sont les valeurs estimées de la moyenne et de l'écart type ?

Remplacez ces valeurs sur votre histogramme du DOCUMENT REPONSE DR5.

DOCUMENT REPONSE DR1

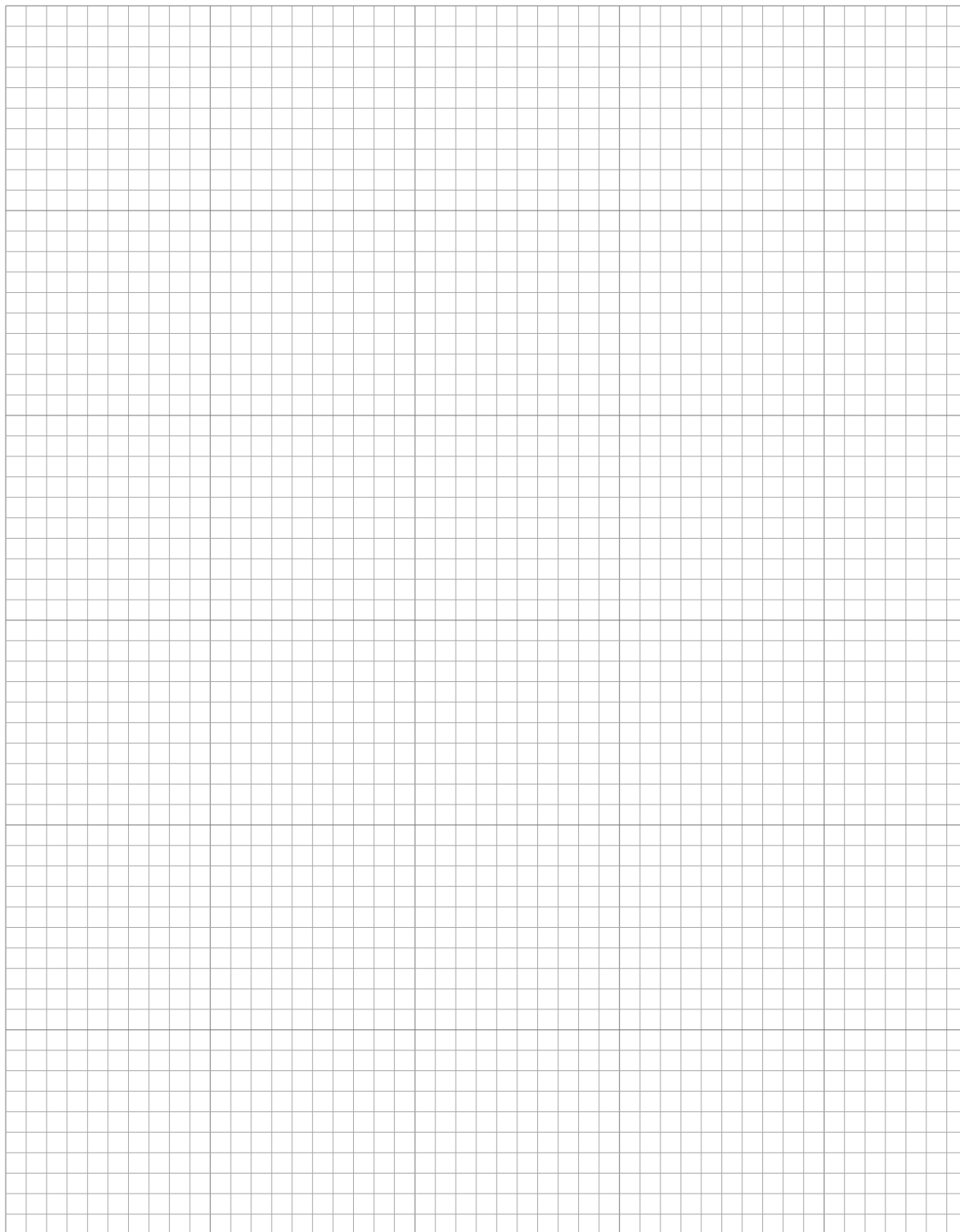
| N°<br>PIECE | COTE<br>MESUREE | COTE<br>CORRIGEE | N°<br>PIECE | COTE<br>MESUREE | COTE<br>CORRIGEE |
|-------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------|------------------|
| 1           | 9,89            |                  | 31          | 9,97            |                  |
| 2           | 9,89            |                  | 32          | 9,98            |                  |
| 3           | 9,90            |                  | 33          | 9,99            |                  |
| 4           | 9,92            |                  | 34          | 9,98            |                  |
| 5           | 9,91            |                  | 35          | 10,04           |                  |
| 6           | 9,94            |                  | 36          | 9,96            |                  |
| 7           | 9,93            |                  | 37          | 10,04           |                  |
| 8           | 9,94            |                  | 38          | 9,97            |                  |
| 9           | 9,90            |                  | 39          | 9,95            |                  |
| 10          | 9,94            |                  | 40          | 10,01           |                  |
| 11          | 9,95            |                  | 41          | 9,97            |                  |
| 12          | 9,90            |                  | 42          | 10,04           |                  |
| 13          | 9,97            |                  | 43          | 9,98            |                  |
| 14          | 9,98            |                  | 44          | 10,00           |                  |
| 15          | 9,92            |                  | 45          | 10,05           |                  |
| 16          | 9,98            |                  | 46          | 9,98            |                  |
| 17          | 9,96            |                  | 47          | 9,98            |                  |
| 18          | 9,94            |                  | 48          | 10,04           |                  |
| 19          | 9,96            |                  | 49          | 10,01           |                  |
| 20          | 9,93            |                  | 50          | 9,98            |                  |
| 21          | 9,92            |                  | 51          | 10,00           |                  |
| 22          | 9,99            |                  | 52          | 10,02           |                  |
| 23          | 9,99            |                  | 53          | 10,01           |                  |
| 24          | 9,96            |                  | 54          | 10,03           |                  |
| 25          | 9,94            |                  | 55          | 10,01           |                  |
| 26          | 10,02           |                  | 56          | 9,99            |                  |
| 27          | 9,95            |                  | 57          | 10,07           |                  |
| 28          | 10,00           |                  | 58          | 10,05           |                  |
| 29          | 9,93            |                  | 59          | 10,00           |                  |
| 30          | 9,95            |                  | 60          | 10,00           |                  |

**DOCUMENT REPOSENSE DR2**

## COTES MESUREES

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

DOCUMENT REPONSE DR3  
COTES CORRIGÉES



DOCUMENT REPONSE DR4

DONNEES POUR L'HISTOGRAMME

| classe | borne inférieure | borne supérieure | effectif | fréquence | fréquence<br>cumulée |
|--------|------------------|------------------|----------|-----------|----------------------|
| 1      |                  |                  |          |           |                      |
| 2      |                  |                  |          |           |                      |
| 3      |                  |                  |          |           |                      |
| 4      |                  |                  |          |           |                      |
| 5      |                  |                  |          |           |                      |
| 6      |                  |                  |          |           |                      |
| 7      |                  |                  |          |           |                      |
| 8      |                  |                  |          |           |                      |

TRACE DE L'HISTOGRAMME

DOCUMENT REPONSE DR5

