

Calculatrice et documents personnels autorisés, téléphones portables interdits même éteints.  
Réponses **justifiées** et **concises** sur ce document.  
Qualité de la rédaction prise en compte dans la notation.

/ 73

## Première Partie : MSP

Le service qualité décide de placer une cote critique, le diamètre d'un axe d, sous surveillance.

Spécification :  $d = 20h7$  soit  $d = 20 \begin{matrix} +0 \\ -0,021 \end{matrix} \text{ mm}$

La cadence de production est de :  $c = 120$  pièces / heure.

La mesure s'effectue au banc de mesure (comparateur numérique de résolution  $0,5 \mu\text{m}$  et cale de  $20\text{mm}$ ) dont l'incertitude de mesure élargie a été estimée à :  $U = 0,0025 \text{ mm}$ .

6 échantillons de 5 pièces sont prélevés toutes les  $\frac{1}{2}$  heures :

							Moyenne	Etendue
8:07	lot 1	19,991	19,991	19,992	19,992	19,993	19,9928	0,002
8:37	lot 2	19,993	19,994	19,995	19,994	19,994	19,9940	0,002
9:07	lot 3	19,994	19,994	19,996	19,995	19,995	19,9948	0,002
9:37	lot 4	19,995	19,996	19,995	19,995	19,996	19,9954	0,001
10:07	lot 5	19,997	19,996	19,997	19,997	19,998	19,9970	0,002
10:37	lot 6	19,998	19,998	19,999	19,998	19,999	19,9984	0,001
( toutes les mesures sont données en mm)							<b>19,995</b> $\bar{\bar{X}}$	<b>0,00167</b> $\bar{\bar{R}}$

L'estimation de l'écart-type non biaisé de l'ensemble des 30 mesures vaut :  $\sigma_{LT} = 0,00224 \text{ mm}$

1. Calculer la capacité du moyen de contrôle  $C_{mc}$ , et indiquer si le moyen de contrôle est capable.

/4

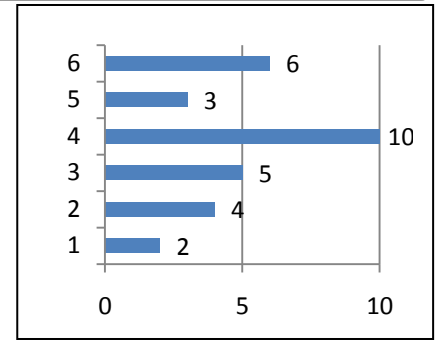
2. Déterminer l'écart-type à court terme  $\sigma_{CT}$ , c'est-à-dire la moyenne des écart-types de chaque lot.

/2

3. Etude de normalité

Une étude a permis de tracer l'histogramme de la distribution, et d'en tirer les informations reportées dans le tableau ci-dessous.

Déterminer, par le test du  $\chi^2$  (au seuil de risque de 5%), si la distribution est normale.



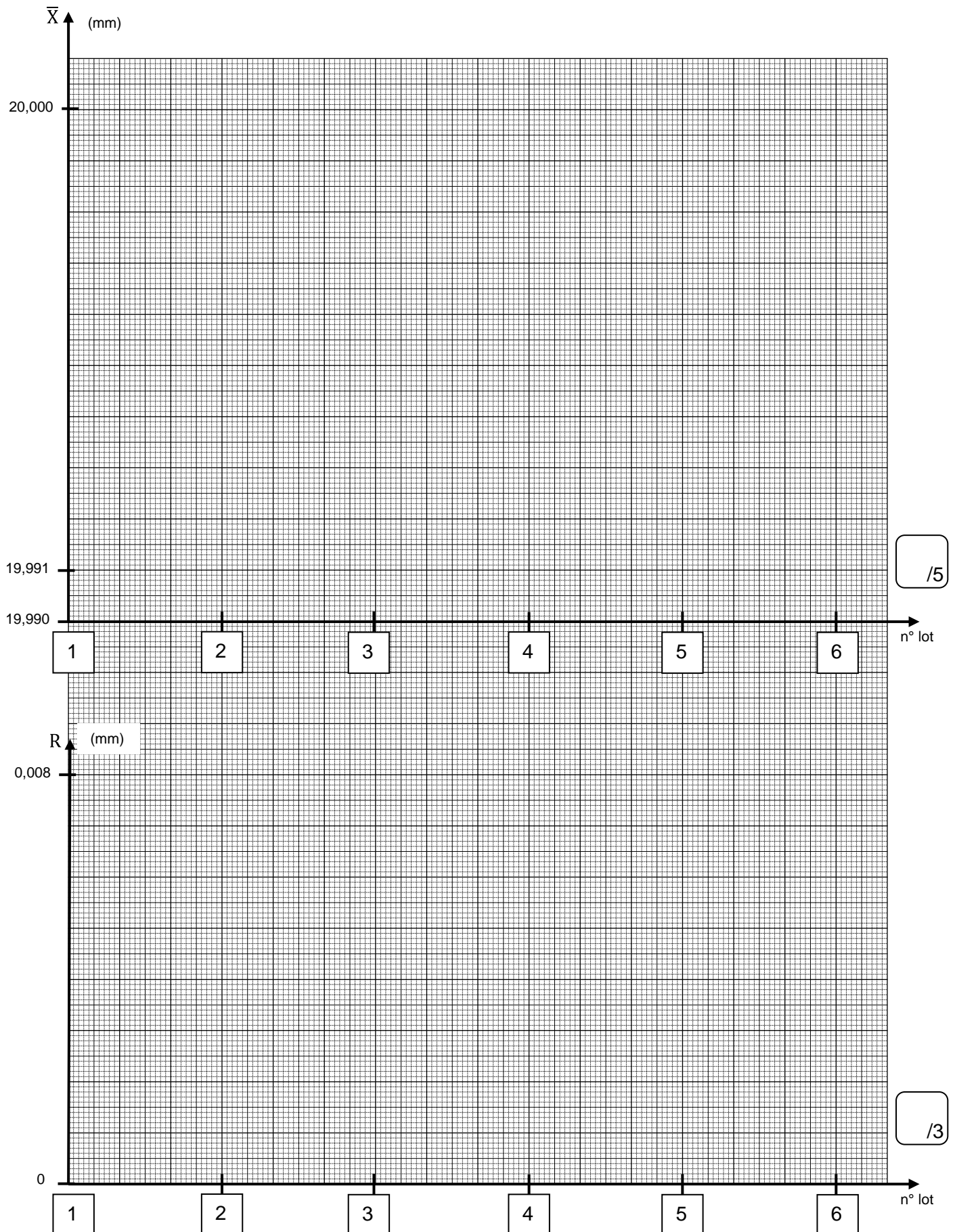
Intervalle	borne inf	borne sup	nb éléments	$Z_{max}$	$p\%_{cum}$	$p\%$	$N_{pi}$	$ N_i - N_{pi} $	$(N_i - N_{pi})^2$	$(N_i - N_{pi})^2 / N_{pi}$
1	19,990	19,992	2	-1,556	5,987	5,987	1,796	0,204	0,042	0,0231
2	19,992	19,993	4	-0,886	18,785	12,797	3,839	0,161	0,026	0,0067
3	19,993	19,995	5	-0,216	41,454	22,669	6,801	1,801	3,243	0,4768
4	19,995	19,996	10	0,454	67,512	26,058	7,817	2,183	4,764	0,6094
5	19,996	19,998	3	1,124	86,951	19,439	5,832	2,832	8,018	1,3750
6	19,998	19,999	6	1,794	96,360	9,409	2,823	3,177	10,095	3,5766
			30				96,360			

/4

4. Calculer les limites inférieures et supérieures de contrôle de la moyenne ( $LIC_{\bar{X}}$   $LSC_{\bar{X}}$ ) et de l'étendue ( $LIC_R$   $LSC_R$ )

/8

5. Représenter ci-dessous les cartes de contrôle de la moyenne et de l'étendue.



6. Analyser les cartes de contrôle (*procédé sous contrôle ?*, *déréglage ?*, *dérive ?...*).



/4

7. L'usure de l'outil produit une dérive de la cote à suivre, qui nécessite d'effectuer un réglage en moyenne toute les 52 pièces.

Déterminer la fréquence de réglage et d'échantillonnage.



/5

8. Etude des capabilités

Calculer les capabilités intrinsèques et de centrage à court et long terme,  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $P_p$ ,  $P_{pk}$ .



/8

Quelques soient les résultats trouvés, on prendra  $C_p=4,5$ ,  $C_{pk}=2,1$ ,  $P_p=1,4$ ,  $P_{pk}=0,6$  ; analyser ces données.

/3

9. Fonction perte de Taguchi (*Question supplémentaire hors barème*)

Pour chaque cote non conforme, on estime la perte égale à 30€ / pièce.

Déterminer la constante K, puis évaluer la perte totale due à la non qualité pour les 6 lots de 5 pièces.



/6

## Deuxième Partie : Plans d'expérience

Le bureau d'étude a spécifié sur une surface obtenue par fraisage un paramètre Ra d'état de surface maximum: **Ra=1,6 µm**.

Afin de maîtriser cette spécification, il est décidé de réaliser un plan d'expériences.

Les facteurs et les niveaux fixés sont les suivants :

	Facteurs	Unités	Niveaux		Difficulté à régler
			1	2	
<b>A</b>	Vitesse de coupe	mm/min	80	100	+
<b>B</b>	Profondeur de coupe	mm	1	8	++
<b>C</b>	Diamètre de l'outil	mm	100	200	+++
<b>D</b>	Pénétration par dent	mm/dent	0,25	0,65	+

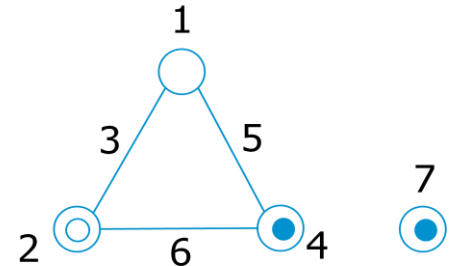
Les interactions retenues sont :

<b>AB</b>	Vitesse de coupe / Profondeur de coupe
<b>AD</b>	Vitesse de coupe / Pénétration par dent
<b>BD</b>	Profondeur de coupe / Pénétration par dent

La matrice d'essai choisie pour traiter ce problème est une  $L_8(2^7)$

Matrice d'essais :

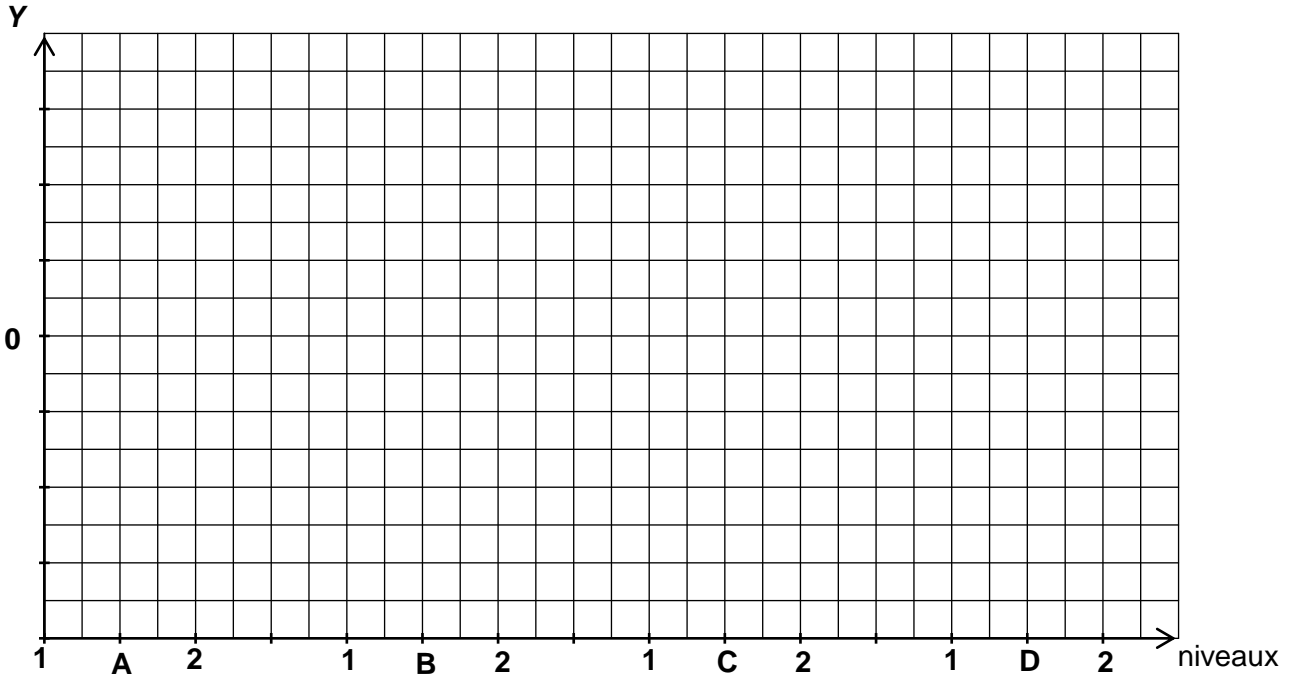
		1	2	3	4	5	6	7	Résultat
					D				
N° essai	1	1	1	1	1	1	1	1	1,07
	2	1	1	1	2	2	2	2	2,62
	3	1	2	2	1	1	2	2	1,24
	4	1	2	2	2	2	1	1	1,78
	5	2	1	2	1	2	1	2	1,75
	6	2	1	2	2	1	2	1	2,18
	7	2	2	1	1	2	2	1	1,7
	8	2	2	1	2	1	1	2	1,65
									1,7488



1. Indiquer le nombre d'essais que l'on aurait du faire avec un plan factoriel complet

2. Affecter les facteurs et les interactions aux colonnes de la matrice (à compléter dans la matrice ci-dessus)

3. Calculer, représenter et commenter les effets simples



/4

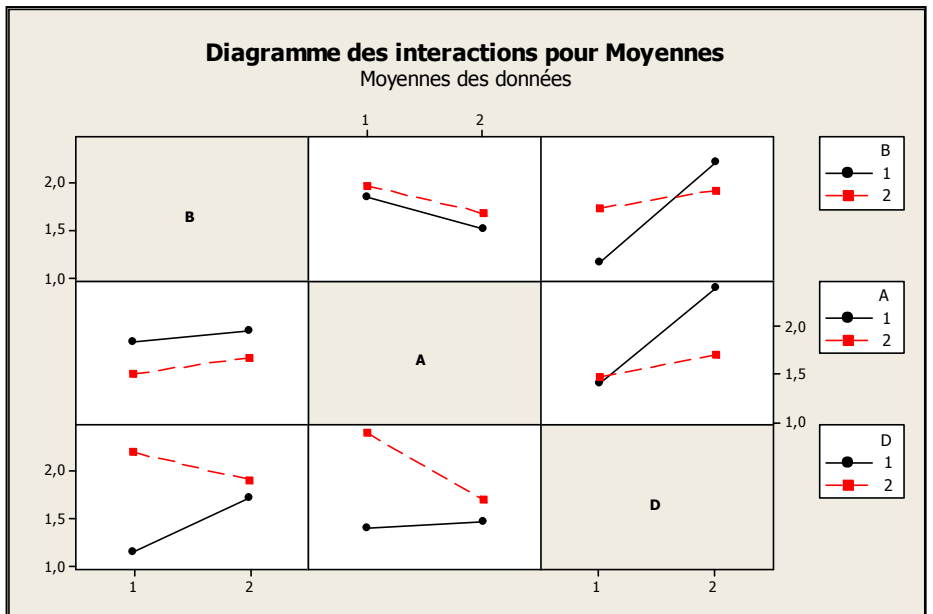
/2

4. Commenter les effets des interactions

B1A1	1,845	IB1A1	0,011
B1A2	1,51	IB1A2	-0,011
B2A1	1,965	IB2A1	-0,011
B2A2	1,675	IB2A2	0,011

A1D1	1,41	IA1D1	-0,186
A1D2	2,4	IA1D2	0,186
A2D1	1,47	IA2D1	0,186
A2D2	1,715	IA2D2	-0,186

B1D1	1,155	IB1D1	-0,214
B1D2	2,2	IB1D2	0,214
B2D1	1,725	IB2D1	0,214
B2D2	1,915	IB2D2	-0,214



/4

5. La réponse Y s'écrit:  $Y=m+E_A+E_B+E_C+E_D+I_{AB}+I_{AD}+I_{BD}$ .  
Proposer une configuration de niveaux de facteurs permettant d'obtenir l'objectif

/3