

DGET ISET du Kef	DS Contrôle Qualité	<u>Documents Autorisés</u> Durée : 1 heure
Dép. DGM		Novembre 2012
Module Qualité	3ème Année Licence Appliquée en Génie Mécanique : Parcours CFM	Classe : CFM51
Nom : .....	Prénom : .....	B. Nasser Mohamed

**Mise en situation**

Le procédé de formage incrémental est un nouveau procédé de mise en forme par déformation plastique, il consiste à déformer une tôle mince à l'aide d'un outil sphérique qui suit une trajectoire programmée permettant de réaliser la forme voulue (Figure 1.b et 1.c). Le mouvement de la tôle est contrôlé par un serre-flan empêchant l'apparition de plis ou de déchirures sur la pièce en lui imposant une pression de retenue. Ce nouveau procédé offre la possibilité de réaliser différentes catégories de pièces embouties sans matrice et sans poinçon (pièces sur mesures, petites séries, prototypage, etc.).

De plus, ce nouveau procédé est intéressant car la mise en forme des tôles peut être réalisée à partir de Machine-Outil à Commande Numérique (MOCN), les délais de conception et de réalisation sont plus courts que pour les méthodes traditionnelles de mise en forme de tôle telles que l'emboutissage. Ainsi, pour un lot de 50 pièces, l'investissement peut diminuer de 25% en formage incrémental.

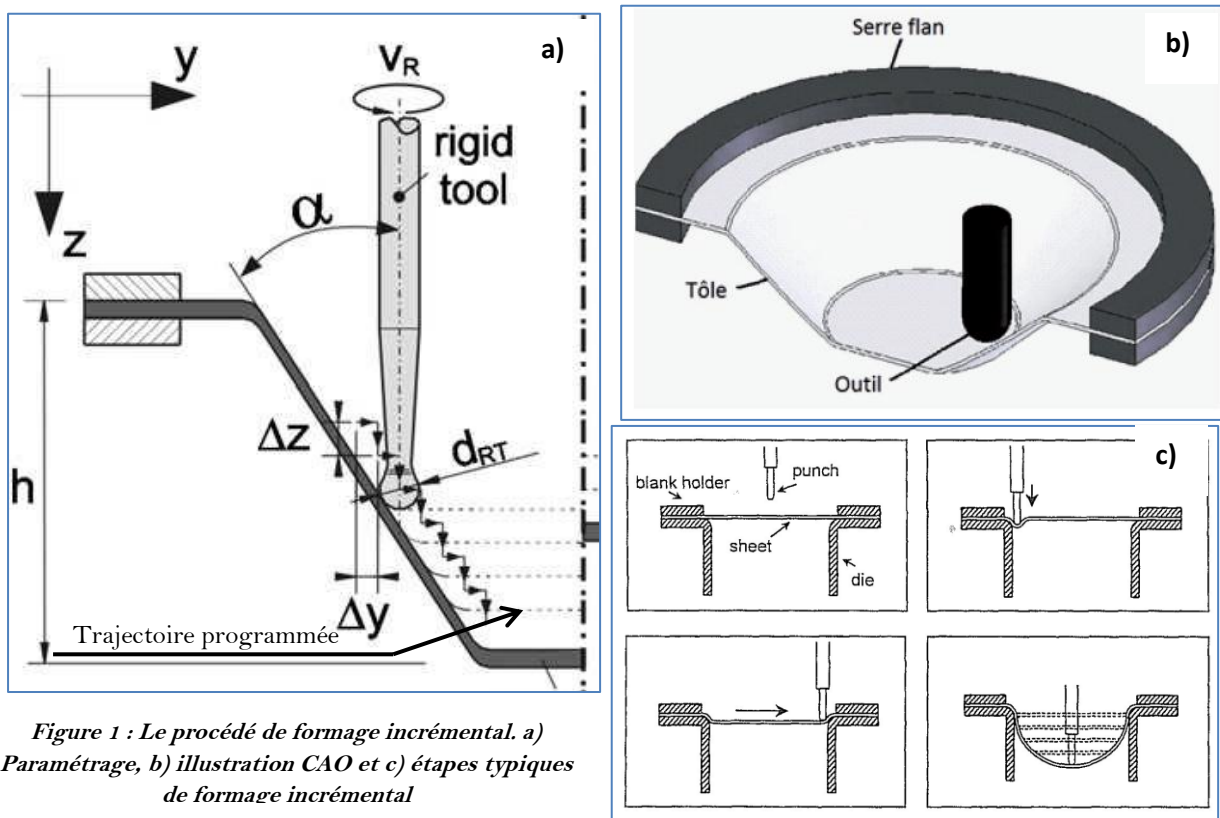


Figure 1 : Le procédé de formage incrémental. a) Paramétrage, b) illustration CAO et c) étapes typiques de formage incrémental

**Partie 1. Carte de contrôle « petites séries » (10 pts)**

1. Décrire les avantages et les inconvénients de procédé de formage incrémental en le comparant à ceux de l'emboutissage classique

**Avantages :** .....

**Inconvénients :** .....

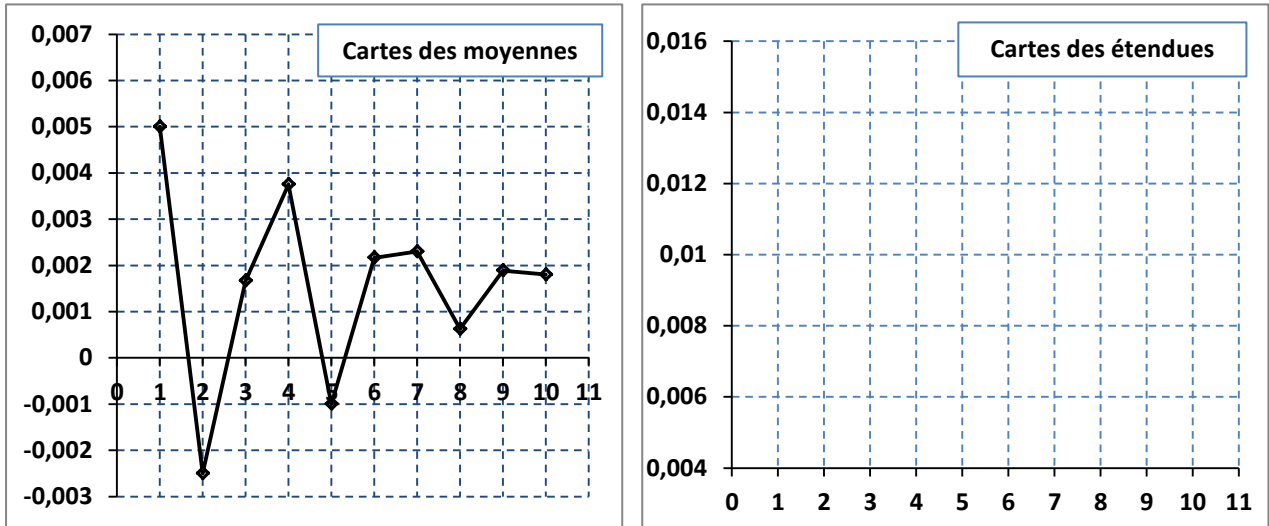
2. Pouvez-vous dégager les paramètres du procédé de formage incrémental, les comparer à ceux de l'emboutissage classiques

.....

.....

.....

3. Nous cherchons à réaliser 10 emboutis sur MOCN à 5 axes dont la spécification la plus exigée est l'uniformité de l'épaisseur de la révolution conique ( $e_c$ ) (entre les points A et B de l'embouti de la figure 1.a). Pour ceci, le responsable de production a pris la décision de mener l'usinage des 10 emboutis selon les concepts des cartes de contrôle « petites séries ». On vous donne la carte des moyennes (cible nulle) associée à cette étude de réglage de MOCN.



3.1. On vous donne les relevés des étendues cumulées et on vous demande d'en déduire l'écart-types connu depuis l'historique de MOCN puis d'en compléter les calculs des limites de contrôle associées.

W		0,0073	0,0095	0,01	0,01	0,01	0,011	0,013	0,014
Lsc (W)	-								
Lsc ( $\bar{X}$ )	0,0069								

3.2. Tracer la carte des étendues. Reporter les limites supérieures pour les deux cartes et interpréter.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3. Pourquoi l'opérateur n'a pas fait de réglage lors de l'usinage des 10 emboutis. Que pensez-vous sur la pertinence de sa décision.

.....

.....

3.4. Remplir le tableau ci-dessous puis déduire l'écart-type instantanée  $\sigma'$ . Conclure.

Sous-groupe	$n_j$	$n_j-1$	$S^2$	$\bar{S}^2$	$\chi^2_{0.999}$	$L_c$	$\chi^2_{0.001}$	$L_{sc}$
1			0.54		1.15		27,87	

.....

.....

.....

3.5. Pouvez-vous proposer un (ou des) réglage (s) ignoré (s) par l'opérateur. Justifier.

.....  
 .....  
 .....

**Partie 2 : Pilotage par cartes des contrôle par mesure et aux attributs (10 pts)**

Une fois le procédé de formage incrémental dans un concept « cartes de contrôles petites séries », est bien réglé, une production grandes séries a été lancée. Le contrôle par mesures de l'épaisseur ( $e_c$ ) sur des échantillons de tailles variables et/ou fixes en vue de surveiller et de maintenir stable le processus de mise en forme par formage incrémental.

4. Décrire l'intérêt de pilotage de processus industriels par les cartes des moyennes et des étendues dans un contrôle par mesure. Justifier en particulier l'utilité de la carte des étendues.

.....  
 .....  
 .....

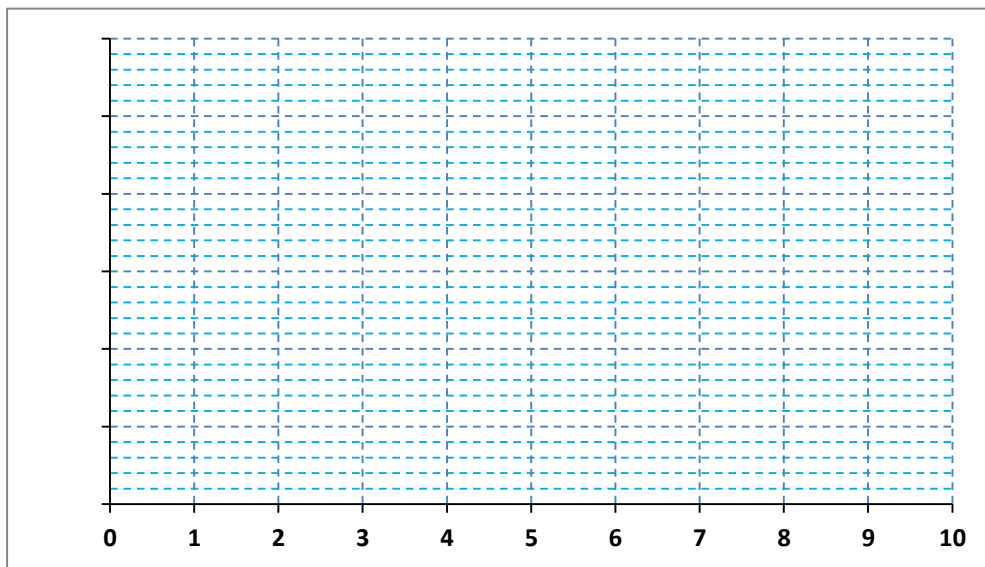
5. On vous donne les moyennes relevées sur des échantillons de tailles fixes de 8 entités

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{X}$	0,94	0,99	1,02	0,95	1,03	1,05	1,04	0,97	0,99	0,99

5.1. Déduire  $\bar{\bar{X}}$  et calculer les limites de contrôle et de surveillance

.....  
 .....  
 .....

5.2. Tracer la carte de contrôle  $\bar{X}$ . Reporter les limites de contrôle et de surveillance



5.3. Interpréter

.....  
 .....  
 .....  
 .....

6. On veut améliorer la rugosité des surfaces finies des emboutis obtenus par formage incrémental. Préciser, en le justifiant, les paramètres qui influent sur la rugosité.

.....

.....

.....

7. Peut-on varier le paramètre  $\alpha$  (figure 1.a) sur notre centre d'usinage à CN de l'ISET du Kef par exemple ? Justifier la réponse.

.....

.....

8. Pouvez-vous proposer une solution technologique (au niveau de contact outil/tôle à déformer) pour améliorer l'uniformité de l'épaisseur et la rugosité des surfaces des emboutis obtenus par formage incrémental.

.....

.....

.....

**Formulaire des limites de contrôle des cartes petites séries**

	<i>Pour les moyennes</i>	<i>Pour la carte de l'étendue</i>
<i>Limite Supérieure</i>	$L_{SC\bar{X}} = Cible + A_4 \cdot \sigma$	$L_{SC_R} = D_6 \cdot \sigma$
<i>Limite Inférieure</i>	$L_{IC\bar{X}} = Cible - A_4 \cdot \sigma$	$L_{IC_R} = D_5 \cdot \sigma$

*Coefficients des limites de contrôle en fonction du numéro de la pièce usinée*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$D_5$		-	-	-	-	-	0.20	0.39	0.55	0.69	$L_{SC\bar{X}} = \chi^2_{0.001} \frac{\bar{S}^2}{(n_j - 1)}$ $L_{IC\bar{X}} = \chi^2_{0.999} \frac{\bar{S}^2}{(n_j - 1)}$
$D_6$		3.69	4.36	4.69	4.91	5.08	5.20	5.31	5.39	5.47	
$A_4$	3	2.12	1.73	1.5	1.34	1.22	1.13	1.06	1	0.95	

**Formulaire pour les cartes de contrôle en grandes séries**

*Table des constantes des limites des cartes de contrôle ( $m_0$  et  $\sigma_0$  inconnus)*

Carte de contrôle de la moyenne $\bar{X}$		Carte de contrôle de l'étendue W		Carte de contrôle de l'écart type $\bar{S}$	
Limites de contrôle	Limites de surveillance	Limites de contrôle	Limites de surveillance	Limites de contrôle	Limites de surveillance
$L_{SC\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_C \cdot \bar{W}$	$L_{SS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_S \cdot \bar{W}$	$L_{SCW} = D_{CS} \cdot \bar{W}$	$L_{SSW} = D_{SS} \cdot \bar{W}$	$L_{SC\bar{S}} = B_{CS} \cdot \bar{W}$	$L_{SS\bar{S}} = B_{SS} \cdot \bar{W}$
$L_{IC\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_S \cdot \bar{W}$	$L_{IS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_S \cdot \bar{W}$	$L_{ICW} = D_{CI} \cdot \bar{W}$	$L_{ISW} = D_{SI} \cdot \bar{W}$	$L_{IC\bar{S}} = B_{CI} \cdot \bar{W}$	$L_{IS\bar{S}} = B_{SI} \cdot \bar{W}$

*Table des constantes des limites des cartes de contrôle ( $m_0$  et  $\sigma_0$  inconnus)*

Contrôle de la moyenne $\bar{X}$			Contrôle de W ( $n \leq 12$ )				Contrôle de $\bar{S}$ ( $n \leq 30$ )			
Echantillon Effectif n	Contrôle	Surveillance	Contrôle		Surveillance		Contrôle		Surveillance	
	Ac	As	D <sub>IC</sub>	D <sub>SC</sub>	D <sub>IS</sub>	D <sub>SS</sub>	B <sub>IC</sub>	B <sub>SC</sub>	B <sub>IS</sub>	B <sub>SS</sub>
5	0.594	0.377	0.16	2.36	0.37	1.81	0.161	2.285	0.370	1.775
6	0.498	0.316	0.21	2.22	0.42	1.72	0.215	2.128	0.428	1.682
7	0.432	0.274	0.26	2.12	0.46	1.66	0.262	2.017	0.473	1.618
8	0.384	0.244	0.29	2.04	0.50	1.62	0.303	1.931	0.508	1.567
9	0.347	0.220	0.32	1.99	0.52	1.58	0.338	1.864	0.538	1.527
10	0.317	0.202	0.35	1.94	0.54	1.56	0.367	1.809	0.563	1.494
11	0.295	0.186	0.38	1.90	0.56	1.53	0.395	1.763	0.584	1.468
12	0.274	0.174	0.40	1.87	0.58	1.51	0.418	1.724	0.603	1.414