

EXAMEN SEMESTRIEL
Contrôle Qualité

Licence Appliquée en Génie Mécanique LA_CFM5

3^{ème} Année

Temps alloué : 1h30min

Janvier 2012

Nom. Prénom : Classe : N° de place :

DOCUMENTS AUTORISES

Enseignant : Ben Nasser M.

NB : les parties indépendantes, Gérer bien votre temps et votre concentration.

Mise en situation

Les systèmes de production sont actuellement soumis à de fortes contraintes de disponibilité, de productivité, de qualité et de flexibilité. Les problèmes à résoudre sont relatifs à la surveillance, au contrôle qualité et à la maintenabilité. Il s'agit, donc, de surveiller et garder opérationnels les processus de production dans une approche stratégique de management de la qualité.

Un exemple Typique de ses processus de production est le procédé de soudage par point largement utilisé dans l'industrie automobile de forte cadence (plus de 1000 points de soudure par voiture). Il consiste à assembler par fusion deux tôles en permanence (Figure 1) suite à un cycle d'accostage, de soudage proprement dit (E : Effort presseur en KN et I : Intensité du courant en KA) et de forgeage local induisant ainsi la formation de point de soudage

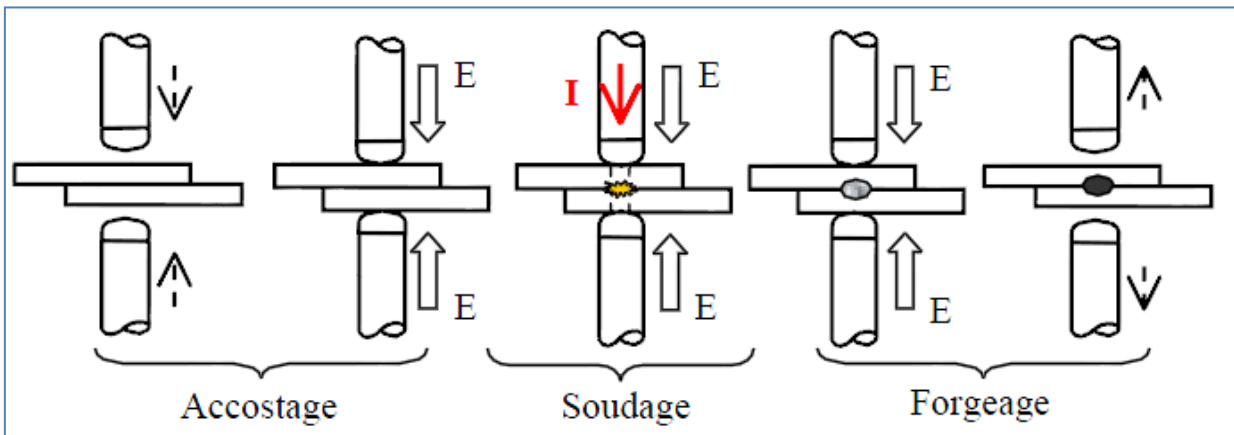


Figure 1

PARTIE 1 : LES PLANS D'ECHANTILLONNAGE (7 PTS)

Dans la présente partie, on s'adresse à la planification d'une stratégie d'échantillonnage permettant le contrôle et la qualification du produit finis (carrosserie automobile). La spécification choisie pour cette partie est l'épaisseur du point de soudage dont la taille d'un lot est de l'ordre de **N = 1000 unités**.

I. Détermination de la taille (n) et du critère d'acceptation (c) pour un plan simple ayant comme caractéristiques les paramètres : $\alpha = 0.05$, $NQA = 0.05$ et $\beta = 0.05$, $NQT = 0.15$.

1.1. Calculer le rapport : NQT/NQA .

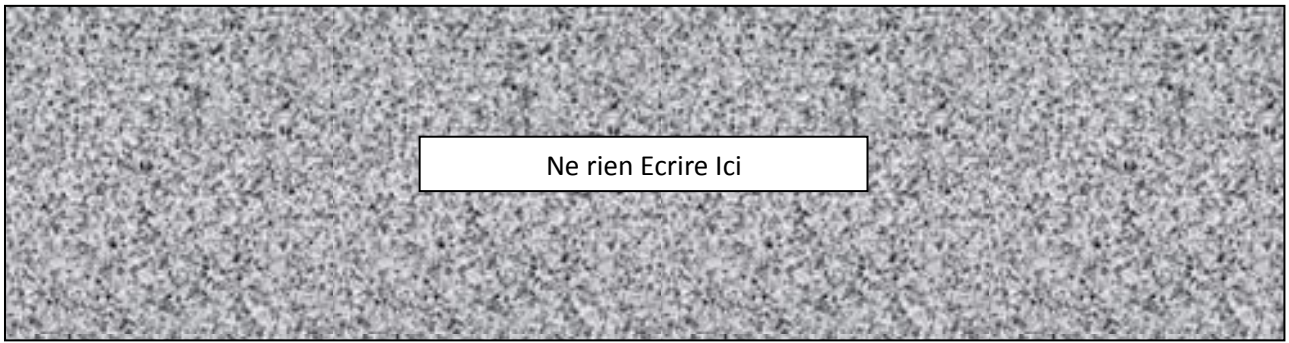
.....

1.2. Déduire du tableau du Cameron de l'annexe I les valeurs de (c) et de (np1)

.....

1.3. Déterminer la taille (n) sachant qu'elle est la valeur immédiatement supérieure au rapport : $np1 / NQA$.

.....



2. On voudrait déterminer les performances des deux plans, simple et double, en vue de choisir celui optimal de **point de vue fournisseur et non client**. Pour cela, on vous donne le tableau 1 des données associé à ces deux plans d'échantillonnage et on vous demande.

Tableau 1 : Valeurs de P_a : plan simple ($n = 94$; $c = 8$) plan double ($n_1 = 46, c_1 = 2$ & $n_2 = 46, c_2 = 3$)

P	P_a (plan simple)	P_a (plan double)	P	P_a (plan simple)	P_a (plan double)
0	0,997	0,999	0,07	0,129	0,424
0,01	0,89	0,937	0,08	0,067	0,294
0,02	0,718	0,843	0,10	0,024	0,18
0,03	0,604	0,78	0,12	0,02	0,1
0,04	0,486	0,684	0,14	0,008	0,05
0,05	0,38	0,6	0,16	0	0,01
0,06	0,263	0,52	0,18	0	0

2.1. Tracer les deux courbes d'efficacité associées sur la figure 2 du document à rendre. Utiliser deux couleurs différentes et indexer la légende.

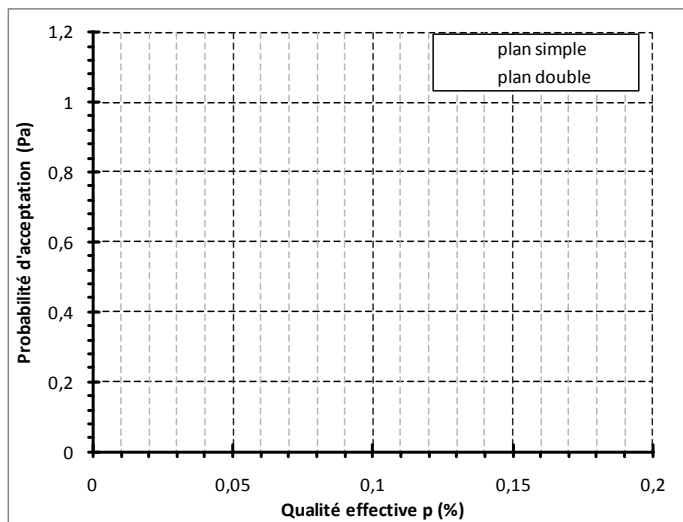


Figure 2

• Pouvez-vous, dégager les avantages et les inconvénients du chaque plan ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2. Pour des lots de qualité effective $p\% = 4\%$ ou mieux, comparez les probabilités d'acceptation du plan double et du plan simple.

.....

.....

2.3. Que choisissiez-vous, dans ces conditions de la question 2.2 si vous êtes **fournisseur** puis si vous êtes **client** dans le cas ou le plan simple est une fois et demi plus cher qu'un plan double ? Justifier.

.....

.....

.....

.....

.....

2.4. Déterminer le taux d'accroissement de la probabilité d'acceptation P_a à une qualité effective de 3% si on remplace le plan simple par un plan double. Conclure.

.....

2.5. Sur quels critères pratiques nous choisissons un plan ou autre pour effectuer nos stratégies de contrôle.

.....

3. Déterminer les indicateurs QMAC et Q_m de chaque plan pour la même qualité effective de 3% et effectuer les calculs nécessaires.

	Plan simple		Plan double		Conclure
	p=2%	p=3%	p=2%	p=3%	
QMAC				
Q_m				

Rque : Pour le cas du plan double on procède comme suit :

- Si le critère d'acceptation $c < c_1$; alors $P_{a1}=P_a$ et $P_{a2}=0$.
- Si le critère d'acceptation $c_1 < c < c_2$; alors $P_{a1}=0$ et $P_{a2}=P_a$

Les calculs nécessaires.

.....

PARTIE 2 : MAITRISE DE PROCEDURE PAR PLANS D'EXPERIENCES (7 PTS)

On s'intéresse dans cette partie à l'identification des facteurs et de ses interactions possédant les influences les plus significatives sur les grandeurs de qualité de soudage (la résistance mécanique de point de soudage) et sur sa précision géométrique (Epaisseur du point de soudage).

4. En se référant à la figure 1, préciser tout en le justifiant, les variables d'entrée, appelées facteurs, et les variables de sortie, appelées réponses, qui interviennent dans la qualité du produit fini.

.....

Pour maîtriser le processus de soudage trois facteurs d'entrée à 2 niveaux chacun (bas -1 et haut +1) ont été retenus, soient 8 expériences en total et d'en évaluer après chaque essais l'épaisseur des deux tôles soudées et la résistance mécanique sous assemblage par soudage (voir tableau de l'annexe). On vous rappelle pour ceci que le modèle mathématique de modélisation des réponses peut s'écrire d'une façon similaire de la façon suivante :

$$Y = a_0 + a_1.X1 + a_2.X2 + a_3.X3 + a_4.X4 + a_5.X5$$

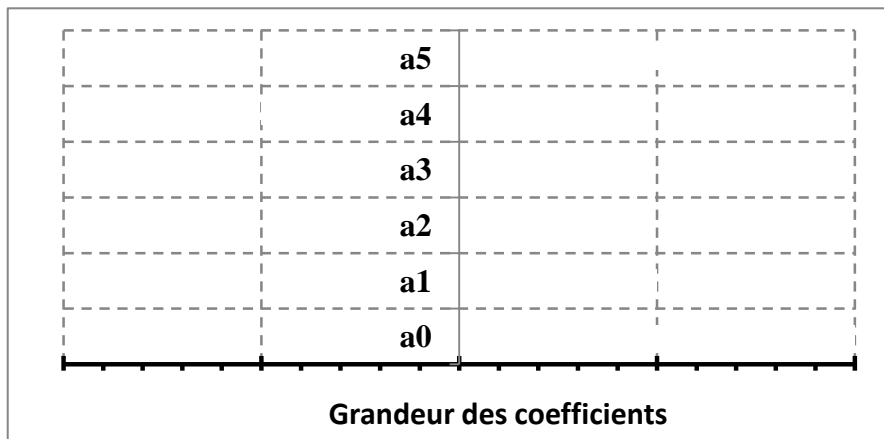
5. Que caractérisent les coefficients a_0 , a_4 et a_5 .

.....

6. Ecrire les équations permettant de calculer les coefficients du modèle pour le cas de l'épaisseur de point de soudage. Faire l'application numérique.

Coeff.	Equation détaillée	A.N
a_0		
a_1		
a_2		
a_3		
a_4		
a_5		

7. Tracer l'histogramme (horizontal) de ces effets sur le graphique ci-dessous pour le cas de l'épaisseur. Choisissez l'échelle adéquate.



Interpréter. Critiquer en particulier l'effet de l'effort presseur.

.....

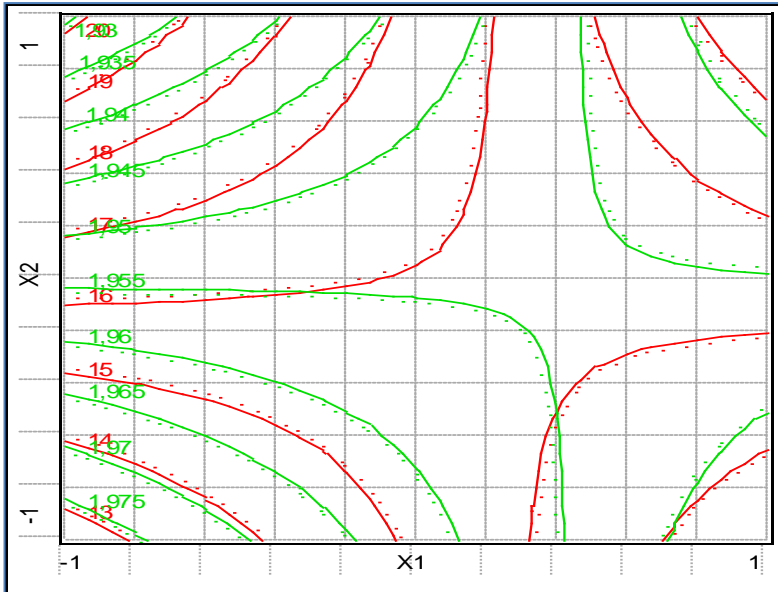
La figure 3 représente les courbes d'isoréponses pour la résistance et l'épaisseur de point de soudage pour deux tôles à une épaisseur de 1mm chacune. On vise ici à maximiser la résistante et à maintenir l'épaisseur du point de soudage autour de la valeur moyenne $E_p = 1.96^{\pm 0.04}$

8. Déduire le taux de réduction de chaque tôle après soudage par point.

.....

9. Discuter le choix d'optimiser les conditions de soudage en vue de maintenir l'épaisseur autour d'une valeur moyenne (1.96 mm) en plus de l'intérêt évident à maximiser la résistance mécanique.

.....



10. Pouvez-vous teinter l'espace vectoriel des expériences permettant de répondre aux objectifs recherchés ci-dessus ?

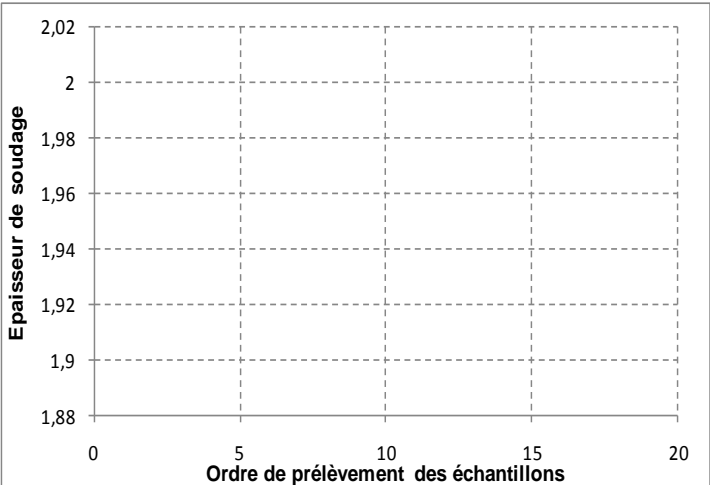
11. Décrire en plus les intérêts pratiques des cartographies à isoréponses déduites de la démarche d'optimisation par plan d'expériences :

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

PARTIE 3 : PILOTAGE ET SURVEILLANCE PAR CARTES DE CONTROLE (7 PTS)

On s'adresse dans cette partie à l'étude de la distribution temporelle de l'épaisseur du point du soudage $E_p = 1.96^{+0.04}$. Le tableau 1 regroupe les mesures de contrôle attribuées à **20 échantillons** dont la taille (n) est de **6 unités**. On vous demande de répondre aux questions suivantes :

12. Tracer la carte résultante de ces mesures de contrôle, reporter les limites calculées et les spécifications visées.



Calculer les limites de contrôle.

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

13. Interpréter

14. Comment peut-on intégrer cette démarche de plan d'échantillonnage, d'optimisation par plan d'expériences et de pilotage par cartes de contrôle dans l'assemblage à grande séries asservis par automates programmables (à l'aide des robots) des carrosseries automobile

Tableau 1 : Contrôle de la compacité du tabac, avec $\bar{w} = 1,02 = \bar{R}$

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(%) \bar{X}_i	1.99	1.9	1.93	1.96	1.96	1.95	1.96	2	1.94	1.97	1.98	1.92	1.94	1.95	1.96	1.95	1.94	1.96	1.95	1.97

Tableau 2 : Matrice à niveaux et résultats du plan d'expérience utilisé

N° de l'essai	Facteur 1 Effort E	Facteur 2 Intensité I	Facteur 3 Géométrie Electrode	Facteur 4=1.2.3	Facteur 5 =1.3	Résistance Mécanique (KN)	Epaisseur (mm)
1	-1	-1	-1	-	+	7	1,99
2	-1	-1	1	+	-	22	1,96
3	-1	1	-1	+	+	18	1,9
4	-1	1	1	-	-	24	1,98
5	1	-1	-1	+	-	13	1,96
6	1	-1	1	-	+	26	1,92
7	1	1	-1	-	-	10	1,99
8	1	1	1	+	+	19	1,92

Tableau 3 : Table de Cameron : prédiction de la taille des échantillons : Valeur du rapport p2/p1

c	$\alpha=0,05$ $\beta=0,10$	$\alpha=0,05$ $\beta=0,05$	$\alpha=0,05$ $\beta=0,01$	np1	c	$\alpha=0,01$ $\beta=0,10$	$\alpha=0,01$ $\beta=0,05$	$\alpha=0,01$ $\beta=0,01$	np1
0	44,890	58,404	89,781	0,052	0	229,105	298,073	458,21	0,010
1	10,946	13,349	18,681	0,355	1	26,184	31,933	44,686	0,149
2	6,509	7,699	10,280	0,818	2	12,206	14,439	19,278	0,436
3	4,890	5,675	7,352	1,366	3	8,115	9,418	12,202	0,823
4	4,057	4,023	5,017	2,613	5	6,249	7,156	9,072	1,279
6	3,206	3,604	4,435	3,286	6	4,520	5,082	6,253	2,330
7	2,957	3,303	4,019	3,981	7	4,050	4,524	5,506	2,906
8	2,768	3,074	3,707	4,695	8	3,705	4,115	4,962	3,507
9	2,618	2,895	3,462	5,426	9	3,440	3,803	4,548	4,130

Formulaire

$$L_{SC\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} ; L_{IC\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} ; L_{SS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \cdot \bar{W} ; L_{IS\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \cdot \bar{W}$$

Avec $A_2 = 0.498$ $A_3 = 0.316$

Plan simple : $QMAC = \frac{Pa \cdot p(N-n)}{N}$; $Q_m = n + (1-Pa)(N-n)$

Plan double : $QMAC = \frac{[P_{a1}(N-n_1) + P_{a2}(N-n_2-n_1)] \cdot p}{N}$; $Q_m = n_1 \cdot P_{a1} + (n_1 + n_2) \cdot P_{a2} + (N - n_1 - n_2)(1 - P_a)$