

EXAMEN DE LA PREMIERE SESSION.

PREMIERE PARTIE (4 points).

Pour chacun des modèles ci dessous donner :

- a) le nombre de coefficients indépendants du modèle,
- b) la contrainte imposée par l'orthogonalité,
- c) la taille minimale d'un plan orthogonal, = FPCM
- d) la table du polycopié permettant de satisfaire toutes les conditions précédentes si elle existe.
- e) éventuellement une table mieux adaptée en augmentant le nombre de niveaux de certains facteurs.
- f) la méthode d'évaluation de l'écart type avec le nombre de degrés de liberté associé si une table a été trouvée : Résidus, répétition...

NB1) Choisir impérativement une table de quantification s'il n'y a pas d'interactions.

NB2) L'écart type est inconnu et doit être calculé avec au moins 5 degrés de liberté.

1.1) 4 facteurs à 3 niveaux avec toutes les interactions possibles.

1.2) 2 facteurs à 2 niveaux et 3 facteurs à 3 niveaux sans interaction.

1.3) 2 facteurs à 2 niveaux et 3 facteurs à 3 niveaux avec toutes les interactions d'un des facteurs à 2 niveaux avec les 4 autres facteurs.

SECONDE PARTIE (10 points).

Un ingénieur veut optimiser un procédé de soudure par points de capots. La machine comporte deux roulettes que l'on fait rouler sur les bords du capot. Un courant alternatif à 1KHz pulsé circule entre les deux roulettes. La soudure se fait donc par points successifs. Il veut dans un premier temps tenter d'améliorer la qualité de la soudure qui est contrôlée par un test de pelage.

Il a identifié 4 paramètres susceptibles d'avoir une influence sur la qualité de la soudure.

- Le rapport cyclique de la puissance réglé à 40%.
- La période des impulsions réglé à 12hz.
- Le courant circulant entre les électrodes réglé à 600A.
- La vitesse de déplacement des électrodes. 10mm/s.

N'ayant aucune idée du sens de l'influence de ces paramètres sur la qualité de la soudure il décide de tous les faire varier en plus et en moins autour des valeurs initiales.

Il décide donc d'étudier ces paramètres sur les 3 niveaux suivants :

- Le rapport cyclique : 30 40 50%.
- La période : 8 12 16Hz.

M2 « Matériaux » CONCEPTION D'EXPERIMENTATIONS

- Le courant	500	600	700A.
- La vitesse	7	10	13mm/s.

Il pressent des interactions entre les différents facteurs mais ayant calculé le nombre d'expériences à effectuer pour les prendre en compte (Voir question 1.1) il décide de ne pas le faire.

2.1) Décrire le modèle symbolique qui sera utilisé et calculer le nombre de coefficients indépendants la contrainte imposée par l'orthogonalité ainsi que la taille minimale d'un plan orthogonal.

Il décide de faire un plan d'expériences TAGUCHI de type L9(3⁴) qui semble le mieux adapté pour son étude. N'ayant aucune idée de la dispersion naturelle des mesures il décide de répéter le plan 4 fois. Pour chaque combinaison du plan il mesure donc la force moyenne de pelage en kN ainsi que l'écart type des 4 mesures. Ces résultats sont reportés dans le tableau ci dessous :

	Rap.Cyc	Période	Courant	Vitesse	Moyenne	s
1	1	1	1	1	16,3	1,4
2	1	2	2	2	23,8	2,9
3	1	3	3	3	27,1	3,2
4	2	1	2	3	25,0	2,4
5	2	2	3	1	23,8	5,4
6	2	3	1	2	27,7	4,5
7	3	1	3	2	26,2	1,2
8	3	2	1	3	27,7	2,1
9	3	3	2	1	24,7	2,9

2.2) Calculer les coefficients du modèle.

2.3) En utilisant le modèle déterminer la combinaison des paramètres qui donne la meilleure adhérence.

2.4) Quelle est cette valeur ?

2.5) Calculer l'écart type de la dispersion naturelle et le degré de liberté de cette dispersion naturelle.

2.6) Calculer les écarts types pour chacune des actions et des interactions avec le degré de liberté correspondant.

2.7) En utilisant la table de Snedecor calculer la valeur que doit dépasser l'écart type d'une action que cette action soit significative à plus de 90% pour un test bilatéral.

2.8) Y a-t-il des actions dont l'effet n'est pas significatif avec 95% de niveau de confiance (Unilatéral).

2.9) Quelle est l'intervalle de confiance à 90% de la valeur calculée par le modèle.

M2 « Matériaux » CONCEPTION D'EXPERIMENTATIONS

2.10) Pour valider le modèle on décide de faire 4 mesures dans les conditions qui donnent le meilleur rendement (Questions 2.3 et 2.4). Calculer l'intervalle de confiance à 90% de la validation du modèle en ce point :

2.11) La moyenne des 4 mesures est de 17,7. Validez-vous le modèle.

2.12) Comment expliquez-vous ce résultat ?

2.13) Quelle suite donnez vous à cette étude ?

TROISIEME PARTIE (6 points).

Pour trouver un verre permettant de conditionner des déchets nucléaires un ingénieur veut déterminer un mélange dont il peut maîtriser la température de transition vitreuse T_g .

Il dispose de 3 mélanges de base A, B, et C. Le mélange A est riche en Al_2O_3 , le mélange B est riche en SiO_2 et le mélange C est riche en Na_2O .

Pour chaque composition il a décidé de faire 5 éprouvettes de mesure.

Il commence par mesurer la température de transition vitreuse de ses produits de base ce qui donne les résultats suivants.

Mélange	A	B	C	T_g	s
1	1	0	0	572	2,0
2	0	1	0	506	3,9
3	0	0	1	424	5,5

3.1) Calculer les coefficients du modèle de premier ordre.

3.2) En utilisant ce modèle calculer le T_g des mélanges 50/50 de chacun des 3 produits.

Pour valider le modèle linéaire on effectue des mesures de T_g pour chacun des mélanges 50/50 des produits de base.

Les résultats sont les suivants.

Mélange	A	B	C	T_g	s
4	0,5	0,5	0	532	5,7
5	0,5	0	0,5	483	4,7
6	0	0,5	0,5	486	6,2

3.3) Calculer l'écart type des mesures disponibles, le nombre de degrés de liberté correspondant et l'intervalle de validation à 90% de niveau de confiance :

3.4) Le modèle linéaire est-il valide ?

M2 « Matériaux » CONCEPTION D'EXPERIMENTATIONS

3.5) On utilise les nouveaux points mesurés pour calculer un modèle de second ordre. Calculer les coefficients de ce modèle.

3.6) Calculer la valeur donnée par le modèle pour le mélange 1/3, 1/3, 1/3 de chacun des produits.

Pour valider le modèle linéaire on effectue des mesures de résistance pour le mélange 1/3, 1/3, 1/3 de chacun des produits purs.

Les résultats sont les suivants.

Mélange	A	B	C	Tg	s
7	1/3	1/3	1/3	504	7,7

3.7) Calculer l'écart type des mesures disponibles, le nombre de degrés de liberté correspondant et l'intervalle de validation à 90% de niveau de confiance :

Validez-vous le modèle de second ordre ?