

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**PRODUCTIQUE MECANIQUE****E5 : DEFINITION DES PROCESSUS****Sous-épreuve : U.51 - Élaboration d'un processus d'usinage**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2,5

Aucun document autorisé**Contenu du dossier :**

Texte du sujet : Documents DS1 à DS5.
Silhouettes à découper : doc. DRO (4 pages)
Les documents réponses : DR1 à DR5

Cette épreuve a pour but de valider tout ou partie des compétences :

- C25-1 : élaborer un avant-projet de fabrication.
- C25-2 : valider un avant-projet de fabrication.
- C25-3 : établir un mode opératoire d'usinage (contrat de phase).
- C25-5 : choisir les outils et les paramètres de coupe.

CALCULATRICE AUTORISÉE

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

Tous les documents réponses seront placés dans cette chemise de présentation et rendus à la fin de la sous-épreuve.

QUESTION A : Etude de la fabrication du carter

Documents Techniques : DT1 à DT6

Question A1 – Document réponse DR1

L'entreprise GM fabrique des carters : pièce moulée sous pression en alliage d'aluminium avec 12 % de silicium.

Pour la fabrication du carter, elle utilise actuellement un parc machines constitué de :

- Centres d'Usinage CU 3 axes
- Tour à Commande Numérique 2 axes
- Tour à Commande Numérique 3 axes (axe C)
- Machines dites conventionnelles : tours, fraiseuses, perceuses.

Sur le document réponse DR1, établir la nomenclature de phases du carter (Nomenclature N°1).

Indiquer par phase :

- La machine utilisée
- Les surfaces usinées avec leur repère
- La mise en position isostatique (nommer la liaison et le repère de surface, exemple : liaison pivot glissant sur B)

Question A2 - Document réponse DR2 et DR2bis

L'entreprise envisage la fabrication du carter sur Centre d'Usinage Horizontal (CUH) ENSHU 4 axes XYZB (voir caractéristiques techniques DT6) pour le réaliser en une seule phase (nommée Nomenclature N°2).

Sur les documents réponse DR2 et DR2bis, établir le contrat de phase prévisionnel de l'usinage complet du carter sur le CUH 4 axes ENSHU.

Après avoir collé les silhouettes de la pièce (DR0) en position d'usinage sur le document réponse DR2bis (une feuille par position palette), indiquer :

- | | | |
|------------|---|---|
| Sur DR2bis | { | <ul style="list-style-type: none"> • Les positions angulaires (B...) de la palette • La mise en position isostatique (1^{ère} partie de la norme) en vert • Les surfaces usinées en rouge • Le ou les Origines Programme en noir • Le système d'axes normalisé par OP en noir • La ou les spécifications géométriques en bleu permettant de justifier la mise en position isostatique |
| Sur DR2 | { | <ul style="list-style-type: none"> • Les opérations dans l'ordre chronologique • Le type d'outil • Les positions angulaires (B...) de la palette |

DOC. DS1

Question A3 - Document réponse DR3

Etude comparative des 2 nomenclatures de phases pour le carter :

- Nomenclatures N°1 : plusieurs phases (question A1)
- Nomenclature N°2 : une seule phase (question A2)

Sur le document réponse DR3 :

- Indiquer 2 critères permettant de choisir entre les deux nomenclatures.
- Argumenter clairement chaque critère en se situant dans le contexte de l'entreprise (voir programme de production et définition du produit).

QUESTIONS B : Choix d'outils**Documents Techniques : DT2 - DT3 - DT5 - DT7 à DT9**

Nous allons nous intéresser à l'usinage des groupes de surfaces suivants :

- Groupe 1 : M + N + Faces + Diamètres
- Groupe 2 : E (6 taraudages M6)

Question B1 – Document réponse DR4**Etude du groupe 1 : Doc. DT7**

Ces surfaces sont obtenues par un outil combiné (voir Doc. DT8)

B1.1 Quels sont les usinages réalisés par cet outil (affecter à chaque cartouche **6**, **7**, **8** et à la tête micrométrique **9** les surfaces usinées) ?

B1.2 Quels sont les avantages et les inconvénients de cet outil combiné ?

Question B2 – Document réponse DR4**Etude du groupe 2 : Doc. DT2 et DT3**

Pour le taraudage M6, le fournisseur TITEX préconise l'utilisation de trois tarauds (voir Doc. DT9).

- Calculer, pour la référence **B1235**, le coût d'un taraudage en tenant compte des données ci-dessous et compléter le tableau.

- Profondeur de taraudage = 20 mm + 3 mm de garde
- Temps auxiliaire pour l'opération : 3 secondes
- Taux horaire du C.U. : 80 € / h

Rappel : ce coût inclus :

- la part liée à l'utilisation de l'outil
- la part liée à l'utilisation de la machine, associée au temps de cycle (pour un taraudage)

- Choisir une référence.

QUESTION C : Optimisation de l'état de surface du $\varnothing 70.005$

Documents Techniques : DT1 à DT5

Question C1 – Document réponse DR5

Au cours de l'usinage du carter, le respect de l'état de surface du $\varnothing 70.005$ repère « M » (réalisé par un outil de type barre à grain) est difficile à respecter. En effet, un Ra de 0.8_{MAX} est demandé.

Suite à ces constatations, les services méthodes et qualité décident de mettre en œuvre un plan d'expériences pour respecter cet état de surface.

Ils décident d'étudier 5 facteurs jugés influents sur l'état de surface sans interaction. Ces 5 facteurs sont choisis à 2 niveaux de réglage :

N°	Facteurs	Niveau 1	Niveau 2
f	Avance par tour	0.07	0.1
r_ϵ	Rayon de plaquette	0.4	0.8
Vc	Vitesse de coupe	500	660
Lub	Lubrifiant	Type 1	Type 2
P	Type plaquette	Type 1	Type 2

Après réalisation d'essais, le plan d'expériences donne les résultats suivants :

Essais N°	Facteurs					Etat de surface mesuré : $Ra =$
	f	r_ϵ	Vc	Lub	P	
1	1	1	1	1	1	1.38
2	1	1	2	2	2	1.30
3	1	2	1	2	2	0.94
4	1	2	2	1	1	0.78
5	2	1	1	1	2	1.82
6	2	1	2	2	1	2.06
7	2	2	1	2	1	1.70
8	2	2	2	1	2	1.22

Niveaux des facteurs réglés lors des expérimentations :

- 1 : Niveau 1
- 2 : Niveau 2

Par exemple pour f : 1 signifie que l'avance par tour est réglée à 0.07 mm/tr

Sur le Document réponse DR5, justifier le choix des facteurs f et r_ϵ .

DOC. DS4

Question C2 – Document réponse DR5

Le groupe de travail doit maintenant calculer l'influence ou effet moyen sur l'état de surface des différents facteurs

Les effets moyens des facteurs

Calcul des effets moyens des facteurs (par exemple pour P : type de plaquette)

E_{P1} : effet moyen de P au niveau 1

M : moyenne générale du Ra pour toutes les expérimentations = 1.4

$E_{P1} = \text{Moyenne des essais lorsque P est au niveau 1} - \text{Moyenne générale}$
--

Application numérique dans notre exemple pour P :

$$E_{P1} = [(Ra \text{ essai 1} + Ra \text{ essai 4} + Ra \text{ essai 6} + Ra \text{ essai 7}) / 4] - M$$

$$E_{P1} = \frac{(1.38 + 0.78 + 2.06 + 1.70)}{4} - 1.4 = 0.08$$

Il est évident que $E_{P1} = -E_{P2}$ si on connaît l'effet du facteur P au niveau 1 on peut en déduire l'effet du facteur P au niveau 2

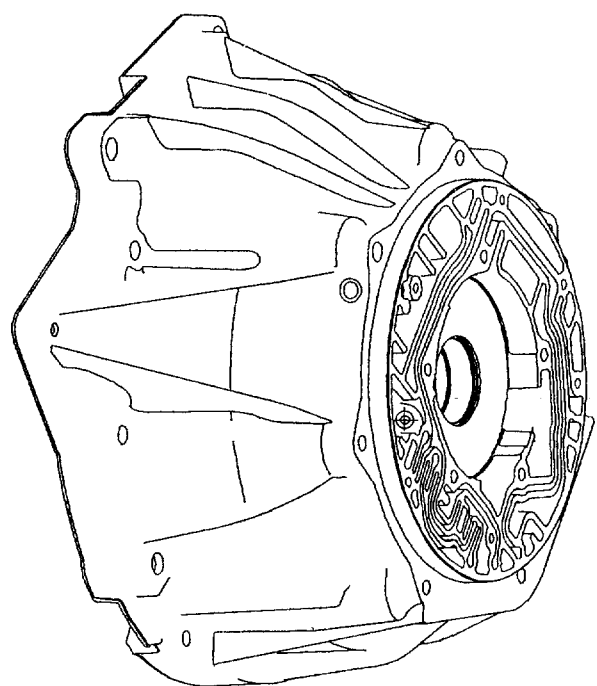
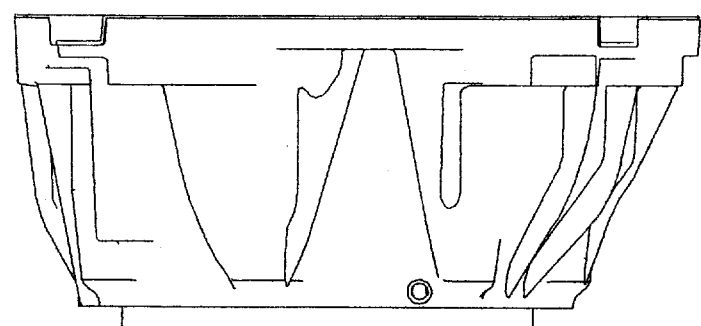
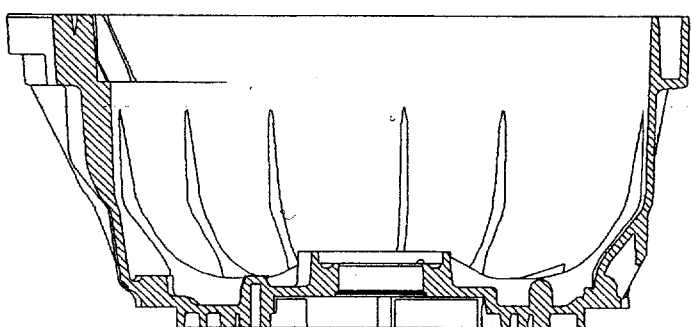
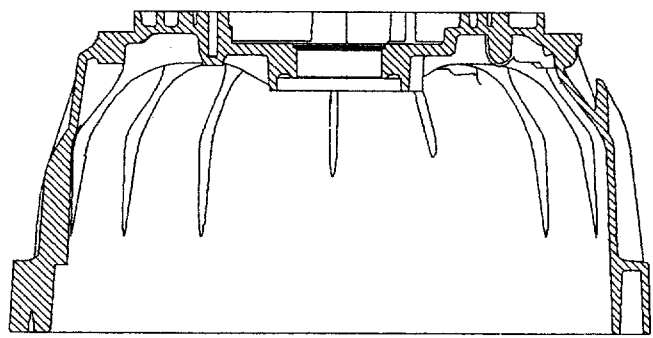
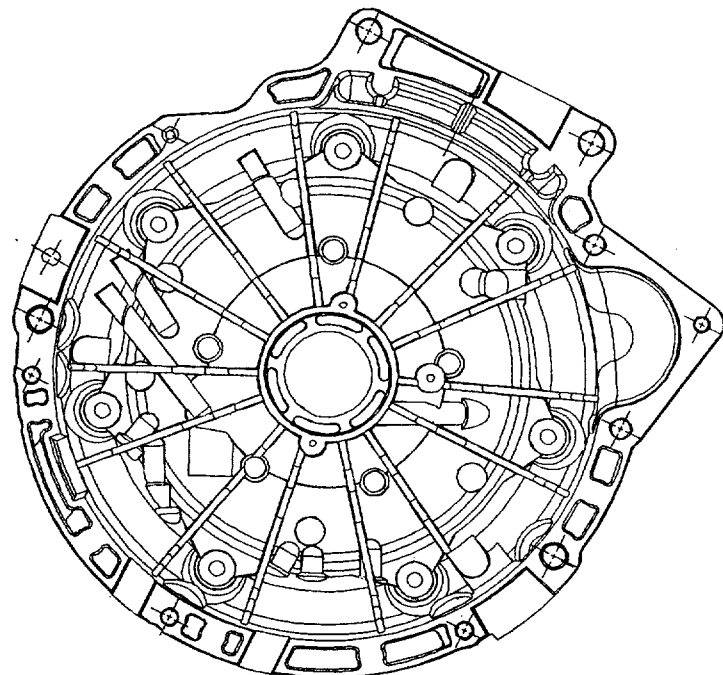
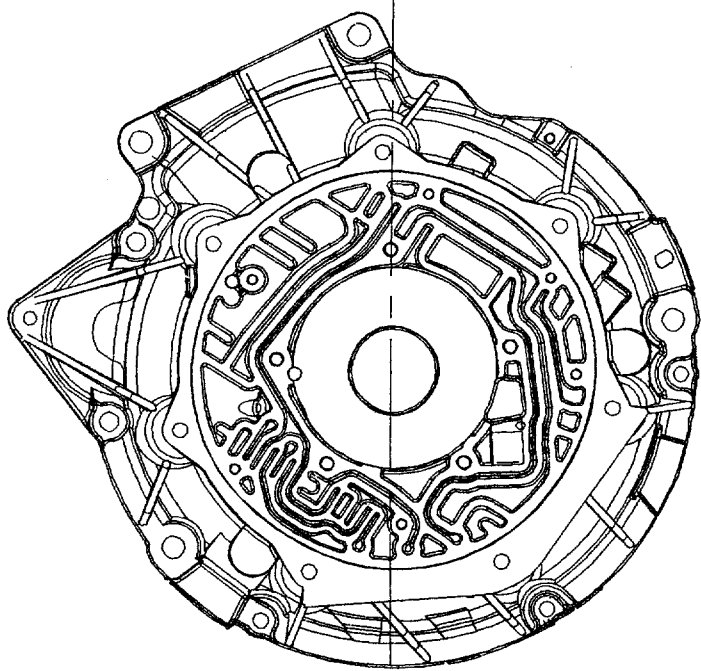
→ $E_{P2} = -0.08$

Sur le document réponse DR5, calculer les effets moyens des différents facteurs étudiés.

On souhaite avoir le meilleur état de surface possible (Ra le plus petit), choisir le niveau de réglage des facteurs pour la production future et calculer la valeur théorique de l'état de surface que l'on devrait obtenir.

Document DR0 - Question A2 - LES SILHOUETTES

Plan de coupe des silhouettes en coupe



Document réponse DR2 bis		CONTRAT DE PHASE - PHASE N°		Page :
QUESTION A2	Désignation :			/
	Élément : Carter	Programme de production : 1500p / jour		
	Ensemble : Boîte de vitesses	Matière : EN AB-44200 (Al Si 12)		
	Machine-Outil :	Brut : Moulé		
Croquis de phase :		Position angulaire de la palette : B _____		

Document réponse DR3 - Question A3

Critères de choix :
<ul style="list-style-type: none">• _____• _____

Argumentation par critère indiqué ci-dessus :
<p>Critère : _____</p> <p>Argumentation :</p>
<p>Critère : _____</p> <p>Argumentation :</p>

Document réponse DR4 - Questions B1 - B2

B1.1 : Usinages des surfaces du groupe 1

Outil	Surfaces usinées
Cartouche 6	
Cartouche 7	
Cartouche 8	
Tête micrométrique 9	

B1.2 : Citer les avantages et les inconvénients de cet outil combiné

Avantages	Inconvénients

B2 : Calcul du coût de l'opération (un taraudage)

Détailler votre calcul (formule littérale) :

Référence du taraud	Coût d'un taraudage (en €)
B1235	
B1257TFT	0,1133
B1274	0,0995

Choix de la référence du taraud :

Document réponse DR5- Question C1 et C2

Question C1 : Justification du choix de l'avance par tour et du rayon de plaquette carbure comme critère influent sur l'état de surface
(un schéma peut être souhaitable pour expliquer ces choix)

	Justification
f	
r _ε	

Question C2 : Calcul des effets moyens des facteurs

$$E_{P1} = + 0.08$$

$$E_{P2} = - 0.08$$

$$E_{f1} =$$

$$E_{f2} =$$

$$E_{Vc1} =$$

$$E_{Vc2} =$$

$$E_{r\epsilon 1} =$$

$$E_{r\epsilon 2} =$$

$$E_{Lub1} =$$

$$E_{Lub2} =$$

Choix du niveau de réglage des facteurs pour avoir le Ra le plus petit :

Facteurs	Niveau 1 ou 2	Valeur de réglage	Effet moyen
f			
r _ε			
Vc			
Lub			
P			

Calcul de la valeur théorique de l'état de surface pour la production future :

$$\text{Ra}_{\text{théorique}} = M + \text{Effets moyens des facteurs aux niveaux choisis}$$

=