**SESSION 2023**

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**

**TECHNICIEN D’USINAGE**

**Épreuve E2 - Élaboration d’un processus d’usinage**

**Durée de l’épreuve : 4 heures - Coefficient 3**

**DOSSIER CORRIGÉ**

**Le dossier est constitué des documents suivants :**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Repère** | **DT** | **Temps**  **conseillé** | **Barème** |
| **Temps de lecture du sujet** | **DC2** |  | **15 min** |  |
| **Partie 1 - Analyse de la machine** | **DC3** | **DT2** | **30 min** | **/ 6.5** |
| **Partie 2 - Chronologie des opérations** | **DC4** | **DT1/3/4/15** | **45 min** | **/ 5.75** |
| **Partie 3 - Étude du porte-pièce** | **DC5/6** | **DT1/5/6/7** | **45 min** | **/ 9** |
| **Partie 4 - Choix d’outil** | **DC7/8** | **DT1/8/9/10/11/12** | **45 min** | **/ 9** |
| **Partie 5 - Traitement thermique** | **DC8** | **DT1/8/13/14** | **30 min** | **/ 4.25** |
| **Partie 6 - FAO** | **DC9** |  | **30 min** | **/ 5.5** |

TOTAL : / 20

TOTAL : / 40

**PRÉSENTATION DU SUJET**

* **Mise en situation**

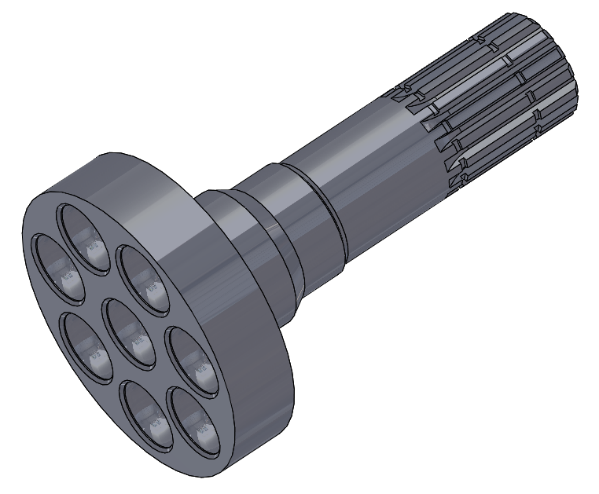


La pièce fabriquée est issue d’une pompe hydraulique à pistons axiaux à axe coudé du fabricant HYDRO-LEDUC. La société est spécialisée dans la conception et la fabrication de composants hydromécaniques. Elle est basée à Azerailles en Lorraine, au nord-est de la France.

Cette pompe est destinée à être installée sur les camions, afin d’alimenter en énergie hydraulique (fluide comprimé) ses différents actionneurs tels que : vérins de bennes, hayons élévateurs, bras de manutention, etc.



* **Présentation de la pièce**



L’étude portera sur la pièce nommée : **arbre d’entrée** qui fait partie de l’ensemble pompe hydraulique. L’usinage de la pièce est sous-traité par série de 200 pièces par mois.

* **Problématique**

Initialement le sous-traitant a usiné **l’arbre d’entrée**sur un tour 2 axes, une machine de taillage d’engrenages et un centre d’usinage 5 axes. Des erreurs d’indexation entre les cannelures et les sphères ont été causées par les repositionnements successifs des pièces lors des différentes phases d’usinage. Ces défauts de fabrication entraînent un nombre trop important de rebuts.

Le bureau des méthodes souhaite modifier le processus de fabrication de cette pièce afin de remédier à ce problème. **L’arbre d’entrée** sera réalisé en 2 sous-phases sur un tour bi-broches multi-axes équipé d’une contre-pointe et d’outils motorisés. Afin de maitriser les coûts et d’uniformiser les outils, la machine devra accepter des corps d’outils en **carré de 20 mm** et être **la moins chère possible.** Votre étude portera sur la modification du processus d’usinage.

**TRAVAIL DEMANDÉ**

**Partie 1 - Analyse de la machine**

**/ 6.5 pts**

.

Parmi un catalogue de différentes machines-outils, vous devez sélectionner le nouveau tour bi-broches multi-axes. Il devra être équipé d’outils motorisés, être compatible avec les corps d’outils stockés dans l’entreprise (20\*20) et être le moins cher.

Vous indiquerez les unités à vos réponses.

*⮱ À l’aide du document suivant :*

*DT2 machine-outil*

**Q1.1 - Énumérer le nom des machines possédant deux broches indexables :**

**DMG AMori ALX 200 - SOMAB DELATAMAX 600 – MAZAK QUICKTURN 150M**

**Q1.2 - Parmi les machines retenues, lister celles qui possèdent des outils motorisés.**

**SOMAB DELATAMAX 600 – MAZAK QUICKTURN 150M**

**Q1.3 - Déterminer la machine qui respecte les contraintes du bureau des méthodes.**

**MAZAK QUICKTURN 150M**

**Q1.4 - Donner la fréquence de rotation maximum de la broche 1 de la machine.**

**6000 tr/min**

**Q1.5 - Relever la puissance maximum de la broche 1.**

**7.5 KW**

**Q1.6 - Noter la fréquence de rotation maximum de la broche 2.**

**5000 tr/mn**

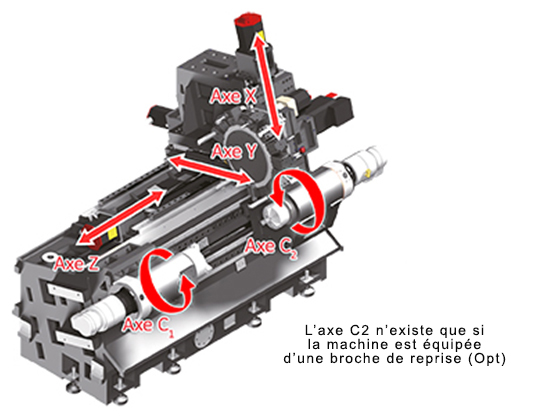
**Q1.7 - Donner la puissance maximum de la broche 2.**

**5.5 KW**

**Q1.8 - Indiquer dans le tableau ci-dessous les courses machine.**

|  |  |
| --- | --- |
| Course maxi X | **300 mm** |
| Course maxi Y | **150 mm** |
| Course maxi Z | **400 mm** |

**Q1.9 - Sur le schéma ci-dessous indiquer les axes machine.**

****

**Partie 2 - Étude de la chronologie des opérations**

**/ 5.75 pts**

Excepté le débit du brut (phase 10), les usinages de l’arbre d’entrée sont regroupés en deux sous-phases. Celles-ci sont réalisées successivement sur les deux broches qui équipent le tour.

*⮱ À l’aide des documents suivants :*

*DT1 Dessin de définition*

*DT3 Repérage des surfaces et entités d’usinage*

*DT4 Nomenclature des phases*

*DT15 Fonctionnement d'un tour bi-broches*

**Q2.1 - Déterminer sur quelles broches sont réalisées les entités usinées et si elles sont réalisées en ébauche et/ou finition. Compléter les lignes manquantes dans le tableau ci-dessous.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Repère de la surface ou de l’entité** | **Broche principale (n°1) Phase 20 – Sous phase A** | | **Broche secondaire (n°2) Phase 20 – Sous phase B** | |
| **Ébauche** | **Finition** | **Ébauche** | **Finition** |
| 1 |  | X |  |  |
| 2 | **X** | **X** |  |  |
| 3 | **X** | **X** |  |  |
| 4 | **X** | **X** |  |  |
| 5 | **X** | **X** |  |  |
| 6  8 | **X** | **X** |  |  |
| 7 | **X** | **X** |  |  |
| 8 | **X** | **X** |  |  |
| 9 | **X** | **X** |  |  |
| 10 | **X** | **X** |  |  |
| 11 | **X** | **X** |  |  |
| 12 | **X** | **X** |  |  |
| 13 | **X** | **X** |  |  |
| 14 |  |  | **X** | **X** |
| 15 |  |  | **X** | **X** |
| 16 |  |  | **X** | **X** |
| 17 |  |  | X | X |
| 18 |  |  |  | **X** |
| 19 | **X** | **X** |  |  |

**Q2.2 - Reporter dans le tableau la spécification géométrique et la cote angulaire associées à l’entité 19.**

|  |  |
| --- | --- |
| ENTITÉ | SPÉCIFICATION GÉOMÉTRIQUE ET COTE ANGULAIRE |
| 19 |  |

**Q2.3 - Expliquer le mode de fonctionnement des deux broches du tour lors de la phase de transfert de la pièce.**

**Pendant la phase de transfert, les deux broches sont synchronisées en orientation.**

**Q2.4 - Justifier le choix du remplacement du tour 2 axes par un tour bi-broche. Citer les entités d’usinage concernées dans la problématique.**

**Pour garantir l’indexation des cannelures Rep1 et l’inclinaison des sphères par rapport aux cannelures**

**Q2.5 - Proposer une chronologie des opérations de la sous-phase 20 A.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Chronologie** | **Opération d’usinage** | **Repère de la surface/entité** |
| 1 | Dressage finition | 2 |
| 2 | Pointage | 1 |
| 3 | Perçage | 1 |
| 4 | Contournage ébauche | 3-6-7-8-9-10-11-12-13 |
| 5 | **Contournage finition** | **3-6-8-9-10-11-12-13** |
| 6 | **Finition du piquage (optionnel)** | **7** |
| 7 | **Ébauche des cannelures** | **19** |
| 8 | **Ébauche + finition des gorges** | **4-5** |
| 9 | **Finition des cannelures** | **19** |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Partie 3 - Étude du porte-pièce**

**/ 9 pts**

Après une analyse détaillée de la chronologie de l’usinage de l’arbre d’entrée sur le tour bi-broches, nous allons étudier la définition des mors doux et des cimblots de la broche de reprise n°2.

*⮱ À l’aide des documents suivants :*

*DT1 Dessin définition*

*DT5 Portes-pièces*

*DT6 Cimblot Norelem*

*DT7 Symbolisation technologique*

**Q3.1 - Analyse de la phase 20B.**

Le porte-pièce monté sur la broche secondaire est un mandrin à serrage hydraulique. Nous allons l’équiper de trois mors, assurant la mise et le maintien en position de la pièce sur la surface de référence A et de 3 cimblots sur la surface de référence C.

**Q3.1.1 - Lors de la réalisation de la sous-phase 20B, 3 cimblots sont positionnés sur les mors doux. Indiquer le type de liaison assuré par les 3 cimblots.**

**Ils** **permettent de réaliser la liaison appui plan.**

**Q3.1.2 - En déduire le type de centrage et le type de liaisons associées. Justifier votre réponse.**

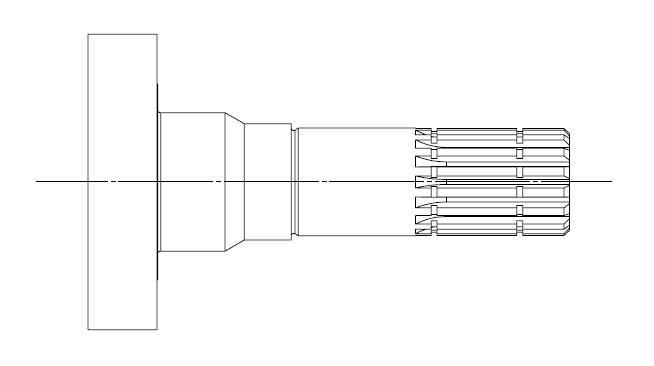
**Centrage court : le diamètre > 1.5 x la longueur. Liaison linéaire annulaire**

**Q3.1.3 – Indiquer le type de mors permet la reprise de la pièce dans la broche 2, sans détériorer la surface A. Justifier votre réponse.**

**Des mors doux, ils permettent de se positionner sur une surface usinée sans la détériorer et assurent une bonne précision de la mise en position**

**Q3.1.4 - Sur le schéma ci-dessous, représenter les symboles technologiques (2ème partie de la norme de la mise en position) réalisés par les mors doux et les cimblots.**

Les trois mors doux équipés de 3 cimblots assurent la mise en position et le serrage de la pièce sur la surface de référence A et sur la surface de référence C.



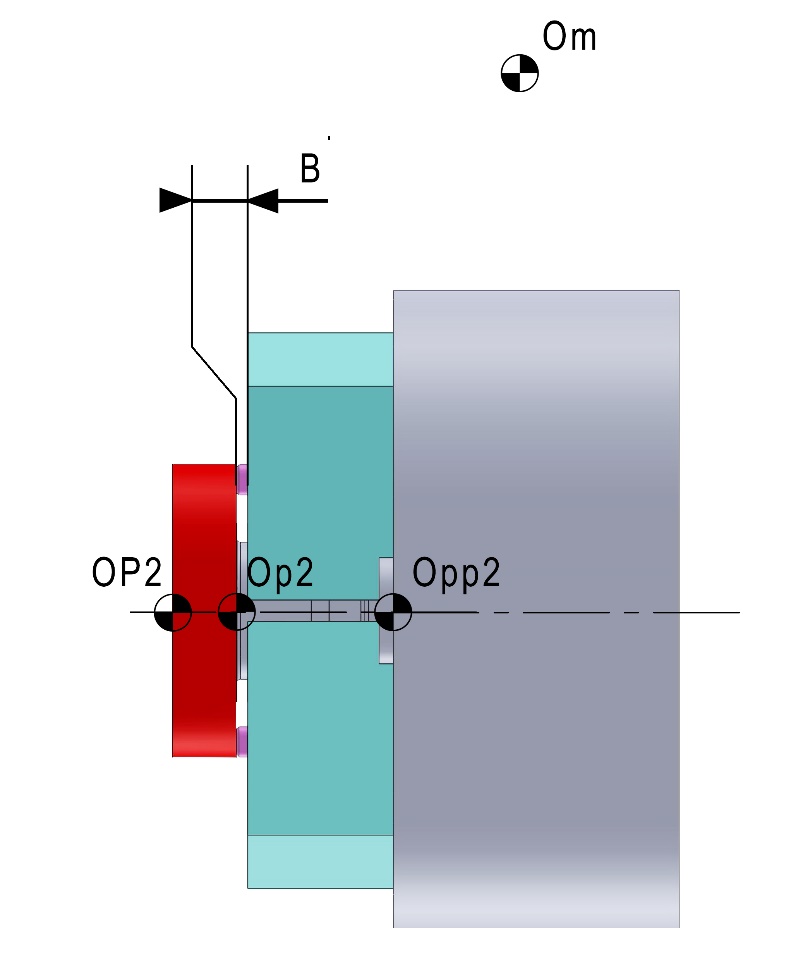
**



**Q3.2 - Localisation de l’origine programme.**

Afin de mettre en œuvre la machine, il faut déterminer et introduire les positions relatives des différentes origines dans l’espace travail.

**Q3.2.1 - Représenter les axes sur l’OP2 ainsi que les décalages d’origine (****) pour la sous-phase 20B.**



**X2**

**Z2**

**DEC Z**

**Q3.2.2 - Calculer, et reporter les valeurs des dans le tableau.**

**/ 9 pts**

Dans l’encadré ci-dessous, indiquer la référence du cimblot choisi, reporter la valeur B, puis calculer la valeur des .

**Cimblot 02201061 H= 4.5 mm**

**Hauteur mors doux Hmd= 51 mm**

**= 22.4 mm**

**B= H**

**= Hmd + B + = 77.9 mm**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **X** | **Z** |
| DEC | **0** | **77.9** |

**Partie 4 - Choix d’un outil et définition des conditions de coupe**

Vous allez maintenant déterminer l’outil et les conditions de coupe qui permettront de réaliser les cannelures repère 19.

**Q4.1 - Choix de l’outil.**

. *⮱ À l’aide des documents suivants :*

*DT1 Dessin de définition*

*DT8 Fiche matière MOC2*

*DT9 Cannelures normalisées DIN5480*

*DT10 Outil de fraisage des cannelures Sandvik*

**Q4.1.1 - Donner la désignation normalisée de la matière de « l’arbre d’entrée ».**

**42CrMo4**

**Q4.1.2 - Donner le domaine d’application de cette matière.**

**Arbres, engrenages, pièces travaillant à l’usure.**

**Q4.1.3 - Donner la raison principale qui justifie le choix de cette matière.**

**Bonne résistance à l’usure.**

**Q4.1.4 - À partir de la norme DIN5480 des cannelures, reporter les caractéristiques des cannelures repère 19 (M, ØDe, Nb, ØDi, L).**

**M :2, ØDe :35, Nb :16, ØDi :31, L :55**

**Q4.1.5 - À partir de l’extrait de catalogue « outil de fraisage des cannelures sandvik » déterminer le corps d’outil et reporter sa référence ci-dessous.**

**R171.4-50C4-M5**

**Q4.1.6 - Donner les caractéristiques techniques du corps d’outil (nuance, taille, nombre de plaquettes, type d’attachement, diamètre du corps et plage de module).**

* nuance : **GC1130**
* taille : **M**
* nombre de plaquettes : **5**
* type d’attachement : **Capto C4**
* diamètre du corps**: 50**
* plage de module : **1.5-2.5**

**Q4.2 - Définition des conditions de coupe.**

.

Afin d’obtenir les conditions de coupe pour l’usinage des cannelures, vous listerez les éléments techniques essentiels à la rédaction d’un e-mail au représentant Sandvik.

*⮱ À l’aide des documents suivants :*

*DT10 Outil de fraisage des cannelures Sandvik*

*DT11 E-mail recommandation de conditions de coupe*

**Q4.2.1 - En reprenant les éléments définis aux questions de la partie 4.1,** **lister les éléments techniques essentiels à la rédaction d’un e-mail au représentant Sandvik.**

**R171.4-50C4-M5 outil de fraisage de cannelure** Nuance : **GC1130**

**Q4.2.2 - À partir de la réponse par email « Recommandation de conditions de coupe », définir la vitesse de coupe Vc, la vitesse d’avance maximum et la profondeur de passe pour l’ébauche. Justifier vos choix.**

**Les conditions de coupe correspondant au corps d’outil R171.4-50C4-M5 sont :  
Vc = 300 m/min Avance maximum**

**Vf = 1275 mm/min AP=0.25**

**Q4.3 - Vérification de la capacité machine.**

Nous allons vérifier que la machine-outil a la puissance nécessaire pour la réalisation des cannelures.

*⮱ À l’aide du document suivant :*

*DT12 Formules et définitions pour le fraisage*

**Q4.3.1 - Calculer la fréquence de rotation de l’outil.**

**N=(1000Vc)/(PI\*Ø)=300000/(PI\*35)=2728 tr/min**

**Q4.3.2 - Préciser si la fréquence de l’outil est-elle compatible avec les capacités de la machine. Justifier votre réponse.**

**Oui car 2728tr/min < 6000tr/min**

**Q4.3.3 - Calculer la puissance nette de coupe en kilo watts (ae=4mm et Kc=1600N/mm²).**

**(ae** x **AP** x **Vf** x **kc) / (60** x **106)**

**P=(4** x **0.25** x **1275** x **1600) / (60 x 106)= 34** x **10-3 KW**

**Q4.3.4 – Indiquer si la puissance est adaptée à la machine retenue. Justifier votre réponse.**

**Oui la puissance de 0.034KW est largement inférieure à 5.5KW**

**Partie 5 - Traitement thermique**

**/ 5.5 pts**

**/ 4.25 pts**

Afin de respecter les contraintes de dureté spécifiées sur le dessin de définition, vous devez vérifier la nécessité de réaliser un traitement de surface.

*⮱ À l’aide des documents suivants :*

*DT1 Dessin de définition*

*DT8 Fiche matière MOC2*

*DT13 Tableau de conversion dureté brinell HB - Rockwell HRC*

*DT14 Trempe superficielle*

**Q5.1 - À partir du dessin de définition, reporter la contrainte de dureté des cannelures.**

**40 HRC**

**Q5.2 - À partir de la fiche matière MOC2, donner la dureté brinell à l’état recuit de la matière.**

**Dureté Brinell 229**

**Q5.3 - Convertir la dureté Brinell trouvée à la question précédente en dureté Rockwell cône (HRC).**

**20.5 HRC**

**Q5.4 – Indiquer si la dureté de la matière de la pièce est suffisante pour respecter les contraintes de dureté imposées sur le dessin de définition. Justifier votre réponse.**

**Non 20 HRC < 40 HRC**

**Q5.5 - Dans le cas où la dureté de la pièce ne serait pas suffisante, donner le procédé de traitement thermique qui permettrait de respecter cette contrainte. Justifier votre réponse.**

**Trempe superficielle**

**Partie 6 - FAO- Élaboration du programme d’usinage**

Cette partie du travail se fera en présence de l’examinateur, qui pourra demander des informations au candidat sur son travail et l’impression de divers documents (« imprim écran » des entités d’usinages, fiches outils, etc).

Ouvrir le fichier FAO-arbre2.SLDASM

* ÉPREUVE E2 Sujet 1
* /FAO
* /FAO-arbre2.SLDASM

**Durant toute l’élaboration du programme pensez à sauvegarder régulièrement votre travail.**

On vous demande de réaliser la cannelure 19. Afin de valider la trajectoire outil, vous utiliserez une fraise 2 tailles monobloc de diamètre 1.6. L’outil sera positionné en T4.

Attention aux différents paramètres à prendre en compte :

• Vous prendrez une passe.

• Garde radiale : 5 mm

**Q6.1 - Choisir l’outil adéquat pour réaliser une cannelure.**

**Q6.2 - Rentrer les paramètres de coupe déterminés à la question 4.2.2 et 4.3.1.**

**Q6.3 - Réaliser l’opération d’usinage d’une cannelure.**

**Q6.4 - Recalculer la trajectoire d’usinage.**

**En présence de l’examinateur,**

**Q6.5 - Simuler la phase d’usinage,**

**Q6.6 - Générer le programme permettant la réalisation de la phase d’usinage.**

**Sauvegarder votre travail avec votre numéro de candidat.**