

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 : / 40

TOTAL : / 20

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 1 / 9

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 maîtriser 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.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 2 / 9

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

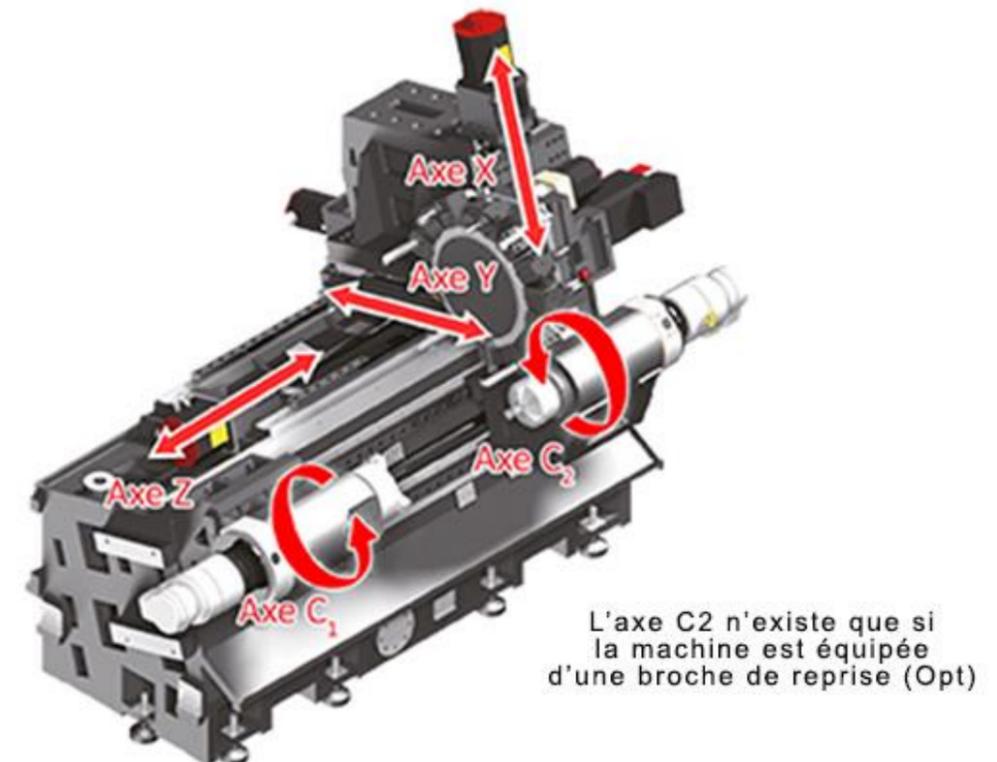
Q1.7 - Donner la puissance maximum de la broche 2.

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	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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 4 / 9

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.

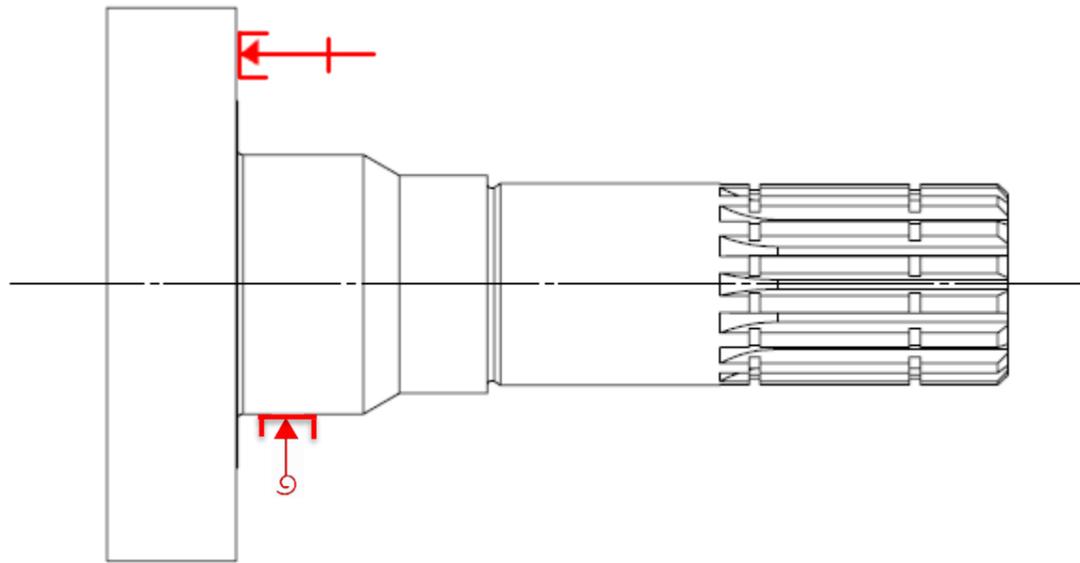
Centrage court : le diamètre > 1.5 x la longueur. Liaison linéaire annulaire

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.

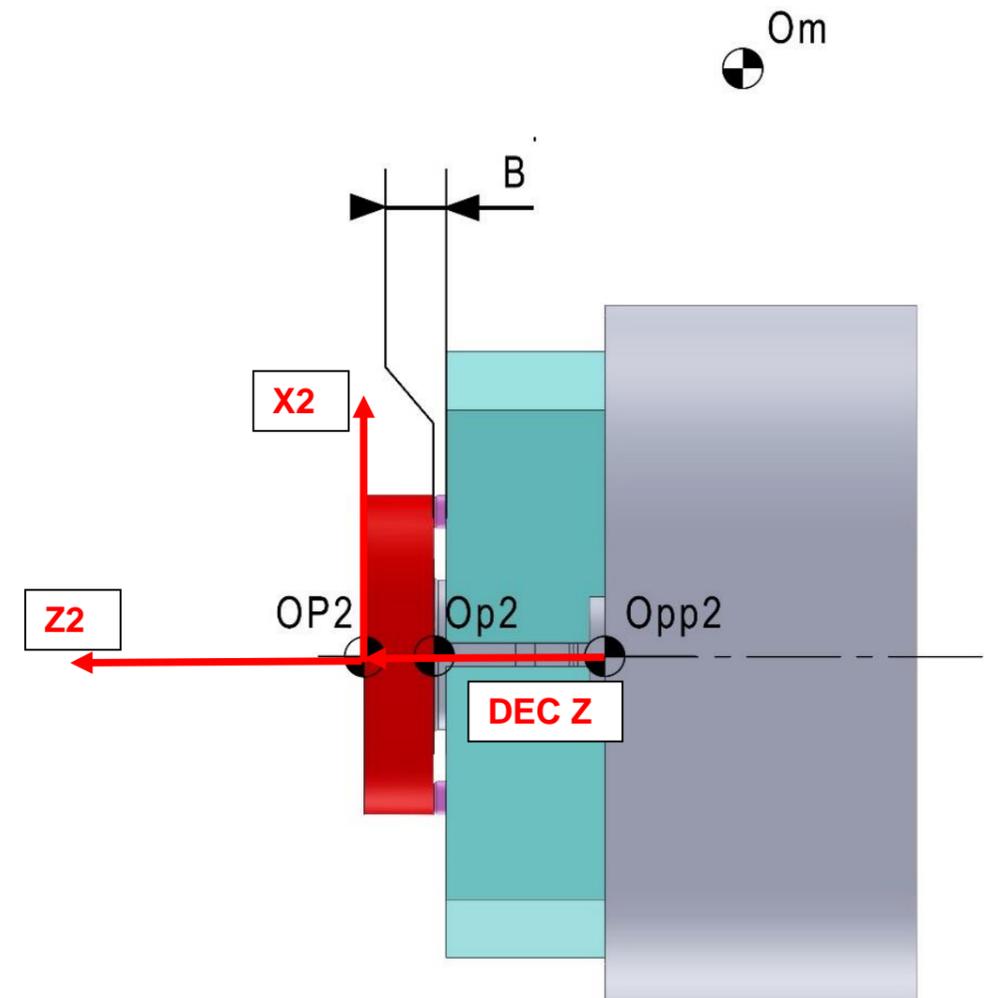
Les trois mors doux équipés de 3 cimblots assurent la mise en position et le serrage de la pièce sur la surface de référence A et sur la surface de référence C.



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 $\overrightarrow{Opp2 OP2}$ (DEC) pour la sous-phase 20B.



BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 6 / 9

Q3.2.2 - Calculer, et reporter les valeurs des \overline{DEC} dans le tableau.

Dans l'encadré ci-dessous, indiquer la référence du cimblot choisi, reporter la valeur B, puis calculer la valeur des \overline{DEC} .

Cimblot 02201061 H= 4.5 mm
Hauteur mors doux Hmd= 51 mm
 $\overline{Op2 OP2} = 22.4$ mm
B= H
 $\overline{DECZ} = Hmd + B + \overline{Op2 OP2} = 77.9$ mm

	X	Z
DEC	0	77.9

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

/ 9 pts

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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 7 / 9

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 V_c , 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 :
 $V_c = 300$ m/min Avance maximum
 $V_f = 1275$ 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.

$$N=(1000V_c)/(PI*\varnothing)=300000/(PI*35)=2728 \text{ tr/min}$$

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

Oui car $2728 \text{tr/min} < 6000 \text{tr/min}$

Q4.3.3 - Calculer la puissance nette de coupe en kilo watts ($a_e=4\text{mm}$ et $K_c=1600\text{N/mm}^2$).

$$(a_e \times AP \times V_f \times k_c) / (60 \times 10^6)$$
$$P=(4 \times 0.25 \times 1275 \times 1600) / (60 \times 10^6)= 34 \times 10^{-3} \text{ KW}$$

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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 8 / 9

Partie 5 - Traitement thermique

/ 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

/ 5.5 pts

Cette partie du travail se fera en présence de l'examineur, 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'examineur,

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.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN D'USINAGE	CORRIGÉ	Session 2023
Épreuve : U2 – Élaboration d'un processus d'usinage	2306 TU T 1	DC 9 / 9