

الصفحة 1 7	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا المسالك المهنية الدورة العادية 2018 -الموضوع-	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي
★★★★	NS202A	المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

4	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية – الجزء الأول (الفترة الصباحية)	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الميكانيكية : مسلك التصنيع الميكانيكي	الشعبة أو المسلك

Constitution de l'épreuve

- Présentation du support de l'épreuve : page 2/7
- Domaine d'évaluation 1 : Usinage conventionnel complexe : pages 2/7 à 5/7
- Domaine d'évaluation 2 : Programmation de MOCNC : pages 6/7 et 7/7

Consignes pour le candidat et les surveillants

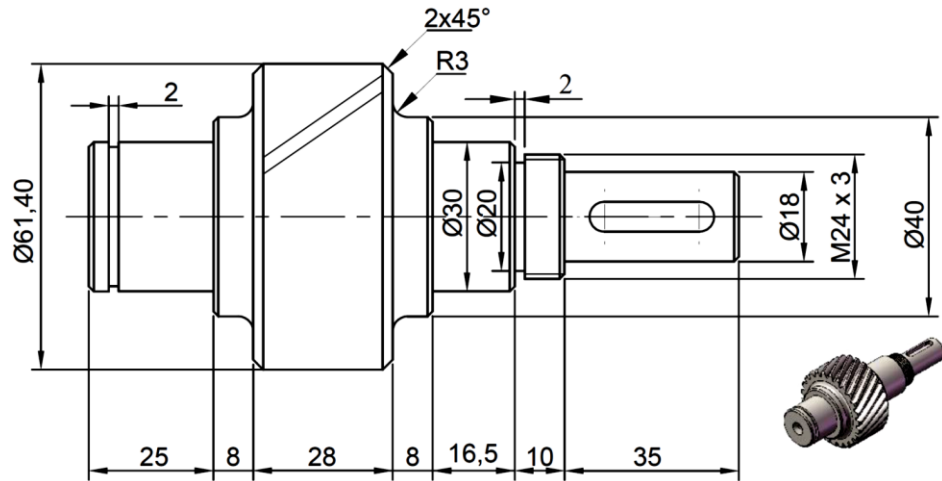
- Seulement les calculatrices scientifiques non programmables sont autorisées ;
- Aucun document n'est autorisé ;
- L'utilisation du téléphone portable et de tout autre appareil de communication ou de télécommunication est strictement interdite ;
- Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents pré-imprimés prévus à cet effet, donc à rendre tous les documents de la page 1/7 à la page 7/7 ;
- Les documents à rendre de la page 1/7 à la page 7/7 ne doivent en aucun cas portés de signes distinctifs : nom ou prénom ou numéro d'examen. Ces documents à rendre doivent être agrafés, par le bas, avec la feuille blanche quadrillée de l'examen du baccalauréat.

Domaine d'évaluation 1 : Usinage conventionnel complexe

1. Exercice thématique N° 1 : Taillage d'une denture hélicoïdale sur fraiseuse

En vue d'un travail de réparation, on se propose de tailler, sur une fraiseuse, la denture hélicoïdale du pignon-arbré d'un réducteur de vitesse (**figure 1 ci-dessous**) de module réel (normal) $m_n = 2 \text{ mm}$, de nombre de dents $Z = 25 \text{ dents}$ et d'angle d'hélice $\beta = 29,4^\circ$ avec un sens à gauche.

Dessin partiel du
pignon-arbré de
réducteur



casser les angles à $1 \times 45^\circ$

Figure 1

- 1.1 Compléter, par le nom et/ou les relations entre les éléments de la denture et leurs valeurs numériques (**prendre 3 chiffres après la virgule**), le tableau suivant des caractéristiques géométriques choisies de l'engrenage : / 5 pts

Caractéristiques	relations entre les éléments de la denture	Valeurs numériques
Module apparent	$m_t = \dots\dots\dots$	$m_t = \dots\dots\dots$
Diamètre primitif	$d = \dots\dots\dots$	$d = \dots\dots\dots$
.....	$d_a = \dots\dots\dots$	$d_a = \dots\dots\dots$
.....	$d_f = d - 2,5 \times m_n$	$d_f = \dots\dots\dots$
.....	$h = 2,25 \times m_n$	$h = 4,5 \text{ mm}$

Le taillage de la denture hélicoïdale est réalisé sur une fraiseuse à table pivotante avec un diviseur universel dont la roue creuse possède **40** dents. La pièce est montée entre les pointes du diviseur et de la contre-pointe.

- 1.2 Dédurre le rapport K du diviseur :

/ 1 pt

- 1.3 Calculer N le nombre de tours et/ou fraction de tours de la manivelle pour exécuter le nombre de dents $Z = 25 \text{ dents}$ sur ce diviseur : / 2 pts

$N = \dots\dots\dots$

On dispose des plateaux à trous pour diviseur suivants :

N°	Nombre de trous par rangée					
Plateau 1	15	16	17	18	19	20
Plateau 2	21	23	27	29	31	33
Plateau 3	37	39	41	43	47	49

1.4 Choisir le numéro du plateau adéquat et donner **le nombre de tour et d'intervalles** par rangée à effectuer : / 2 pts

N° Plateau =

Nombre de tour et d'intervalles par rangée =

1.5 Donner le nom de la fraise utilisée pour le taillage de cette denture hélicoïdale : / 2 pts

1.6 Calculer le nombre fictif de dents de l'engrenage Z_f à considérer pour le choix de la fraise : / 1 pt

1.7 Choisir, à partir du tableau suivant, le numéro de la fraise à utiliser : / 1 pt

Profil de la dent								
N° de la fraise	1	2	3	4	5	6	7	8
Z Nombre de dents à tailler	12 à 13	14 à 16	17 à 20	21 à 25	26 à 34	35 à 54	55 à 134	135 à ∞

1.8 Indiquer les inscriptions de la fraise à utiliser : / 1 pt

1.9 Proposer, pour ce cas étudié, un moyen de contrôle de $h = 2,25 \times mn = 4,5 \text{ mm}$ (voir tableau de la question 1.1 page 2/7) : / 1 pt

La réalisation de l'hélice de la denture hélicoïdale au pas $Ph = 320 \text{ mm}$, à un angle d'inclinaison $\beta = 29,4^\circ$, est faite sur une fraiseuse **horizontale** avec table pivotante, dont le pas de la vis $P_v = 5 \text{ mm}$, et sur un diviseur de rapport $K=40$.

Le principe d'exécution est décrit par la **figure 2** suivante :

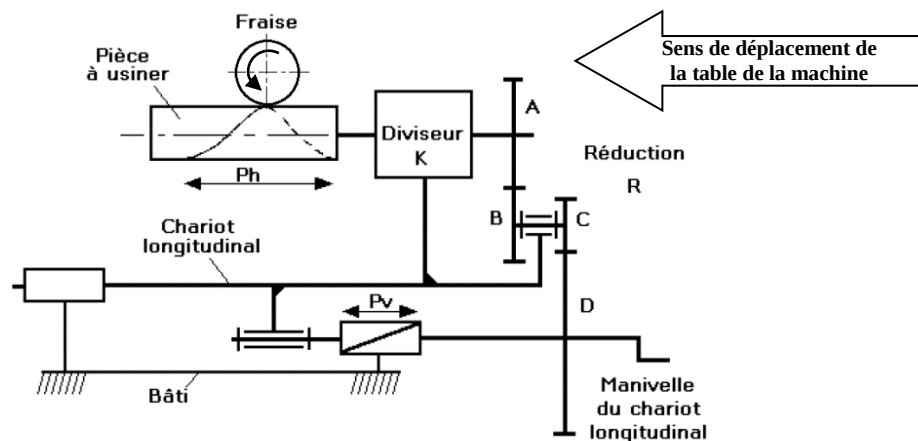


Figure 2

1.10 Mettre une croix dans la case de la réponse correcte :

/ 1 pt

Le sens de l'hélice représentée sur la pièce à usiner (figure 2) est :

☐	À droite
☐	À gauche

En tenant compte du sens de déplacement de la table de la machine, figure 2 précédente, et du sens de rotation de la fraise :

1.11 Indiquer, **sur la figure 2 page 3/7**, par des flèches le bon sens de rotation des roues A, B, C et D pour respecter le sens de l'hélice représenté : / 2 pts

1.12 Donner la valeur de l'angle d'inclinaison de la table pivotante de la machine : / 1 pt

1.13 Déterminer les roues à monter, pour un montage à quatre roues dentées (A, B, C et D), pour réaliser le pas **Ph = 320 mm** : / 4 pts

On dispose de la série des roues suivante : 24-30-32-36-40-45-50-55-58-60-65-70-80-82-100.

A = ; B = ; C = ; D =

1.14 Mettre une croix dans la case de la réponse juste :

Pour entraîner la pièce en rotation, pendant l'usinage de l'hélice, le pointeau et le verrou du diviseur doivent être : / 2 pts

	Engagé	Retiré
Pointeau	☐	☐
Verrou	☐	☐

Avant de commencer l'usinage, le réglage de la table et de la fraise se fait selon les étapes du tableau ci-dessous.

1.15 Donner l'ordre de ces étapes, de **1 à 3**, pour effectuer correctement ce réglage : / 3 pts

Ordre correct	Étape
.....	Incliner la table afin de réaliser l'hélice à l'angle β
.....	Placer la fraise en position d'attaque (d'usinage)
.....	La table étant dans sa position normale, centrer la fraise

2. Exercice thématique N° 2 : Filetage métrique extérieur sur tour parallèle

L'objectif est de faire l'étude partielle de la réalisation de la partie filetée **M 24 x 3** sur le pignon-arbré (Figure 1 page 2/7).

2.1. Donner la signification de chaque terme de la désignation **M 24 x 3** : / 1,5 pt

.....

.....

.....

2.2. Compléter, pour ce profil choisi, le tableau suivant en dessinant la **forme de l'outil** utilisé et la **forme du profil** obtenue : / 2 pts

Symbole	Forme de l'outil utilisé	Forme du profil obtenue
M		

2.3. Calculer, à 0,002 près, la profondeur du filetage **h₃** (en mm) pour **M 24 x 3** : / 2 pts

.....

.....

2.4. Calculer le rapport **i** du filetage pour exécuter ce filetage de pas **P1 = 3 mm** sur un tour à charioter et à fileter à vis-mère au pas métrique **P2 = 5 mm** : / 2 pts

.....

.....

2.5. Déduire, en se basant sur le tableau ci-dessous des roues disponibles à l'atelier, le nombre de dents de chaque roue sachant qu'on veut réaliser un montage à deux roues (**M1** et **M2**) avec une roue intermédiaire **M** : / 1,5 pt

.....

.....

.....

.....

.....

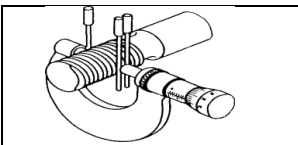
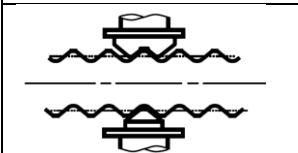
.....

.....

Roues dentées disponibles à l'atelier							
Nombre de dents	20	30	35	40	50	100	120

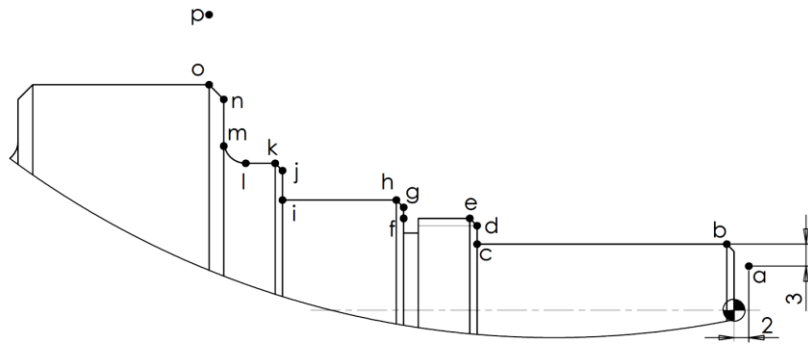
Parmi les moyens de contrôle d'un filetage extérieur, on trouve les deux moyens schématisés dans le tableau ci-dessous.

2.6. Compléter ce tableau par le nom du moyen de contrôle proposé : / 2 pts

Domaine d'évaluation 2 : MOCNC

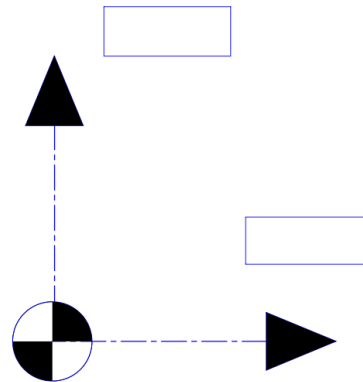
On se propose de réaliser l'ébauche du profil a, b, ..., p, ci-dessous, avec le filetage du pignon-arbré (page 2/7), sur un tour horizontal à commande numérique FANUC Oi-T.



Casser les angles à 1x45°

1. Préciser, sur le croquis suivant, les axes X et Z du tour à commande numérique :

/ 1 pt



2. Analyser le dessin partiel du pignon-arbré (page 2/7) et compléter le tableau des coordonnées suivant en mode absolu :

/ 7 pts

Points	X	Z
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		
i		
j		
k		
l	40	-66.5
m		
n		
o		
p	70	-71.5

3. Compléter le tableau de droite, par les noms des outils, et le programme permettant la réalisation du profil donné (ébauche seulement) en choisissant les outils convenables parmi les outils proposés :

Données :

/ 15 pts

Cycle d'ébauche	
Profondeur de passe	0,5 mm
Retrait de l'outil	1mm
Surépaisseur de finition en X	0 mm
Surépaisseur de finition en Z	0 mm
Avance par tour	0,1 mm/tr
Vitesse de coupe	100 m/mn
Fréquence de rotation maximale	2000 tr/mn

	l'outil	Nom de l'outil
T03		
T11		
T05		
T09		

Programme :

%1000 ;
 G80 G54 G21 G40 ;
 G50 S..... ;
 G28 U..... W0 ;
 T.....;
 G96 S..... M03;
 M08;
 G.... X70 Z2;
 G71;
 G71 P.....Q20 U..... W.....;
 N10 G0 G42; (point a)
 G1; (point b)
; (point c)
; (point d)
; (point e)

Programme (suite) :

.....; (point f)
; (point g)
; (point h)
; (point i)
; (point j)
; (point k)
 Z-66,5 ; (point l)
 G02R..... ; (point m)
 G01; (point n)
; (point o)
 N.....X70 ; (point p)
 G28 U0 W..... ;
 M09 ;
 M..... ; (arrêt de broche)
 M..... ;
 %

4. Compléter le programme FANUC Oi-T pour le filetage M 24 x 3 :

/ 2 pts

G00 X27 Z-34 ;
 G76 P 02 10 00 Q200 R200 ;
 G.... X.....Z-44 P..... Q400 F.... ;

5. Définir les codes ISO suivants :

/ 5 pts

G01 :
 M03 :
 M09 :
 G54 :
 G43 :
 G70 :
 G96 :
 M06 :
 G40 :
 G81 :

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي
1	المسالك المهنية	NR202A	المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه
7	الدورة العادية 2018		
★★★★	عناصر الإجابة-		

4	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية – الجزء الأول (الفترة الصباحية)	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الميكانيكية : مسلك التصنيع الميكانيكي	الشعبة أو المسلك

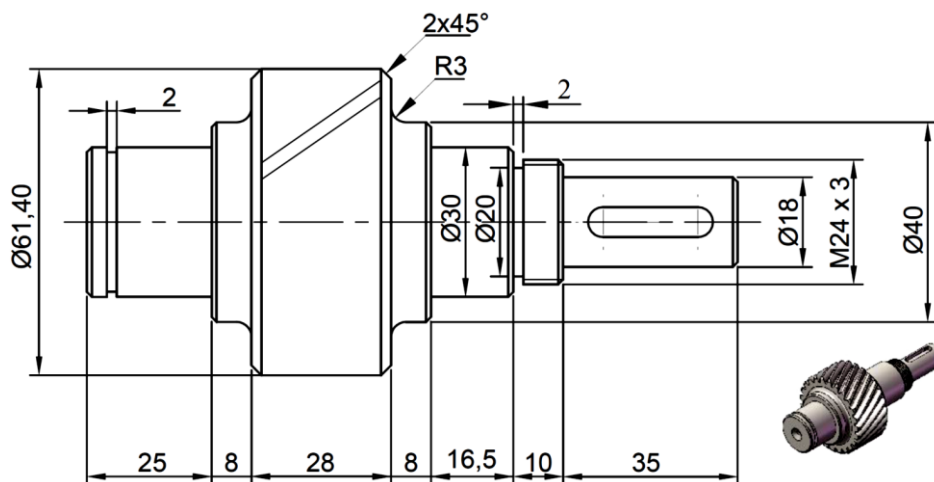
Éléments de
correction

Domaine d'évaluation 1 : Usinage conventionnel complexe

1. Exercice thématique N° 1 : Taillage d'une denture hélicoïdale sur fraiseuse

En vue d'un travail de réparation, on se propose de tailler, sur une fraiseuse, la denture hélicoïdale du pignon-arbré d'un réducteur de vitesse (**figure 1 ci-dessous**) de module réel (normal) $mn = 2 \text{ mm}$, de nombre de dents $Z = 25 \text{ dents}$ et d'angle d'hélice $\beta = 29,4^\circ$ avec un sens à gauche.

Dessin partiel du
pignon-arbré de
réducteur



casser les angles à $1 \times 45^\circ$

Figure 1

1.1 Compléter, par le nom et/ou les relations entre les éléments de la denture et leurs valeurs numériques (**prendre 3 chiffres après la virgule**), le tableau suivant des caractéristiques géométriques choisies de l'engrenage :

0,5 pt / réponse / 5 pts

Caractéristiques	relations entre les éléments de la denture	Valeurs numériques
Module apparent	$mt = (mn / \cos \beta)$	$mt = 2,295 \text{ mm}$
Diamètre primitif	$d = (mt \times Z)$	$d = 57,375 \text{ mm}$
Diamètre de tête	$da = d + 2 mn$	$da = 61,375 \text{ mm}$
Diamètre de pied	$df = d - 2,5 \times mn$	$df = 52,375 \text{ mm}$
Hauteur de dent	$h = 2,25 \times mn$	$h = 4,5 \text{ mm}$

Le taillage de la denture hélicoïdale est réalisé sur une fraiseuse à table pivotante avec un diviseur universel dont la roue creuse possède **40** dents. La pièce est montée entre les pointes du diviseur et de la contre-pointe.

1.2 Dédurre le rapport **K** du diviseur :

/ 1 pt

$$K = 40$$

1.3 Calculer **N** le nombre de tours et/ou fraction de tours de la manivelle pour executer le nombre de dents $Z = 25 \text{ dents}$ sur ce diviseur :

/ 2 pts

$$40/25 = 8/5 = 1 \text{ tour et } 3/5 \text{ de tour}$$

$$N = 1 \text{ tour et } 3/5 \text{ de tour}$$

On dispose des plateaux à trous pour diviseur suivants :

N°	Nombre de trous par rangée					
Plateau 1	15	16	17	18	19	20
Plateau 2	21	23	27	29	31	33
Plateau 3	37	39	41	43	47	49

1.4 Choisir le numéro du plateau adéquat et donner **le nombre de tour et d'intervalles** par rangée à effectuer : / 2 pts

1 pt / réponse

N° Plateau = 1

Nombre de tour et d'intervalles par rangée = **Soit : 1 tour et 9 intervalles sur la rangée de 15**
Ou bien 1 tour et 12 intervalles sur la rangée de 20

1.5 Donner le nom de la fraise utilisée pour le taillage de cette denture hélicoïdale : / 2 pts

Fraise module

1.6 Calculer le nombre fictif de dents de l'engrenage Z_f à considérer pour le choix de la fraise : / 1 pt

$$Z_f = Z / (\cos\beta)^3 = 25 / (\cos 29,4^\circ)^3 = 25 / 0,661 = 37,806 ; \text{ soit } 37 \text{ dents}$$

1.7 Choisir, à partir du tableau suivant, le numéro de la fraise à utiliser : / 1 pt

Profil de la dent								
N° de la fraise	1	2	3	4	5	6	7	8
Z Nombre de dents à tailler	12 à 13	14 à 16	17 à 20	21 à 25	26 à 34	35 à 54	55 à 134	135 à ∞

N° 6

1.8 Indiquer les inscriptions de la fraise à utiliser : / 1 pt

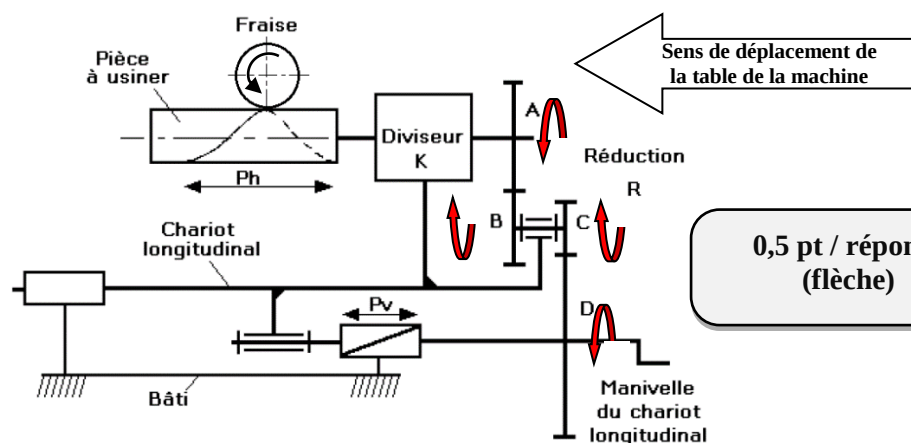
Fraise module 2, n° 6 (de 35 à 54 dents)

1.9 Proposer, pour ce cas étudié, un moyen de contrôle de $h = 2,25 \times mn = 4,5 \text{ mm}$ (voir tableau de la question 1.1 page 2/7) : / 1 pt

Pied-module ou Gabarit (Calibre) ou MMT ou projecteur de profil

La réalisation de l'hélice de la denture hélicoïdale au pas $Ph = 320 \text{ mm}$, à un angle d'inclinaison $\beta = 29,4^\circ$, est faite sur une fraiseuse **horizontale** avec table pivotante, dont le pas de la vis $P_v = 5 \text{ mm}$, et sur un diviseur de rapport $K=40$.

Le principe d'exécution est décrit par la **figure 2** suivante :



0,5 pt / réponse
(flèche)

Figure 2

1.10 Mettre une croix dans la case de la réponse correcte :

/ 1 pt

Le sens de l'hélice représentée sur la pièce à usiner (figure 2) est :

	À droite
X	À gauche

En tenant compte du sens de déplacement de la table de la machine, figure 2 précédente, et du sens de rotation de la fraise :

1.11 Indiquer, **sur la figure 2 page 3/7**, par des flèches le bon sens de rotation des roues A, B, C et D pour respecter le sens de l'hélice représenté : **(voir figure 2 page 3/7)**

/ 2 pts

1.12 Donner la valeur de l'angle d'inclinaison de la table pivotante de la machine :

/ 1 pt

La table est orientée de l'angle d'hélice à tailler $\beta = 29,4^\circ$

1.13 Déterminer les roues à monter, pour un montage à quatre roues dentées (A, B, C et D), pour réaliser le pas **Ph = 320 mm** :

1 pt / roue

/ 4 pts

On dispose de la série des roues suivante : 24-30-32-36-40-45-50-55-58-60-65-70-80-82-100.

$$\frac{P_h}{P_v \times K} = \frac{320}{5 \times 40} = \frac{320}{200} = \frac{8}{5}$$

La roue 40 doit être utilisée une seule fois

Le montage à quatre roues serait le suivant :

$$\frac{A}{B} \times \frac{C}{D} = \frac{8}{5} = \frac{4}{5} \times \frac{2}{1} = \frac{24}{30} \times \frac{80}{40} \text{ ou bien } \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} = \frac{24}{30} \times \frac{100}{50}$$

Donc A = 24 ou bien 32 ; B = 30 ou bien 40 ; C = 80 ou bien 100 ; D = 40 ou bien 50

1.14 Mettre une croix dans la case de la réponse juste :

Pour entraîner la pièce en rotation, pendant l'usinage de l'hélice, le pointeau et le verrou du diviseur doivent être :

/ 2 pts

	Engagé	Retiré
Pointeau	X	
Verrou		X

1 pt / réponse

Avant de commencer l'usinage, le réglage de la table et de la fraise se fait selon les étapes du tableau ci-dessous.

1.15 Donner l'ordre de ces étapes, de **1 à 3**, pour effectuer correctement ce réglage :

/ 3 pts

Ordre correct	Étape
2	Incliner la table afin de réaliser l'hélice à l'angle β
3	Placer la fraise en position d'attaque (d'usinage)
1	La table étant dans sa position normale, centrer la fraise

1 pt / réponse

2. Exercice thématique N° 2 : Filetage métrique extérieur sur tour parallèle

L'objectif est de faire l'étude partielle de la réalisation de la partie filetée **M 24 x 3** sur le pignon-arbré (Figure 1 page 2/7).

2.1. Donner la signification de chaque terme de la désignation **M 24 x 3** : 0,5 pt / Terme / 1,5 pt

La lettre M : symbolise le profil ISO métrique triangulaire

Le chiffre 24 : valeur du diamètre nominal d en mm

Le chiffre 3 : valeur du pas en mm

2.2. Compléter, pour ce profil choisi, le tableau suivant en dessinant la **forme de l'outil** utilisé et la **forme du profil** obtenue : 1 pt / réponse / 2 pts

Symbole	Forme de l'outil utilisé	Forme du profil obtenue
M		

2.3. Calculer, à 0,002 près, la profondeur du filetage **h₃ (en mm)** pour **M 24 x 3** : / 2 pts

$$h_3 = 0,6134 \times p = 0,6134 \times 3 = 1,840 \text{ mm}$$

2.4. Calculer le rapport **i** du filetage pour exécuter ce filetage de pas **P1 = 3 mm** sur un tour à charioter et à fileter à vis-mère au pas métrique **P2 = 5 mm** : / 2 pts

$$i = \frac{P1}{P2} = \frac{3}{5} = (0,6)$$

2.5. Déduire, en se basant sur le tableau ci-dessous des roues disponibles à l'atelier, le nombre de dents de chaque roue sachant qu'on veut réaliser un montage à deux roues (**M1** et **M2**) avec une roue intermédiaire M : 0,5 pt / Roue / 1,5 pts

$$i = \frac{P1}{P2} = \frac{3}{5} = \frac{30}{50}$$

donc M1 = 30 dents

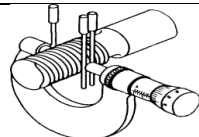
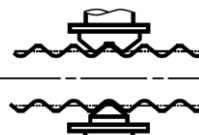
M2 = 50 dents

pour la roue intermédiaire M n'importe quel nombre de dents convient, il suffit que son diamètre soit suffisant pour qu'il y est engrenement entre M1, M et M2

Roues dentées disponibles à l'atelier							
Nombre de dents	20	30	35	40	50	100	120

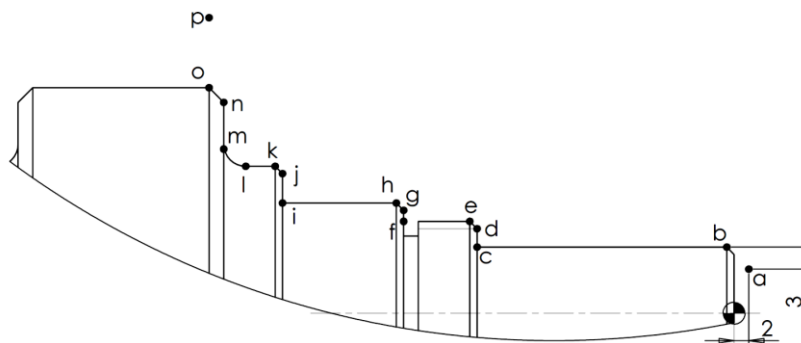
Parmi les moyens de contrôle d'un filetage extérieur, on trouve les deux moyens schématisés dans le tableau ci-dessous.

2.6. Compléter ce tableau par le nom du moyen de contrôle proposé : 1 pt / réponse / 2 pts

	Contrôle sur piges (ou micromètre + 3 piges)
	Contrôle avec micromètre à filet de vis

Domaine d'évaluation 2 : MOCNC

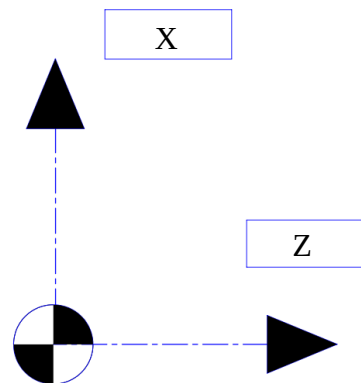
On se propose de réaliser l'ébauche du profil a, b, ..., p, ci-dessous, avec le filetage du pignon-arbré (page 2/7), sur un tour horizontal à commande numérique FANUC Oi-T.



Casser les angles à $1 \times 45^\circ$

1. Préciser, sur le croquis suivant, les axes X et Z du tour à commande numérique :

/ 1 pt



0,5 pt / réponse

2. Analyser le dessin partiel du pignon-arbré (page 2/7) et compléter le tableau des coordonnées suivant en mode absolu :

/ 7 pts

Point	X	Z
a	12	2
b	18	-1
c	18	-35
d	22	-35
e	24	-36
f	24	-45
g	28	-45
h	30	-46
i	30	-61,5
j	38	-61,5
k	40	-62,5
l	40	-66,5
m	46	-69,5
n	57,4	-69,5
o	61,4	-71,5
p	70	-71,5

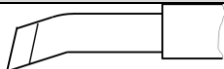
0,25 pt / coordonnée

3. Compléter le tableau de droite par les noms des outils et le programme permettant la réalisation du profil donné (ébauche seulement) en choisissant les outils convenables parmi les outils proposés :

0,5 pt / nom d'outil

/ 15 pts

Données :

Cycle d'ébauche			l'outil	Nom de l'outil
Profondeur de passe	0,5 mm	T03		Outils à aléser
Retrait de l'outil	1mm	T11		Outil à charioter et à dresser
Surépaisseur de finition en X	0 mm	T05		Outil à fileter extérieur
Surépaisseur de finition en Z	0 mm	T09		Outil à saigner
Avance par tour	0,1 mm/tr			
Vitesse de coupe	100 m/mn			
Fréquence de rotation maximale	2000 tr/mn			

Programme :

%O1000 ;
 G80 G54 G21 G40 ;
 G50 S2000 ;
 G28 U0 W0 ;
 T1111 ;
 G96 S100 M03 ;
 M08 ;
 G0 X70 Z2 ;
 G71 U0,5 R1 ;
 G71 P10 Q20 U0 W0 F0,1 ;
 N10 G0 G42 X12 Z2 ; (point a)
 G1 X18 Z-1 ; (point b)
 Z-35 ; (point c)
 X22 ; (point d)
 X24 Z-36 ; (point e)

0,5 pt / Bloc

Programme (suite) :

Z-45 ; (point f)
 X28 ; (point g)
 X30 Z-46 ; (point h)
 Z-61,5 ; (point i)
 X38 ; (point j)
 X40 Z-62,5 ; (point k)
 Z-66,5 ; (point l)
 G02 X46 Z-69,5 R3 ; (point m)
 G01 X57,4 ; (point n)
 X61,4 Z-71,5 ; (point o)
 N20 X70 ; (point p)
 G28 U0 W0 ;
 M09 ;
 M05 ; (arrêt de broche)
 M30 ; (ou M02)
 %

4. Le programme FANUC Oi-T pour le filetage M 24 x 3 :

/ 2 pts

G00 X27 Z-34 ;
 G76 P 02 10 00 Q200 R200 ;
 G76 X20.32 Z-44 P1840 Q400 F3 ;

5. Définition des codes ISO suivants :

/ 5pts

Code	Fonction
G01	Interpolation linéaire (avance de coupe)
M03	Rotation de la broche, sens horaire
M09	Arrêt de l'arrosage
G54	Sélection du système de coordonnées 1
G43	Compensation de longueur d'outil
G70	Cycle de finition
G96	Vitesse de coupe en m/mn
M06	Changement d'outil
G40	Annulation de compensation d'outil
G81	Cycle de perçage

0,5 pt / réponse