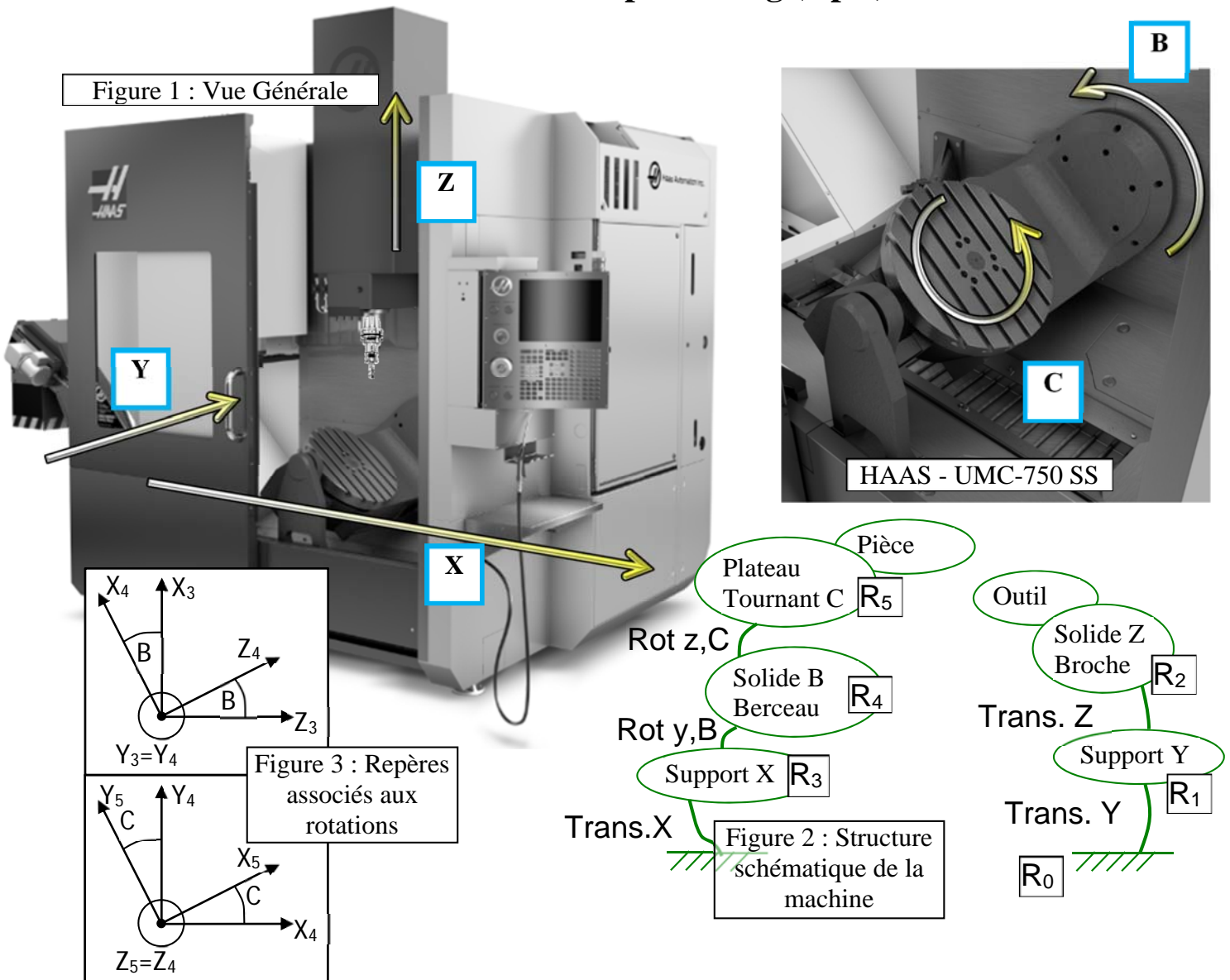


Final PI42-P19	Durée 1h30 Tous documents autorisés	Nom :	Prénom :	Signature :
-------------------	--	-------	----------	-------------

1^{ère} Partie : Post processing (6 pts)



Le Centre de fraiseage UMC-750SS (Figure 1) est doté de 5 axes entiers. La position de l'outil par rapport à la pièce peut être définie dans les trois directions dans la limite des courses des axes rotatifs B et C. L'étude porte sur l'identification des relations mathématiques permettant de piloter les axes B et C en fonction des coordonnées du vecteur outil fourni pas la FAO. On associe à chaque corps en mouvement un repère. (Figures 2 et 3). (R_0) lié au bâti (0), et les repères (R_i) $i \in [0,5]$ liés aux différentes classes d'équivalences (groupes de pièces fixes les uns par rapport aux autres) de la machine.

L'axe outil défini dans la FAO est \vec{o} (i, j, k) donné dans le repère (R_5) lié à la pièce. La pièce est fixée sur le plateau tournant C.

I.1. En vous plaçant en observateur de la machine afin d'identifier la position de l'outil dans la broche, donner l'expression du vecteur outil \vec{o} dans le repère (R_2) et (R_3).

$$\vec{o} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}_{R_2} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}_{R_3}$$

/1

Final PI42-P19	Durée 1h30 Tous documents autorisés	Nom :	Prénom :	Signature :
-------------------	--	-------	----------	-------------

A partir de cette expression du vecteur \vec{o} dans (R_2) , trouver l'expression du vecteur \vec{o} dans le repère (R_4) .

$$\vec{o} = \begin{pmatrix} -\sin B \\ 0 \\ \cos B \end{pmatrix}_{R_4}$$

/1

I.2. Trouver l'expression du vecteur \vec{o} (i, j, k) donné dans le repère (R_5)

I.3. ar la FAO, pour l'exprimer dans le repère R_4 .

$$\vec{o} = \begin{pmatrix} i \\ j \\ k \end{pmatrix}_{R_5} = \begin{pmatrix} i \cos C - j \sin C \\ i \sin C + j \cos C \\ k \end{pmatrix}_{R_4}$$

/1

I.4. En identifiant les deux expressions du vecteur \vec{o} dans le repère R_4 (I.2 et I.3), donner les 3 équations permettant de déterminer les relations $B = f(i,j,k)$ et $C = g(i,j,k)$

$$\begin{aligned} (1) \quad & -\sin B = i \cos C - j \sin C \\ (2) \quad & 0 = i \sin C + j \cos C \\ (3) \quad & \cos B = k \end{aligned}$$

/1

I.5. Donner les expressions de $B = f(i,j,k)$ et $C = g(i,j,k)$

$$B = \pm \text{Arccos}(k) \qquad C = \pm \text{Arccos}\left(\frac{-i}{\sqrt{1-k^2}}\right)$$

/2

2^{ème} partie : Usure des outils de coupe (6 points)

L'entreprise TurboPart spécialisé dans l'usinage des aciers spéciaux a constaté sur une de ses productions une variation des dimensions et de l'état de surface des pièces réalisées en fin de lot. L'analyse de l'ingénieur de production montre que les critères d'usure utilisés par la production ne sont pas assez sévères. Il est donc préconisé de considérer un critère d'usure en dépouille V_b^* de 0,2 mm.

L'exercice consiste à trouver les paramètres du modèle de Taylor $T = C_v \cdot V^n$ pour ce nouveau critère d'usure en se basant sur les informations collectées par l'entreprise au cours de ses productions antérieures.

Les données initiales sont pour un critère d'usure

$V_b^* = 0.4$ on trouve les couples Temps (mn)/Vitesse de coupe (m/mn) : 5.39/250 et 21.19/180

$V_b^* = 0.3$ on trouve les couples Temps (mn)/Vitesse de coupe (m/mn) : 3.89/250 et 15.21/180

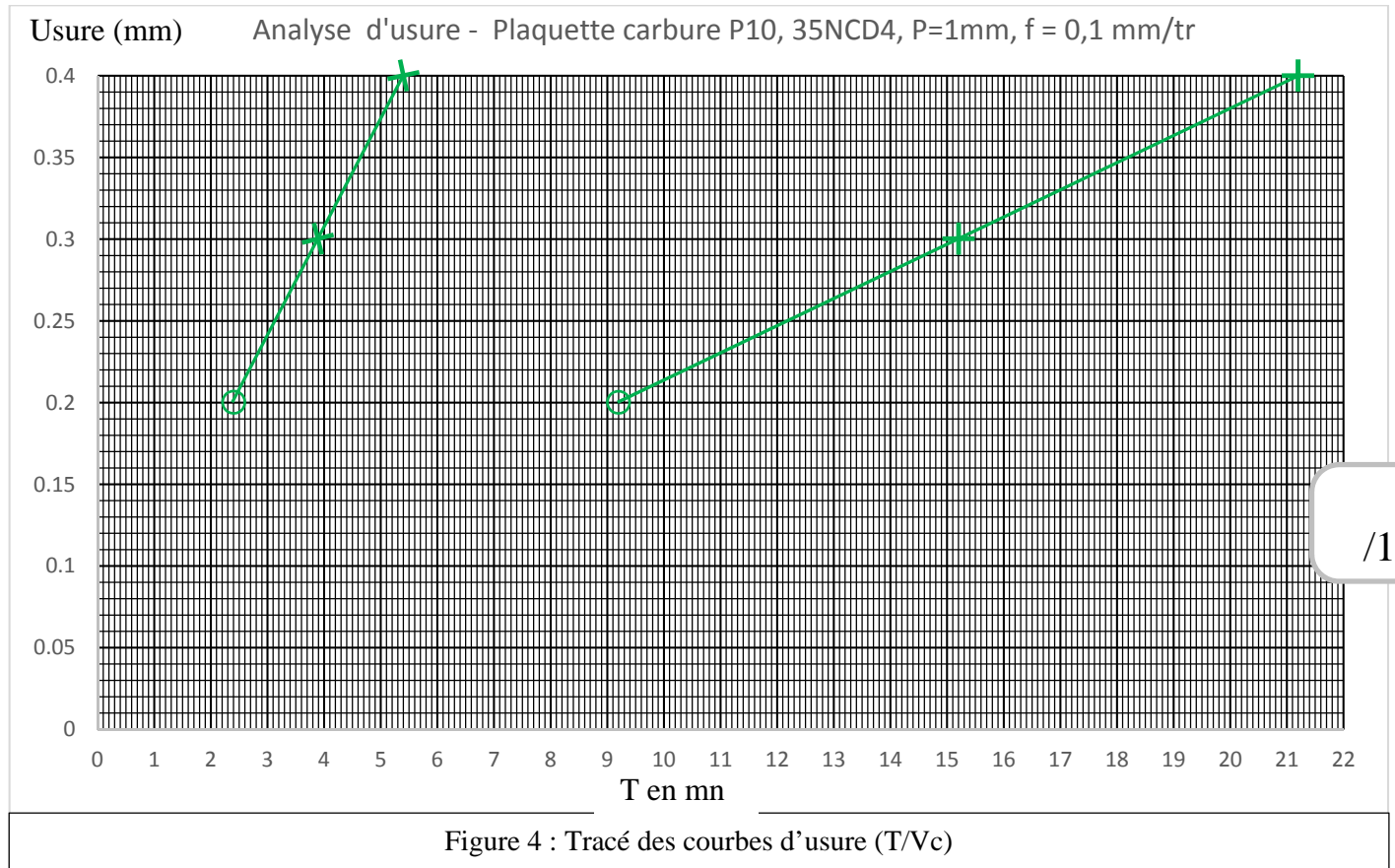
II.1. Reporter les données sur la figure 4. Relever les couples de valeur (T, V_c) pour un critère d'usure $V_b^* = 0,2$. ($V_1=180$ et $V_2=250$)

Valeurs relevées :

$$T_1, V_1 = 9.2, 180 \qquad T_2, V_2 = 2.4, 250$$

/1

Final PI42-P19	Durée 1h30 Tous documents autorisés	Nom :	Prénom :	Signature :
-------------------	--	-------	----------	-------------



II.1. Donner l'expression de n en fonction de T1, V1, T2 et V2

$$n = \frac{\log T_1 - \log T_2}{\log V_1 - \log V_2}$$

/2

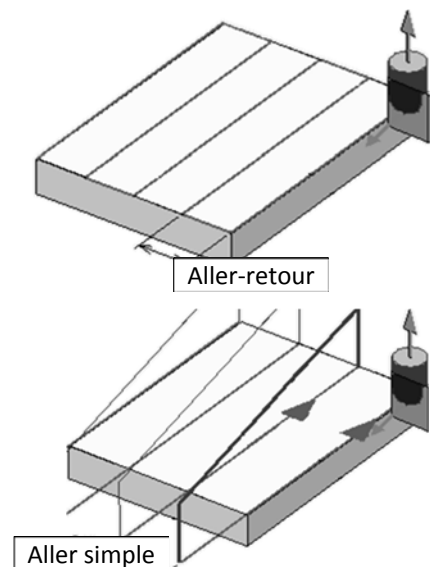
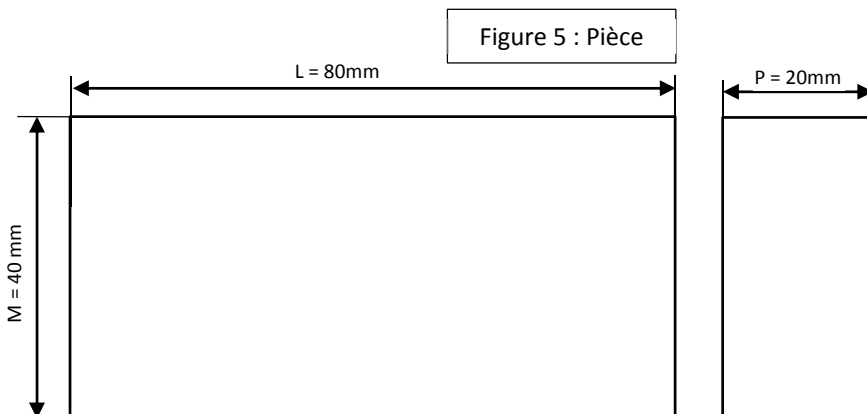
II.2. Calculer les coefficients du modèle de Taylor n et Cv pour le critère d'usure $Vb^* = 0,2$.

$$n = -4.09 \qquad C_v = 15\,914\,322\,370$$

/2

3ème partie : Conditions de coupe et optimisation de l'usinage – (8 pts)

On souhaite comparer les temps d'usinage suivant deux stratégies. On considère pour le surfacage de la pièce (Figure 5), la stratégie en aller-retour et la stratégie en aller simple. L'outil utilisé est une fraise deux tailles de diamètre $D = 10\text{mm}$.




Final PI42-P19	Durée 1h30 Tous documents autorisés	Nom :	Prénom :	Signature :
-------------------	--	-------	----------	-------------

Stratégie AR (aller-retour) : $V_c=40$ m/mn, $Z=4$ dents, $f_z = 0,1$ mm/dent

III.1. Stratégie AR (aller-retour). Déterminer la vitesse de rotation de la broche N et la vitesse d'avance en usinage V_{fAR} .

$$N = 1273 \text{ Tr/mn} \quad V_{fAR} = 509 \text{ mm/mn}$$

/0,5

III.2. En considérant un ratio de recouvrement de 20% du diamètre de l'outil, quelle est la valeur de la distance entre passe E ? 

$$E = D - 0.2.D = 8 \text{ mm}$$

/0,5

III.3. Stratégie AR (aller-retour). Déterminer la formulation de la longueur d'usinage U_{AR} en fonction de M, E, et L.

$$U_{AR} = \left(\left\lfloor \frac{M}{E} \right\rfloor + 1 \right) \cdot L + M = 520 \text{ mm}$$

/1

III.4. Calculer le temps d'usinage Tu_{AR} en seconde.

$$Tu_{AR} = \frac{U_{AR}}{V_{fAR}} = \frac{520}{509} \cdot 60 = 61,2 \text{ s}$$

/0,5

III.5. Stratégie AR (aller-retour). Lors de l'approche du premier point une garde radiale du rayon de l'outil doit être ajoutée. Les approches et retraits suivant Z ont une valeur $H = 2$ mm. Déterminer la formulation de la longueur hors usinage V_{AR} (approches/retraits) en fonction de H et D.

$$V_{AR} = \frac{D}{2} + 2 \cdot H = 9 \text{ mm}$$

/1

III.6. Calculer le temps total T_{AR} pour cette stratégie. Les déplacements hors matière (approches et retraits) sont effectués avec une vitesse $V_h = 3000$ mm/mn.

$$T_{AR} = Tu_{AR} + Th_{AR} = 61,38 \text{ s} \quad Th_{AR} = 0,18 \text{ s}$$

/1

Stratégie AS (aller simple) : $V_c=40$ m.mn, $Z = 4$ dents, $f_z = 0,25$ mm/dent

III.7. Stratégie AS (aller-simple). Déterminer la nouvelle vitesse d'avance en usinage V_{fAS} .

$$V_{fAS} = N \cdot Z \cdot f_z = 1273 \cdot 4 \cdot 0,25 = 1273 \text{ mm.mn}$$

/0,5

III.8. Stratégie AS (aller-simple). La longueur parcourue en usinage est $U_{AS} = 480$ mm. Calculer le temps d'usinage Tu_{AS} en seconde.

$$Tu_{AS} = 22,6 \text{ s}$$

/0,5

III.9. Stratégie AS (aller-simple). La longueur parcourue hors usinage $V_{AS} = 480$ mm. Calculer le temps improductif (hors usinage) Th_{AS} (vitesse hors matière $V_h = 3000$ mm/mn) en seconde.

$$Th_{AS} = 9,6 \text{ s}$$

/1

III.10. Calculer le temps total T_{AS} pour cette stratégie. Les déplacements hors matière (approches et retraits) sont effectués avec une vitesse $V_h = 3000$ mm/mn en seconde.

$$T_{AS} = Tu_{AS} + Th_{AS} = 32,2 \text{ s}$$

/0,5

III.11. Quelle est la stratégie le plus rapide ?

$$AS$$

/1