

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

Dossier sujet

Sommaire:

Partie 1 - Etude de la relation "produit – procédé - processus prévisionnel" **Page 1 à 5**

Partie 2 - Spécification technique. **Page 6 à 10**

L'organisation générale du sujet est décrite ci-dessous :

- 1 chemise DOSSIER SUJET dans laquelle se trouve le texte du sujet écrit sur 10 pages ;
- 1 chemise DOSSIER TECHNIQUE dans laquelle des documents spécifiques au support de l'étude, sont identifiés "Document technique DT..." ;
- 1 chemise DOSSIER "RESSOURCES" dans laquelle des documents extraits de catalogues fournisseurs, dossiers de machines et autres, sont identifiés "Document ressource **DRS**..." ;
- 1 chemise DOSSIER "REPONSES" dans laquelle les documents réponses sont identifiés "Document réponse **DR**..."

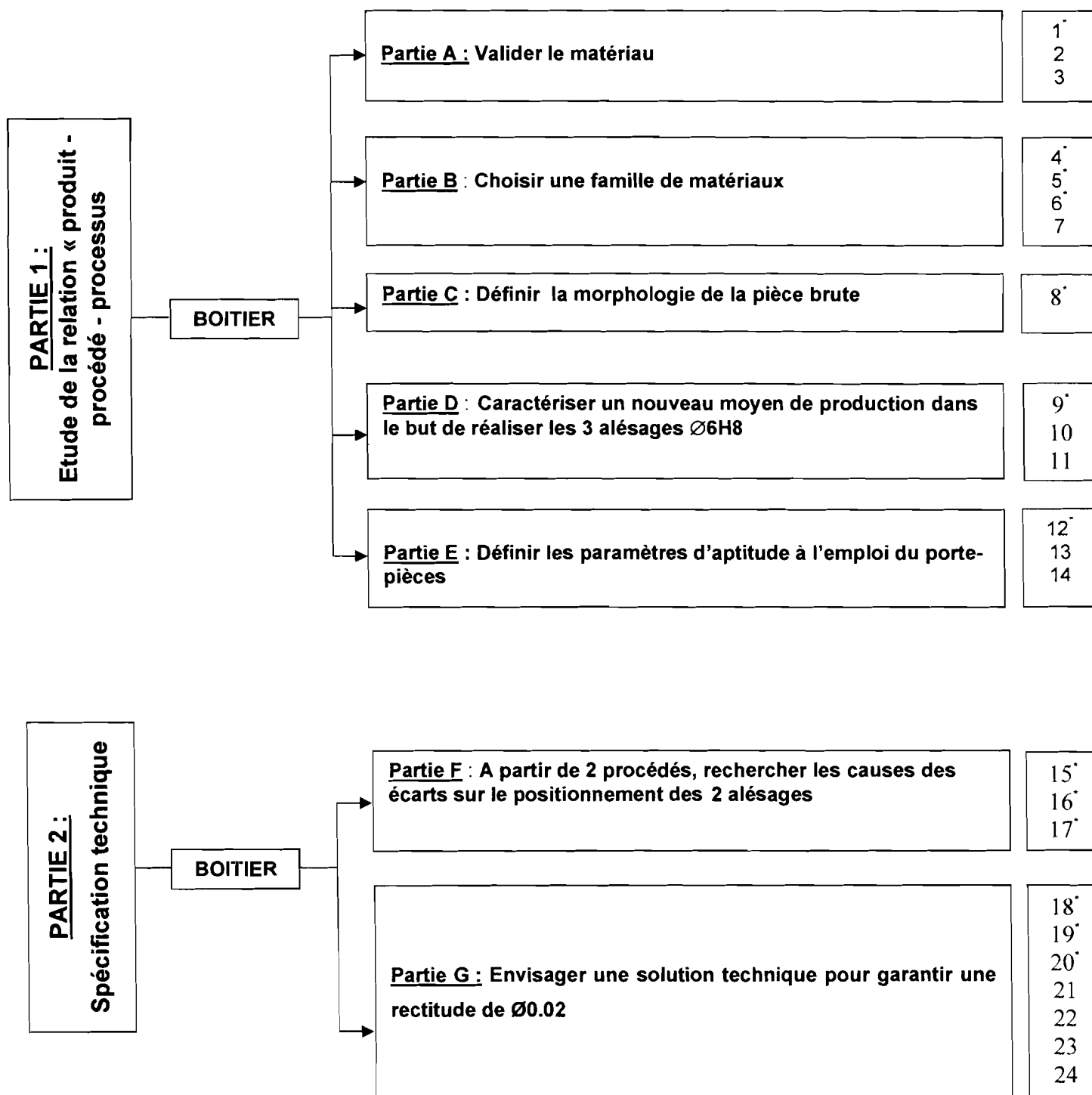
Tournez la page s.v.p

La structure du sujet est schématisée ci-dessous :

Support :

Activités :

Questions :



Toutes les parties sont indépendantes.

Les questions repérées par le symbole * sont indépendantes.

Partie 1 : Produit - Procédé – Matériaux**Partie A : Valider le matériau**

Le matériau de ce boîtier d'irréversibilité est en **36 NiCrMo 10**, acier très couramment utilisé dans l'industrie aéronautique pour des pièces de moyennes à grosses sections devant avoir des caractéristiques mécaniques élevées et très durables.

A ce stade de l'étude, ce choix a été dicté essentiellement par les connaissances capitalisées par l'entreprise en ce qui concerne la tenue en service de ce matériau, son élaboration en forgeage, la connaissance des traitements thermiques nécessaires ainsi que la reproductibilité de ces résultats depuis de nombreuses années.

Dans le cadre de la démarche d'amélioration du produit, on envisage de le remplacer ou de conforter ce choix en s'assurant de ses performances d'un point de vue fonctionnel.

Soumis à des efforts dynamiques importants, le cahier des charges pour le choix du matériau est le suivant :

.Résistance à la rupture R_m (également nommée R ou σ_R) : $900 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1155 \text{ MPa}$

.Résistance élastique R_e (également nommée σ_e) : $R_e \geq 830 \text{ MPa}$

.Allongement à la rupture : $A\% = 10_{\text{mini}}$

Compte tenu du fait qu'à l'état recuit, cet acier présente une dureté de **260 HB** soit environ **26 HRc** (ou encore 870 MPa en équivalence avec la Résistance à la rupture), une étude de pré-industrialisation confirme la nécessité de pratiquer des traitements d'amélioration de durcissement par trempe suivi d'un revenu pour garantir la ductilité nécessaire.

Question 1 : *Répondre sur feuille de copie*

En vous aidant du Document Ressources DRS1, **relever** la température de revenu nécessaire à l'obtention de l'allongement à la rupture $A\%$ minimale du cahier des charges.

Question 2 : *Répondre sur feuille de copie*

En utilisant la courbe présentant la perte de dureté en % en fonction de la température de revenu (Document Ressources DRS2), **déterminer** la perte de dureté en % induite par le revenu.

En vous servant du tableau d'équivalence Dureté – Résistance à la rupture (Document Ressources DRS3) et sachant que l'on vise la borne supérieure de R_m , **en déduire** la dureté HRc à l'issue de la trempe.

Question 3 : *Répondre sur feuille de copie*

Par expérience, la société assimile la morphologie de cette pièce à une pièce cylindrique pleine de diamètre équivalent $\varnothing 80$.

En reportant schématiquement la courbe de refroidissement relative à ce diamètre $\varnothing 80$ (Document Ressources DRS2) sur le diagramme de Trempe en Refroidissement Continu (DRS4) :

Relever la dureté finale obtenue.

Comparer avec l'objectif de dureté obtenue à la question 2.

Préciser l'impact des traitements thermiques sur le processus d'industrialisation.

Partie B : Choisir une famille de matériaux

Devant l'importance du surcoût induit par ces traitements thermiques, il a été décidé une remise en cause éventuelle du choix du matériau au profit de références qui ne nécessiteraient pas de traitements thermiques d'amélioration et qui permettraient également un allègement de cette pièce.

Le choix d'un matériau (et plus généralement d'une famille de matériaux) est établi à partir de renseignements regroupés dans des bases de données, qui permettent de réaliser des graphes montrant l'évolution des caractéristiques mécaniques, physiques et technico-économiques.

Ces graphes nous offrent une comparaison entre les différentes familles au regard de critères définis.

Question 4 : *Répondre sur feuille de copie*

Définir la composition chimique normalisée du 36 Ni Cr Mo 10.

Question 5 : *Répondre sur feuille de copie*

Compte tenu de l'objectif de performances mécaniques du cahier des charges et des voies de progrès fixées en termes d'allègement :

Justifier le choix de l'abscisse et de l'ordonnée du graphe. (Document Réponse DR1)

Question 6 : *Répondre sur le Document Réponse DR1*

Hachurer la zone de validité répondant au cahier des charges.

Pour rappel : On s'intéressera à la borne supérieure de R_m .

Question 7 : *Répondre sur feuille de copie*

Commenter la position du matériau actuellement utilisé.

Proposer un classement des familles de matériaux répondant aux objectifs de cette remise en cause en les classant par ordre de performance décroissante.

Partie C : Définir la morphologie de la pièce brute

Rappel : *La pièce brute est obtenue par le procédé d'estampage.*

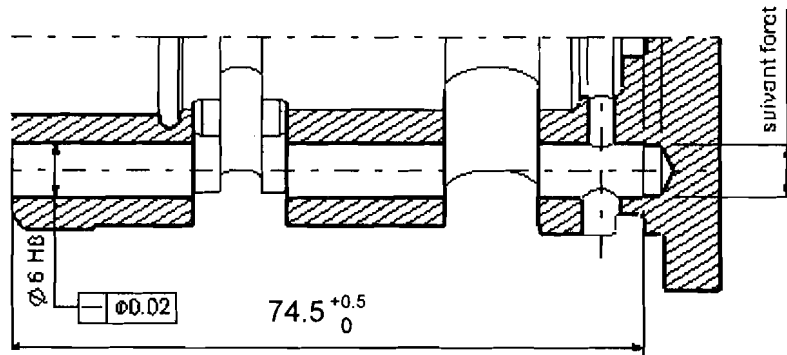
Question 8 : *Répondre sur le Document Réponse DR2*

En vous référant à la nomenclature des phases (Document Technique DT6) et plus précisément à l'issue des opérations d'estampage, sur les deux silhouettes :

Esquisser à main levée le brut du boîtier en respectant les contraintes liées au procédé d'obtention en indiquant clairement les dépouilles, rayons de raccordement et surépaisseurs d'usinage (voir Document Ressource DRS 5).

Partie D : Caractériser un nouveau moyen de production dans le but de réaliser les 3 alésages $\varnothing 6H8$

La réduction des coûts et des délais de fabrication conduisent le technicien de pré-industrialisation à remettre en cause ou confirmer la nécessité technique d'utiliser une phase spécifique 50 pour la réalisation des alésages $\varnothing 6H8$ définis notamment dans le détail E du dessin de définition. (voir DT4)



La rectitude concerne le trou $\varnothing 6H8$ sur toute sa longueur. ($74.5^{+0.5}_0$)

Les procédures adoptées pour ces alésages de faible diamètre et de grande longueur conduisent à utiliser des forets $\frac{3}{4}$.

Nous utiliserons dans ce cas un foret $\frac{3}{4}$ de $\varnothing 6$.

En vous aidant des Documents Ressources concernant les outils coupants utilisés (DRS6 à DRS7) :

Question 9 : *Répondre sur feuille de copie*

Relever les valeurs des facteurs permettant l'utilisation de ce foret.

Question 10 : *Répondre sur feuille de copie*

Parmi les valeurs relevées, **valider** l'aptitude de cet outil à réaliser la spécification géométrique de ces alésages.

L'entreprise envisage l'achat d'un nouveau Centre d'Usinage Horizontal CN **DMC 55H duoBLOCK** (Document Ressources DRS8 et DRS9) pour augmenter sa productivité. Cet achat accueillera la production de la phase 60 (sous-phase 610 et sous-phase 620).

Question 11 : *Répondre sur feuille de copie*

En vous aidant du cahier des charges de ce CUHCN (Centre d'Usinage Horizontal à Commande Numérique) et en tenant compte des quantités relevées ci-dessus :

Relever sur le Document Ressources DRS9 l'option répondant au besoin lié au perçage $\varnothing 6$.

Partie E : Définir les paramètres d'aptitude à l'emploi du porte-pièces

Le processus prévisionnel décrit sur les Documents Techniques DT5 (APEF boîtier) doit répondre à un certain nombre de contraintes concernant les exigences fonctionnelles du produit, à savoir :

- la position des 6 lumières oblongues permet un indexage des cliquets (repérés 27) sur la roue à rochets (repérée 16) équilibré, ce qui impose la mise en position de la phase 60 (4 normales dans l'alésage étagé, 1 normale d'appui et 1 normale dans le perçage $\varnothing 6H8$).

Question 12 :

Répondre sur le Document Réponse DR3

A l'aide du Document Ressources DRS10 :

Esquisser le principe d'outillage de la phase 60 en respectant :

- * Eléments assurant la mise en position :
 - esquisse du centreur étagé (pivot glissant)
 - esquisse de la ponctuelle sur la surface Repère « B »
 - esquisse du locating (dans $\varnothing 6 H8$)
- * Autres éléments :
 - esquisse de la semelle du montage

Question 13 :

Répondre sur le Document Réponse DR3 et sur feuille de copie

A l'aide des Documents Ressources DRS11 et DRS12 :

Choisir les éléments permettant le maintien en position de la pièce.

Représenter sous forme de schémas (cinématique, technologique, de principe...) les éléments assurant le maintien en position.

Question 14 :

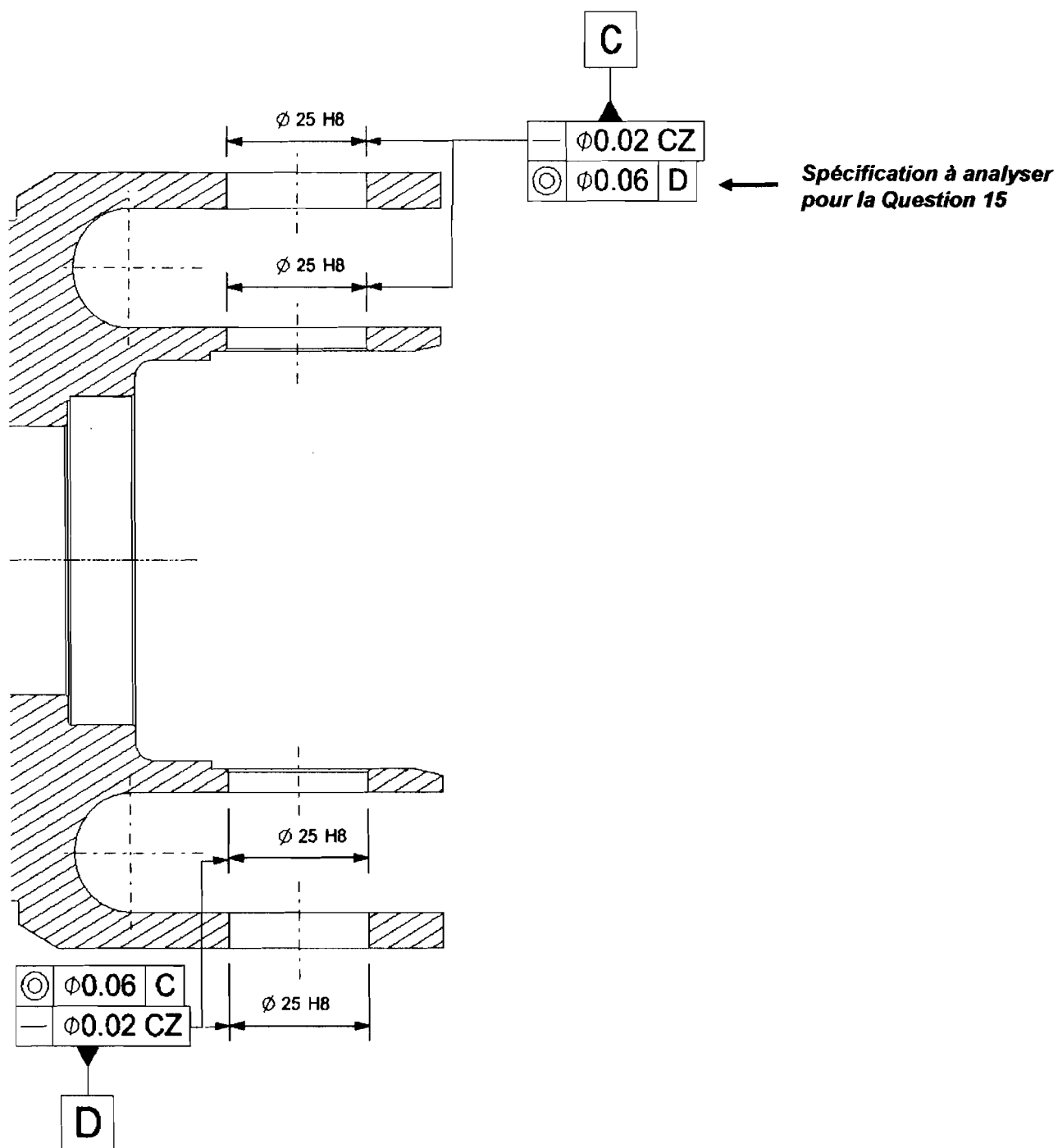
Répondre sur le Document Réponse DR3

Indiquer sur votre dessin la cotation d'aptitude à l'emploi du montage (sans quantifier les spécifications).

Remarque : Vous prendrez comme **éléments de référence** le plan entre la table NORELEM et la fausse table ainsi que l'axe des broches de centrage

Partie 2 : Spécification technique

La forme en chape est une difficulté majeure de réalisation de ce type de pièce et notamment en ce qui concerne le respect des spécifications.



Partie F : A partir de 2 procédés, rechercher les causes des écarts sur le positionnement des 2 alésages

Question 15 : *Répondre sur le Document Réponse DR4*

En vous aidant du dessin de définition DT4 :

Analyser, au sens strict de la norme, la spécification mise en évidence ci-avant.

Etude de l'obtention des 4 portées Ø25 H8 en phase 60

Pour rappel : les chapes sont ébauchées en phase 40.

L'entreprise a utilisé, pour des productions antérieures, 2 procédés différents en ce qui concerne l'usinage de ce type de chape. Ceux-ci peuvent être schématisés par :

Procédé 1 :

- Usinage du 1^{er} côté (référence C)
- Rotation palette Axe B
- Usinage du 2^{ème} côté (référence D)

Procédé 2 :

- Usinage des alésages (référence C et référence D) en ligne (sans rotation palette)

Question 16 : *Répondre sur le Document Réponse DR5*

Proposer pour chaque procédé les opérations d'usinage en précisant les outils et les trajectoires associées permettant de satisfaire les spécifications dimensionnelles et géométriques relatives aux alésages Ø25H8.

Remarque : Vous suivrez l'exemple proposé pour la 1^{ère} opération.

Question 17 : *Répondre sur le Document Réponse DR6*

Cocher et justifier pour chaque procédé les causes pouvant créer des écarts sur le positionnement relatif des alésages entre eux.

Remarque : Les opérations réalisées dans cette phase imposent que la pièce soit centrée sur la palette.

Partie G : Envisager une solution technique en ébauche pour garantir une rectitude de $\varnothing 0.02$ en finition.

Hypothèses de départ :

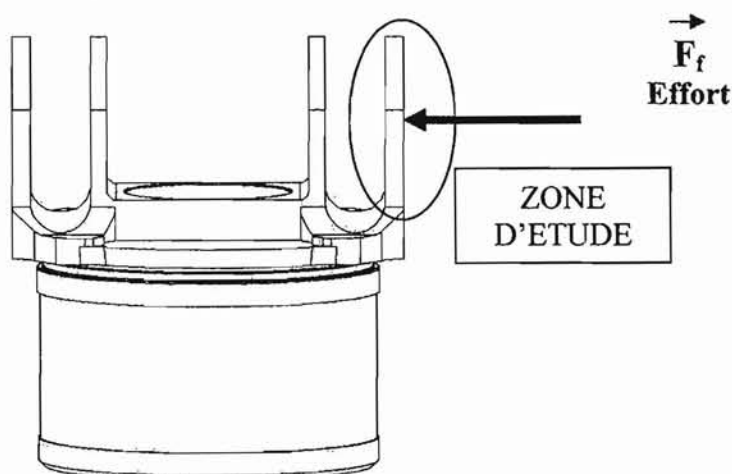
On se place dans le cas du perçage sans avant trou (perçage en pleine matière).

Foret utilisé (SANDVIK Coromant) Type CORODRILL 880 (foret à plaquettes carbure préconisé pour le perçage général dans les alliages de titane), en se plaçant dans le cas le plus défavorable :

- $V_c = 50 \text{ m/min.}$
- $f = 0.18 \text{ mm/tr}$
- $K_{c0.4} = 3000 \text{ N/mm}^2$
- Diamètre de perçage $\varnothing 24$

La société désire vérifier si la déformation de la pièce n'est pas trop importante lors de l'usinage du perçage en phase 60, sous-phase 610.

L'expérience a montré que pour ce type d'usinage le défaut de rectitude en ébauche devra rester inférieur à 0.2mm pour respecter les contraintes liées à la finition.

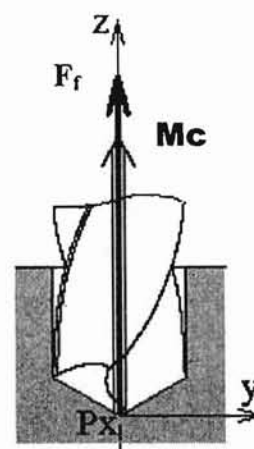


Question 18 :

Répondre sur feuille de copie

En utilisant les documents DRS13 , **déterminer :**

- La valeur de la profondeur de coupe a_p
- La valeur de l'angle d'attaque κ_r
- La valeur de la force de coupe spécifique corrigée K_{cfz}
- la valeur de la force d'avance F_f appliquée par le foret sur la pièce en cours d'usinage.



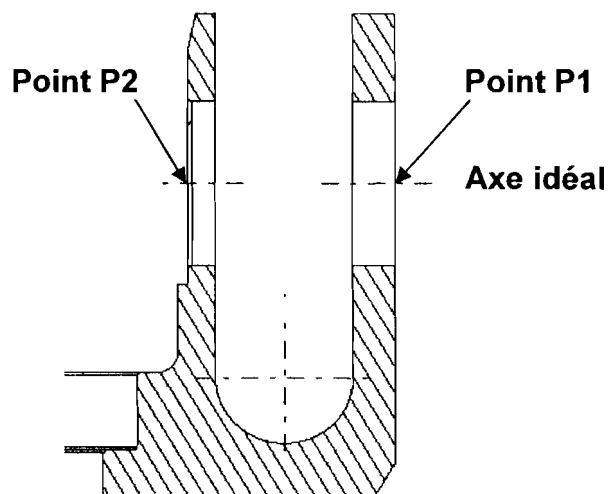
$$\{T(\text{foret} \rightarrow \text{pièce})\} = \begin{matrix} \left\{ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\} \\ p \left[\begin{matrix} F_f & Mc \end{matrix} \right]_{xyz}$$

Question 19 : *Répondre sur feuille de copie*

A quel type de sollicitation la zone étudiée est-elle soumise ?

L'objectif est d'identifier le comportement géométrique de la zone d'étude au cours du perçage.

Modélisation de la zone d'étude



Question 20 : *Répondre sur feuille de copie*

Dessiner sur le « modèle » autour de l'axe idéal, la zone de tolérance **amplifiée** due à la spécification de rectitude de $\varnothing 0.2$ mm. (à l'ébauche)

Remarque : *Vous redessinez le modèle sur votre copie.*

Question 21 : *Répondre sur feuille de copie*

Dessiner sur le « modèle » l'axe du perçage **acceptable** (en rouge) après l'opération de perçage.

Question 22 : *Répondre sur feuille de copie*

En déduire l'angle maximum entre l'axe idéal et l'axe après perçage.

Question 23:*Répondre sur feuille de copie*

Après lecture du Document Ressources DRS14, **relever** la valeur de la déformée au point P1 durant la phase de perçage.

Au regard des faibles déplacements, le modèle retenu est celui proposé sur le Document Ressources DRS14.

En déduire par le calcul l'angle α .

En déduire si la déformée lors du perçage est acceptable.

Question 24:*Répondre sur feuille de copie*

Dans l'hypothèse où l'on utilise le procédé 2 :

Quelles solutions peut-on **envisager** pour rester dans l'intervalle de tolérance de rectitude de $\varnothing 0.02$ (en finition) ?