

Session 2009

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANQUES****E4: ETUDE DE PRE-INDUSTRIALISATION***Partie 1 : Etude de la relation « produit – procédé - processus prévisionnel »**Partie 2 : Spécification technique*

Durée : 6 heures

Coefficient : 4

Aucun document autorisé**Contenu du dossier:**

Texte du sujet : pages 1/10 à 10/10

Documents techniques : DT1 à DT 6

Documents ressources : DRS1 à DRS14

Documents réponse : DR1 à DR6

Cette sous-épreuve a pour objectif de valider les compétences :

- C 01 : Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C 03 : Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C 04 : Valider le choix du couple matériau - procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
- C05 : Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...)
- C06 : Établir les documents destinés aux partenaires co-traitants et sous-traitants.

CALCULATRICE AUTORISEE

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machine entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION****DOSSIER TECHNIQUE**

Contenu du dossier : 8 documents dont 2 formats A3

DT	Intitulé
DT1	Contexte de l'étude
DT2	Dessin d'ensemble du système d'irréversibilité
DT3	Nomenclature
DT4	Dessin de définition du Boîtier d'irréversibilité
DT5	Processus prévisionnel (1/3-2/3-3/3)
DT6	Obtention du brut – Nomenclature des phases

PRESENTATION DU CONTEXTE DE L'ETUDE (DT1)

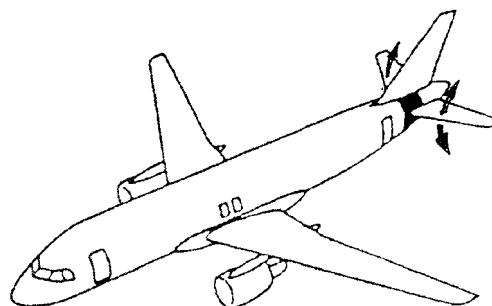
Le boîtier d'irréversibilité étudié fait partie de l'ensemble fonctionnel appelé « effecteur du plan horizontal » d'un avion.

Ce sous-système est placé verticalement dans la queue de l'appareil.

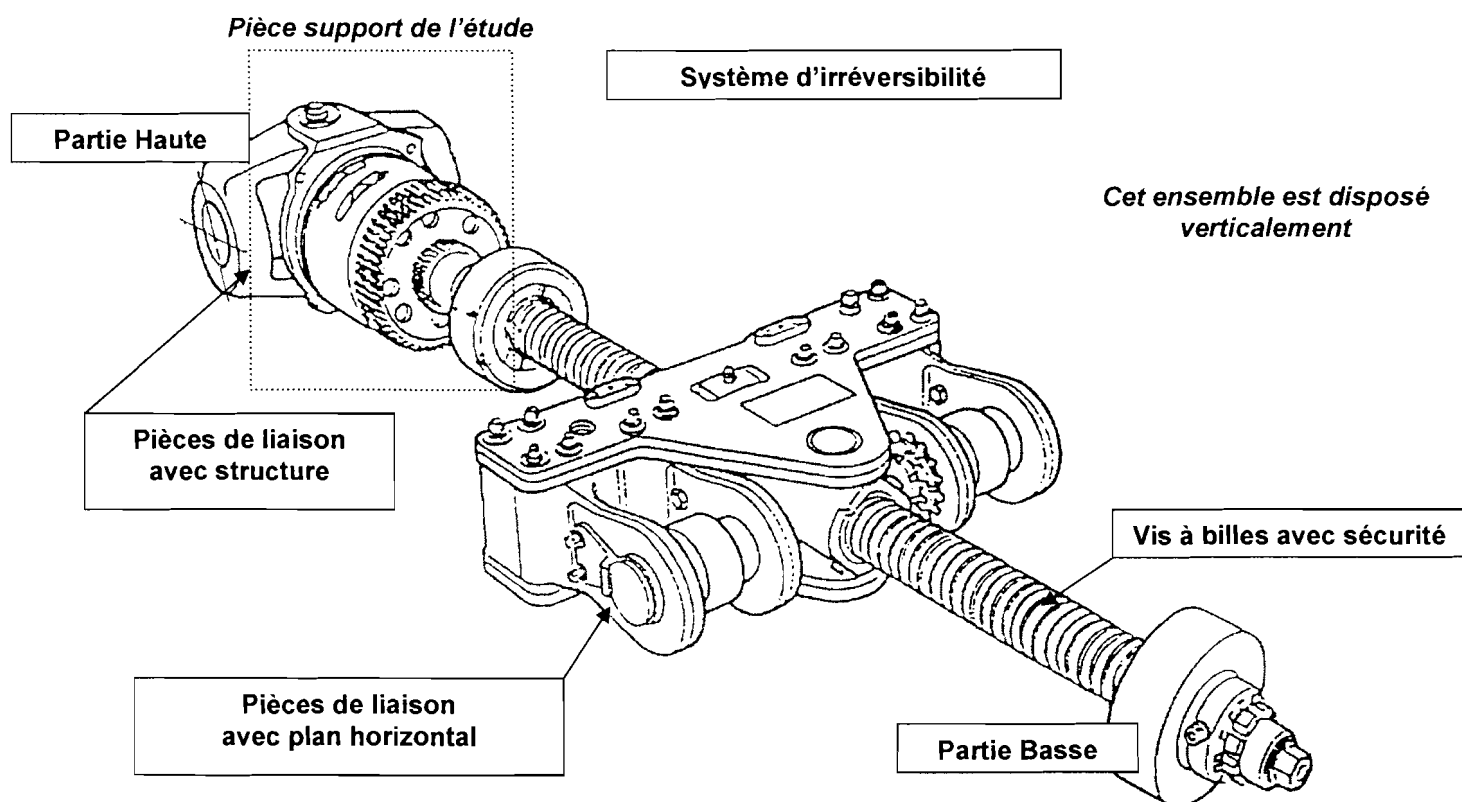
Il constitue l'essentiel de la partie opérative de l'asservissement de l'angle d'incidence du plan horizontal. (Voir figure ci-dessous).

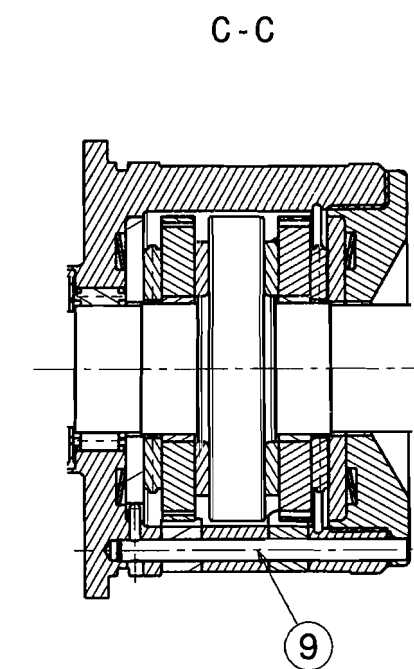
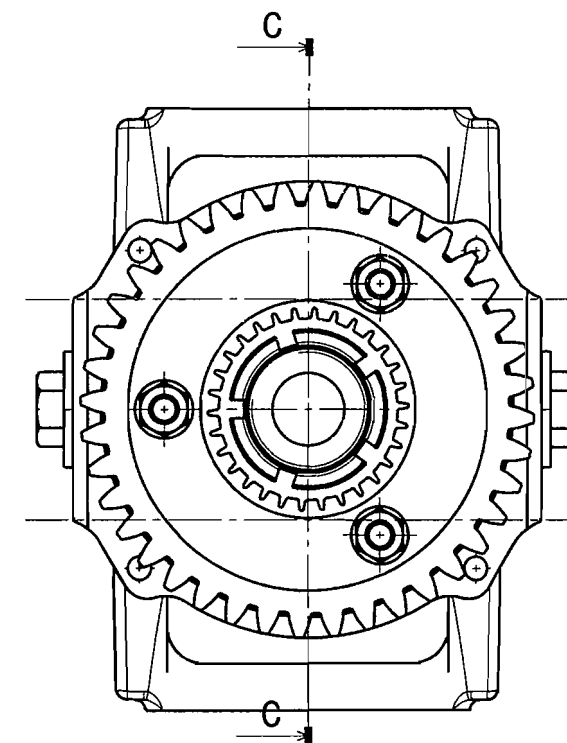
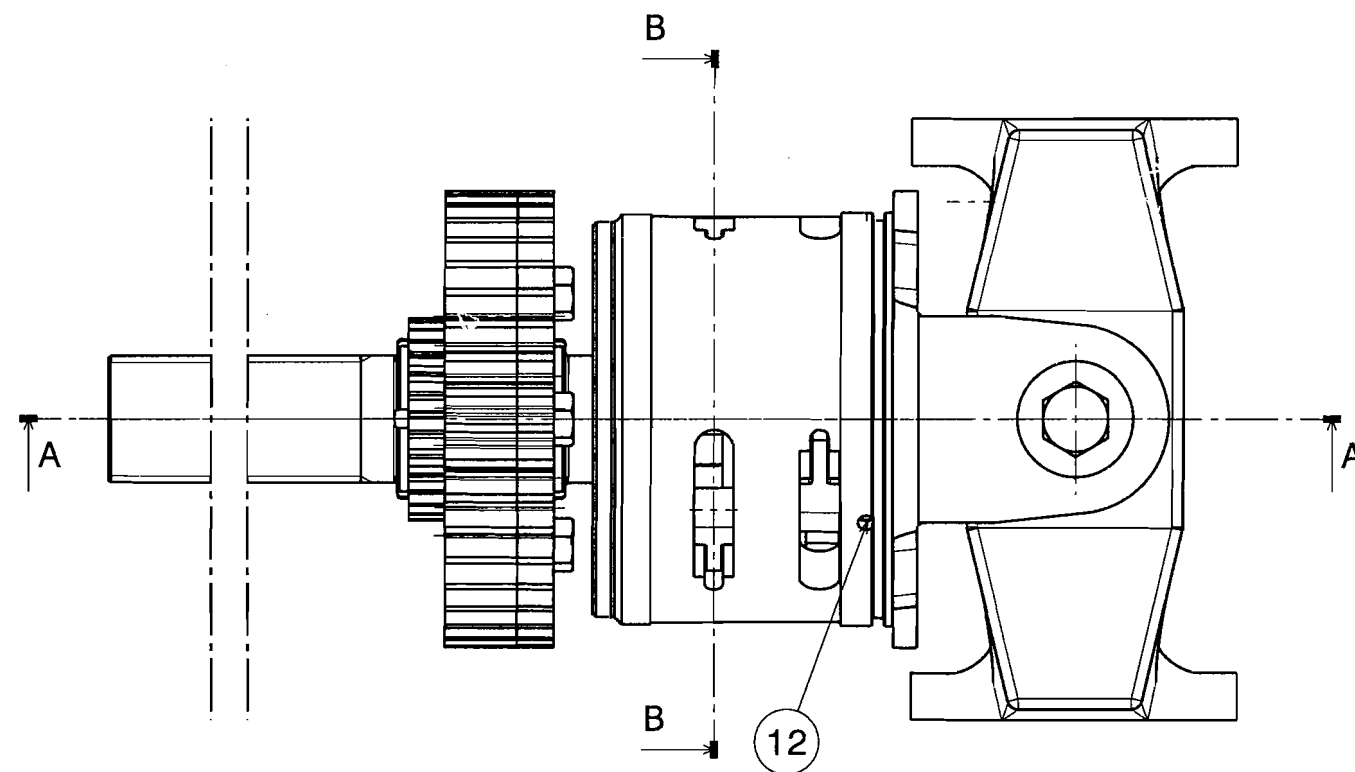
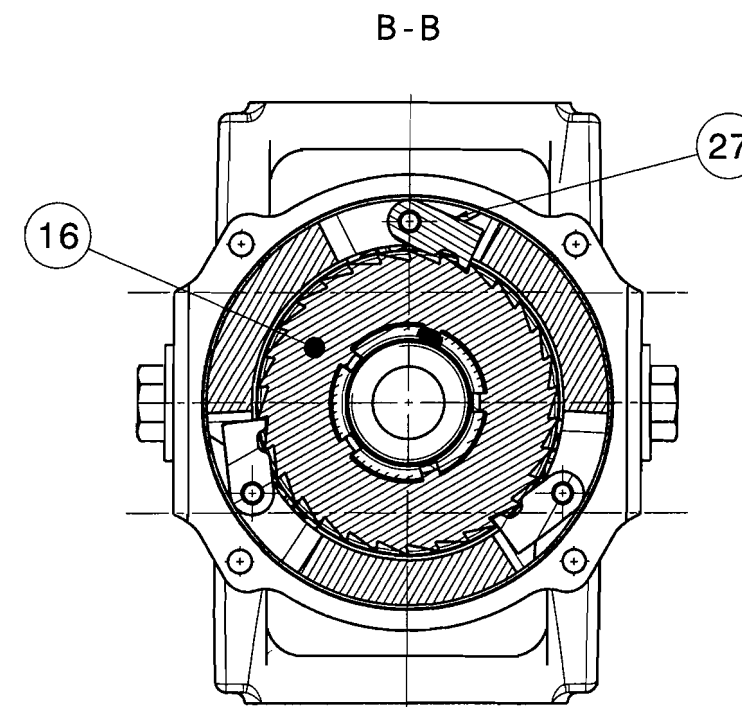
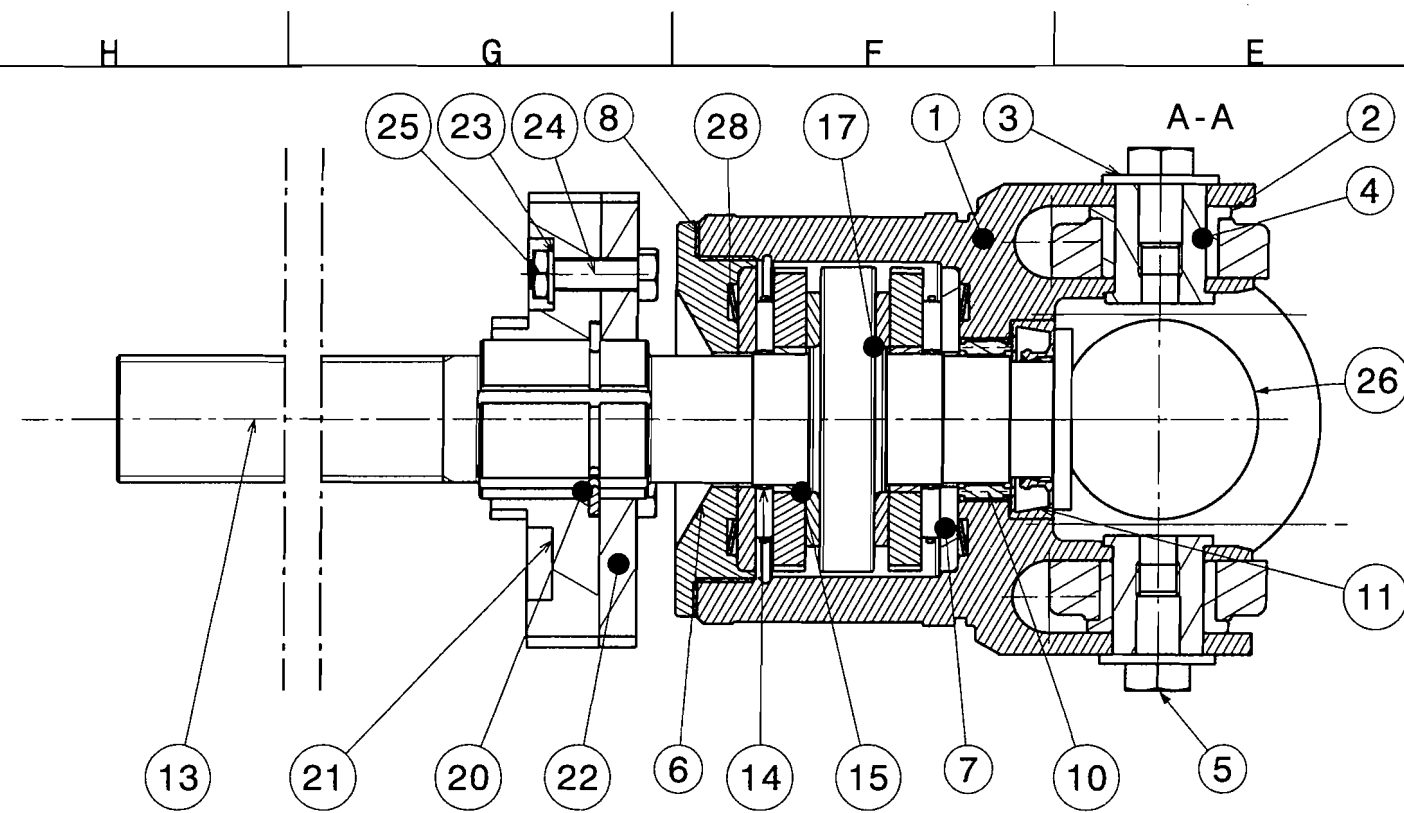
La vis, mise en rotation par un ensemble hydromécanique, génère un mouvement linéaire de l'écrou qui assure le mouvement angulaire du plan horizontal.

Placé en bout de vis, un sous-ensemble assure l'immobilisation angulaire de la transmission lorsque celle-ci n'est pas sollicitée. Un boîtier sert de logement aux différents éléments fonctionnels, il est par ailleurs relié à la structure par deux chapes. Il est prévu un programme de fabrication de **50 unités par mois sur quelques années**.

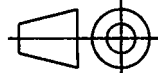


Le schéma 3D ci-dessous montre le boîtier d'irréversibilité support de l'étude.

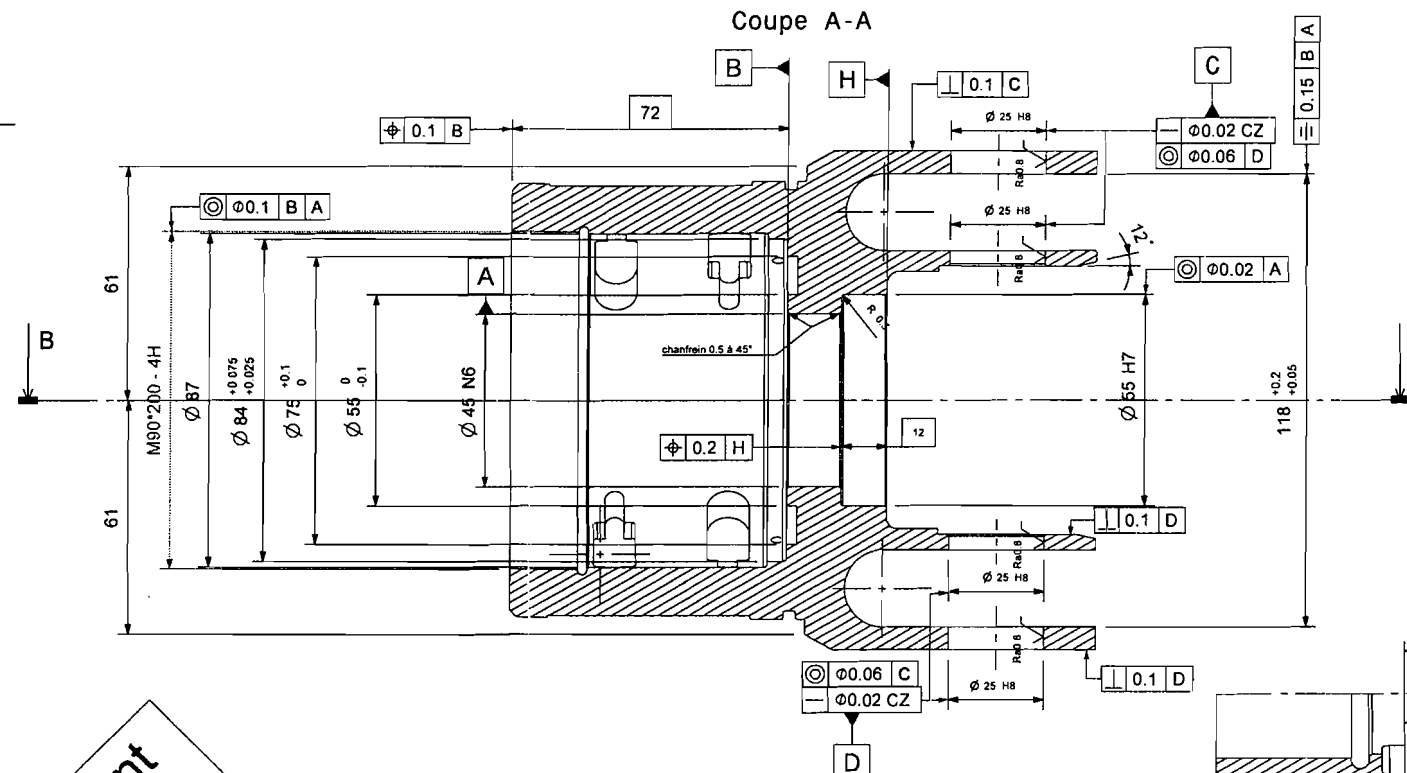
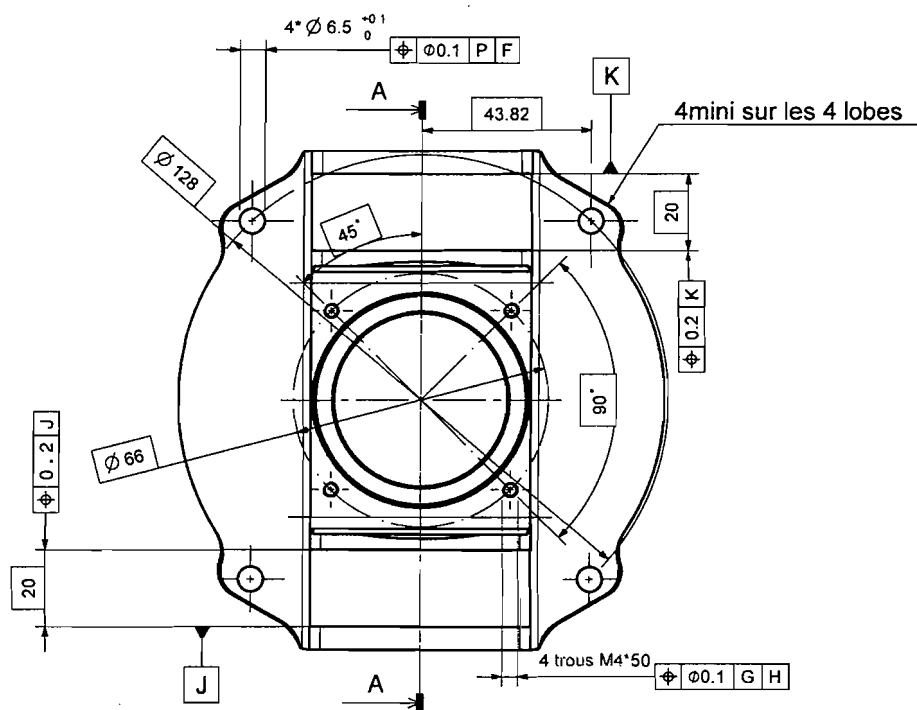




Document Technique DT2

A3		SYSTEME D'IRREVERSIBILITE		
Ech.: 1:2				
		EFFECTEUR D'AVION		
		Sujet de Pré- Industrialisation		
		Epreuve E4		IPE4EPR

28	1	Rondelle ressort	50 Cr V4		55*75*1
27	6	Cliquets	36NiCrMo10		
26	1	Croisillon	36NiCrMo10		
25	3	Ecrou M8	C35		
24	3	Vis H M8-30-8.8	C35		
23	3	Rondelle plate	S235		ISO 10673 Type N-8
22	1	Engrenage droit	16 Ni Cr Mo 13		Z=40 ;m=3
21	1	Pignon double	16 Ni Cr Mo 13		Z=40 ;m=3 Z= 30;m=1
20	1	Anneau élastique	C60		35*3
16	2	Roue à rochets	36NiCrMo10		
15	2	Coussinet	CuPb20Sn5		
14	2	Butée à rouleaux			35 T 03
13	1	Vis	36NiCrMo10		
12	3	Goupille cylindrique	Stub		ISO 8734-3*16
11	1	Joint à lèvre			TypeA,32*55*12
10	1	Roulement à aiguilles			35 N 03
9	3	Axe	36NiCrMo10		
8	1	Joint plat			
7	2	Cale	36NiCrMo10		
6	1	Couvercle	C35		
5	2	Vis H M12-20-8.8	C35		
4	2	Bagues	36NiCrMo10		
3	3	Rondelle plate	S235		ISO 10673 Type N-12
2	2	Coussinet à collerette	CuPb20Sn5		
1	1	Boitier d'irréversibilité	36NiCrMo10	Trempe/Revenu	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations	Référence
Epreuve E4		SYSTEME D'IRREVERSIBILITE			
Format: A4					
DT3					



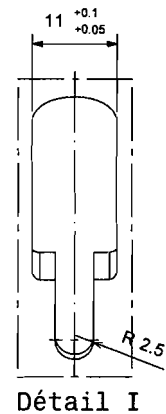
Informations :

R1 : Tolérances générales ISO 2768 fH

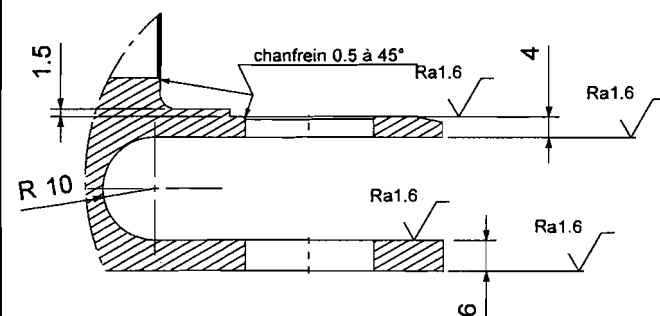
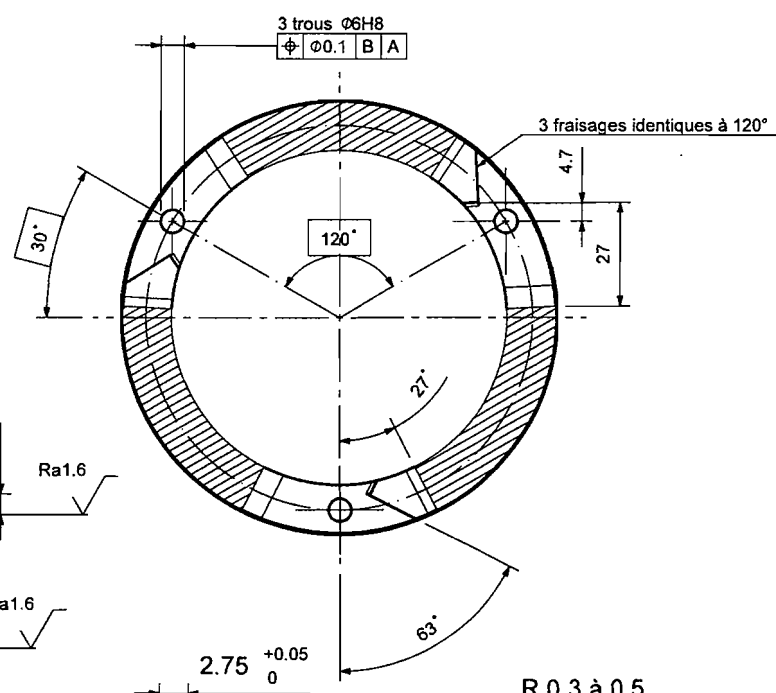
R2 : Résistance à la rupture R_m comprise entre 900 MPa et 1155 MPa

R3 : Limite élastique 830 MPa

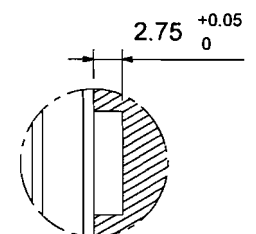
R4 : A% = 10



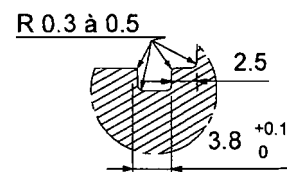
Coupe D-D



Détail H

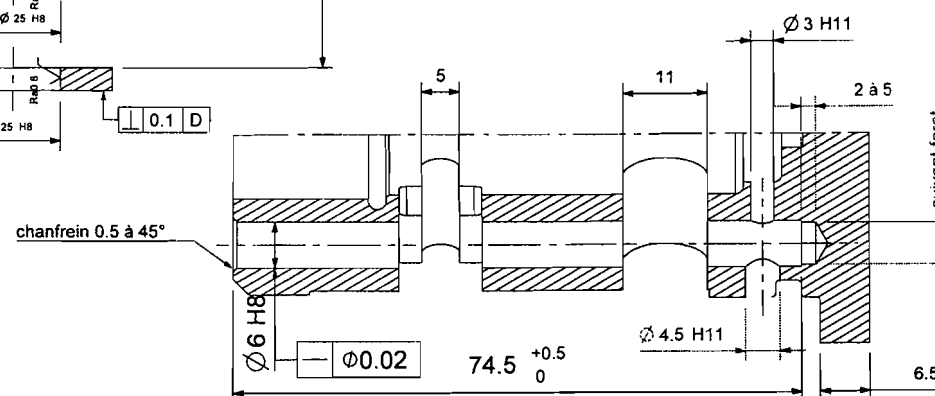
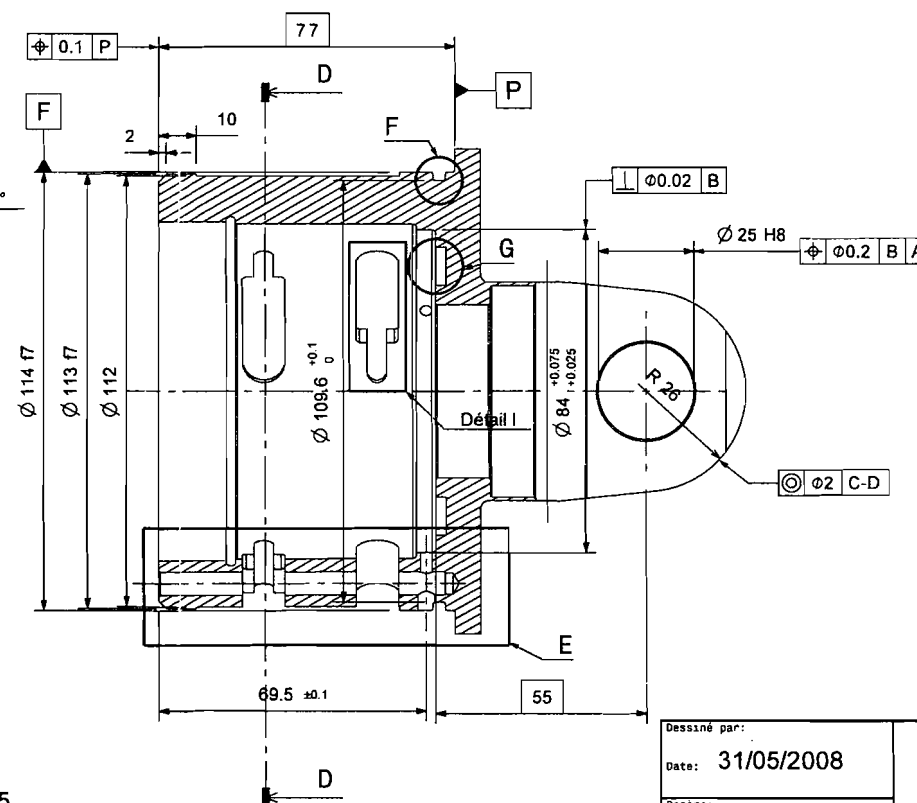


Détail G échelle 2:1



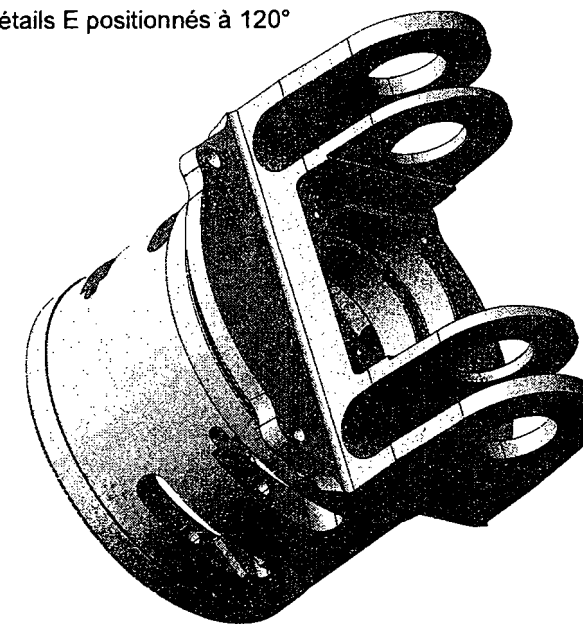
Détail F échelle 2:1

Coupe B-B



Détail E

3 détails E positionnés à 120°



Dessiné par:	
Date:	31/05/2008
Repère:	
Nombre:	1
Format:	A2
Echelle:	1:1
Matière:	36 NiCrMo 10

Boîtier d'irréversibilité
IPE4EPR

Système d'irréversibilité

Sujet de PRE-INDUSTRIALISATION - Session 2009

n° plan
1/1

I	—
H	—
G	—
F	—
E	—
D	—
C	03/10/08
B	21/09/08
A	31/05/08


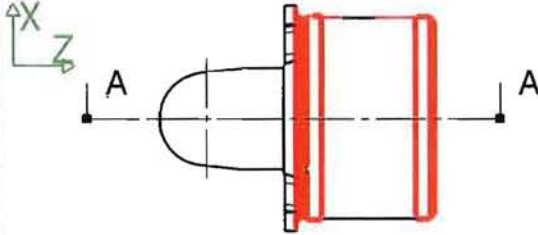


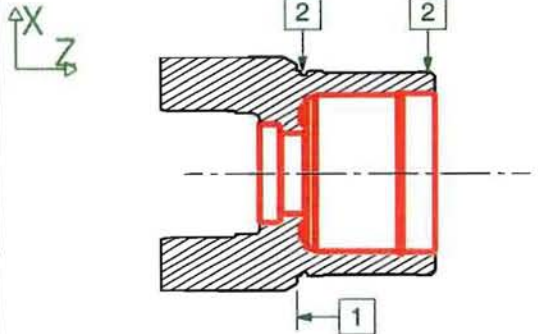


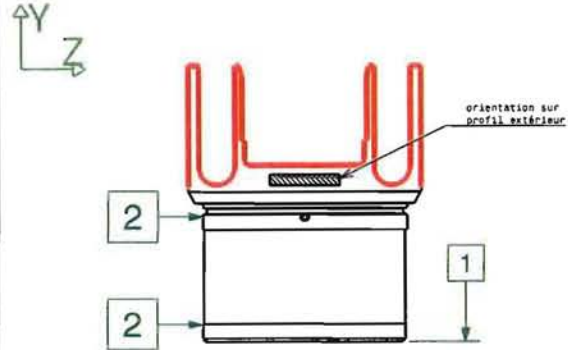

Processus Prévisionnel (APEF)

Ensemble : EFFECTEUR D'AVION

Pièce : BOITIER

Prog fab : 50 pièces / mois

Le : 20/05/08

N° Phase	Désignation de la phase, des opérations	Machine / Outillages	Croquis de phase (2 vues si nécessaire)
PHASE 10	Contrôle du brut		
PHASE 20	Tournage CN Ebauche extérieure	 Tour CN 2 axes	 
PHASE 30	Tournage CN Ebauche intérieure	 Tour CN 2 axes	 
PHASE 40	Fraisage horizontal Ebauche des chapes	 Fraiseuse CN Verticale 3axes	 


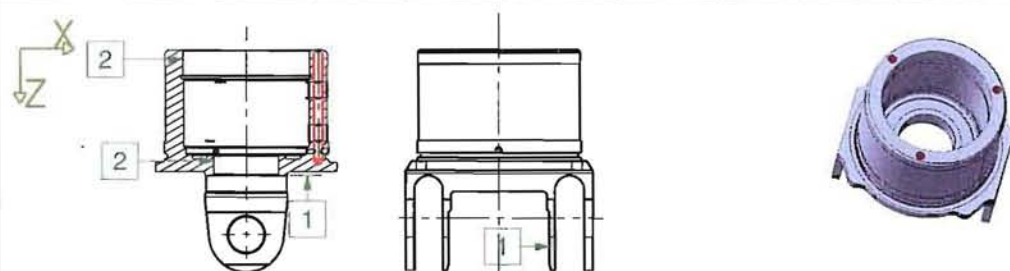

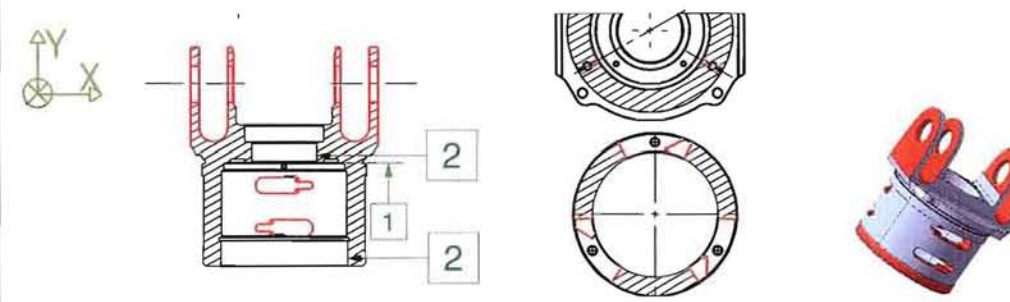
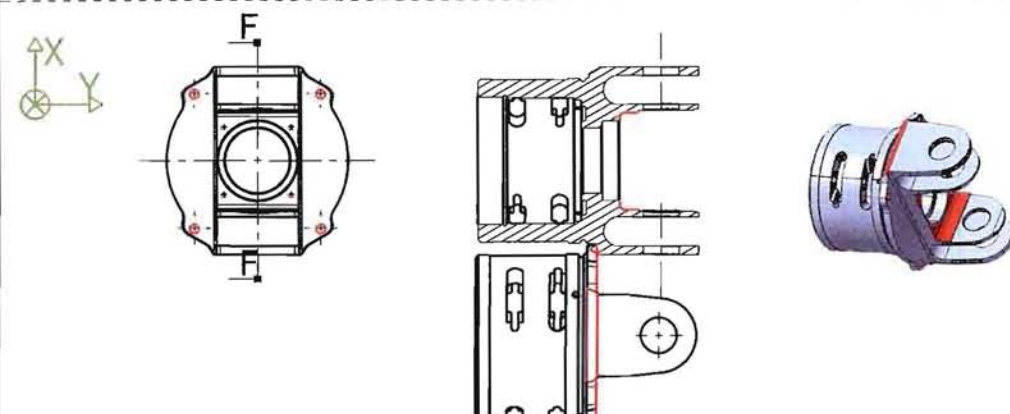
Processus Prévisionnel (APEF)

Ensemble : EFFECTEUR D'AVION

Pièce : BOITIER

Prog fab : 50 pièces / mois

Le : 20/05/08

N° Phase	Désignation de la phase, des opérations	Machine / Outillages	Croquis de phase (2 vues si nécessaire)
PHASE 50	Perçage Alésage vertical CN	 Aléseuse CN	
PHASE 60	sous-phase 610 Usinage sur 4 axes horizontal palettisé	 Centre d'Usinage Horizontal CUHCN 4 axes	
	sous-phase 620 Usinage sur 4 axes horizontal palettisé		


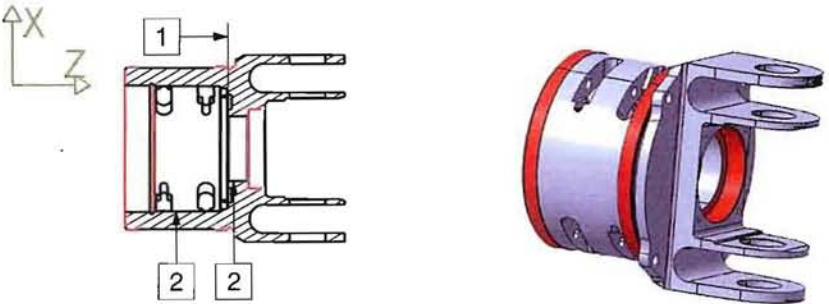

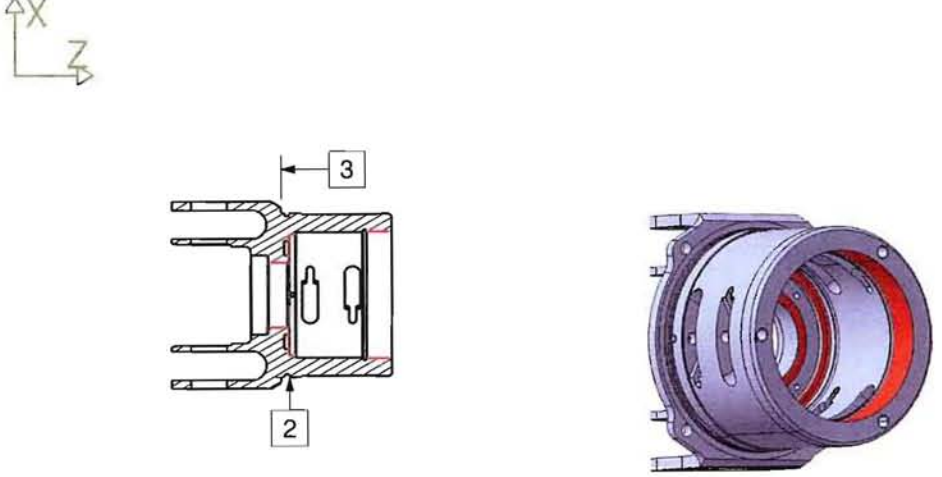
Processus Prévisionnel (APEF)

Ensemble : EFFECTEUR D'AVION

Pièce : BOITIER

Prog fab : 50 pièces / mois

Le : 20/05/08

N° Phase	Désignation de la phase, des opérations	Machine / Outillages	Croquis de phase (2 vues si nécessaire)
PHASE 70	Tournage CN Finition	 Tour CN 2axes	
PHASE 80	Tournage CN Finition et Filetage	 Tour CN 2axes	

Document Technique DT6
Obtention du brut - Nomenclature des phases
(obtention par lot de 50 unités)

- 010 - Contrôle matière selon fiche d'essai
- 020 - Débit (lopins Ø 100, longueur 184)
- 030 - Rayonnage des arêtes (R10) en tournage
- 040 - Chauffe des lopins
- 050 - Ecrasage à longueur 170
- 055 - **Estampage ébauche**
- 060 - Chauffe des ébauches
- 070 - **Estampage finition**
- 080 - Ebavurage à la presse mécanique
- 090 - Grenaillage
- 100 - Décapage fluonitrique
- 110 - Décriquage à la meule
- 120 - Chauffe
- 130 - **Estampage (reprise finition pour calibrage)**
- 140 - Recuit
- 150 - Grenaillage
- 160 - Décapage fluonitrique
- 170 - Contrôle dimensionnel (8 pièces par lot)
- 180 - Contrôle dureté (à 100%)
- 190 - Essais destructifs (1 pièce par lot) - fibrage et texture par macro et micrographie
- traction
- 200 - Ressuage (à 100%)
- 210 - Perçage du Ø35
- 220 - Contrôle final
- 230 - Marquage (à 100%)
- 240 - Remise à expéditions

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANQUES****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**..."

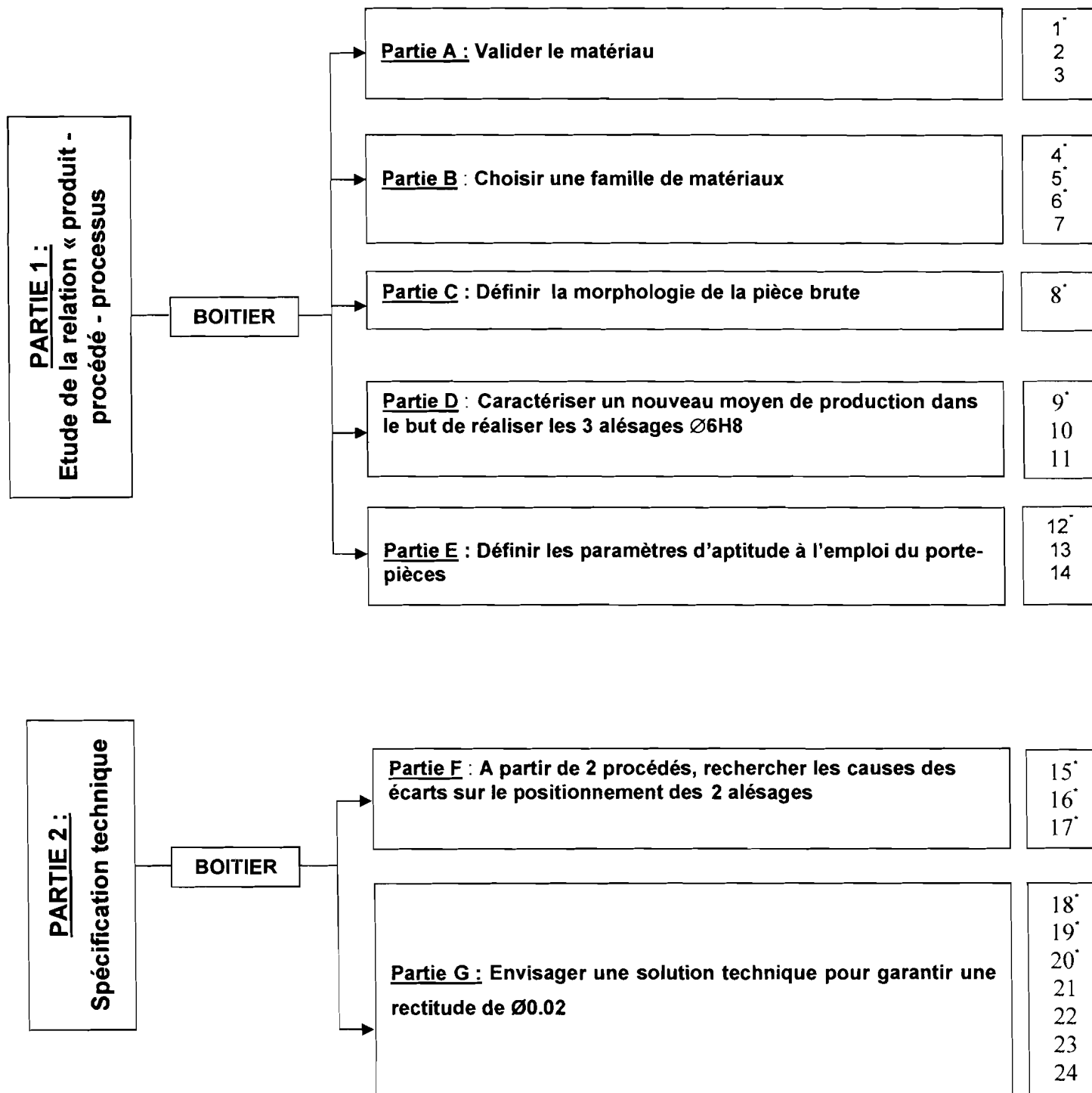
Tournez la page s.v.p

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 endurantes.

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 :

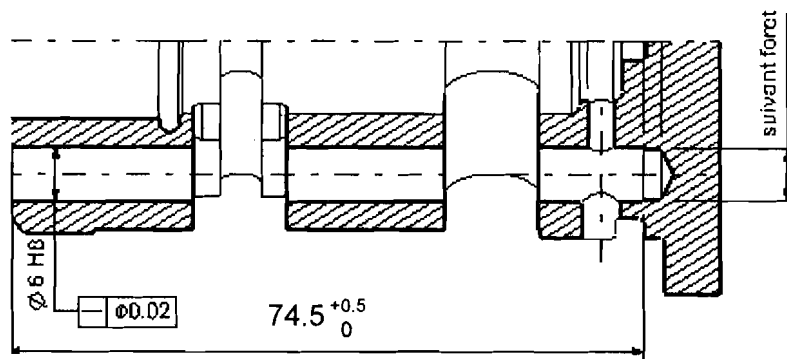
Répondre sur le Document Réponse DR2

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 :

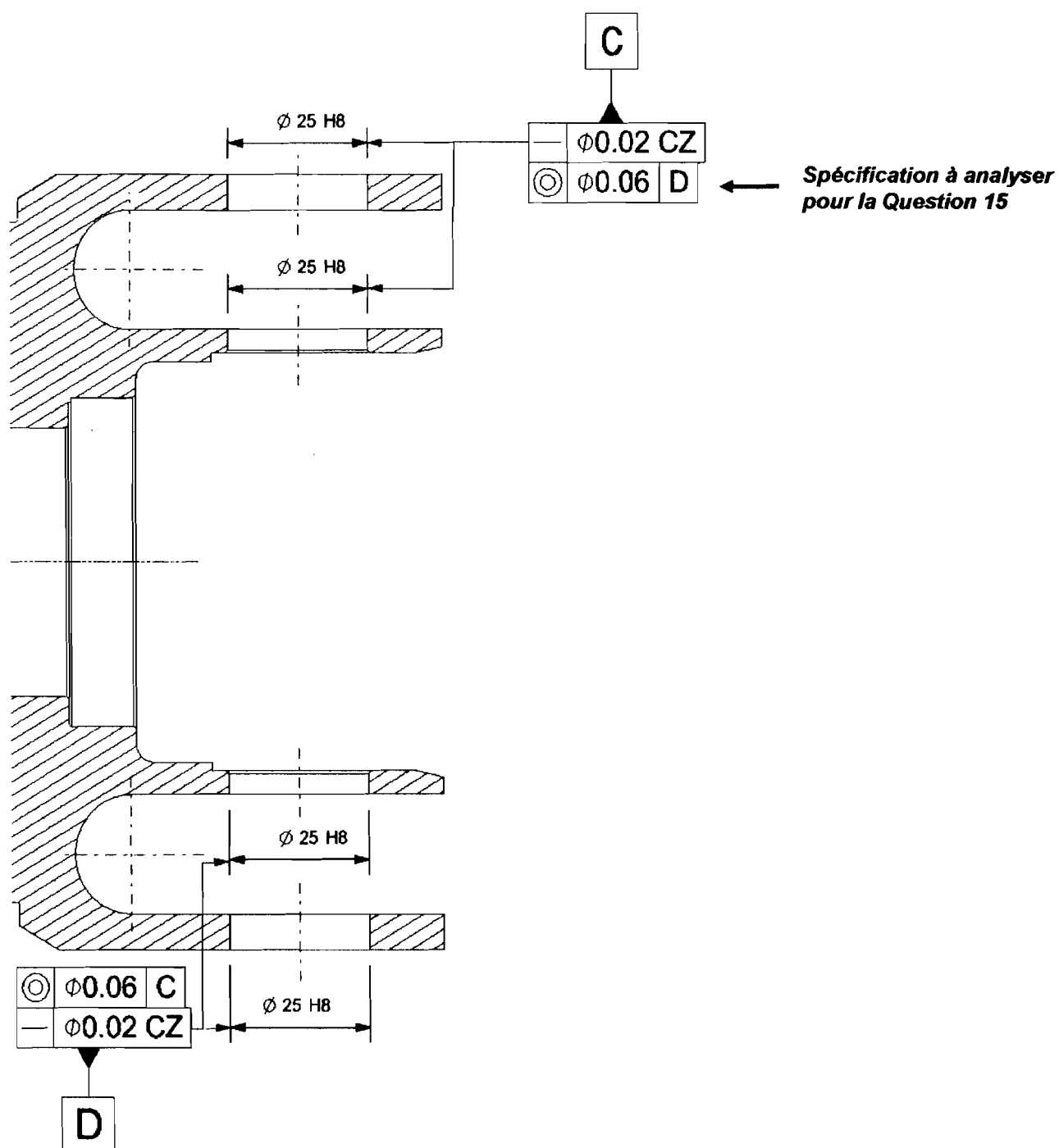
Répondre sur le Document Réponse DR3

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 :

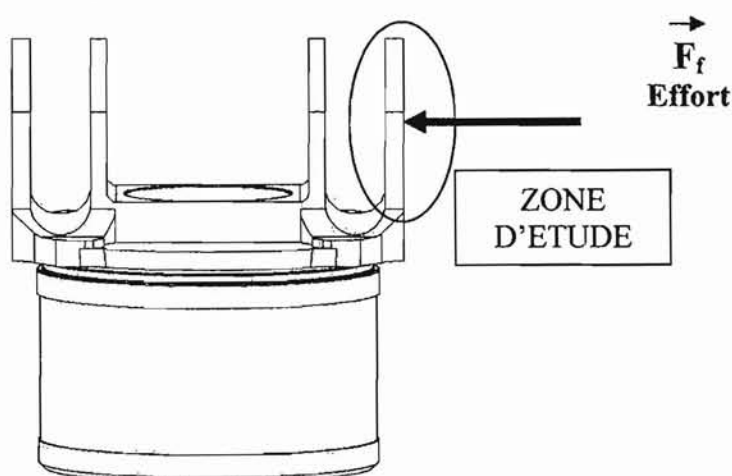
On se place dans le cas du perçage sans avant trou (perçage en pleine matière).

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.

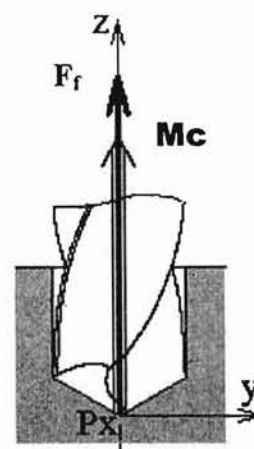


Question 18 :

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.

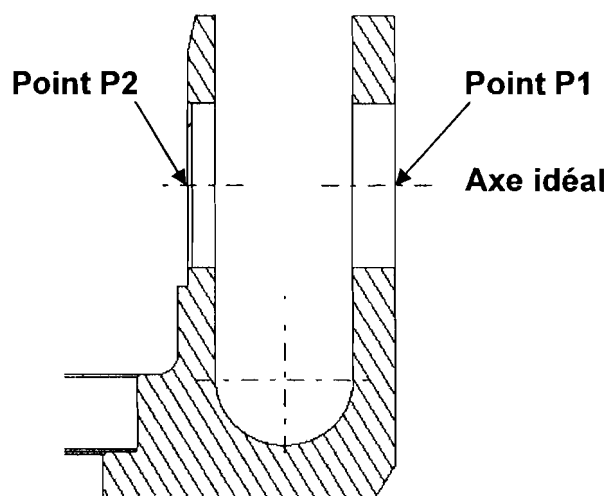


$$\{T(\text{foret} \rightarrow \text{pièce})\}_p = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ F_f & M_c \end{Bmatrix}_{xyz}$$

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 Ø0.2 mm. (à l'ébauche)

Remarque : Vous redessinerez 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) ?

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

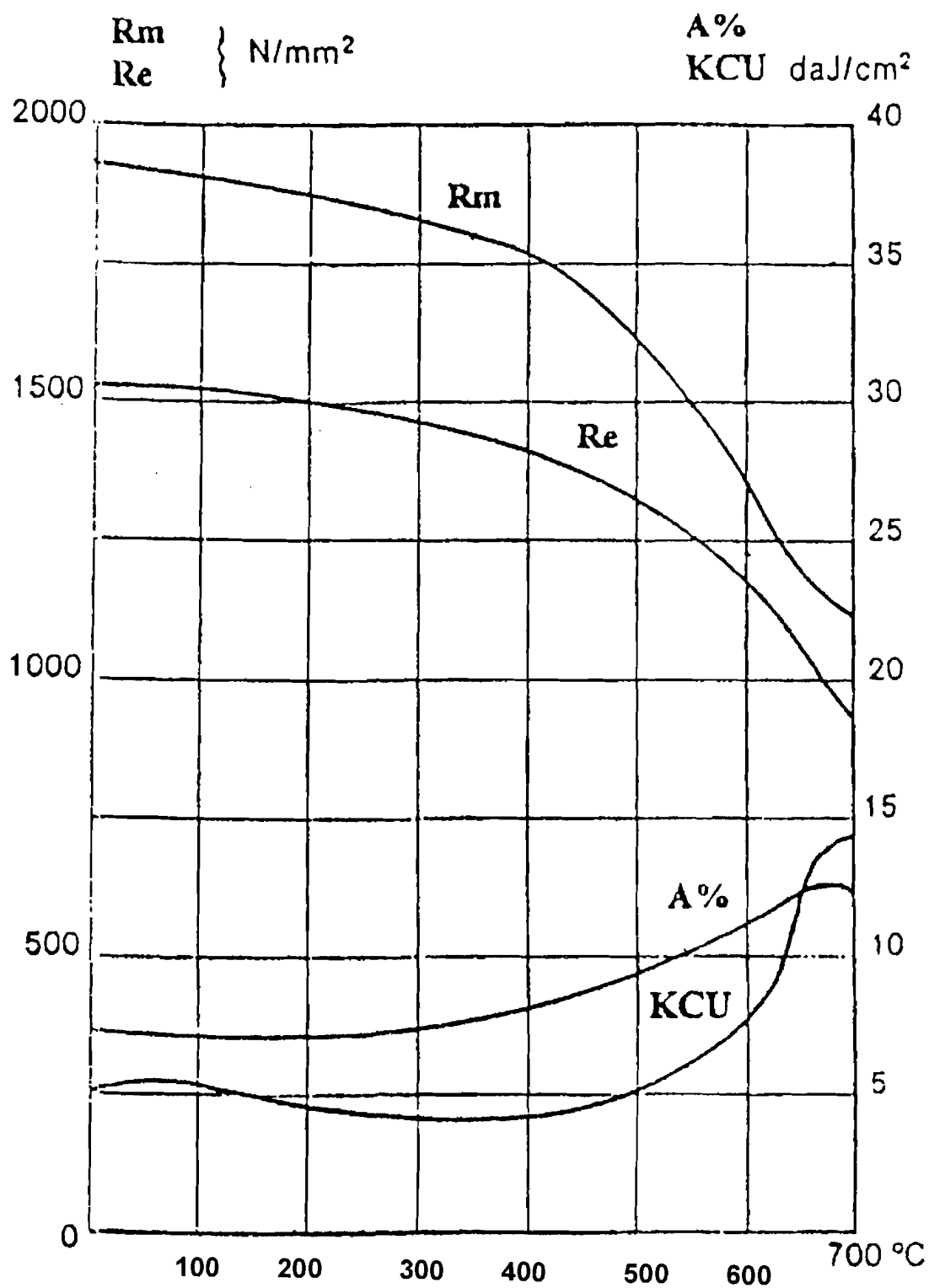
DOSSIER RESSOURCE

Contenu du dossier : 14 documents

DRS	Intitulé
DRS1	Evolution des caractéristiques mécaniques
DRS2	Influence sur la dureté des conditions de Revenu Courbe de refroidissement à l'huile pour une trempe TRC
DRS3	Correspondance des échelles de dureté et de résistance à la traction Rm
DRS4	Diagramme TRC du 36 Ni Cr Mo 10
DRS5	Informations sur le matriçage
DRS6	Présentation du foret $\frac{3}{4}$
DRS7	Informations techniques foret $\frac{3}{4}$
DRS8	Caractéristiques techniques CUHCN
DRS9	Caractéristiques techniques CUHCN
DRS10	Principe du porte-pièce Phase 60 – Sous-phase 610
DRS11	Bibliothèque éléments de porte-pièce
DRS12	Bibliothèque éléments de porte-pièce
DRS13	Informations outil coupant
DRS14	Déformée de la pièce en perçage

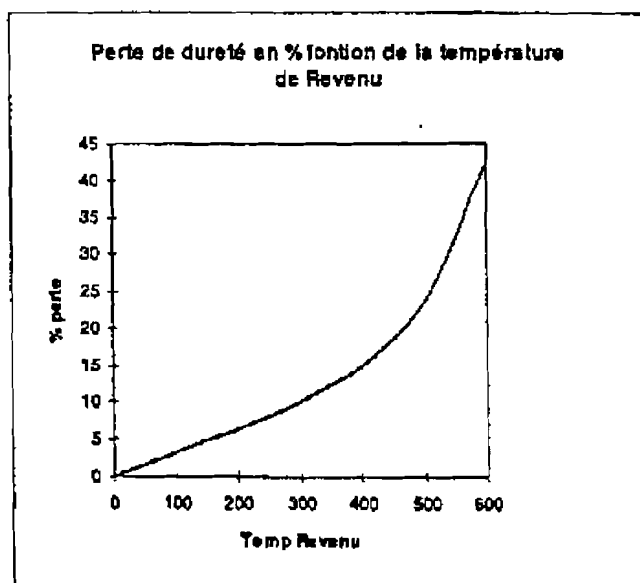
Document Ressources DRS1

Evolution des caractéristiques mécaniques en fonction de la température de REVENU
pour le 36 Ni Cr Mo 10



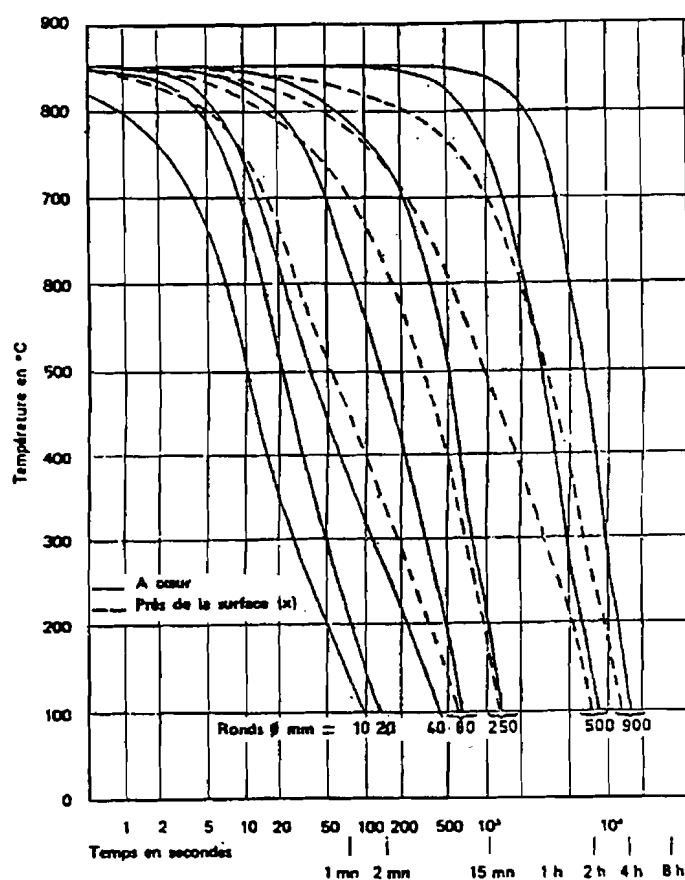
Document Ressources DRS2

Influence sur la dureté des Conditions de Revenu sur un 36 NiCrMo 10



Courbe de refroidissement à l'huile pour une trempe TRC en fonction de la morphologie de la pièce

Mode de refroidissement : **HUILE**



Document Ressources DRS3

Tableau de correspondance des échelles HV, HB, HRc – Résistance à la traction R_m

Tableau extrait du Mémotech Productique Matériaux et Usinage

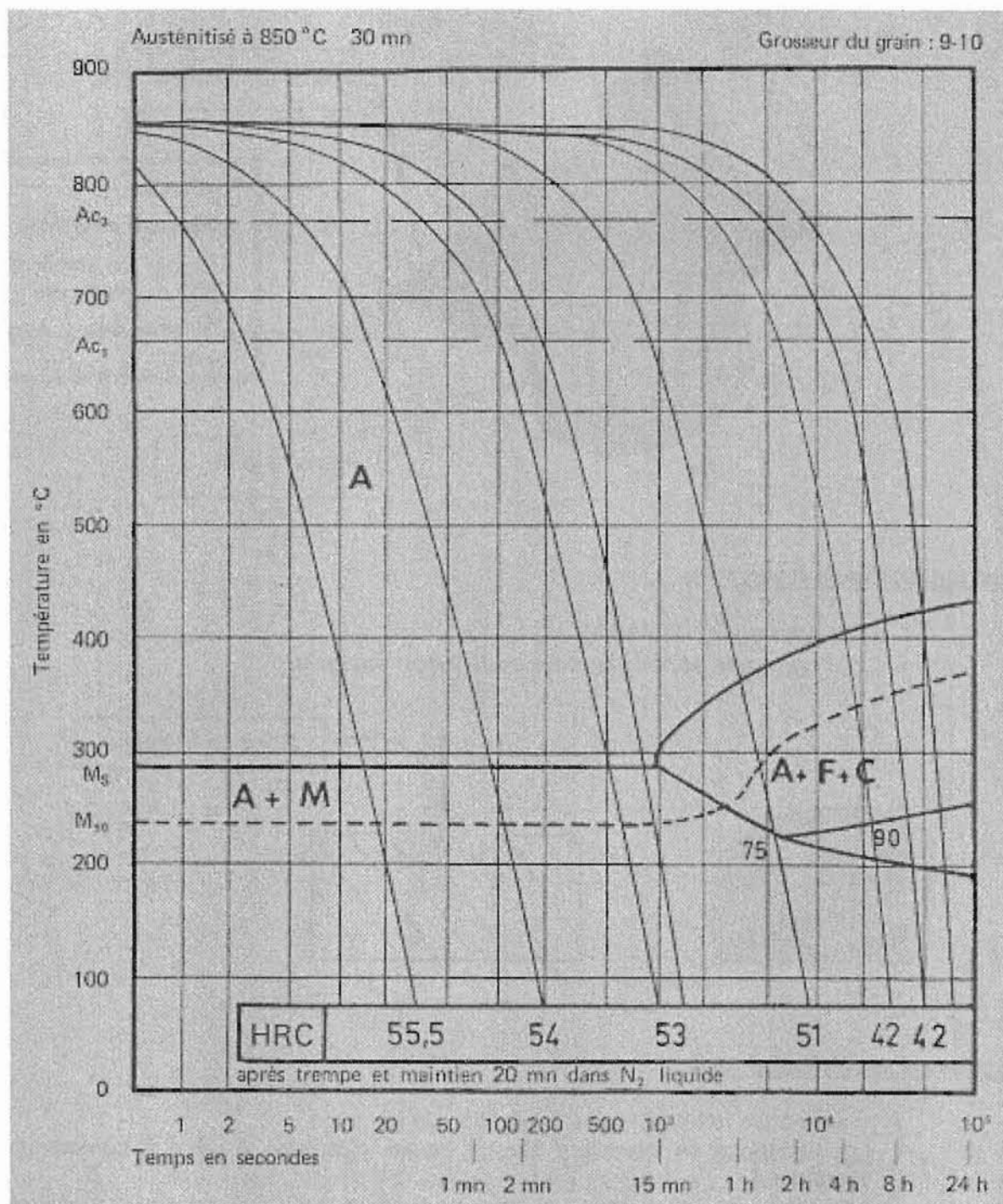
Editeur CASTEILLA

HV	HB	HRC	Résistance à la rupture R _m N/mm ²	HV	HB	HRC	Résistance à la rupture R _m N/mm ²
80	76.0		255	360	342	36.6	1155
85	80.7		270	370	352	37.7	1190
90	85.5		285	380	361	38.8	1220
95	90.2		305	390	371	39.8	1255
100	95.0		320	400	380	40.8	1290
105	99.8		335	410	390	41.8	1320
110	105		350	420	399	42.7	1350
115	109		370	430	409	43.6	1385
120	114		385	440	418	44.5	1420
125	119		400	450	428	45.3	1455
130	124		415	460	437	46.1	1485
135	128		430	470	447	46.9	1520
140	133		450	480	(456)	47.7	1555
145	138		465	490	(466)	48.4	1595
150	143		480	500	(475)	49.1	1630
155	147		495	510	(485)	49.8	1665
160	152		510	520	(494)	50.5	1700
165	156		530	530	(504)	51.1	1740
170	162		545	540	(513)	51.7	1775
175	166		560	550	(523)	52.3	1810
180	171		575	560	(532)	53.0	1845
185	176		595	570	(542)	53.6	1880
190	181		610	580	(551)	54.1	1920
195	185		625	590	(561)	54.7	1955
200	190		640	600	(570)	55.2	1995
205	195		660	610	(580)	55.7	2030
210	199		675	620	(589)	56.3	2070
215	204		690	630	(599)	56.8	2105
220	209		705	640	(608)	57.3	2145
225	214		720	650	(618)	57.8	2180
230	219		740	660		58.3	
235	223		755	670		58.8	
240	228	20.3	770	680		59.2	
245	233	21.3	785	690		59.7	
250	238	22.2	800	700		60.1	
255	242	23.1	820	720		61.0	
260	247	24.0	835	740		61.8	
265	252	24.8	850	760		62.5	
270	257	25.6	865	780		63.3	
275	261	26.4	880	800		64.0	
280	266	27.1	900	820		64.7	
285	271	27.8	915	840		65.3	
290	276	28.5	930	860		65.9	
295	280	29.2	950	880		66.4	
300	285	29.8	965	900		67.0	
310	295	31.0	995	920		67.5	
320	304	32.2	1030	940		68.0	
330	314	33.3	1060				
340	323	34.4	1095				
350	333	35.5	1125				

Document Ressources DRS4

Diagramme TRC du 36 Ni Cr Mo 10

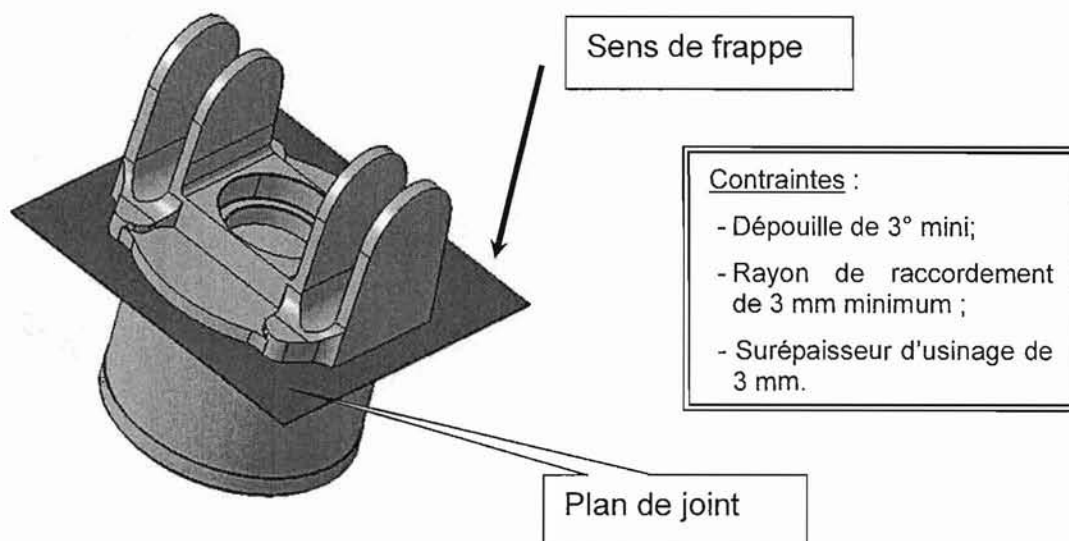
(Courbe issue de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier)



Document Ressources DRS 5

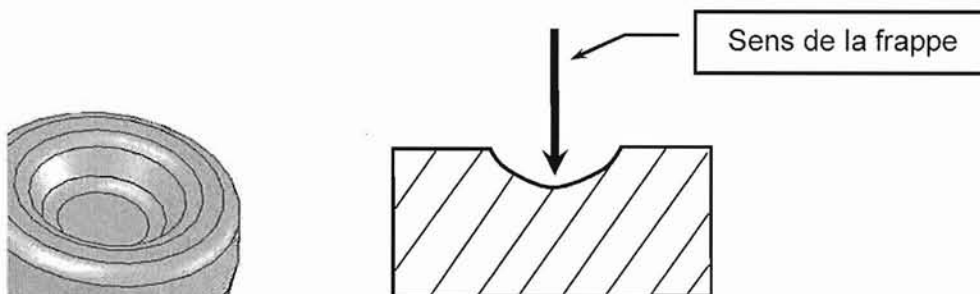
Matriçage du boîtier

Le brut matriçé est obtenu à partir d'un lopin. Puis, à l'aide de frappes successives on déforme les extrémités de ce lopin afin d'obtenir la forme souhaitée.



Informations techniques :

- Matière forgée : Ti Al 6 V
- **Les alésages sont ébauchés de la façon suivante :**



Données complémentaires :

- L'entreprise fait sous-traiter l'opération de forgeage.
- Les usinages se déroulent sur un centre d'usinage 4 axes à commande numérique.
- Les surfaces nécessitant un usinage doivent avoir une réserve d'usinage prévue lors de la phase de forgeage. Cette réserve est de **3 mm**.

Document Ressources DRS 6

Présentation du foret type 3/4



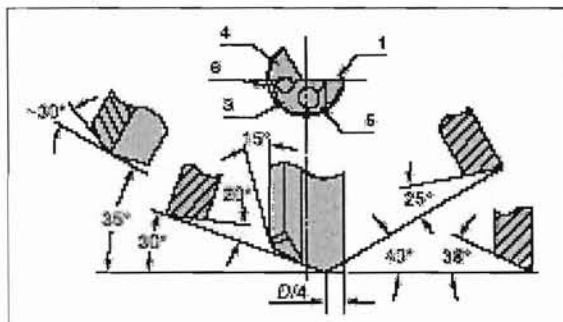
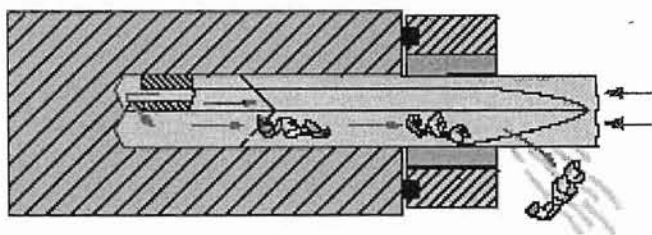
Les forets 3/4 SANDWIK COROMANT couvrent la plage de diamètres 3 à 20 mm. Ces outils permettent d'obtenir des tolérances et un fini de surface d'une qualité telle qu'un usinage de finition sous la forme d'un réalésage, n'est normalement pas nécessaire.

Les forets 3/4 se composent d'un embout carbure monobloc à une seule lèvre, d'un tube et d'un porte-foret.

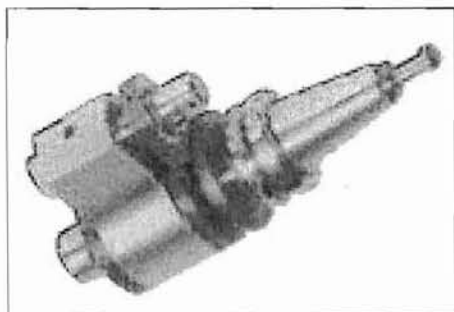
L'embout brasé sur le tube, comporte un orifice pour l'alimentation du liquide de coupe. L'évacuation des copeaux se fait via la rainure en V à 110° située sur le tube. Le tube porte embout est disponible en différentes longueurs et comporte le même type de rainure en V que l'embout carbure monobloc.

Ces forets sont rectifiés sur le diamètre selon une tolérance ISO h5, ce qui, pour les plus grands diamètres, donne une tolérance de +0.000 - 0.005 mm. La conicité du foret sur l'arrière est d'environ 0.006 mm / 10 mm, ce qui procure une dépouille suffisante.

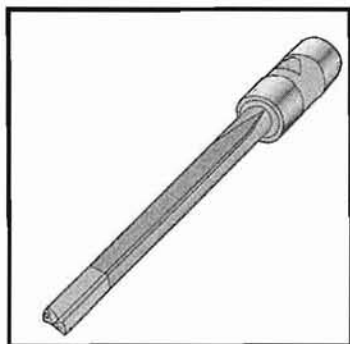
Il est parfois recommandé d'avoir une conicité supérieure pour le forage de l'acier inoxydable.



Le foret 3/4 est fourni avec ou sans porte-foret. Le porte-foret, qui est brasé sur le tube est disponible en différentes versions. Par le biais d'un adaptateur, le foret 3/4 peut être monté sur des porte-forets non-conformes au standard Sandvik. En d'autres termes, le même outil peut être utilisé sur des machines avec montages différents. L'adaptateur n'est pas livré avec l'outil standard mais peut être commandé séparément.



- ✓ Outil économique pour le forage de précision de trous de faible diamètre.
- ✓ Obtention de bons états de surface et de grande précision, ce qui élimine la nécessité d'opérations de finition.
- ✓ Convient au forage de trous courts ou longs.
- ✓ Convient pour forage de trous profonds sur C.U.
- ✓ Utile lorsque la rupture des copeaux présente des problèmes.
- ✓ Une nuance carbure peut être recommandée selon la matière à forer.



Référence SANDVIK 428.9

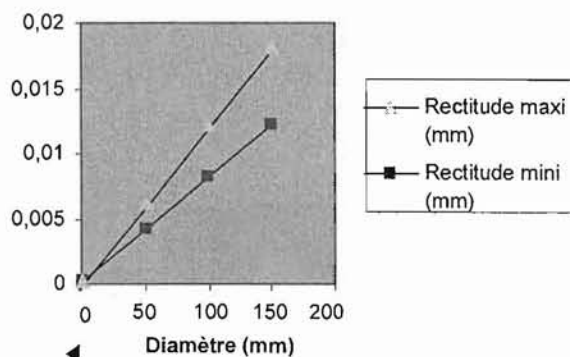
Document Ressources Foret ¾ DRS 7

Les graphiques ci-dessous présentent des valeurs nominales qui ne constituent pas des recommandations absolues mais doivent être adaptées en fonction des conditions d'usinage (Machine utilisée, matière à forer, etc....)

Rectitude du forage (mm)

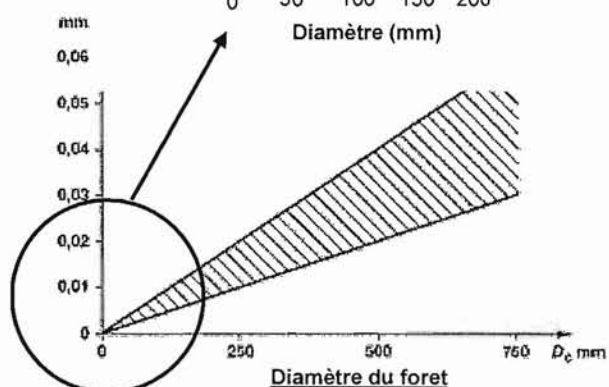
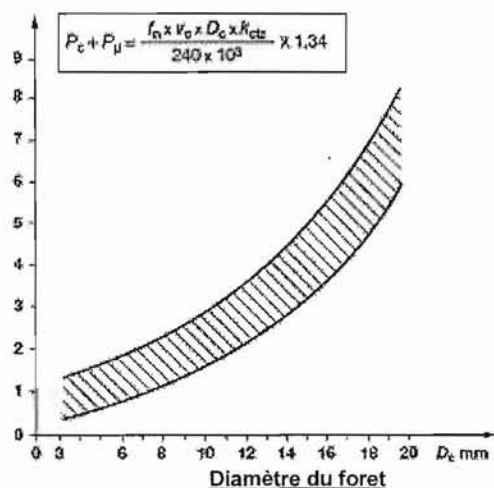
Evolution Rectitude = fct (diamètre)

Rectitude (mm)



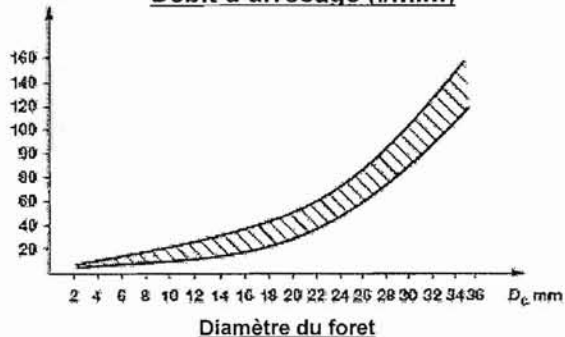
P_c kW

Puissance Nette (kW)



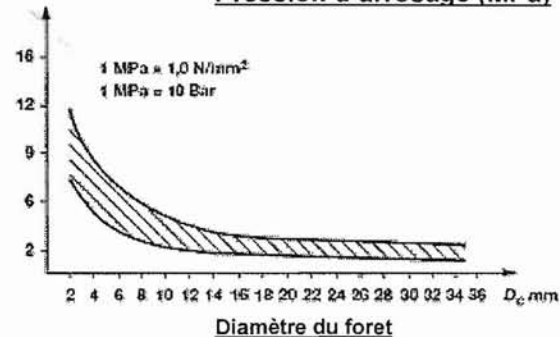
q l/min

Débit d'arrosage (l/min.)



P MPa

Pression d'arrosage (MPa)





Document Ressources DRS 8

CUHCN - DMU 55H duoBLOCK DMG

Caractéristiques techniques

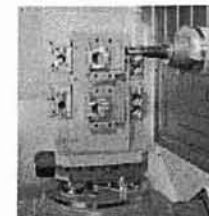
(issu de la documentation du fournisseur de Machine-outils
DECKEL-MAHO GILDEMEISTER)



Type de machine		DMC 55H duoBLOCK*	DMC 65H duoBLOCK*
Capacité d'usinage			
Axes X/Y/Z	mm	560*600*600	700*700*700
Distance axe de la broche - palette	mm	100-700	100-800
Distance nez de broche - milieu de la palette	mm	70-670	70-770
Table / surface de bridage /pièces			
Table diviseur 360*1°	tr/min.	25	25
Taille de la palette	mm	400*400	500*500
Charge de la palette maxi	kg	500	600
Diamètre de pièce maxi	mm	630	800
Hauteur de pièce maxi	mm	850	1000
Entraînement principal			
Motobroche intégrée SK40	tr/min.	12.000	12.000
Puissance (f.d.s 40% / régime permanent)	kW	20/20	20/20
Couple (f.d.s 40% / régime permanent)	N.m	110/84	110/84
Temps d'accélération 0-12.000 trs / min.	s	0.9	0.9
Changeur d'outils			
Magasin à roue	postes	45	45
Diamètre (postes voisins occupés)	mm	Ø 80	Ø 80
Diamètre (postes voisins libres)	mm	Ø 160	Ø 160
Diamètre de barre d'alésage	mm	Ø 280 /160	Ø 280 /160
Longueur	mm	400	400
Poids	kg	10	10
Temps de copeau / copeau	s	3,7	3,8
Axes linéaires X/Y/Z			
Vitesse d'avance	mm/min.	60.000	60.000
Vitesse rapide	mm/min.	60.000	60.000
Accélération	m/s-2	6 sur X / 6 sur Y / 5 sur Z	6 sur X / 6 sur Y / 5 sur Z
Poussée	kN	10	10
Pmax. (X/Y/Z) VDI DGQ 3441	µm	8	8
Pmin. (X/Y/Z) VDI DGQ 3441	µm	5	5
Changeur de palettes			
Temps de changement de palettes	s	7,5	8,5
Caractéristiques de la machine			
Raccordement réseau	V	400	400
In max. en régime permanent	A	84	84
Consommation en régime permanent	kVA	58	58
Encombrement du magasin à roue (longueur * largeur) avec convoyeur à copeaux	mm	4931*3902	5113*3952
Hauteur de la machine	mm	2457	2542
Poids de la machine	kg	10 600	11 800



Document Ressources DRS9
CUHCN - DMU 55H duoBLOCK DMG
*(Issu de la documentation du fournisseur de Machine-outils
 DECKEL-MAHO GILDEMEISTER)*



Caractéristiques techniques partielles (en Options)

Type de machine	DMC 55H duoBLOCK*	DMC 65H duoBLOCK*
Entrainement principal		
1. Motobroche intégrée SK40, vitesse de broche maxi.18.000tr/min en 1,4s	•	•
2. Puissance (f.d.s 40% / régime permanent) 34/28kW /Couple (f.d.s 40% / régime permanent)110/84 Nm	•	•
Attachement outil		
3. HSK-A 63 / BT40 / CAT40	•	•
4. Serrage d'outil hydraulique / mécanique par tirettes ISO/ DIS7388 / II type B	•	•
Magasin d'outils		
5. Magasin à chaîne vertical de 40 / 60 / 80 / 120 / 180 postes	•	•
6. Temps de copeau / copeau (HSK-A63) 2.8s	•	•
Automatisation / Mesure / Contrôle		
7. Palpeur de mesure infrarouge Heidenhain TS640 / Renishaw OMP60 / Blum TC50	•	•
8. Mesure d'outil dans l'aire d'usinage par laser Blum , mesure en diagonale	•	•
Fluides d'arrosage / Evacuation des copeaux		
9. Arrosage de l'aire d'usinage par buses en plafond 300 l/min.	•	•
10. Package d'arrosage système d'arrosage 600 litres, filtre à bandes en papier , arrosage par centre broche sous 15 bars / 23 litres / min. , arrosage de l'aire d'usinage par buses en plafond 300 litres / min.	•	•
11. Package de production système d'arrosage 980 litres, filtre à bandes en papier , arrosage par centre broche sous 40 bars / 23 litres / min. , arrosage de l'aire d'usinage par buses en plafond 300 litres/min et hublot rotatif	•	•
12. Système de maintien en température du fluide pour le système d'arrosage interne 980 litres / min.	•	•
13. Hublot rotatif dans la porte de la cabine	•	•
14. Pistolet d'arrosage avec pompe 1bar / 40litres/min.	•	•
15. Lubrification minimale par le centre broche et par les buses externes	•	•
16. Système de refroidissement par soufflage d'air par le centre broche	•	•

Document Ressources DRS 10

Principe du porte- pièce de la phase 60 (sous- phase 610)

✓ **Description de la Mise en Position :**

MIP principale : Pivot glissant dans les alésages $\varnothing 45$ et $\varnothing 88$

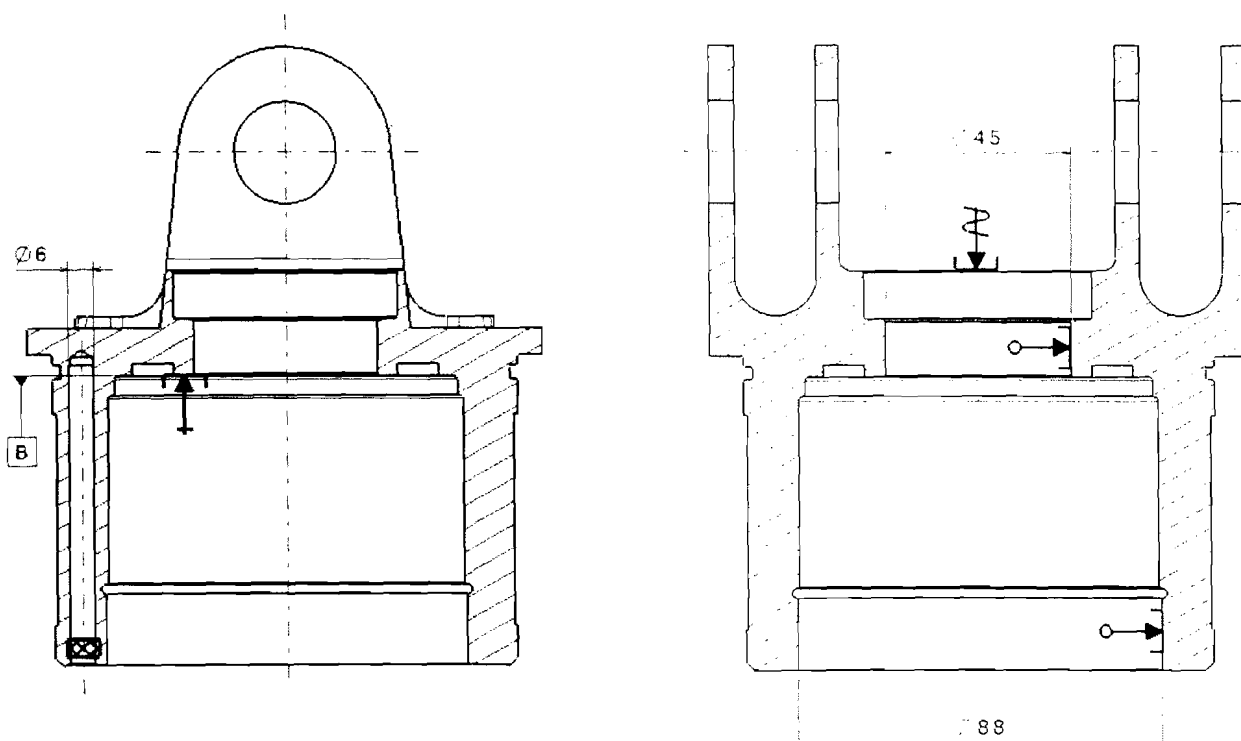
MIP secondaire : Ponctuelle sur surface plane repère « B »

MIP tertiaire : Ponctuelle (locating) dans $\varnothing 6$

✓ **Description du Maintien en Position :**

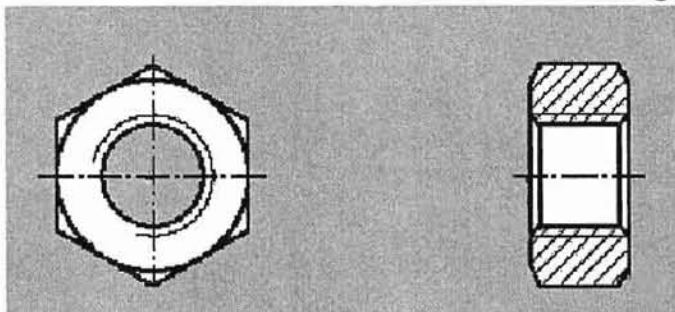
Voir ci-dessous.

✓ **Illustration :**

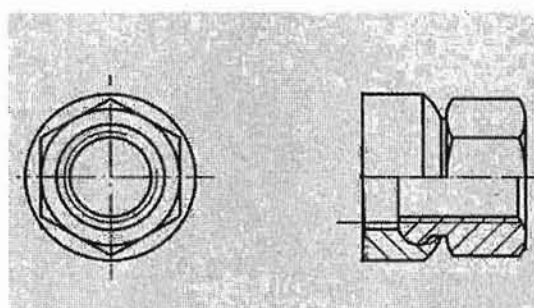


Document Ressources DRS 11

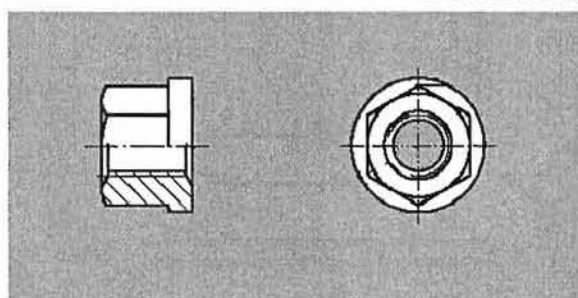
Ecrou hexagonal



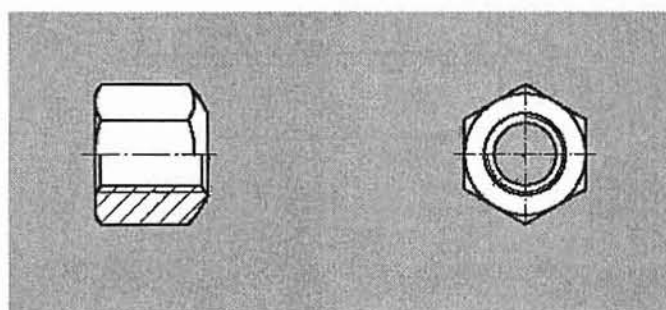
Ecrou hexagonal rotulé avec rondelle intégrée



Ecrou hexagonal à embase

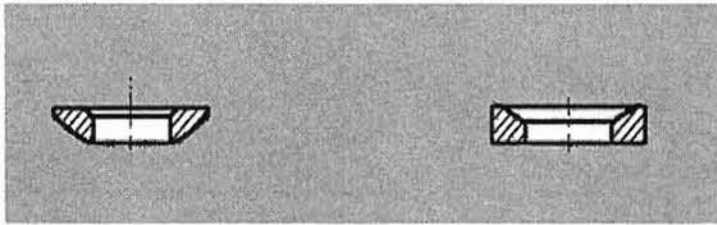


Ecrou hexagonal à portée sphérique

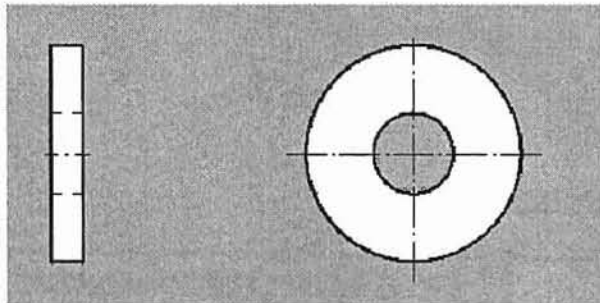


Document Ressources DRS 12

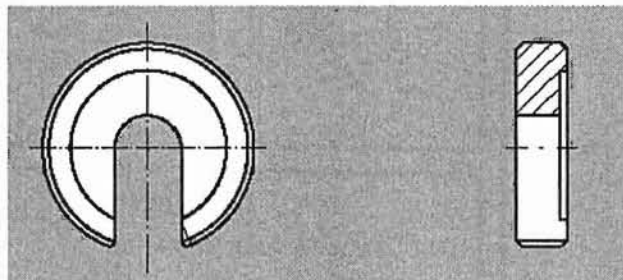
Rondelles concave et convexe



Rondelle plate



Rondelle fendue



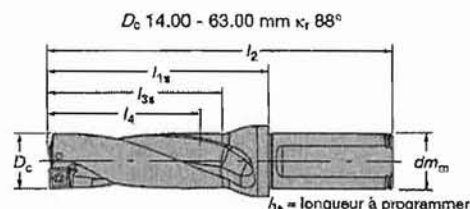
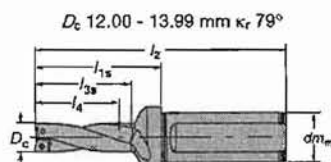
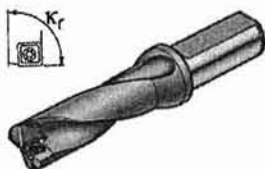
Document Ressources DRS 13

Informations outil coupant

CoroDrill® 880 2 x D_c

Queue cylindrique

Méplat selon ISO 9766



Diamètre de foret, mm	12.00 - 43.99	44.00 - 52.99	53.00 - 63.00
Tolérances du trou, mm	0/+0.25	0/+0.28	0/+0.30
Tolérances, D _c mm	0/+0.20	0/+0.25	0/+0.28
Profondeur d'alésage maxi, l _f	2 x D _c		

Informations techniques

Vitesse de coupe (m / min.) : $V_c = \frac{\pi \times D_c \times N}{1000}$

Vitesse d'avance (mm / min.) : $V_f = f \times N$

Effort d'avance (N) : $F_f = 0,5 \times ap \times f \times K_{cfz} \times \sin Kr$

Couple (N.m) : $M_c = \frac{D_c \times f \times K_{cfz} \times ap}{2000} \times \left(1 - \frac{ap}{D_c}\right)$

Puissance Nette (kW) : $P_c = \frac{ap \times f \times K_{cfz} \times V_c}{60 \times 1000} \times \left(1 - \frac{ap}{D_c}\right)$

Remarque :

La puissance nécessaire calculée correspond à un outil neuf, sans aucune usure.
Pour un outil normalement usé, la puissance nécessaire est 10 à 30% plus élevée,
selon la taille du foret

Force de coupe spécifique corrigée K_{cfz} (N / mm²)

$$K_{cfz} = K_{c0.4} \times \left(\frac{0.4}{fz \times \sin Kr} \right)^{0.29}$$

Symboles

D_c : Diamètre du foret (mm)

ap : Profondeur de coupe (mm)

V_c : Vitesse de coupe (m/min.)

N : Fréquence de rotation (tr / min.)

V_f : Vitesse d'avance (mm/min.)

f : Avance par tour (mm/tr)

fz : Avance par dent (mm/dent)

Symboles (suite)

K_c : Force de coupe spécifique (N/mm²)

K_{c0.4} : Force de coupe spécifique pour une avance fz = 0.4 mm/tr (N/mm²)

K_{cfz} : Force de coupe spécifique corrigée (N/mm²)

F_f : Effort d'avance (N)

M_c : Couple (N.m)

P_c : Puissance nette (Puissance de coupe en kW)

K_r : Angle de direction d'arête (°)

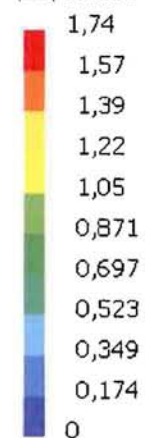
Document Ressources DRS14

IMAGE DE LA DEFORMEE DE LA PIECE EN PERCAGE



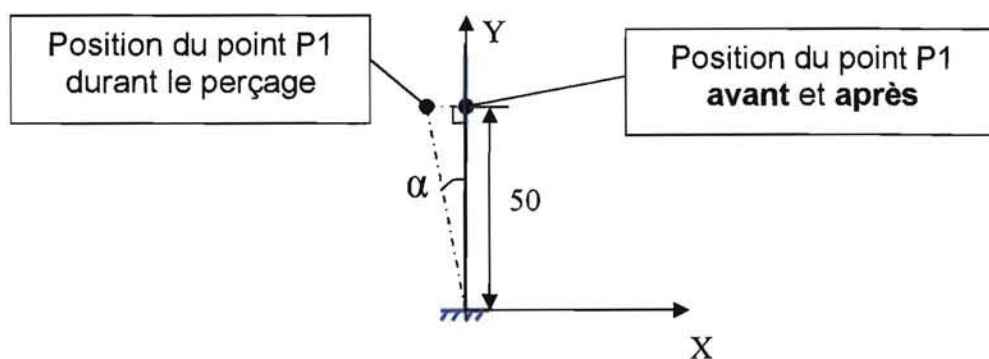
Translation aux noeuds (norme).

$|U_x|$ en mm



Uniquement sur la peau

DEPLACEMENT DU POINT P1 LORS DU PERCAGE



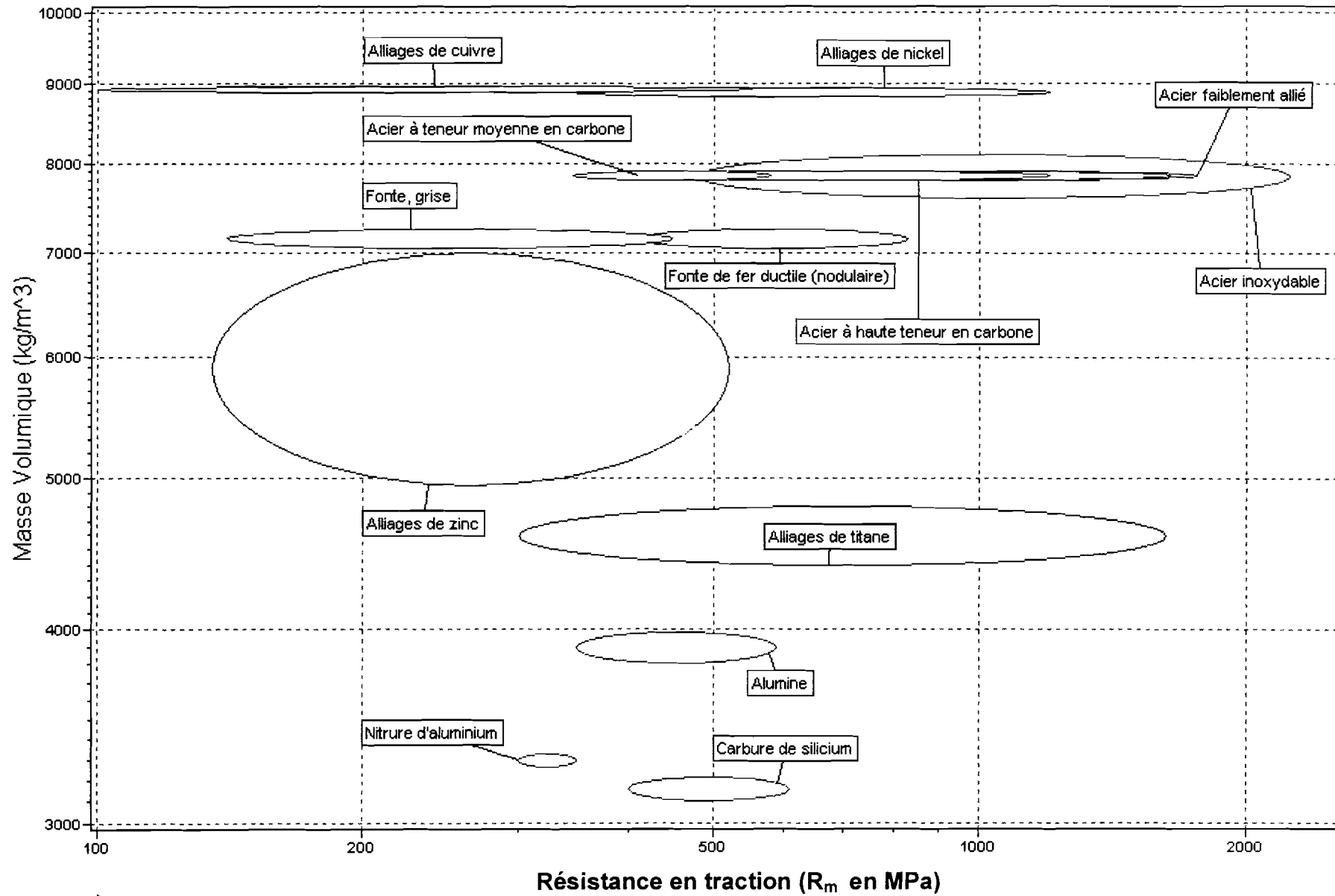
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION****DOSSIER REPONSE**

Contenu du dossier : 6 documents (format A4)

DR	Intitulé
DR1	Graphe de choix matériaux
DR2	Définition du brut
DR3	Définition du porte-pièces de phase 60 Sous-phase 610
DR4	Fiche d'interprétation de la cotation
DR5	Tableau des opérations d'usinage, outils et trajectoires associés
DR6	Tableau des écarts de position des alésages Ø25 H8

Graphe de choix Matériaux
Masse volumique = f(Résistance à la rupture)

IPE4EPR

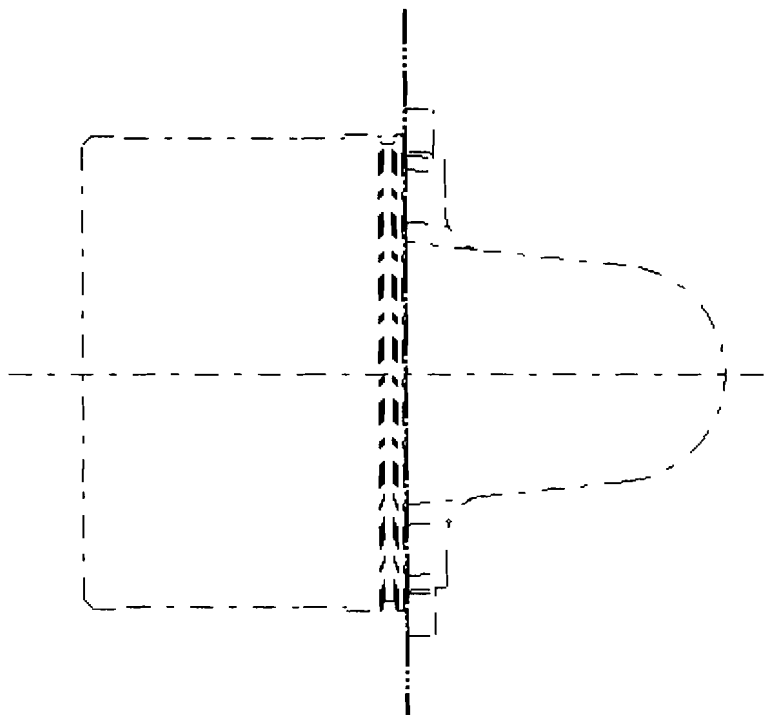


Nom :.....

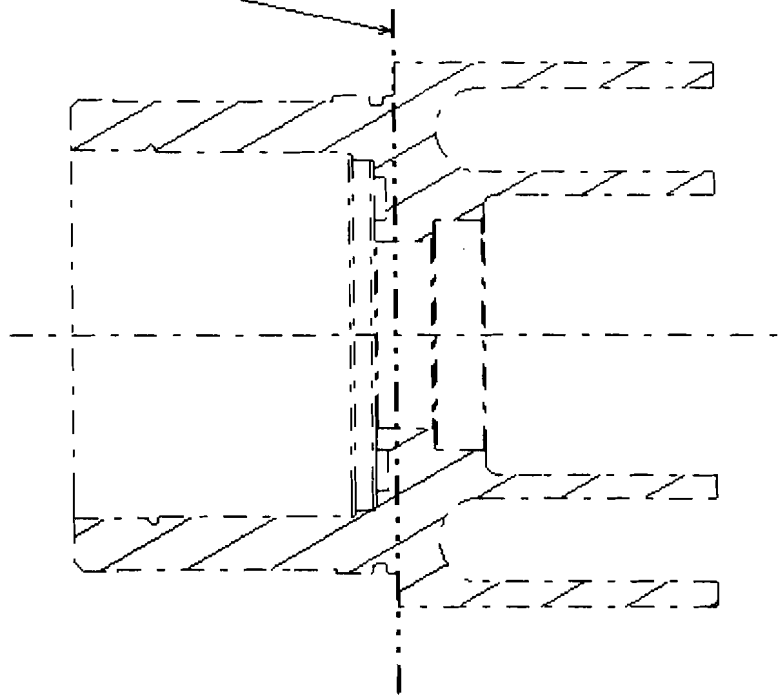
Prénom :.....

N° :

Document Réponse DR2
Définition du brut



Trace du plan de joint
de matriçage



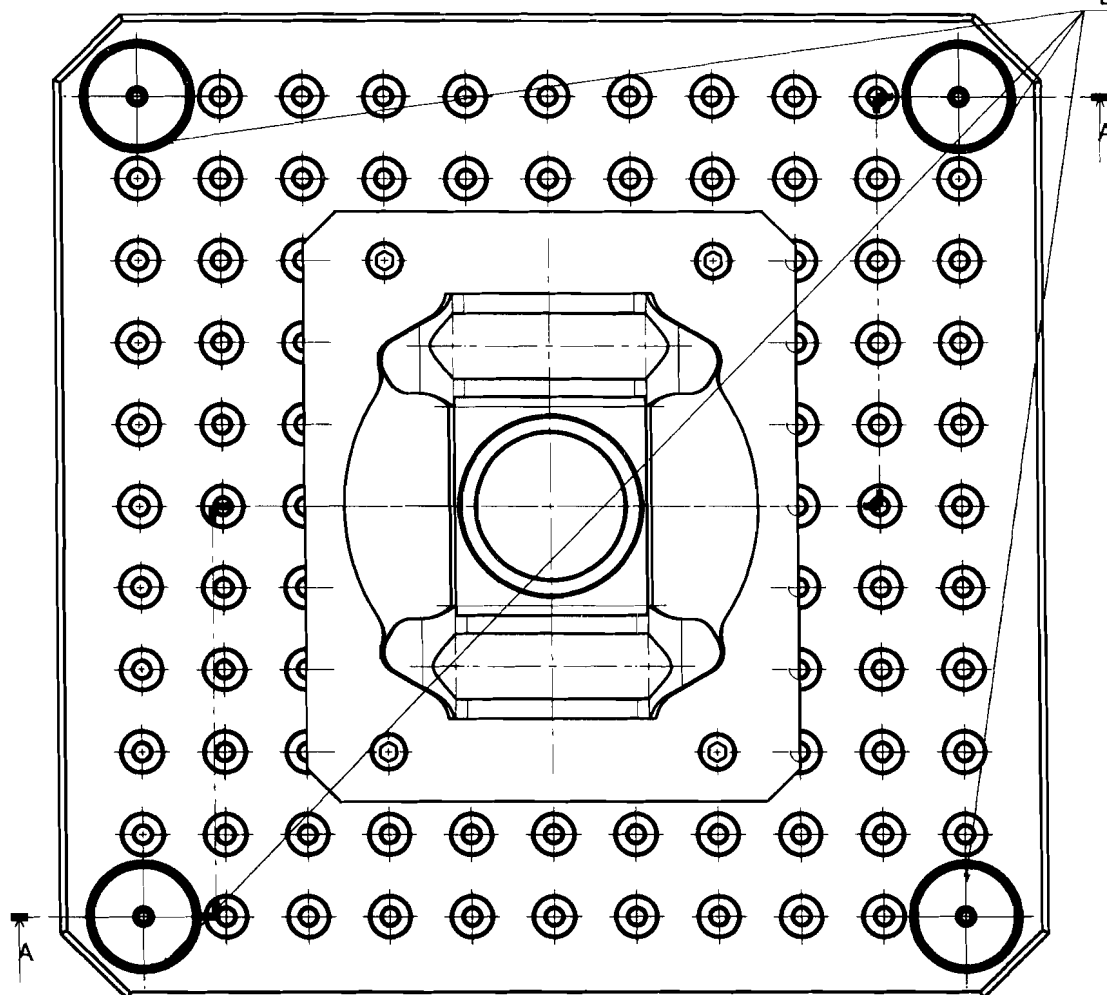
A-A

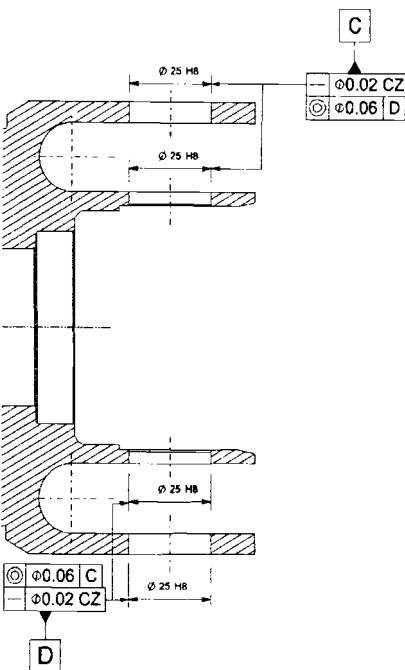
SEMELLE DU MONTAGE

TABLE NORELEM

FAUSSE TABLE

TABLE CU

4 BROCHES
DE CENTRAGE

Analyse des spécifications par zone de tolérance			Boitier d'irréversibilité		
Type de spécification Forme <input type="checkbox"/> Orientation <input type="checkbox"/> Position <input type="checkbox"/> Battement <input type="checkbox"/>	Éléments non idéaux		Éléments idéaux		
	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de référence	Références spécifiées	Zone de tolérance	
Nom de la spécification : Ex : localisation, planéité, battement	Unique <input type="checkbox"/> Groupe <input type="checkbox"/>	Unique <input type="checkbox"/> Multiples <input type="checkbox"/>	Simple <input type="checkbox"/> Commune <input type="checkbox"/> Système <input type="checkbox"/>	Simple <input type="checkbox"/> Composée <input type="checkbox"/>	Contraintes : Orientations et position par rapport à la référence spécifiée
Schéma	nature géométrique	nature géométrique	nature géométrique et critère d'association	nature géométrique et dimension intrinsèque	
					

Document Réponse DR4

Procédé 1

(Seul l'usinage des alésages $\varnothing 25$ H8 du côté C ou D sera envisagé pour compléter ce tableau)

Procédé 2 (Sans rotation palette)

[illegible]

Nom :

IPE4EPR

Prénom :

N° :

Document Réponse DR6

Tableau des causes des écarts de position des alésages Ø25H8

	Procédé 1 (Avec rotation Palette)	Procédé 2 (Sans Rotation Palette)
Précision de la mise en position de la pièce sur le porte-pièce		
Déformation de la pièce sous l'action des efforts de serrage		
Déformation de la pièce liée aux efforts de coupe		
Déformation de l'outil liée aux efforts de coupe		
Déformation liée à la longueur utile minimum de l'outil		
Dispersion de remise en position de la palette lors de la rotation		
Position du montage par rapport au centre de la palette		