

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

Durée : 6 heures

coefficient : 4

Aucun document autorisé

Contenu du dossier :

Texte du sujet :	pages 1 à 9
Documents techniques :	DT1 à DT12
Documents ressources :	DRS1 à DRS5
Documents réponses :	DR1 à DR11

Cette épreuve a pour objectif de valider tout ou partie des compétences :

- C01-** Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C03-** Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C04-** 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 par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines 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.

Tous les documents réponses DR seront placés dans une feuille de copie et rendus à la fin de l'épreuve.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

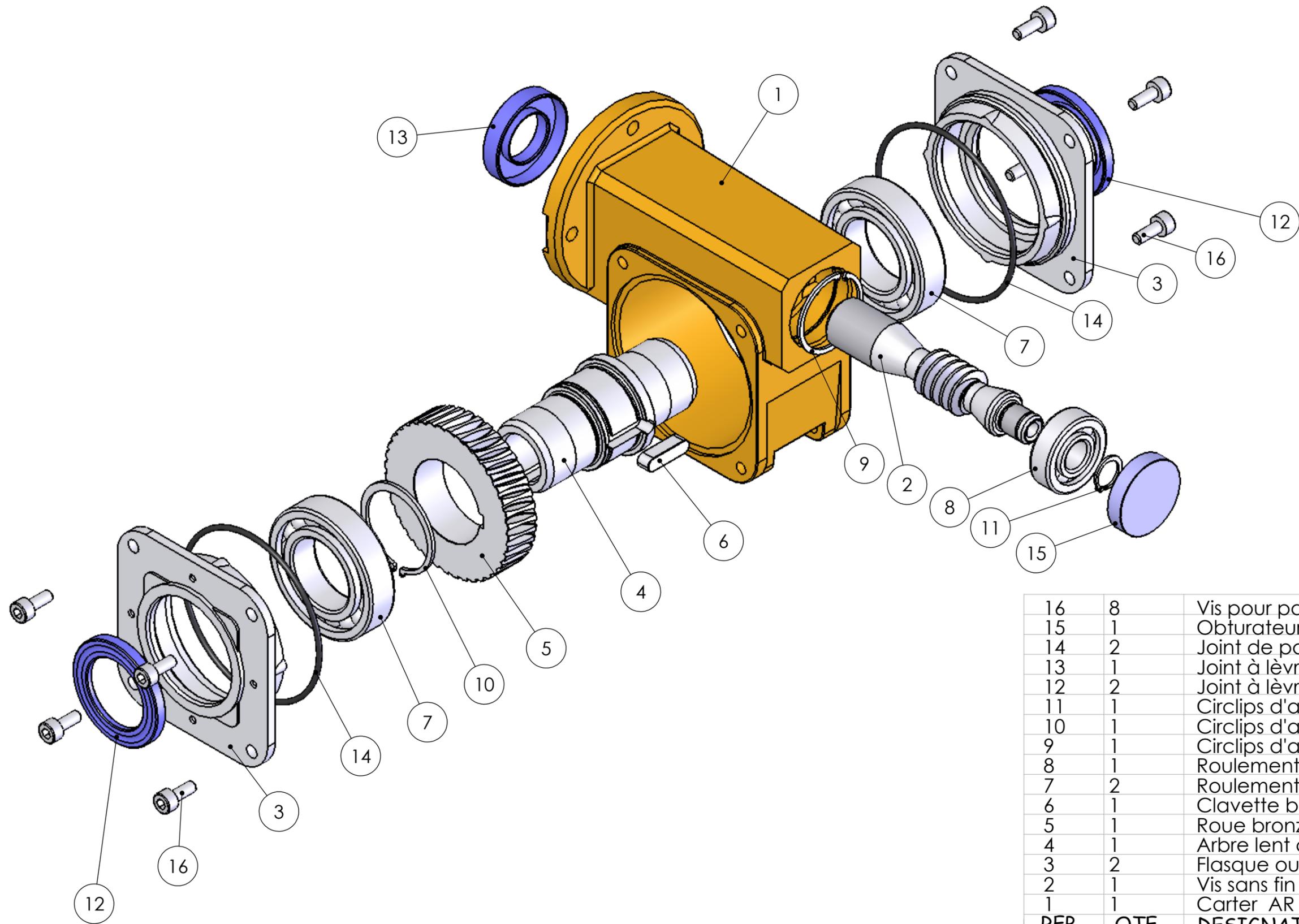
INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

DOSSIER TECHNIQUE

Contenu du dossier :

DT	Intitulé	Format
DT1	Dessin d'ensemble éclaté REDUCTEUR MVA	A3
DT2	Dessin de définition de la VIS SANS FIN JV 300801	A3
DT3	Processus d'usinage de la VIS SANS FIN JV 300801	A4
DT4	Dessin de définition du CARTER AR 543001	A3
DT5	Etude de moulage en coquille par gravité du CARTER AR 543001	A3
DT6	Dossier machine Centre d'Usinage 4 axes HITACHI SEIKI HG400	A4
DT7	Dessin du porte-pièce Phase 10 du CARTER AR 543001	A3
DT8	Dessin de définition de la ROUE JR 092411	A4
DT9	Dessin de brut du FLASQUE OUVERT PR 060600	A3
DT10	Dessin de définition du FLASQUE OUVERT PR 060601	A3
DT11	Processus d'usinage du FLASQUE OUVERT PR 060601	A4
DT12	Nouveau processus d'usinage du FLASQUE OUVERT PR 060601	A4



16	8	Vis pour palier d'arbre lent
15	1	Obturateur
14	2	Joint de palier droit
13	1	Joint à lèvres de vis sans fin
12	2	Joint à lèvres d'arbre lent
11	1	Circlips d'arrêt de vis sans fin
10	1	Circlips d'arrêt de la roue bronze
9	1	Circlips d'arrêt de roult de vis sans fin
8	1	Roulement de vis sans fin
7	2	Roulement d'arbre lent
6	1	Clavette bout d'arbre lent
5	1	Roue bronze JR 092411
4	1	Arbre lent creux 03319000
3	2	Flasque ouvert PR060601
2	1	Vis sans fin JV300801
1	1	Carter AR 5430.01
REP	QTE	DESIGNATION

DT1

Minibloc MVA
Réduction 1/20

VUE ECLATEE

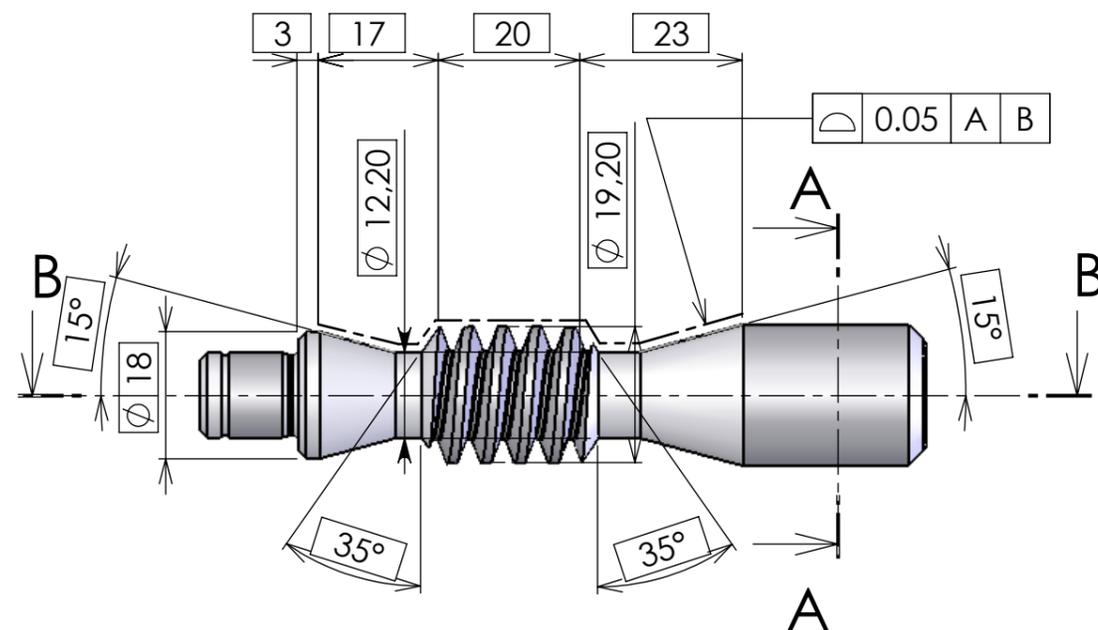


MOTEURS
LEROY SOMER

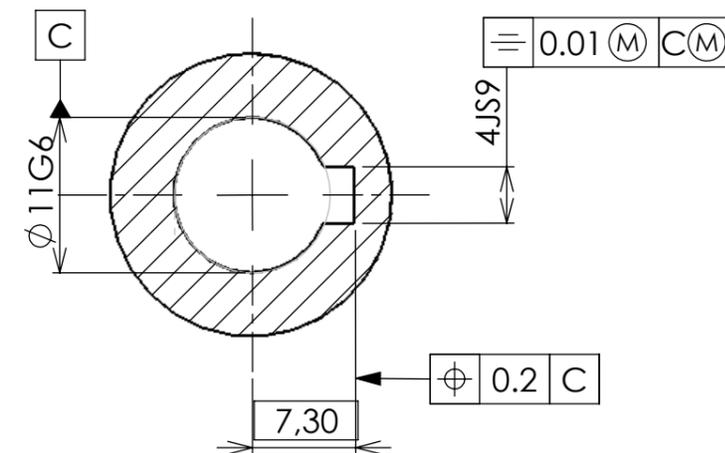
Echelle 2/3

A3

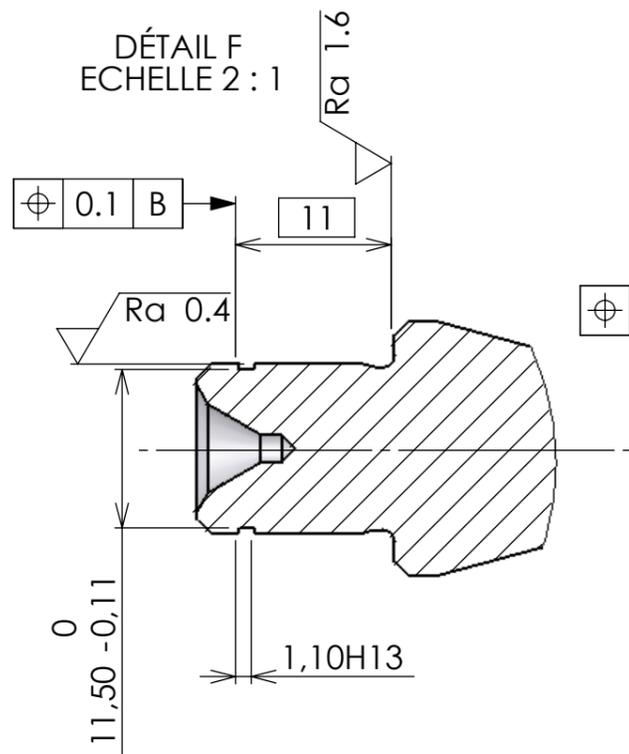
Cotation partielle



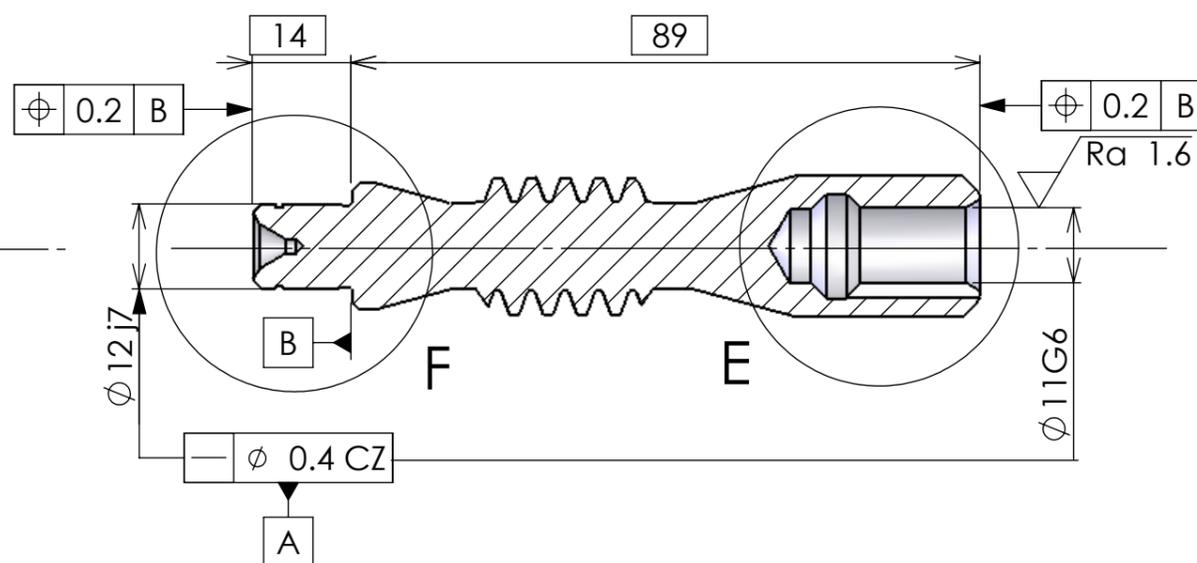
COUPE A-A
ECHELLE 2 : 1



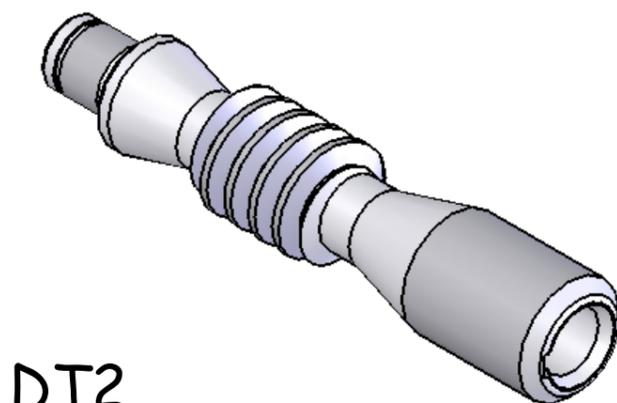
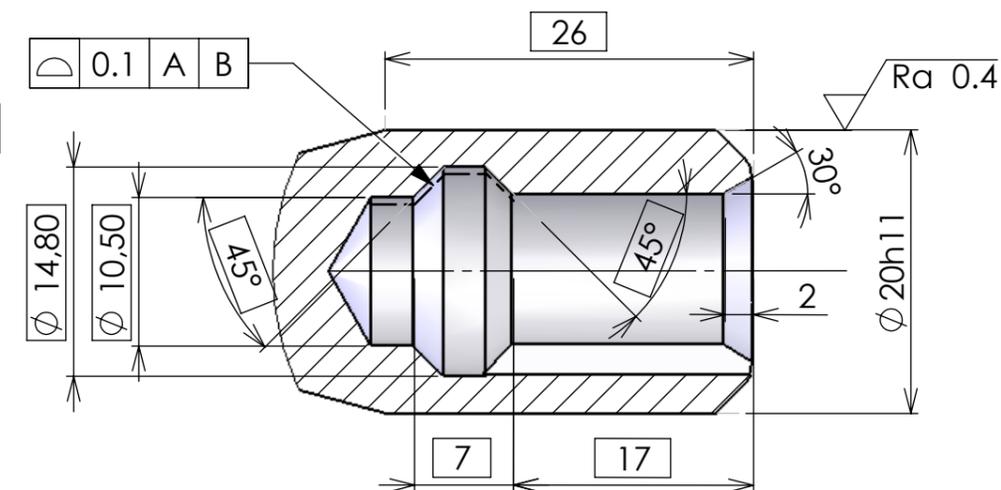
DÉTAIL F
ECHELLE 2 : 1



COUPE B-B



DÉTAIL E
ECHELLE 2 : 1

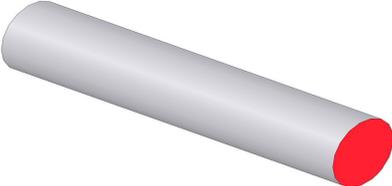
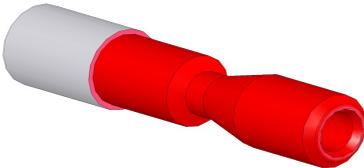
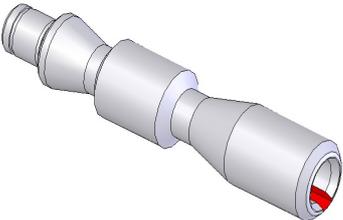
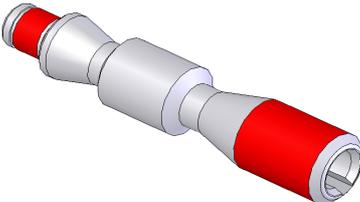
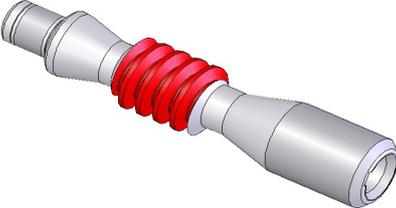


DT2

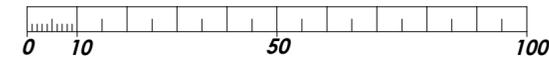
TAILLAGE: NORME NF.E-23006-Classe 7 cd								
ELEMENTS DE LA VIS		ELEMENTS DE LA ROUE						
Réduction 1/20	Nombre de dents Z2 40	b	10/05/06	R06/33/45		x	PP	
Sens de l'hélice à droite	Module apparent Mx1 1.526	a	18/03/05	R05/15/28		x	CD	
Ø de tête Da1 19.2	Ø Primitif D2 61.05	Indice	Date	Nature de la modification		B.E	Méth	
Ø primitif D1 16.2	Angle d'hélice de la roue G1 10"40'0"	Tol générale: ISO 2768mK		Echelle 1				
Ø de pied Df1 12.45	Jeu entre dents 1/10 Mn .15	Masse:130g						
Module réel Mn 1.5		Matière : 42 CD4 -AFNOR-						
Nombre de filets Z1 2		Pré-traité en barre R95daN/mm2						
Angle de pression réel A 20°	Entre axe 38.65 ^{+0.05} / ₀	+Nitruration Ionique						
Angle d'hélice de la vis B1 79"20'0"								
Pas axial Px1 4.794								
Saillie Ha1 1.5								
Creux Hf1 1.875								
Hauteur H1 3.375								
	CONTROLE DE LA VIS							
	Cote sur pige Ø2.5	19.52	^{-0.02} / _{-0.1}					
		MVA Réduction 1/20		JV 300801		A3		

Vis Sans Fin

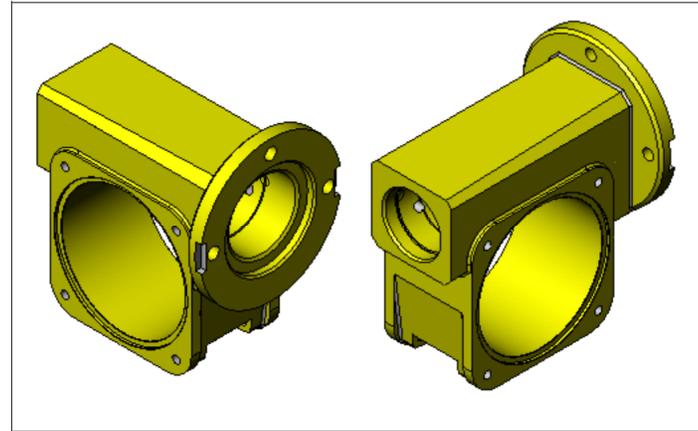
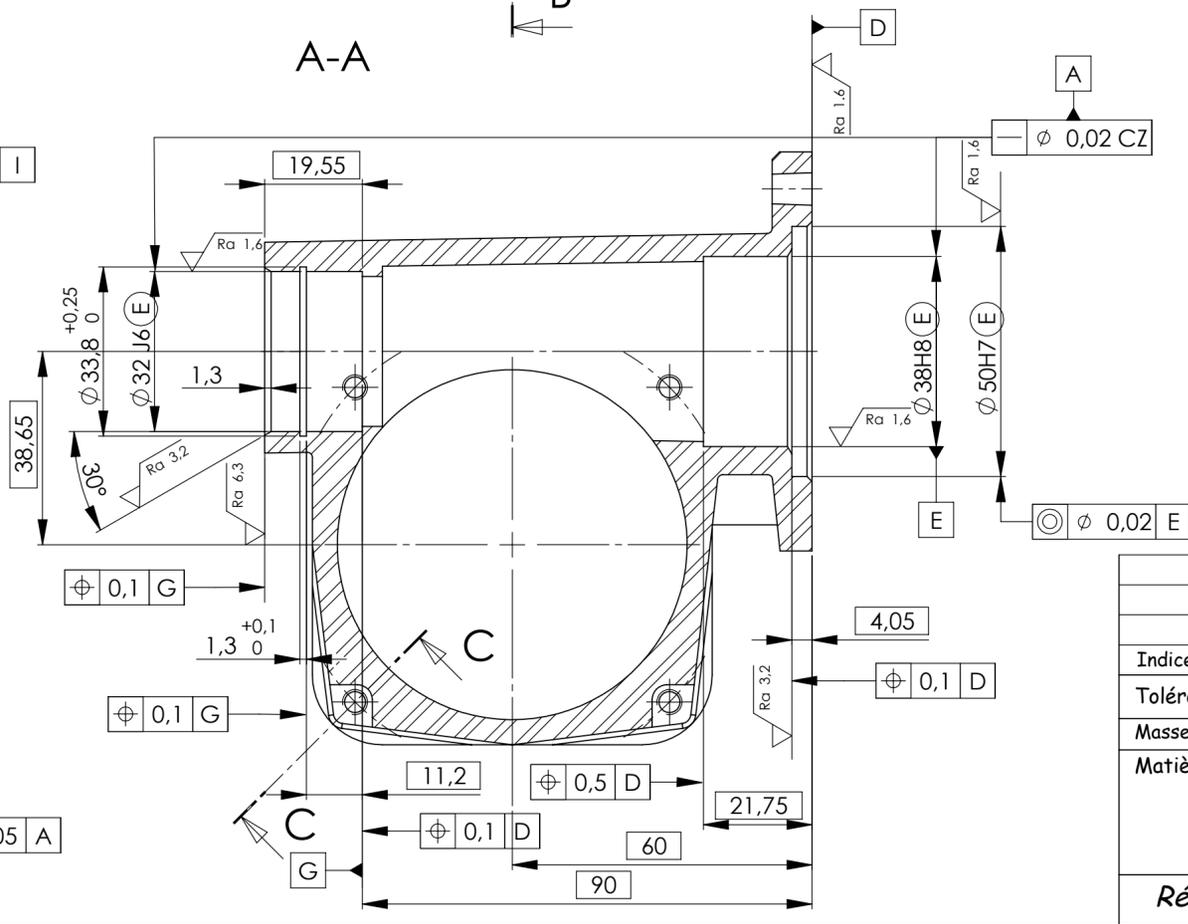
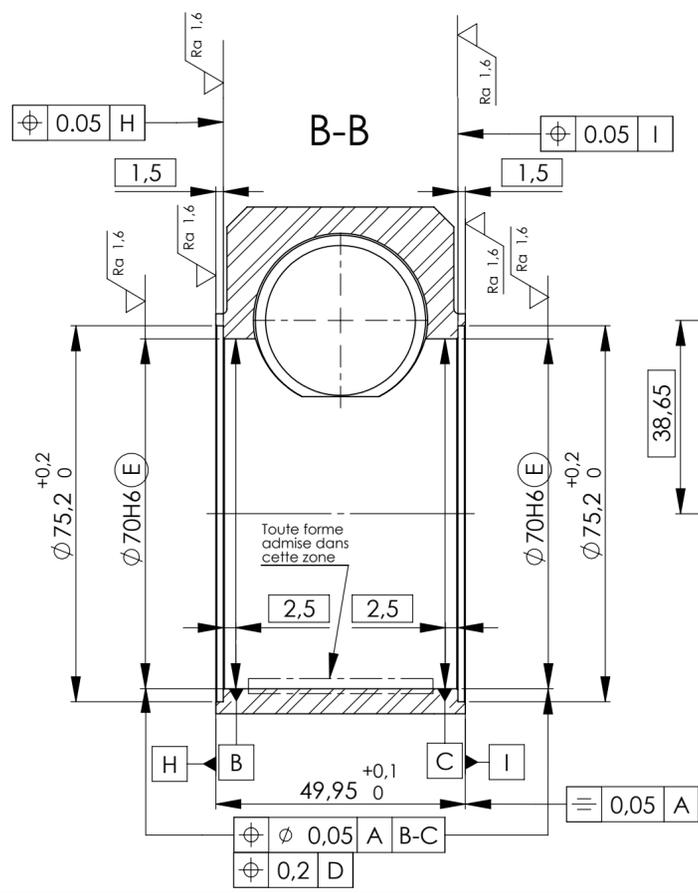
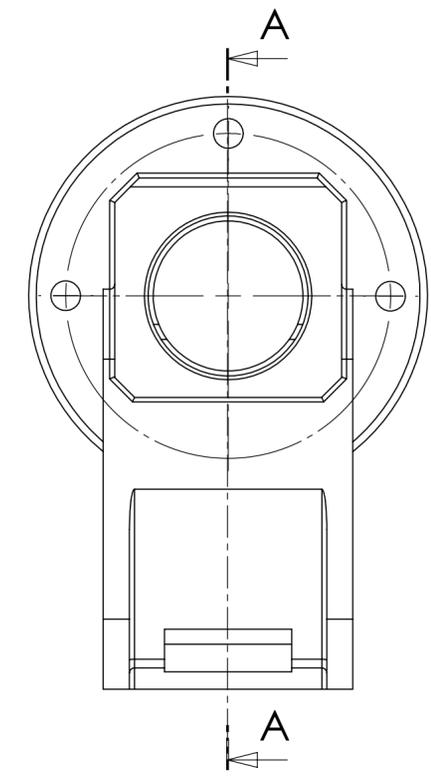
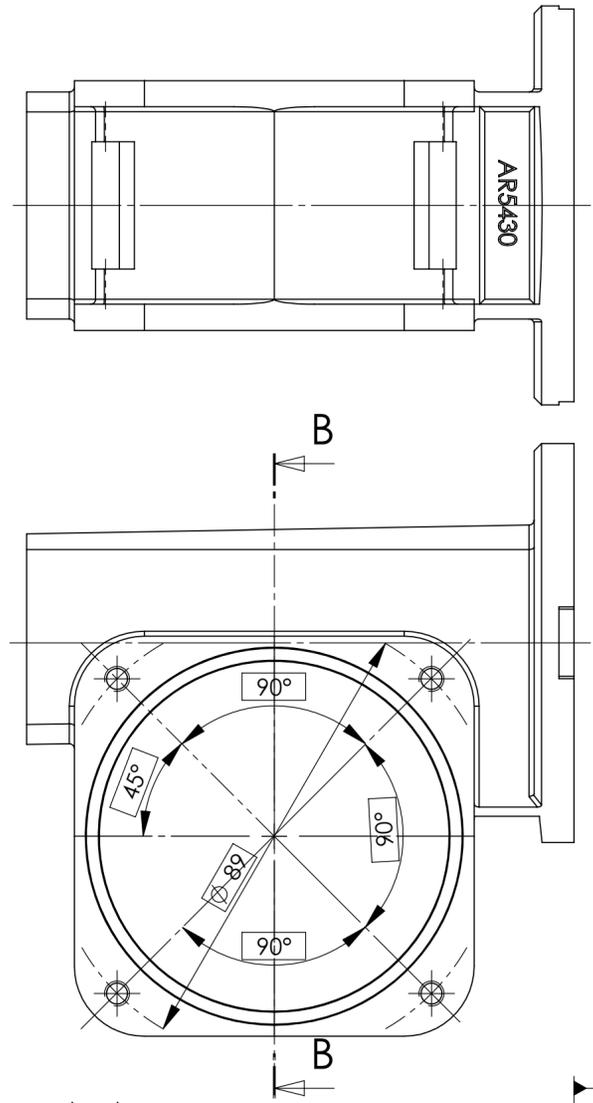
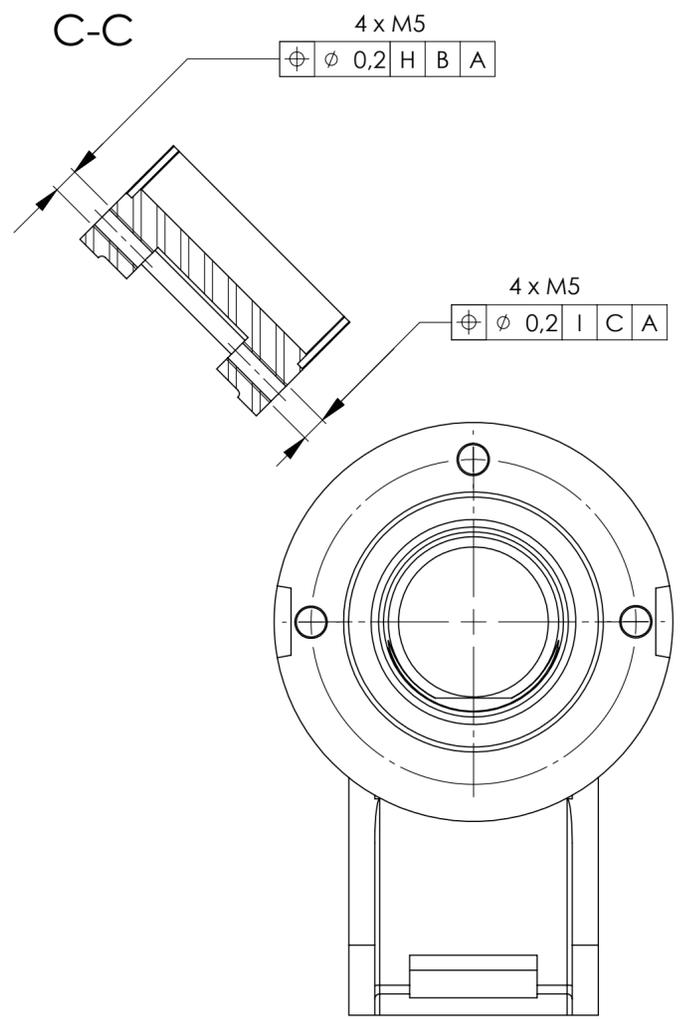
MOTEURS
LEROY SOMER

PROCESSUS		
Ordre des Phases	Processus	Surfaces Usinées en couleur foncée
PH00	SCIAGE	
PH10	TOURNAGE 2X	
PH20	TOURNAGE 2X	
PH30	MORTAISAGE	
PH40	RECTIFICATION	
PH50	TAILLAGE DE LA VIS	
PH60	NITRURATION IONIQUE	

Document Technique DT4



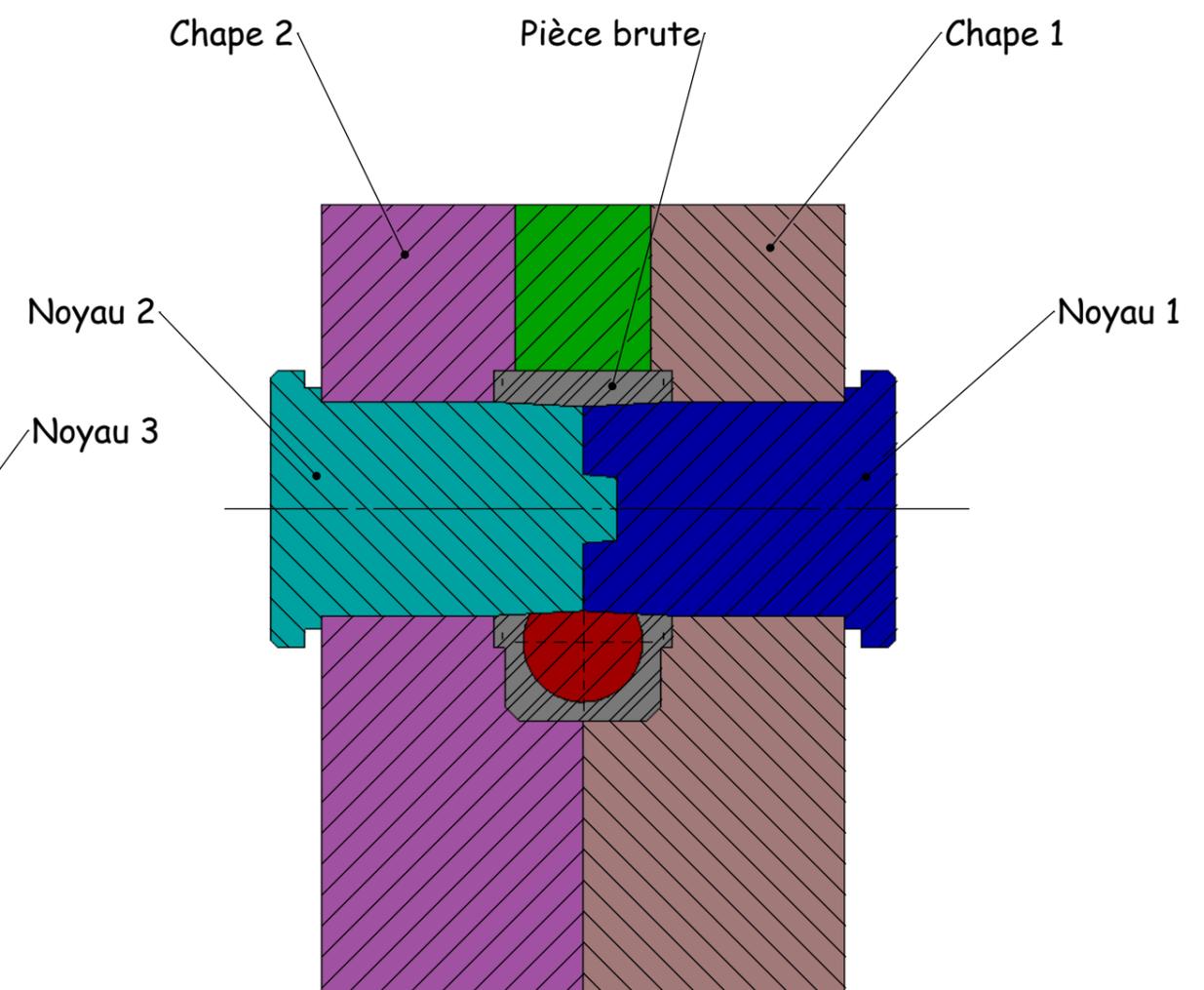
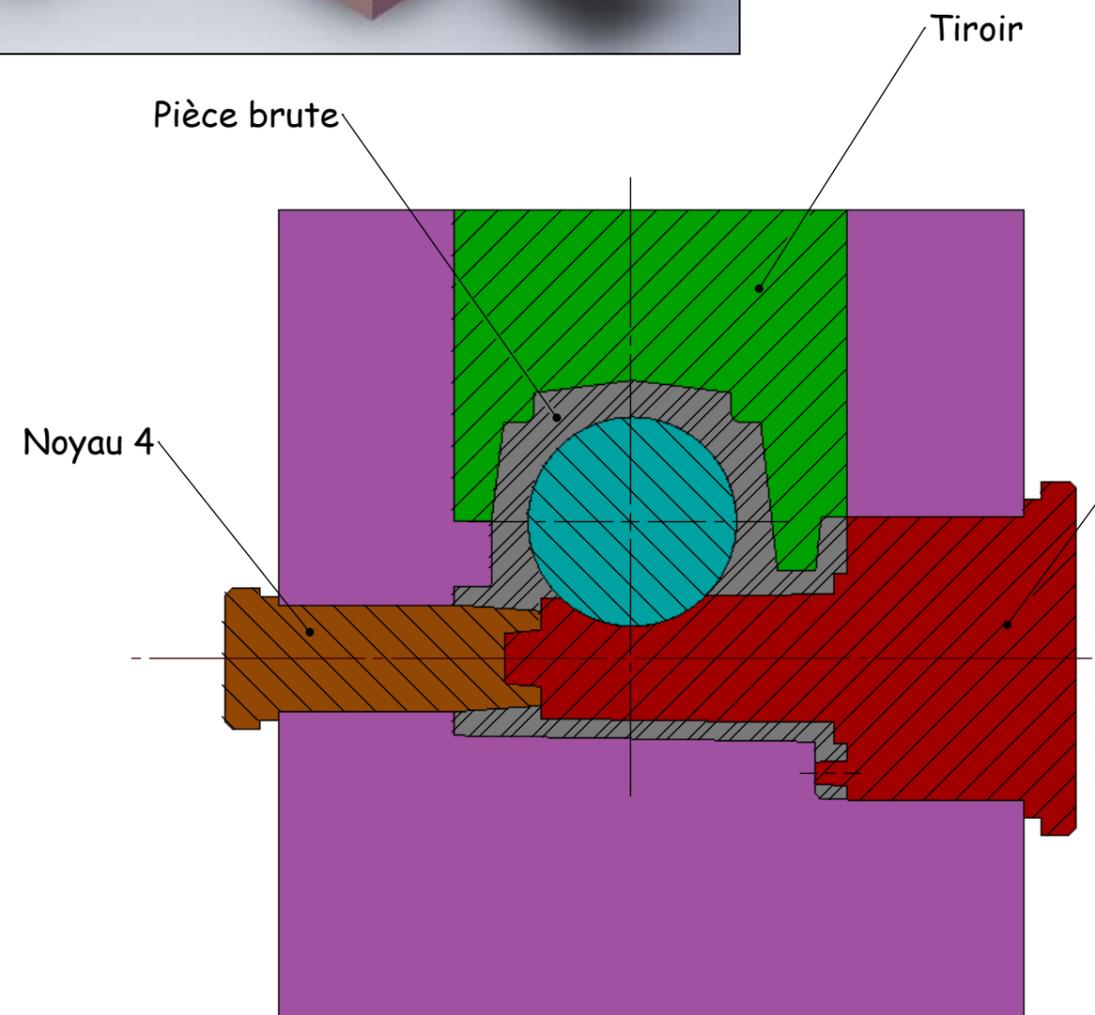
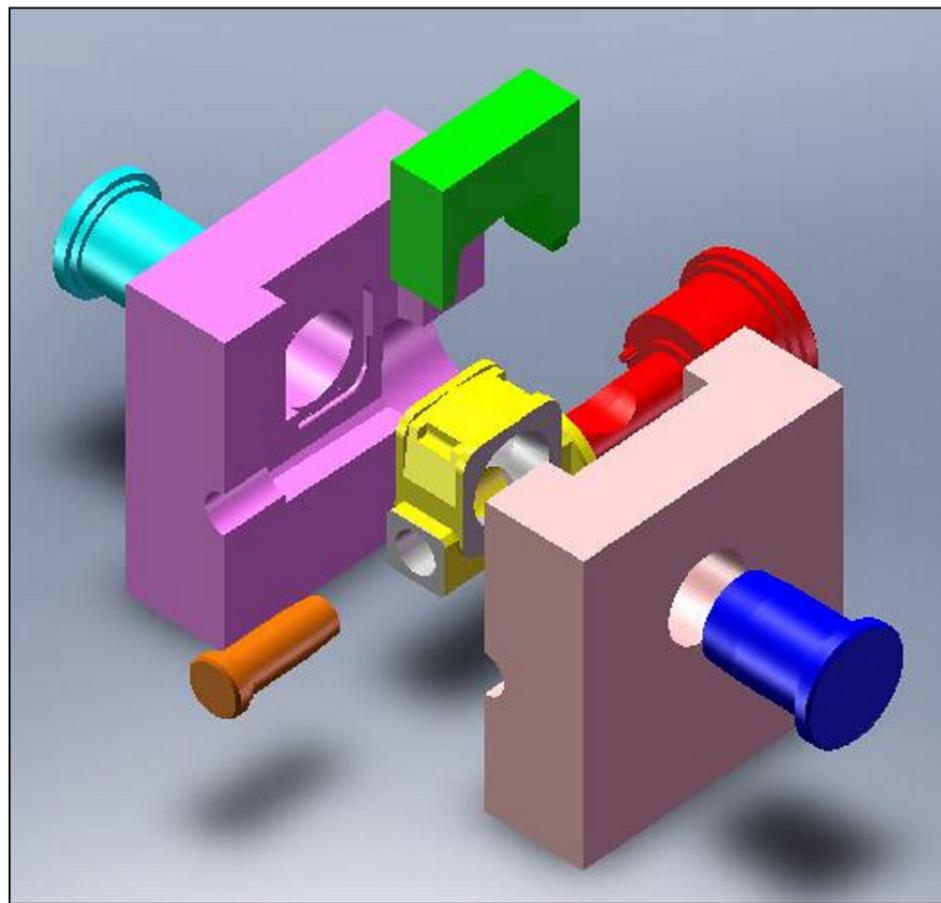
COTATION INCOMPLETE



Indice	Date	Nature de la modification	B.E	Méth.	Nom
Tolérance générale: ISO 2768 mK		Etat de surface général: $\sqrt{Ra 3,2}$ (✓)			
Masse: 456 g		 CARTER MOTEURS LEROY SOMER			
Matière: EN AC-ALSi9Cu3 - Y30					
Réducteur MVA			AR 5430.01		A2

Etude de moulage en coquille par gravité du CARTER

Nota : Les systèmes d'alimentation et de masselottage ne sont pas représentés.
Les dépuilles extérieures de la pièce ne sont pas représentées.



CENTRE D'USINAGE HORIZONTAL 4 axes *HITACHI SEIKI HG400*



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

TABLE :

• Surface.....	400 x 400 mm
• Charge maxi admissible	400 kg
• Nombre de positions indexées	360
• Nombre de palettes	2
• Temps de rotation palette de 0 à 90°	3s
de 0 à 180°	6s

COURSES :

• Longitudinale X	508 mm
• Vertical Y.....	458 mm
• Transversal Z	458 mm

BROCHE :

• Cône	BT 40
• Puissance	7,5 kW
• Vitesse en variation continue.....	60 à 6000 tr/min

AVANCES :

• Variation continue	
• Travail	1 à 5000 mm/min
• Rapide	15 000 mm/min

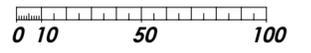
CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE :

• Nombre de postes du magasin	30
• Diamètre maxi des outils	95 mm
• Longueur maxi des outils	300 mm
• Poids maxi d'un outil.....	10 kg
• Temps de changement d'outil.....	9s

PUISSANCE INSTALLEE.....	15 kW
POIDS DE LA MACHINE	7800kg

CNC	FANUC 11 MF CNC CONTROL
-----------	--------------------------------

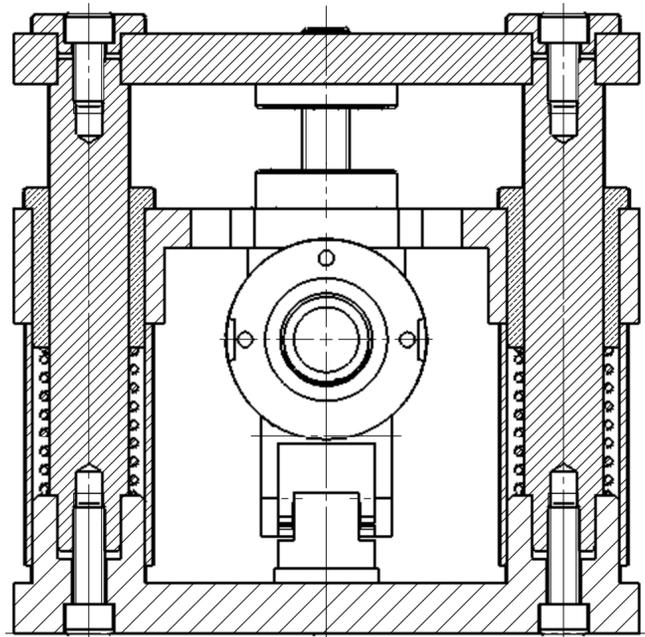
Document Technique DT7



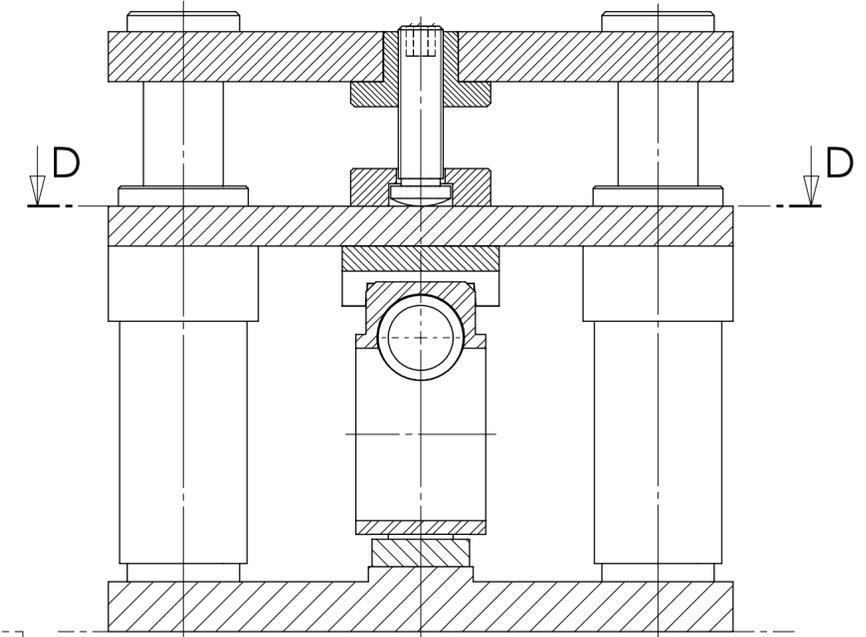
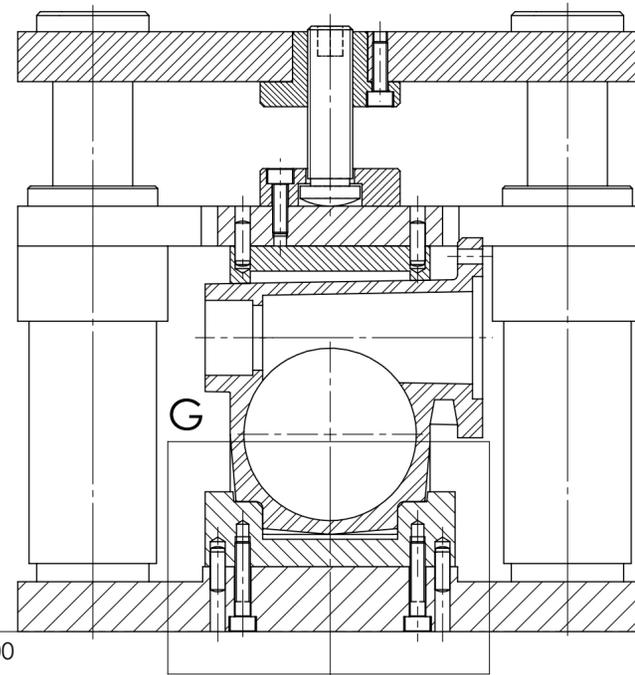
A-A

B-B

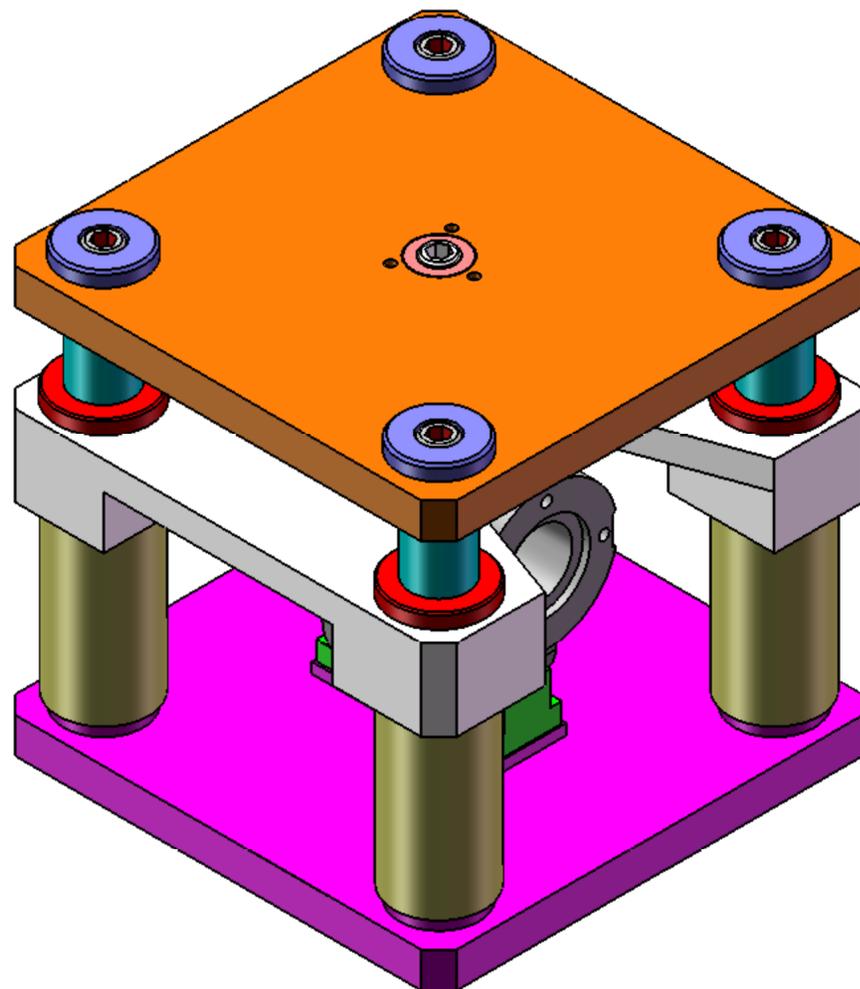
C-C



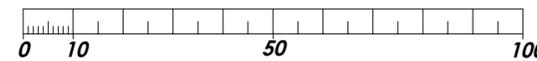
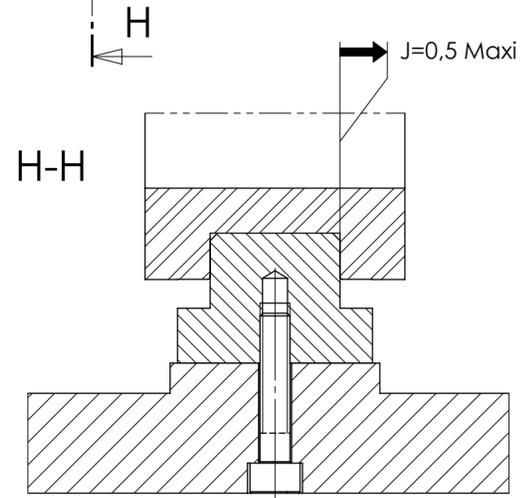
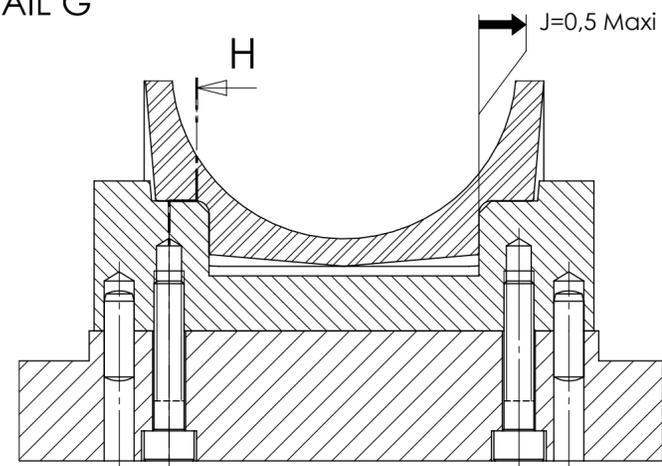
Axe broche →



Palette 400x400

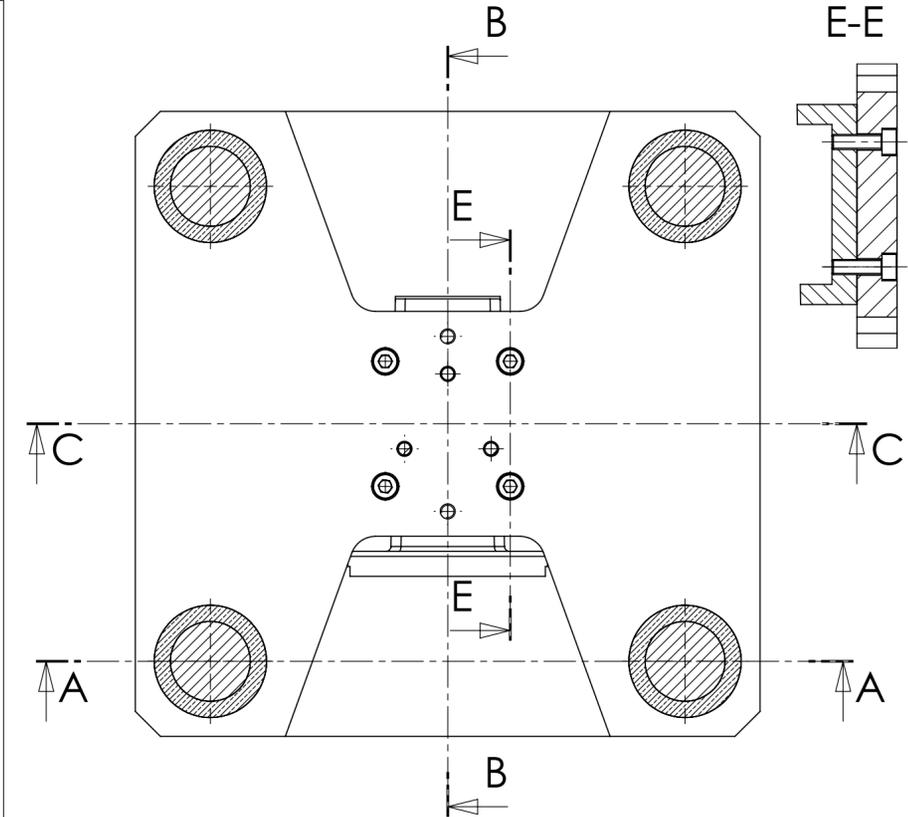


DÉTAIL G



D-D

E-E

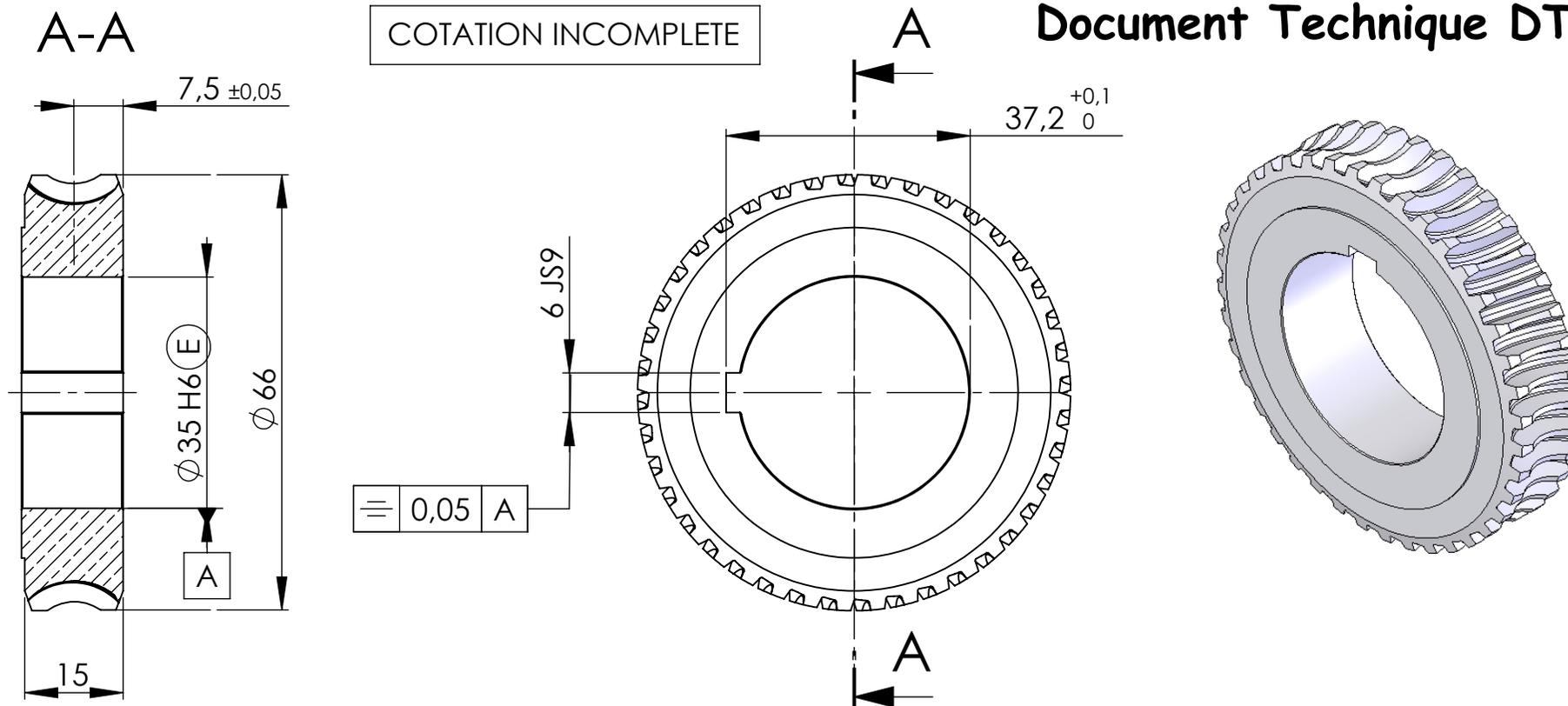


Nota : Les éléments de mise et de maintien en position du porte-pièce sur la table de la machine outil ne sont pas représentés

MONTAGE D'USINAGE
Phase 10
CU H 4 Axes
HITACHI SEIKI
Réducteur MVA

	CARTER
	MOTEURS LEROY SOMER
AR 5430.01	A2

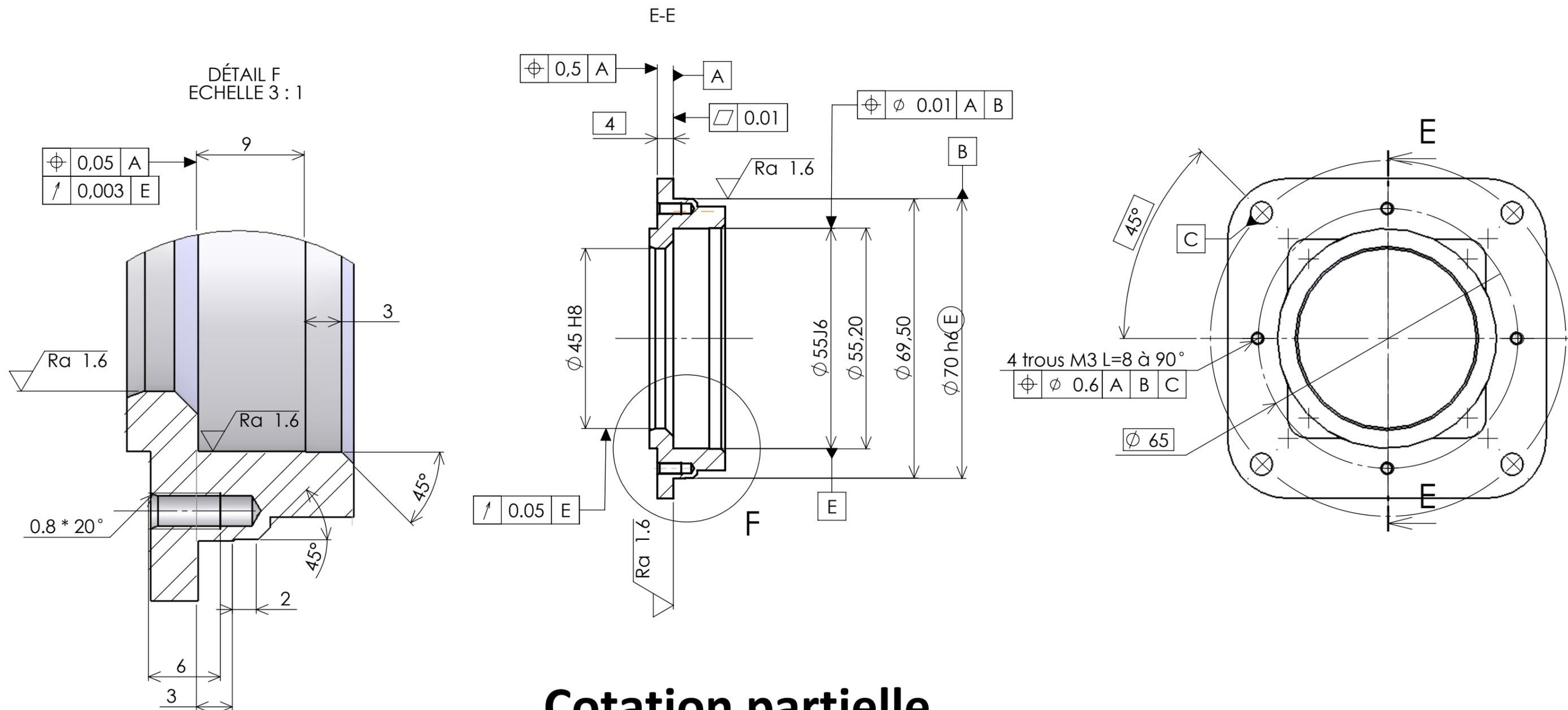
Document Technique DT8



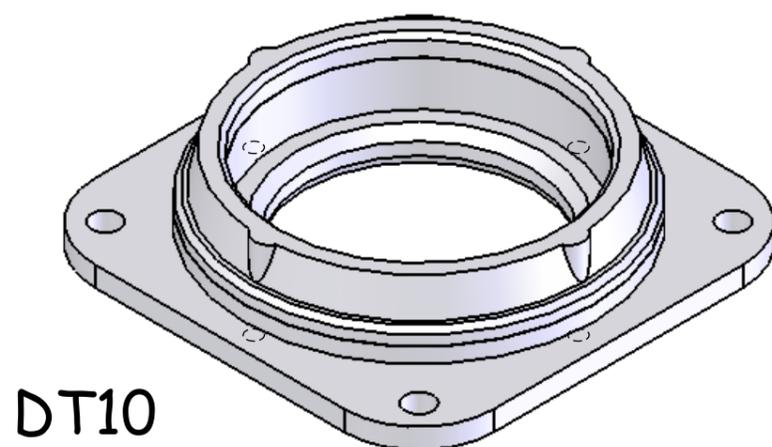
ELEMENTS DE LA ROUE

TAILLAGE : NORME NF E23-006 Classe 7 cd

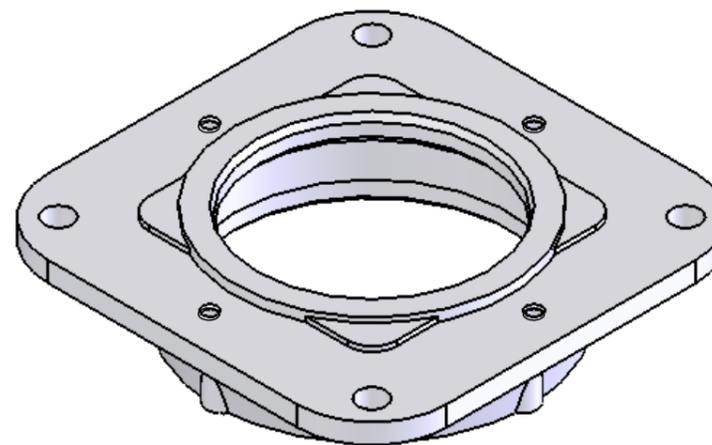
Réduction	1/20						
Sens de l'hélice à droite	à droite						
Ø de tête	Ø64,052	Indice	Date	Nature de la modification	B.E.	Méth.	Nom
Ø Primitif	Ø61,05	Tolérance générale : ISO 2768 mK			Etat de surface général : $\sqrt{Ra^{3,2}}$ (✓)		
Ø de pied	Ø57,302	Masse: 306 g			ROUE		
Module réel	1,5	Matière : Cu Sn 12 Pb - Y30			MOTEURS LEROY SOMER		
Module apparent	1,526	Réducteur MVA			JR 092411		A4
Nombre de dents	40						
Angle de pression réel	20°						
Angle d'hélice de la roue	10°40' 0"						
Creux	1,875						
Saillie	1,5						
Entraxe	38,65 ^{+0,05} / ₀						



Cotation partielle



DT10

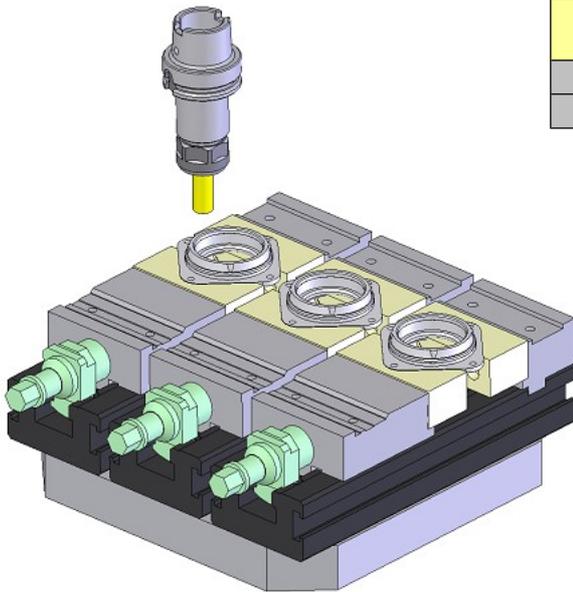


Indice	Date	Nature de la modification	B.E	Méth	Nom
Tolérance générale: ISO 2768-mK		Echelle 1			
Masse: 106g		 Flasque ouvert			
Matière : AS9U3-Y40					
Fonderie de base PR060600		 MOTEURS LEROY SOMER			
PR060601					
MVA Réduction 1/20			PR060601		A3

PROCESSUS D'USINAGE DU FLASQUE OUVERT PR060601

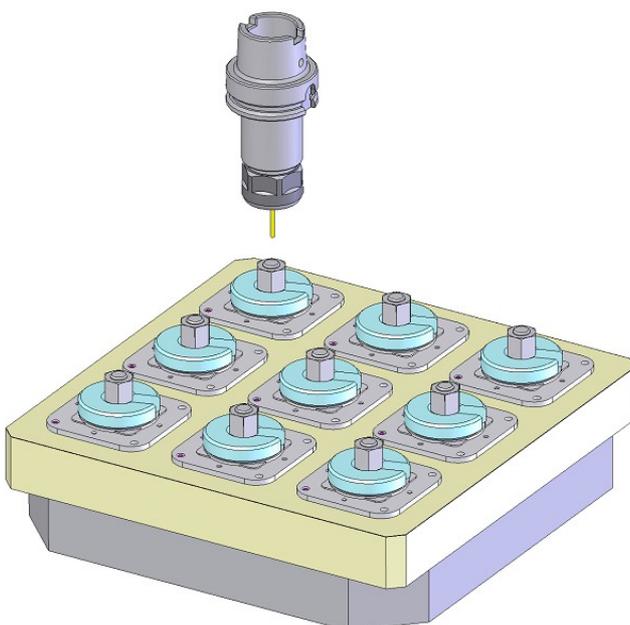
Phase 10 : Fraisage Centre d'usinage 3 axes HITACHI SEIKI

Outil	Nom Cycle
9	CONTOUR 52.2 + DGT
	Rappel cycle SPG CONTOUR 52.2 + DGT
8	ALESAGES 45H8 55J6
10	CONTOUR EXTER 69.90 + CHANFREIN
	Rappel cycle SPG CONTOUR EXTER 69.90 + CHANFREIN
11	CONTOUR EXTER 70h6 + SURF
	Rappel cycle SPG CONTOUR EXTER 70h6 + SURF



Unite	H.M.S.
Temps Total d'Usinage : 0h 6mn 7s	

Phase 20 : Fraisage Centre d'usinage 3 axes HITACHI SEIKI



Outil	Nom Cycle
5	POINTAGE
3	PERCAGE
11	TARAUDEGE

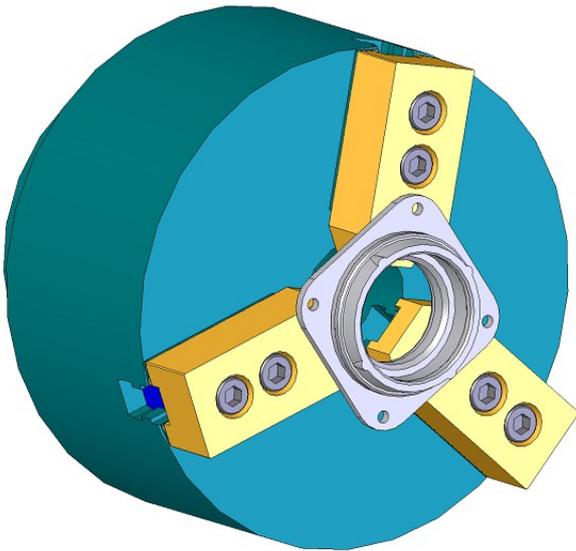
Unite	H.M.S.
Temps Total d'Usinage : 0h 5mn 1s	

PROCESSUS D'USINAGE DU FLASQUE OUVERT PR060601 Version 2

Outil	Nom Cycle
2	EXTERIEUR
6	INTERIEUR

Phase 10 : Tour 2 axes INDEX GE42

Unite	H.M.S.
Temps Total d'Usinage :	0h 1mn24s



TOUR 2 AXES INDEX GE 42

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

COURSES :

- Longitudinale X 300 mm
- Transversal Z 370 mm

BROCHE :

- Puissance 3 kW
- Vitesse en variation continue..... 31,5 à 6000 tr/min
- Diamètre du mandrin..... Ø 215mm

CHANGEUR D'OUTILS AUTOMATIQUE :

- Nombre de postes du magasin..... 14
- Temps de changement d'outil..... 2s

- POIDS DE LA MACHINE 4000 kg
- CNC SIEMENS 810
- Coût Horaire..... 37 €

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

DOSSIER SUJET

Sommaire :

Mise en situation

Partie A : **VIS SANS FIN JV300801**

Partie B : **CARTER AR 543001**

Partie C : **FLASQUE OUVERT PR060601**

Organisation des documents associés au dossier sujet:

- 1 DOSSIER TECHNIQUE dans laquelle des documents spécifiques au support de l'étude, sont identifiés "Document technique **DT...**"
- 1 DOSSIER "RESSOURCES" dans laquelle des documents extraits de catalogues fournisseurs, dossiers de machines et autres, sont identifiés "Document ressource **DRS....**"
- 1 DOSSIER "REponses" dans laquelle les documents réponses sont identifiés "Document réponse **DR...**".



1) Le produit support de l'étude

Il s'agit d'un moto réducteur de vitesse électromécanique **LEROY SOMER** type **Mini bloc MVA**.
 Les moto réducteurs de vitesse Mini bloc MVA sont des appareils à **roue et vis**.
 Ces moto réducteurs sont particulièrement **compacts** et **légers** tout en gardant de hautes performances.
 Leur conception est **modulaire** et permet de **nombreuses adaptations** (motorisation, arbre de sortie, position de montage ...) afin de répondre au mieux aux problèmes posés.

2) Caractéristiques générales

Taille du Moto réducteur : **MVA**
 Moment nominal de sortie : de **1 à 33 N.m**
 Puissances : de **0,04 à 0,37 kW**
 Rapport de réduction de **5 à 90**



3) Applications

Les Moto réducteurs Leroy Somer peuvent aussi bien être utilisés dans **l'industrie automobile**, **l'industrie agro-alimentaire**, **l'industrie des matériaux de construction** ou dans la **transformation de métaux**.

4) Production

Le produit est fabriqué (usinage et assemblage) sur le site de **ST SYMPHORIEN D'OZON (69360)** situé près de **LYON**.

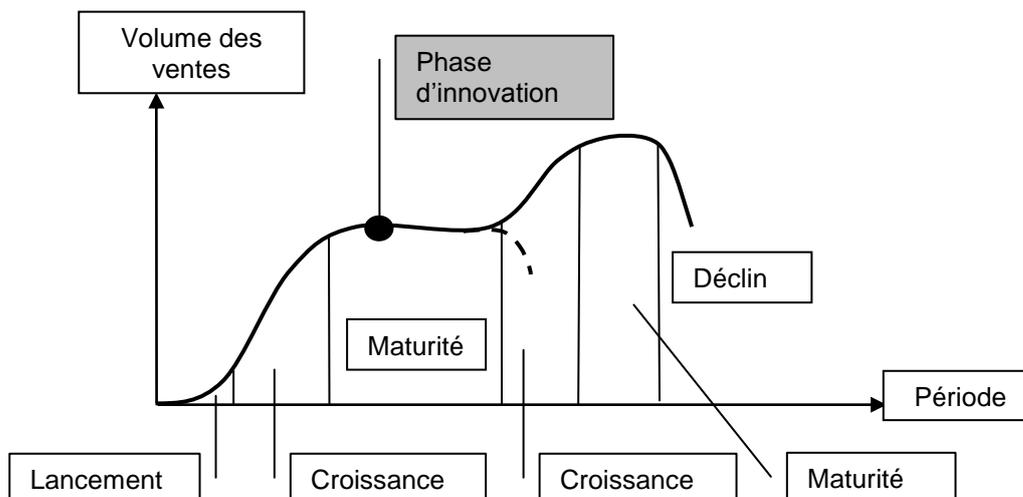
Effectif de l'entreprise: **250 personnes**

Chiffre d'affaires : **60 000 k€**

Fabrication mensuelle : **3750 moto réducteurs MVA / 10 ans**

5) Contexte de l'étude

Cette société, jusqu'à ce jour s'est consacrée à la progression de la fiabilité du produit. Elle souhaite maintenant redynamiser le volume des ventes avant la phase de déclin, en lançant une **phase d'innovation produit**. La stratégie sera basée sur la diminution du prix de vente client, l'augmentation de la qualité tout en respectant les règles associées aux démarches d'éco-conception et de protection de l'environnement.



PARTIE A

Le support de la partie A est la VIS SANS FIN JV300801 (*document Technique DT2*).

Problème technique : Étudier une nouvelle pièce et son mode d'obtention

Situation constatée : Deux problèmes sont identifiés dans deux secteurs différents.

Problème n°1 : Le **secteur usinage** dénombre une casse fréquente de l'outil HORN lors de la réalisation de la gorge intérieure nécessaire à l'usinage de la rainure de clavette.

Problème n°2 : Le **secteur Service Après Vente** enregistre un nombre important de retours liés à une usure prématurée du joint à lèvres (*Rep .13 du document technique DT1*).

Le Technicien procédé en Préindustrialisation propose d'étudier une modification de la définition du produit ainsi qu'un nouveau processus de fabrication.

A1 : Modification de forme du dégagement de la rainure de clavette (*document réponse DR1*)

La réalisation de la vis sans fin JV300801 est conforme au processus actuel (*document technique DT3*).

Afin de remédier au problème n°1, on propose de supprimer la gorge intérieure réalisée en phase 10 et de la remplacer par un simple perçage. Ce trou permettra le dégagement nécessaire à la réalisation de la rainure de clavette lors de la phase 30. L'emploi d'un tour 3 axes en phase 10 sera nécessaire à l'intégration de cette opération.

Question A1-1 :

Implanter le trou sur la vue de face et sur la coupe E-E.

Question A1-2 :

Indiquer la cotation de définition de ce perçage sans tolérance.

A2 : Choix d'un procédé de fabrication

Après analyse de l'usure prématurée du joint à lèvres, le problème n°2 est lié au frottement de glissement FG du joint sur la portée de la vis sans fin. Après consultation, le bureau d'études propose d'augmenter la qualité et de passer à une rugosité r_a 0.2 sur les portées pour le joint. On va réfléchir à un procédé de finition qui permettra d'obtenir la qualité requise. Nous essaierons de limiter au maximum toute modification du processus actuel. L'ébauche des portées s'effectuera en tournage. Nous utiliserons la rectification cylindrique pour la demi-finition. Nous intégrerons le procédé de finition choisi dans une phase supplémentaire.

Question A2 : (*document réponse DR2*)

A partir du document ressource DRS1, choisir un procédé de fabrication supplémentaire permettant d'assurer la nouvelle qualité demandée Ra 0.2 \sqrt FG. Justifier votre choix.

A3 : Rédaction d'un nouveau processus

Question A3 : (*document réponse DR2*)

Rédiger la nouvelle gamme intégrant les deux modifications demandées.

PARTIE B

Le support de la partie B est le CARTER AR 543001 (*document technique DT4*)

Problème technique : Limiter la portée des deux flasques de roulements

Situation constatée : Le temps de réalisation de la ligne d'alésage Ø70H6 du carter (*voir document technique DT4*) sur toute la longueur est une opération longue et coûteuse.

Le Technicien procédé en Préindustrialisation propose d'étudier une modification de la définition du carter pour limiter le temps d'usinage (*Coupe B-B du document technique DT4*).

B1 - Réalisation d'un dégagement par moulage

Afin d'étudier la faisabilité de ce dégagement par moulage, il est nécessaire d'analyser le moule en coquille par gravité (*voir document technique DT5*).

Question B1-1 : (*document réponse DR3*)

Représenter en **rouge** sur 2 vues la position du plan de joint à l'aide des symboles normalisés.

Question B1-2 : (*document réponse DR3*)

Représenter en **vert** sur les 3 vues les surfaces extérieures qui sont en dépouille.

Remarque : Sur le DT5 seules les dépouilles intérieures sont représentées.

Question B1-3 : (*document réponse DR3*)

Conclure sur la faisabilité d'un dégagement réalisé par moulage.

B2 - Réalisation d'un dégagement par usinage

L'usinage du Carter est réalisé en une seule phase sur un Centre d'Usinage Horizontal 4 axes HITACHI SEIKI HG400 (*voir document technique DT6*).

La prise de pièce est un montage d'usinage spécifique permettant d'usiner la pièce sur 4 faces (*voir document technique DT7*).

Question B2-1 : (*document réponse DR4*)

Représenter en **bleu** sur les 2 vues, la forme de l'outil qui permet de réaliser ce dégagement par usinage (*voir document ressource DRS2*).

Question B2-2 : (*document réponse DR4*)

Représenter en **vert** sur les 2 vues la trajectoire d'usinage de l'outil qui permet de réaliser ce dégagement.

B3 – Limitation des portées

Les portées de flasque de roulement peuvent être réalisées par 4 solutions différentes (avec ou sans dégagement) (*voir document réponse DR5*).

Il est donc nécessaire de faire un choix technique et économique de réalisation pour les solutions 1-2-3-4.

L'étude des solutions 1 et 3 (avec dégagement) a été réalisée.

Question B3-1 : (*document réponse DR5*)

Si besoin, pour les solutions 2 et 4 :

- 1) Définir les opérations d'usinage.
- 2) Définir les outils.
- 3) Définir la stratégie d'usinage (*type de cycle, type de trajectoire ...*).
- 4) Calculer le temps de cycle par opération (*voir document ressource DRS2*).
- 5) Définir les temps de rotation palette (*voir document technique DT6*).
- 6) Définir les temps de changement d'outils (*voir document technique DT6*).
- 7) Calculer le temps total de réalisation des 2 portées.

Remarque : on ne prendra pas en compte dans le calcul le 1^{er} changement d'outil et la 1^{ère} rotation de palette.

Pour les solutions 1-2-3-4

- 8) Faire une étude critique des différentes solutions (*critères : coût, qualité, fonctionnel*).
- 9) Faire un choix technico-économique et justifier.

Quels que soient les calculs et les choix réalisés à la question précédente, on prendra l'hypothèse que la solution 4 a été retenue.

Cependant, pour cette solution, il faut vérifier le côté fonctionnel de passage de la roue dans le carter (*voir document technique DT8*).

Données : - Diamètre usiné : **Ø70H6**

- Copeau mini : **1 mini** (on ne tiendra compte que d'un seul copeau d'usinage qui représentera l'ébauche et la finition).
- Désaxage brut/usiné : **0,5 Maxi**
- Dépouille : **3°**

Question B3-2 : (*document réponse DR6*)

- 1) Compléter la chaîne de cotes relative à condition « copeau mini »,
- 2) Calculer le diamètre intérieur brut Maxi,
- 3) Calculer le diamètre intérieur brut Maxi au niveau de la dépouille,

Remarque : on considèrera que la dépouille est « en plus » de la surépaisseur d'usinage.

- 4) Conclure sur le côté fonctionnel avec le passage de la roue.

Problème technique : Assurer la conformité de réalisation des axes orthogonaux

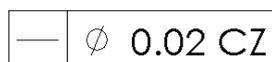
Situation constatée : Une usure prématurée du système roue et vis sans fin, des problèmes d'étanchéité sont des causes de retour en Service Après Vente. Des difficultés d'assemblage des composants ont été constatées sur la ligne de montage.

Le service qualité a détecté une non conformité de certaines spécifications des axes orthogonaux du carter (*document technique DT4*).

B4 – Analyse des spécifications

Question B4-1 : (*document réponse DR7*)

Décoder la spécification suivante :



Question B4-2 : (*document réponse DR8*)

Décoder la spécification suivante :



B5 – Contrôle du couple de serrage

Une des causes principales de la non conformité des spécifications est la non maîtrise du système de serrage de la pièce dans le porte-pièce (*document technique DT7*) qui provoque une déformation de la pièce.

On souhaite donc modéliser sur le logiciel COSMOS de calcul, les déformations du carter uniquement lors du serrage.

Pour cela, il est indispensable d'identifier les zones d'appui et de serrage de la pièce, puis de calculer l'effort de serrage.

On donne les surfaces de mise en position B1, B2, B3 (*document réponse DR3*).

Question B5-1 : (*document réponse DR3*)

Représenter en **bleu** sur 2 vues, la mise en position de la pièce sur le porte-pièce, à l'aide des symboles géométriques, 1^{ère} partie de la norme.

Modéliser cette mise en position dans le tableau prévu à cet effet.

L'effort maximum de l'opérateur sur la clé de serrage (clé mâle hexagonale) pour respecter les normes ergonomiques est de **10 daN**.

L'opérateur utilise une clé standard ayant un bras de levier de **100 mm**.

Question B5-2 : (*document réponse DR9*)

1) Déterminer en **N.mm**, le couple de serrage **Cs** sur la vis (*Rep.9* du document réponse *DR9*).

En fonction du couple **Cs**, il est nécessaire de calculer l'effort résultant **Fs** sur l'**interface serrage** (Rep.8 du document réponse **DR9**) en liaison complète avec la **plaque** (Rep.6 du document réponse **DR9**).

Cette valeur d'effort à calculer sera exploitée par la suite dans le dossier pour une analyse de la déformée de la pièce à l'aide d'un logiciel COSMOS de calcul.

Hypothèses :

- facteur de frottement $\mu = \mu' = \tan \varphi = 0,1$
- rayon du pivot circulaire : $r_{ci} = 1$ mm (rayon de matage)

Un « Formulaire sur la relation couple de serrage – effort presseur dans un système vis – écrou » est présenté en *document ressource DRS3* et sert de base aux calculs à réaliser.

2) Déterminer l'effort de serrage **Fs** exercé par la vis sur l'interface de serrage.

Un « Formulaire sur le matage » est présenté en *document ressource DRS4* et sert de base aux calculs à réaliser.

Données :

- module d'élasticité de l'acier $E1 = 210.000$ MPa (Rep 9)
- module d'élasticité de l'acier $E2 = 210.000$ MPa (Rep 6)
- pression de contact maxi admissible $P_{adm} = 40$ MPa

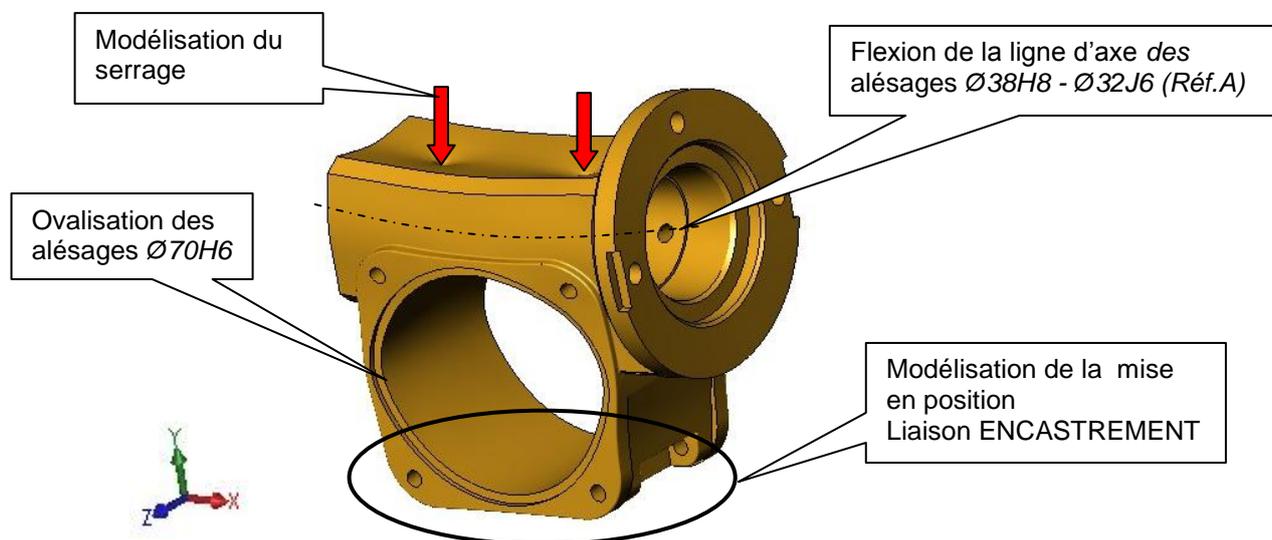
Question B5-3: (document réponse **DR9**)

A partir de l'effort calculé précédemment, calculer le rayon de matage r .

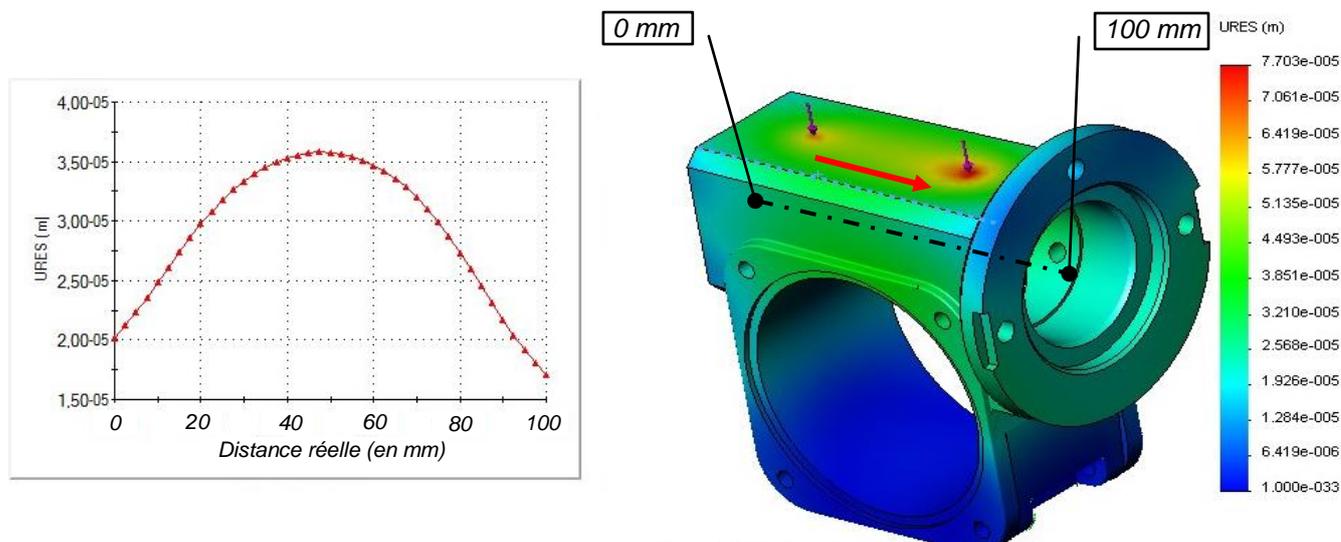
Comparer r et r_{ci} et valider l'hypothèse de la modélisation du contact par une pivot circulaire.

La modélisation, puis la simulation sur le logiciel COSMOS, permettent de visualiser les déformations du carter lors du serrage.

- Déformée amplifiée du CARTER sous la contrainte de serrage



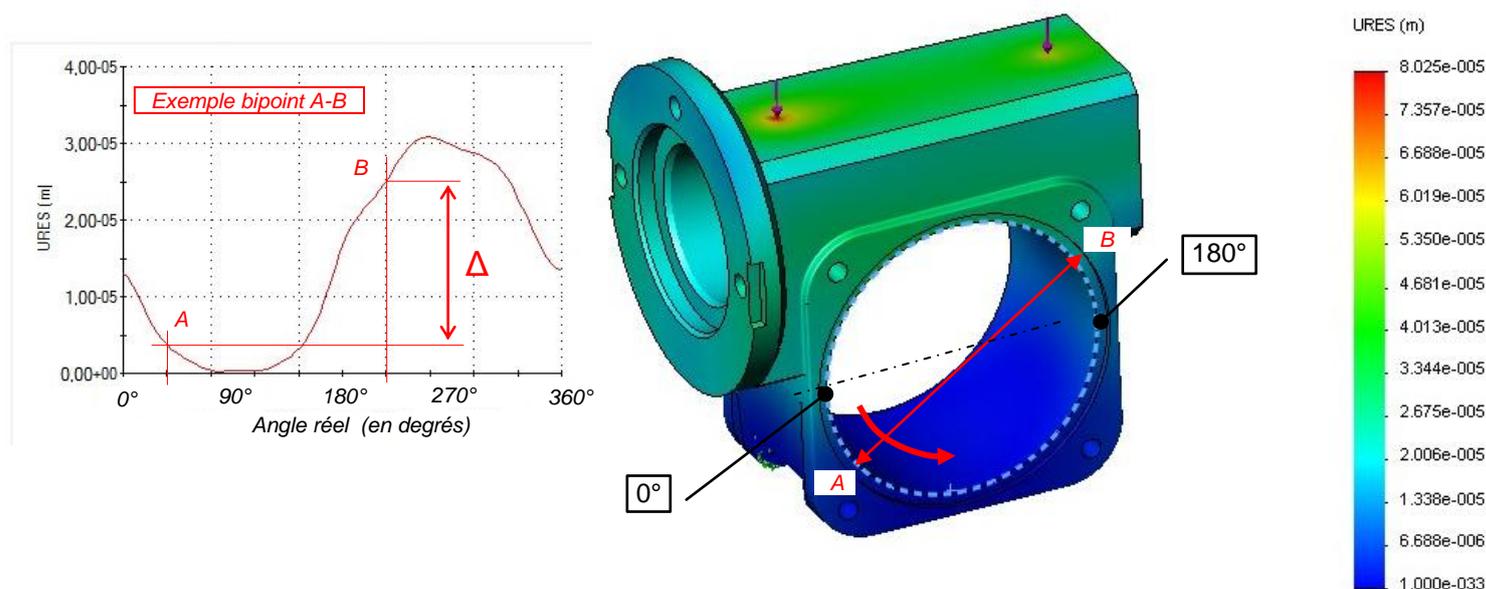
- Déplacement statique relatif à la ligne d'axe Réf. A (flexion)



URES : correspond au déplacement total, **en mètre**, des différents points de la pièce par rapport à leur position d'origine.

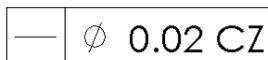
Hypothèse : la pièce possède un plan de symétrie, tous les déplacements statiques seront considérés dans le plan XY.

- Déplacement statique mesuré en mètre, sur un cercle de $\varnothing 70H6$ (ovalisation)

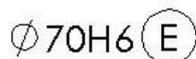


Question B5-4: (document réponse DR9)

- 1- En identifiant et en quantifiant le déplacement maximum d relatif à l'axe A de la zone de tolérance commune, statuer sur le respect de la spécification géométrique :



- 2- En identifiant et en quantifiant le déplacement maximum Δ relatif aux alésages, statuer sur le respect de la spécification dimensionnelle :

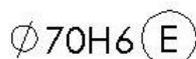


En faisant varier l'effort de serrage F_s , et en effectuant différentes simulations, on obtient un graphe $C_s = f(\Delta \text{ Maxi})$ (voir document réponse DR9).

Hypothèse : En tenant compte des dispersions de fabrication, le déplacement Δ généré par le système de serrage ne doit pas dépasser **0,01mm**.

Question B5-5: (document réponse DR9)

Déterminer graphiquement la valeur de C_s à ne pas dépasser afin d'obtenir le respect de la spécification :

**Question B5-6:** (document réponse DR9)

Donner une solution technique pour maîtriser le couple serrage C_s .

PARTIE C

Le support de la partie C est le FLASQUE OUVERT :

Dessin du brut moulé PR060600 (*Document technique DT9*).

Dessin du flasque PR060601 (*Document technique DT10*).

Problème technique : Diminuer les coûts de production
--

Afin de répondre à l'exigence de la concurrence liée à la compétitivité industrielle, la direction de l'entreprise impose une réduction de 20% du coût de réalisation du produit.

Le processus actuel de réalisation du flasque PR060601 est représenté sur le *document technique DT11*. Le technicien procédé en Préindustrialisation propose d'étudier une reconception produit / processus.

Le flasque, issu de fonderie, devra intégrer un maximum de surfaces ne nécessitant pas d'usinages ultérieurs. On limite l'usinage aux surfaces dont la qualité exigée est incompatible avec le processus d'obtention de fonderie.

C1– Utilisation de vis auto-taraudeuses

Les 4 trous M3 permettent la fixation d'un couvercle pour un réducteur à sortie non débouchante.

Les trous **M3** sont remplacés par des trous lisses obtenus directement de fonderie dans lesquels on vient implanter une vis auto-taraudeuse **CLS, ST3.5, 13, F** (*document ressource DRS5*).

Question C1-1 : (*document réponse DR10*)

Dessiner la forme du trou obtenu en fonderie en intégrant la dépouille nécessaire au moulage (**Détail C**).

On prendra : - dépouille de **1,5%**.

- longueur d'implantation de la vis de **7,5 mm**.

Question C1-2 : (*document réponse DR10*)

Indiquer les dimensions (diamètre mini, dépouille, profondeur)

En conséquence, un nouveau processus en une seule phase de tournage est proposé (*Document technique DT12*).

Question C1-3 : (*document réponse DR10*)

Pour assurer la prise du flasque dans le mandrin, la surface en contact avec les mors devra être rallongée. Sur la coupe B-B et le détail C :

Dessiner la forme extérieure nécessaire à la reprise de la pièce.

Dessiner la forme intérieure tenant compte de cette modification.

C2– Etude de l'outillage (*document réponse DR11*)

Le dessin du montage de la pièce en mandrin est donné sur le document **DR11**.

Question C2-1 : Placer la cotation d'aptitude à l'emploi sur le détail B (sans indiquer les valeurs des tolérances).

Question C2-2 : Placer les jeux fonctionnels entre la pièce et les mors. Justifier ces jeux.

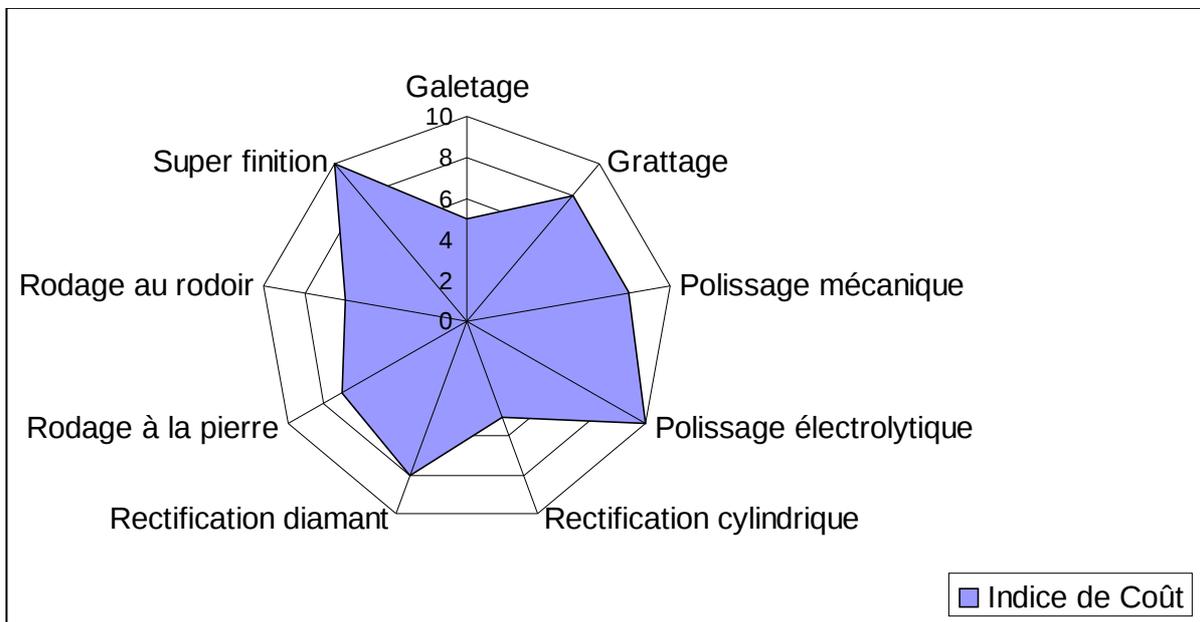
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION****DOSSIER RESSOURCE****Contenu du dossier :**

DRS	Intitulé	Format
DRS1	Procédés de fabrication de finition	A4
DRS2	Formulaire sur les calculs de temps d'usinage	A4
DRS3	Formulaire relation couple de serrage / effort presseur	A4
DRS4	Formulaire sur le matage	A4
DRS5	Choix vis auto-taraudeuse	A4

Procédés de fabrication et états de surface

Ra en microns		6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.0	
Rugosité des surfaces usinées	Galetage									
	Grattage									
	Polissage	Mécanique								
		Electrolytique								
	Rectification	Cylindrique								
		Diamant								
	Rodage	A la pierre								
		Au rodoir								
	Super finition									

Indice de coût de procédés de fabrication



FORMULAIRE SUR LES CALCULS DE TEMPS D'USINAGE

		Cycle d'alésage à l'outil	Cycle de contournage circulaire à la fraise
<p>e : Longueur d'engagement en <i>mm</i></p> <p>d : Longueur de dégagement en <i>mm</i></p> <p>Lu : Longueur utile en <i>mm</i></p> <p>Dp : Diamètre pièce en <i>mm</i></p> <p>Df : Diamètre fraise en <i>mm</i></p> <p>V : Vitesse de coupe en <i>m/min</i></p> <p>f : Avance de l'outil en <i>mm/tr</i></p> <p>fz : Avance de l'outil en <i>mm/dent</i></p> <p>V_{Rap}: Vitesse Av.Rapide en <i>mm/min</i> (voir dossier machine)</p>			
Tt	Temps technologique en <i>min</i>	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$
Vf	Avance de la table en <i>mm/min</i>	$Vf = N \times f$	$Vf = N \times fz \times z$
N	Fréquence de rotation en <i>tr/min</i>	$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times Dp}$	$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times Df}$
Lc	Longueur d'Usinage en <i>mm</i>	$Lc = Lu + e + d$	$Lc = 1,2 \times (\pi \times Dp)$
TRap	Temps en Rapide en <i>min</i>	$TRap = \frac{Lc}{VRap}$	$TRap = \frac{(Dp - Df) + 2 \times (Lu + e + d)}{VRap}$
TCycle	Temps de cycle en <i>min</i>	$TCycle = Tt + TRap$	$TCycle = Tt + TRap$
Données	<i>Al Si 9 Cu3</i>	<p>V_{éb.} = 200 m/min</p> <p>V_{fin.} = 300 m/min</p> <p>f_{éb.} = 0,2 mm/tr</p> <p>f_{fin.} = 0,05 mm/tr</p> <p>e = d = 1 mm</p>	<p>V_{éb.} = 150 m/min</p> <p>V_{fin.} = 200 m/min</p> <p>fz_{éb.} = 0,1 mm/dent</p> <p>fz_{fin.} = 0,07 mm/dent</p> <p>Df = 20 mm Z=3 Hauteur de coupe = 32 mm</p>

**Formulaire sur la relation couple de serrage
effort presseur dans un système vis écrou**

Filetage à pas ISO

$$C_s = F_s \times \left(r \times \frac{\tan \alpha + 1,156 \times \mu \times \cos \alpha}{1 - 1,156 \times \mu \times \sin \alpha} + r_{ci} \times \mu' \right)$$

r : rayon de l'hélice moyenne du filet en **mm** avec pour un filetage ISO **$r = (d/2) - (0,2706 \times \text{pas})$**

d : diamètre nominal de la vis en **mm**

α : angle d'inclinaison de l'hélice moyenne en **degrés** avec **$\tan \alpha = \text{pas} / (2 \times \pi \times r)$**

β : demi-angle au sommet du filet en **degrés** soit 30° pour un filetage ISO

μ = tan φ : coefficient de frottement dans le filetage

μ' = tan φ' : coefficient de frottement dans le pivot circulaire ou annulaire

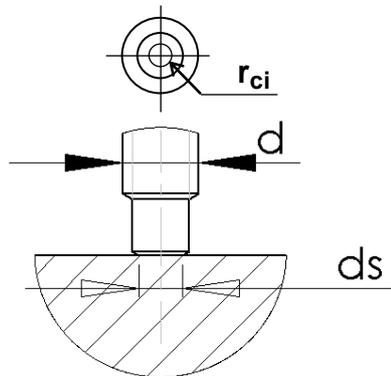
r_{ci} : rayon équivalent du pivot circulaire en **mm**

C_s : couple de serrage en **N.mm**

F_s : effort de serrage en **N**

Cas d'une vis de pression

Pivot circulaire



r_{ci} : rayon équivalent du pivot circulaire en **mm**

d : diamètre nominal de la vis en **mm**

ds : diamètre du pivot circulaire en **mm**

FORMULAIRE SUR LE MATAGE

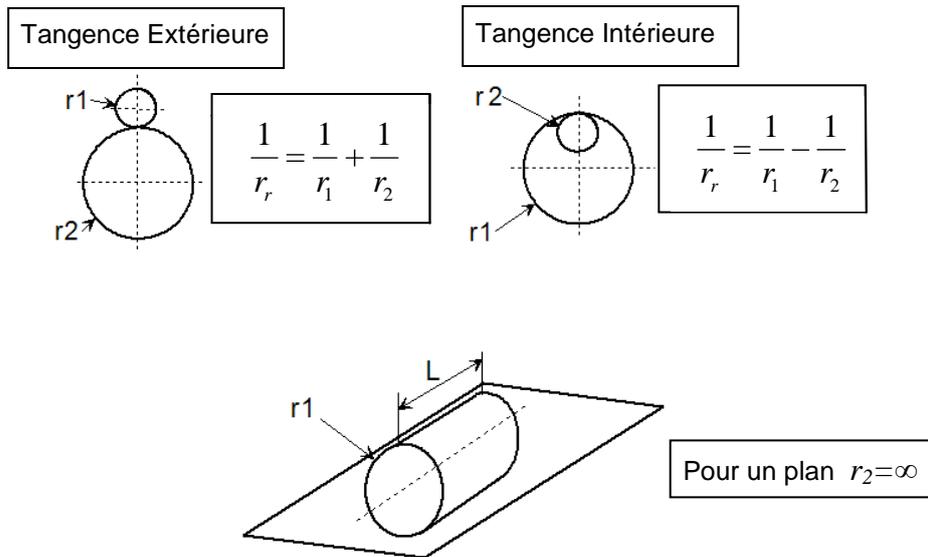
Le calcul des contraintes de **matage** est fonction du type de contact : **ponctuel**, **linéique** ou **surfaique**.

F : force **normale** de contact en **N**

P : pression de contact en **MPa** devra être comparée à la pression admissible **P_{adm}** de la pièce soumise au **matage**.

L : longueur de contact en **mm**.

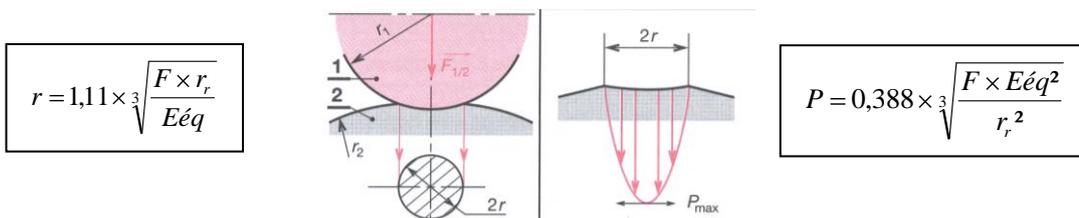
r : rayon de contact en **mm**, lors des contacts ponctuels ou linéiques on recherchera un **rayon relatif r**



E : module de Young ou module d'élasticité longitudinal en **MPa**, si les matériaux en contact sont de nature et de module (**E1** et **E2**) différents, on prendre un module d'élasticité équivalent **E_{éq}** déterminé comme suit:

$$\frac{1}{E_{éq}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)$$

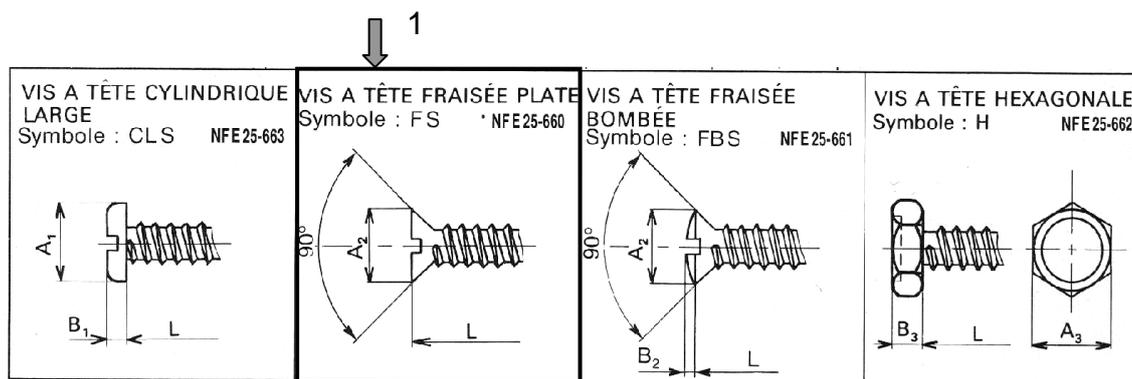
Sphère sur plan : contact ponctuel



Vis auto taraudeuse

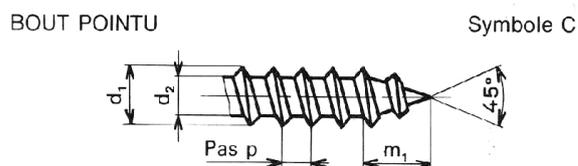
Exemple de désignation : Vis FS, ST 2.2, 13, C

- 1 : à tête fraisée plate,
- 2 : de diamètre nominal ST 2.2,
- 3 : de longueur L=13
- 4 : d'une vis à bout pointu (tôle mince acier épaisseur 1).

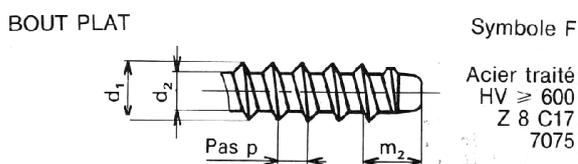


d nominal	A1 max	B1 max	A2 max	B2 max	A3 max	B3 max	d1 max	d2 max	P	m1	m2	L Entièrement fileté
ST 2.2	4	1.3	4.4	0.5	3.2	1.6	2.24	1.63	0.8	2	1.6	4.5/6.5/9.5/13/16
ST 2.9	5.6	1.8	6.3	0.7	5	2.3	2.9	2.18	1	2.6	2.1	6.5/9.5/13/16/19
ST 3.5	7	2.1	8.2	0.8	5.5	2.6	3.53	2.64	1.3	3.2	2.5	6.5/9.5/13/16/19

4 Vis à bout pointu, symbole C,
Utilisées pour les tôles minces $e < 1.5\text{mm}$.



Vis à bout plat, symbole F,
Utilisées pour les tôles plus épaisses, les alliages d'aluminium moulés et les matières plastiques.



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

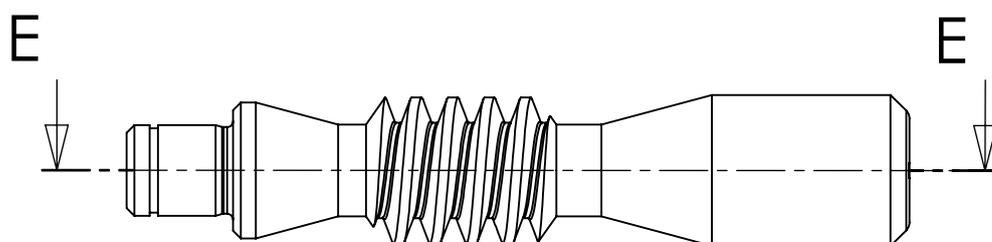
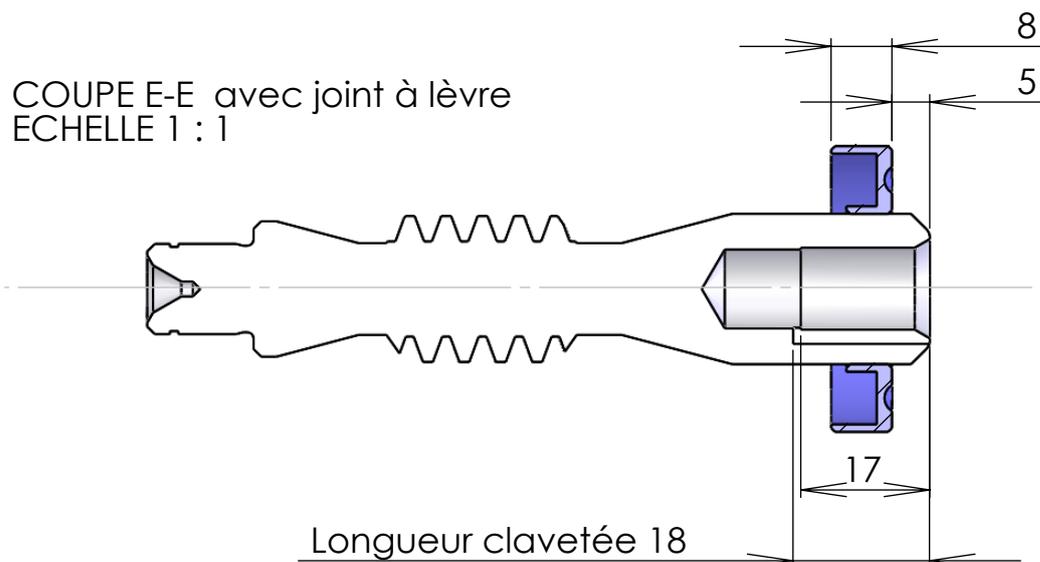
DOSSIER REPONSE

Contenu du dossier :

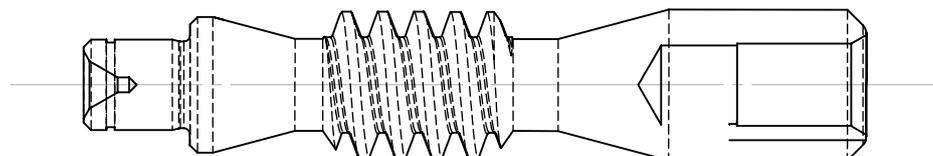
DR	Intitulé	Format
DR1	Modification de forme de la VIS SANS FIN	A4
DR2	Choix d'un procédé et d'un processus d'usinage de la VIS SANS FIN	A4
DR3	Analyse du moulage et de la mise en position du CARTER	A3
DR4	Etude de l'outil et la trajectoire usinage du dégagement du CARTER	A4
DR5	Etude comparative des solutions d'usinage des portées du CARTER	A3
DR6	Vérification du passage de la ROUE dans le CARTER	A4
DR7	Analyse de la spécification de rectitude du CARTER	A3
DR8	Analyse de la spécification de dimension du CARTER	A4
DR9	Etude mécanique du montage d'usinage du CARTER	A3
DR10	Modification de la forme de fonderie du FLASQUE OUVERT	A3
DR11	Justification fonctionnelle nouvel outillage du FLASQUE OUVERT	A3

Question A1-1 : Planter le trou sur la vue de face et sur la coupe E-E en bas de page.

Question A1-2 : Indiquer la cotation de définition de ce perçage sans tolérance.

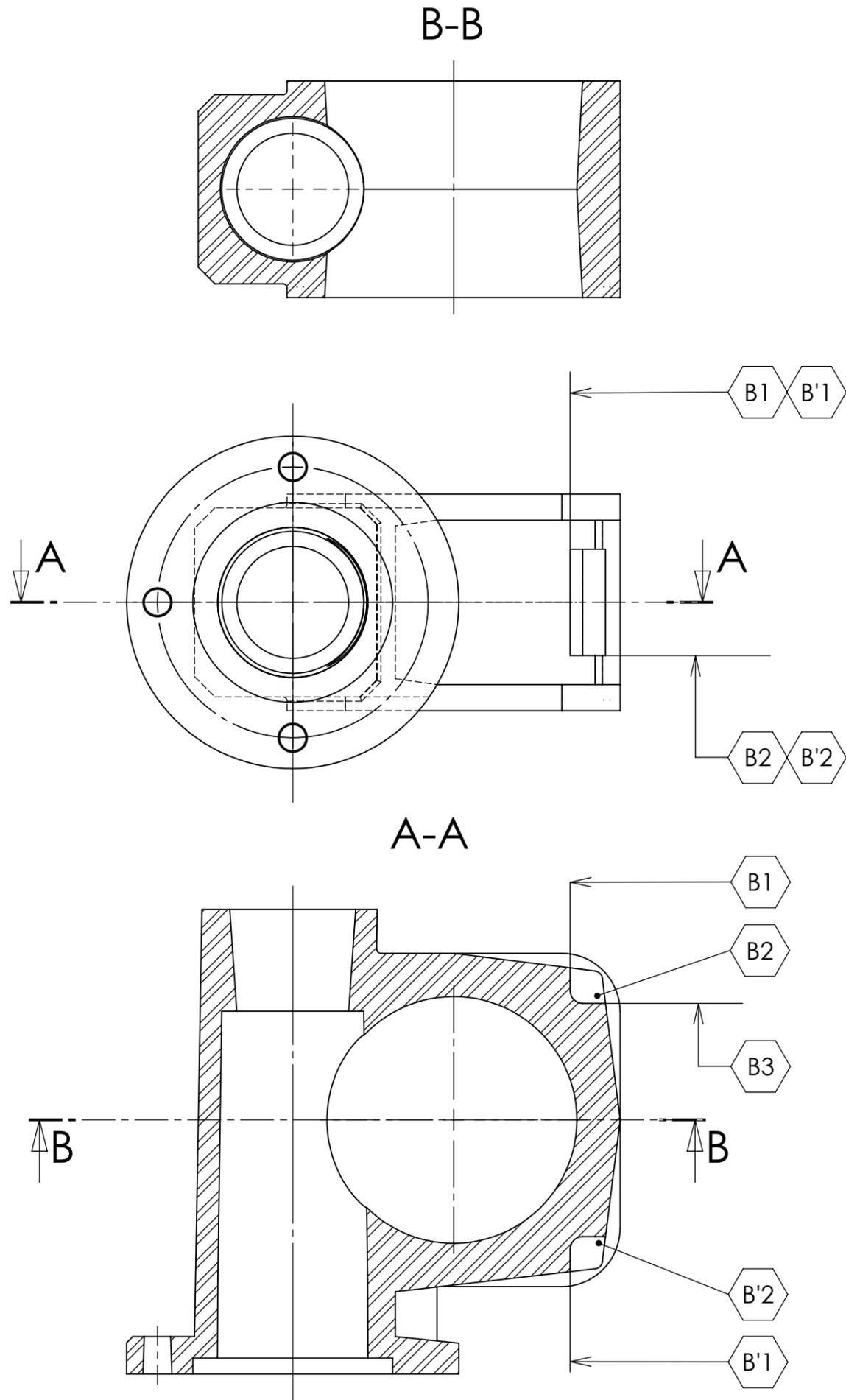


COUPE E-E non hachurée
ECHELLE 1 : 1



DR1

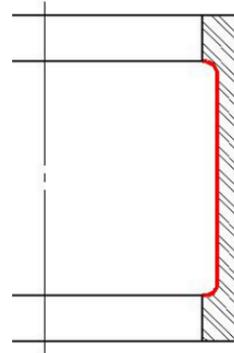
Tolérance générale:	Echelle 1/1	
Masse:		<i>Vis Sans Fin</i>
Matière : 42 CD4 -AFNOR-		MOTEURS LEROY SOMER
Pré-traité en barre R95daN/mm ² +Nitruration Ionique		
MVA Réduction 1/20	JV 300801	A4



Question B1-1 Représenter en **rouge** sur 2 vues la position du plan de joint à l'aide des symboles normalisés.

Question B1-2 Représenter en **vert** sur les 3 vues les surfaces extérieures en dépouille.

Question B1-3 Conclure sur la faisabilité du dégagement par moulage.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Question B5-1 Représenter en **bleu** sur 2 vues la mise en position de la pièce sur le porte-pièce à l'aide des symboles (1ère partie de la norme).

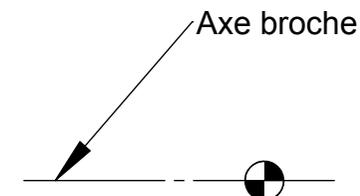
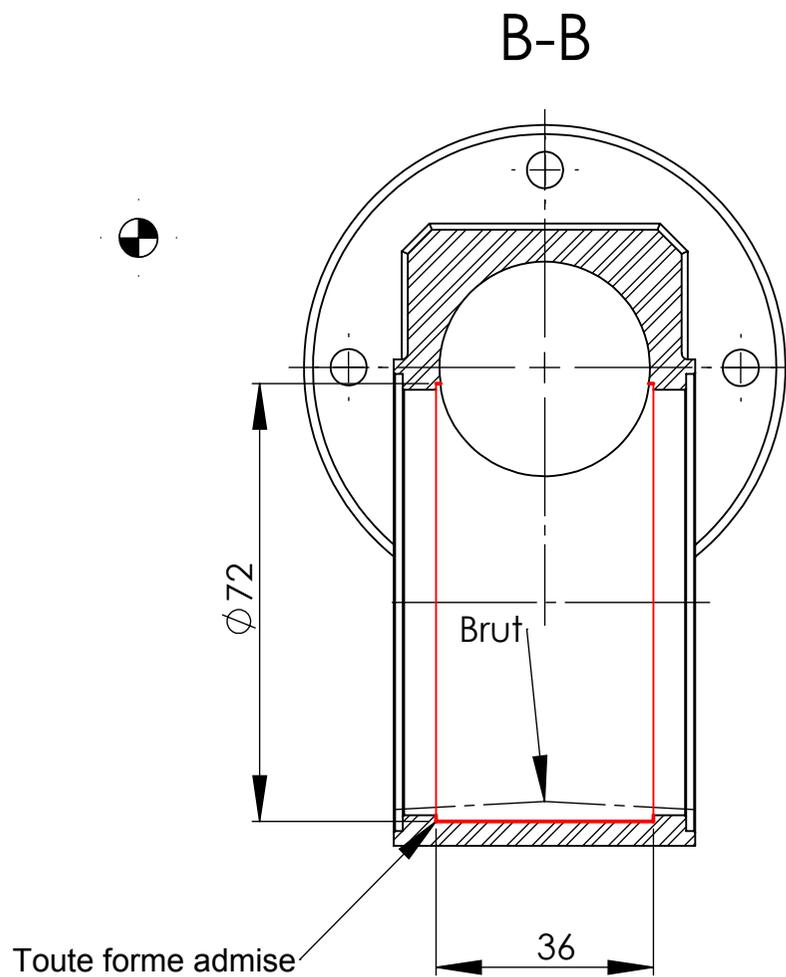
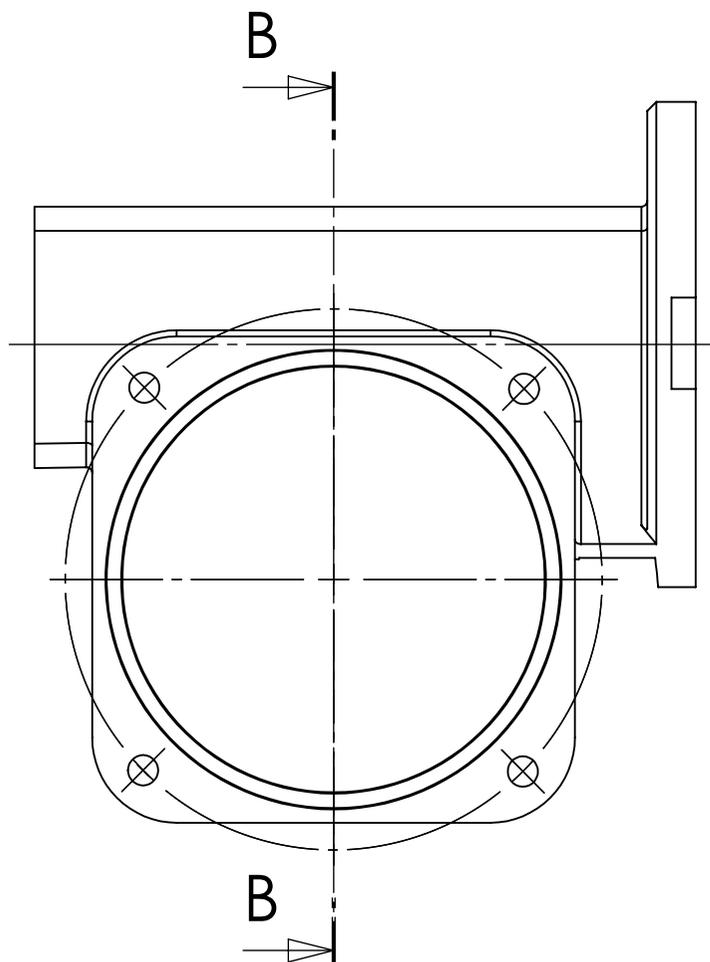
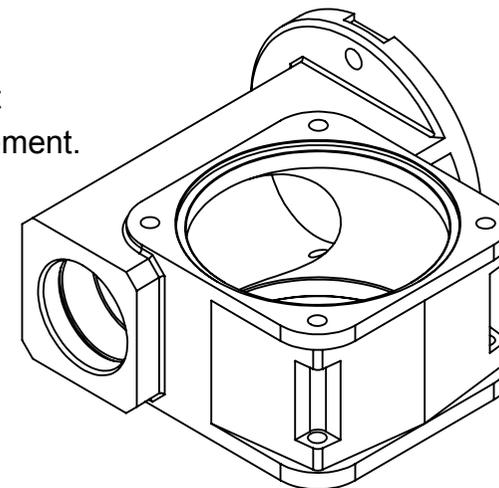
Rep. Normales	Nature de la liaison	Rep. Surfaces Brutes
.....	<u>Liaison</u> .....	.....
.....	<u>Liaison</u> .....	.....
.....	<u>Liaison</u> .....	.....

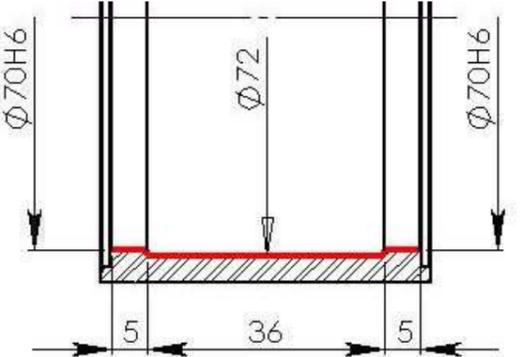
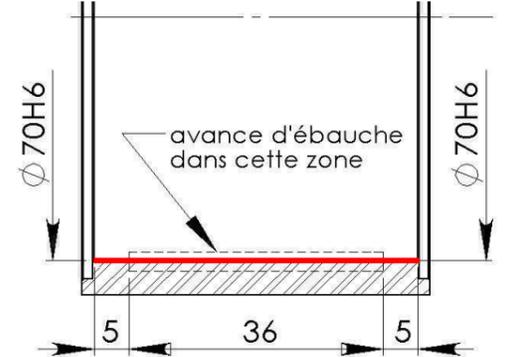
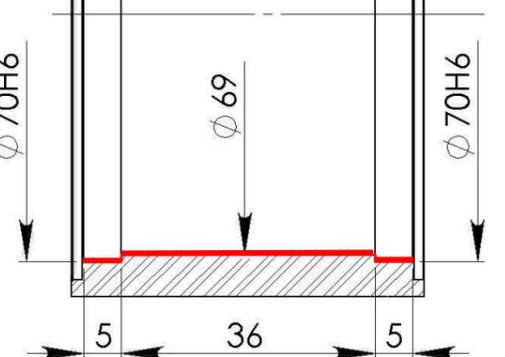
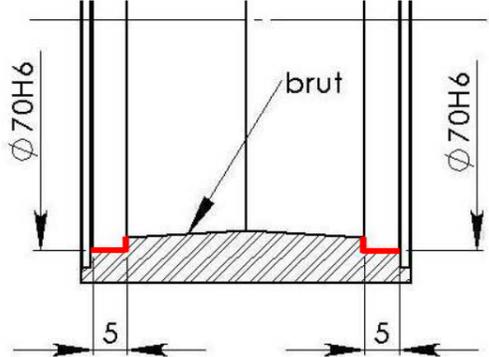
Réalisation d'un dégagement $\varnothing 72$ largeur 36

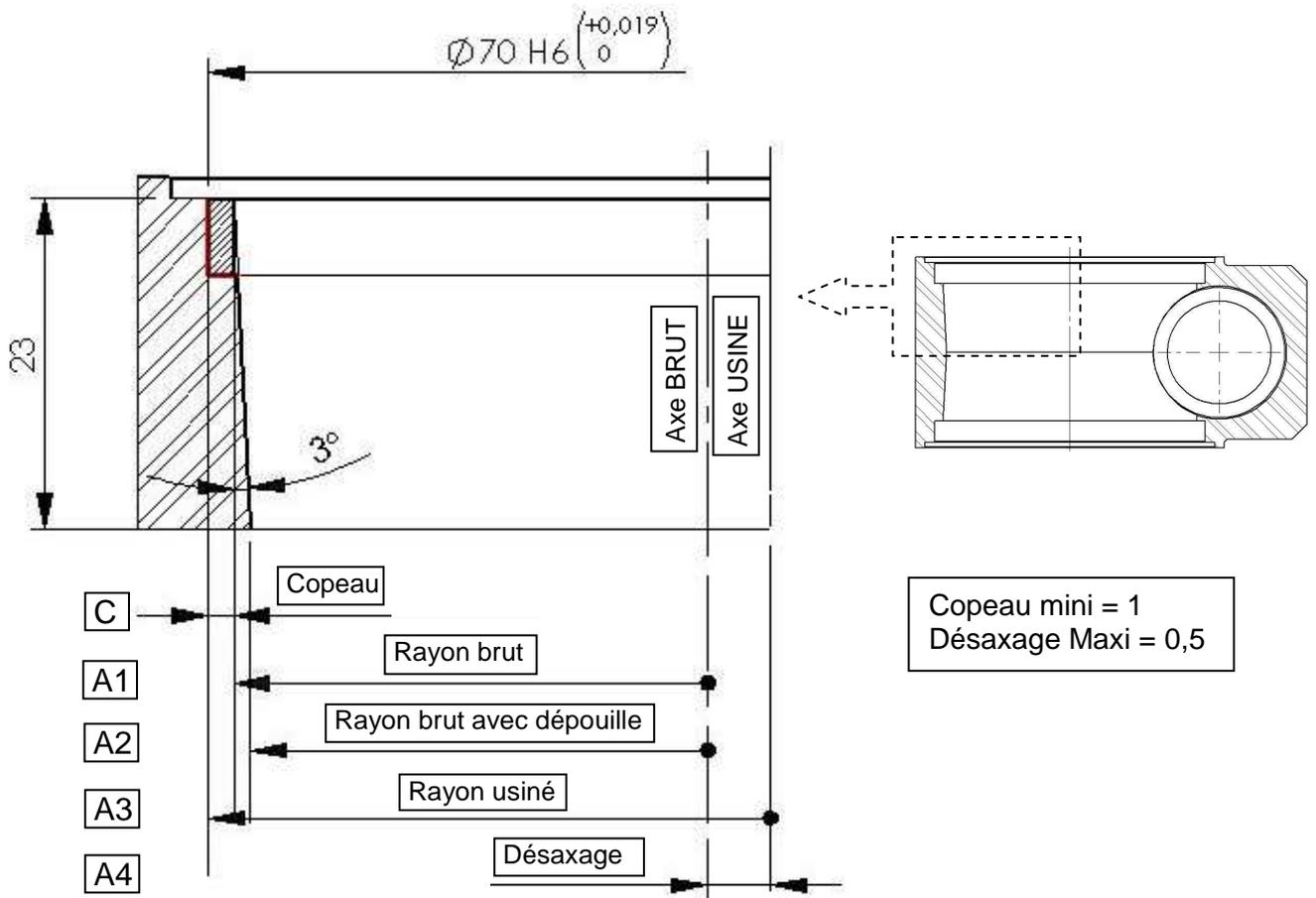
Question B2-1- Représenter en **bleu** sur les 2 vues la forme de l'outil qui permet la réalisation du dégagement

Question B2-2- Représenter en **vert** sur les 2 vues la trajectoire d'usinage qui permet la réalisation du dégagement.

IPE4EPR

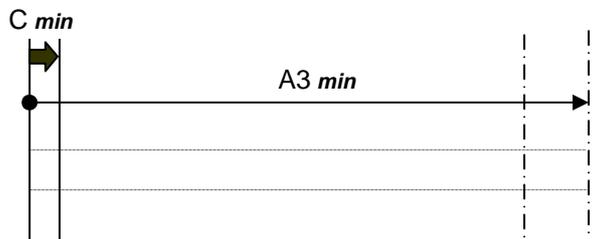


Solutions / Croquis	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Question B3-1</div>					
Opérations	Op1 - Réalisation gorge Ø72 Op2 - Ebauche à Ø69 Op3 - Finition à Ø70H6	Op1 - Ebauche à Ø69 (sur 46mm) Op2 - Finition à Ø70H6 (sur 46mm avec avance ébauche au milieu)	Op1 - Ebauche à Ø69 (sur 46mm) Op2 - Finition à Ø70H6 (1 ^{er} coté) Op3 - Finition à Ø70H6 (2 ^{ème} coté)	..... ..... .....
Outils	X	Barre d'alésage ébauche (Op1) Barre d'alésage finition (Op2)	Barre d'alésage ébauche (Op1) Barre d'alésage finition (Op2 et 3)	..... ..... .....
Stratégie d'usinage/Cycle		Cycle d'alésage à l'outil (Op1) Cycle d'alésage spécial à l'outil (Op2)	Cycle d'alésage à l'outil (Op1, 2 et 3)	..... ..... .....
Calculs Temps Opération 1		X	0,260 min	0,260 min	...............
Calculs Temps Opération 2			..... ..... .....	0,088 min	...............
Calculs Temps Opération 3			X	0,088 min	...............
Calculs Temps Opération 4				X
Temps Rotation Palette				0,10 min
Temps Changement Outils			.....	0,15min	.....
Temps Total Opérations (T _{top})	0,9 min		.....	0,686 min	.....
Etude critique	...............		...............	...............	...............
Choix Technico-économique Justification	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....



Question B3-2

1) Compléter la chaîne de cotes relative à la condition « copeau mini »



Convention :
 → min
 ← Max

Ecrire l'équation de la chaîne de cotes relative à la condition « copeau mini »

C_{min} =

2) Calculer le diamètre intérieur brut Maxi

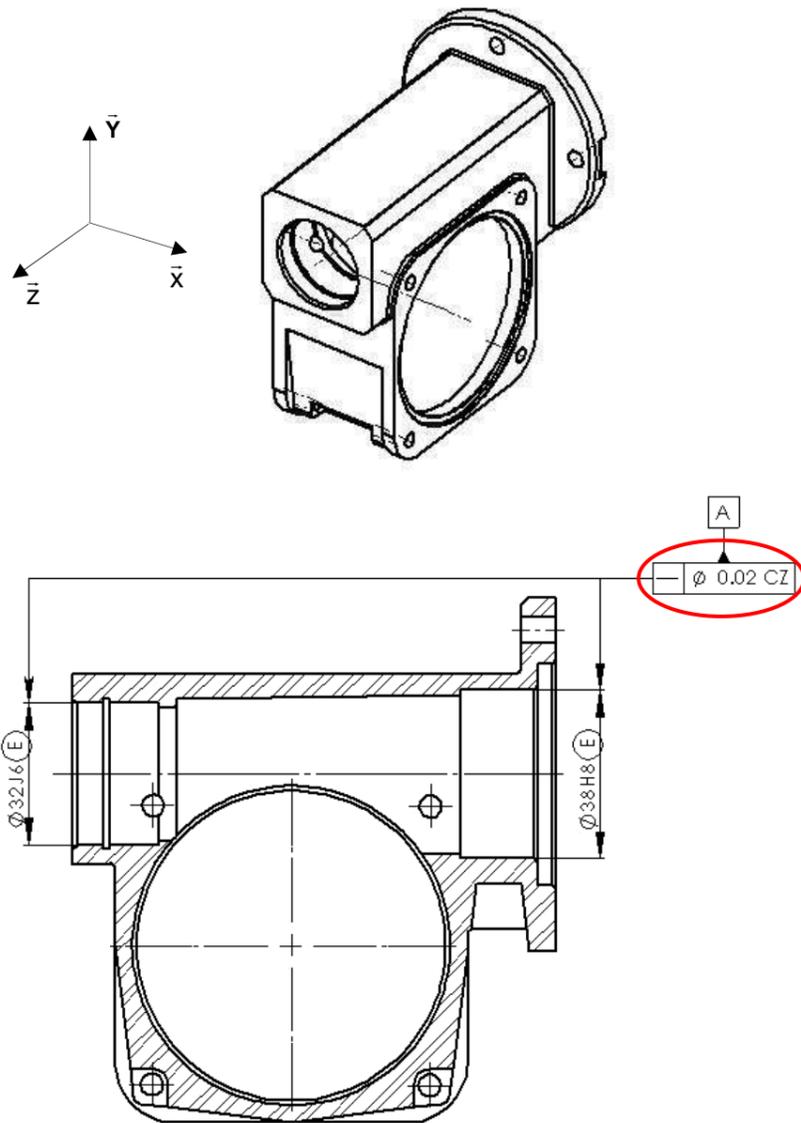
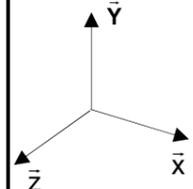
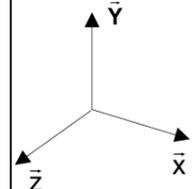
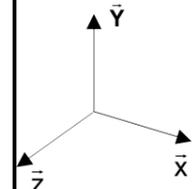
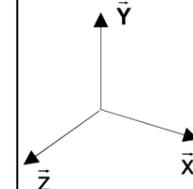
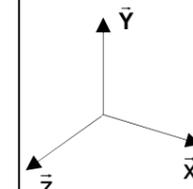
.....

3) Calculer le diamètre intérieur brut Maxi au niveau de la dépouille

.....

4) Conclure sur le côté fonctionnel du passage avec la roue

.....

TOLERANCEMENT NORMALISE	Question B4-1 Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification 	Eléments non Idéaux		Eléments Idéaux		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	Contraintes orientation et position par rapport à la référence spécifiée
<p>Schéma extrait du dessin de définition</p> 					
					

TOLERANCEMENT NORMALISE

Question B4-2 Analyse d'une spécification par dimension

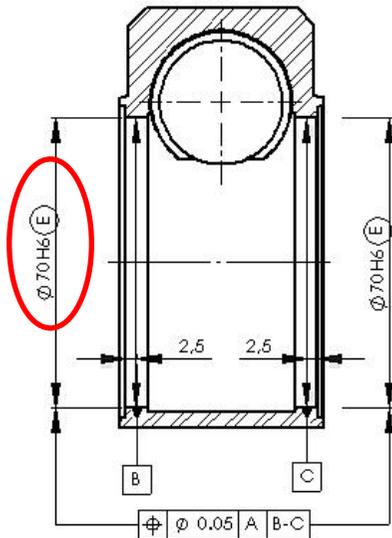
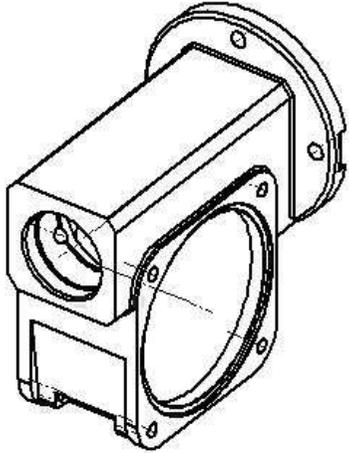


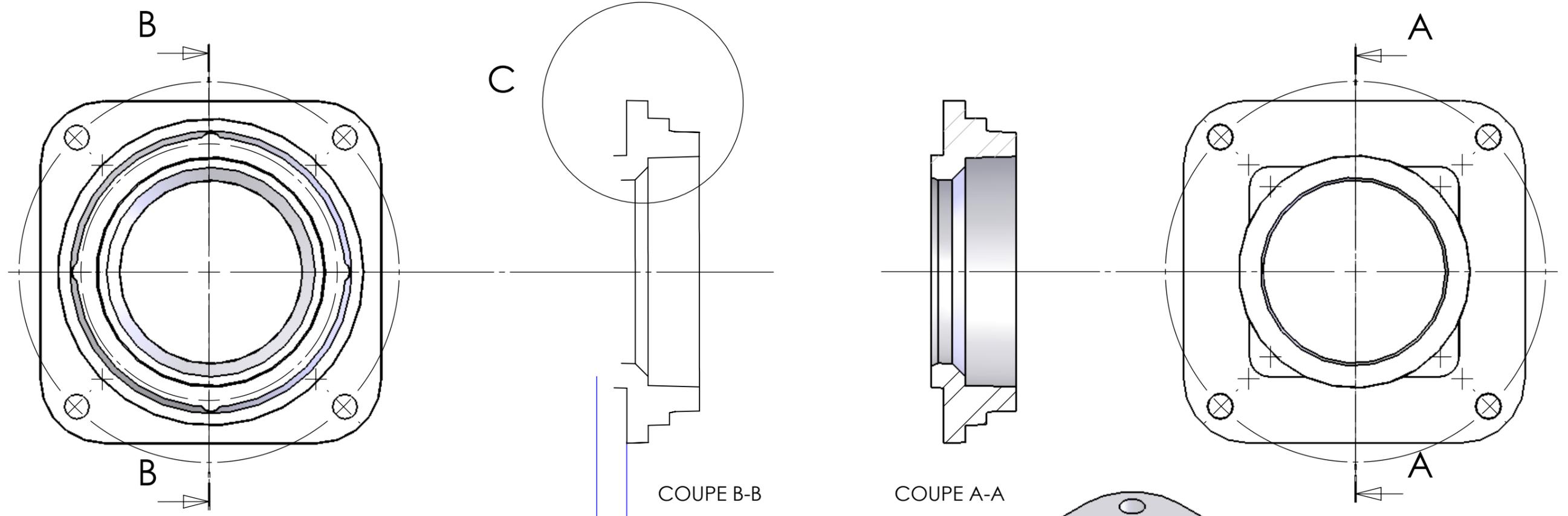
Schéma :

Condition de conformité :

la pièce sera conforme si :

$\varnothing 70H6(E) \begin{matrix} +19 \\ 0 \end{matrix}$

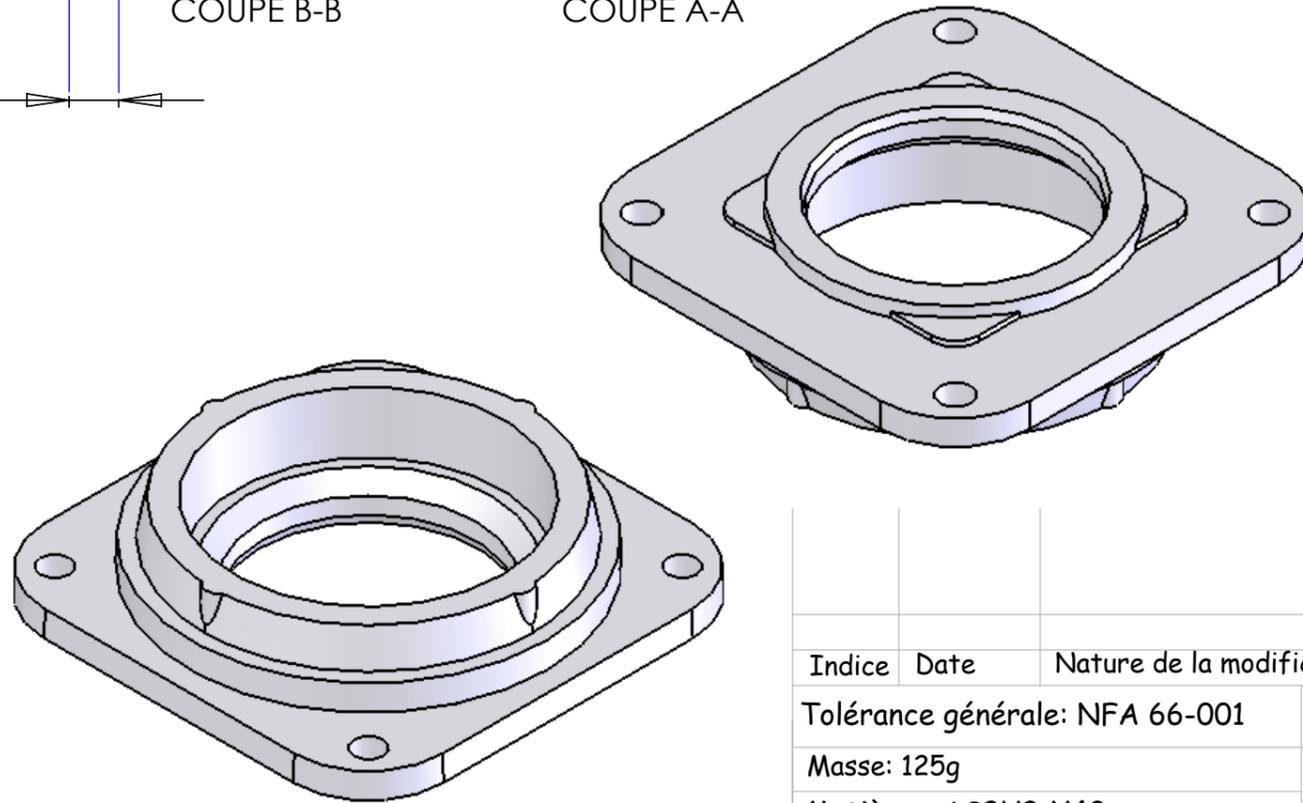
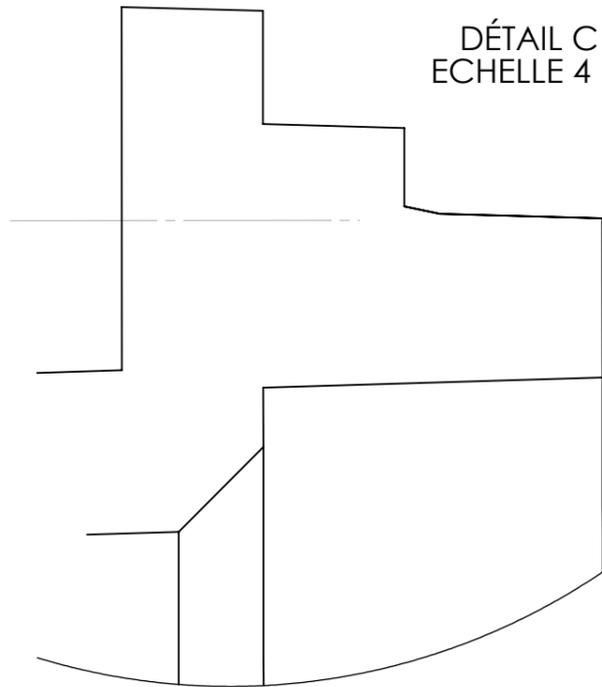
Question C1-1 / Question C1-3



Encombrement maxi 7mm

ATTENTION Dépouille 1.5%

DÉTAIL C
ECHELLE 4 : 1

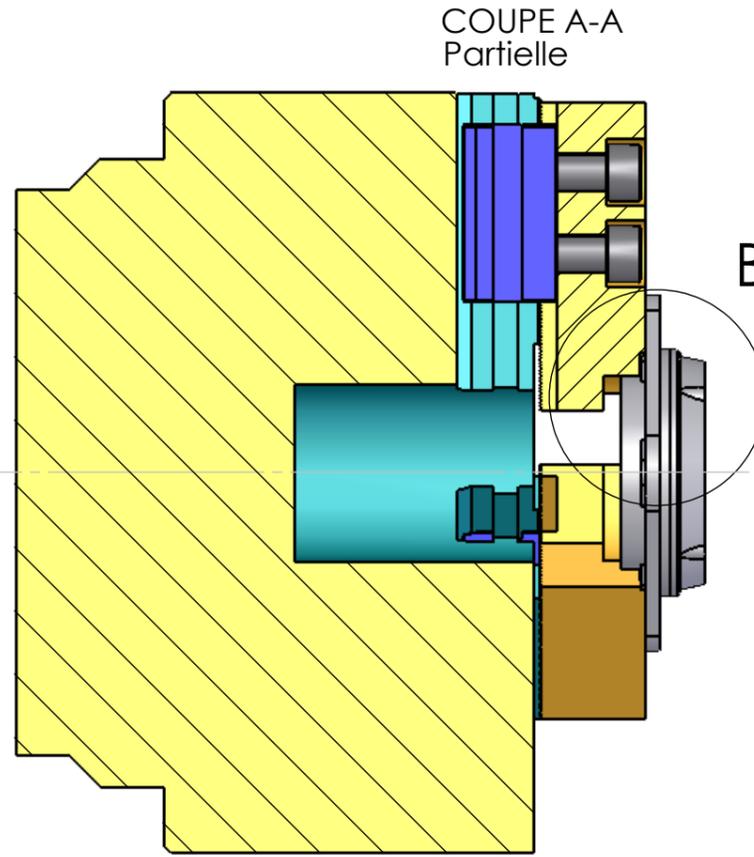
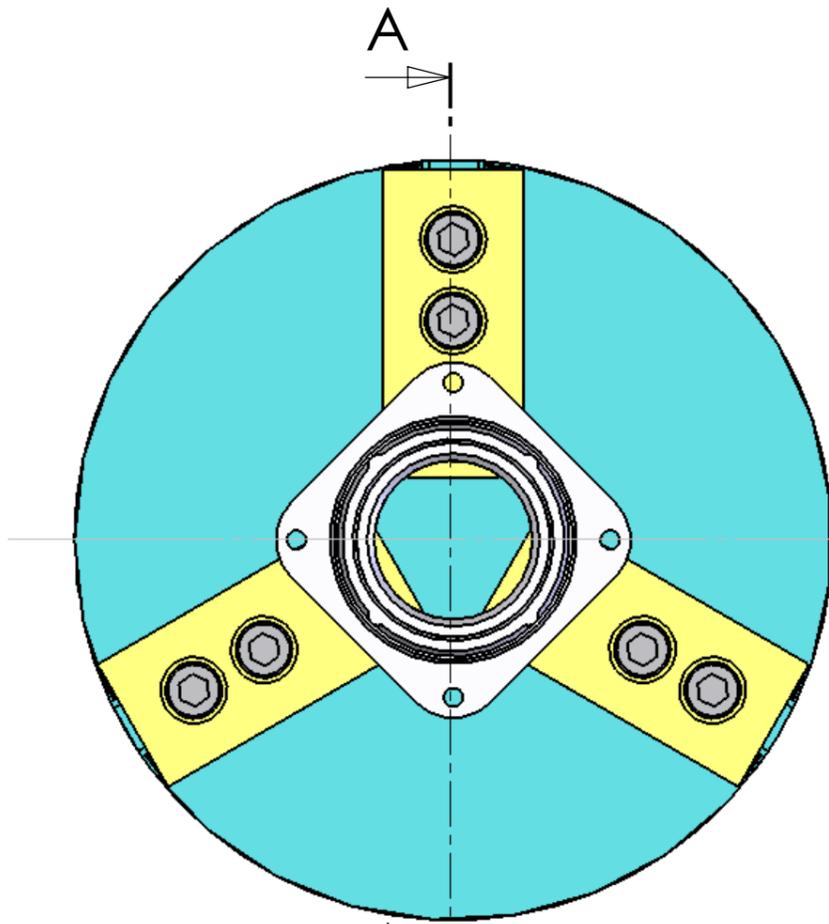


DR10

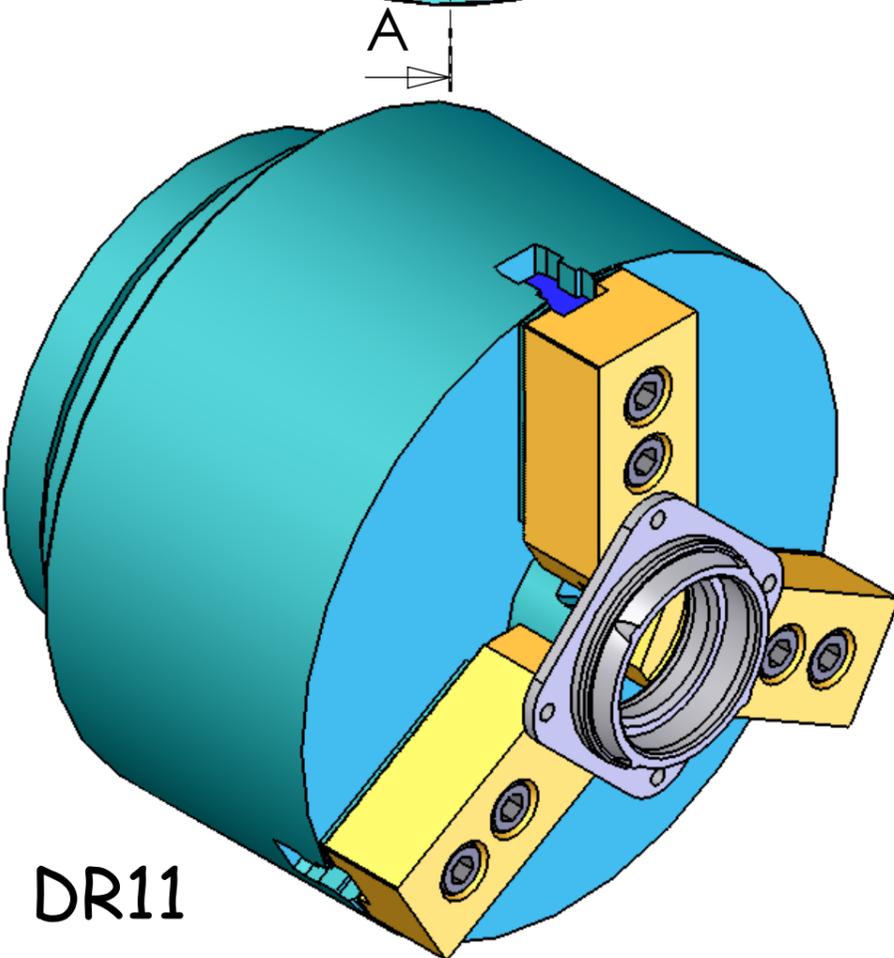
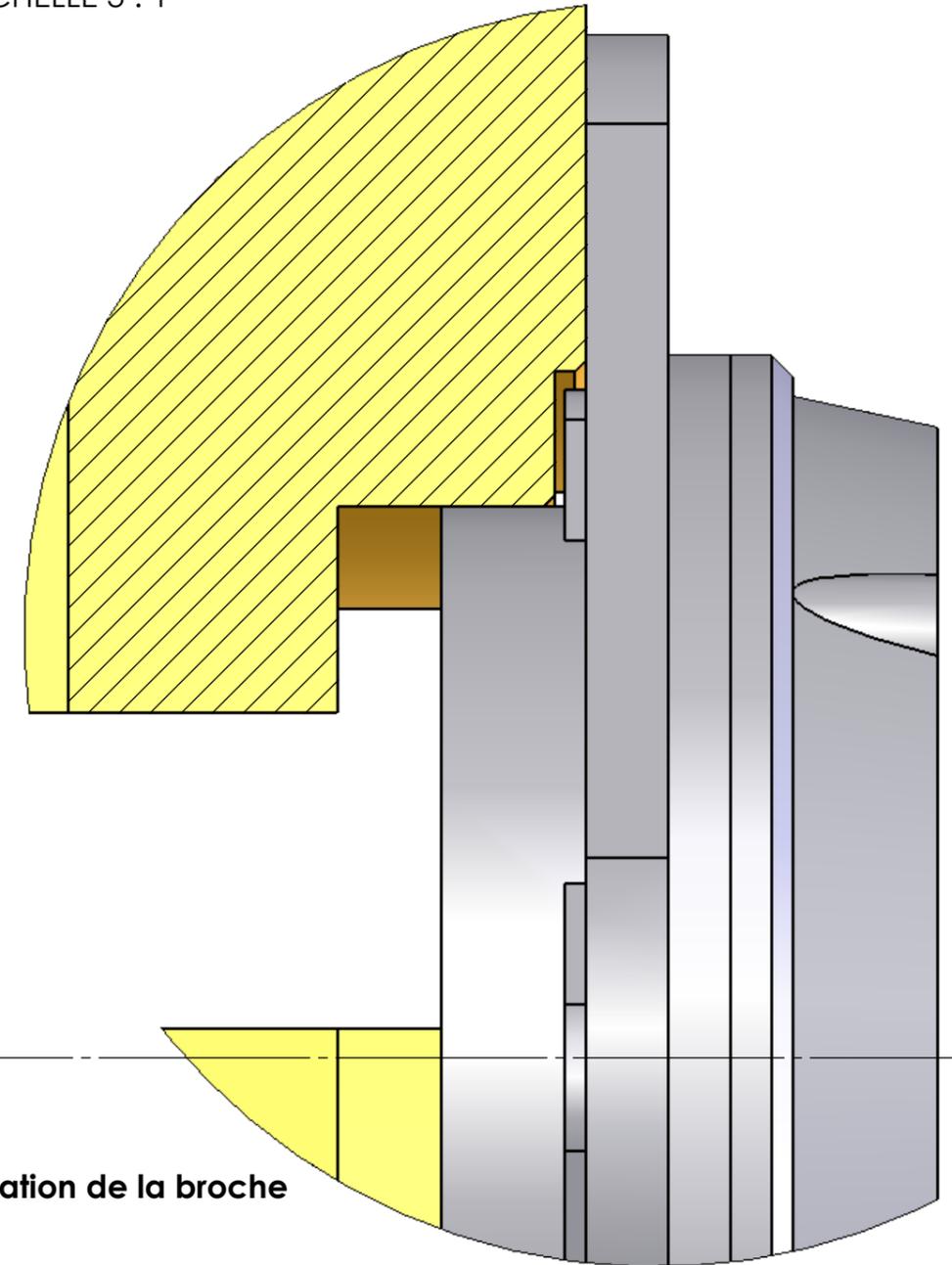
Réponse C1-2:

Indice	Date	Nature de la modification	B.E	Méth	Nom
Tolérance générale: NFA 66-001		Echelle 1			
Masse: 125g			<i>Flasque ouvert V2</i>		
Matière : AS9U3-Y40					
PR060600 Version 2			MOTEURS LEROY SOMER		
MVA Réduction 1/20			PR060600 V2		A3

Question C2-1 : Cotation d'aptitude à l'emploi



DÉTAIL B
ECHELLE 3 : 1



Question C2-2 : Placer les jeux fonctionnels entre la pièce et les mors. Justifier ces jeux.

A : Axe de rotation de la broche

DR11

Tolérance générale:	Echelle 1	
Masse:		<i>Flasque ouvert V2</i>
Outillage Porte pièce Phase 10 Tournage Flasque ouvert V2		MOTEURS LEROY SOMER
<i>PR060600 Version2</i>		
MVA Réduction 1/20	<i>PR060600 V2</i>	A3