

Question 1 :

DT02, DT03

Feuille de copie

La **Bague d'appui (500-0512)** permet de garantir le serrage du roulement **ST502** du palier gauche **500-0500**.

L'existence de la **Bague d'appui (500-0512)** permet de ne pas différencier les composants des **paliers gauche (500-0500)** et **droit (500-0600)** tout en garantissant respectivement un montage serré et libre des roulements **ST502**.

Question 2 :

Feuille de copie

Le schéma technologique présenté en figure 4 met en évidence les combinaisons d'arrêts axiaux des roulements ST501 et ST502 de chaque palier 500-0500 et 500-0600.

Les différents arrêts axiaux sont construits en relation avec les détails A, B, C et D du document DT02.

Document DT02	Schéma
Détail A (palier gauche) :	
- bague extérieure du roulement ST501 libre en translation	pas d'arrêt axial,
- bague intérieure arrêtée des deux cotés	deux arrêts axiaux,
Détail B (palier gauche) :	
- bague extérieure du roulement ST502 arrêtée par la bague 500-0512 et le chapeau 500-0509 .	Deux arrêts axiaux
- bague intérieure arrêtée des deux cotés	deux arrêts axiaux,
Détail C (palier droit) :	
- bague extérieure du roulement ST502 libre en translation	pas d'arrêt axial,
- bague intérieure arrêtée des deux cotés	deux arrêts axiaux,
Détail D (palier droit) :	
- bague extérieure du roulement ST501 libre en translation	pas d'arrêt axial,
- bague intérieure arrêtée des deux cotés	deux arrêts axiaux,

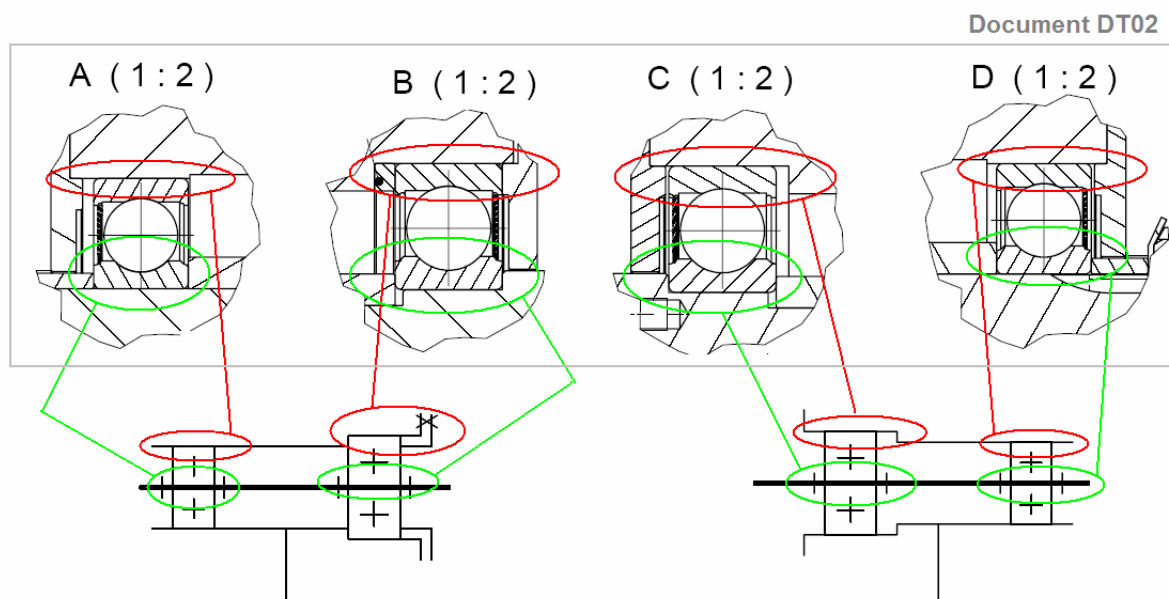


Figure 1

Les liaisons du **fut de cabestan** avec les deux **demi arbres gauche et droit**

sont construite par la combinaison Appui Plan + Centrage court et entraînés en rotation par simple adhérence (MAP réalisée par les vis de pression **ST966**).

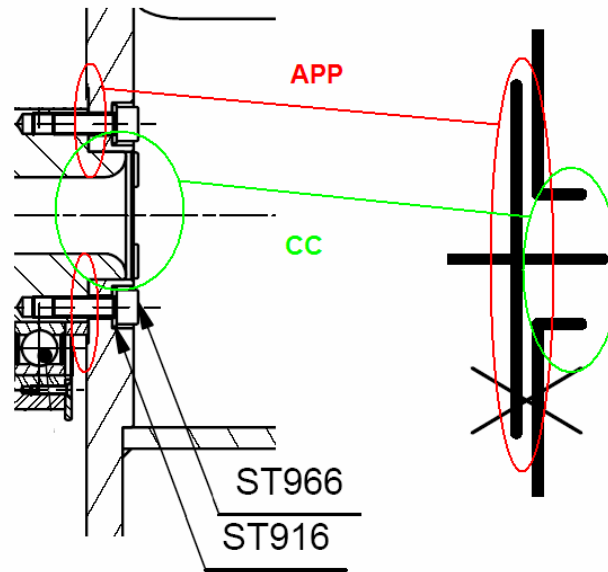


Figure 2

Question 3 :

DT04,
DRep01
(Etape 1)

Cf. correction document DRep01

Question 4 :

DT04,
DRep01, DRep03
(Etape 4)

Cf. correction document DRep01

1.1.1 Fonctions techniques et antécédents fonctionnelles associées à l'Arbre moteur (500-0508)

Question 5 :

DRep04

Cf correction document DRep 04

Question 6 :

DRep02, Drep03
(Etapas 2 et 4)

Cf document réponse DRep 03

Question 7 :

DRep02, Drep03
(Etapas 2 et 4)

Cf document réponse DRep 02

Question 8 :

Feuille de copie
(Etapas 4 et 5)



La localisation prend en compte la tolérance de position concentricité, ainsi que la tolérance de perpendicularité. L'ordre des référence respecte l'intention du concepteur énoncée dans le tableau d'analyse : il place en antécédence primaire la surface qui constitue l'appui plan de la liaison (SC3 donc E) puis en référence secondaire GC1 donc A (contraint perpendiculaire à la référence primaire E). Cet ordre des références permet de garantir un bon assemblage du fût de cabestan sur l'arbre en privilégiant la perpendicularité du centrage court par rapport à l'appui plan.

1.1.2 Exploitation des résultats de simulation numérique

Question 9 :

Feuille de copie

Défaut radial y engendré :

Distance entre les deux roulements 100mm (1426-1326).

$$y = 0,76 * 100/1326 = 0,0573\text{mm}$$

Question 10 :

En cumulant les défauts radiaux mini des deux roulements, le défaut maxi acceptable est de $2 * 20 \mu\text{m} = 0,04\text{mm}$. La valeur du défaut radial est donc supérieure à celle admise. Les roulements travailleront alors sous contrainte. Cette hypothèse est la plus défavorable.

En conclusion : pour garantir un fonctionnement sans contrainte d'assemblage, il serait souhaitable de réduire les tolérances pour entrer dans la fourchette des 40 μm de défaut radial acceptable.

1.1.3 Garantir l'arrêt axial de l'arbre d'appui gauche (500-0508)

Travail à effectuer sur le **document DRep06**.

L'arrêt en translation de l'**Arbre moteur, d'appui gauche (500-0508)** est assuré par le **Corps de palier (500-0501)** et le **Chapeau (500-0509)**. Afin de garantir le serrage, un jeu **JA** est à prévoir.

Question 11 :

DRep06

Tracer la chaîne unidimensionnelle, de cotes correspondant à la condition **JA**.

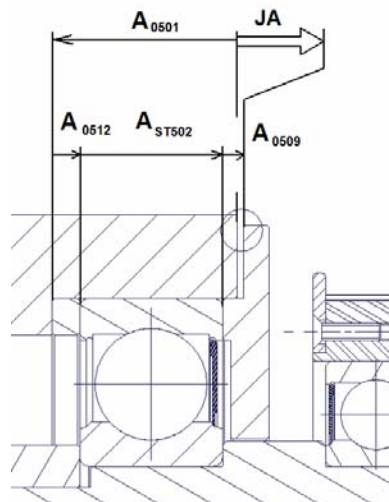


Figure 3

Question 12 :

DRep06

$$JA_{\text{maxi}} = (A_{0512 \text{ maxi}} + A_{ST502 \text{ maxi}} + A_{0509 \text{ maxi}}) - (A_{0501 \text{ mini}})$$

$$JA_{\text{mini}} = (A_{0512 \text{ mini}} + A_{ST502 \text{ mini}} + A_{0509 \text{ mini}}) - (A_{0501 \text{ maxi}})$$

Question 13 :

DRep06

$$IT_J = IT_{A_{0512}} + IT_{A_{ST502}} + IT_{A_{0509}} + IT_{A_{0501}}$$

$$IT_{\text{restant}} = IT_{A_{0512}} + IT_{A_{0509}} + IT_{A_{0501}} = IT_J - IT_{A_{ST502}}$$

$$IT_{\text{restant}} = 0,6 - 0,2 = 0,4\text{mm}$$

Répartition :

$$IT_{A_{0512}} = 0,1\text{mm} \text{ (facilité de réalisation, faible épaisseur)}$$

$$IT_{A_{0509}} = 0,1\text{mm} \text{ (facilité de réalisation, faible épaisseur)}$$

$$IT_{A_{0501}} = 0,2\text{mm} \text{ (cavité moins facile à réaliser, longueur de fonction plus importante)}$$

Question 14 :

DT06,

DRep06

Cf. document DRep06 corrigé

1.2 DEUXIEME ACTION CORRECTIVE : CHOIX D'UN MATERIAU POUR LE FUT DE CABESTAN (500-0200) [Temps 45mn]

Question 15: S235 : acier au carbone d'usage général de limite élastique à la traction 235 MPa
Feuille de copie

Question 16 : Le graphe sélectionné prend en compte deux critères :
DT09, DT10 E le module d'élasticité, critère de rigidité (limitation des déformations)
Feuille de copie ρ la masse volumique : critère de légèreté pour limiter les efforts dus aux effets dynamiques. Graphe n°1 document DT09

Question 17 : Proposer un classement d'une dizaine de matériaux parmi les plus performants classés par ordre décroissant de performance :
Graphe sélectionné, La sélection des matériaux est effectuée en déplaçant la droite de décision vers le bas. Les matériaux situés au dessus de cette droite sont les plus performants au regard de la combinaison des critères pris en compte.
Feuille de copie Les matériaux identifiés au dessus de la droite de décision et classés par ordre décroissant de performance, sont (Figure 4):

- ✓ Les carbures de bore,
- ✓ Les carbures de silicium
- ✓ Les composites renforcés de fibres de carbone
- ✓ Les alumines,
- ✓ Le silicium,
- ✓ Les carbures de tungstène,
- ✓ Les vitro céramiques,
- ✓ Les alliages d'aluminium,
- ✓ Les aciers faiblement alliés,
- ✓ Les aciers à basse teneur en carbone.

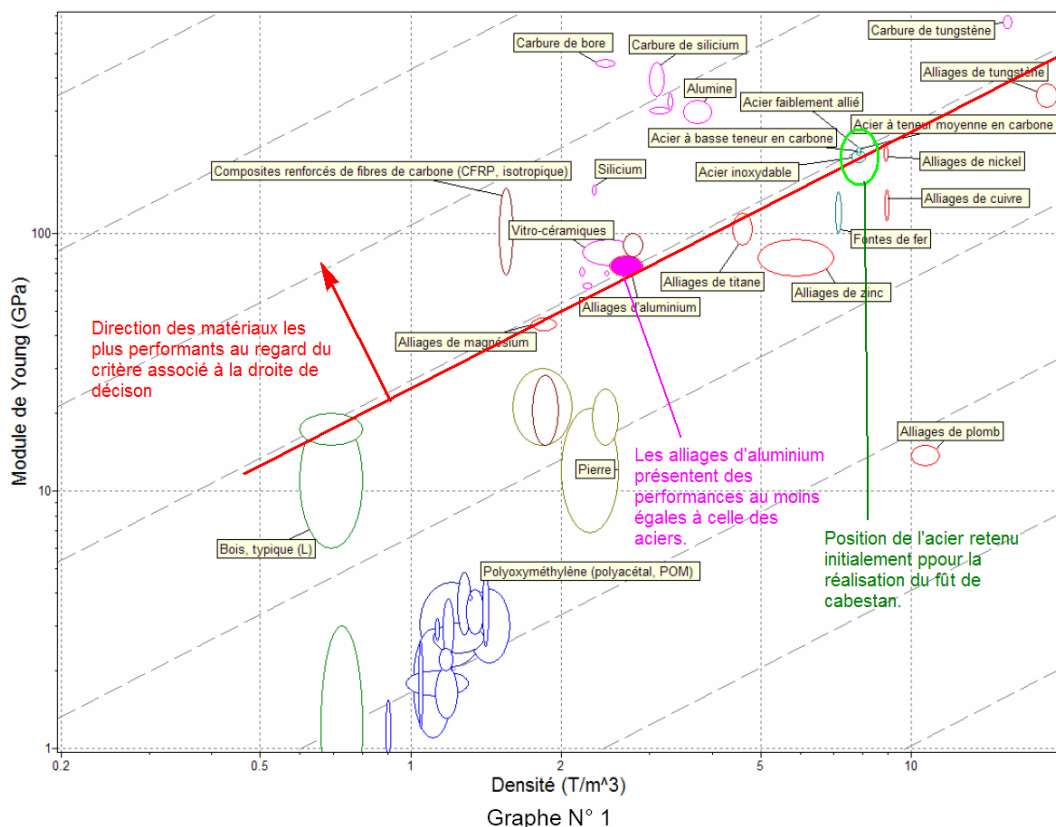


Figure 4**Question 18 :**

Feuille de copie

Commenter la position du matériau actuellement utilisé :

Le S235 fait partie des aciers à basse teneur en carbone. Il est situé au bas de la liste sélectionnée.

Question 19 :

Feuille de copie

Le cahier des charges associé à la reconception du cabestan met en évidence deux fonctions contraintes :

- ✓ Faciliter le montage,
- ✓ Faciliter le réglage (position médiane de la poulie, et équilibrage de la masse du réducteur à renvoi d'angle **ST601**).

Pour chacune de ces fonctions proposer les critères qui permettent d'évaluer et comparer les solutions constructives.

Faciliter le montage :

Nombre d'outils nécessaires,

Accessibilité (passage outils)

Temps de remplacement poulie.

Faciliter le réglage :

Temps de réglage position axiale poulie,

Temps de réglage position axiale réducteur à renvoi d'angle

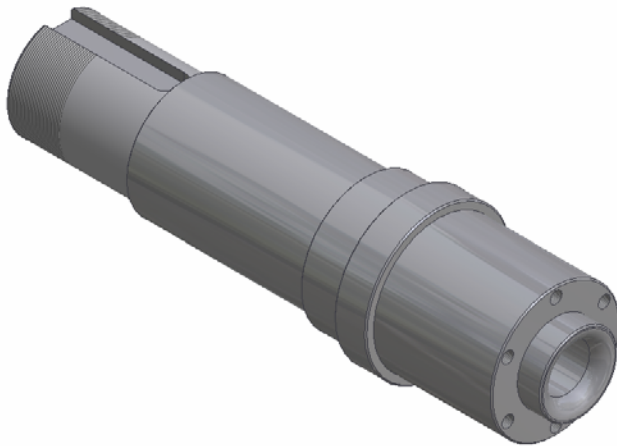
Temps de réglage position axiale de la masse d'équilibrage.

Question 20 :

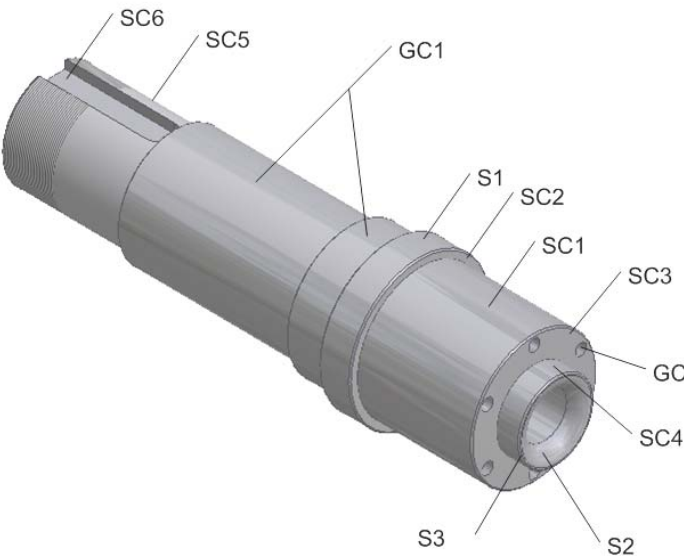
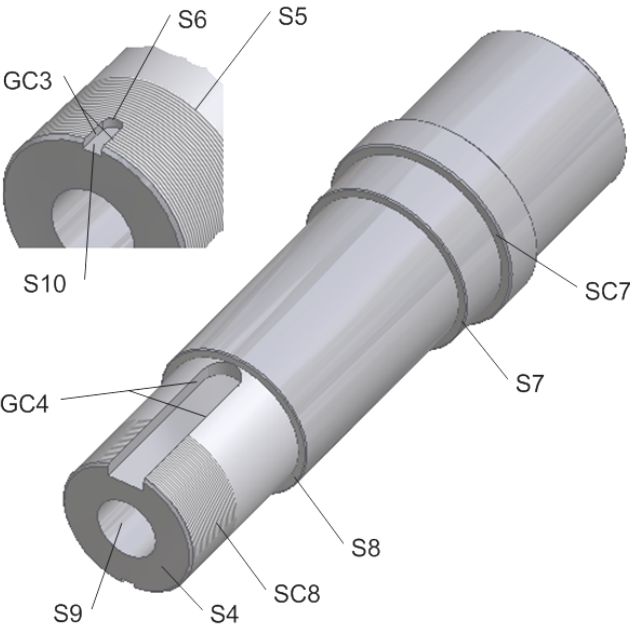
Feuille de copie

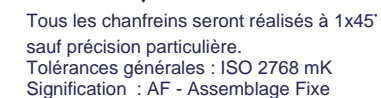
Evaluer et comparer les deux solutions au regard des critères proposés en réponse à la **question 19**.

		Solution existante	Solution proposée
Faciliter le montage	Nbre d'outils	6 outils (2 clés pour vis Chc, une clé pour écrou à encoche, un tournevis plat, cylindre de montage de joint, massette).	5 outils (1 clé pour vis Chc, ne clé pour écrou à encoche, un tournevis plat, cylindre de montage de joint, massette) + une presse (montage roulements)
	Accessibilité	Manipulations difficiles d'accès. Beaucoup d'entre elles sont effectuées à l'intérieur du fût de cabestan.	Montage effectué en majorité en externe fût de cabestan. Seuls les réglages axiaux sont à faire en présence du fût. Le seul montage nécessitant de la dextérité est l'assemblage de la poulie.
	T remplacement poulie	Démontage complet de la ligne d'arbre. Reprise obligatoire de l'ensemble des réglages axiaux et de l'équilibrage.	Démontage des vis de fixation de la poulie et de celles du palier. Désolidarisation du renvoi d'angle. Le mécanisme peut alors être sorti sans difficulté. La poulie montée il suffit de vérifier le bon équilibrage de l'ensemble (éventuellement retoucher la position axiale de la masse d'équilibrage). [La tolérance de positionnement de la poulie par rapport au fût est entièrement prise par les caractéristiques dimensionnelles et de position de la poulie. Ce qui permet un remontage rapide de l'ensemble.

Question 3				
Référence(s) composant(s) parent(s)	Types de contact	Composant étudié	Référence(s) composant(s) enfant(s)	Types de contact
ST502	APP+CC	<p align="center">500-0508</p> 	0401	CL
ST501	CC		ST807	APP+AL+BU
			0513	CC
			ST962	CC+BU
			ST963	CC+LH
			0200	APP+CC
			0600	CL+BU
Question 4				
(ST501+ST502)	CL+BU			

APP : appui plan – CL : centrage long – CC : centrage court – AL : alignement – BU : butée – LH : liaison hélicoïdale

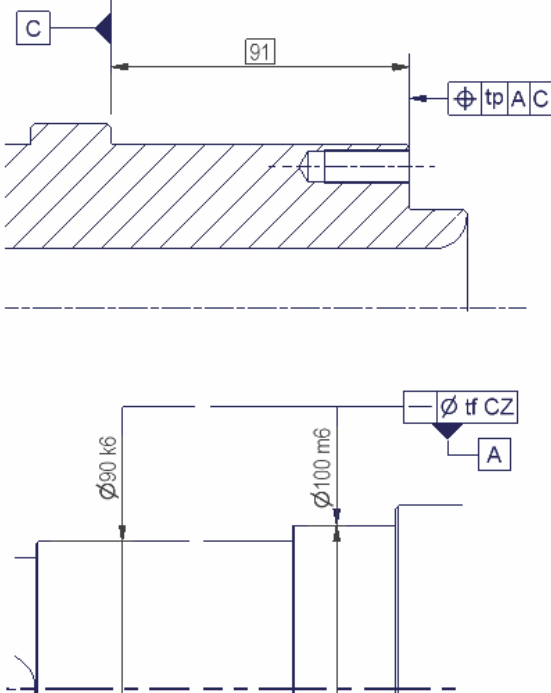

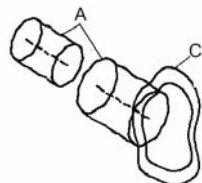
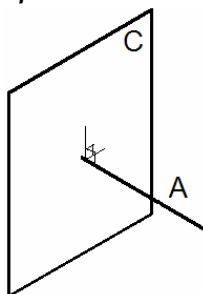
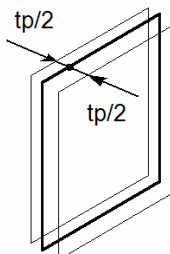
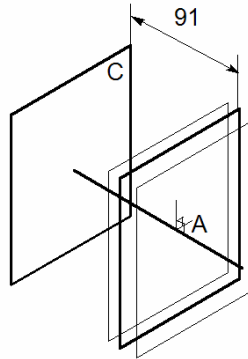
Analyse des antériorités fonctionnelles et/ou de position – Définition du modèle réf. : 500-0508				Antériorités					Caractéristiques		Rep.
IDENTIFICATION DES SURFACES DU MODELE	Fonction Technique Assurée	Surf aces ou groupes de surfaces fonctionnels		Primaire		Secondaire		Tertiaire	Intrinsèques	De Contact	
Première vue isométrique du modèle 	MIP 500-0508 : -CL (guidage en rotation)	GC1	Portée de centrage						Ø des portées, ☉ entre les portées	AC Difficile	X1
	-BU (arrêt axial)	SC7	Arrêt axial	GC1	⊥						X2
	Garantir contact 0510-ST502	S7	Surface de dégagement	GC1	⊥	SC7	// et distant				X3
	MIP Poulie 0600 : -CL	SC1	Portée de centrage poulie double	GC1	☉				Ø de la portée	AC Difficile	X4
	- BU	SC2	Arrêt axial poulie double	SC1	⊥	SC7	// et distant				X5
	MIP Fût 0200 + Garantir l'APP 0200-0508 - APP	SC3	Appui flasque sortie de fût	GC1	⊥	SC2	// et distant				X6
	- CC	SC4	Centrage flasque sortie de fût	SC3	⊥	GC1	☉		Ø de la portée	AF Moyenne	X7
	- garantir le CC	S3	Extrémité 1 arbre	SC3	// et distant						X8
	MAP Fût 0200	GC2	Fixation fût	SC3	⊥	SC4	☉		Ø de répartition, nbre, Ø et ∇ de perçage et de taraudage		X9
	MIP s/ens.0400 -CL	SC5	Centrage poulie 0401	GC1	☉				Ø de la portée	AC Difficile	X10
Deuxième vue isométrique du modèle 	Garantir serrage ligne de guidage	S8	Dégagement appui poulie	SC5	⊥	SC7	// et distant				X11
		S5	Ligne de fin de filetage	SC7	distance						X12
		SC8	Portée filetée	SC5	☉				M filetage et pas		X13
	Garantir longueur prise écrou ST963	S4	Extrémité 2 arbre	GC1	⊥	SC7	Distance				X14
	Entraîner en rotation 0400 - APP ST807	SC6	Fond de rainure	SC5	// et dist. / génératrice						X15
	- AI ST807	GC4	Flancs de rainure	SC6	⊥	SC5	≡ et //		Distance entre flancs		X16
	Arrêter écrou ST963	GC3	Flancs de rainure d'arrêt	SC5	≡				Distance entre flancs		X17
	Garantir passage languette rondelle frein ST962	S10	Fond de rainure	GC3	⊥	SC5	// et distant				X18
		S6	Arrière rainure	SC7	Distance				Rayon implicite		X19
	Garantir passage câble	S9	Orifice passage câble	GC1	☉				Ø	FG Moyen	X20
	Préserver l'intégrité du câble	S2	Congé d'entrée du câble dans l'arbre	S9	☉ et tangent	S3	Tangent		Rayon	FG Moyen	X21



Légendes de pré-tolérancement :

- tp : tolérance de position,
- to : tolérance d'orientation,
- tf : tolérance de forme,
- tb : tolérance de battement.

500-0508	1	Arbre moteur, d'appui gauche	34 Cr Mo 4	
Réf.	Nbre	Désignation	Matière	Observations
Nomenclature				

TOLERANCEMENT NORMALISE		ANALYSE D'UNE SPECIFICATION Arbre moteur, d'appui gauche (500-0508)		Repère correspondant de la feuille d'analyse document DRep02 : <u>X6</u>							
Symbole de spécification		ELEMENTS NON IDEAUX (points, lignes ou surfaces réelles)		ELEMENTS IDEAUX (points, droites ou plans associés)							
<input type="checkbox"/> Forme						<input type="checkbox"/> Orientation					
<input checked="" type="checkbox"/> Position						<input type="checkbox"/> Battement					
//	⊥					∠	⌒	⌒	≡	⊙	
⊕	↗	↗	↗	○	—	▭	Elément(s) Tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) Spécifiées(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit être entièrement compris dans la zone de tolérance.							Unique-Groupe	Unique-Multiples	Simple Commune Système	Simple Composée	Contrainte Orientation – Position Par rapport à la référence spécifiée
SCHEMA : 							Surface nominale- ment plane 	Référence A : paire de surfaces réelles nominale- ment cylindrique Référence C : surface nominale- ment plane 	Référence primaire A : droite A associée à l'axe réel commun aux deux surfaces nominale- ment cylindriques. Référence secondaire C : plan C associé à la surface réelle C, nominale- ment plane contraint tangent extérieur matière, contraint perpendiculaire à A. 	Volume délimité par deux plans distants de tp 	La plan médian de la zone de tolérance est contraint perpendiculaire à la référence A et distant de 91 par rapport à la référence C. 

zone
d'agrafage

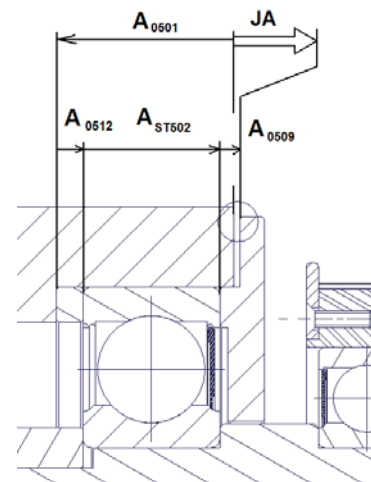
CORRECTION

Document DRepO6

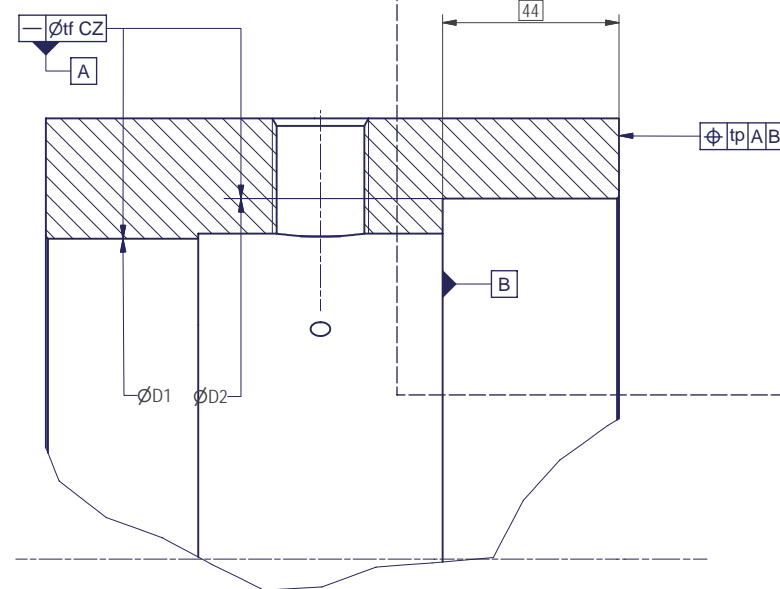
A-A

C

500-0508 500-0510 500-0501 500-0512 ST502 500-0509 ST961



Vue partielle en coupe du corps de palier 500-0501



Question 16

JA = 1 ± 0,3

$$JA_{\text{maxi}} = (A_{0512 \text{ maxi}} + A_{ST502 \text{ maxi}} + A_{0509 \text{ maxi}}) - (A_{0501 \text{ mini}})$$

$$JA_{\text{mini}} = (A_{0512 \text{ mini}} + A_{ST502 \text{ mini}} + A_{0509 \text{ mini}}) - (A_{0501 \text{ maxi}})$$

Question 17

Valeur de l'intervalle de tolérance de la bague extérieure du roulement :

La tolérance sur la largeur de la bague extérieure du roulement est de 200 μm

Question 18

Justification :

$$IT J = IT A_{0512} + IT A_{ST502} + IT A_{0509} + IT A_{0501}$$

$$IT_{\text{restant}} = IT A_{0512} + IT A_{0509} + IT A_{0501} = IT J - IT A_{ST502}$$

$$IT_{\text{restant}} = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ mm}$$

IT A₀₅₁₂ = 0,1 mm (facilité de réalisation, faible épaisseur)

IT A₀₅₀₉ = 0,1 mm (facilité de réalisation, faible épaisseur)

IT A₀₅₀₁ = 0,2 mm (cavité moins facile à réaliser, longueur de fonction plus importante)

Echelle 1:2

Format A3