

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2014**

**ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS
SOUS EPREUVE E52**

ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS

Durée : 4 heures

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

Sommaire

Dossier technique

Présentation	Page 1 et 2
Documents	DT01 : FAST partiel de la roue de chariot
	DT02 : Dessin d'ensemble de la roue de chariot
	DT03 : Nomenclature de la roue de chariot
	DT04 : Graphe de contact de la roue de chariot
	DT05 : Tableau d'analyse des antériorités fonctionnelles et/ou de position axe 10.
	DT06 : Répartition des contraintes équivalentes sur l'axe 10 – Classification des matériaux
	DT07 : Données technico-économiques sur l'axe 10

Dossier travail

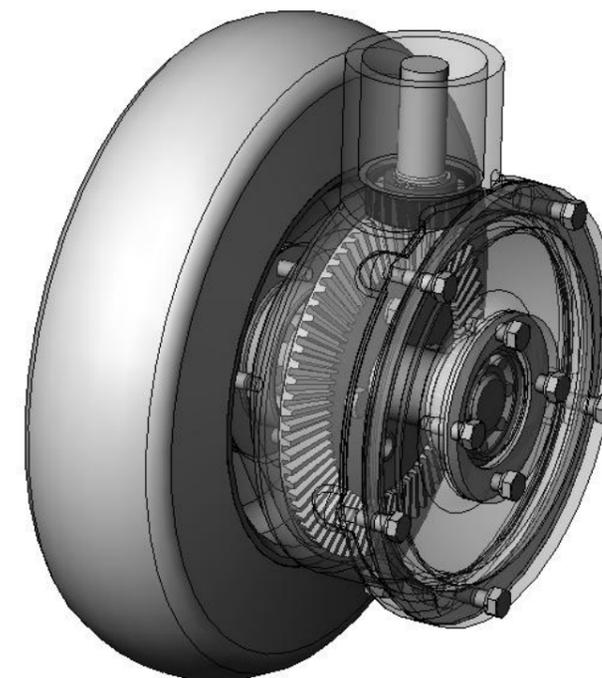
Présentation	Page 1 à 3
--------------	------------

Dossier Réponse

Documents	DRep01 : Chaîne de cotes unidirectionnelle du jeu ja
	DRep02 : Graphe de contact hiérarchisé : Axe 10
	DRep03 : Dessin de définition partiel de l'axe 10
	DRep04 : Analyse de la spécification de perpendicularité de la fonction technique : assemblage de la roue dentée conique 7 sur l'axe 10
	DRep05 : Implication de la tolérance de perpendicularité de SC4/GC1 sur le positionnement radial du sommet du cône
	DRep06 : Dessin de définition partiel du chapeau roulement 6
	DRep07 : Tableau d'analyse des antériorités fonctionnelles et/ou de position chapeau roulement 6
	DRep08 : Choix d'un processus

SOUS EPREUVE E52
ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS

DOSSIER TECHNIQUE



ROUE MOTRICE DE CHARIOT ELEVATEUR

Ce dossier comporte 9 pages.

CPE5AS

CHARIOT ELEVATEUR – Roue motrice

PRESENTATION

Le chariot élévateur (figure 1), objet de cette étude, est utilisé pour la manutention et le stockage des marchandises dans des entrepôts.

Il comporte trois roues : deux situées à l'avant sont dites porteuses et la troisième, située à l'arrière, est à la fois motrice et directrice.

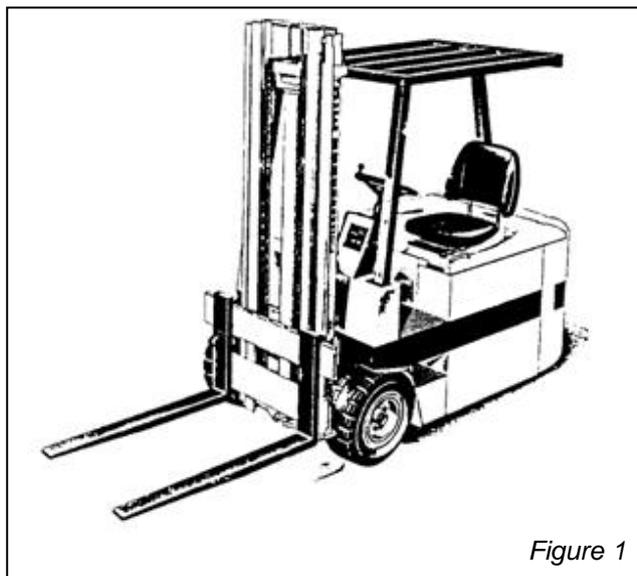


Figure 1

La propulsion est obtenue à partir d'un moteur électrique alimenté par des batteries d'accumulateurs. La puissance du moteur est transmise à la roue motrice par l'intermédiaire (figure 2) :

- d'un réducteur R_1 à roues cylindriques de rapport de transmission $r_1 = 0,4$ et de rendement $\eta_1 = 0,98$;
- d'un renvoi d'angle réducteur R_2 à engrenage conique de rapport de transmission $r_2 = 0,2$ (denture droite, $m = 2,5$) et de rendement $\eta_2 = 0,98$.

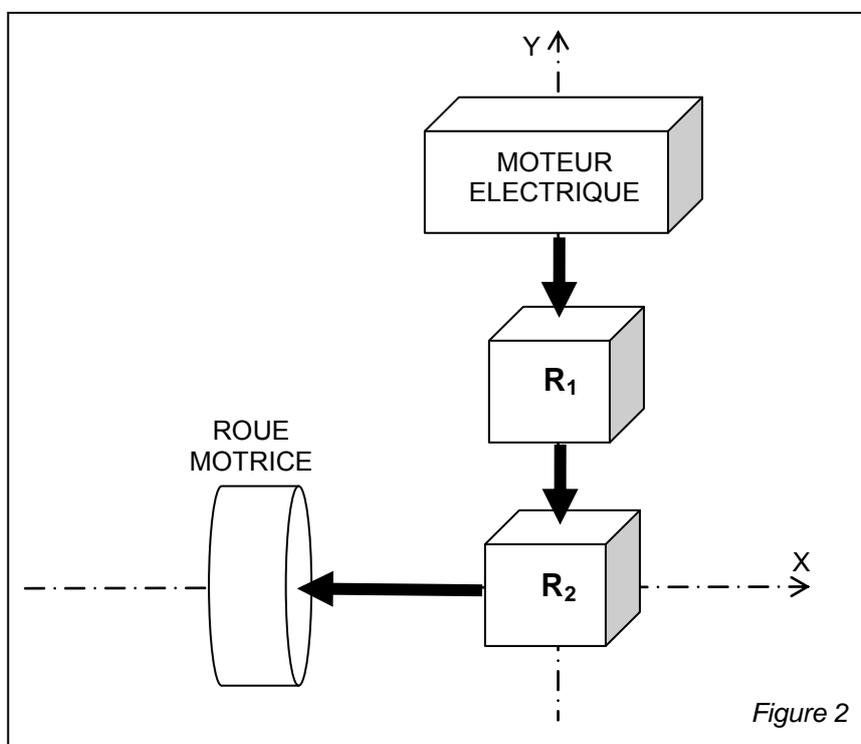


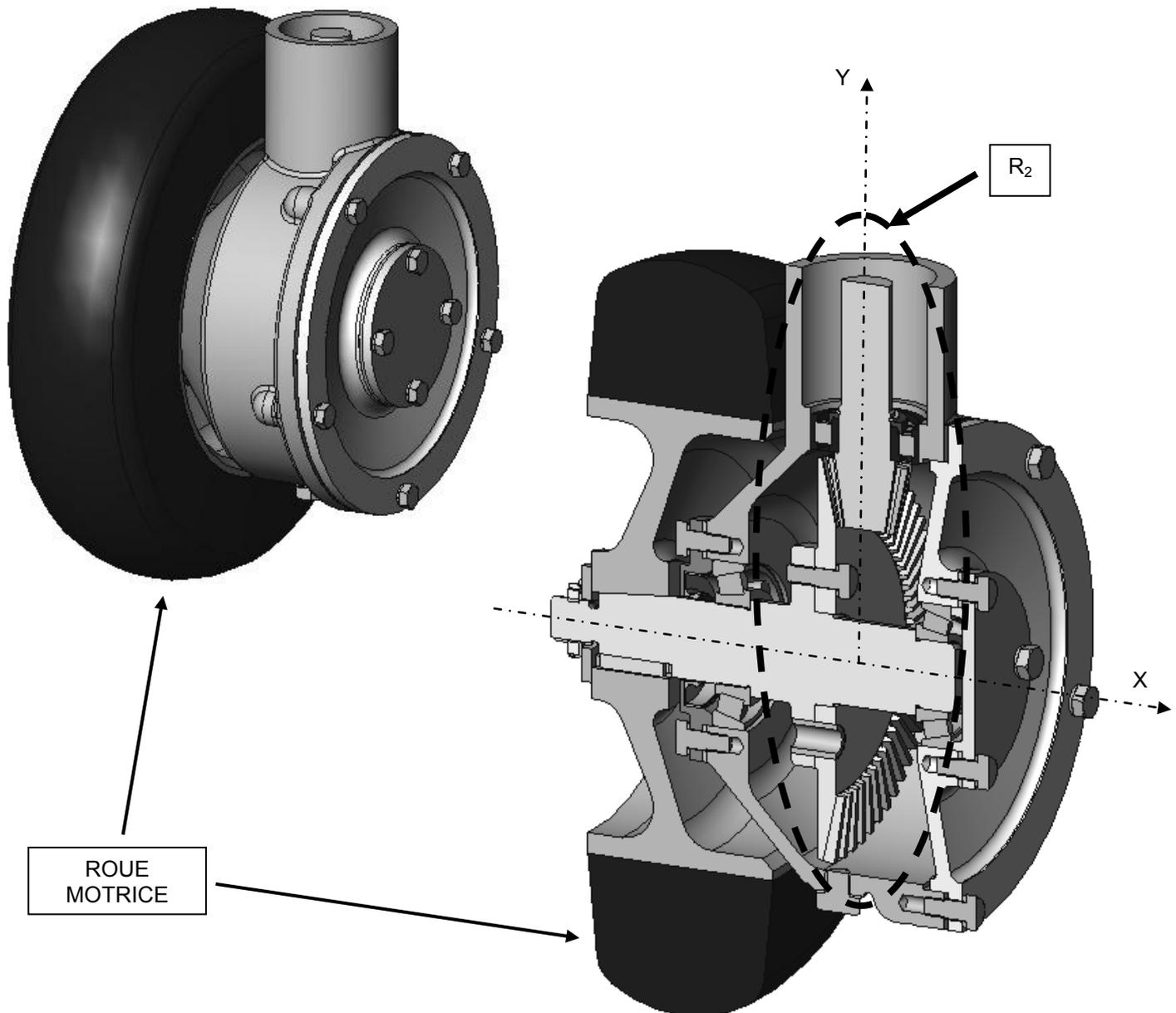
Figure 2

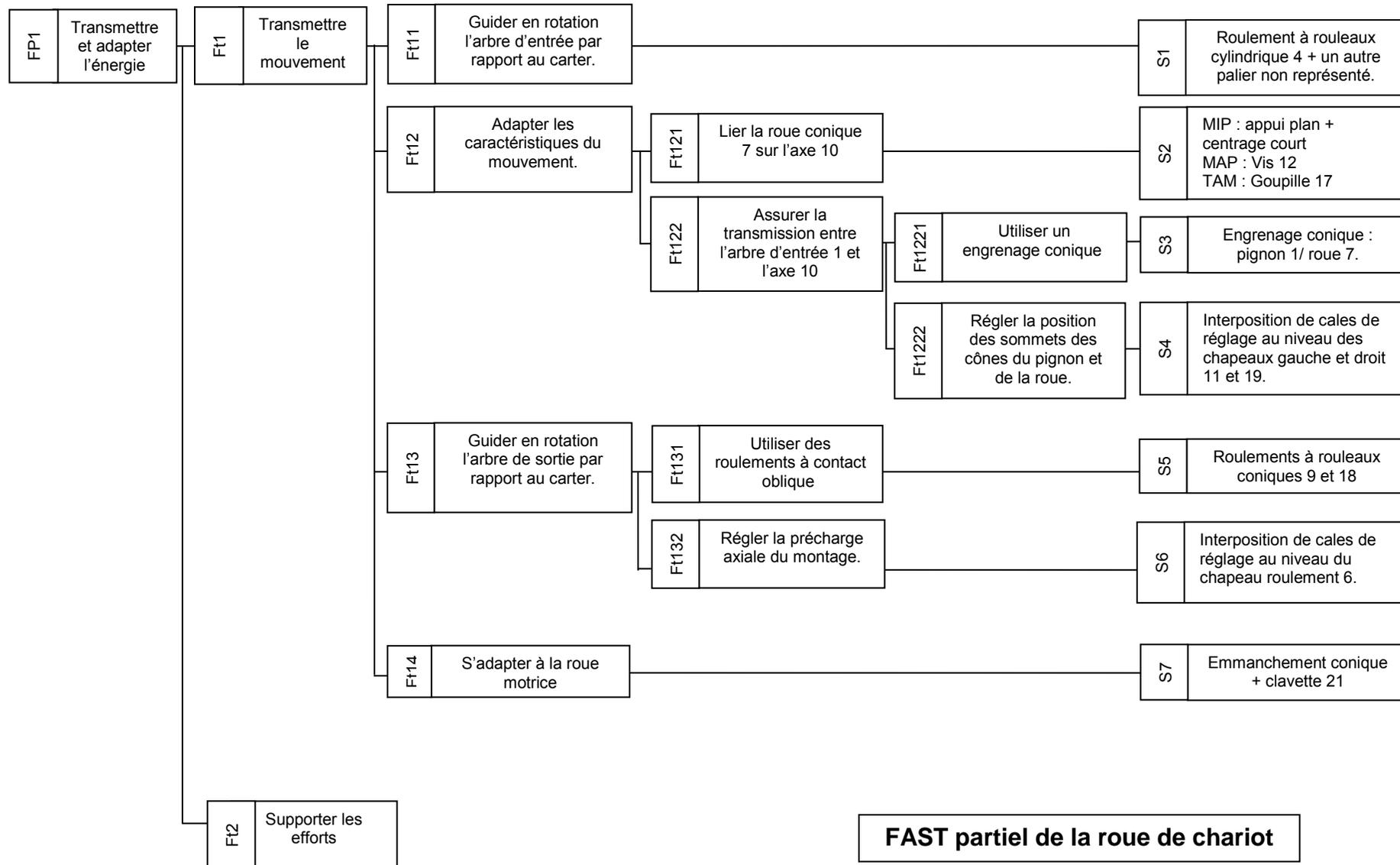
Caractéristiques mécaniques du moteur électrique :

- puissance : $P_m = 2,1 \text{ kW}$;
- fréquence de rotation : $N_m = 1500 \text{ tr/min}$.

L'ensemble {moteur ; R_1 ; R_2 } est en liaison pivot avec le châssis du chariot et est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe Y par action du cariste sur le volant.

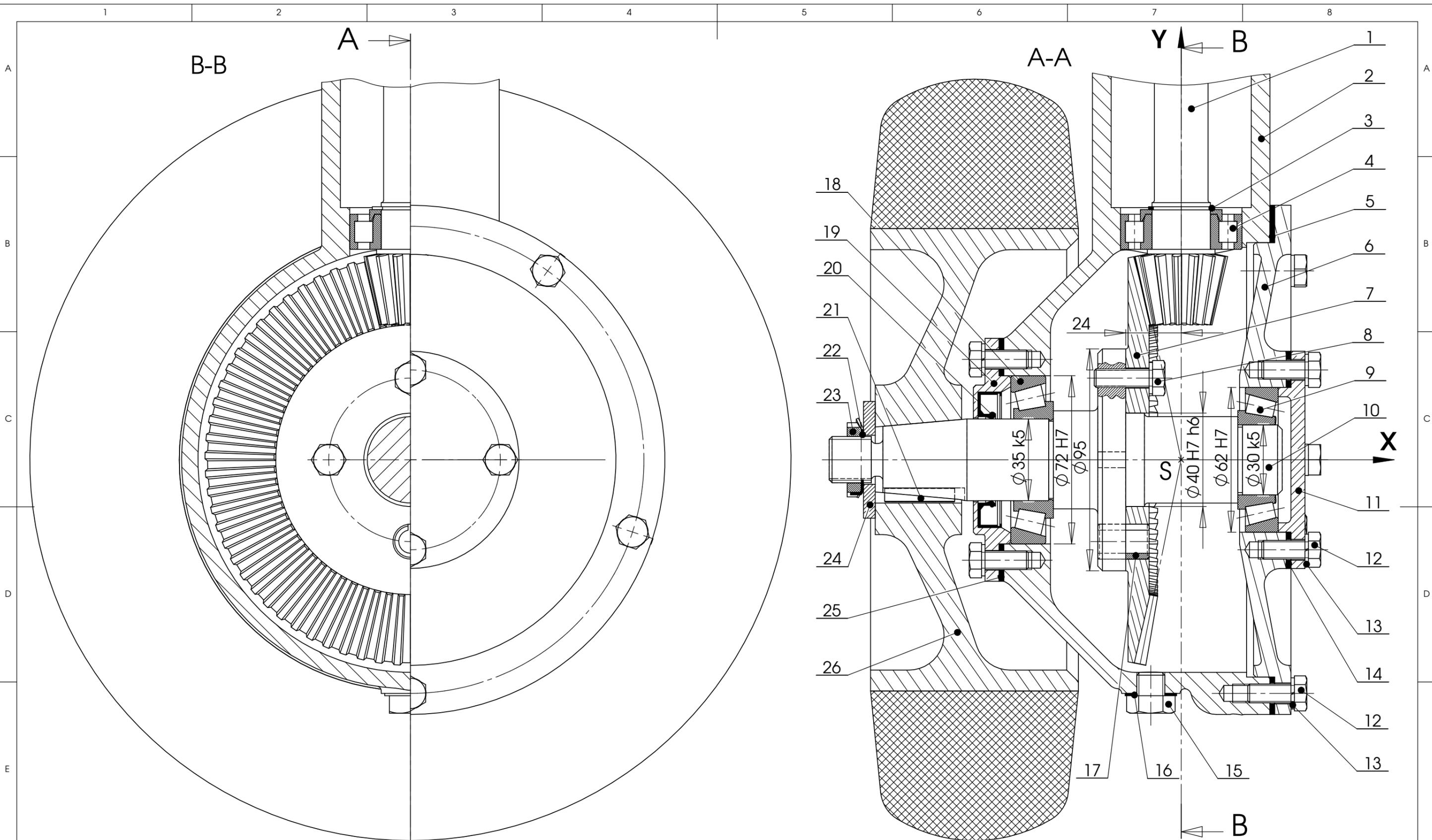
L'étude proposée se limite à la partie {Roue motrice ; R_2 } définie par le dessin d'ensemble de la roue de chariot (document DT02) ainsi que les vues 3D ci-dessous.

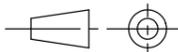




FAST partiel de la roue de chariot

MIP : MIs e n Position
 MAP : MAIntien en Position
 TAM : TrAnsmi s s i o n d e s A c t i o n s M é c a n i q u e s

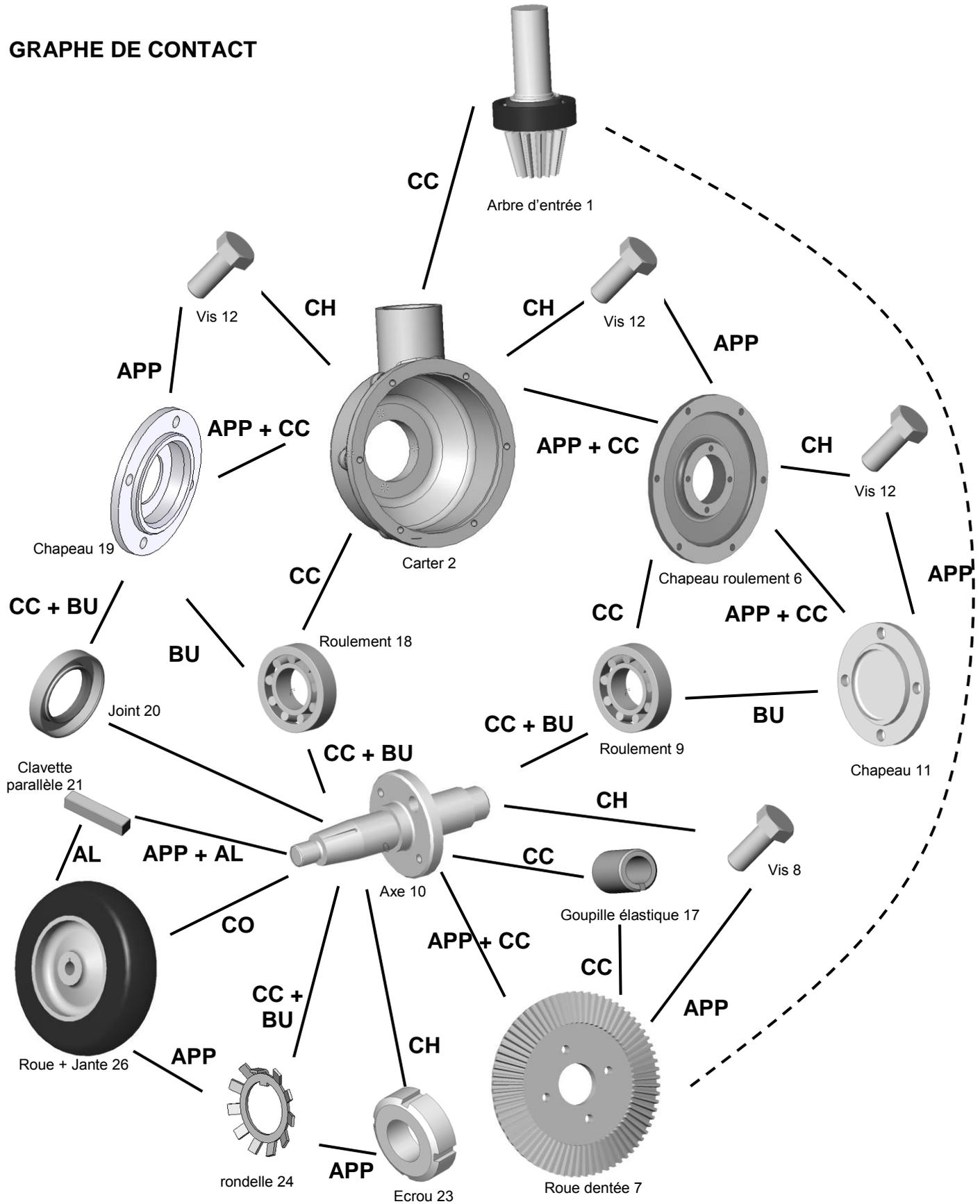


ECHELLE 2 : 3	<h1 style="text-align: center;">Chariot élévateur</h1> <h2 style="text-align: center;">ROUE MOTRICE</h2>	CPE5AS	
		<h3 style="text-align: center;">DT 02</h3>	
A3	BTS Conception de Produits Industriels	Sous épreuve U52	00

NOMENCLATURE

26	1	Roue + jante	GE360	
25	1	Cales de réglage		
24	1	Rondelle d'appui	S235	
23	1	Ecrou à encoches type KM, M20 × 1		
22	1	Rondelle frein type MB, M20		
21	1	Clavette parallèle, forme A, 4 × 4 × 25		
20	1	Joint à lèvres, type A, 35 × 52 × 7		
19	1	Chapeau gauche	E360	
18	1	Roulement à rouleaux coniques		FAG : 30207A
17	1	Goupille élastique ISO 8752 – 15 × 20		
16	1	Joint circulaire, type A, 12		
15	1	Bouchon de fermeture G1/4		
14	1	Cales de réglage		Précision du réglage 0,05 mm
13	17	Rondelle – W8		
12	14	Vis à tête hexagonale ISO 4014 - M 8×20 - 8-8		
11	1	Chapeau droit	E360	
10	1	Axe (arbre de sortie)	35 Cr Mo 4	
9	1	Roulement à rouleaux coniques		FAG : 30206A
8	3	Vis à tête hexagonale ISO 4014 - M 8×25 - 8-8		
7	1	Roue dentée conique	35 Cr Mo 4	
6	1	Chapeau roulement	E360	
5	1	Cales de réglage		Précision du réglage 0,05 mm
4	1	Roulement à rouleaux cylindriques		FAG : NJ205E.TVP2 + HJ205E
3	1	Anneau élastique pour arbre, 25×1,2		
2	1	Carter	GE360	
1	1	Arbre d'entrée	35 Cr Mo 4	
Rep	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATIONS

GRAPHE DE CONTACT



LEGENDE :

APP : contact plan
 CL : centrage long
 AL : alignement
 CO : centrage conique

CC : centrage court
 BU : butée
 CH : contact hélicoïdal

Analyse des antériorités fonctionnelles et/ou de position de l'axe 10				Rep.	
IDENTIFICATION DES SURFACES DU MODELE	Fonction Technique Assurée	Surfaces ou groupes de surfaces fonctionnelles			
	Guider l'axe 10 dans le carter 2 • MIP 10 - CL	GC1	Portées de centrage roulements 9 et 18	X1	
	- BU	SC2 – SC3	Arrêts axiaux	X2	
	Lier la roue conique 7 à l'axe 10 (Ft121) • MIP Roue conique 7 - APP	SC4	Appui roue conique 7	X3	
	- CC	SC5	Centrage roue conique 7	X4	
	• MAP Roue conique 7	GC6	Fixation Roue conique 7	X5	
	Entraîner en rotation Roue conique 7 / Arbre 10	SC7	Centrage goupille 17	X6	
	Lier la jante 26 à l'axe 10 • MIP Jante 26	SC8	Portée conique	X7	
	• MAP Jante 26	S9	Dégagement appui jante 26	X8	
	Garantir serrage Jante 26	S10	Fin de filetage	X9	
		SC11	Portée de filetage	X10	
		S12	Serrage Ecrou 23	X11	
	Deuxième vue isométrique du modèle	Arrêter écrou 23	GC13	Flancs de rainure d'arrêts	X12
		Garantir Passage languette rondelle frein 22	S14	Fond de rainure	X13
		Entraîner en rotation Jante 26 / Arbre 10 - APP Clavette 21	SC15	Fond de rainure	X14
		- AL Clavette 21	GC16	Flancs de rainure	X15

feuille d'analyse préparatoire à la spécification de composants

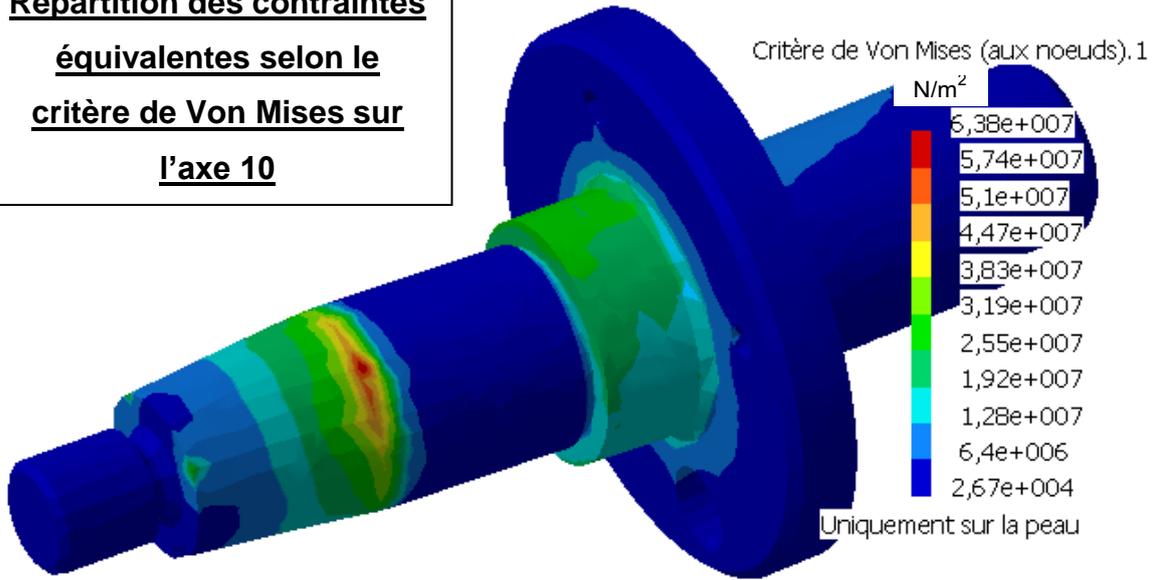
Fonction technique assurée :
MIP, MAP, passage d'autres
pièces, rigidité de la pièce etc

S = surface libre
SC = surface de contact
SB = surface brute
MIP = Mise en position

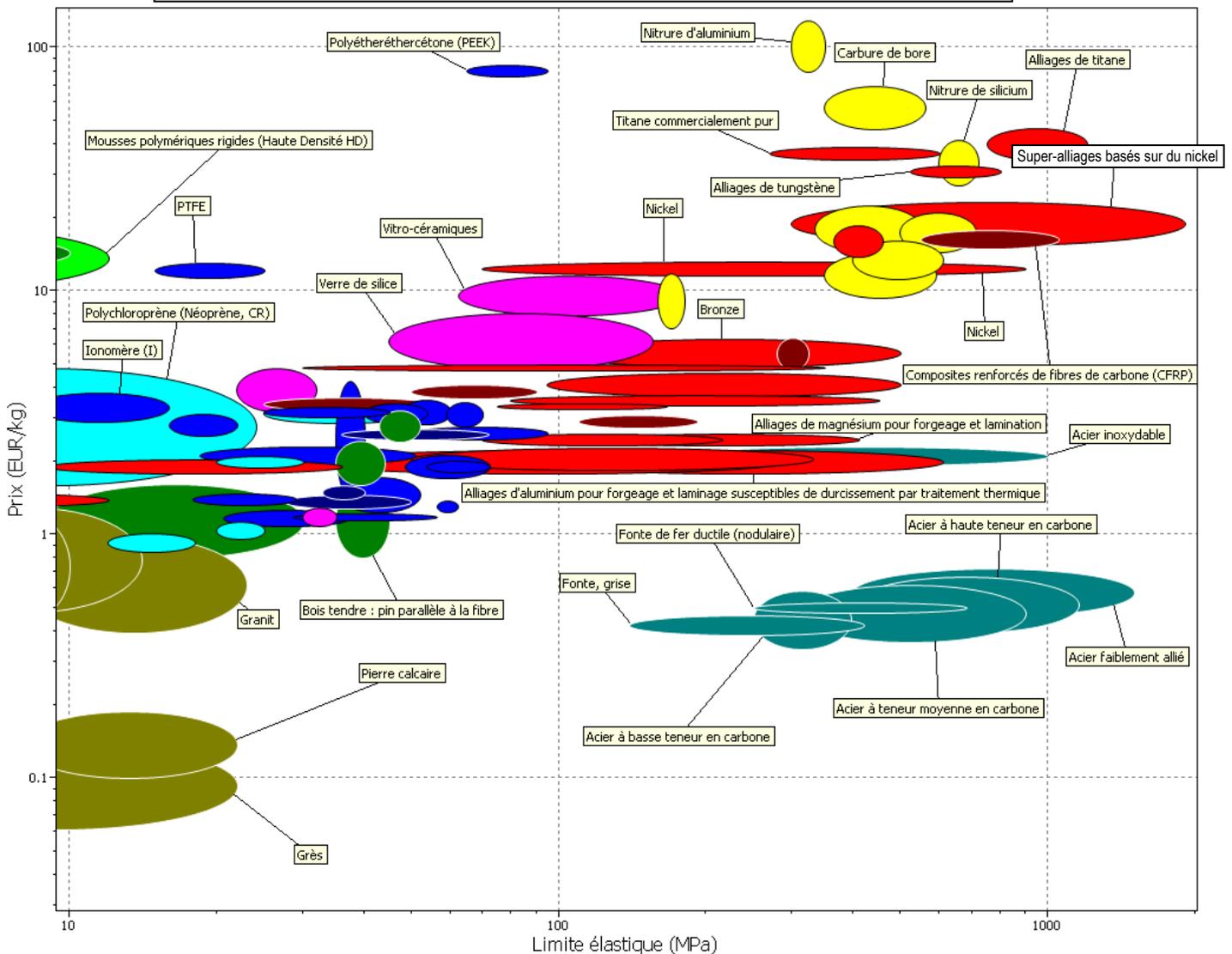
G = groupe des surfaces libres
GC = groupe des surfaces de contact
GB = groupe des surfaces brutes
Map = Maintien en position

Caractéristiques de contact :
Voir tableau rugosité,
traitements
de surface

Répartition des contraintes équivalentes selon le critère de Von Mises sur l'axe 10



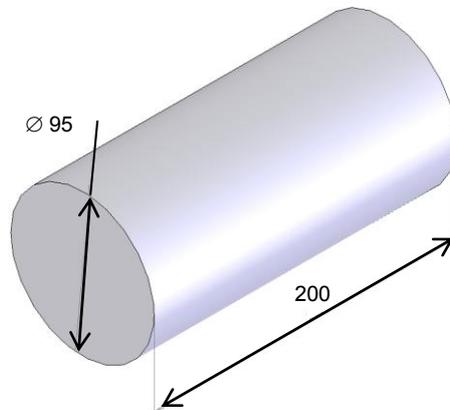
Classification des familles de matériaux en fonction de leurs résistances élastiques et de leur prix (EUR/kg)



Données technico-économiques sur l'axe 10

Processus 1 : Usinage dans la masse.

Brut : lopin \varnothing 95 mm, longueur 200 mm



Le coût de sciage du lopin est estimé à 0,80 €.

Le coût matière est de 0,7 € par kilogramme.

Matériau : 35 Cr Mo 4, masse volumique : 7,85 kg/dm³.

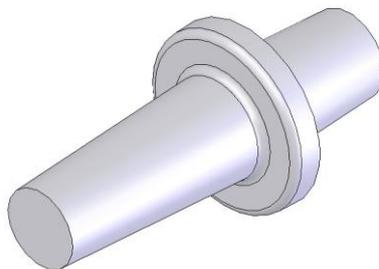
Usinage sur machines outils à commande numérique avec des conditions de coupes donnant un débit de copeaux moyen de : 10 000 mm³/s ;

Le taux horaire des machines utilisées est de 55 € / heure.

Processus 2 : Usinage à partir d'un brut forgé.

Brut : forgé,

Volume : 453818 mm³ environ.



Les bruts forgés sont obtenus chez un sous-traitant.

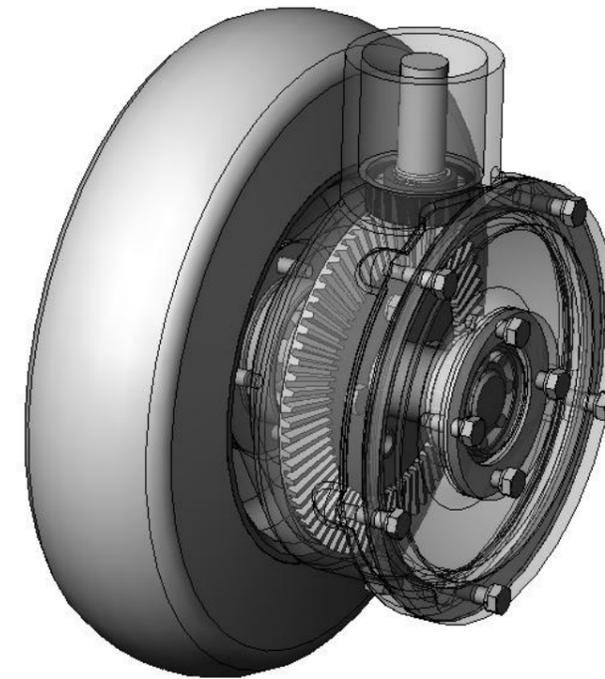
Coût prévisionnel des bruts :

- 3000 € pour l'outillage ;
- 8 € par brut matière comprise.

Remarque : Les deux processus ont les mêmes phases d'usinage.

SOUS EPREUVE E52
ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS

DOSSIER TRAVAIL



ROUE MOTRICE DE CHARIOT ELEVATEUR

Ce dossier comporte 3 pages.

Temps conseillé :

1- Lecture du sujet, Introduction :	20 minutes
2- Analyses et réglages de la transmission :	20 minutes
3- Etude de l'axe 10 :	1 heure 20 minutes
4- Etude du chapeau de roulement 6 :	1 heure
5- Industrialisation de l'axe 10 :	1 heure

1- Introduction (voir DT 02)

L'axe 10 (arbre de sortie) permet la transmission et l'adaptation de la puissance de l'arbre d'entrée à la roue. Cette pièce est en liaison pivot avec le carter 2 et positionne la roue dentée conique 7 dans son engrènement avec le pignon 1.

La liaison pivot est réalisée par l'intermédiaire de deux roulements à rouleaux coniques. Afin de garantir un bon fonctionnement du guidage, il faut mettre en place une précharge axiale permettant le réglage du jeu de fonctionnement. Ce réglage est effectué en agissant sur les bagues coulissantes des roulements (les bagues extérieures dans notre cas) grâce aux cales de réglages 5.

Les roues assurant la transmission entre l'arbre d'entrée 1 et l'axe 10 sont coniques. Afin d'assurer une transmission sans glissement, les sommets des roues de l'engrenage concourant doivent être confondus.

2- Analyse des réglages de la transmission par engrenage conique

Objectif : Assurer les fonctions techniques :

- Ft132 : Régler la précharge axiale du montage ;
- Ft1222 : Régler la position des sommets des cônes du pignon et de la roue dentée conique 7.

Le réglage de la précharge du montage de roulement est assuré par les cales de réglages 5. La cote a_6 correspond à la cote fonctionnelle permettant le positionnement de l'appui plan du montage du chapeau 11 sur le chapeau roulement 6, par rapport à l'appui plan du montage du chapeau roulement 6 sur le carter 2.

Question 1 : Compléter, sur le document DRep01, la chaîne unidimensionnelle de cotes, DT01 DT02 correspondant à la condition Ja.
DRep01

Question 2 : Sur feuille de copie, expliquer comment est réalisé le réglage de la position DT01 DT02 axiale du sommet du cône de la roue dentée 7.
Feuille de copie

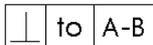
3- Fonctions techniques et antériorités fonctionnelles associées à l'axe 10

Objectif : Assurer la fonction technique Ft121 : Lier la roue dentée conique 7 sur l'axe 10.

Question 3 : Le document DT04 présente le graphe de contact entre les composants de la DT01 DT02 roue de chariot. Afin de procéder à l'analyse détaillée des spécifications de DT04 l'axe 10, compléter le document DRep02 :
DRep02

- par la définition des composants parents et enfants de l'arbre ;
- par l'indication des types de contacts associés, selon la terminologie définie au bas du document DRep02.

Question 4 : Mettre en évidence les renseignements liés à la fonction technique DT01 DT02 **Ft121 : Lier la roue dentée conique 7 sur l'arbre 10** en reportant le(s) DT04 DT05 repère(s) de la feuille d'analyse (Document DT05) sur la ou les cotes et sur DT01 DT02 le(s) tolérancement(s) géométrique(s) associés du dessin de définition (Document DRep03). Prendre modèle sur l'exemple qui illustre la fonction DRep03 « Guider l'axe 10 dans le carter 2 ».

Question 5 : Interpréter la spécification de perpendicularité  sur le document DT01 DT02 réponse DRep04.
DT04 DT05
DRep03
DRep04

Objectif : Détermination de l'implication de la tolérance de perpendicularité dans le positionnement radial du sommet du cône de la roue dentée 7.

A partir des documents DT02 et DT05, et sur le document DRep05 :

Question 6 : À partir de la zone de tolérance de perpendicularité de SC4 par rapport à GC1 représentée sur le document DRep05, tracer (en rouge) les deux positions angulaires extrêmes du plan d'appui SC4 (en projection dans le plan de la feuille du document réponse) par rapport à GC1.

Question 7 : Tracer (en bleu) la zone (en projection dans le plan de la feuille du document réponse) d'évolution du sommet du cône S en fonction du défaut de perpendicularité.

Question 8 : Exprimer de façon littérale, le déplacement radial suivant y du point S (en projection dans le plan de la feuille du document réponse) en fonction des paramètres t_0 , l et d. Compléter le cadre réponse du document DRep 05.

Question 9 : Calculer la valeur de la tolérance de perpendicularité t_0 pour une valeur de déplacement radial suivant y du point S de 0,01 mm. Compléter le document DRep 05.

4- Fonctions techniques et antériorités fonctionnelles associées au chapeau de roulement 6

Objectifs : Assurer les fonctions techniques :

- Ft131 : Utiliser des roulements à contact oblique ;
- Ft132 : Régler la précharge axiale du montage ainsi que la position du sommet du cône de la roue dentée conique 7 ;
- Ft1222 : Régler la position des sommets des cônes du pignon et de la roue.

Le chapeau de roulement 6 est impliqué dans le positionnement radial du roulement 9, participe au réglage de la précharge du montage de roulements et intervient dans le réglage de la transmission par engrenage.

Question 10 : Reporter sur le dessin de définition partiel du chapeau roulement (document DRep06), les spécifications relatives aux fonctions techniques correspondantes à la fonction : lier le chapeau roulement 6 sur le carter 2 définie sur le document DRep07.

Question 11 : Compléter le tableau d'analyse des antériorités fonctionnelles et/ou de position chapeau roulement 6 (document DRep07), pour les fonctions techniques correspondantes à l'assemblage du chapeau 11 sur le chapeau roulement 6 suivantes :

- Lier le chapeau 11 au chapeau roulement 6 ;
- Assurer la position radiale du roulement 9 ;
- Assurer le réglage de la précharge du montage de roulement correspondant à la cote fonctionnelle a_6 de la chaîne de cotes unidirectionnelle du jeu j_a .

5- Industrialisation de l'axe 10

Objectifs : Assurer la fonction technique Ft2 : Supporter les efforts, pour l'axe 10.

- Les contraintes de Von Mises sur l'axe 10 sont données sur document DT06 ;
- On prend pour cette pièce un coefficient de sécurité de 8, pour englober les contraintes maxi qui pourraient apparaître en cas de chocs (passage sur un obstacle par exemple) et les contraintes alternées dues au phénomène de fatigue.

Question 12 : À partir de la classification des familles de matériaux en fonction de leur résistance élastique et de leur prix (EUR/kg) (document DT06), et en prenant comme critère la limite élastique et une recherche du prix minimum, choisir une famille de matériau pour l'axe 10.

DT01 DT02
DT03 DT06
Feuille de copie

Question 13 : À partir de la désignation de l'axe 10 (document DT03), donner sur feuille de copie, la famille de ce matériau, et justifier ce choix.

DT01 DT02
DT03 DT06
Feuille de copie

Objectifs : Choisir un procédé d'obtention de l'axe 10.

Actuellement l'axe 10 est usiné dans la masse (processus 1, document DT07). En vue d'une augmentation de la production, on envisage un deuxième procédé pour l'obtention du brut : le forgeage. Le but de cette partie est de déterminer à partir de quel nombre de pièces produites le processus 2 découlant du nouveau procédé est rentable.

Question 14 : À partir des documents DT07, déterminer sur le document DRep08 :

DT01 DT02
DT07
DRep08

- le volume du lopin du processus 1 ;
- le volume supplémentaire de copeaux à usiner dans le cas du processus 1 par rapport au processus 2.

Question 15 : À l'aide des données économiques fournies (document DT07), déterminer sur le document DRep08, le coût d'obtention de l'ébauche du processus 1 par rapport au processus 2, du fait de la différence de brut (quantité de matière, sciage, usinage supplémentaire).

DT01 DT02
DT07
DRep08

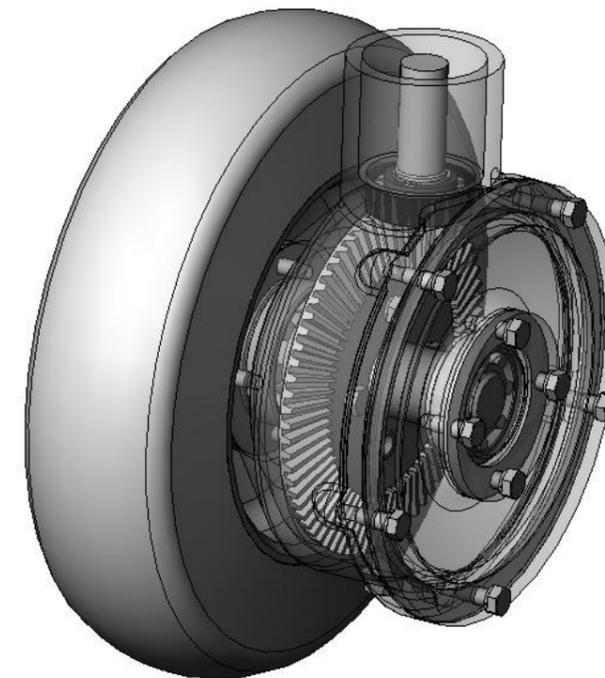
Question 16 : Déterminer graphiquement à partir du graphique Coût/Quantité, sur le document DRep08, le seuil de rentabilité, en nombre de pièces, du processus 2 par rapport au processus 1.

DT01 DT02
DT07
DRep08

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2014

SOUS EPREUVE E52
ANALYSE ET SPECIFICATION DE PRODUITS

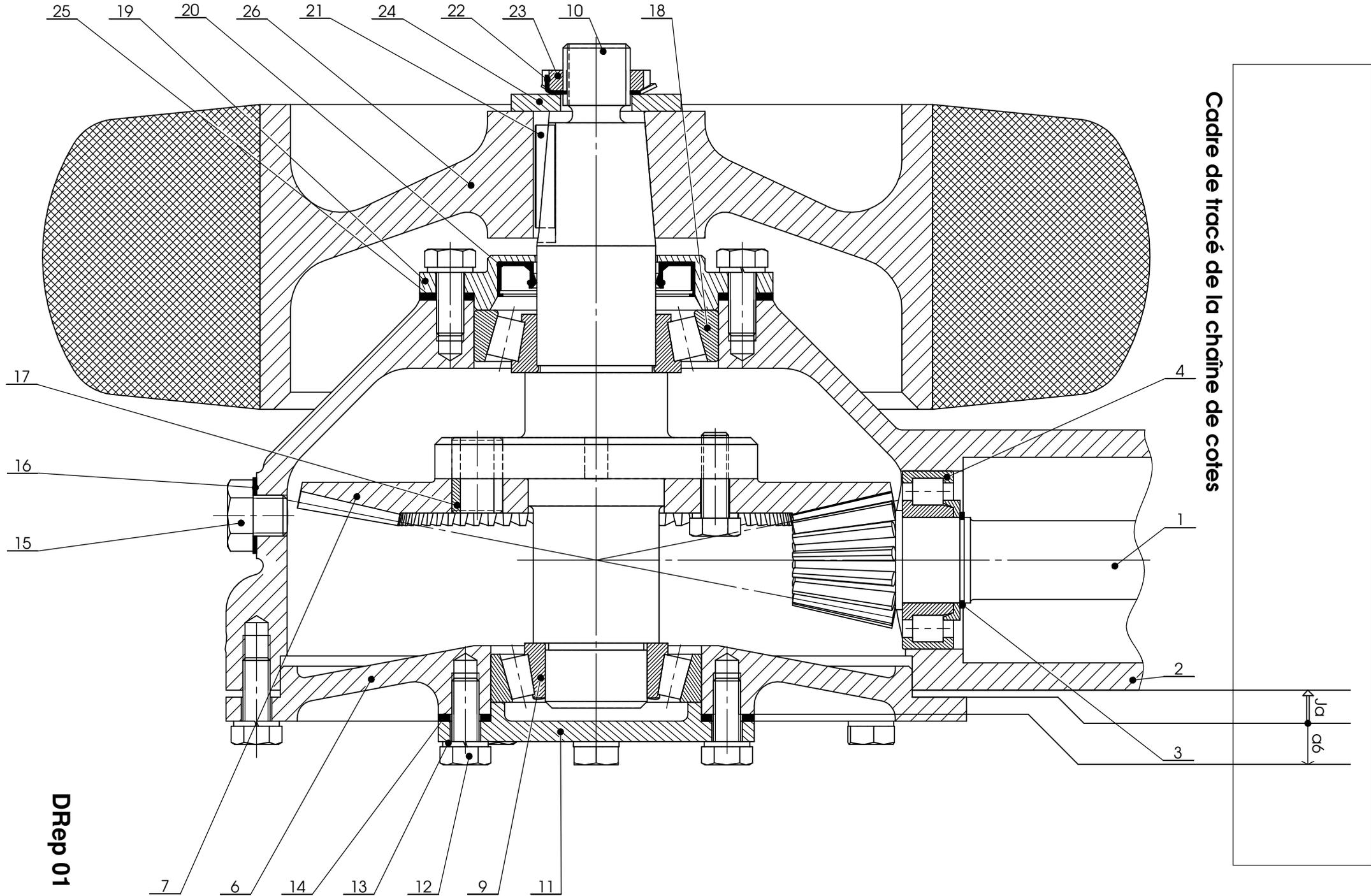
DOSSIER REPONSE



ROUE MOTRICE DE CHARIOT ELEVATEUR

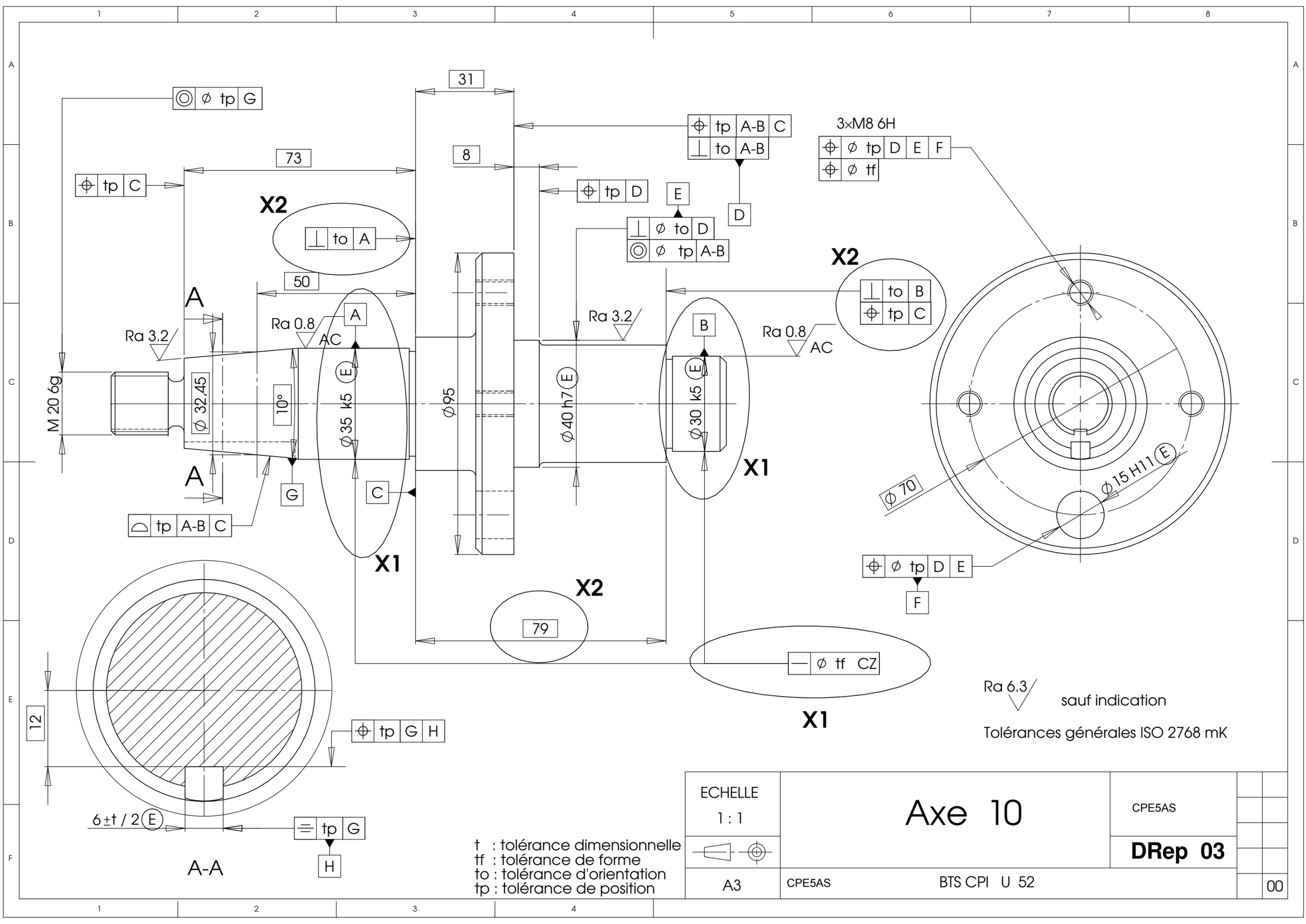
Ce dossier comporte 8 pages.

CPE5AS

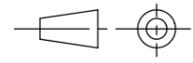


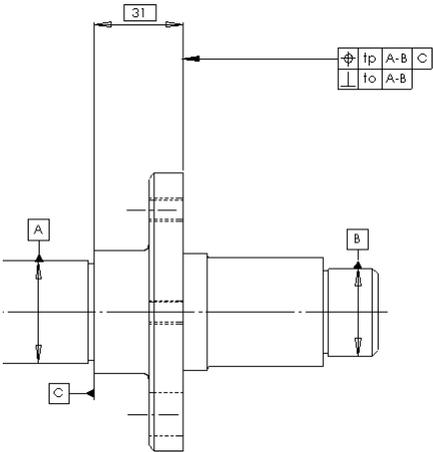
Cadre de tracé de la chaîne de cotes

DRep 01



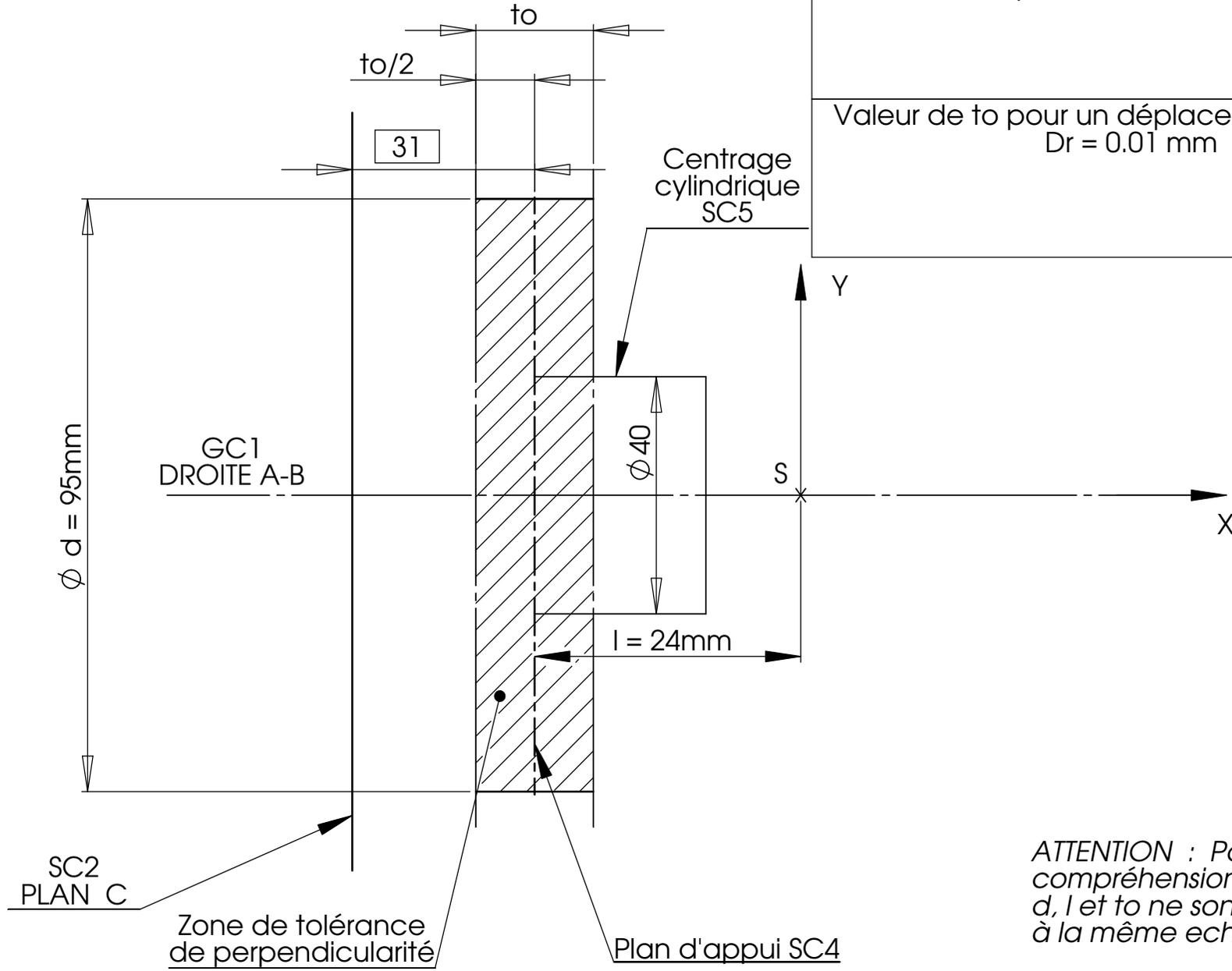
t : tolérance dimensionnelle
 tf : tolérance de forme
 to : tolérance d'orientation
 tp : tolérance de position

ECHELLE 1:1	Axe 10	CPE5AS	
		DRep 03	
A3	CPE5AS	BTS CPI U 52	00

TOLERANCEMENT NORMALISE	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/ou position par rapport à la référence spécifiée
<p>Schéma extrait du dessin de définition</p> 					

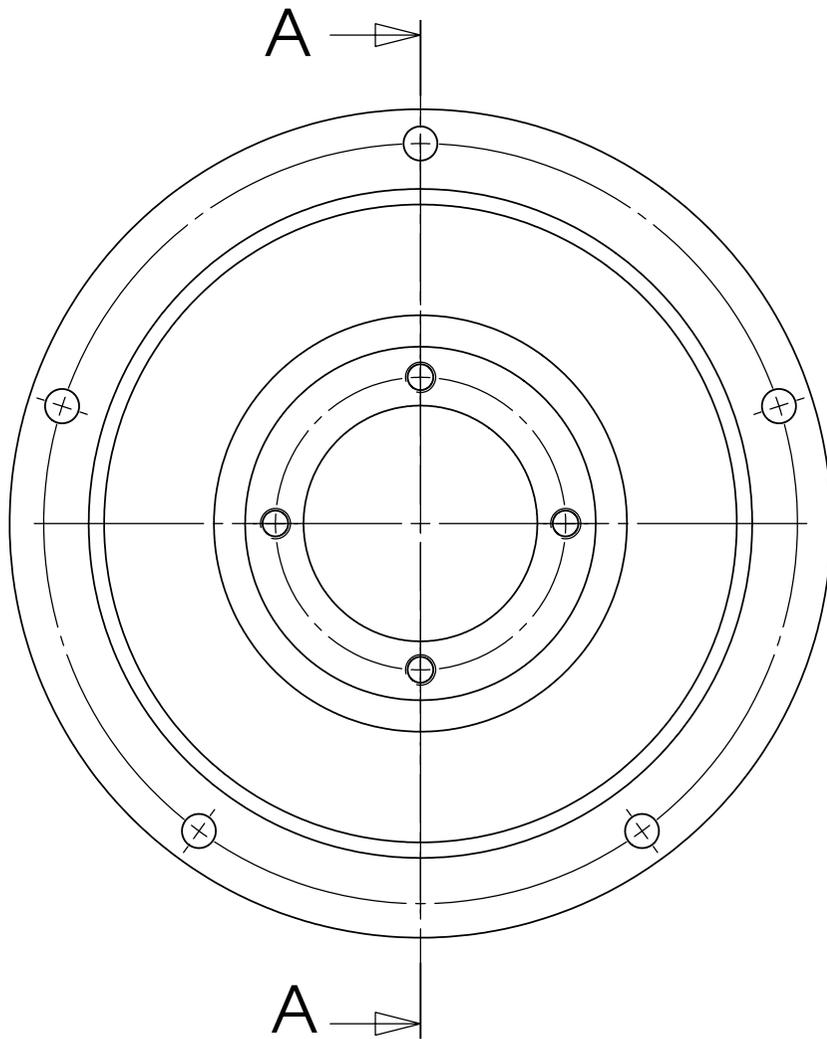
Expression littérale du déplacement radial D_r du point S en fonction de t_o , l et d

Valeur de t_o pour un déplacement radial de $D_r = 0.01$ mm



ATTENTION : Pour une meilleure compréhension, les dimensions d , l et t_o ne sont pas représentées à la même échelle

DRep 05

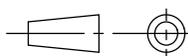


A-A



DRep 06

Ech 1 : 2



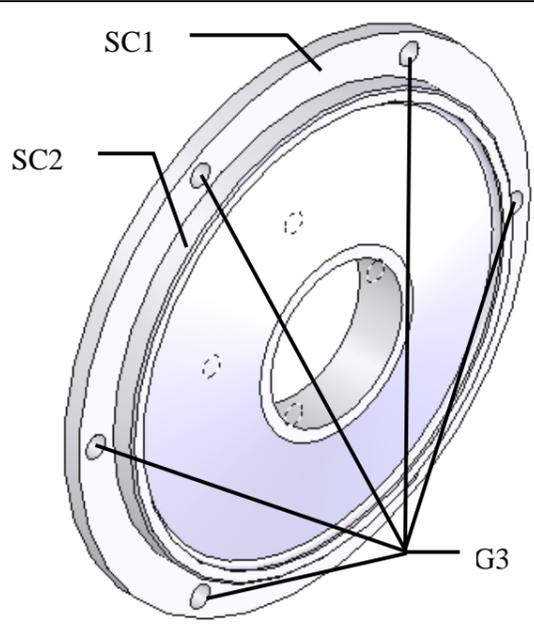
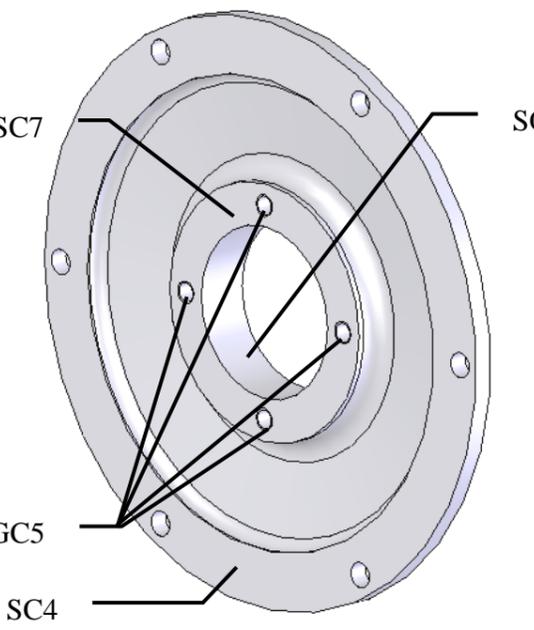
A4

Chapeau Roulement 6

CPE5AS

BTS Conception de Produits Industriels

Sous épreuve U 52

Analyse des antériorités fonctionnelles et/ou de position du chapeau roulement 6				Antériorités						Caractéristiques		Rep.
IDENTIFICATION DES SURFACES DU MODELE	Fonction Technique Assurée	Surfaces ou groupes de surfaces fonctionnelles		Primaire		Secondaire		Tertiaire		Intrinsèques	De Contact	
	Lier le chapeau roulement 6 au carter 2											
	<ul style="list-style-type: none"> MIP Chapeau roulement 6 - APP - CC 	SC1	Appui carter 2							planéité		
		SC2	Centrage carter 2	SC1	⊥					∅ portée		
	<ul style="list-style-type: none"> MAP Chapeau roulement 6 	G3	Passage vis de fixation 12	SC1	⊥	SC2	distance			∅ de répartitions, nombre, ∅ alésages		
	Lier le chapeau droit 11 au chapeau roulement 6											
	Assurer la position radiale du roulement 9											
	Assurer le réglage de la précharge du montage de roulements											

Feuille d'analyse préparatoire à la spécification de composants

Fonction technique assurée :
MIP, MAP, passage d'autres pièces, rigidité de la pièce etc.

S = surface libre
SC = surface de contact
SB = surface brute
MIP = Mise en position

G = groupe des surfaces libres
GC = groupe des surfaces de contact
GB = groupe des surfaces brutes
MAP = Maintien en position

Caractéristiques intrinsèques :
spécifications de forme,
Diamètre,
distance interne dans le groupe

Caractéristiques de contact :
Voir tableau rugosité,
traitements
de surface

CHOIX D'UN PROCESSUS D'OBTENTION DE L'AXE 10

Question 14

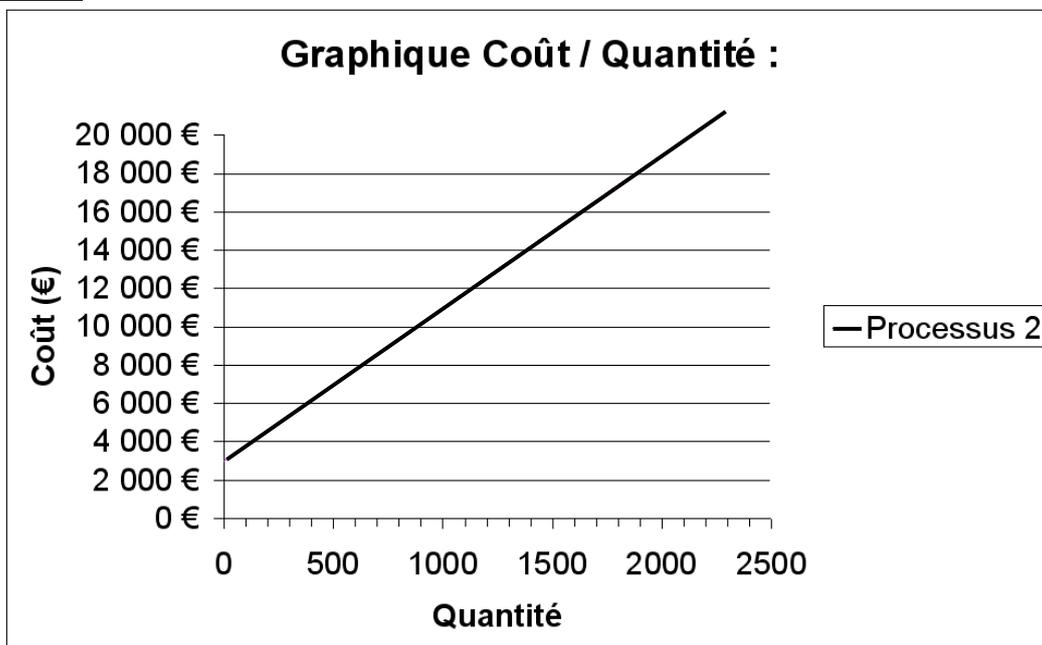
Volume du lopin du processus 1 :

Volume de copeaux supplémentaires à usiner dans le cas du processus 1 par rapport au processus 2 :

Question 15

Coût d'obtention de l'ébauche du processus 1 par rapport au processus 2 :

Question 16



Seuil de rentabilité en nombre de pièces du processus 2 par rapport au processus 1 :