

Tolérancement dimensionnel avec enveloppe

Toutes les dimensions locales d_i doivent être comprises dans l'intervalle de tolérance :
 $d_{\text{mini}} \leq d_i \leq d_{\text{maxi}}$

Enveloppe :

Arbre : la surface réelle doit pouvoir être contenue dans cylindre de diamètre d_{maxi}

Alésage : la surface réelle doit pouvoir contenir un cylindre de diamètre d_{mini}

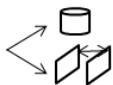
Tenon : les 2 surfaces réelles doivent pouvoir être contenues entre 2 plans distants de d_{maxi}

Rainure : les 2 surfaces réelles doivent pouvoir contenir 2 plans distants de d_{mini} .

Tolérancement par zone de tolérance

Référence : plan, surface plate [GE], cylindre, autres surfaces [GM].

Avec \textcircled{M} ou \textcircled{L} : La surface nominale de référence est centrée sur



un cylindre de diamètre D qui doit être
deux plans distants de D qui doivent être

\textcircled{M} hors matière
 \textcircled{L} dans la matière

	\textcircled{M}	\textcircled{L}
Pièce pleine (Arbre ou tenon)	$D = d_{\text{maxi}}$	$D = d_{\text{mini}}$
Pièce creuse (Alésage ou rainure)	$D = d_{\text{mini}}$	$D = d_{\text{maxi}}$

Nom de la spécification : localisation, parallélisme...

Élément toléré : tous points de la surface ou \textcircled{A} lieu des centres des sections ou lieu des milieux des bipoints, \textcircled{C} axe associé par les moindres carrés, \textcircled{E} axe associé par les moindres carrés,

dans la plage \textcircled{P} .

Surface nominale : définir la nature et le nom de la surface .

Zone de tolérance :

UF : une seule surface

CZ : une seule zone de tolérance

N_x : n zones de tolérance

Position : la zone est centrée sur la surface nominale

En orientation, la zone est parallèle à la surface nominale

En forme, la zone est libre par rapport au nominal

$\textcircled{\emptyset}$: zone cylindrique de diamètre

$\textcircled{S\emptyset}$: zone sphérique de diamètre

sinon pour un plan : zone définie par 2 plans distants de

pour une surface : espace entre deux surfaces offset de la surface nominale.

pour un axe, zone définie par 2 plans distants de t orienté selon le plan d'orientation (ou perpendiculaires à la flèche issue du cadre de tolérance) (cette direction doit être définie à l'aide des surfaces définies dans le modèle nominal).

$\textcircled{M}\textcircled{L}$: La zone de tolérance est un cylindre de diamètre D ou 2 plans distants de D

		Maxi matière \textcircled{M}	Mini matière \textcircled{L}
Surface Tolérancée	Arbre ou tenon	$D = d_{\text{maxi}} + \text{tolérance}$	$D = d_{\text{mini}} - \text{tolérance}$
	Alésage ou rainure	$D = d_{\text{mini}} - \text{tolérance}$	$D = d_{\text{maxi}} + \text{tolérance}$

Conformité :

La spécification est vérifiée si l'élément toléré est contenu dans la zone de tolérance.

Référence avec \textcircled{L} : La zone de tolérance étendue doit être respectée quelle que soit la position de la pièce permise par le jeu entre la surface réelle de référence et le montage de contrôle.

PARTIE 4 : EXERCICES

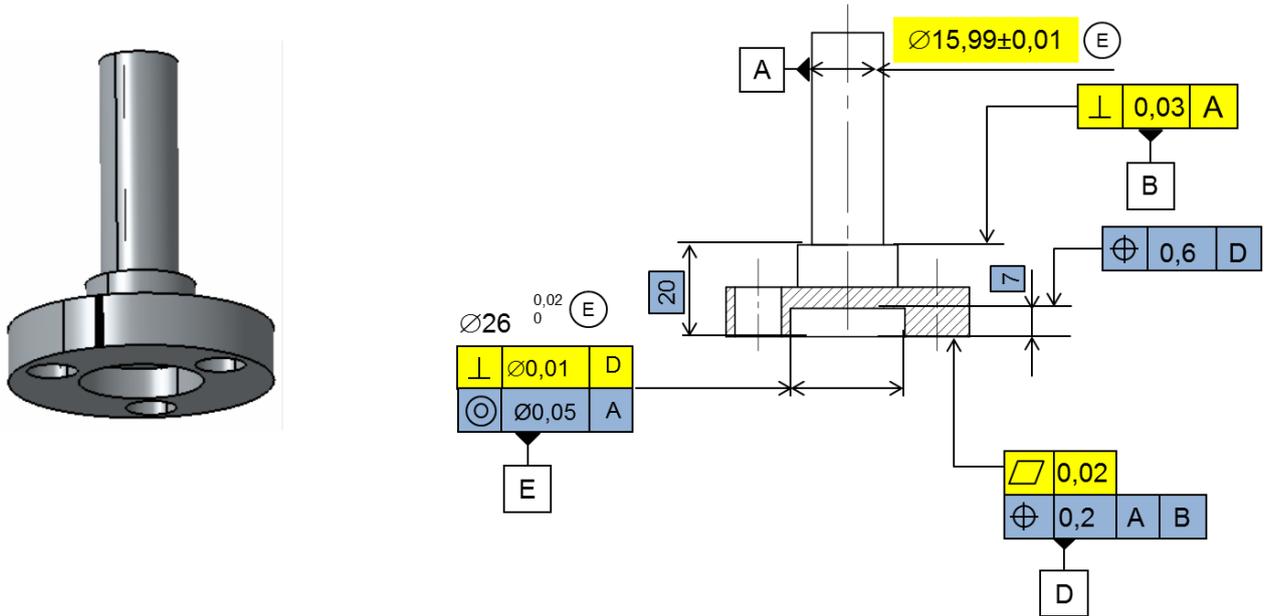
1 -	Sujet palpeur sans modificateur	138
1 - 1	Dessin de définition	138
1 - 2	Diamètre avec enveloppe	138
1 - 3	Planéité.....	138
1 - 4	Perpendicularité du plan	139
1 - 5	Perpendicularité du cylindre	139
1 - 6	Localisation d'un plan	140
1 - 7	Localisation d'un plan par rapport à un système de références.....	140
1 - 8	Localisation du groupe de trous.....	141
1 - 9	Coaxialité.....	142
2 -	Sujet palpeur avec modificateur $\text{\textcircled{M}}$ et $\text{\textcircled{L}}$	142
2 - 1	Dessin de définition	142
2 - 2	Perpendicularité au $\text{\textcircled{M}}$ d'un cylindre	143
2 - 3	Localisation au $\text{\textcircled{M}}$ d'un groupe de trous	143
3 -	Ecriture d'une spécification	144
4 -	Sujet relatif à la Chape.....	147
4 - 1	Dessin de définition	147
4 - 2	Largeur de la rainure 25 H9 $\text{\textcircled{E}}$	148
4 - 3	Perpendicularité du cylindre	148
4 - 4	Symétrie de la rainure.....	149
5 -	Sujet relatif à la Pompe centrifuge	150
5 - 1	Dessin d'ensemble de la pompe.....	150
5 - 2	Cotation des surfaces brutes du Corps	150
6 -	Exercices Cotation fonctionnelle	151
6 - 1	: Buse de douche.....	151
6 - 2	Réducteur	157
7 -	CORRECTION DES EXERCICES	161
7 - 1	Exercices du cours partie 1	161
7 - 2	Exercice buse de douche	162
7 - 3	Réducteur	166

1 -Sujet palpeur sans modificateur

1 - 1 Dessin de définition

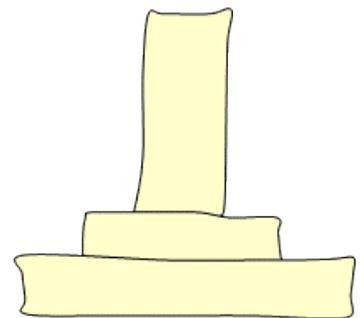
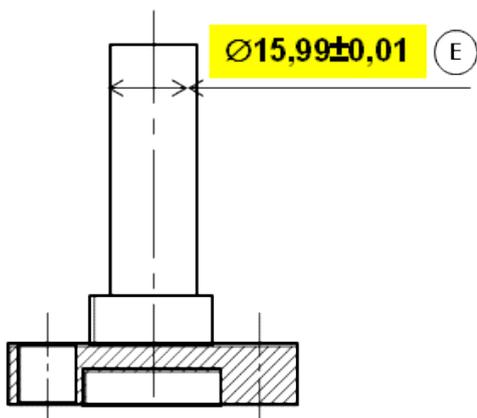
L'objectif est de décrire les différentes spécifications du support.

La méthodologie consiste à recopier les phrases types de la fiche de lecture des spécifications en indiquant les valeurs numériques données par le dessin de définition.



1 - 2 Diamètre avec enveloppe

Donner la signification précise du diamètre 15,99 (E)

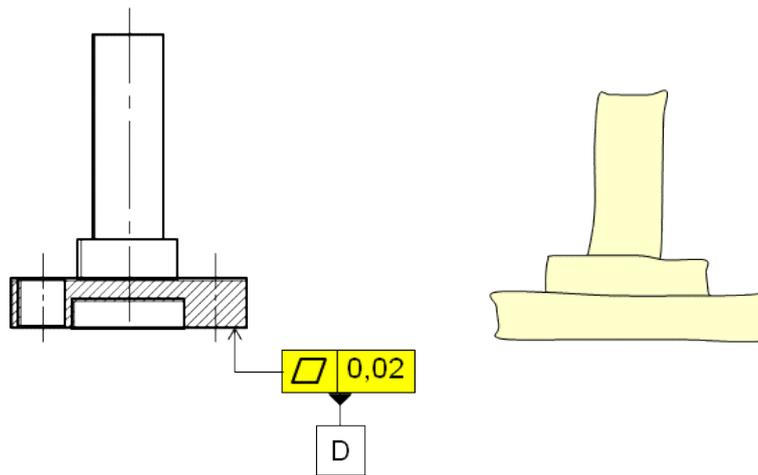


Ø 15.99 ± 0,01 :

(E) :

1 - 3 Planéité

Donner la signification précise de la planéité



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

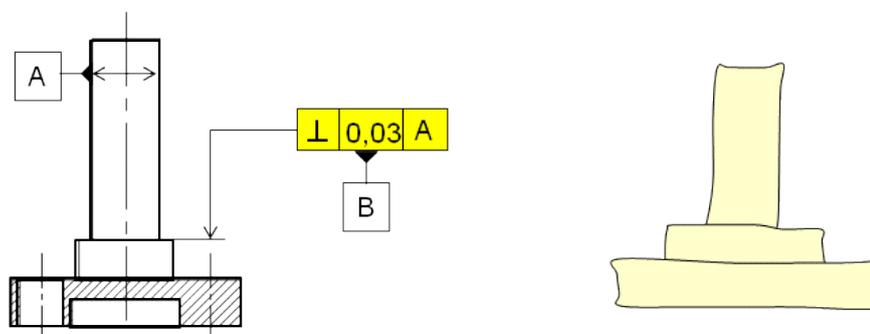
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

1 - 4 Perpendicularité du plan

Donner la signification précise de la perpendicularité du plan



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

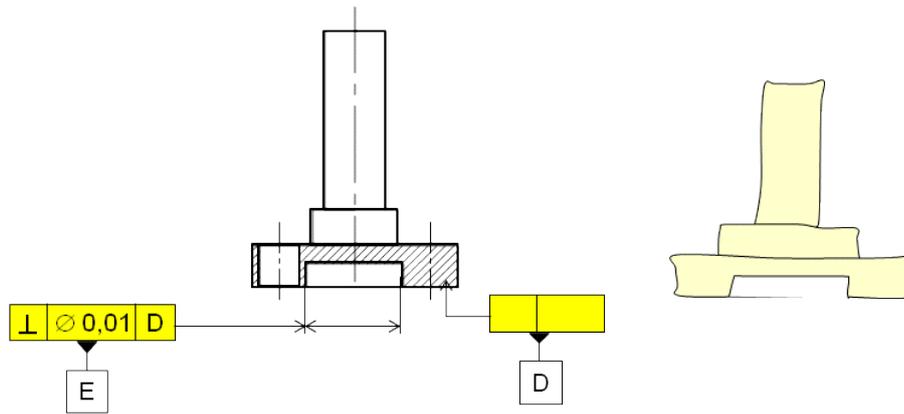
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

1 - 5 Perpendicularité du cylindre

Donner la signification précise de la perpendicularité du cylindre



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

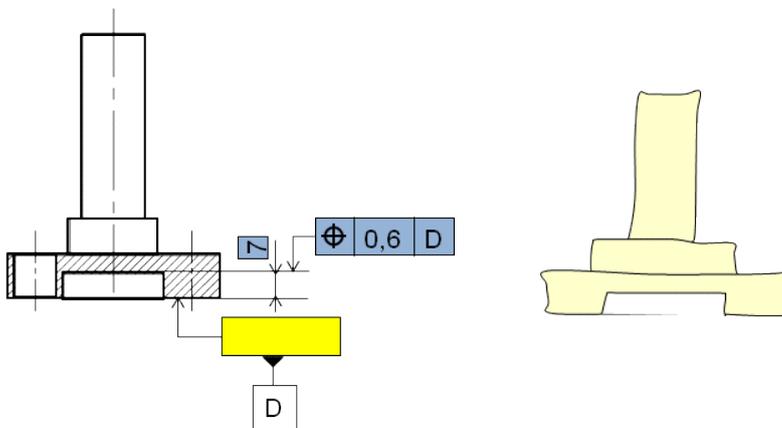
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

1 - 6 Localisation d'un plan

Donner la signification précise de la localisation d'un plan



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

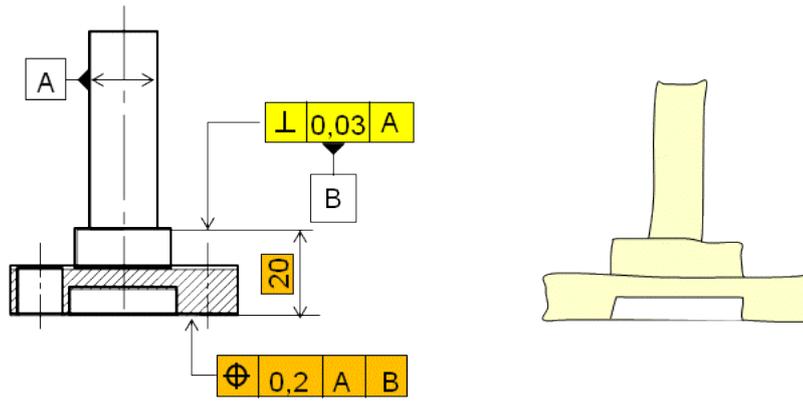
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

1 - 7 Localisation d'un plan par rapport à un système de références

Donner la signification précise de la localisation d'un plan par rapport à A|B



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

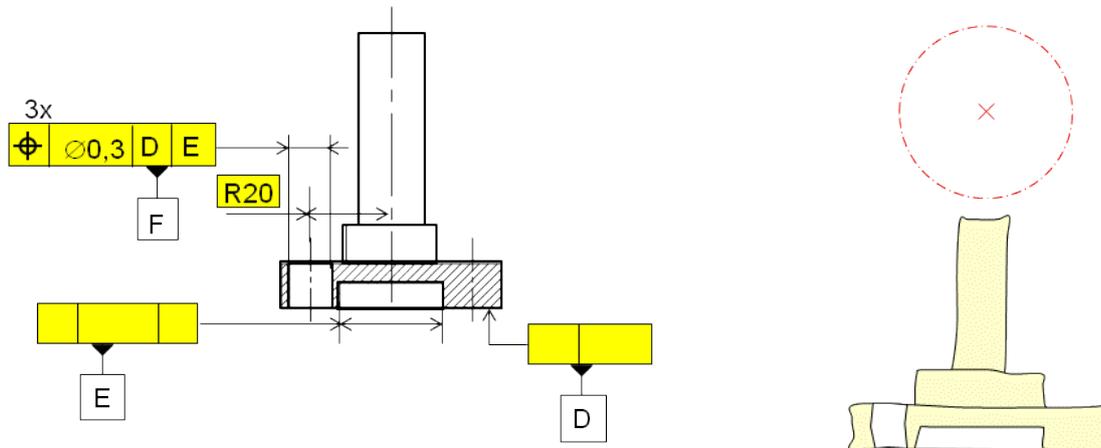
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

1 - 8 Localisation du groupe de trous

Donner la signification précise de la localisation du groupe de trous



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

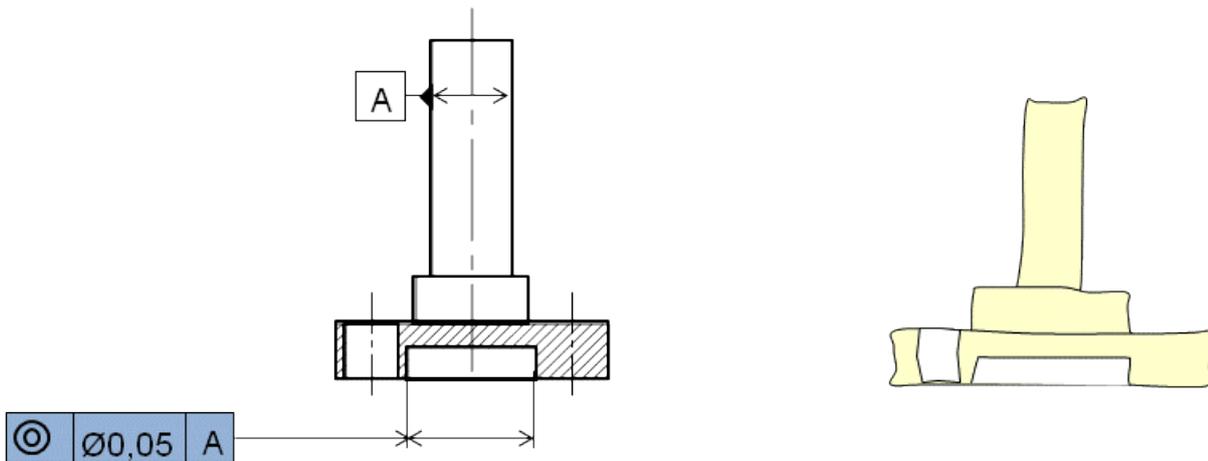
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

1 - 9 Coaxialité

Donner la signification précise de la coaxialité



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

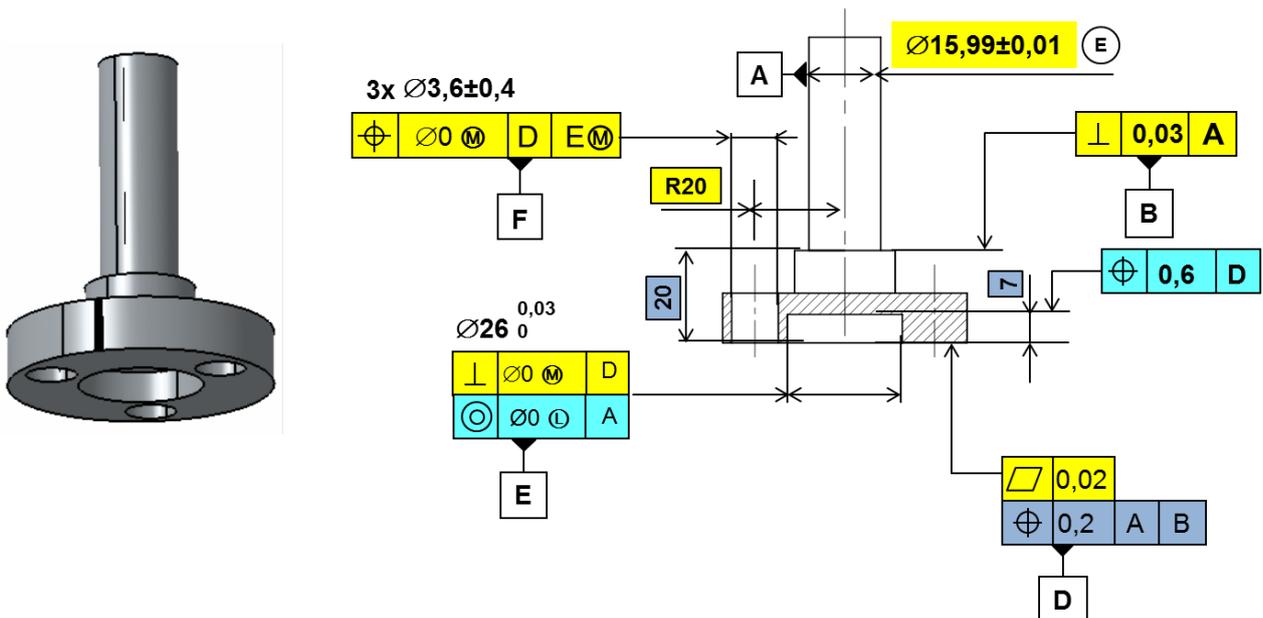
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

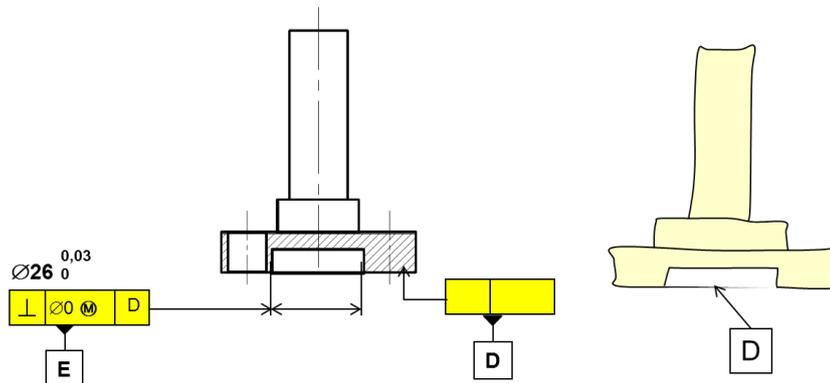
2 -Sujet palpeur avec modificateur \textcircled{M} et \textcircled{L}

2 - 1 Dessin de définition



2 - 2 Perpendicularité au M d'un cylindre

Donner la signification précise de la perpendicularité du cylindre



Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

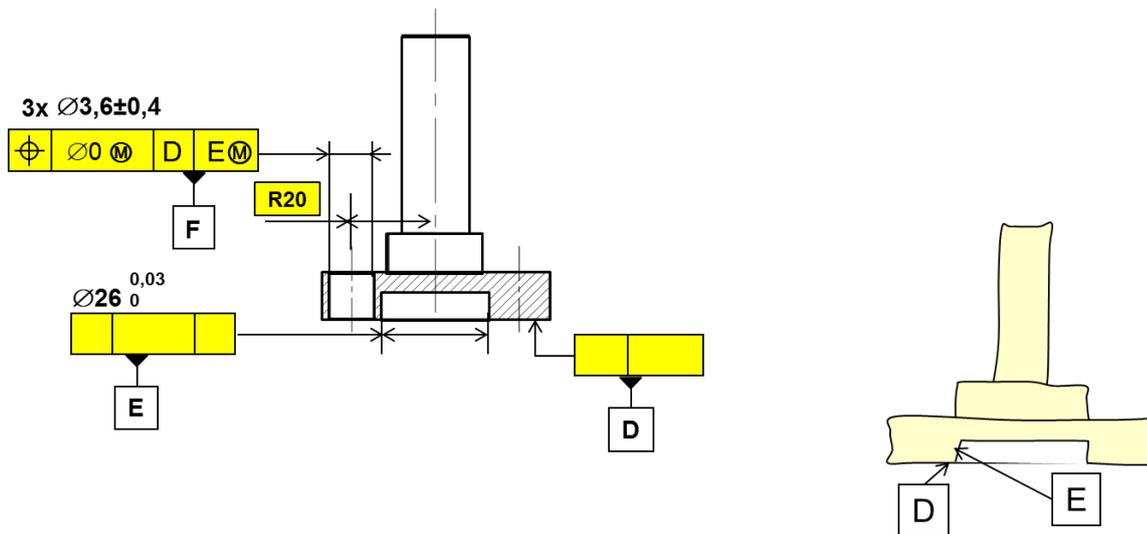
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

Validation :

2 - 3 Localisation au M d'un groupe de trous

Donner la signification précise de la localisation du groupe de trous



Références :

Nom du symbole :

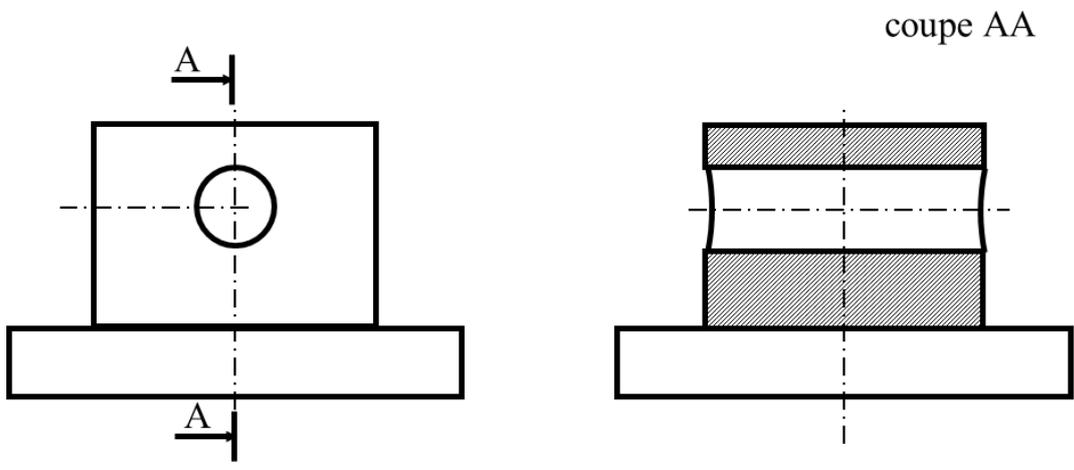
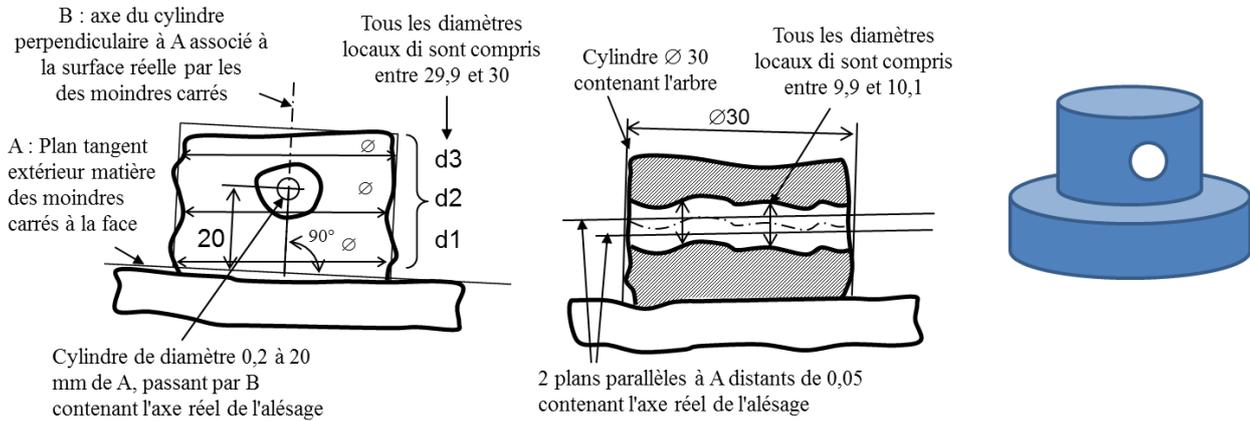
Surface nominale spécifiée :

Elément tolérancé :

Zone de tolérance :

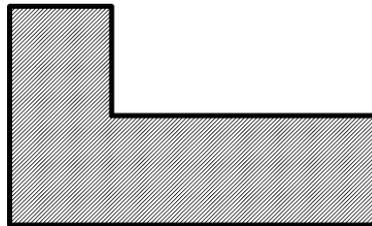
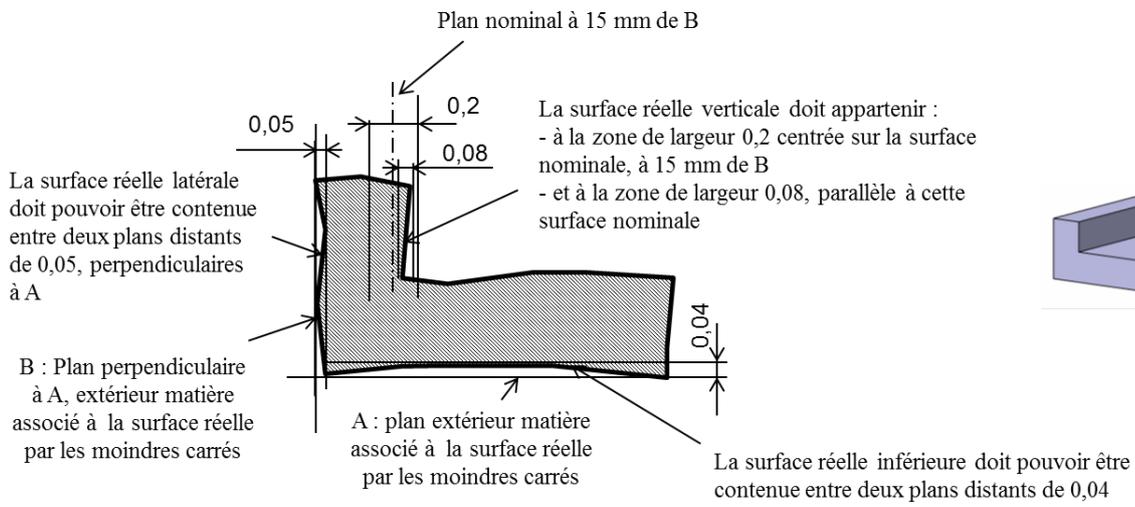
3 - Ecriture d'une spécification Bouchon

Représenter la cotation correspondant aux définitions ci-dessous



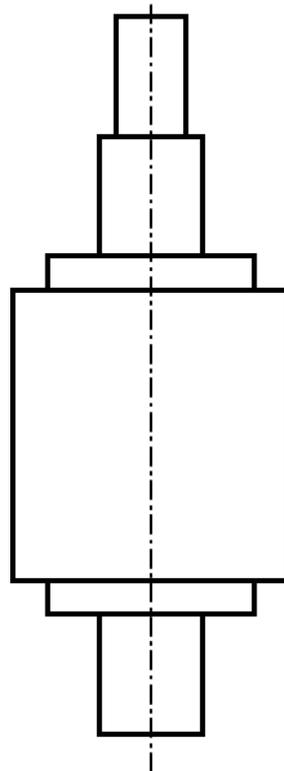
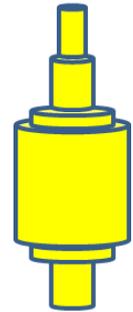
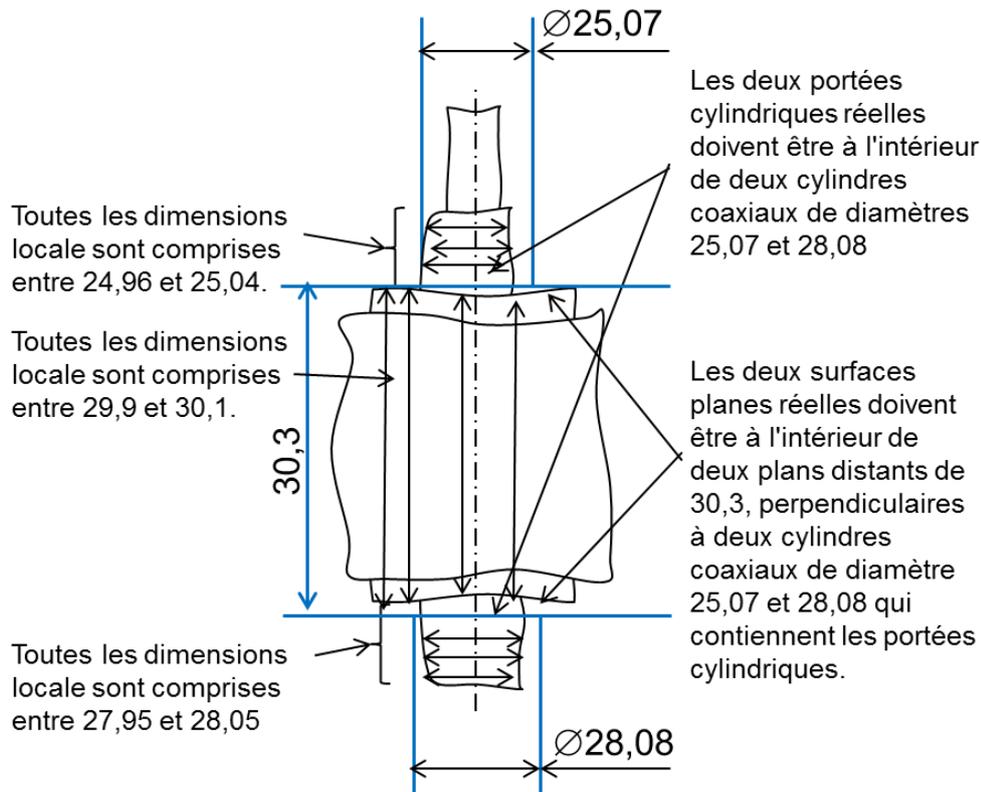
Cale

Représenter la cotation correspondant aux définitions ci-dessous



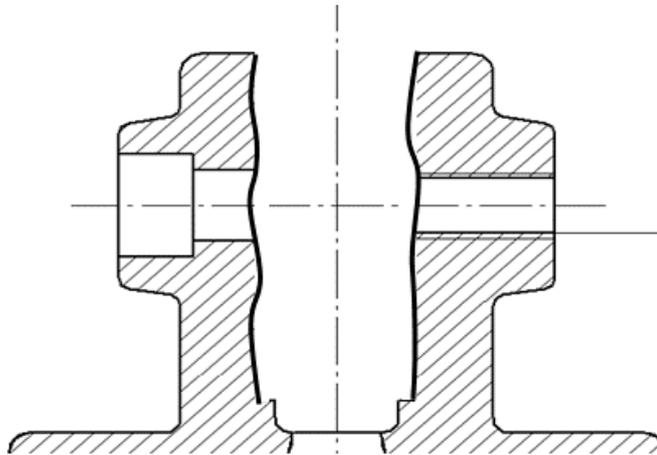
Arbre

Représenter la cotation correspondant aux définitions ci-dessous



4 - 2 Largeur de la rainure 25 H9 (E)

Donner la signification précise de la largeur de la rainure 25 H9 (E)

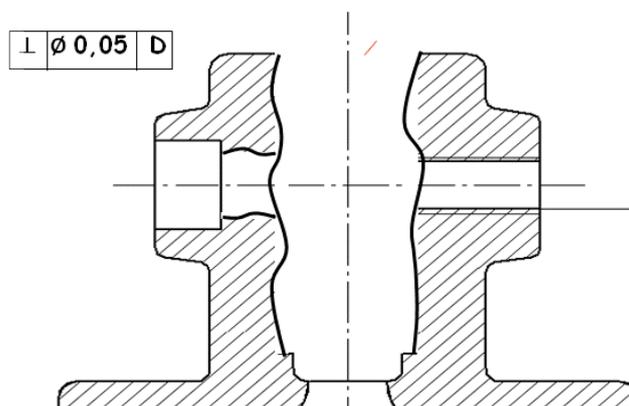


25 H9 :

(E) :

4 - 3 Perpendicularité du cylindre

Donner la signification précise de la perpendicularité du cylindre



Références :

Nom du symbole :

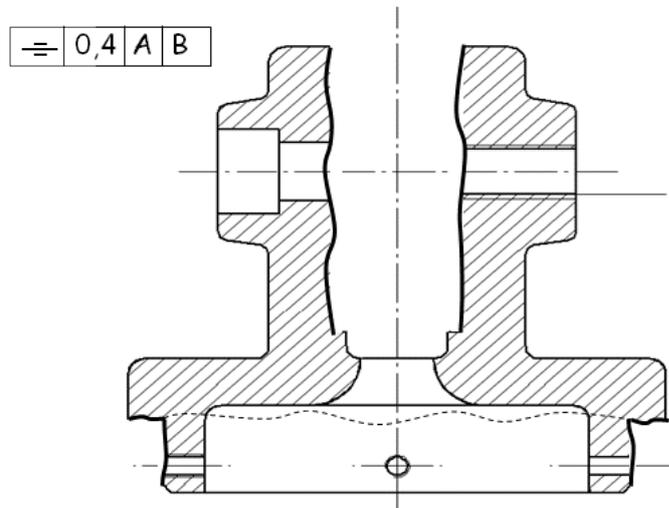
Surface nominale spécifiée :

Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

4 - 4 Symétrie de la rainure

Donner la signification de la symétrie de la rainure



Références :

Nom du symbole :

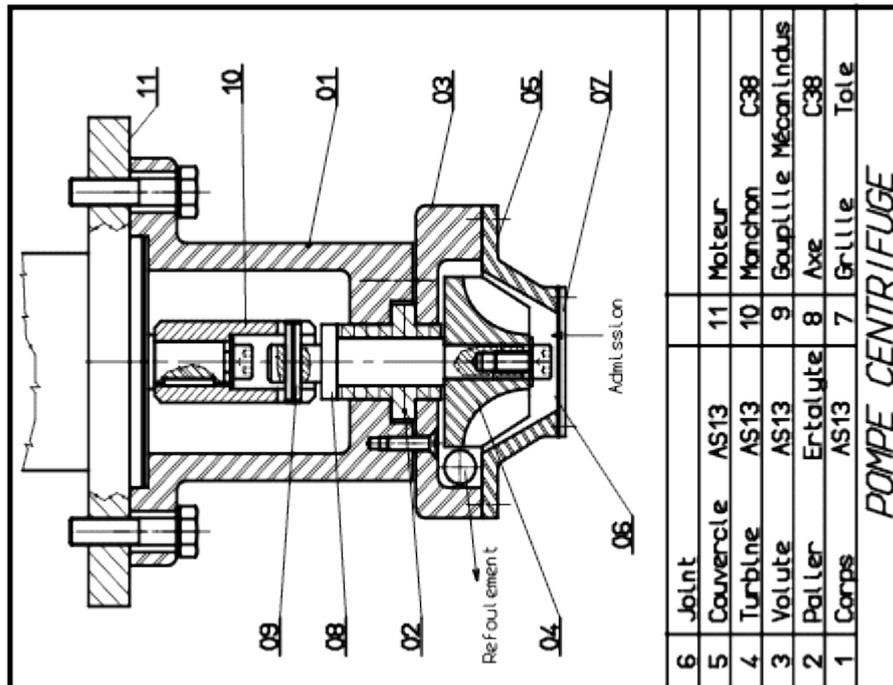
Surface nominale spécifiée :

Élément tolérancé :

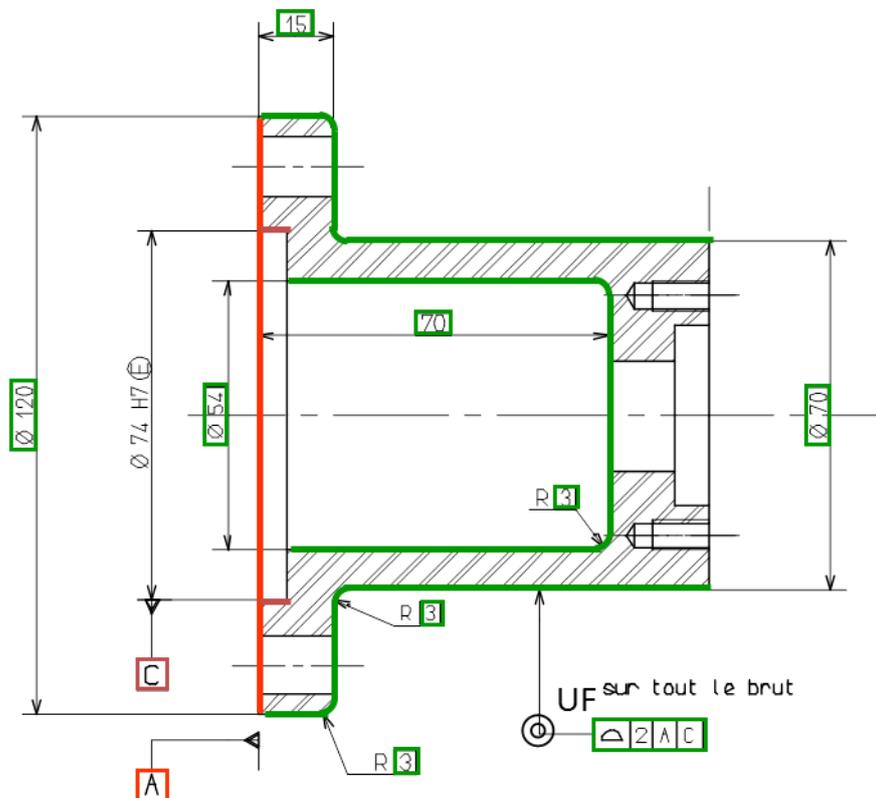
Zone de tolérance :

5 - Sujet relatif à la Pompe centrifuge

5 - 1 Dessin d'ensemble de la pompe



5 - 2 Cotation des surfaces brutes du Corps



Donner la signification de la spécification de position de surface quelconque

Références :

Nom du symbole :

Surface nominale spécifiée :

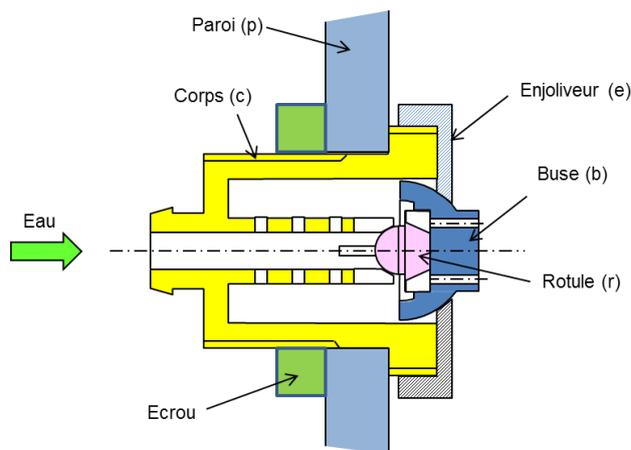
Élément tolérancé :

Zone de tolérance :

6 - Exercices Cotation fonctionnelle

6 - 1 Jet de douche

Le dessin d'ensemble ci-dessous représente une buse qui fournit un jet d'eau puissant dans une douche. Le corps passe à travers la paroi de la douche et est serré par un écrou. L'eau arrive avec un tuyau par l'orifice de gauche. Elle circule dans le support et sort par la buse. Pour permettre l'orientation de la buse, celle-ci est montée avec une liaison sphérique dans l'enjoliveur. Elle est maintenue en contact par une rotule qui possède une sphère concentrique avec la sphère de la buse. Cette rotule est en appui sur le tube central du corps. L'extrémité du tube est fendue pour donner de la souplesse et assurer une légère précontrainte. La rotule comporte des encoches pour laisser passer l'eau. Elle est légèrement serrée dans la buse.



NOTE : Toutes les cotations sont à reporter sur les dessins de définition joints après le sujet.

Les pièces sont considérées à l'échelle 1 sur les dessins ci-après.

Choisir les valeurs nominales et les tolérances pour toutes les cotations.

Le diamètre de la sphère de la buse est 34 mm.
Le diamètre de la sphère de la rotule est 12 mm.
Le diamètre extérieur de la buse est 20.
Le filetage de la liaison enjoliveur/corps est un M60 x 1.

Diamètre mini de l'alésage de la paroi : 48
Épaisseur de la paroi : 6 mm

Question 1 : Etude de la fixation du mécanisme sur la paroi.

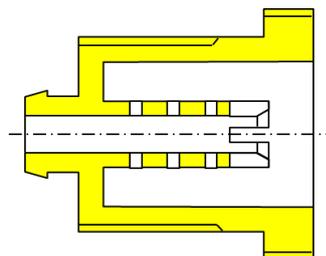
Faire le tableau de mise en position du corps sur la paroi et écrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison du corps sur le dessin joint (la paroi n'est pas à spécifier).

	Corps			
interface				
surface				

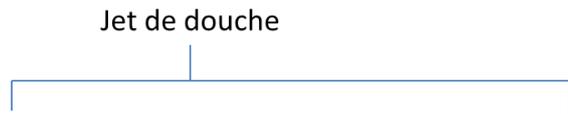
Paroi (p)



Corps (c)

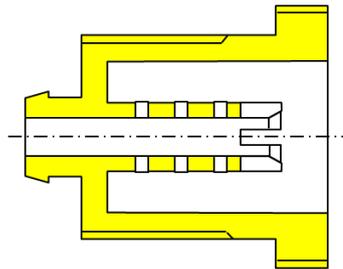


Question 2 : Etude de la structure du mécanisme sur la paroi.
 Faire le graphe de décomposition de ce mécanisme en sous-ensembles fixe et mobile.



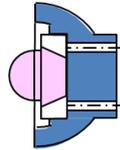
Question 3 : faire le tableau de mise en position de l'enjoliveur sur le corps
 et écrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison de l'enjoliveur et du corps sur les dessins joints.

	Enjoliveur						
surface							
type							
interface							
surface							
type							



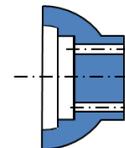
Question 4 : Etude de la mise en position du bloc mobile dans le bloc fixe
 Faire le tableau de mise en position du bloc mobile sur l'enjoliveur et écrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison sur les dessins joints.

	Bloc mobile						
surface							
type							
interface							
surface							
type							

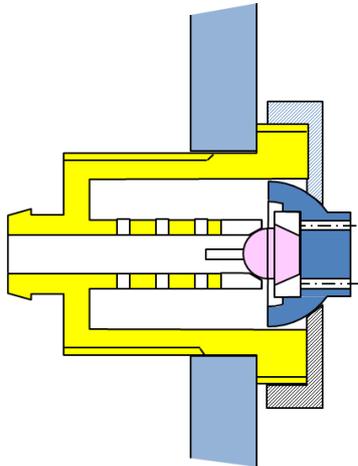


Question 5 : faire le tableau de mise en position de la rotule sur la buse. (la rotule est légèrement serrée dans son alésage). Ecrire la cotation sur les surfaces de liaison de la rotule et de la buse sur les dessins joints.

	Rotule						
surface							
type							
interface							
surface							
type							

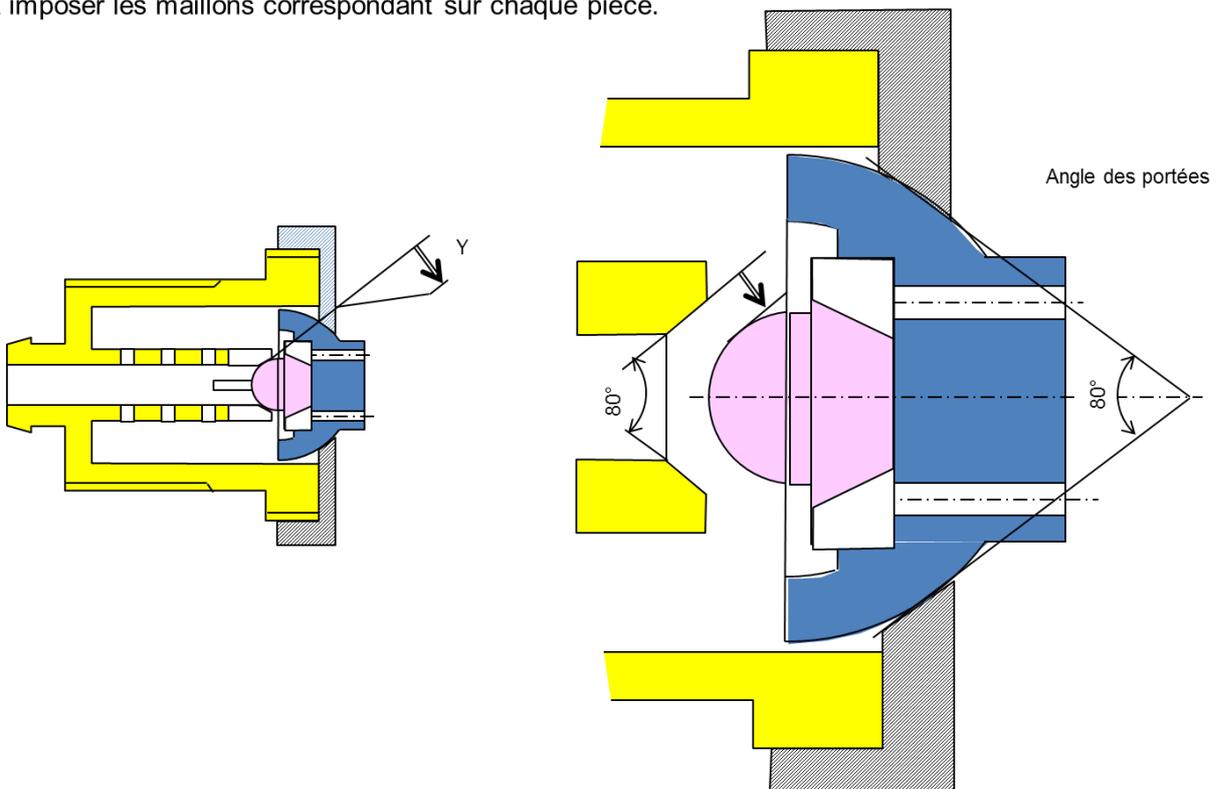


Question 6 : Représenter ci-dessous l'exigence X à imposer pour garantir l'appui de l'enjoliveur sur le plan du corps (face de droite) afin d'assurer le maintien de la buse. Faire la chaîne de cotes ci-dessous et reporter les spécifications sur les dessins de définition.

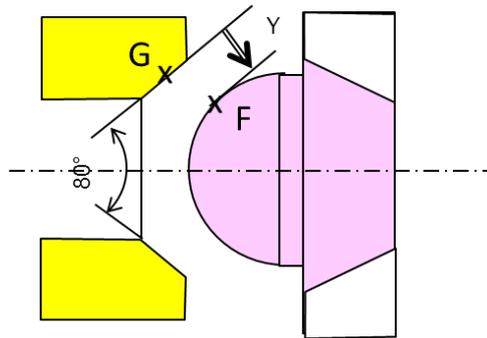


Question 7-1 : Etude de la précontrainte Y entre la rotule et le corps.

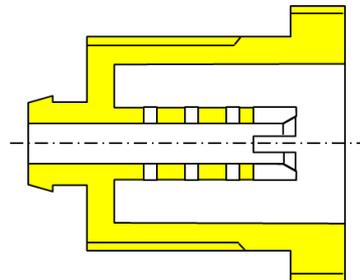
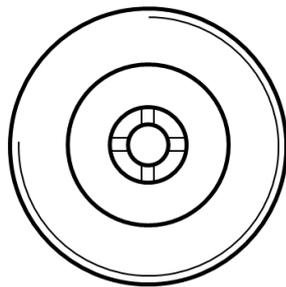
On cherche à déterminer la variation de la distance Y entre la sphère de la rotule et le cône à 80° du corps. Déterminer les pièces influentes. Tracer la boucle de contacts, surligner les contacts influents et imposer les maillons correspondant sur chaque pièce.

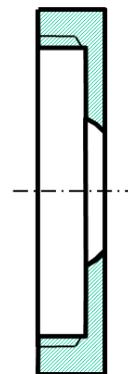
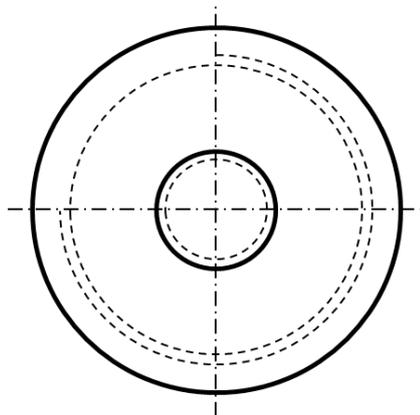
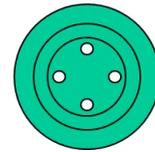
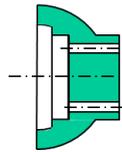
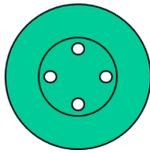
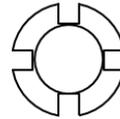
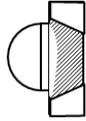
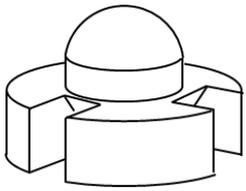


Question 7-2 : Déterminer la valeur Y maxi en la rotule et le corps

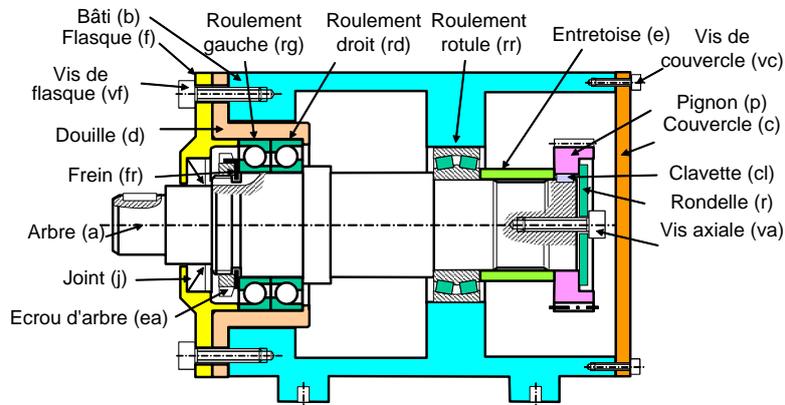


DESSINS DE DEFINITION A COMPLETER



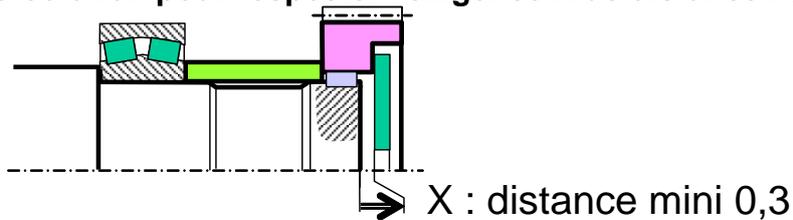


6 - 2 Réducteur

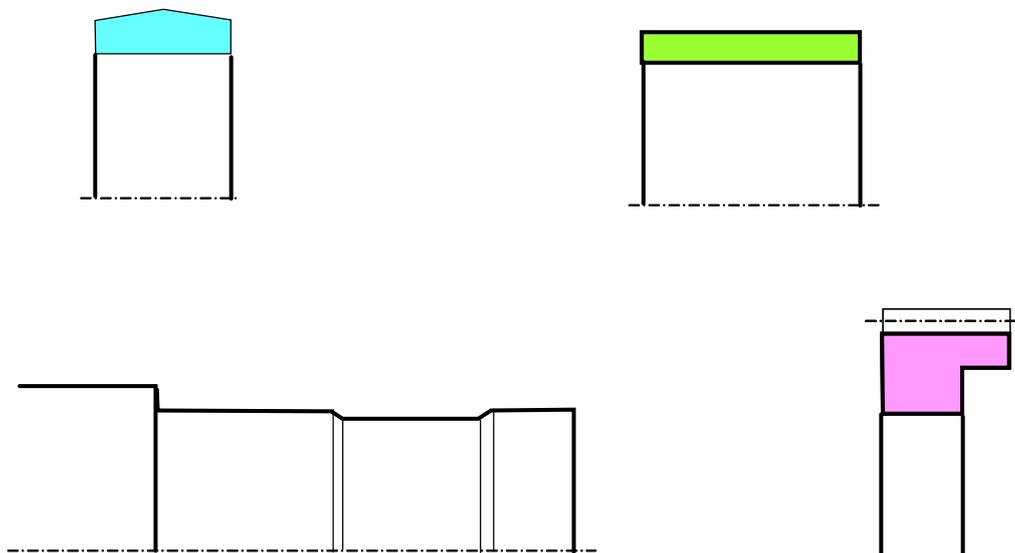


Question 1 : Quelle défaillance peut-on craindre si l'entretoise est trop courte ?

Question 2 : Faire la cotation pour respecter l'exigence X de distance mini.



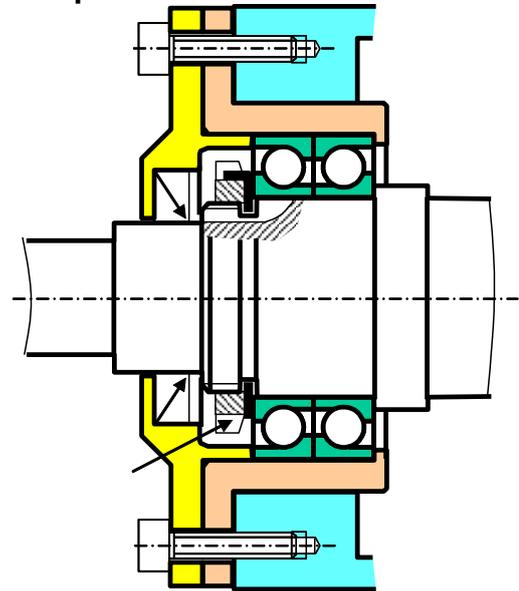
Question 3 : faire la cotation des pièces



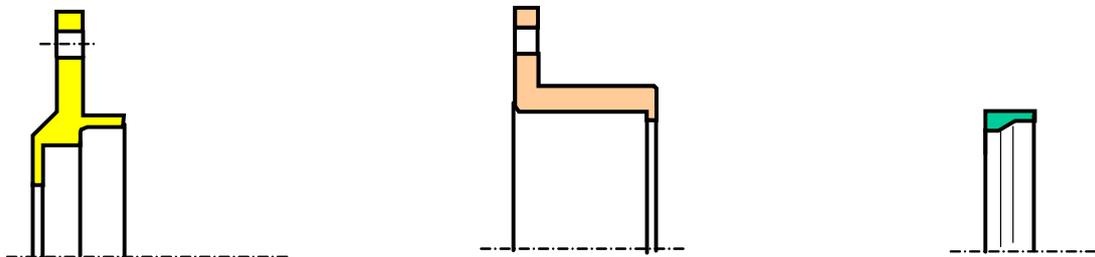
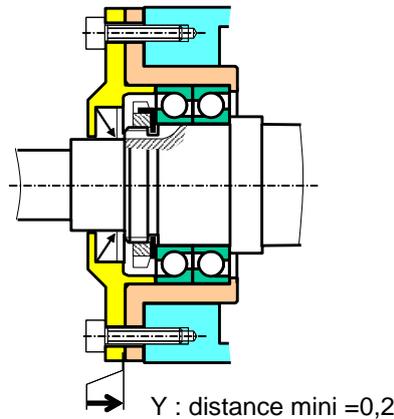
Question 4 : Quelle défaillance peut-on craindre si le centreur du flasque est trop court ?

Question 5 : Faire le tableau de mise en position du flasque

Pièce ou bloc :		Repère :	Etat :	Auteur :
flasque		f		
interface surface type	A			
surface	Primaire	Secondaire	Tertiaire	

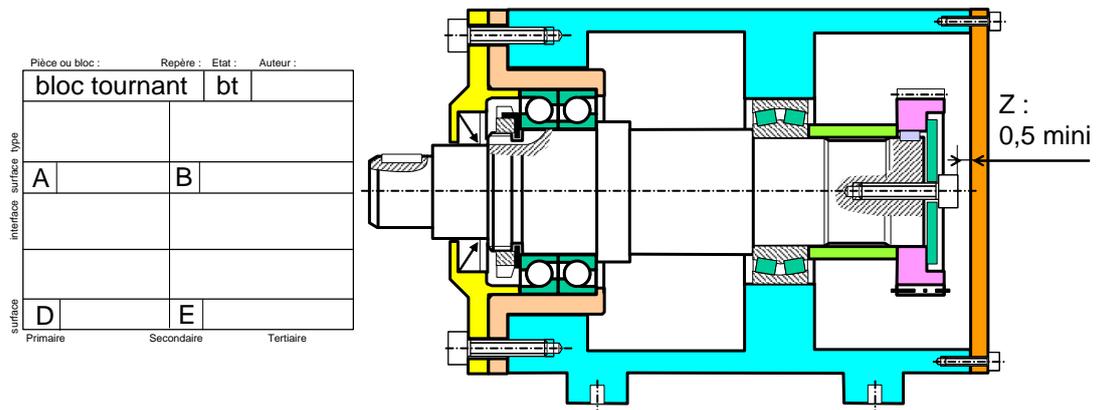


Question 6 : Faire la chaîne de cotes pour la spécification Y et spécifier les pièces influentes.

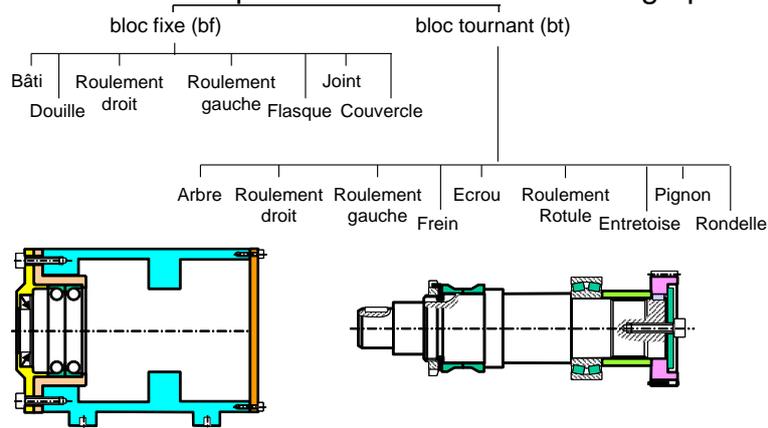


Question 7 : Quelle défaillance peut-on craindre si l'entretoise est trop longue ?

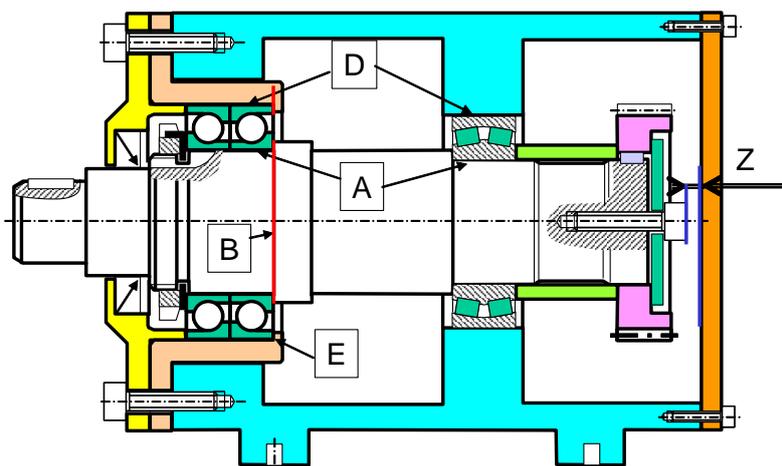
Question 8 : Définir le tableau de mise en position du bloc tournant



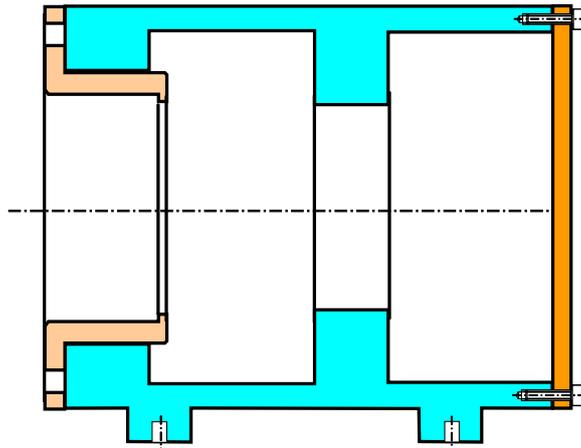
Hypothèse : Le mécanisme est décomposé en deux blocs selon le graphe ci-dessous.



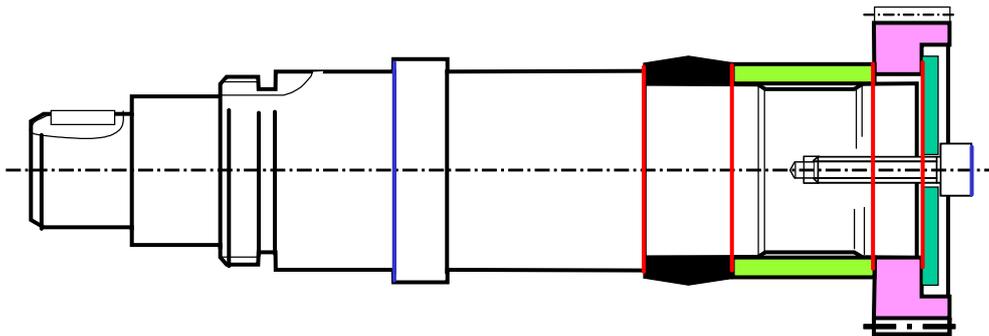
Question 9 : Définir la chaîne de cotes en considérant les blocs comme soudés et établir la relation à respecter.



Déterminer la chaîne de cotes qui correspond au maillon du bloc fixe.



Déterminer la chaîne de cotes qui correspond au maillon du bloc tournant.



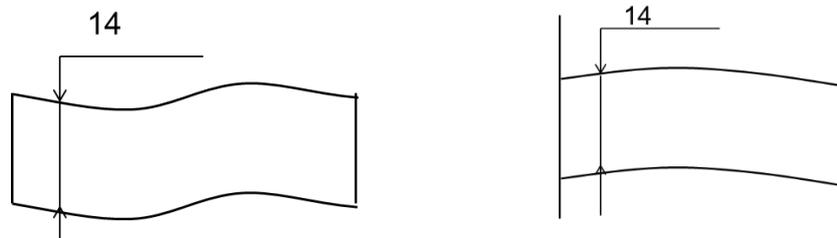
Question 10 : Etablir la relation complète à respecter.

7 - CORRECTION DES EXERCICES

7 - 1 Exercices du cours partie 1

- Assemblage tenon rainure

Sans l'exigence de l'enveloppe, la montabilité n'est pas garantie uniquement avec les dimensions locales. La figure ci-après montre un tenon conforme de largeur 14 et une rainure conforme de largeur 14. Compte tenu des défauts de forme, l'assemblage est impossible.



Sans exigence de l'enveloppe, la montabilité n'est pas assurée.

- Montage du roulement
 - Déterminer le jeu entre la bague extérieure du roulement et l'alésage :
 - Jeu maxi = $D_{\text{maxi}} - d_{\text{mini}} = 56,03 - (56-0,011) = 0,041$
 - Jeu mini = $D_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}} = 56 - 56 = 0$
 - Déterminer le serrage entre la bague intérieure du roulement et l'arbre :
 - Serrage maxi = $D_{\text{maxi}} - d_{\text{mini}} = 22,015 - (22-0,01) = 0,025$
 - Serrage mini = $D_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}} = 22,002 - 22 = 0,002$
 - Convertir la cote de diamètre de l'arbre pour avoir un diamètre nominal centré
 - Tolérance : $0,015 - 0,002 = 0,013$
 - Diamètre moyen = $(D_{\text{maxi}} + d_{\text{mini}})/2 = (22,015 + 22,002)/2 = 22,0085$
 - Résultat brut : $\text{Ø}22,0085 \pm 0,0065 \text{ (E)}$

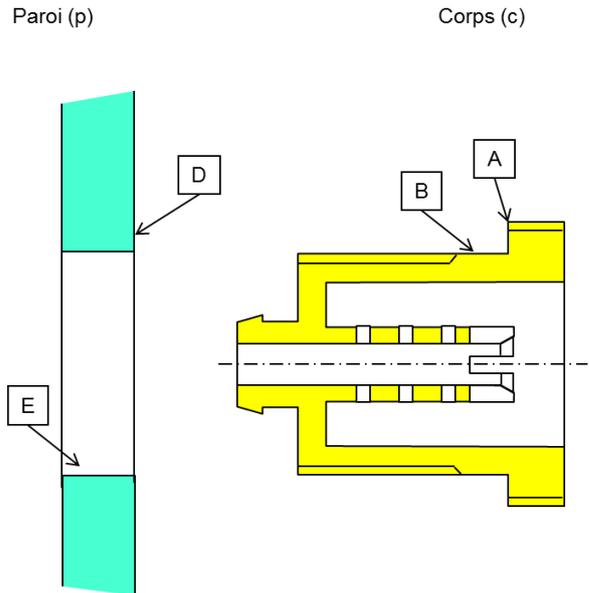
Remarque : les résultats sont généralement modulés par le concepteur pour ne pas afficher de décimales inférieures au micromètre.

- Résultat retenu : $\text{Ø}22,008 \pm 0,007 \text{ (E)}$

7 - 2 Exercice buse de douche

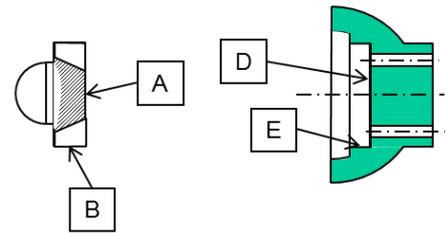
Question 1 : faire le tableau de mise en position du corps sur la paroi et écrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison du corps sur le dessin joint (la paroi n'est pas à spécifier).

Corps		c			
Plan		Cylindre			
A	c	B	c		
Contact		jeu			
Plan		Cylindre			
D	p	E	p		



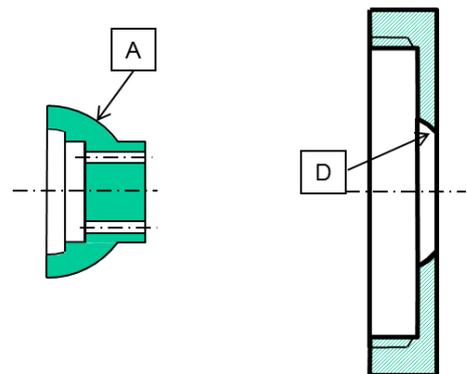
Question 2 : faire le tableau de mise en position de la rotule sur la buse. (la rotule est légèrement serrée dans son alésage). Ecrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison de la rotule et de la buse sur les dessins joints.

Rotule		r			
Plan		Cylindre			
A	r	B	r		
Contact		serrage			
Plan		Cylindre			
D	b	E	b		



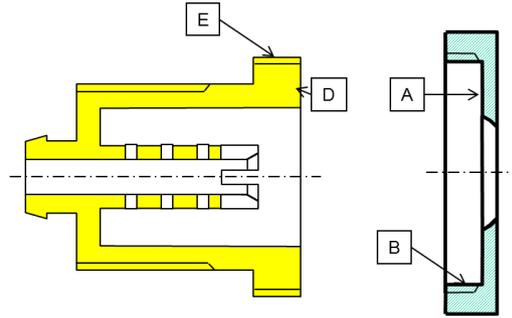
Question 3 : faire le tableau de mise en position de la buse sur l'enjoliveur. et écrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison de la rotule et de l'enjoliveur sur les dessins joints.

Buse		b			
Surface sphérique					
A	b				
Contact					
Surface sphérique					
D	r				

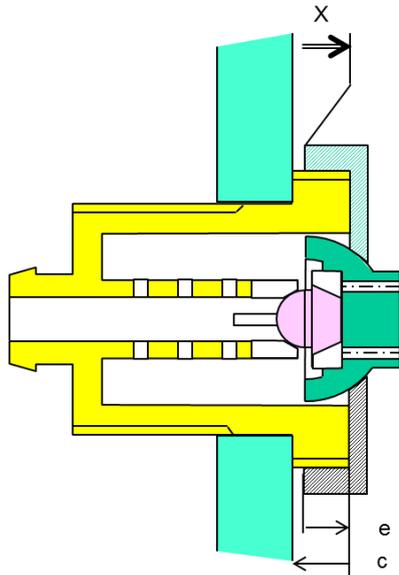


Question 4 : faire le tableau de mise en position de l'enjoliveur sur le corps et écrire la cotation à imposer sur les surfaces de liaison de l'enjoliveur et du corps sur les dessins joints.

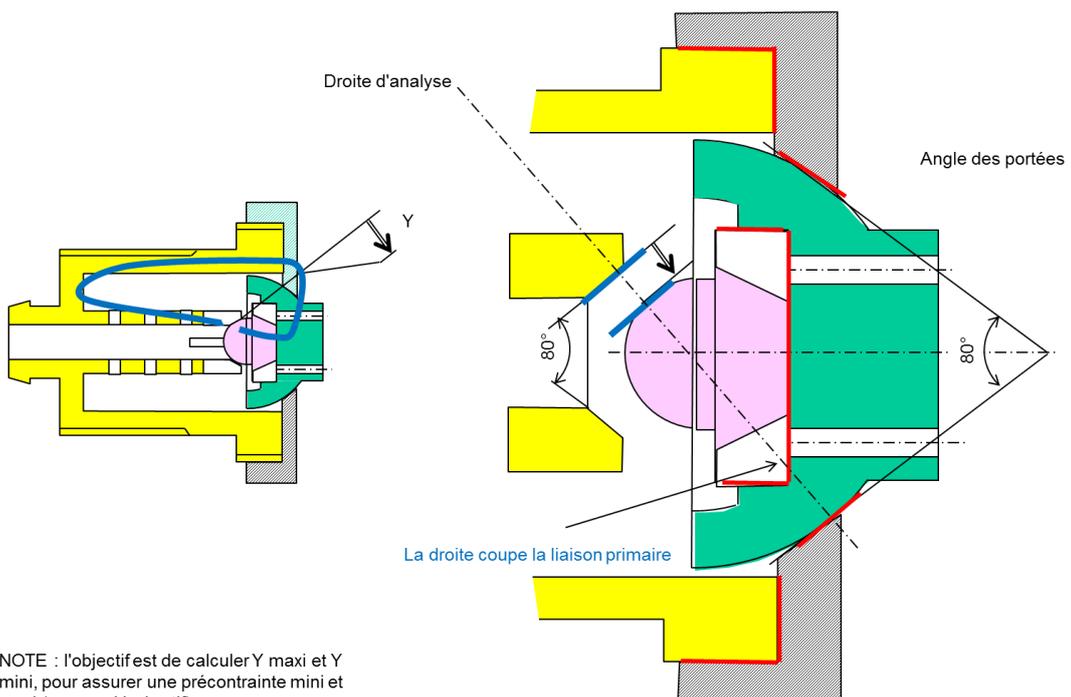
	Enjoliveur		e			
surface type	Plan		Taraudage			
	A	e	B	e		
interface	Contact		serrage			
surface type	Plan		Filetage			
surface	D	c	E	c		



Question 5 : Représenter ci-dessous l'exigence X à imposer pour garantir l'appui de l'enjoliveur sur le plan de l'écrou afin d'assurer le maintien de la buse. Faire la chaîne de cotes ci-dessous et reporter les spécifications sur les dessins de définition.

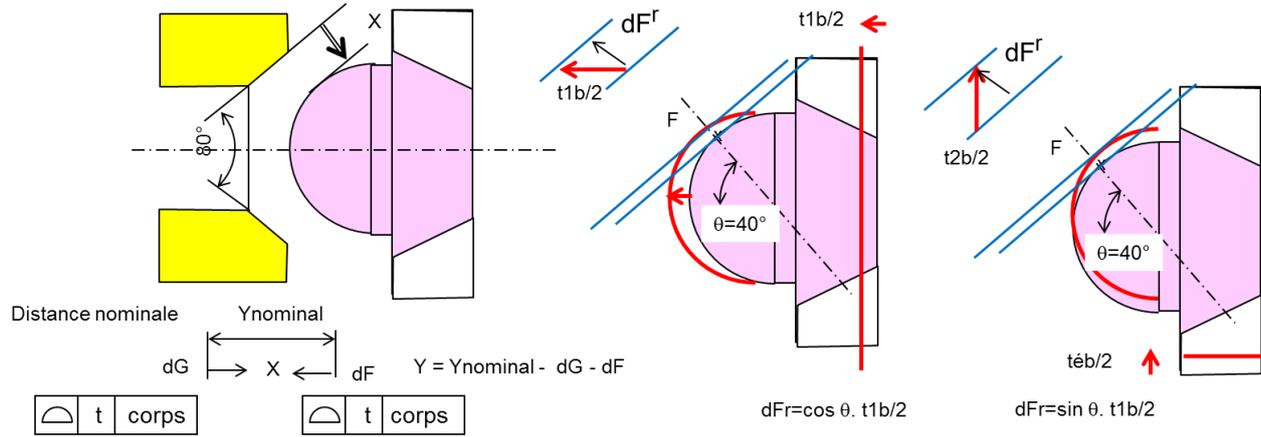


Question 6-1 : On cherche à déterminer la variation de la distance Y entre la sphère de la rotule et le cône à 80° du corps. Déterminer les pièces influentes. Tracer la boucle de contacts, surligner les contact et faire la cotation correspondante sur chaque pièce.



NOTE : l'objectif est de calculer Y maxi et Y mini, pour assurer une précontrainte mini et maxi (avec un Y négatif)

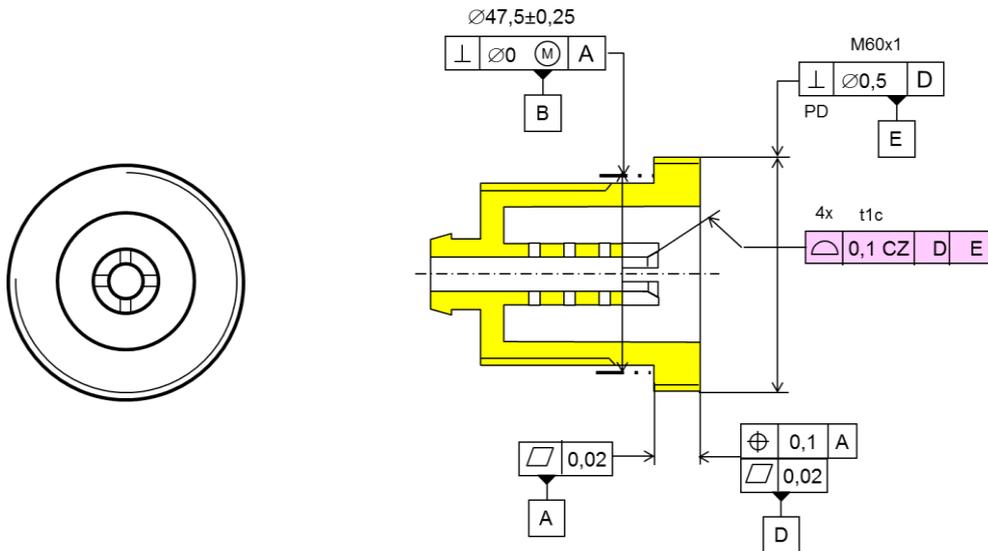
Décomposer l'exigence en 2 sous-exigences, puis appliquer l'algorithme itératif pour spécifier chaque pièce

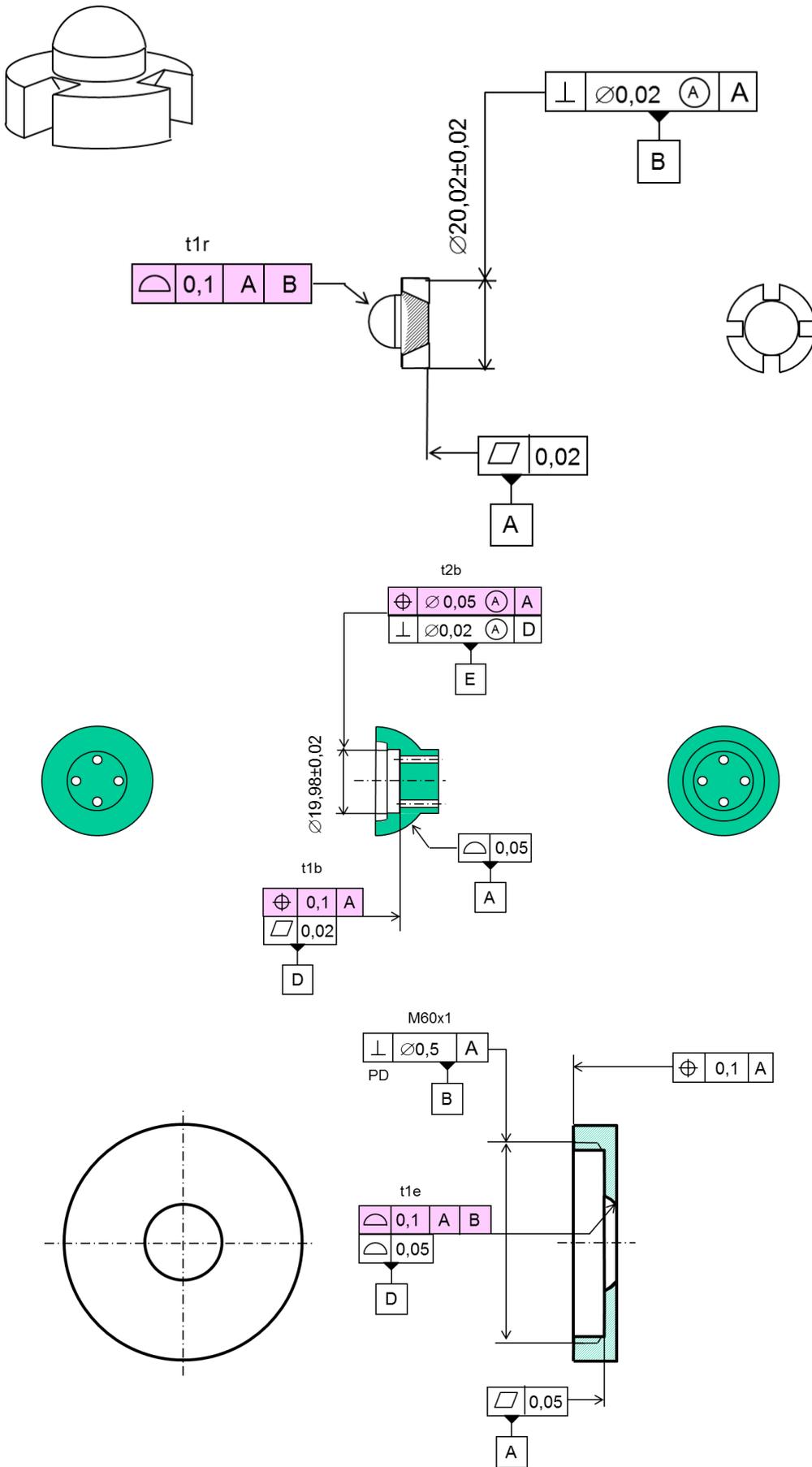


Question 6-2 : La variation de la distance X est de la forme : $Var X = k1.t1+k2.t2+ k3.t3...$
 Déterminer les tolérances influentes et les coefficients k_i à placer dans la relation.

	t	k
Rotule	t1r	1
Buse	t1b	Cos θ
	t2b	Sin θ
Enjoliveur	t1e	1
Corps	t1c	1

$$Y_{mini} = Y_{nominal} - (t1r + t1b \cdot \cos \theta + t2b \cdot \sin \theta + t1e + t1c)/2$$



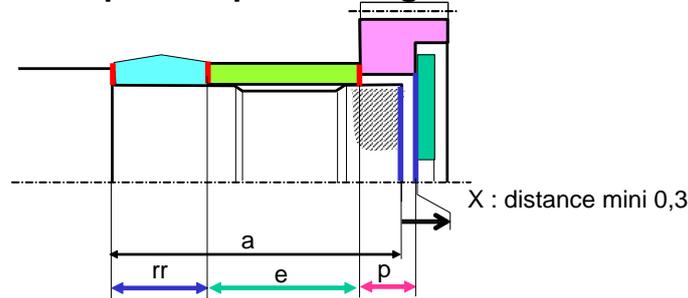


7 - 3 Réducteur

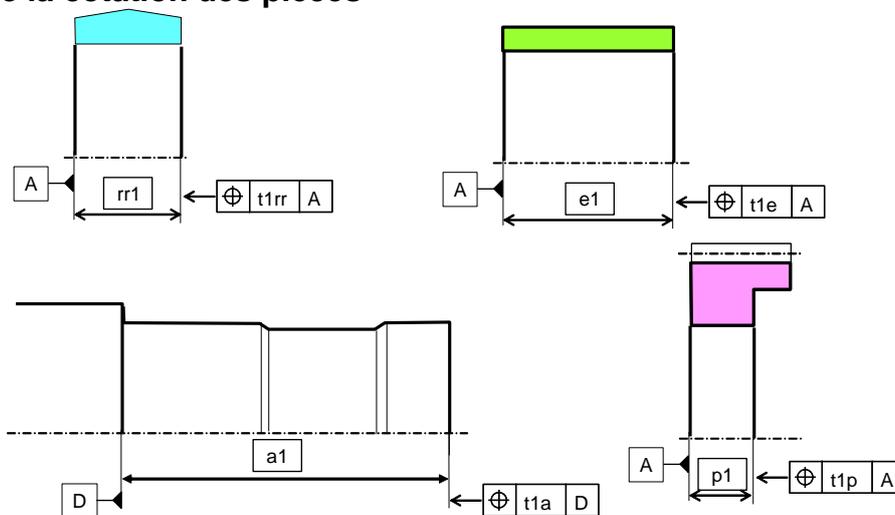
Question 1 : Quelle défaillance peut-on craindre si l'entretoise est trop courte ?

La rondelle va être plaquée directement sur l'arbre. Le pignon ne sera pas bloqué.

Question 2 : Faire la cotation pour respecter l'exigence X de distance mini.



Question 3 : faire la cotation des pièces



Résultante mini

$$X \text{ mini} = (rr1+e2+p1-a1) - (t1rr+t1e+t1p+t1a)/2$$

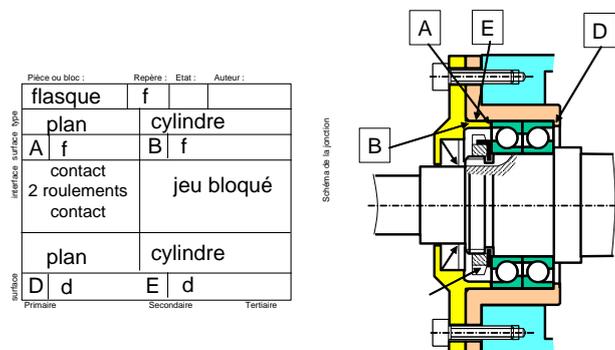
Inéquation à respecter

$$(rr1+e2+p1-a1) - (t1rr+t1e+t1p+t1a)/2 \leq 0,3$$

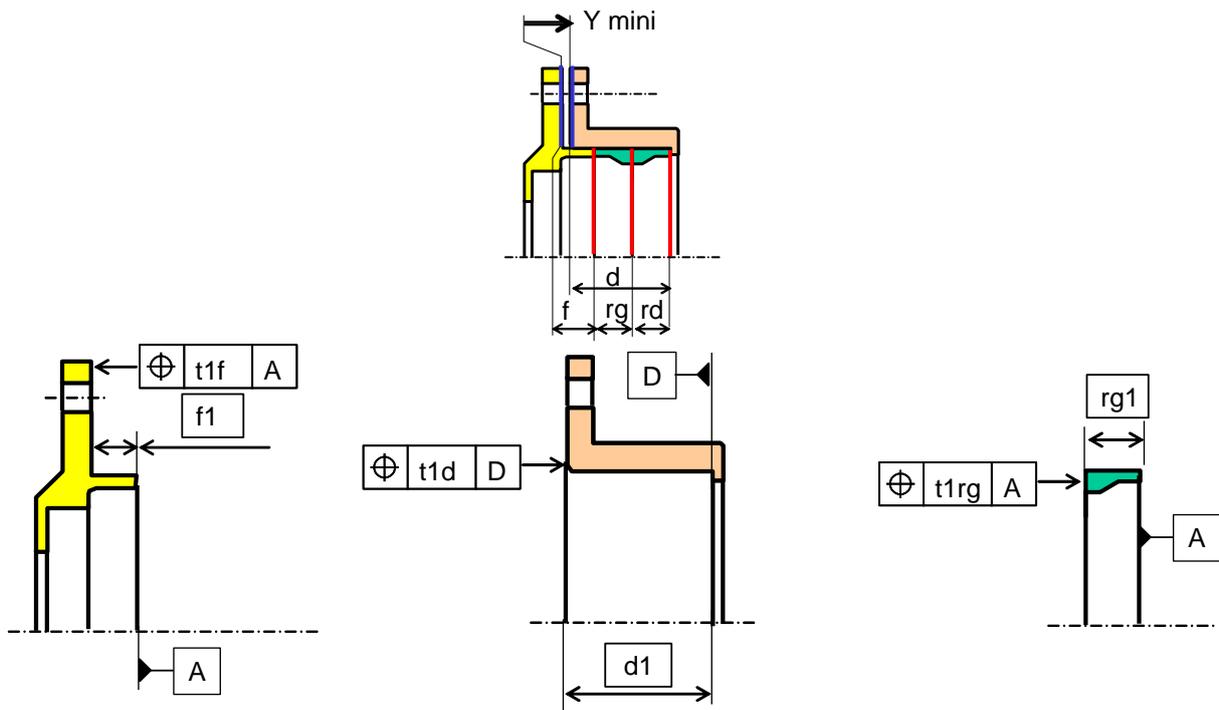
Question 4 : Quelle défaillance peut-on craindre si le centreur du flasque est trop court ?

Les roulements ne seront pas serrés

Question 5 : Faire le tableau de mise en position du flasque



Question 6 : Faire la chaîne de cotes pour la spécification Y et spécifier les pièces influentes.



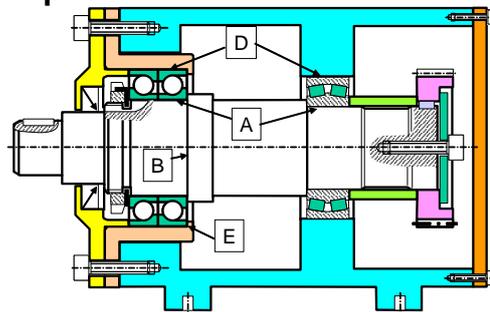
$$Y_{\text{mini}} = (f1 + 2 \cdot rg1 - d1) - (t1f + t1d + 2 \cdot t1rg) / 2 \geq 0,2$$

Question 7 : Quelle défaillance peut-on craindre si l'entretoise est trop longue ?

Si l'entretoise est trop longue, la vis de la rondelle risque de toucher le couvercle.

Question 8 : Définir le tableau de mise en position du bloc tournant

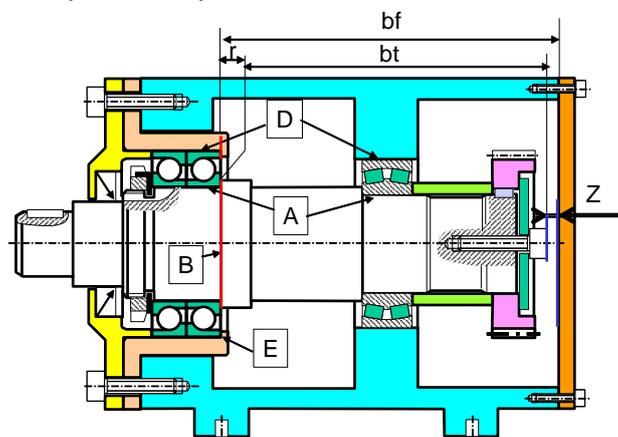
Pièce ou bloc :		Repère :	Etat :	Auteur :
bloc tournant		bt		
cylindres coaxiaux		plan		
A	a	B	a	
roulement		roulement		
cylindres coaxiaux		plan		
D	d-b	E	d	
	Primaire	Secondaire	Tertiaire	



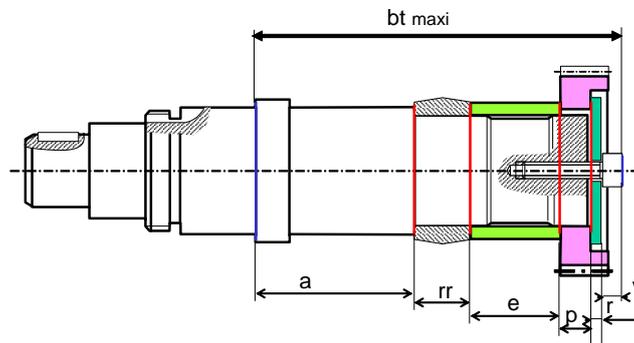
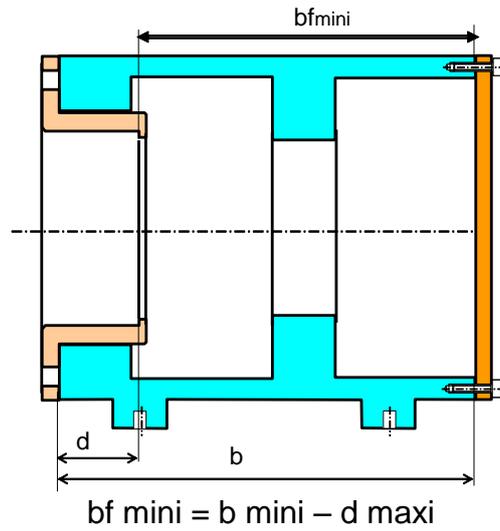
Question 9 : Définir la chaîne de cotes en considérant les blocs comme soudés et établir la relation à respecter.

Déterminer la chaîne de cotes qui correspond au maillon du bloc fixe.

Déterminer la chaîne de cotes qui correspond au maillon du bloc tournant.



$$Z_{\text{mini}} = bf_{\text{mini}} - rd_{\text{maxi}} - bt_{\text{maxi}}$$



$$bt\ maxi = a\ maxi + rr\ maxi + e\ maxi + p\ maxi + r\ maxi + v\ maxi$$

Question 10 : Etablir la relation complète à respecter.

$$Z\ mini = bf\ mini - rd\ maxi - bt\ maxi$$

$$= b\ mini - d\ maxi - rd\ maxi - (a\ maxi + rr\ maxi + e\ maxi + p\ maxi + r\ maxi + v\ maxi)$$