

La cotation fonctionnelle sous modelleur 3D

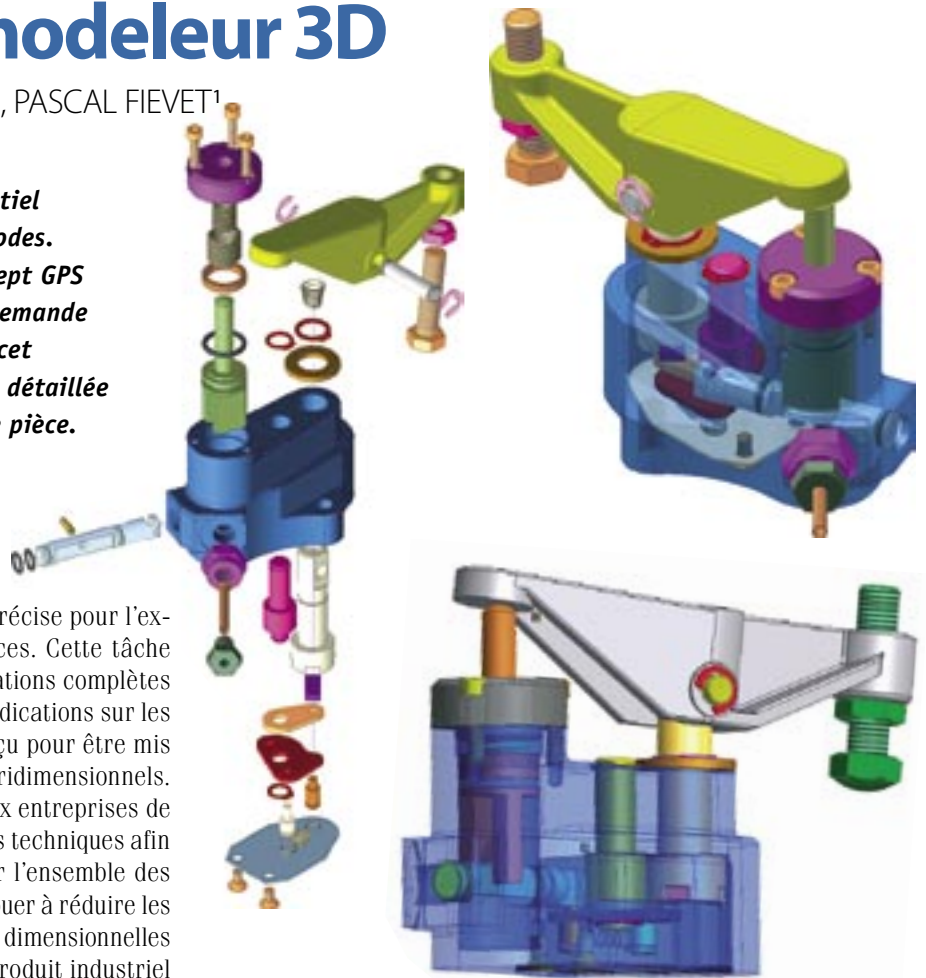
JACQUES PIGLIA, PASCAL FIEVET¹

Le dessin de définition est le support essentiel pour la fabrication via le bureau des méthodes. L'enseignement de ce domaine avec le concept GPS (spécification géométrique des produits) demande une démarche d'analyse très précise. Dans cet article, les auteurs proposent une méthode détaillée permettant de coter fonctionnellement une pièce.

MOTS-CLÉS informatique, lycée professionnel, cotation, CAO et DAO

Le concept GPS

Il a pour objectif de donner une méthode plus précise pour l'expression des exigences fonctionnelles des pièces. Cette tâche sera accomplie grâce à l'utilisation de spécifications complètes et bien définies, incluant la simplification des indications sur les dessins pour les besoins clés. Cet outil est conçu pour être mis en œuvre facilement dans les systèmes CAO tridimensionnels. L'alignement des normes ISO doit permettre aux entreprises de progresser dans la précision de leurs documents techniques afin qu'ils soient interprétables sans ambiguïté par l'ensemble des utilisateurs. Ce processus doit également contribuer à réduire les coûts de production en optimisant les tolérances dimensionnelles et géométriques. La cotation de définition de produit industriel est donc fondamentale dans la réalisation d'un objet technique.



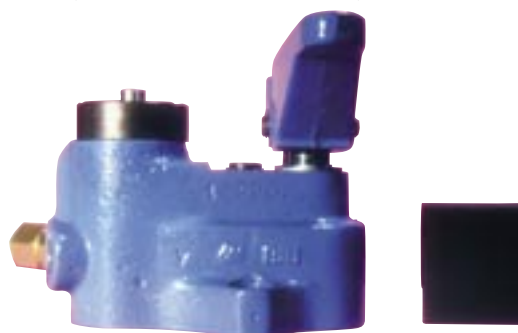
▲ Figure 1. Le modèle

Le modèle 3D

Le modèle numérique est réalisé avec le modelleur Inventor 6 (figure 1). La mise en plan figure en annexes 1 et 2.



▲ Photo 1. La bride pivotante

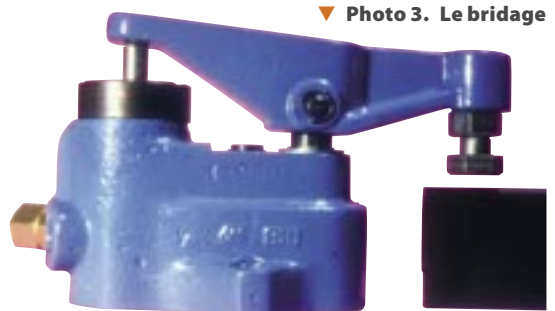


▲ Photo 2. L'escamotage

Le support

Le thème proposé est une bride pivotante utilisée dans une chaîne transfert, permettant de réaliser le maintien en position des pièces sur le montage d'usinage (photo 1). Cette bride doit être escamotable afin de pouvoir laisser le passage à la pièce à usiner (photo 2), puis venir se positionner au-dessus de la pièce (photo 3).

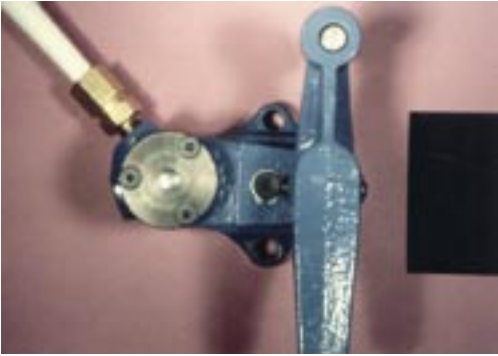



▼ Photo 3. Le bridage







1. Professeurs de génie mécanique - construction au lycée Frédéric-Joliot-Curie de Dammarie-les-Lys.

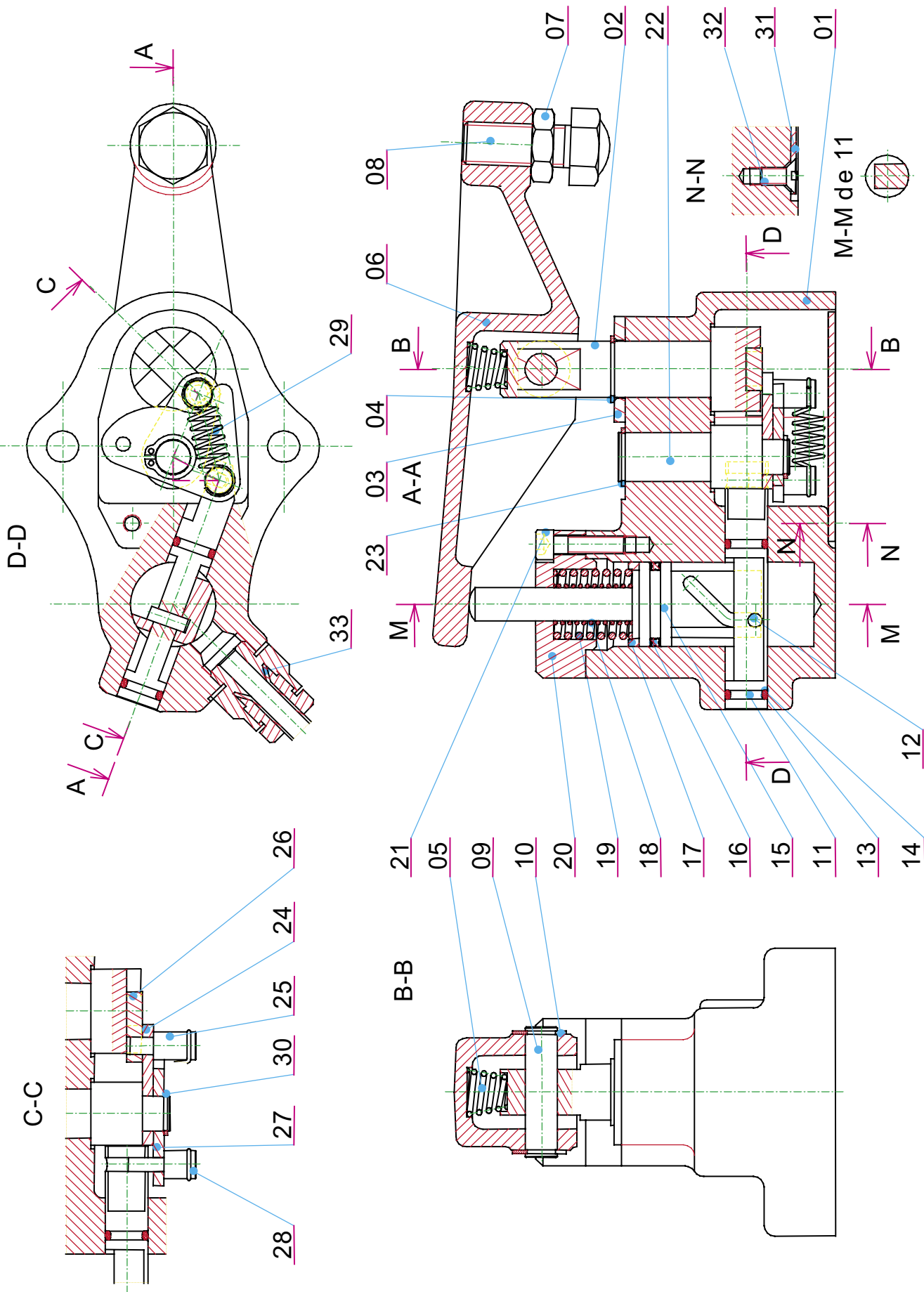
Les fonctions technologiques

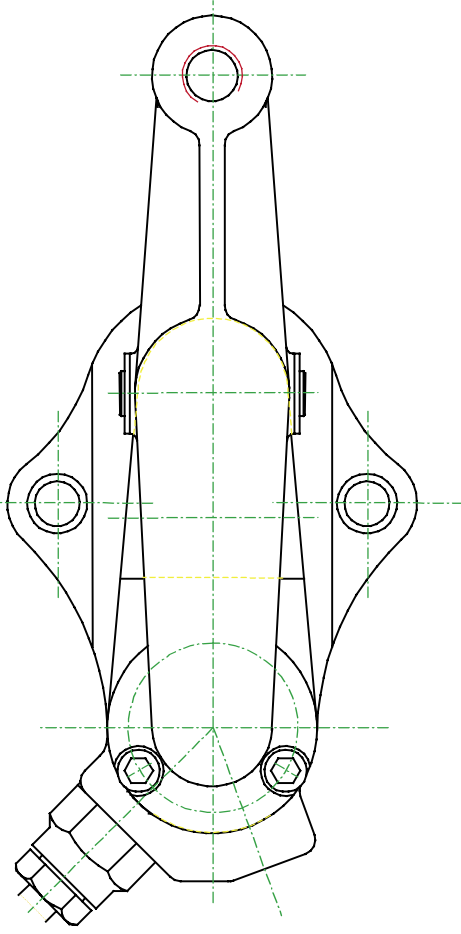
Extérieur au produit	Intérieur au produit				Extérieur au produit
Fonction de service	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Élément du milieu environnant
Maintien en position d'une pièce dans son montage	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique	<p>Déplacer une paroi</p> <p>Réaliser une liaison pivot glissant 15/01</p> <p>$0 < x < 10$ $10 < x < 17$</p> <p>Réaliser une liaison ponctuelle 15/12 Réaliser une liaison ponctuelle 15/06</p> <p>Réaliser une liaison glissière 11/01 Réaliser une liaison pivot 06/02</p> <p>Transformer la translation en rotation</p> <p>Réaliser une liaison pivot 02/01</p>	<p>Établir une différence de pression</p> <p>Maintenir la différence de pression</p>	<p>Réaliser une chambre 1 de pression P_1</p> <p>Adapter l'orifice</p> <p>Réaliser une chambre 2 de pression P_a</p> <p>Adapter l'orifice</p>	<p>Pression P_1</p> <p>Pression P_a (pression atmosphérique)</p> <p>$F = 4400 \text{ N}$ $t = 0,5 \text{ s}$</p> <p>$\alpha = 90^\circ$ $t = 0,5 \text{ s}$</p> <p>$\alpha = 0^\circ$ $t = 0,5 \text{ s}$</p>
			<p>Oui</p> <p>$\mathcal{E}_r < \mathcal{E}_m$</p> <p>Non</p>	<p>Réaliser une liaison pivot 24/27</p>	


Action	Fonction	Résultat
	<p>Rotation $\mathcal{R}Ox$</p> <p>\mathcal{E}_1, ω_1</p>	
	<p>Rotation $\mathcal{R}Oy$</p> <p>\mathcal{E}_2, ω_2</p>	

Extérieur au produit	Intérieur au produit				Extérieur au produit
Fonction de service	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Élément du milieu environnant
Libérer la pièce	Restituer l'énergie mécanique des ressorts 18 + 19	Déplacer une paroi	Établir une différence de pression	Réaliser une chambre 1 de pression " P _a "	Pression " P _a "
		Réaliser une liaison pivot glissant 15/01	Maintenir la différence de pression	Adapter l'orifice	
	Restituer l'énergie mécanique du ressort 05	Faire pivoter la bride		Réaliser une chambre 2 de pression P _a	Pression P _a (pression atmosphérique)
		Réaliser une liaison pivot 06/02		Adapter l'orifice	$\alpha = -90^\circ$ $t = 0,5 \text{ s}$
					horizontalité $t = 0,5 \text{ s}$

Action	Fonction	Résultat
	Rotation $\mathcal{R}Oy$ \mathcal{C}_3, ω_3	
	Rotation $\mathcal{R}Ox$ \mathcal{C}_4, ω_4	

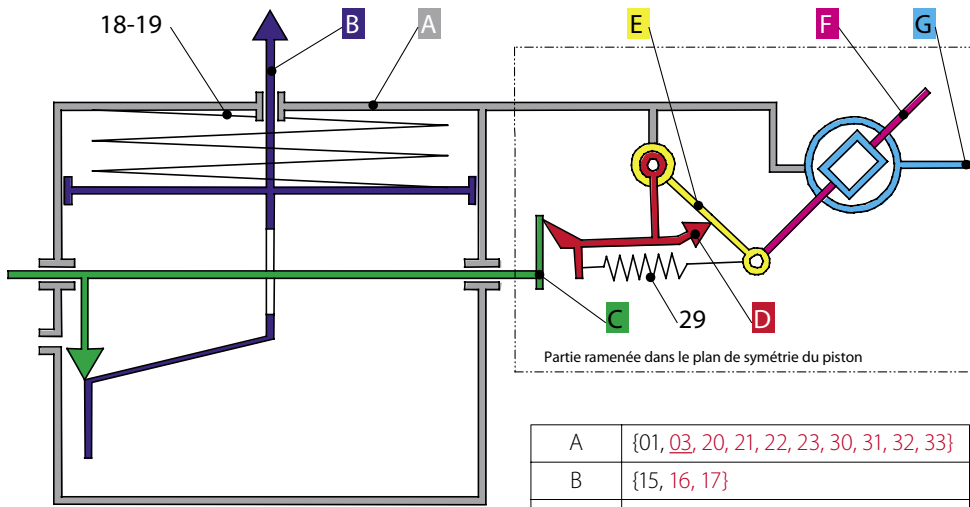
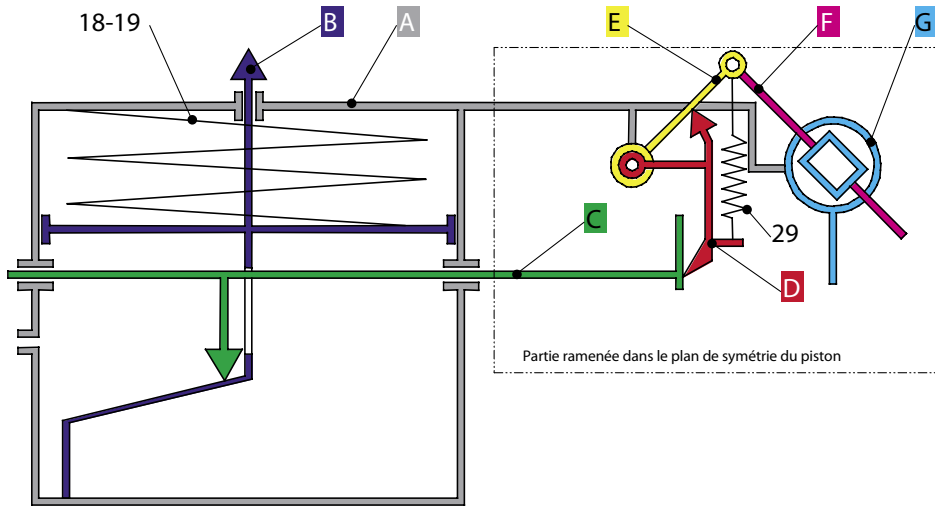


ANNEXE 2


33	1	Raccord					14	2	Bague anti-extrusion			
32	2	Vis F S, M5-10, 8.8		NF E 29-515			13	2	Joint torique 8.9 x 1.9			
31	1	Couvercle	C 40				12	1	Doigt de guidage	C 35		
30	1	Anneau élastique pour arbre		10 x 1			11	1	Tige	C 35		
29	1	Ressort de traction	C 35 E				10	2	Segment d'arrêt radial 9 x 1			
28	1	Axe	C 35				09	1	Axe	38 Cr 2		
27	1	Poussoir	C 35				08	1	Borne d'appui	10 Cr Ni 6		Cémenté trempé
26	1	Coulisseau	Cu Zn 40 Pb3				07	1	Écrou Hm M12, 8			
25	1	Axe	C 35				06	1	Bride	FGL 300		
24	1	Porte-axe	C 35				05	1	Ressort conique	C 35 E		
23	1	Anneau élastique pour arbre		14 x 1			04	1	Anneau élastique pour arbre			16 x 1
22	1	Axe	C 35				03	1	Rondelle Z 16 U			
21	3	Vis C HC, M5-20, 8.8					02	1	Axe	C 35		
20	1	Couvercle	S 235				01	1	Corps	FGL 200		
19	1	Ressort $d=1n=11r=6L=58L'=23$	C 35 E				Rep\Nb		Désignation	Matière		Observations
18	1	Ressort $d=2n=7r=8L=47L'=23$	C 35 E							Echelle : X : X		BRIDE PIVOTANTE
17	1	Bague de guidage	Cu Zn 40 Pb3							Établi le : 18/06/03 par : FP vérifié :		DELAGRAVE ÉDITION
16	1	Joint QUAD RING 4116					MISE À JOUR					A3 V
15	1	Piston	30 Cr Ni 11	Busak Chambon								N° 03-1000
				Trempe revenu								

Les schémas cinématiques

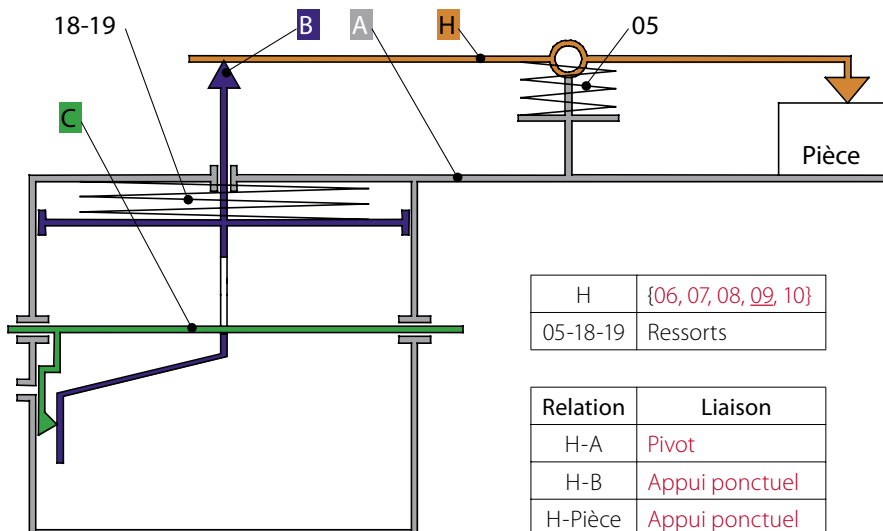
Rotation \mathcal{R}/Ox



A	{01, 03, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 33}
B	{15, 16, 17}
C	{11, 12, 13, 14}
D	{27, 28}
E	{24, 25}
F	{26}
G	{02, 03, 04, 09}
05	
18-19	Ressorts
29	
absents	06, 07, 08, 09, 10

Relation	Liaison
G-F	Glissière
F-E	Pivot
E-A	Pivot
D-A	Pivot
D-C	Rectiligne ou appui ponctuel
C-B	Rectiligne ou appui ponctuel
B-A	Pivot glissant

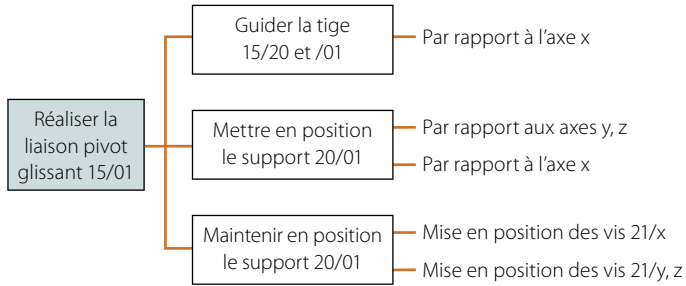
Rotation \mathcal{R}/Oy



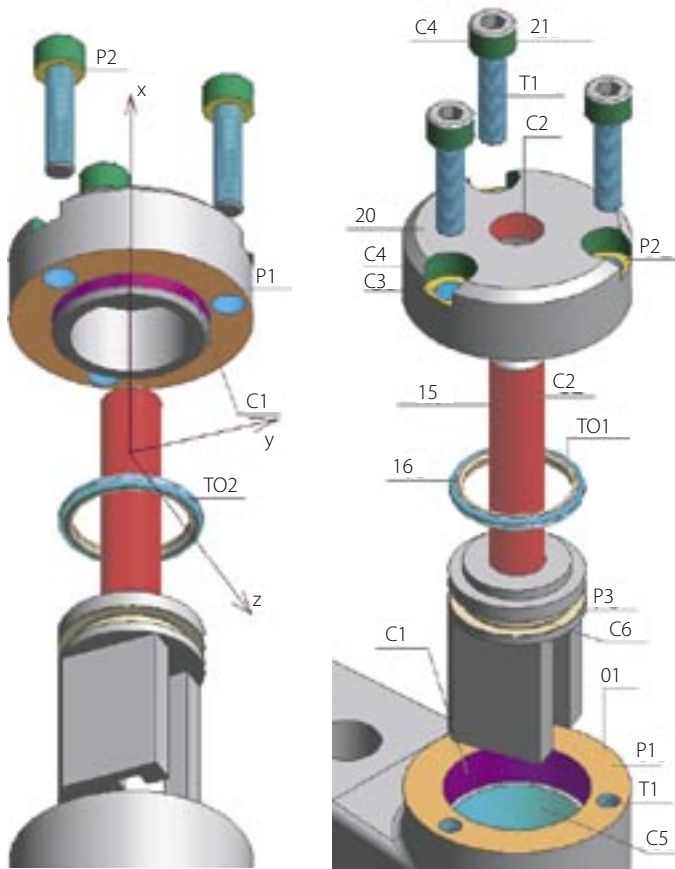
H	{06, 07, 08, 09, 10}
05-18-19	Ressorts

Relation	Liaison
H-A	Pivot
H-B	Appui ponctuel
H-Pièce	Appui ponctuel

La fonction étudiée



La fonction étudiée permet de définir un **groupe fonctionnel** composé des pièces 01, 15, 16, 20 et 21. Sur chaque pièce, on associe par une même couleur et par C pour cylindre, P pour plan, T pour taraudé et TO pour torique les surfaces fonctionnelles (figure 2).



▲ Figure 2. Le groupe fonctionnel

Le dessin de définition

Nous allons donner une démarche permettant de définir toutes les spécifications fonctionnelles nécessaires et suffisantes à la définition de la pièce. Nous allons mener en parallèle la définition des pièces 20 et 01.

Les pièces en liaison

Pièces du groupe fonctionnel	01, 20, 15, 21, 16					
Pièce à définir	pièce 20			Pièce 01		
Pièces en liaison avec la pièce à coter	01	15	21	20	16	21

Les surfaces associées

Définir les surfaces concernées (figure 2).

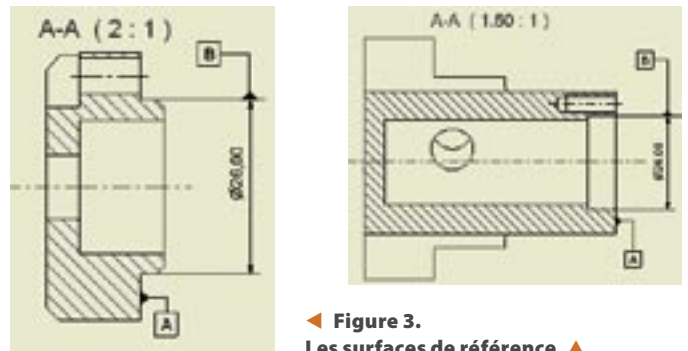
Pièces du groupe fonctionnel	01, 20, 15, 21, 16									
Pièce à définir	pièce 20			Pièce 01						
Pièces en liaison avec la pièce à coter	01	15	21	20	16	21				
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1

Les surfaces de référence

Définir les surfaces de référence. On prendra comme surfaces de référence les surfaces de mise en position de la pièce à définir dans le groupe fonctionnel (figure 3).

Pièce à définir	pièce 20			Pièce 01						
Pièces en liaison avec la pièce à coter	01	15	21	20	16	21				
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		

Symbole d'identification de référence



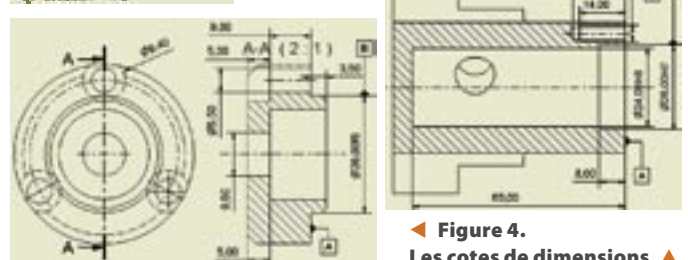
▲ Figure 3. Les surfaces de référence ▲

Les cotes de dimension

Définir les dimensions de chaque surface concernée (figure 4). Seuls les ajustements seront indiqués. Les tolérances sur les autres cotes seront en tolérance générale.

Pièce à définir	pièce 20			Pièce 01						
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Cotes de dimensions	$\varnothing 26 f6$ 3,5	$\varnothing 9,5 H7$ 5	$\varnothing 5,5$ $\varnothing 9,4$ 9-5				$\varnothing 26 H7$ 8	$\varnothing 24 H8$ 65		M5 14 16

Dessins - Annotations



▲ Figure 4. Les cotes de dimensions ▲

Remarque: Les cotes seront réorganisées au fur et à mesure de l'évolution de la cotation.

Les cotes de position

Définir les cotes qui positionnent les volumes par rapport au référentiel. Le référentiel (O, x, y, z) sera positionné sur les surfaces de référence A et B (figure 5).

Pièce à définir	pièce 20						Pièce 01			
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Cotes de position	x		9						65	
	y		0						0	
	z		0						0	
	R			16,5						16,5
	∞			120°						120°

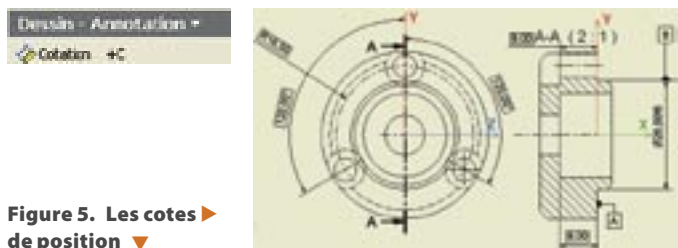
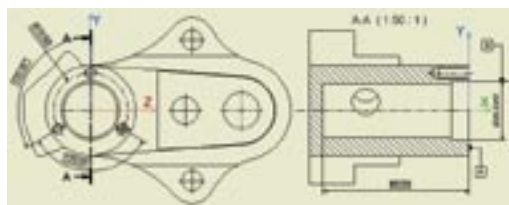


Figure 5. Les cotes de position



Toutes les cotes étant mises, cliquer sur la cote et sélectionner « Tolérance », puis « de base ».

Les tolérances de position

Les cotes de position étant des cotes encadrées, on définit des tolérances par la localisation (figure 6).

Pièce à définir	pièce 20						Pièce 01			
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Cotes de position			$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$			$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$



Figure 6. Les tolérances de position

Dans le tableau, sélectionner le symbole de tolérance qui correspond.

Les tolérances géométriques de forme

Les tolérances géométriques de forme seront nécessaires pour une surface importante (figure 7).

Pièce à définir	pièce 20						Pièce 01			
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Tolérances géométriques de forme			$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$			$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$

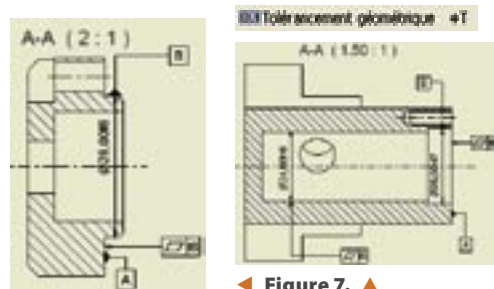


Figure 7. Les tolérances géométriques de forme

Les tolérances géométriques d'orientation

Les tolérances géométriques d'orientation seront nécessaires pour des surfaces importantes (figure 8).

Pièce à définir	pièce 20						Pièce 01			
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Tolérances géométriques d'orientation			$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$			$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} \text{0.05} \\ \text{0.05} \end{array} \right]$

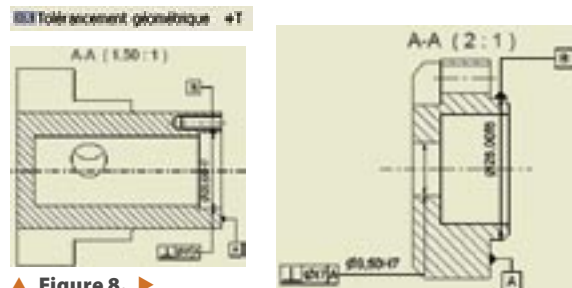


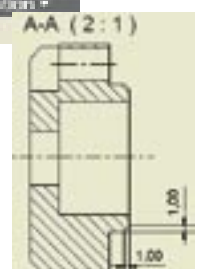
Figure 8. Les tolérances d'orientation

Cotes d'impératif d'usage

Les cotes d'impératif d'usage sont des cotes de dimension définissant des surfaces nécessaires à un usinage :

- chanfrein (figure 9) ;
- gorges de dégagement ;
- bords de pièce.

Figure 9. La cotation du chanfrein



Pièce à définir	pièce 20						Pièce 01			
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Cotes d'impératif d'usage		1								

Cotes de résistance

Les cotes de résistance sont des cotes de dimensions définissant l'épaisseur de matière nécessaire à l'usinage (figure 10).

Pièce à définir	pièce 20					Pièce 01				
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Cotes de résistance		3		0,75	1,80				6	1



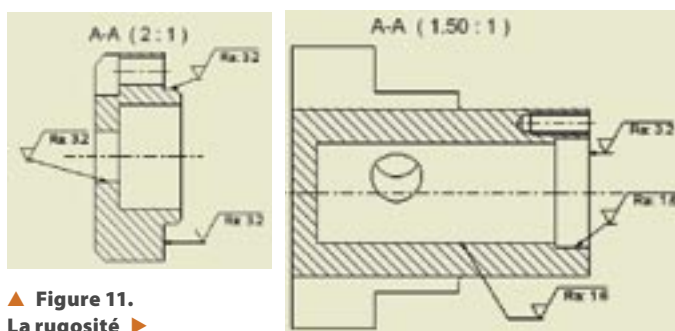
▲ Figure 10. ▲ Les cotes de résistance

Les états de surface : la rugosité

À partir de la fonction de la surface, on définit, avec l'aide d'un tableau adapté, la rugosité arithmétique imposée. Seules seront indiquées les rugosités différentes de la rugosité générale (figure 11).

Pièce à définir	pièce 20					Pièce 01				
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Rugosité	3,2	3,2	3,2				3,2	3,2	1,6	

☐ Symbole d'état de surface



▲ Figure 11. La rugosité ▶

Tolérances générales et rugosité générale

Inscrire au-dessus du cartouche la tolérance générale ISO 2767-mK et la rugosité générale (figure 12).

Tolérance générale ISO 2767-mK			Rugosité générale Ra 6.3		
Rep	Nb	Désignation	MATIERE	Observations	
1	1	Corps	FGL 200	Stabilisé	
Corps per		Vérifié par	Approuvé par/daté	Date	
				22/09/2003	
Lycée Joliot Curie DLL			BRIDE PIVOTANTE		
dessin 01_corps			Modification		Feuille
					1 / 1

▲ Figure 12. Le cartouche

Le bilan

Voir en annexe 3 et 4.

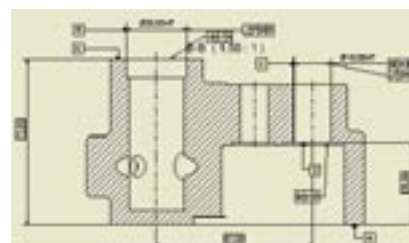
Pièces du groupe fonctionnel	01, 20, 15, 21, 16									
Pièce à définir	pièce 20			Pièce 01						
Pièces en liaison avec la pièce à coter	01	15	21	20	16	21				
Nom des surfaces associées	C1	P1	C2	C3	C4	P2	C1	P1	C5	T1
Surface de référence	A	B					A	B		
Cotes de dimensions	∅26 f6 3,5	∅9,5 H7 5	∅5,5 ∅9,4 9-5		∅26 H7 8	∅24 H8 65			M5 14 16	
Cotes de position	x	9				6,5				
	y		0			0				
	z		0			0				
	R			16,5						16,5
	∞			120°						120°
Tolérances de position			∅0,016 2,3 ∅0,016	∅0,016 ∅0,016		∅0,016 10,3 ∅0,016			∅0,016 ∅0,016	
Tolérances géométriques de forme										
Tolérances géométriques d'orientation										
Cotes d'impératif d'usinage		1								
Cotes de résistance		3		0,75 1,80				6		1 2
Rugosité	3,2	3,2	3,2				3,2	3,2	1,6	

Tolérance générale ISO 2768-mK Rugosité générale : Ra 6,3

La liaison entre groupes fonctionnels

Toutes les fonctions définies dans les fonctions technologiques seront analysées avec la même démarche. Cela implique donc une liaison fonctionnelle entre chaque groupe de surfaces fonctionnelles. Nous allons traiter la liaison entre les groupes fonctionnels relatifs aux fonctions coloriées sur le FAST. On prendra comme référence les surfaces de mise en position de la pièce 01 sur le montage (figure 13).

Fonctions étudiées	Réaliser une liaison pivot glissant 15/01	Réaliser une liaison pivot 02/01		
Pièce à définir	pièce 01			
Surfaces de référence	A	B	C	D
Cotes de position	71		67	35
Tolérances de position	∅0,016		∅0,016	∅0,016
Tolérances géométriques d'orientation			∅0,016	∅0,016



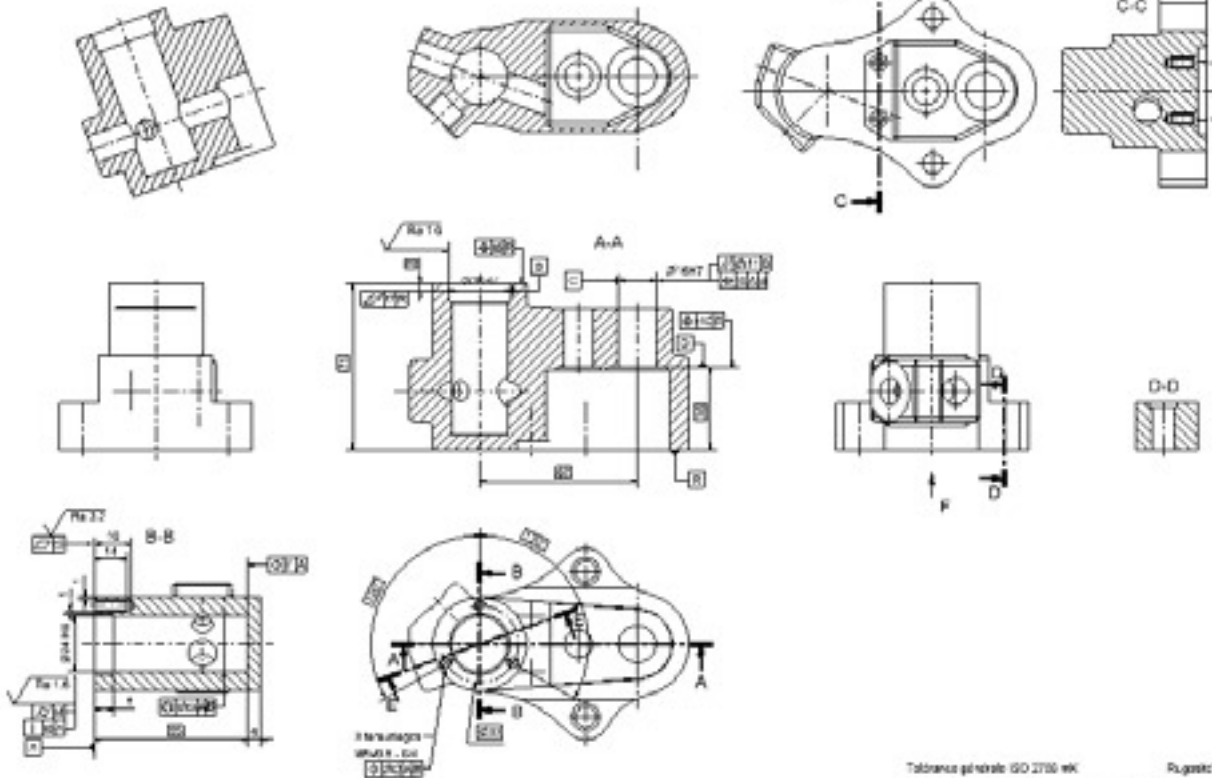
▲ Figure 13. Les spécifications de liaison

Conclusion

La démarche proposée permet aux élèves de hiérarchiser les étapes afin d'obtenir une cotation rigoureuse. Chaque étape de la cotation est définie par une fonction technique. Toutes les fonctions sont définies par les FAST (voir « Les fonctions technologiques »). La cotation de définition sera terminée quand toutes les fonctions auront été traitées. ■

ANNEXE 3

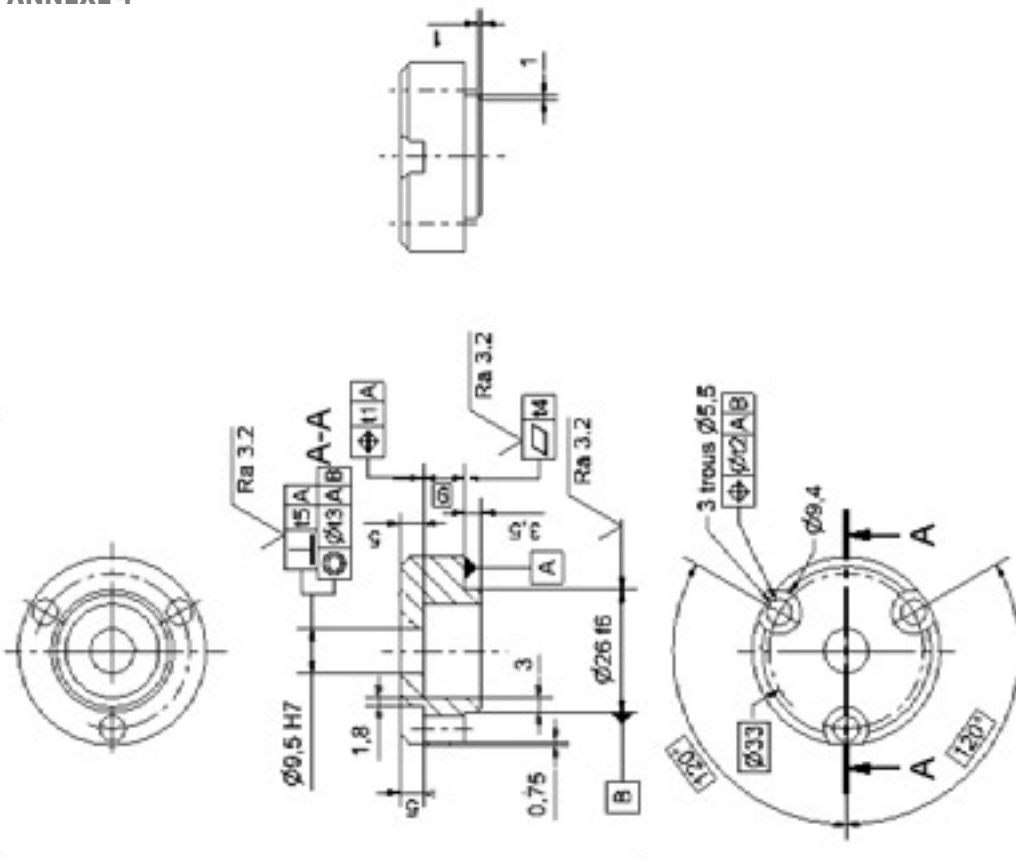
E-E



Tolérance générale ISO 2768 mK Rugosité générale Ra 6.3

Obj.	Nb.	Unité	M. 1/100	Lib. 1/100
1	1	mm	100	100
Lycée Joliot Curie DLL				
BRIDE PIVOTANTE				
dessin 21_corse.com				

ANNEXE 4



Tolérance générale ISO 2768 mK Rugosité générale Ra 6.3

Rep	Nb	Désignation	MATIERE	Observations
20	1	Couvercle	S 235	
Conçu par		Approuvé par		Date
P. FIEVET				23/06/2003
Lycée Joliot Curie DLL			BORNE PIVOTANTE	
dessin 20_couvercle			dessin 21_corse	
			1 / 1	