

SESSION 2011

**AGRÉGATION
CONCOURS INTERNE
ET CAER**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

ÉPREUVE PRENANT APPUI SUR UN SYSTÈME INDUSTRIEL

Durée : 8 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

Le sujet comporte 4 dossiers différents :

- **Dossier Technique (DT 1/23 à DT 23/23)**
- **Dossier Pédagogique (DP 1/4 à DP 4/4)**
- **Dossier Travail Demandé (TD 1/10 à TD 10/10)**
- **Dossier Documents Réponses (DR 1/5 à DR 5/5)**

Agrégation Génie mécanique Interne

DOSSIER TECHNIQUE

Ministère de l'Éducation Nationale

Concours INTERNE de recrutement des professeurs agrégés.

Section : Génie Mécanique

Dossier Technique

Ce dossier comporte 23 documents repérés DT 1/23 à DT 23/23.

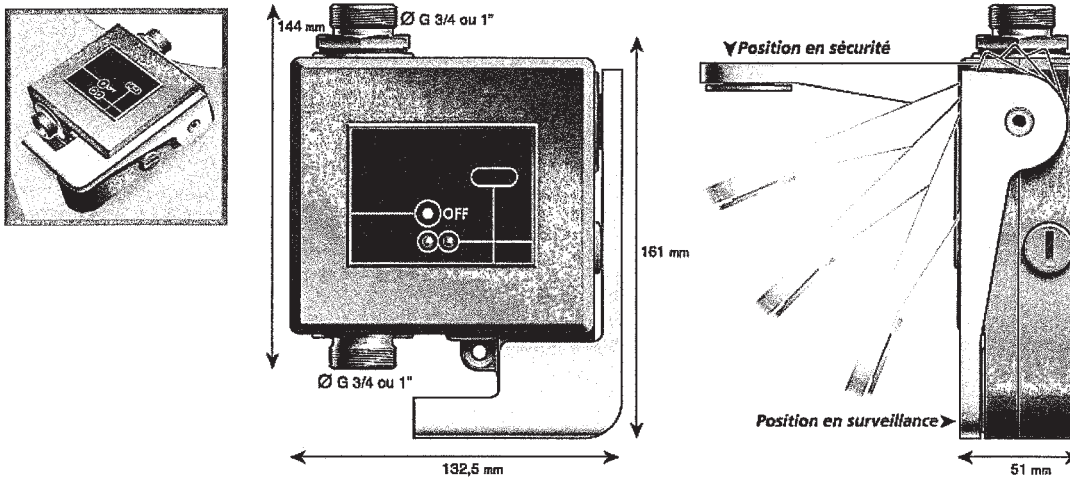
- | | |
|--|-------------|
| - Présentation générale du produit : | DT 1/23 |
| - Expression fonctionnelle du besoin : | |
| • Identification des fonctions de services : | DT 1/23 |
| • Classification et Caractérisation des fonctions de services : | DT 2/23 |
| • Hiérarchisation des fonctions : | DT 3/23 |
| - Chaîne d'action : | DT 4/23 |
| - Diagramme FAST : | DT 5-6/23 |
| - Classification des Fonctions Techniques : | DT 7/23 |
| - Caractéristique du PA 6.6 : | DT 7/23 |
| - Caractéristiques de la presse à injecter : | DT 7/23 |
| - Formulaire de calculs pour les ressorts hélicoïdaux : | DT 8/23 |
| - Repérage des surfaces usinées de l'axe commande : | DT 9/23 |
| - Paramètres de coupe recommandés en tournage pour le 304/304L : | DT 10/23 |
| - Moyen de production envisagé de type tour CN bi broche : | DT 11/23 |
| - Exemples de représentation pour la cinématique d'outillage : | DT 12-13/23 |
| - Structure d'un moule d'injection : | DT 14/23 |
| - Caractéristiques du standard d'outillage : | DT 14-15/23 |
| - Formulaire pour le calcul de l'épaisseur de la contre-plaque : | DT 16/23 |
| - Plan éclaté de la vanne d'arrêt : | DT 17/23 |
| - Plan éclaté du mécanisme de détection : | DT 18/23 |
| - Dessin de détail du corps de cuve : | DT 19/23 |
| - Dessin de détail de l'axe commande : | DT 20/23 |
| - Dessin partiellement coté de l'axe commande nouvelle version : | DT 21/23 |
| - Représentation plane de la nouvelle turbine de détection : | DT 22/23 |
| - Tableau des capacités procédés : | DT 23/23 |

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PRODUIT.

La vanne automatique de sécurité est un appareil permettant une surveillance « intelligente » de tout circuit d'eau. Elle permet d'assurer une veille sécuritaire chez un particulier, en entreprise ou en collectivité.

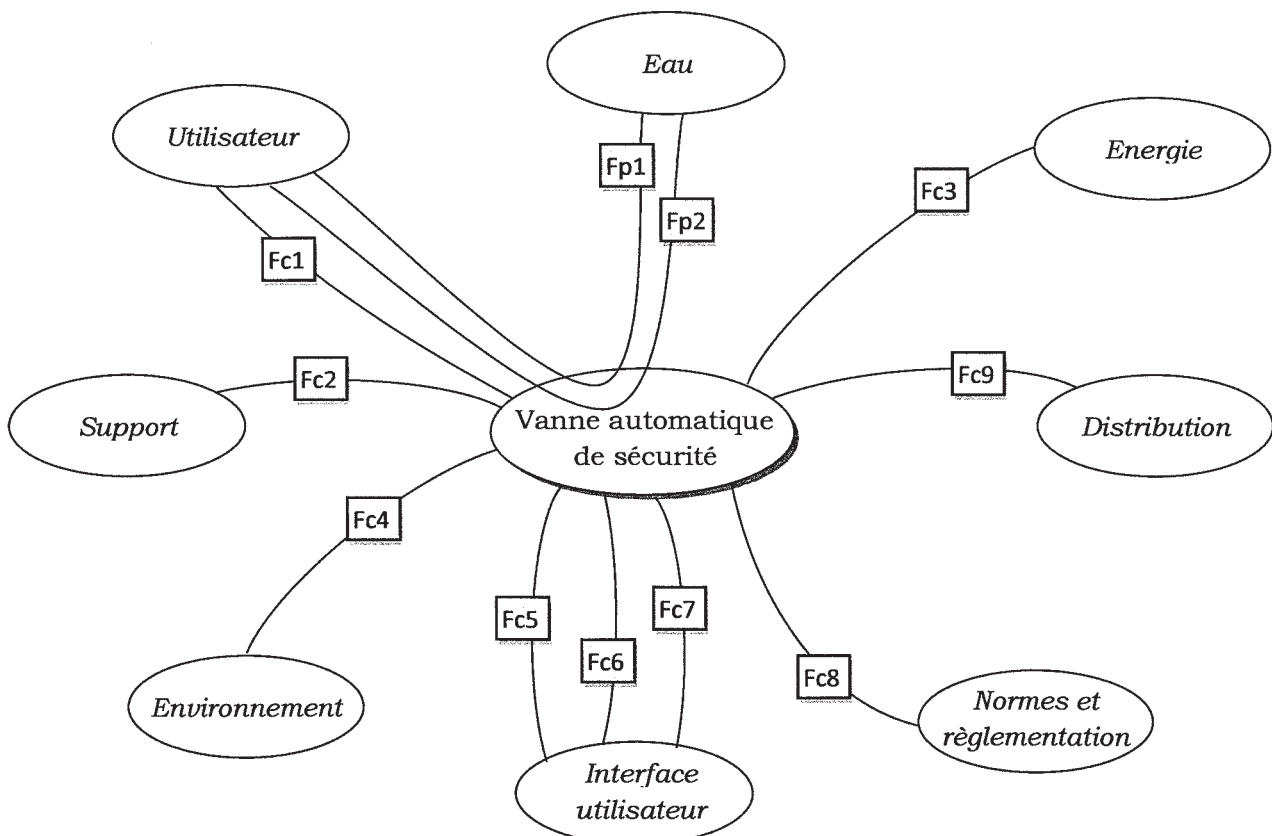
Elle mesure et analyse en temps réel la circulation d'eau et détecte les consommations anormales. Elle agit comme un coupe circuit, elle donne l'alerte et ferme l'arrivée d'eau si cela est nécessaire.

Cette vanne s'insère généralement en tête du réseau de distribution d'eau.



2. EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN

2.1. Identifier les fonctions de services



2.2. Classification des fonctions

Fonctions principales	Fonctions complémentaires et de contraintes
FP1 : Détecter une fuite.	Fc1 : Se raccorder au réseau.
FP2 : Couper le circuit d'eau.	Fc2 : Assurer un complément de fixation au support.
	Fc3 : Assurer son autonomie en énergie électrique.
	Fc4 : Résister au milieu environnant.
	Fc5 : Désactiver la détection de fuite.
	Fc6 : Avertir de son état de fonctionnement instantané.
	Fc7 : Réarmer manuellement la vanne d'arrêt.
	Fc8 : Respecter les normes.
	Fc9 : Avoir un prix de vente compétitif.

2.3. Caractérisation des fonctions de services

Fonctions de service	Critères d'appréciation		Niveaux d'appréciation	Flexibilité	
				Limite d'acceptation	Classe
FP1 : Détecter une fuite d'eau.	Sensibilité de mesure		20 cl/min	± 10%	F0
FP2 : Couper le circuit d'eau.	Seuil de déclenchement sur :	Débit de rupture	> 3000 l/heure	± 10%	F0
		Débit constant	Décompte à partir de 200 l	± 20 %	F1
Fc1 : Se raccorder au réseau	Raccordement normé		Ø G 3/4	± 10%	F0
Fc2 : Assurer un complément de fixation au support.	Absence de fuites sur les raccords lors du déclenchement.		100 déclenchements	± 10%	F2
Fc3 : Assurer son autonomie en énergie électrique.	Durée d'autonomie		10 ans de fonctionnement	± 20%	F3
Fc4 : Résister au milieu environnant.	Oxydation		Milieu aquatique	Absence de trace	F1
	Pression du réseau		25 bars	± 10%	F0
	Forme du boîtier		Esthétique personnelle	± 10%	F3
Fc5 : Désactiver la détection de fuite.	Désactivation limitée		24 heures	± 20%	F3
Fc6 : Avertir de son état de fonctionnement instantané.	Clignotement lumineux		Identique au seuil de déclenchement	± 10%	F2
Fc7 : Réarmer manuellement la vanne d'arrêt.	Couple de réarmement		3 N.m	± 10%	F2
Fc8 : Respecter les normes.	Mesure de débit		ISO 4064	± 10%	F0
	Taux de recyclage		80% du produit	70% mini	F3
Fc9 : Avoir un prix de vente compétitif.	Coût de production		< 100 €	± 20 %	F2

Flexibilité :

- F0 : Flexibilité nulle, niveau impératif.
- F1 : Flexibilité faible, niveau peu négociable.
- F2 : Flexibilité bonne, niveau négociable.
- F3 : Flexibilité forte, niveau très négociable

2.4. Hiérarchisation des fonctions

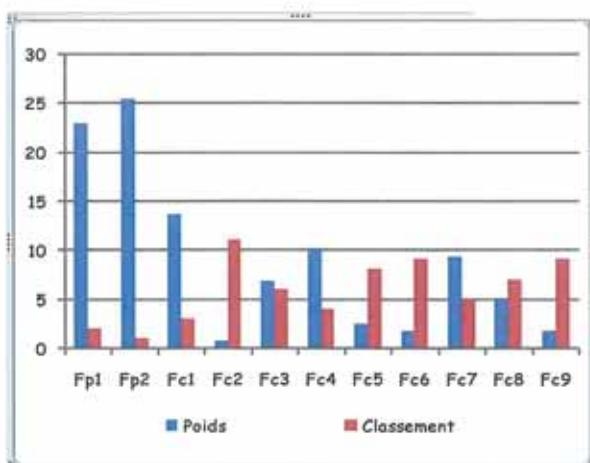
La hiérarchisation des fonctions de service est réalisée à partir d'un tableau croisé permettant :

- d'affecter une note d'importance relative à chaque fonction de service ;
- de classer les fonctions par ordre d'importance.

Note	Importance
0	Equivalente
1	Légèrement supérieure
2	Moyennement supérieure
3	Nettement supérieure

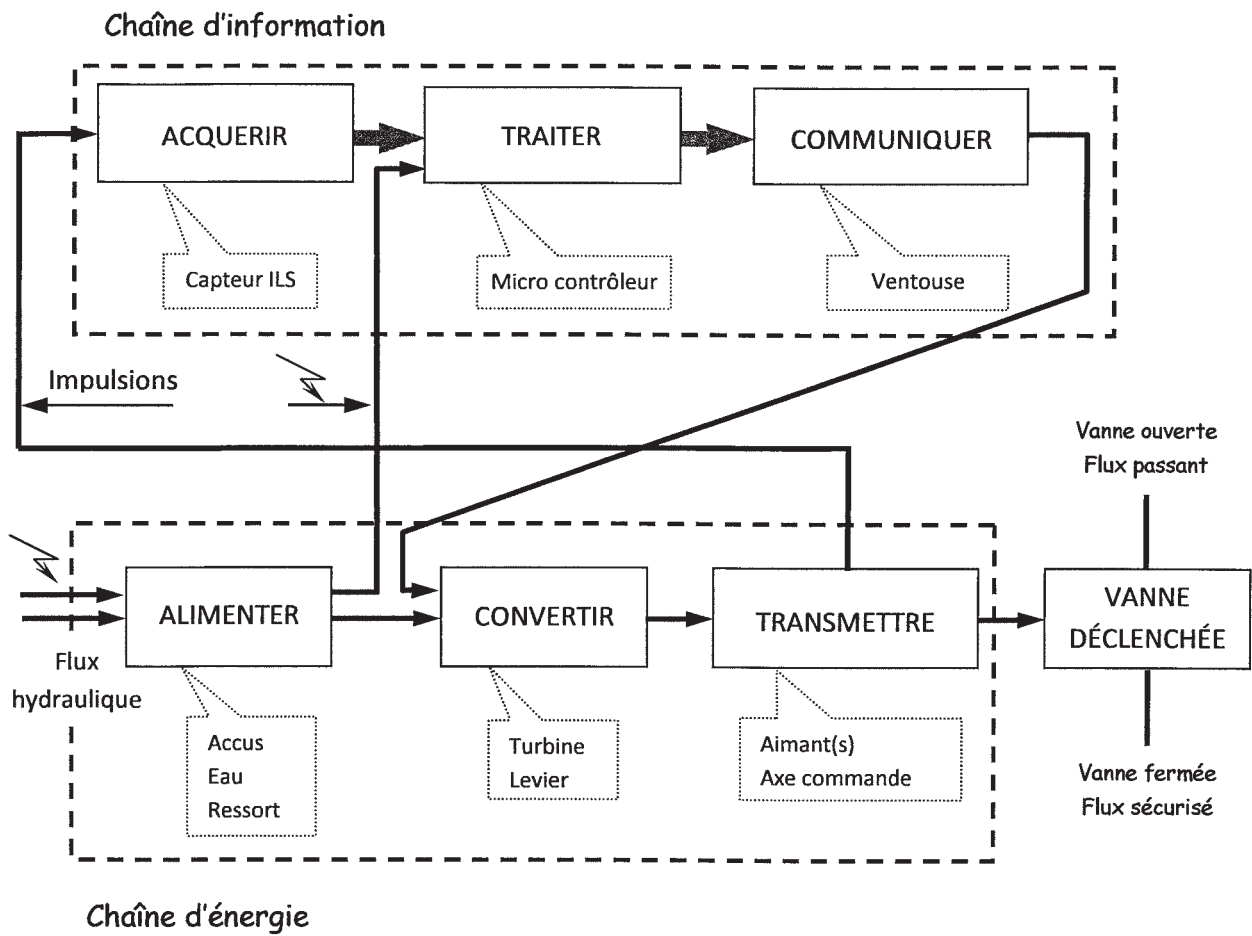
											Total	Poids	Classement
Fp1	P2-3	P1-3	P1-3	P1-3	P1-3	P1-3	P1-3	P1-3	P1-3	P1-3	27	22,9	2
	Fp2	P2-3	P2-3	P2-3	P2-3	P2-3	P2-3	P2-3	P2-3	P2-3	30	25,4	1
		Fc1	C1-2	C1-3	C1-2	C1-2	C1-1	C1-3	C1-2	C1-1	16	13,6	3
			Fc2	C3-1	C4-2	C2-1	C6-1	C7-3	C8-2	C9-1	1	0,8	11
				Fc3	C3-2	C3-2	C3-1	C7-2	C8-1	C3-2	8	6,8	6
					Fc4	C4-3	C4-3	C7-1	C4-2	C4-2	12	10,2	4
						Fc5	C6-1	C7-1	C5-2	C5-1	3	2,5	8
							Fc6	C7-2	C8-1	C9-2	2	1,7	9
								Fc7	C7-1	C7-1	11	9,3	5
									Fc8	C8-2	6	5,1	7
										Fc9	2	1,7	9
										Moyenne	10,72	9,1	
										Total	118	100	

Elle permet de tracer l'histogramme des besoins et le classement par liste.



Classement des fonctions
FP2 : Couper le circuit d'eau.
FP1 : Détecter une fuite d'eau.
Fc1 : Se raccorder au réseau.
Fc4 : Résister au milieu environnant.
Fc7 : Réarmer manuellement la vanne d'arrêt.
Fc3 : Assurer son autonomie en énergie électrique.
Fc8 : Respecter les normes.
Fc5 : Désactiver la détection de fuite.
Fc9 : Avoir un prix de vente compétitif.
Fc6 : Avertir de son état de fonctionnement instantané.
Fc2 : Assurer un complément de fixation au support.

3. CHAÎNE D'ACTION



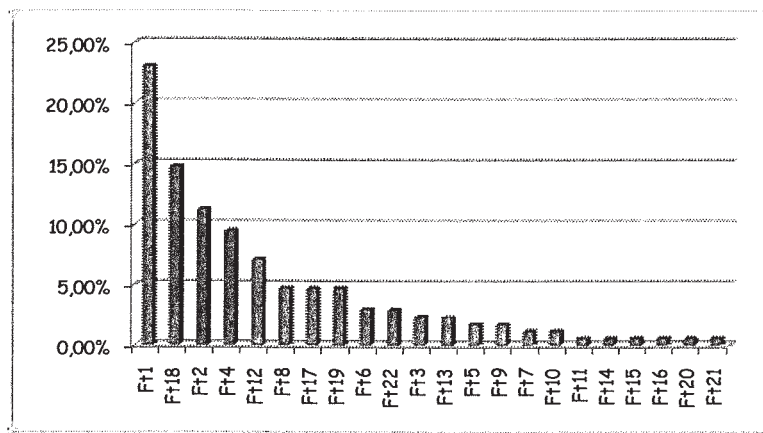
4. DIAGRAMME FAST

FONCTIONS DE SERVICES	FONCTIONS TECHNIQUES		SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES
FP 1 : Détecter une fuite d'eau.	Ft 1 : Détecter le passage du fluide.	Ft 1.1 : Mettre en rotation un solide sous l'action du fluide.	Turbine
		Ft 1.2 : Utiliser un champ magnétique.	3 Aimants solidaires de la turbine
		Ft 1.3 : Détecter un champ magnétique.	Capteur ILS
	Ft 2 : Traiter le signal.	Ft 2.1 : Convertir l'information.	Convertisseur fréquence/tension
		Ft 2.2 : Analyser l'information.	Micro contrôleur
FP 2 : Couper le circuit d'eau.	Ft 3 : Comparer les informations.		Micro contrôleur
	Ft 4 : Déclencher la fermeture de la vanne.	Ft 4.1 : Stocker l'énergie mécanique.	Ressort
		Ft 4.2 : Libérer l'énergie mécanique.	Ventouse
		Ft 4.3 : Stopper l'écoulement.	Sphère $\frac{1}{4}$ de tour
Fc 1 : Se raccorder au réseau.	Ft 5 : Permettre le passage du fluide.	Ft 5.1 : Ne pas réduire le débit du fluide.	\emptyset homogène
		Ft 5.2 : Ne pas gêner le passage du fluide.	Turbine
	Ft 6 : Réaliser une liaison démontable avec le réseau.	Ft 6.1 : Etre étanche.	Joints
		Ft 6.2 : Maintenir en position.	Raccord \emptyset 3/4 Gaz
Fc 2 : Assurer un complément de fixation au support.	Ft 7 : Réaliser une liaison démontable avec le support.	Ft 7.1 : Ajouter un point d'accrochage au boîtier.	Vis & cheville à béton
Fc 3 : Être autonome en énergie électrique.	Ft 8 : Avoir une énergie embarquée.		Accus
	Ft 9 : Maintenir en place la source d'énergie.	Ft 9.1 : Mettre en position (cylindre long).	Capot
		Ft 9.2 : Maintenir en position.	Couvercle 1/4 de tour + Capot
	Ft 10 : Assurer la connexion électrique.		Fils dé-connectables

Fc 4 : Résister au milieu environnant.	Ft 11 : Résister à l'oxydation.		Choix des matériaux
	Ft 12 : Résister à la pression.	Ft 12.1 : Dimensionner le système.	Cuve
		Ft 12.2 : Eviter les fuites.	Joints toriques
	Ft 13 : Protéger l'interface.	Ft 13.1 : Être étanche.	Formes sur le capot
		Ft 13.2 : Être esthétique	Formes, matériaux et couleurs
Fc 5 : Désactiver la détection de fuite.	Ft 14 : Désactiver temporairement l'analyse d'information.		Bouton poussoir et carte électronique
Fc 6 : Avertir de son état de fonctionnement instantané.	Ft 15 : Limiter la consommation de courant.		Choix de composant
	Ft 16 : Afficher par clignotement un débit instantané.		D.E.L.
Fc 7 : Réarmer manuellement la vanne d'arrêt.	Ft 17 : Ouvrir la vanne.	Ft 17.1 : Libérer l'écoulement.	Sphère percée
		Ft 17.2 : Emmagasiner l'énergie mécanique.	Ressort
		Ft 17.3 : Stocker l'énergie mécanique.	Ventouse
	Ft 18 : Transmettre l'énergie manuelle à la vanne.		Levier / Axe commande
	Ft 19 : Maintenir la vanne ouverte.		Ventouse
FC 8 : Respecter les normes.	Ft 20 : Respecter les normes de débit.		Normes ISO 4064
	Ft 21 : Être recyclable.		Choix des matériaux
Fc 9 : Avoir un prix de vente compétitif.	Ft 22 : Optimiser les coûts.	Ft 22.1 : Optimiser le couple Procédé/Matière.	Choix des matériaux
		Ft 22.2 : Être en veille sur les procédés de production nouveaux.	Choix des procédés

5. CLASSIFICATION DES FONCTIONS TECHNIQUES

La vanne automatique de sécurité est aujourd'hui fabriquée à raison de 100 produits finis par mois. L'étude des coûts de production par fonctions techniques puis leur classification par ordre croissant donne le résultat suivant en % par rapport au coût global du produit :



6. CARACTÉRISTIQUES DU PA 6.6

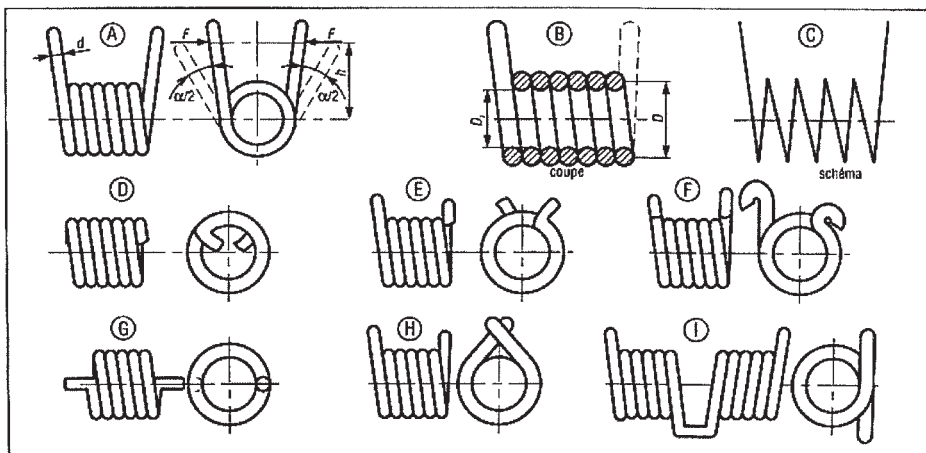
POLYAMIDE PA 6.6	
Masse volumique :	1,14 g/cm ³
Retrait :	1,2 %
Absorption d'eau :	24 h : 1,5 % Saturation : 8,5 %
Coefficient de frottement dynamique lubrifié :	0,02 à 0,1
Prix :	2,6 €/Kg
Température d'injection :	250 / 290 °
Température du moule :	80 / 90 °
Pression d'injection (Pi) :	700 / 1 200 bars
Jeu d'infiltration :	0,02 mm
Pression de maintien :	40 à 100 % de Pi
Vitesse d'injection :	Elevée
Etuvage :	4 heures mini à 90°

7. CARACTÉRISTIQUES DE LA PRESSE À INJECTER

PRESSE A INJECTER A VIS Type : 22 M		
Unité d'Injection		
Volume Maxi injectable :	cm ³	30
Masse Maxi injectée en PS : (Masse volumique 1,05)	g	28 ,4
Puissance d'injection :	kN	66,82
Pression spécifique Maxi :	bar	1 732
Unité de Fermeture		
Force de verrouillage :	kN	220
Passage entre colonnes :	mm	254
Distance Maxi entre plateaux :	mm	400
Course Maxi d'ouverture :	mm	200
Distance mini entre plateaux :	mm	200
Course d'éjection Maxi :	mm	80

8. FORMULAIRE DE CALCULS POUR LES RESSORTS HELICOIDaux

2. Ressorts de torsion cylindriques à spires



Ces ressorts sont généralement montés sur un axe qui les traverse. Le diamètre de l'axe doit être plus petit que le diamètre intérieur D_i du ressort afin de tenir compte de la contraction sous charge.

La déformation du ressort résulte de la flexion du fil des spires.

Formules utiles (issues de la résistance des matériaux, cas de la flexion) :

Angle d'enroulement

$$\alpha = \frac{64 F \cdot h \cdot D \cdot N}{E \cdot d^4}$$

Raideur

$$K = \frac{E \cdot d^4}{64 N \cdot \alpha} = \frac{M_f}{\alpha}$$

Contrainte maxi (flexion)

$$\sigma = K_f \frac{32 h \cdot F}{\pi \cdot d^3} \leq R_{pe}$$

Unités :

D, d et h en mm

α : angle d'enroulement en radians

F : charge en N

N : nombre de spires actives

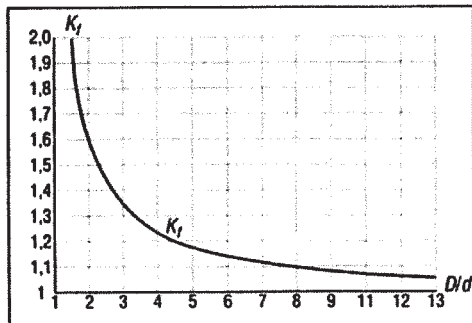
E : module d'élasticité longitudinal en N/mm^2

$M_f = F \cdot h$: moment de flexion en mmN

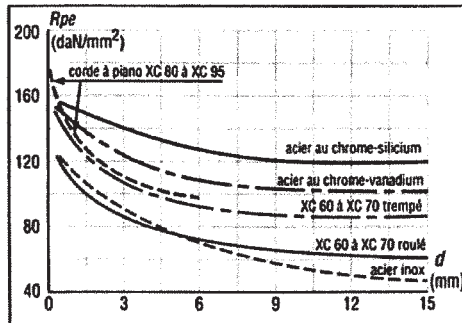
σ : contrainte en N/mm^2

K_f : coefficient de concentration de contraintes fonction de la courbure

R_{pe} : résistance pratique à l'extension en N/mm^2



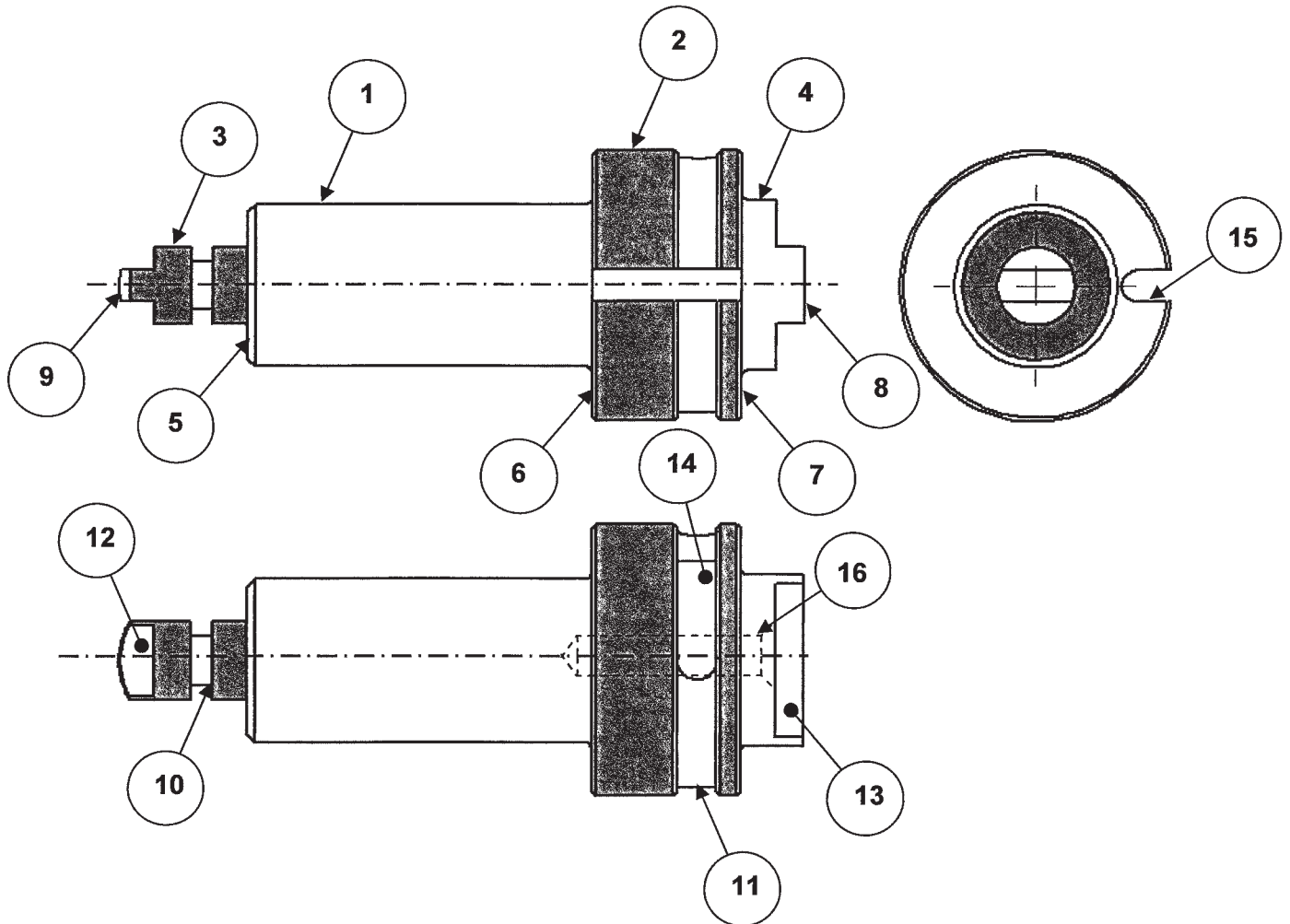
13. Coefficient de concentration de contraintes K_f .



14. Résistance pratique à l'extension de quelques matériaux.

Remarques : les valeurs de R_{pe} proposées sur le graphe conviennent à un service normal. Il faut majorer de 15 à 20 % si les conditions de service sont sévères et diminuer d'autant dans le cas contraire.

9. REPÉRAGE DES SURFACES USINÉES DE L'AXE COMMANDE

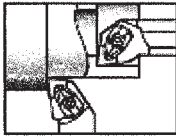
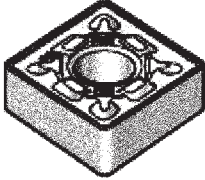
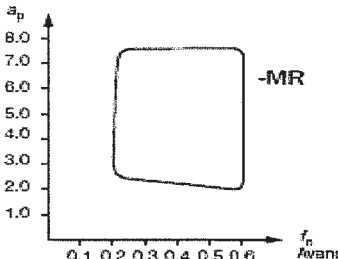
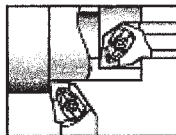
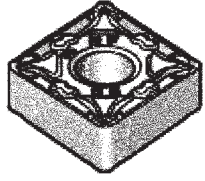
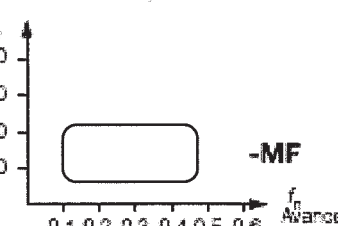


Nota 1 : tous les chanfreins et arrondis servant à casser les angles ne sont pas repérés.

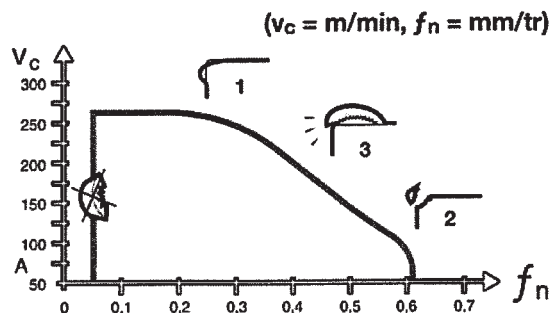
Nota 2 : les surfaces grisées participent à la liaison pivot axe - cuve.

Repère	Désignation	Remarques
1	Surface cylindrique	
2	Surface cylindrique	Surface fonctionnelle d'une liaison pivot axe - cuve
3	Surface cylindrique	Surface fonctionnelle d'une liaison pivot axe - cuve
4	Surface cylindrique	
5	Épaulement	Surface fonctionnelle d'une liaison pivot axe - cuve
6	Épaulement	
7	Épaulement	
8	Bout plan	
9	Bout sphérique	
10	Gorge radiale	
11	Gorge radiale	
12	Tenon (2 méplats avec épaulement)	symétriques
13	Tenon (2 méplats avec épaulement)	symétriques
14	Rainure radiale	Amplitude de 95°
15	Rainure axiale à fond arrondi	Traversante
16	Trou borgne taraudé et chanfreiné	

10. PARAMÈTRES DE COUPE RECOMMANDÉS POUR DU 304/304L.

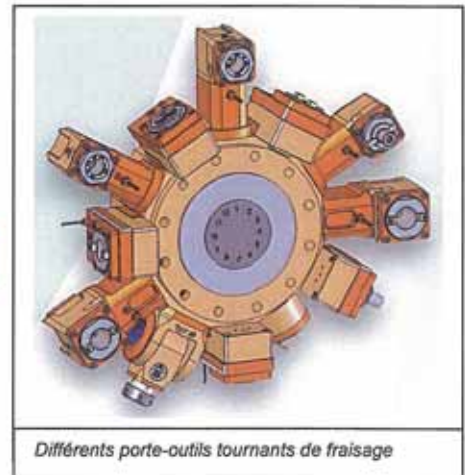
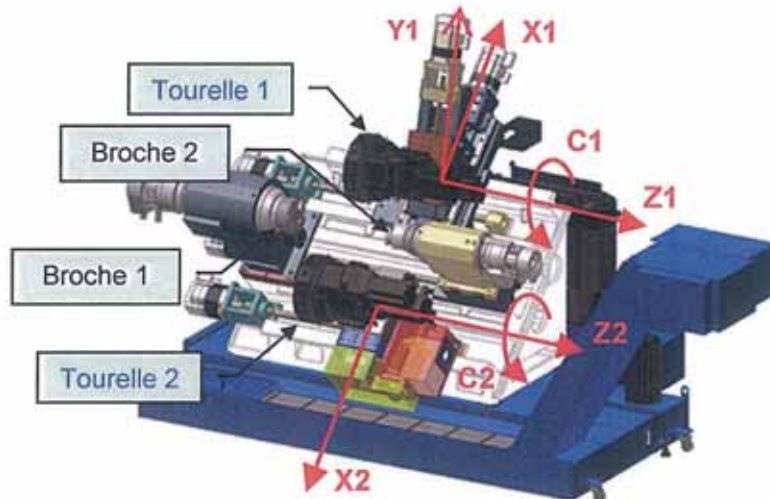
	EBAUCHE DES ACIERS INOXYDABLES	ISO/ ANSI M R		
Acier inoxydable austénitique, HB 180		Avantages : géométrie d'ébauche à champ d'applications étendu, réversible, économique à haute capacité	Profondeur de coupe 	Conditions de coupe recommandées : $a_p = 3 \text{ mm}$; $f = 0,35 \text{ mm}$; $V_{c(10)} = 175 \text{ m/min}$ (valeurs de départ)
-MR / GC2025		FINITION DES ACIERS INOXYDABLES	ISO/ ANSI M F	
Acier inoxydable austénitique, HB 180		Avantages : géométrie de coupe en douceur avec forces de coupe réduites, bonne alternative pour les arbres minces et les parois peu épaisses	Profondeur de coupe 	Conditions de coupe recommandées : $a_p = 1 \text{ mm}$; $f = 0,2 \text{ mm}$; $V_{c(10)} = 290 \text{ m/min}$ (valeurs de départ)
-MF / GC2015				

La plage est limitée lors de faibles avances à cause d'une mauvaise formation du copeau. Quand l'avance augmente et que la vitesse diminue, l'écaillage de l'arête s'accroît de façon significative. Dans le cas de vitesse élevée, la déformation plastique est la cause principale de défaillance la plus courante.

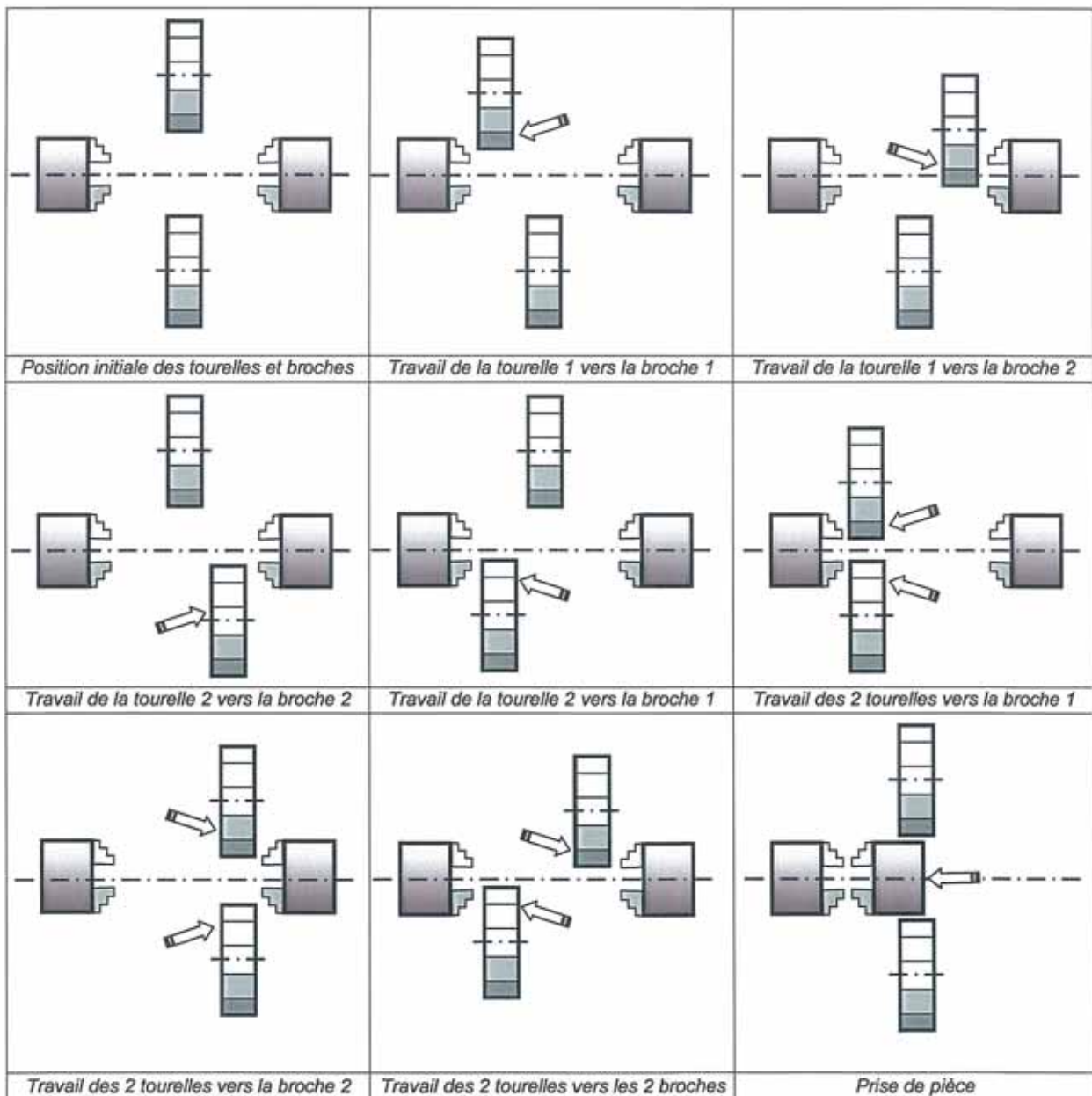


Les recommandations les plus basses sont définies par le fait que le matériau a tendance à coller sur la plaquette (arête rapportée). Toutefois, la fixation de la plaquette et la stabilité de la machine sont aussi d'une grande importance.

11. MOYEN DE PRODUCTION ENVISAGÉ DE TYPE TOUR CN BI BROCHE.

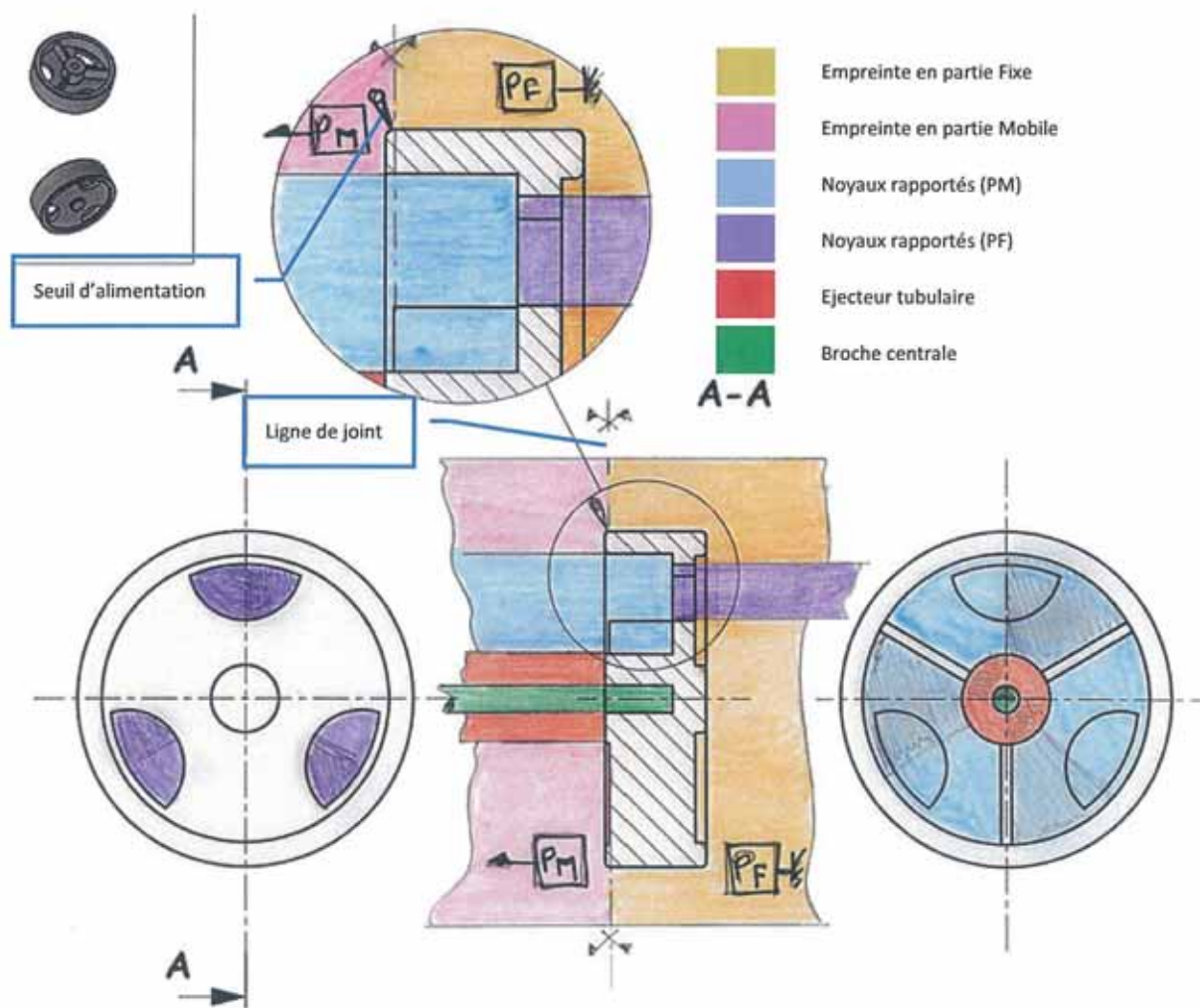


Différentes configurations de travail d'usinage des 2 tourelles du tour CN bi broche.

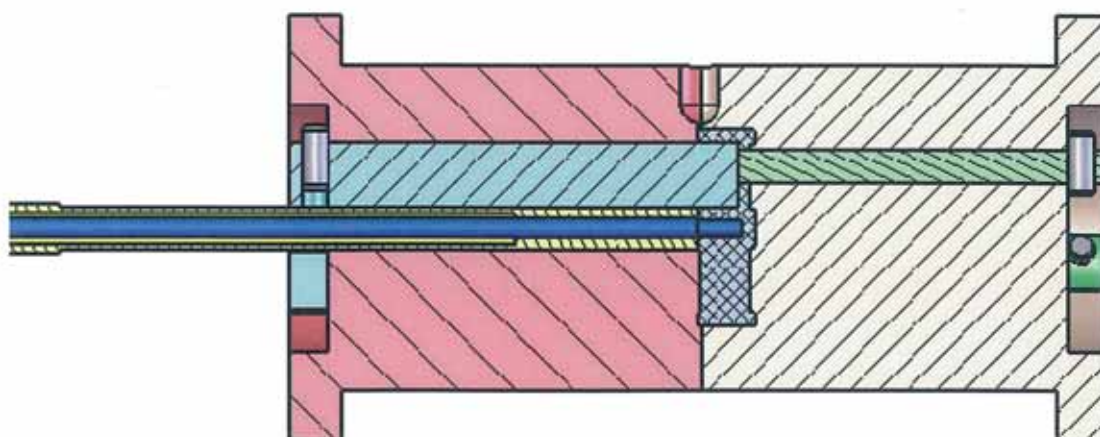


12. EXEMPLES DE REPRÉSENTATION POUR LA CINÉMATIQUE D'OUTILLAGE

Ici pour une roue de véhicule miniature :

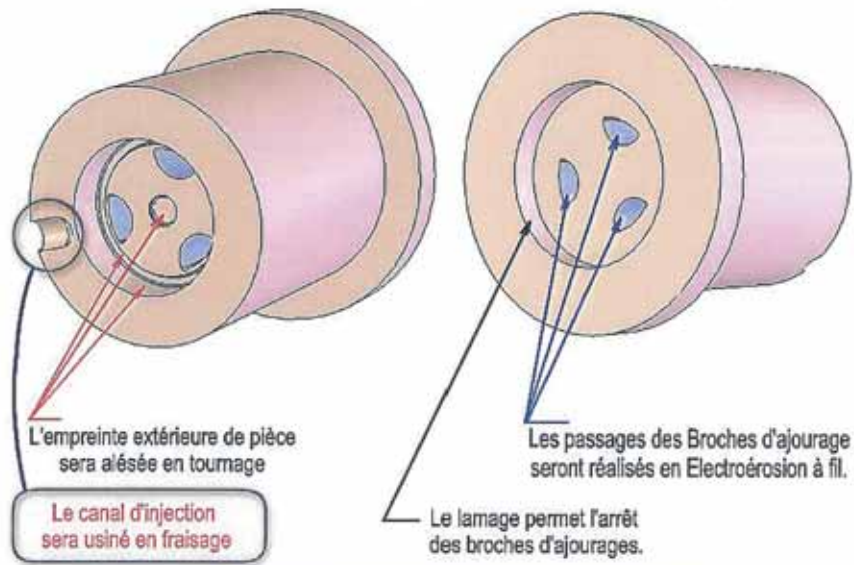


Et sa représentation technique avec la décomposition en éléments facilement usinable



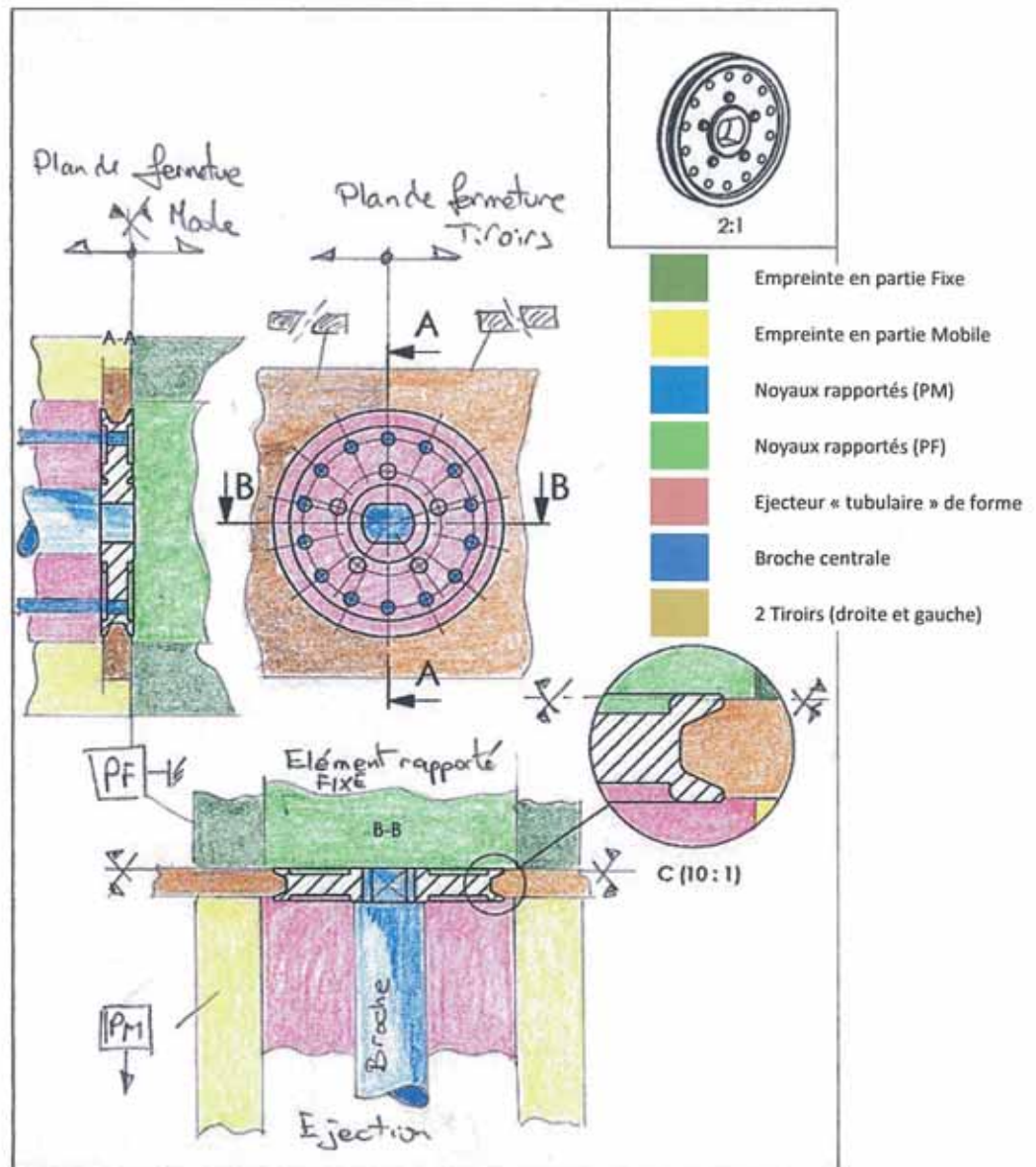
En détail pour un des éléments constituant l'empreinte rapportée :

La forme globale de cette empreinte FIXE sera réalisée en tournage.

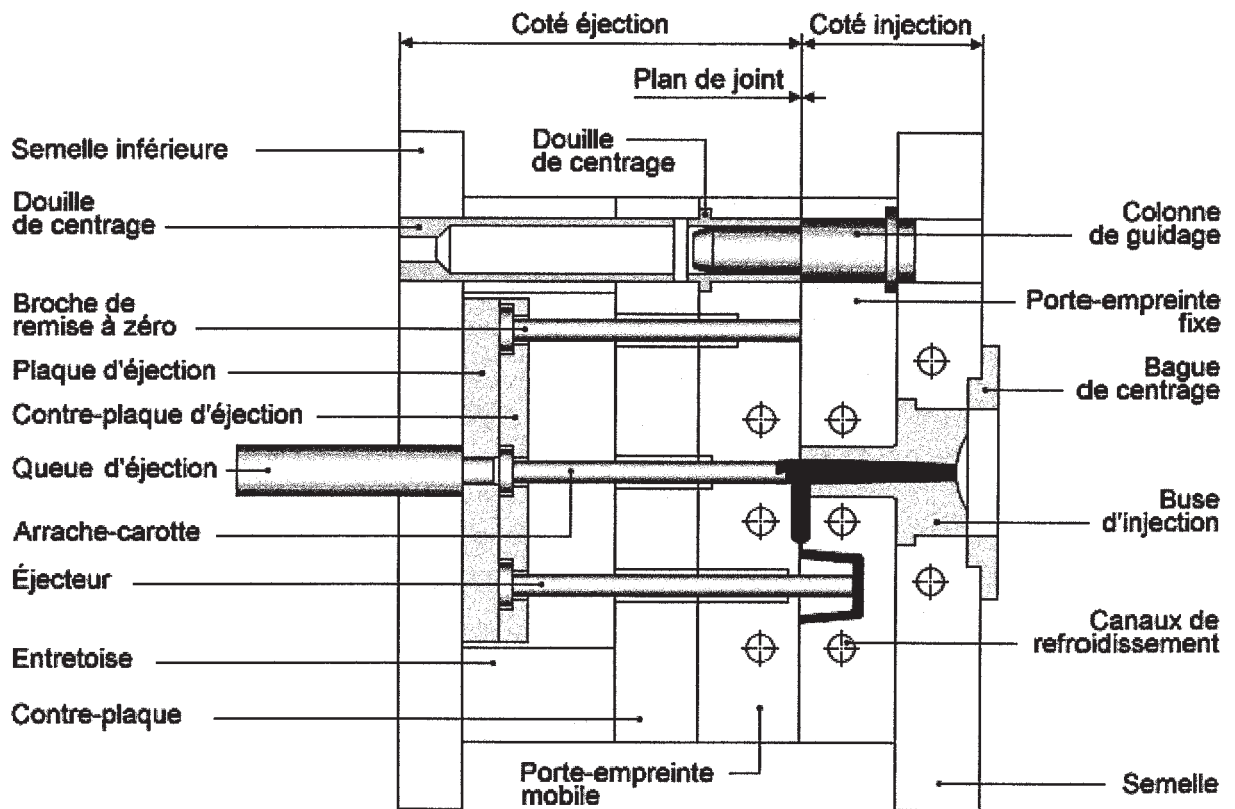


Attention : Toutes les dimensions de l'empreinte devront tenir compte de la compensation due au retrait d'injection.

Autre exemple de représentation sur une poulie d'entraînement :

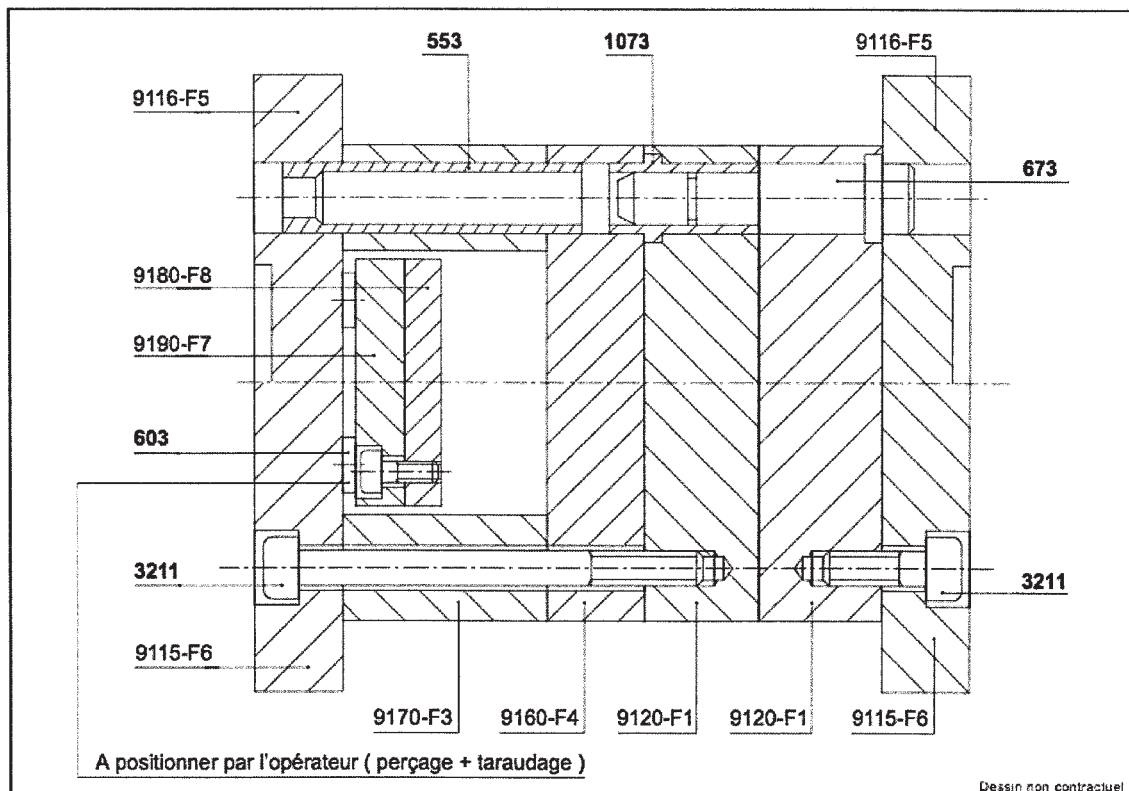


13. STRUCTURE D'UN MOULE D'INJECTION



14. CARACTÉRISTIQUES D'UN D'OUTILLAGE STANDARD

La société dispose pour cette machine d'outillage standard de type 156 x 156 dont voici un extrait de catalogue :



156 x 156		Exemple de commande : 9120-156x156-F1-E-Matériau		Mat : 1730, 2312 Tenus en Stock												
	9120 - F1 9130 - FIU			Matériaux (€/t)												
	E			1730	2312	2162	2767	2311	2343							
	17															
	22															
	27															
	36															
	46															
	56															
	66															
	76															
<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>T1</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>15</td> </tr> </table>			E	T1	17	17	22	22	27	15						
E	T1															
17	17															
22	22															
27	15															
Mat. FIU : 2162, 2767, 2343																

	9170-F3		Mat. (€/t)	
	E		1730	
	46			
	56			
	76			

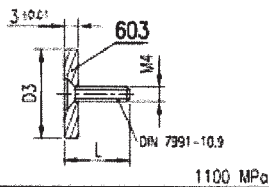
	9160-F4		Mat. (€/t)	
	E		1730	2312
	27			
36				

	9116-F5 9115-F6		Mat. (€/t)	
	E		1730	2312
	F5			
	22			
	27			
	F6			
	22			
27				

	9117-F7		Mat. (€/t)	
	E		1730	2312
	17			
22				

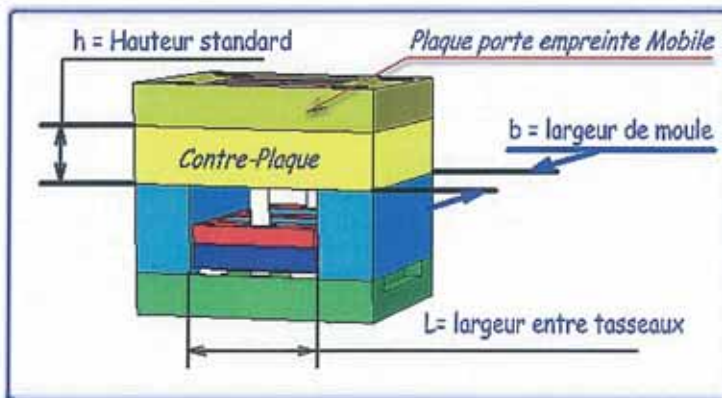
	9190-F7		Mat. (€/t)	
	E		1730	2312
17				

	9180-F8		Mat. (€/t)	
	E		1730	
9				



603			Exemple de commande : 603-D3-L	
D3	L	€/t		
16	12			
25				

15. FORMULAIRE POUR LE CALCUL DE L'ÉPAISSEUR DE LA CONTRE-PLAQUE



Hypothèses de simplification :

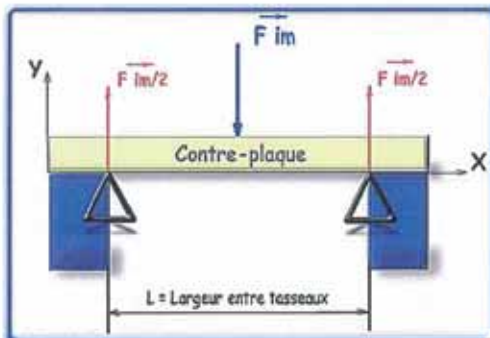
La plaque porte empreinte mobile souvent très ouvragée sera négligée lors de ces calculs. Par expériences, les professionnels se situent dans les conditions les plus défavorables pour effectuer ces calculs.

La « F_{im} » Force d'injection matière sera donc directement appliquée sur la

contre-plaque.

Afin d'éviter la fuite de matière au plan de joint, la contre-plaque doit être suffisamment dimensionnée pour soutenir la plaque porte empreinte mobile. La déformation au milieu de la contre-plaque ne doit jamais être supérieure au jeu d'infiltration admissible par la matière à injecter. Deux méthodes de calculs sont possibles :

1. Cas de calcul avec une charge concentrée placée au milieu entre 2 appuis :



$$P_{im} = \frac{F_{im}}{S_p}$$

« P_{im} » Pression d'injection matière

« F_{im} » Force d'injection matière

« S_p » Surface

$$f_{Max} = \frac{F_{im} \times L^3}{48 EI}$$

« f_{Max} » Flèche ou déformée Maximale au milieu des 2 appuis

« E » Module d'Young du matériau constituant la contre-plaque

« I » Moment quadratique de la contre-plaque

2. Cas de calcul avec une charge également répartie placée entre 2 appuis :

$$P_{im} = \frac{F_{im}}{S_p}$$

« P_{im} » Pression d'injection matière

« F_{im} » Force d'injection matière

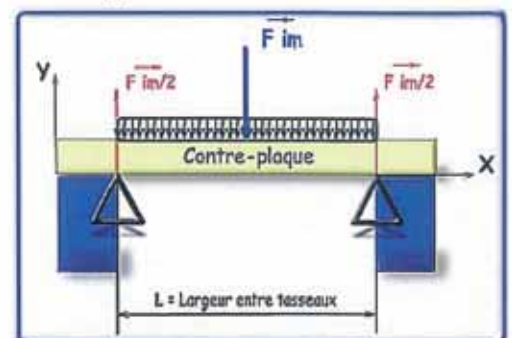
« S_p » Surface projetée

$$f_{Max} = \frac{5}{8} \times \frac{F_{im} \times L^3}{48 EI}$$

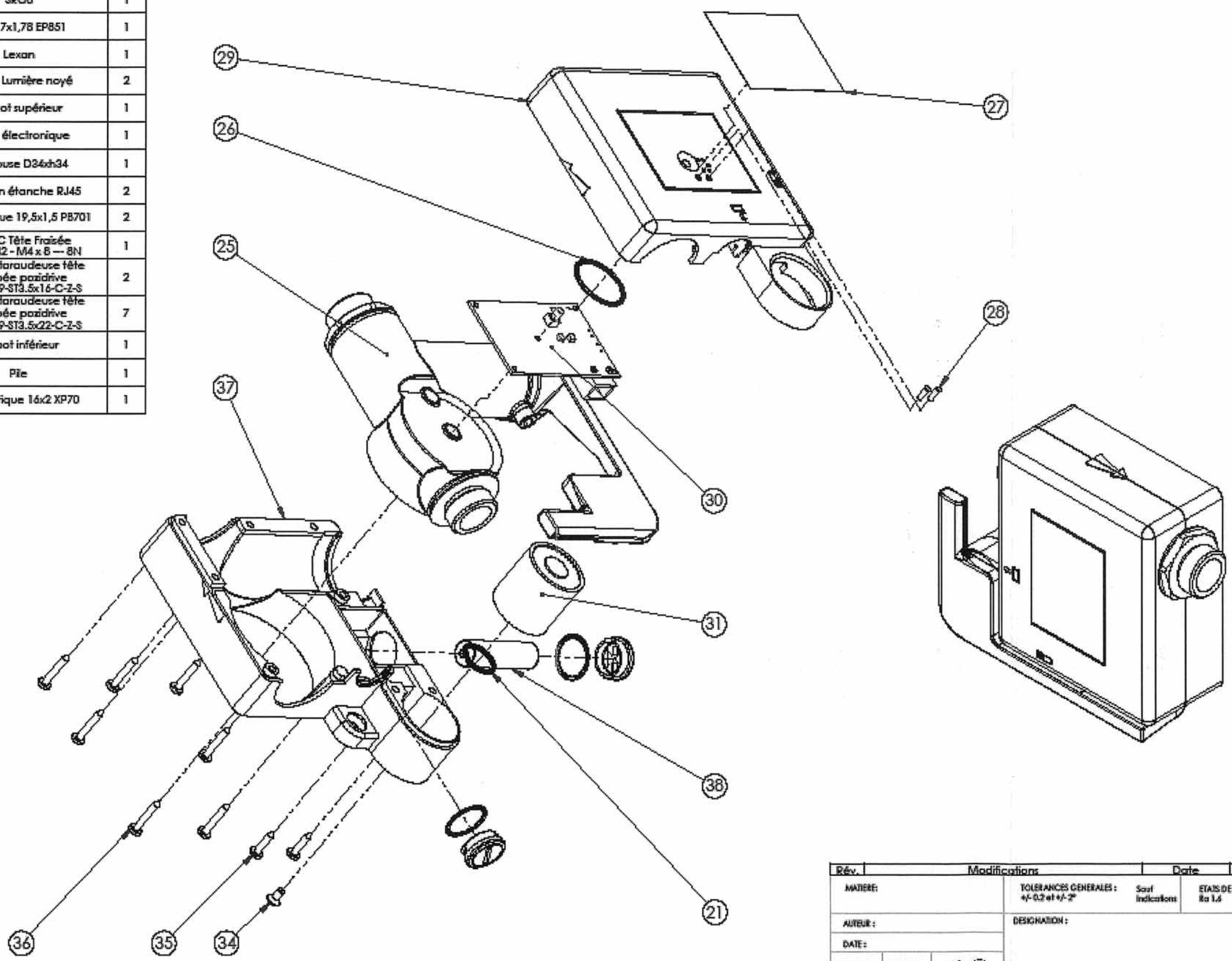
« f_{Max} » Flèche ou déformée Maximale au milieu des 2 appuis

« E » Module d'Young du matériau constituant la contre-plaque

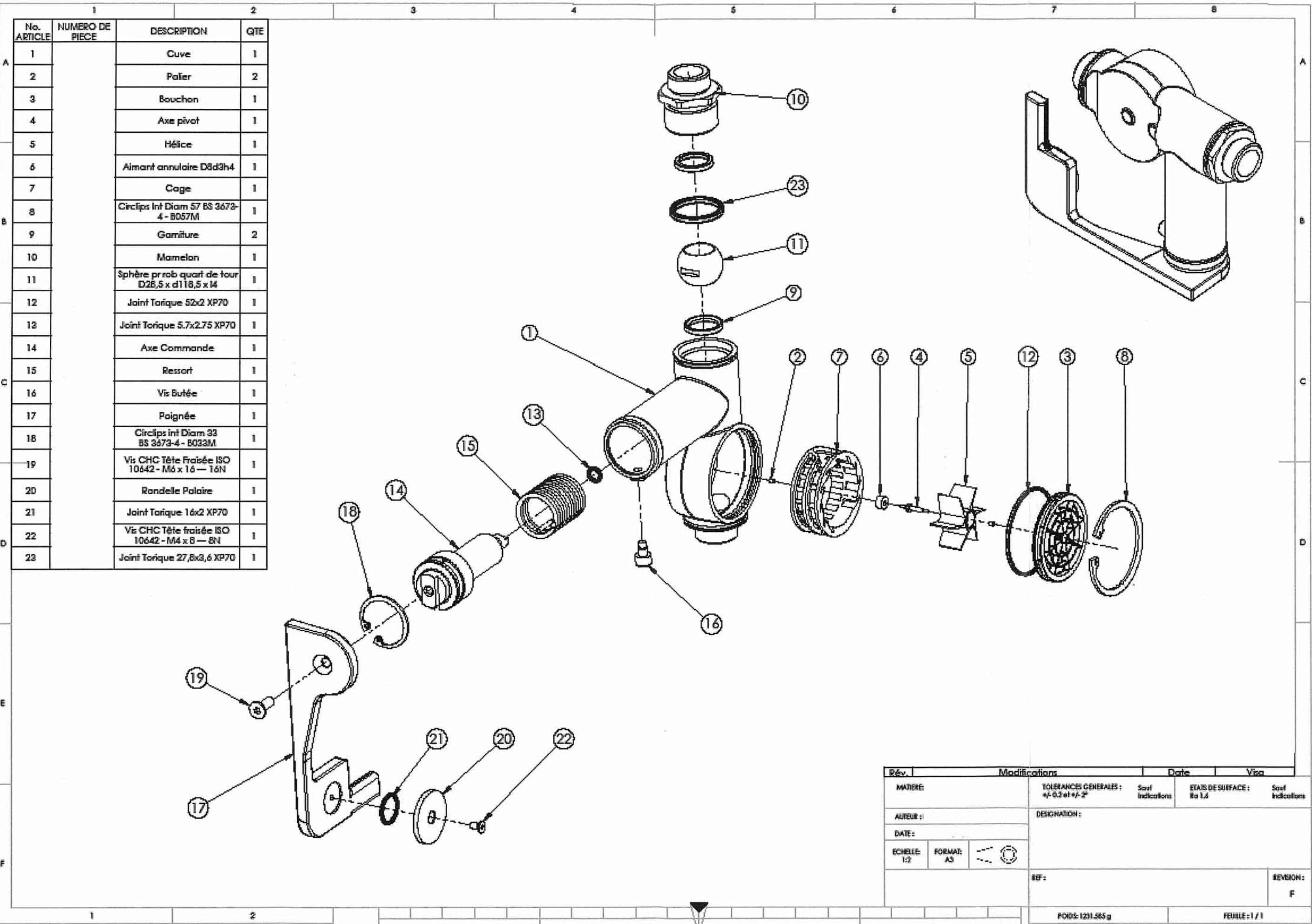
« I » Moment quadratique de la contre-plaque



No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
25		SRO8	1
26		JT 26,7x1,78 EP851	1
27		Lexan	1
28		Guide Lumière noyé	2
29		Capot supérieur	1
30		Carte électronique	1
31		Ventouse D36xh34	1
32		Bouchon étanche RJ45	2
33		Joint Torique 19,5x1,5 PB701	2
34		Vis CHC Tête Fraisée ISO 10642 - M4 x 6 -- 8N	1
35		Vis auto-taraudeuse tête bombée positive DIN 7049-S13,5x16-C-2-S	2
36		Vis auto-taraudeuse tête bombée positive DIN 7049-S13,5x22-C-2-S	7
37		Capot inférieur	1
38		Pile	1
21		Joint Torique 16x2 XP70	1

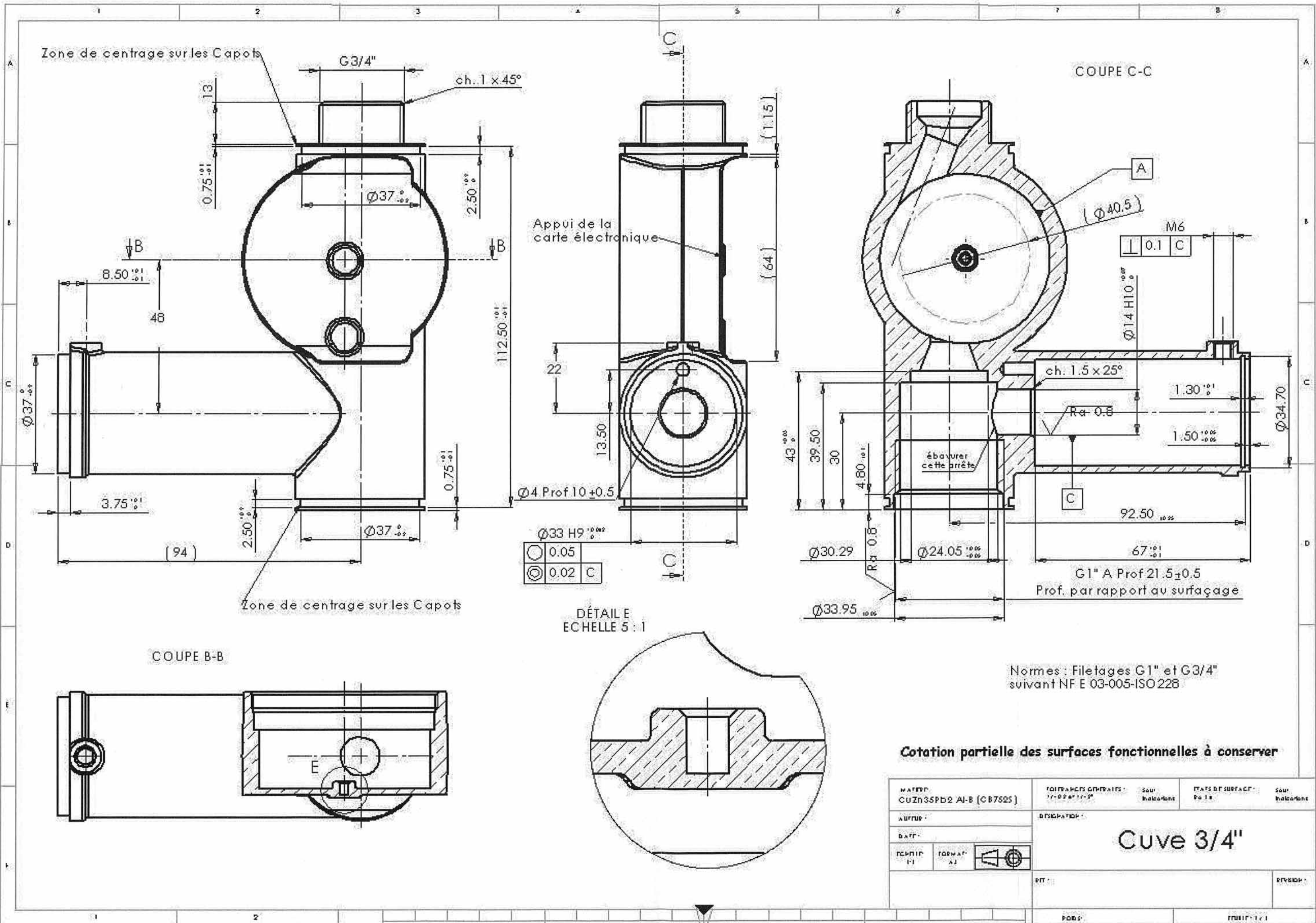


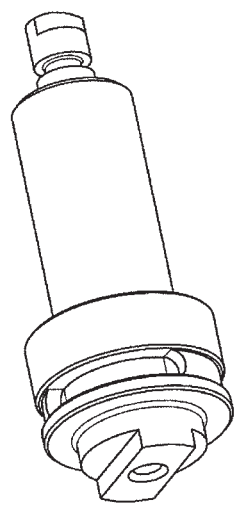
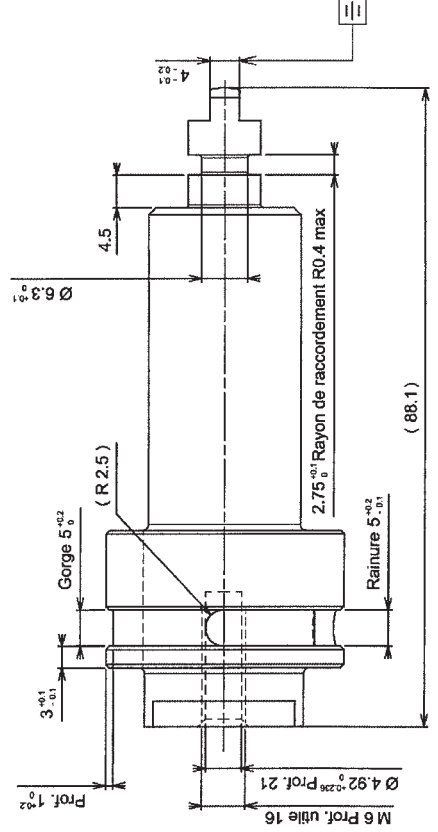
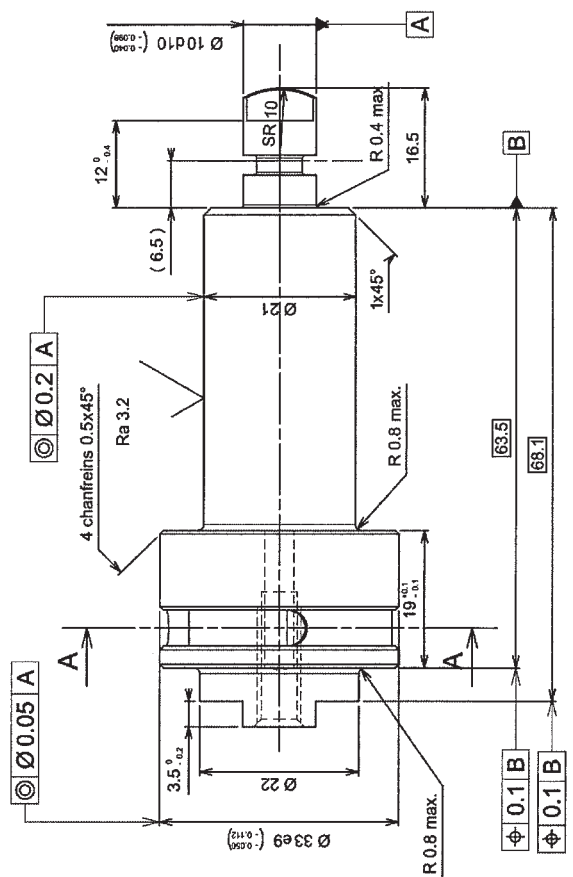
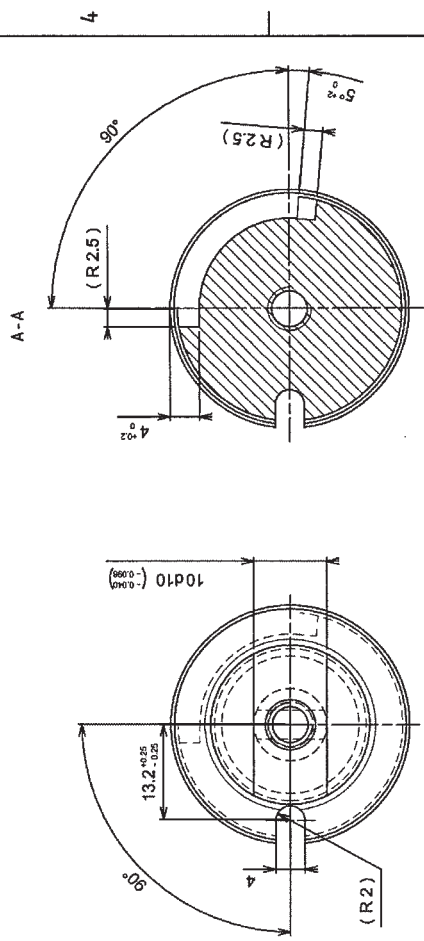
Rév.	Modifications	Date	Visa
AUTEUR:	TOLERANCES GENERALES: +/- 0.2 et +/- 2°	Sauf Indications	ETATS DE SURFACE: Ra 1.6
AUTEUR:	DESIGNATION:		Sauf Indications
DATE:			
ECHELLE: 1:2	FORMAT: A3		
REF:			REVISION: 00
POIDS: 1530.556 g			FEUILLE: 1 / 1



No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1		Cuve	1
2		Palet	2
3		Bouchon	1
4		Axe pivot	1
5		Hélice	1
6		Aimant annulaire D8d3h4	1
7		Cage	1
8		Circ clips Int Diam 57 BS 3673-4 - B057M	1
9		Garniture	2
10		Mamelon	1
11		Sphère pr rob quart de tour D28,5 x d118,5 x 14	1
12		Joint Torique 52x2 XP70	1
13		Joint Torique 5.7x2.75 XP70	1
14		Axe Commande	1
15		Ressort	1
16		Vis Butée	1
17		Poignée	1
18		Circ clips Int Diam 33 BS 3673-4 - B033M	1
19		Vis CHC Tête fraisée ISO 10642 - M6 x 16 - 16N	1
20		Rondelle Polaire	1
21		Joint Torique 16x2 XP70	1
22		Vis CHC Tête fraisée ISO 10642 - M4 x 8 - 8N	1
23		Joint Torique 27,6x3,6 XP70	1

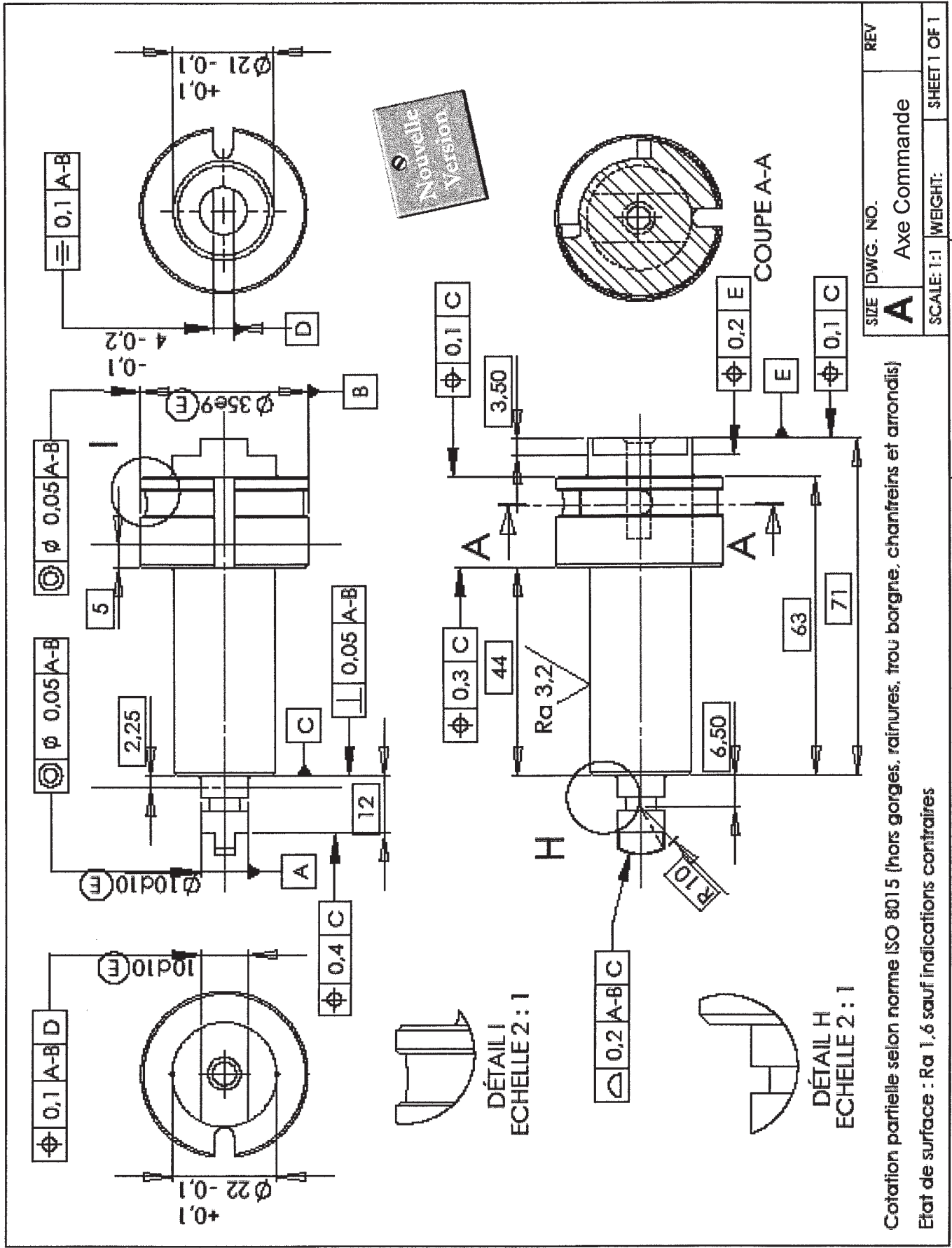
Rév.	Modifications	Date	Visa
MATIERE:	TOLERANCES GENERALES: +/- 0.2 et +/- 2°	Etat Indications:	ETATS DE SURFACE: Ra 1.6
AUTEUR:	DESIGNATION:		
DATE:			
ECHELLE: 1/2	FORMAT: A3		
		REF:	REVISION: F
		POIDS: 1231.565 g	FEUILLE: 1 / 1





Ind.	Modifications	Demandé par	Date	Visa
Etats de surface :	Ra 1.6	Sauf indications	Acier inoxydable 304L	
Tolérances générales :	± 0.10 et ± 0.5°	Sauf indications	Traitement :	
Normes :			Protection :	
Dessiné par :	Format : A3	Désignation : Axe commande		
Vérifié par :	Feuille : 1/1			
Date :	Echelle : 1:1			
		N° :	Ind. :	

Nota :
Respecter les orientations des rainures et des plats
Casser les arêtes vives

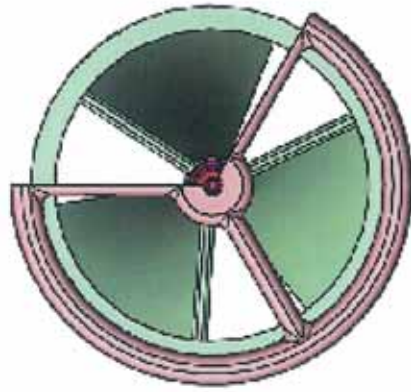
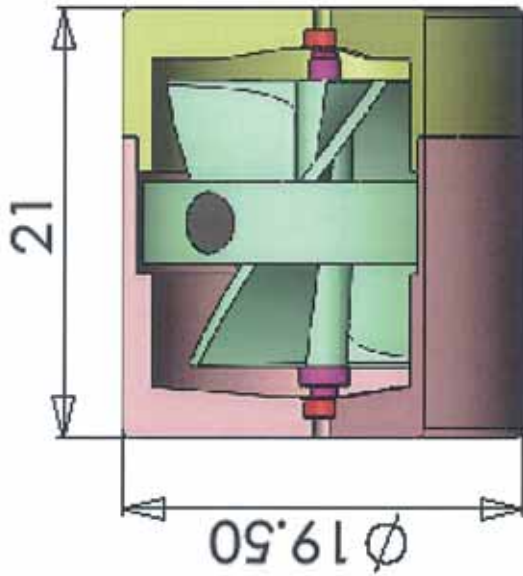
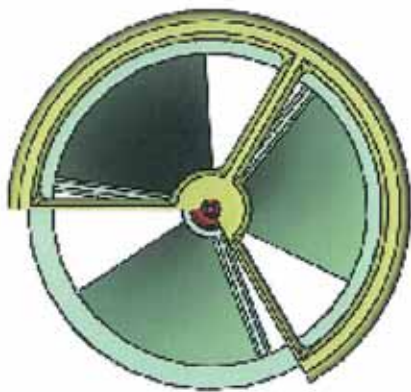


Nouvelle Version

SIZE	DWG. NO.	REV
A	Axe Commande	
SCALE: 1:1	WEIGHT:	SHEET 1 OF 1

Cotation partielle selon norme ISO 8015 (hors gorges, rainures, trou borgne, chanfreins et arrondis)

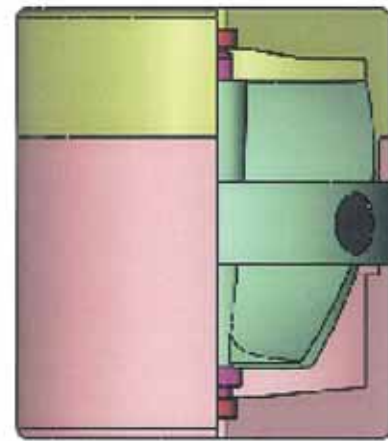
Etat de surface : Ra 1,6 sauf indications contraires



Nouvelle Turbine

Ech 3:1

Pour une meilleure lisibilité, les 2 carters ont été coupés sur 1/3



Ech 1:1

CAPABILITÉS PROCÉDÉS

Ordre de grandeur extrême pour des dimensions de 3 à 30 mm

	Procédé d'élaboration		Intervalle de Tolérance ou qualité			Rugosité Ra	
	Nature de l'opération		Large	Courante	Réduite	min	MAX
MOULAGE métallique	au Sable		± 1	± 0,8	± 0,3	6.3	12.5
	en Cire perdue		± 0,3	± 0,1	± 0,05	0.8	1.6
	en coquille, par gravité		± 0,5	± 0,3	± 0,2	3.2	12.5
	en coquille, sous pression		± 0,4	± 0,2	± 0,1	1.6	6.3
MOULAGE plastique	cotes // au plan de joint	Ne comportant pas de plan de joint	± 0,15	± 0,1	± 0,05	0.2	1.6
		Avec un plan de joint	± 0,2	± 0,15	± 0,08	0.2	1.6
	Perpendiculaire au plan de joint	Sur une seule partie de moule	± 0,2	± 0,15	± 0,08	0.2	0.6
		Sur deux parties de moule	± 0,25	± 0,2	± 0,15	0.2	1.6
Prototypage	Stéréolithographie		± 0,1	± 0,04	± 0,03	0.8	3.2
	Frittage de poudre 30μ polymère	/ Z	± 0,1	± 0,08	± 0,04	1.6	3.2
		/ XY	± 0,1	± 0,05	± 0,03	1.6	3.2
	Frittage de poudre 40μ métallique	/ Z	± 0,2	± 0,08	± 0,04	1.6	3.2
/ XY		± 0,2	± 0,06	± 0,03	1.6	3.2	
Tournage en poupée Mobile	Chariotage Broche principale	∅	± 0,05	± 0,025	± 0,01	0.4	6.3
		Long	± 0,05	± 0,025	± 0,01	0.4	6.3
	Chariotage Broche secondaire	∅	± 0,05	± 0,025	± 0,01	0.4	6.3
		Long	± 0,05	± 0,025	± 0,01	0.4	6.3
	Chariotage de forme	∅	± 0,15	± 0,1	± 0,03	0.8	6.3
		Long	± 0,1	± 0,05	± 0,02	0.8	6.3
Tronçonnage	Long	± 0,1	± 0,05	± 0,02	0.8	6.3	
Rectification	Plane		7	6	5	0.25	0.8
	Cylindrique		7	6	5	0.25	0.8
	Diamant		6	4	3	0.25	0.4
Finition	Rodage		0.02	0.01	0.003	0.05	0.4
	Brunissage		6	4	3	0.05	0.4
	Polissage		6	4	2	0.025	0.1

Agrégation Génie mécanique Interne

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

Ministère de l'Éducation Nationale

Concours INTERNE de recrutement des professeurs agrégés.

Section : Génie Mécanique

Dossier Travail Demandé

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner très explicitement.

Ce dossier comporte 10 documents repérés DT 1/10 à DT 10/10.

DIRECTION DE L'ÉTUDE :

TD 1/10

PREMIERE PARTIE (6h) « Etude de pré-industrialisation » :

- | | |
|--|------------------------|
| - Ft1 Détecter le passage de fluide | QUESTION 1 TD 1-2/10 |
| - Ft18 Transmettre l'énergie manuelle à la vanne | QUESTION 2 TD 2 à 6/10 |
| - Ft1 Détecter le passage de fluide | QUESTION 3 TD 6-7/10 |
| - Ft12 Résister à la pression | QUESTION 4 TD 8/10 |
| - Ft12 Résister à la pression | QUESTION 5 TD 8/10 |

DEUXIEME PARTIE (2h) « Exercice pédagogique » :

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| - Direction de l'étude | TD 9/10 |
| - Ft1 Détecter le passage de fluide | QUESTION 6 TD 10/10 |

DIRECTION DE L'ÉTUDE.

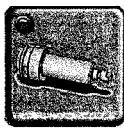
L'entreprise a mené une étude de reconception dans les meilleures conditions, c'est-à-dire dans l'ordre du classement précédent. Les études de l'industrialisation de certaines de ces fonctions techniques proposées dans cette partie de sujet d'épreuve sont les suivantes :

Ft 1 : Détecter le passage du fluide. (Turbine, 3 aimants, Capteur ILS) ;



La turbine actuelle dont l'axe de rotation est normal au flux de liquide, servant de capteur de débit a été entièrement réétudiée. La modification principale de la turbine est le fait que son axe est parallèle au flux. Ces transformations impliqueront nécessairement des modifications sur la cuve elle-même classée dans la Ft 12 en rang 5 sur l'analyse de PARETO.

Ft 18 : Transmettre l'énergie manuelle à la vanne. (Lever et Axe Commande) ;



Le levier n'a pas fait l'objet d'une reconception. En effet cette pièce extérieure au produit doit rester pour des questions d'esthétique et d'aspect dans son état actuel. L'axe commande en revanche doit faire l'objet d'une nouvelle étude conception et de de production.

Ft 2 : Traiter le signal. (Convertisseur et micro-contrôleur) ;



La carte électronique et son micro-contrôleur ont fait l'objet d'une nouvelle étude. L'entreprise souhaite conserver la recherche de cette industrialisation en interne.

Ft 4 : Déclencher la fermeture de la vanne. (Ressort, Ventouse, Sphère $\frac{1}{4}$ de tour) ;

Ces organes sont des produits manufacturés pour lesquels la nouvelle étude d'industrialisation amène à utiliser ces pièces en l'état.

Ft 12 : Résister à la pression (Cuve et joints).

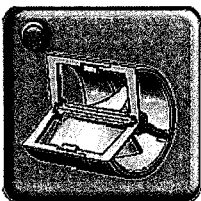


La nouvelle « cartouche » turbine implique des modifications sur la cuve. Celle-ci aujourd'hui issue de coulée en coquille métallique par gravité, subit ensuite de trop nombreux usinages complexes sur machine transfert circulaire. Cette cuve doit donc faire l'objet d'une nouvelle étude d'industrialisation.

PREMIERE PARTIE : « Etude de pré-industrialisation » 6heures

QUESTIONNEMENT

Ft 1 : Détecter le passage du fluide.



Problème technique posé :

L'analyse des coûts de production par fonctions techniques amène l'entreprise à s'interroger sur les moyens de fabrication choisis et sur la conception du produit.

Une des fonctions importante et coûteuse de cet appareil est la fonction « Fp1 : Détecter une fuite ».

L'ensemble actuel pour cette fonction, constitué des pièces (2, 7, 6, 4, 5, 12, 3 et 8) ainsi que la pièce 1 (la cuve) est complexe et coûteux. La solution constructive est remise en cause.

Problème technique posé :

Le bureau d'étude décide de remplacer toutes ces pièces par une « cartouche turbine » réutilisable dans d'autres produits (*confer DT 22/23*) et de simplifier la forme de la cuve. L'étude qui suit a pour objectif d'optimiser la solution constructive conception en fonction des capacités et des capacités des procédés adéquats.

QUESTION 1 :

Sur le document réponse DR 1/5 :

Q 1.1. **Compléter** le tableau de choix de procédés pour chacune des pièces, **justifier** votre choix.

Sur le document réponse DR 2/5 et sur feuille de copie :

Q 1.2. **Dessiner** les jeux axiaux fonctionnels nécessaires au bon fonctionnement de cette cartouche et **décrire** leurs fonctions précises ;

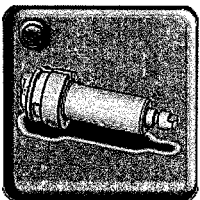
Q 1.3. **Dessiner** pour au moins 3 jeux les chaînes de cotes fonctionnelles ;

Q 1.4. **Définir** pour chacune des composantes les IT liés aux procédés ;

Q 1.5. **Quantifier** les valeurs numériques des 3 jeux axiaux choisis en tenant compte des procédés que vous aurez déterminés. (*confer DT 23/23*)

Ft 18 : Transmettre l'énergie manuelle à la vanne.

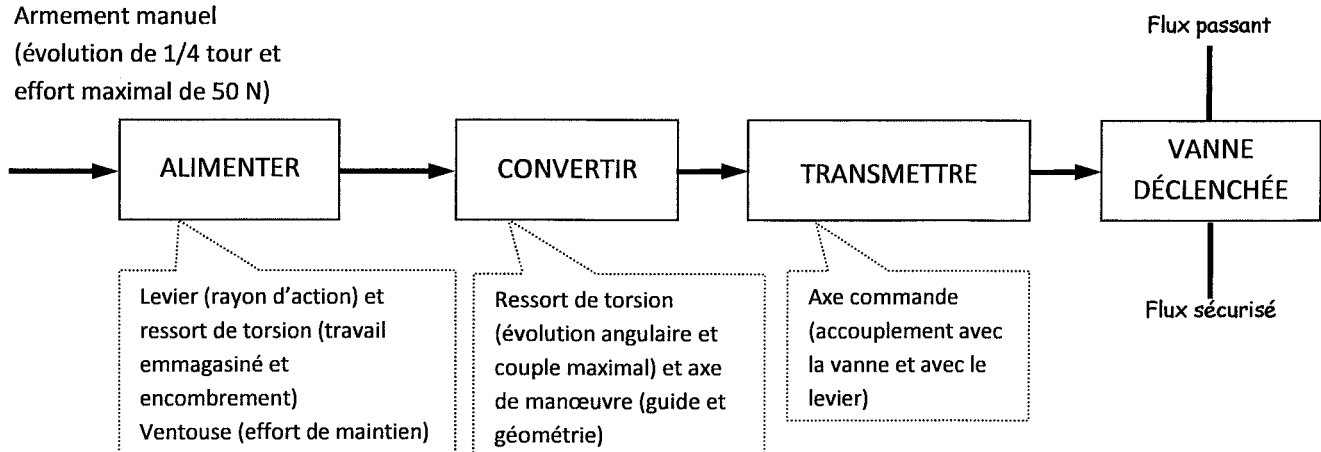
Problème technique posé :

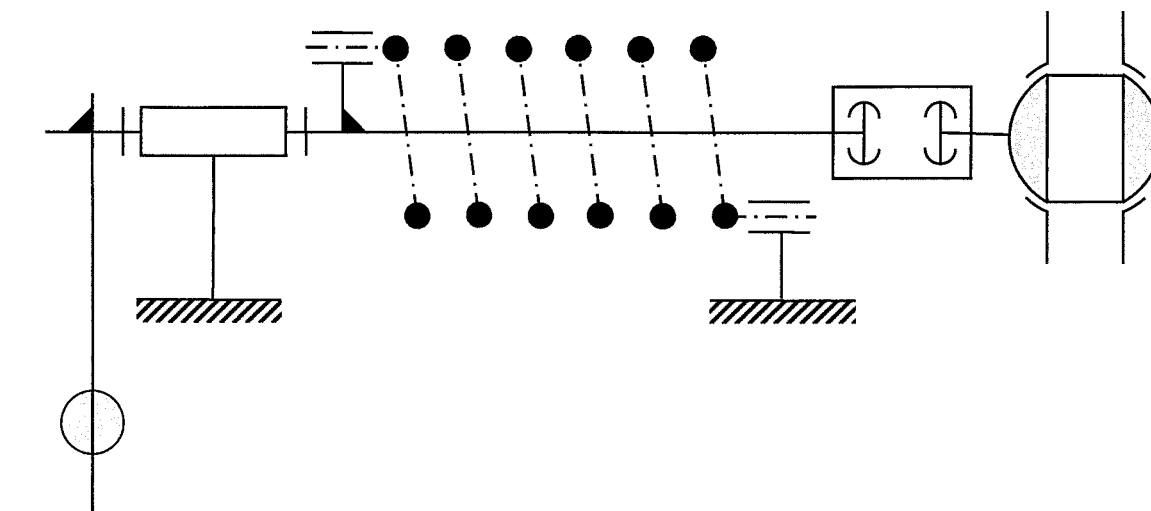


La solution constructive de cette fonction technique est aussi très largement responsable du coût de réalisation de l'ensemble (deuxième rang dans l'analyse PARETO). Les choix initiaux de conception font apparaître les composants suivants :

- Énergie accumulée dans la déformation d'un ressort de torsion maintenu bandé par une ventouse à aimant permanent ;
- Énergie apportée par l'action manuelle du client sur un levier d'armement ;
- Énergie libérée par émission de courant électrique dans une bobine ;
- Énergie transmise par un axe accouplé à la vanne.

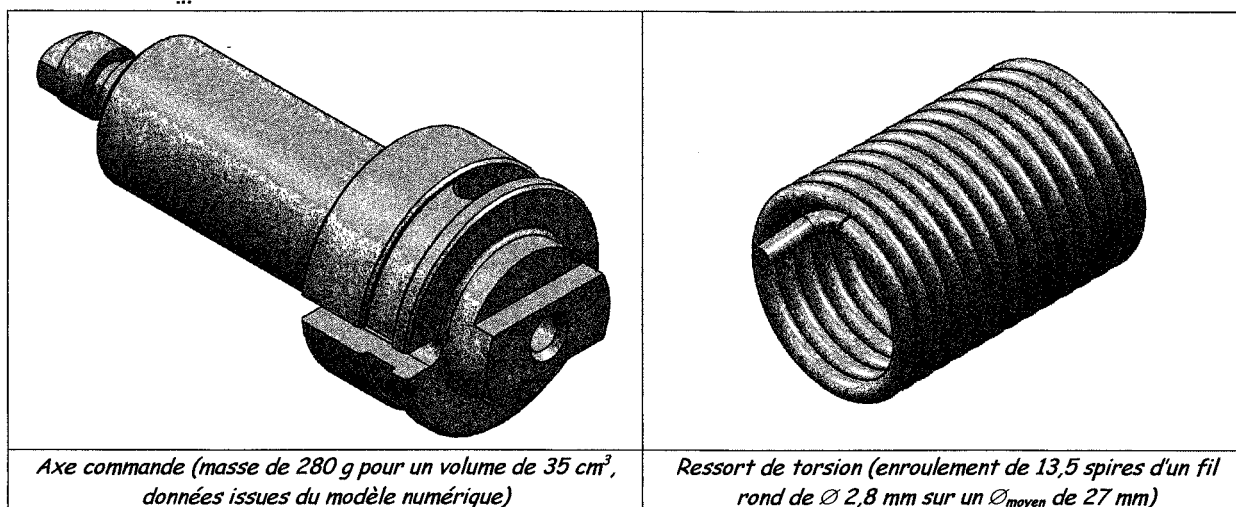
Armement manuel
(évolution de 1/4 tour et
effort maximal de 50 N)





L'axe commande transmet effectivement la rotation d'un quart de tour de la vanne sphérique par un accouplement flexible. Il transmet en outre le couple nécessaire pour vaincre la résistance au glissement des deux joints d'étanchéité sur la partie sphérique de la vanne. Il assure également d'autres fonctions techniques :

- guider le ressort de torsion ;
- accrocher une extrémité du ressort de torsion ;
- isoler la zone humide du reste du produit ;
- ...



Le coût de réalisation de cet axe commande dépend, entre autres, du prix d'acquisition de la matière et de sa mise en forme. L'étude qui suit portera sur la réduction de ces coûts.

QUESTION 2

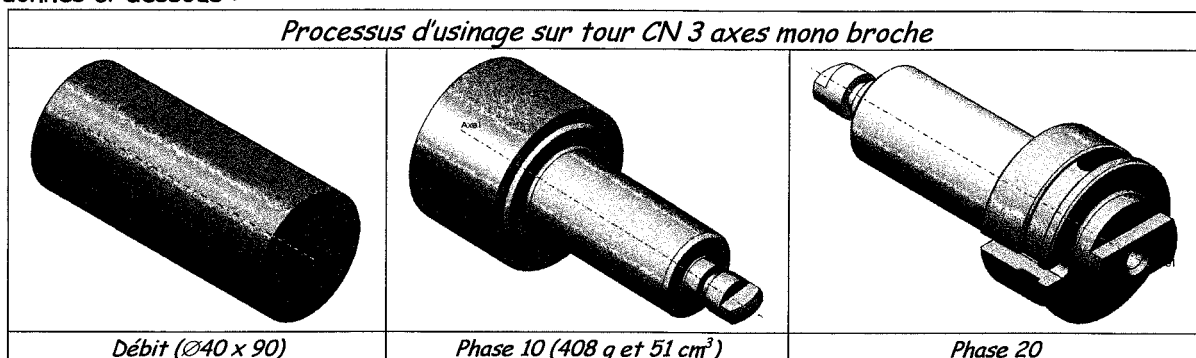
L'axe commande est réalisé dans un matériau inoxydable référencé Z2CN18-10 ou 304L, respectivement selon la norme européenne EN 10027 ou américaine AISI. Le brut capable est tiré d'une barre cylindrique de Ø 40 mm dont le prix moyen de vente en plusieurs barres de 6 mètres est actuellement de 3 € HT le kilogramme. Il est entièrement usiné par enlèvement de matière sur plusieurs moyens de production parmi lesquels il y a des tours CN 3 axes X, Y et C.

- Q 2.1. **Donner** la composition métallurgique du matériau utilisé, en **justifier** l'utilisation par rapport aux fonctions techniques à assurer et **expliquer** les raisons de sa médiocre propriété d'usinabilité.
- Q 2.2. **Evaluer** le coût matière de la pièce en fonction de sa morphologie actuelle et du prix de rachat de l'acier inoxydable de récupération estimé à 50% de celui de vente du produit semi fini.
- Q 2.3. **Proposer** une ou plusieurs modifications de la solution constructive qui aurait pour conséquence de diminuer la masse de l'axe commande. Il est demandé de décrire une ou plusieurs idées réalistes et pertinentes, elles ne seront pas détaillées.

Parmi les modifications possibles, il est envisagé d'implanter un ressort moins encombrant. Pour cela, il faut considérer que le diamètre d'enroulement du fil du ressort qui est actuellement de 27 mm peut être plus petit. La partie cylindrique de grande longueur qui sert de guide du ressort de torsion peut alors être de diamètre plus faible, même si le ressort doit être plus long.

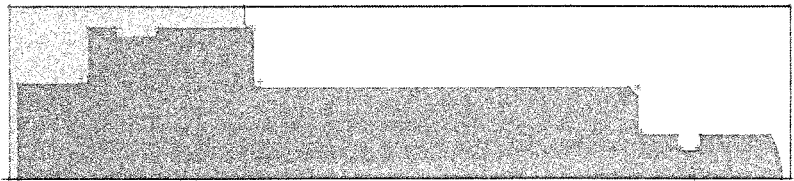
- Q 2.4. **Justifier** le modèle d'étude de comportement proposé par le formulaire de calcul (*confer DT 08/23*). Une étude statique du ressort est pertinente pour déterminer les sollicitations qui justifient le choix du modèle de comportement (le ressort de torsion est en équilibre sous l'action de 2 moments axiaux opposés).
- Q 2.5. En prenant comme contrainte la résistance mécanique maximale, **est-il possible** de modifier la valeur du diamètre du fil rond du ressort ? Y aurait-il un avantage à choisir une section rectangulaire du fil ?
- Q 2.6. En considérant que la section du fil du ressort reste inchangée, ainsi que le diamètre et le matériau, **est-il possible** de modifier le diamètre d'enroulement du ressort ? Pour cela, certaines contraintes de conception seront respectées : les valeurs des couples maximal et minimal (C_{max} et C_{min}) fournis par le ressort au cours de son fonctionnement seront conservés, ainsi que leur différence pour les angles de déformation correspondant ($C_{max} - C_{min} = 0,8 \text{ N.m}$ pour $\alpha_{max} - \alpha_{min} = \pi/2$).
- Q 2.7. **Faire** une autre proposition de dimensionnement du ressort de torsion visant une réduction de l'encombrement. Pour cela, le nombre de spires, quant à lui, pourra varier. **Estimer** alors le gain en masse et en coût matière de l'axe commande.

Après cette étude, on s'intéresse au coût de réalisation de l'axe. Le processus de fabrication est composé de deux phases d'usinage dont les états morphologiques finaux sont donnés ci-dessous :



- Q 2.8. **Préciser** en le justifiant l'ordre des opérations dans les 2 phases d'usinage.
- Q 2.9. **Déceler** les principaux usinages (3 au moins) qui exigent les temps d'usinage les plus longs.

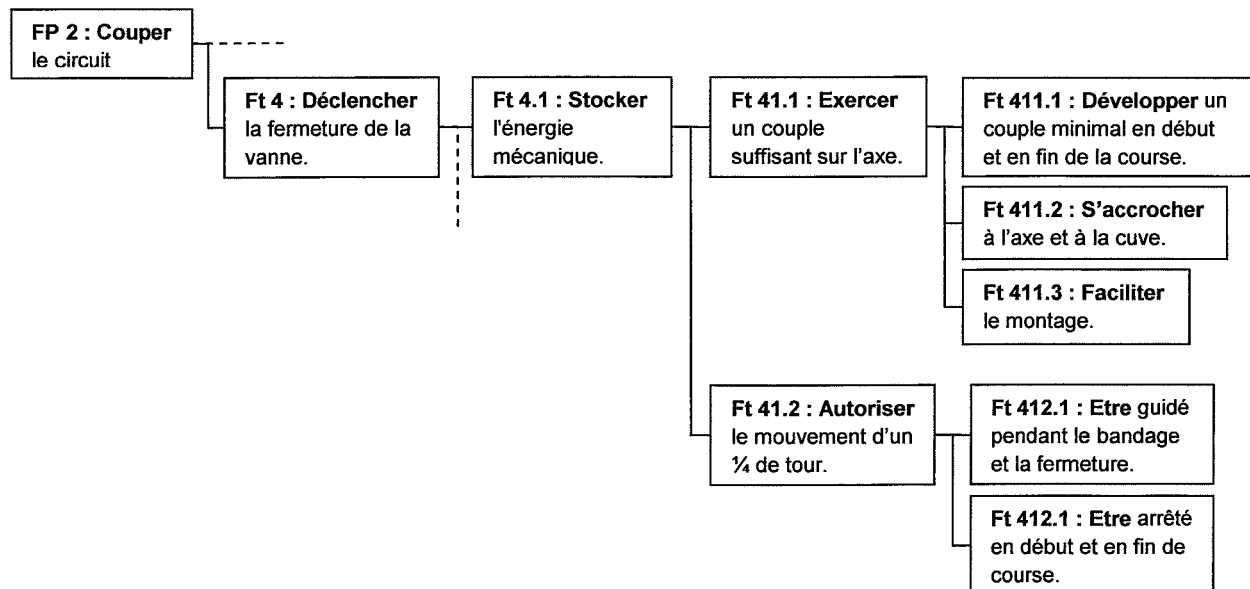
Parmi les opérations longues et coûteuses qui nécessitent une étude de pré-industrialisation, il y a celle de tournage du profil de l'ensemble des parties cylindriques épaulées 1, 3, 5, 6 et 9, pour un repérage des surfaces (*confer DT 09/23*). Le volume de copeaux à enlever est très important :



Le temps d'usinage peut être estimé par un calcul rapide utilisant le débit d'enlèvement de copeaux.

- Q 2.10. **Calculer** le temps approximatif d'enlèvement du copeau de l'opération de profilage en utilisant les données des conditions de coupe recommandées ($a_p = 3 \text{ mm}$, $f = 0,35 \text{ mm}$, $V_c = 175 \text{ m/min}$) pour l'usinage de ce matériau en ébauche de tournage. Si besoin, énoncer les hypothèses faites pour faire l'estimation du temps d'usinage.
- Q 2.11. **Tracer** les trajectoires de la pointe de l'outil donnant le cycle d'ébauche et de la passe de finition de ce profil et **dessiner** une forme adéquate de plaquette d'outil. **Déterminer** les valeurs des différentes passes d'ébauche, ainsi que celle de surépaisseur pour la finition du profil (*confer DT 10/23*).

Une autre modification morphologique de l'axe est à envisager. Une étude concernant la rainure axiale repérée par le chiffre 15 (*confer DT 09/23*) est proposée pour analyse critique. L'objectif de cette étude est centré sur la réduction du coût de réalisation de la rainure tout en assurant toutes les fonctions techniques, notamment celle de l'accrochage des extrémités du ressort (Ft 411.2), composante de la fonction principale de coupure du circuit d'eau (Fp2).



- Q 2.12. **Justifier** le besoin et les dimensions de chaque élément surfacique de base de cette rainure axiale assurant l'accrochage de l'extrémité du ressort.
- Q 2.13. **Recenser** toutes les contraintes d'usinage de la rainure axiale (difficultés de réalisation, longueurs d'usinage...) influençant fortement le coût d'usinage.
- Q 2.14. **Proposer** une modification de forme de cette rainure axiale visant à réduire le cout de réalisation. Toute idée réaliste et pertinente peut être émise.

D'une manière générale, les aciers inoxydables austénitiques sont plus difficiles à usiner que les autres. Les conditions de coupe, notamment l'avance et la vitesse de coupe, sont très liées en raison des types d'usure très marqués (en cratère, déformation plastique, écaillage, arête rapportée). Cela limite les possibilités de variation des paramètres recommandés, même si une optimisation est toutefois possible. L'étude suivante est dirigée vers un changement de moyen de production. Le processus de fabrication doit être envisagé avec un tour à commande numérique multi-axes et multibroches. Il s'agit d'un tour bi-broche qui est équipé de 2 tourelles indépendantes pouvant usiner sur les 2 broches. Il est muni de plusieurs axes numérisés attachés aux 2 broches : X1, Y1, Z1, C1, X2, Z2 et C2. Ces derniers peuvent être équipés d'outils fixes de tournage ou de perçage et d'outils tournants de fraisage ou de perçage qui seront disposer soit axialement soit radialement. Pour une description précise de la cinématique de cette machine (confer DT 11/23).

- Q 2.15. **Concevoir** un processus de fabrication avec ce tour bi-broche dont quelques caractéristiques sur la direction des différents axes d'usinage et les possibilités d'utilisation d'outils tournants de fraisage sont données dans le document DT 11/23.
- Q 2.16. **Proposer** des simultanités d'usinages ou de cycles d'usinage afin de réduire le temps global de réalisation sans faire de calcul d'optimisation.
- Q 2.17. **Expliquer** comment sera respectée au cours du processus la contrainte géométrique d'orientation entre les tenons (repères 12 et 13 confer DT 09/23).

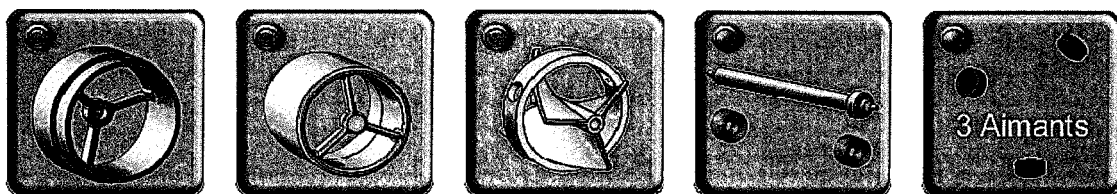
La conception du processus exige davantage d'étude pour le qualifier. Son optimisation du coût de production dépend des moyens utilisés et de la définition du produit à réaliser. Ce dernier constitue un contrat dont le dessin de définition est un élément essentiel. Le document DT 21/23 dessin de détail de l'axe commande est en cours d'élaboration. Des informations complémentaires et utiles pour sa cotation fonctionnelle sont portées sur le document DT 9/23.

- Q 2.18. **Proposer** sur le DR 3/5 une cotation fonctionnelle de la rainure radiale d'amplitude circulaire de 95° (repère 14 confer DT 09/23) en fonction des informations portées sur le document DT 22/24 et des conditions connues de fonctionnement.

Ft 1 : Détecter le passage du fluide.

Problèmes techniques posés :

L'ensemble cartouche « Turbine » est constitué de 2 carters, de la turbine, de l'axe central, des 2 pierres synthétiques et des 3 aimants.



Les 2 carters seront injectés en PA6.6 (confer DT 07/23) dans le même cycle d'injection.

Données supplémentaires issues de données de C.A.O. :

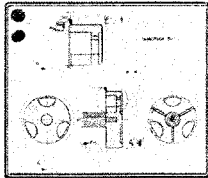
- Le volume pour une grappe contenant 2 carters et leurs canaux est de $1,8 \text{ cm}^3$, la surface projetée pour ces 2 pièces avec leurs canaux d'alimentation est de 276 mm^2 ;



- Le volume du canal principal de la buse d'injection aux canaux secondaires est estimé à $0,75 \text{ cm}^3$ avec une surface projetée de 28 mm^2 ;
- Le volume de chaque canal de raccordement entre le canal principal et les canaux d'alimentation pièces est estimé à $0,8 \text{ cm}^3$ avec une surface projetée de 156 mm^2 ;
- Le matériau utilisé pour la contre plaque est un acier dont le module Young est de 210 000 MPa.

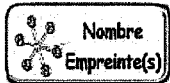
QUESTION 3

Q 3.1. Sur le document réponse DR 4/5 **Définir** la cinématique de l'outillage d'injection et **Proposer** :



- par un dessin à main levée une **mise en place des éléments** constituant les empreintes rapportées du moule sur chacune des pièces (ligne de joint, empreintes Fixe et Mobile, noyau(x), éjecteur(s), broche(s)) ;
- vous attacherez une attention particulière sur la décomposition du moule en **éléments simples à fabriquer**. (confer proposition de représentation dans le dossier technique en page DT 12-13/23).
- pour chacun des éléments constituant votre empreinte, vous **préciserez** par un dessin de détail à main levée sa forme précise et donnerez sous forme par exemple d'un listing, une rapide chronologie des usinages avec les précautions à apporter.

La presse à injecter disponible pour ces pièces est une presse hydraulique de type 22 M (confer le document Dt 7/23), La qualification de la presse aura lieu après vérification des certains paramètres.



Q 3.2. **Donner** le nombre d'empreintes maximal admissible avec pour premiers paramètres d'optimisation la masse et le volume ;

Q 3.3. Les surfaces projetées vous sont ici données. **Décrire** la démarche d'obtention de ces valeurs avec un modeler 3D ;



Q 3.4. **Vérifier** que la Force de verrouillage disponible sur la presse permet l'obtention de ce nombre de pièce, (si nécessaire, corriger et remédier à son optimisation) ;

Q 3.5. **Justifier** votre choix parmi les modèles d'étude proposés par le formulaire de calcul donné en page DT 16/23 ;



Q 3.6. **Procéder** au dimensionnement de la contre-plaque, (confer les éléments de calculs dans le dossier technique en page DT 16/23) ;



Q 3.7. **Vérifier** que les courses d'ouverture, de fermeture de moule et d'éjection sont cohérentes avec l'injection de ces pièces, (si nécessaire, apporter les corrections possibles) ;

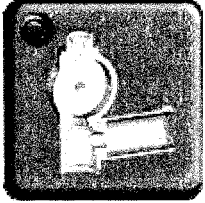


Q 3.8. **Procéder** aux dimensionnements des éléments constituant l'outillage standard en tenant compte des caractéristiques de la machine utilisée.

Ft 12 : Résister à la pression.**Problèmes techniques posés :**

La forme de la cuve actuelle (*Confer la cotation partielle DT 19/23*) ne peut plus convenir avec la modification de la nouvelle cartouche « Turbine ».

Actuellement la cuve est réalisée en moulage en coquille par gravité, puis usinée sur machine transfert circulaire.



Dans un premier temps, dans le but de chiffrer cette éventuelle modification, la société voudrait faire évoluer sa forme tout en conservant le même procédé. **Les contraintes à conserver** sont :

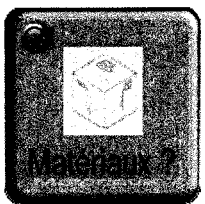
- Les fonctions « FP2 : Couper le circuit d'eau » et « FC7 : Réarmer manuellement la vanne d'arrêt » dans leur intégralité ;
- La position relative actuelle du capteur « ILS » située sur la carte électronique est à une distance d'entrefer de 7 mm. Au-delà de cette distance le capteur ne peut plus enregistrer le passage des aimants ;
- Les capots inférieur et supérieur ne seront pas modifiés (*Confer DT 17-18/23*) ;
- Rechercher à **minimiser les coûts** de production.

QUESTION 4 :

- Q 4.1. Afin de guider la nouvelle étude de re-conception, en tenant compte des contraintes précitées et de celles de la « Fc1 : Se raccorder au réseau » Sur le document réponse DR 5/5 **Proposer** une solution à main levée rigoureuse des modifications de la cuve en spécifiant en trait gras les surfaces qui ne doivent absolument pas évoluer. **Spécifier** aussi de façon explicite sur le même document les nouvelles contraintes (jeu, position, etc.) de conception qui s'impose maintenant.

Problème technique posé :

La cuve actuelle est d'un coût de production trop élevé (prix et volume matière, grand nombre de rebuts, présence de retassures importantes, nombre d'usinages de reprise).



Une recherche de matériau susceptible de remplacer celui actuellement utilisé CB752S (CuZn35Pb2 Al-B) au prix moyen de 540 €/100 Kg est nécessaire.

Les caractéristiques mécaniques de ce matériau sont données: Rm min 280N/mm², Rp 0,2% min 120 N/mm², A min 10% et HB min 70.

La société souhaite faire une recherche d'un autre matériau moins coûteux et modifier son procédé actuel de fabrication par moulage en coquille par gravité, pour un moulage par injection plastique. Cette étude sera effectuée avec un logiciel d'aide à la recherche des matériaux.

QUESTION 5 :

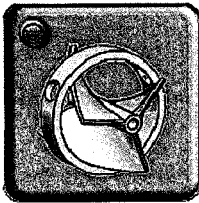
- Q 5.1. **Expliciter** la composition de ce matériau.
- Q 5.2. **Expliciter** les données mécaniques de ce matériau.
- Q 5.3. **Lister** les paramètres complets des saisies d'entrée du logiciel qui mèneront à construire cette recherche de façon précise et rigoureuse.

DEUXIEME PARTIE : « Exercice pédagogique » 2 heures

Cette partie permet d'évaluer les capacités des candidats à utiliser le support proposé pour élaborer un exercice d'évaluation des connaissances et méthodes acquises par les élèves. Cet exercice est situé dans un processus d'apprentissage de seconde année de B.T.S.

DIRECTION DE L'ÉTUDE.

Contexte industriel :



L'hélice doit être capable de répondre rapidement à une évolution d'angle d'hélice selon les critères de précision de lecture, de la nature du fluide et de seuil de déclenchement.

Pour ce faire, l'entreprise souhaite mettre en place une recherche de procédés capables de répondre à cette exigence. C'est vers le marché de la production numérique directe de cette pièce par prototypage ou encore par la production d'outillage métallique direct en prototypage rapide que la société souhaite faire cette recherche.

Contexte pédagogique :

La situation d'évaluation est placée dans le cycle de formation professionnelle du B.T.S Conception et Industrialisation en Microtechniques, plus précisément au cours de seconde année de formation.

Les capacités (cf. dans le dossier pédagogique DP 1-2/4) du référentiel ciblées sont :

- C3.1 Estimer les coûts et les délais
- C3.5 Choisir les moyens de production
- C4.2 Rechercher, Imaginer, Adapter en phase de conception détaillée

Les savoirs qui peuvent être associés à ces capacités sont listés dans le dossier pédagogique document DP 3-4/4.

Pour information au candidat, les trois capacités citées ci-avant font partie des aptitudes à évaluer dans la sous-épreuve U5.1 « Conception détaillée Pré-Industrialisation » de l'examen.

L'exercice d'évaluation fait suite à des activités de formation et de recherche sur les différents procédés cités ci-avant, les étudiants sont donc en possession des savoirs associés à cette activité proposée, et possèdent la maîtrise des moyens à mettre en œuvre.

QUESTIONNEMENT**QUESTION 6 :**

- Q 6.1. Le support utilisé (hélice) est-il adapté à l'exercice d'évaluation demandé? La réponse doit être justifiée d'un point de vue technique et d'un point de vue pédagogique.
- Q 6.2. Rédiger le document qui présente à l'étudiant le contexte industriel et l'objectif technique à atteindre : **Décrire** en quelques lignes puis **proposer** plusieurs croquis pour aborder cette situation technique.
- Q 6.3. Définir le **questionnement** permettant de contrôler les acquis de l'étudiant sur ses connaissances des procédés ciblés.
- Q 6.4. Ecrire le document de travail « Optimisation Produit-Matériau-Procédé » permettant de définir dans cette étude qualitative un choix structuré des différents procédés possibles. Ce document peut prendre la forme d'un outil facilitant ce choix. *(La réponse attendue est plus centrée sur la structure précise du document que sur la description détaillée des procédés et de leurs possibilités).*

Agrégation Génie mécanique Interne

DOSSIER « DOCUMENTS REPONSES »

Ministère de l'Éducation Nationale

Concours INTERNE de recrutement des professeurs agrégés.

Section : Génie Mécanique

Dossier « Documents réponses »

Ce dossier comporte 5 documents repérés DR 1/5 à DR 5/5.

- | | |
|-------------------|--------|
| - Question 1.1 : | DR 1/5 |
| - Question 1.2 : | DR 2/5 |
| - Question 2.18 : | DR 3/5 |
| - Question 3.1 : | DR 4/5 |
| - Question 4.1 : | DR 5/5 |

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

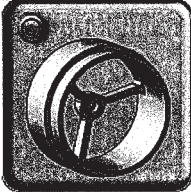
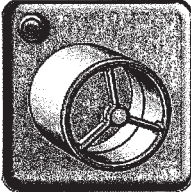
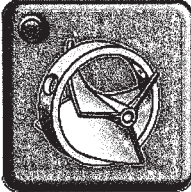
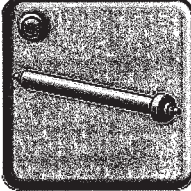


*(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)*Prénoms : _____ N° du candidat *(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)*

EAI GME 1

Page DR 1/5

Document réponse

Question 1.1

Pièce	Matériau	Procédé de Fabrication	Justification
	Polyamide PA 6.6	Injection plastique	
	Polyamide PA 6.6	Injection plastique	
			
			
	Corindon ou Alumine	Rectifications à la meule diamant	Dureté très élevée, résistance au frottement très faible.
	Samarium- Cobalt (SmCo)	Injection MIM en version SmCo avec liant synthétique	Insensible à l'oxydation, haute résistance à la θ , très haute résistance à la démagnétisation.

Da

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

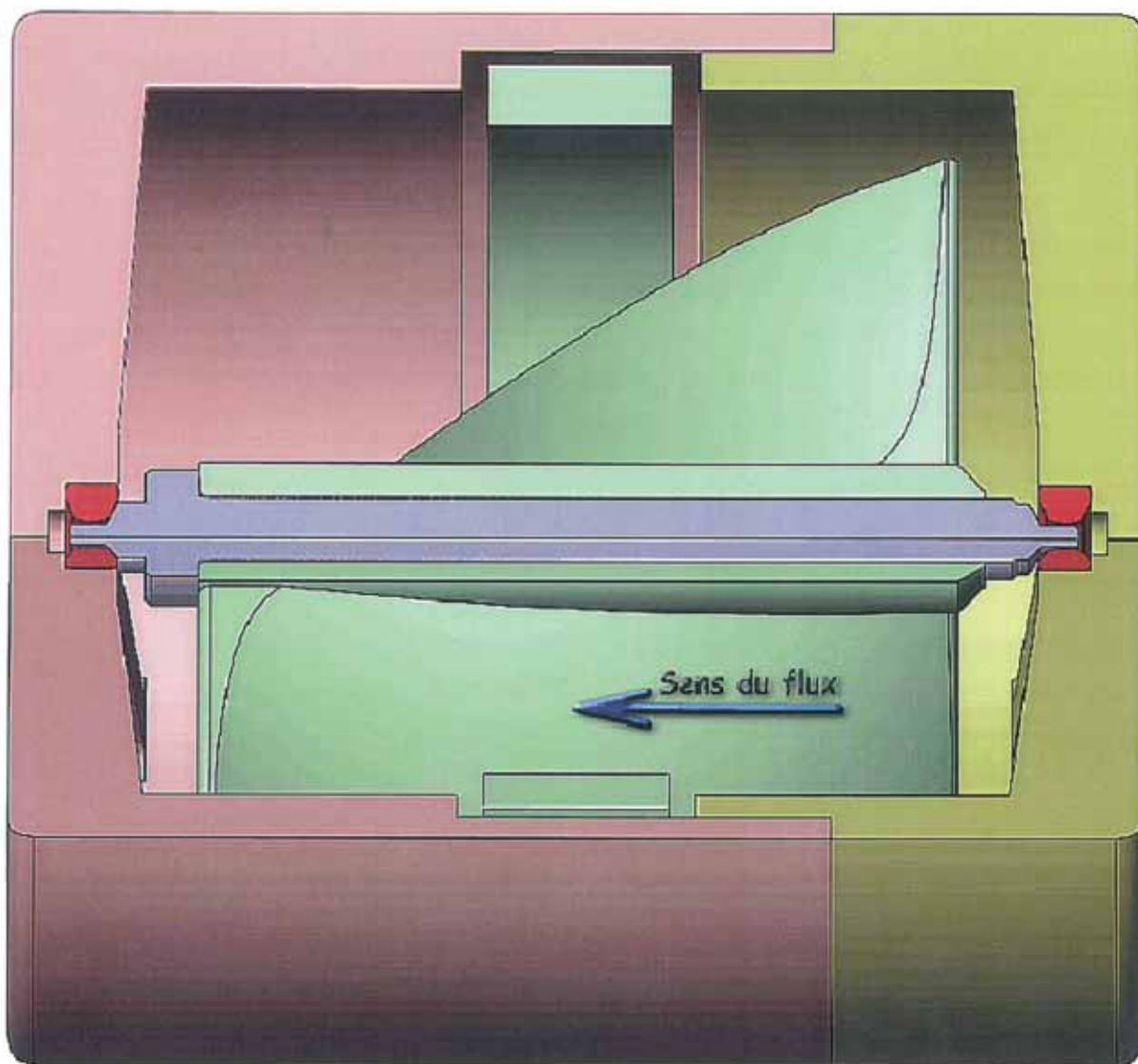
EAI GME 1

Page DR 2/5

Document réponse

Dessiner les jeux fonctionnels ;

Pour 3 jeux axiaux établir les chaînes de cotes, quantifier la valeur ces jeux.



Db

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

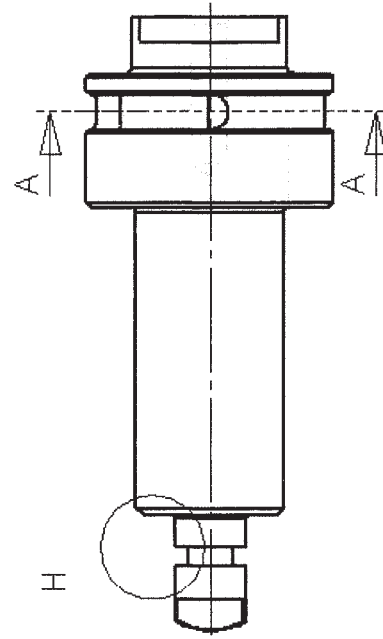
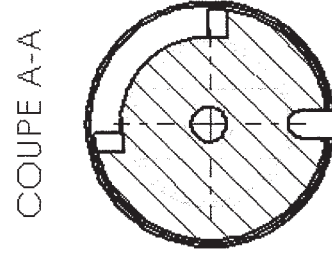
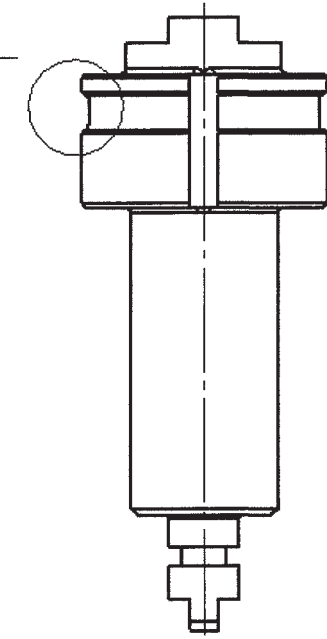
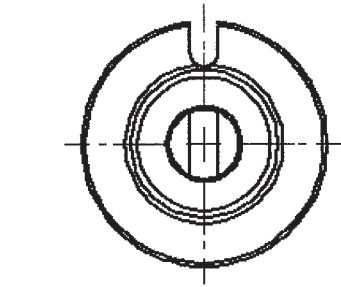
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EAI GME 1

Document réponse

Page DR 3 / 5

Question 2.18 : Proposer une cotation fonctionnelle de la rainure radiale d'amplitude angulaire de 95°.



DÉTAIL H
ECHELLE 2 : 1



DÉTAIL H
ECHELLE 2 : 1

Axe Commande

A4 Ech 1:1

Dc

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

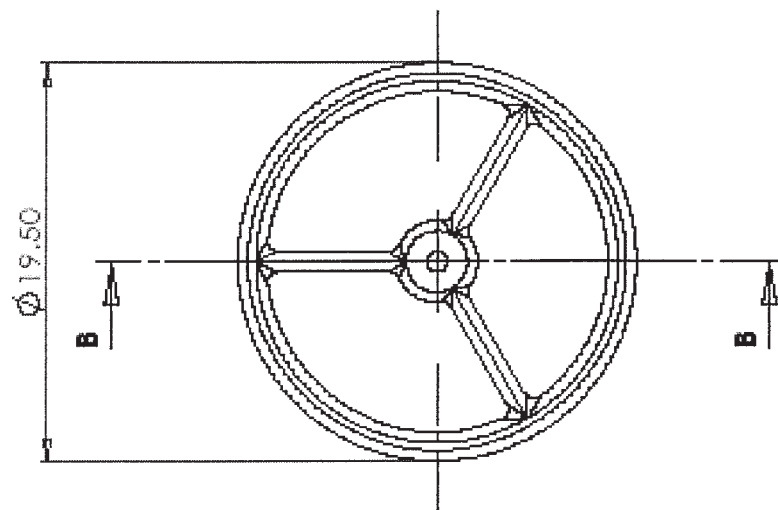
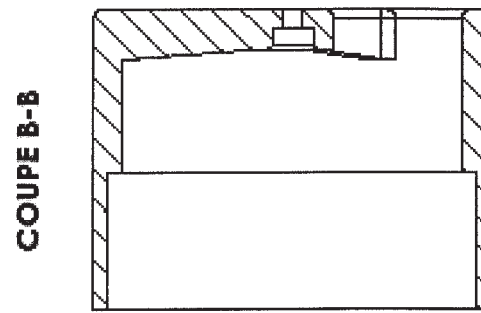
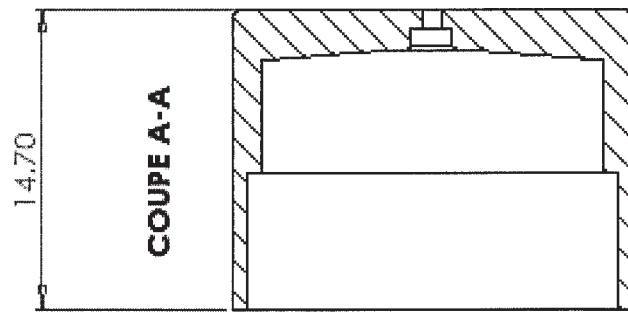
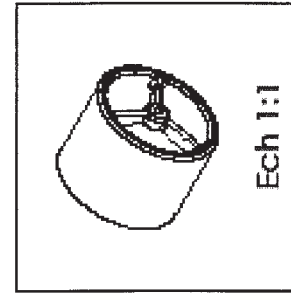
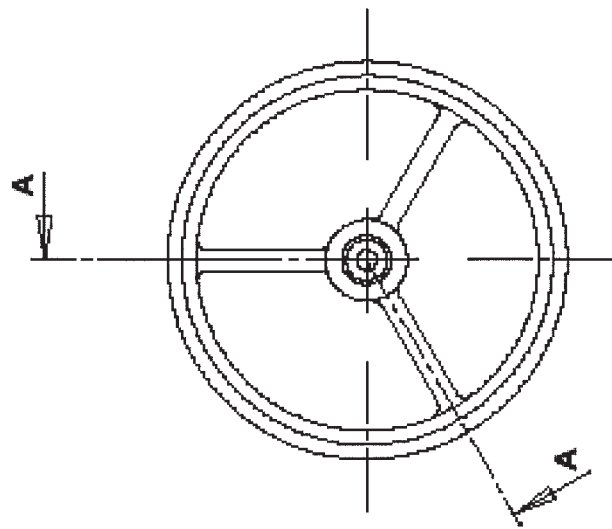
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EAI GME 1



Ech 3:1

Document réponse

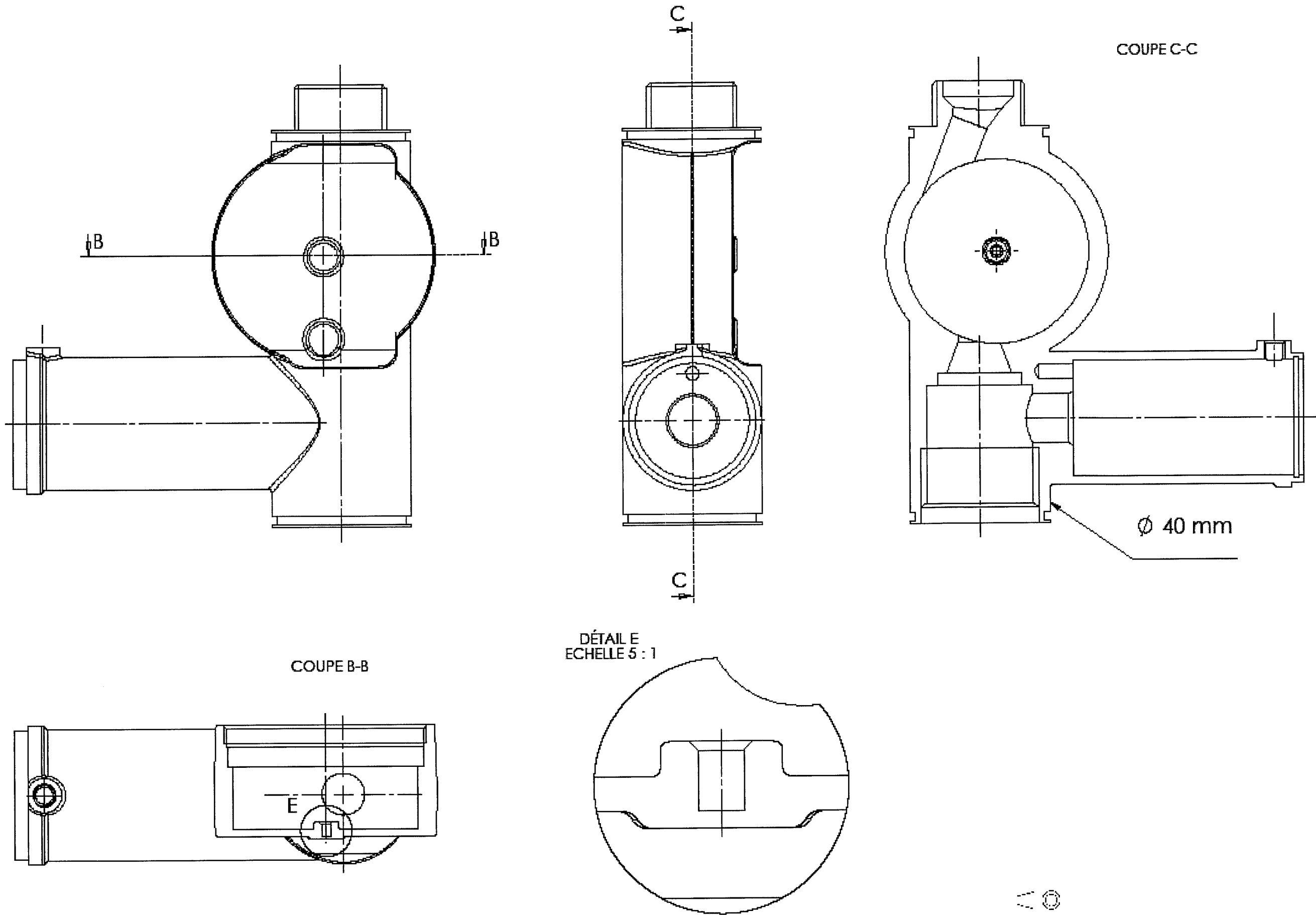
Page DR 4 / 5

Dd

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 4.1 : Proposer une solution à main levée des modifications de la cuve pour la nouvelle cartouche « turbine ».




Silhouette de la Cuve

Agrégation Génie mécanique Interne

DOSSIER PÉDAGOGIQUE

Ministère de l'Éducation Nationale

Concours INTERNE de recrutement des professeurs agrégés.

Section : Génie Mécanique

Dossier Pédagogique

Extrait du référentiel du B.T.S. Conception et Industrialisation en Microtechniques.

Ce dossier comporte 4 documents repérés DP 1/4 à DP 4/4.

- **C3.1** Estimer les coûts et les délais DP 1/4
- **C3.5** Choisir les moyens de production DP 1/4
- **C4.2** Rechercher, Imaginer, Adapter en phase de conception détaillée DP 2/4
- Extraits des **savoirs** qui peuvent être associés à ces capacités DP 3-4/4

CAPACITÉS

C3. Évaluer

C3.1. Estimer les coûts et les délais

<i>Donnée</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La description d'une fonction à assurer ; • L'inventaire des solutions technologiques ; • La documentation technique et commerciale relative aux éléments pouvant assurer la fonction. 	<p>Estimer les coûts d'une fonction.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les estimations des coûts pour chacune des solutions envisageables sont établies et justifiées.
<ul style="list-style-type: none"> • L'ensemble des dossiers techniques* et commerciaux relatifs à la production : <ul style="list-style-type: none"> - les dossiers machines, - les documentations techniques matière, - les documentations outils et outillages. • Les coûts de production ; • Les délais et les devis des fournisseurs et sous-traitants éventuels ; • Le planning d'utilisation de l'atelier de production. 	<p>Estimer les coûts et les délais d'une production.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les temps et les coûts prévisionnels de production sont quantifiés ; • Un ensemble de solutions alternatives permettant d'optimiser le rapport coûts/délais est proposé.

C3. Évaluer

C3.5. Choisir les moyens de production

<i>Données</i>	<i>Actions</i>	<i>Indicateurs de performance</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Le cahier des charges de la pièce à produire ; • Les moyens de production validés ; • Les données historiques sur la capacité des moyens et les procédures d'évaluation de la capacité des moyens de production. 	<p>Exploiter et interpréter les données de capacité des moyens de production nécessaire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La capacité des moyens de production est validée.
<ul style="list-style-type: none"> • Les moyens de production capables ; • Le dossier de production ; • La documentation technique connexe. 	<p>Choisir le moyen de production le mieux approprié.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le moyen de production le mieux adapté est retenu.

C4.2. Rechercher, Imaginer, Adapter en phase de conception détaillée		
Données	Actions	Indicateurs de performance
<ul style="list-style-type: none"> • Le dossier de conception préliminaire ; • Le répertoire des entreprises sous- traitantes ; • Les données de l'entreprise et de ses sous-traitants : <ul style="list-style-type: none"> - coûts ; - délais ; - capacités relatives aux moyens disponibles (processus, procédés). • Les catalogues des produits manufacturés et leurs tarifs (constituants, composants pluritechnologiques, matériaux...). <ul style="list-style-type: none"> • Les informations sur les délais d'approvisionnement ; • Les caractéristiques des solutions possibles (performances, coûts, délais de réalisation, résultats des essais, des prototypes*, des outillages...). 	<p>Choisir une association produit - matériau - procédé.</p> <p>Choisir une association matériau - procédé - processus.</p> <p>Arrêter et définir une solution pour un produit microtechnique, une pièce, un outillage, un processus.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les associations choisies sont justifiées du point de vue : <ul style="list-style-type: none"> - du CdCF ; - des fonctions techniques ; - de la capabilité des processus et des procédés d'obtention ; - des caractéristiques des matériaux ; - des incompatibilités d'association ; - du recyclage. • La solution retenue est définie par un moyen de représentation approprié et justifiée du point de vue des fonctions de service et des contraintes.

SAVOIRS ASSOCIÉS

4.5. LES PROCÉDÉS UTILISÉS EN MICROTECHNIQUES
du point de vue de la relation matériau – procédé - processus

Niveaux			
1	2	3	4

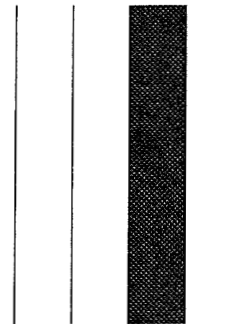
Les savoirs et savoir-faire portent sur :

- Les principes et les contraintes du procédé ;
- Les limites et utilisations du procédé (cadence, précision, matériaux, géométrie, etc.) ;
- Les coûts du procédé (machines, outillages, matière, déchets).

4.5.1. Mise en forme :

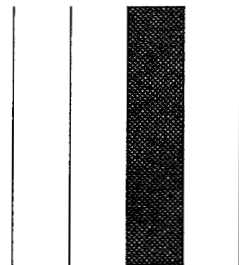
• Création de formes :

- moulage par gravité ;
- moulage sous pression (plastique, métallique, cire perdue, MIM (Métal Insert Molding) ;
- déformation (thermo-formage, extrusion, filage) ;
- métallurgie des poudres ;
- prototypage rapide.



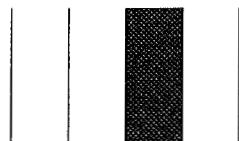
• Modification de formes :

- usinage sur machines à commande numérique jusqu'à la machine 5 axes (y compris l'U.G.V.) ;
- usinage laser et électrochimique, par découpe jet d'eau ;
- déformation (découpage, cambrage, emboutissage) ;
- électroérosion.



• Finition :

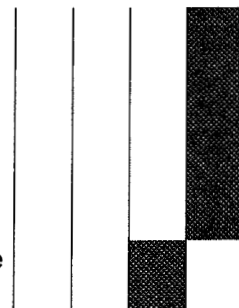
- rectifications ;
- superfinitions (polissage, roulage, rodage, brunissage, galetage, microbillage).



4.6. OPTIMISATION DE L'ASSOCIATION PIÈCE-MATÉRIAU-PROCÉDÉ-OUTILLAGE

4.6.1. Création de formes par moulage :

- Application des règles de tracé ;
- Détermination du plan de joint ;
- Aménagement des formes pour éviter les contre-dépouilles, situer le point d'alimentation, implanter les zones d'éjection, simplifier la cinématique de l'outillage ;
- Application des caractéristiques dimensionnelles, géométriques et d'état de surface compatibles avec le procédé.



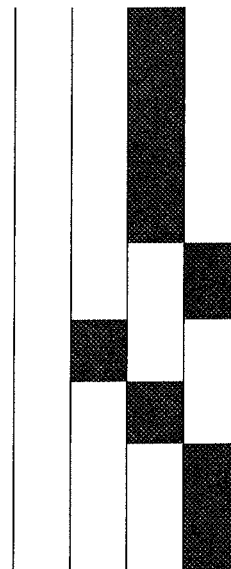
5. ORGANISATION DES PROCESSUS

du point de vue de la relation matériau - procédé - processus

Ces savoirs, associés à la conception **préliminaire** des outillages, mènent à la rédaction précise du cahier des charges fonctionnel du procédé permettant la conception **détaillée** de l'outillage de production.

5.1. CRÉATION DE FORMES

- Fonction empreinte (retrait, plan de joint) ;
- Fonction alimentation (définition, dimension, position) ;
- Fonction évaluation des énergies dues au procédé (retrait, calculs liés à l'empreinte, nombre d'empreintes, dimensionnement des parties actives de l'outillage) ;
- Structure de l'outillage (disposition des empreintes, standard, détermination et choix de presse) ;
- Fonction thermorégulation ;
- Fonction éjection ;
- Structure des outillages particuliers appliqués à des solutions constructives microtechniques (moule à tiroirs, 3 plaques, à insert, buses chaudes) ;
- Coût du procédé et de l'outillage.

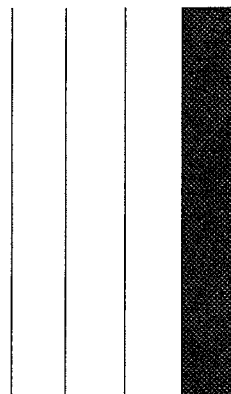


6. MISE EN ŒUVRE

6.1. MOYENS DE FABRICATION UNITAIRE (pièce, produit, outillage)

6.1.1. Moyens de fabrication par usinage

- Procédés et machines associées :
 - usinage sur machines CN conventionnelles, à commande assistée, UGV ;
 - usinage par étincelage (enfonçage, fil) ;
- Méthodologie associée à une fabrication unitaire en intégrant les systèmes à référence constante ;
- Mise en œuvre des moyens avec paramètres de réglages et d'usinage ;
- Optimisation des critères coûts, délais, qualité.



6.1.2. Moyens de fabrication par création de formes

- Procédés et machines associées :
 - prototypage rapide ;
 - moulage cire perdue.
- Méthodologie associée à une fabrication en prototypage rapide (maîtrise de la chaîne numérique acquisition, modélisation, traitement) ;
- Mise en œuvre des moyens avec paramètres de réglages.

