

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION**

Cette épreuve a pour objectif de valider les compétences :

- C01 : Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C03 : Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C04 : Valider le choix du couple matériau – procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
- C05 : Spécifier les moyens de production nécessaires.
- C06 : Etablir les documents destinés aux partenaires cotraitants et sous-traitants.

Durée conseillée : **6 heures**

Aucun document autorisé

Contenu du dossier :

- Contexte de l'étude : page 1/15
- Enoncé du sujet : page 1/15 à page 15/15
- Documents techniques : DT1 à DT9
- Documents réponse : DR1 à DR15

CALCULATRICE AUTORISEE

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machine entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

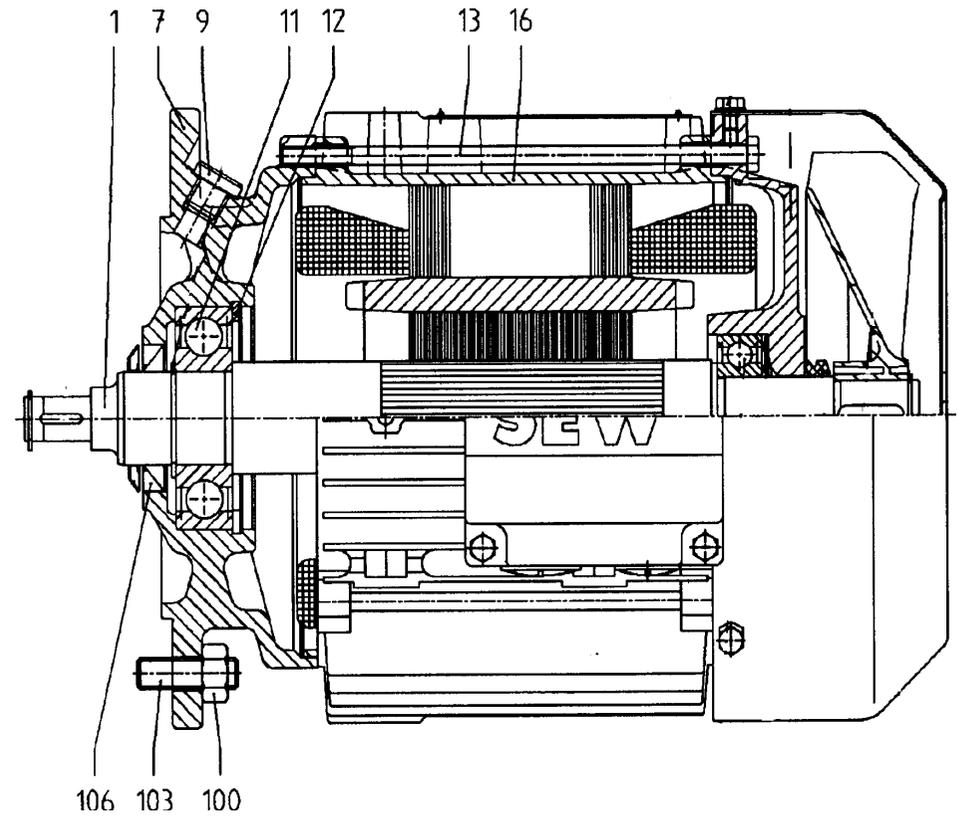
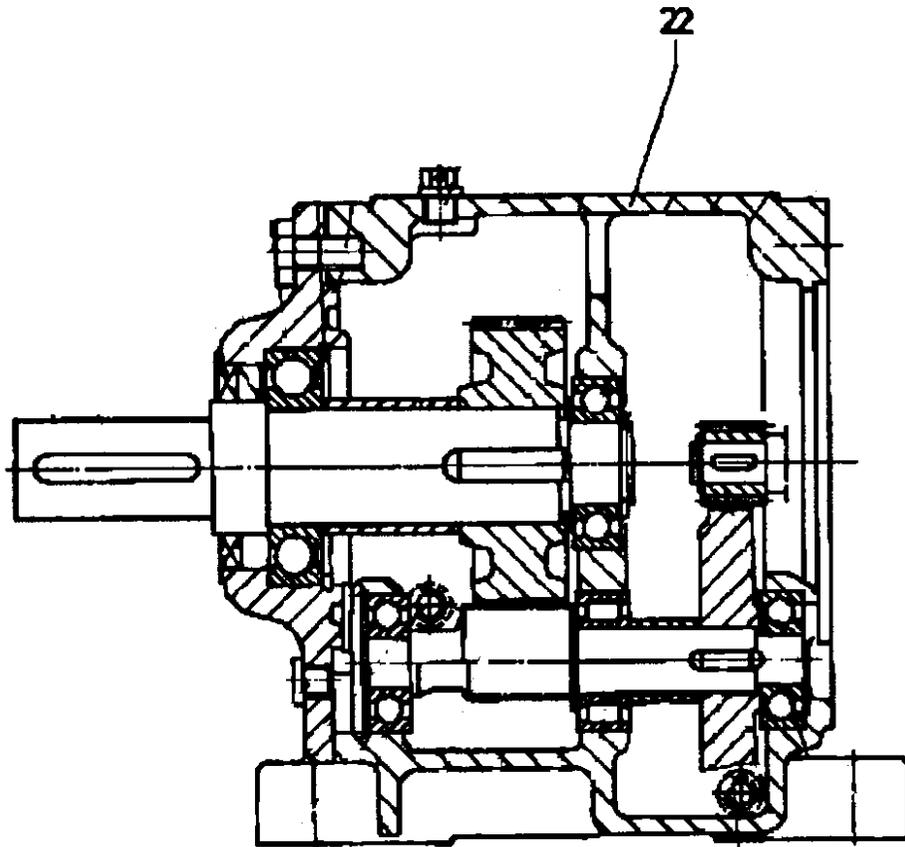
INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

DOSSIER DOCUMENTS TECHNIQUES

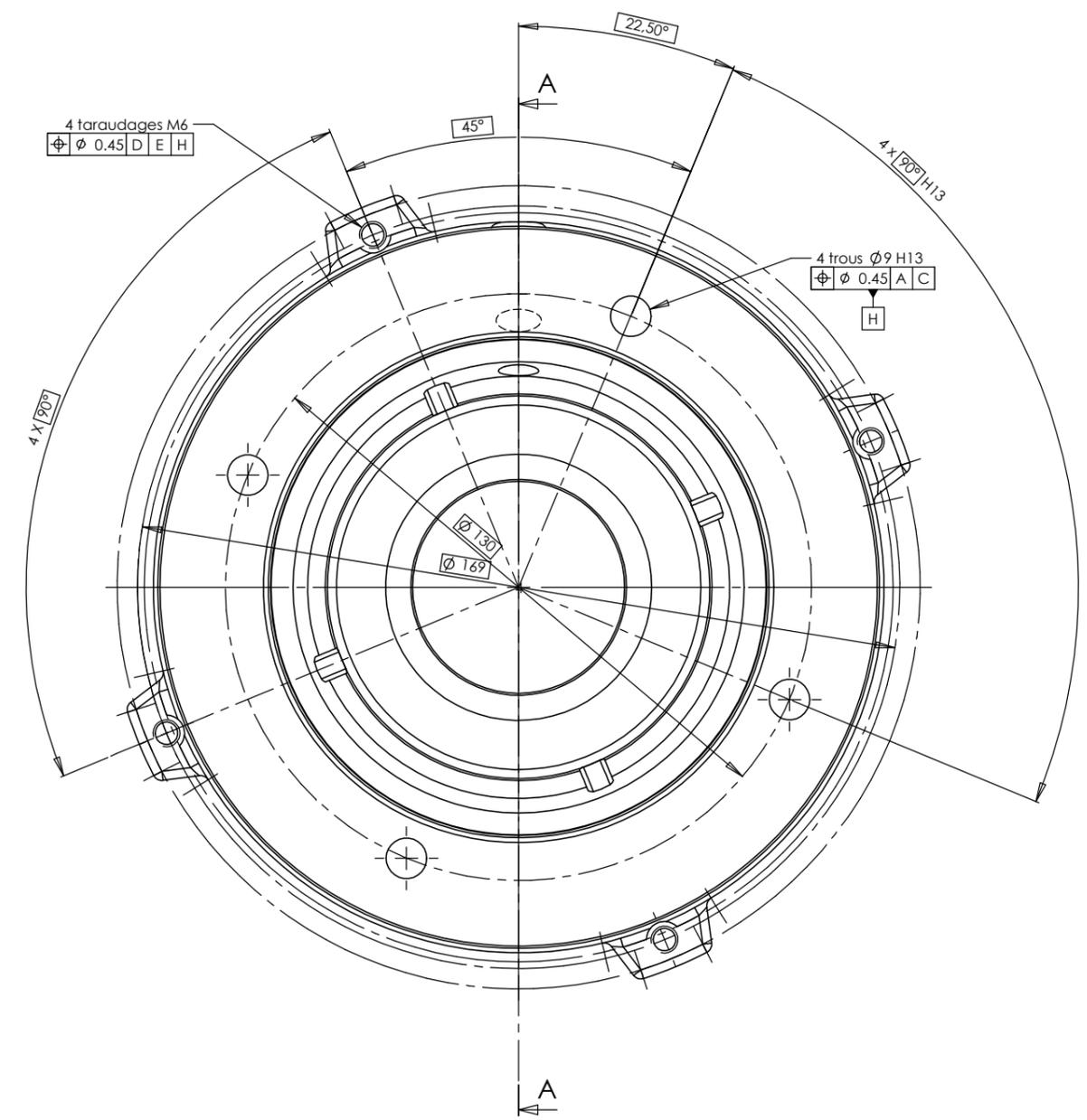
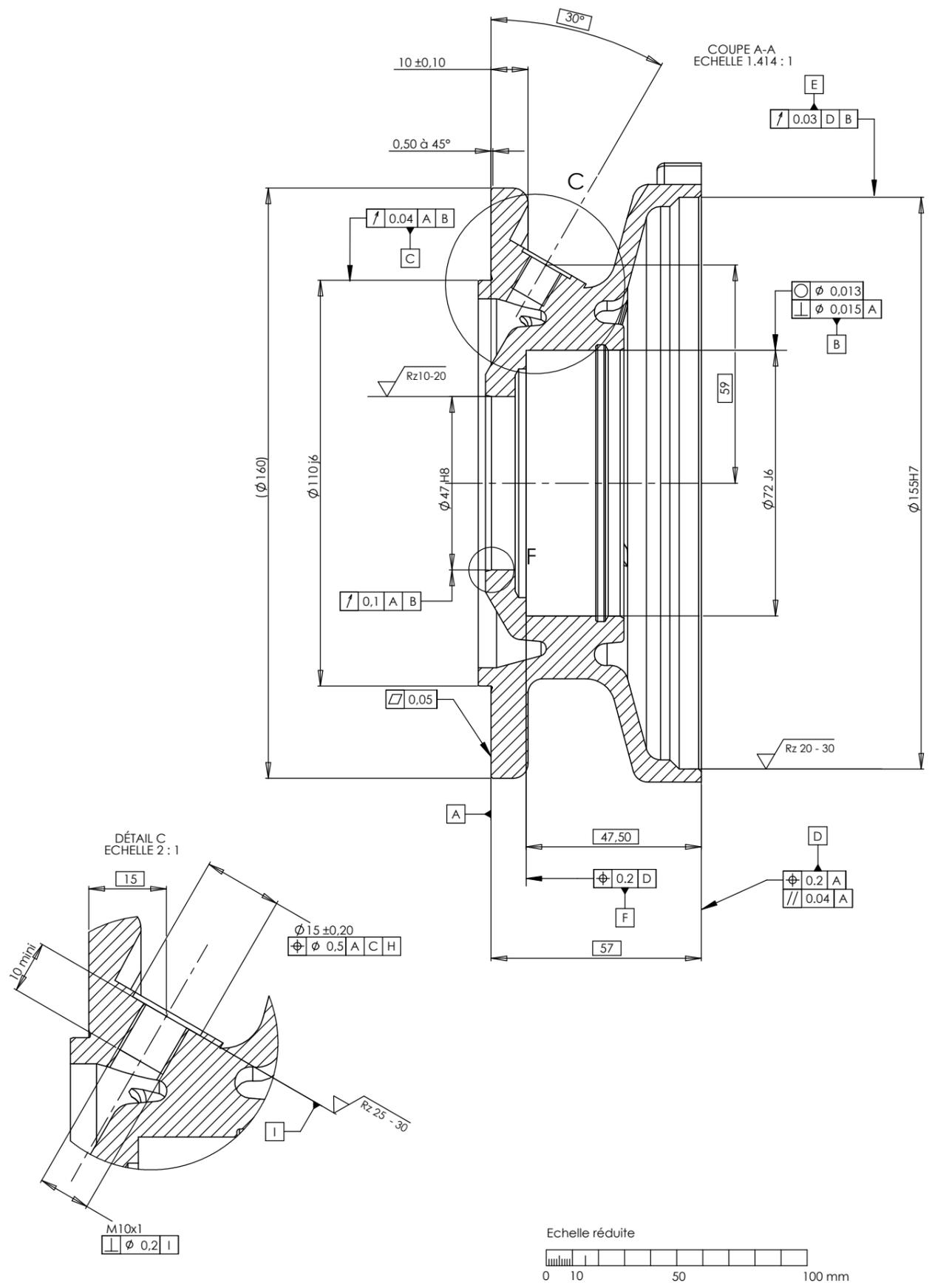
Contenu du dossier :

- DT1 : Plan d'un motoréducteur
- DT2 : Dessin de définition du flasque
- DT3 : Processus actuel
- DT4 : Dossier technique tour HESSAP
- DT5 : Cahier des charges préliminaire
- DT6 : Principe de l'outillage de pré-positionnement page 1/3 à 3/3
- DT7 : Conception préliminaire
- DT8 : Table de conversion de dureté
- DT9 : Principe du moulage DISAMATIC

DT1 : Plan et nomenclature d'un motoréducteur



Rep.	Désignation	Données complémentaires	Définition	Référence	Qté
1	Rotor	Bout d'arbre pignon 14	DFT90S4	01354655	1
7	Flasque		Diametre 160	13612379	1
9	Bouchon	Pour flasque diamètre 160	W40B5 M10x1-St-ADC3K	0011426X	1
11	Roulement à billes		DIN625 6306-2Z-J-C3-K08	13236571	1
12	Circlip		DIN983 30x1.5	00114626	1
13	Vis H		W4011 M6x155-6.8-ADB3	00118702	4
16	Stator				1
22	Carter de réducteur			00136301	1
100	Ecrou H	Pour flasque diamètre 160	ISO 4032 M8-8-St-A2F	00101990	4
103	Goujon	Pour flasque diamètre 160	DIN939 M8x20-8.8-A2F	00100749	4
106	Bague d'étanchéité		DIN A30x47x-NBR	00106178	1

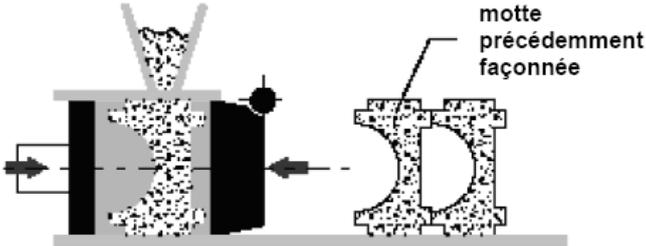
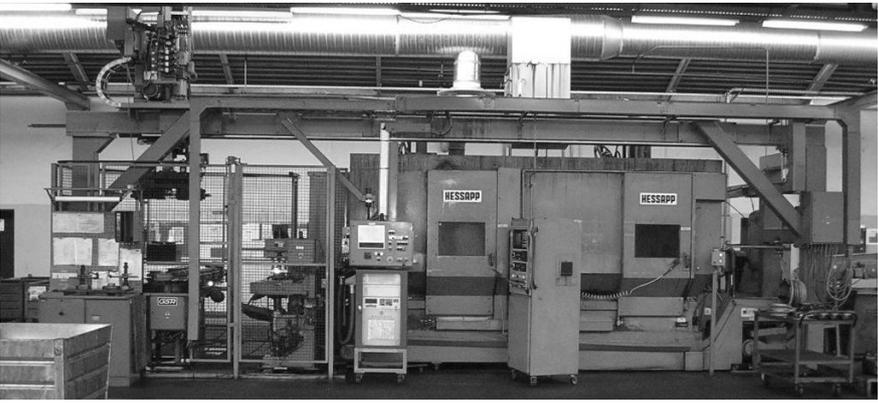
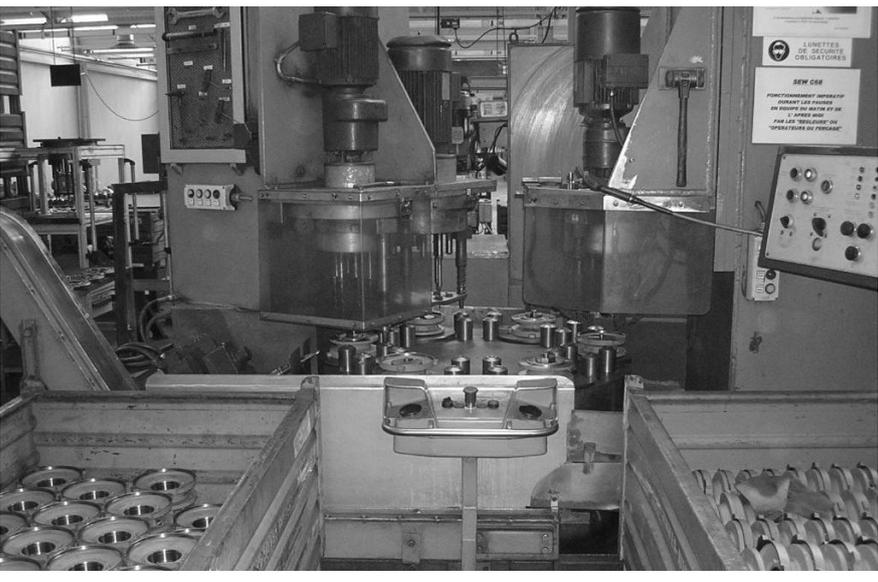


Rayon non coté : R=2
 Dépouille du modèle 2°
 HBmax 220 HBmin 180
 Les bruts doivent être étanche à l'huile et une surface extérieure lisse et propre
 EN GJL 200
 Masse 2.650 kg

Casser les arêtes vives 0.2 à 45°
 Rz 16 sauf indications
 Tolérances générales selon ISO 2768 mK
 Tolérancement selon ISO 8015

COTATION PARTIELLE

DT2 : Dessin de définition du flasque

Moulage	Procédé de moulage Disamatic	 <p>motte précédemment façonnée</p>
Ebarbage		
Grenaillage		
Peinture		
Contrôle réception	Visuel Etanchéité Matière	Voir aussi document ressource DT9
OP10 Tournage	Tour bi broches HESSAPP et portique de transfert	
OP20 Tournage		
OP 30 Perçage	Perceuse multi broche sur plateau transfert rotatif	
OP 40 Perçage Taraudage		
OP 50 Perçage Lamage Taraudage		

DT4 : Données techniques Tour Bibroches HESSAPP DVT300 et DVT450

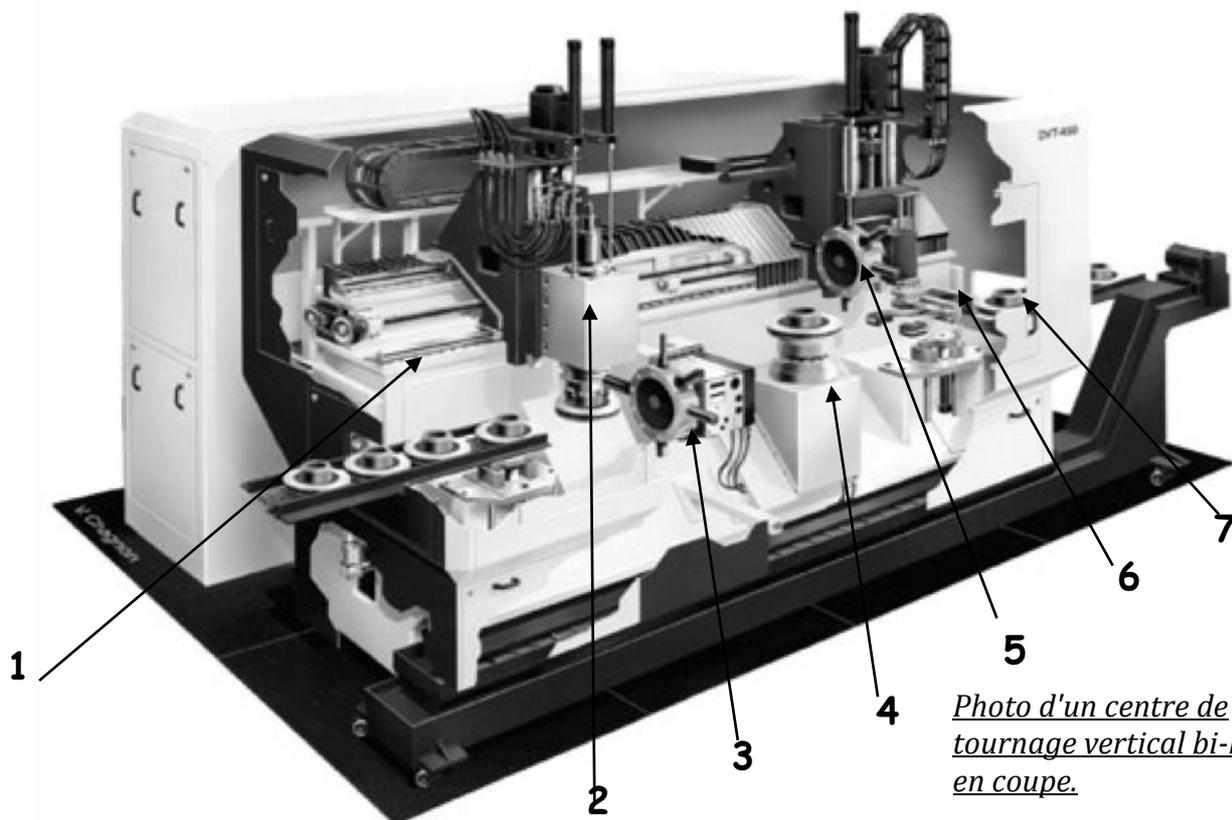


Photo d'un centre de tournage vertical bi-broche en coupe.

1 :	Les pièces brutes sont disposées sur un convoyeur
2 :	La broche vient saisir les pièces brutes et les usine sur la tourelle porte-outil fixe (3)
3 :	Tourelle porte-outil fixe
4 :	Une fois la pièce usinée du premier côté, la broche mobile 2 transfère la pièce sur la 2 ^{ème} broche fixe
5 :	La tourelle porte-outil mobile vient usiner le 2 ^{ème} côté de la pièce
6 :	Une fois la pièce usinée du 2 ^{ème} côté, un bras manipulateur vient extraire la pièce pour la disposer sur un convoyeur de sortie
7 :	Convoyeur de sortie (pièce usinée)

Spécifications techniques :

	DV450		DVT450
Commande principale		Broche principale	2
Puissance maxi	37,5kW	Diamètre dans le palier avant	150mm
Vitesse de rotation max	3200 tr/min	Couple maxi (taille)	A8
Capacité d'usinage		Système d'outils	plateau
Diamètre de tournage	400mm	Logements d'outils	12
Diamètre de passage	480mm	Diamètre du logement	40mm
Hauteur pièce	350mm	Outils rotatifs	Oui
Chariot croisé		Contrôle numérique	
Course rapide axe Z	30m/min	Siemens	840D
Course rapide axe X	45m/min	Poids de la machine	15000kg

DT5 : Cahier des charges préliminaire

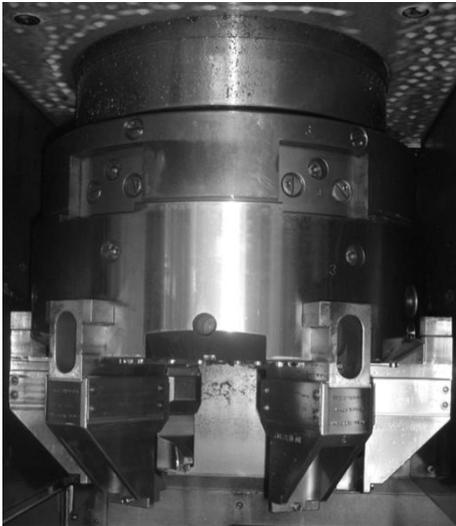
IPE4EPR

FONCTIONS DE SERVICE	CRITERES D'APPRECIATION	NIVEAU D'ACCEPTATION	FLEXIBILITE		
			Classe	Limites	Taux d'échange
FS 1 : Assurer la mise en position de la pièce sur le porte-pièce	Mise en position isostatique : <ul style="list-style-type: none"> Appui plan Linéaire annulaire Ponctuelle 	3 points d'appui fixe 2 points d'appui fixe 1 point d'appui s'adaptant au brut à définir question 18	F0 F0 F0		
FS 2 : Assurer le maintien en position de la pièce sur le porte-pièce	Effort de contact au niveau des appuis Rapidité de la mise en place Plaquage de la pièce par ressort	100 N à valider questions 19 à 21 1 s Aucune intervention de l'opérateur	F1	95 < F < 105 N	
			F1	Maxi 2s	
FS3 : S'adapter à la famille de pièces	Part de la production Temps de changement	95% des pièces à valider questions 22 à 24 5 s	F1	90% minimum	
			F1		
FS4 : Etre fiable	Matériaux en contact avec la pièce Matériaux des pièces mobiles Matériaux pour autres pièces	Pression admissible 70 MPa à vérifier questions 25 et 26 Coefficient de frottement f= 0.1 Résistance élastique Re = 300 MPa	F0		
			F0 F0		
FS5 : S'adapter à la production	Nombre de porte pièce		F0		
FS6 : Permettre la prise de pièce par la broche	Effort de contact lors de prise de pièce Adaptation aux variations du brut : <ul style="list-style-type: none"> Défaut dimensionnel entre surface Défaut de // entre surfaces 	500 N sur la surface plane 1 mm 0.4 mm	F1	Mini 480 N	
FS7 : S'interfacer avec le convoyeur	Lors du déplacement <ul style="list-style-type: none"> appui plan en contact avec convoyeur guidage Lors de la prise de pièce <ul style="list-style-type: none"> orientation du porte pièce 	2 zones d'appui avec bande de roulement 2 points de contact	F0 F0		
		2 broches de guidage	F0		
FS8 : Etre ergonomique	Effort opérateur pour clipser la pièce Effort opérateur pour régler le porte pièce	F= 20 N	F1	18 < F < 22 N	
		F= 200 N	F1	Maxi 220 N	

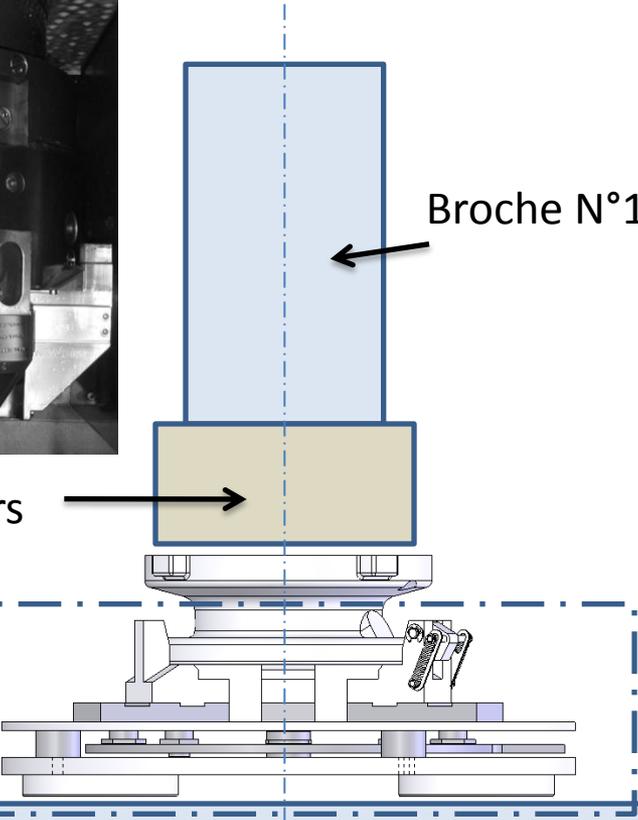
Remarque : Les fonctions ne sont pas hiérarchisées.

F0 : Non négociable F1 : Peu négociable F2 : Négociable F3 : Très négociable

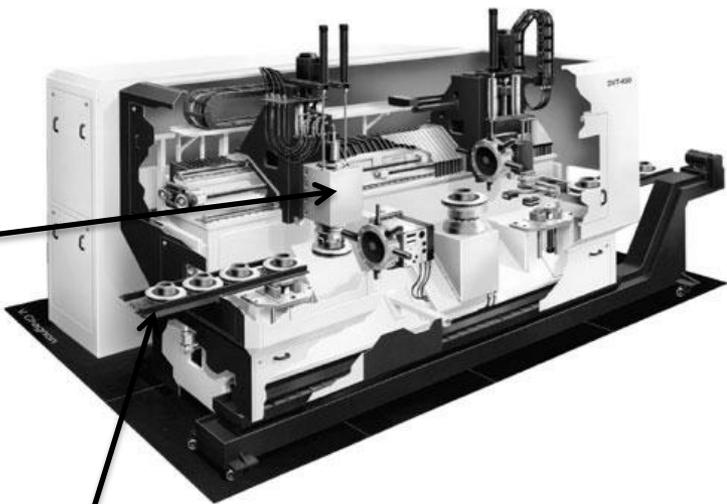
DT6 : Schéma de principe de l'outillage



Mandrin 6 mors



Broche N°1

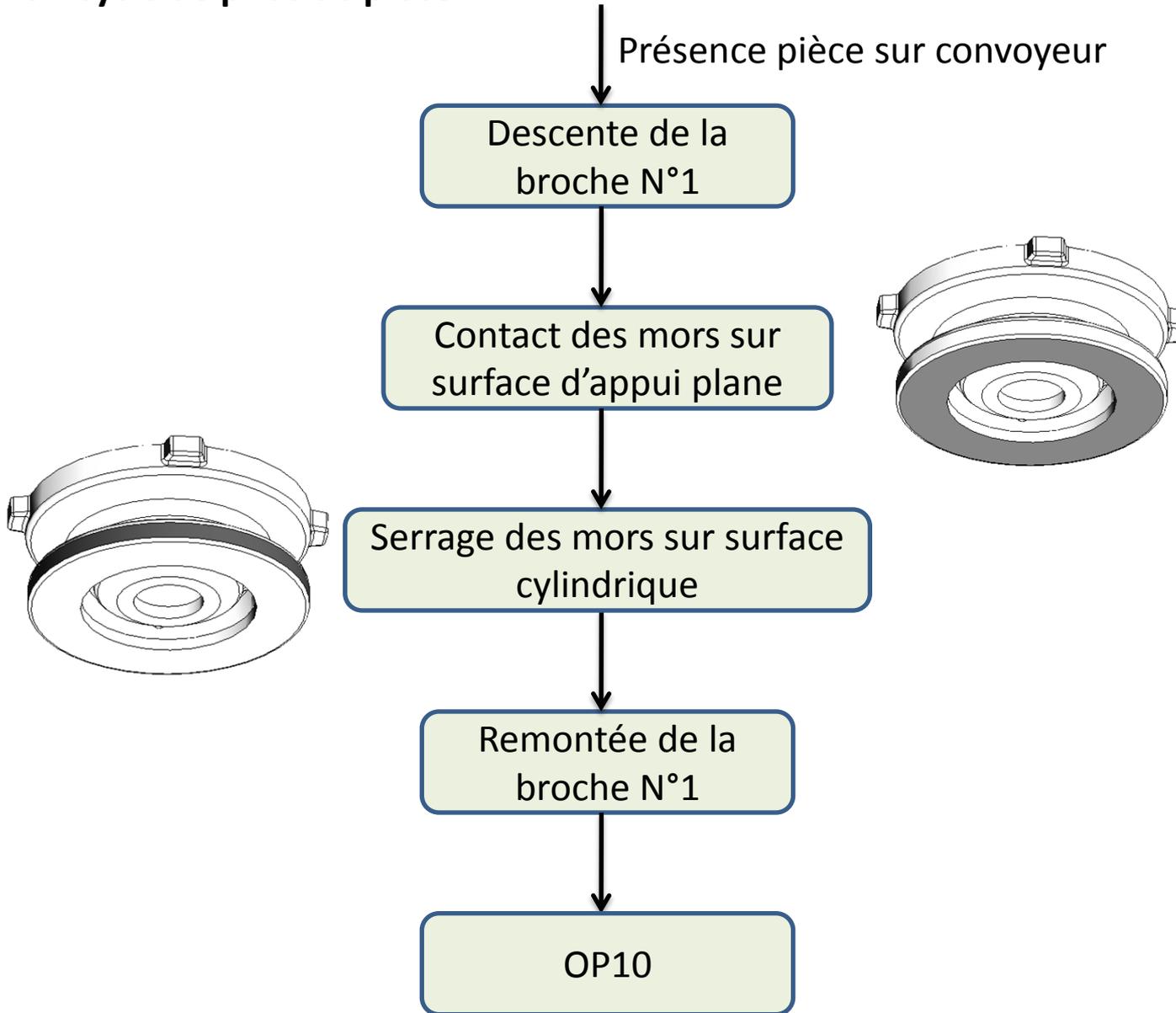


Convoyeur

Outillage de pré positionnement

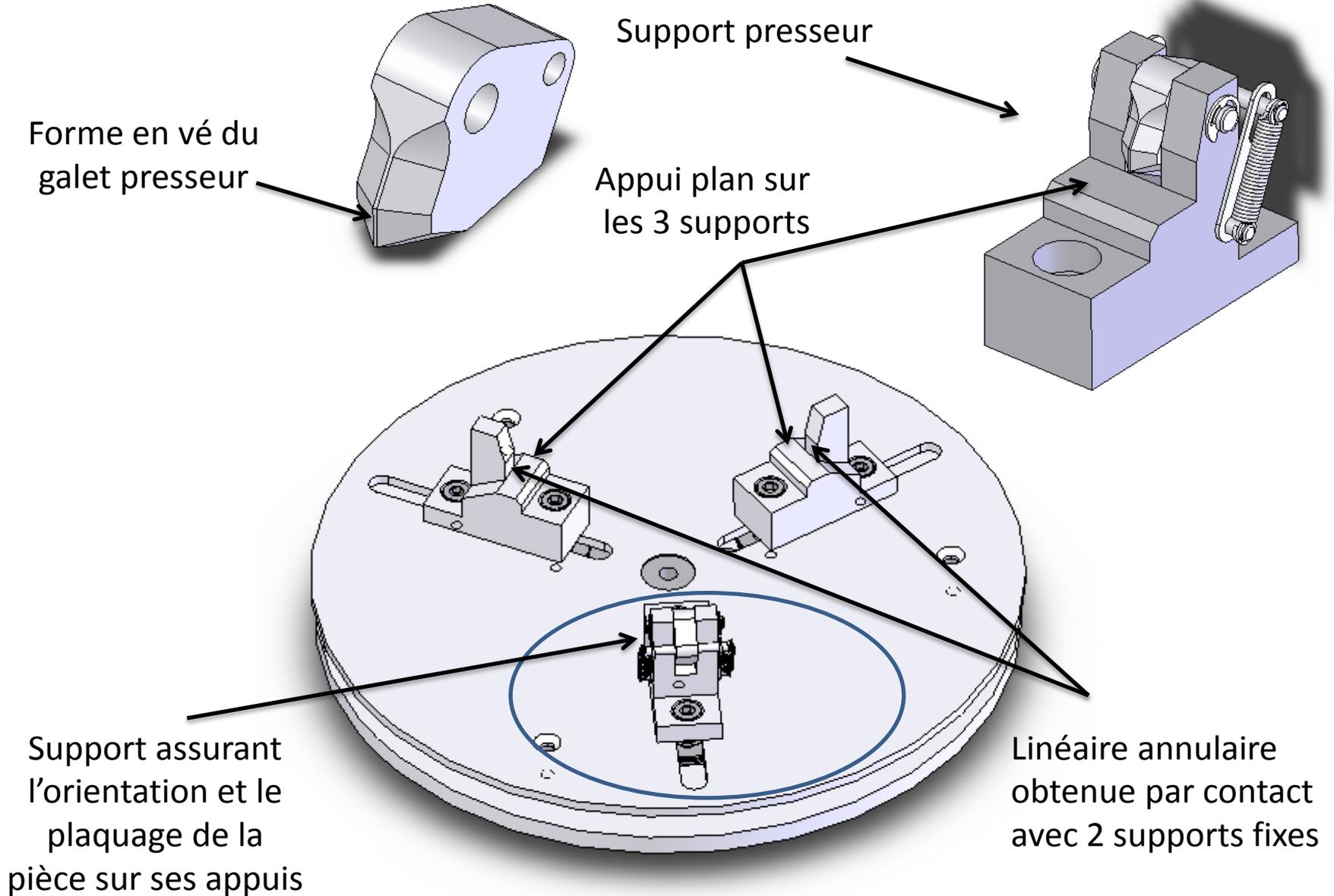
DT6 : Cycle de prise de pièce

Page 2/3



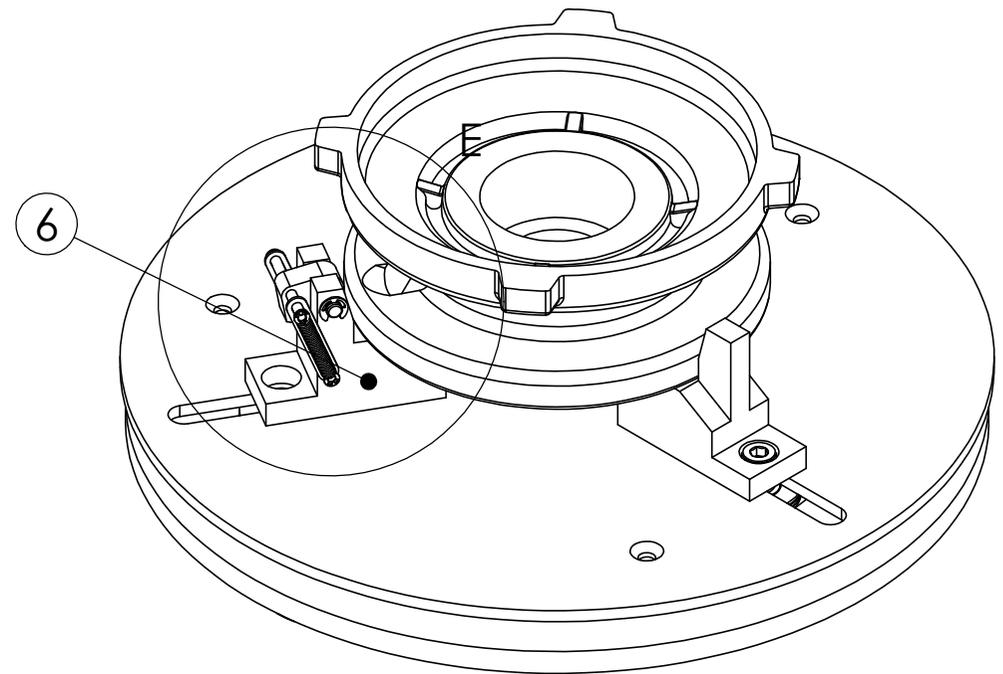
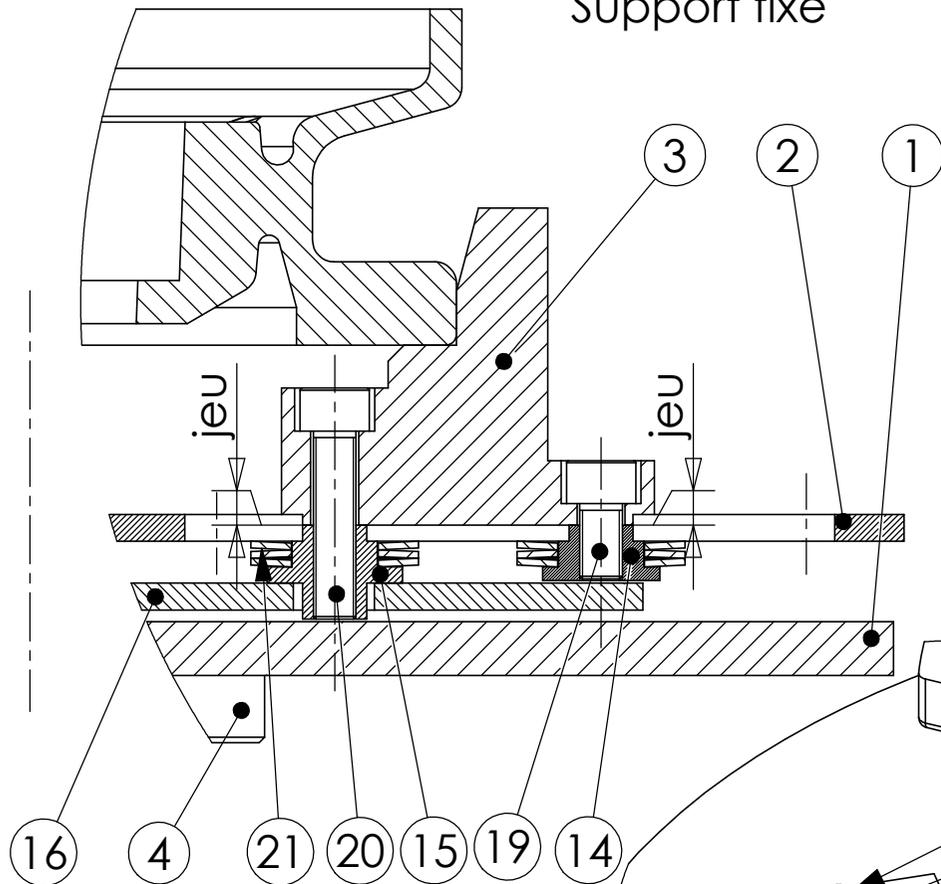
DT6 : Mise en position de la pièce sur la palette

Page 3/3

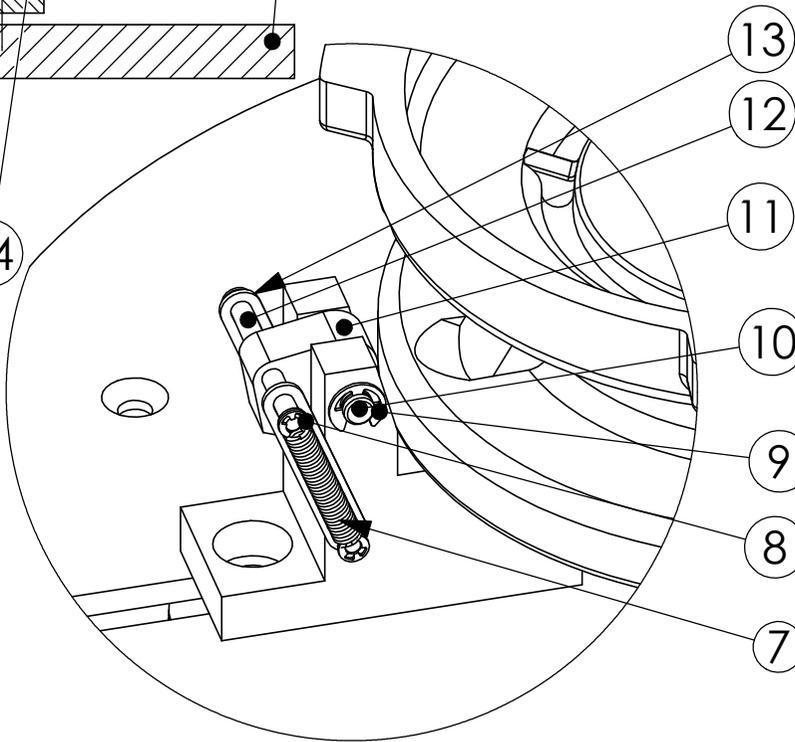


DÉTAIL D
ECHELLE 1 : 1
Support fixe

Axe de la pièce à usiner



DÉTAIL E
ECHELLE 1 : 1
Support presseur



No.ARTICLE	QUANTITÉ	No.PIÈCE
1	1	Plateau inférieur
2	1	Plateau supérieur
3	2	Support fixe
4	2	Cylindre de guidage
6	1	Support presseur
7	2	Ressort Traction d=4
8	4	Truarc d=4
9	2	Truarc d=6
10	1	Axe
11	1	Galet presseur
12	2	Axe d=4
13	2	Plaque
14	3	Entretoise simple
15	3	Entretoise double
16	1	Spirale
19	3	Vis CHC M8x16
20	3	Vis CHC M8x35
21	18	Rondelle Belleville

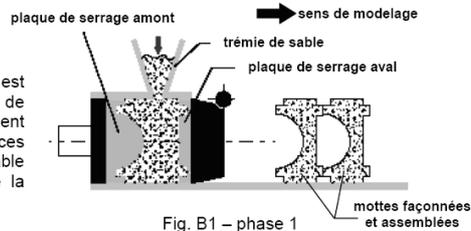
DT7 : Conception préliminaire

Dureté Brinell		Résistance à la traction	Dureté Rockwell		Dureté Vickers	Dureté Shore
ø mm	HB	MPa	HRc	HRb	HV	D
-	-	-	68	-	940	105
2,30	712	-	67	-	903	104
2,30	697	-	66	-	870	103
2,35	682	-	65	-	840	102
2,37	668	-	64	-	813	100
2,40	653	-	63	-	787	98
2,43	639	-	62	-	762	96
2,45	624	-	61	-	738	93
2,48	611	-	60	-	715	91
2,51	595	-	59	-	693	89
2,54	582	-	58	-	672	87
2,57	568	-	57	-	652	84
2,60	555	2148	56	-	632	82
2,63	542	2089	55	-	612	80
2,66	530	2011	54	-	593	78
2,69	517	1933	53	-	575	76
2,72	507	1874	52	-	558	74
2,75	495	1815	51	-	542	72
2,78	485	1756	50	-	526	70
2,81	473	1687	49	-	510	68
2,85	462	1638	48	-	495	67
2,88	451	1579	47	-	480	65
2,91	440	1530	46	-	466	64
2,95	429	1472	44	-	449	62
3,00	415	1413	42	-	429	60
3,05	401	1364	41	-	410	58
3,10	388	1315	40	-	393	56
3,15	376	1265	39	-	379	54
3,20	363	1226	37	-	365	52
3,25	353	1187	36	-	353	51
3,30	341	1148	35	-	341	50
3,35	331	1118	34	-	331	49
3,40	321	1079	33	-	321	48
3,45	311	1050	31	-	311	46
3,50	302	1020	30	-	302	45
3,55	294	991	29	-	294	44
3,60	285	961	28	-	285	43
3,65	277	932	27	-	277	42
3,70	269	902	26	-	269	41
3,75	262	873	25	-	262	40
3,80	255	853	24	-	255	39
3,85	248	834	23	-	248	38
3,90	241	814	21	-	241	37
3,95	235	795	20	-	235	36
4,00	229	775	19	100	229	-
4,05	223	755	18	99	223	35
4,10	217	735	17	98	217	-
4,15	212	716	16	97	212	34
4,20	207	696	15	96	207	33
4,25	201	677	14	95	201	-
4,30	197	667	13	94	197	32
4,35	192	647	12	93	192	31

L'originalité de ce système réside dans le façonnage et l'assemblage des mottes de sable servant de moule qui constitue au final un train de blocs de sable de plus de 200 m. Schématiquement, le processus de fabrication débute par le façonnage (par compression) d'une quantité de sable introduite par gravité dans une chambre (de dimensions moyennes $H=700$, $L=950$, $ep=500$) fermée par deux plaques mobiles de serrage (amont et aval) dans lesquelles figurent les empreintes de moulage. Le serrage conséquent et contrôlé de la motte lui assure une résistance mécanique propre suffisante, lui permettant notamment de supporter la phase de coulée. La motte façonnée est éjectée de la chambre de compression et assemblée avec la motte précédemment fabriquée, constituant ainsi une suite continue de blocs de sable se dirigeant vers le poste de coulée. On remarque qu'avant l'assemblage par contact de deux mottes, un système automatique place un chapelet de noyaux.

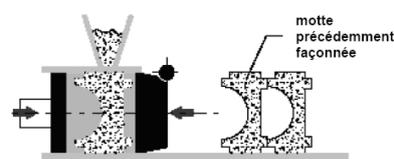
Phase 1, Remplissage du moule

On suppose que la chambre de moulage est fermée (position correcte des deux plaques de serrage, cf. figure B1) et que la trémie contient une quantité suffisante de sable. Dans ces conditions, les soupapes d'injection de sable s'ouvrent permettant de souffler le sable de la trémie vers la chambre de moulage.



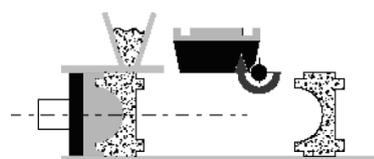
Phase 2, Serrage de la motte

Après fermeture de la vanne d'admission du sable, les deux plaques de serrage sont rapprochées l'une de l'autre par l'action du double vérin principal serrant le sable des deux cotés jusqu'à l'obtention de la pression de serrage préréglée.



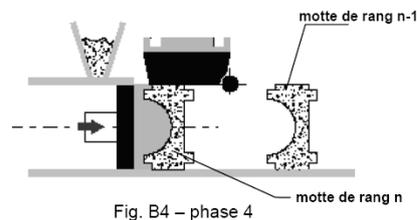
Phase 3, Ouverture de la chambre de moulage

La plaque de serrage aval portant une demi empreinte se translate dans un premier temps grâce au vérin principal, provoquant l'ouverture de la chambre de moulage. Elle s'escamote ensuite en effectuant une rotation (cf. figure B3) libérant le passage pour l'éjection de la motte de sable. Durant cette phase, la plaque amont reste immobile.



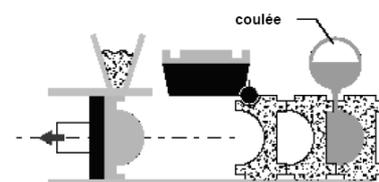
Phase 4, Déplacement de la motte vers le poste de coulée

La plaque de serrage amont actionnée par le vérin principal, déplace alors la motte (de rang n) hors de la chambre de moulage vers le poste de coulée en aval. Ce déplacement s'effectue jusqu'à obtenir la jonction de la motte de rang n avec la motte de rang n-1. Lorsque la jonction s'effectue, la plaque de serrage amont déplace la rangée de motte ainsi formée d'une distance égale à l'épaisseur d'une motte. La pose d'un éventuel noyau s'effectue durant cette phase avant fermeture de la motte (jonction).



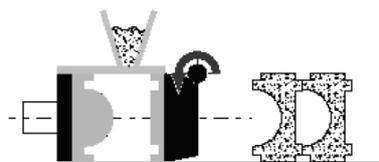
Phase 5, Rentrée du vérin principal et coulée

La plaque de serrage amont est lentement écartée sous vibrations de la motte, puis elle retourne rapidement à sa position initiale dans la chambre de moulage. Parallèlement à ce mouvement, on procède à la coulée.



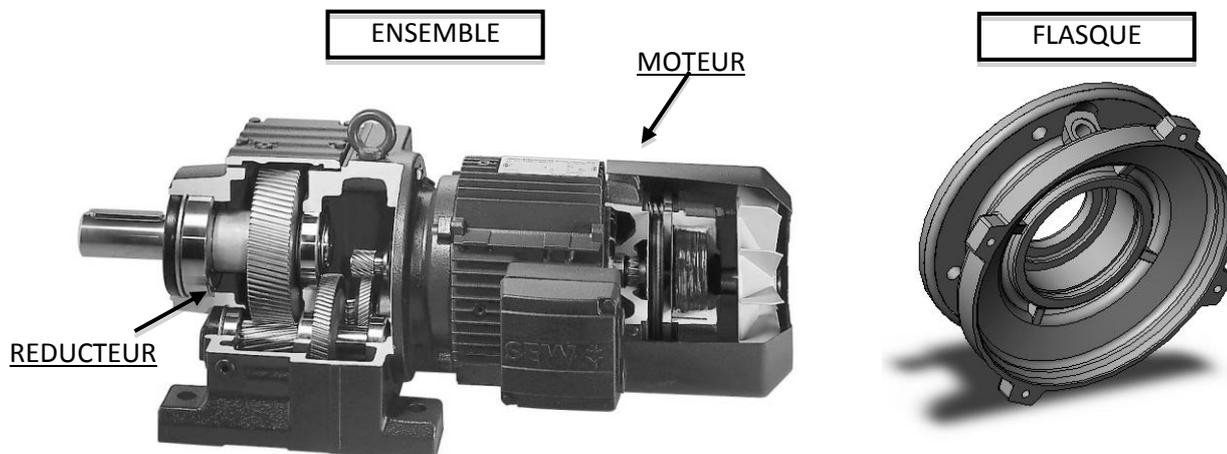
Phase 6, Fermeture de la chambre de moulage

La plaque de serrage aval pivote afin de revenir en position verticale (cf. Fig. B6), puis effectue un mouvement de translation vers l'amont (vers la chambre de moulage), refermant celle-ci. La machine est prête à recommencer un nouveau cycle de travail.



Leader mondial de la fabrication de systèmes d'entraînement par motoréducteurs, ce groupe familial dispose de 9 sites de production.

Un des sites de fabrication est spécialisé dans les motoréducteurs de petites et moyennes tailles. L'entreprise réalise plus de 50 millions de combinaisons d'entraînements, adaptées aux différents cas d'application demandés par les clients. L'étude portera sur le flasque servant de liaison entre le moteur et le réducteur.



Cette entreprise est largement reconnue pour la qualité de ses produits. Mais son leadership résulte d'une politique unique en matière de ressources humaines. Elle a lancé un programme qui s'articule notamment autour de :

- la mobilisation et l'implication de l'ensemble du personnel,
- la maîtrise de la qualité totale,
- la réduction des cycles de production,
- la recherche constante d'amélioration.

Dans le cadre d'une politique de diminution des coûts, une analyse de la valeur concernant le flasque a été entreprise. Cette analyse passe par différentes étapes. Les phases 1 et 2, non traitées dans le sujet, sont résumées ci-dessous.

PHASE 1 : Objectifs de l'A.V. (A.V. =Analyse de la Valeur)

- Un coût de la pièce diminuée de 15%,
- Une diminution du temps de production de 20%,
- Absorber une augmentation de production de 20%,
- Un délai de 2 mois pour l'action AV,
- Un délai de 6 mois pour la réalisation,
- Une limite de 1.500.000 € d'investissement pour l'amélioration de l'outil de production,
- Un retour sur investissement maximum de 10 ans,
- Le non licenciement du personnel,
- La diminution du nombre de sous traitants,
- La non dégradation de la qualité,
- Une amélioration de la sécurité des personnels,
- Un meilleur respect de l'environnement.

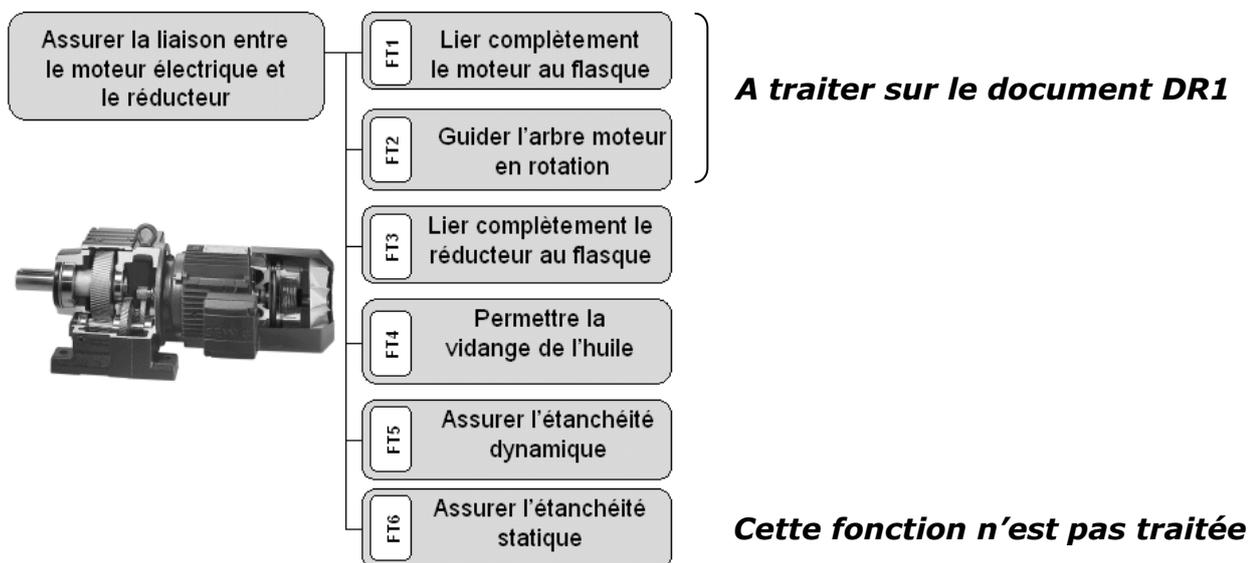
PHASE 2 : Recherche d'informations

Cette phase consiste à rassembler une documentation très complète sur le produit. La plupart de ces informations sont dans le dossier technique.

Le sujet est constitué de plusieurs parties indépendantes.

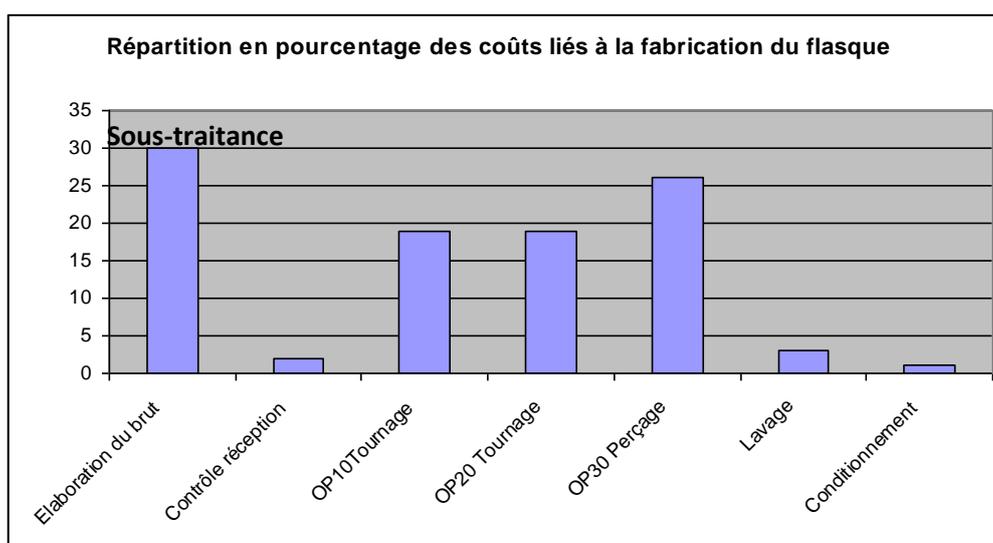
PHASE 3 : Analyse fonctionnelle - Analyse des coûts - Validation

Question 1 : A l'aide des documents techniques DT1 et DT2, colorier en rouge sur le document réponse DR1 les surfaces fonctionnelles réalisant les fonctions techniques FT1 et FT2 :



Question 2 : A l'aide du document technique DT2 et des exemples donnés, indiquer sur le document réponse DR1, pour chacune de ces 2 fonctions les spécifications fonctionnelles les plus concernées.

Question 3 : Le processus actuel est décrit sur le document technique DT3. A partir du graphe ci-dessous, proposer sur le document réponse DR1 deux actions permettant une diminution des coûts.



PHASES 4 et 5 : Recherche d'idées et Etude des solutions

Pour guider la recherche d'idées, le groupe Analyse de la Valeur utilise une liste de questions que nous allons suivre.

QUESTIONS « MATIERES » :

Peut-on utiliser un autre matériau avec des caractéristiques identiques ?

Oui si les caractéristiques fixées pour la portée de roulement à HB 200 sont respectées.

Peut-on produire la même pièce avec des procédés moins chers ?

Oui mais en vérifiant la qualité des bruts : Etat lisse, intervalle de tolérance 1 mm.

Peut-on utiliser une matière moins chère en augmentant, s'il le faut, les dimensions de la pièce ?

Oui mais en vérifiant l'impact écologique.

Question 4 : En analysant le graphe du document réponse DR2, choisir et justifier la matière à utiliser en prenant en compte le critère « dureté ».

Le document ressource DT8 doit vous permettre de convertir la dureté Brinell en dureté Vickers.

Question 5 : Une première sélection (voir document réponse DR3) a permis d'éliminer un certain nombre de procédés ne correspondant pas aux critères de la pièce.

En analysant le graphe du document réponse DR3, choisir et justifier le procédé à utiliser en prenant en compte le critère « tolérance ».

QUESTIONS « DIMENSIONS » :

Est-il possible de réduire les dimensions ?

Non l'encombrement général est fixé par le concepteur.

Est-il possible d'augmenter les dimensions et d'utiliser une matière moins couteuse ou vice versa ?

Oui au niveau des épaisseurs mais en vérifiant les contraintes et déformations.

Question 6 : Ces types de motoréducteur sont souvent utilisés dans des contextes difficiles (chocs, atmosphères abrasives ...). Le bureau d'étude impose un coefficient de sécurité de $CS = 12$. Une simulation par logiciel (voir document réponse DR4), pour un cas de fonctionnement à couple maximum, donne la répartition des contraintes dans la pièce. Vérifier si ce coefficient de sécurité CS est respecté.

Caractéristique de la fonte : Limite élastique : $140 \text{ MPa} = 140 \text{ N/mm}^2$

Question 7 : Est-il possible de réduire les épaisseurs de la pièce. Justifier votre réponse sur le document réponse DR4.

Question 8 : Au regard des contraintes subies par la pièce, entourer les zones les plus sollicitées sur le document réponse DR4.

Le procédé actuel d'élaboration du brut est le moulage en sable utilisant le procédé Disamatic (voir DT9), mais USOCOME possède une fonderie Aluminium dans son usine. Les questions suivantes vont permettre de vérifier la rentabilité du procédé de moulage en coquille par gravité sur pièce en aluminium.

QUESTIONS « CHUTES » :

Peut-on réduire les déchets ?

- en utilisant une pièce brute plus approchée de la pièce finie,
- en modifiant légèrement le dessin,
- en modifiant la méthode d'élaboration du brut.

Oui en choisissant un autre procédé d'élaboration plus performant et en modifiant les formes du brut qui intègrent les modifications de dimensions.

On cherche dans cette partie à vérifier **l'épaisseur minimale** de la pièce liée au procédé et à comparer la rentabilité de ces 2 procédés de moulage.

	Epaisseur minimale de la pièce finie	Surépaisseur d'usinage	Epaisseur minimale à respecter en fonderie
Moulage sable (fonte)	4mm	2mm	3,5mm
Moulage coquille (aluminium)	8mm	1mm	2,5mm

Question 9 : D'après le tableau, replacer ces différentes épaisseurs sur les schémas du document DR5, en partant des surfaces fonctionnelles. Puis donner le calcul et le résultat définissant l'épaisseur minimale de la pièce brute pour chaque procédé.

Question 10 : Analyse multicritère (document DR6)

En utilisant les symboles suivants :

- ① Procédé ayant la meilleure performance au regard du critère,
- ② Procédé ayant la moins bonne performance au regard du critère.

Si vous estimez que les performances sont similaires, écrire ① dans les 2 colonnes.

Compléter, à l'aide du document DT9, le tableau du document DR6 **mais ne pas remplir la ligne coût.**

Question 11 : Suite à cette première analyse (sur la base du tableau), choisir un procédé. Expliquer ce choix.

Question 12 : Analyse du coût des procédés

12-1 Déterminer les équations : La définition des coûts étant donnée, exprimer littéralement pour chaque procédé le coût d'élaboration **P** de **N** bruts : $P=f(N)$. Répondre sur le document DR6.

Moulage en coquille d'aluminium avec tiroir et noyau extérieur (réalisé en interne)

		symbole
Coût de réalisation d'un moule avec une empreinte :	23.000€	A
Coût matière coulée pour une pièce :	4€	B
Coût opérateur :	25€/heure	C
Cadence de production :	20pièce/heure	D
Coût ébarbage :	1€/pièce	E

Moulage sable (sous-traitance)

	Valeur	symbole
Réalisation 2 plaques modèle : (nécessaires pour un moule)	8.000€	A
Réalisation d'un noyau en sable (1noyau par pièce):	0,80€	B
Coût horaire (machines + sable + opérateurs, incluant l'ébarbage)	300€/heure	C
Cadence de production:	240 pièce/heure	D
Coût matière (par pièce)	1,2€	E
Frais de transport	0,35€/pièce	F

12-2 Tracer les courbes : D'après l'évaluation des prix concernant chaque procédé, tracer sur le document DR7 les courbes correspondantes à chaque procédé, puis conclure sur la rentabilité de chacun.

12-3 Vous pouvez maintenant remplir en vert la ligne coût de la question 10 du document DR6.

Question 13 : Cadence de production et conclusion (Répondre sur DR7)

Le sous-traitant actuel a besoin de 2 journées pour produire et acheminer 2000 pièces par camion. La machine Disamatic étant réglée, il peut produire 4 pièces par minute.

Si on produit en interne on peut couler 1 pièce en 3 minutes. L'entreprise produit en 3*8h, on admettra 24h de production par jour. Répondre sur le document DR7.

- Combien de temps faut-il pour produire une série de 2000 pièces en interne?
- Au regard de tous les critères étudiés (performance, coût, délais), choisir le procédé le plus performant et le plus avantageux. Justifier.

Question 14 : L'entreprise décide de choisir le procédé de moulage en sable Disamatic (voir DT9). En tenant compte de l'épaisseur minimale liée à ce procédé (voir question 9), de l'étude des contraintes (questions 6 à 8) **définir les nouvelles formes de la pièce brute sur le document DR8.**

QUESTIONS « TOLERANCES » :

Peut-on augmenter les tolérances pour faciliter la fabrication ?

Non

Peut-on augmenter les tolérances pour utiliser une autre méthode d'usinage ?

Non

Peut-on augmenter les tolérances pour réduire les rebuts de fabrication ?

Non mais il est possible de mettre en place un outillage de contrôle sur la ligne pour surveiller la production.

Question 15 : La spécification

↑	0.03	D	B
---	------	---	---

 est jugée très sensible.

Décoder au sens de la norme cette spécification sur le document réponse DR9.

Le schéma de principe de l'outillage de contrôle de cette spécification est donné sur le document réponse DR10.

Question 16 : Proposer, sur le document DR10, deux solutions technologiques permettant de réaliser la mise en position correspondant aux normales de repérage 4 et 5.

Question 17 : Indiquer le mode opératoire de contrôle.

QUESTIONS « METHODE DE FABRICATON » :

Comment le produit est-il fabriqué ?

Voir processus actuel document DT3

Est-il possible d'appliquer une méthode de fabrication différente :

- permettant de réduire ou d'éliminer une ou plusieurs opérations d'usinage :

Oui en supprimant l'opération OP30 de l'ancien processus

- en regroupant certaines opérations d'usinage ?

Oui en utilisant un outil combiné pour le perçage lamage

- en usinant plusieurs pièces à la fois ?

Oui en utilisant plusieurs tours bi-broches sur un ilot de production

Les membres du groupe de travail ont envisagé de regrouper certaines opérations d'usinage sur un nouveau moyen de production. Une première phase de recherche les a amenés à une machine de type tour bi broche, de marque HESSAP, dont vous trouverez la description sur le document DT4.

Cette nouvelle machine aura donc pour objectif de mieux équilibrer les temps d'usinage sur chaque côté de la pièce, et de diminuer ces temps grâce à des performances plus élevées.

Le nouveau processus choisi nécessite la conception d'un outillage permettant à l'opérateur de pré positionner les pièces sur un convoyeur. Le cahier des charges fonctionnel préliminaire de cet outillage est ébauché sur le document technique DT5. Le principe de cet outillage est donné sur les documents techniques DT6 et DT7. Nous en sommes en phase de conception préliminaire où un certain nombre de solutions sont définies.

Les questions suivantes vont permettre de valider cette conception préliminaire en relation avec le cahier des charges.

FS1 : Assurer la mise en position isostatique de la pièce (voir DT5)

Question 18 : La mise en position isostatique de la pièce sur le porte-pièce doit permettre une prise de pièce précise par la broche. Cette mise en position est définie sur le document technique DT6 page 3/3.

Définir sur le **document réponse DR8**, en tenant compte de la forme du galet presseur, une forme sur la pièce brute permettant d'orienter la pièce sur le porte-pièce.

FS 2 : Assurer le maintien en position de la pièce sur le porte-pièce (voir DT5)

Afin de bien plaquer la pièce sur ses appuis il est nécessaire de créer un effort minimum sur les supports fixes de **100 N**. Cet effort devra être fourni par le support presseur. Les supports sont disposés à 120° .

Etude de l'équilibre du galet presseur

Hypothèses :

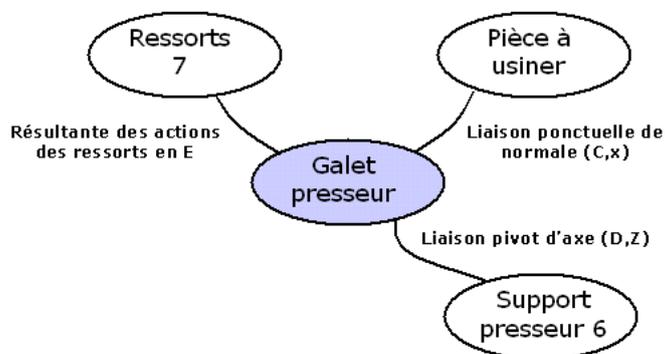
- Le galet presseur est en liaison pivot d'axe (D,z) avec le support,
- Le système possède un plan de symétrie (x,y) le problème est donc plan,
- Les frottements dans les liaisons sont négligés.

Données : Le bureau d'étude propose un système à ressorts de traction dont les caractéristiques sont :

- raideur $k = 11 \text{ N/mm}$,
- longueur libre = 25 mm,
- longueur déformée = 30 mm,
- nombre de ressorts : 2.

Rappel : L'effort fourni par le ressort est proportionnel à son allongement.

Le graphe des liaisons concernant l'étude de l'équilibre du galet presseur est donné ci dessous:



Question 19 : Déterminer la résultante des actions développées par ces ressorts. Représenter, dans le plan de symétrie cette résultante au point E sur le document réponse DR11.

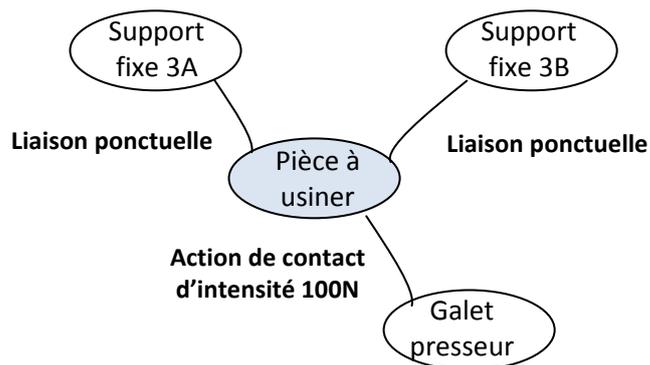
Question 20 : Déterminer graphiquement sur le document réponse DR11, en isolant le galet presseur, l'action de la pièce sur le galet presseur.

Etude de l'équilibre de la pièce

Hypothèses :

- L'étude se fait dans un plan parallèle au plan (O,x,z) et passant par les 3 appuis ce qui permet de ne pas prendre en compte le poids de la pièce à usiner (projection nulle),
- L'adhérence est négligée entre la pièce à usiner et l'appui plan,
- Les frottements dans les liaisons sont négligés.

Données : Le graphe des liaisons concernant l'équilibre de la pièce est donné ci dessous :



- *Résultat intermédiaire* $C_{\text{galet}/\text{pièce}} = 100 \text{ N}$.

Question 21 : Déduire de la question précédente, graphiquement ou par calcul sur le document réponse DR11, l'effort de contact entre un support fixe et la pièce. Le cahier des charges est-il respecté ?

QUESTIONS « STANDARDISATION » :

La pièce finie est elle standard ?

Plus ou moins. En effet seules les proportions changent. Imaginer un porte pièce de pré-positionnement permettant de faire passer toutes les références de pièces.

La matière première est elle standard ? Oui

Peut-on remplacer une pièce usinée :

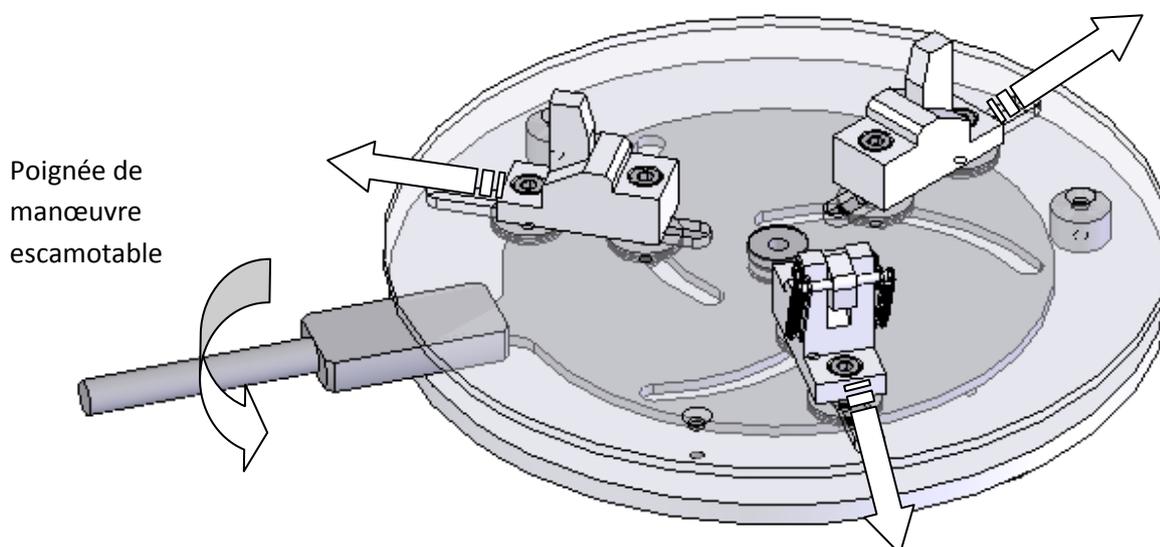
- *par une pièce standardisée ? Non*
- *par une pièce du commerce ? Non*

FS3 : S'adapter à la famille de pièce

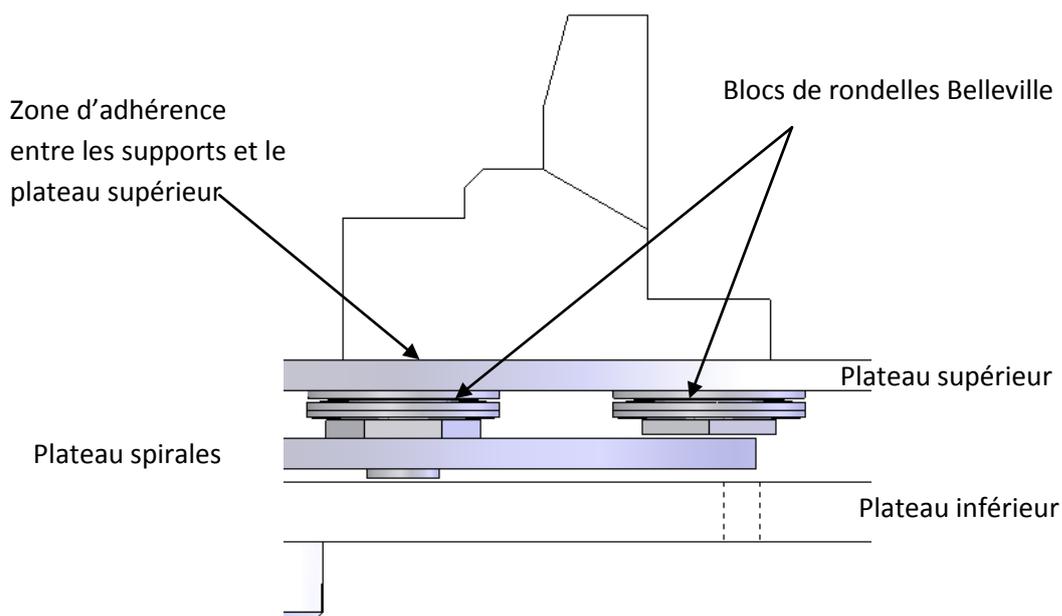
Le porte pièce de pré positionnement doit pouvoir s'adapter à toutes les dimensions de pièces. Pour cela les appuis doivent être réglables. Ces différentes dimensions sont données ci-dessous avec le programme de production.

Référence pièce	115 947X	641 4710	044 5312	115 8740	641 4907
Diamètre de centrage	Ø120	Ø160	Ø200	Ø250	Ø300
Besoin mensuel	6.800	15.500	8.700	4.300	1.200

La solution proposée par le bureau d'étude et détaillée sur le document DT5, est un système de réglage continu, par rainures en spirale (voir ci-dessous). Le plateau supérieur est construit à la dimension maximale autorisée par le convoyeur.



Des blocs de rondelles Belleville (voir ci-dessous) assurent le maintien en position des supports par adhérence sur le plateau supérieur.



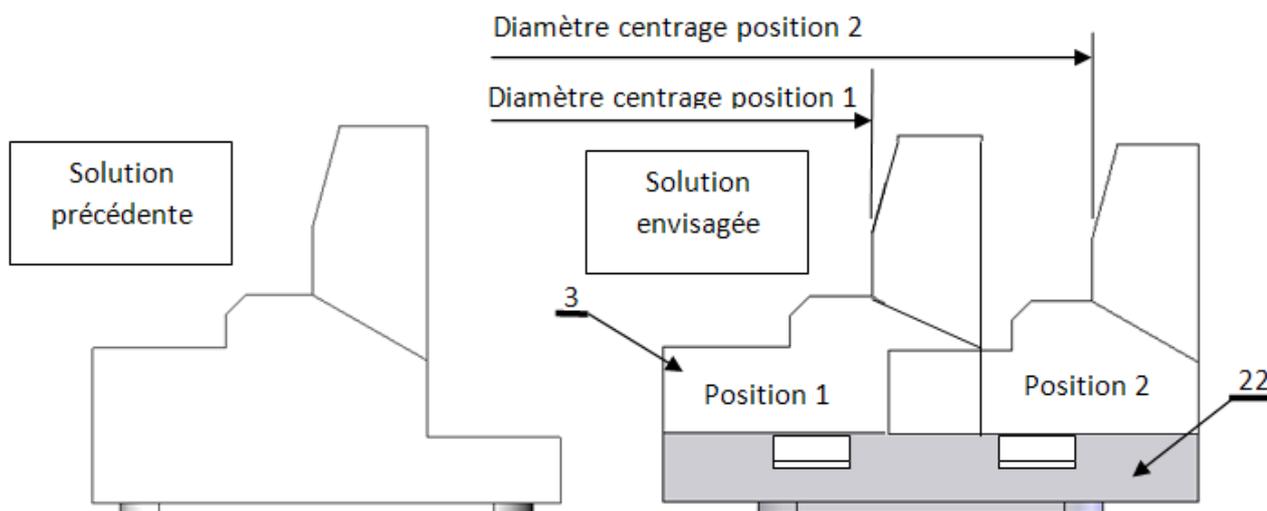
Question 22 : Mettre en couleurs sur le document DR12, les surfaces qui doivent être en contact :

- Entre 14 et 2 pour la position d'ouverture maxi.
- Entre 15 et 2 pour la position d'ouverture mini.

En déduire la plage de réglage du système, puis donner sur le document DR12 les diamètres de centrage mini et maxi.

Question 23 : Déterminer, sur le document DR12 le pourcentage de pièces qui ne passe pas sur le porte pièce. Le cahier des charges est-il respecté ?

Afin de pallier ce problème il est décidé de décomposer les supports en deux pièces et de proposer deux positions de fixation permettant ainsi de faire passer toute la famille de pièces sur le porte pièce même si le temps de changement de production est allongé :

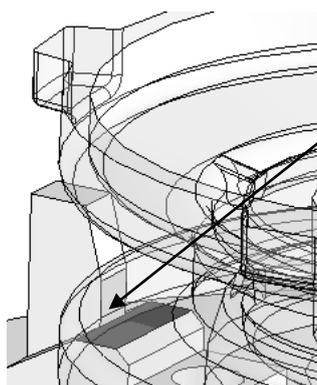


La solution est représentée sur le document DR13.

Question 24 : Cette solution permet elle cette fois de passer toutes les références de pièces. Répondre le DR13.

FS4 : Etre fiable (voir DT5)

Les efforts que subissent les supports sont identifiés ci-dessous ainsi que les zones de contact :



Contact : surface plane du support / surface cylindrique de la pièce

Données : Module d'élasticité de la pièce $E_1 = 80.000 \text{ MPa}$

Module d'élasticité du support $E_2 = 210.000 \text{ MPa}$

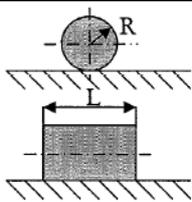
Pression de contact admissible $p_{\max} = 70 \text{ MPa}$

Longueur du contact : $L = 10 \text{ mm}$

Effort $F = 100 \text{ N}$

Rayon de la pièce R en mm : à définir pour être dans le cas le plus défavorable.

Question 25 : A l'aide des relations ci-dessous, calculer sur le document DR13, la pression maximale que subit la pièce. Placez-vous dans le cas le plus défavorable en terme de diamètre de pièce.

Forme du contact	Représentation	Relation simplifiée de Hertz	Module d'élasticité
Cylindre extérieur - plan		$p_{\max} = 0,417 \cdot \sqrt{\frac{F \cdot E}{L \cdot R}}$	$\frac{1}{E} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)$

Question 26 : La pièce subit-elle des dommages ? Répondre sur document DR13.

QUESTIONS « MAIN D'ŒUVRE »:

Peut-on éliminer ou réduire certaines opérations en partant :

- d'un nouveau dessin ?
 Non
- d'une nouvelle méthode ?
 Oui
- d'une modification du poste de travail ?
 Oui

Dans le processus de production, une spécification géométrique a posé plus de 80% des problèmes de non conformité. Il s'agit de la perpendicularité suivante, $\perp \phi 0,015 A$ de la portée de roulement $\varnothing 72j6$ par rapport à la surface A.

C'est pourquoi il a été décidé que la nouvelle machine serait équipée, sur sa 2^{ème} broche d'une prise de pièce en appui plan sur A avec un capteur à dépression.

Question 27 : Expliquer, sur le document DR15, la spécification géométrique $\perp \phi 0,015 A$.

Question 28 : Justifier l'intérêt de la solution « capteur à dépression ».

Question 29 : Quelle précaution, peut-on intégrer à la machine lors de son achat pour garantir le bon fonctionnement du capteur à dépression (propreté de la surface de détection). Vous répondrez sur le document DR14.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

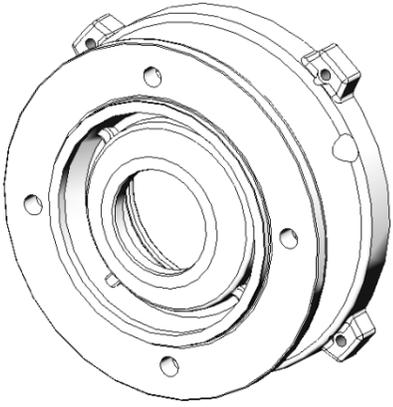
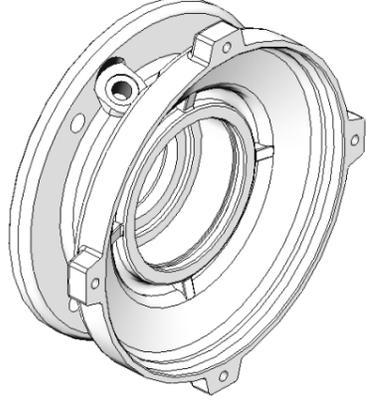
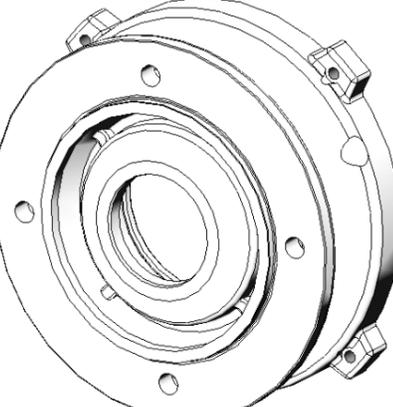
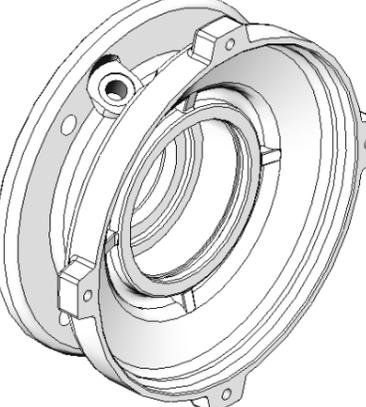
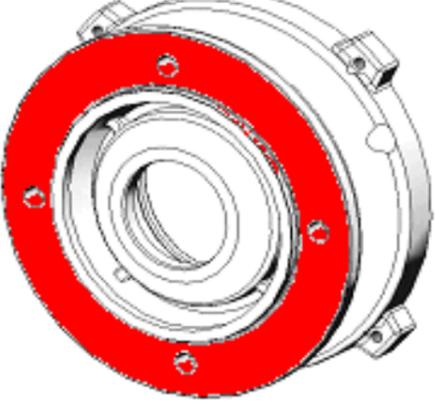
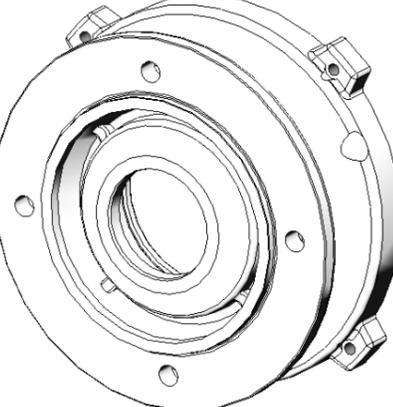
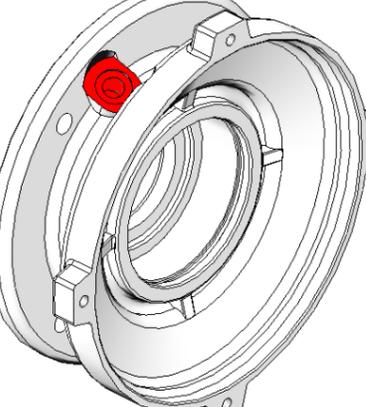
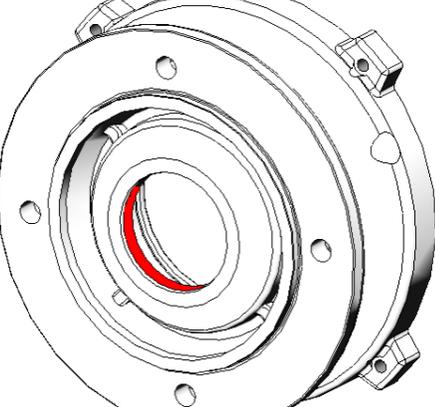
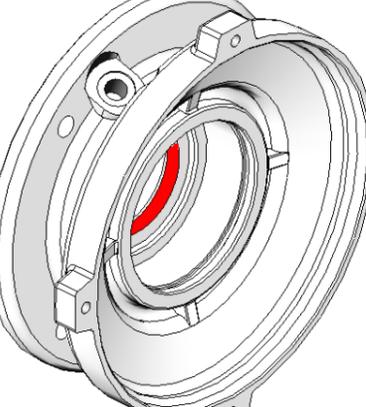
INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

Contenu du dossier :

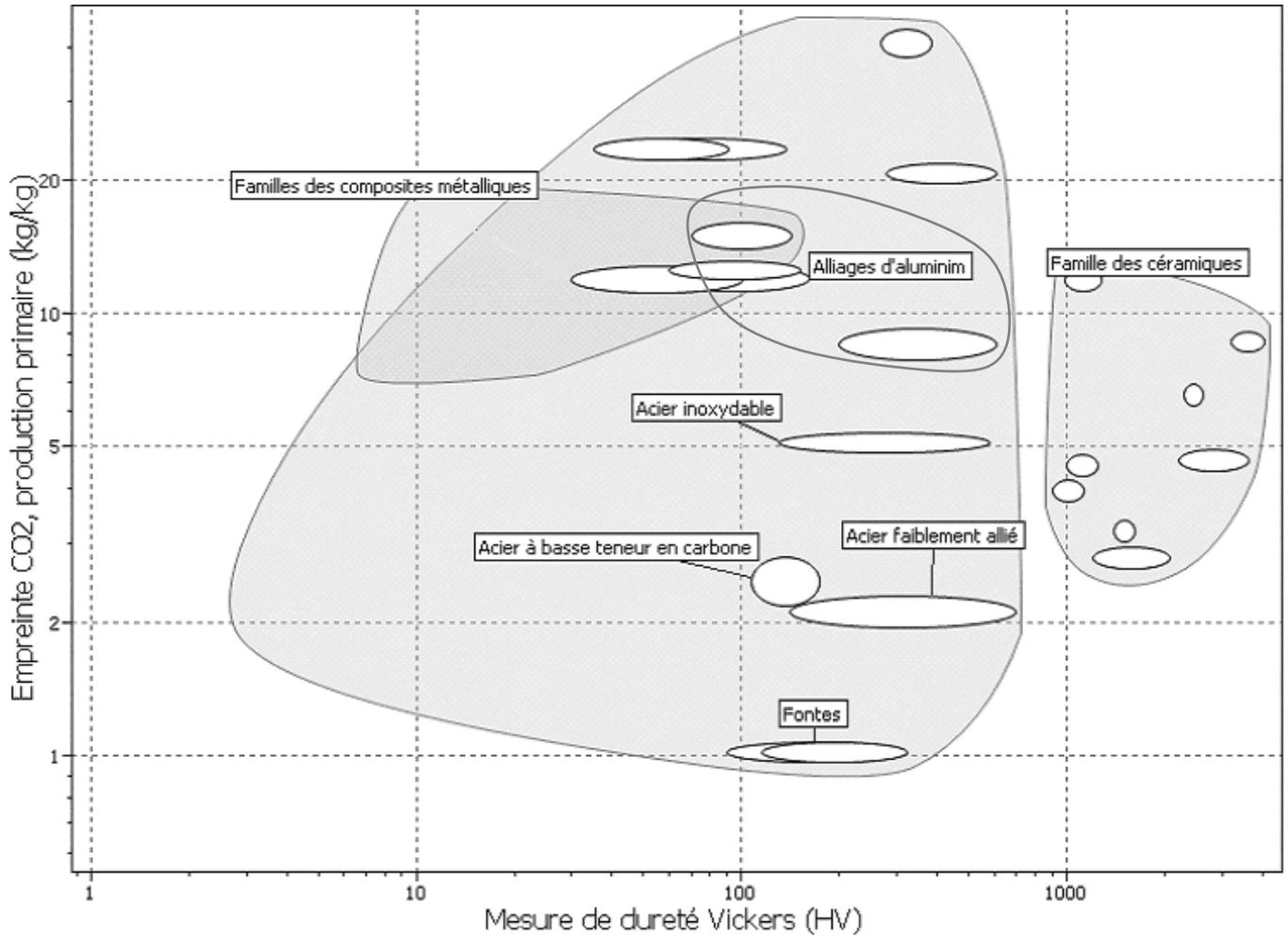
- DR1 : Fonctions
- DR2 : Fonctions et matières
- DR3 : Matières
- DR4 : Dimensions
- DR5 à DR8 : Matière et chutes
- DR9 et DR10 : Tolérances
- DR11 à 13: Méthode et fabrication
- DR14 à 15 : Main d'œuvre

Question 1 et 2 :

FT1 : Lier complètement le moteur au flasque		Spécifications concernées
		<p>Etat de surface :</p> <p>Forme :</p> <p>Position :</p> <p>Orientaion :</p> <p>Battement :</p> <p>Dimension (diamètre ...) :</p>
FT2 : Guider l'arbre en rotation		Spécifications concernées
		<p>Etat de surface :</p> <p>Forme :</p> <p>Position :</p> <p>Orientaion :</p> <p>Battement :</p> <p>Dimension (diamètre ...) :</p>
FT3 : Lier complètement le réducteur au flasque		Spécifications concernées
		<p>Etat de surface : Rz 16 (rugosité générale)</p> <p>Forme : $\square 0,05$</p> <p>Position : $\begin{matrix} 4 \text{ trous } \phi 9 \text{ H13} \\ \oplus \phi 0,45 \text{ A C} \end{matrix}$</p> <p>Orientaion : \diagup</p> <p>Battement : $\nearrow 0,04 \text{ A B}$</p> <p>Dimension (diamètre ...) : $\phi 110j6$</p>
FT4 : Permettre la vidange de l'huile		Spécifications concernées
		<p>Etat de surface : Rz 25-30</p> <p>Forme : \diagup</p> <p>Position : $\begin{matrix} \phi 15 \pm 0,20 \\ \oplus \phi 0,5 \text{ A C H} \end{matrix}$</p> <p>Orientaion : $\perp \begin{matrix} \text{M10x1} \\ \phi 0,2 \text{ I} \end{matrix}$</p> <p>Battement : \diagup</p> <p>Dimension (diamètre ...) : $\phi 15 \pm 0,2$</p>
FT5 : Assurer l'étanchéité dynamique		Spécifications concernées
		<p>Etat de surface : Rz 10-20</p> <p>Forme : \diagup</p> <p>Position : \diagup</p> <p>Orientaion : \diagup</p> <p>Battement : $\nearrow 0,1 \text{ A B}$</p> <p>Dimension (diamètre ...) : $\phi 47H8$</p>

Question 3 :

Question 4 :



A large empty rounded rectangular box, likely intended for the student's answer to the question.

Critères utilisés pour une première sélection

Caractéristiques du procédé

Procédés de mise en forme primaires

Procédés d'usinage

Procédés de découpe

Discontinu

Continu

Prototypage

Attributs économiques

Coût relatif de l'outillage

Coût relatif de l'équipement

Importance de la main d'oeuvre

Taille de la série (unités)

Minimum: 50000 Maximum:

Forme

Tore à section prismatique

Prismatique non circulaire

Feuille plane

Tôle bombée

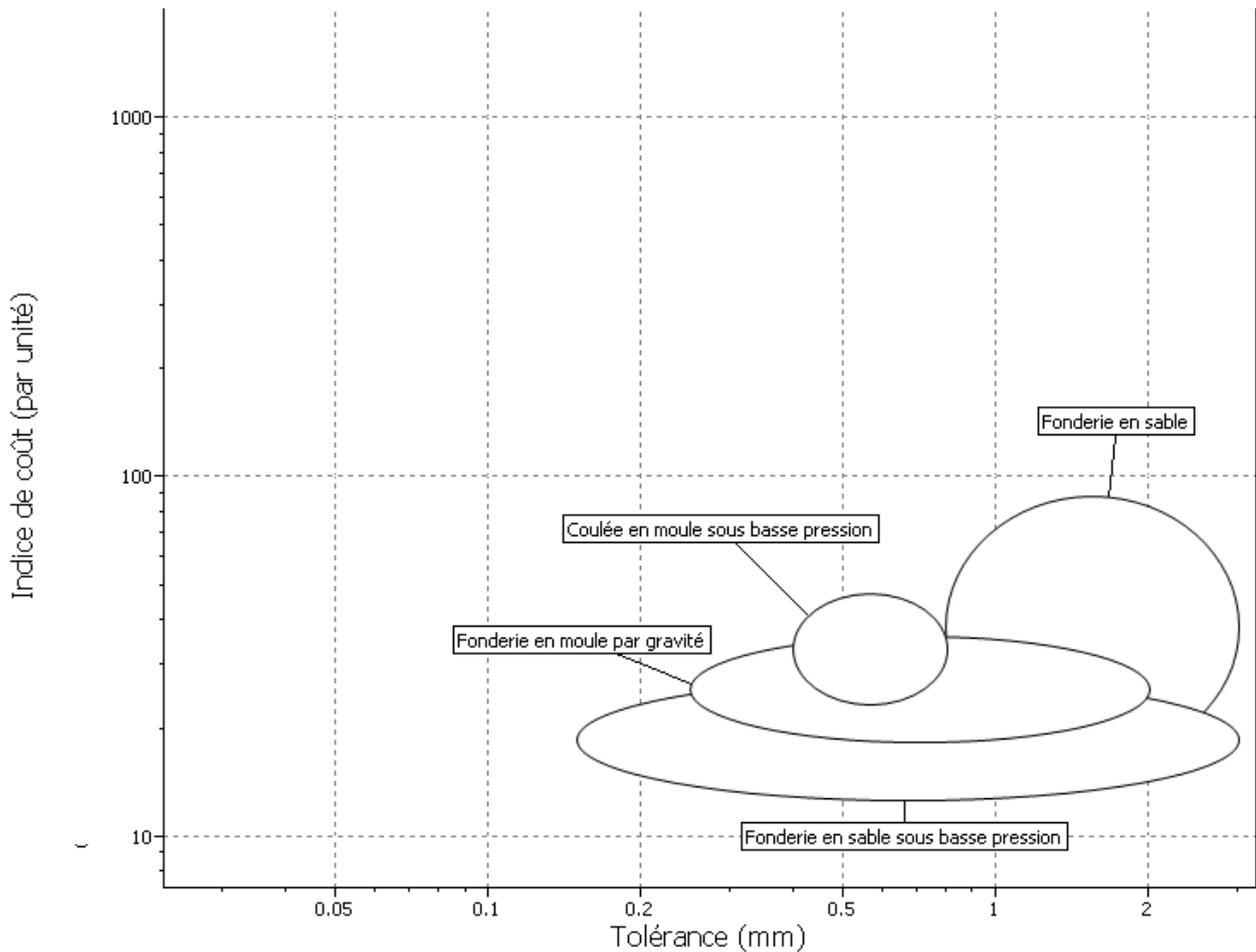
Solid 3-D

Creuse 3-D

Attributs physiques

	Minimum	Maximum	
Gamme de poids	12	20	kg
Gamme d'épaisseurs de section	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mm
Tolérance	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mm
Rugosité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	µm
Etat de surface	<input type="checkbox"/> Très lisse <input checked="" type="checkbox"/> Lisse <input checked="" type="checkbox"/> Rugueux		
Vitesse de coupe	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mm/s
Profondeur de passe minimum	<input type="text"/>	<input type="text"/>	mm

Question 5 :



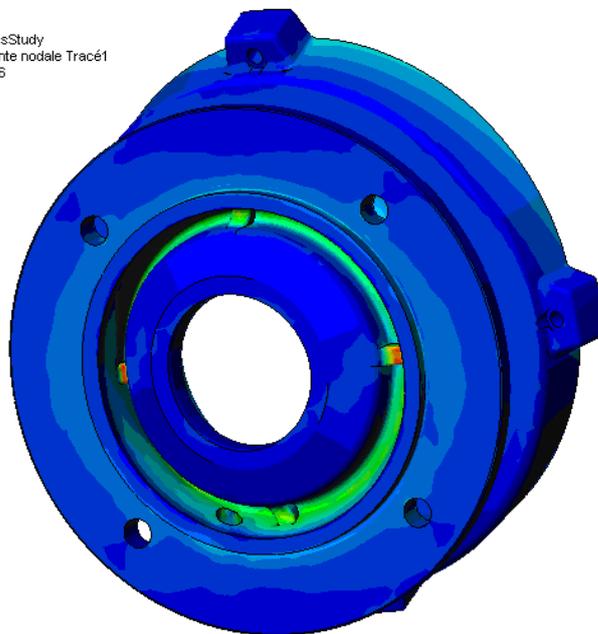
Question 6 :

Question 7 :

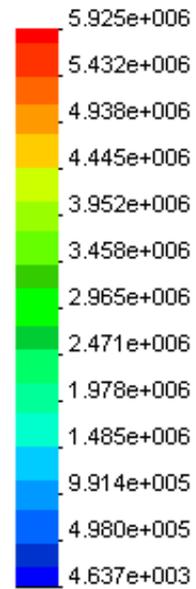
Question 8 :

Contraintes vue coté réducteur

Nom du modèle: Flasque
Nom de l'étude: COSMOSXpressStudy
Type de tracé: Statique contrainte nodale Tracé1
Echelle de déformation: 13756.6

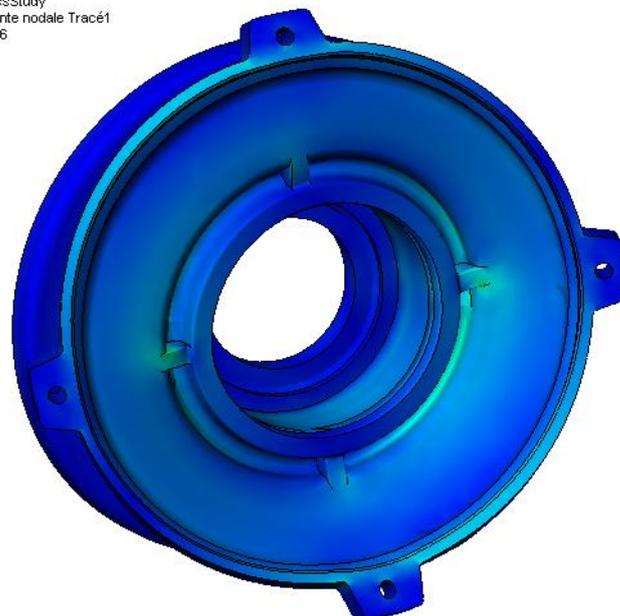


von Mises (N/m²)

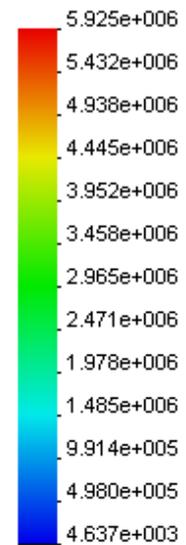


Contraintes vue coté moteur

Nom du modèle: Flasque
Nom de l'étude: COSMOSXpressStudy
Type de tracé: Statique contrainte nodale Tracé1
Echelle de déformation: 13756.6



von Mises (N/m²)



DR5 : Matière et chutes

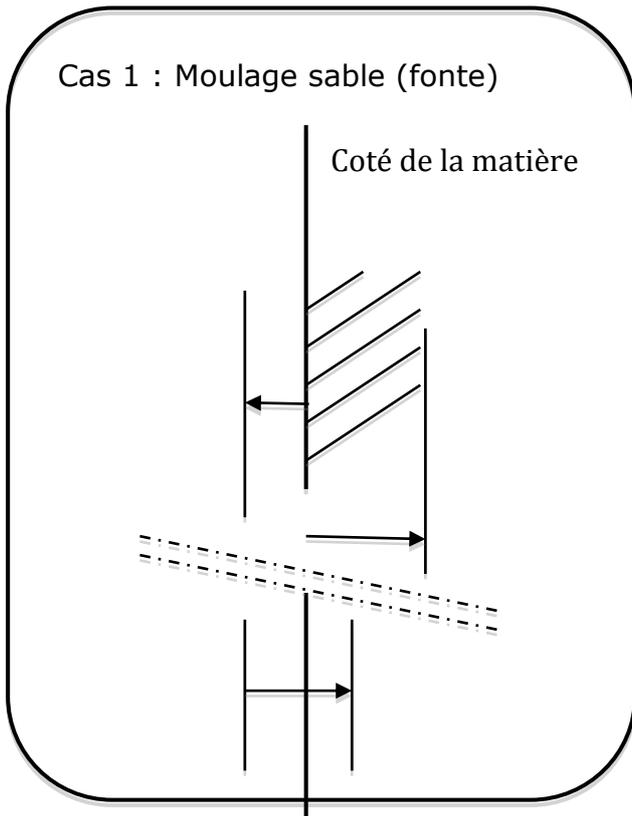
Question 9 : Placer les épaisseurs sur les surfaces fonctionnelles.
L'échelle est 4/1

Dans le cas 1, replacer les épaisseurs suivantes sur les flèches:

- Epaisseur minimale de la pièce finie : **Ep RDM**
- Surépaisseur d'usinage : **Ep Us**
- Epaisseur minimale à respecter en fonderie : **Ep Fond**

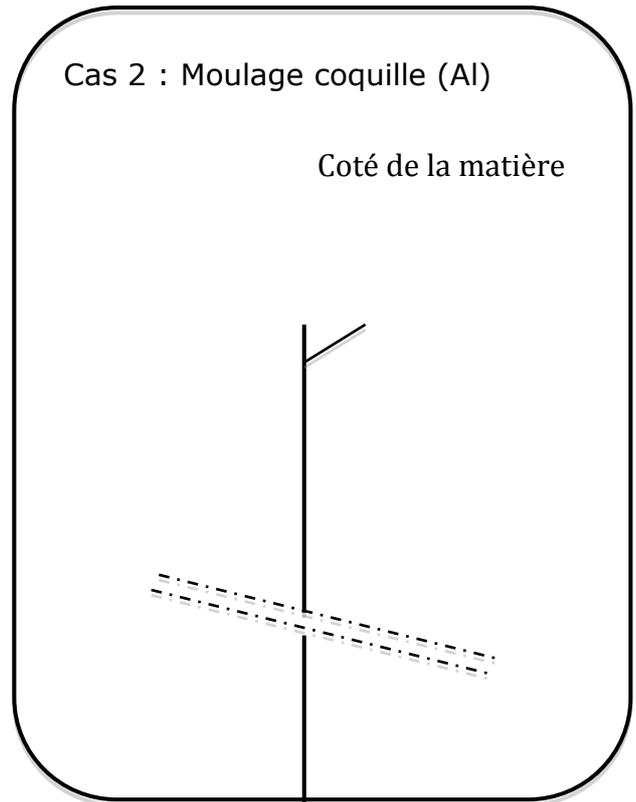
Puis effectuer un tracé similaire dans le cas 2 du moulage en coquille.

Cas 1 : Moulage sable (fonte)



Surface fonctionnelle usinée

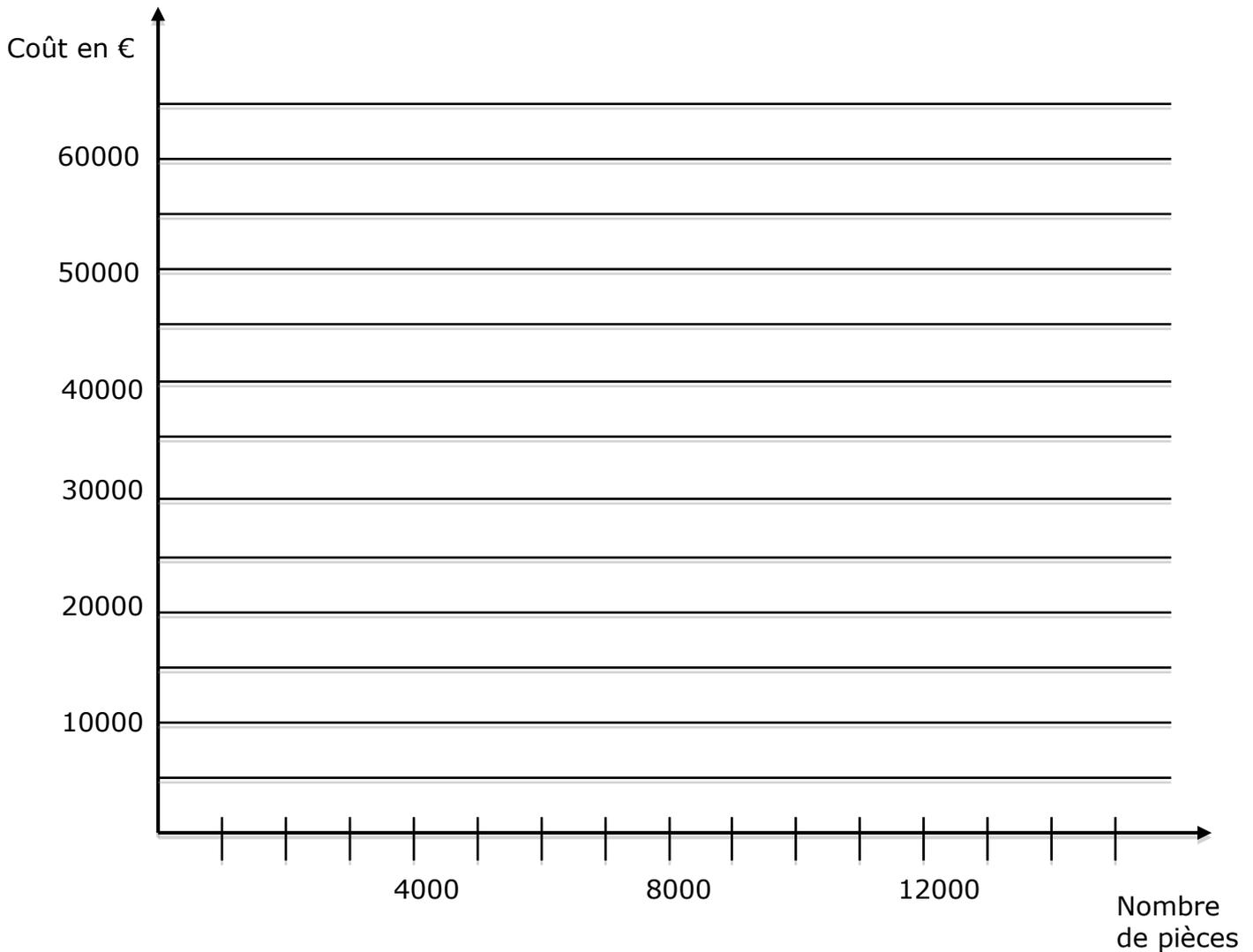
Cas 2 : Moulage coquille (Al)



Surface fonctionnelle usinée

Cas1 : Calcul et vérifications.

Cas 2 : Calcul et vérifications

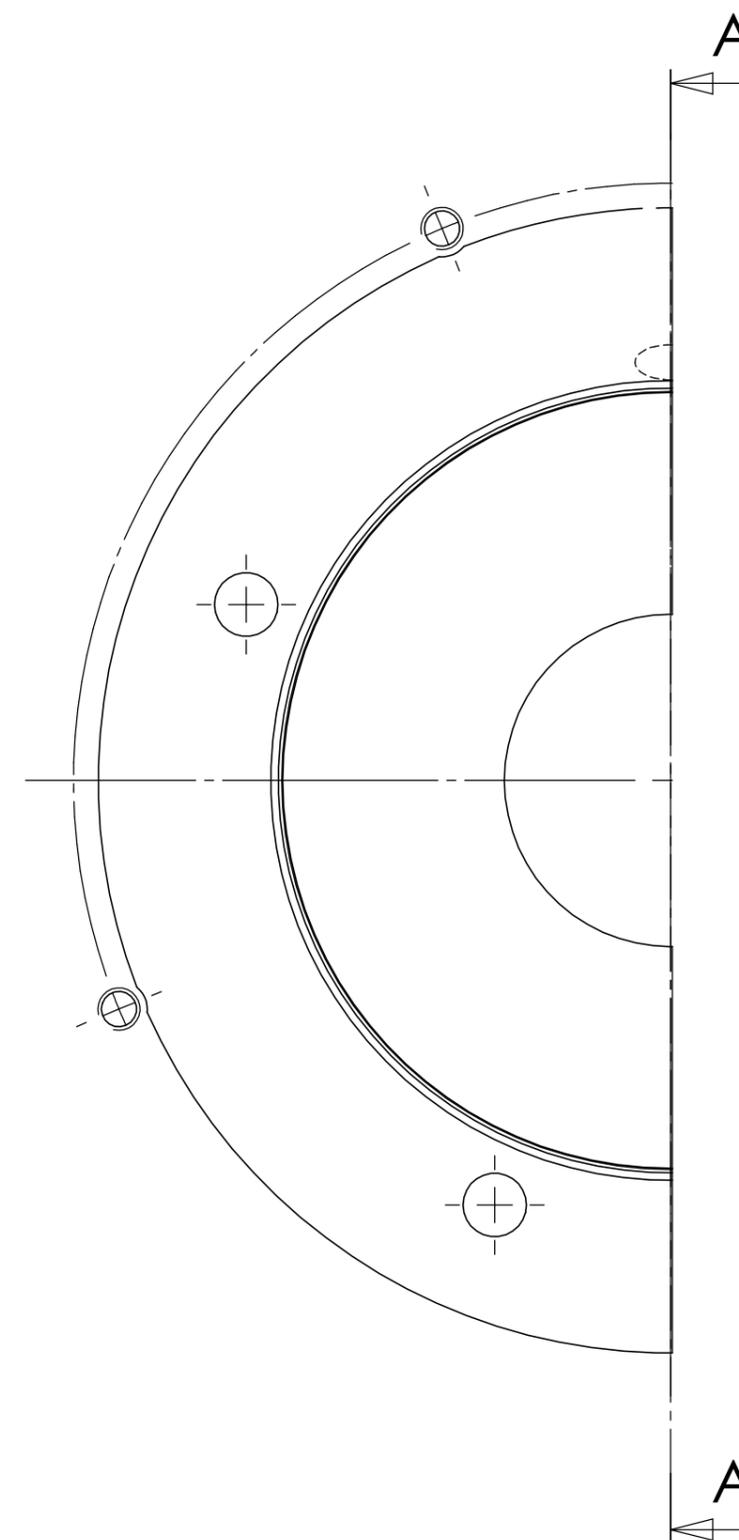
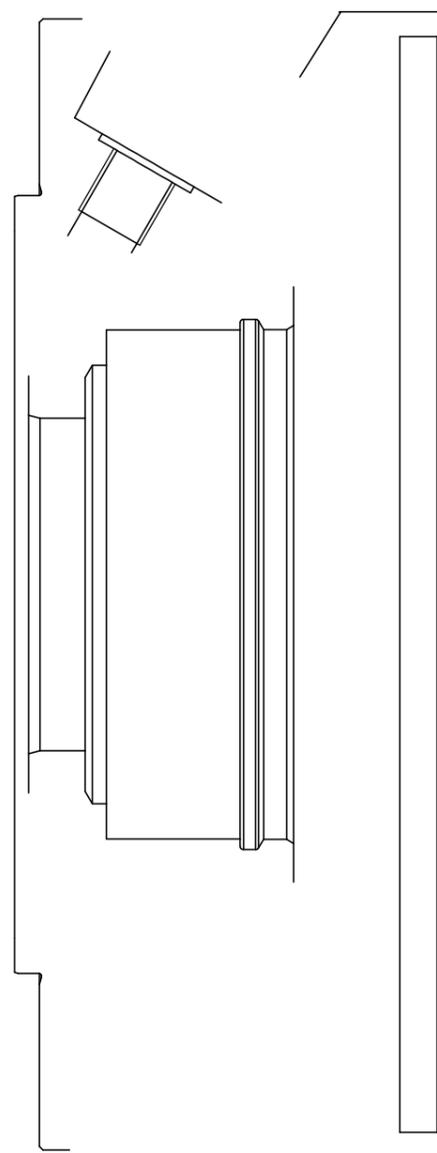
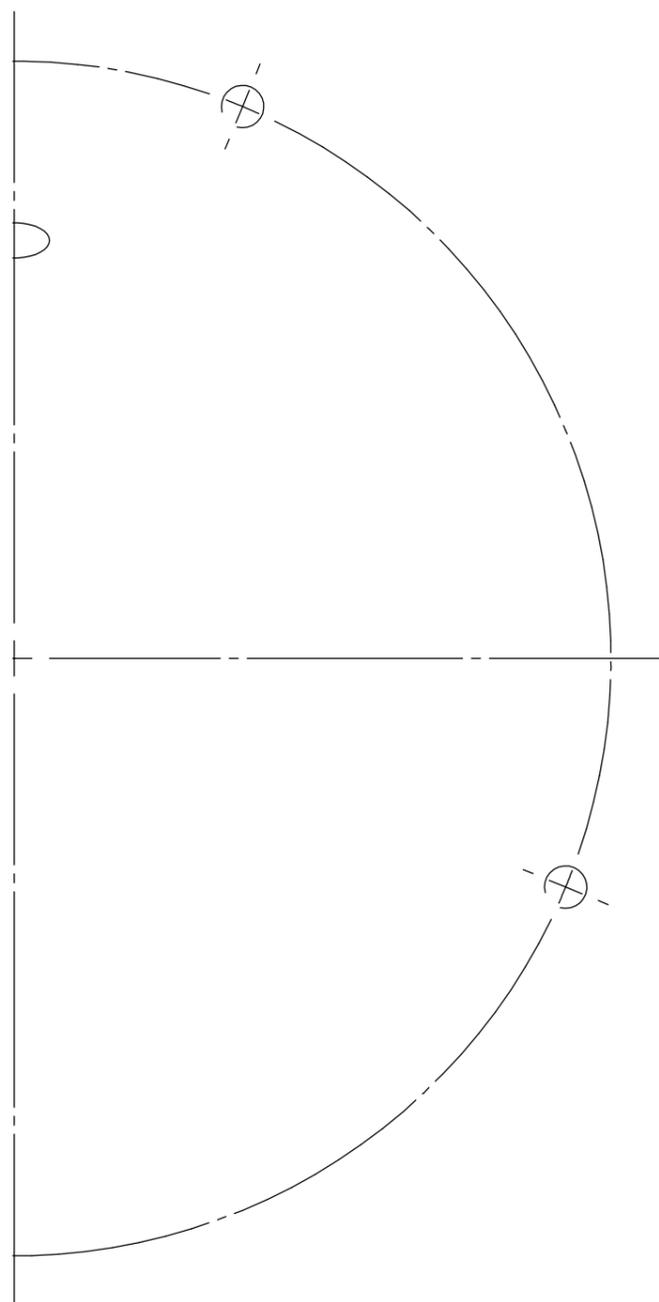
DR7: Matière et chutes**12-2. Tracé des courbes :****Conclusion :**

Question 13 :

Temps pour produire 2000 pièces :

Choix de procédé et justification :

COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1



Rayon non coté : $R = 2 \text{ mm}$
Dépouille du modèle : 2°
Les bruts doivent être étanche à l'huile
Surfaces extérieures lisse et propre

DR8 : Plan du brut

DR9 : Tolérances

Spécification

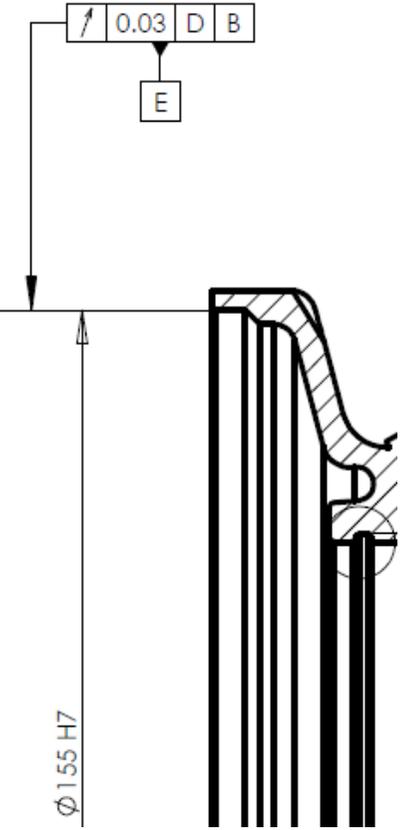
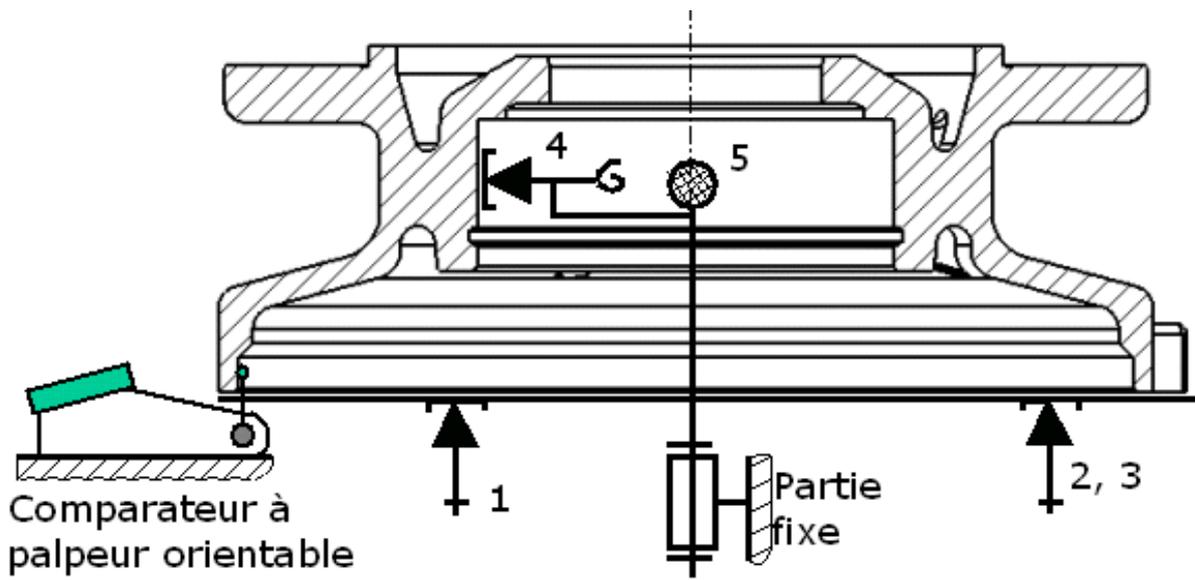
TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification:	Eléments non idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments idéaux		
Type de spécification <input type="checkbox"/> Forme <input type="checkbox"/> Orientation <input type="checkbox"/> Position <input type="checkbox"/> Battement	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
	Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	Simple Composée	Contraintes orientation et position par rapport à la référence spécifiée
Extrait du dessin de définition : 					<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Condition de conformité: L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance</p> </div>

Schéma de principe de l'outillage de contrôle



Question 16 : Solutions technologiques

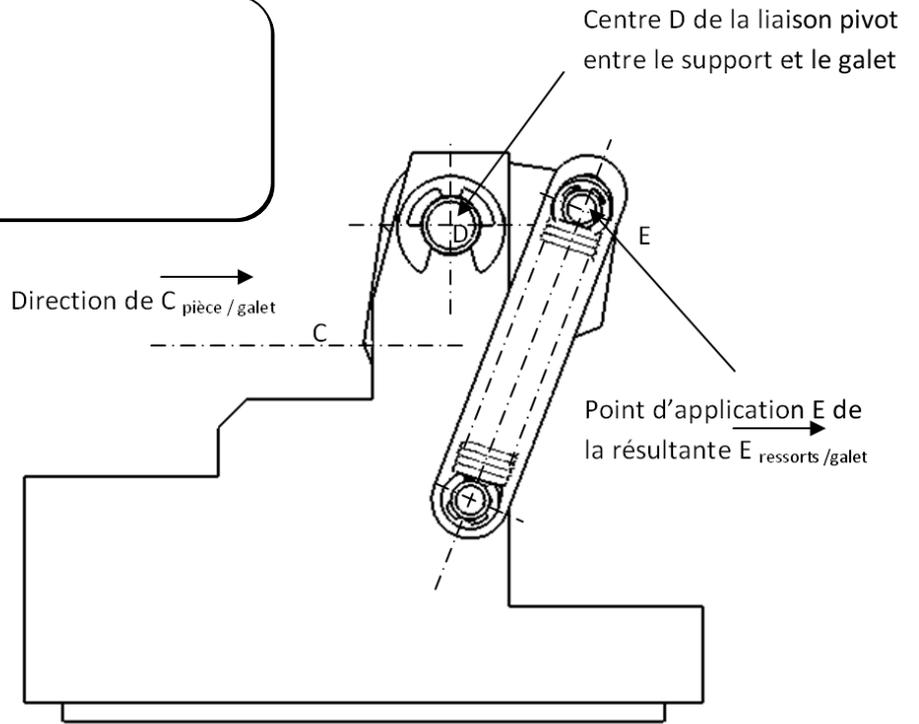
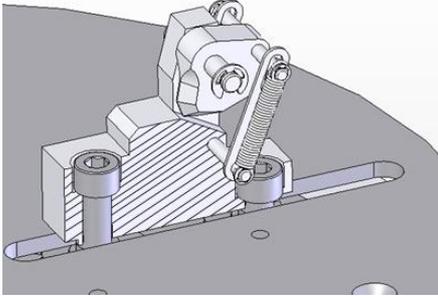
Empty rounded rectangular box for the answer to Question 16.

Question 17 : Mode opératoire de contrôle

Empty rounded rectangular box for the answer to Question 17.

Questions 19 et 20 : Etude de l'équilibre du galet

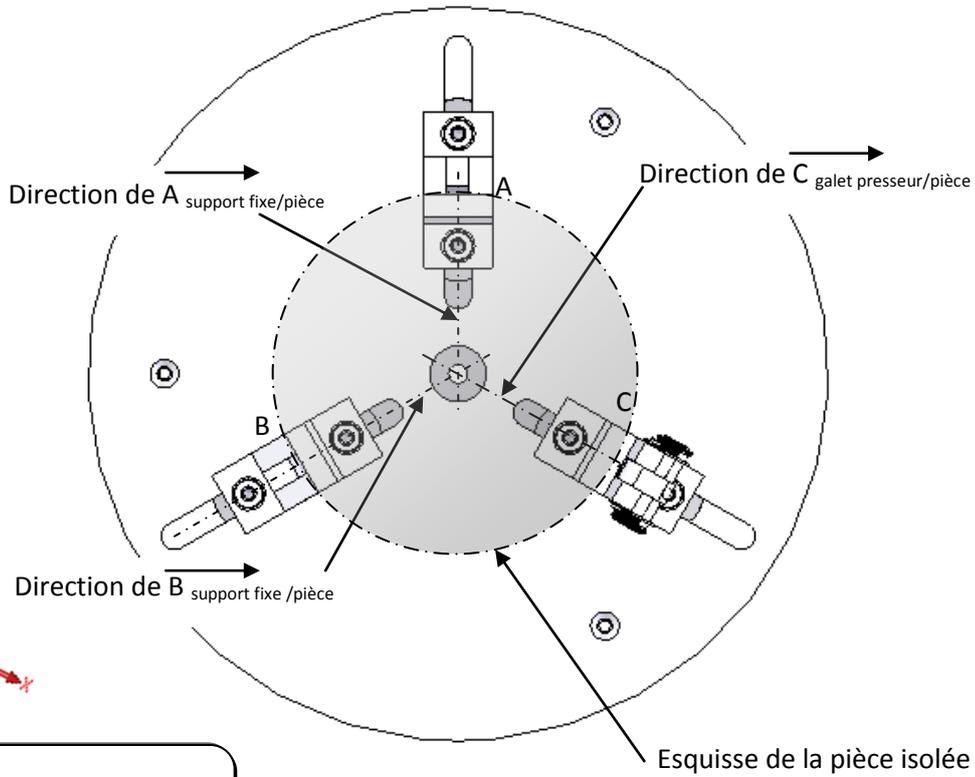
Calcul de $E_{ressorts / galet}$:



$C_{pièce / galet} =$

Echelle des efforts : 10 N => 5 mm

Question 21 : Etude de l'équilibre de la pièce.

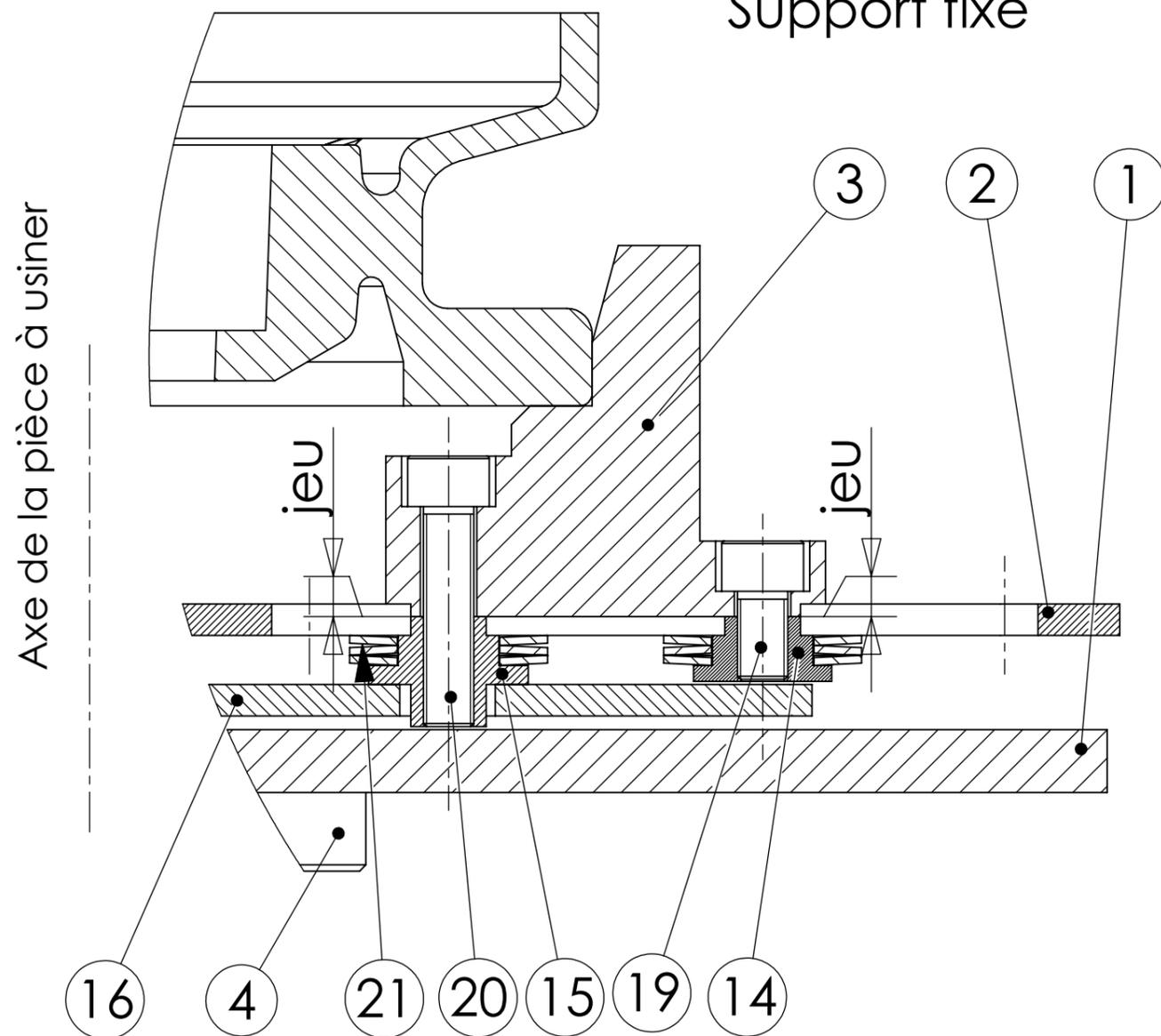


$A_{support / pièce} =$
 $B_{support / pièce} =$

Echelle des efforts : 10 N => 5 mm

Le cahier des charges est-il respecté ?

DÉTAIL D
ECHELLE 1 : 1
Support fixe



Question 22 :

Plage de réglage :

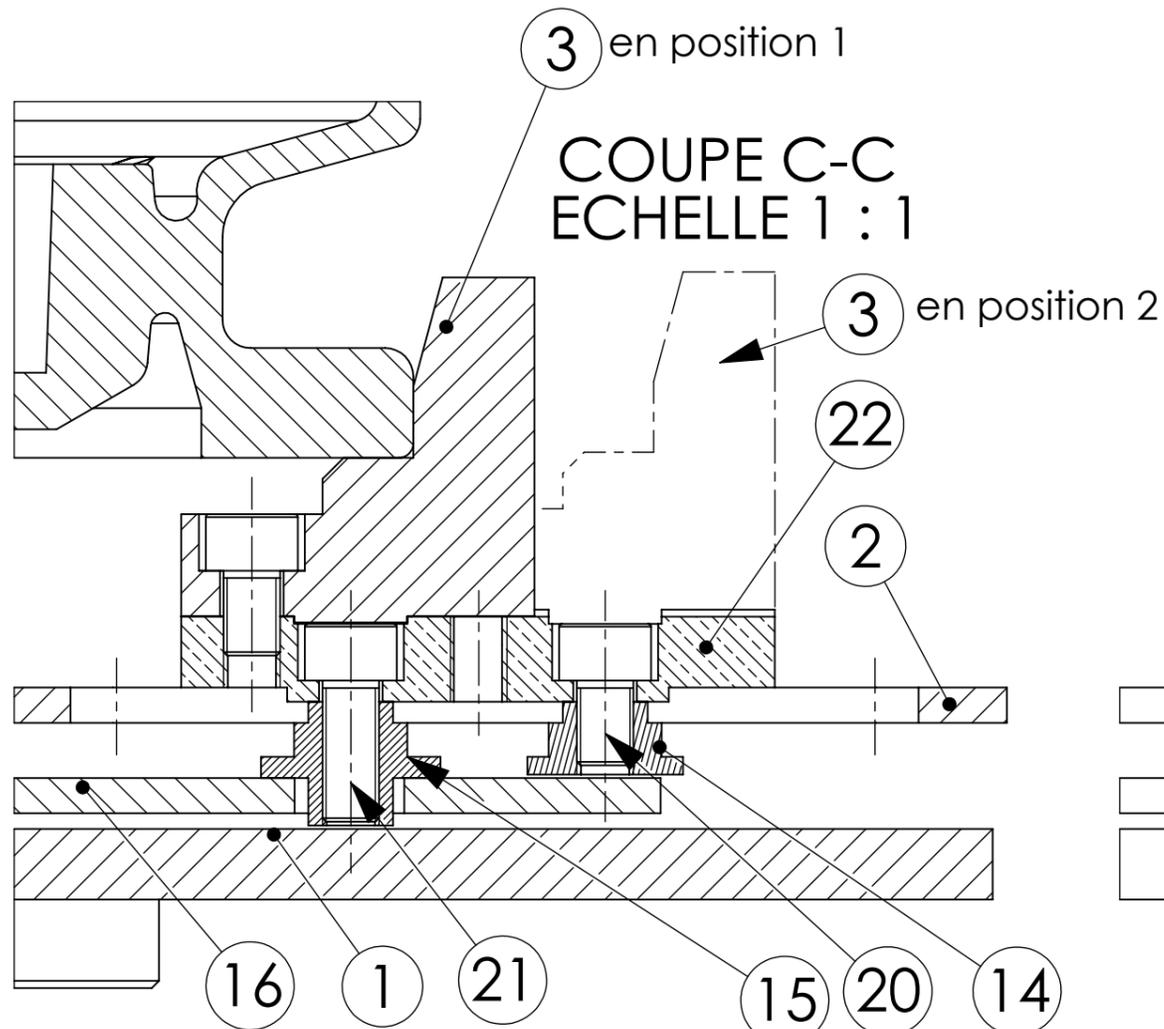
Diamètres de pièces :

Question 23 : Pourcentage de la production

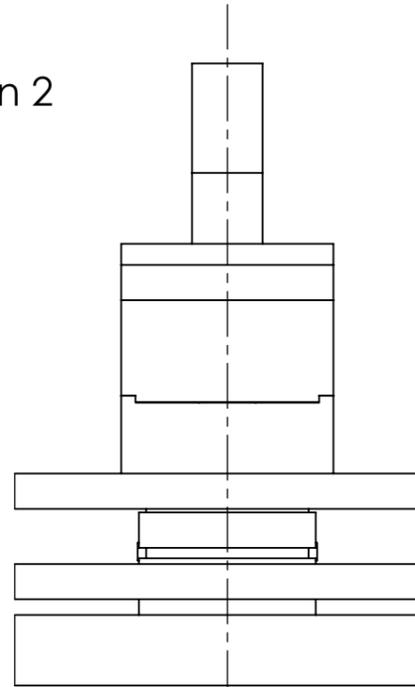
No.ARTICLE	QUANTITÉ	No.PIÈCE
1	1	Plateau inférieur
2	1	Plateau supérieur
3	2	Support fixe V1
4	2	Cylindre de guidage
6	1	Support presseur V1
7	2	Ressort Traction d=4
8	4	Truarc d=4
9	2	Truarc d=6
10	1	Axe
11	1	Galet presseur
12	2	Axe d=4
13	2	Plaque
14	3	Entretoise simple
15	3	Entretoise double
16	1	Spirale
19	3	Vis CHC M8x16
20	3	Vis CHC M8x35
21	18	Rondelle Belleville

DR12 : Standardisation

Axe de la pièce à usiner



Question 24 :

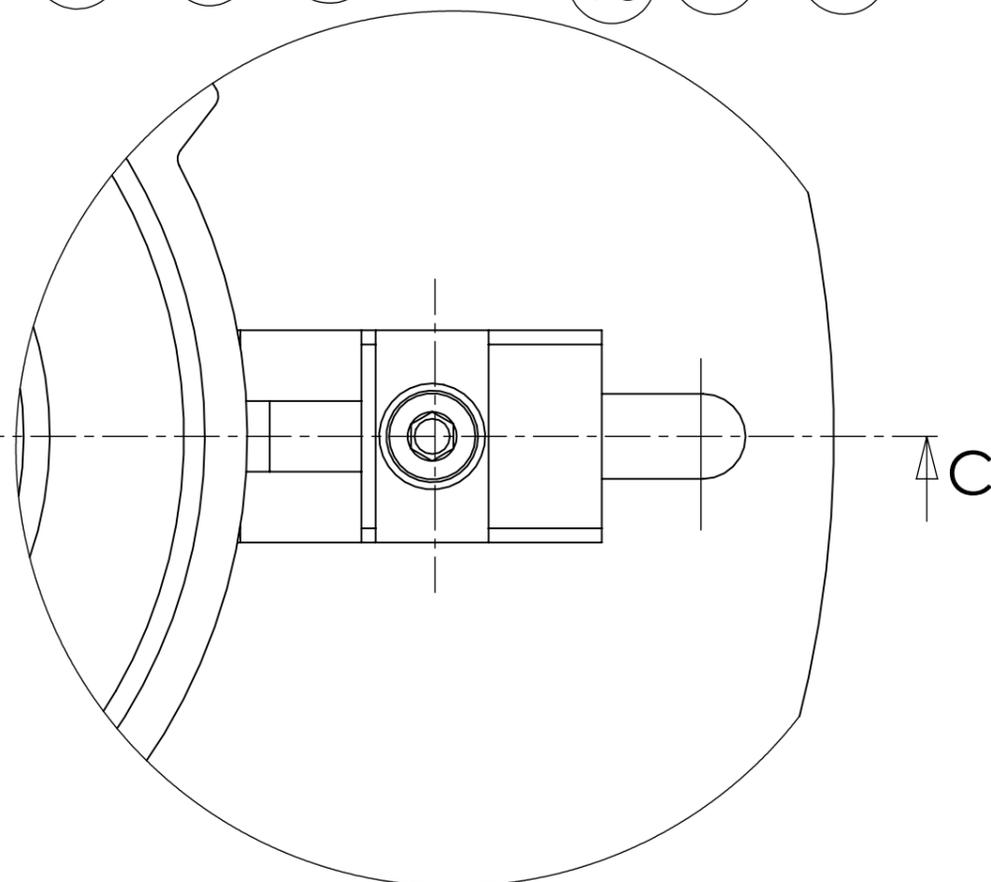


Nomenclature partielle

No.ARTICLE	QUANTITÉ	No.PIÈCE
1	1	Plateau inférieur
2	1	Plateau supérieur
3	2	Support fixe V2
14	3	Entretoise simple
15	3	Entretoise double
16	1	Spirale
20	6	Vis CHc M8x12
21	3	Vis CHc M8x20
22	3	Cale

Question 25 : Calcul de la pression admissible

Question 26 : La pièce subit-elle des dommages ?

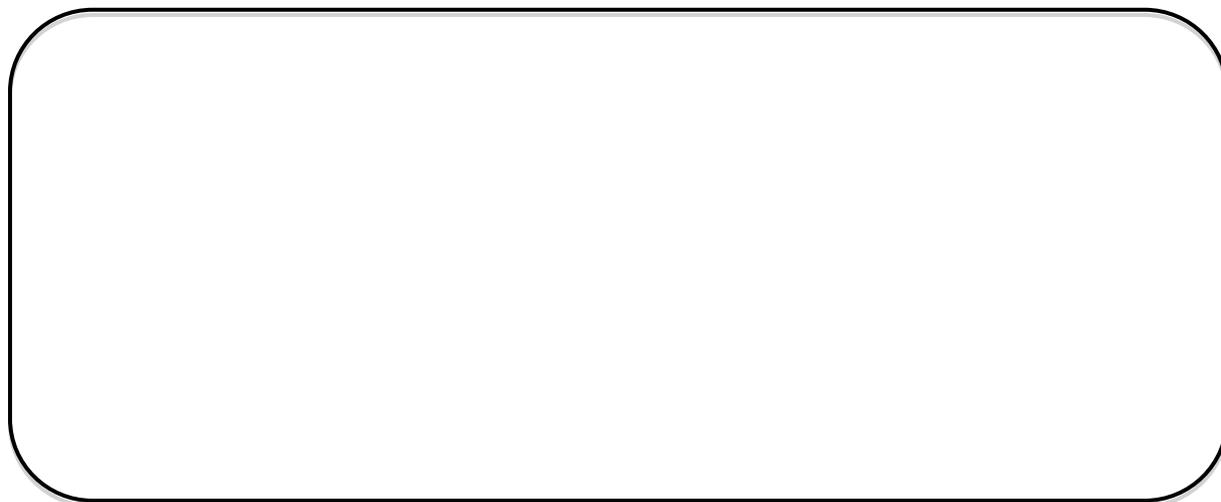


DR14: Main d'œuvre

Question 27 : répondre sur DR15

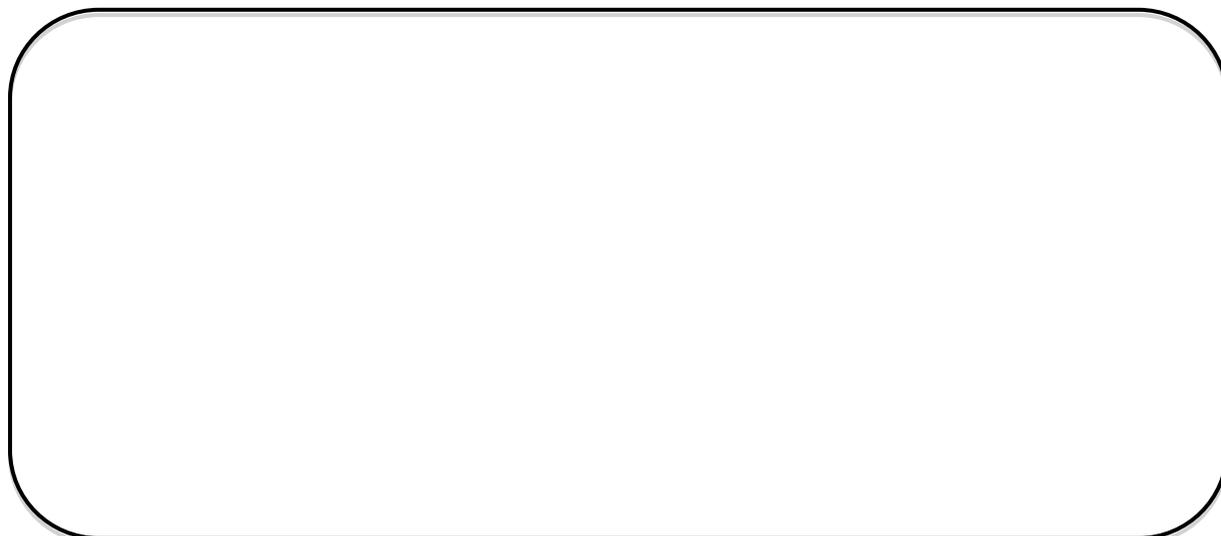
Question 28 :

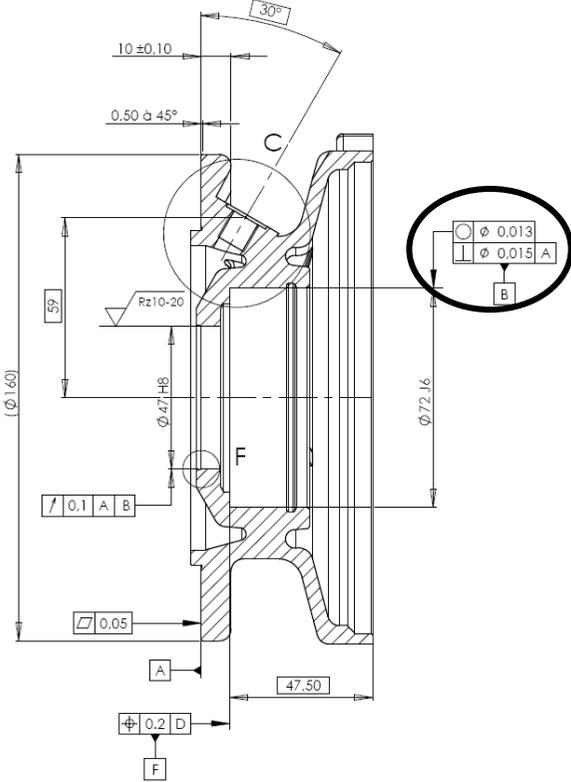
Justifier l'intérêt du capteur à dépression.



Question 29 :

Quelle précaution, peut-on intégrer à la machine lors de son achat, pour garantir le bon fonctionnement du capteur à dépression (propreté de la surface de détection) ?



TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				DR15 : Main d'œuvre
Symbole de la spécification: 	Eléments non idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments idéaux		
Type de spécification	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Forme Orientation Position Battement	Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	Simple Composée	Contraintes orientation et position par rapport à la référence spécifiée
Extrait du dessin de définition 					Condition de conformité: L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance