

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**PRODUCTIQUE MECANIQUE****E4 : CONCEPTION DES OUTILLAGES**

Sous-épreuve : U 41 – Analyse et validation d'un outillage

Durée : 3 heures 30

Coefficient : 2,5

Aucun document autorisé

Contenu du dossier :

- sous dossier : Documents techniques (DT1 à DT 13)
- sous dossier : Documents sujets (DS1 à DS 14)
- sous dossier : Documents réponses (DR1, DR2)

Cette sous-épreuve a pour objectif de valider les compétences :

- C 21 : analyser une solution d'outillage
- C 23 : valider et/ou dimensionner tout ou une partie d'une solution technologique
- C 24 : améliorer une solution

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'imprimantes.

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.

Tous les documents réponses (feuilles de copies et feuilles réponses DR1 et DR2 du sujet) seront placés dans la chemise dossier réponses et rendus à la fin de la sous-épreuve U41.

DOSSIER SUJET
SOU'S EPREUVE U41

Partie A (50 à 55 mn)

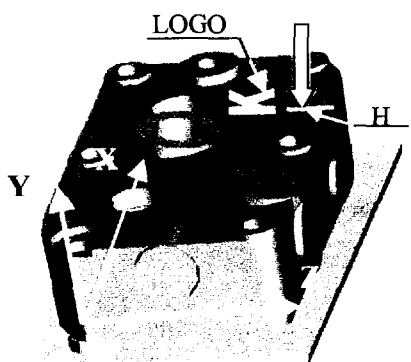
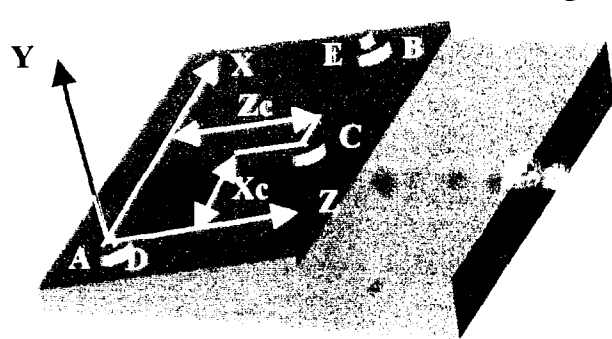
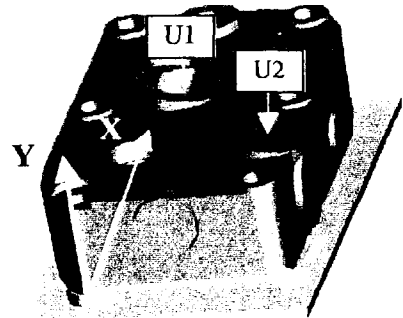
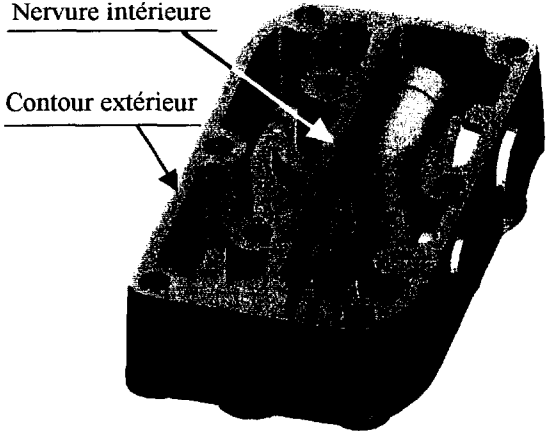
1 - Problèmes techniques :

- Rechercher la position du 3^{ème} appui C (figure 2) pour assurer le meilleur équilibrage des efforts maximum, quelque soit l'usinage effectué lors de la phase 30, afin de réduire les risques de matage.
- Proposer des modifications pour améliorer la rapidité de montage et démontage de la pièce.

2 - Modèle d'étude pour la recherche, de la position de l'appui C et de la position du serrage H

2.1 - Conditions particulières

- Nous utiliserons le **même porte pièce pour tous les types de pièces.**
- **Le logo KNORR en surimpression sur la face supérieure de la pièce ne devra pas être détérioré par le serrage.**
- Pour des raisons de passage outils et d'encombrement de l'ensemble de bridage, nous opterons pour un **centre de bridage au point H sur une ligne parallèle à Z** (voir figure 1 ci-dessous) .

Paramètres de position du point de serrage	Paramètres de position des appuis
Figure 1  H Point de serrage tel que OH (120, 41.5, Zh) Avec $65 \leq Zh \leq 75$ mm. (Zh sera à définir)	Figure 2  La position des appuis A et B est fixée La position de l'appui C sera à définir. (le centre du repère XYZ est confondu avec le centre de l'appui A)
Position des perçages (et ou taraudages)	Terminologie utilisée
Figure 3  Les usinages U1 et U2 correspondent aux opérations G et H de la phase 30 (voir DT7)	Figure 4  Nervure intérieure Contour extérieur

CONTEXTE D'ETUDE RELATIVE A LA SOUS EPREUVE U41

L'ensemble de notre étude portera sur l'analyse du système de mise en position et de maintien en position proposée sur le plan PP phase 30 CUV (voir DT9 ci-joint). Le but est de fabriquer un deuxième porte pièce **en tenant compte des remarques suivantes suite à l'utilisation de ce premier porte pièce :**

- **Il faut faciliter le posage des pièces sur le support pour l'opérateur.**
- **Il faut limiter le taux de rebut engendré par une détérioration de la surface d'appui par matage.**

Pour répondre à ces deux remarques nous envisageons une étude en deux parties :

- La première partie (partie A) visera à optimiser le posage, tant au niveau de la répartition des efforts sur les appuis, qu'au niveau de la facilité de montage et démontage de la pièce.
(Durée : 50 à 55 mn)
- La deuxième partie (partie B) visera à concevoir un système d'assistance au serrage pour l'opérateur, pour limiter les risques de matage de la surface d'appui engendré par un serrage exagéré. (Durée : 2 H 5 à 2H 10).

2.2 - Hypothèses

- Les liaisons entre la pièce et le porte pièce (figure 2) sont assimilables à :
 - Des liaisons ponctuelles en A, B, C, D.
 - Une liaison linéaire annulaire en E.
- Liaisons parfaites.
- Poids des pièces négligeable.

3 - Analyse de la mise en position.

La solution retenue pour la mise en position de la pièce sur le porte pièce est constituée, d'un centreur court en B, d'un locating en A et de trois appuis de types plots en A, B, et C.

3.1 - Par quoi aurait-on pu remplacer les trois plots ?

3.2 - En analysant les conditions générales fournies sur le document DT6, quels ont été le(s) critère(s) et ou niveau(x) et ou flexibilité(s) déterminant(s) dans le choix de la solution des trois plots ?

4 - Recherche de la position du point de bridage H

Complément d'information n°1

Nous souhaitons garder l'emplacement de l'appui C sur le contour extérieur quelque part sur une ligne située à $Z_c = 77 \text{ mm}$ à l'intérieur d'une zone qui va de $X_c = 0$ à $X_c = 148 \text{ mm}$.

Le Tableau ci-après fourni les résultats des actions mécaniques des appuis (0) en A, B, C sur la pièce (p) sous l'action du **bridage seul**

Nota : Nous affecterons le repère 0 pour l'ensemble des plots et le repère P pour la pièce.

Les distances sont exprimées en mm dans le repère (A ; X, Y, Z), les efforts en Newton.

Le calcul a été réalisé avec un effort de bridage en H de 2700 N.

Les résultats ont été arrondis à l'entier le plus proche.

Xc	Cas 1			Cas 2			Cas 3		
	Pour H en Zh = 65			Pour H en Zh = 70			Pour H en Zh = 75		
	C	B	A	C	B	A	C	B	A
0	585	2104	11	760	2104	-164	936	2104	-340
2	591	2096	12	769	2094	-162	946	2092	-337
4	598	2088	14	777	2084	-160	956	2079	-335
6	604	2080	16	785	2073	-158	966	2066	-332
8	611	2072	17	794	2063	-156	977	2053	-330
10	617	2064	19	802	2052	-154	987	2040	-327
12	624	2055	20	811	2041	-152	998	2026	-325
14	631	2046	22	821	2029	-150	1010	2012	-322
16	639	2038	24	830	2018	-148	1021	1998	-319
18	646	2028	26	840	2006	-145	1033	1983	-316
20	654	2019	27	849	1994	-143	1045	1968	-313
22	661	2009	29	859	1981	-140	1057	1953	-310
24	669	2000	31	870	1968	-138	1070	1937	-307
26	677	1990	33	880	1955	-135	1083	1921	-304
28	686	1979	35	891	1942	-133	1096	1905	-301
30	694	1969	37	902	1928	-130	1110	1888	-298
32	703	1958	39	913	1914	-127	1124	1870	-294
34	712	1947	42	925	1900	-125	1138	1853	-291
36	721	1935	44	937	1885	-122	1153	1834	-287
38	730	1924	46	949	1870	-119	1168	1816	-284
40	740	1912	48	962	1854	-116	1183	1797	-280
42	750	1899	51	974	1838	-113	1199	1777	-276
44	760	1887	53	988	1822	-109	1215	1757	-272
46	770	1874	56	1001	1805	-106	1232	1736	-268
48	781	1860	58	1015	1787	-103	1249	1714	-264
50	792	1847	61	1030	1770	-99	1267	1693	-260
52	804	1833	64	1044	1751	-96	1285	1670	-255
54	815	1818	67	1060	1732	-92	1304	1647	-251
56	827	1803	70	1075	1713	-88	1323	1623	-246
58	840	1788	73	1092	1693	-84	1343	1598	-241
60	853	1772	76	1108	1672	-80	1364	1573	-236
62	866	1755	79	1125	1651	-76	1385	1546	-231
64	879	1738	82	1143	1629	-72	1406	1519	-226
66	894	1721	86	1161	1606	-67	1429	1492	-220
68	908	1703	89	1180	1583	-63	1452	1463	-215
70	923	1684	93	1200	1559	-58	1476	1433	-209
72	938	1665	96	1220	1534	-53	1501	1402	-203
74	954	1645	100	1240	1508	-48	1526	1370	-197
76	971	1625	104	1262	1481	-43	1553	1338	-190
78	988	1603	108	1284	1453	-38	1580	1303	-184
80	1006	1581	113	1307	1425	-32	1609	1268	-177
82	1024	1558	117	1331	1395	-26	1638	1232	-170

Xc	Cas 1			Cas 2			Cas 3		
	Pour H en Zh = 65			Pour H en Zh = 70			Pour H en Zh = 75		
	C	B	A	C	B	A	C	B	A
84	1043	1535	122	1356	1364	-20	1669	1194	-162
86	1063	1510	127	1382	1332	-14	1700	1154	-155
88	1084	1485	132	1409	1299	-8	1733	1113	-147
90	1105	1458	137	1436	1264	-1	1768	1071	-138
92	1128	1430	142	1465	1228	6	1803	1027	-130
94	1151	1401	148	1496	1191	13	1840	981	-121
96	1175	1371	154	1527	1152	21	1879	933	-112
98	1200	1340	160	1560	1111	29	1919	883	-102
100	1226	1308	166	1594	1069	37	1961	830	-92
102	1254	1273	173	1630	1025	46	2005	776	-81
104	1283	1238	180	1667	978	55	2051	719	-70
106	1313	1200	187	1706	930	64	2099	659	-58
108	1344	1161	195	1747	879	74	2150	596	-46
110	1377	1120	203	1790	825	85	2203	531	-33
112	1412	1077	211	1835	769	96	2258	462	-20
114	1449	1032	220	1883	710	107	2317	389	-6
116	1487	984	229	1933	648	119	2378	312	9
118	1528	933	239	1985	583	132	2443	232	25
120	1571	880	249	2041	513	145	2512	147	42
122	1616	824	260	2100	440	160	2584	57	59
124	1664	764	272	2163	363	175	2661	-39	78
126	1715	701	284	2229	280	191	2743	-140	97
128	1769	633	297	2299	193	208	2829	-248	118
130	1827	562	311	2374	100	226	2922	-363	141
131	1857	524	319	2414	51	236	2970	-423	152
132	1889	485	326	2455	0	245	3020	-485	165
133	1921	445	334	2497	-52	256	3072	-549	177
134	1955	403	342	2540	-106	266	3126	-616	190
135	1989	360	351	2585	-163	277	3181	-685	204
136	2025	315	359	2632	-221	288	3239	-757	218
137	2063	269	368	2681	-281	300	3299	-831	232
138	2101	221	378	2731	-343	312	3361	-908	247
139	2142	171	388	2783	-408	325	3425	-988	263
140	2183	119	398	2838	-476	338	3492	-1070	279
141	2227	65	408	2894	-546	352	3561	-1157	295
142	2272	9	419	2953	-619	366	3634	-1247	313
143	2319	-50	430	3014	-695	381	3709	-1340	331
144	2368	-111	442	3078	-774	396	3787	-1438	350
145	2419	-174	455	3144	-857	412	3869	-1539	370
146	2473	-241	468	3214	-943	429	3955	-1645	391
147	2529	-310	481	3286	-1033	447	4044	-1756	412
148	2587	-383	495	3362	-1128	465	4138	-1872	435

4.1 - Définir parmi les 3 positions de serrage repérés H1, H2, H3 (sur le document réponse DR1) celle qui satisfait au mieux les deux critères suivants :

A - non-basculement des appuis lors du bridage seul.

B - Plage de position du point C la plus grande possible sur la ligne envisagée.

Quelle que soit la méthode utilisée vous justifierez votre réponse sur le document DR1

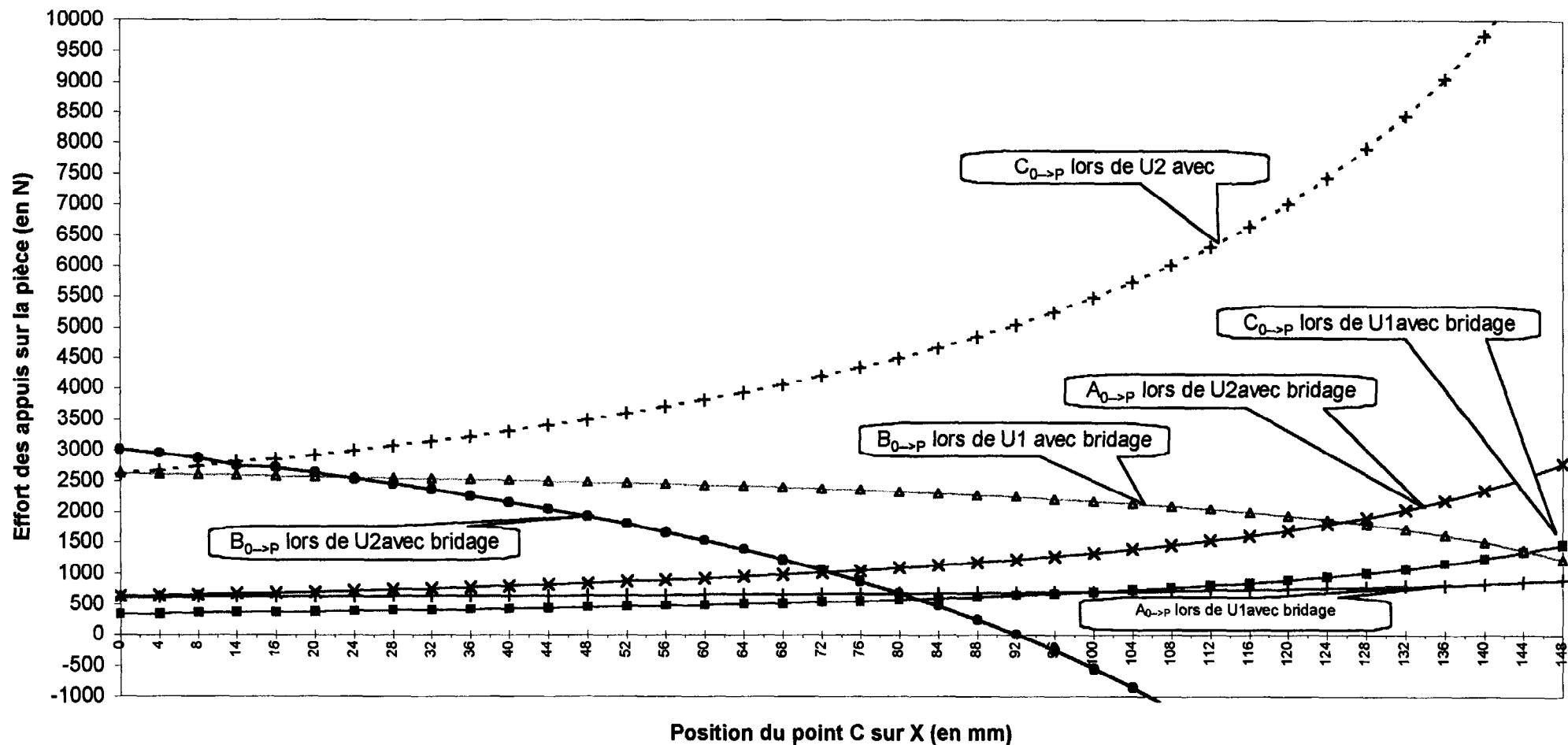
4.2 - Dédurre de votre réponse précédente et du complément d'information n°1 (début du §4), le lieu du point C qui satisfait les critères A et B, en le renforçant par un trait de couleur sur le document DR1. Vous préciserez entre quelles bornes devra se situer C suivant la direction X.

5 - Recherche de la position du point C sous l'effet du bridage et des usinages U1 et U2

L'étude statique de la culasse réalisée à l'aide d'un logiciel lors des usinages U1 et U2, nous fournit le résultat graphique suivant, lorsque nous faisons varier la position du point C sur sa ligne.

Unités : - les distances sont exprimées en mm dans le repère (A ; X, Y, Z), les efforts en Newtons.

Graphique N°1



5.1 - Pourra-t-on placer le point C à un emplacement quelconque entre 0 et 148 mm ?

Pourquoi ?

5.2 - Lors de quel perçage a-t-on un appui fortement sollicité ?

5.3 - Quels sont les deux appuis qui atteignent les efforts les plus importants dans la zone de validité du point C ?

5.4 - Si l'on cherche un équilibrage des efforts sur les deux appuis les plus chargés au cours du perçage U2, où devra-t-on placer le point C ?

6 - Analyse de la direction de montage et de démontage de la pièce

6.1 - Quel est l'intérêt du méplat (a) sur l'excentrique ?

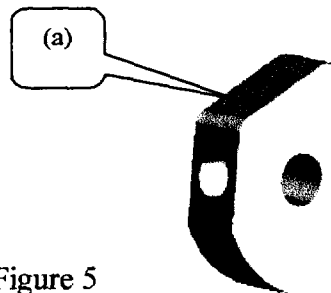


Figure 5

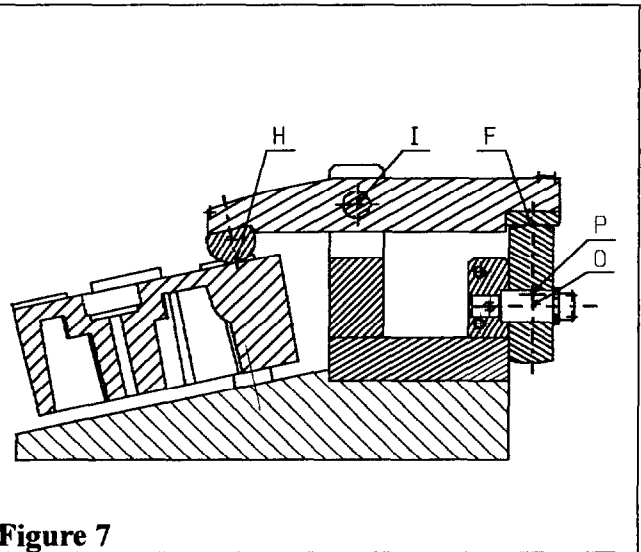
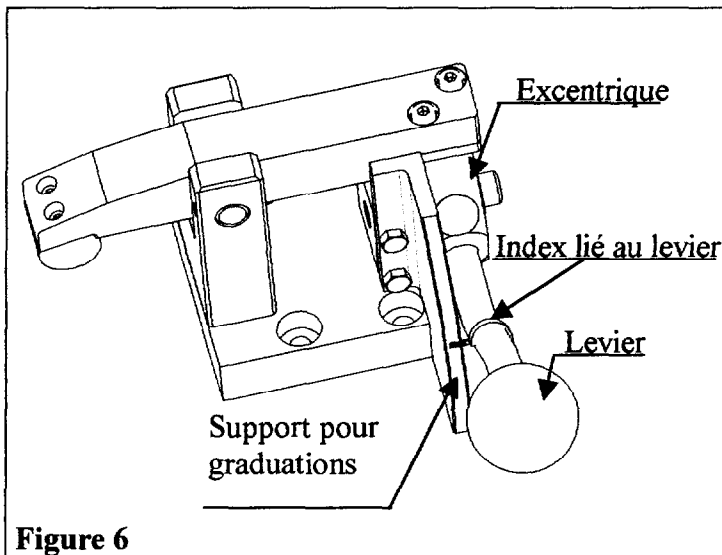
6.2 - La mise en position de la pièce nécessite de la part de l'opérateur un geste précis pour introduire la pièce entre le support et la bride (déplacement latéral puis perpendiculaire à la surface d'appui). Si tel n'est pas le cas, il s'en suit des chocs sur le centreur et (ou) le locating. Nous souhaitons réaliser un montage et un démontage suivant une direction perpendiculaire à la surface supérieure du support. Proposer à l'aide d'un dessin à main levée une modification de la bride qui engendre le minimum de modification du système actuel.

Partie B (2 H 5 à 2 H10)

1 - Problème technique :

En raison de l'organisation adoptée dans l'atelier, un certain nombre d'opérateurs différents sont susceptibles de participer à la fabrication des culasses. Nous avons constaté des rebuts en raison de la détérioration de la surface d'appui lors des perçages, taraudages effectués pendant des opérations G et H (DT7). Ceci est dû au système de maintien en position par excentrique. L'opérateur a tendance à rechercher la même position du levier de serrage en fin d'ablocage quel que soit la hauteur de la pièce à serrer.

Pour limiter les rebuts nous envisageons un système d'assistance au serrage conformément à la perspective ci dessous.



2 - Objectifs :

Définir le nombre de graduations à indiquer sur la surface cylindrique du support, puis rédiger une consigne d'utilisation claire pour l'opérateur afin que le bridage soit suffisant pour garantir le non basculement et pas trop important pour éviter le matage de la surface d'appui de la pièce.

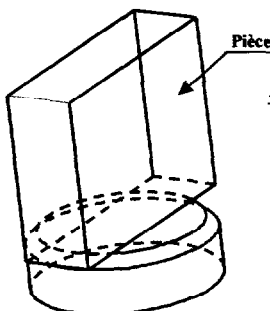
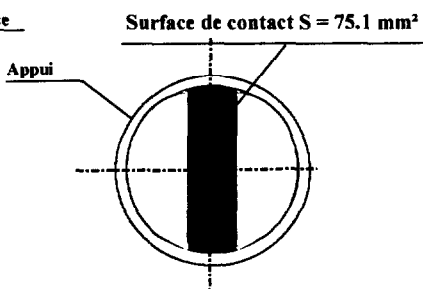
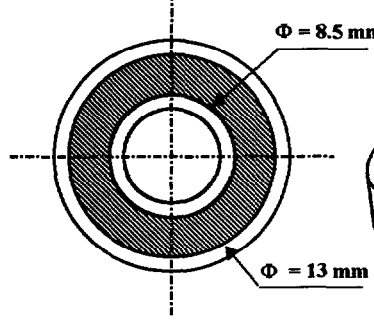
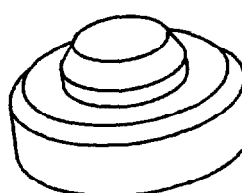
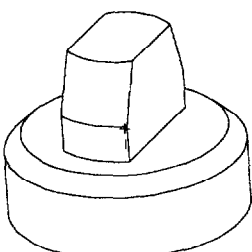
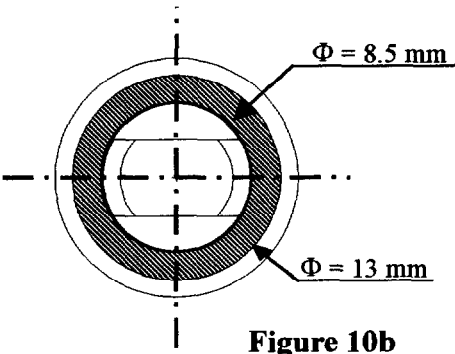
Pour atteindre cet objectif nous allons scinder notre étude en 6 parties :

- Détermination des efforts maximum et minimum que doit transmettre l'excentrique à la bride.
- Vérification de l'effort à fournir par l'utilisateur vis à vis des règles ergonomiques.
- Evaluation du déplacement du point F sous l'effet de la rotation de l'excentrique.
- Evaluation du déplacement du point F sous l'effet de la variation de l'effort $F_{2 \rightarrow 1}$. ($1 = \{1+5+6\}$)
- Détermination du nombre de graduations garantissant le non matage et le non décollement de la pièce lors des usinages
- Tracer sur le cylindre développé les graduations et rédiger une consigne d'utilisation.

3 - Détermination des efforts maximum et minimum que doit transmettre l'excentrique à la bride.

3.1 - Détermination des efforts maximum au niveau des appuis pour éviter le matage de la pièce.

3.11 - Modèle retenu pour l'étude de la pression de contact

A - Modèle géométrique				
Appui C situé sur le pourtour de la pièce		Appui B situé sous le centreur court E		
				
Figure 8a		Figure 8b	Figure 9a	Figure 9b
Appui A situé sous le locating				
				
Figure 10a		Figure 10b		
B - Hypothèses				
Pression de contact uniforme sur une petite surface de pièce au niveau des appuis A, B, C.				
C - Données				
Pression de matage maximale admissible : 80 Mpa				

3.12 - Evaluer l'effort maximum sur les appuis A ou B et C à ne pas dépasser. (Vous arrondirez à la centaine par défaut)

3.2 - Détermination de l'effort de bridage en H pour éviter, le matage de la pièce et le décollement d'un des appuis.

A partir de vos réponses à la question 3.12 et du graphique 2 p 9 / 14, répondre aux questions suivantes:

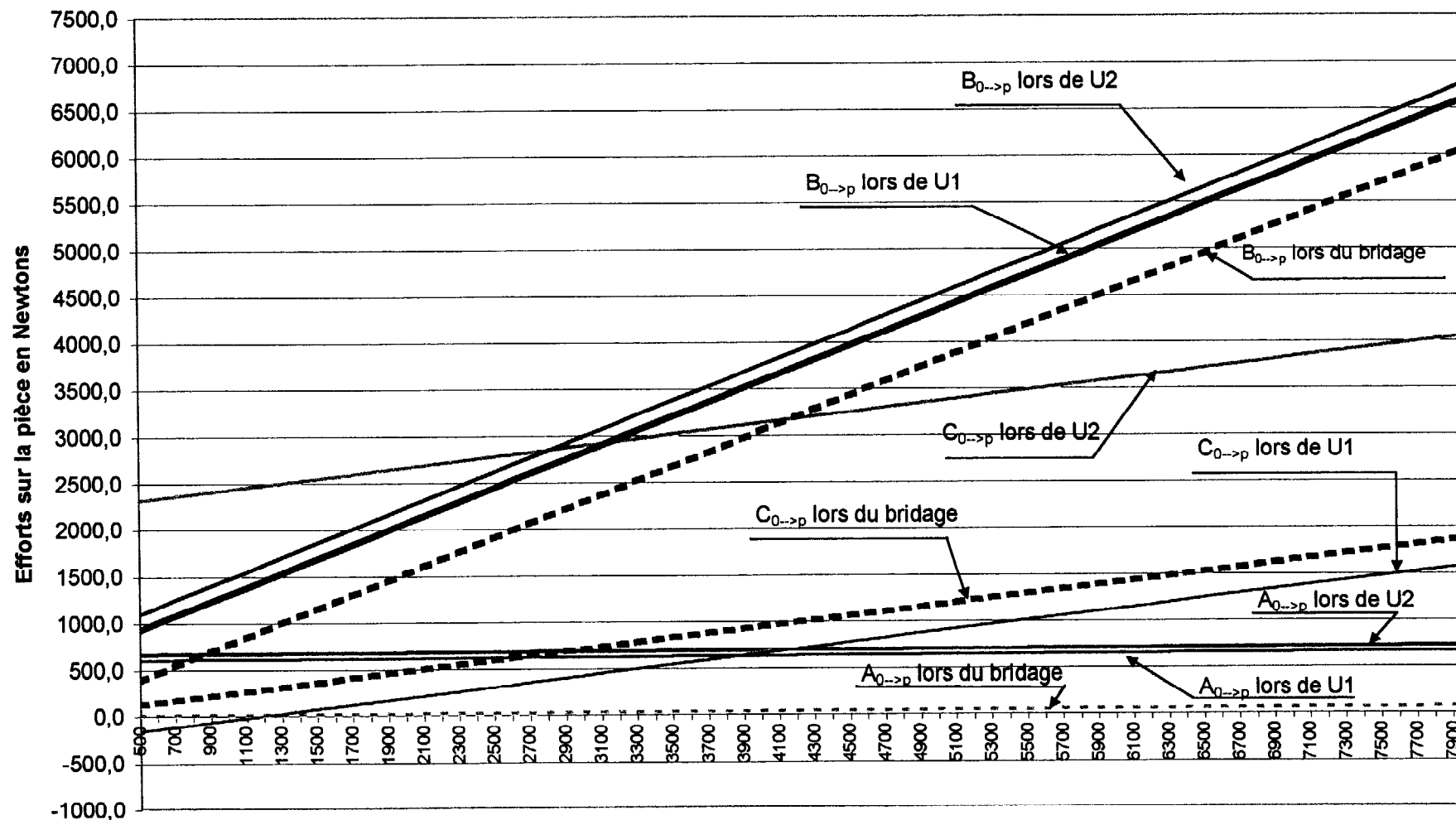
- 3.21 - Sur quel appui risque de se produire le décollement ? Justifier.
- 3.22 - Quel sera l'effort $\|\vec{H}_{1 \rightarrow p}\|$ minimum en dessous duquel nous aurons basculement ?
- 3.23 - Sur quel appui risque-t-on de rencontrer en premier le matage ?
- 3.24 - Quel sera l'effort $\|\vec{H}_{1 \rightarrow p}\|$ maximum à ne pas dépasser ? Justifier.

Evolution des efforts sur la pièce au niveau des appuis A, B, C, lors du bridage et pendant les usinages en fonction de l'effort de bridage en H

Nota : Pour H [500 N; 8000N], nous avons : $\|\vec{A}_{0 \rightarrow P}\| > 0$. On affecte le repère 0 à l'ensemble des plots A, B, C et le repère P pour la pièce.

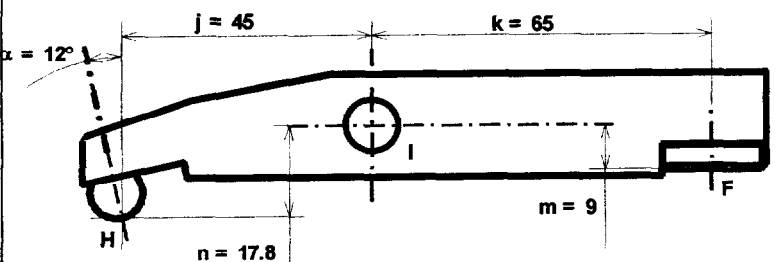
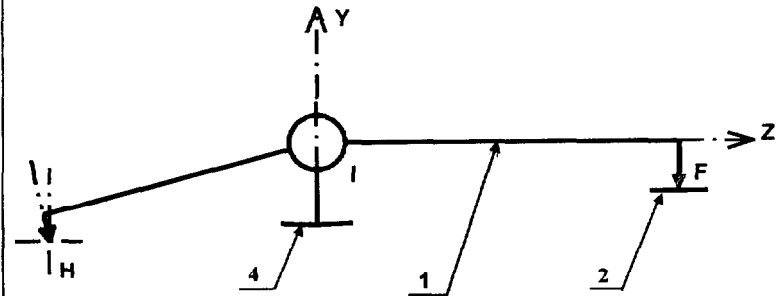
Les position des points U1 et U2 sont définies sur le document page 2 / 14 §2.1, la position du point C est la position qui a été définie à la question 5.4 de la partie A

Graphique 2



3.3 - Détermination des efforts maximum et minimum de l'excentrique 4 sur la bride 1 en F pour ne pas atteindre le matage de la pièce au niveau des appuis A, B, C et pour éviter le décollement de ces appuis.

3.31 - Modèle retenu pour l'étude de l'équilibre de la bride

A - Modèle géométrique	B - Hypothèses
 Figure 11	$1 = \{1+6+5\}$; $P = \{\text{Pièce}\}$ Poids des pièces négligés devant les efforts. Liaison pivot parfaite en I entre la bride et le support 4, et liaison ponctuelle parfaite en H entre la pièce et la bride. Liaison ponctuelle avec frottement en F entre l'excentrique et la bride. L'étude se fera en équilibre strict en F. Le problème sera supposé plan, de plan YZ, si l'on respecte l'écriture du torseur $\Gamma_{2 \rightarrow 1}$ fourni dans les données ci-dessous
 Figure 12	C - Données - Coefficient de frottement $\mu = \tan \varphi = 0.2$. - Nous admettons en F une action mécanique représentable par le torseur $\Gamma_{2 \rightarrow 1}$: $\Gamma_{2 \rightarrow 1} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ +\ \vec{F}_{2 \rightarrow 1}\ \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{XYZ}$ - L'effort maximum de la bride sur la pièce doit être $\ \vec{H}_{1 \rightarrow \text{pièce}}\ \leq 7050 N$. - L'effort minimum de la bride sur la pièce doit être $\ \vec{H}_{1 \rightarrow \text{pièce}}\ \geq 1200 N$.

3.32 - Rédiger le bilan des actions mécaniques sur la bride 1 (sous forme de torseur au centre des liaisons respectives dans le repère général (O; Y,Z))

3.33 - Etudier l'équilibre de la bride afin d'établir l'expression littérale $\|\vec{H}_{\text{pièce} \rightarrow 1}\| = f(\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\|, j, k, n, \alpha, \varphi)$.

En déduire le rapport de multiplication d'effort $\frac{\|\vec{H}_{\text{pièce} \rightarrow 1}\|}{\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\|}$ réalisé par cette bride. Vous arrondirez au

centième par défaut.

Conseil : Vous pourrez appliquer le théorème du moment en I et exploiter uniquement l'équation de projection sur X.

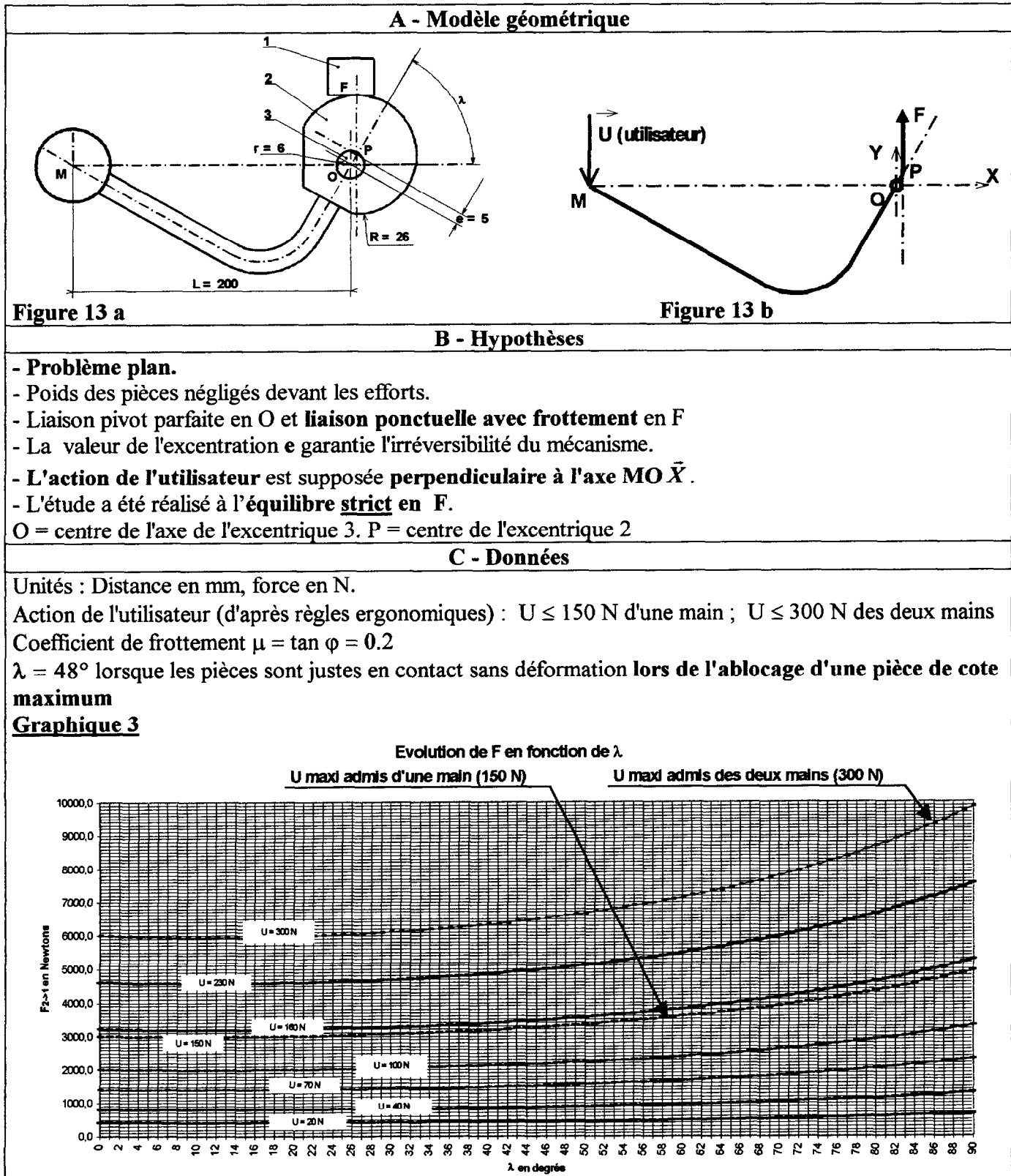
3.34 - Evaluer l'effort maximum de l'excentrique sur la bride. Vous arrondirez à l'unité par défaut.

3.35 - Evaluer, l'effort minimum de l'excentrique sur la bride. Vous arrondirez à l'unité par excès.

4 - Recherche de l'effort à fournir par l'utilisateur

Ce système d'ablocage est très utilisé dans l'entreprise, celle-ci dispose d'une étude sous forme d'un graphique (voir graphique 3 ci-dessous ou DR2) mettant en relation l'action mécanique de l'utilisateur ($\vec{U}$) et effort ($\vec{F}$) engendré en F.

4.1 - Modèle retenu pour l'étude de l'équilibre de l'excentrique



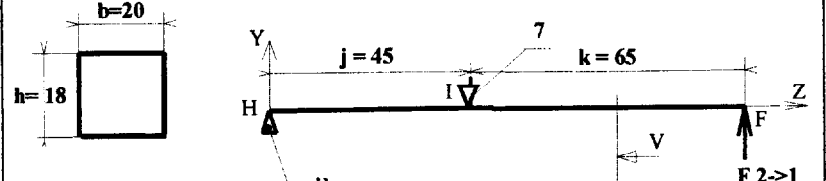
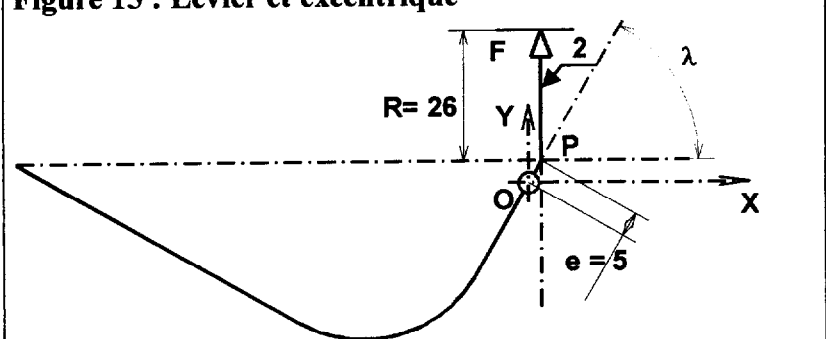
4.2 - Définir sur le document DR2, par coloriage, la zone de travail à respecter pour être en accord avec les règles ergonomiques, le non matage des surfaces et le non basculement de la pièce sur l'un de ses appuis, dans la plage située entre $\lambda = 48^\circ$ et $\lambda = 90^\circ$.

4.3 - Dédurre de l'observation de la zone de travail que vous avez définie ci-dessus.

- l'effort minimum de l'utilisateur valable sur toute la longueur de la zone de travail, pour éviter le basculement.
- l'effort maximum de l'utilisateur valable sur toute la longueur de la zone de travail, pour éviter le matage.

5 - Evaluation du déplacement du point F sous l'effet de l'action mécanique $\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\|$.

5.1 - Modèle retenu pour évaluer la déformation de la bride en F sous l'effet de l'effort de l'excentrique sur la bride.

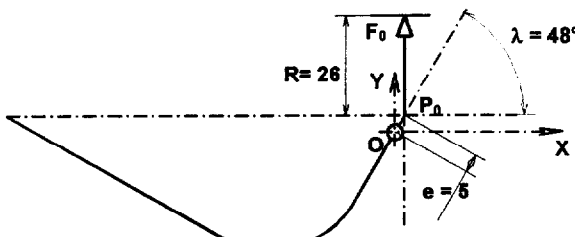
A - Modèle géométriques	B - Hypothèses
Figure 14 : Bride Section V  Figure 15 : Levier et excentrique  Unités en mm	Les solides seront assimilés aux poutres de la résistance des matériaux. Pour la bride 1 = {1+6+5}: Poutre en appui en H, I et sollicitée par un effort $F_{2 \rightarrow 1}$ vertical en F. Pour l'axe de l'excentrique : Nous négligerons sa déformation
C - Données	
- L'effort maximum (vertical) de l'excentrique sur la bride doit être $\ \vec{F}_{2 \rightarrow 1}\ \leq 5200N$. - L'effort minimum (vertical) de l'excentrique sur la bride doit être. $\ \vec{F}_{2 \rightarrow 1}\ \geq 885N$ - L'effort moyen (vertical) de l'excentrique sur la bride suite à l'effort moyen de l'utilisateur (U = 100 N) est estimé à $\ \vec{F}_{2 \rightarrow 1}\ = 2550N$ - E = 210 000Mpa	Relation pour évaluer la flèche en F : $Y_F = \frac{\ \vec{F}_{2 \rightarrow 1}\ * k^2 * (k+j)}{3 * E * I_{GX}} \quad \text{avec} \quad I_{GX} = \frac{bh^3}{12}$

5.2 - Evaluer les déformations de la bride en F sous l'effet de la variation de $\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\|$ pour les trois cas suivants (Arrondir les résultats au millième par défaut) :

a - $\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\| = 5200N$ b - $\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\| = 885N$ c - $\|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\| = 2550N$

6 – Evaluation du déplacement de l'ordonnée du point de contact F sous l'effet de la rotation de l'excentrique et recherche de l'angle limite après usure.

6.1 – Modèle retenu pour l'excentrique.

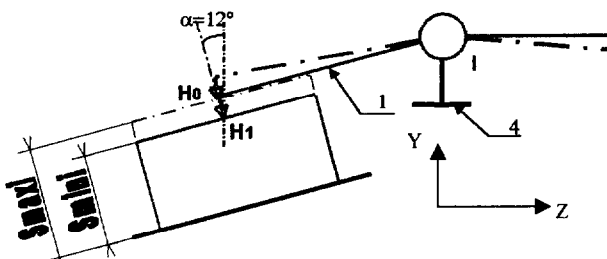
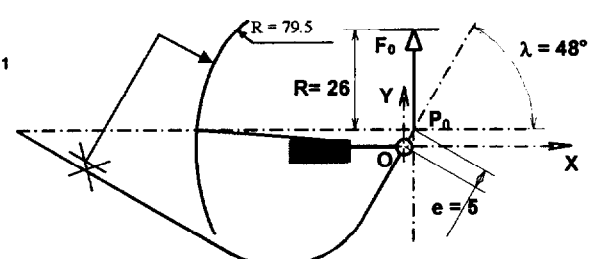
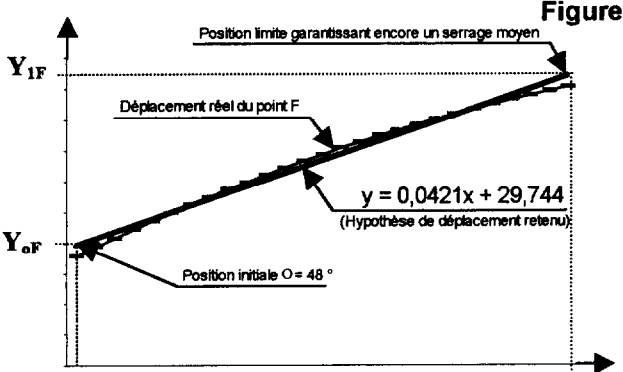
A - Modèle géométrique	B - Hypothèses
 Figure 16	O centre du repère confondu avec le centre de l'axe de l'excentrique. P₀ centre de la surface cylindrique de l'excentrique pour $\lambda = 48^\circ$. Nous négligeons la déformation de l'excentrique et de son axe lors de l'opération de serrage. Position initiale (pour mécanisme neuf sans usure) : $\lambda = 48^\circ$ lorsque la bride entre juste en contact sans déformation avec une pièce de cote maximum.
C - Données	
Suite à l'usure du mécanisme de serrage, il faudra tourner l'excentrique de plus en plus pour avoir le même serrage. La valeur de λ assurant le contact initial (sans déformation des pièces) avec la pièce augmentera. Au cours de la rotation l'ordonnée Y_F de F respecte la relation ci-après : $Y_F = e * \sin \lambda + R$	

6.2 – Evaluer Y_{F max}

6.3 – Evaluer l'ordonnée limite Y_{IF} correspondant au contact initial limite après usure, garantissant un effort de serrage moyen $F_{2,1} = 2550$ N. En déduire la valeur de λ correspondante.

7 - Détermination du nombre de graduations garantissant le non matage et le non décollement de la pièce. (Voir figure 6 p 7 /14)

7.1 – Modèle retenu pour la recherche des graduations

A - Modèle géométrique	
 Figure 17a	 Figure 17b
B - Hypothèses	
Position initiale (pour mécanisme neuf sans usure) : $\lambda = 48^\circ$ lorsque la bride entre juste en contact sans déformation avec une pièce de cote maximum : (H0, I, F0) Nous assimilons le déplacement du point F appartenant à l'excentrique entre F₀ (position initiale) et F₁ (position limite d'usure) à un déplacement linéaire respectant l'équation : $Y = 0.0421 X + 29.744$. avec X qui représente la rotation en degrés par rapport à la position initiale $\lambda = 48^\circ$ et Y la position de F sur Y (exemple pour $\lambda = 49^\circ$, X = 1, Y = 29.7861)	Déplacement du point F en fonction de λ suivant Y en mm. Figure 18  Position limite garantissant encore un serrage moyen Déplacement réel du point F $y = 0,0421x + 29,744$ (Hypothèse de déplacement retenu) Position initiale $\lambda = 48^\circ$

7.2 - A partir de la droite d'équation $Y = 0.0421 X + 29.744$, déterminer le nombre de graduations entre 48° et 74° , si nous souhaitons qu'une graduation corresponde à la déformation moyenne de 0.193 mm. Vous arrondirez à l'entier supérieur.

7.21 - En déduire, si l'on admet un déplacement linéaire entre 48° et 74° du point F, la valeur de la rotation de l'excentrique correspondant à une graduation.

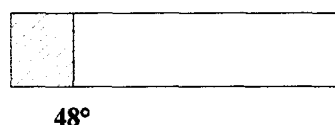
7.22 - En déduire, si l'on admet un déplacement linéaire entre 48° et 74° du point F, le déplacement (suivant Y) du point F correspondant à une graduation.

7.3 - A partir de quelle valeur de graduation risquera-t-on le basculement ? Vous arrondirez au demi entier supérieur.

7.4 - Evaluer le nombre de graduations qu'il ne faut pas dépasser pour éviter le matage de la surface d'appui de la pièce. Vous arrondirez à l'entier le plus proche.

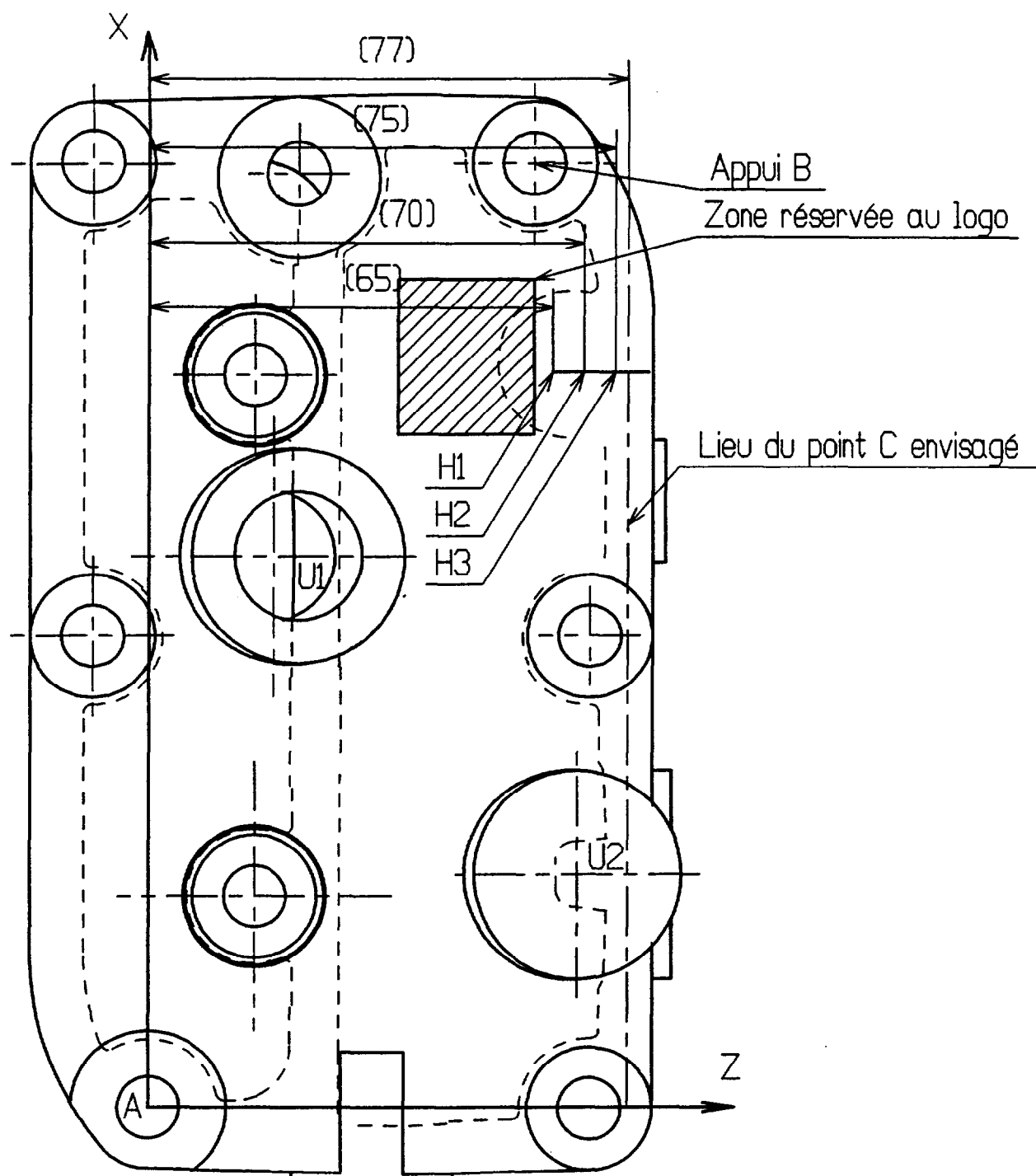
8 - Tracer à l'échelle 1 les graduations représentant un serrage moyen sur le développement du cylindre sur lequel elles seront collées, sachant que le rayon du cylindre est de 79.5 mm. Vous indiquerez les cotes utiles à la réalisation des graduations et vous préciserez le détail des calculs à côté du dessin.

Redessiner et compléter la figure ci-contre sur votre copie.



9 - Rédiger une consigne d'utilisation claire, précise et complète pour l'opérateur, compte tenu des résultats obtenus aux questions précédentes.

DOSSIER REPONSE
SOUS EPREUVE U41



4.1 – La position du point H satisfaisant au mieux les deux critères est le point : ...
Justification :

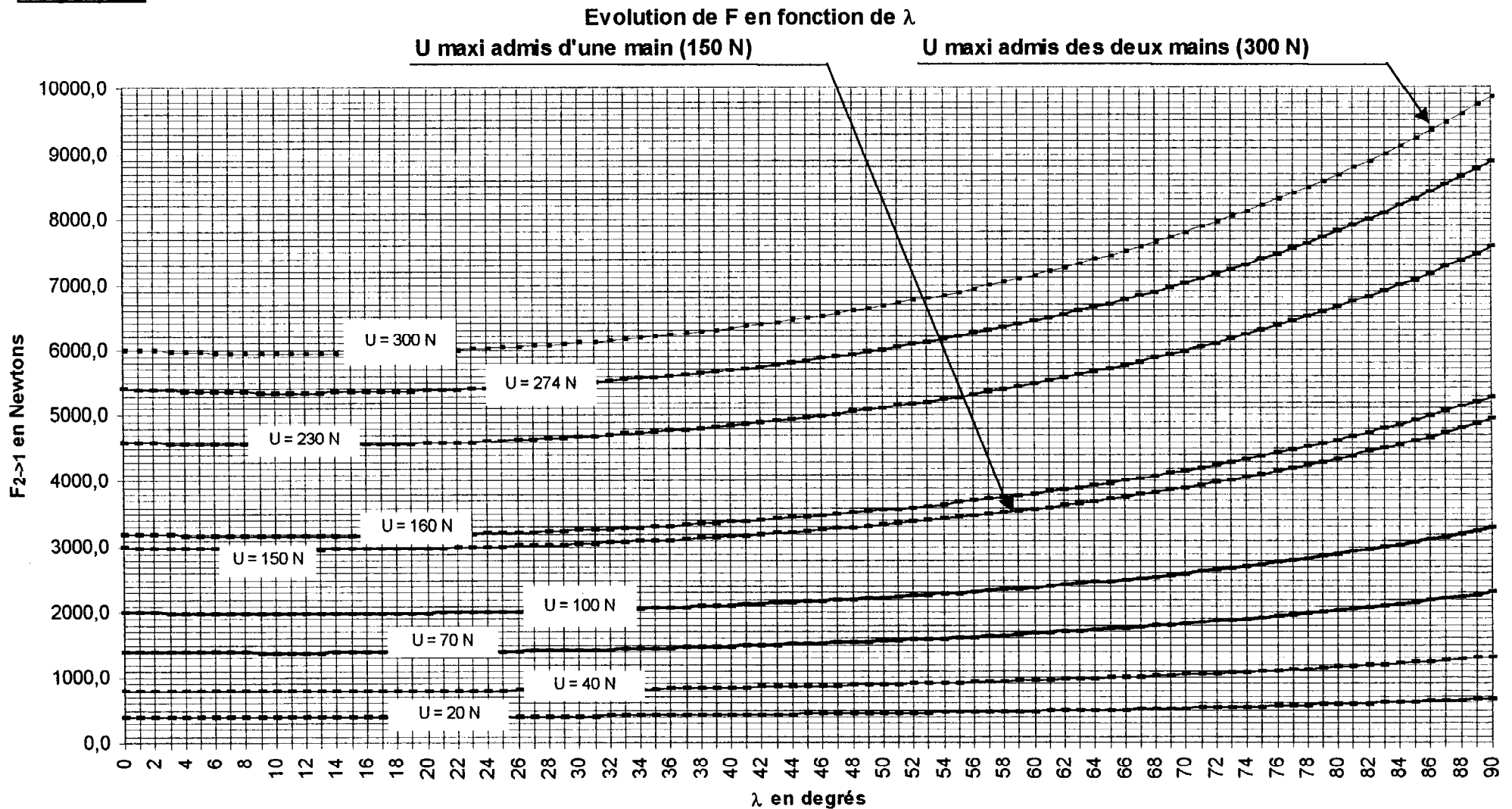
4.2 – Coloriez le lieu de l'appui C pouvant satisfaire les deux critères A et B
et le complément d'information n°1

Précisez la plage : < Xc <

Document DR2

4.2 - Définir sur le document ci-dessous, par coloriage, la zone de travail à respecter pour être en accord avec les règles ergonomiques, le non matage des surfaces et le non basculement de la pièce sur l'un de ses appuis, dans la plage située entre $\lambda = 48^\circ$ et $\lambda = 90^\circ$.

Graphique 4



4.3 - Dédurre de l'observation de la zone de travail que vous avez définie ci-dessus.

- l'effort **minimum** de l'utilisateur valable sur toute la longueur de la zone de travail, pour éviter le basculement :
- l'effort **maximum** de l'utilisateur valable sur toute la longueur de la zone de travail, pour éviter le matage :

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

PRODUCTIQUE MECANIQUE

E4 : CONCEPTION DES OUTILLAGES

Sous-épreuve : U 41 – Analyse et validation d'un outillage

Sous-épreuve : U 42 – Conception d'un outillage

DOSSIER TECHNIQUE

Contenu du dossier :

DT 1	Présentation du contexte de l'étude
DT 2	Mise en situation de la culasse
DT 3	Aspect de la culasse
DT 4	Présentation des trois versions de culasses
DT 5	Dessin de définition de la culasse
DT 6	Critères de conception des porte-pièces
DT 7	Nomenclature des phases pour CUV
DT 8	Contrat de phase 30 pour CUV
DT 9	Dessin du porte-pièce : PP phase 30 CUV
DT 10	Nomenclature des phases pour CUH
DT 11	Nomenclature des phases pour CUH
DT 12	Contrat de phase 10 pour CUH
DT 13	Contrat de phase 20 pour CUH

PRESENTATION DU CONTEXTE D'ETUDE

L'entreprise SUMAP usine des culasses de compresseur pour la société KNORR-BREMSE. Cette dernière conçoit des compresseurs pneumatiques destinés au circuit de freinage des camions (Voir DT2, DT3)

Le sous traitant devra fabriquer 1500 culasses par mois pendant au moins 1 an renouvelable chaque année. Suivant les ordres de fabrication il devra réaliser jusqu'à 3 types de culasses à partir du même brut. (Voir DT4)

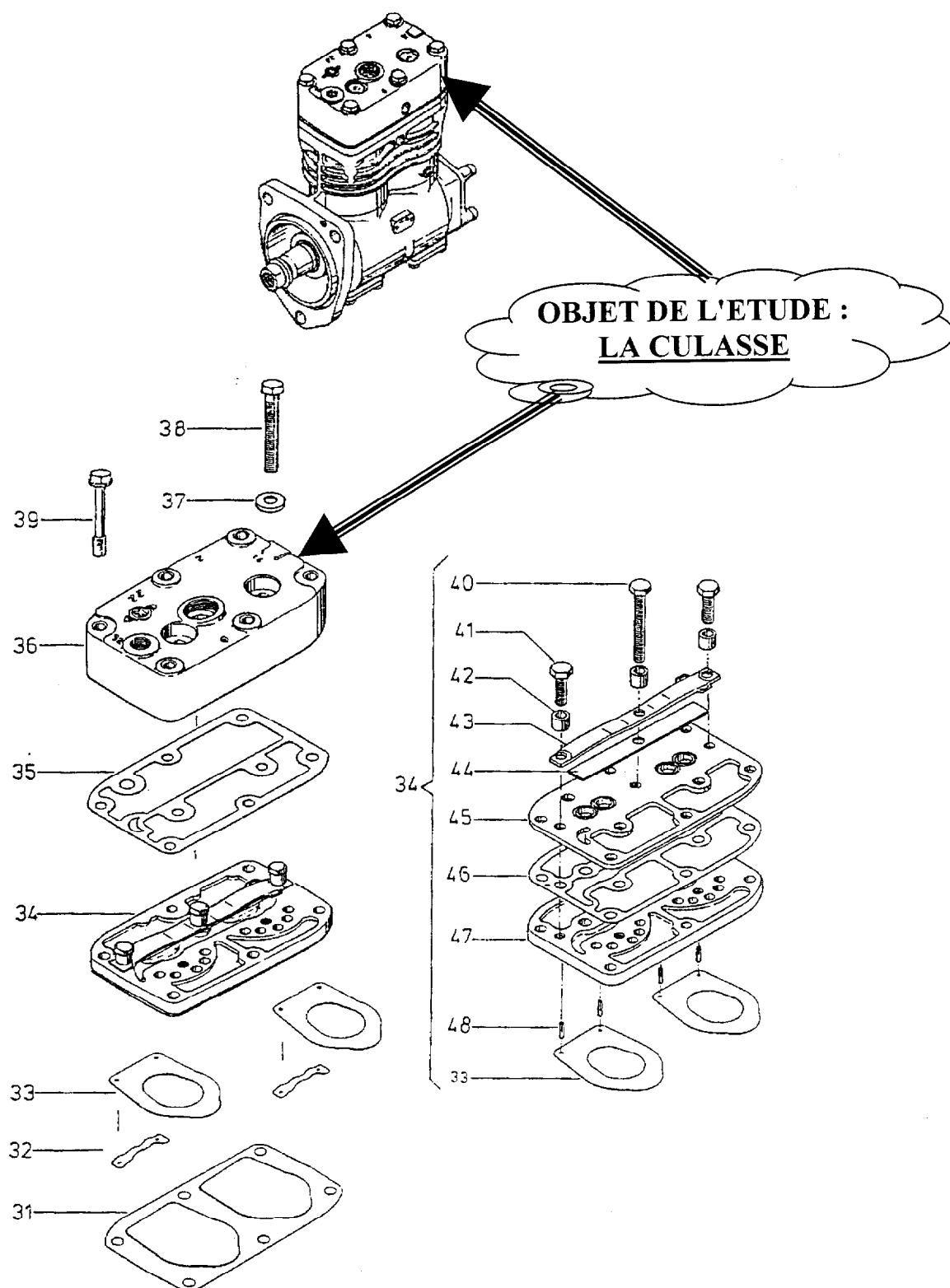
Compte tenu de la disponibilité du parc machines au moment du lancement de la production, le sous traitant a opté pour une fabrication sur centre d'usinage vertical. Il s'est orienté compte tenu du délai accordé pour la première série vers un porte pièce à plat (voir DT9, DT10) avec bridage par bride articulée et excentrique pour réaliser les opérations G et H du contrat de phase 30 (Voir DT7 et DT8).

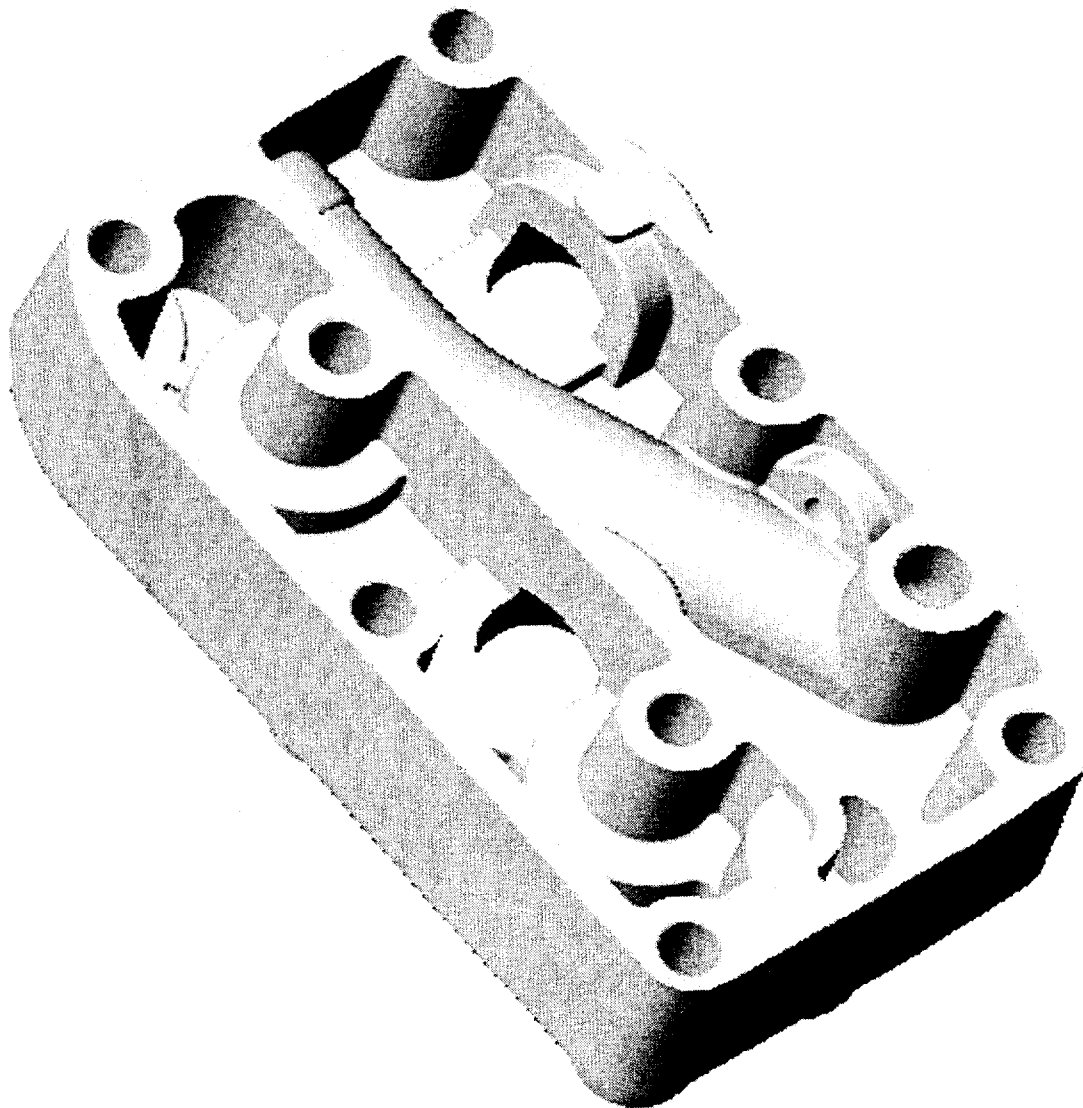
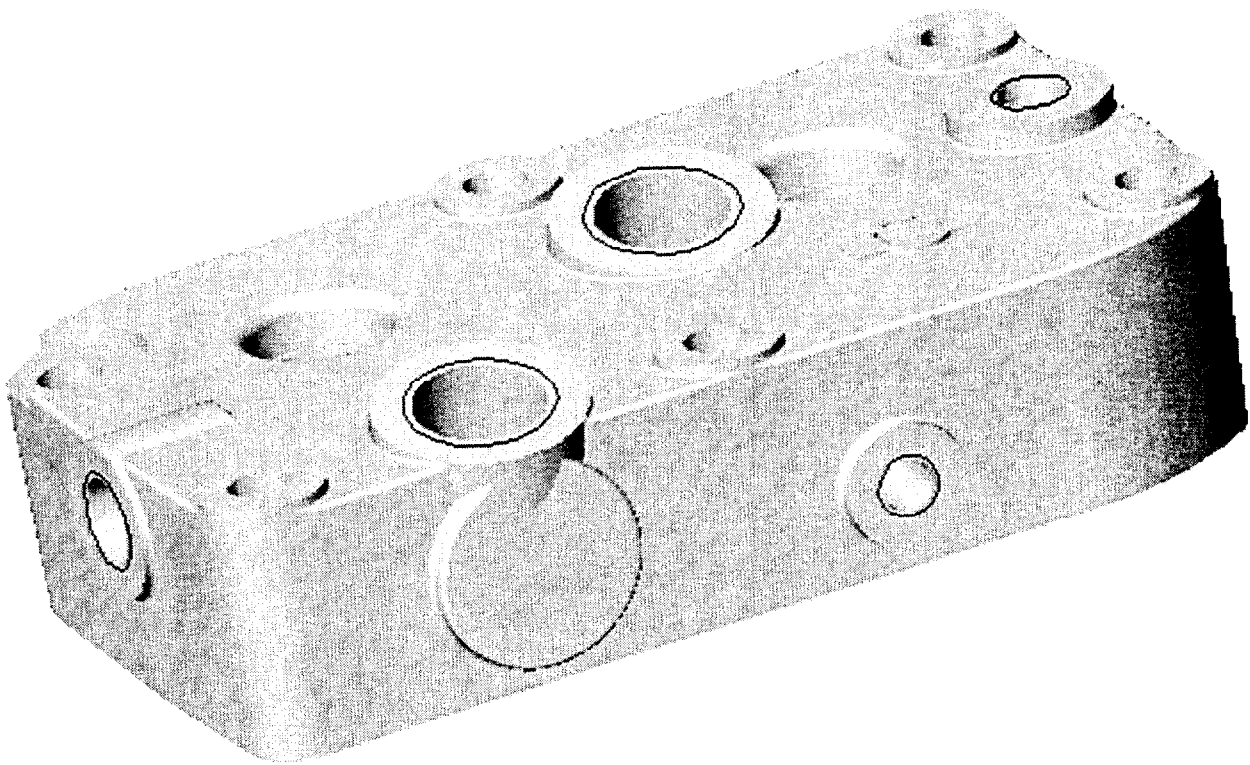
Suite à une augmentation de production envisagée pour l'année à venir, les responsables de la production compte tenu du contexte ont le choix entre deux solutions :

- envisager la fabrication sur deux centres d'usinage verticaux.
- envisager la production sur un centre d'usinage horizontal (solution qui nécessite d'anticiper l'achat d'un centre d'usinage horizontal) .

Pour satisfaire la première solution, la fabrication d'un deuxième montage sur le principe de celui fourni sur le plan PP phase 30 CUV (voir DT9), est envisagée.

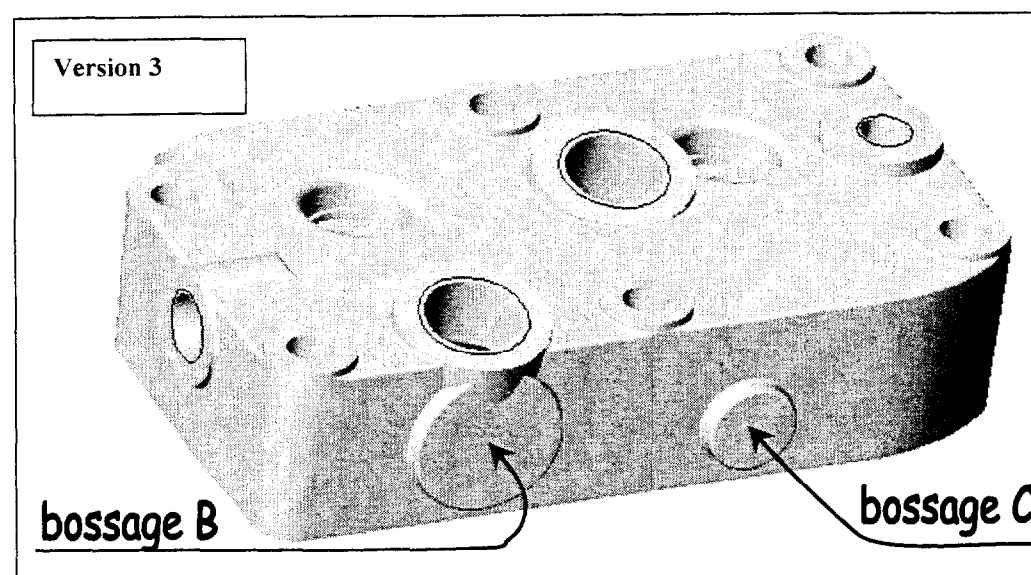
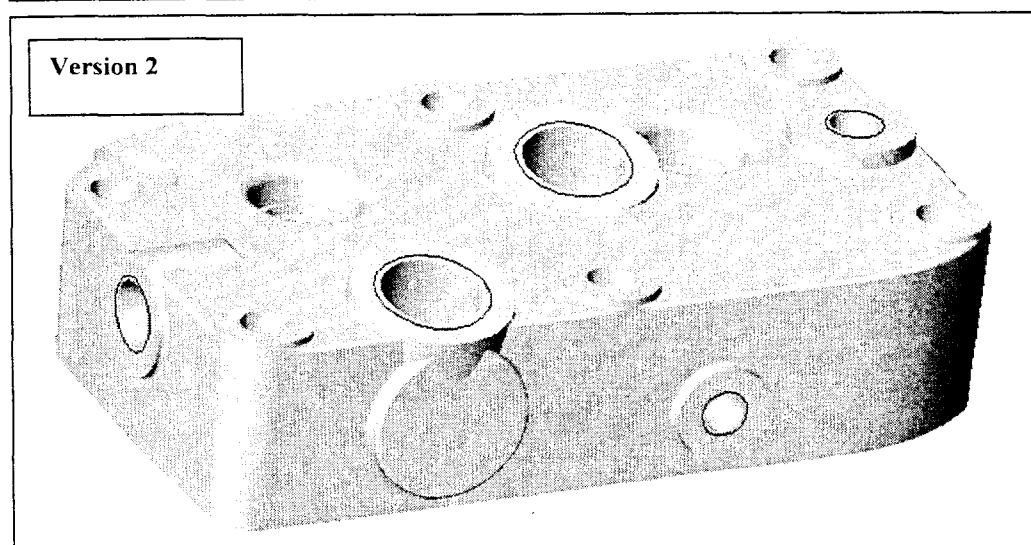
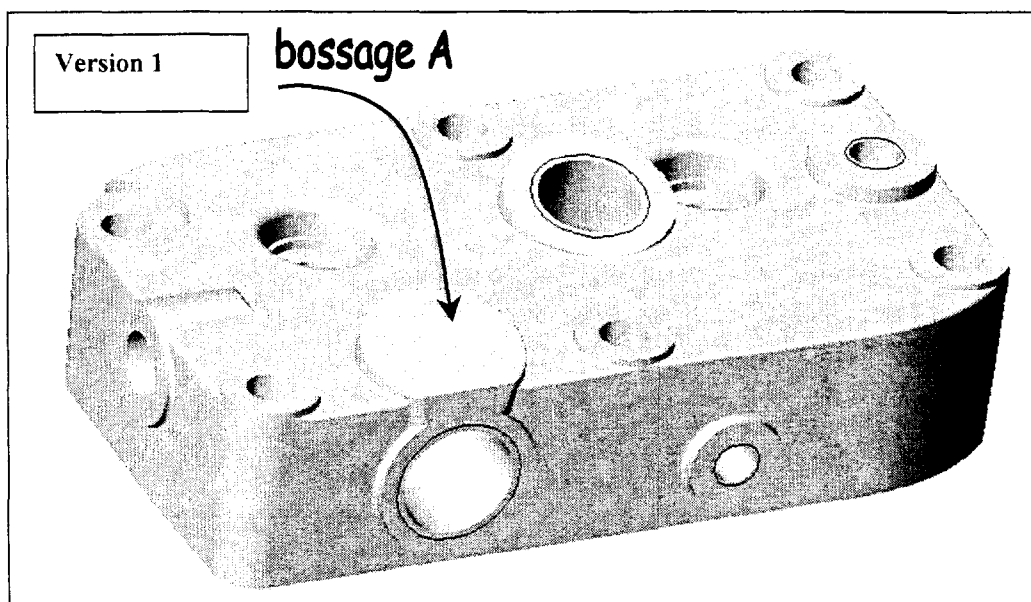
Pour satisfaire la deuxième solution une remise en cause de tout le processus de production des culasses est envisagée.

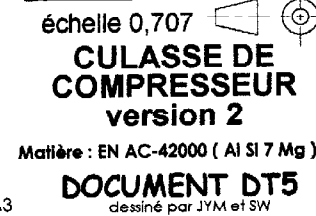




En fonction de l'usinage ou non de trous taraudés sur les bossages A,B,C on distingue trois versions de culasses :

Version	Bossage A	Bossage B	Bossage C
Version 1	brut	trou M 24	trou M 10
Version 2	trou M 24	brut	trou M 10
Version 3	trou M 24	brut	brut





1.1 - Caractérisation de la fonction FP1 : Positionner la pièce sur le porte pièce

Fonction	Critères d'appréciation	Niveau	Flexibilité
Positionner la pièce sur le porte pièce	Positionner isostatiquement la pièce	6 degrés de liaison	Impératif
	Assurer la précision de la mise en position dans le temps.	Ecart de position des perçages (U1 et U2) par rapport au plan médian (voir DT5 et DT9) - longitudinal : $\Delta z = \pm 0.25$. - transversal : $\Delta x = \pm 0.25$. Ecart d'orientation par rapport à la verticale : - $\theta = 12^\circ \pm 0.25$. Intervalle de tolérance sur l'épaisseur de la pièce : IT = 0.4 mm	Impératif
	Assurer la stabilité de la mise en position sur les appuis pendant le bridage et en cours d'usinage	Aucun décollement des appuis pendant le bridage et en cours d'usinage	Impératif
	Ne pas altérer les qualités d'état de surface de la pièce	Aucune rayure par copeaux admise sur la surface de mise en position	Impératif

1.2 - Caractérisation de la fonction FP2 : Maintenir la pièce sur le porte pièce

Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
Maintenir la pièce sur le porte pièce	Assurer la fiabilité du serrage (probabilité de serrer sans défaillance pendant la série, quel que soit la hauteur de la pièce).	100 %	Impératif
	Déformation du porte pièce dans le domaine élastique	Contraintes : $\sigma \leq R_{pe} = 150 \text{ MPa}$	Impératif
	Déformation de la pièce dans le domaine élastique	Pression de matage : $P \leq P_{admissible} = 80 \text{ MPa}$	Impératif
	Ne pas modifier l'isostatisme de la pièce sur le porte pièce.	Introduire 0 degré de liaison entre la pièce et le porte pièce	Impératif

1.3 - Caractérisation de la fonction FP3 : Transmettre les actions mécaniques entre la pièce et le porte pièce.

Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
Transmettre les actions mécaniques entre la pièce et le porte pièce	Intensité des actions mécaniques de coupe en U1 (90, 45, 24) mm	$\text{Perçage en U1} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -800N & -9640Nmm \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{xyz}$	$\pm 10 \%$
	En U2 (38, 43, 69) mm	$\text{Perçage en U2} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -3300N & -21400Nmm \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{xyz}$	
	Intensité de l'action mécanique de serrage exercé par l'opérateur pour respecter les règles ergonomiques	$F_{\text{utilisateur}} \leq 150 \text{ N}$ d'une main $F_{\text{utilisateur}} \leq 300 \text{ N}$ des deux mains	Impératif

Nomenclature des phases pour CUV

Les bruts sont livrés ébarbés et ne sont pas contrôlés à la réception.

Tous les trous sont ébauchés au moulage (Sauf les trois M24 et le M10 qui seront usinés ou non selon la version).

Actuellement, la pièce est usinée sur un seul Centre d'Usinage Vertical (CUV).

Les temps d'usinage sont donnés changement d'outil compris.

Les temps de montage/démontage de pièces sont les suivants : Ph10 = 25 s ; Ph20 à 50 = 30 s.

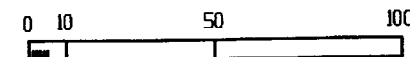
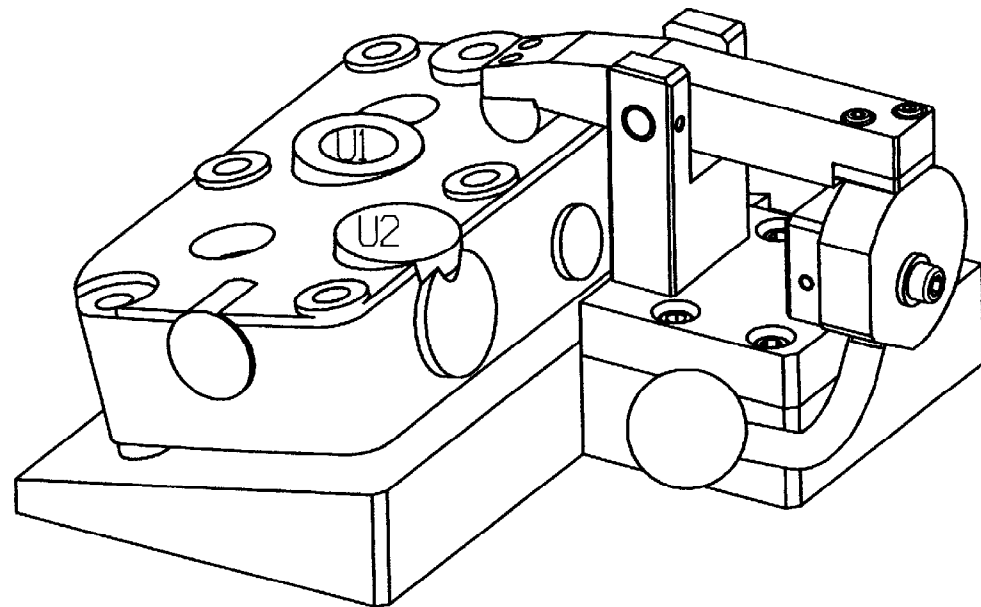
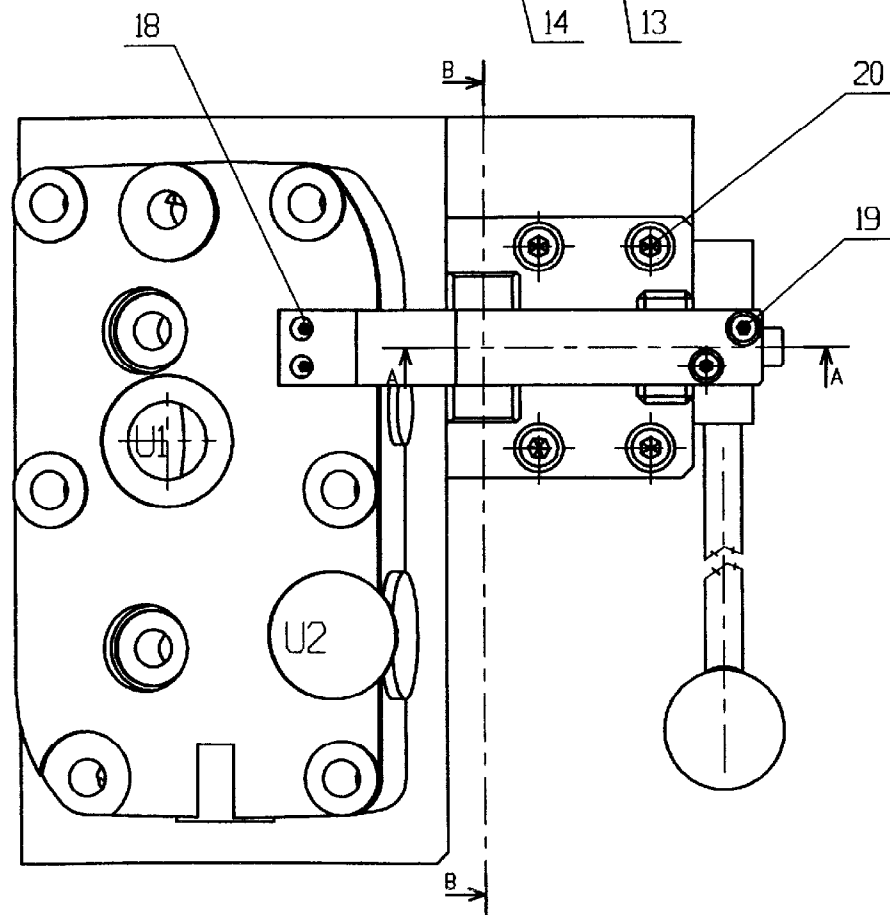
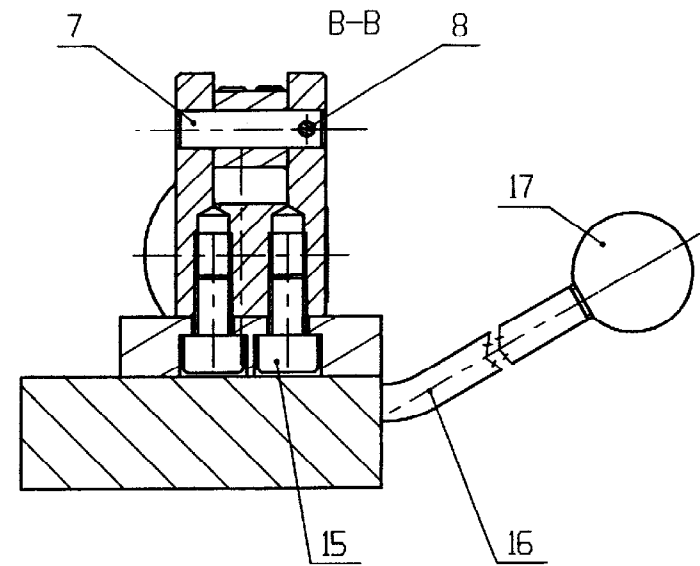
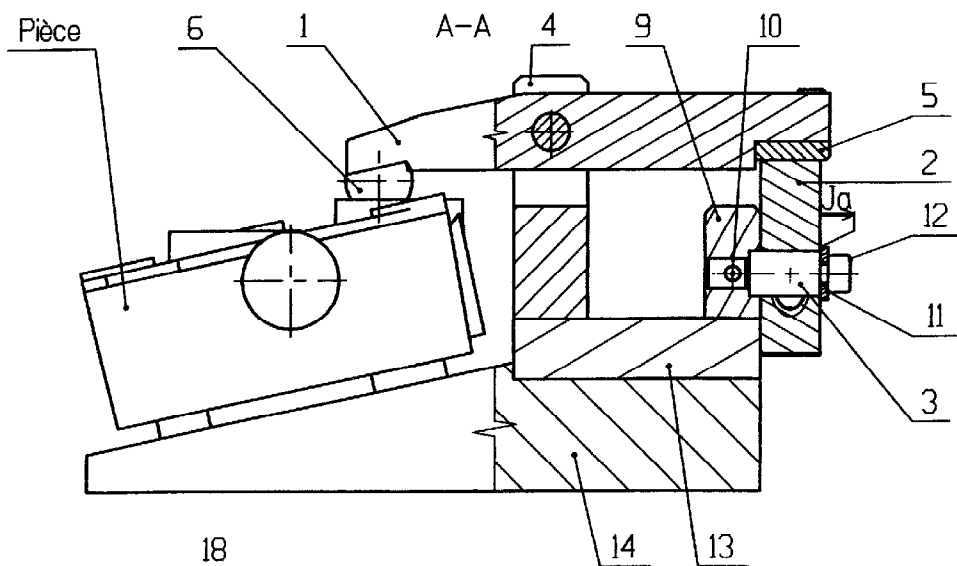
(Ces temps comprennent le démontage de la pièce précédente, le nettoyage des surfaces d'appui et le montage de la pièce suivante à usiner).

Phase	Repère de l'opération		Temps d'usinage outil à outil (en s) :
Ph10	A	Surfacer  (Impératif d'étanchéité : balayage interdit donc un seul passage).	20 s
	B	Percer 8 trous Ø8.5	23 s
Ph20	C	Lamer 1 trou Ø25 et surfacer les 5 autres.	12 s
	D	Lamer 2 trous Ø20	8 s
	E	Percer Ø11 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M12)	9 s
	F	Tarauder M12 x 1	8 s
Ph30	G	Percer Ø22.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M24)	9 s
	H	Tarauder M24 x 1.5 (à la fraise à fileter). (1 taraudage pour la version 1) (2 taraudages pour les versions 2 et 3)	10 s 15 s
Ph40	I	Percer Ø9 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M10 pour versions 1 et 2 uniquement).	9 s
	J	Tarauder M10 x 1	7 s
	K	Percer Ø22.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M24 pour version 1 uniquement).	9 s
	L	Tarauder M24 x 1.5	10 s
Ph50	M	Percer Ø14.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M16)	9 s
	N	Tarauder M16 x 1.5	8 s

Contrat de phase 30 pour CUV

BUREAU DES METHODES		CONTRAT DE PHASE						Phase 30	
élément : culasse de compresseur			machine : C.U.V 3 axes						
matière : EN AC- 42000 [Al Si 7 Mg]			série : environ 1500 pièces/mois						
brut : moulé en coquille par gravité			porte-pièce : montage d'usinage						
Appui plan 1,2,3 localisé sur surface usinée A. Centrage court 4,5 dans perçage P1. Orientation 6 par locating dans perçage P2.									
Opérations	Outils	Vc m/min	f mm/tr mm/dent	n tr/min	ap mm	np /	Vf mm/mi n	L mm	Tt cmin
G) Percer Ø 22,5 surfacier -chanfreiner	Forêt étagé carbure Ø 22,5	130	0,2	1700	12,25	1	340	28	8,2
H) Tarauder M24×1,5	Fraise à fileter carbure Ø 17	300	0,15	5600	0,75	1	840	95	11,3

DT9



0	Rep. Nb	Désignation	Matériau	Observation	Référence
		MONTAGE CULASSE			
		PP PHASE 30 CUV			
		Produit par :	PRODUCTIQUE U41		
		Dessiné par :			
		Le	N°01-06-01		

Nomenclature du porte-pièce: PP phase 30 CUV

22					
21					
20	4	VIS CHc M6 -20, 5,8			NF E 25 - 125
19	2	Vis CHc M4 -12, 5,8			NF E 25 - 126
18	2	VIS CHc M3 -10, 5,8			NF E 25 - 127
17	1	BOULE	PF 2 - Noir		
16	1	LEVIER COUDE	C35		
15	4	VIS CHc M10 -16, 5,8			NF E 25 - 127
14	1	SOCLE	S355		
13	1	SEMELLE	S355		
12	1	VIS CHc M6 -10, 5,8			NF E 25 - 127
11	1	RONDELLE	C35		
10	1	GOUPILLE	C45		ISO 8734
9	1	SUPPORT PIVOT	C22		
8	1	GOUPILLE	C45		ISO 8734
7	1	AXE	C35		
6	1	CYLINDRE TRONQUE	C35		
5	1	PLAQUE	C55	Trempe	
4	1	SUPPORT CHAPE	C22		
3	1	AXE PIVOT	C55		
2	1	EXCENTRIQUE	35 Ni Cr Mo 16		
1	1	BRIDE	C55		
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation	Référence

MONTAGE CULASSE**PP PHASE 30 CUV**

Nomenclature des phases pour CUH

Les bruts sont livrés ébarbés et ne sont pas contrôlés à la réception.

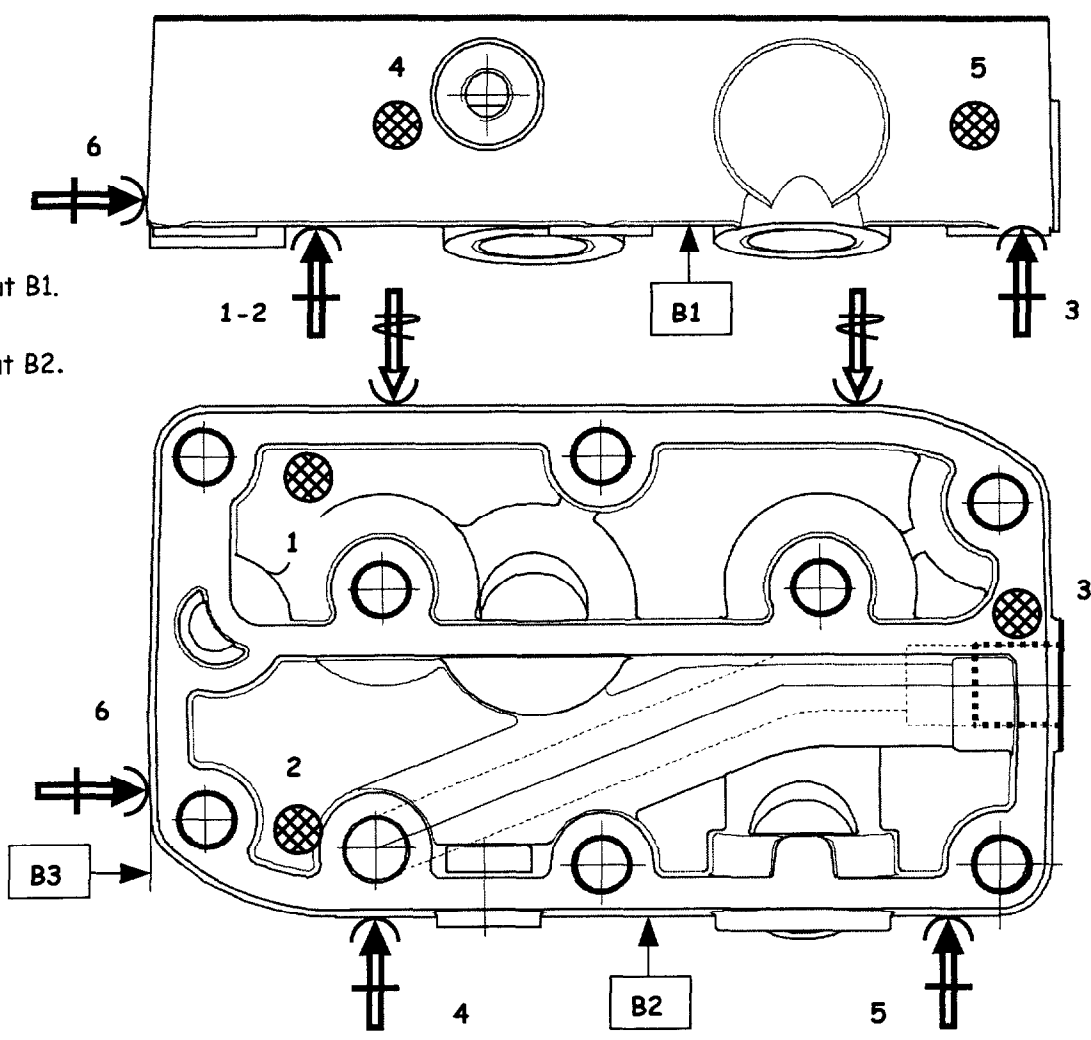
Tous les trous sont ébauchés au moulage (Sauf les trois M24 et le M10 qui seront usinés ou non selon la version).

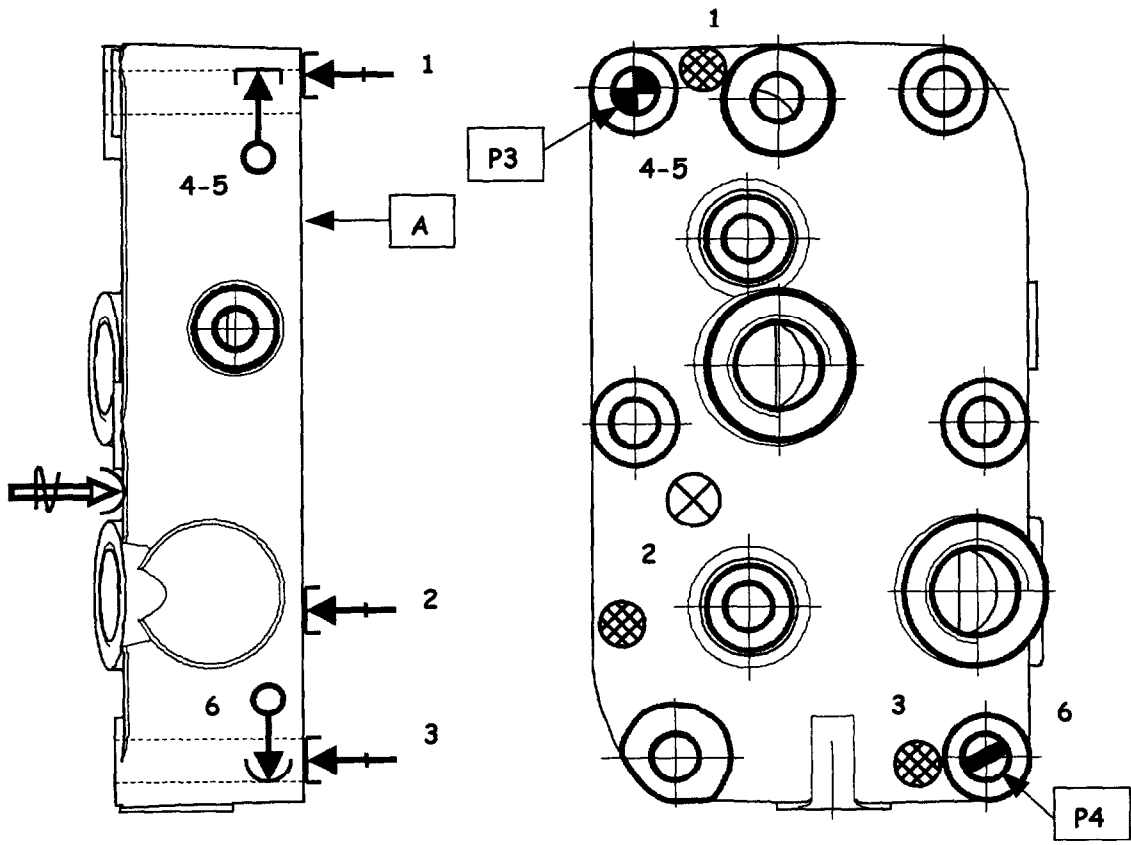
Les temps de montage/démontage de pièces sont les suivants : Ph10 = 25 s ; Ph20 à 50 = 30 s.

(Ces temps comprennent le démontage de la pièce précédente, le nettoyage des surfaces d'appui et le montage de la pièce suivante à usiner).

Sous Phase	Repère de l'opération et description de l'usinage réalisé :	
SPh10	A	Surfacer (Impératif d'étanchéité : balayage interdit donc un seul passage).
	B	Percer 8 trous Ø8.5
	C	Percer Ø14.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M16)
	D	Tarauder M16 x 1.5
SPh20	E	Lamer 1 trou Ø25 et surfacer les 5 autres.
	F	Lamer 2 trous Ø22
	G	Percer Ø12.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M14)
	H	Tarauder M14 x 1.5
	I	Percer Ø22.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M24)
	J	Tarauder M24 x 1.5 (à la fraise à fileter). (1 taraudage pour la version 1) (2 taraudages pour les versions 2 et 3)
	K	Percer Ø9 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M10 pour versions 1 et 2 uniquement).
	L	Tarauder M10 x 1
	M	Percer Ø22.5 - Surfacer - Chanfreiner (Eb. M24 pour version 1 uniquement).
	N	Tarauder M24 x 1.5

Contrat de phase 10 pour CUH

BUREAU DES METHODES		CONTRAT DE PHASE						Sous Phase 10	
élément : culasse de compresseur			Machine : C.U.H. 4 axes						
Matière : EN AC- 42000 [Al Si 7 Mg]			Série : environ 1500 pièces/mois						
brut : moulé en coquille par gravité			porte-pièce : montage d'usinage						
 Appui plan 1,2,3 sur brut B1. Orientation 4,5 sur brut B2. Butée 6 sur brut B3.									
Opérations	Outils	Vc m/min	f mm/tr mm/dent	n tr/min	ap mm	np /	Vf mm/mi n	L mm	Tt cmin
a) Surfacier	Fraise carbure 2T Ø 125 Z6	450	0,12	1150	2	1	800	300	37
b) Percer 8 trous Ø 8,5	Forêt carbure Ø 8,5	130	0,1	5000	4,25	1	500	400	80
Rotation palette 90°									
c) Percer Ø 14,5 et lamer	Forêt étagé carbure Ø 14,5	130	0,15	2800	7,25	1	420	34	8
d) Tarauder M16×1,5	Taraud ARS M16×1,5	20	1,5	400	0,75	1	600	30	5

BUREAU DES METHODES		CONTRAT DE PHASE					Sous Phase 20		
élément : culasse de compresseur		machine : C.U.H 4 axes							
matière : EN AC- 42000 [Al Si 7 Mg]		série : environ 1500 pièces/mois							
brut : moulé en coquille par gravité		porte-pièce : montage d'usinage							
Appui plan 1,2,3 localisé sur surface usinée A. Centrage court 4,5 dans perçage P3. Orientation 6 par locating dans perçage P4. 									
Opérations	Outils	Vc m/min	f mm/tr mm/dent	n tr/min	ap mm	np /	Vf mm/mi n	L mm	Tt cmin
a) Lamer 6 trous Ø 25	Fraise carbure 2T Ø 25 Z2	450	0,1	5700	2	1	1100	25	2,3
b) Lamer 2 trous Ø 22	Fraise carbure 2T Ø 22 Z2	450	0,1	6500	1	1	1300	15	1,2
c) Percer Ø 14,5 et lamer	Forêt étagé carbure Ø 14,5	130	0,15	2800	7,25	1	420	28	6,7
d) Tarauder M12×1	Taraud ARS M12×1	20	1	530	0,75	1	530	36	6,8
Rotation palette 12°									
e) Percer Ø 22,5 et lamer	Forêt étagé carbure Ø 22,5	130	0,2	1700	12,25	1	340	28	8,2
f) Tarauder M24×1,5	Fraise à fileter carbure Ø 17	300	0,15	5600	0,75	1	840	95	11,3
Rotation palette 90°									
g) Percer Ø 9 et lamer	Forêt étagé carbure Ø 9	130	0,1	4600	4,5	1	460	20	4,3
h) Tarauder M10×1	Taraud ARS M10×1	20	1	640	0,5	1	640	30	4,7