

**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 :**

Le contexte de l'étude : Page 1/1

Les documents techniques : - DT41.1 Contrat de phase 20 (ancien processus 2phases)  
- DT41.2 Dossier machine C.U.H 3 axes palétisé  
- DT41.3 Montage d'usinage phase 20 (page 1/2 à 2/2)  
- DT41.4 Nomenclature  
- DT41.5 Documentation NORELEM

Les documents SUJET et REPONSE 1/15 à 15/15.

Les documents ressource complémentaires : - DC1 Pressions de contact  
- DC2 Système vis-écrou

**Cette épreuve a pour but de valider tout ou partie des compétences :**

C21 : analyser une solution d'outillage.

C23 : valider et/ou dimensionner tout ou partie d'une solution technique.

C24 : améliorer une solution

**CALCULATRICE AUTORISÉE**

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

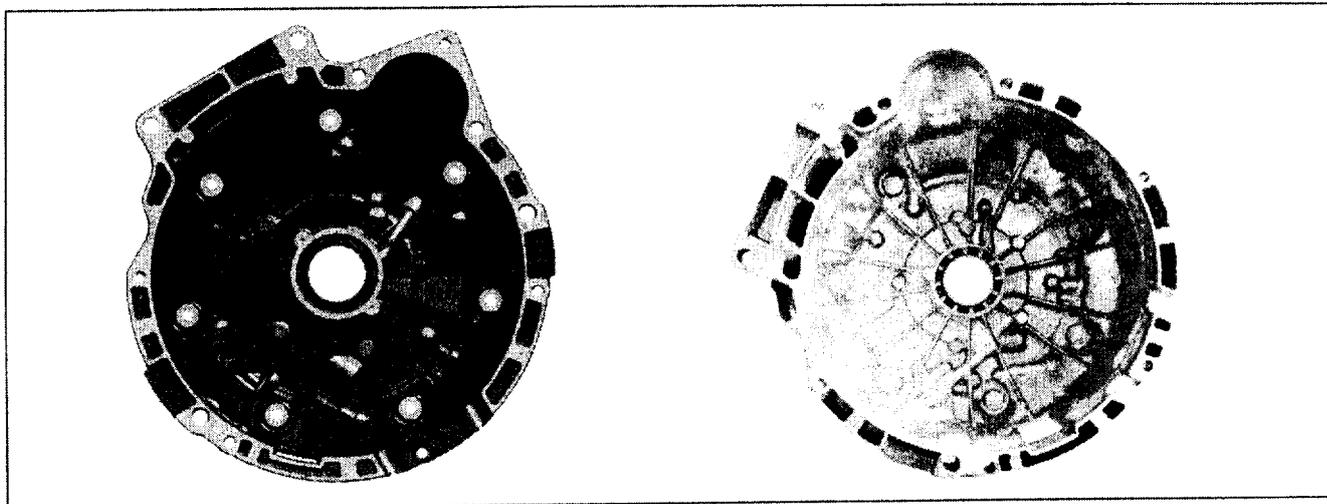
*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.  
Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

**Tous les documents réponses seront placés dans une copie anonymée et rendus à la fin de la sous-épreuve.**

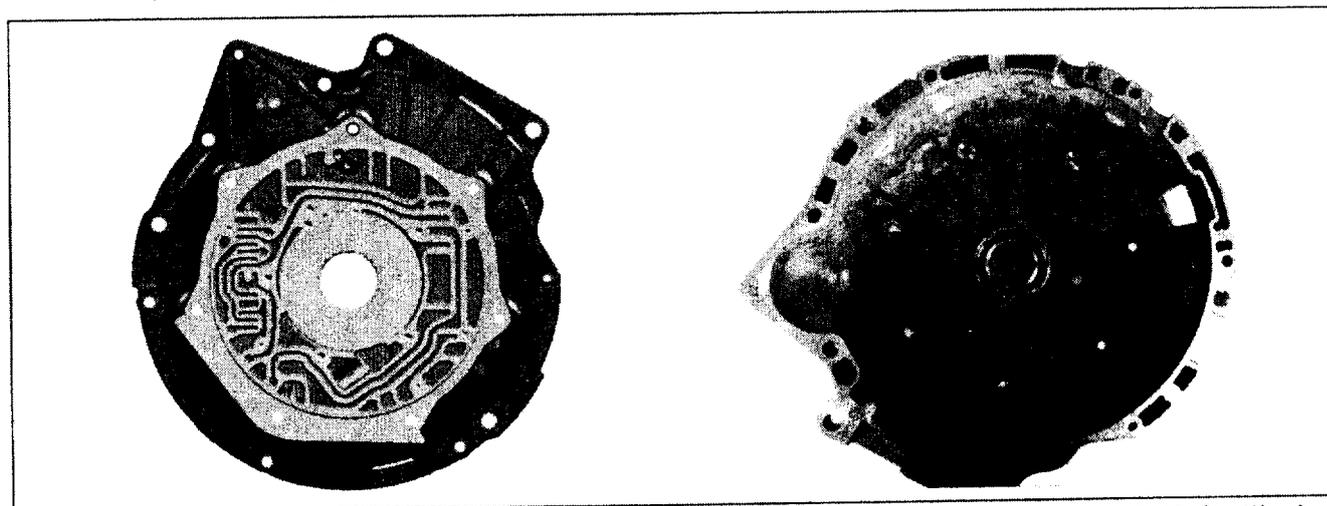
**CONTEXTE DE L'ETUDE**

Le carter de convertisseur est réalisé actuellement en quatre phases :

Première phase : Usinage de la face avant, des surfaces intérieures, des perçages et des lamages

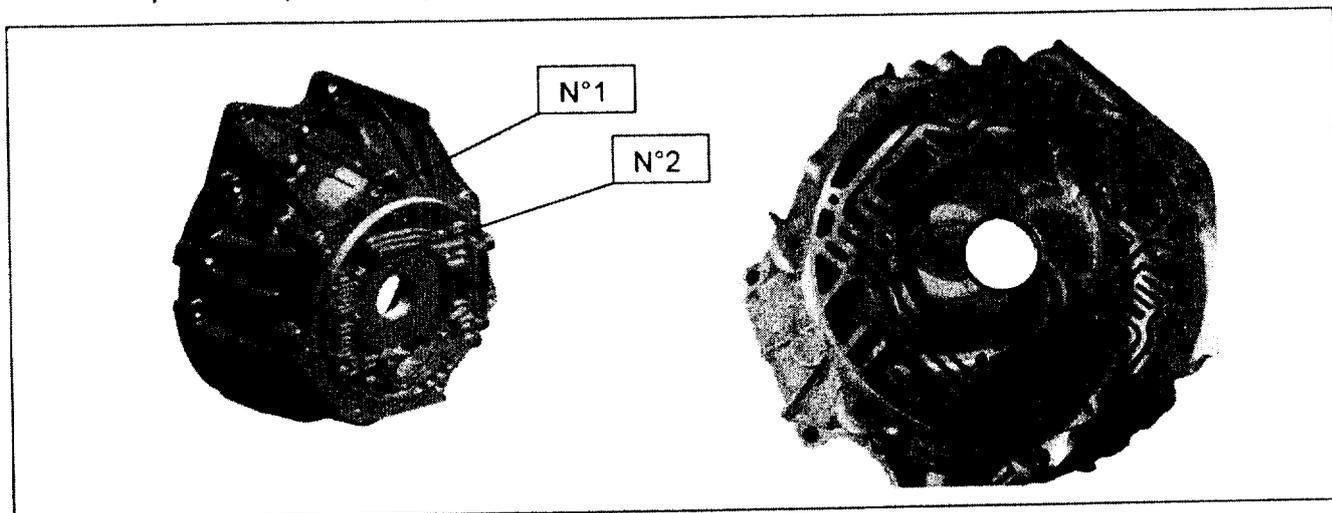


Deuxième phase : Usinage de la partie hydraulique et des perçages (voir DT41.1)



Le montage d'usinage de la deuxième phase est représenté sur le document DT41.3 (2 feuilles) et sa nomenclature sur le document DT41.4.

Troisième phase et quatrième phase : Usinage des perçages radiaux N°1 et N°2

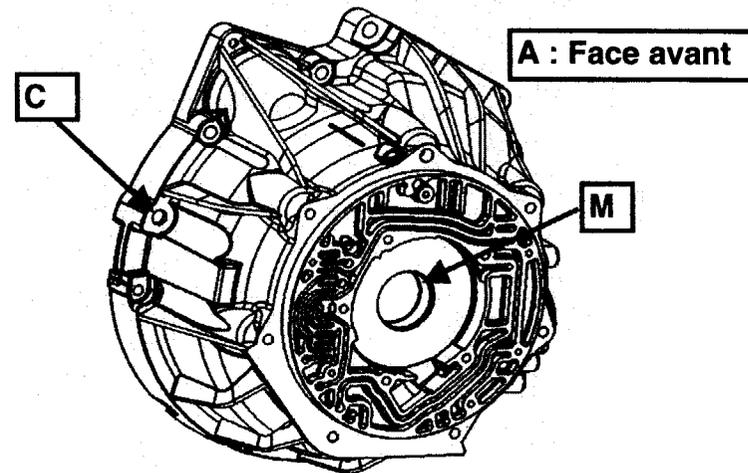


## DT41.1 : CARTER DE CONVERTISSEUR - CONTRAT DE PHASE 20 CU MAKINO (3axes) - Ancien Processus

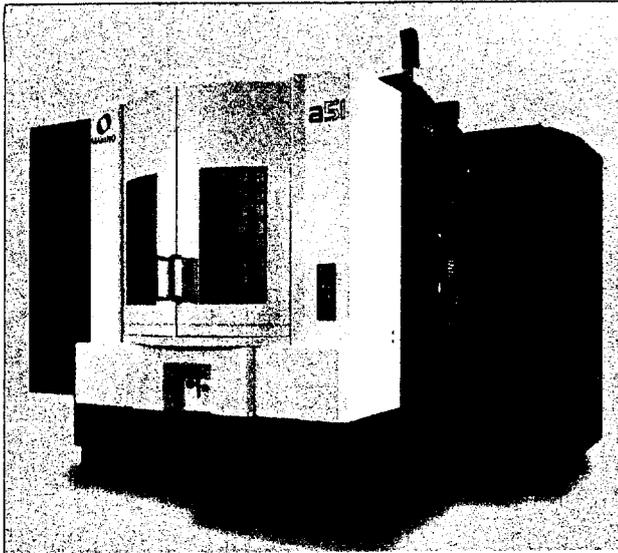
OPERATION		OUTIL				CONDITIONS DE COUPE				
N°	Désignation	N°	Désignation	Dia.	Nbre dents	Vc	n	fz	Vf	Nbre de passes
a	Percer PS	10	Foret Ø7.4	7,4	3	150	6452	0,02	387	1
b	Aléser PS	14	Alésoir Ø7.91	7,91	2	200	8048	0,13	2093	1
c	Chanfreiner Ø226	3	Fraise à chanfreiner Ø32	32	3	500	4974	0,6	8952	1
d	Percer 6x Ø5	17	Foret Ø5	5	2	94	5984	0,05	598	6
e	Tarauder 6x M6	18	Taraud machine M6	6	1	38	2016	1	2016	6
f	Percer 5x Ø6,75	19	Foret Ø6,75	6,75	2	250	11789	0,08	1886	5
g	Tarauder 5x M8	20	Taraud machine M8	8	1	50	1989	1,25	2487	5
h	Surfacier-épauler Y + Ø226 - Eb.	16	Fraise à dresser Ø60	60	8	2262	12000	0,03	2880	1
i	Aléser Ø116,8 + Face - Eb.	16	Fraise à dresser Ø60	60	8	2262	12000	0,03	2880	1
j	Surfacier X Eb.	16	Fraise à dresser Ø60	60	8	2262	12000	0,03	2880	1
k	Surfacier X Fin.	16	Fraise à dresser Ø60	60	8	2262	12000	0,03	2880	1
l	Aléser Ø116,8 + Face - Fin.	16	Fraise à dresser Ø60	60	8	2262	12000	0,03	2880	1
m	Surfacier-épauler Y + Ø226 - Fin.	16	Fraise à dresser Ø60	60	8	2262	12000	0,03	2880	1
n	Aléser PS	14	Alésoir Ø7.91	7,91	2	200	8048	0,13	2093	1

Isostatisme : Appui plan sur A  
 Linéaire annulaire dans M  
 Ponctuelle dans C

Voir aussi DT2

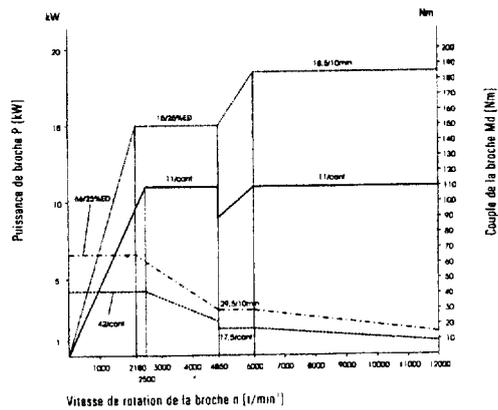


# DT41.2 : Dossier Machine CU 3 axes palétisé MAKINO

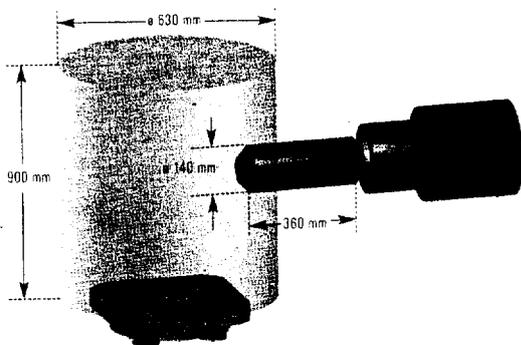


## Diagramme de puissance

Broche standard 12.000 t/min



## Dimensions de la pièce et de l'outil



## Caractéristiques techniques

### Zone d'usinage

Axes X, Y et Z	mm	560 x 560 x 500
Ecart centre broche - palette	mm	80 - 640
Ecart nez de broche - centre palette	mm	70 - 570

### Surface de bridage

Surface de bridage	mm	400 x 400
Indexation	°	360 x 1
Temps de changement de palette	s	7,0
Nombre de palettes	pièces	2
Charge admissible de la palette	kg	400
Diamètre de collision	mm	ø 630
Hauteur de pivotement à partir de la surface palette	mm	900

### Entraînement principal, broche standard

Puissance broche (régime permanent)	kW	11
Gamme de vitesse	t/min	50 - 12.000
Couple max.	Nm	68
Diamètre broche principal au palier avant	mm	70

### Entraînement d'axes par servo moteurs c.a. à réglage digital

Vitesse rapide	mm/min	50.000
Vitesse d'avance	mm/min	40.000
Accélération	m/s <sup>2</sup>	6

### Magasin d'outils

Cône face selon DIN 69893		HSK-A63
Nombre d'emplacements d'outils	pièces	60
Codage		Fixe
Temps de changement d'outil *	s	0,9
Temps de copeau à copeau *	s	2,3
Poids d'outil	kg	8
Diamètre d'outil	mm	70
Longueur d'outil **	mm	360
Diamètre d'outil, si emplacements libres à gauche et à droite **	mm	140

### Centrale d'arrosage

Capacité du bac	l	515
Liquide par la broche	bar	15
	l min <sup>-1</sup>	30
Nombre de buses d'arrosage sur la broche	pièces	8
Nettoyage de l'aire de travail et enlèvement des copeaux		

### Caractéristique d'installation

Raccordement électrique	V	400
	Hz	50
Puissance électrique	kVA	ca. 42
Air comprimé	bar	6
Poids total	kg	7.800
Encombrement	m <sup>2</sup>	11,5

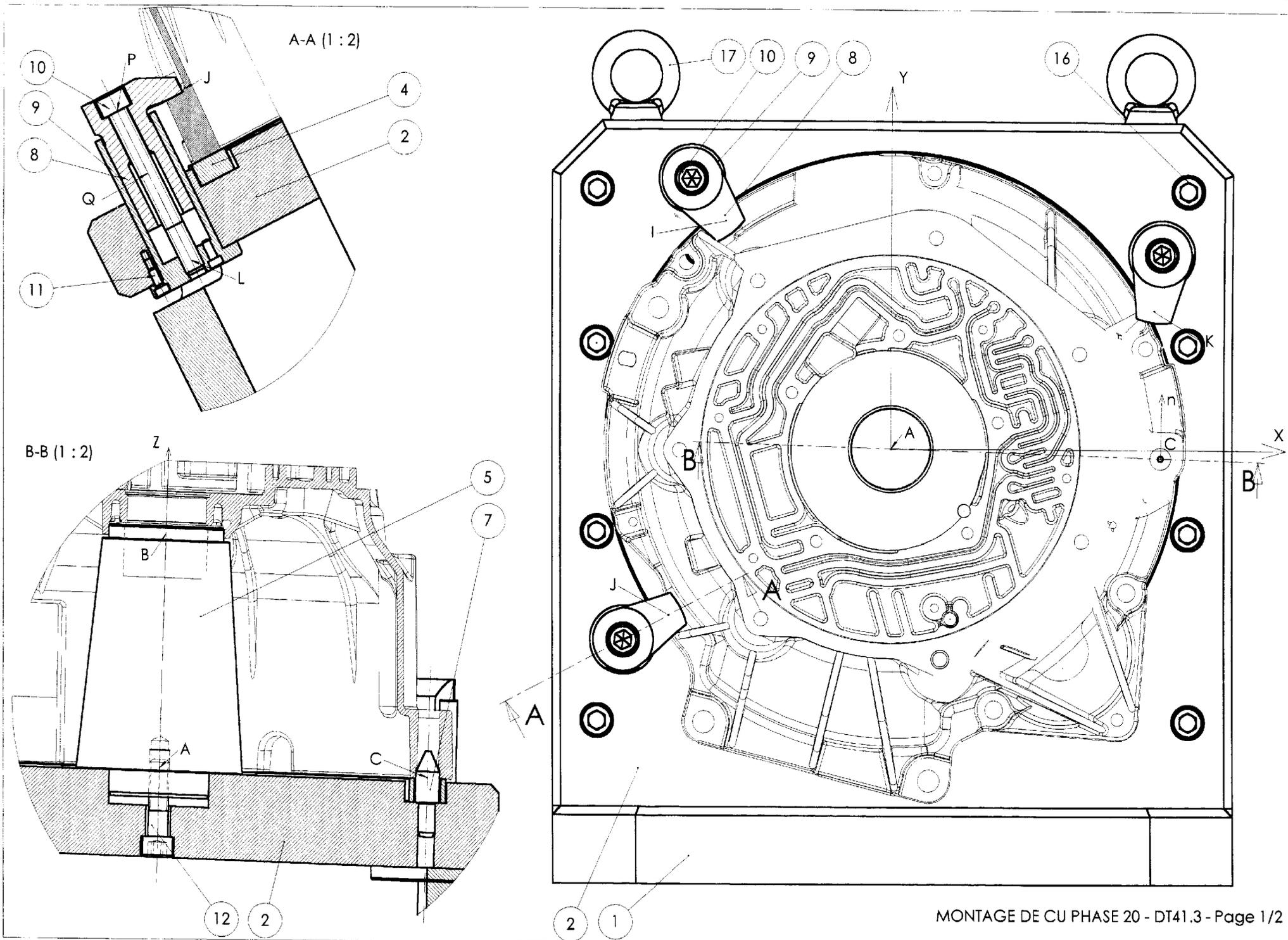
\* pour un poids d'outil de 8 kg

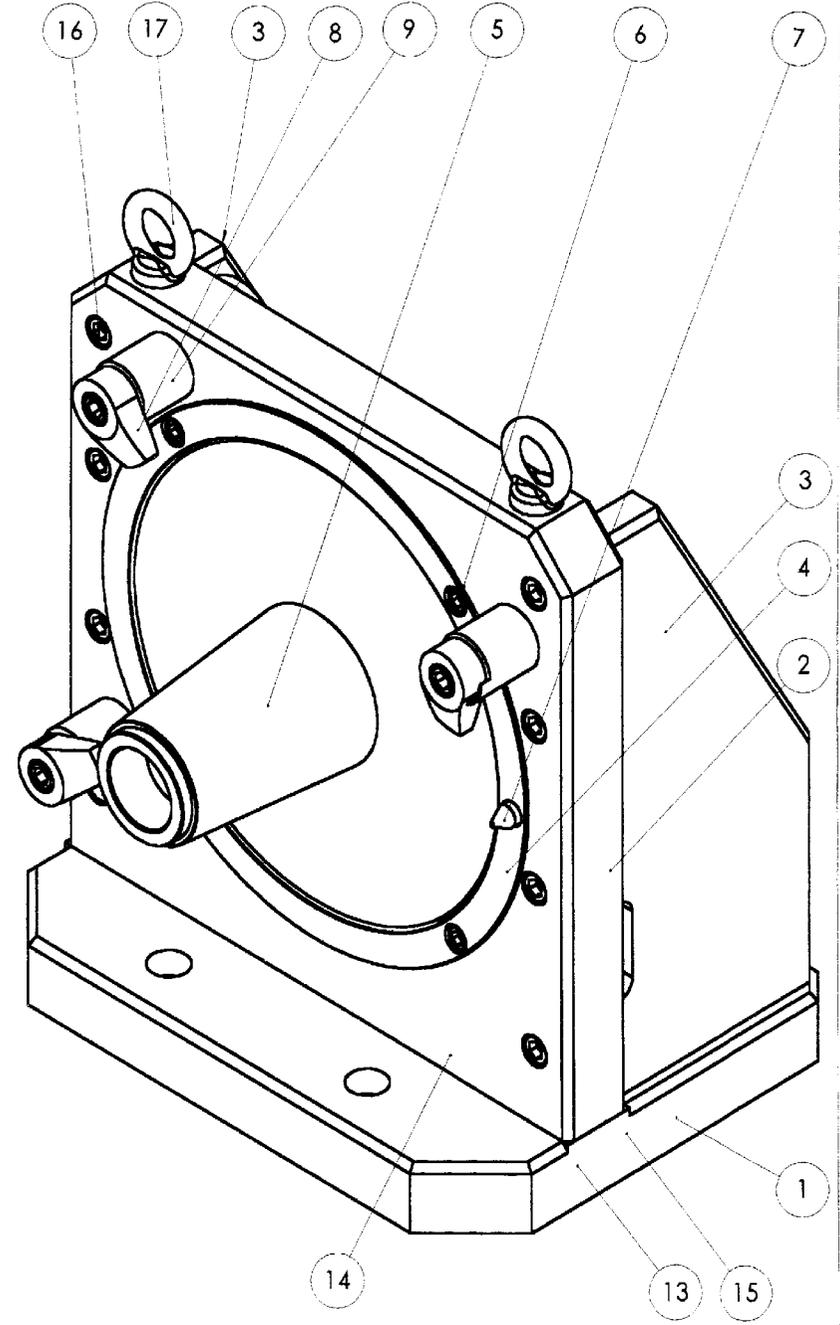
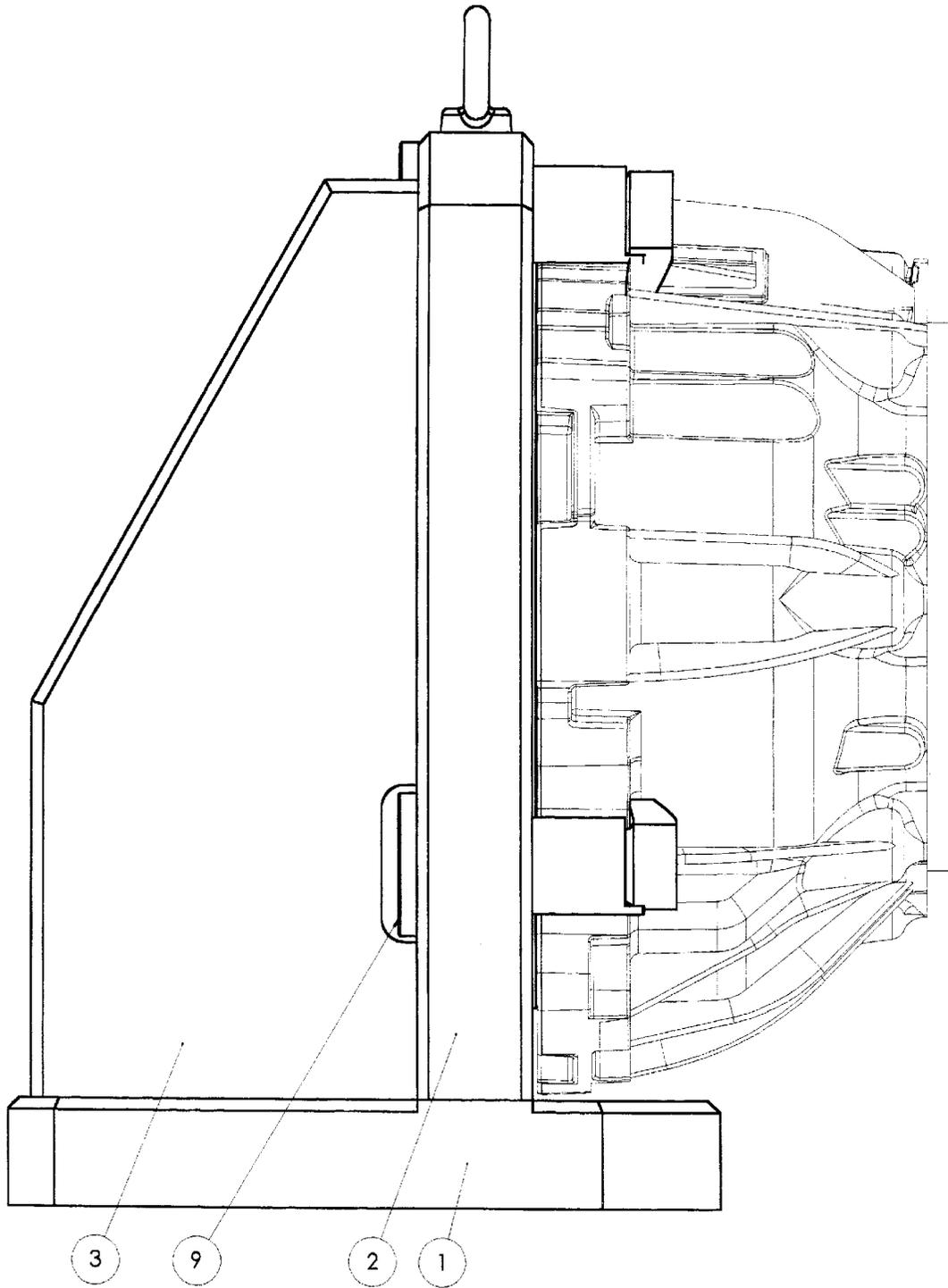
\*\* attention aux dimensions d'outil max.

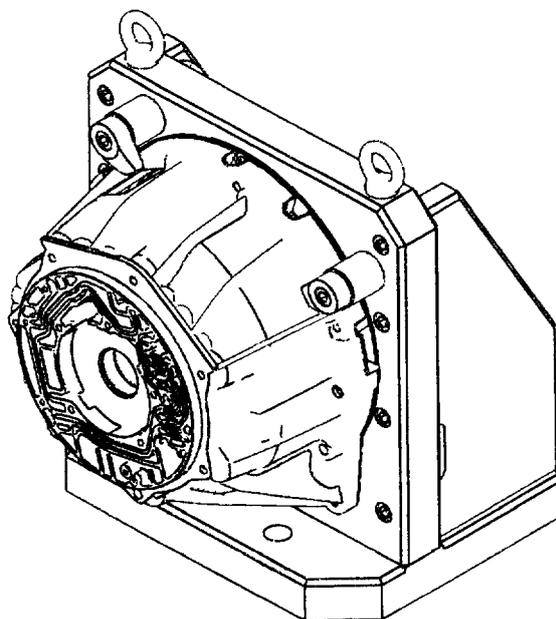
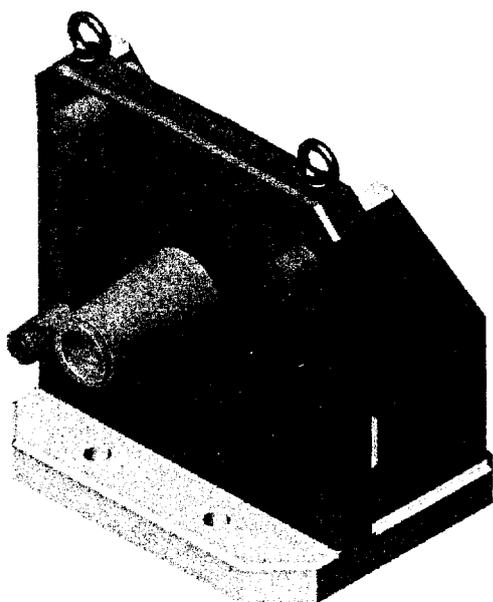
### Commande de la machine

Commande à microprocesseur Pro3 (FANUC 16 iM)

Commande anticipée de la vitesse G1 pour des vitesses élevées sur la trajectoire associées à une grande précision de contourage





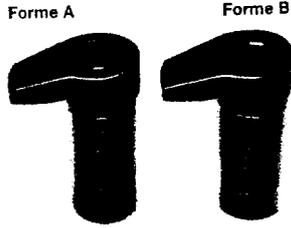


17	2	Anneau de levage M12	C 45	E. Maurin 18-011-12
16	8	Vis CHC M12x40	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
14	6	Vis CHC M12x55	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
14	5	Vis CHC M12x55-36	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
13	2	Goupille cylindrique taraudée m6 Ø12x60	C 75	E. Maurin 32-230-12-60
12	1	Vis CHC M12x50	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
11	9	Vis CHC M5x10	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
10	3	Vis CHC M12x70-50	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
9	3	Bague de serrage	C 45	Bruni
8	3	Crochet de bridage M12	25 CrMo4	Norelem 04370-12
7	1	Locating	10 NiCr6	Cémenté Trempé HRC ≥ 56
6	4	Vis CHC M10x20	Classe 12.9	NF EN ISO 4762
5	1	Centreur	10 NiCr6	Cémenté Trempé HRC ≥ 56
4	1	Anneau d'usure	10 NiCr6	Cémenté Trempé HRC ≥ 56
3	2	Nervure	C 45	Bruni
2	1	Montant	C 45	Bruni
1	1	Semelle	C 45	Bruni
Rp	Nb	Désignation	Matière	Observations

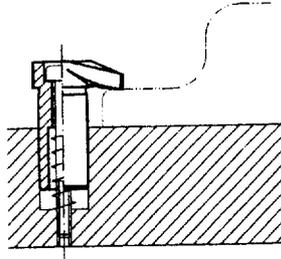
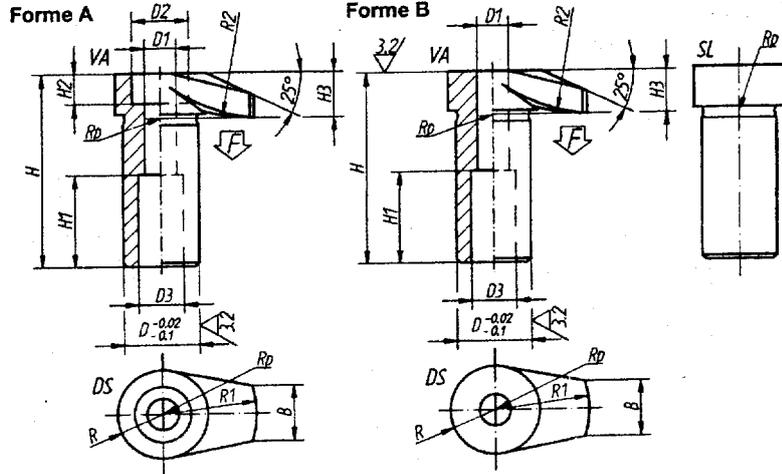
# DT41.5 - Documentation NORELEM



## Crochet de bridage



**Matière:**  
Acier traité 25 Cr Mo 4.  
**Finition:**  
Traité et bruni.  
**Exemple de commande:**  
nlm 04370-06



Nouvelle référence Forme A	Nouvelle référence Forme B	Ancienne référence Forme A	Ancienne référence Forme B	D <sub>±0.02</sub> -0.10	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>	H <sub>11</sub>	H <sub>12</sub>	B	R	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	F	kg		
								Forme A	Forme B	Forme A		Forme B		Forme A		Forme B												
04370-06	04370-106	0437060	-	16	6,5	11	10	42	41,5	20	6	10	9,5	11	9	20	30	4,82	0,052	0,060								
04370-08	04370-108	0437080	-	20	8,5	15	12	52	51,5	25	8	12	11,5	15	12	25	50	8,77	0,111	0,119								
04370-10	04370-110	0437100	-	25	10,5	18	14	66	65,5	32	10	16	15,5	17	14	32	60	13,9	0,230	0,238								
04370-12	04370-112	0437120	-	32	12,5	20	17	83	82,5	40	12	20	19,5	20	18	40	80	20,2	0,472	0,492								



## Vis CHC

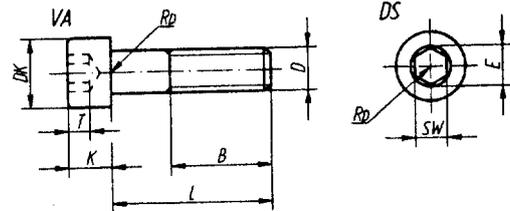
DIN 912



**Matière:**  
Acier classe 12.9  
ou inox (A 2).

**Finition:**  
Acier bruni. Inox poli.

**Exemple de commande:**  
nlm 07160-08 x 40  
(nous indiquer la cote L).



Nouvelle référence acier	Ancienne référence acier	Nouvelle référence Inox	D	L																	B	D <sub>k</sub>	K	E	SW	T						
07160-04 x	-	07160-104 x	M 4	10	12	16	18	20	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	7	4	3,44	3	2
07160-05 x	0716050 ...	07160-105 x	M 5	10	12	16	18	20	25	30	-	40°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	8,5	5	4,58	4	2,5
07160-06 x	0716060 ...	07160-106 x	M 6	10	12	16	18	20	25	30	35	40	45	50	55°	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	10	6	5,72	5	3
07160-08 x	0716080 ...	07160-108 x	M 8	-	-	16	18	20	25	30	35	40	45	50	-	60	70	80	-	-	-	-	-	-	-	-	28	13	8	6,86	6	4
07160-10 x	0716100 ...	07160-110 x	M10	-	-	16	18°	20	25	30	35	40	45	50	-	60	70	80	90	100	-	-	-	-	-	-	32	16	10	9,15	8	5
07160-12 x	0716120 ...	07160-112 x	M12	-	-	-	-	20	25	30	35	40	45	50	-	60	70	80	90	100	110	120	-	-	-	-	36	18	12	11,43	10	6
07160-14 x	0716140 ...	-	M14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	21	14	13,9	12	7
07160-16 x	0716160 ...	07160-116 x	M16	-	-	-	-	-	30	35	40	45	50	-	60	70	80	90	100	110	120	-	-	-	-	-	44	24	16	16	14	8
07160-20 x	0716200 ...	07160-120 x	M20	-	-	-	-	-	-	40	45	50	-	60	70	80	90	100	110	120	-	-	-	-	-	-	52	30	20	19,44	17	10

\* Non disponible en inox

**Le candidat complète le présent dossier qui sert de document réponse.**

Problème technique : Valider le montage d'un point de vue fonctionnel par rapport au cahier des charges partiel de la page 15 et proposer d'éventuelles modifications.

### PLAN DE L'ÉTUDE

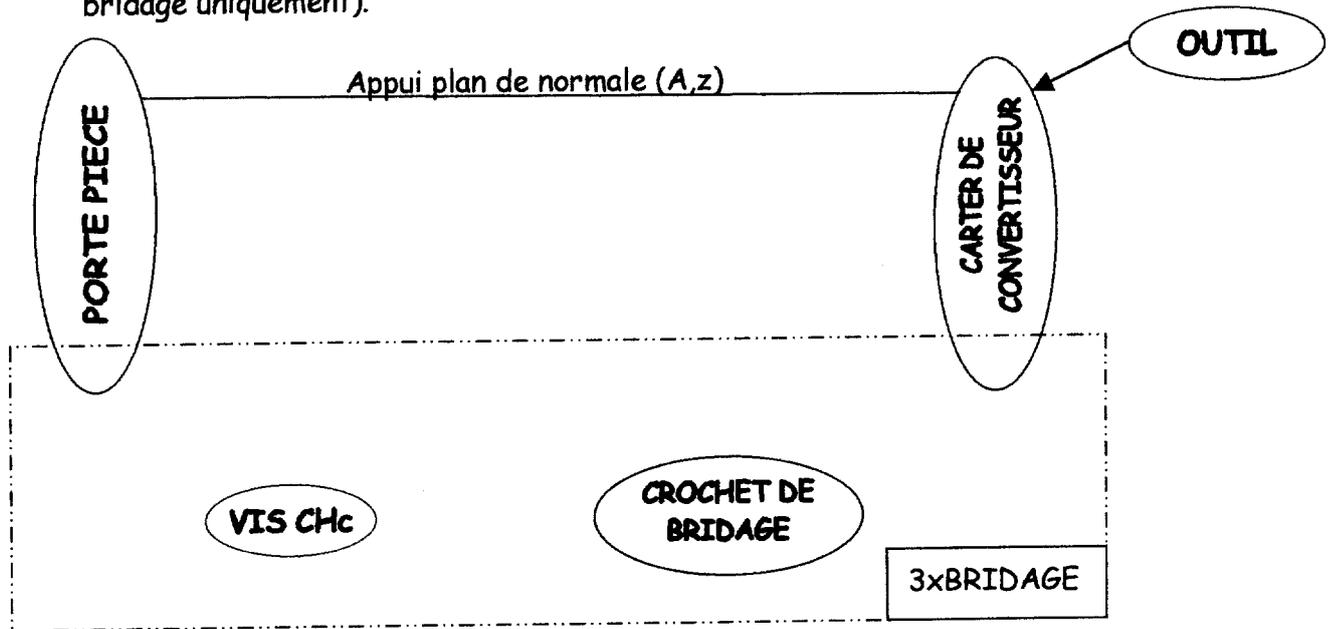
	Documents à partir de page
1. - Analyser le montage.....	1/15
2. - Assurer la mise en position isostatique de la pièce.....	2/15
3. - Respecter les normes ergonomiques.....	5/15
4. - Vérifier l'existence ou l'absence de matage sur le carter.....	8/15
5. - Rechercher les efforts réels sur le centreur et le locating.....	9/15
6. - Effectuer le bilan de la validation de l'outillage.....	15/15

#### 1 - Analyser le montage.

Il est conseillé de décoder les documents suivants :

- DT1 : mise en situation
- DT2 : dessin de définition du carter
- DT41.1 : contrat de phase 20
- DT41.3 et DT41.4 : montage d'usinage phase 20 et nomenclature

- 1.1 Compléter le graphe des liaisons, en suivant l'exemple proposé, permettant de définir l'isostatisme de la pièce sur le montage et son maintien en position (avec un système de bridage uniquement).



## 2 - Assurer la mise en position isostatique de la pièce.

L'isostatisme de type centreur - locating doit être dimensionné en fonction de 2 critères principaux :

- Toutes les pièces entrent dans le montage
- Toutes les pièces sont bonnes (respect de la cotation de définition)

Les caractéristiques dimensionnelles et géométriques de l'isostatisme qu'on se propose de rechercher et / ou de calculer sont les suivantes :

Liaison à spécifier	Spécification	Liaison de référence
Appui plan	Planéité 0,05	
Centreur court	$C_{\min} = \dots$ <small>Question 2.2</small> $C_{\max} = \dots$	
	Entraxe = ... <small>Question 2.3</small>	Locating
	Perpendicularité 0,05	Appui plan
Locating	$L = \varnothing 14,226 \pm 0,036$	
	Perpendicularité 0,05	Appui plan

- 2.1 Rechercher, sur le dessin de définition DT2, le diamètre tolérancé du carter dans lequel vient se loger le centreur.

$\varnothing$  carter =

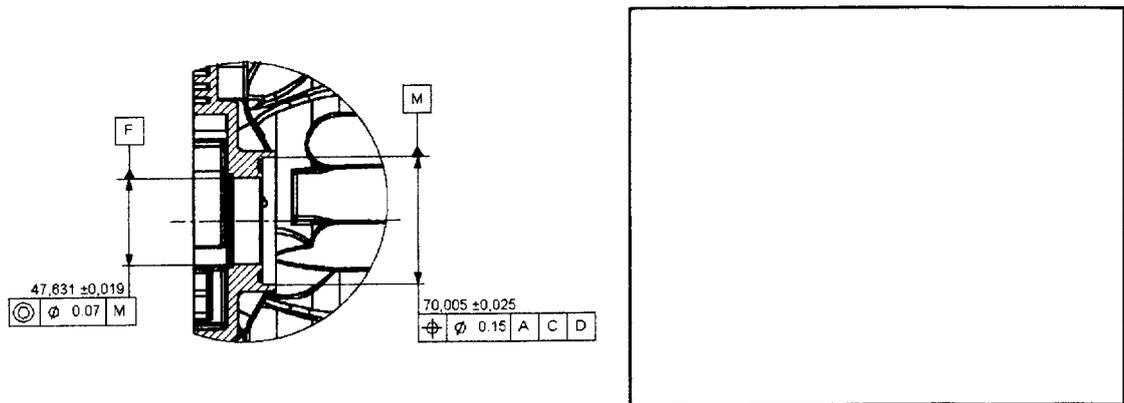
## 2.2 Dimensionnement du centreur

2.2.1 Déterminer la dimension maxi du centreur pour que toutes les pièces rentrent dans le montage en acceptant un jeu mini de 0,01 entre la pièce et le centreur.

$\varnothing C_{\text{maxi}} =$
---------------------------------

Le diamètre mini du centreur doit être déterminé afin que toutes les pièces soient bonnes.

2.2.2 Par rapport à l'extrait de dessin de définition ci dessous, quelle surface (M ou F) est usinée dans cette phase ? Donner la valeur du jeu maximum admissible entre la pièce et le centreur pour respecter la cotation géométrique de cette surface.



2.2.3 En déduire la dimension mini du centreur pour que cette tolérance soit respectée.

$\varnothing C_{\text{mini}} =$
---------------------------------

## 2.3 Dimensionnement du système centreur - locating

2.3.1 Déterminer la dimension tolérancée de l'entraxe centreur-locating en tenant compte des dimensions de la pièce (voir document DT2 vue de droite) et en prenant IT montage = 0,03.

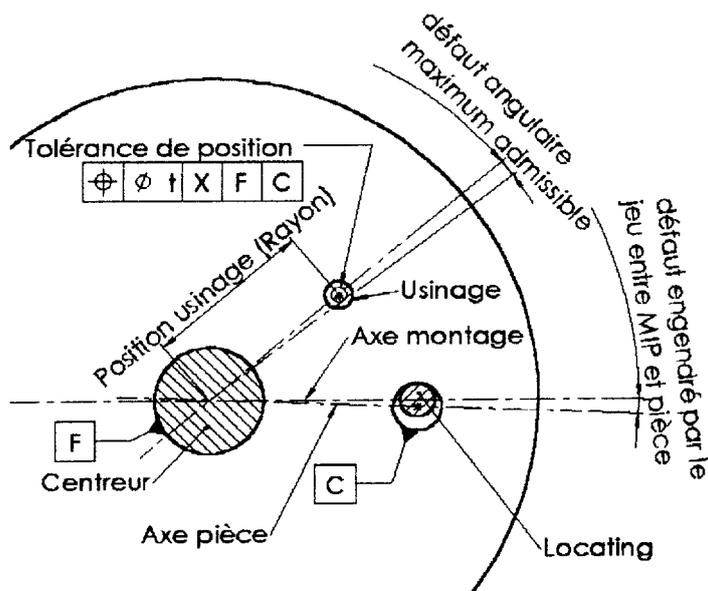
Entraxe E =
-------------

Afin de déterminer le locating nous avons besoin de savoir quel est l'usinage le plus restrictif (usinage 1, 2 ou 3 voir tableau ci après).

Le calcul de la dimension du locating est fonction :

- de la distance au centreur
- de la valeur de la tolérance de localisation des trous (voir figure ci après).

L'illustration ci-dessous suppose un jeu nul entre le centreur et la pièce.



- 2.3.2 Rechercher dans les extraits du dessin de définition ci-dessous la distance au centreur pour avoir le défaut mini et la tolérance à prendre en compte pour chaque usinage.
- 2.3.3 Calculer, dans ce même tableau ligne 3, le défaut angulaire pour chaque usinage.
- 2.3.4 A partir de quel usinage 1, 2 ou 3 le calcul de locating a-t-il été effectué ?

Usinage :

Usinage et extrait du dessin de définition correspondant	E-E  <b>USINAGE 1</b>	I-I  <b>USINAGE 2</b>	K-K  <b>USINAGE 3</b>						
Position par rapport à F	Position X	Position Y	Rayon	Position X	Position Y	Rayon	Position X	Position Y	Rayon
	96.2	39.4	103.95	57.5	40	70.04	46.34	32.45	58.4
	93.8	44.9	103.99	48	47.4	67.45			
	55.2	87.6	103.54	22.5	62.5	66.42			
	71.9	52.4	88.96	65.8	2.3	65.84			
	96.4	44.3	106.09	31	59.5	67.09			
	0	96.1	96.1						
Justification par calcul du défaut angulaire									

Remarque : Le choix de la tolérance la plus restrictive permet le calcul des dimensions du locating. Suite à un calcul effectué par un logiciel nous obtenons les dimensions suivantes pour le locating :  $\phi L = \phi 14,226 \pm 0,036$

### 3 - Respecter les normes ergonomiques de sécurité.

3.1 Choisir et mettre en évidence dans l'extrait de norme NF X 35-104 ci-dessous la posture de l'opérateur en considérant :

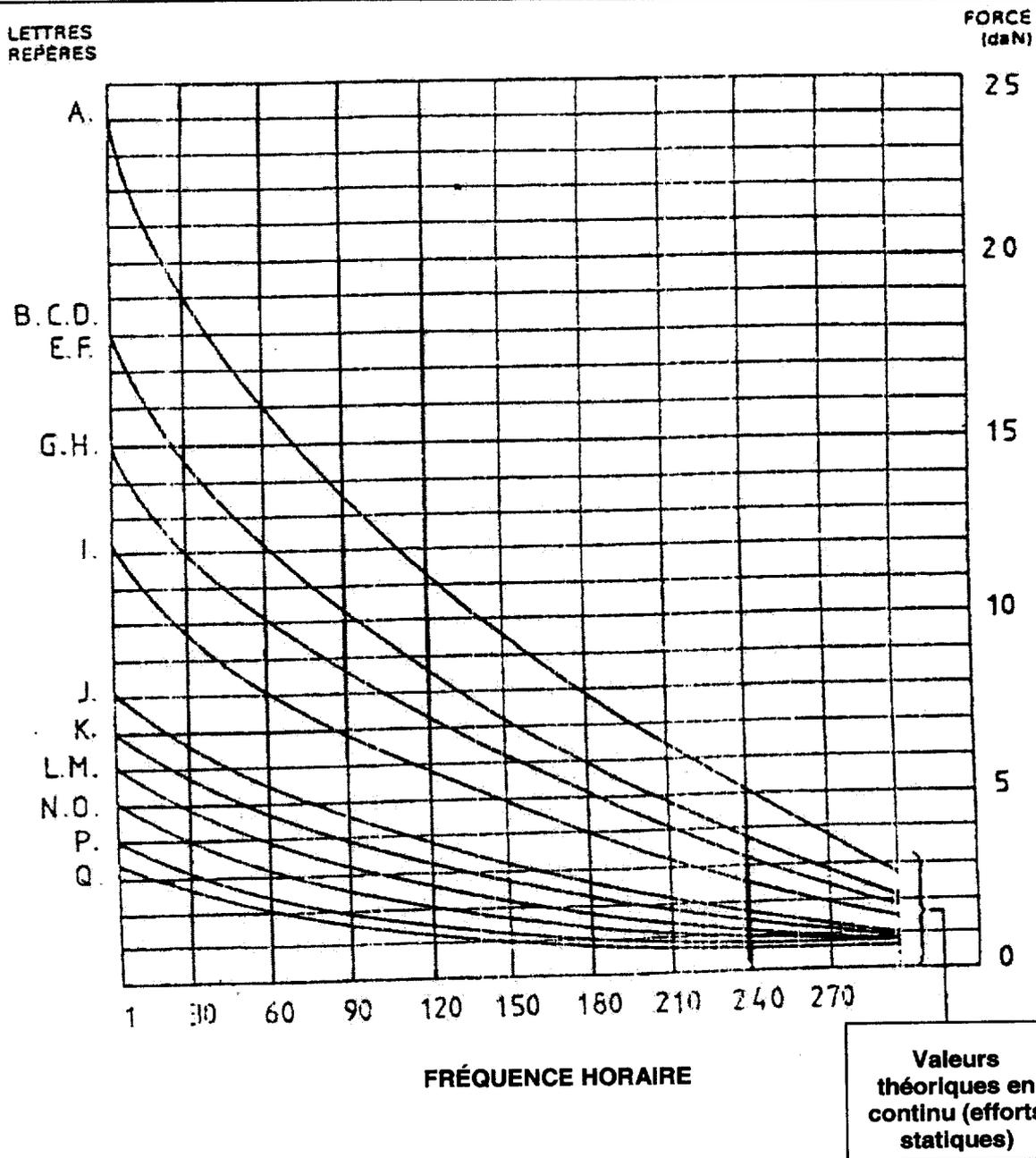
- posture : debout
- nature de l'action : baisser d'une main

Nature de l'action	Posture	Sens de l'effort	Lettres repères
POUSSER d'une main	ASSIS dossier		B
	DEBOUT		J
TIRER d'une main	ASSIS appui pour les pieds		G
	DEBOUT		L
BAISSER d'une main	ASSIS		N°
	DEBOUT		K°
LEVER d'une main	ASSIS		O°
	DEBOUT		M°
ADDITION	ASSIS ou DEBOUT		O°
ABDUCTION			P°
SERRER-poigne			C
TOURNER des deux mains (volant)	ASSIS		I°
			D°
	DEBOUT		H°
			E°
POUSSER du pied sur pédale	ASSIS dossier		A
	DEBOUT		F

3.2 L'opérateur gère un flot de 3 postes de production identiques à celui étudié. La manipulation d'une pièce (pose et dépose) est supposée être équivalente, en terme d'effort demandé à l'opérateur, à un serrage ou desserrage de bride. En considérant sur un poste de production que le cycle (serrage, desserrage, usinage dure 7mn30s, rechercher sur l'abaque extrait de norme NF X 35-104 page suivante, l'effort maximum de l'opérateur sur la clef de serrage pour respecter les normes ergonomiques.

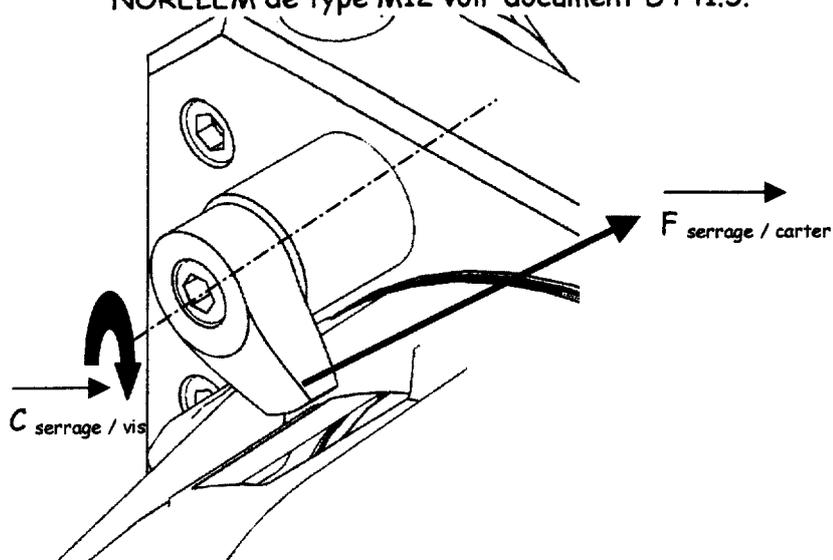
Calcul de la fréquence horaire :

Nombre d'actions sur la pièce :  $\text{poser} + 3 \times \text{serrer} + 3 \times \text{desserrer} + \text{déposer} = 8 \text{ actions}$



Valeur de l'effort :

3.3 Le maintien en position de la pièce lors de l'usinage est assuré par 3 crochets de bridage NORELEM de type M12 voir document DT41.5.



L'opérateur utilise une clef standard ayant un bras de levier de 120 mm ; déterminer le couple de serrage sur la vis.

$C_{\text{serrage}} =$

3.4 Déterminer, à l'aide du document DC2, l'effort de serrage maximum que les crochets de bridage appliquent sur la pièce.

Hypothèses : Pour cette étude simplifiée, l'influence du frottement dans la liaison crochet / montage est négligée. Ainsi l'effort résultant de l'action de serrage de la vis sur le crochet se reporte intégralement sur la pièce à serrer.

Données : Vis CHc M12 - document DC2 et DT41.5

Crochet NLM - document DT41.5

Facteur d'adhérence  $f = \tan\varphi = 0.1$

$C_{\text{serrage}} = 2500 \text{ Nmm}$

$F_{\text{crochet / carter}} =$

## 4 - Vérifier l'existence ou l'absence de matage sur le carter.

4.1 Recherche des efforts limites admissibles au niveau du centeur et du locating pour éviter le matage :

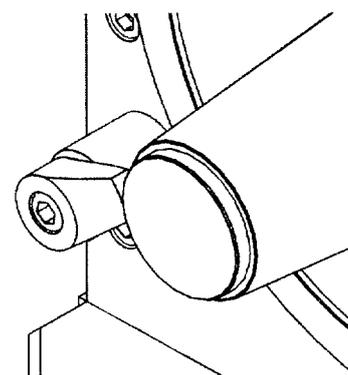
Données : Module d'élasticité de l'aluminium  $E = 80.000 \text{ Mpa}$   
 Module d'élasticité de l'acier  $E = 210.000 \text{ Mpa}$   
 Pression de contact maxi admissible  $P_{adm} = 40 \text{ Mpa}$

4.1.1 Ecrire l'expression littérale à partir du document DC1 permettant de calculer l'effort admissible au niveau du contact considéré.

Expression littérale :

4.1.2 L'effort maximum admissible est calculé lorsque le jeu de fonctionnement de l'assemblage centreur / carter est maximum.  
 Calculer l'effort maximum admissible entre le centreur et le carter.

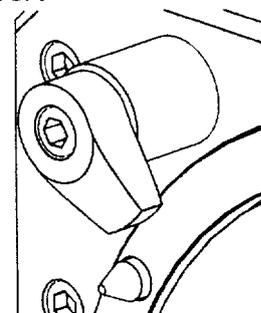
Données : Hauteur de la ligne de contact  $4 \text{ mm}$   
 Contact linéaire rectiligne  
 Dimension du centreur  $\varnothing 69,965 \pm 0,005$   
 Dimension carter  $\varnothing 70,005 \pm 0,025$



$F_{\text{centreur / carter}} =$

4.1.3 Calculer l'effort maximum admissible entre le locating et le carter.

Données : Hauteur de la ligne de contact  $3 \text{ mm}$   
 Contact linéaire rectiligne  
 Dimension du locating  $\varnothing 14,226 \pm 0,036$   
 Dimension carter  $\varnothing 14,5455 \pm 0,0135$



$F_{\text{locating / carter}} =$

## 5 - Rechercher les efforts réels agissant sur le centreur et le locating.

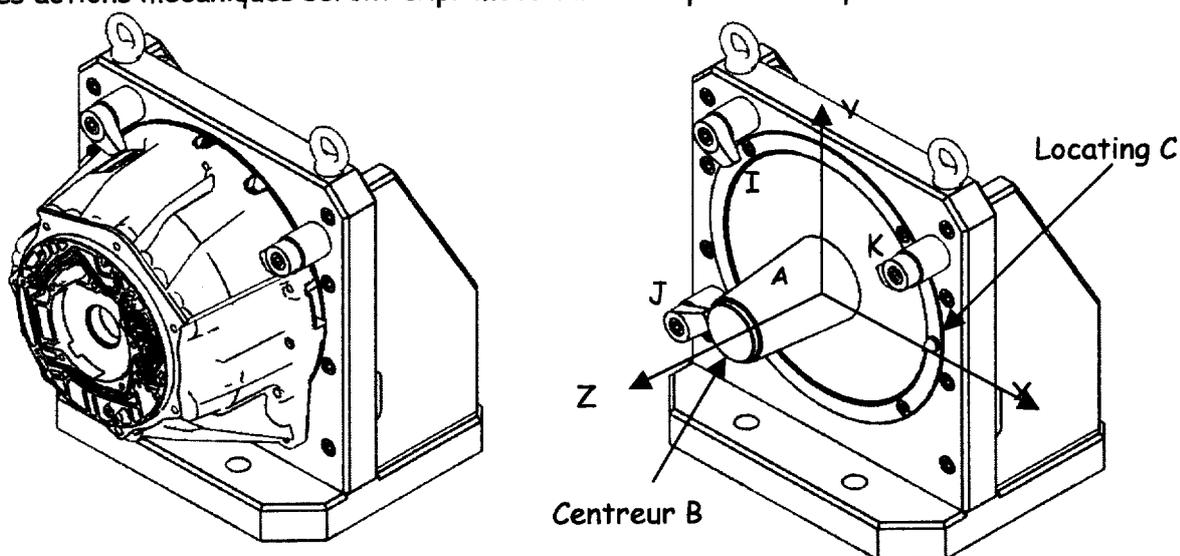
Revoir le graphe des liaisons de la question 1.1.

Il s'agit dans les questions suivantes de modéliser les actions mécaniques agissant sur le carter et en aucun cas d'effectuer les calculs numériques. Ces calculs seront effectués par logiciel.

Les actions mécaniques agissant sur la pièce peuvent être décomposées en trois familles :

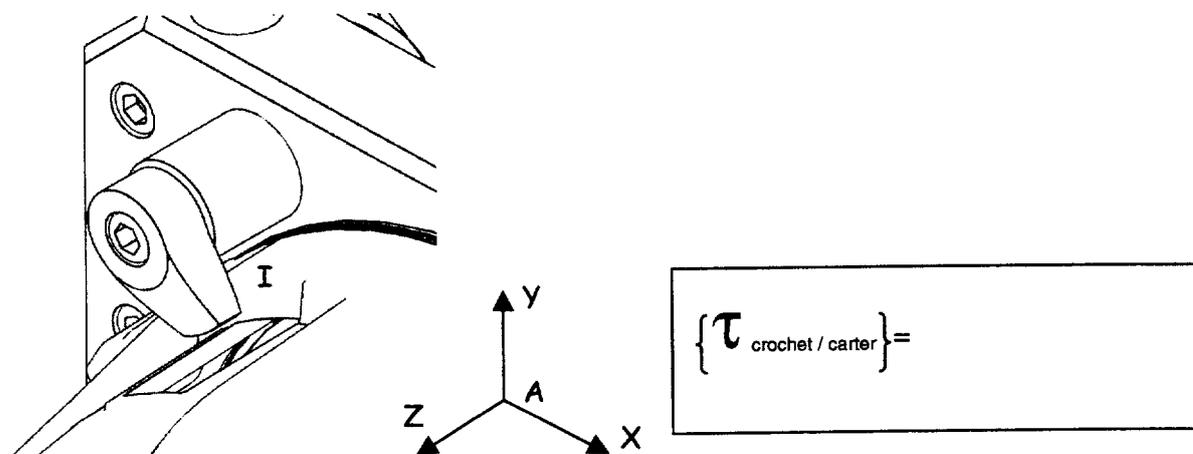
- les actions des liaisons qui réalisent la mise en position de la pièce (voir question 1.1)
- les actions dues au bridage
- les efforts de coupe

Ces actions mécaniques seront exprimées dans le repère R indiqué ci-dessous :



- 5.1 Le maintien en position de la pièce lors de l'usinage est assuré par 3 crochets de bridage. Le contact entre les crochets et la pièce est considéré comme parfait. Chacun de ces crochets provoque un effort de bridage de 1500 N.

Exprimer le torseur de l'action mécanique de serrage en I par exemple et dans le repère R.



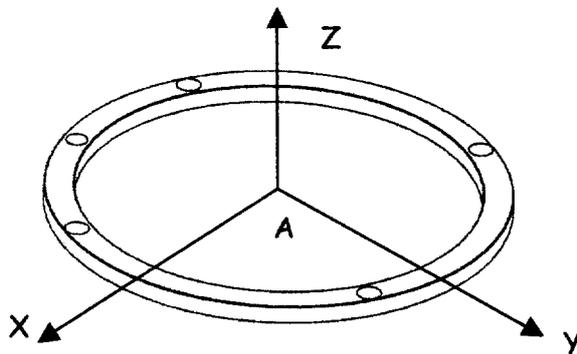
5.2 Exprimer, dans le repère R, les torseurs des actions mécaniques transmissibles par les différentes liaisons qui réalisent la mise en position de la pièce :

5.2.1 En A on considère une liaison réelle avec une tendance au mouvement de rotation **uniquement**.

a. Ecrire dans un premier temps le torseur correspondant à la liaison parfaite :

$$\{ \mathcal{T}_{\text{anneau / carter}} \} =$$

b. Les crochets de bridage provoquent sous l'effet de la résultante des actions de serrage S un couple d'adhérence du montage sur la pièce. Le facteur d'adhérence est  $f = \tan \varphi = 0,05$ . La couronne de contact est définie ci-dessous :



Dimensions de la couronne de contact :

$$R_{\text{extérieur}} = Y = 170 \text{ mm}$$

$$R_{\text{intérieur}} = Z = 150 \text{ mm}$$

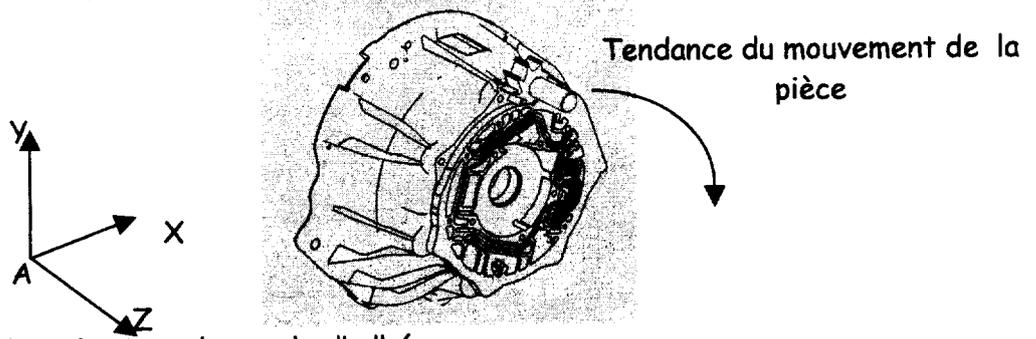
Couple induit par adhérence :

$$C_{\text{adhérence}} = \frac{2.(Y^3 - Z^3)}{3.(Y^2 - Z^2)} \cdot S \cdot \tan \varphi$$

Déterminer le couple d'adhérence :

$$C_{\text{adhérence}} =$$

c. La figure ci-dessous montre l'usinage du carter et le mouvement de l'outil par rapport à la pièce lors du contournage :

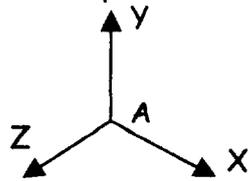
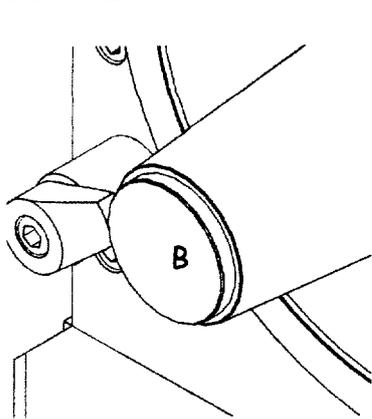


En déduire le signe du couple d'adhérence :

d. Ecrire ci-dessous le torseur de la liaison réelle en A :

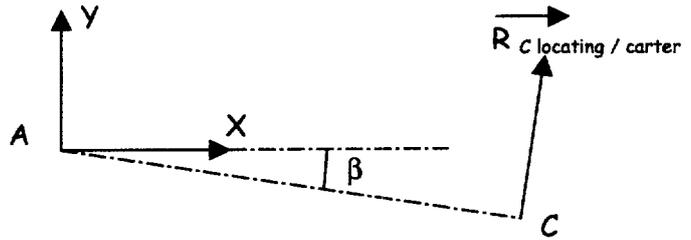
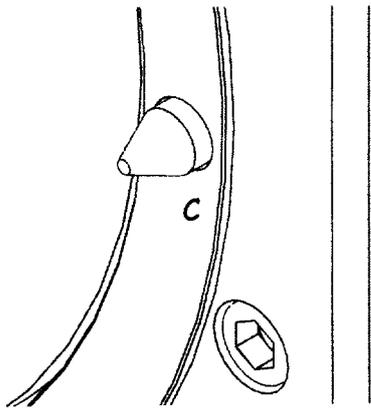
$$\{ \mathcal{T}_{\text{anneau / carter}} \} =$$

5.2.2 En B on considère une liaison parfaite. Ecrire le torseur correspondant :



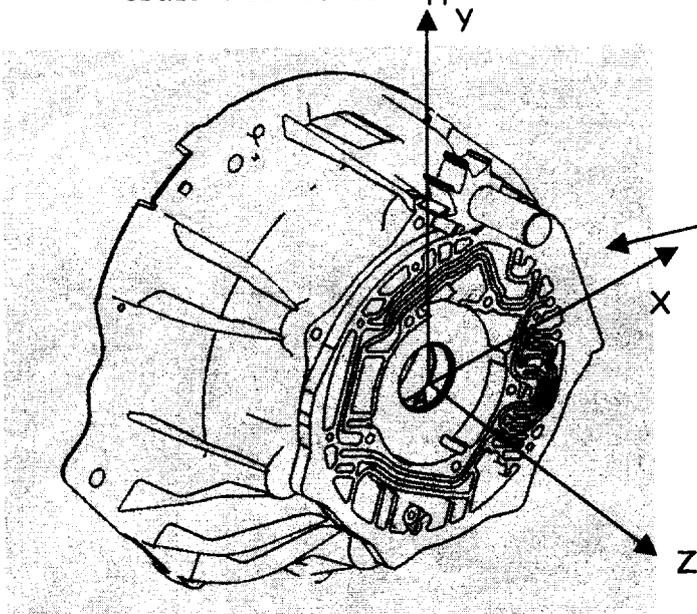
$$\{ \tau_{\text{centreur / carter}} \} =$$

5.2.3 En C on considère une liaison parfaite. Ecrire le torseur correspondant :



$$\{ \tau_{\text{locating / carter}} \} =$$

5.3 L'opération d'usinage provoquant le plus d'effort sur la pièce est celle de contournage en ébauche de la face d'appui du carter de convertisseur.



- Conditions de coupe :
- $V_c = 2262 \text{ m/mn}$
  - Avance  $0.03 \text{ mm/dt}$
  - Fraise carbure  $d=60 \text{ mm} / 8 \text{ dts}$
  - Nbre de passes 1
  - Profondeur de passe  $11.5 \text{ mm}$

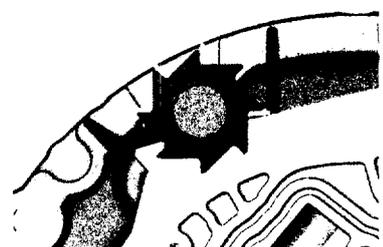
Il s'avère que pour la position étudiée 2 dents de l'outil fraise se trouvent en prise.

5.3.1 Rechercher dans le tableau ci-après les valeurs pour une dent de :

- l'effort de coupe  $F_c =$
- l'effort d'avance  $F_f =$
- l'effort de pénétration  $F_p =$

CARTER DE CONVERTISSEUR - Phase 20

Type de fraisage	Fraisage en bout
Diamètre de la fraise d=	60 mm
Nombre de dents	8 dts
Largeur de coupe	28 mm
Matière usinée	AlSi11
Vitesse de coupe $V_c =$	2262 m/mn
Avance $f_z =$	0,03 mm/dt
Profondeur de passe	11,5 mm
Matière de l'outil	Carbure
Usure prévue de l'outil	25 %
$\alpha$ dépouille	5°
$\gamma$ angle de coupe	-4°
$\kappa$ angle de dir. d'arête	90°
$\lambda$ angle d'inclin. de l'arête	0°
Rendement machine	95 %



Nombre de dent en prise	1,74 dts
b	11,5 mm
hm	0,020494 mm

Pressions spécifiques de coupe N/mm <sup>2</sup>						
Rm	kc1,1	z	kf1,1	x	kp1,1	y
260	487	0,2	20	1,08	32	0,75

Conditions de coupe lors de l'essai						
$\alpha_o$	$\gamma_o$	$\kappa_o$	$\lambda_o$	rs	$V_{co}$	ho
5	15	70	0	0,8	100	1

Puissance consommée						
P <sub>pgm</sub> = 21,626 kW						

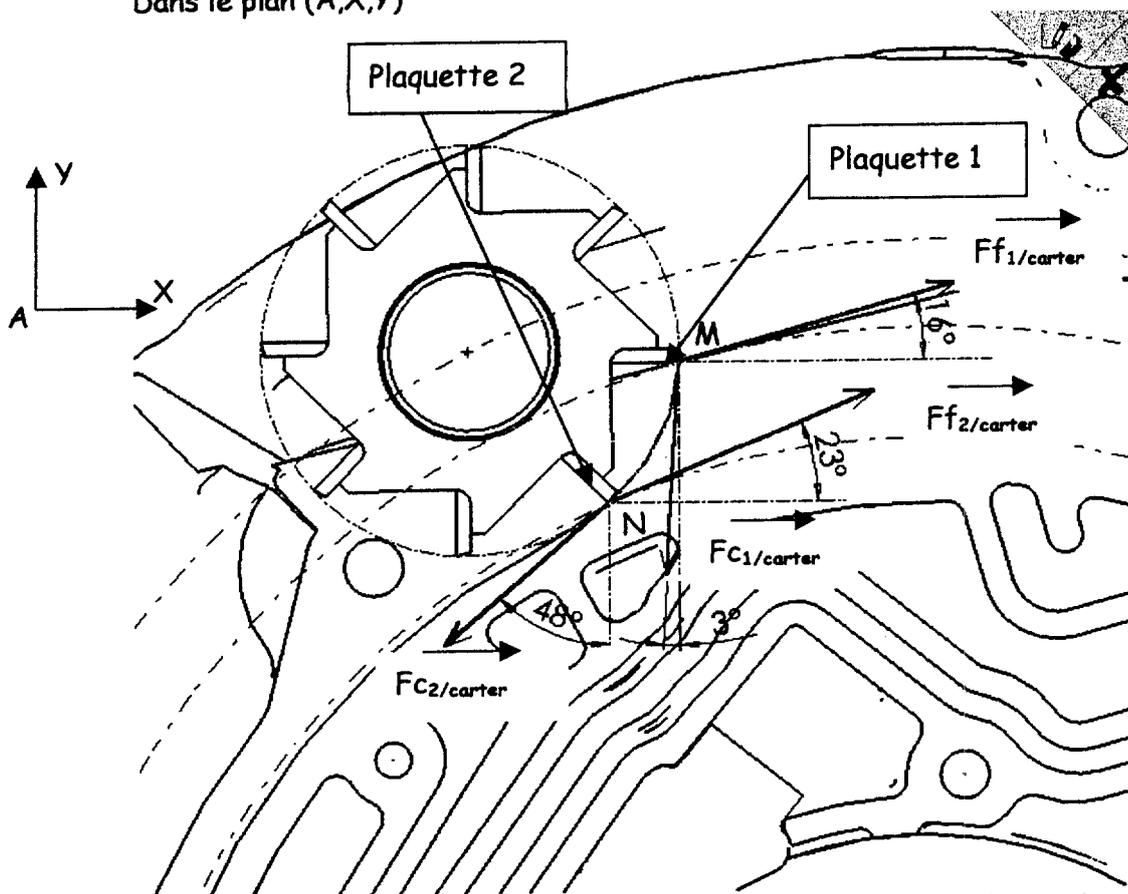
Efforts de coupe						
F <sub>cg</sub> = 545 N n dents						
F <sub>c</sub> = 313 N sur 1 dent						
F <sub>f</sub> = 410 N sur 1 dent						
F <sub>p</sub> = 306 N sur 1 dent						
P = 20,545 kW						

5.3.2 Les figures ci-dessous mettent en évidence la modélisation des actions de l'outil fraise sur la pièce.

Document sujet et réponse

Page 12/15

Dans le plan (A,X,Y)

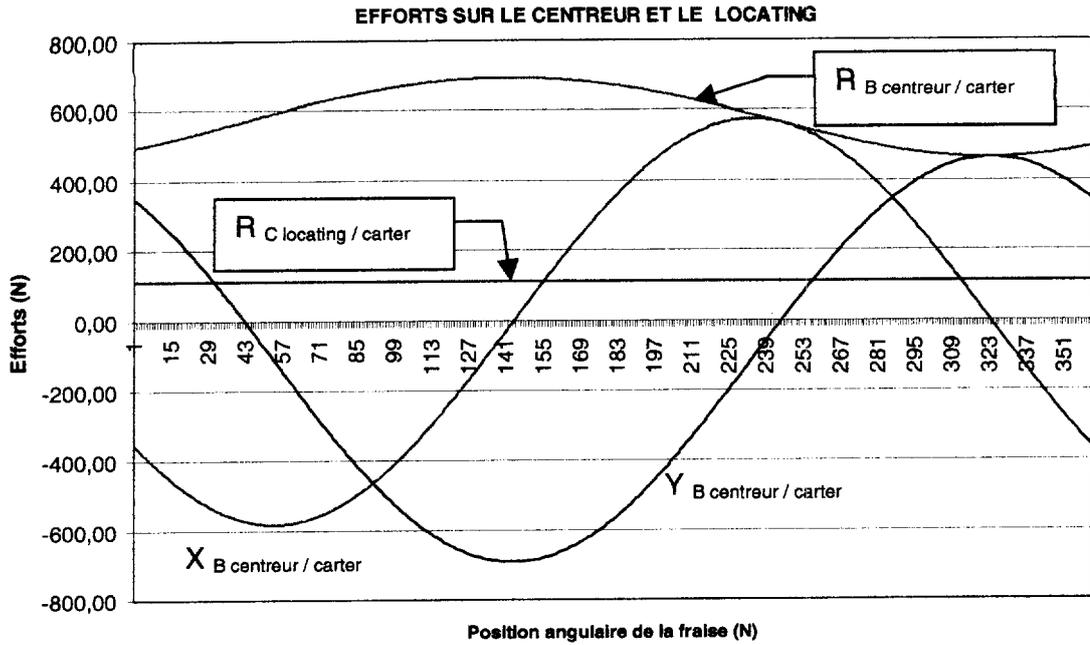


Ecrire sous forme de torseur, en effectuant l'application numérique, les actions de l'outil fraise (plaquette 1) sur la pièce en M par exemple et dans le repère R. Ne pas s'occuper de l'action en N.

$$\{ \tau_{\text{plaquette 1 / carter}} \} =$$

5.4 Ecrire le principe fondamental de la statique.

5.5 L'application du principe fondamental de la statique donne les résultats suivants :



Vérifier si les efforts en B du centreur sur le carter d'une part et en C du locating sur le carter d'autre part sont compatibles avec les conditions de non matage des surfaces de mise en position du carter calculées à la question 4.1.

Relever les valeurs suivantes :

Effort au niveau du centreur : Résultante  $R_{B \text{ centreur / carter}} =$

Effort au niveau du locating : Résultante  $R_{B \text{ locating / carter}} =$

5.6 Conclusion sur le matage ou le non matage :

- au niveau du centreur :
- au niveau du locating :

## 6 - Effectuer le bilan de la validation de l'outillage.

Le tableau ci-dessous est le cahier des charges fonctionnel partiel de l'outillage étudié précédemment.

Effectuer le bilan des différentes spécifications requises en complétant les spécifications constatées et en indiquant si ces spécifications sont en adéquation avec le cahier des charges.

FONCTION	SPECIFICATIONS			
	CONSTATEES	REQUISES	Partie correspondante	VALIDEES Oui / Non
Assurer la mise en position de la pièce sur le montage		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en position isostatique de la pièce sur le montage</li> <li>Mise en position unique de la pièce sur le montage (détrompeur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voir partie 2</li> <li>Lecture du dossier</li> </ul>	
Assurer le non matage du carter		<ul style="list-style-type: none"> <li>Non marquage des surfaces de mise en position</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voir partie 4 et partie 5</li> </ul>	
Etre utilisable en toute sécurité par l'opérateur		<ul style="list-style-type: none"> <li>Respect des normes en vigueur d'un point de vue ergonomique</li> <li>Rapidité de l'installation de la pièce sur le montage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voir partie 3</li> <li>Lecture du dossier</li> </ul>	
Etre facilement transportable		<ul style="list-style-type: none"> <li>Présence d'organes de manutention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture du dossier</li> </ul>	

Conclusion générale et solutions éventuelles pour remédier aux non validations détectées dans le tableau ci dessus :

## DC1 : Formulaire pression de contact

Pour une liaison pivot ou rotule par exemple, on constate dans la pratique une augmentation de la pression maximale. En fait le contact surfacique se transforme en contact quasi linéaire ou ponctuel sous l'influence des défauts de forme et du jeu existant dans l'ajustement. Les formules de Hertz relatives à ces contact s'appliquent dans le domaine élastique. Pour ces calculs il faut définir les grandeurs suivantes :

$r_r$ : le rayon de courbure relative :

$$\frac{1}{r_r} = \frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2}$$

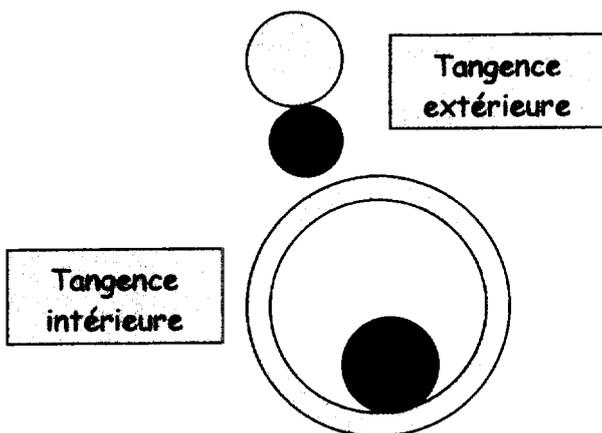
$r_1$  : rayon du cylindre ou de la sphère 1.  
 $r_2$  : rayon du cylindre ou de la sphère 2.

Signe : + pour une tangence extérieure.  
 Signe : - pour une tangence intérieure.

Le module d'élasticité  $E$  pour le calcul :

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)$$

$E_1$  : module d'élasticité du matériau 1.  
 $E_2$  : module d'élasticité du matériau 2.



Dans le cas d'un contact cylindre plan ou sphère plan l'un des rayons est infini.

Contact cylindre-cylindre		Contact sphère-sphère	
Contact réel	Répartition de $p$	Contact réel	Répartition de $p$
$b \approx 1,52 \sqrt{\frac{\ \vec{F}\  \cdot r_r}{E \cdot l}}$	$P_{max} \approx 0,418 \sqrt{\frac{\ \vec{F}\  \cdot E}{r_r \cdot l}}$	$r \approx 1,11 \sqrt[3]{\frac{\ \vec{F}\  \cdot r_r}{E}}$	$P_{max} \approx 0,388 \sqrt[3]{\ \vec{F}\  \cdot \left(\frac{E}{r_r}\right)^2}$

## DC2 : Relation dans un système vis-écrou

La relation exprimant dans un système vis-écrou le couple de serrage en fonction de l'effort de serrage est :

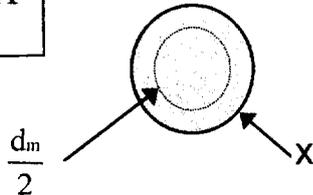
$$C_{serrage} = F \cdot \left( \frac{d_m}{2} \cdot \tan\phi + \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\phi + \alpha) \right)$$

$$\tan\phi = \frac{\tan\phi}{\cos\beta} \quad \tan\alpha = \frac{pas}{\pi \cdot d_2}$$

$C_{serrage}$  : couple de serrage en N.mm  
 $F$  : force de serrage en N  
 $d_2$  : diamètre moyen du filetage en mm  
 $f = \tan\phi$  : coefficient de frottement  
 $d_m$  : diamètre moyen de la surface d'appui entre la vis et la pièce serrée en mm  
 $\beta$  : demi-angle au sommet du filet  $\beta = 30^\circ$

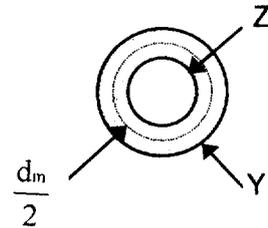
Si le contact avec la pièce se fait suivant un cercle de rayon  $X$  :

$$\frac{d_m}{2} = \frac{2}{3} X$$

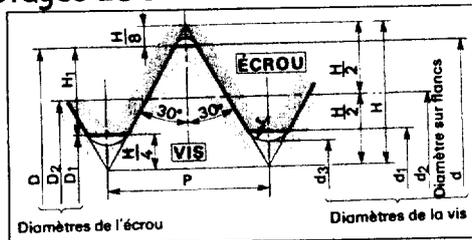


Si le contact avec la pièce se fait suivant une couronne de rayons  $Y$  et  $Z$  :

$$\frac{d_m}{2} = \frac{Y + Z}{2}$$



### Caractéristiques des filetages ISO



$d = D =$ diamètre nominal	$d_2 = D_2 = d - 0.6495 P$	$P =$ Pas	$H_1 = 0.5412 P$								
$d_1 = D_1 = d - 1.0825 P$	$d_3 = d - 1.2268 P$	$H = 0.866 P$	$r = 0.1443 P$								
DIMENSIONS NORMALISÉES (NF E 03-013 - NF E 03-014 - NF E 03-053)											
d	Filetage à pas gross (roulements et autres applications courantes) - Tolérances 0H/9g(μm)								Filetage à pas fins.		
	Pas	Épaisseur de la couronne sur $d_2$	$d_2 - D_2$	Tolérances sur $d_2$		Tolérances sur $D_2$		$D_1$	Tolérances sur $D_1$		Pas fins recommandés
				Max.	Min.	Max.	Min.		Max.	Min.	
1.0	0.35	1.08	1.373	-19	-82	+85	0	1.221	+100	0	0.2
2	0.4	1.79	1.740	-19	-86	+90	0	1.567	+112	0	0.25
2.5	0.45	2.98	2.208	-20	-91	+95	0	2.013	+125	0	0.35
3	0.5	4.47	2.675	-20	-95	+100	0	2.459	+140	0	0.35
4	0.7	7.75	3.545	-22	-112	+118	0	3.242	+180	0	0.5
5	0.8	12.7	4.480	-24	-119	+125	0	4.134	+200	0	0.5
6	1	17.9	5.350	-26	-138	+150	0	4.918	+235	0	0.75
8	1.25	32.9	7.188	-28	-146	+160	0	6.647	+265	0	0.75 - 1
10	1.5	52.3	9.026	-32	-164	+180	0	8.376	+300	0	0.75 - 1 - 1.25
12	1.75	76.2	10.863	-34	-184	+200	0	10.106	+335	0	1 - 1.25 - 1.5
16	2	105	12.701	-38	-198	+212	0	11.835	+375	0	1 - 1.25 - 1.5
20	2	144	14.701	-38	-198	+212	0	13.835	+375	0	1 - 1.5

**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**

Commun aux 2 épreuves U41 et U42

Contenu du dossier :

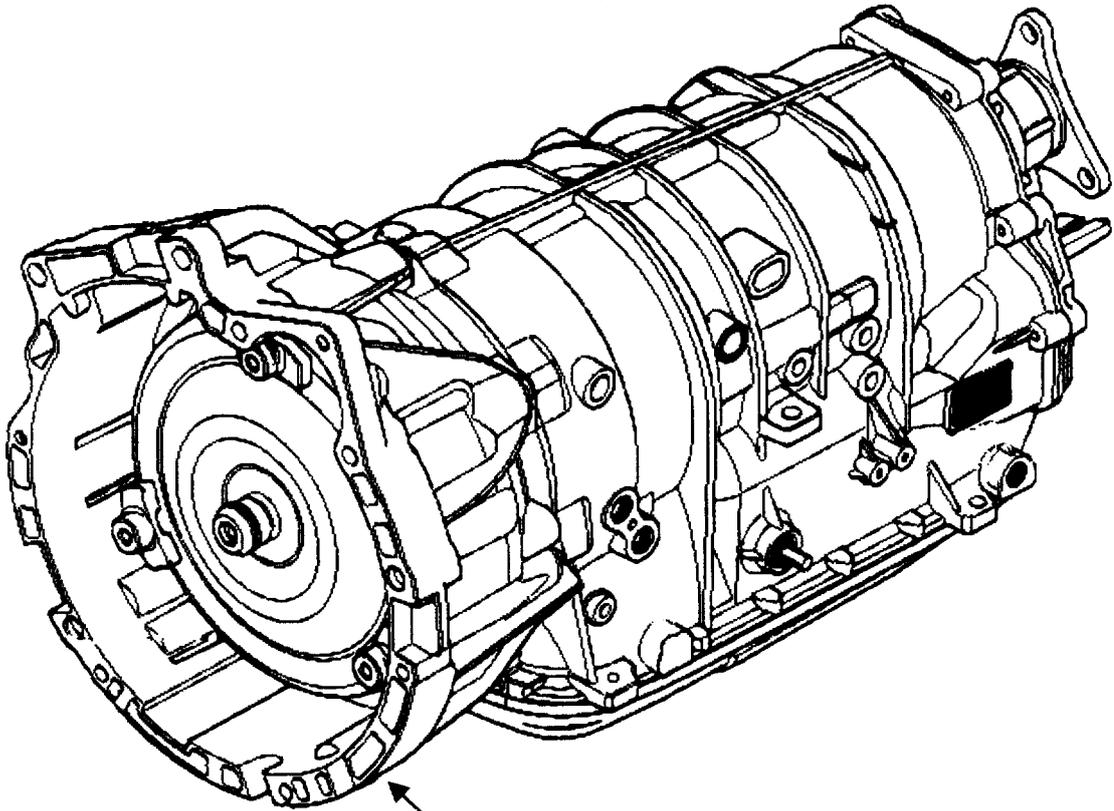
<b>Page</b>	<b>Contenu</b>
<b>DT1</b>	<b>Mise en situation du CARTER</b>
<b>DT2</b>	<b>Dessin de définition (format A1) du CARTER</b>
<b>DT3</b>	<b>Vue avec repères des surfaces</b>
<b>DT4</b>	<b>Photos du CARTER « brut » et CARTER usiné</b>

## DT1 : MISE EN SITUATION

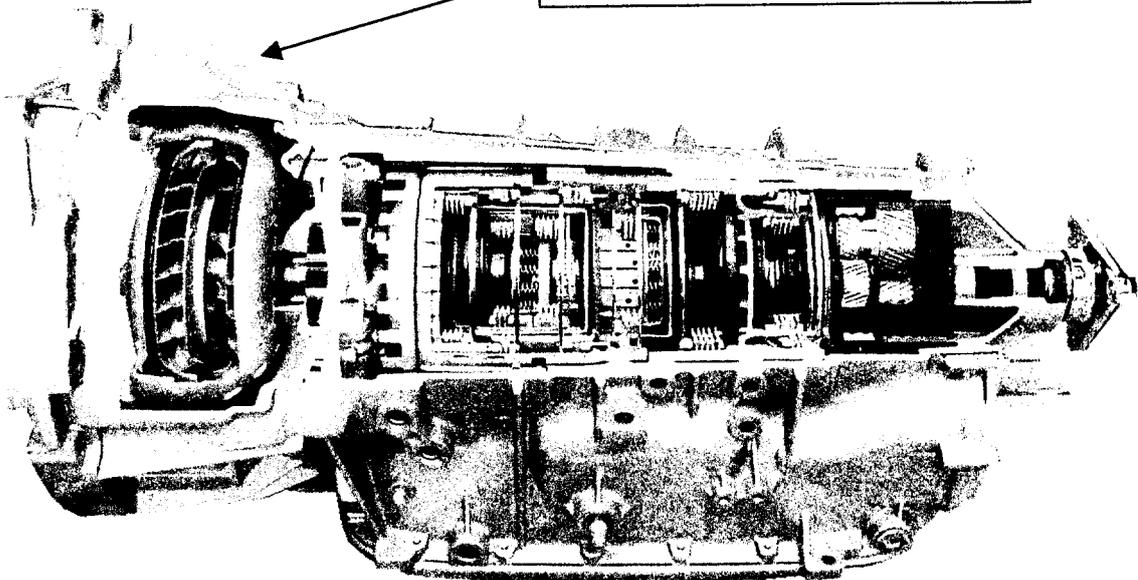
L'entreprise General Motors produit des transmissions automatiques ou boîtes de vitesses automatiques (BVA) pour véhicules à propulsion : BMW, OPEL, LAND ROVER, etc...

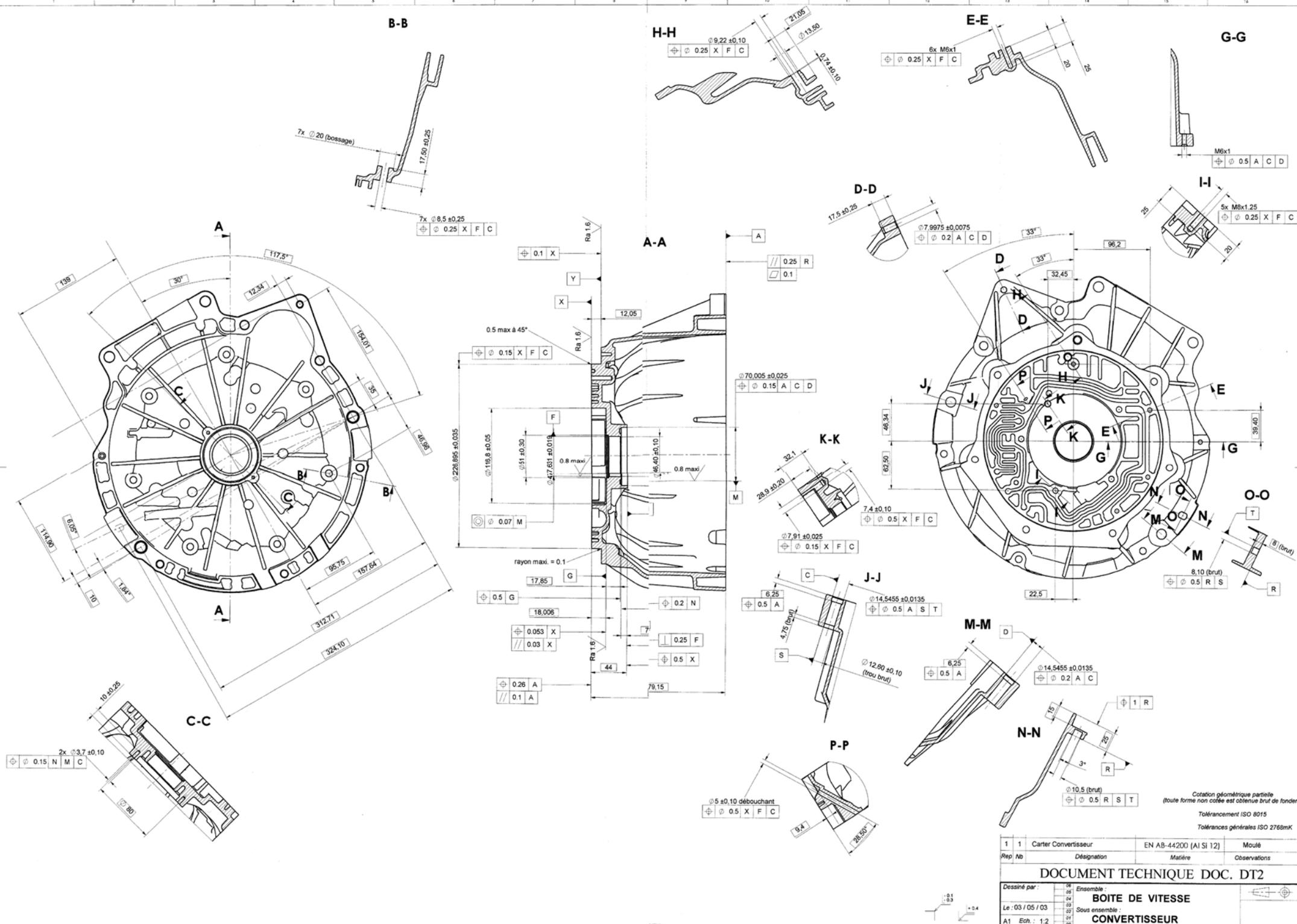
Le volume de production moyen est de 1500 boîtes par jour.

### Boîte de vitesse automatique à 5 vitesses



Objet de l'étude : Carter

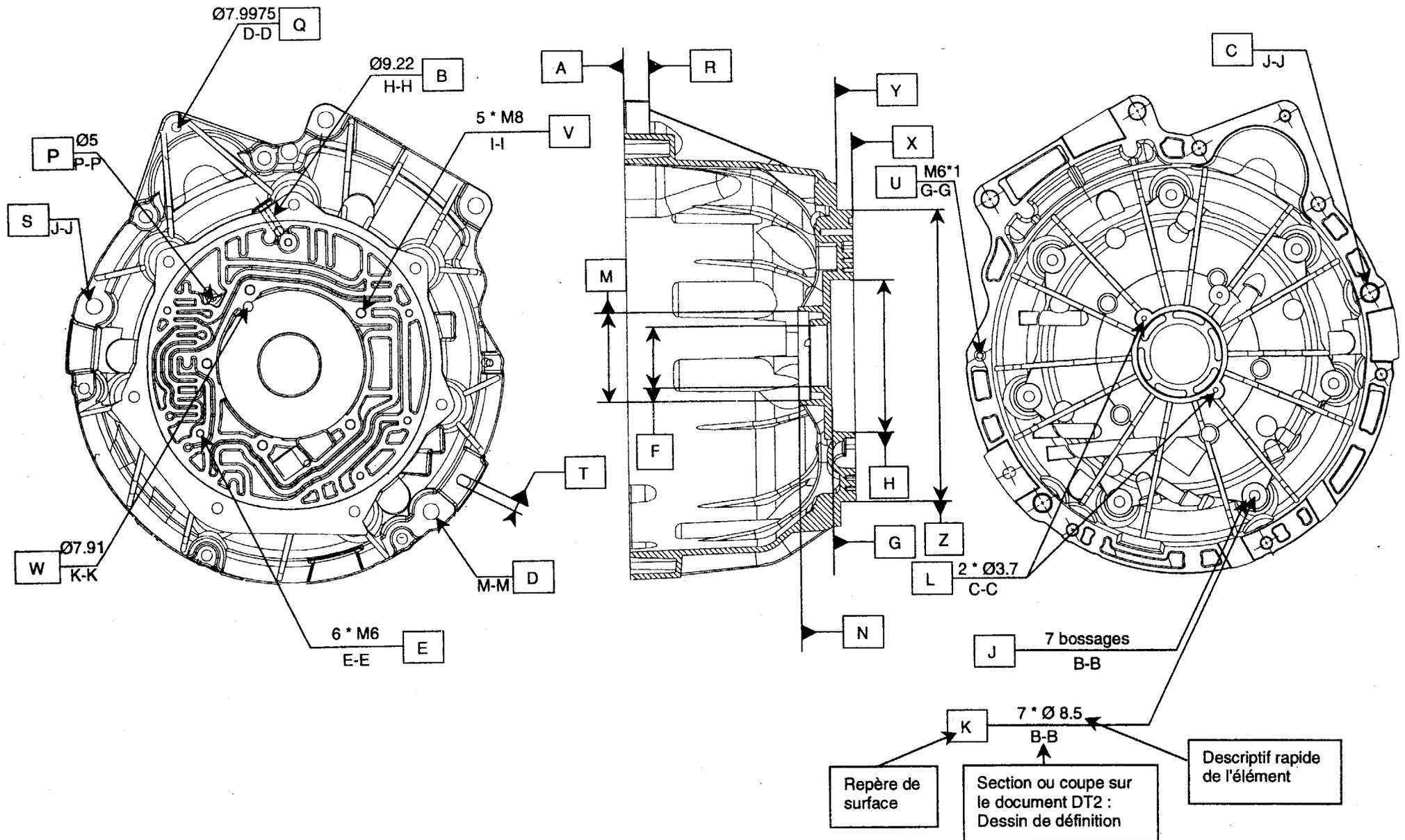




Cotation géométrique partielle  
(toute forme non cotée est obtenue brut de fonderie)  
Tolérancement ISO 8015  
Tolérances générales ISO 2768mK

1	1	Carter Convertisseur	EN AB-44200 (Al Si 12)	Moulé
Rep. Nb		Désignation	Matériau	Observations
<b>DOCUMENT TECHNIQUE DOC. DT2</b>				
Dessiné par :	06	Ensemble : <b>BOITE DE VITESSE</b>		
Le : 03 / 05 / 03	04	Sous ensemble :		
A1 Ech. : 1:2	01	<b>CONVERTISSEUR</b>		
	02			
	03			
	04			
	05			
	06			

### DT3 – REPERES DES SURFACES



## DT4 : Photos du CARTER

« BRUT » et Surfaces « Brutes » de référence : R - S - T

Surfaces usinées

Légende couleur :

- surfaces usinées : en vert
- surfaces « brutes » : toutes les autres couleurs

