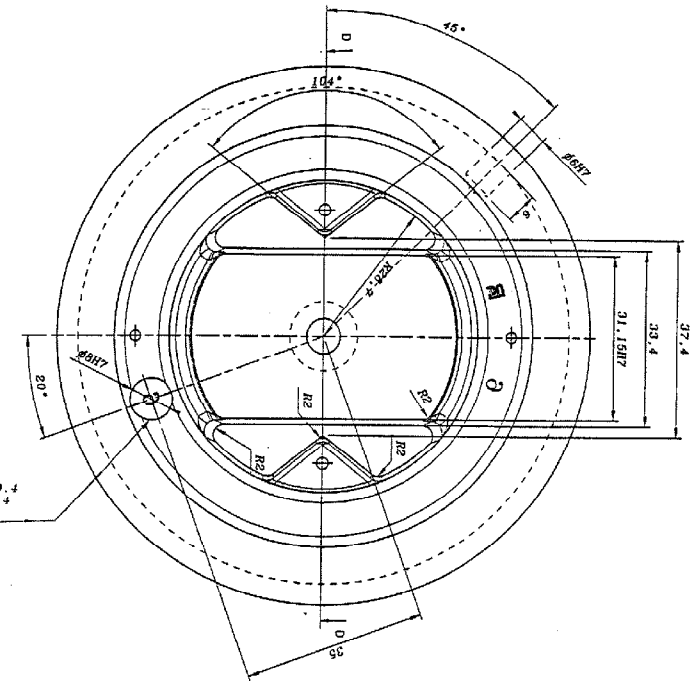
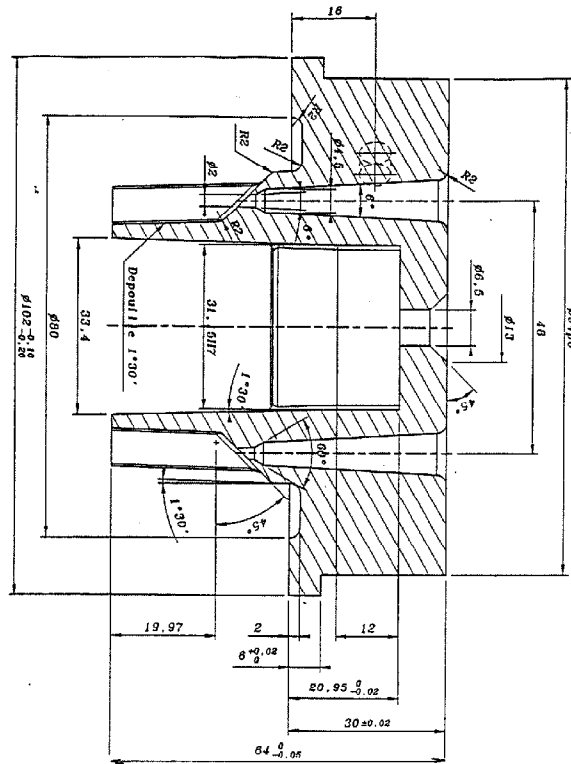


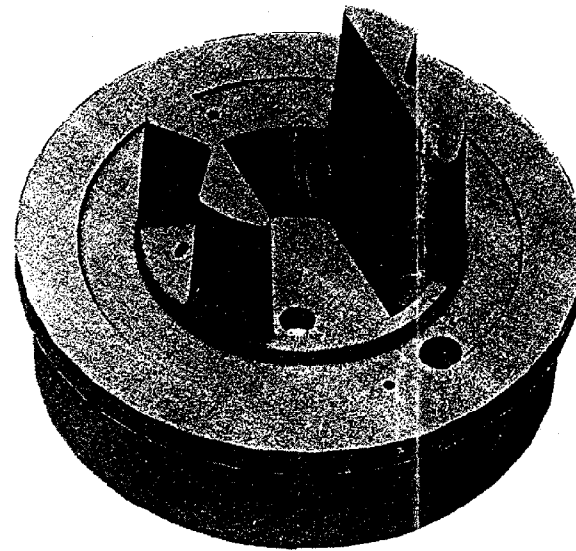
Epreuve E5 : Etude technique

## Dossier 2

# DOSSIER TECHNIQUE



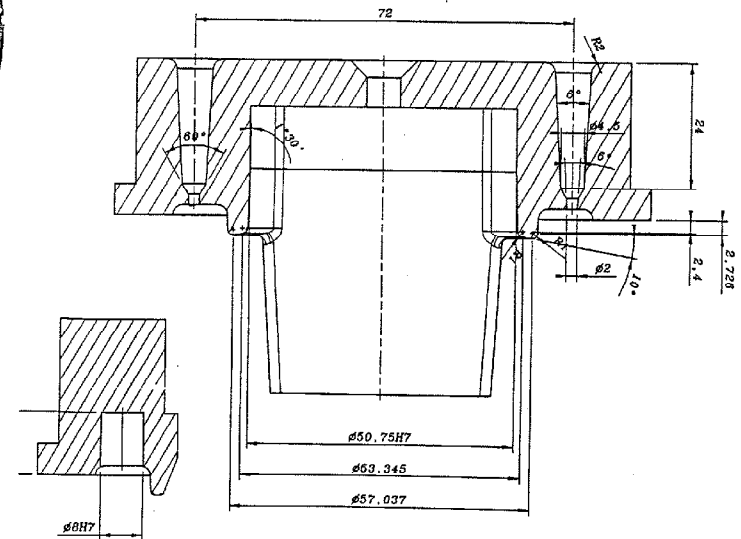
Dateur: Graver 9 Haut: 3 Prof: 0.4  
a l' envers et en creux. Faire 4  
saignees a  $90^\circ$  Prof: 0.4



Tolerance generale  $\pm 0.05$

Zone moulante Ra = 1.6

Matériau : 40 Cr Mn Mo 8 + Soufre  
Etat : Prétraité Rr = 1330 N/mm<sup>2</sup>



PLOT DE BERCEAU

EMPREINTE SUPERIEURE

Echelle 1/1

5/25

# PLOT DE BERCEAU

EMPREINTE INFERIEURE

Echelle 1/1

## 6/25

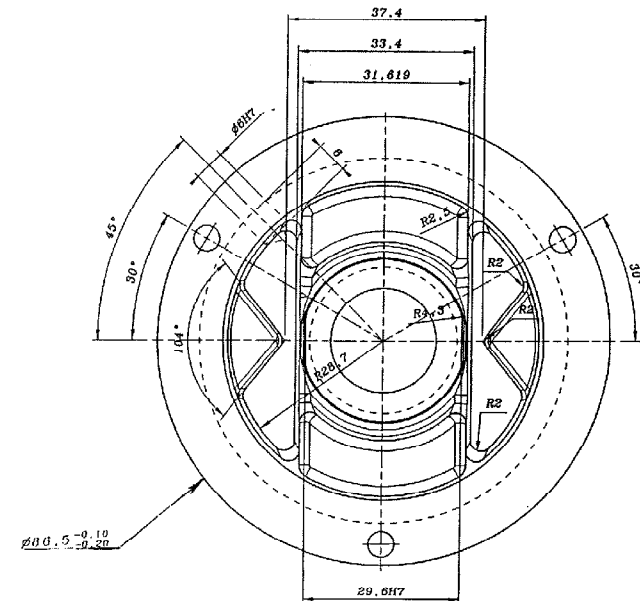
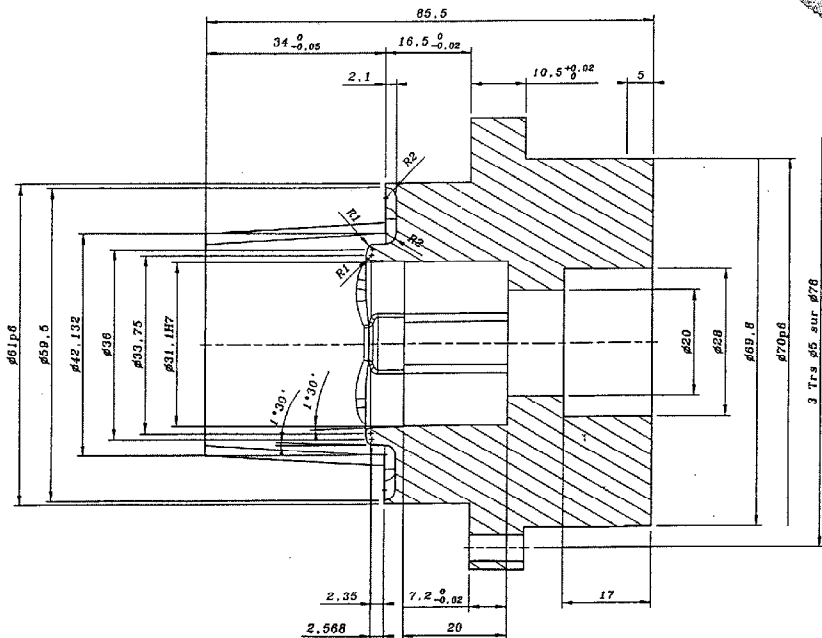
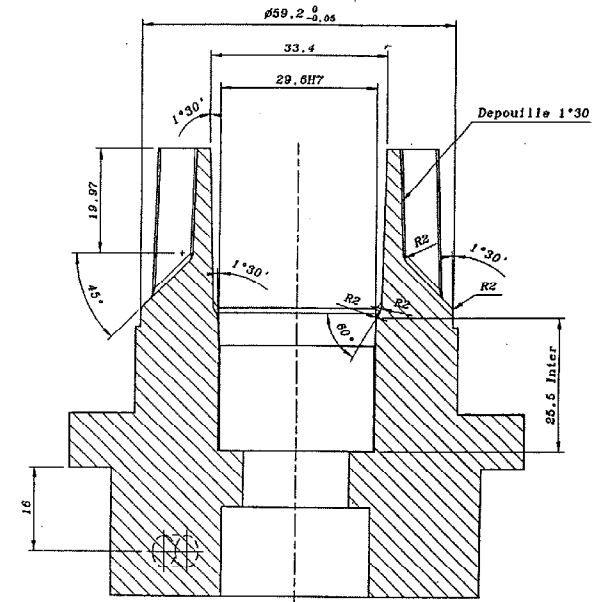
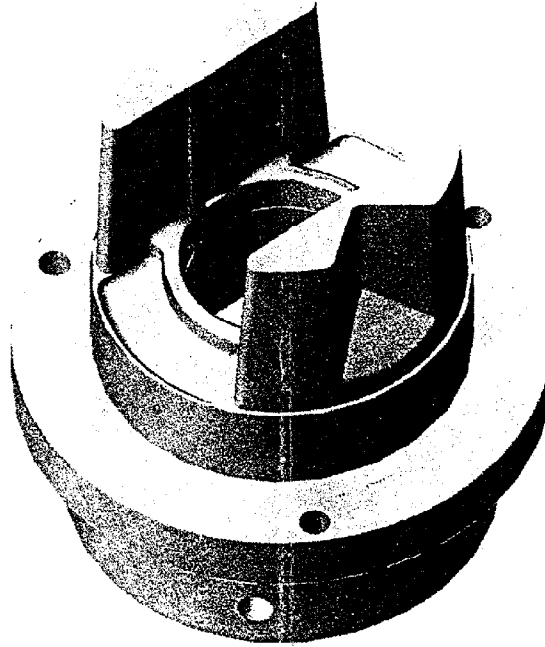
ERET

Tolerance generale  $\pm 0.05$

Zone moulante  $Ra = 1.6$

Matériau : 40 Cr Mn Mo 8 + Soufre

Etat : Prétraité  $Rr = 1330$  N/mm<sup>2</sup>



### - 3 - FICHES TECHNIQUES DES MATERIAUX

## GLHA X

THYROPLAST 2312

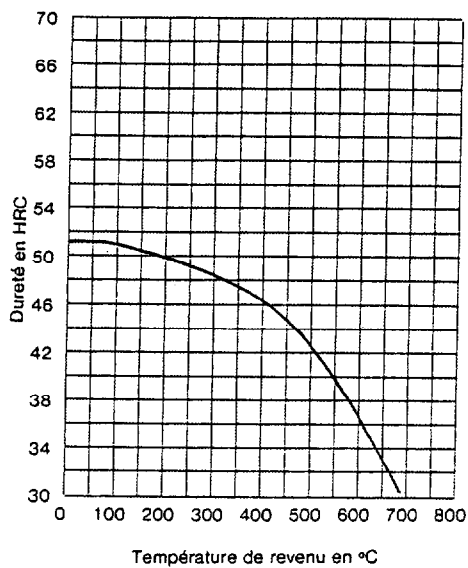
| <b>Werkstoff Nr</b>           | 1.2312  |        |   |                          |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|-------------------------------|---|--------|---|--------------------------|--|--------|-------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|---|----|-----|-------|--|--|-------|-------|-------|
| <b>AFNOR</b>                  | 40 Cr Mn Mo 8 + Soufre  |        |   | AISI : P20 + Soufre      |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| <b>Analyse théorique %</b>    | C   | Mn     | Cr  | Mo                       | Soufre                                 |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | 0,40  | 1,5    | 1,9   | 0,20                     | 0,050                                  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| <b>Propriétés</b>             | <p>Acier ayant une bonne trempabilité, à usinabilité améliorée.<br/>           Son élaboration spéciale permet d'obtenir un bon poli (poli glace et poli spéculaire non garantis). Pour ces impératifs, nous conseillons l'acier CNL ou W 66 EFS SUPRA et en particulier la nuance THYRODUR 2767 EFS SUPRA.<br/>           Acier normalement livré à l'état prétraité pour une résistance d'environ 105-120 kg/mm<sup>2</sup> (1 030 – 1 190 N/mm<sup>2</sup>). Garantie ≥ 100 kg/mm<sup>2</sup> à cœur.<br/>           Apté à subir tout type de nitruration (HV ≥ 800).</p>   |        |   |                          |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| <b>Emplois</b>                | <p>Nous préconisons cette nuance pour la réalisation de moules matières plastiques et carcasses de moules pour matières plastiques et injection sous pression.<br/>           Les moules et carcasses fabriqués avec l'acier GLHA X ne nécessitent plus de traitement thermique, cette nuance étant toujours prête à l'emploi pour 105-120 kg/mm<sup>2</sup> (1 030 – 1 190 N/mm<sup>2</sup>).</p>  |        |   |                          |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| <b>Propriétés physiques</b>   | <p>Coefficient de dilatation linéaire.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="border: none;"><math>10^{-6} \times m</math></th> <th style="border: none;">20-100</th> <th style="border: none;">20-200</th> <th style="border: none;">20-300</th> <th style="border: none;">20-400</th> <th style="border: none;">20-500</th> <th style="border: none;">20-600</th> <th style="border: none;">20-700°C</th> </tr> <tr> <th style="border: none;"><math>m \times ^\circ C</math></th> <td style="border: none;">11,1</td> <td style="border: none;">12,9</td> <td style="border: none;">13,4</td> <td style="border: none;">13,8</td> <td style="border: none;">14,2</td> <td style="border: none;">14,6</td> <td style="border: none;">14,9</td> </tr> </thead> </table> <p>Conductibilité thermique</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="border: none;"></th> <th style="border: none;"><math>\frac{J}{cm \times s \times ^\circ C}</math></th> <th style="border: none;">20</th> <th style="border: none;">350</th> <th style="border: none;">700°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">0,345</td> <td style="border: none;">0,335</td> <td style="border: none;">0,320</td> </tr> </tbody> </table> |        |   |                          |  |        |                   | $10^{-6} \times m$ | 20-100 | 20-200 | 20-300 | 20-400 | 20-500 | 20-600 | 20-700°C | $m \times ^\circ C$ | 11,1 | 12,9 | 13,4 | 13,8 | 14,2 | 14,6 | 14,9 |  | $\frac{J}{cm \times s \times ^\circ C}$ | 20 | 350 | 700°C |  |  | 0,345 | 0,335 | 0,320 |
| $10^{-6} \times m$            | 20-100  | 20-200 | 20-300  | 20-400                   | 20-500                                 | 20-600 | 20-700°C          |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| $m \times ^\circ C$           | 11,1  | 12,9   | 13,4  | 13,8                     | 14,2                                   | 14,6   | 14,9              |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | $\frac{J}{cm \times s \times ^\circ C}$   | 20     | 350   | 700°C                    |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               |   | 0,345  | 0,335   | 0,320                    |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| <b>Formage à chaud</b>        | Formage °C  |        |   | Refroidissement          |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | 1 050 – 850   |        |   | Lent au four par exemple |  |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
| <b>Traitements thermiques</b> | Recuit d'adoucissement °C   |        | Refroidissement                               |                          | Dureté à l'état pré-traité             |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | 710 – 740   |        | Au four                                       |                          | 302-352 HB                             |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | Trempe à °C   |        | Milieu de trempe                              |                          | Dureté / résistance sous pleine trempe |        |                   |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | 840 – 870   |        | Huile à 80°C<br>ou bain chaud<br>180 – 220 °C |                          | HRC                                    |        | N/mm <sup>2</sup> |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               |   |        |   |                          | 51                                     |        | 1730              |                    |        |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | Revenu °C   |        | 100   | 200                      | 300                                    | 400    | 500               | 600                | 700    |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | HRC   |        | 51  | 50                       | 48                                     | 46     | 42                | 36                 | 28     |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |
|                               | N/mm <sup>2</sup>   |        | 1 730   | 1 670                    | 1 570                                  | 1 480  | 1 330             | 1 140              | 920    |        |        |        |        |        |          |                     |      |      |      |      |      |      |      |  |   |    |     |       |  |  |       |       |       |

**- 3 - FICHES TECHNIQUES DES MATERIAUX**

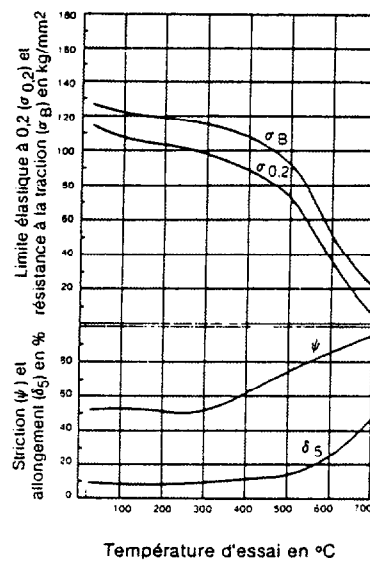
**GLHA X**  
 THYROPLAST 2312

|                       |                                  |                     |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------|
| Werkstoff Nr<br>AFNOR | 1.2312<br>40 Cr Mn Mo 8 + Soufre | AISI : P20 + Soufre |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------|

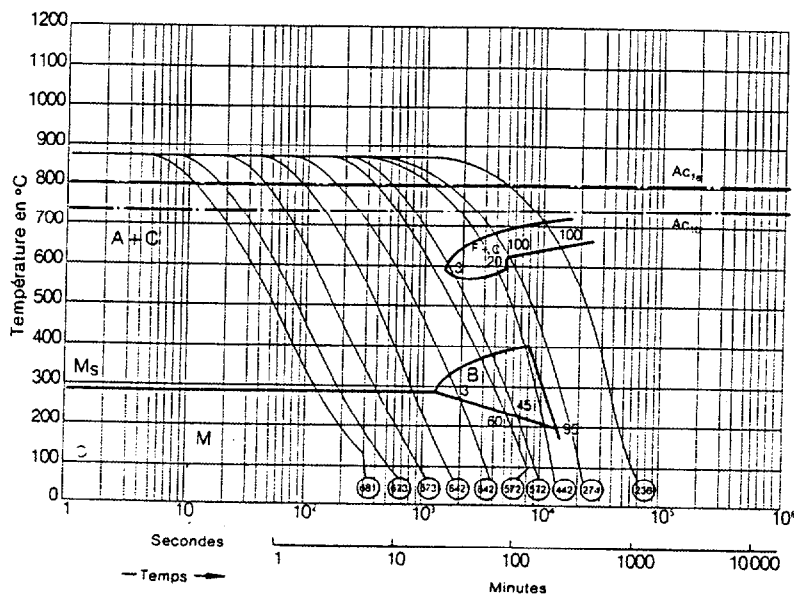
**Courbe de revenu**



**Courbe de résistance à chaud**

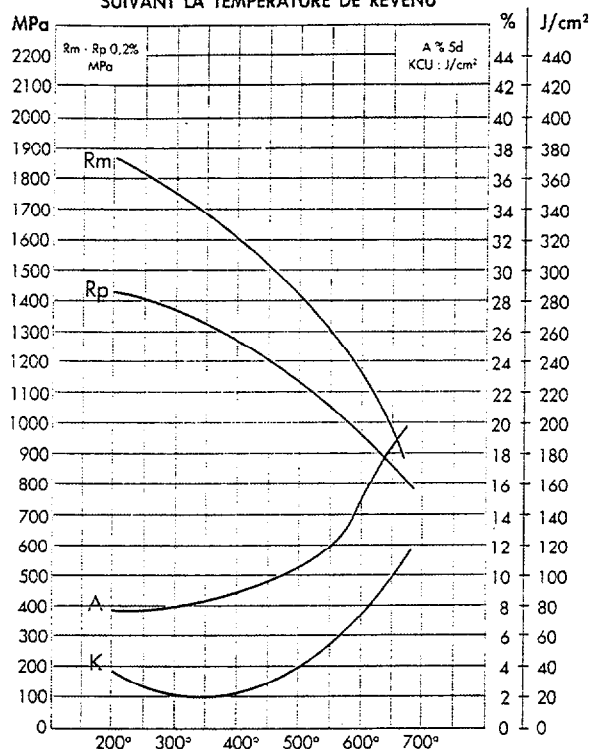


**Courbe TRC refroidissement continu**



## - 3 - FICHES TECHNIQUES DES MATERIAUX

### CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES SUIVANT LA TEMPÉRATURE DE REVENU



Chauffé à 875°C, trempé à l'air.  
(Traitement sur éprouvettes ébauchées)

## 36 Ni Cr Mo 16

BS : ~ 835 M 30  
Werkstoff Nr : ~ 1.6747  
DIN : ~ 30 NiCrMo 16.6

### COMPOSITION

Carbone ..... 0,35  
Nickel ..... 3,80  
Chrome ..... 1,70  
Molybdène ..... 0,30

### TRAITEMENT THERMIQUE

#### TREMPE

Préchauffage à 600°C.

Chauffage à 875°C.

Trempe à l'air ou sous pression de gaz.

Il est recommandé d'effectuer le chauffage sous atmosphère inerte.

#### REVENU

Suivant caractéristiques désirées.

### PROPRIÉTÉS

Densité : 7,8

Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :

- entre 20°C et 100°C :  $11,4 \times 10^{-6}$
- entre 20°C et 700°C :  $13,6 \times 10^{-6}$

Points de transformation :

- Ac 1 = 670°C
- Ac 3 = 795°C

#### FORGEAGE

1100/900°C

#### RECUIT

Chauffage à 680°C. Refroidissement lent.

A l'état adouci, dureté Brinell approximative 269.

### CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Trempe à l'air à 875°C. Revendu à 200°C.

- Résistance 1850 MPa
- Limite él. 0,2% 1400 MPa
- Allong.(5d) 8 %
- Résilience KCU 40 J/cm²

Par traitement par le froid, entre la trempe et le revenu, la limite élastique à 0,2% est augmentée d'environ 100 MPa.

Trempe à l'air à 875°C. Revendu à 650°C.

- Résistance 1000 MPa
- Limite él. 0,2% 850 MPa
- Allong.(5d) 19 %
- Résilience KCU 100 J/cm²

### APTITUDES

- Limite élastique élevée et excellente résilience.
- Intensité de trempe élevée.
- Bonne stabilité dimensionnelle.
- Très grande aptitude au polissage.

### - 4 - PARC MACHINES ET FICHES TECHNIQUES

| Désignation           | Nombre | Initiales | Désignation                 | Nombre | Initiales |
|-----------------------|--------|-----------|-----------------------------|--------|-----------|
| Fraiseuse universelle | 2      | FU        | Centre d'usinage UGV        | 1      | CUGV      |
| Tour parallèle        | 2      | TP        | Electro-érosion à fil       | 1      | EEF       |
| Fraiseuse CN          | 2      | FCN       | Electro-érosion à enfonçage | 1      | EEE       |
| Tour CN               | 1      | TCN       | Machine à mesurer 3D        | 1      | MMT       |
| Perceuse radiale      | 1      | PR        | Perceuse sensitive          | 2      | PS        |
| Rectifieuse plane     | 1      | RCP       | Rectifieuse cylindrique     | 1      | RCC       |

#### Fiche technique du centre d'usinage UGV

|        |  |      |   |
|--------|--|------|---|
| Broche | puissance : 16KW<br>vitesse maximale : 40 000 tr/mn<br>Cône : SKI 30 | Axes | avances rapides : 20 000 mm/mn<br>avance de travail : 7 500 mm/mn |
|--------|--|------|---|

### - 5 - GAMMES DE FABRICATION DES EMPREINTES

Après contrôle des dimensions des débits    Empreinte Supérieure : diamètre = 110 mm hauteur = 75 mm  
 Empreinte Inférieure : diamètre = 100 mm hauteur = 95 mm

| N° | DESIGNATION   | Empreintes |     | MACHINE | DUREE (h)  |             |          |      |
|----|---|------------|-----|---------|------------|-------------|----------|------|
|    |   | ES.        | EI. |         | PROGRAMMES | PREPARATION | USINAGES |      |
|    |   |            |     |         |            | ES          | EI       |      |
| 10 | TOURNAGE CN<br>ébauche forme empreinte à 1mm  | X          | X   | TCN     | 0,5        | 1           | 0,5      | 0,5  |
| 20 | TOURNAGE CN<br>ébauche et finition de la partie positionnante   | X          | X   | TCN     | 0,5        | 1           | 0,5      | 0,5  |
| 30 | TOURNAGE CN<br>finition de la partie extérieure de l'empreinte<br>½ finition de la partie intérieure de l'empreinte à 0.1 | X          | X   | TCN     | 2          | 1,50        | 1,25     | 1    |
| 40 | Pointage, Perçage, Alésage du trou D 6 H7   | X          | X   | FCN     | 0,5        | 1           | 0,5      | 0,5  |
| 50 | FRAISAGE CN<br>ébauche de la partie empreinte à 0.08 mm<br>(pointage, perçage de 3 trous D5 sur D78 sur emp. inf)         | X          | X   | FCN     | 2          | 1,50        | 1        | 0,75 |
| 60 | FRAISAGE UGV<br>finition UGV de la partie empreinte   | X          | X   | CUGV    | 2          | 1,50        | 1        | 1    |
| 70 | ELECTROEROSION ENFONCAGE<br>calibrage du logement de la rondelle d'étanchéité   | X          | X   | EEE     | 2*         | 2*          | 1,5*     | 1*   |
| 80 | FRAISAGE CN<br>réalisation des carottes d'injection de l'empreinte sup.   | X          |     | FCN     | 2          | 1,50        | 1        |      |

Durée de programmation au Bureau Méthodes : fixe pour toute la série d'empreintes du même type.

Durée de préparation machine : à prendre en compte à chaque série d'empreintes réalisée.

Durée d'usinage : à prendre en compte pour chaque empreinte réalisée.

\* Temps total pour les deux électrodes .

Pour la planification d'atelier seules les durées de préparation machine et d'usinage seront prises en compte.

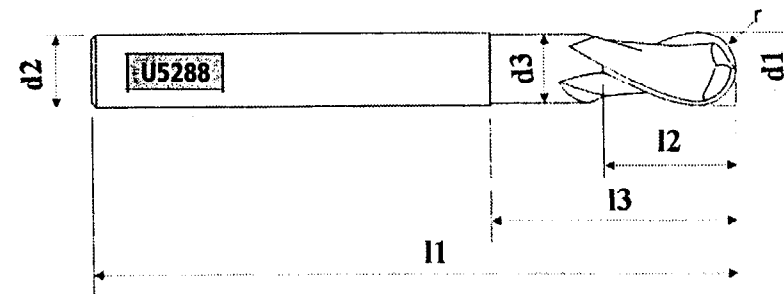
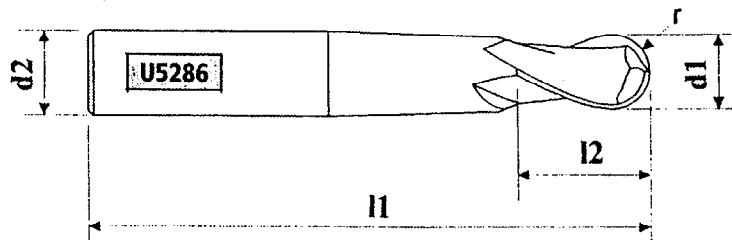
**- 6 - SELECTION DE FRAISES HEMISPHERIQUES POUR UGV**

Pour chaque outil choisi vous devez indiquer :

le n° référence de l'article

le n° de code

exemple pour une fraise diamètre 10 : **U5286 450** ou **U5288 450**



| Code N° | d1 | r   | l2 | d2 | l1  | d3  | l3 | α  | z |
|---------|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|---|
|         |    | f8  |    | h6 |     |     |    |    |   |
| 140     | 2  | 1   | 3  | 6  | 57  | 1,8 | 6  | 8° | 2 |
| 180     | 3  | 1,5 | 4  | 6  | 57  | 2,8 | 9  | 6° | 2 |
| 220     | 4  | 2   | 5  | 6  | 57  | 3,7 | 12 | 4° | 2 |
| 260     | 5  | 2,5 | 6  | 6  | 57  | 4,6 | 15 | 2° | 2 |
| 300     | 6  | 3   | 7  | 6  | 57  | 5,5 | 20 | 0° | 2 |
| 391     | 8  | 4   | 9  | 8  | 63  | 7,4 | 26 | 0° | 2 |
| 450     | 10 | 5   | 11 | 10 | 72  | 9,2 | 31 | 0° | 2 |
| 501     | 12 | 6   | 12 | 12 | 83  | 11  | 37 | 0° | 2 |
| 610     | 16 | 8   | 16 | 16 | 92  | 15  | 43 | 0° | 2 |
| 682     | 20 | 10  | 20 | 20 | 104 | 19  | 53 | 0° | 2 |

*Carbure monobloc  
revêtu Ti Al C N*

| Code N° | d1 | r   | l2 | d2 | l1  | d3  | l3 | α  | z |
|---------|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|---|
|         |    | f8  |    | h6 |     |     |    |    |   |
| 140     | 2  | 1   | 3  | 6  | 75  | 1,8 | 6  | 8° | 2 |
| 180     | 3  | 1,5 | 4  | 6  | 75  | 2,8 | 9  | 6° | 2 |
| 220     | 4  | 2   | 5  | 6  | 75  | 3,7 | 12 | 4° | 2 |
| 260     | 5  | 2,5 | 6  | 6  | 80  | 4,6 | 15 | 2° | 2 |
| 300     | 6  | 3   | 7  | 6  | 80  | 5,5 | 20 | 0° | 2 |
| 391     | 8  | 4   | 9  | 8  | 90  | 7,4 | 26 | 0° | 2 |
| 450     | 10 | 5   | 11 | 10 | 100 | 9,2 | 31 | 0° | 2 |
| 501     | 12 | 6   | 12 | 12 | 120 | 11  | 37 | 0° | 2 |
| 610     | 16 | 8   | 16 | 16 | 140 | 15  | 43 | 0° | 2 |
| 682     | 20 | 10  | 20 | 20 | 140 | 19  | 53 | 0° | 2 |



**- 7 - CONDITIONS DE COUPE POUR FRAISES HEMISPHERIQUES UGV**

Matériaux à usiner groupe  
M2 voir doc. p 13/25

**U5286  
U5288**

| $a$  | $\beta$ | $v_c$   | $f_z$ | $a_p$    | $a_e$    | $a_{eff}$ | $n$                  | $V_f$    |
|------|---------|---------|-------|----------|----------|-----------|----------------------|----------|
| [mm] | [Grad]  | [m/min] | [mm]  | max [mm] | max [mm] | [mm]      | [min <sup>-1</sup> ] | [mm/min] |
| 2    | 0       | -*      | 0.04  | 0.06     | 0.04     | 0.7       | 60000                | 4800     |
| 3    | 0       | -*      | 0.05  | 0.08     | 0.05     | 1.0       | 60000                | 6000     |
| 4    | 0       | -*      | 0.05  | 0.10     | 0.05     | 1.2       | 60000                | 6000     |
| 5    | 0       | -*      | 0.05  | 0.12     | 0.05     | 1.5       | 60000                | 6000     |
| 6    | 0       | -*      | 0.06  | 0.14     | 0.06     | 1.8       | 60000                | 7200     |
| 8    | 0       | -*      | 0.07  | 0.16     | 0.07     | 2.2       | 60000                | 8400     |
| 10   | 0       | 430     | 0.08  | 0.18     | 0.08     | 2.7       | 51480                | 8237     |
| 12   | 0       | 430     | 0.09  | 0.20     | 0.09     | 3.1       | 44550                | 8019     |
| 16   | 0       | 430     | 0.10  | 0.25     | 0.10     | 4.0       | 34490                | 6898     |
| 20   | 0       | 430     | 0.10  | 0.30     | 0.10     | 4.9       | 28150                | 5630     |

**U5286  
U5288**

| $a$  | $\beta$ | $v_c$   | $f_z$ | $a_p$    | $a_e$    | $a_{eff}$ | $n$                  | $V_f$    |
|------|---------|---------|-------|----------|----------|-----------|----------------------|----------|
| [mm] | [Grad]  | [m/min] | [mm]  | max [mm] | max [mm] | [mm]      | [min <sup>-1</sup> ] | [mm/min] |
| 2    | 80      | -*      | 0.04  | 0.06     | 0.04     | 2.0       | 60000                | 4800     |
| 3    | 80      | 430     | 0.05  | 0.08     | 0.05     | 3.0       | 46170                | 4617     |
| 4    | 80      | 430     | 0.05  | 0.10     | 0.05     | 4.0       | 34570                | 3457     |
| 5    | 80      | 430     | 0.05  | 0.12     | 0.05     | 5.0       | 27630                | 2763     |
| 6    | 80      | 430     | 0.06  | 0.14     | 0.06     | 5.9       | 23010                | 2761     |
| 8    | 80      | 430     | 0.07  | 0.16     | 0.07     | 8.0       | 17210                | 2409     |
| 10   | 80      | 430     | 0.08  | 0.18     | 0.08     | 10.0      | 13750                | 2200     |
| 12   | 80      | 430     | 0.09  | 0.20     | 0.09     | 12.0      | 11450                | 2061     |
| 16   | 80      | 430     | 0.10  | 0.25     | 0.10     | 16.0      | 8580                 | 1716     |
| 20   | 80      | 430     | 0.10  | 0.30     | 0.10     | 19.9      | 6860                 | 1372     |

Matériaux à usiner groupe  
M3 voir doc. p 13/25

**U5286  
U5288**

| $a$  | $\beta$ | $v_c$   | $f_z$ | $a_p$    | $a_e$    | $a_{eff}$ | $n$                  | $V_f$    |
|------|---------|---------|-------|----------|----------|-----------|----------------------|----------|
| [mm] | [Grad]  | [m/min] | [mm]  | max [mm] | max [mm] | [mm]      | [min <sup>-1</sup> ] | [mm/min] |
| 2    | 0       | -*      | 0.04  | 0.06     | 0.04     | 0.7       | 60000                | 4800     |
| 3    | 0       | -*      | 0.05  | 0.08     | 0.05     | 1.0       | 60000                | 6000     |
| 4    | 0       | -*      | 0.05  | 0.10     | 0.05     | 1.2       | 60000                | 6000     |
| 5    | 0       | -*      | 0.05  | 0.12     | 0.05     | 1.5       | 60000                | 6000     |
| 6    | 0       | -*      | 0.06  | 0.14     | 0.06     | 1.8       | 60000                | 7200     |
| 8    | 0       | 380     | 0.07  | 0.16     | 0.07     | 2.2       | 54000                | 7560     |
| 10   | 0       | 380     | 0.08  | 0.18     | 0.08     | 2.7       | 45490                | 7278     |
| 12   | 0       | 380     | 0.09  | 0.20     | 0.09     | 3.1       | 39370                | 7087     |
| 16   | 0       | 380     | 0.10  | 0.25     | 0.10     | 4.0       | 30480                | 6096     |
| 20   | 0       | 380     | 0.10  | 0.30     | 0.10     | 4.9       | 24880                | 4976     |

**U5286  
U5288**

| $a$  | $\beta$ | $v_c$   | $f_z$ | $a_p$    | $a_e$    | $a_{eff}$ | $n$                  | $V_f$    |
|------|---------|---------|-------|----------|----------|-----------|----------------------|----------|
| [mm] | [Grad]  | [m/min] | [mm]  | max [mm] | max [mm] | [mm]      | [min <sup>-1</sup> ] | [mm/min] |
| 2    | 80      | -*      | 0.04  | 0.06     | 0.04     | 2.0       | 60000                | 4800     |
| 3    | 80      | 380     | 0.05  | 0.08     | 0.05     | 3.0       | 40800                | 4080     |
| 4    | 80      | 380     | 0.05  | 0.10     | 0.05     | 4.0       | 30550                | 3055     |
| 5    | 80      | 380     | 0.05  | 0.12     | 0.05     | 5.0       | 24420                | 2442     |
| 6    | 80      | 380     | 0.06  | 0.14     | 0.06     | 5.9       | 20340                | 2441     |
| 8    | 80      | 380     | 0.07  | 0.16     | 0.07     | 8.0       | 15210                | 2129     |
| 10   | 80      | 380     | 0.08  | 0.18     | 0.08     | 10.0      | 12150                | 1944     |
| 12   | 80      | 380     | 0.09  | 0.20     | 0.09     | 12.0      | 10120                | 1822     |
| 16   | 80      | 380     | 0.10  | 0.25     | 0.10     | 16.0      | 7580                 | 1516     |
| 20   | 80      | 380     | 0.10  | 0.30     | 0.10     | 19.9      | 6060                 | 1212     |

**- 8 - CHOIX D'OUTILS UGV - TABLEAU DES GROUPES DE MATIERES A USINER -**

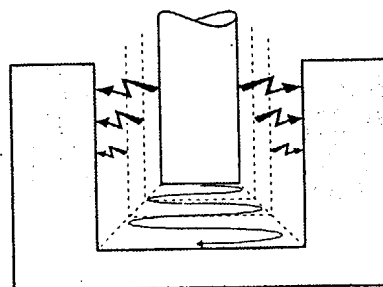
| DESCRIPTION                        | ETAT  | GROUPE | DESIGNATION    |                   |
|------------------------------------|---|--------|----------------|-------------------|
|                                    |   |        | DIN            | AFNOR             |
| ACIERS POUR<br><br>TRAVAIL A CHAUD | <b>Prétraité</b><br><br><b>Rr = 1300 à 1600N/mm2</b>    | M2     | 40 CrMnMo7     | 40 Cr Mn Mo 7     |
|                                    |   | M2     | 40 CrMnMo 8 6  | 40 Cr Mn Mo 8 + S |
|                                    |   | M2     | 54 NiCrMoV6    | 55 Ni Cr Mo V 6   |
|                                    |   | M2     | 55 NiCrMoV6    | 55 Ni Cr Mo V 7   |
|                                    |   | M2     | 40 CrMnNiMo 8  |                   |
|                                    |   | M2     | 57 NiCrMoV 7 7 |                   |
|                                    | <b>Prétraité</b><br><br><b>Rr = 1600 à 1800 N / mm2</b> | M3     | 40 CrMnMo7     | 40 Cr Mn Mo 7     |
|                                    |   | M3     | 40 CrMnMo 8 6  | 40 Cr Mn Mo 8 + S |
|                                    |   | M3     | 54 NiCrMoV6    | 55 Ni Cr Mo V 6   |
|                                    |   | M3     | 55 NiCrMoV6    | 55 Ni Cr Mo V 7   |
|                                    |   | M3     | 40 CrMnNiMo 8  |                   |
|                                    |   | M3     | 57 NiCrMoV 7 7 |                   |

**- 9 - TABLEAU DES TECHNOLOGIES CUIVRE-ACIER**

**Explication du terme stratégie**

- la stratégie 1 favorise le débit matière au dépend de l'usure de l'électrode
- la stratégie 2 est un compromis entre le débit matière et l'usure de l'électrode
- la stratégie 3 favorise une faible usure de l'électrode au dépend du débit matière

La valeur de la sous-dimension radiale de l'électrode exprimée en mm. est définie sur la ligne des H DOWN.  
 Le rayon du cycle orbital est égal à : H DOWN - H ORB



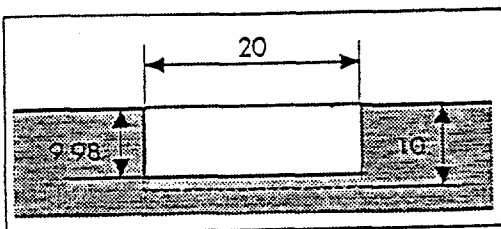
| Etat de surface<br>Ra μm   | 1.6 |        |     | 2      |     |        | 2.5 |     |        | 3.2 |     |        | 4.0 |     |        | 5.0 |     |        | 6.3 |      |        | 7.9 |      |        | 10  |      |      |  |  |  |
|----------------------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|------|--|--|--|
|                            | 1   | 2      | 3   | 1      | 2   | 3      | 1   | 2   | 3      | 1   | 2   | 3      | 1   | 2   | 3      | 1   | 2   | 3      | 1   | 2    | 3      | 1   | 2    | 3      | 1   | 2    | 3    |  |  |  |
| Stratégie                  |     |        |     |        |     |        |     |     |        |     |     |        |     |     |        |     |     |        |     |      |        |     |      |        |     |      |      |  |  |  |
| Régime                     |     | 242    | 243 |        | 262 | 263    | 281 | 282 | 283    | 301 | 302 | 303    | 321 | 322 | 323    | 341 | 342 | 343    | 361 | 362  | 363    | 381 | 382  | 383    | 401 | 402  | 403  |  |  |  |
| Débit mm <sup>3</sup> /min |     | 6      | 4.8 |        | 12  | 6.5    | 20  | 12  | 3.5    | 45  | 22  | 9      | 55  | 55  | 16     | 100 | 75  | 28     | 100 | 50   | 13     | 180 | 75   | 30     | 300 | 250  | 100  |  |  |  |
| Usure en %                 |     | 12     | 4.8 |        | 3.2 | 1.7    | 4.7 | 1.5 | 0.4    | 4.8 | 1.5 | 0.45   | 4.8 | 1.8 | 0.5    | 15  | 2   | 0.23   | 1   | 0.23 | 0.04   | 3.8 | 0.25 | 0.04   | 1.5 | 0.22 | 0.18 |  |  |  |
| H DOWN                     |     | -0.130 |     | -0.150 |     | -0.170 |     |     | -0.200 |     |     | -0.230 |     |     | -0.270 |     |     | -0.320 |     |      | -0.390 |     |      | -0.470 |     |      |      |  |  |  |
| H ORB standard             |     | -0.050 |     | -0.080 |     | -0.110 |     |     | -0.140 |     |     | -0.160 |     |     | -0.210 |     |     | -0.260 |     |      | -0.280 |     |      | -0.350 |     |      |      |  |  |  |
| H ORB intermédiaire        |     | -0.035 |     | -0.045 |     | -0.055 |     |     | -0.075 |     |     | -0.090 |     |     | -0.115 |     |     | -0.145 |     |      | -0.180 |     |      | -      |     |      |      |  |  |  |
| H ORB finale               |     | -0.020 |     | -0.025 |     | -0.032 |     |     | -0.040 |     |     | -0.050 |     |     | -0.065 |     |     | -0.080 |     |      | -0.100 |     |      | -      |     |      |      |  |  |  |

## - 10 - CORRECTIONS DIMENSIONNELLES DES CAVITES ERODEES

Avec n'importe quelle méthode d'usinage, il est nécessaire de mesurer la pièce après l'exécution, afin de contrôler si la cote est atteinte.

Sur une machine conventionnelle, il est facile de reprendre une passe pour ajuster un diamètre ou le côté d'un prisme en jouant avec les veriers. Avec une machine à commande numérique, la reprise d'une cote est également possible, mais pour cela il est nécessaire de modifier le programme d'usinage.

### a) Une cavité pas assez profonde



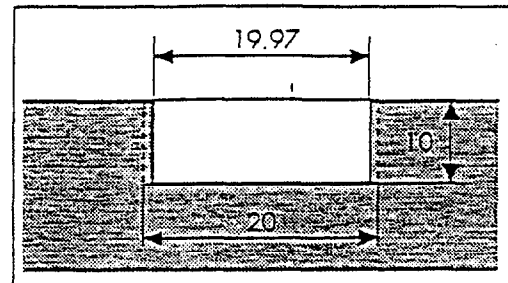
Il manque 0.02 mm pour atteindre la cote de profondeur. Ce cas est facile à corriger, il vous suffit pour cela de modifier uniquement la valeur de L de votre programme en ajoutant 0.02 mm, soit  $L = -10.02$  mm.

#### Le programme corrigé est :

```

PN/CAVITE
FROM/X,0,Y,0,Z,10 ..... Définition de position / à l'origine
TOOL/1 ..... Appel de l'outil électrode n° 1
DOWN/L,-10.02,H,-0.500,E,412 ..... DOWN= usinage en plongée axiale
ORB/L,-10.02,H,-0.350,E,412 ..... ORB = usinage orbital
ORB/L,-10.02,H,-0.240,E,391
ORB/L,-10.02,H,-0.164,E,372
ORB/L,-10.02,H,-0.113,E,352,RET .Retour à Z 10 en fin de cycle
TOOL/2 ..... Appel de l'outil électrode n° 2
DOWN/L,-10.02,H,-0.500,E,352 ..... DOWN= usinage en plongée axiale
ORB/L,-10.02,H,-0.113,E,352 ..... ORB = usinage orbital
ORB/L,-10.02,H,-0.061,E,312
ORB/L,-10.02,H,-0.035,E,293,RET .Retour à Z 10 en fin de cycle
TOOL/0 ..... Déchargement de l'outil électrode n° 2
END ..... Fin de programme
  
```

### b) Une cavité trop petite



Pour ce cas, il est nécessaire de modifier le paramètre "H" des DOWN fixant les sous-dimensions des électrodes. Cette action va redéfinir les sous-dimensions exactes des électrodes après l'usinage, compensant ainsi l'usure.

Selon notre schéma, il manque diamétralement 0,03 mm pour atteindre la cote, soit 0,015 mm radial. Il faut donc rajouter cette valeur à la sous-dimension radiale de notre électrode.

Si notre ancienne SDR était de 0,5 mm, nous devons la porter à 0,515 mm.

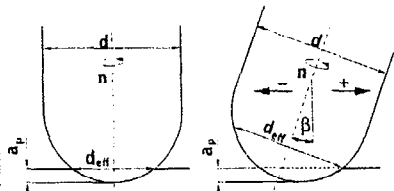
#### Le programme corrigé est :

```

PN/CAVITE
FROM/X,0,Y,0,Z,10
TOOL/1
DOWN/L,-10,H,-0.515,E,412
ORB/L,-10,H,-0.350,E,412
ORB/L,-10,H,-0.240,E,391
ORB/L,-10,H,-0.164,E,372
ORB/L,-10,H,-0.113,E,352,RET
TOOL/2
DOWN/L,-10,H,-0.515,E,352
ORB/L,-10,H,-0.113,E,352
ORB/L,-10,H,-0.061,E,312
ORB/L,-10,H,-0.035,E,293,RET
TOOL/0
END
  
```

**- 11 - FORMULES -**

|   |                          |  |
|---|--------------------------|--|
| Drehzahl<br>Revolution per minute<br>Fréquence de rotation<br>Velocità di rotazione giri  | $n$ [1/min]              | $n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$   |
| Schnittgeschwindigkeit<br>Cutting speed<br>Vitesse de coupe<br>Velocità di taglio   | $v_c$ [m/min]            | $v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000}$   |
| Vorschub pro Zahn<br>Feed per tooth<br>Avance par dent<br>Avanzamento per dente   | $f_z$ [mm]               | $f_z = \frac{v_f}{z \cdot n}$  |
| Vorschub pro Umdrehung<br>Feed per revolution<br>Avance par tour<br>Avanzamento per giro  | $f$ [mm]                 | $f = f_z \cdot z$  |
| Vorschubgeschwindigkeit<br>Feed speed<br>Vitesse d'avance<br>Velocità di avanzamento  | $v_f$ [mm/min]           | $v_f = f_z \cdot z \cdot n$  |
| Zeitspannungsvolumen<br>Chip removal rate<br>Volume de copeaux<br>Volume truciolo per unità di tempo                                      | $Q$ mm <sup>3</sup> /min | $Q = a_e \cdot a_p \cdot v_f$  |
| Effektiver Fräserdurchmesser<br>Effective diameter of milling cutter<br>Diamètre de la fraise effective<br>Diametro della fresa effettivo | $d_{eff}$ [mm]           | $d_{eff} = 2 \cdot \sqrt{d \cdot a_p - a_p^2}$ $\beta = 0$ $d_{eff} = d \cdot \sin \left[ \beta \pm \arccos \left( \frac{d - 2a_p}{d} \right) \right]$ |



|   |                            |  |
|---|----------------------------|--|
| Effektive Schnittgeschwindigkeit<br>Effective cutting speed<br>Vitesse de coupe effective<br>Velocità di taglio effettivo | $v_{c\text{eff}}$ [m/min]  | $v_{c\text{eff}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{1000} \cdot \sqrt{d \cdot a_p - a_p^2}$ $\beta = 0$ $v_{c\text{eff}} = \frac{\pi \cdot n \cdot d}{1000} \cdot \sin \left[ \beta \pm \arccos \left( \frac{d - 2a_p}{d} \right) \right]$ |
| Mittenspanndicke<br>Average chip thickness<br>Épaisseur moyenne du copeau<br>Spessore medio truciolo                      | $h_m$ [mm]                 | $h_m = \frac{2}{\Delta\phi} \cdot \frac{a_e}{d} \cdot f_z \approx \sqrt{\frac{a_e}{d}} \cdot f_z$  |
| Theoretische Rauhtiefe<br>Theoretic peak-to-valley roughness<br>Profondeur théorique de rugosité<br>Rugosità teorica      | $R_{th}$ [µm]              |  |
| Zeilensprung<br>Line offset<br>Pas des stries<br>Passo  | $b_r$ [mm]                 | $R_m = \frac{d}{2} \cdot \sqrt{\frac{d^2 - b_r^2}{4}}$ $b_r = 2 \cdot \sqrt{a_p \cdot (d - a_p)}$  |
|   |                            |  |
| Kreiszahl π<br>Pi π<br>Rapporto π   |                            | $\pi = 3,14159265$   |
| $a_e$ [mm]  | Largeur de passe radiale   |  |
| $a_p$ [mm]  | Profondeur de passe axiale |  |