

---

---

SESSION 2004

**Concours externe  
de recrutement de professeurs agrégés**

---

---

**section : génie mécanique**

**Composition sur les technologies de fabrication**

**durée : 8 heures**

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

En aucune façon, la calculatrice ne pourra posséder de données scientifiques et techniques propres au génie mécanique et à l'automatique.

Tout document et autre matériel électronique sont interdits.

**Ce sujet comporte:**

- 1 fascicule sujet de 14 pages d'énoncé du problème comprenant 2 parties identifiées, "Partie A", "Partie B".
- 3 chemises intitulées "Dossier Technique", "Dossier Ressources", "Dossier Réponses".

Après avoir complété les en-têtes, le candidat remettra en fin d'épreuve ses copies paginées et ses "document-réponses" regroupés dans deux chemises distinctes :

PARTIE A : Etude de pré-industrialisation.

PARTIE B : Etude d'industrialisation.

# Fascicule sujet

## Sommaire:

	<b>Introduction et présentation de l'étude</b>	<b>page 2</b>
<b>Partie A</b>	<b>Etude de pré-industrialisation</b> Section A1 : Comparaison de la structure générale du moule. Section A2 : Etude technico-économique de deux procédés d'obtention des garnitures. Section A3 : Etude de la garniture. Section A4 : Etude de faisabilité technique d'un nouveau procédé de réalisation des garnitures. Section A5 : Etude des lamelles. Section A6 : Etude du support de garniture (CSP) <i>Ces six sections sont partiellement indépendantes.</i>	<b>pages 4 à 9</b>
<b>Partie B</b>	<b>Etude d'industrialisation</b> Section B1 : Implantation de ligne. Section B2 : Etude de la Phase 10 sur tour vertical. Section B3 : Etude de la Phase 20 sur tour vertical. Section B4 : Etude de solutions de posage. Section B5 : Etude de la Phase 60 sur centre d'usinage. Section B6 : Etude de la liaison fabrication assistée par ordinateur, fraisage. Section B7 : Etude de la phase de contrôle sur machine à mesurer tridimensionnelle. <i>Ces sept sections sont partiellement indépendantes.</i>	<b>pages 10 à 14</b>

Le texte du sujet comporte 14 pages numérotées de 1 à 14.

## Organisation des documents associés au fascicule sujet:

- 1 chemise DOSSIER TECHNIQUE dans laquelle des documents spécifiques au support de l'étude, seront identifiés "DOCUMENT TECHNIQUE DT [repère de la partie si le document est spécifique à une partie][n° du document dans la partie]",
- 1 chemise DOSSIER "RESSOURCES" dans laquelle des documents ressources seront identifiés "DOCUMENT RESSOURCE DRS [repère de la partie si le document est spécifique à une partie][n° du document dans la partie]",
- 1 chemise DOSSIER "REponses" dans laquelle les documents réponses, seront identifiés "DOCUMENT REponse [repère de la partie][n° du document dans la partie]".

# REALISATION DE MOULE CONTENEUR POUR PNEUMATIQUE DE TOURISME

## Présentation de l'étude

La conception des pneumatiques met en œuvre de plus en plus de moyens de calculs pour améliorer la tenue de route aussi bien sur sol sec, que sur sol mouillé ou enneigé. De plus, le filtrage du bruit et des vibrations est un facteur déterminant pour le confort, ainsi, la fabrication d'un pneumatique et de sa sculpture conduit à la mise en place de procédés de fabrication de plus en plus innovants constituant un savoir faire stratégique pour l'entreprise.

En effet, une gamme est produite à hauteur de 1 000 000 de pneumatiques et un moule en permet la réalisation de 40 000.

Il existe deux types de pneumatiques :

- le pneu conventionnel (figure 1) constitué d'au moins quatre couches de nappes textiles qui se développent des flancs au sommet avec retour sur l'autre flanc. Flancs et sommet sont indifférenciés ;
- le pneu radial (figure 2) introduit une spécialisation flancs et sommets. Les flancs sont constitués d'une seule nappe textile. La grande souplesse de ces flancs génère du confort et des économies d'énergie. Le sommet lui est rigide par l'effet de triangulation obtenu en combinant la nappe carcasse avec deux nappes de câbles métalliques. La rigidité du sommet diminue l'usure des pneus et améliore la tenue de route.



Figure 1 : pneu conventionnel



Figure 2 : pneu radial

Aussi, un manufacturier de pneumatiques a fait le choix d'avoir la maîtrise complète du processus de production. A ce titre, il fabrique 80% de ses moules et se positionne comme le numéro un mondial dans ce domaine

C'est pour répondre à des critères d'amélioration de la qualité, de réduction des coûts et à une demande client nécessitant une évolution permanente de sa gamme, qu'il doit mener des études technico-économiques sur, entre autre, les processus d'obtention des moules.

Des études approfondies sont donc nécessaires pour bien maîtriser la réalisation de ces moules ; les points clés de ces études seront abordés de manière simplifiée dans ce sujet.

L'étude porte sur des moules containers (figure 3) destinés à fabriquer des pneumatiques de dimension 195-65-R14. La fabrication des pneumatiques passe par une étape de cuisson qui s'effectue dans des presses équipées des moules qui donnent la forme finale au pneu. La cuisson du pneu est faite de la manière suivante : le pneu « cru » (ressemblant à un pneu lisse, sans sculpture ni écriture sur les flancs) est disposé dans la presse ; au centre, une membrane se gonfle alors que le moule se referme sur le pneu. Sous la pression et la chaleur, les parois du pneu épousent la forme du moule et c'est ainsi que l'on obtient la sculpture du sommet et les écritures sur les flancs. La cuisson (ou vulcanisation) est la dernière étape de fabrication du pneu, avant les contrôles et la livraison.

L'étude portera plus particulièrement sur 2 pièces du moule dédiées à un type de pneumatique : la garniture (Document Technique DT2) qui réalise la sculpture du pneumatique et son support, CSP (Document Technique DT2), assurant la liaison de la garniture avec le reste du moule.

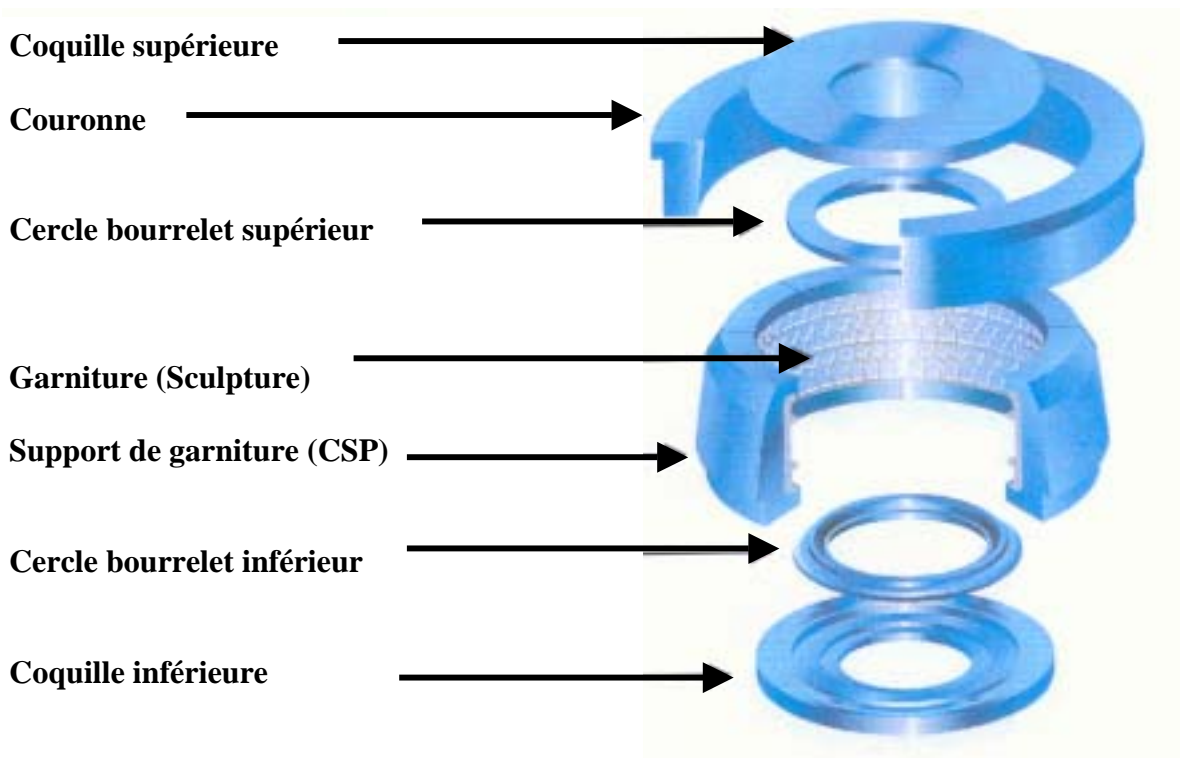


Figure 3 : Moule container

### **Avertissement**

Le candidat est invité à formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires à la résolution des questions posées.

---

## **Partie A : Etude de pré-industrialisation**

---

La réalisation du moule pour obtenir la structure est très importante pour la qualité finale de l’empreinte du pneumatique. Ainsi, dans cette première partie, nous allons nous intéresser à une démarche de pré-industrialisation sur le moule en faisant une comparaison entre deux principes. Ensuite, nous conduirons une analyse technico-économique sur la technique d’obtention de la garniture afin de savoir quelle technique est plus intéressante en fonction du nombre de garnitures à obtenir. En effet, pour obtenir un moule, il faut entre 8 et 10 garnitures.

### **Section A1 : Comparaison de la structure générale du moule**

Les documents techniques DT1 et DTA1 présentent la structure générale du moule « container » et du moule « CSO » et son principe de fonctionnement, les superpositions d’images représentent les différentes étapes de fermeture. Le principe général de fonctionnement est la cuisson du pneumatique et la réalisation de l’empreinte. Il consiste donc en la mise en place du pneumatique, la fermeture, le chauffage, l’ouverture et l’évacuation du pneumatique. La différence des deux techniques réside dans le principe de fermeture. Nous allons donc nous intéresser à cette phase.

#### **Question A1.1**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

A partir des documents DT1 et DTA1, expliquer les différences sur le principe de fonctionnement des deux moules et quels sont les avantages et les inconvénients des deux solutions.

#### **Question A1.2**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Il existe deux types de pneumatiques, ceux conventionnels et ceux radiaux. Les deux principes de fonctionnement des moules sont ils adaptés pour tous les types de pneumatiques ? Les deux principes ont ils la même fonctionnalité par rapport à l’obtention d’une empreinte de pneumatique ?

### **Section A2 : Etude technico-économique de deux procédés d’obtention des garnitures**

Du fait de la nécessité d’obtenir des sculptures de pneumatiques de plus en plus exigeante pour garantir des niveaux de sécurité importants, les techniques de réalisation des garnitures sont de plus en plus sophistiquées. En effet, le nombre de lamelles peut être très important et elles ne sont pas forcément positionnées dans une seule direction (direction de démoulage).

Nous allons donc faire une étude technico économique entre un procédé classique que nous nommerons « EI » et le procédé présenté « PA » (document technique DTA2). Le procédé « EI » est basé sur le moulage d’une garniture aluminium sur une matrice en acier dans laquelle des lamelles sont fixées.

#### **Question A2.1**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Afin de réaliser un pneumatique dont l’empreinte de sculpture est donnée sur le document technique DT2, justifier la démarche de réalisation du moule avec le procédé « PA ».

Nous souhaitons pouvoir comparer les deux techniques d'un point de vue économique. Nous faisons les hypothèses suivantes :

- le moule est constitué de 8 secteurs différents;
- 4 garnitures différentes ;
- 8 lamelles par secteur ;
- 2 modèles de lamelles.

Le coût horaire de travail est fixé à 45€/h. Le développement d'un moule « EI » conduit à un montant de 10805€ et sa duplication 3431€. Le document réponse DRA1 présente l'évolution du coût total d'obtention du procédé « EI » en fonction du nombre de moules.

Les détails de l'obtention du moule de développement et du moule de duplication sont donnés dans les tableaux ci-dessous.

<b>Opérations pour le moule de développement « PA »</b>	<b>Temps unitaire (h)</b>	<b>Nombre</b>	<b>Total temps (h)</b>	<b>Coût en €</b>
Réalisation des lamelles matrices	0,5	2	1	45
Réalisation des matrices + équipement des lamelles matrices	12	4	48	2160
Vérification des matrices	0,5	4	2	90
Réalisation des silastènes	1	25	25	1125
Réalisation des outillages lamelles	9	2	18	810
Emboutissage / Découpe des lamelles	0,5	2	1	45
Équipement silastènes + assemblage + réalisation des plâtres	0,5	8	4	180
Vérification des plâtres	0,5	8	4	180
Étuvage des plâtres	24	1	24	1080
Coulée des éléments	8	1	8	360
Décochage des plâtres	1	1	1	45
Usinage / Finition / vérification	2	8	16	720
Montage	7	1	7	315

<b>Opérations pour le moule de duplication « PA »</b>	<b>Temps unitaire (h)</b>	<b>Nombre</b>	<b>Total temps (h)</b>	<b>Coût en €</b>
Réalisation des outillages lamelles	9	2	18	810
Emboutissage / Découpe des lamelles	0,5	2	1	45
Équipement silastènes + assemblage + réalisation des plâtres	0,5	8	4	180
Vérification des plâtres	0,5	8	4	180
Étuvage des plâtres	24	1	24	1080
Coulée des éléments	8	1	8	360
Décochage des plâtres	1	1	1	45
Usinage / Finition / vérification	2	8	16	720
Montage	7	1	7	315

### **Question A2.2**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Expliquer les différences entre les coûts du moule de développement et du moule de duplication.

### **Question A2.3**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie et sur document réponse DRA1**

Chiffrer le coût de réalisation du premier moule « PA ».

Calculer l'évolution du coût total de réalisation en fonction du nombre de moules. Tracer le résultat obtenu sur le document réponse DRA1.

A partir des résultats obtenus à la question précédente, conclure quant au procédé à préconiser.

## Section A3 : Etude de la garniture

Le document technique DT2 présente une vue d'une garniture. Nous nous intéressons donc au choix du matériau en fonction de critères de résistance, de température et de moulabilité.

### **Question A3.1**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

A partir des données fournies sur le document technique DTA3 et DTA4, on peut constater que le choix du matériau de la garniture peut être déterminé par sa rigidité et par la variation dimensionnelle causée par les gradients de température.

Le matériau devra supporter des flux de chaleur, dus à la mise en température du moule. Pour trouver le bon indice de performance, on considère le cas simple d'un flux de chaleur unidimensionnel à travers un barreau isolé. En régime permanent, la loi de Fourier donne :

$$q = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

avec  $q$ , la chaleur entrant par unité de surface,  $\lambda$ , la conductivité thermique et  $\frac{dT}{dx}$  le gradient de température qui en résulte. Avec  $\alpha$ , le coefficient de dilatation linéaire et  $T_0$ , la température ambiante, écrire la déformation du matériau liée à la température et déterminer, pour une géométrie et un flux de chaleur donnés, les matériaux possibles pour obtenir une distorsion minimale.

### **Question A3.2**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie et sur les documents DTA4, 5 et 6**

En utilisant le ou les diagrammes fournis, donner les résultats de votre recherche. Les documents techniques utilisés pour d'éventuelles constructions sont à insérer dans la copie.

### **Question A3.3**

#### **Travail à réaliser sur document réponse DRA2**

A partir des données fournies sur le document technique DTA2, dessiner à main levée le moule de coulée basse pression pour obtenir la cloche en aluminium et préciser les différents éléments constitutifs par des légendes. Vous ferez toutes les remarques et commentaires nécessaires à la bonne compréhension.

## Section A4 : Etude de faisabilité technique d'un nouveau procédé de réalisation des garnitures

On envisage à présent de réaliser les garnitures par usinage direct dans la masse. Le document technique DTA7 présente la pièce à obtenir ainsi que les hypothèses de travail. La pièce étudiée pour cette question est une garniture  $36^\circ$ , c'est à dire qu'il faut 10 éléments de ce type pour constituer une couronne complète (il existe également des garnitures  $45^\circ$ ). La machine envisagée pour cette réalisation est un centre d'usinage 5 axes dont les caractéristiques sont présentées sur le document technique DTA8. Les programmes commande numérique seront générés à partir d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur. On fait l'hypothèse que le brut initial est un parallélépipède de dimensions  $220 * 220 * 65$  mm mis et maintenu en position directement sur la table de la machine. On ne s'intéresse qu'à la phase de réalisation des parties moulantes (sculpture) de la garniture. Les phases de découpe et d'usinage des surfaces de mise et de maintien en position avec le support sont réalisées par la suite et leur réalisation est déjà mise au point.

**Question A4.1****Travail à réaliser sur document réponse DRA3**

On souhaite réaliser la pièce en usinage 5 axes positionné (positionnement A et/ou C), la direction de l'axe outil restant constante durant l'usinage.

- Montrer en s'appuyant sur les données du document technique DTA7, quels types de positionnements plateau doivent être réalisés pour pouvoir conduire l'usinage complet de la garniture. On prendra soin, pour traiter cette question, de positionner la pièce dans l'espace de travail de la machine.

- Montrer, qu'il est nécessaire d'opérer, au niveau du logiciel de FAO, un découpage par « zone » de cette pièce (chaque zone représentant un positionnement plateau et nécessitant la génération d'un mode opératoire FAO). Représenter schématiquement un « découpage » possible.

On s'attache à la réalisation du pied d'un cordon, courbe de liaison entre le cordon et le sommet. La forme obtenue influant directement sur l'aspect visuel du pneumatique, on souhaite obtenir une arête de raccordement vive. On s'intéresse donc à l'opération de finition du pied d'un cordon et on suppose que la finition de toutes les autres surfaces a déjà été réalisée. Pour simplifier l'étude, on raisonnera sur la réalisation par balayage suivant la direction  $\vec{D}$  du cordon radial représenté sur le document réponse DRA4 (vue correspondant à la section B-B du document technique DTA7). On souhaite à tout moment conserver une surépaisseur de matière positive ou nulle au niveau des surfaces représentées sur ce document.

On dispose d'une fraise à fond plat de diamètre 2 mm. Les problèmes de coupe de la fraise sur ce type de géométrie sont négligés.

**Question A4.2****Travail à réaliser sur document réponse DRA4**

- Représenter, sur le document réponse DRA4 la forme obtenue au niveau du pied de cordon. Par souci de clarté, on ne tiendra pas compte, dans la représentation, du rapport d'échelle Cordon/Outil.

- Représenter l'allure du pneumatique dans cette zone.

**Question A4.3****Travail à réaliser sur feuille de copie**

Quantifier la différence de profondeur (selon l'axe  $\vec{Z}$  du document réponse DRA4) entre l'arête obtenue et l'arête théorique du pied de cordon.

**Question A4.4****Travail à réaliser sur feuille de copie**

On souhaite envisager la réalisation de la pièce en usinage 5 axes continu.

On raisonnera, pour simplifier l'étude, sur l'usinage finition du sommet à l'aide d'une fraise hémisphérique et on choisira une orientation d'outil normale à la surface.

Montrer que la limitation de débattement de l'axe A ( $A + 20^\circ$ ) de la machine peut, si elle n'est pas gérée par le post-processeur associé au système de F.A.O., entraîner un problème de parcours d'outil.

Quelle peut être la conséquence au niveau de la surface usinée ?

Proposer une solution à ce problème au niveau de la mise en position de la pièce sur la machine.



## Section A5 : Etude des lamelles

Les lamelles ont une épaisseur de 0,6mm, elles sont embouties et découpées dans un feuillard en acier extra doux de 40 mm de largeur. La qualité de l'acier est suivant la norme NF A 37-501 : F14 avec un aspect de surface S1. Nous nous intéressons dans cette section à justifier la qualité du matériau et à la ligne d'emboutissage et de découpe.

### Question A5.1

#### Travail à réaliser sur feuille de copie

A partir du schéma d'une lamelle (figure 4), réaliser un croquis de la ligne de découpe emboutissage et de l'outil de découpe. Préciser les différents éléments constitutifs par des légendes. On suppose que les plis aux extrémités de la lamelle sont parallèles. Vous ferez toutes les remarques et commentaires nécessaires à la bonne compréhension.

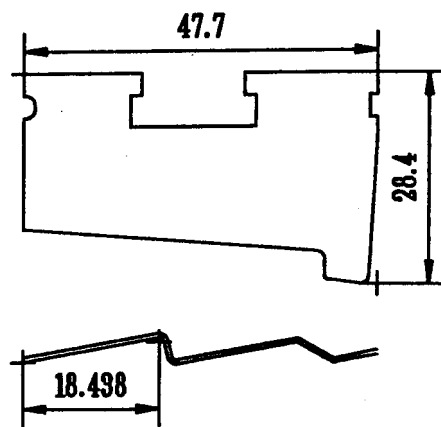


Figure 4 : schéma d'une lamelle

## Section A6 : Etude du support de garniture (CSP)

On cherche à présent à mener une étude d'optimisation de fabrication des supports de garnitures en vue de minimiser les coûts de réalisation.

A cet effet, on souhaite conduire une étude critique sur la réalisation d'une nouvelle génération de supports (génération 3 du document technique DTA9).

### Question A6.1

#### Travail à réaliser sur feuille de copie

Calculer le nombre de couronnes nécessaire à l'obtention de 8 secteurs en analysant le dessin de définition DT3 et le processus de fabrication détaillé DT5 à DT10 (établir un schéma explicatif).

### Question A6.2

#### Travail à réaliser sur feuille de copie

A partir des documents techniques DTA9 et DTA11, effectuer une analyse critique (avantages et inconvénients) des 3 générations de support de garniture. Les critères à prendre en compte seront :

le nombre de pièces constituant le support,

le nombre de couronnes brutes nécessaires à la réalisation d'un moule (8 secteurs),

les coûts matière et usinage,

la reprise des surfaces portantes.

En déduire l'intérêt de la mise en œuvre de la génération 3 des supports de garniture.

**Question A6.3****Travail à réaliser sur feuille de copie**

Préciser la fonction du jonc (document technique DTA10) et donner les traitements thermiques nécessaires à la fonction à remplir.

**Question A6.4****Travail à réaliser sur feuille de copie**

Présenter les évolutions, par rapport au support génération 2 (document technique DT4), au niveau de la gamme de fabrication.

---

## **Partie B : Etude d'industrialisation du support de garniture (CSP)**

---

La conception des Moules Conteneur pour pneumatiques et en particulier le support de garnitures arrivent à la 3ème Génération (voir document technique DTA9).

Au cours de cette étude d'industrialisation, nous allons nous intéresser au support de garnitures de la 2ème Génération (voir documents techniques DT3 et DTA11).

L'usinage est réalisé sur une ligne flexible (document technique DT4) équipée d'un Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160 (2 axes) palettisé (document technique DTB6) et d'un Centre d'Usinage Vertical/Horizontal PARPAS SL90 palettisé (document technique DTB7) ainsi que d'un Centre d'Usinage Horizontal ERNAULT TOYODA FH55 (4 axes).

La ligne possède 4 palettes circulaires avec rainures rayonnantes et le transfert est assuré par chariot filoguidé.

Le brut est obtenu par moulage au sable d'une couronne en FGS 400-15.

La fabrication est du type « petite série renouvelable » par lots de 2 à 3 couronnes.

Afin de faciliter la lecture des documents de fabrication, les surfaces usinées sont repérées sur le document technique DTB1.

### **Section B1 : Implantation de ligne**

#### **Question B1.1**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Après avoir analysé les documents techniques DTB2 et DT4 définir en quoi la ligne est flexible ?

### **Section B2 : Etude de la Phase 10 sur Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160 (voir document technique DT5)**

#### **Question B2.1**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Expliquer la justification des axes X+ et X- au sens de l'usinage et quelle sera l'incidence sur la programmation.

#### **Question B2.2**

#### **Travail à réaliser sur document réponse DRB1 (4 exemplaires)**

Définir complètement le mode opératoire de l'usinage :

- EBAUCHE du profil intérieur repères **6, 7 et 8**,
- FINITION rayon intérieur repère **9**.

En indiquant pour chaque opération :

1. Le numéro et la désignation de l'opération,
2. la représentation de la silhouette des outils utilisés montés sur le porte-outil,
3. les angles caractéristiques de l'outil dans le plan  $P_r$ ,
4. la représentation de la trajectoire ou du cycle de l'outil,
5. les angles caractéristiques de la trajectoire ou du cycle de l'outil si nécessaire.

## Section B3 : Etude de la Phase 20 sur Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160 (voir document technique DT6)

### Question B3.1

#### Travail à réaliser sur feuille de copie

On s'intéresse plus particulièrement aux opérations réalisées avec l'outil **T44** :

- **Opération 10** - FINITION de la face supérieure repère **2**
- **Opération 11** - ½ FINITION du dos repère **8**
- **Opération 12** - FINITION du dos repère **8** et du chanfrein repère **12**

La *trajectoire* et les *caractéristiques de cet outil* sont définis sur le document technique DTB3.

On souhaite réaliser l'ensemble de ces opérations sans changer d'arête pour l'usinage d'une pièce.

Proposer un critère et un modèle permettant de définir les conditions de coupe de cet outil.

Préciser les données nécessaires et établir sans faire de calculs la démarche conduisant au résultat recherché.

## Section B4 : Etude de solutions de posage

### Question B4.1

#### Travail à réaliser sur feuille de copie

En s'appuyant sur le dessin de définition (document technique DT3), sur la gamme de fabrication (document technique DT4), sur le processus de fabrication détaillé (document technique DT5 à DT10), et une relation étroite Bureau d'Etudes / Bureau des Méthodes, proposer des solutions de posage permettant :

- 1 - la découpe du support de garniture en secteurs,
- 2 - la finition des faces portantes de ces secteurs.

Justifier vos choix et vos décisions sous forme de croquis commentés, en précisant la mise en position et le maintien en position de la pièce.

## Section B5 : Etude de la Phase 60 sur Centre d'Usinage ERNAULT TOYODA FH55 (voir document technique DT10)

### Question B5.1

#### Travail à réaliser sur feuille de copie

La **Phase 60** consiste à reprendre chaque secteur sur un *montage d'usinage spécifique* pour *finir les faces portantes* après assemblage des **joncs A** et **B** (voir document technique DT10).

Réaliser sous forme d'un ou plusieurs croquis (2D ou 3D) un principe de solution de ce montage d'usinage spécifique en prenant en compte le cahier des charges suivant :

- Le montage d'usinage devra s'adapter à une palette de 550mm x 550mm du Centre d'Usinage Horizontal ERNAULT TOYODA FH55.
- Le montage devra permettre l'usinage de tout type de secteurs (de générations, de morphologies et de dimensions différentes).
- Le document technique DTB4 représente les dimensions limites des différents types de secteurs à usiner.

- Les appuis devront être interchangeables et devront s'adapter aux morphologies des secteurs.
- La mise en place des appuis devra être précise, rapide et facile.
- Le système de serrage sera du type mécanique et devra s'adapter aux morphologies des secteurs mais aussi devra limiter le matage au niveau des zones fonctionnelles.
- Le système de serrage devra permettre également une extraction facile et rapide de la pièce.
- La mise en position et le maintien en position de la pièce pour la phase d'usinage considérée sont précisés sur le document technique DT10.
- Les secteurs étant relativement lourds, il sera nécessaire de prévoir un pré-positionnement facilitant la mise en place de la pièce par l'opérateur.
- La face inférieure du secteur à usiner sera située à une distance de 150 mm de face d'appui de la palette pour assurer le passage de la broche.
- L'accessibilité de l'outil lors de l'usinage devra être assuré pour tout type de secteurs.

Remarques :

- 1) La mise en position proposée sur le document technique DT10 est incomplète, il faudra tenir compte de la proposition de solution de la question précédente.
- 2) La mise en position et le maintien en position du porte-pièce sur la palette ne seront pas à étudier.

**Section B6 : Etude de la liaison Fabrication Assistée par Ordinateur, fraisage sur centre Parpas SL90**

L'industriel désire générer ses programmes commande numérique à partir d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur. Il doit donc imposer quelques spécifications de développement caractéristiques au niveau du post-processeur (programme informatique générant le fichier CN à partir du fichier source du logiciel FAO). Il souhaite en outre, pouvoir programmer des déplacements (hors matière) en un temps minimum. Le document réponse DRB2 présente la pièce (volontairement simplifiée) dans l'espace de travail de la machine ainsi que l'ensemble des notations et hypothèses retenues.

**Question B6.1**

**Travail à réaliser sur document réponse DRB2**

Mettre en place sur la figure du document réponse DRB2 la définition normalisée (Norme NF ISO 841) des axes numérisés de la machine (priorité à la broche verticale).

*Hypothèse de travail : broche en position verticale, usinages réalisés sur la surface 1.*

**Question B6.2**

**Travail à réaliser sur feuille de copie**

Montrer, en s'appuyant sur la documentation technique de la machine, que la contrainte « minimisation du temps de réalisation » nécessite de privilégier, lors du positionnement outil/surface à usiner, l'utilisation de la rotation plateau plutôt que des déplacements linéaires. En déduire dans quel système de coordonnées le post-processeur doit-il générer ses trajectoires et comment cela se traduira au niveau des blocs ISO générés.

On supposera, pour simplifier les calculs, que l'on usine des trous de manutention (M12) positionnés sur un diamètre Ø650mm et que la pièce est supposée centrée sur l'axe plateau.

Dans un premier temps, l'industriel choisit de ne pas se contraindre à centrer la pièce sur l'axe de rotation du plateau de la machine. Il ne souhaite pas non plus utiliser les options de transformation de système de coordonnées fournies par les armoires de commande numérique. On suppose que la position du point  $O_{pr}$  par rapport au point  $OM$  (point d'origine mesure de la machine) est connue et déclarée dans l'armoire CN. Le programmeur FAO met en place un repère de programmation  $R_{pr}$  sur la pièce, tel que le point d'origine  $O_{pr}$  se situe à l'intersection de l'axe de révolution de la pièce et de sa surface supérieure.

#### **Question B6.3**

#### **Travail à réaliser sur document réponse DRB2**

Mettre en place ce repère sur la figure du document réponse DRB2.

#### **Question B6.4**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

- Démontrer, par un raisonnement géométrique ou vectoriel, que si le post-processeur génère les coordonnées du programme ISO dans le repère  $R_{pr}$  les points programmés ne correspondront pas aux points à atteindre.
- Quel vecteur de la chaîne vectorielle caractéristique de la situation d'usinage doit-on intégrer au niveau du post-processeur pour remédier à ce problème ?

Dans un second temps, l'industriel envisage de centrer la pièce sur le plateau.

#### **Question B6.5**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Préciser les avantages et inconvénients de cette méthode :

1. Au niveau du réglage du post-processeur,
2. Au niveau de la mise en œuvre sur la machine outil.

*Hypothèse de travail : broche en position horizontale, usinages réalisés sur la surface 3.*

#### **Question B6.6**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Une fois l'instruction de rotation de broche donnée, le post-processeur doit renseigner (au niveau du programme ISO) deux fonctions spécifiques à l'armoire de commande numérique présentées sur le document technique DTB5.

- Préciser, en les justifiant, l'argument et le signe affectés à la fonction G16.
- Préciser, en le justifiant, le choix du plan en interpolation circulaire et correction de rayon.

#### **Question B6.7**


#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Pour chaque position de point courant  $P$  programmée, le système de F.A.O. génère des demandes de déplacement, exprimées dans le repère  $R_{pr}$ , au point de coordonnées  $X_{P_{pr}}, Y_{P_{pr}}, Z_{P_{pr}}$  et renseigne également sur les cosinus directeurs de l'axe de l'outil au point considéré :  $N_{P_{pr}x}, N_{P_{pr}y}, N_{P_{pr}z}$ . On demande de calculer, en fonction de certaines des informations précédentes et en tenant compte de la position de la broche, l'angle  $C$  à programmer (que devra donc calculer le post-processeur) pour conduire l'usinage.

## Section B7 : Etude de la phase de contrôle sur machine à mesurer tridimensionnelle


On s'intéresse à la mise en œuvre sur machine à mesurer tridimensionnelle des spécifications liées aux fonctions techniques :

- mettre en position le jonc : 

	0.04	A	H
---	------	---	---


 (1)
- maintenir en position le jonc : 3 \* Ø7 H11

et 

	Ø 0,5	A	B	D
---	-------	---	---	---

 (2)

3 \* Ø7 H11

	Ø 0,5	A	B	C
---	-------	---	---	---

*Pour les croquis, on utilisera, si nécessaire, la planche de silhouettes fournie en document ressource DRSB2.*

### **Question B7.1**

#### **Travail à réaliser sur documents réponses DRB3 et DRB4**

Effectuer l'interprétation des spécifications (1) et (2) sur les documents réponse DRB3 et DRB4.

De façon à réduire les coûts de ce poste, on souhaite réaliser (entre autre) les 3 contrôles précédents en un posage. La machine est dotée d'un logiciel de traitement possédant toutes les fonctions classiques de palpage, de construction et de calcul ; elle intègre également les transformations géométriques de repère.

### **Question B7.2**

#### **Travail à réaliser sur document réponse DRB5**

Après avoir mené une étude d'accessibilité aux différentes surfaces à palper, définir, sur le document réponse DRB5, sous forme d'un schéma, la mise en position de la pièce sur la machine et le maintien en position (si nécessaire).

### **Question B7.3**

#### **Travail à réaliser sur feuille de copie**

Proposer un repère de dégauchissage à réaliser par palpage sur les éléments du montage de contrôle afin de permettre une mesure répétitive et des constructions d'éléments théoriques simplifiées.

### **Question B7.4**

#### **Travail à réaliser sur documents réponses DRB6, DRB7, DRB8, DRB9**

- Proposer une gamme de mesurage pour chacune des spécifications (1) et (2) (sur document réponse DRB8 et DRB9). On prendra soin de repérer les éléments palpés, de représenter et de repérer les éléments construits (documents réponses DRB6, DRB7).

Pour la spécification (1), on se limitera à un trou Ø7 H11.

- Définir le nombre de palpeurs utilisés et pour chacun son orientation et sa configuration (sur document réponse DRB5).

Hypothèse : En ce qui concerne la spécification de tolérance de surface de forme quelconque, on ne s'attachera pas au contrôle de l'entité définie par 

R3.5
------

 (côte outil).

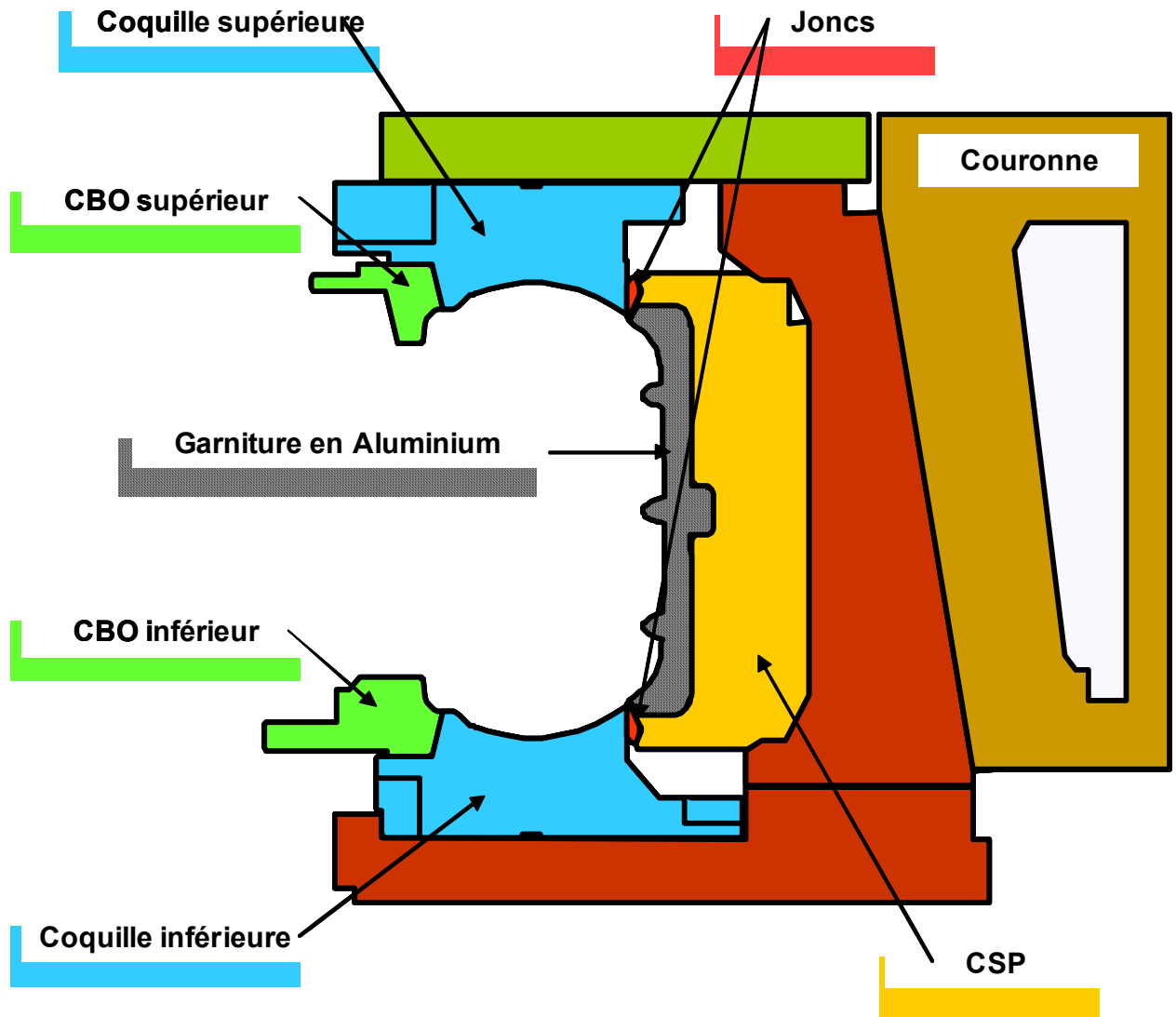
# DOSSIER TECHNIQUE

## 28 DOCUMENTS

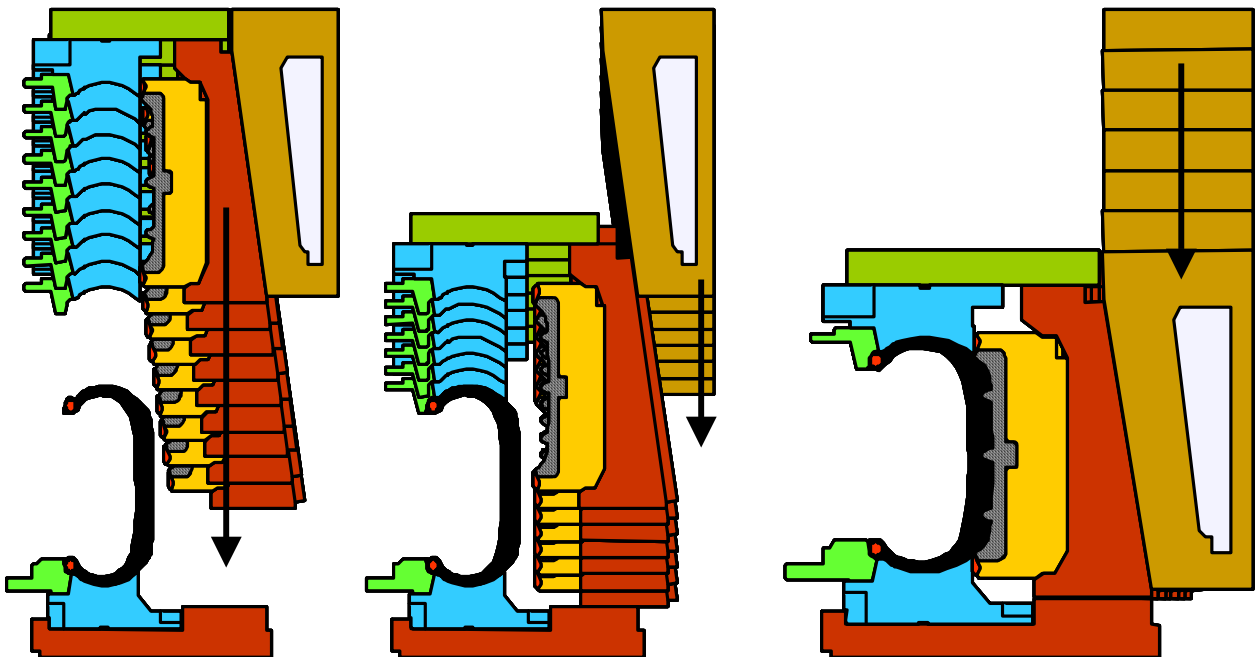
REPERE DU DOCUMENT	CONTENU	PARTIE CONCERNEE
<i>DT1</i>	<i>Description du moule container</i>	<i>A, B</i>
<i>DT2</i>	<i>Description de la garniture et du CSP</i>	<i>A, B</i>
<i>DT3</i>	<i>Support de garniture génération 2, dessin de définition</i>	<i>A, B</i>
<i>DT4</i>	<i>Gamme de fabrication du support sur ligne flexible</i>	<i>A, B</i>
<i>DT5</i>	<i>Contrat de phase n°10</i>	<i>A, B</i>
<i>DT6</i>	<i>Contrat de phase n°20</i>	<i>A, B</i>
<i>DT7</i>	<i>Contrat de phase n°30</i>	<i>A, B</i>
<i>DT8</i>	<i>Contrat de phase n°40</i>	<i>A, B</i>
<i>DT9</i>	<i>Contrat de phase n°50</i>	<i>A, B</i>
<i>DT10</i>	<i>Contrat de phase n°60</i>	<i>A, B</i>
<i>DTA1</i>	<i>Description du moule CSO</i>	<i>A</i>
<i>DTA2</i>	<i>Obtention des garnitures par le procédé Plâtre Aluminium</i>	<i>A</i>
<i>DTA3</i>	<i>Montage des garnitures PA dans leur support</i>	<i>A</i>
<i>DTA4</i>	<i>Graphique dilatation-conductivité</i>	<i>A</i>
<i>DTA5</i>	<i>Graphique résistance-température</i>	<i>A</i>
<i>DTA6</i>	<i>Graphique résistance-coût relatif</i>	<i>A</i>
<i>DTA7</i>	<i>Garniture 36°</i>	<i>A</i>
<i>DTA8</i>	<i>Fiche technique Huron KX15</i>	<i>A</i>
<i>DTA9</i>	<i>Support de garniture, générations 1, 2,3</i>	<i>A</i>
<i>DTA10</i>	<i>Dessin de définition du jonc</i>	<i>A</i>
<i>DTA11</i>	<i>Support de garniture, profil génération 2 et 3</i>	<i>A</i>
<i>DTB1</i>	<i>Repérage des surfaces du support de garniture</i>	<i>B</i>
<i>DTB2</i>	<i>Processus d'usinage du support dans atelier non palettisé</i>	<i>B</i>
<i>DTB3</i>	<i>Trajectoire et caractéristique d'un outil pour phase 20</i>	<i>B</i>
<i>DTB4</i>	<i>Morphologie et dimensions des secteurs</i>	<i>B</i>
<i>DTB5</i>	<i>Fonctions de programmation commande numérique</i>	<i>B</i>
<i>DTB6</i>	<i>Fiche technique tour Berthiez TFM160</i>	<i>B</i>
<i>DTB7</i>	<i>Fiche technique centre d'usinage Parpas SL90</i>	<i>B</i>



# Eléments constitutifs du moule conteneur



## Principe de fonctionnement

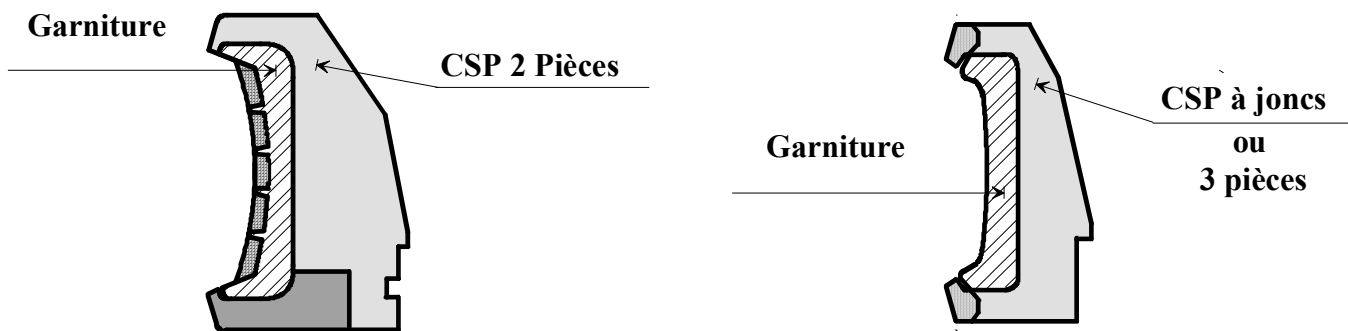


## Garniture (1 élément injecté, découpé)

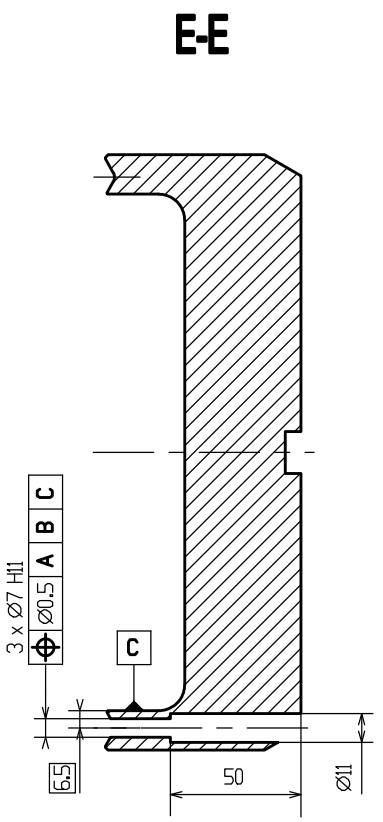
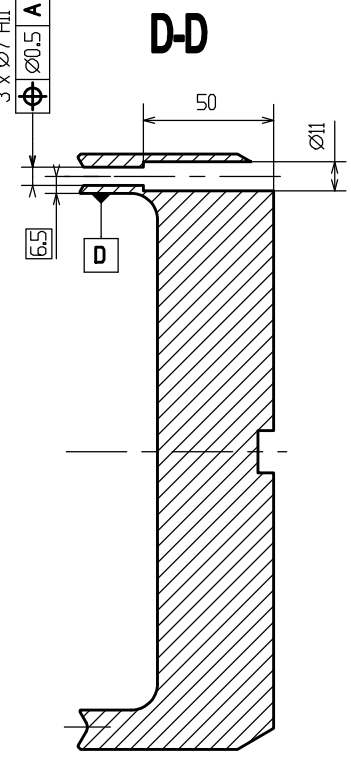
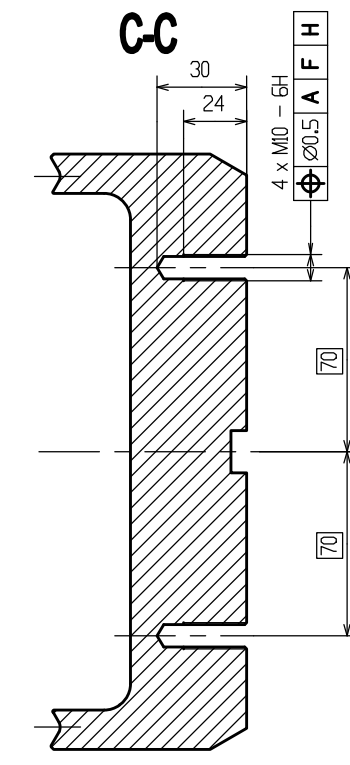
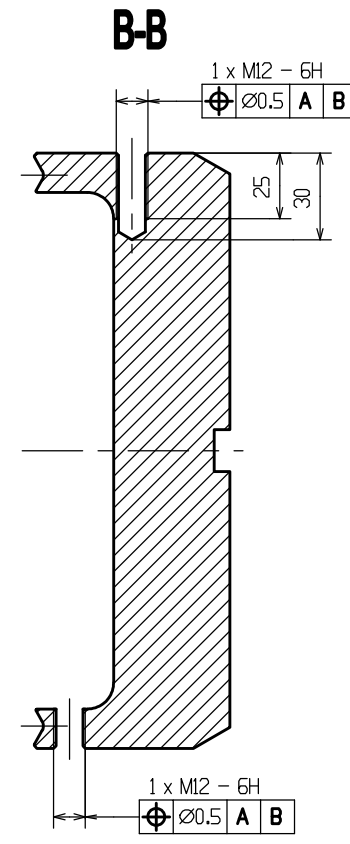
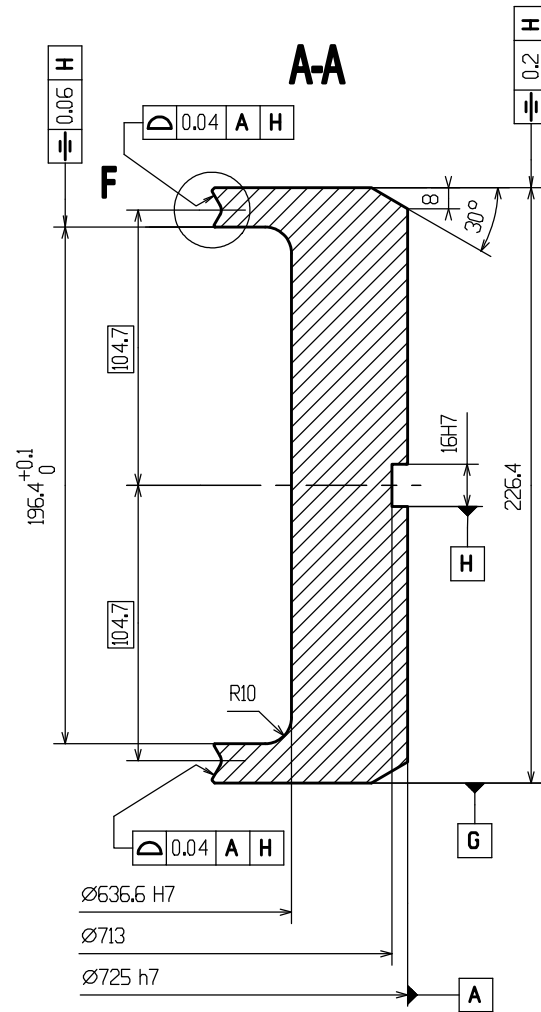
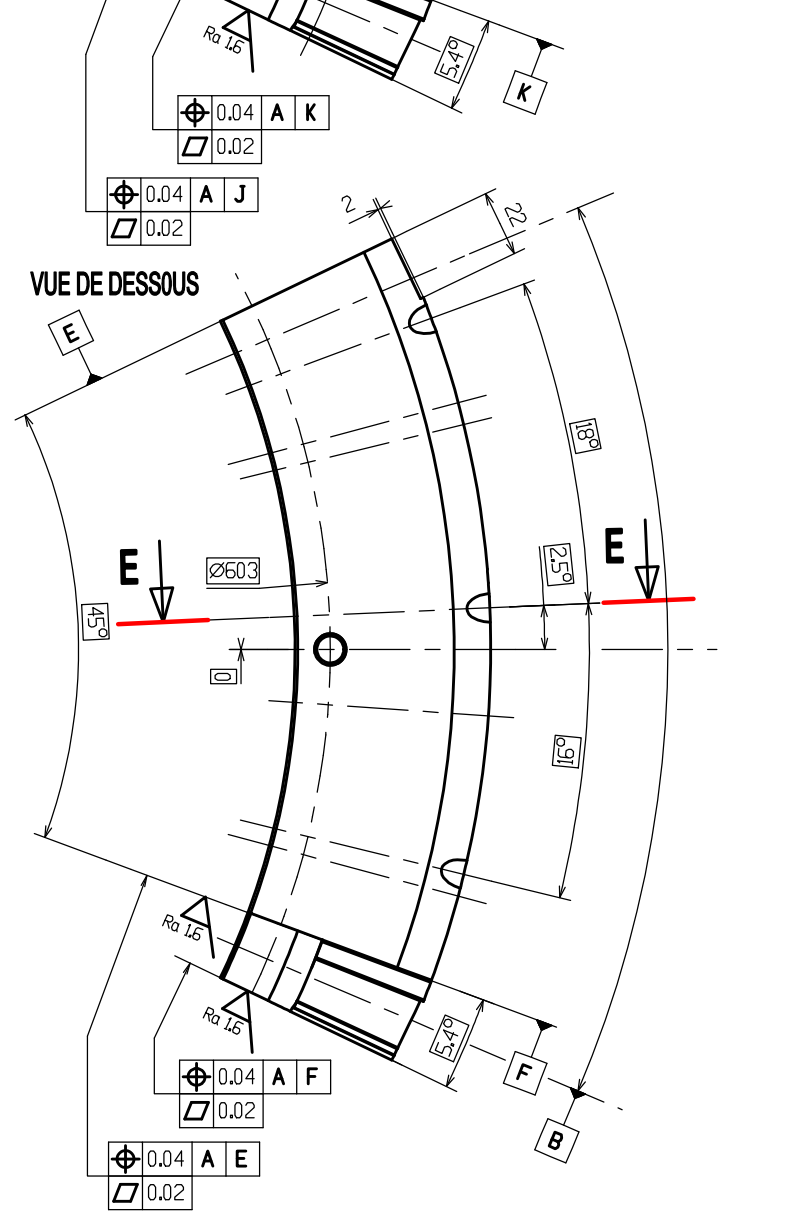
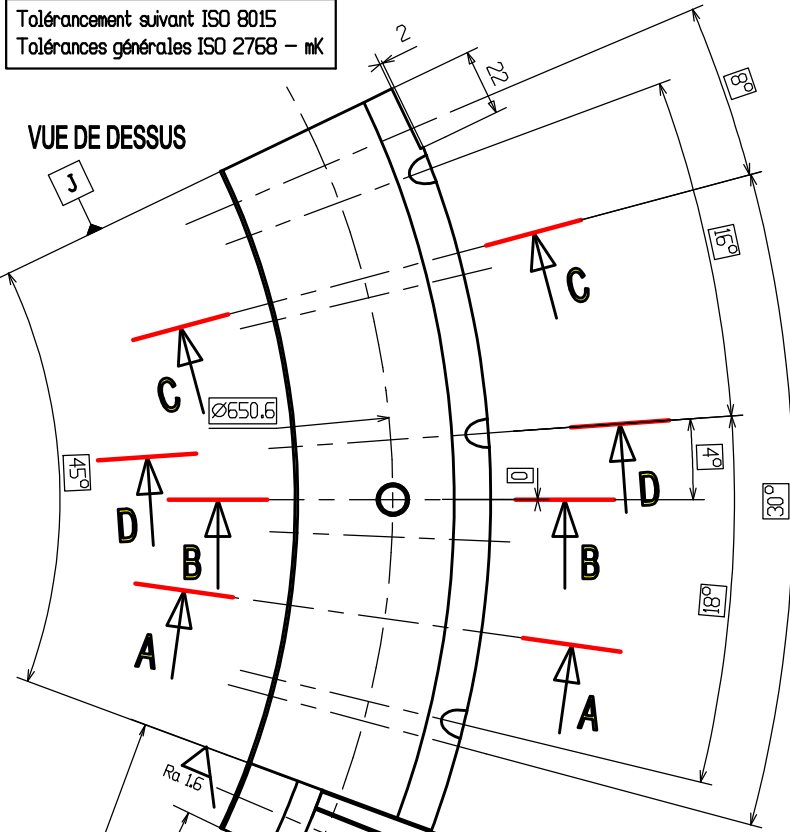


## Différents types de CSP

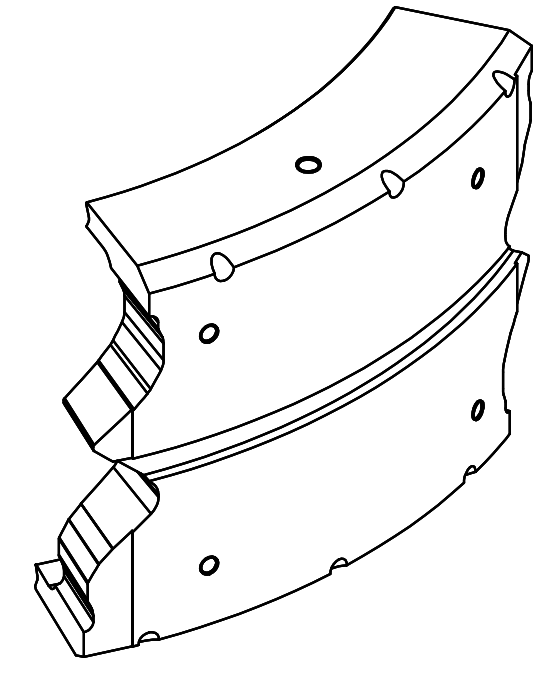
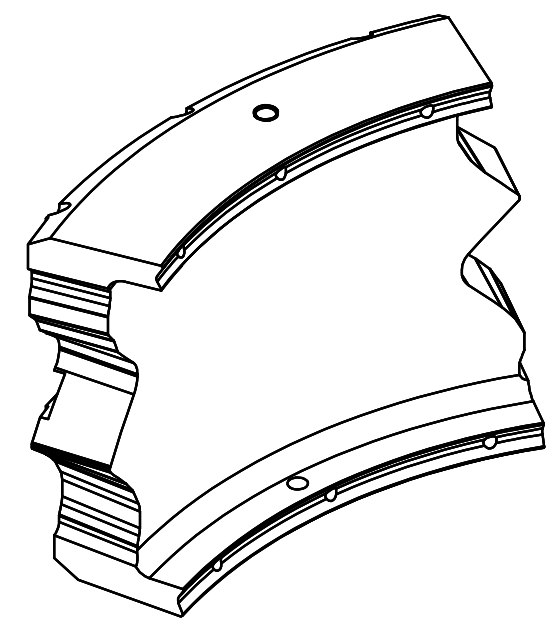
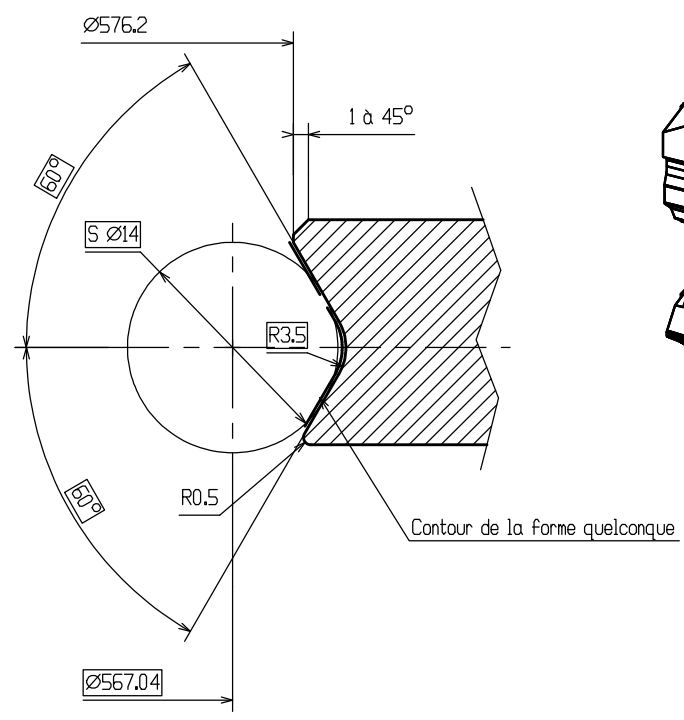
2 types de montage des éléments de structures selon la nature des CSP :



Tolérancement suivant ISO 8015  
Tolérances générales ISO 2768 - mK



F Echelle 2:1



725 h7	0 -0.08
636.6 H7	+0.08 0
16 H7	+0.018 0
7 H11	+0.09 0

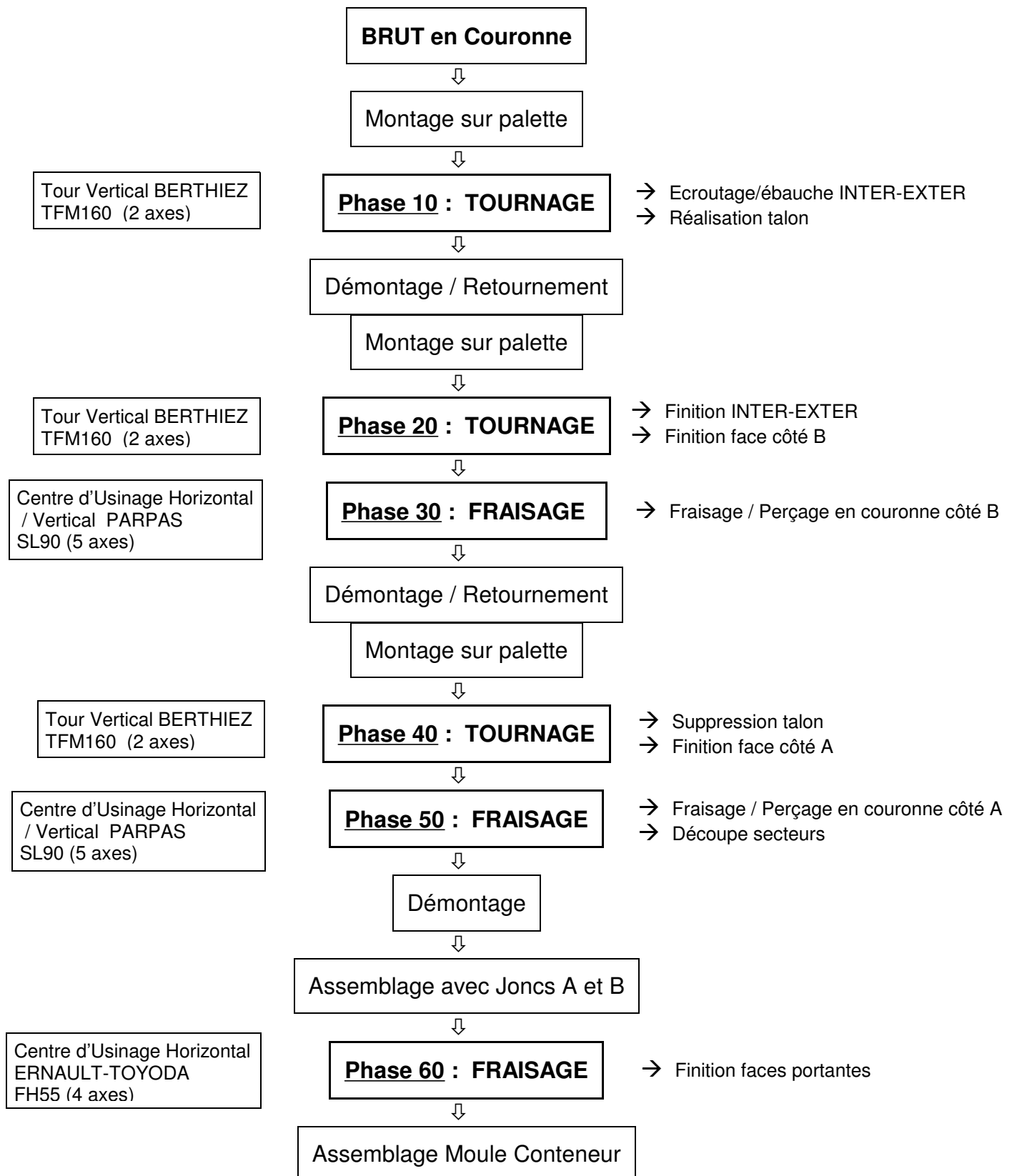
**SPECIFICATIONS**

- Fonte EN-GJS-400-15 (NF EN 1560)  
FGS-400-15 (NF A 32-201)
- Rugosité Générale : Ra 3.2 sauf indications
- Chanfreins non cotés : 0.5 à 45°

1	1	SUPPORT DE GARNITURE	FGS 400-15	Y20	
Rep	Nb	Désignation	Matériau	Observation	Référence
		<b>MOULE CONTENEUR (Génération 2)</b>			
		<b>SUPPORT DE GARNITURE</b>			
		DOCUMENT TECHNIQUE DT3			
Le	N°				

# GAMME DE FABRICATION

## SUPPORT DE GARNITURE SUR LIGNE FLEXIBLE

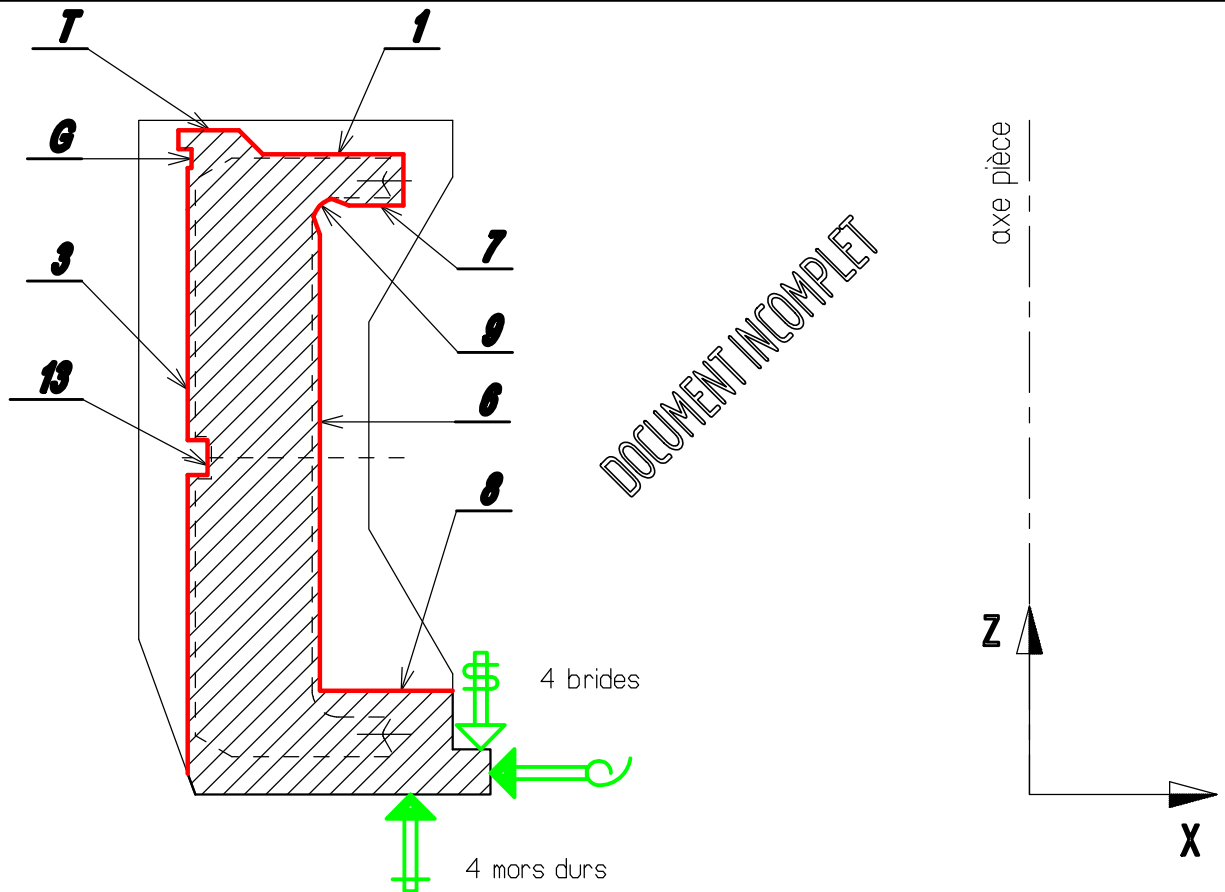


CONTRAT DE PHASE PHASE N° 10	Ensemble: MOULE CONTENEUR	Date: DDMT
	Pièce: SUPPORT DE GARNITURE	BUREAU DES METHODES
	Matière: FGS 400-15 Y20	
NOM:	Programme:	

Désignation: *TOURNAGE*

Machine-Outil: *Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160 (2 axes)*

Porte-Pièce : *Montage sur palette avec mors et brides*



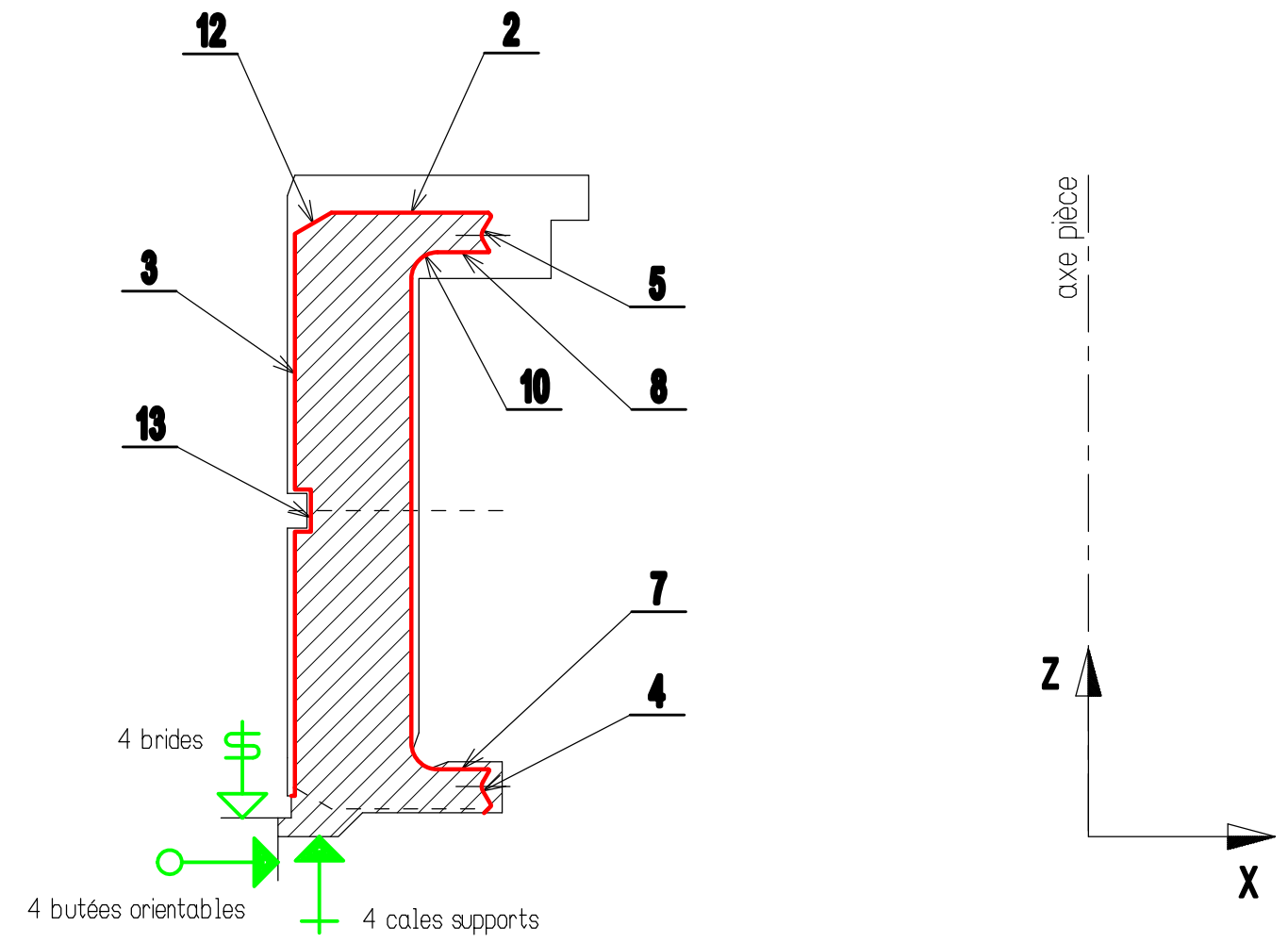
DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
<i>Opération 1 : ECROUTAGE et EBAUCHE face supérieure 1 et talon T</i>	<i>Outil T61 : PSSN R SNMM (rayon 1.2)</i>	X+				
<i>Opération 2 : ECROUTAGE et EBAUCHE dos 3</i>	<i>Outil T61</i>	X+				
<i>Opération 3 : USINAGE gorge de bridage 6</i>	<i>Outil T43 : Outil à gorge (largeur 6)</i>	X+				
<i>Opération 4 : EBAUCHE rainure circulaire exter. 13</i>	<i>Outil T43</i>	X+				
<i>EBAUCHE profil intérieur 6-7-8</i> <i>FINITION rayon inter. supérieur 9</i>						
<i>Opération _ : 1/2 FINITION face supérieure 1 FINITION face talon T</i>	<i>Outil T45 : PTJN L TNMM (rayon 1.2)</i>	X-				
<b>DOCUMENT TECHNIQUE DT5</b>						

CONTRAT DE PHASE PHASE N° 20	Ensemble: MOULE CONTENEUR	Date: DDMT
	Pièce: SUPPORT DE GARNITURE	BUREAU DES METHODES
	Matière: FGS 400-15 Y20	
NOM:	Programme:	1 1

Désignation: *TOURNAGE*  
 Machine-Outil: *Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160 (2 axes)*  
 Porte-Pièce: *Montage sur palette avec cales, butées et brides*

DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
<i>Opération 1 : ECROUTAGE et EBAUCHE face supérieure 2</i>	<i>Outil T61 : PSSN R SNMM (rayon 1.2)</i>	X-				
<i>Opération 2 : ECROUTAGE et EBAUCHE diam. emboitage supérieur 5</i>	<i>Outil T61</i>	X+				
<i>Opération 3 : EBAUCHE dos 6 et chanfrein 12</i>	<i>Outil T67 : PCLN R CNMM (rayon 1.2)</i>	X+				
<i>Opération 4 : EBAUCHE profil inter. inférieur 8</i>	<i>Outil T72 : Outil spécial (rayon 3)</i>	X-				
<i>Opération 5 : FINITION rayon inter. inférieur 10</i>	<i>Outil T72</i>	X-				
<i>Opération 6 : 1/2 FINITION profil inter. supérieur 8 et profil emboitage supérieur 5</i>	<i>Outil T72</i>	X-				
<i>Opération 7 : FINITION profil inter. supérieur 8 et profil emboitage supérieur 5</i>	<i>Outil T72</i>	X-				
<i>Opération 8 : 1/2 FINITION profil inter. inférieur 7 et profil emboitage inférieur 4</i>	<i>Outil T75 : Outil spécial (rayon 3)</i>	X-				
<i>Opération 9 : FINITION profil inter. inférieur 7 et profil emboitage inférieur 4</i>	<i>Outil T75</i>	X-				
<i>Opération 10 : FINITION face supérieure 2</i>	<i>Outil T44 : PCLN L CNMG (rayon 1.2)</i>	X+		0.2	1.5	
<i>Opération 11 : 1/2 FINITION dos 3</i>	<i>Outil T44</i>	X+		0.2	1.5	
<i>Opération 12 : FINITION dos 3 et chanfrein 12</i>	<i>Outil T44</i>	X+		0.2	1.5	
<i>Opération 13 : FINITION face supérieure et fond rainure exter. 13</i>	<i>Outil T65 : PDJN L DNMG (rayon 0.8)</i>	X+				
<i>Opération 14 : 1/2 FINITION face inférieure rainure exter. 13</i>	<i>Outil T66 : PDJN R DNMG (rayon 0.8)</i>	X+				
<i>Opération 15 : FINITION face inférieure rainure exter. 13</i>	<i>Outil T66 : PDJN R DNMG (rayon 0.8)</i>	X+				

DOCUMENT INCOMPLET



CONTRAT DE PHASE  
PHASE N° 30

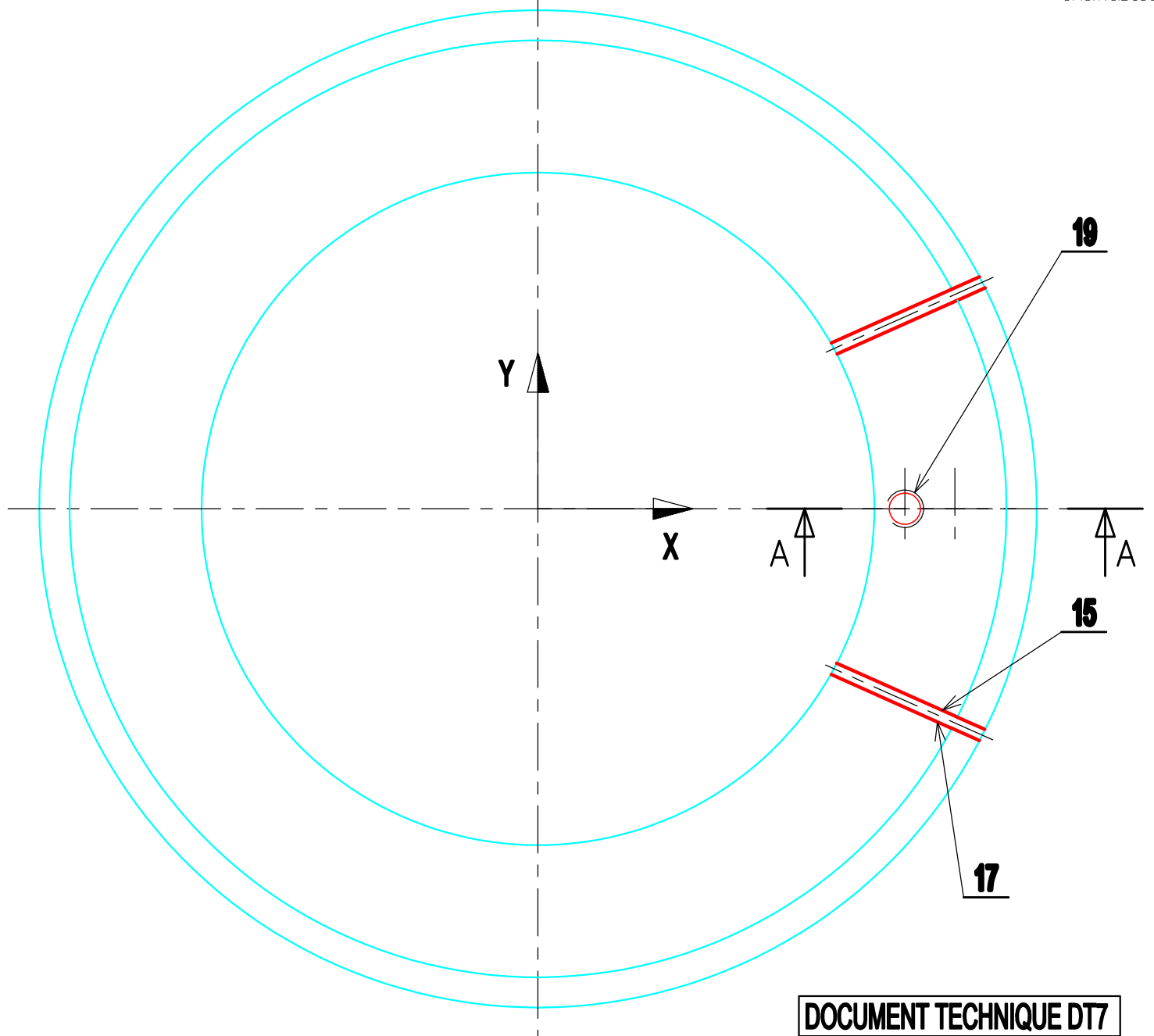
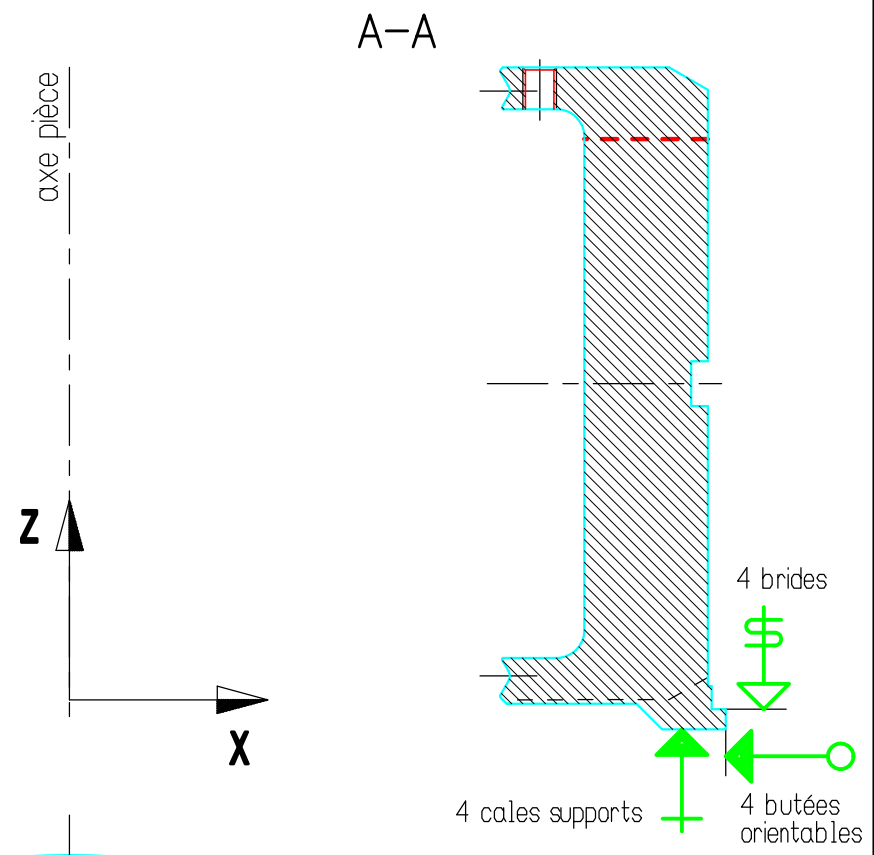
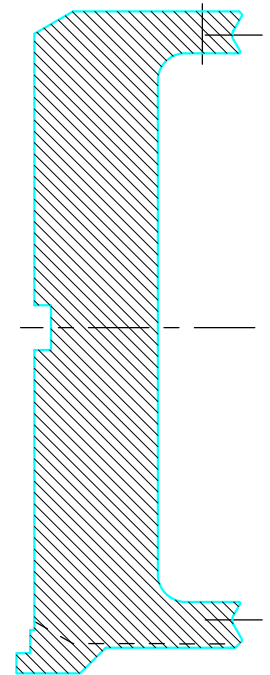
Ensemble: MOULE CONTENEUR	Date: DDMT
Pièce: SUPPORT DE GARNITURE	BUREAU DES METHODES
Matière: FGS 400-15 Y20	
NOM:	Programme:

Désignation: FRAISAGE  
Machine-Outil: Centre d'Usinage Vertical / Horizontal PARPAS (5 axes)  
Porte-Pièce: Montage sur palette avec mors et brides

DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
----------------------------	--------	-----------	------------	---------------------	-------------	---------

<p><b>BROCHE VERTICALE</b> Opération 1 : POINTAGE-PERCAGE trous de manutention M12 Opération 2 : TARAUDAGE trous de manutention M12</p>	<p>Outil T106 : Foret étagé Ø10.2/Ø14.5 CARBURE Outil T155 : Taraud machine M12 AR</p>					
<p><b>BROCHE HORIZONTALE</b> Opération 5 : SCIAGE faces portantes inférieures 15 et 17</p>	<p>Outil T117 : Fraise scie Ø315 x 3.5 Z=24 CARBURE</p>					

DOCUMENT INCOMPLET

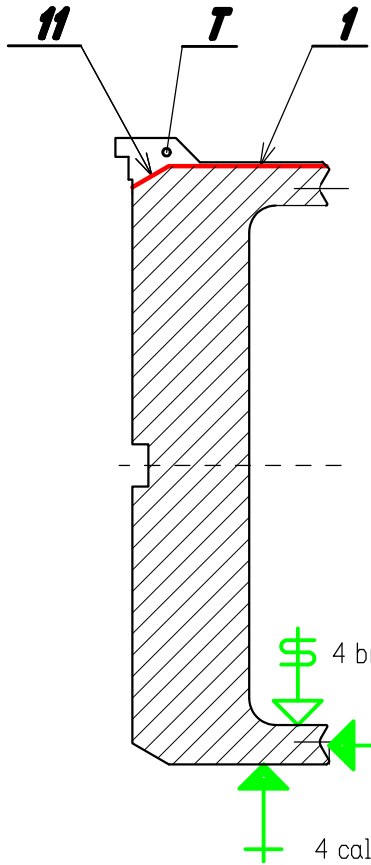


CONTRAT DE PHASE PHASE N° 40	Ensemble: <i>MOULE CONTENEUR</i>	Date: <i>DDMMT</i>
	Pièce: <i>SUPPORT DE GARNITURE</i>	BUREAU DES METHODES
	Matière: <i>FGS 400-15 Y20</i>	
NOM:	Programme:	

Désignation: *TOURNAGE*

Machine-Outil: *Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160 (2 axes)*

Porte-Pièce : *Montage sur palette avec mors et brides*



DOCUMENT INCOMPLET

DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
<i>Opération 1 : SUPPRESSION talon T EBAUCHE chanfrein 11</i>	<i>Outil T67 : PCLN R CNMM (rayon 1.2)</i>					
<i>Opération 2 : FINITION face supérieure 1 et chanfrein 11</i>	<i>Outil T44 : PTJN L TNMM (rayon 1.2)</i>					

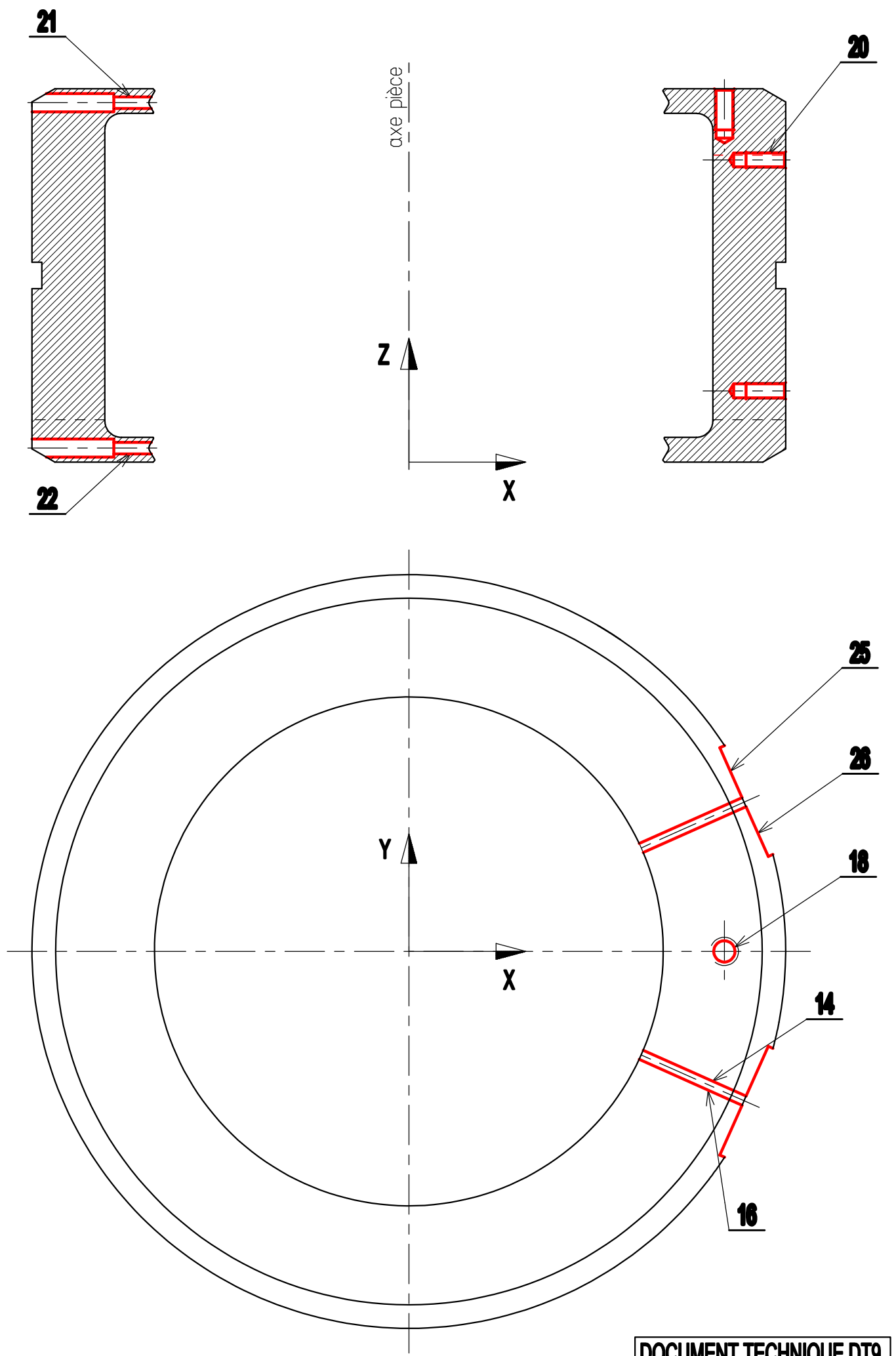
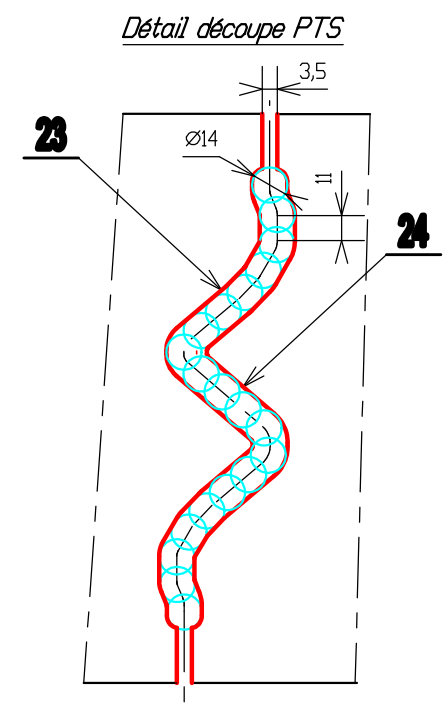


CONTRAT DE PHASE PHASE N° 50	Ensemble: <i>MOULE CONTENEUR</i>	Date: <i>DDMMYY</i>
	Pièce: <i>SUPPORT DE GARNITURE</i>	BUREAU DES METHODES
	Matière: <i>FGS 400-15 Y20</i>	1/1
NOM:	Programme:	

Désignation: *FRAISAGE*  
 Machine-Outil: *Centre d'Usinage Vertical / Horizontal PARPAS (5 axes)*  
 Porte-Pièce: *Montage sur palette avec cales, butées et brides*

DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
----------------------------	--------	-----------	------------	---------------------	-------------	---------

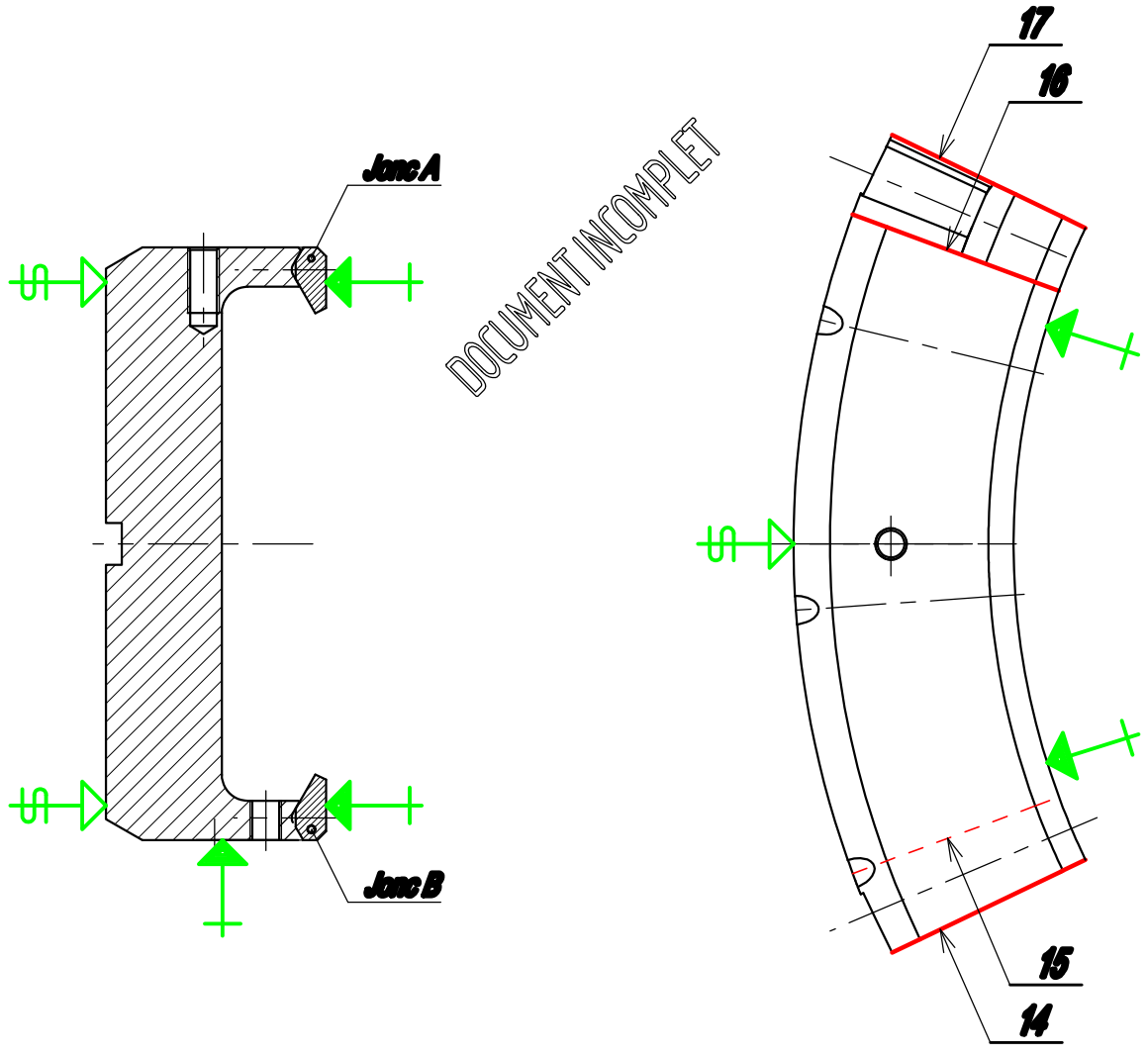
<b>BROCHE VERTICALE</b>						
<i>Opération 1 : POINTAGE-PERCAGE trous de manutention M12</i>	<i>Outil T106 : Foret étagé Ø10.2/Ø14.5 CARBURE</i>					
<i>Opération 2 : TARAUDAGE trous de manutention M12</i>	<i>Outil T155 : Taraud machine M12 CARBURE</i>					
<b>BROCHE HORIZONTALE</b>						
<i>Opération 3 : POINTAGE trous de fixation couteneur</i>	<i>Outil T208 : Foret à pointer à 90° Ø20 CARBURE</i>					
<i>Opération 4 : PERCAGE trous de fixation couteneur</i>	<i>Outil T116 : Foret Ø8.5 CARBURE</i>					
<i>Opération 5 : TARAUDAGE trous de fixation couteneur</i>	<i>Outil T241 : Taraud machine M10 CARBURE</i>					
<i>Opération 6 : FRAISAGE rainure dégagement dos</i>	<i>Outil T154 : Fraise 2T Ø40 Z=2 CARBURE</i>					
<i>Opération 7 : LAMAGE trous de fixation joncs</i>	<i>Outil T146 : Fraise 2T Ø11 Z=2 dent. coupe cent. CARBURE</i>					
<i>Opération 8 : PERCAGE trous de fixation joncs</i>	<i>Outil T203 : Foret Ø7 série longue CARBURE</i>					
<i>Opération 9 : SCIAGE faces portantes inférieures</i>	<i>Outil T117 : Fraise scie Ø315 x 3.5 Z=24 CARBURE</i>					
<i>Opération 10 : PERCAGE trous sécants découpe PTS</i>	<i>Outil T123 : Foret Ø14 CARBURE</i>					



DOCUMENT INCOMPLET

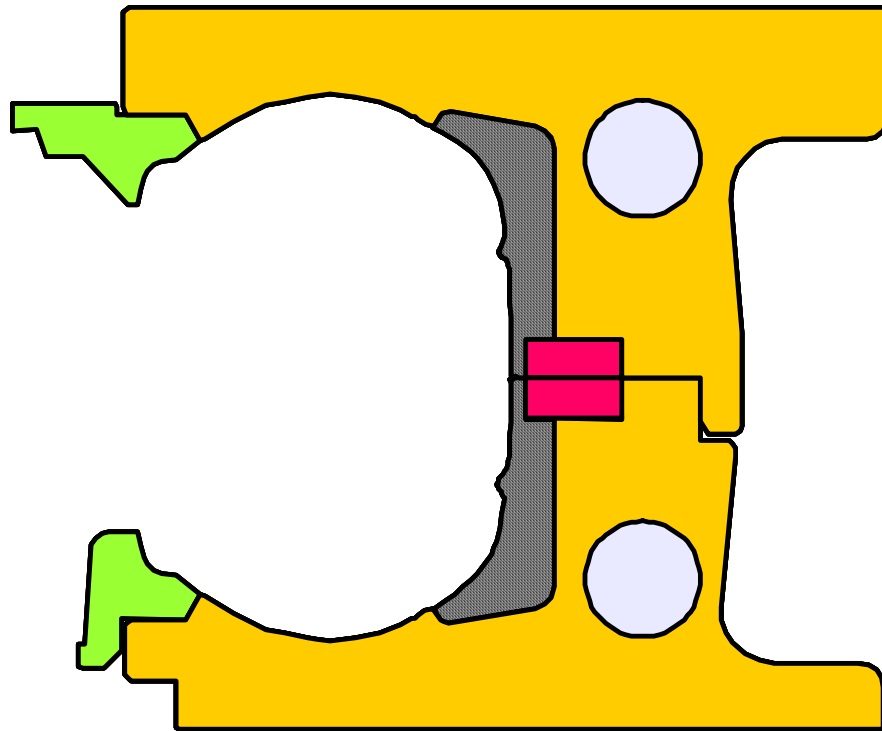
CONTRAT DE PHASE PHASE N° 60	Ensemble: <i>MOULE CONTENEUR</i>	Date:	DDMT
	Pièce: <i>SUPPORT DE GARNITURE</i>	BUREAU DES METHODES	1 1
	Matière: <i>FGS 400-15 Y20</i>		
NOM:	Programme:		

Désignation: *FRAISAGE*  
Machine-Outil: *Centre d'Usinage Horizontal ERNAULT-TOYODA FH55 (4 axes)*  
Porte-Pièce : *Montage d'usinage spécifique*

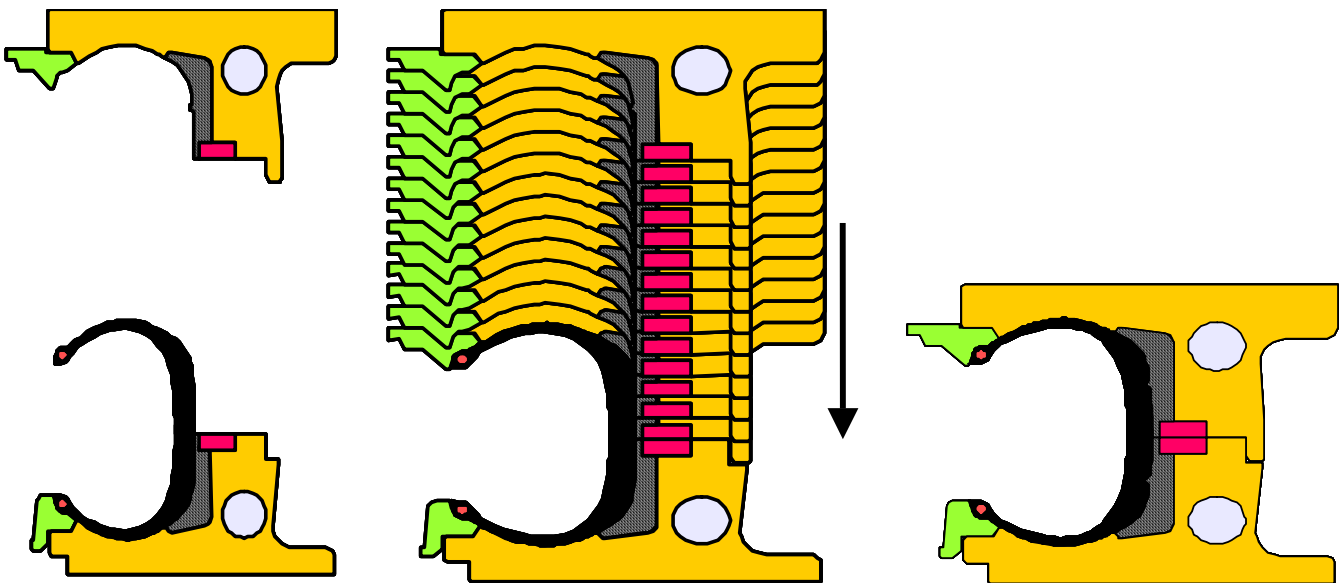


DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
<i>Opération 1 : SURFACAGE finition faces portantes</i> <b>14-15-16-17</b>	<i>Outil T1 : Fraise 2T Ø20 Z=2</i> <i>CARBURE</i>					

# Eléments constitutifs du moule CSO



# Principe de fonctionnement

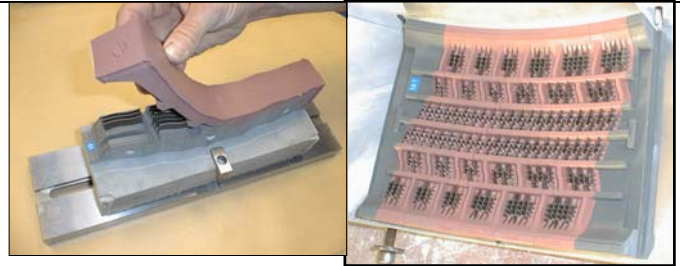


# Obtention des garnitures par le procédé plâtre aluminium (PA) description partielle du processus et outillages

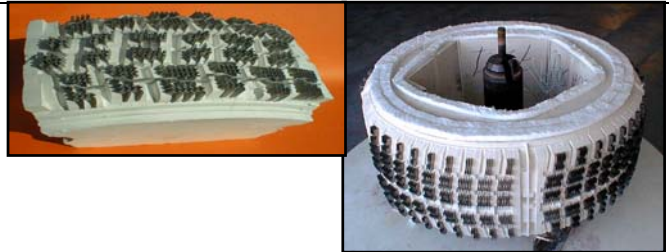
**Ph. 100 :** Réalisation d'une matrice en résine, pose de lamelles provisoires



**Ph. 200 :** Obtention d'une empreinte en silastène (matériau déformable), montage des silastène en berceau et mise en place des lamelles définitives



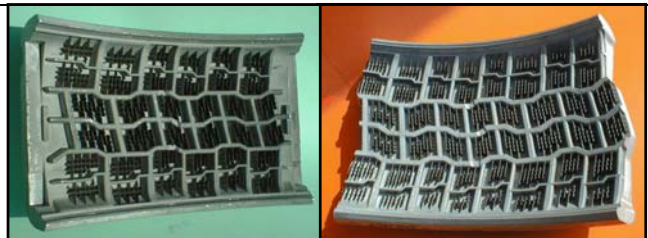
**Ph. 300 :** Obtention des matrices plâtre et assemblage



**Ph. 400 :** Coulée basse pression et obtention d'une cloche en aluminium



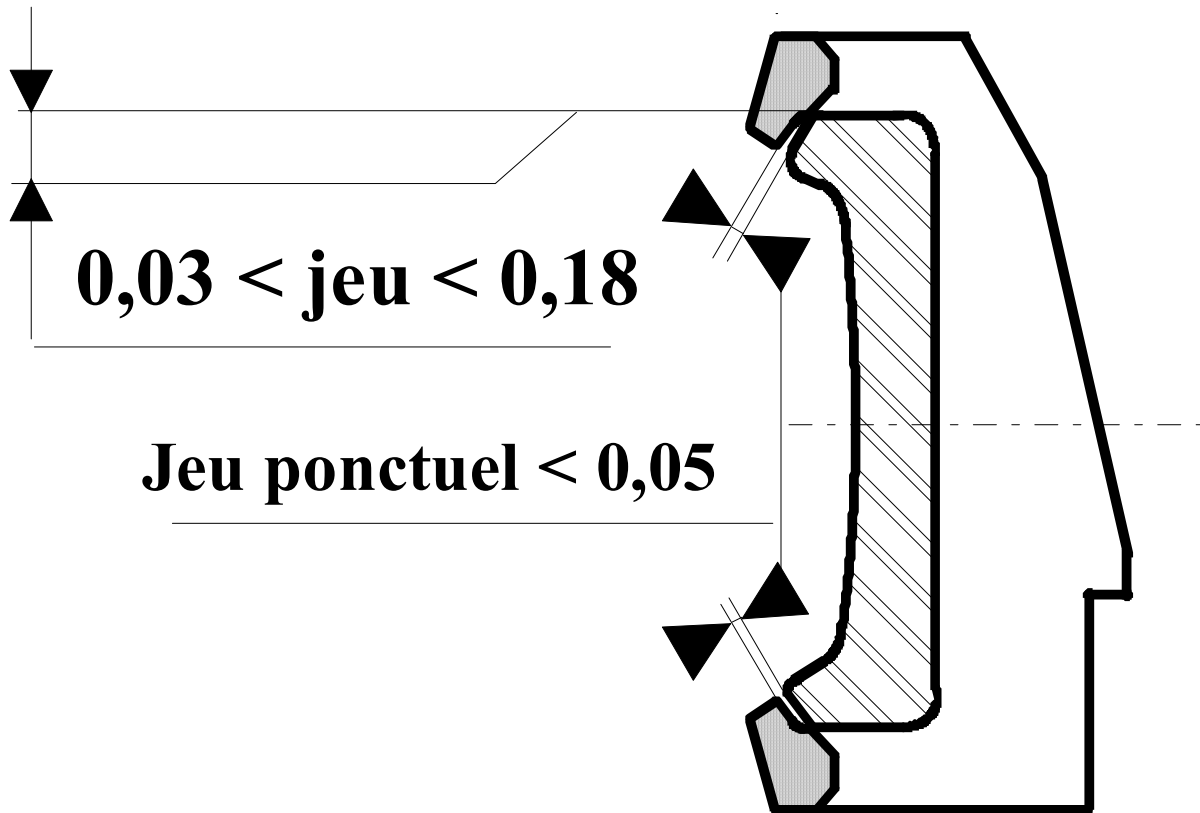
**Ph. 500 :** Découpage et usinage des éléments



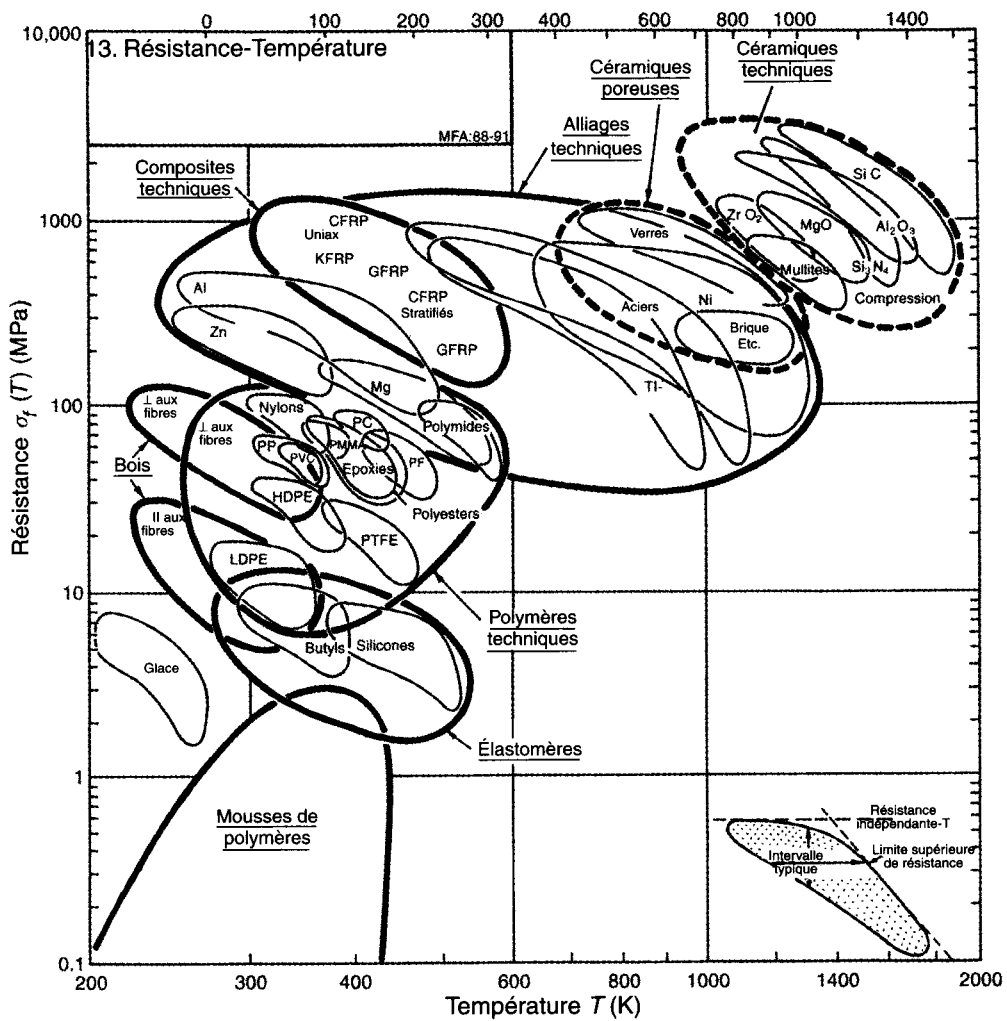
# Montage des garnitures PA dans leur support

## Cas des secteurs 3 pièces

La garniture ne doit pas être en serrage sur la hauteur pour pouvoir accepter les dilatations thermiques.



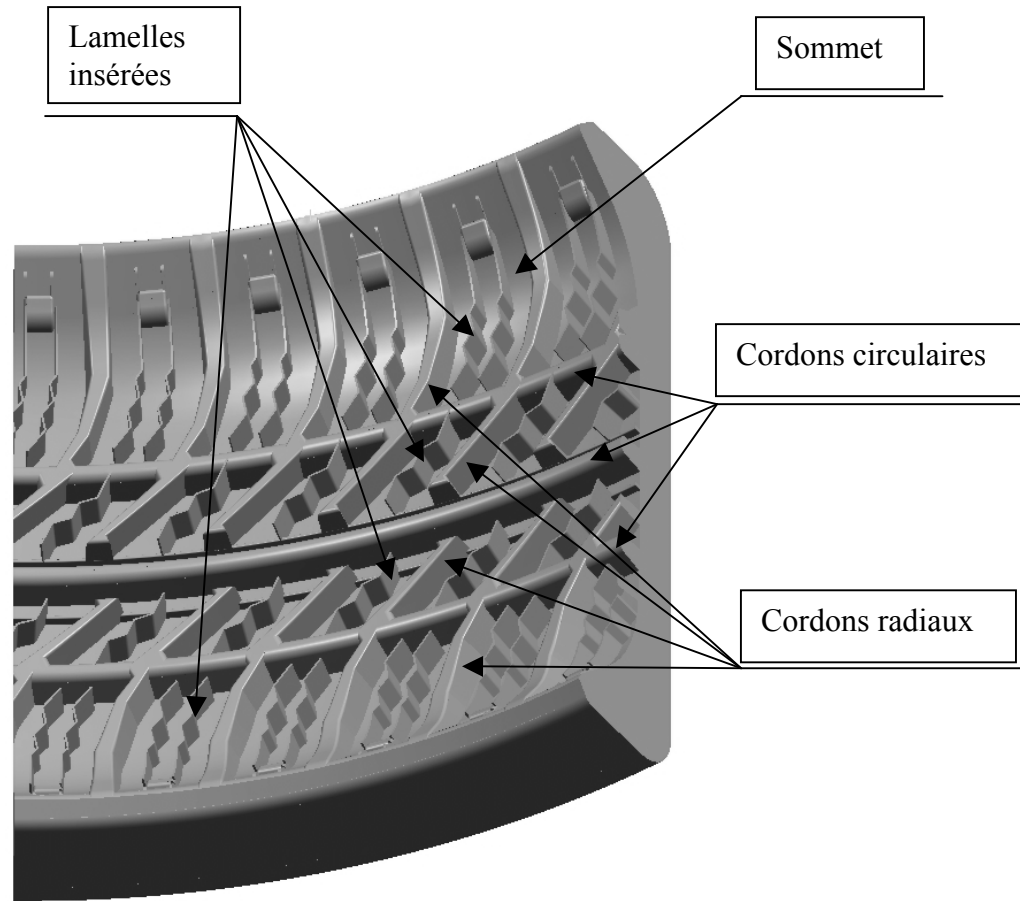




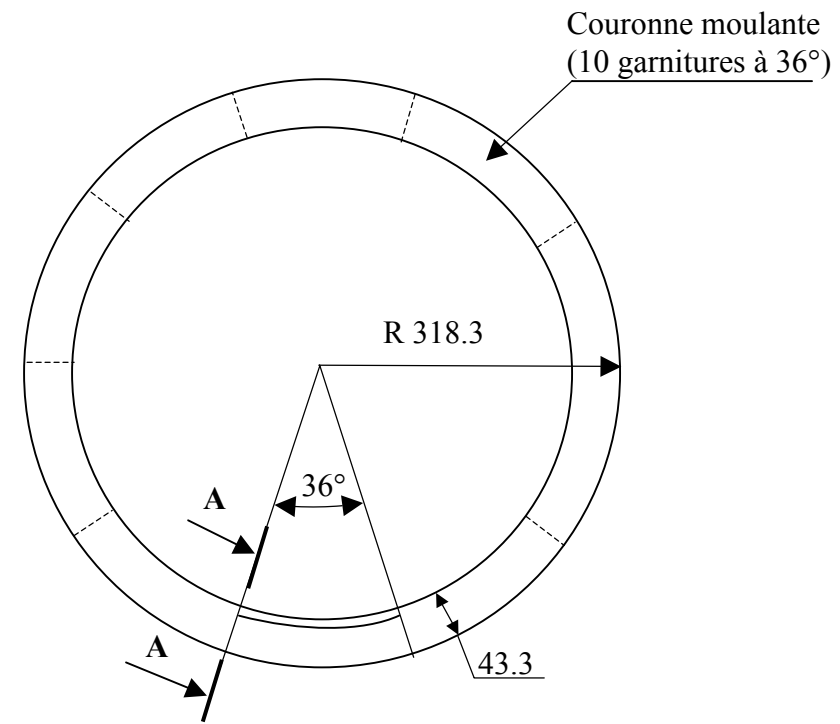




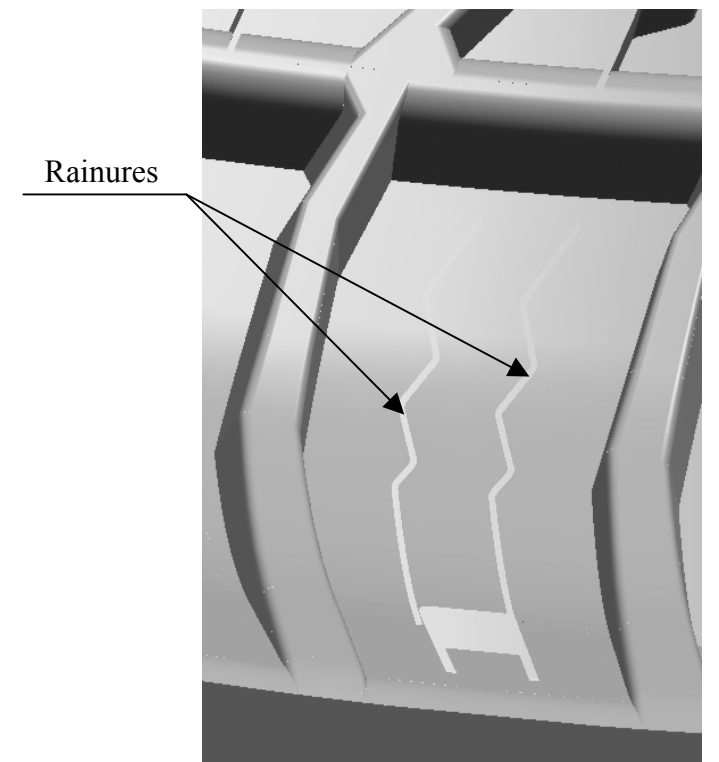
## Représentations de la sculpture de la garniture



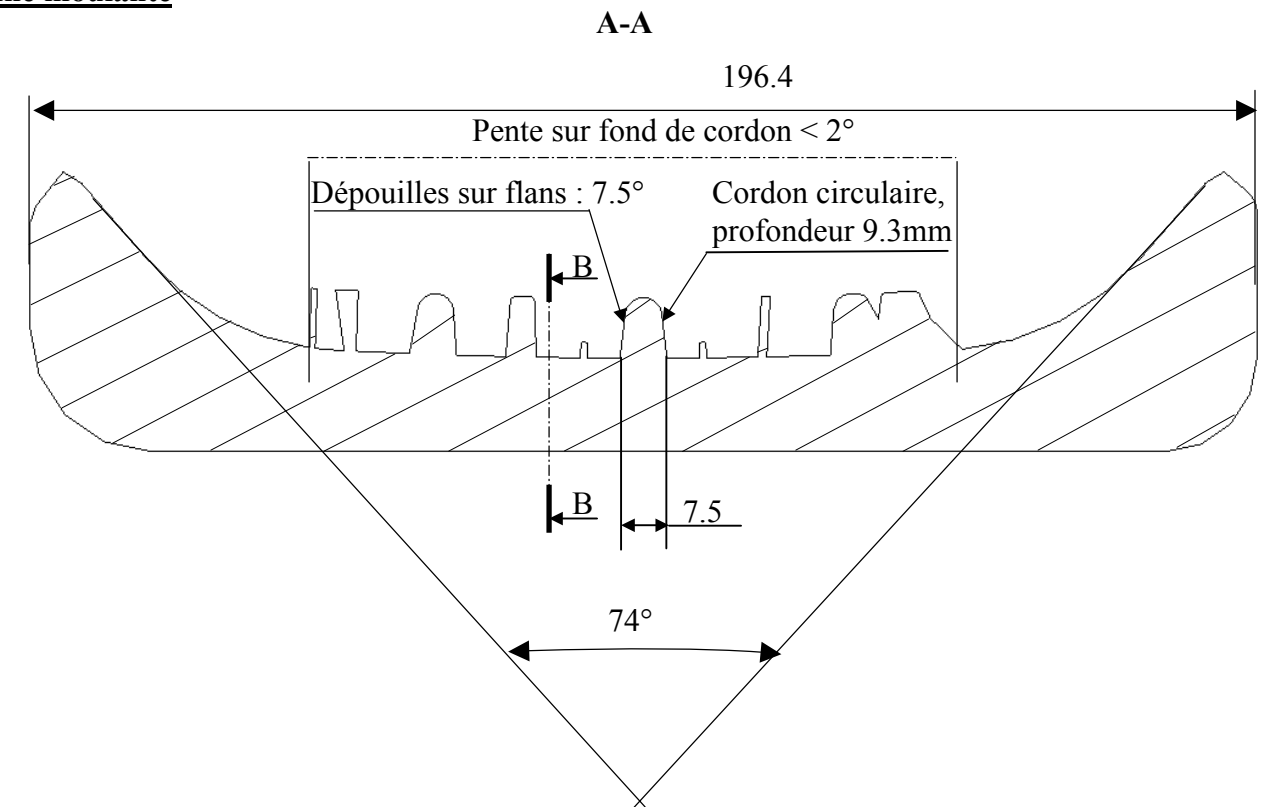
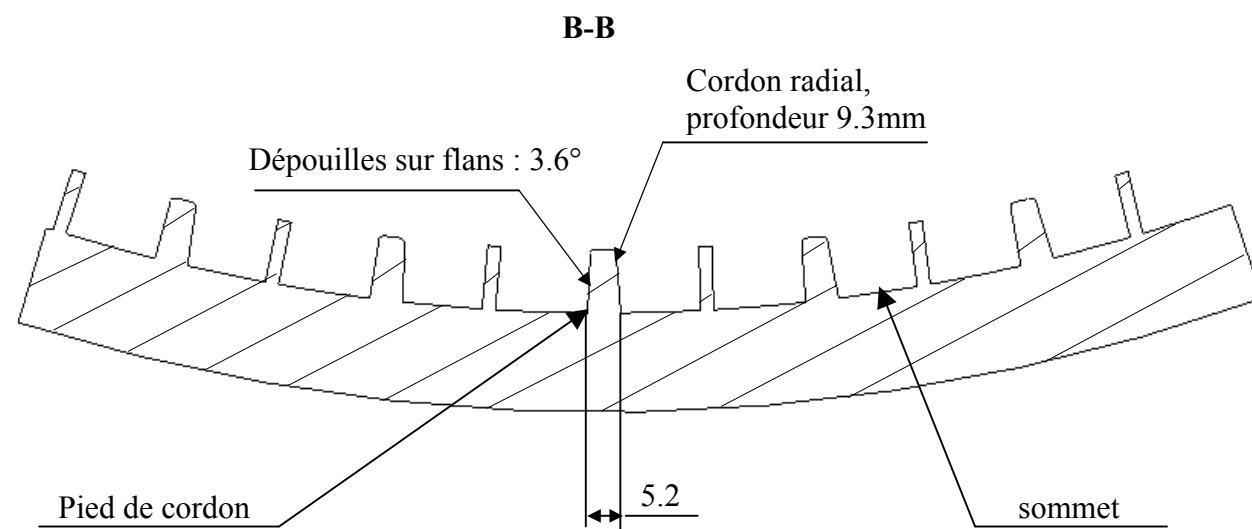
**Vue 1 : Les différents éléments de la garniture**



**Vue 2 : Mise en situation de la garniture/ couronne moulante**



**Vue 3 : Vue de détail sans lamelle**



**Hypothèses :**

- On s'intéresse uniquement à la réalisation du sommet et des cordons circulaires et radiaux de la sculpture.
- Les lamelles seront insérées sur la forme obtenue par usinage. Toute entité CAO de type rainure, destinée à recevoir une lamelle, doit apparaître (entièrement) sur un seul des fractionnements du modèle à opérer lors de la génération des trajectoires F.A.O..
- Le modèle ci-dessus est obtenu, en partie, à partir de profils numérisés, les données dimensionnelles nominales mises en place ne servent qu'au choix des stratégies d'usinage. On supposera que tous les cordons circulaires et radiaux ont les mêmes caractéristiques que ceux décrits ci dessus.

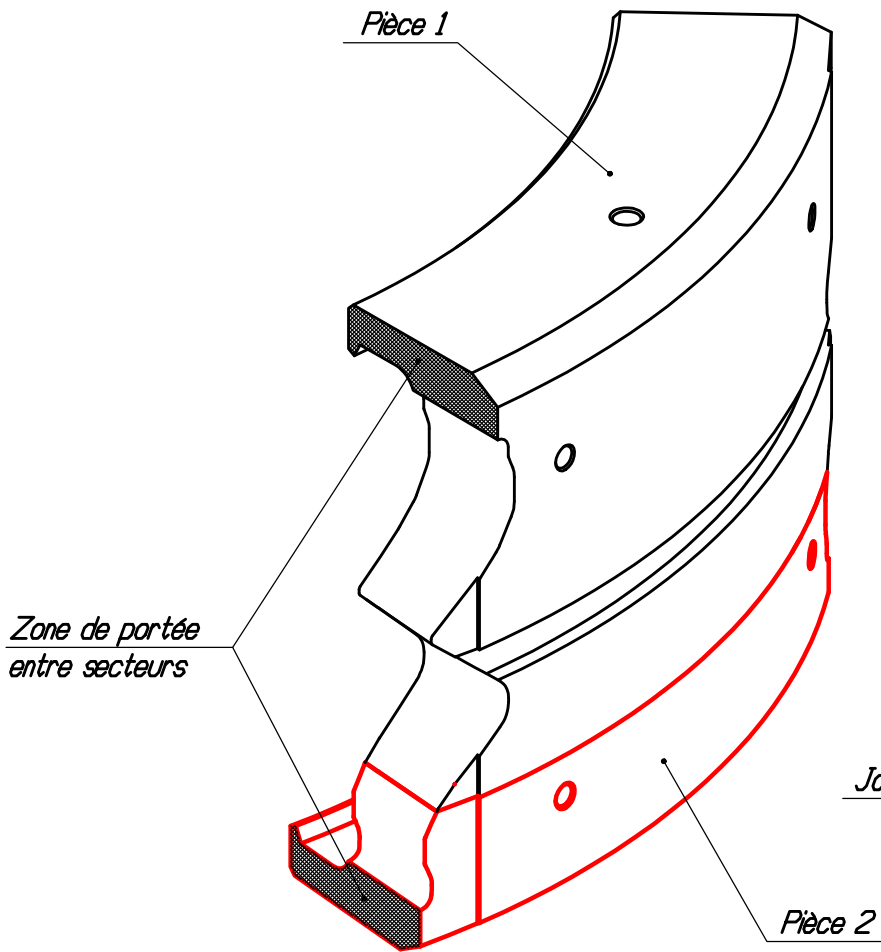
# Centre d'usinage HURON KX15 : caractéristiques techniques.

## Machine à broche verticale

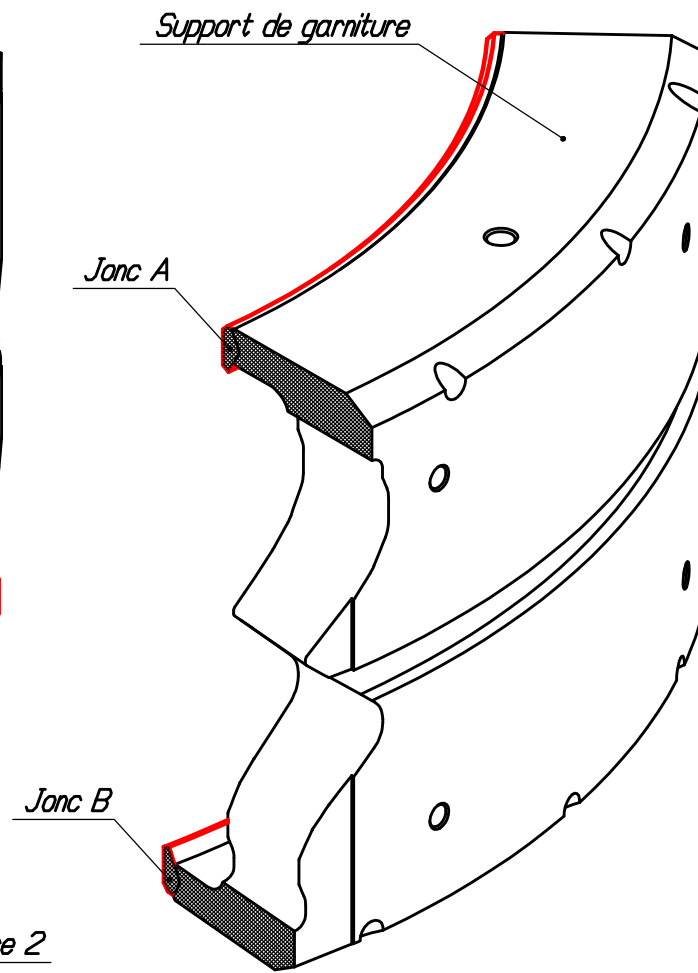
Caractéristiques techniques		HURON KX15	
<b>COURSES</b>			
• Axe X (table)	mm	800	
• Axe Y (chariot)	mm	1 000	
• Axe Z (poupée porte-broche)	mm	550	
<b>TABLES</b>			
		tournante et basculante	
• Surface de la table	mm	Ø 630	
• Charge admissible sur table	daN	500	
• Rainures longitudinales en T	nb	5	
- largeur de la rainure de référence	mm	18 H 7	
- largeur autres rainures	mm	18 H 12	
- écartement	mm	125	
• Angle de pivotement axe A	deg	-100/+20	
• Angle de pivotement axe C	deg	360	
• Vitesse maximum A et C	mm <sup>1</sup>	20	
<b>POIDS DE LA MACHINE</b>		daN	14 000
<b>BROCHES</b>			
		15 000 mn <sup>1</sup> (standard)	24 000 mn <sup>1</sup> (option)
• Cône d'outil		HSK 63-A	HSK 63-A
• Serrage des outils	daN	1 800	1 800
• Puissance moteur de broche maxi : S1/S6 - 40 %	KW	10 / 15	18 / 20
• Vitesses de rotation	mn <sup>1</sup>	100 - 15 000	100 - 24 000
• Couple maximum à la broche S1/ S6 - 40 %	mN	86 / 130	55 / 60
• Vitesse caractéristique	mn <sup>1</sup>	1 100	3 150
<b>DEPLACEMENTS des axes X-Y-Z</b>			
		axes X-Y	axe Z
• Rapide	mm/mm	30 000	18 000
• Vitesse de travail programmable	mm/mm	1 - 10 000	1 - 10 000
• Accélération maximale	m/s <sup>2</sup>	3	3
• Poussée maximale	daN	600	1 000 (perçage)
<b>PRECISIONS selon norme VDI/DGQ 3440</b>			
		axes X-Y-Z	axes A-C
• Incertitude : P max		7 µm	12 sec.
• Répétabilité : Ps + U		5 µm	8 sec.
<b>MAGASIN D'OUTILS</b>			
		C020	
• Nombre de logements		20	
• Diamètre maxi des outils contigus	mm	90	
• Poids maxi de l'outil	kg	8	
• Longueur maxi de l'outil	mm	300	
• Temps de changement outil :			
- outil / outil	sec.	6/12	
- copeaux / copeaux	sec.	15/20	
<b>CONVOYEUR À COPEAUX</b>			

# SUPPORT DE GARNITURE

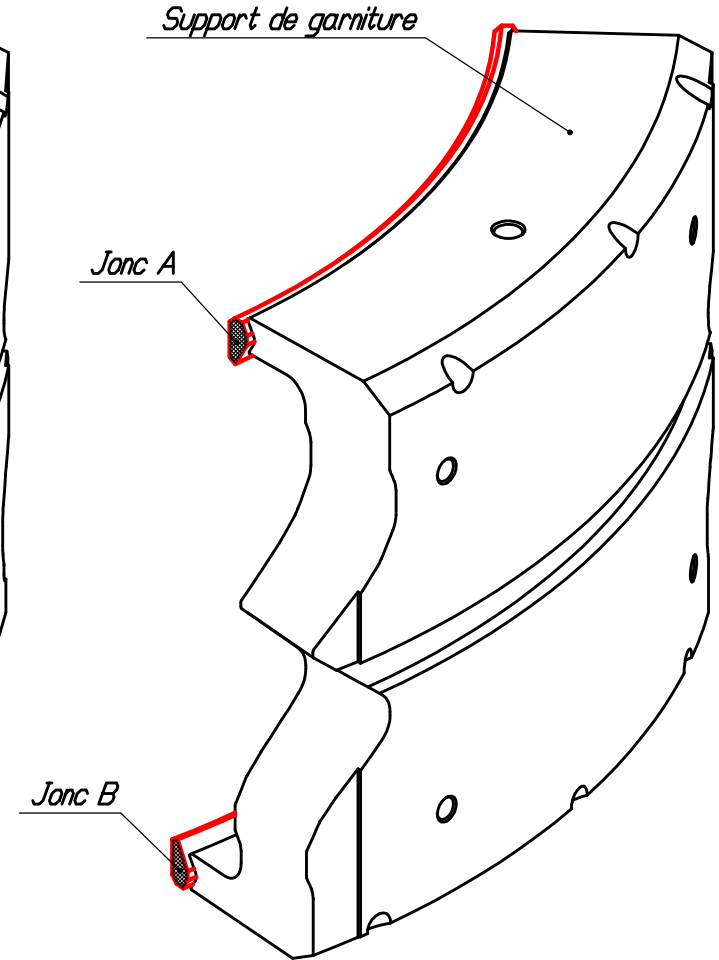
Génération 1



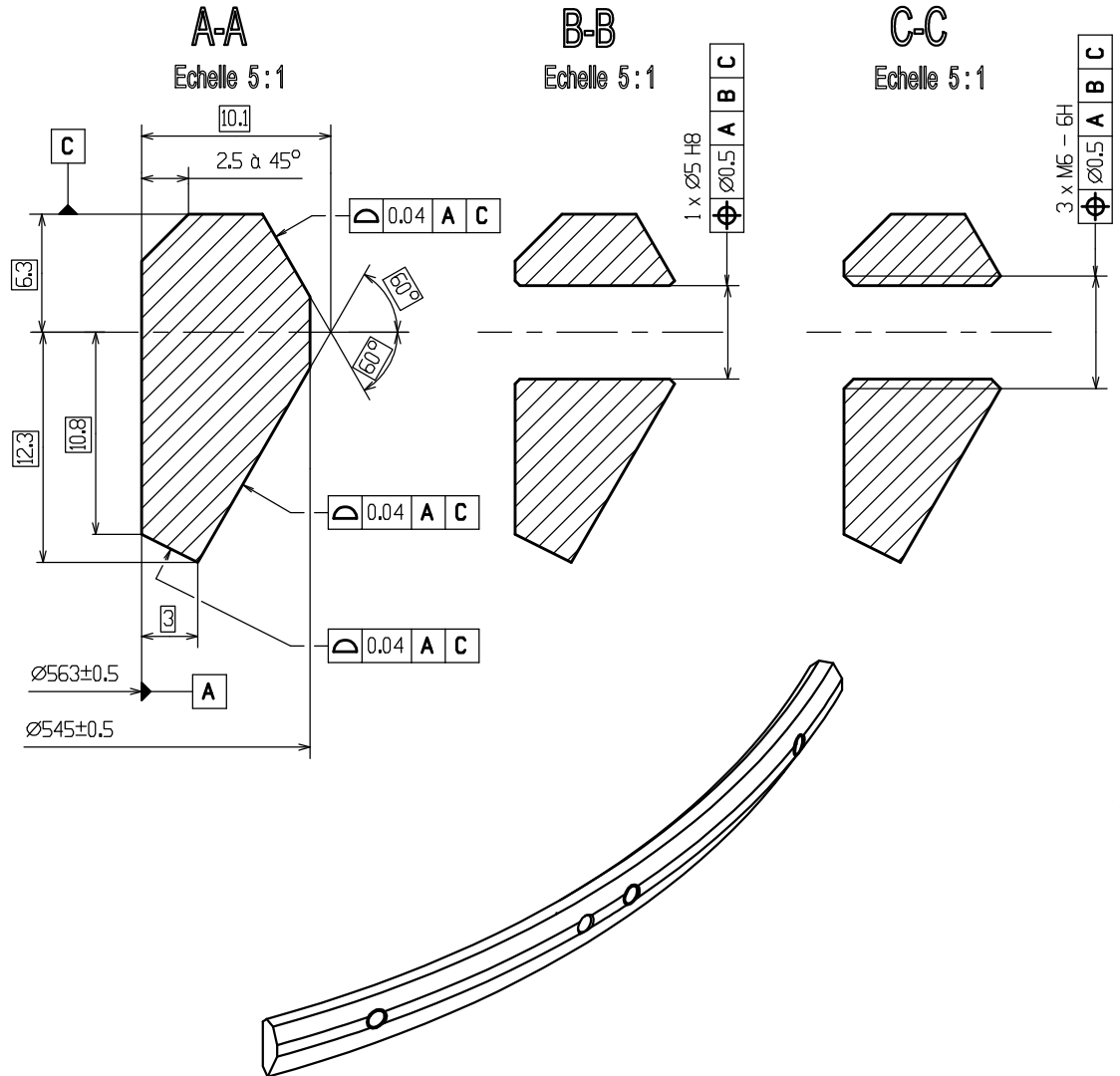
Génération 2



Génération 3

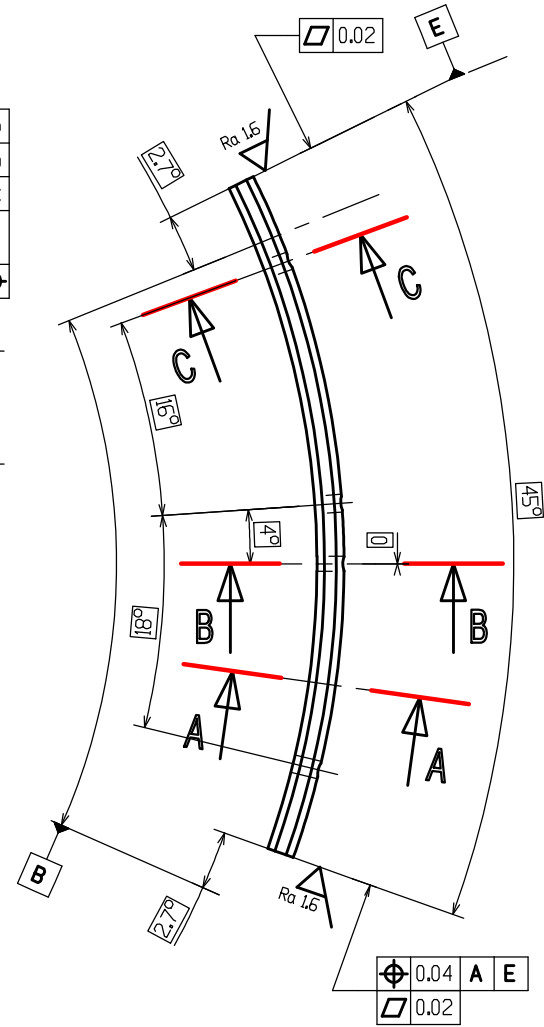


Tolérancement suivant ISO 8015  
Tolérances générales ISO 2768 - mK



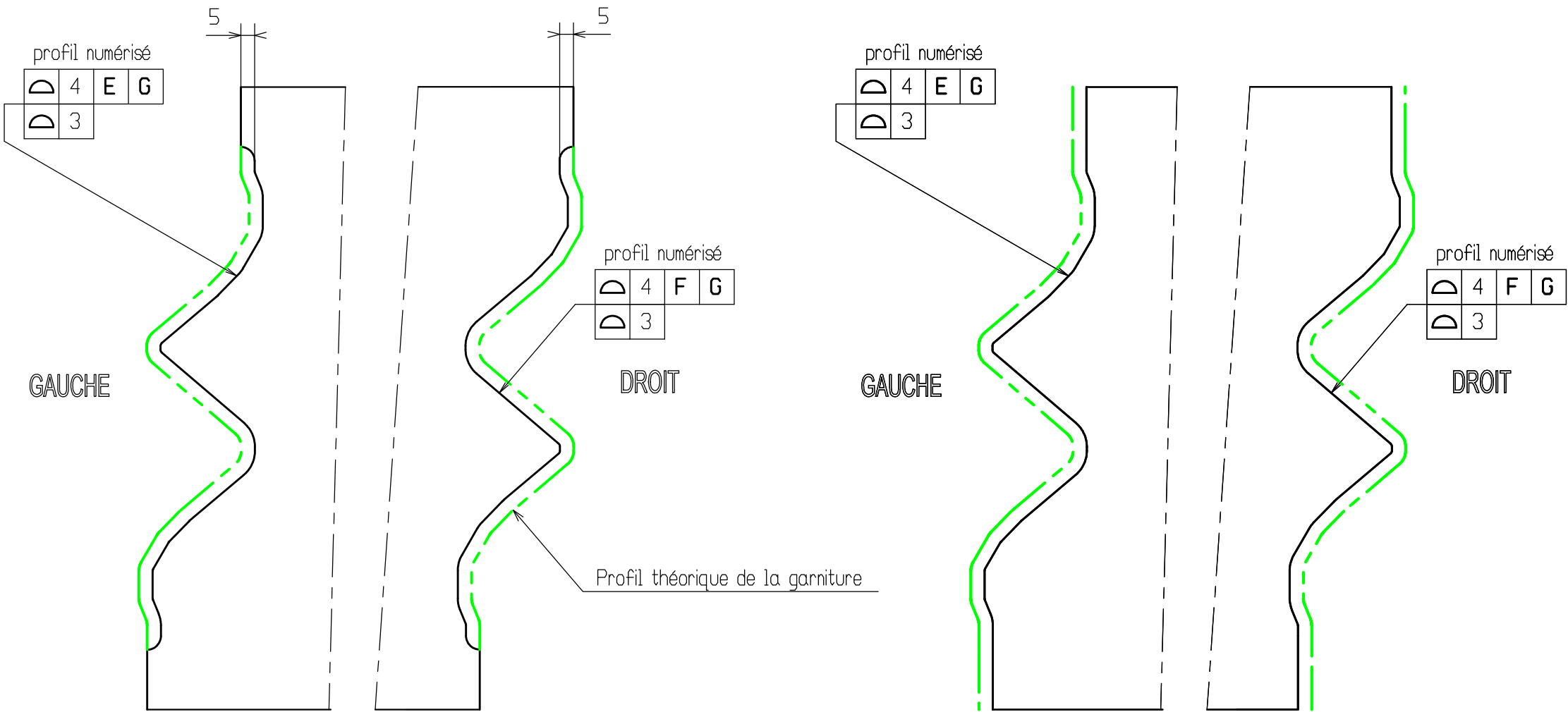
VUE DE DESSUS

Echelle 1 : 1.25



1	JONC Type A	25 Cr Mo 4	Traité 900 MPa	9F01-A
Rep Nb	Désignation	Matériau	Observation	Référence
Format: A2	<b>MOULE CONTENEUR (Génération 3)</b> <b>JONC Type A</b>			
Ech.				
Dessiné par:	DOCUMENT TECHNIQUE DTA10			
Le	N°			

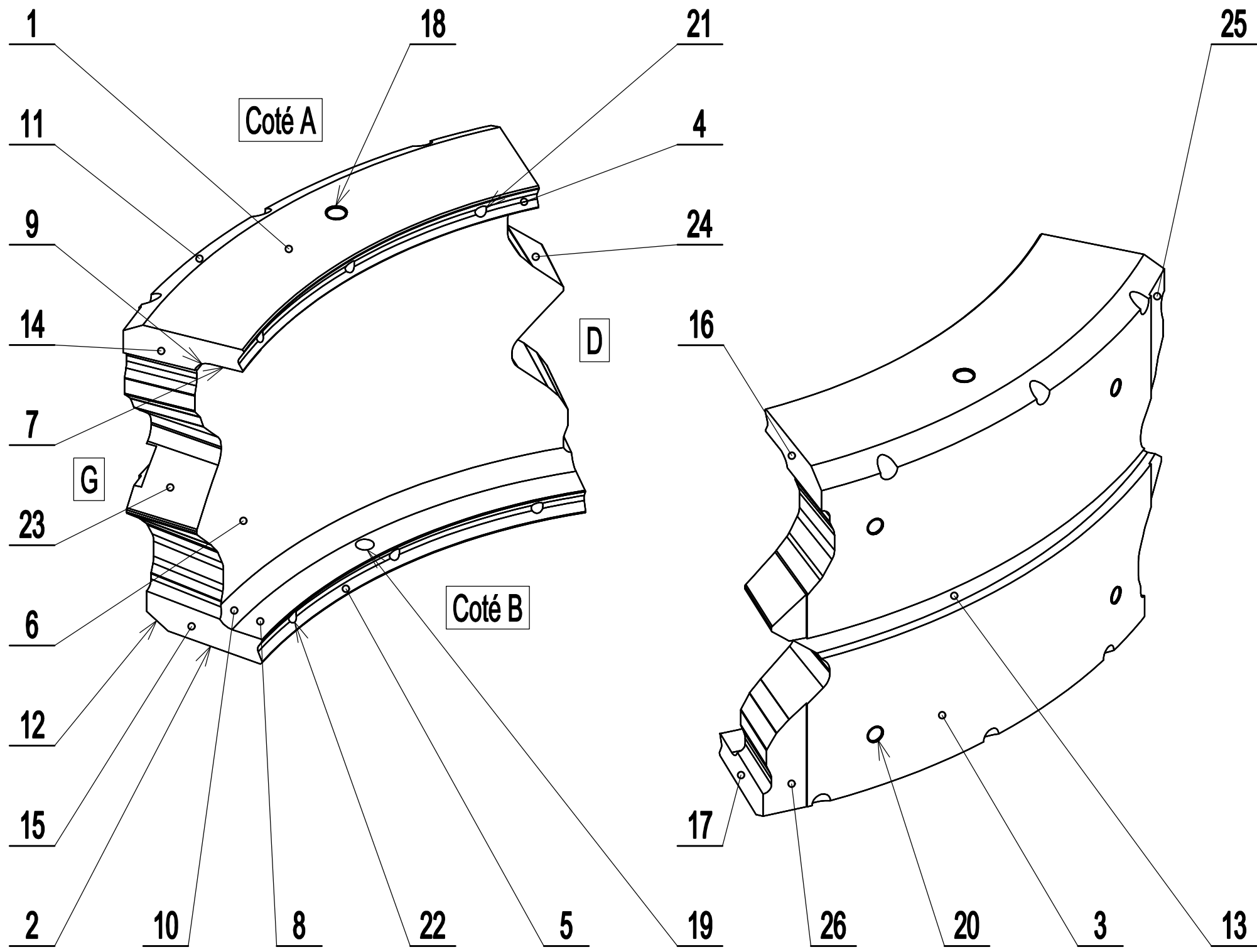
# PROFILS SUPPORT DE GARNITURE



SUPPORT DE GARNITURE (Génération 2)

SUPPORT DE GARNITURE (Génération 3)

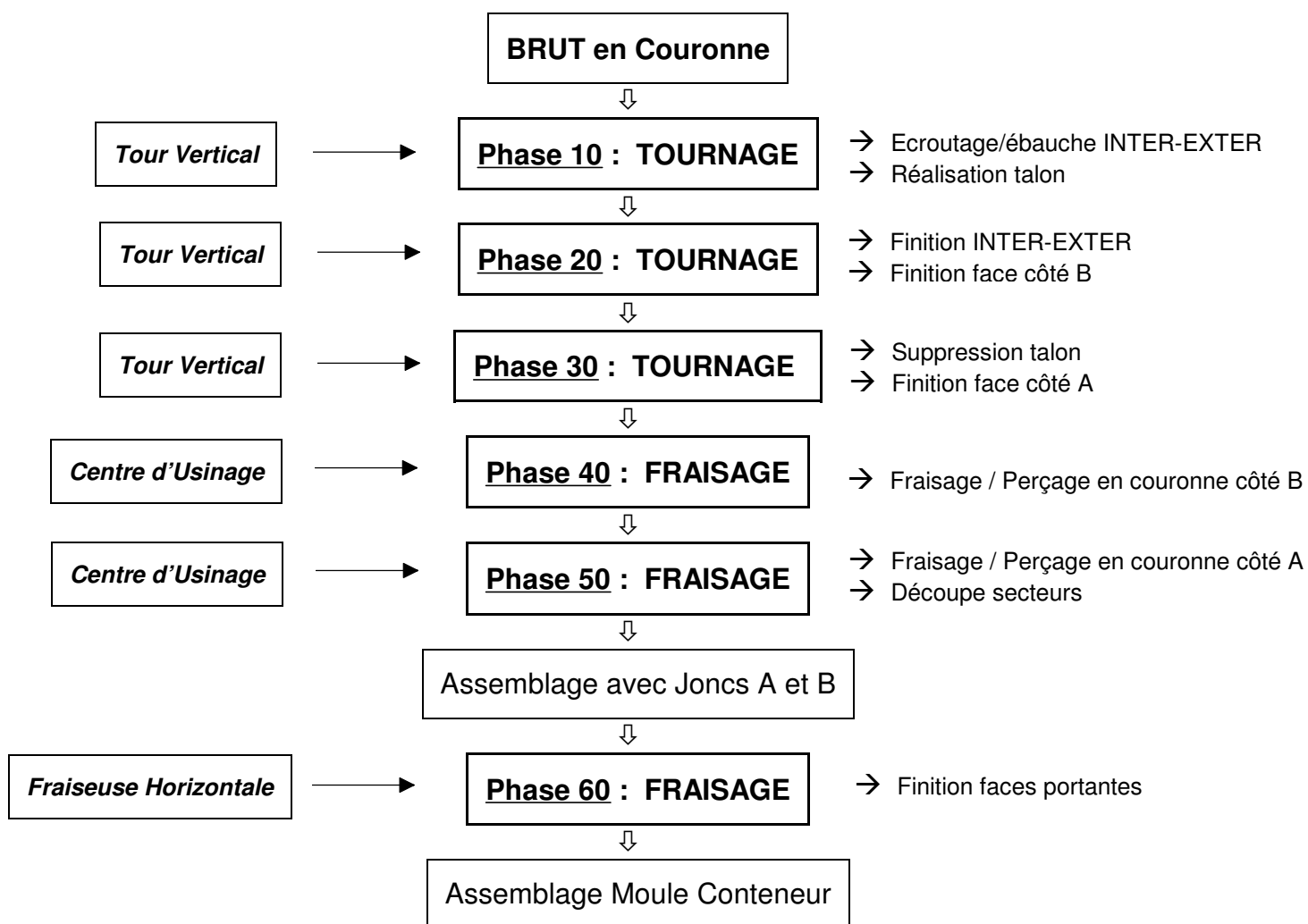
# REPERAGE DES SURFACES



26	Rainure dégagement dos (coté D)
25	Rainure dégagement dos (coté G)
24	Découpe PTS (coté D)
23	Découpe PTS (coté G)
22	Trous de fixation jonc B (coté B)
21	Trous de fixation jonc A (coté A)
20	Trous de fixation conteneur (dos)
19	Trou de manutention (coté B)
18	Trou de manutention (coté A)
17	Face portante inférieure (coté D)
16	Face portante supérieure (coté D)
15	Face portante inférieure (coté G)
14	Face portante supérieure (coté G)
13	Rainure circulaire exter.
12	Chanfrein exter. (coté B)
11	Chanfrein exter. (coté A)
10	Rayon inter. (coté B)
9	Rayon inter. (coté A)
8	Profil inter. (coté B)
7	Profil inter. (coté A)
6	Profil inter.
5	Profil emboitage (coté B)
4	Profil emboitage (coté A)
3	Dos
2	Face inférieure (coté B)
1	Face supérieure (coté A)

# PROCESSUS GLOBAL D'USINAGE

## SUPPORT DE GARNITURE DANS ATELIER NON PALETTISE



# DOCUMENT TECHNIQUE DTB3

## PHASE 20

Opération N° 10 : *FINITION face supérieure*

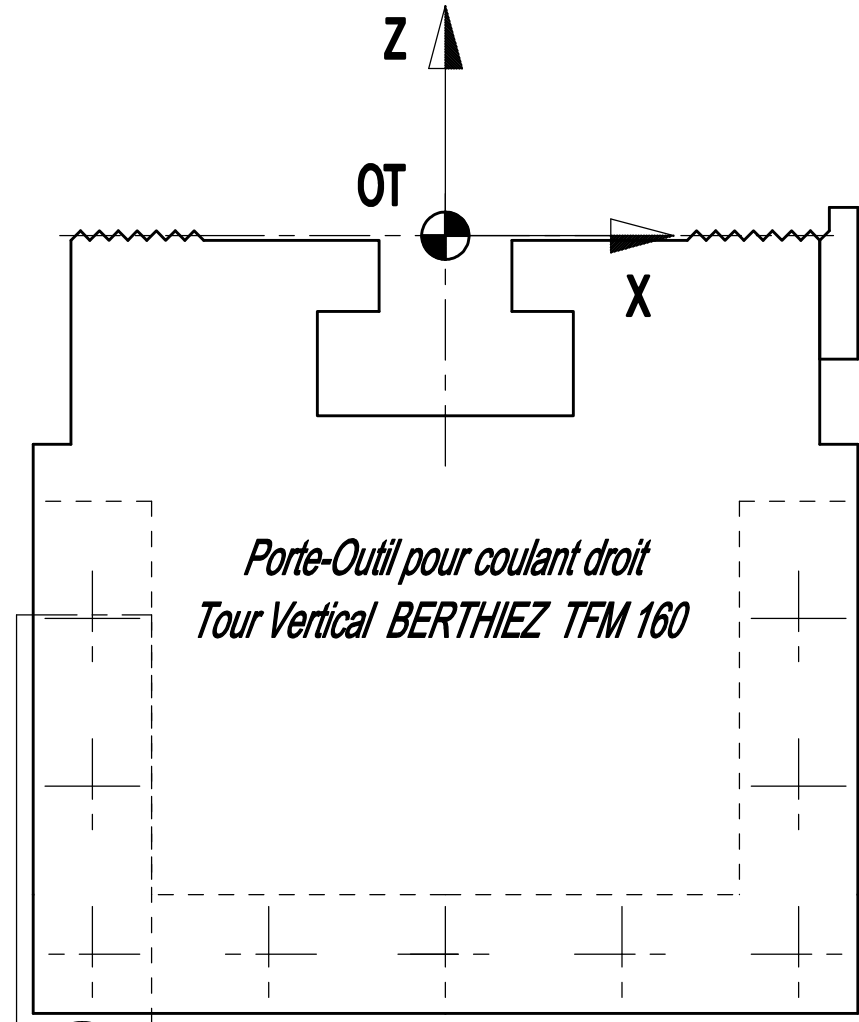
Opération N° 11 : *1/2 FINITION dos*

Opération N° 12 : *FINITION dos et chanfrein*

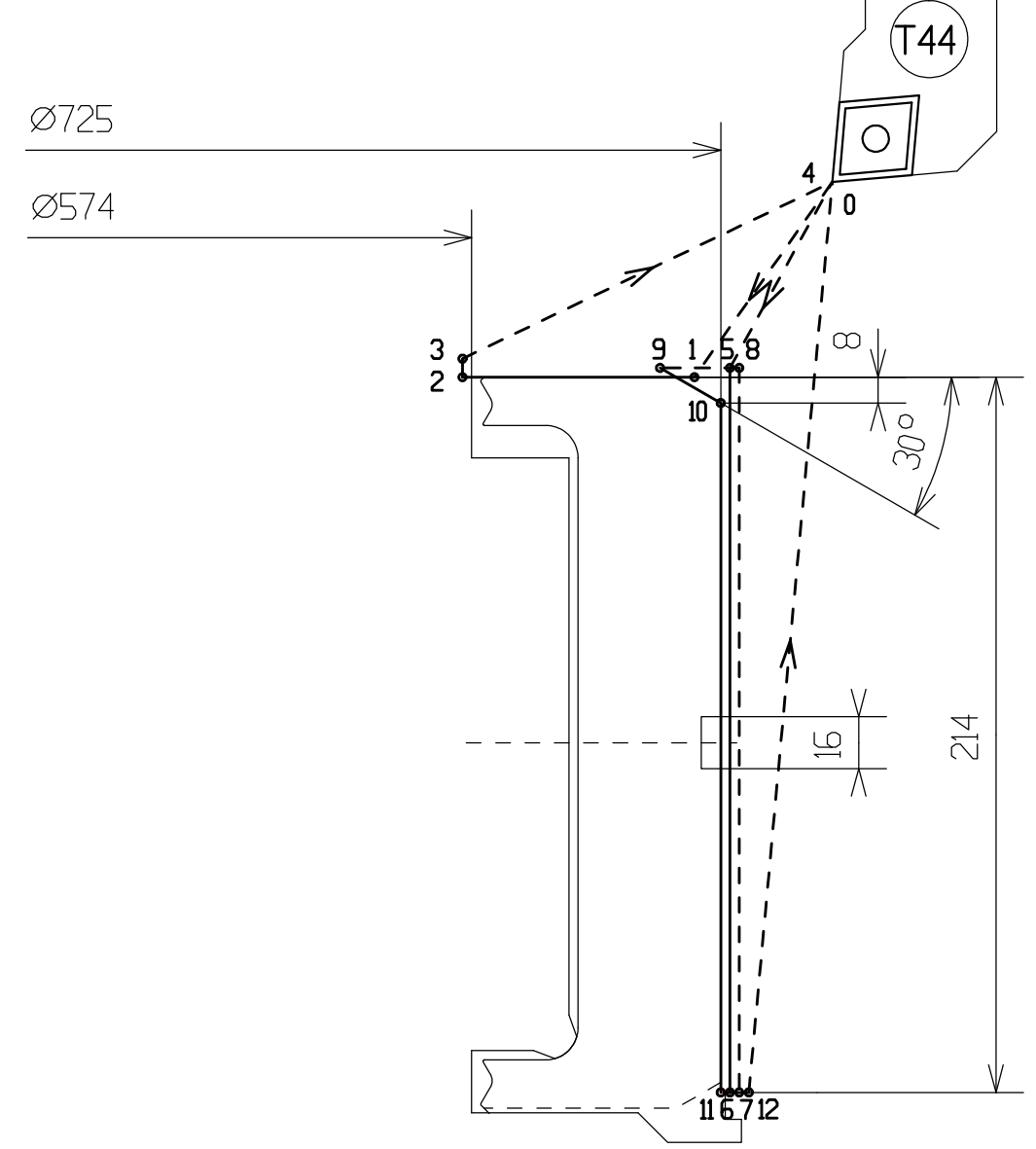
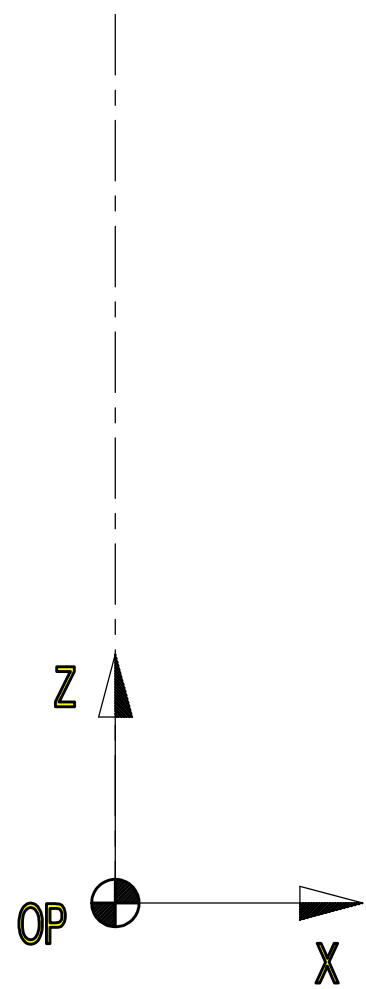
Porte-Plaquette : *PCLNL 3232 P 19*

Plaquette : *CNMG 19 06 12 KM*

Nuance : *GC 3015 (SANDVIK)*



*Porte-Outil pour coulant droit  
Tour Vertical BERTHIEZ TFM 160*



Ø725

Ø574

T44

16

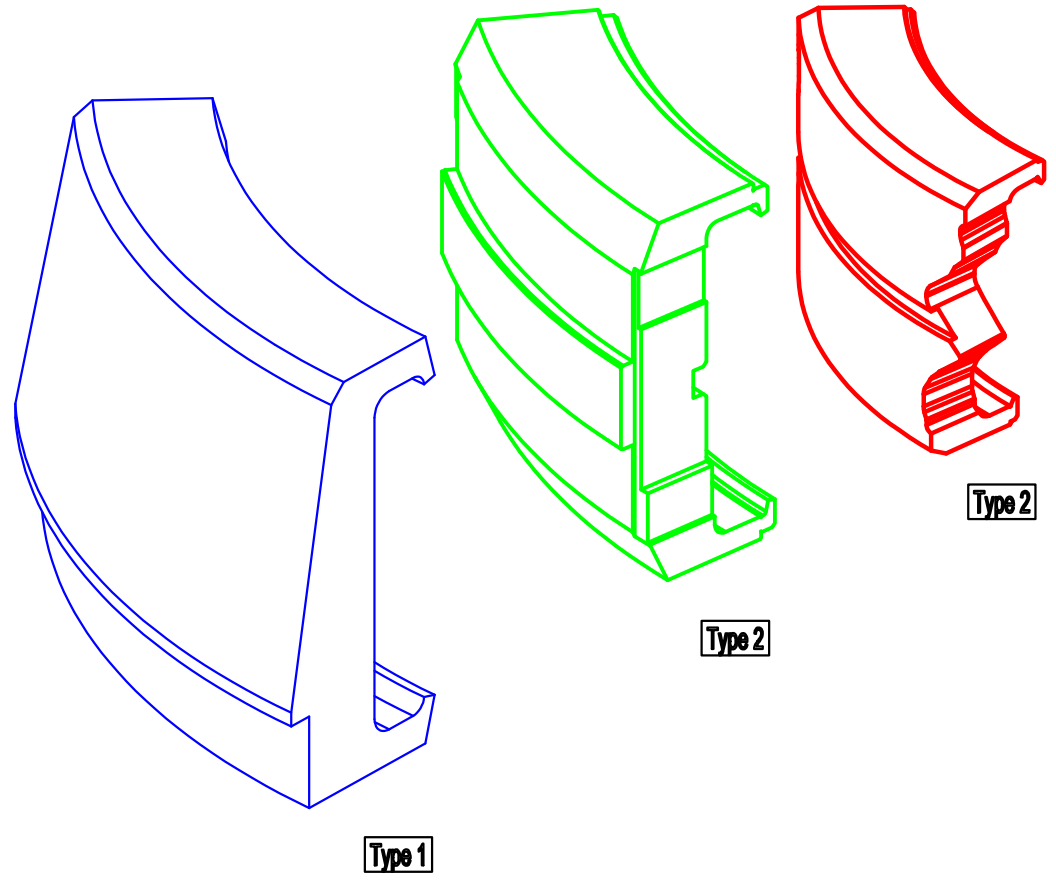
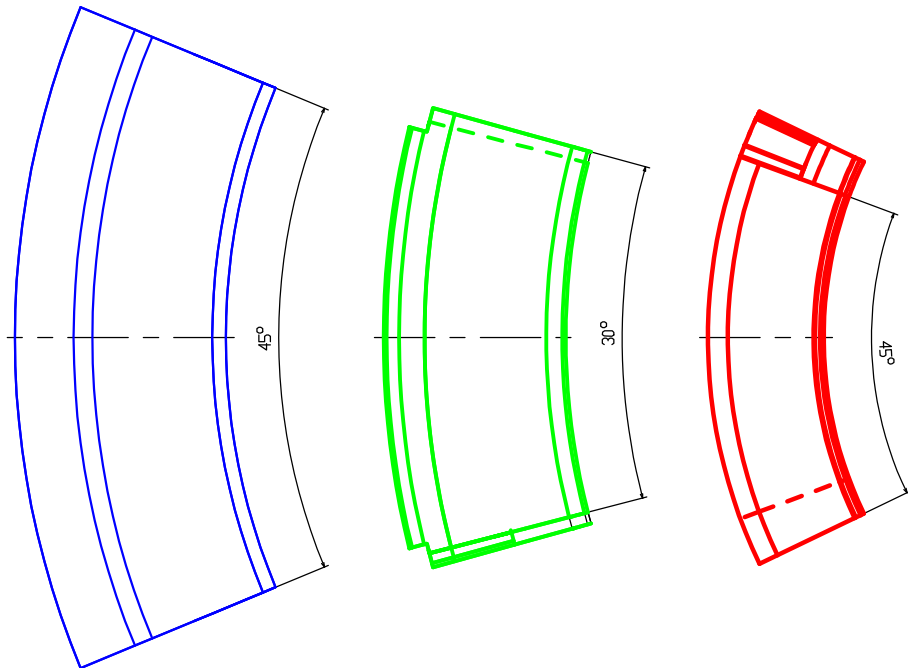
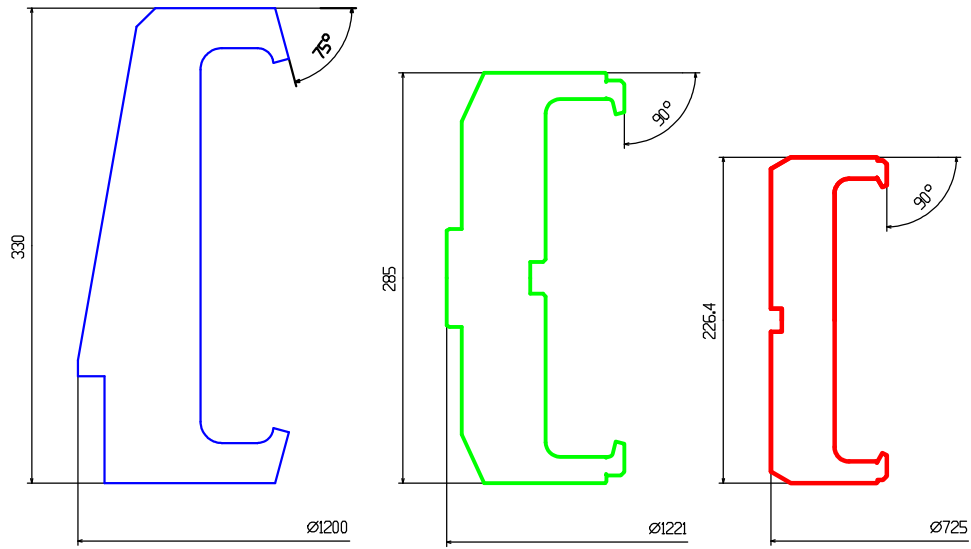
214

30°

11 6 7 12



# MORPHOLOGIE ET DIMENSIONS DES SECTEURS



# FONCTIONS DE PROGRAMMATION COMMANDE NUMERIQUE

## Choix du plan :

**G17/G18/G19 :**

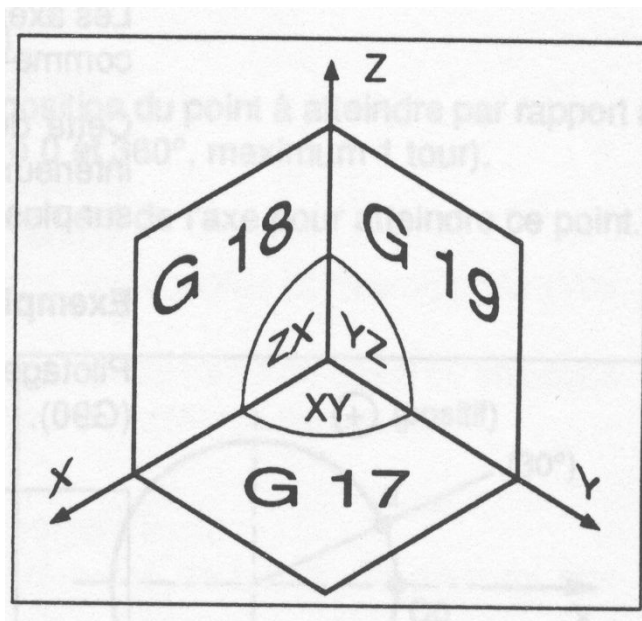
La programmation de l'une de ces fonctions permet de définir le plan dans lequel s'effectue la correction de rayon et l'interpolation circulaire.

**G17 : plan XY**

**G18 : plan ZX**

**G19 : plan YZ**

La fonction G17 est initialisée à la mise sous tension.



## Orientation de l'axe de l'outil :

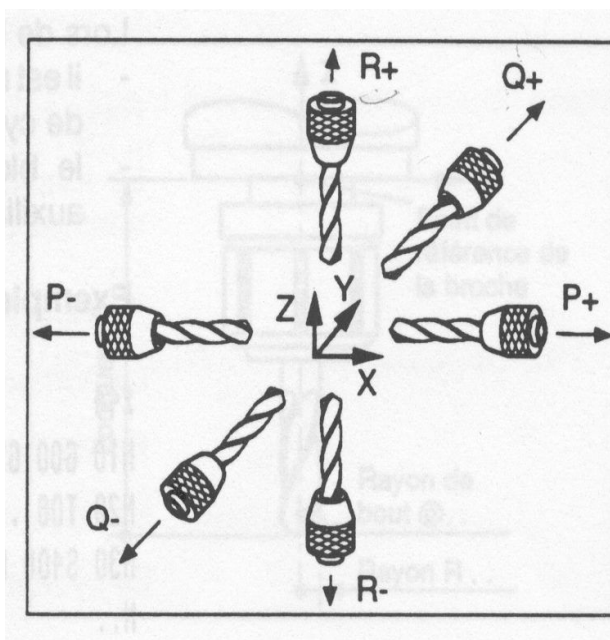
**G16 :**

La fonction affectée de l'un des arguments P, Q ou R suivi du signe positif ou négatif définit l'orientation de l'axe de l'outil.

La fonction G16 R+ est initialisée à la mise sous tension.

La fonction G16 suivie de l'un des arguments (et signe) différent de celui programmé précédemment révoque l'état G16 antérieur.

Par convention le vecteur outil est orienté du bout de l'outil (partie coupante) vers la référence de l'outil (fixation en broche).



## Caractéristiques du tour BERTHIEZ TFM 160

Ce tour vertical est constitué de :

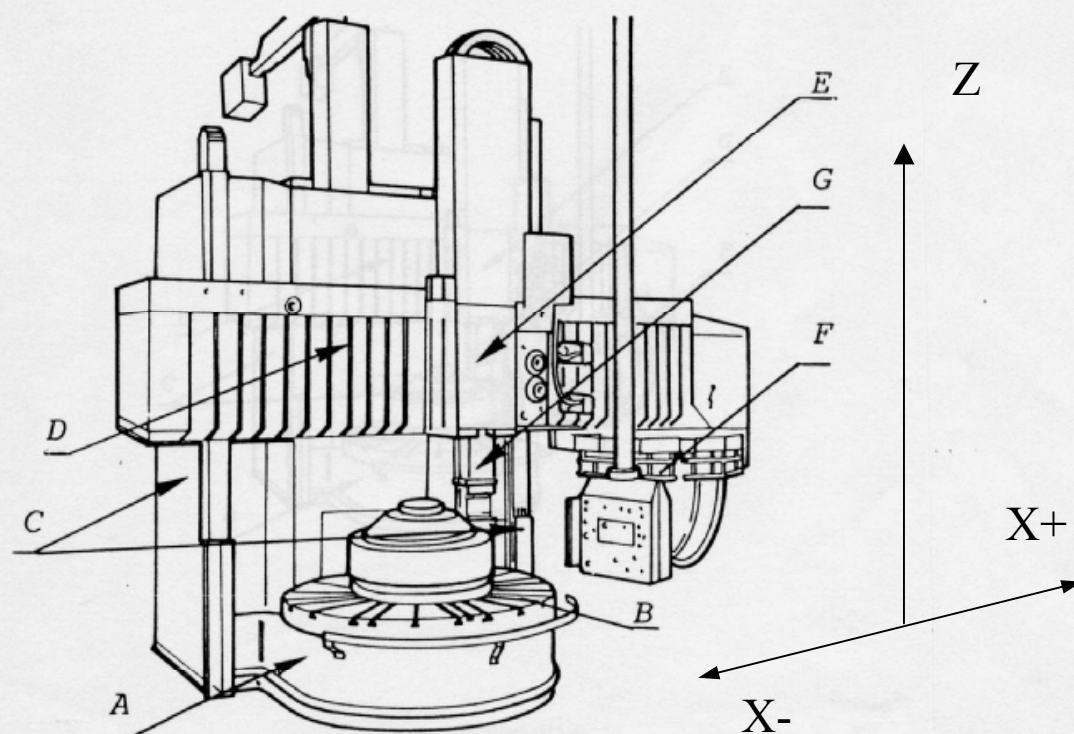
- un bâti A
- un plateau B recevant la pièce
- deux montants C solidaires du bâti
- une traverse D liée aux montants par des glissières
- un chariot porte-outil de traverse E
- un chariot porte-outil de montant (non représenté)
- éventuellement un changeur automatique d'outil F
- un coulant G maintenant le porte-outil et l'outil

Le mouvement de coupe (Mc) est donné à la pièce bridée sur le plateau (rotation).

Le mouvement d'avance (Ma) est donné à l'outil (translation des chariots).

Les surfaces engendrées sont planes, de révolution ou hélicoïdales.

Les tours verticaux sont conçus pour l'usinage des pièces lourdes et volumineuses difficiles à centrer sur tour parallèle.



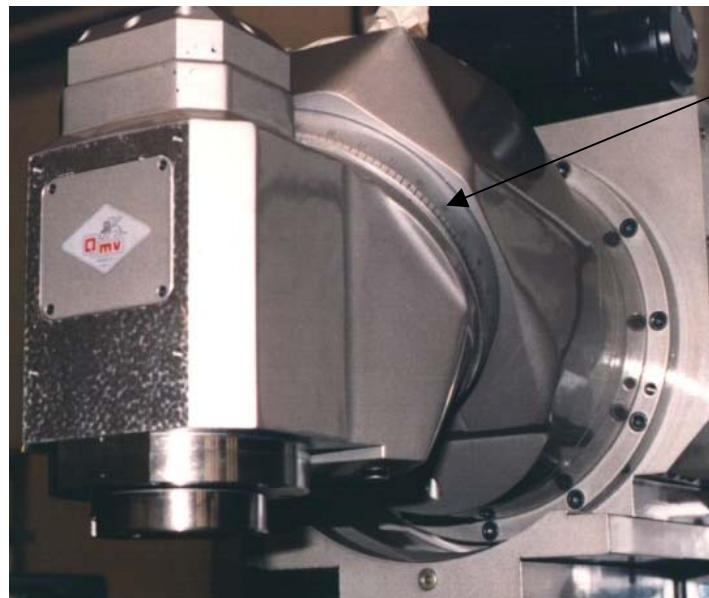
## TFM Tours verticaux à siège fixe et C.N.C. C.N.C. vertical turning lathes with fixed table support C.N.C. Vertikale Drehmaschinen mit festem Untersatz

Caractéristiques / Specifications / Technische daten		100	125	160	200	250	
<b>CAPACITÉS</b> CAPACITIES KAPAZITÄTEN							
<b>Diamètre maximal à tourner (B)</b> Maximum diameter to be turned (B) Maximaler Drehdurchmesser (B)	mm mm mm	1240	1550	1880	2300	2800	
<b>Hauteur maximale usinable (D)</b> Maximum machining height (D) Maximale Drehhöhe (D)	mm mm mm	1000	1300	1600	1800	2300	
<b>PLATEAU</b> TABLE PLANSCHENBE							
<b>Diamètre nominal</b> Nominal diameter Nominaler Durchmesser	mm mm mm	1050	1300	1650	2050	2550	
<b>Vitesse de rotation au choix</b> Optional speed range Drehzahlenbereich, wahlweise	<b>Gamme moyenne</b> tr/mn Medium range Normal	rpm U/m	2-250	1,6-200	1,25-160	1-125	0,8-100
	<b>Gamme rapide</b> Fast range Schnell	tr/mn rpm U/m	3,15-400	2,5-315	2-250	1,6-200	1,25-160
<b>Puissance moteur principal</b> Power of main motor Leistung-Hauptantrieb	kW kW kW	37 (55)	37 (55)	37 (55)	55	55	
<b>Charge maximale admise</b> Maximum load admitted Maximale zulässige Belastung	T T T	8	10	15	20	25	
<b>CHARIOT PORTE-OUTILS SUR TRAVERSE, A COULANT CARRÉ</b> TOOLHEADS ON CROSSRAIL WITH SQUARE RAM WERKZEUGHALTERSUPPORTE AUF QUERBALKEN MIT VIERKANT-STOSSEL							
<b>Gamme des avances de travail</b> Range of working feeds Arbeitsvorschübe Stufenlos	mm/mn mm/mn mm/mn			0,1-1000			
<b>Vitesse de déplacement rapide</b> Rapid traverse speed Eilganggeschwindigkeit stufenlos	mm/mn mm/mn mm/mn			1-6000			
<b>Section du coulant</b> Ram cross-section Stößelquerschnitt	mm mm mm	190×210	190×210	190×210	224×224	224×224	
<b>Course verticale coulant</b> Vertical ram travel Vertikaler Stößelhub	mm mm mm	1000	1000	1000	1250	1250	
<b>Changeur de portes-outils</b> Tool changer Werkzeugwechsler	positions stations stationen	12	12	12	12	12	
<b>Poids moyen</b> Average weight Mittelmässiges Gewicht	T T T	15	18	23	32	45	
<b>Encombrement approximatif moyen</b> Approximate average overall dimensions Normaler Raumbedarf (ca)	mm H	3850	4150	4600	6750	7250	
	mm K	4300	4400	4700	4700	5100	
	mm M	4300	4500	5000	5900	6400	

## CENTRE D'USINAGE PARPAS SL90



## TETE ROTATIVE



## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Charge maxi admise	5000 Kg
Course axe X	2500 mm
Course axe Y	1000 mm
Course axe Z	1250 mm
Angle de rotation axe plateau	360° (pas de limitation d'intervalle en programmation)
Tête universelle rotative	Positionnement automatique en vertical et horizontal à l'aide du plan à 45°
Nez de broche	ISO 50
Puissance moteur	22 KW
Couple moteur	525 Nm constant de 6 à 500t/min.
Vitesse broche maxi utilisable en continu	4000 t/min.
Vitesse d'avance sur les axes linéaires	10000 mm/min. maxi
Vitesse de rotation maxi axe plateau	10 t/min.
Vitesse de rotation maxi tête (plan à 45°)	3 t/min.

Remarque : les données présentées s'entendent « broche en position verticale ».

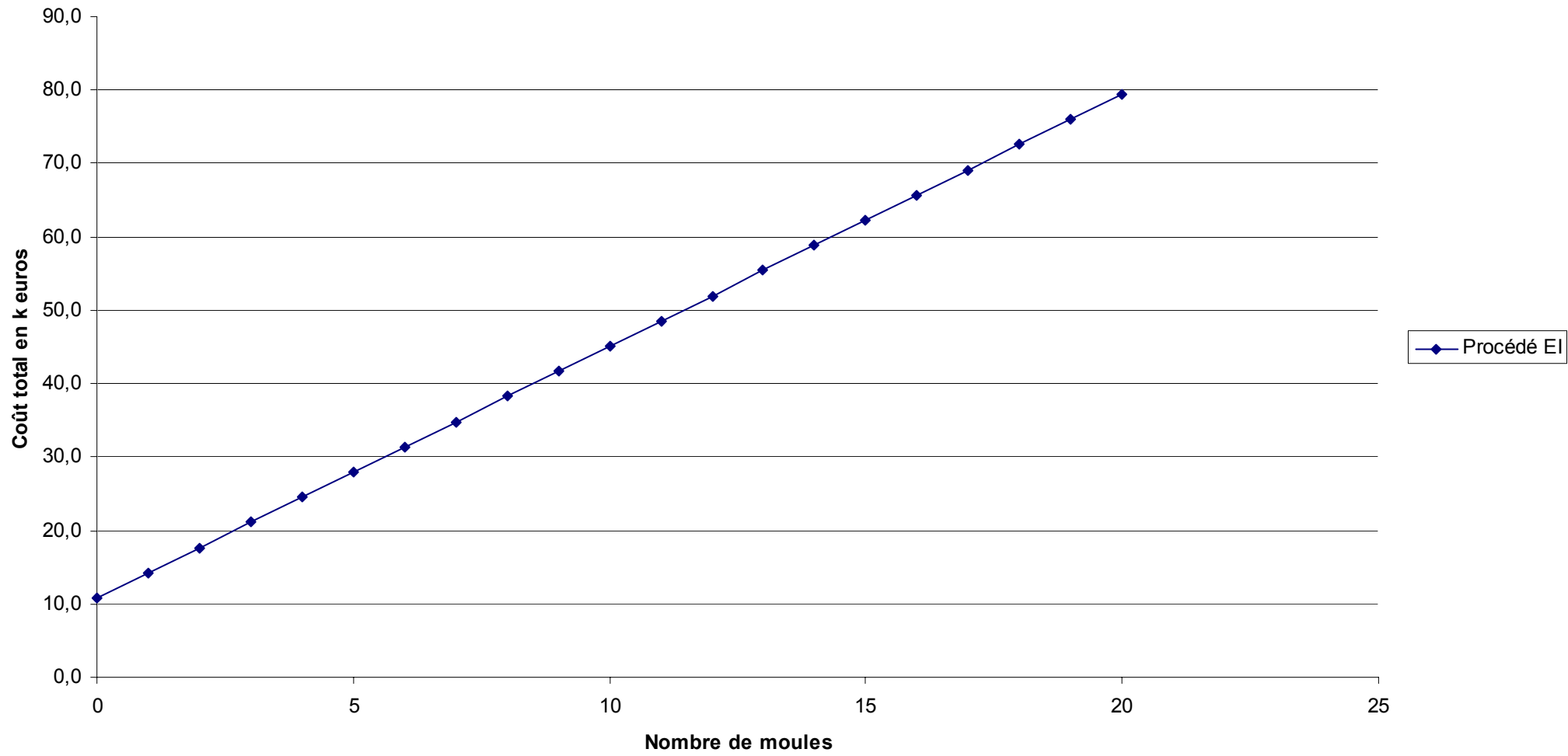
## **DOSSIER REPONSES**

13 DOCUMENTS

REPERE DU DOCUMENT	CONTENU	PARTIE CONCERNEE
<i>DRA1</i>	<i>Coût de réalisation de moules</i>	<i>A</i>
<i>DRA2</i>	<i>Principe de la coulée basse pression</i>	<i>A</i>
<i>DRA3</i>	<i>Usinage de la garniture</i>	<i>A</i>
<i>DRA4</i>	<i>Réalisation d'un pied de cordon</i>	<i>A</i>
<i>DRB1</i>	<i>Mode opératoire phase 10 (4 exemplaires)</i>	<i>B</i>
<i>DRB2</i>	<i>Mise en situation de la pièce dans l'espace de travail</i>	<i>B</i>
<i>DRB3</i>	<i>Analyse d'une spécification par zone de tolérance</i>	<i>B</i>
<i>DRB4</i>	<i>Analyse d'une spécification par zone de tolérance</i>	<i>B</i>
<i>DRB5</i>	<i>Mise en position pièce/MMT</i>	<i>B</i>
<i>DRB6</i>	<i>Repérage des éléments palpés</i>	<i>B</i>
<i>DRB7</i>	<i>Repérage des éléments palpés</i>	<i>B</i>
<i>DRB8</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>B</i>
<i>DRB9</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>B</i>

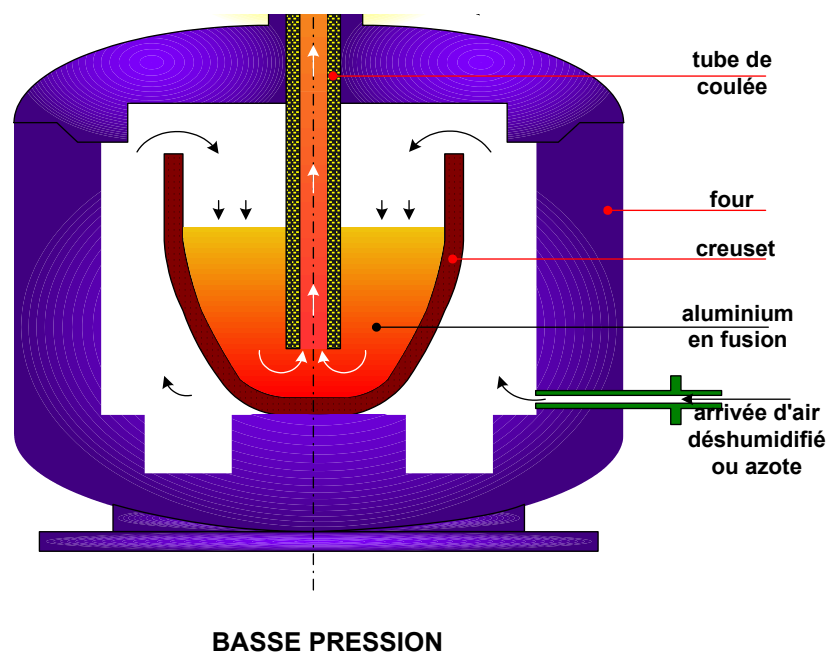


### Coût comparatif EI et PA = f(nombre de moules)



**DOCUMENT REPONSE DRA1**

# Principe de la coulée Basse Pression



**Justifications :**

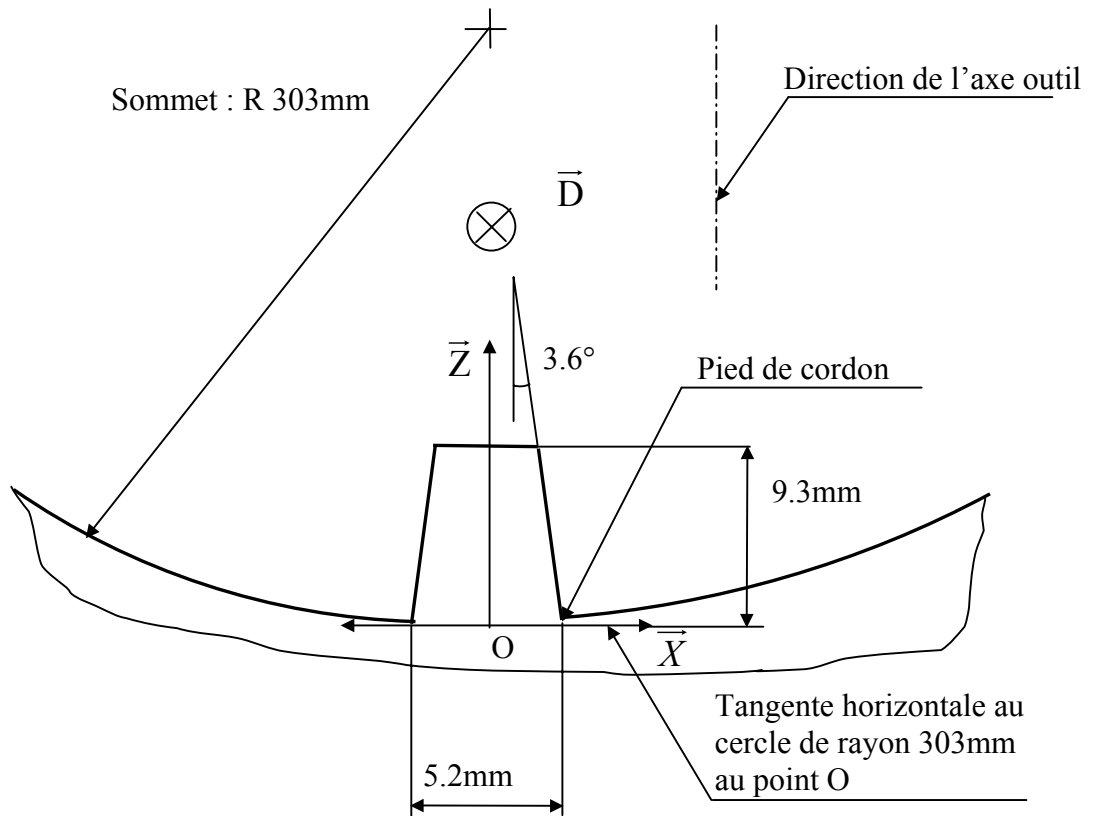
**FRACTIONNEMENT F.A.O. DU MODELE**





## Usinage finition d'un pied de cordon

Finition avec fraise à fond plat :



Allure pneumatique

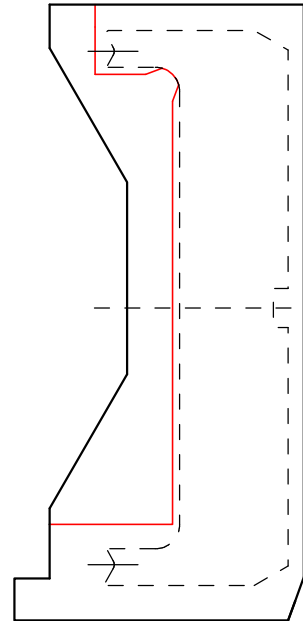
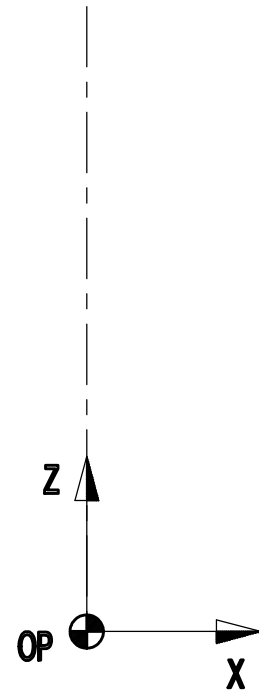
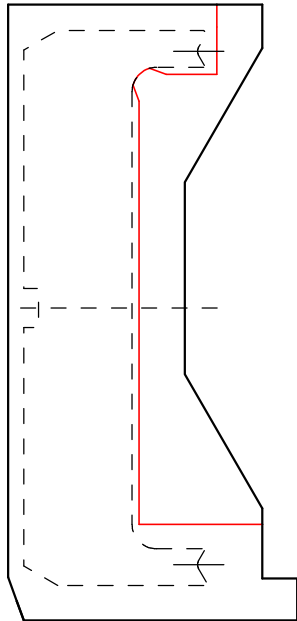
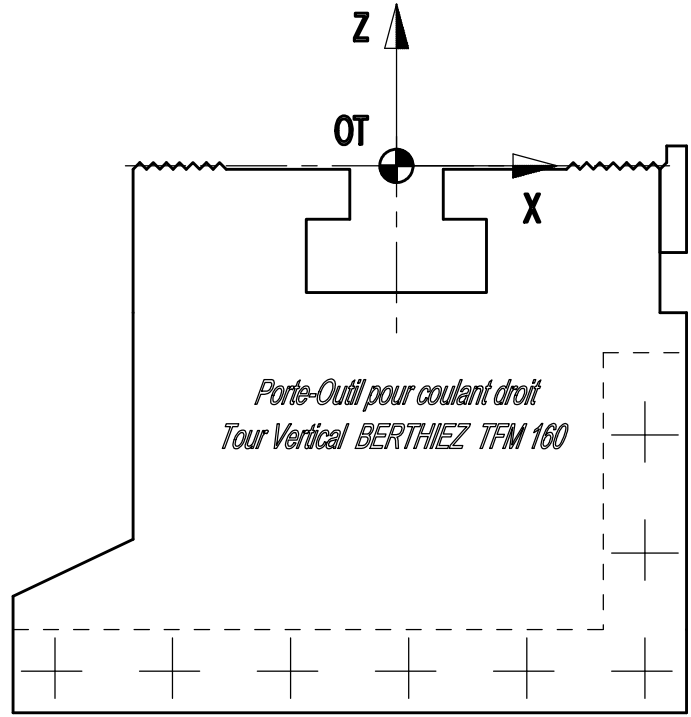
Remarque : hachures sur coupe partielle non représentées

**DOCUMENT REPONSE DRA4**

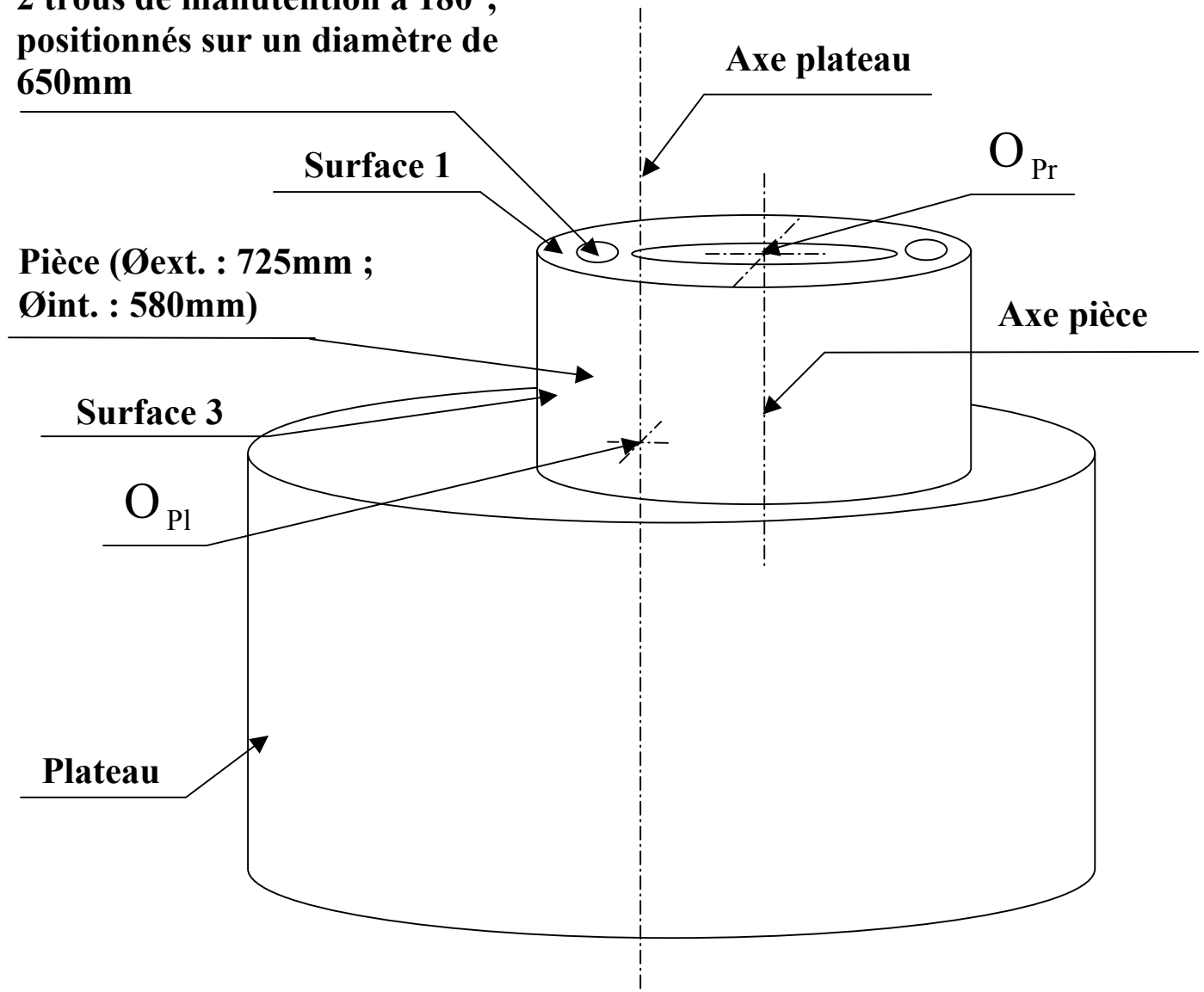
# DOCUMENT REPOSE DRB1

PHASE 10

Opération N° : .....



2 trous de manutention à 180°,  
positionnés sur un diamètre de  
650mm



**REMARQUES :**

- Vue en direction du montant de la machine
- L'axe de rotation plateau et l'axe de révolution pièce sont supposés parallèles mais non confondus
- Point  $O_{Pr}$  : origine du repère de programmation F.A.O.
- Point  $O_{Pl}$  défini à l'intersection du plan supérieur du plateau et de son axe de rotation
- Broche en position verticale

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments Idéaux		
Type de spécification Forme                      Orientation Position                  Battement .....	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple    commune système	simple composée	Contraintes orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition					

DOCUMENT REPONSE DRB3

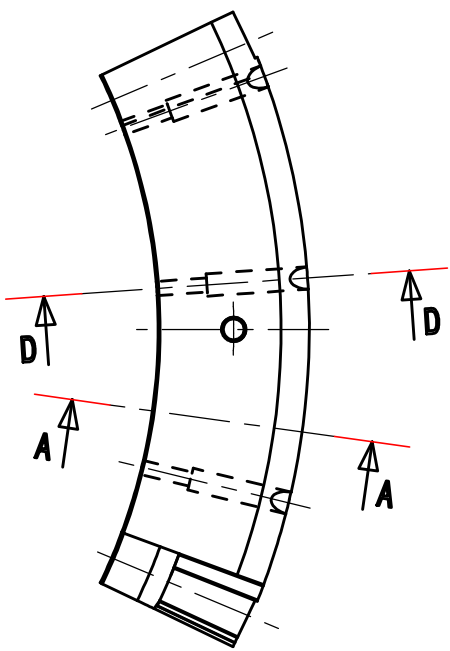
TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments Idéaux		
Type de spécification Forme                      Orientation Position                  Battement .....	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple    commune système	simple composée	Contraintes orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition					

DOCUMENT REPONSE DRB4

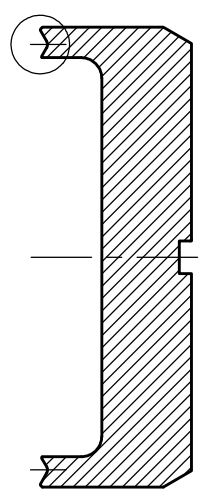


# IDENTIFICATION DES ELEMENTS PALPES ET CONSTRUITS

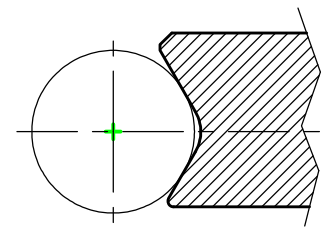
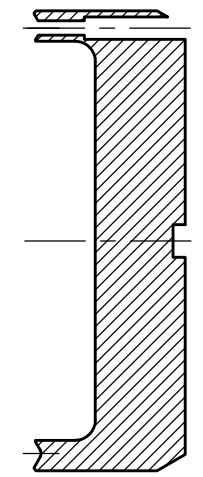
Spécification : 0.04 A H



**A-A**



**D-D**



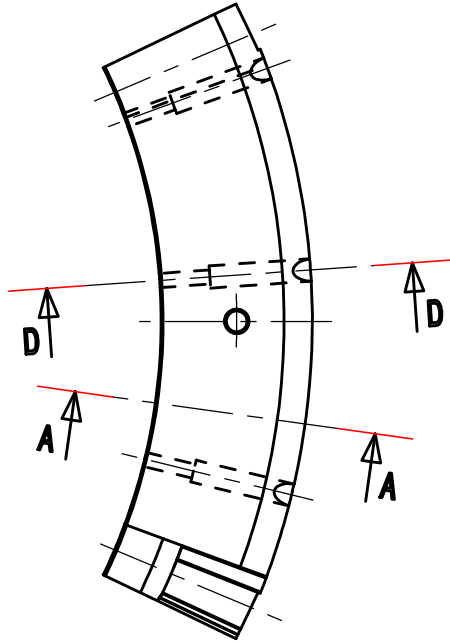
+

	Point	Droite	Cercle	Plan	Cylindre	Cône	Sphère
Identificateur	PT i	DR i	CE i	PL i	CY i	CN i	SP i
Remarque : l'identificateur sera suivi d'un chiffre i pour différencier les identificateurs de même type							

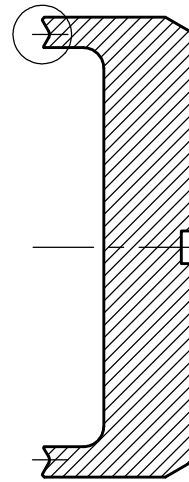
# IDENTIFICATION DES ELEMENTS PALPES ET CONSTRUITS

3 x  $\varnothing$  7H11  
 Spécification : 

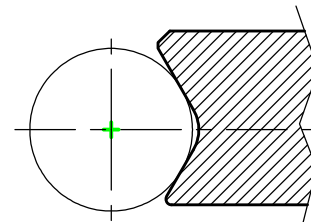
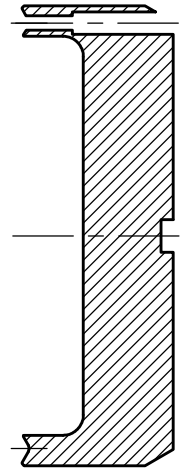
$\varnothing$ 0.5	A	B	D
-------------------	---	---	---



**A-A**



**D-D**




	Point	Droite	Cercle	Plan	Cylindre	Cône	Sphère
Identificateur	PT i	DR i	CE i	PL i	CY i	CN i	SP i

Remarque : l'identificateur sera suivi d'un chiffre i pour différencier les identificateurs de même type



GAMME DE MESURAGE SUR MMT

Définition des opérations de détermination de la spécification :

	0.04	A	H
--	------	---	---

N° Op	N° palpeur	Opération de mesure	Repère élément palpé	Opération de construction ou de calcul. Contraintes.	Repère élément construit

GAMME DE MESURAGE SUR MMT

Définition des opérations de détermination de la spécification :

3 \* Ø7 H11

⊕	Ø 0,5	A	B	D
---	-------	---	---	---

N° Op	N° palpeur	Opération de mesure	Repère élément palpé	Opération de construction ou de calcul. Contraintes.	Repère élément construit

# **DOSSIER RESSOURCES**

1 DOCUMENT

REPERE DU DOCUMENT	CONTENU	PARTIE CONCERNEE
<i>DRSBI</i>	<i>Silhouettes du support de garniture</i>	<i>B</i>

**Silhouettes**

