

SESSION DE 2002

**concours externe
de recrutement de professeurs agrégés**

section : génie mécanique

composition sur les technologies de fabrication

Durée : 8 heures

Moyens de calculs autorisés : calculatrice électronique de poche - y compris programmable, alphanumérique ou à écran graphique - à fonctionnement autonome, non imprimante, conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout document et de tout autre matériel électronique est interdit.

Ce sujet comporte :

- 1 fascicule sujet de 12 pages d'énoncé du problème comprenant trois parties identifiées « Partie A », « Partie B », « Partie C » ;
- 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 « documents-réponses » regroupés dans trois chemises distinctes :

- PARTIE A : Étude de pré-industrialisation ;
- PARTIE B : Étude d'industrialisation pour un procédé primaire ;
- PARTIE C : Optimisation de processus.

Fascicule sujet

Sommaire:

Mise en situation		Page 2
Partie A	Etude de pré-industrialisation	Page 3
Partie B	Etude d'industrialisation pour un procédé primaire	Page 4
Partie C	Optimisation de processus	Page 6

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 extraits de catalogues, 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]".

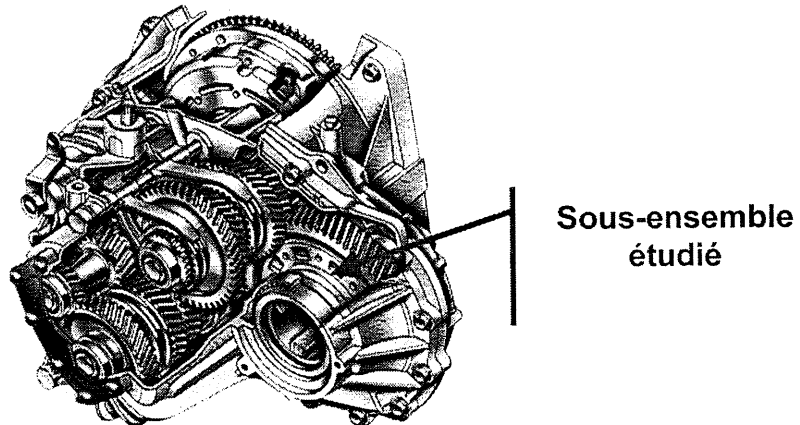
Avertissement

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

MISE EN SITUATION

1. Introduction

Le thème du projet d'étude de fabrication proposé concerne un BOITIER DE DIFFERENTIEL (documents techniques DT1, DT2, DT3 et DT4) d'une transmission d'un véhicule automobile dont une nouvelle version est commercialisée depuis mars 2001. La production est de 1400 véhicules par jour.



2. Présentation du problème

Pour intégrer les évolutions dues à l'innovation technologique (*intégration de l'électronique et de l'informatique embarquée pour sécuriser l'utilisation du véhicule,.....*) et faire face à la concurrence le constructeur automobile a investi en juin 2000 dans deux lignes d'usinage flexibles. Cet outil de production peut fabriquer plusieurs modèles de boîtier de différentiel mais aussi d'autres pièces de la transmission du véhicule. L'industriel a choisi des machines dont les performances et les possibilités ne sont pas toutes exploitées aujourd'hui, mais a joué sur la flexibilité de ses lignes de production. Il est en effet amené à produire annuellement une cinquantaine de variantes de boîtier de différentiel. Les nouveaux moyens techniques utilisés intègrent entre autres des machines à usinage grande vitesse (document technique DTC2a et DTC2b), mais aussi des machines permettant de faciliter et de fiabiliser l'automatisation. Un contrôle à 100% automatisé succède à chaque phase d'usinage permettant une maîtrise totale de la qualité. Ces nouveaux moyens imposent de maîtriser des nouvelles techniques mais aussi de vérifier que le comportement des matériels permet de répondre aux exigences des spécifications associées au produit (maîtrise de la flexion et de l'équilibrage des outils tournants en UGV.....) ; c'est dans ce contexte de production que l'étude associée au sujet est proposée.

PARTIE A

Etude de pré-industrialisation.

Preliminaires

Le document technique **DT1** présente une mise en situation d'un différentiel. La rédaction du cahier des charges fonctionnel a permis d'établir les conditions techniques et économiques à remplir par cet ensemble. On s'intéresse à la réalisation de la fonction « différentiel », plus particulièrement à l'élaboration des **pignons satellites** représentés sur le document technique **DTA1** .

Question 1.

Travail à réaliser sur feuille de copie

A partir des données fournies sur le document technique **DTA1**, définir le processus global d'obtention de cette pièce en justifiant et spécifiant :

- le choix du matériau et un traitement (dont on détaillera la mise en œuvre) à partir des matériaux proposés dans les documents techniques **DTA2a**, **DTA2b**, **DTA2c**,
- le choix du mode d'obtention du brut, dont on représentera, sous forme de croquis, les principales caractéristiques géométriques et dimensionnelles,
- la nomenclature des phases de réalisation.

PARTIE B

Etude d'industrialisation pour un procédé primaire.

Préliminaires

Le BOITIER DE DIFFERENTIEL (document technique DT2 et DT4) est produit à une cadence de 1400 pièces par jour par un sous-traitant du constructeur automobile.

Cette pièce est un élément de sécurité, ainsi le processus d'élaboration du brut (et de l'usinage) doit être parfaitement maîtrisé.

La production des moules s'effectue sur une chaîne de moulage au sable à vert.

La coulée est réalisée dans des moules constitués de deux châssis (dimensions : 800x900x250 mm) en acier, superposés et convoyés en boucle par une chaîne automatique.

Les pièces sont coulées en grappe (10 empreintes par moule).

Le processus de production des pièces brutes est le suivant :

- ⇒ moulage des châssis inférieurs sur plaque modèle
- ⇒ moulage des châssis supérieurs sur plaque modèle
- ⇒ mise en place des noyaux et accessoires (filtres ...) en manuel
- ⇒ remmoulage automatique
- ⇒ coulée automatique
- ⇒ poinçonnement sable et pièce
- ⇒ décochage au tonneau
- ⇒ grenailage au tonneau
- ⇒ suppression système de coulée manuel
- ⇒ meulage manuel
- ⇒ contrôle
- ⇒ expédition

Question 2.

Travail à réaliser sur document réponse DRB1

On choisit de mener l'étude **pour une pièce de la grappe**.

Dessiner la silhouette de la pièce brute, en prenant soin de choisir, en la justifiant, la position du plan de joint.

Dessiner le moule prêt à la coulée (moule remmoulé).

→ Mentionner clairement "DESSUS" sur la partie supérieure et "DESSOUS" sur la partie inférieure du moule.

→ Tracer en couleur(s) le (ou les) noyau(x) dans la vue en coupe et la section.

Remarque : Une couleur par noyau.

→ Faire apparaître clairement les portées de noyau, les jeux de remmoulage ainsi que la cotation des dépouilles.

→ Dessiner les éléments utiles à la coulée (système d'alimentation, de coulée, de masselottage...).

Remarque : Les systèmes d'alimentation, de coulée et de masselottage ne sont pas à calculer.

→ Représenter à main levée, en perspective, le ou les noyaux.

Données :

- Document technique **DTB1**
- dépouille générale 3°
- rayons **R3** en relief et **R4** en creux
- aucune bavure admise (les bavures « à creuser » sont possibles, mais éliminées par meulage)
- surépaisseurs d'usinage **2 à 3 mm**

Question 3.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Donner l'ordre de remmoulage .

L'ensemble des contrôles effectués sur la pièce brute porte sur :

- A- La composition du matériau.
- B- La structure du matériau.
- C- Les caractéristiques mécaniques du matériau.
- D- Les dimensions et la géométrie.
- E- Les défauts inhérents au procédé.

Question 4.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Pour les points A et B, le cahier des charges du constructeur impose un certain nombre de caractéristiques sur le produit, notamment le taux de graphite sphéroïdal (taux GS>85%). Le document technique **DTB2** présente le résultat d'un contrôle micrographique sur un échantillon attendant à une grappe de pièces.

Interpréter le relevé afin d'en déduire la structure micrographique. Déterminer le taux GS, conclure sur la validité de la caractéristique imposée.

Question 5.

Travail à réaliser sur document réponse DRB2

Concernant le point C (caractéristiques mécaniques), on contrôle :

- la résistance minimale à la traction.
- la limite conventionnelle d'élasticité à 0.2% ($380 \leq R_{p0.2} \leq 420$ Mpa).
- l'allongement minimal A%.
- le module d'élasticité ($E \geq 176000$ Mpa).

Le document technique **DTB3** présente le résultat d'un essai de traction sur un échantillon attendant à une grappe de pièces.

Indiquer les résultats de l'essai concernant les critères ci-dessus, conclure sur la conformité des caractéristiques mécaniques.

Question 6.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Concernant le point E sur les défauts inhérents au procédé, décrire le ou les défauts qui feront l'objet d'un contrôle et définir les moyens et procédures à mettre en place qui lui ou leur sont associés.

PARTIE C

Optimisation de processus.

Etude de problèmes relatifs à l'implantation d'une ligne de production

Préliminaires

La sortie de nouvelles gammes de véhicules, nécessite la mise en place d'une troisième ligne de production.

Les concepteurs sont amenés à étudier et à comparer (notamment en terme de capacité) 2 variantes de ligne.

Ceci conduit à identifier et à résoudre certains problèmes, tels que la détection de point bouchon, l'implantation de nouvelles machines...

Le document technique **DTC1** présente, sous forme schématique, la partie de la ligne sur laquelle porte l'étude ainsi que les données nécessaires à la résolution des questions.

Question 7.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Déterminer, à partir du document technique **DTC1** le point bouchon de la ligne.
Calculer la capacité moyenne hebdomadaire de production de boîtiers (sur cette seule ligne).

Question 8.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Une seconde variante de ligne consiste à implanter, au niveau du point bouchon, une deuxième machine en parallèle. On souhaite obtenir, dans ce cas, une production hebdomadaire minimum de 4900 pièces par semaine (sur cette seule ligne).

Calculer la capacité moyenne hebdomadaire de production de boîtiers de cette nouvelle variante.
Peut-on atteindre les objectifs ?

Phase 130 - Usinage sur centre de tournage

Question 9.

Travail à réaliser sur document réponse DRC1

Pour réaliser les alésages en ½ finition de la PHASE 130 comme défini sur le document réponse **DRC1** le carburier réalise un outil spécifique depuis un attachement CAPTO C4 à partir d'une définition du client. Après avoir fait le choix parmi 3 types de plaquette rhombique 80°, 55°, 35°, réaliser un croquis coté de l'outil capable de réaliser les surfaces associées à cette opération.

Question 10.

Travail à réaliser sur feuille de copie.

Compte tenu des formes des surfaces réalisées, quelles particularités doit avoir la nuance de plaquette pour réaliser efficacement l'usinage?

Phase 150 – Usinage sur cellule d'usinage grande vitesse URANE 20C.

Analyse du fonctionnement du poste. (documents techniques **DTC2**, **DTC2a**, **DTC2b**, **DTC10**)

Question 11.

Travail à réaliser sur document réponse DRC2

Etablir le schéma de séquence permettant de décrire un cycle d'usinage en supposant que la cellule est composée d'un seul centre d'usinage alimentée par un robot.

Démontrer que le temps d'exécution apparent de cette phase sera divisé par 2 si la cellule est composée de 2 centres d'usinage alimentés par un même robot.

Vérification de la déformation d'un outil.

Etude de l'opération de perçage des alésages $\varnothing 18$. Ces usinages sont réalisés en phase **150B**.

L'ensemble outil/porte-outil ainsi que les conditions de coupe utilisées pour réaliser ces opérations sont présentés dans le document technique **DTC3**. Nous ne nous intéresserons qu'aux opérations de perçage des diamètres $\varnothing 17.6$ en se référant aux documents techniques **DTC4** (les encoches d'indexage et de logement de puce ne sont pas représentés), **DTC5** ainsi qu'au document ressource **DRSC1**.

Les plaquettes du foret n'étant pas positionnées symétriquement par rapport à l'axe broche, l'outil est sollicité en flexion. On cherche à vérifier que les déformations induites ne sont pas incompatibles avec la réalisation de l'alésage $\varnothing 18$ et des tolérances associées.

Question 12.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Déterminer le module de l'effort d'avance global \vec{F}_f et le module du couple \vec{M}_c qui s'exercent sur le foret lors de l'opération.

En déduire le module de l'effort de coupe \vec{F}_c .

On prendra un angle de direction d'arête $K_r = 80^\circ$ et un angle de coupe orthogonal $\gamma_b = 6^\circ$.

Modéliser par un schéma les composantes des différents efforts exercés par la pièce sur chacune des plaquettes.

Question 13.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Influence des actions mécaniques exercées par la pièce sur l'outil : modèle éléments finis. Une étude en statique par éléments finis de l'ensemble outil/porte-outil a été réalisée. Les plaquettes et leurs logements n'ont pas été pris en compte.

Une pré-étude (figure 1 du document technique **DTC5**) a consisté à réaliser un maillage et un calcul de l'ensemble.

Préciser quelles ont été les conditions limites et les cas de charge à mettre en place, en prenant en compte le principe de mise et de maintien en position de l'attachement HSK63-A (norme DIN 69893 forme A) sur la broche (document technique **DTC6**).

Question 14.**Travail à réaliser sur feuille de copie**

L'étude des déplacements a été menée sur le modèle éléments finis dont le maillage est présenté sur la figure 2 du document technique **DTC5**.

Préciser par écrit les raisons de ce choix, à partir de l'interprétation de la figure 1.

Identifier et quantifier le défaut induit sur la pièce par la déformation de l'outil, conclure sur l'influence de ce défaut sur la réalisation de l'alésage.

Rappel : - déplacement selon l'axe \vec{X} du point (8.8, 0, 0) : $1.6 \cdot 10^{-3}$ mm.

- déplacement selon l'axe \vec{Y} du point (8.8, 0, 0) : $3.8 \cdot 10^{-2}$ mm.

Etude de l'équilibrage des porte-outils.

On souhaite installer des couples outils/porte-outils dont la qualité d'équilibrage permet de répondre, à la fois, à des exigences imposées par le constructeur de machine en terme de durée de vie de broche et à des exigences liées au tolérancement des surfaces à réaliser.

On cherche à valider la méthode d'équilibrage mise en œuvre par le fournisseur du porte-outil.

Question 15.**Travail à réaliser sur feuille de copie**

L'opération est réalisée sur une équilibreuse.

Le document technique **DTC7** présente un porte outil de type HSK sur lequel on peut voir les enlèvements de matière réalisés (dans le plan médian de la collerette) pour parvenir à la qualité d'équilibrage requise. La première phase permet de réaliser un équilibrage grossier par fraisage ; la deuxième phase permet de réaliser un équilibrage fin par meulage.

On supposera l'ensemble outil/porte-outil de masse M , en liaison pivot par rapport au bâti de l'équilibreuse. On se référera au document technique **DTC8** pour les notations et hypothèses à utiliser.

Soit $R_g = (O, \vec{x}_g, \vec{y}_g, \vec{z}_g)$ un repère Galiléen, et $R_s = (O, \vec{x}_s, \vec{y}_s, \vec{z}_s)$ un repère lié au bâti de l'équilibreuse.

Soit $\{T_{b \rightarrow s}\}_{O, R_s} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & 0 \end{Bmatrix}_{O, R_s}$ le torseur des efforts, exprimé en O , transmis par la liaison pivot sur

le porte-outil (noté S).

Soit $\{I_{(O,S)}\}_{O, R_s} = \begin{Bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{Bmatrix}_{O, R_s}$ la matrice d'inertie du porte-outil, avec $A \neq 0, B \neq 0,$

$C \neq 0, D \neq 0, E \neq 0, F \neq 0.$

Le porte-outil est-il équilibré statiquement ?

Est-il équilibré dynamiquement ?

Question 16.**Travail à réaliser sur feuille de copie**

On définit le balourd U (ou déséquilibre) et le déséquilibre spécifique e par les relations :

$$U = m * r$$

$$e = U/M$$

avec :

m : masse de déséquilibre en gramme.

r : rayon d'action (de la masse m) en mm.

M : masse du rotor en gramme.

A l'issue de leur passage sur l'équilibreuse, les porte-outils sont fournis avec un balourd maximum $U=3\text{g.mm}$ et les composantes de la matrice d'inertie du porte-outil présenté sur le document technique **DTC4** (les encoches d'indexage et de logement de puce ont été pris en compte) ont pour ordre de grandeur :

$$\{I_{(O,S)}\}_{O,R_s} = \begin{Bmatrix} 815000 & 1400 & 2600 \\ 1400 & 802000 & -300 \\ 2600 & -300 & 426000 \end{Bmatrix}_{O,R_s} \quad (\text{en g.mm}^2)$$

Appliquer le principe fondamental de la dynamique au porte outil, au point O .

Calculer les composantes des efforts et des couples tournants en O . Conclure, au vu des résultats précédents, sur la validité de la méthode d'équilibrage.

Le porte-outil étudié a une masse $M=1045\text{g}$ et on suppose une vitesse de rotation constante $N=2984\text{tr/min}$. On fait l'hypothèse d'une rigidité statique radiale de la broche de $200\text{N}/\mu\text{m}$.

Question 17.**Travail à réaliser sur feuille de copie**

On s'intéresse à présent à la notion de degré de qualité d'équilibrage et aux contraintes que cela peut imposer sur l'équilibrage d'un porte-outil.

Soit G le degré de qualité d'équilibrage d'un élément, défini par la relation :

$$G = e * \omega$$

avec : ω : fréquence de rotation en rad/s.

En faisant l'hypothèse d'ensembles outils/porte-outils installés avec un balourd $U=3\text{g.mm}$:

Calculer le degré d'équilibrage G à $N=2984\text{tr/min}$. de l'ensemble étudié ci dessus, dont la masse $M=1045\text{g}$.

Calculer le degré d'équilibrage G à $N=7528\text{tr/min}$. de l'ensemble utilisé lors de l'opération de chanfreinage intérieur par contournage (document technique **DTC9**) des alésages $\varnothing 18$, dont la masse $M=1000\text{g}$.

Question 18.**Travail à réaliser sur feuille de copie**

Etude des contraintes liées à la durée de vie de la broche.

Dans le but de limiter les efforts sur les paliers engendrés par un déséquilibre, la broche a un degré de qualité d'équilibrage $G=1.6$ à $N=40000\text{tr/min}$.

Calculer le balourd admissible pour l'ensemble outil/porte-outil lors de l'opération de chanfreinage intérieur par contournage (document technique **DTC9**) des alésages $\varnothing 18$, si le

constructeur de la machine prescrit de travailler (quelle que soit la vitesse de rotation de la broche) avec le même degré de qualité d'équilibrage que celui de la broche.
Conclure, en se référant aux calculs de la question 16, quant à l'intérêt d'une telle prescription.

Etude d'outillage pour la cellule d'usinage grande vitesse URANE 20C.

Données :

Schéma de principe du porte-pièce A S/Phase **150A** (document technique **DTC10**)

Schéma de principe du porte-pièce B S/Phase **150B** (document technique **DTC10**)

Question 19.

Travail à réaliser sur document réponse DRC3a et DRC3b

Mettre en place la symbolisation technologique (2ème partie norme NF E 04-013) pour les S/Phases 150A et 150 B , afin d'avoir des porte-pièces ISOSTATIQUES .

Question 20.

Travail à réaliser sur feuille de copie

Pour la S/Phase 150B uniquement

Justifier la fonctionnalité de chaque élément du montage .

Justifier l'adéquation du respect des conditions (spécifications et cotation de fabrication) avec la solution proposée .

Question 21.

Travail à réaliser sur document réponse DRC4 et DRC5

Dessiner le porte-pièce pour la **S/Phase 150B**

Le bridage de la pièce est réalisé au moyen d'un vérin hydraulique pivotant **QUIRI** référence **PF41D** (voir document ressource **DRSC2**).

→ Etudier et dessiner le **système de bridage** (marteau de bridage et tête d'appui rotulé)
(coupe AA et vue de dessus)

Remarque : débattement angulaire de la tête d'appui $\pm 3^\circ$

Le centrage de la pièce est réalisé par un **mandrin hydraulique** équipé de **6 mors** équidistants .
L'**avance des mors** est réalisée par **14 rondelles élastiques NLM 0736 180** (voir document ressource **DRSC3**) .

Le **retour des mors** est assuré par un **piston $\varnothing 44$ mm**, sous une **pression de 4 Mpa** .

Les liaisons **mors/piston** et **mors/pièce** sont définies sur les documents réponses **DRC4** et **DRC5**.

La fonction **graissage** des liaisons **mors/piston** et **mors/mandrin** est assurée par un **graisseur «Hydraulic» droit M8x1** (voir document réponse **DRC4**).

→ Etudier et dessiner le **mandrin hydraulique** (coupe AA et section BB)

→ Etudier et dessiner la **bague d'appui** (coupe AA et vue de dessus) et l'**index** en vue de dessus et coupe FF.

Question 22.

Travail à réaliser sur document réponse DRC6

Etablir la cotation permettant la réception du porte-pièce B S/Phase 150B (cotation d'aptitude à l'emploi).

Remarque : dessiner à main levée le contour des éléments manquants se rapportant à la cotation .

Phase 200 – Contrôle

On se situe dans une démarche de contrôle réception de produit fini. On souhaite mener l'étude de la conformité liée aux fonctions techniques :

"Entraîner le boîtier de différentiel" (interface couronne (6) /boîtier (1)) et "Réaliser l'engrènement planétaires (2) et (5)/pignons satellites (3)".

Analyse et interprétation des spécifications.

Question 23. Travail à réaliser sur feuille de copie

Faire le bilan de l'ensemble des spécifications associées à la fonction technique "Entraîner le boîtier de différentiel".

Question 24. Travail à réaliser sur documents réponses DRC7, DRC8, DRC9

Effectuer l'interprétation et l'analyse par zone de tolérance des 3 spécifications suivantes :

\varnothing	$\varnothing 0,03$	C	X-Y
---------------	--------------------	---	-----

\varnothing	$\varnothing 0,3$	\textcircled{P}	C	B
---------------	-------------------	-------------------	---	---

\perp	0,02	X-Y
---------	------	-----

Pour les croquis, si nécessaire, utiliser la planche de silhouettes fournie en document ressource DRSC4.

Etude de l'exploitation de la machine à mesurer tridimensionnelle.

Question 25. Travail à réaliser sur documents réponses DRC10 et DRC11

Mise en œuvre de la MMT pour le contrôle des 3 spécifications de la question 24, ainsi que les 2 intervenants au niveau de la fonction technique "Réaliser l'engrènement planétaires/pignons satellites".

\varnothing	$\varnothing 0,04$	X-Y	R
---------------	--------------------	-----	---

\varnothing	$\varnothing 0,2$	X-Y	R	U-V
---------------	-------------------	-----	---	-----

Après avoir effectué une étude d'accessibilité aux surfaces permettant le contrôle, représenter le posage de la pièce sur le marbre de la machine ainsi que son maintien en position.

Préciser les configurations du palpeur nécessaires à la mesure des 5 spécifications (*la première ligne du tableau est donnée en exemple*).

Représenter le dégauchissage à réaliser pour permettre une mesure efficace et fiable (document réponse DRC11).

Question 26. Travail à réaliser sur documents réponses DRC12, DRC13, DRC14, DRC15, DRC16

Proposer une gamme de mesurage des 5 spécifications précitées (*faire un document par spécification en précisant l'ordre des actions*).

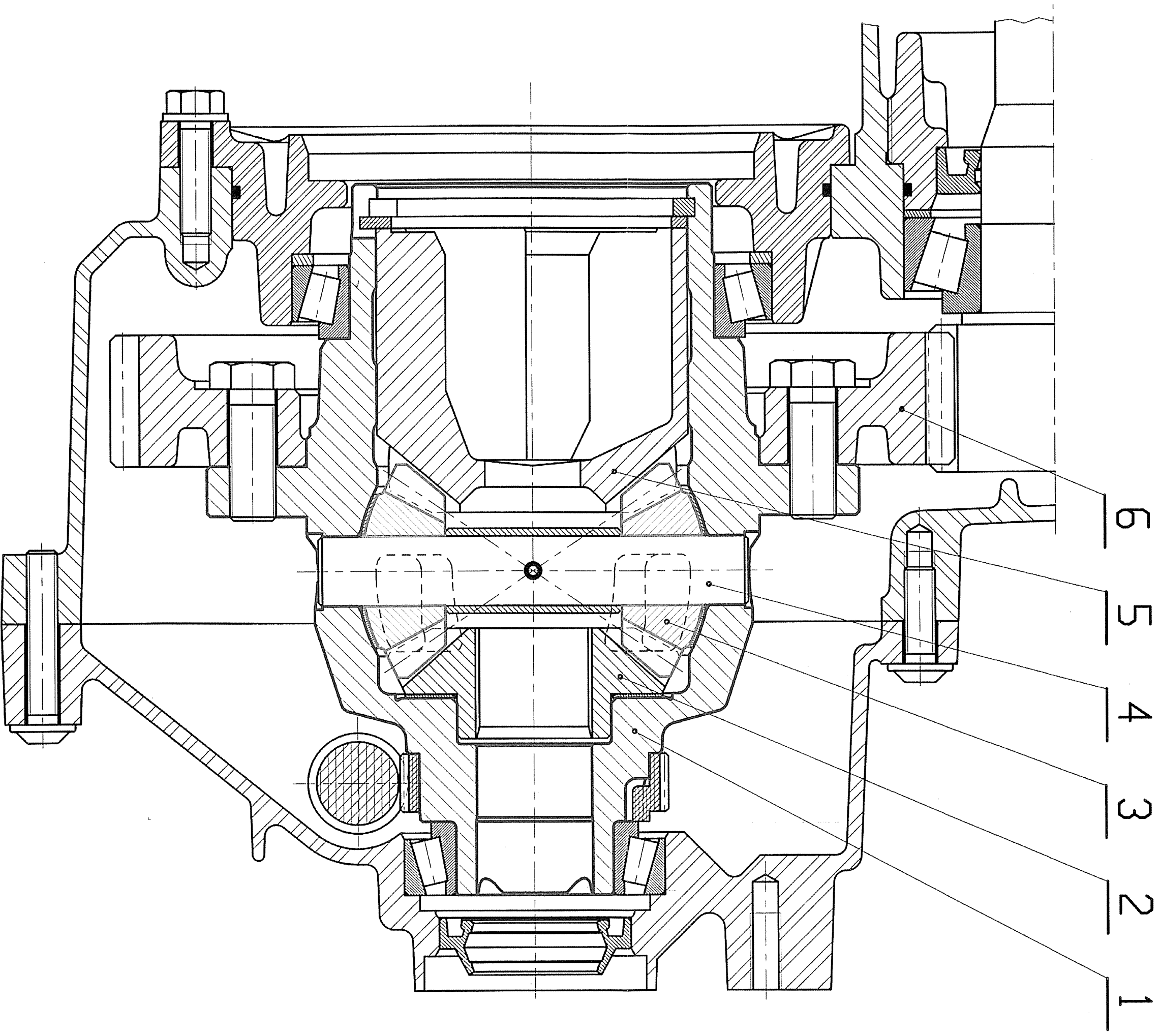
DOSSIER "TECHNIQUE"

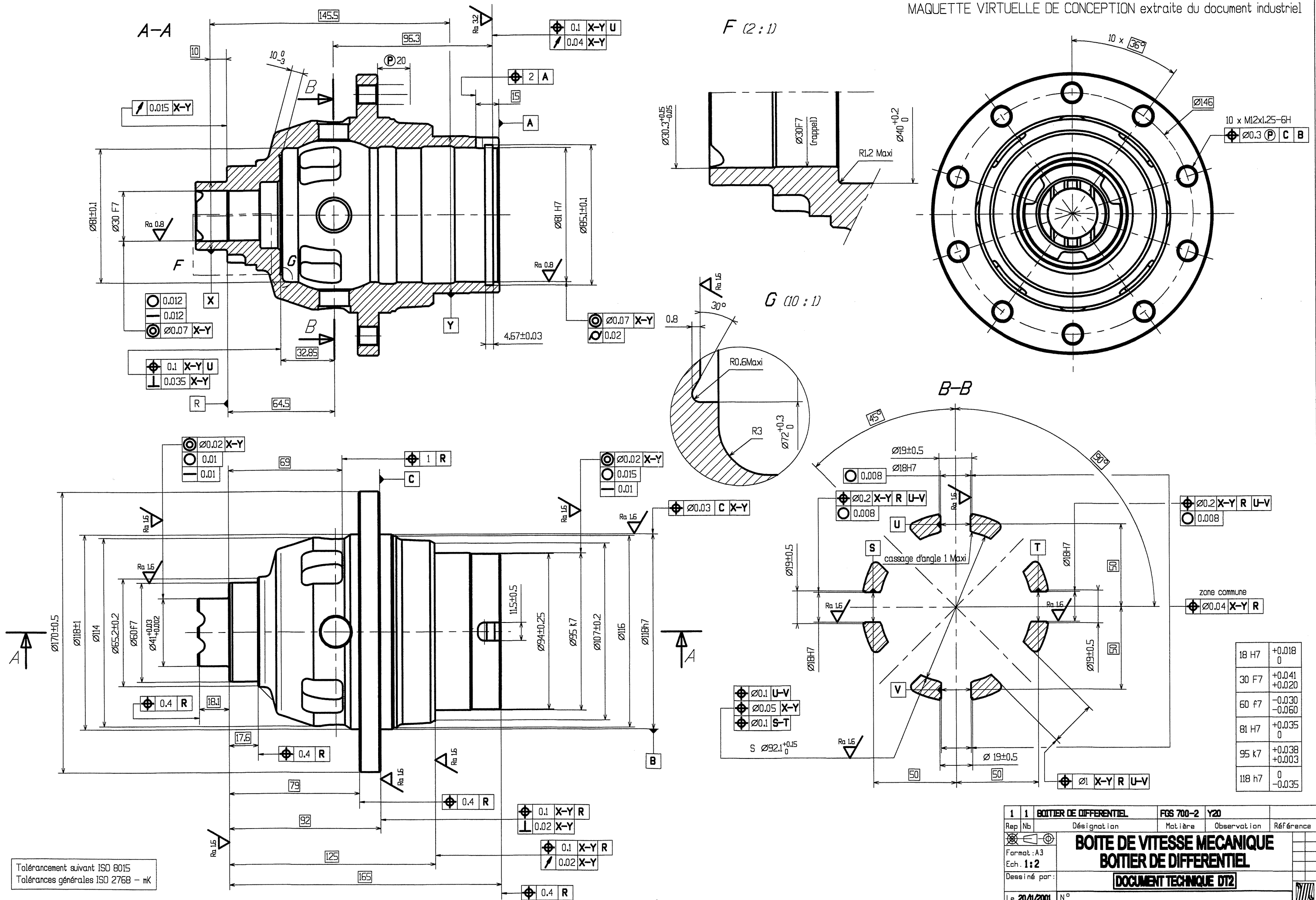
23 DOCUMENTS

REPERE DU DOCUMENT	CONTENU	PARTIE CONCERNEE
<i>DT1</i>	<i>Représentation de la maquette virtuelle de conception</i>	<i>A, B, C</i>
<i>DT2</i>	<i>Boîtier : représentation de la maquette virtuelle de conception</i>	<i>A, B, C</i>
<i>DT3</i>	<i>Plan de gamme</i>	<i>A, B, C</i>
<i>DT4</i>	<i>Rendu réaliste du boîtier échelle 1</i>	<i>A, B, C</i>
<i>DTA1</i>	<i>Pignon satellite : représentation de la maquette virtuelle de conception</i>	<i>A</i>
<i>DTA2a</i>	<i>Fiches de matériaux</i>	<i>A</i>
<i>DTA2b</i>	<i>Fiches de matériaux</i>	<i>A</i>
<i>DTA2c</i>	<i>Fiches de matériaux</i>	<i>A</i>
<i>DTB1</i>	<i>Référentiel de départ d'usinage</i>	<i>B</i>
<i>DTB2</i>	<i>Micrographies</i>	<i>B</i>
<i>DTB3</i>	<i>Courbe de traction</i>	<i>B</i>
<i>DTC1</i>	<i>Synoptique</i>	<i>C</i>
<i>DTC2</i>	<i>Implantation cellule</i>	<i>C</i>
<i>DTC2a</i>	<i>Fiche technique du CUCN Urane</i>	<i>C</i>
<i>DTC2b</i>	<i>Fiche technique du CUCN Urane</i>	<i>C</i>
<i>DTC3</i>	<i>Fiche outil</i>	<i>C</i>
<i>DTC4</i>	<i>Schéma foret</i>	<i>C</i>
<i>DTC5</i>	<i>Modèle éléments finis</i>	<i>C</i>
<i>DTC6</i>	<i>Liaison broche/HSK</i>	<i>C</i>
<i>DTC7</i>	<i>Attachement HSK : résultat d'équilibrage</i>	<i>C</i>
<i>DTC8</i>	<i>Schéma de liaison équilibrée/HSK</i>	<i>C</i>
<i>DTC9</i>	<i>Fiche outil</i>	<i>C</i>
<i>DTC10</i>	<i>Schéma des porte-pièces</i>	<i>C</i>

BOTIER DE DIFFERENTIEL

MAQUETTE VIRTUELLE DE CONCEPTION
extraite du document industriel





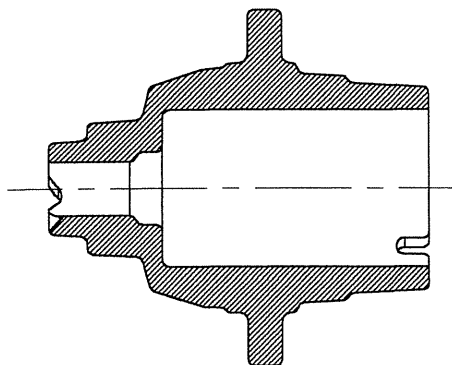
Tolérancement suivant ISO 8015
Tolérances générales ISO 2768 - mK

18 H7	+0.018 0
30 F7	+0.041 +0.020
60 f7	-0.030 -0.060
81 H7	+0.035 0
95 k7	+0.038 +0.003
118 h7	0 -0.035

1	1	BOITIER DE DIFFERENTIEL	FGS 700-2	Y20	
Rep Nb		Désignation	Matériau	Observation	Référence
		BOITE DE VITESSE MECANIQUE BOITIER DE DIFFERENTIEL			
		DOCUMENT TECHNIQUE DT2			
		Le 20/11/2001 N°			

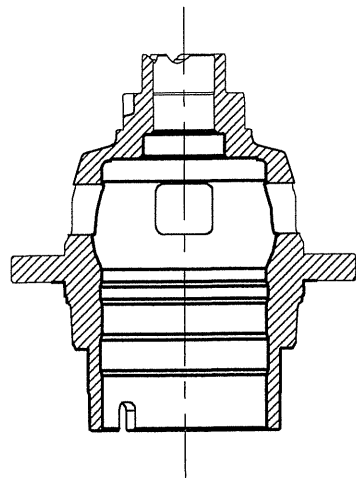
DEFINITION PARTIELLE DU PROCESSUS

PHASE 100 - MOULAGE

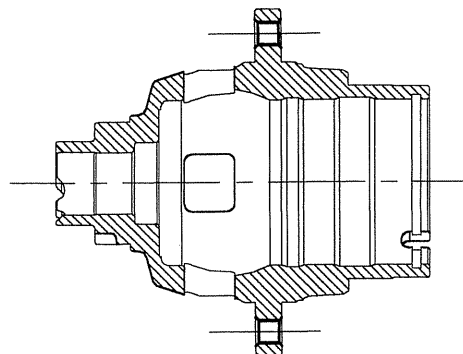


Croquis du brut non conforme à la réalité Industrielle

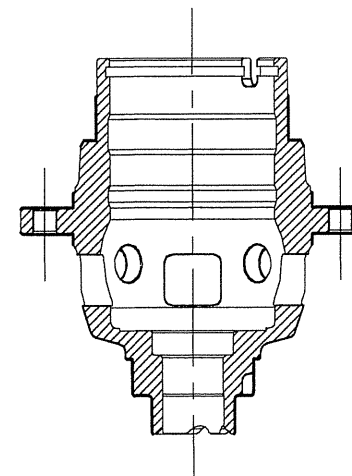
PHASE 120 - TOURNAGE Eb. Intérieur



PHASE 150 A - Perçage Taraudage



PHASE 160 - TOURNAGE Fin. Extérieur



PHASE 105 - CONTROLE du BRUT

PHASE 170 - CONTROLE

PHASE 175 - LAVAGE

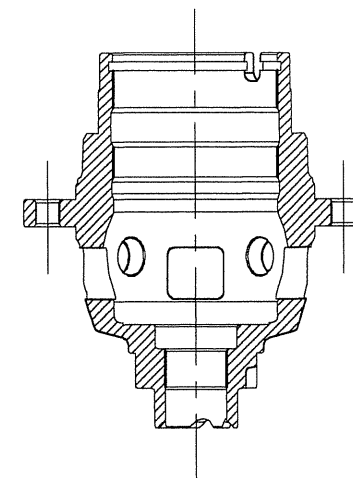
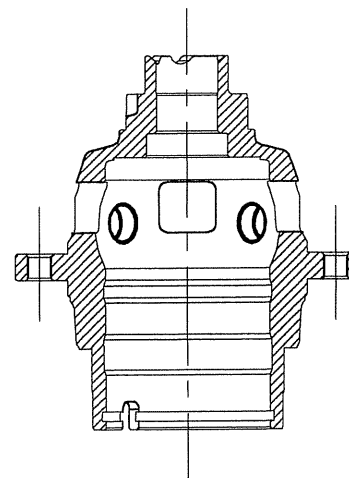
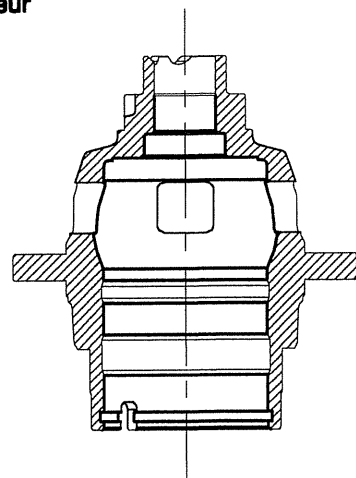
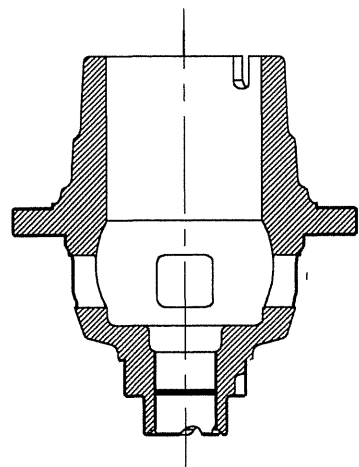
PHASE 110 - TOURNAGE Eb. Extérieur

PHASE 130 - TOURNAGE 1/2Fin. & Fin. Intérieur

PHASE 150B - Perçage Alésage finition

PHASE 180 - RODAGE

DOCUMENT TECHNIQUE DT3

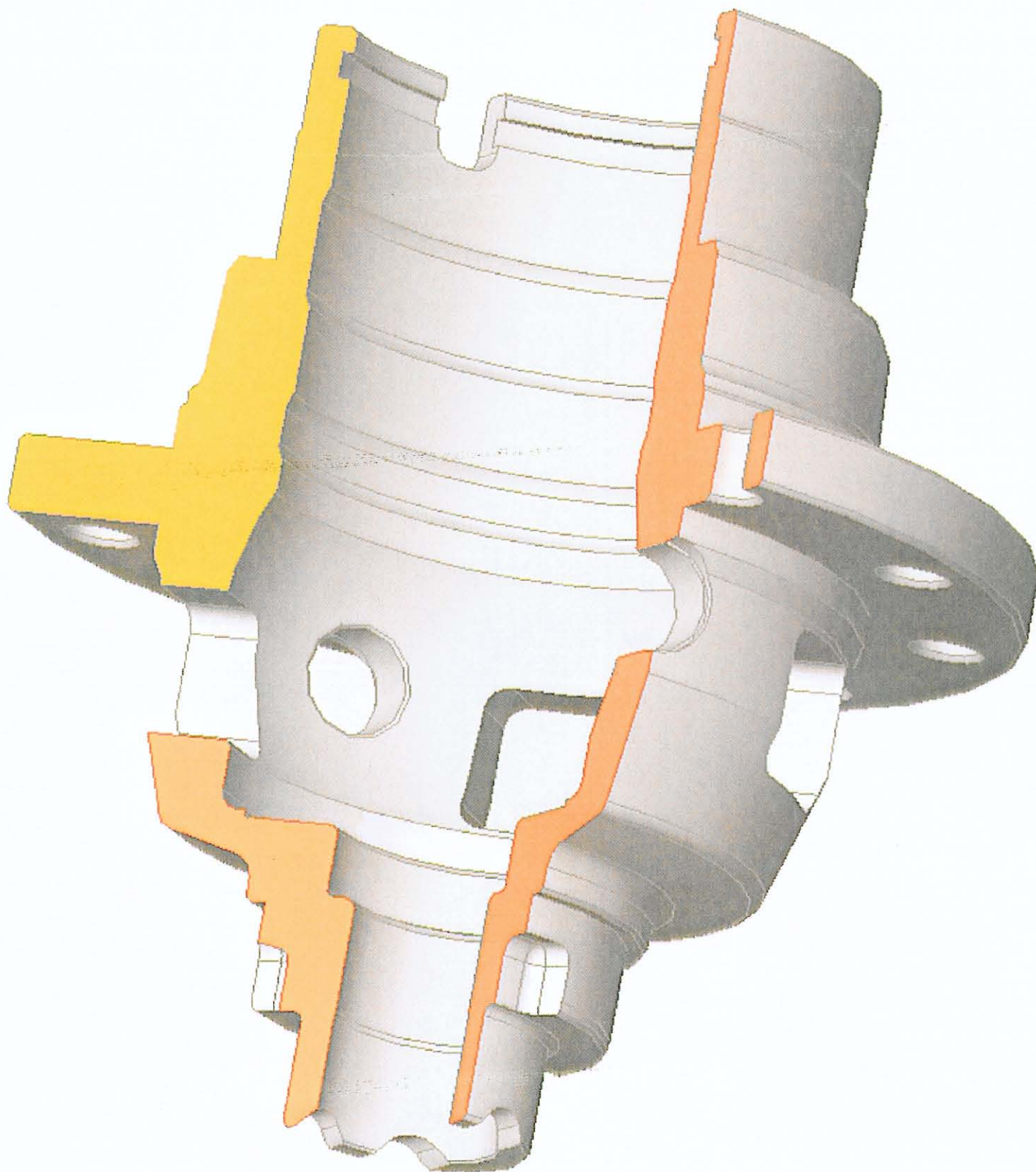


PHASE 140 - CONTROLE

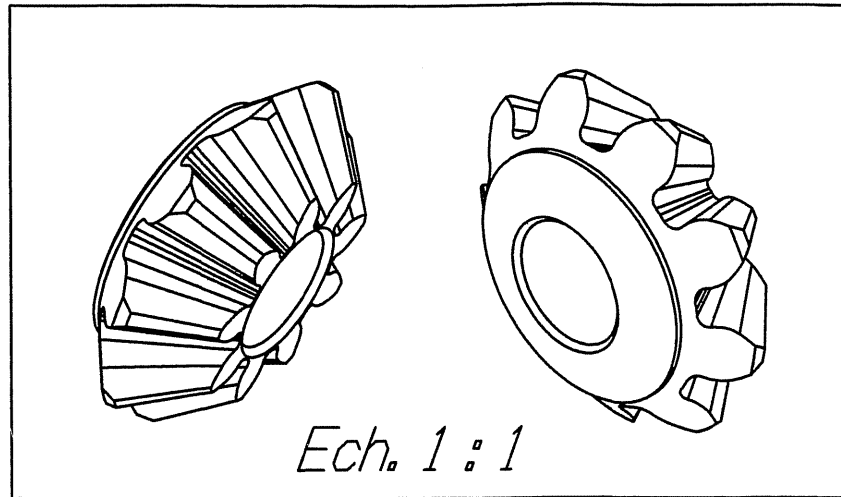
PHASE 190 - LAVAGE FINAL

PHASE 200 - CONTROLE FINAL

BOITIER de DIFFERENTIEL
Echelle 1:1



MAQUETTE VIRTUELLE DE CONCEPTION extraite du document industriel

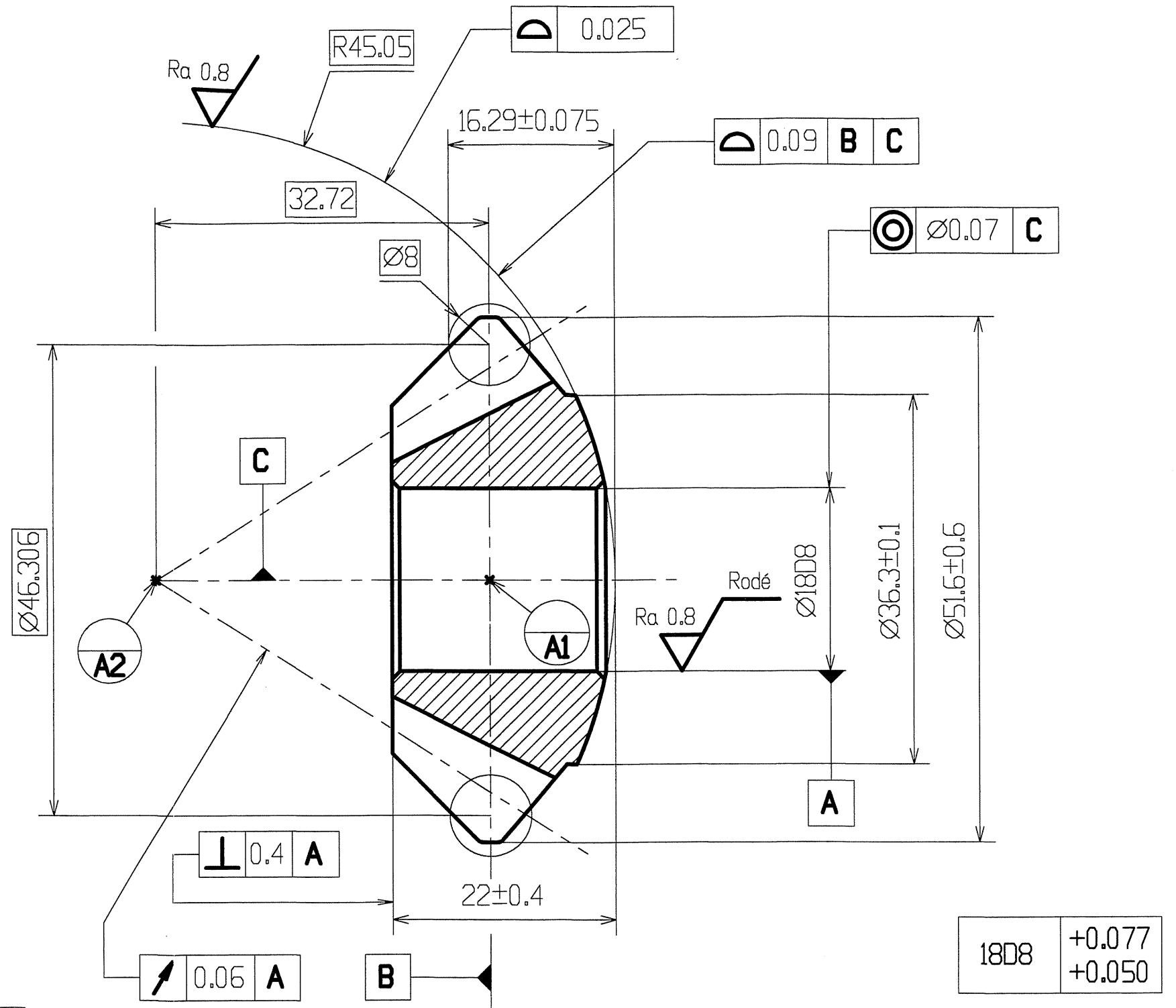


CARACTERISTIQUES DE LA DENTURE	
Nombre de dents :	9
Angle de pression :	24°
Ø primitif nominal :	45.127
1/2 angle primitif :	32°44'
1/2 angle intérieur :	25°37'
Hauteur de dent au primitif nominal :	10.76
Hauteur saillie au primitif nominal :	5.71
Hauteur creux au primitif nominal :	5.05
Classe de précision :	8-df
Rugosité des flancs :	Ra 1.6

CARACTERISTIQUES DE TRAITEMENTS	
Epaisseur traitée : 0.35 à 0.6 mm	
Dureté en surface : HV10 = 650 à 700	
Dureté sur alésage fini : HV10 > 700	
Dureté sur racine de dent : HV50 = 340 à 460	
Protection : Phosphatation antigrippante	

- B** : Plan défini par le centre de 3 billes $\varnothing 8$ à 120° sur un $\varnothing 46.306$
- A1** : Centre du cercle de $\varnothing 46.306$ dans le plan B
- A2** : Centre théorique de la sphère de R45.05
- C** : Axe perpendiculaire au plan B et passant par A1

Tolérancement suivant ISO 8015
Tolérances générales ISO 2768 m-K



3	4	PIGNON SATELLITE	(à définir)		
Rep	Nb	Désignation	Mat i ère	Observation	Référence
		BOITIER DE DIFFERENTIEL			
Format : A1		PIGNON SATELLITE			
Ech. 2:1		DOCUMENT TECHNIQUE DTA1			
Dessiné par :					
Le		N°			

FICHE TECHNIQUE

Acier 16 Mn Cr 5

Composition chimique à la coulée (en %)	C	Si	Mn	P	S	Cr
	0,14 - 0,19	0,1 - 0,4	1 - 1,30	≤ 0,035	0,02-0,04	0,8 - 1,1

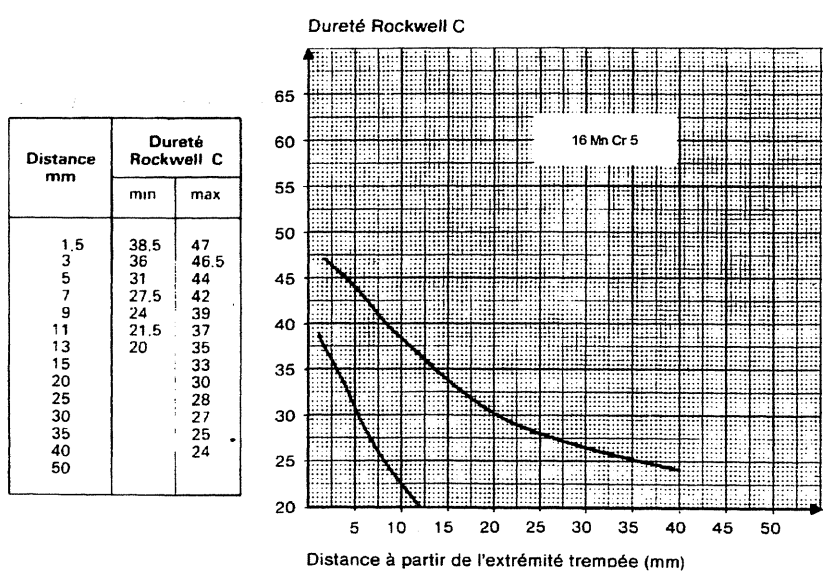
Caractéristiques mécaniques

Dureté HB à l'état de livraison	Recuit d'adoucissement	Traité pour une structure ferrito-perlitique		Traité pour cisailage à froid	
	≤ 207	140 - 187		≤ 250	
Réalisables sur pièces cémentées traitées	Diamètre (mm)	Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A (%)	KCU (J/cm ²)
	D ≤ 16	980-1330	≥ 700	≥ 9	≥ 50
	16 < D ≤ 40	830-1180	≥ 600	≥ 10	≥ 50
	40 < D ≤ 100	630-980	≥ 450	≥ 11	≥ 50

Températures pour formage à chaud et traitements thermiques (°C)

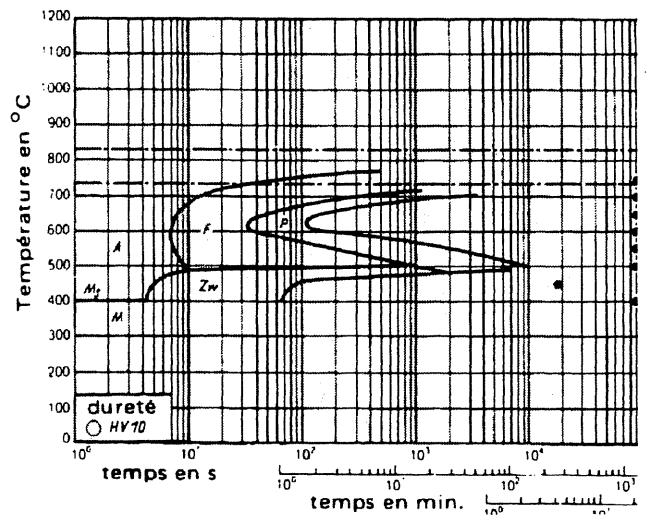
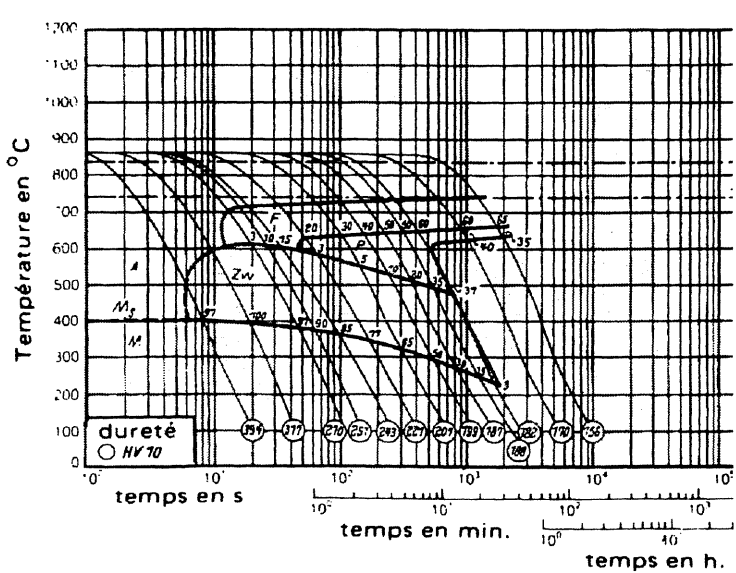
Forgeage	Recuit d'adoucissement	Traité pour structure ferro-perlitique	Trempe à l'huile	
950 - 1250	650 - 700	900 - 1000	860 - 880	
Trempe directe	Trempe à cœur	Trempe superficielle	Revenu de détente	Cémentation
900 - 950	850 - 880	810 - 840	150 - 200	880 - 930
	<i>Huile, eau ou bain chaud (160 - 250°)</i>			air

Trempabilité - Essai Jominy - Température de trempe: 850° ±5°C



Courbe TRC

Courbe TTT



FICHE TECHNIQUE

Acier 18 Cr Mo 4

Composition chimique à la coulée (en %)	C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S
	0,16 - 0,22	0,6 - 0,9	0,1 - 0,40	0,9 - 1,2	0,15 - 0,25	≤ 0,035	0,02 - 0,04

Caractéristiques mécaniques

Dureté HB à l'état de livraison	Recuit d'adoucissement	Traité pour une meilleure usinabilité			
	≤ 210	156 - 207			
Réalisables sur pièces cémentées traitées	Diamètre (mm)	Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A (%)	KCU (J/cm ²)
	D ≤ 16	1050-1400	≥ 750	≥ 8	≥ 50
	16 < D ≤ 40	850-1200	≥ 620	≥ 9	≥ 50
	40 < D ≤ 100	650-1000	≥ 470	≥ 10	≥ 50

Températures pour formage à chaud et traitements thermiques (°C)

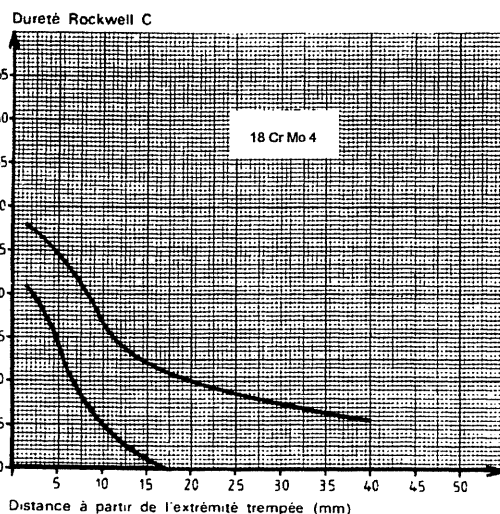
Forgeage	Recuit d'adoucissement	Recuit de normalisation	Trempe à cœur (huile)	Cémentation
950 - 1250	650 - 700	840 - 870	850 - 880	880 - 930
	Recuit intermédiaire	Trempe superficielle (huile)	Revenu de détente	Dureté superficielle après cémentation (HRC)
	650 - 700	810 - 840	150 - 200	≥ 60

Huile, eau ou bain chaud (160 - 250°)

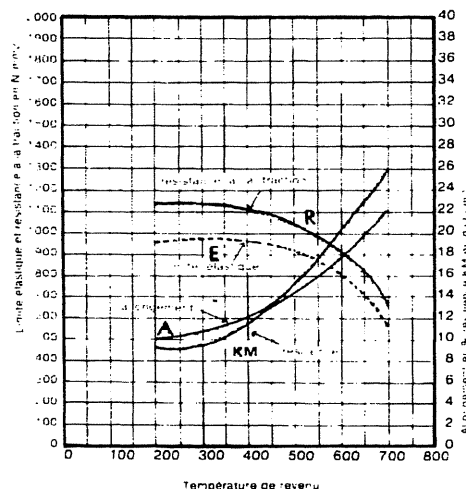
Trempabilité - Essai Jominy

Température de trempe: 880±5°C

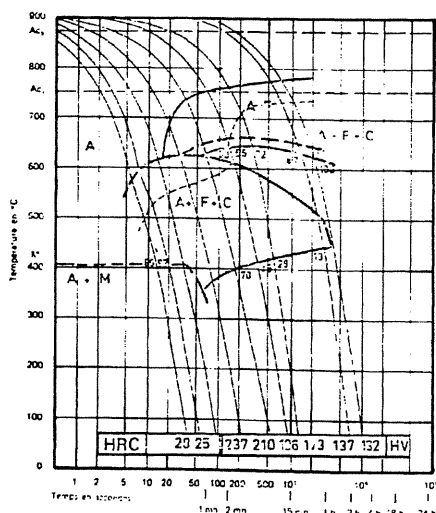
Distance mm	Dureté Rockwell C	
	min	max
1,5	41	48
3	39	47
5	34	45
7	30	42
9	27	39
11	24	36
13	22	34
15	21	33
20		30
25		29
30		28
35		27
40		26
50		



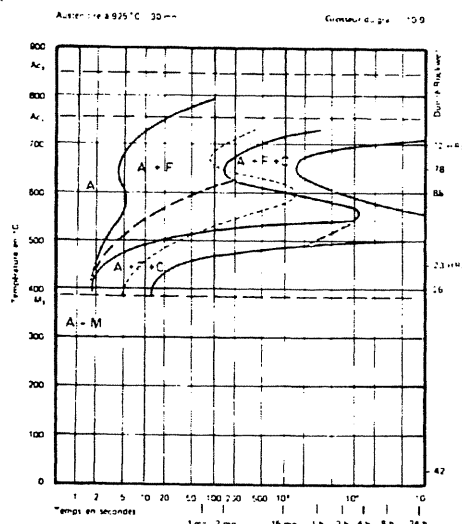
Influence de la température de revenu sur les caractéristiques mécaniques



Courbe TRC



Courbe TTT



FICHE TECHNIQUE

Acier 25 Cr Mo 4

Composition chimique à la coulée (en %)	C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S
	0,23 - 0,29	0,6 - 0,9	0,1 - 0,4	0,9 - 1,2	0,15 - 0,25	≤ 0,035	0,02 - 0,04

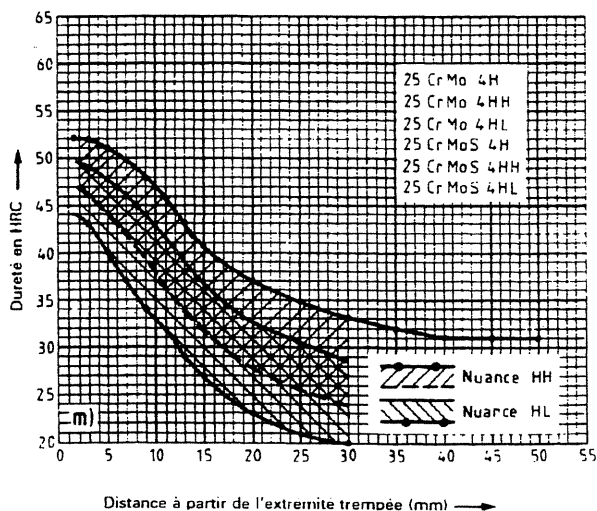
Caractéristiques mécaniques

Dureté HB à l'état de livraison	Recuit d'adoucissement	Trempe - Revenu			
	≤ 212	235 - 280			
Réalisables sur pièces cémentées traitées	Diamètre (mm)	Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A (%)	KCU (J/cm ²)
	D ≤ 16	880 - 1080	≥ 700	≥ 12	≥ 70
	16 < D ≤ 40	780 - 930	≥ 600	≥ 14	≥ 70
	40 < D ≤ 100	690 - 840	≥ 530	≥ 15	≥ 70
	100 < D ≤ 160	530 - 780	≥ 490	≥ 15	≥ 70

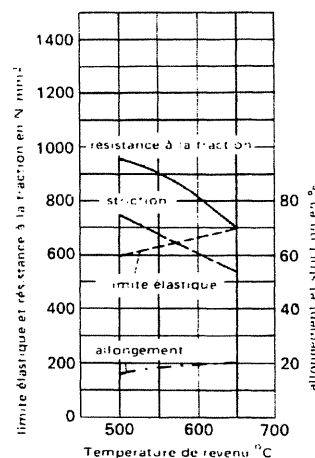
Températures pour formage à chaud et traitements thermiques (°C)

Forgeage	Recuit d'adoucissement	Recuit de normalisation	Trempe à l'eau	Trempe à l'huile
950 - 1250	680 - 720	860 - 900	850 - 880	880 - 930
			Revenu de détente	
			540 - 680	

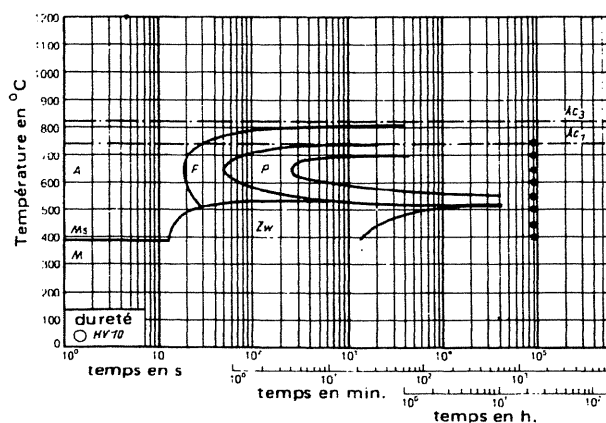
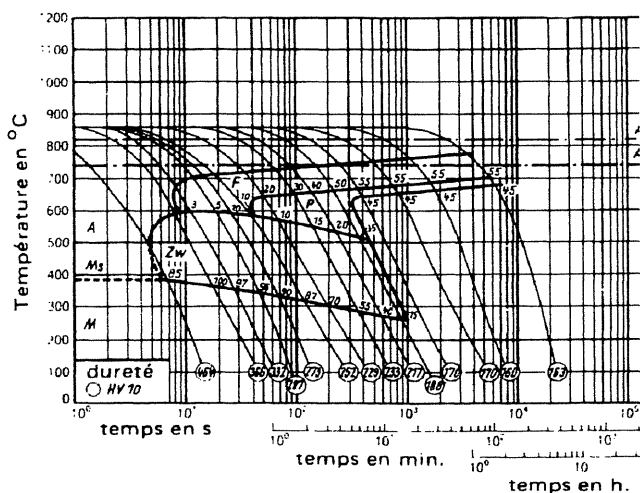
Trempabilité - Essai Jominy Diagramme de revenu

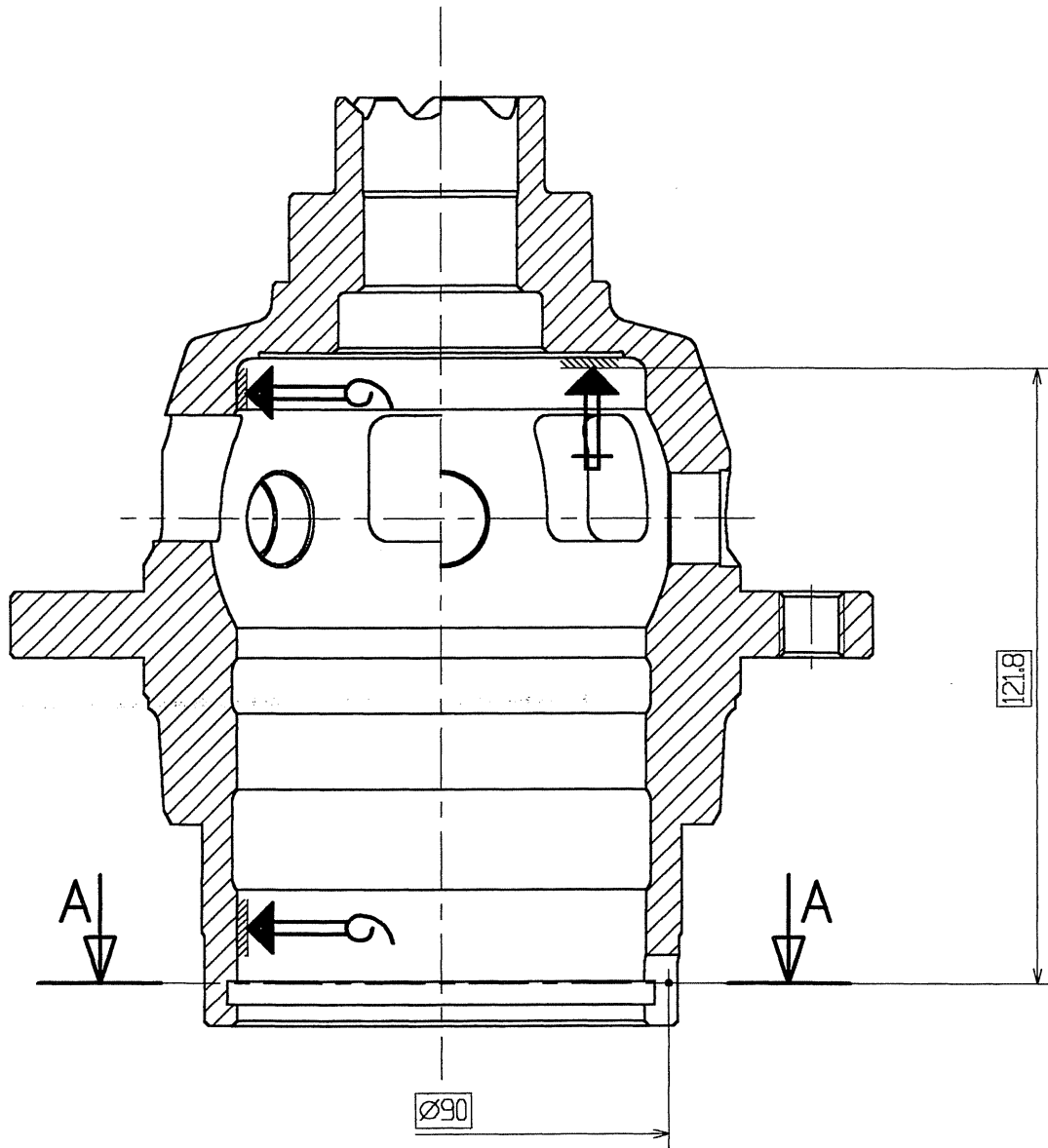


Influence de la température de revenu sur les caractéristiques mécaniques (valeurs moyennes pour diamètre 60 mm)

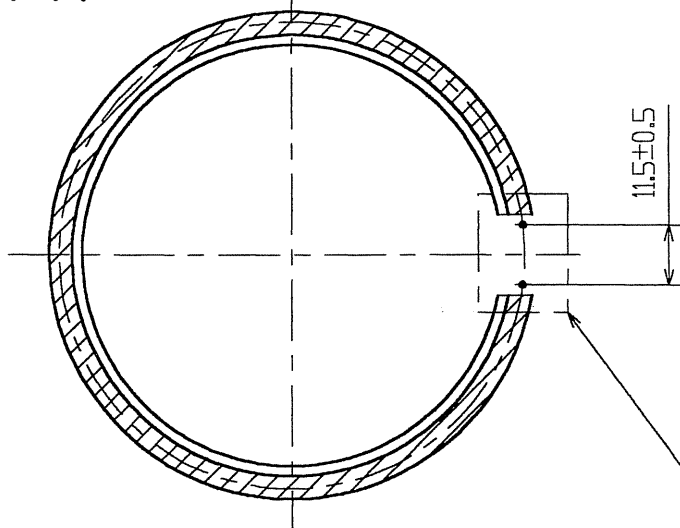


Courbe TRC Courbe TTT





A-A



Cette rainure reste brute après usinage
(formes à définir en fonction du moulage)

MICROGRAPHIES

23821

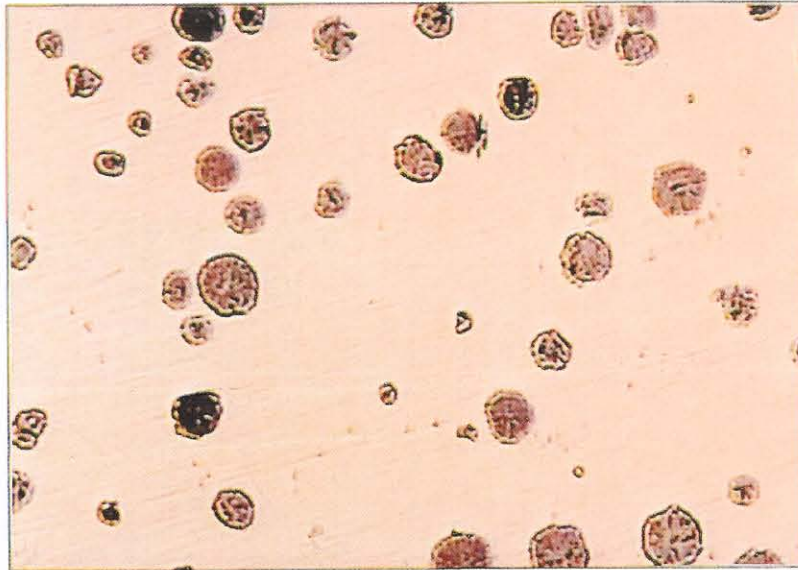


Fig. 1 : Echantillon non attaqué, grossissement 175

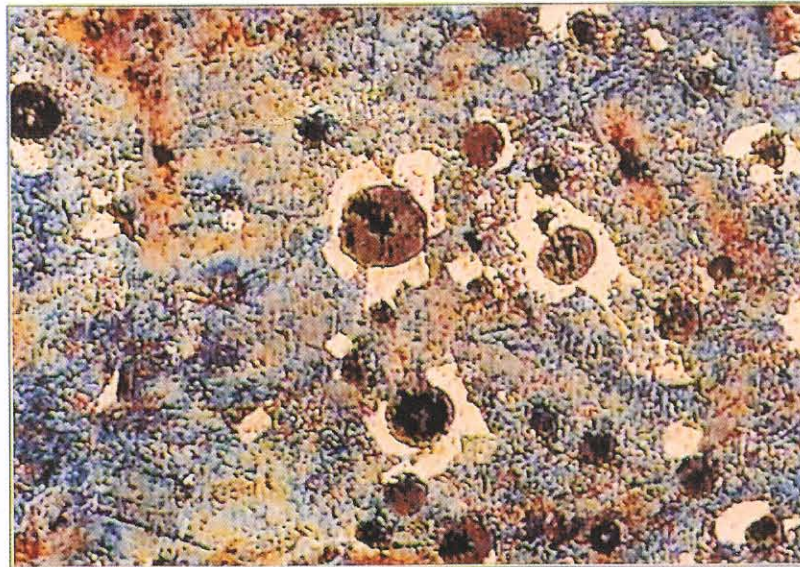


Fig. 2 : Echantillon attaqué, grossissement 350

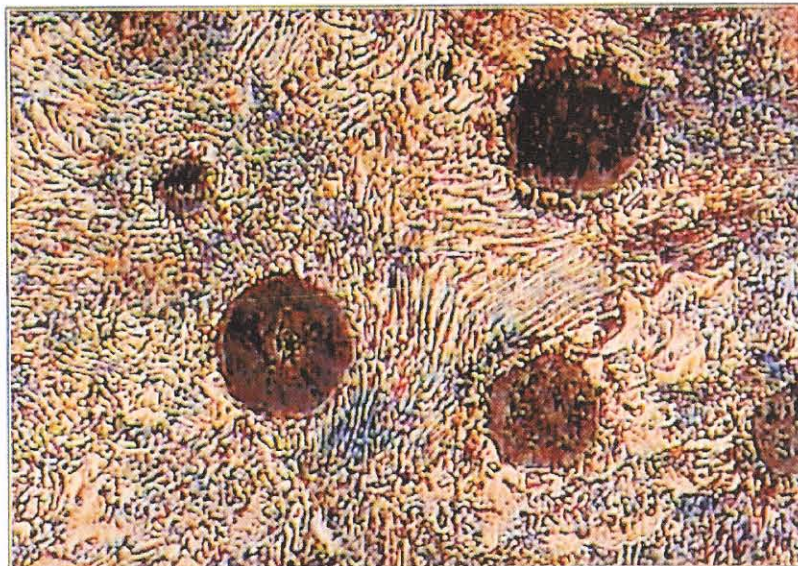
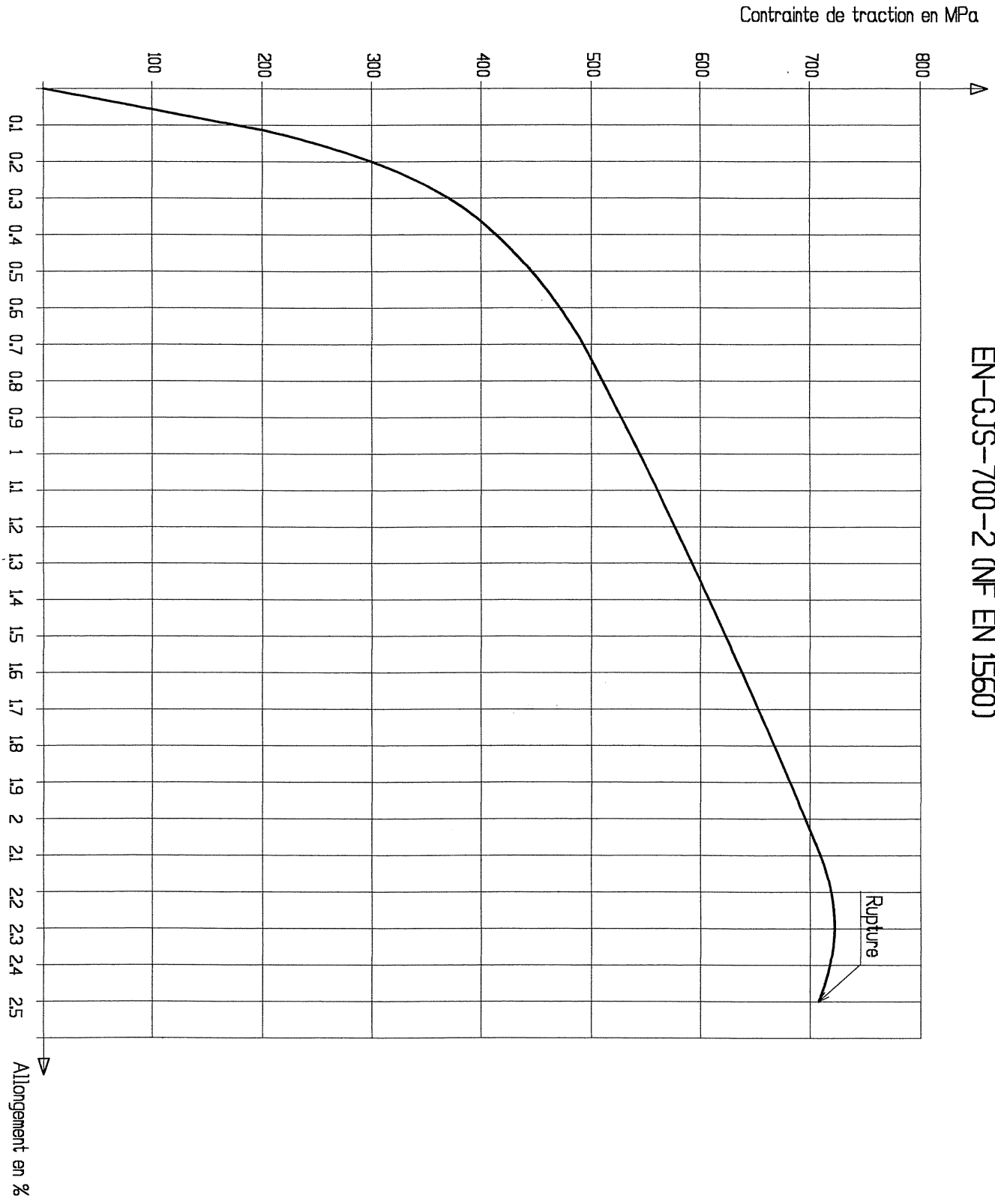


Fig. 3 : Echantillon attaqué, grossissement 875

1500-Cj

DIAGRAMME CONTRAINTE-ALLONGEMENT

EN-GJS-700-2 (NF EN 1560)



1500-CK

DOCUMENT TECHNIQUE DTB3

SYNOPTIQUE

PH. 130 Tournage	PH. 140 Contrôle auto.	PH. 150 Perç./tar. Alésage	PH. 160 Tournage	PH. 170 Contrôle auto.	PH. 175 Lavage	PH. 180 Rodage	PH. 190 Lavage
---------------------	------------------------------	----------------------------------	---------------------	------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Temps de cycle (min.) :

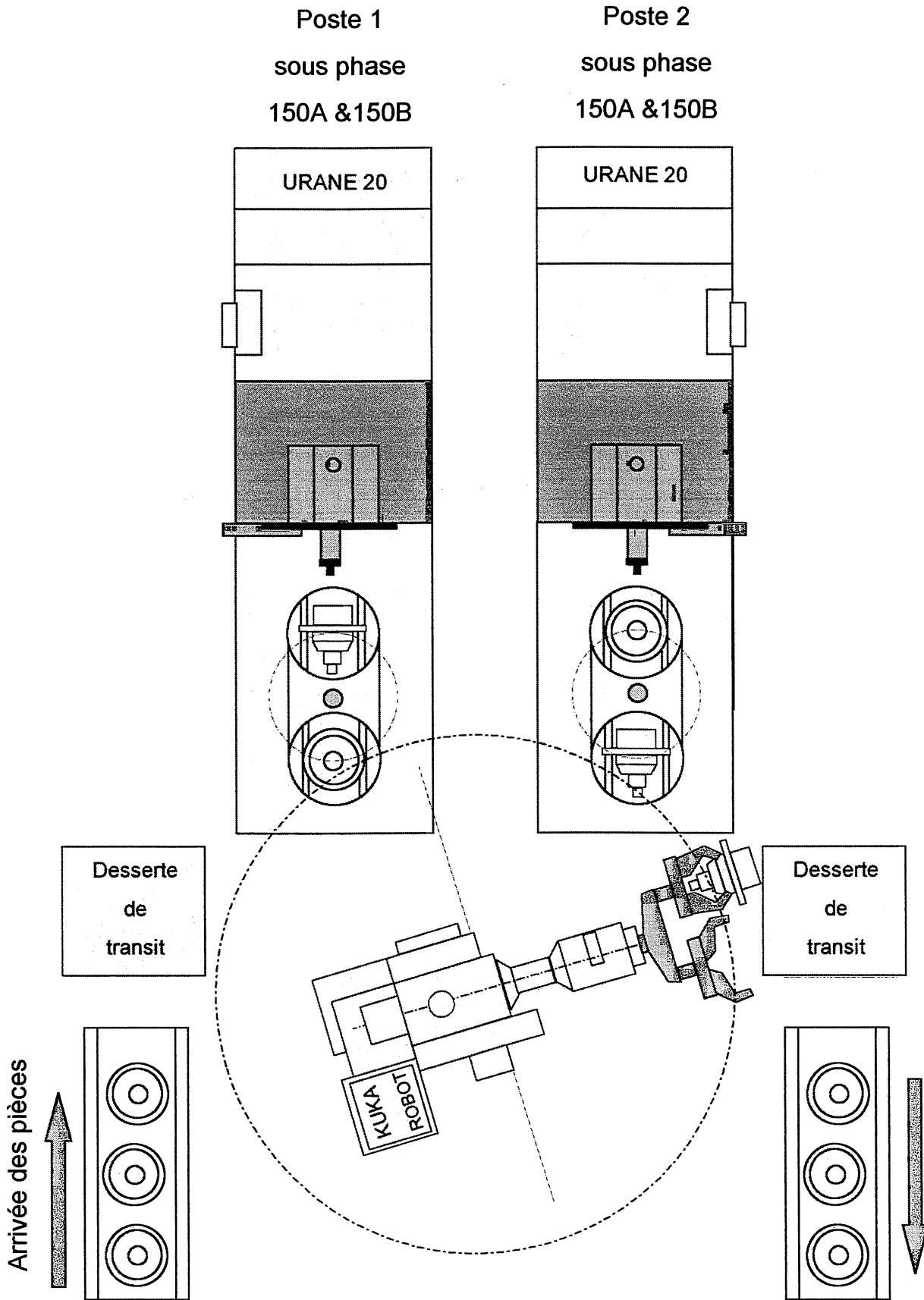
PH. 130 1.25	PH. 140 Temps masqué	PH. 150 2.51	PH. 160 1.47	PH. 170 Temps masqué	PH. 175 0.4	PH. 180 0.6	PH. 190 0.4
-----------------	----------------------------	-----------------	-----------------	----------------------------	----------------	----------------	----------------

Données complémentaires :

Temps d'ouverture (temps travaillé), sur la base de 5 équipes : 153.5 heures/semaine.

Rendement opérationnel : 0.8

POSTE PHASE 150



DOCUMENT TECHNIQUE DTC2

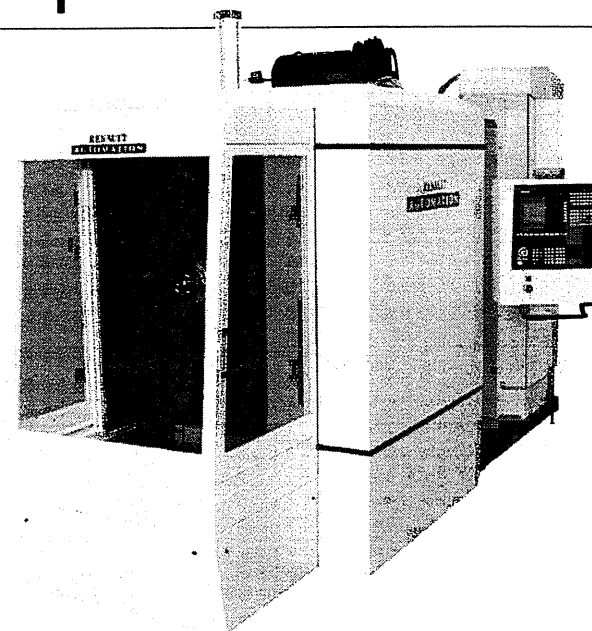


Urane 20 : la solution compétitive

Des avantages décisifs pour une utilisation universelle

Économie d'investissement et d'exploitation

- Simplicité de conception, de construction et d'utilisation.
- Gains de temps
 - optimisation de la gamme d'usinage,
 - interpolation tous axes et broche.
- Utilisation d'un nombre réduit d'outils simples et standard.
- Compacité
 - faible emprise au sol (largeur 1 600 mm),
 - modules pouvant être accolés: entraxe 1 600 mm,
 - modules facilement intégrables en transfert (symétrie totale).
- Installation rapide (transport de la machine sans démontage).



Agilité et forte productivité

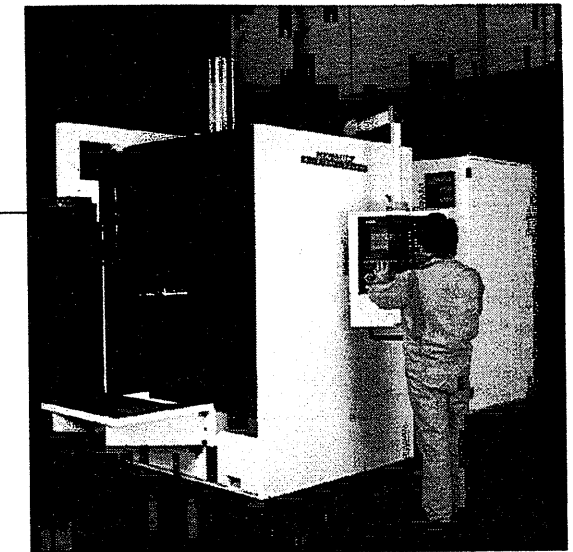
- Haute dynamique (vitesse et accélération élevées).
- Coupe à grande vitesse.
- Minimisation des temps non productifs.
- Périphériques en cohérence avec les très hautes performances dynamiques de la machine.

Flexibilité et reconvertibilité totales

- Flexibilité au produit (diversité et évolution des pièces).
- Flexibilité au volume (ajustement de la capacité au volume demandé par mise en parallèle ou en cellule de plusieurs machines).
- Investissement progressif (en fonction de l'évolution de la demande).
- Universalité d'utilisation : centre autonome, module intégrable.
- Reconvertibilité totale (réutilisation pour créer de nouvelles installations de production).

Qualité garantie de la pièce

- Grande raideur de la machine due à l'optimisation des structures mécaniques.
- Réduction des efforts de coupe grâce à l'usinage à grande vitesse.
- Répétabilité de positionnement remarquable grâce aux moteurs linéaires.
- Haute précision d'usinage grâce à la CN rapide permettant des combinaisons variées d'usinage par interpolation des axes.



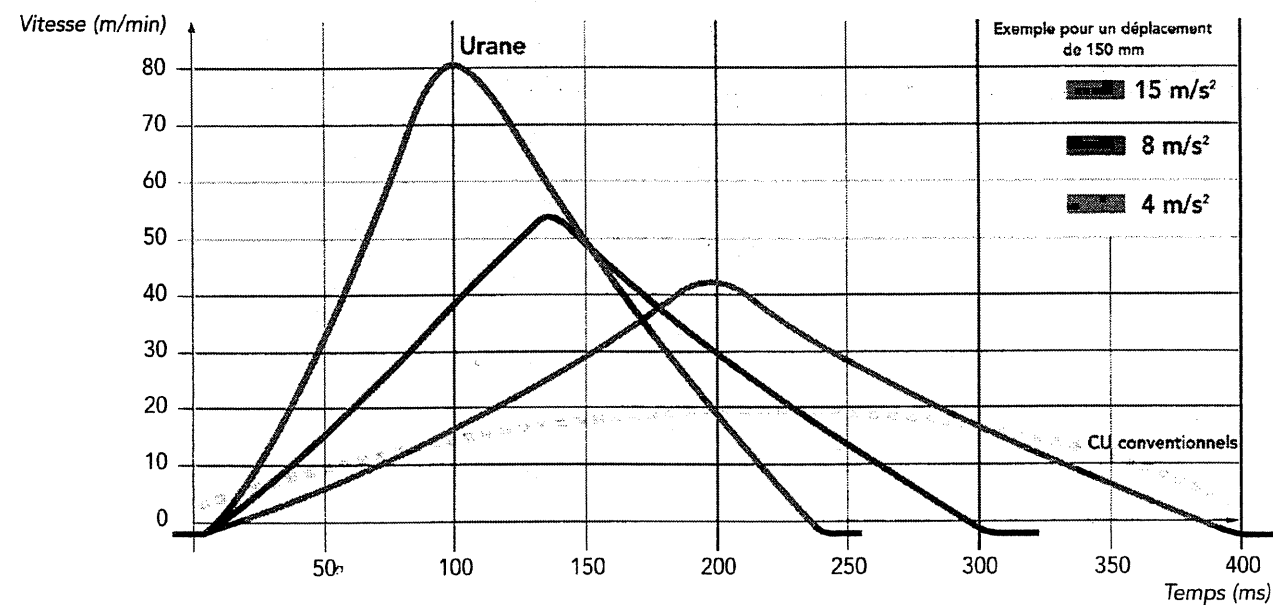
Fiabilité et disponibilité très élevées

- Suppression du jeu et de l'usure par élimination de tout système de conversion mécanique (entraînement direct par moteurs linéaires).
- Disponibilité intrinsèque de la machine très élevée.

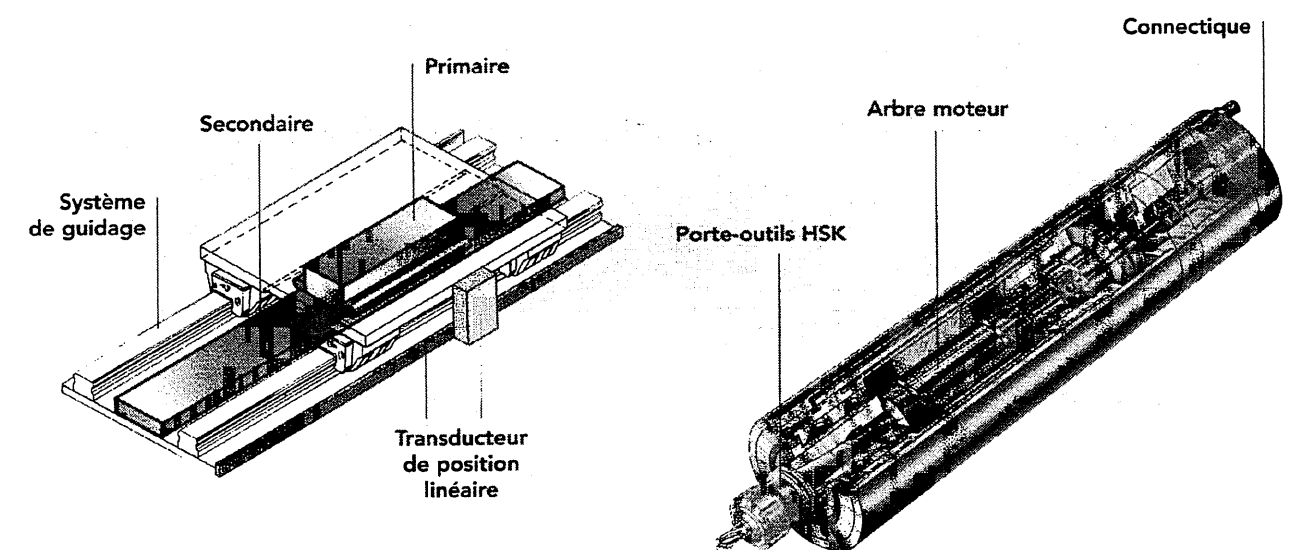
Maintenance aisée

- Accessibilité totale par l'arrière (corridor de desserte),
- Électrobroche facilement interchangeable.

Comparaison accélération/décélération



Moteur linéaire et électrobroche rapide : deux composants clés d'Urane



Urane DTC2a

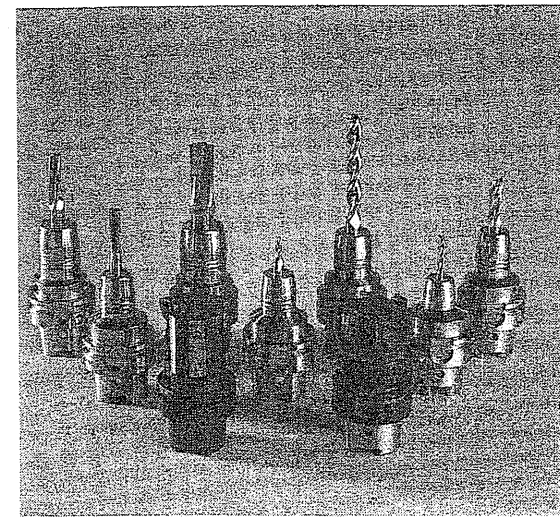
DOCUMENT TECHNIQUE DTC2a

Urane 20

Caractéristiques techniques

Urane 20 est disponible en version centre d'usinage autonome (Urane 20 C) et en version module intégrable 3 axes (Urane 20 M).

Courses utiles (mm)	
• axe X	630
• axe Y	500
• axe Z	400
Vitesse en X-Y-Z (m/min)	80
Accélération en X-Y (m/s²)	12
Accélération en Z (m/s²)	15
Poussée en X-Y-Z (daN)	300
Électrobroche interchangeable	
• Puissance broche (kW)	20*
• Vitesse broche (tr/min)	20 000*
* autres options possibles	
Pression maximale d'arrosage par le centre (bars)	40
Attachement outil	HSK 63
Longueur maximale des outils (mm) (face HSK à pointe)	275
Diamètre maximal des outils (mm)	160
Poids maximal des outils (kg)	4
Magasin (nombre d'outils)	20*
* autres options possibles	
Temps de changement d'outils copeau à copeau à 15 000 tr/min (s)	4
Répétabilité en X-Y-Z (mm)	0,002
Disponibilité intrinsèque	0,996



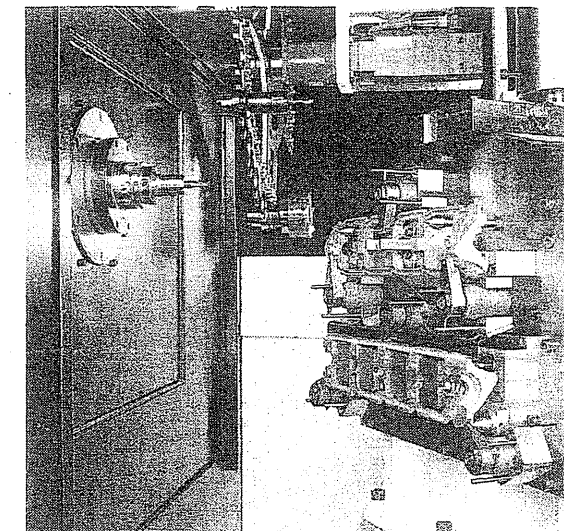
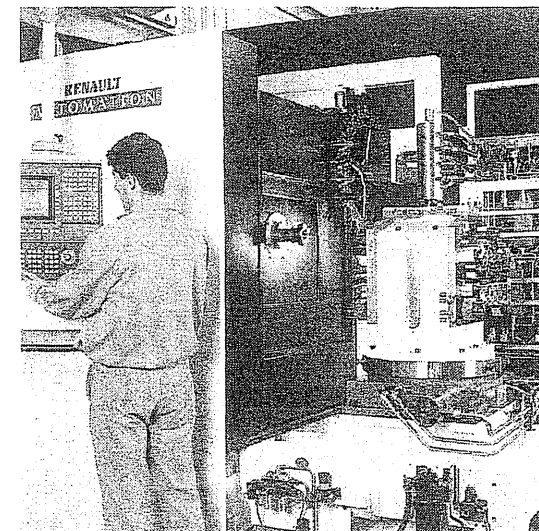
Options standardisées

- Magasin d'outils (positionné à droite ou à gauche) de type:
 - à chaîne: minimum 60 outils,
 - à roue: maximum 20 outils,
 - fixe (râtelier): maximum 9 outils.
- Dispositif de contrôle de bris d'outils.
- Dispositif de contrôle du balourd de la broche.
- Dispositif de mesure intégrée.
- Utilisation d'outil-tête à renvoi d'angle.
- Électrobroche de forte puissance (40 kW).

- Électrobroche à très haute vitesse (24 000 tr/min).
- Usinage avec micropulvérisation.
- Évacuation des copeaux et des liquides de coupe:
 - soit par caniveau intégré dans le sol,
 - soit par convoyeur mécanique acheminant les copeaux vers un dispositif de collecte ou de broyage, ou par pompe de relevage (type Vortex).
- Extraction des aérosols de la zone d'usinage.

Module porte-pièce et système de palettisation: des performances significatives

	Plateau tournant 2 positions	Plateau tournant 4 positions	Axe B CN	Palettiseur
Temps d'évolution + bridage et débridage	3 sec/180°	2 sec/90°	0,8 sec/180°	5,5 sec
Répétabilité	± 2,5"	± 2,5"	± 2"	± 1mm

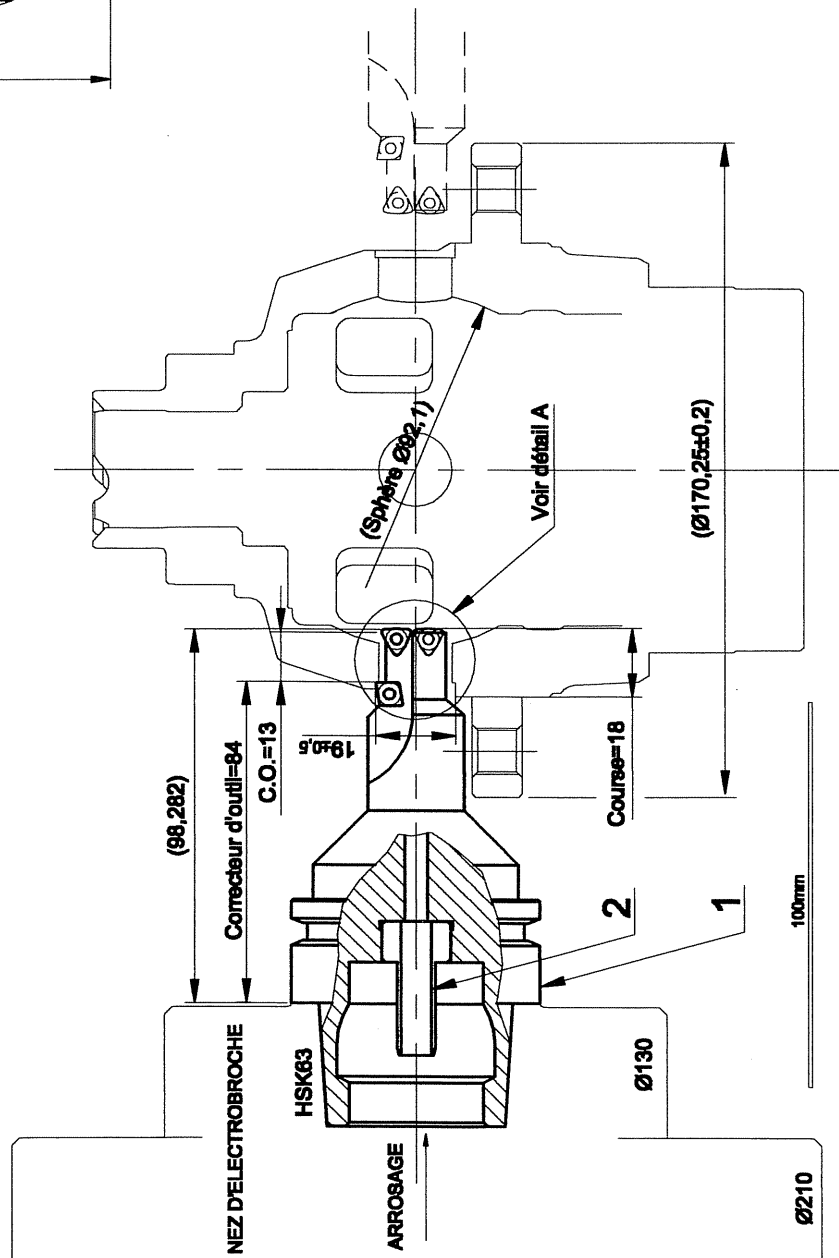
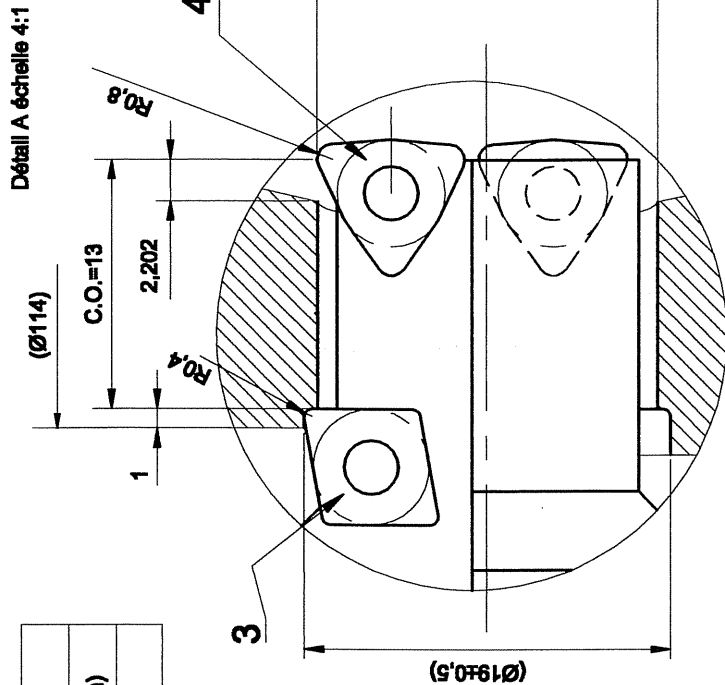


- Usinage à grande vitesse de pièces en alliage d'aluminium (moteur d'automobile).

Caractéristiques de coupe

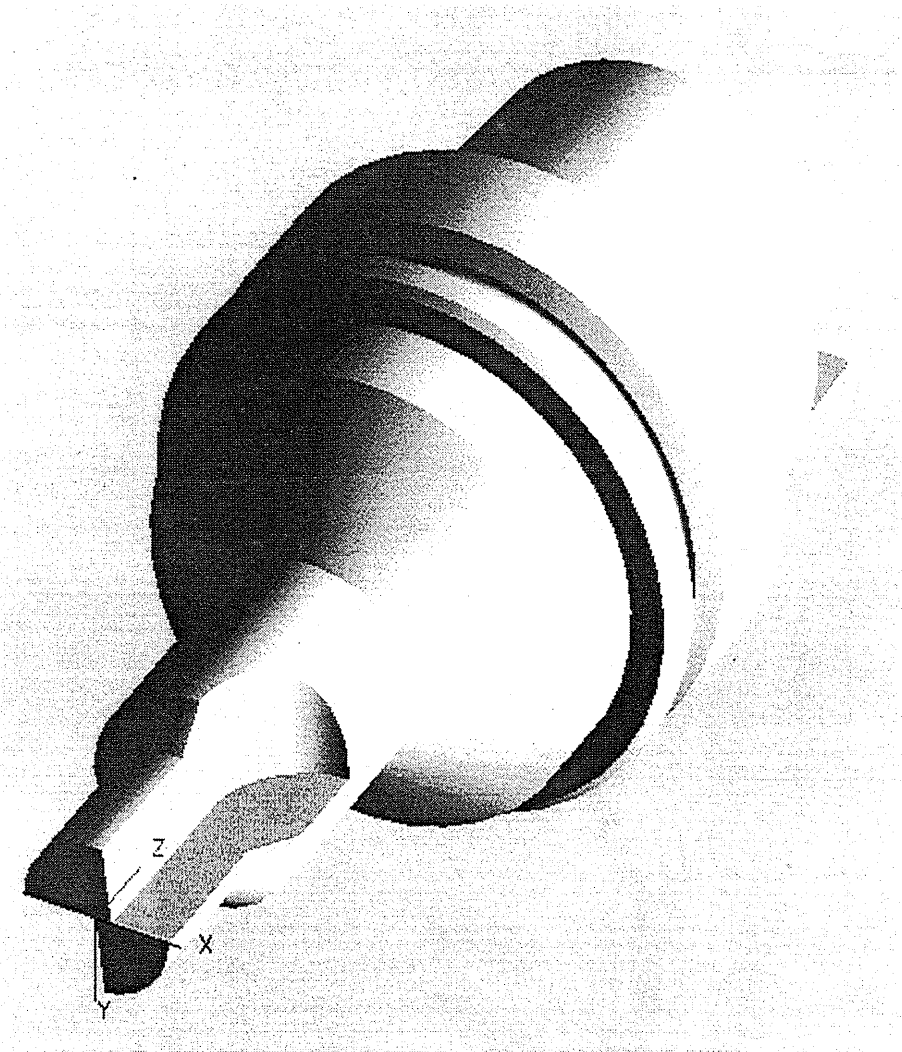
Repère outil	Ø17,6	Ø18
Plongée	1	1
Quantité	1	1
Vc (en m/min)	165	178
Fréquence de rotation (tr/min)	2984	2984
Avance (mm/tr)	0,13	0,13
Avance par dent (mm)	0,065	0,13
Avance totale (mm/min)	388	
Puissance unitaire (KW)	3,5	
Poussée unitaire (daN)	178	
Fréquence de changement

CYCLE	
COURSE (mm)	TEMPS (min)
18 (x4)	0,047 (x4)

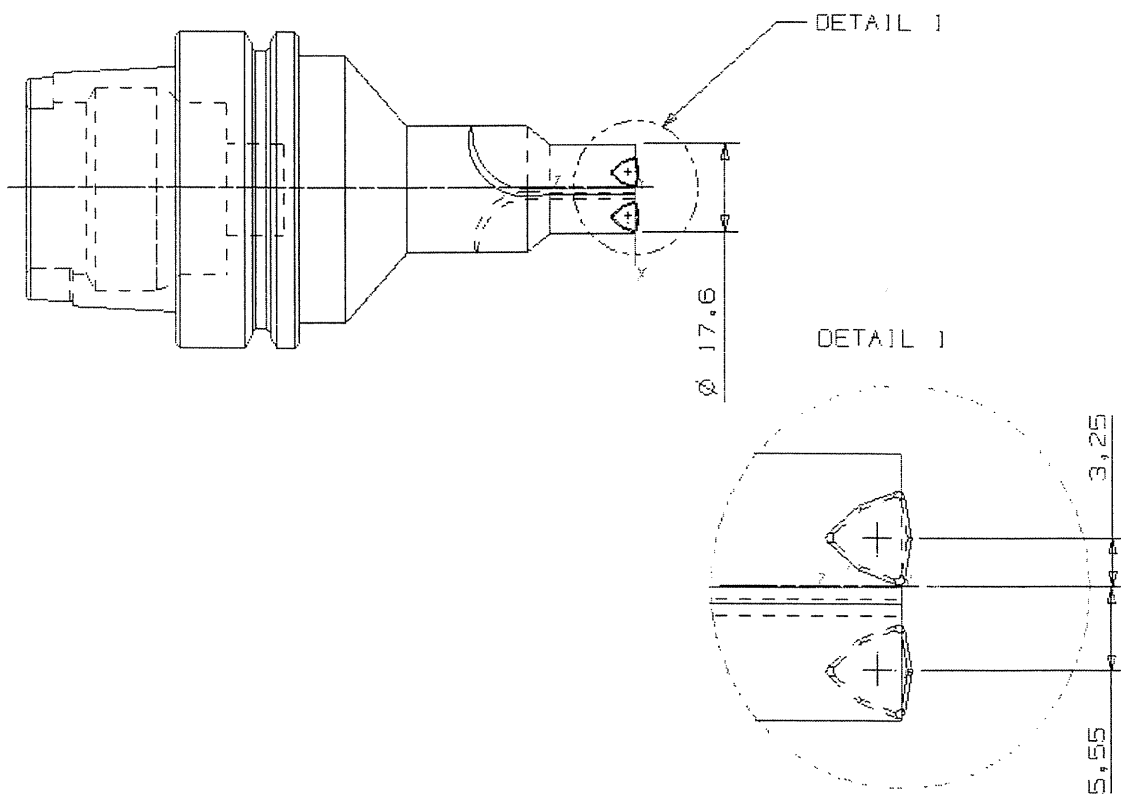


MATERIEL

Rep	Qté	Désignation	Référence
1	1	Porte outil spécial HSK63-A	W260448102
2	1	Tube d'arrosage	R100076019
3	1	Plaquette CC. 06 02 04
4	2	Plaquette WMX. 03 02 04



Représentation partielle de l'ensemble outil/porte-outil



Représentation de la position dissymétrique des plaquettes par rapport à l'axe broche

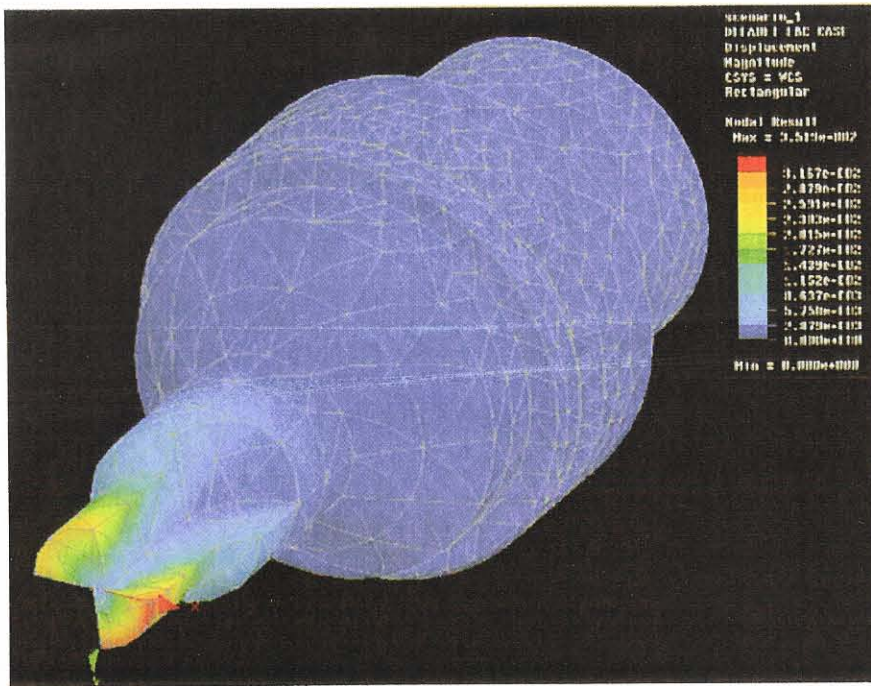
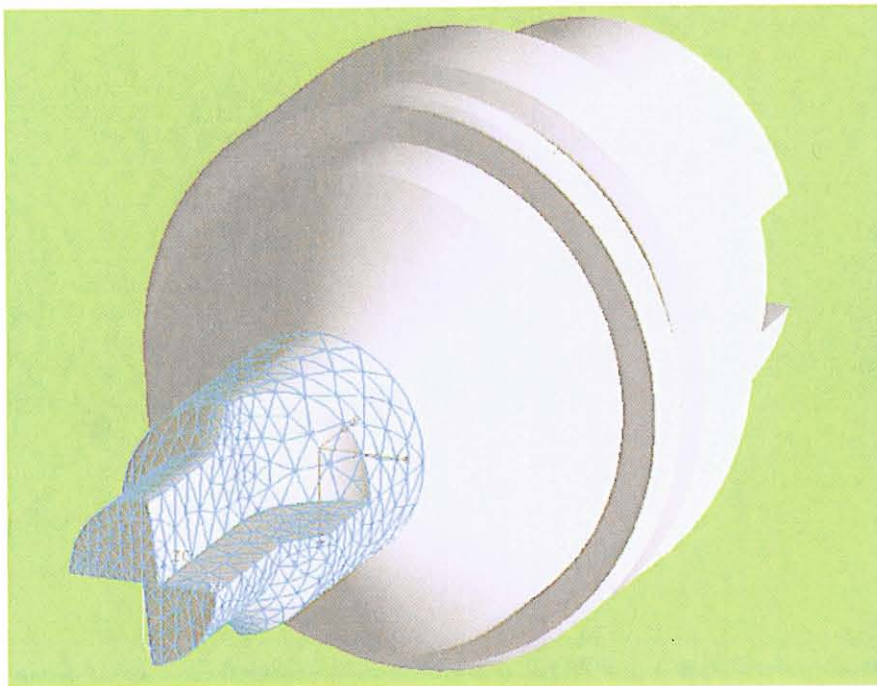


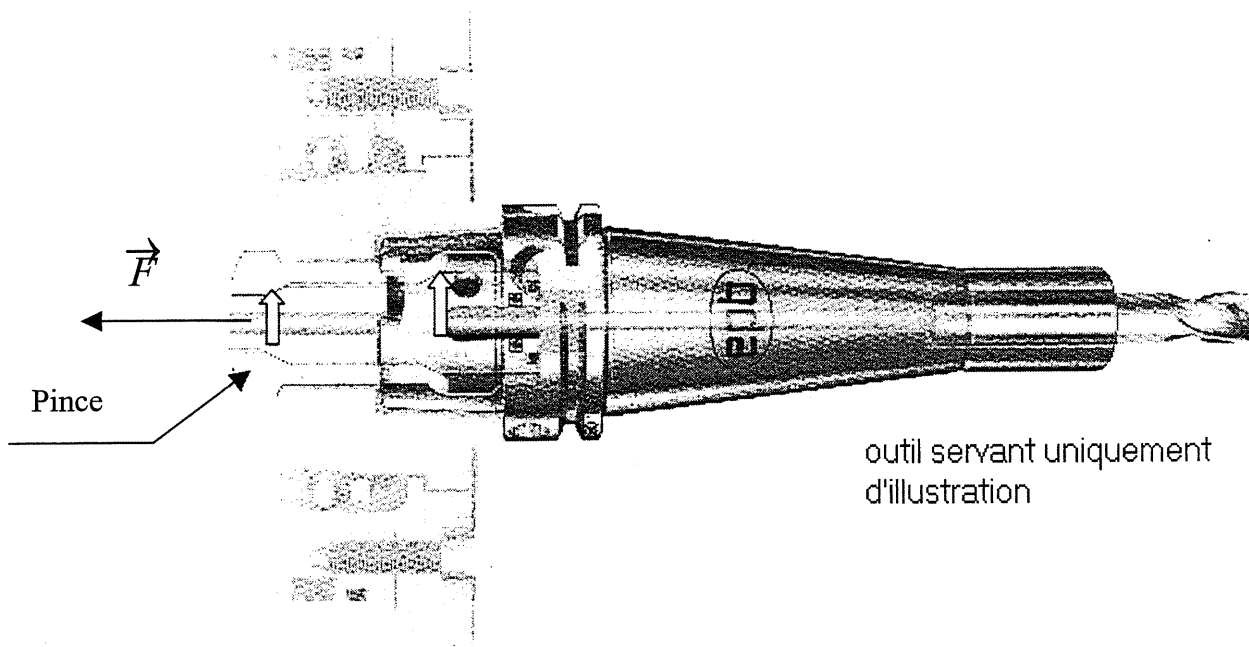
Figure 1 : allure des déplacements de l'ensemble outil/porte-outil



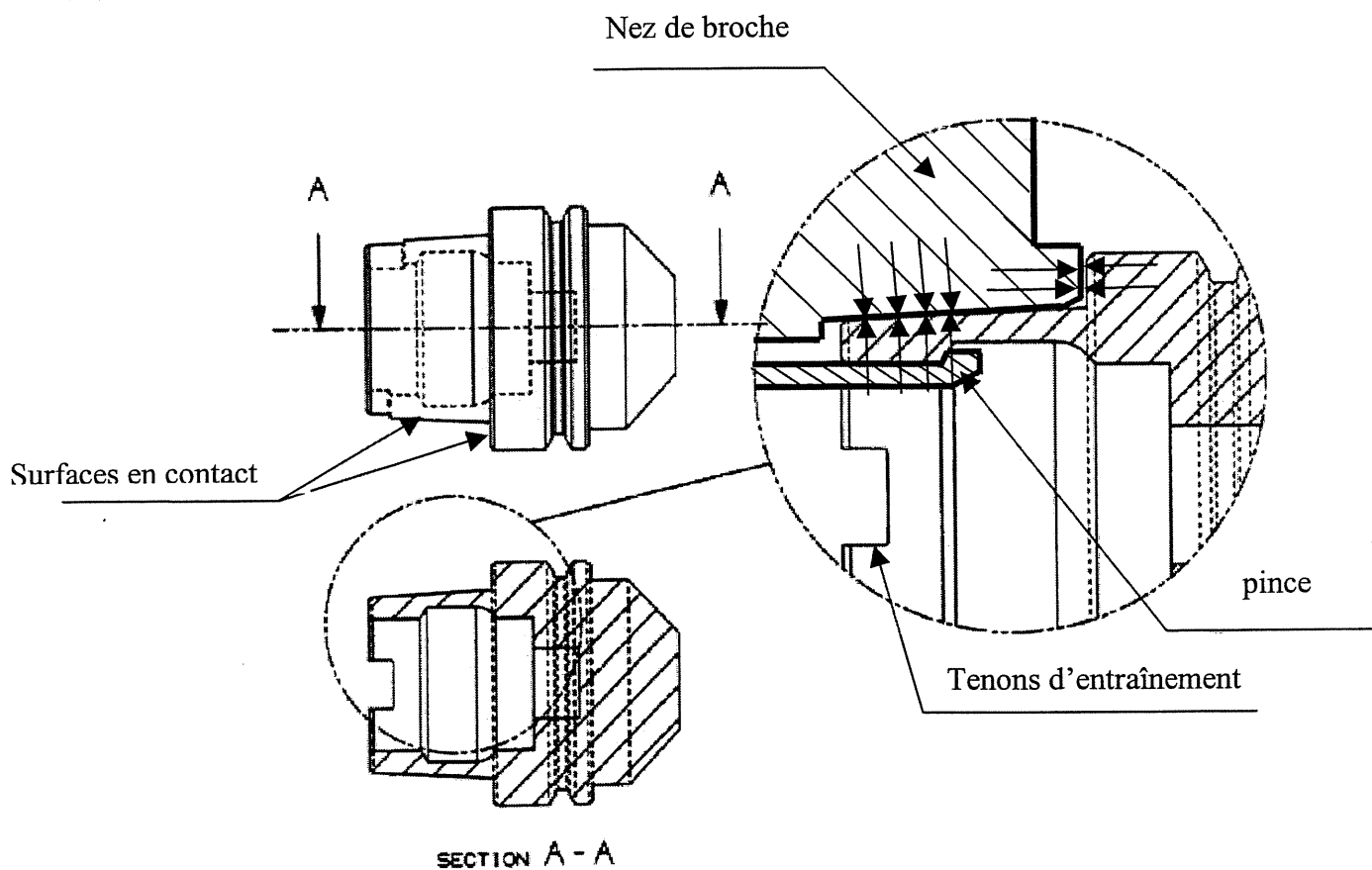
Déplacement selon l'axe \bar{X} du point (8.8, 0, 0) : $1.6 \cdot 10^{-3}$ mm

Déplacement selon l'axe \bar{Y} du point (8.8, 0, 0) : $3.8 \cdot 10^{-2}$ mm

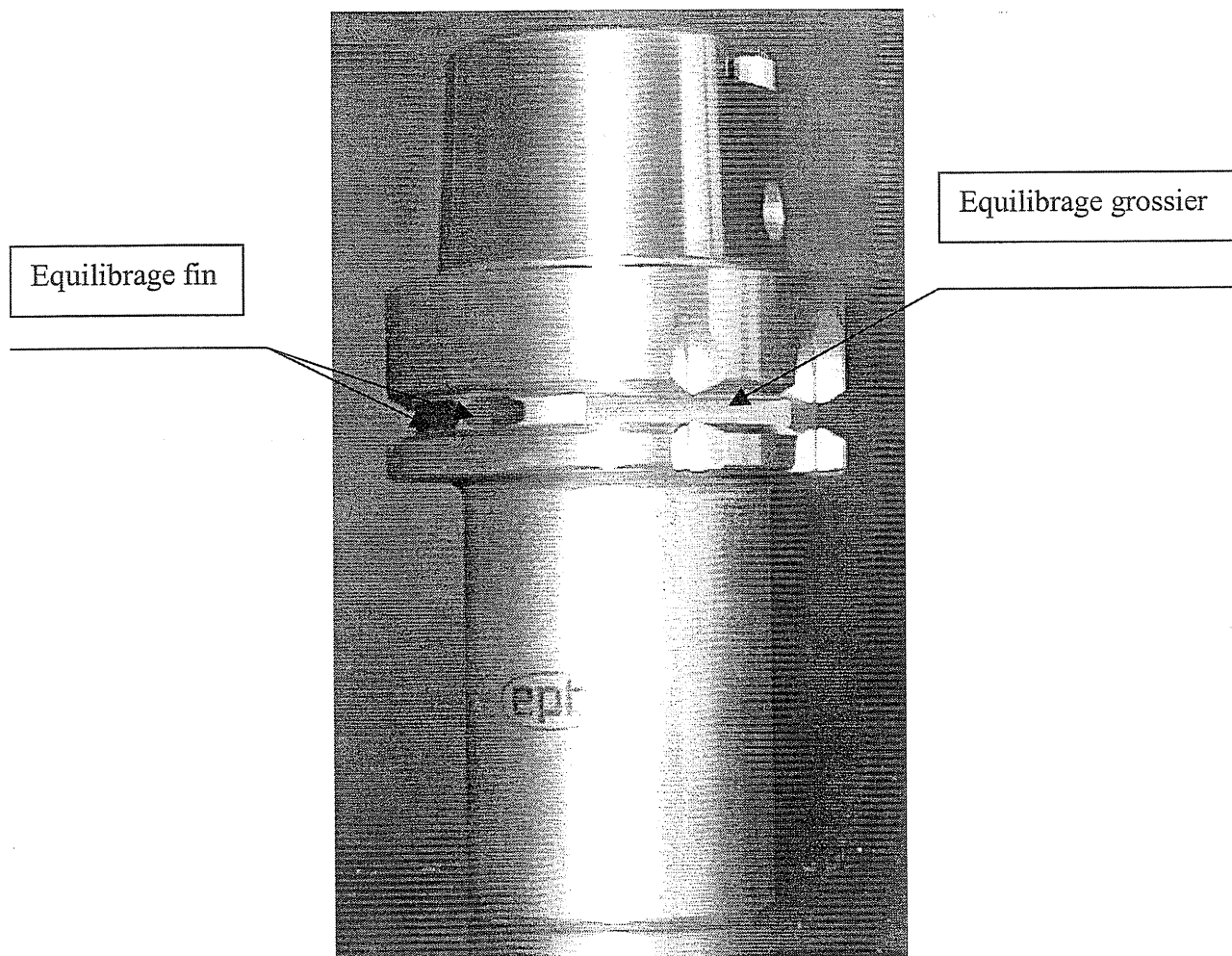
Figure 2: limitation de la zone d'étude



Liaison broche/attachement : représentation partielle



Surfaces en contact attachement/nez de broche



Equilibrage : résultat des opérations de fraisage et de meulage

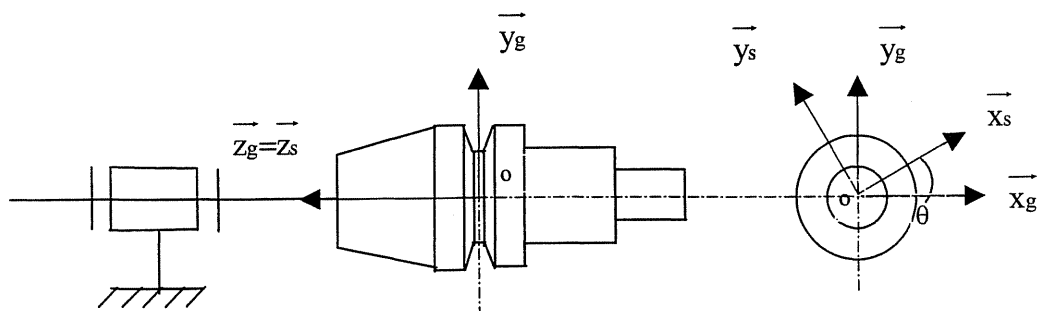


Figure : liaison porte-outil/équilibruse.

$R_g=(O,\vec{x}_g,\vec{y}_g,\vec{z}_g)$: repère Galiléen.

$R_s=(O,\vec{x}_s,\vec{y}_s,\vec{z}_s)$: repère lié au bâti.

Le paramètre angulaire θ est mesuré sur $\vec{z}_s=\vec{z}_g$.

La position du centre de gravité de l'ensemble outil/porte-outil est définie par le vecteur :

$\vec{OG}=a*\vec{y}_s+b*\vec{z}_s$; avec $a = -0.11\text{mm}$, $b = -3\text{mm}$ avant opérations d'équilibrage.

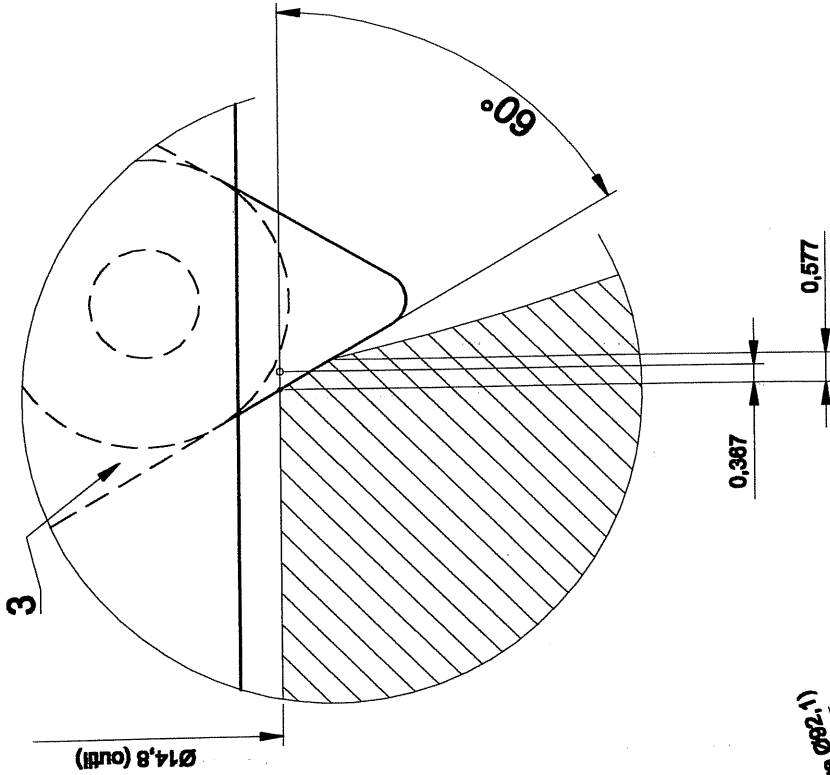
On note $\vec{N}_e=Ne*\vec{z}_s$ ($Ne>0$) le couple d'entraînement de l'ensemble.

Hypothèses :

La liaison pivot est parfaite.

On néglige le poids propre de l'ensemble étudié.

Détail A échelle 10:1

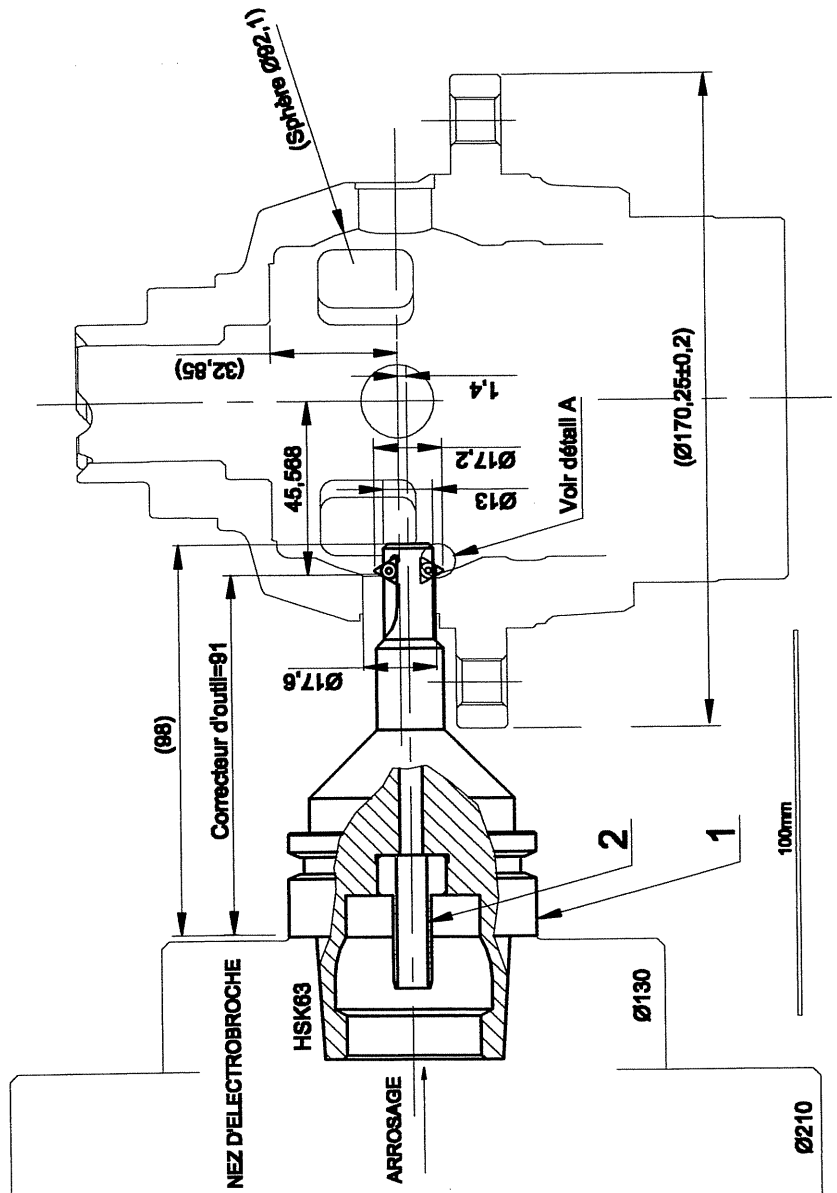


CYCLE	
COURSE (mm)	TEMPS (min)
60 (x4)	0,02 (x4)

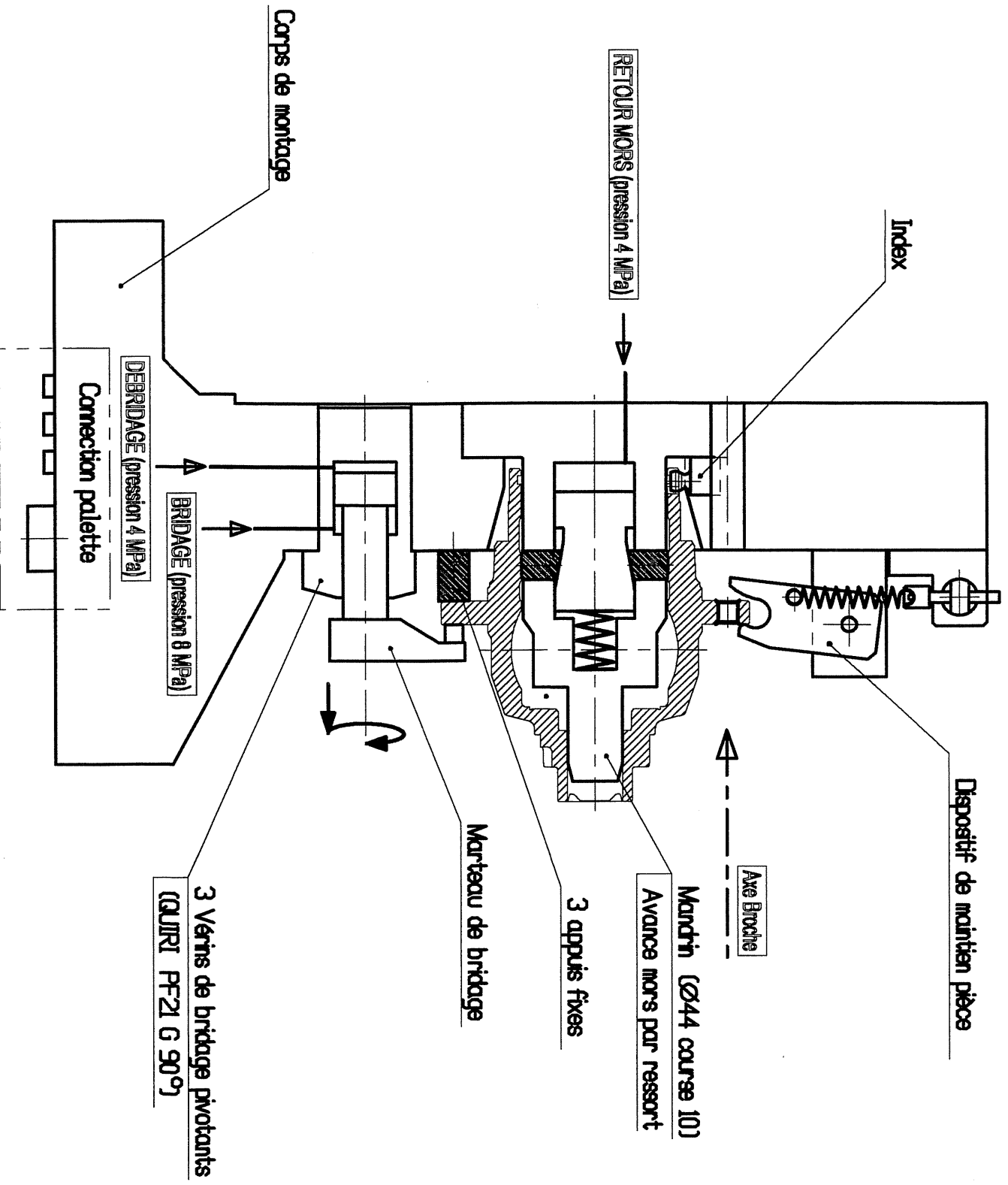
Caractéristiques de coupe	
Repère outil	Ø14,8
Plongée	1
Quantité	1
Vc (en m/min)	350
Fréquence de rotation (tr/min)	7528
Avance (mm/tr)	0,4
Avance par dent (mm)	0,13
Avance totale (mm/min)	3011
Puissance unitaire (KW)	
Poussée unitaire (daN)	
Fréquence de changement	

MATERIEL

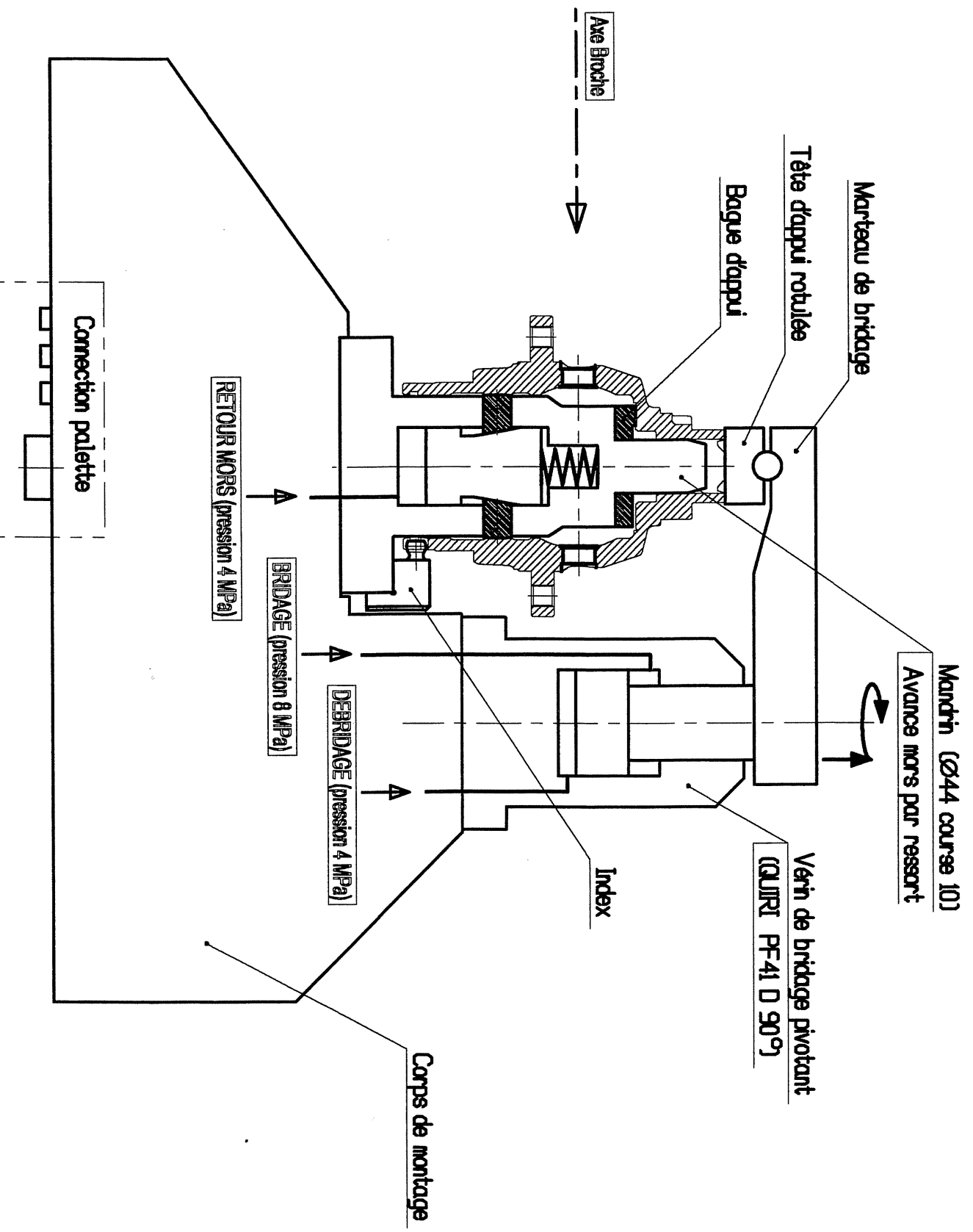
Rep	Qté	Désignation	Référence
1	1	Porte outil spécial HSK63-A	W260448102
2	1	Tube d'arrosage	R100079019
3	3 à 120°	Piaquette TC. 06 T1 04



SCHEMA DE PRINCIPE PORTE - PIECE A



SCHEMA DE PRINCIPE PORTE - PIECE B



DOSSIER "RESSOURCES"

5 DOCUMENTS

REPERE DU DOCUMENT	CONTENU	PARTIE CONCERNEE
<i>DRSA1</i>	<i>Tables de conversion des duretés</i>	<i>A</i>
<i>DRSC1</i>	<i>Informations techniques - Perçage</i>	<i>C</i>
<i>DRSC2</i>	<i>Vérin QUIRI</i>	<i>C</i>
<i>DRSC3</i>	<i>Rondelles NLM</i>	<i>C</i>
<i>DRSC4</i>	<i>Silhouettes miniatures</i>	<i>C</i>

CONVERSION DURETE HV - HB (*) (valeurs moyennes)

HV	HB	HV	HB	HV	HB	HV	HB
80	76,0	160	152,0	240	228,0	330	313,5
85	80,7	165	156,8	245	232,8	340	323,0
90	85,5	170	161,5	250	237,5	350	332,5
95	90,2	175	166,3	255	242,2	360	342,0
100	95,0	180	171,0	260	247,0	370	351,5
105	99,8	185	175,8	265	251,7	380	361,0
110	104,5	190	180,5	270	256,5	390	370,5
115	109,3	195	185,3	275	261,2	400	380,0
120	114,0	200	190,0	280	266,0	410	389,5
125	118,8	205	194,8	285	270,7	420	399,0
130	123,5	210	199,5	290	275,5	430	408,5
135	128,3	215	204,3	295	280,2	440	418,0
140	133,0	220	209,0	300	285,0	450	427,5
145	137,8	225	213,8	310	294,5	460	437,0
150	142,5	230	218,5	320	304,0	470	446,5
155	147,3	235	223,3				

CONVERSION DE DURETE HV-HRC (*) (valeurs moyennes)

HV	HRC	HV	HRC	HV	HRC	HV	HRC
240	20,3	350	35,5	510	49,8	670	58,8
245	21,3	360	36,6	520	50,5	680	59,2
250	22,2	370	37,7	530	51,1	690	59,7
255	23,1	380	38,8	540	51,7	700	60,1
260	24,0	390	39,8	550	52,3	720	61,0
265	24,8	400	40,8	560	53,0	740	61,8
270	25,6	410	41,8	570	53,6	760	62,5
275	26,4	420	42,7	580	54,1	780	63,3
280	27,1	430	43,6	590	54,7	800	64,0
285	27,8	440	44,5	600	55,2	820	64,7
290	28,5	450	45,3	610	55,7	840	65,3
295	29,2	460	46,1	620	56,3	860	65,9
300	29,8	470	46,9	630	56,8	880	66,4
310	31,0	480	47,7	640	57,3	900	67,0
320	32,2	490	48,4	650	57,8	920	67,5
330	33,3	500	49,1	660	58,3	940	68,0
340	34,4						

(*) Suivant NF A 03 172 (80-10)

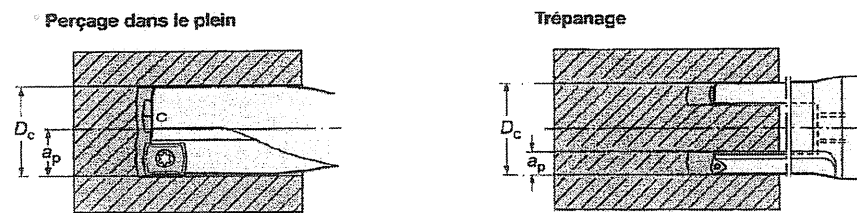
DOCUMENT RESSOURCE DRSA1



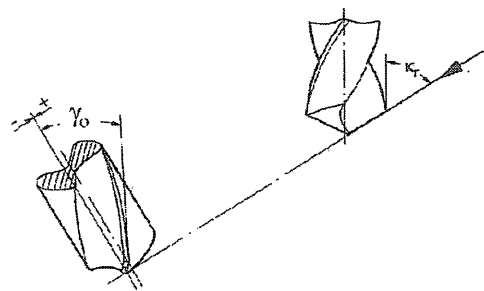
Symboles et formules

Symbole ISO	Signification	Unité
D_c	Diamètre du foret	mm
a_p	Profondeur de coupe	mm
l_1	Longueur de programmation au coin extérieur	mm
l_{1s}	Longueur de programmation à la pointe de l'outil	mm
l_2	Longueur totale	mm
l_3	Longueur utile max. au coin extérieur	mm
l_{3s}	Longueur utile max. à la pointe de l'outil	mm
l_4	Longueur de travail max. recommandée	mm
v_c	Vitesse de coupe	m/min
n	Vitesse de broche	tr/min
v_f	Vitesse d'avance	mm/min
f_n	Avance par tour	mm/tr
f_z	Avance par dent	mm/z
k_c	Force de coupe spécifique	N/mm ²
$k_{c 0,4}$	Force de coupe spécifique pour $f_z = 0,4$	N/mm ²
k_{ctz}	Force de coupe spécifique corrigée	N/mm ²
F_f	Force d'avance	N
F_{fl}	Force d'avance due au frottement	N
M_c	Couple	Nm
M_{fl}	Couple dû au frottement	Nm
P_c	Puissance nette (puissance de coupe)	kW
P_{fl}	Puissance due au frottement	kW
κ_r	Angle d'attaque	Degrés
γ_o	Angle de coupe de l'outil	Degrés
q	Débit de liquide de coupe	l/min
p	Pression du liquide de coupe	MPa

Profondeur de coupe, a_p



Angle d'attaque, κ_r
Angle de coupe de l'outil, γ_o

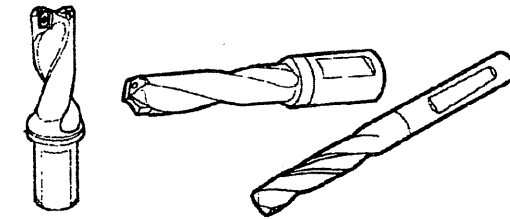


Force de coupe spécifique corrigée, k_{ctz}

$$k_{ctz} = k_{c 0,4} \left(\frac{0,4}{f_z \times \sin \kappa_r} \right)^{0,29} \quad (\text{N/mm}^2)$$

DOCUMENT DRSC1

Formules



Forets Coromant U, T-Max U, Coromant Delta et CoroDrill Delta-C

Vitesse de coupe (m/min)	$v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}$
Vitesse d'avance (mm/min)	$v_f = f_n \times n$
Force d'avance (N)¹⁾	$F_f = 0,5 \times a_p \times f_n \times k_{ctz} \times \sin \kappa_r$
Couple (Nm)¹⁾	$M_c = \frac{D_c \times f_n \times k_{ctz} \times a_p}{2000} \left(1 - \frac{a_p}{D_c} \right)$
Puissance nette (kW)¹⁾	$P_c = \frac{a_p \times f_n \times k_{ctz} \times v_c}{60 \times 10^3} \left(1 - \frac{a_p}{D_c} \right)$

¹⁾ Formules ne comprenant pas les valeurs à vide de force d'avance, couple et puissance.

La puissance nécessaire calculée correspond à un outil neuf, sans aucune usure. Pour un outil normalement usé, la puissance nécessaire est 10-30% plus élevée, selon la taille du foret.

Force de coupe spécifique k_c pour $f_z = 0,4$ pour différentes matières

CMC No.	Matière	HB	Force de coupe spécifique, $k_{c 0,4}$ ¹⁾	
			N/mm ²	N/mm ²
01.1	Acier non allié	C = 0,15%	125	1900
01.2		C = 0,35%	150	2100
01.3		C = 0,60%	200	2250
02.1	Acier faibl. allié	Non trempé	180	2100
02.2		Trempé et revenu	275	2800
02.2		Trempé et revenu	300	2700
02.2		Trempé et revenu	350	2850
03.1	Acier fort. allié	Recuit	200	2600
03.2		Trempé	325	3900
05.11	Aciers inoxydables	Martensitique/ferritique	200	2300
05.21		Austénitique	175	2450
06.1	Acier coulé	Non allié	180	2000
06.2		Faibl. allié	200	2500
06.3		Fort. allié	225	2700
04	Acier dur	Acier trempé	55 HRC	4500
06.33		Acier au manganèse 12%	250	3600
07.1	Fonte malléable	Ferritique	130	1100
07.2		Perlitique	230	1100
08.1	Fonte grise	Faible résist. à la traction	180	1100
08.2		Forte résist. à la traction	260	1500
09.1	Fonte nodulaire	Ferritique	160	1100
09.2		Perlitique	250	1800
10	Fonte en coquille		400	3000
20.11	Alliages réfractaires	à base Fe, recuit	200	3000
20.12		à base Fe, vieilli	280	3050
20.21, 20.31		à base Ni ou Co, recuit	250	3500
20.22, 20.32		à base Ni ou Co, vieilli	350	4150
20.24, 20.33		à base Ni ou Co, coulé	320	4150
30.11	Alliages d'aluminium	Inaptes au traitement thermique	60	500
30.12		Aptes au traitement thermique	100	800
30.21	Alliages d'aluminium, coulés	Inaptes au traitement thermique	75	750
30.22		Aptes au traitement thermique	90	900
33.1	Cuivre et alliages de cuivre	Alliages au plomb, Pb > 1%	110	700
33.2		Laiton, laiton rouge	90	750
33.3		Bronze et cuivre sans plomb y compris cuivre électrolytique	100	1750

¹⁾ Valeurs $k_{c 0,4}$ pour: $f_z = 0,4$ mm/z, $\kappa_r = 90^\circ$, $\gamma_o = +6^\circ$

DEFINITION VERIN PIVOTANT

Double effet
Rotation dans le plan



VERIN PIVOTANT FLASQUE

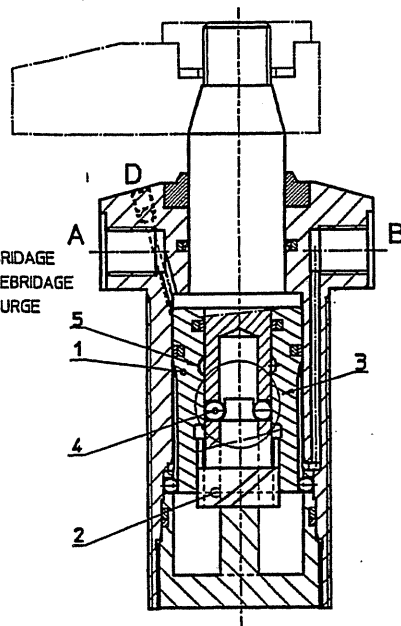
Double effet - rotation dans le plan
250 bar - capacité 4kN à 24kN



GENERALITES :

Les vérins pivotants permettent de dégager la zone de travail pour faciliter les opérations de chargement et de déchargement des pièces. Conçus pour les systèmes automatisés, ces vérins diminuent les temps non productifs. La rotation dans le plan, système exclusif, réduit l'espace nécessaire au mouvement.

La conception de ce vérin assure une répartition optimale des efforts internes, augmentant ainsi la longévité et la fiabilité.

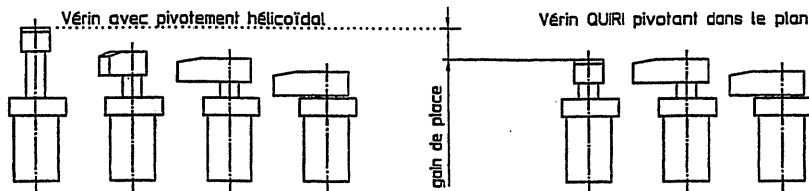


A = BRIDAGE
B = DEBRIDAGE
D = PURGE

CONSTRUCTION :

Toutes les pièces sont en acier traité haute résistance.
Tige traitée anti-grippage et anti-corrosion.
Le corps est protégé par un traitement anti-corrosion.

PARTICULARITES DU SYSTEME :



- La tige du vérin pivotant effectue une rotation dans le plan, permettant le mouvement du bras de serrage dans un espace très restreint. Cette phase de rotation est suivie de la translation pour le bridage.
- Les deux chambres du vérin double effet sont constamment remplies d'huile, rendant le système insensible aux pollutions extérieures (le vérin est étanché).

FONCTIONNEMENT :

PHASE BRIDAGE : Alimentation en A

- Lors de la mise sous pression du vérin, le piston rep.1, comportant une denture hélicoïdale, effectue une translation vers le bas, transformée en rotation au niveau de la tige rep.2 grâce au système vis-écrou réversible : c'est le PRINCEPE DE LA TOUPIE. Pendant cette rotation, la tige rep.2 pivote sur les billes rep.4
- La rotation étant effectuée, les billes rep.4 s'effacent dans la gorge rep.5 et libèrent le verrouillage, permettant à la tige d'effectuer librement sa course vers le bas : les billes ne subissent aucun effort lors du bridage. Le piston transmet l'effort à la tige par un contact plan sur plan.

PHASE DEBRIDAGE : Alimentation en B

- L'alimentation de l'orifice de rappel B provoque un mouvement de translation de la tige rep.2 vers le haut, suivi d'un mouvement de rotation dans le plan pour retrouver la position initiale.

Alimentation par lamages

Caractéristiques :

- 8 modèles
- course 8 et 12 mm
- rotation dans le plan droite ou gauche 90°±2°

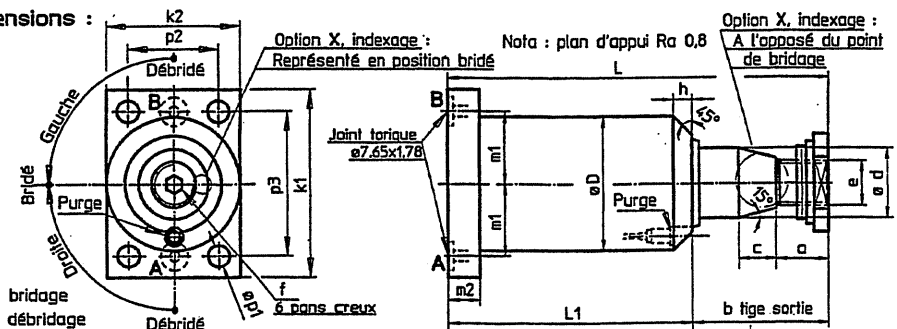
Options :

- bras de serrage voir rubrique accessoires
- rotation 60°, 45°, ou 0° sur demande
- contrôle de position : voir feuillet 021096/11
- option X, indexage : voir feuillet 021097/2 et /3

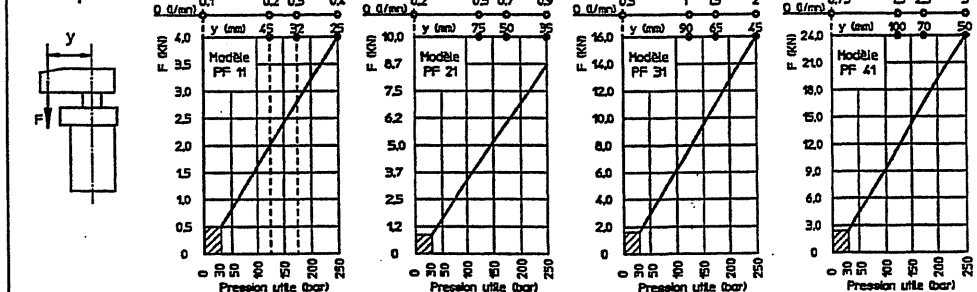
Nota :

Les vérins sont livrés avec joints toriques, écrou de serrage et rondelle frein : dimensions feuillet 021098/1

Dimensions :



Abaques :

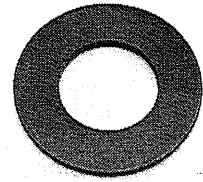


Pour longueur de bras spéciale "y" : voir feuillet 021096/15

RECOMMANDATIONS IMPORTANTES : VOIR FEUILLET 021096/3

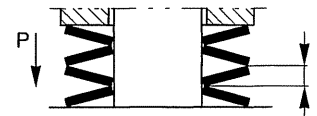
Cat. de vérin	Tige ø d	Course	Débit maxi A	Volume balayé A B	Sens de rotation	Référence	Dimensions													
							a	b	c	D	e	f	h	k1	L	L1	m1	p1	p2	p3
0,4	18	8	0,4	5,3 7,4	droite	PF 11 D	13	33	10	45	M12 x15	5	6	65	121	88	24	6,5	30	50
					gauche	PF 11 G														
0,8	25	12	0,9	15 21	droite	PF 21 D	16	45	14	60	M16 x15	6	8	85	152	107	32	4,4	44	65
					gauche	PF 21 G														
1,6	36	12	2	41 53	droite	PF 31 D	18	53	20	80	M24 x15	10	12	110	195	142	43	13	60	86
					gauche	PF 31 G														
2,8	42	12	3	74 88	droite	PF 41 D	20	57	22	95	M30 x15	12	16	120	218	161	50	15	70	96
					gauche	PF 41 G														

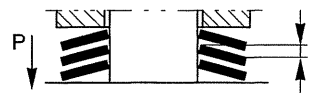

RONDELLE RESSORT
Acier à ressort

 Spring steel
 Acero de muelle


n/mm

 Spring washer
 Arandela muelle

0736
DIN 2093
MONTAGE EN OPPOSITION

 Somme des écrasements, \pm
 même force d'appui.

MONTAGE EN PARALLELE
3 rondelles MAXI

 Somme des forces,
 même écrasement.

NOTA

 Plusieurs montages peuvent se combiner
 pour obtenir la course et l'effort désirés.

CARACTERISTIQUES

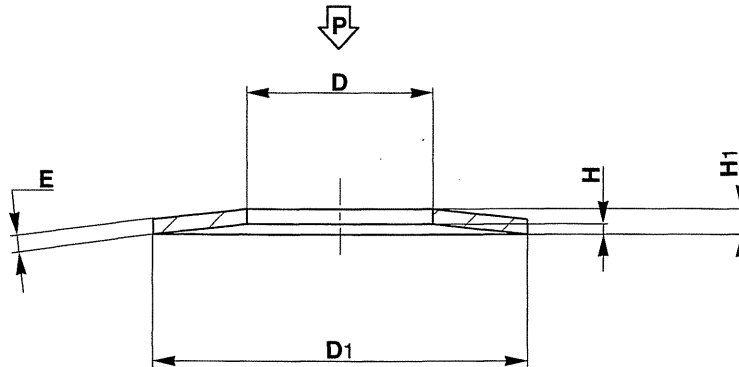
 Les valeurs de charge du tableau sont
 données pour quatre utilisations possibles
 selon les indices ci-dessous.

- ① $F = 0,25 H$, utilisation π de la flèche.
- ② $F = 0,50 H$, utilisation f de la flèche.
- ③ $F = 0,75 H$, utilisation Ω de la flèche.

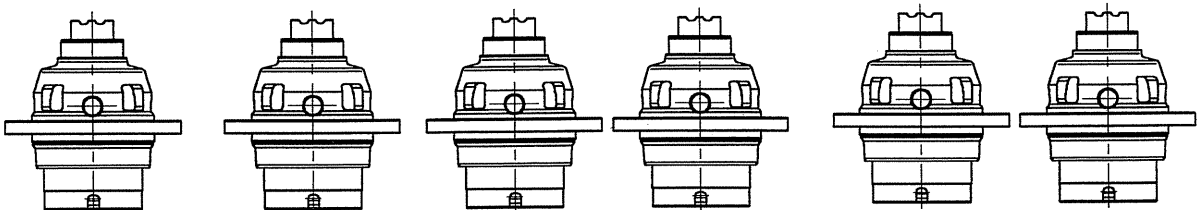
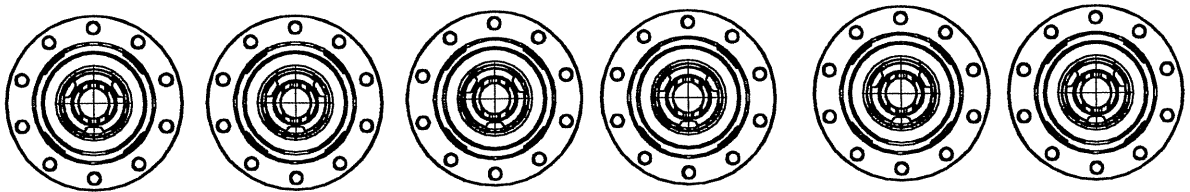
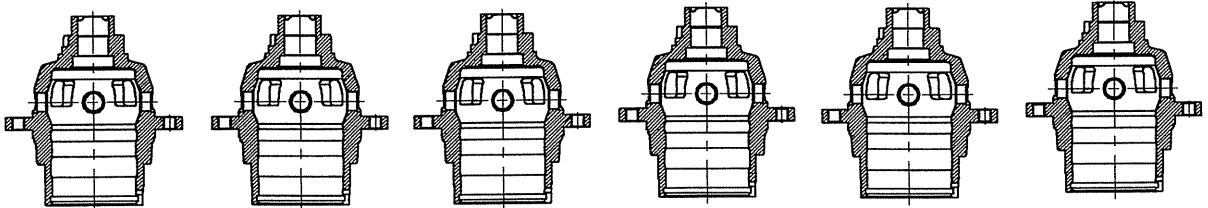
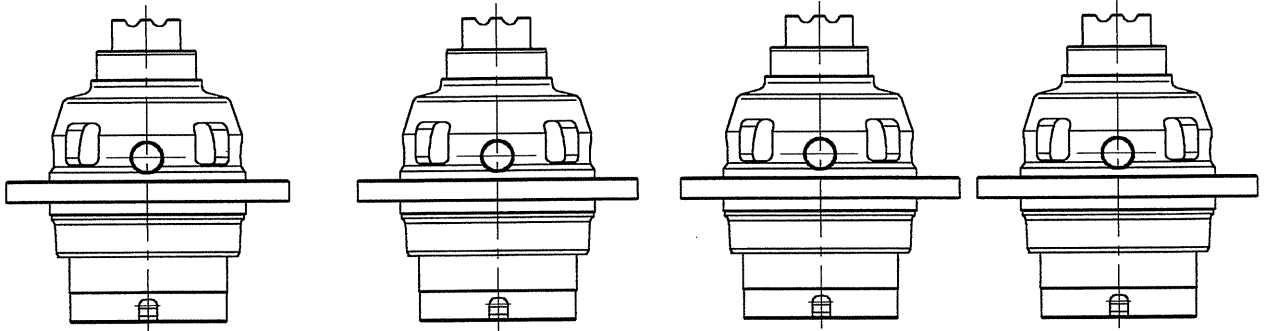
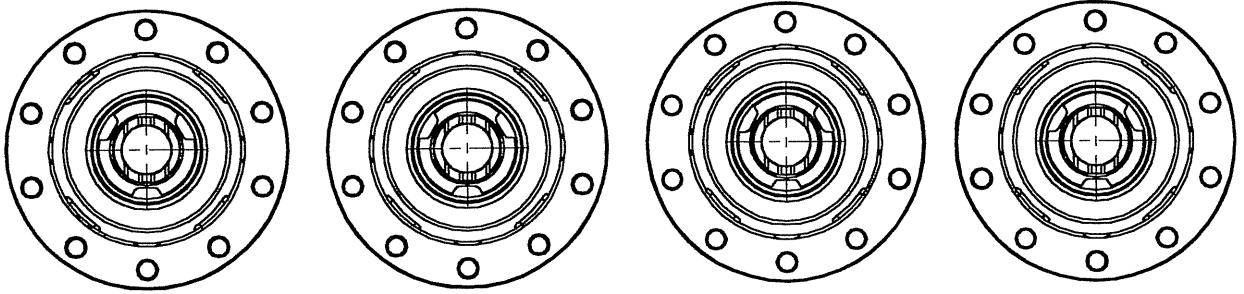
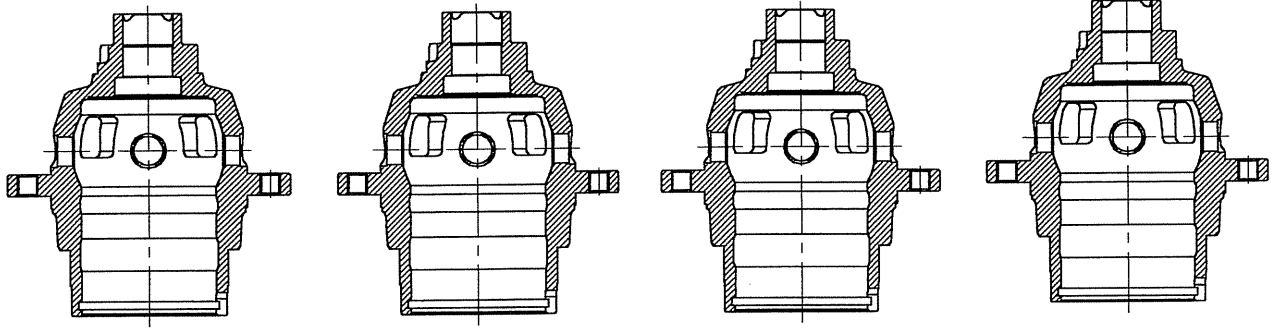
Unités :

 Effort P en daN.

 Flèche F en mm.

 Contrainte β en daN/mm².


REFERENCE	D	D1	E	H	H1	P①	F①	β ①	P②	F②	β ②	P③	F③	β ③
0736 030	3,2	8	0,40	0,20	0,60	8	0,500	35	15	0,100	77	21	0,150	125
0736 050	5,2	10	0,40	0,30	0,70	9	0,750	50	16	0,150	94	21	0,225	131
0736 051		15	0,70	0,40	1,10	22	0,100	37	40	0,200	82	57	0,300	134
0736 060	6,2	12,5	0,50	0,35	0,85	12	0,870	43	22	0,175	81	30	0,263	114
0736 061		12	0,60	0,20	0,80	14	0,500	60	27	0,100	116	39	0,150	112
0736 070	7,2	14	0,80	0,30	1,10	29	0,750	40	56	0,150	85	81	0,225	134
0736 080	8,2	16	0,90	0,35	1,25	37	0,870	40	71	0,175	84	103	0,262	134
0736 081		16	0,60	0,45	1,05	18	0,112	43	31	0,225	81	42	0,337	114
0736 090	9,2	18	1	0,40	1,40	46	0,100	39	88	0,200	84	128	0,300	133
0736 100	10,2	20	1,10	0,45	1,55	56	0,112	39	107	0,225	83	155	0,337	132
0736 101			0,90	0,55	1,45	42	0,137	46	77	0,275	88	107	0,412	125
0736 102			0,80	0,55	1,35	31	0,137	43	56	0,275	81	76	0,412	115
0736 120	12,2	25	1,50	0,55	2,05	106	0,137	44	205	0,275	92	298	0,412	146
0736 121		23	1,25	0,60	1,85	88	0,150	51	166	0,300	97	238	0,450	139
0736 123		23	1	0,60	1,60	47	0,150	75	87	0,300	144	122	0,450	205
0736 140	14,2	28	1,50	0,65	2,15	105	0,162	38	201	0,325	82	290	0,487	131
0736 141			1	0,80	1,80	49	0,200	42	85	0,400	80	113	0,600	112
0736 160	16,3	31,5	1,75	0,70	2,45	142	0,175	39	272	0,350	84	395	0,525	133
0736 161			1,25	0,90	2,15	81	0,225	46	144	0,450	87	195	0,675	122
0736 180	18,3	35,5	2	0,80	2,80	190	0,200	40	365	0,400	86	529	0,600	137
0736 182			1,25	10	2,25	73	0,250	72	128	0,500	137	170	0,750	194
0736 200	20,4	40	2,25	0,90	3,15	238	0,225	40	457	0,450	86	663	0,675	136
0736 220	22,4	45	2,50	10	3,50	283	0,250	39	542	0,500	84	787	0,750	133
0736 250	25,4	50	3	1,10	4,10	434	0,275	44	837	0,550	92	1220	0,825	146
0736 251			2,50	1,40	3,90	354	0,350	51	656	700	96	924	150	137
0736 280	28,5	56	2	1,60	3,60	195	0,400	43	340	0,800	80	452	1,200	112
0736 310	31	63	2,50	1,75	4,25	300	0,437	42	537	0,875	79	733	1,312	112
0736 360	40,5	70	4	1,60	5,60	983	0,400	42	1765	0,800	79	2400	1,200	147



DOCUMENT RESSOURCE DRSC4

DOSSIER "REPONSES"

19 DOCUMENTS

REPERE DU DOCUMENT	CONTENU	PARTIE CONCERNEE
<i>DRB1</i>	<i>Etude de moulage</i>	<i>B</i>
<i>DRB2</i>	<i>Courbe de traction</i>	<i>B</i>
<i>DRC1</i>	<i>Définition de l'outil de tournage</i>	<i>C</i>
<i>DRC2</i>	<i>Schéma de séquence</i>	<i>C</i>
<i>DRC3a</i>	<i>Contrat de phase 150A</i>	<i>C</i>
<i>DRC3b</i>	<i>Contrat de phase 150B</i>	<i>C</i>
<i>DRC4</i>	<i>Etude de l'outillage porte-pièce</i>	<i>C</i>
<i>DRC5</i>	<i>Etude de l'outillage porte-pièce</i>	<i>C</i>
<i>DRC6</i>	<i>Réception outillage</i>	<i>C</i>
<i>DRC7</i>	<i>Fiche "Analyse d'une spécification"</i>	<i>C</i>
<i>DRC8</i>	<i>Fiche "Analyse d'une spécification"</i>	<i>C</i>
<i>DRC9</i>	<i>Fiche "Analyse d'une spécification"</i>	<i>C</i>
<i>DRC10</i>	<i>Définition du posage et du palpeur</i>	<i>C</i>
<i>DRC11</i>	<i>Dégauchissage pièce</i>	<i>C</i>
<i>DRC12</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>C</i>
<i>DRC13</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>C</i>
<i>DRC14</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>C</i>
<i>DRC15</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>C</i>
<i>DRC16</i>	<i>Gamme de mesurage</i>	<i>C</i>

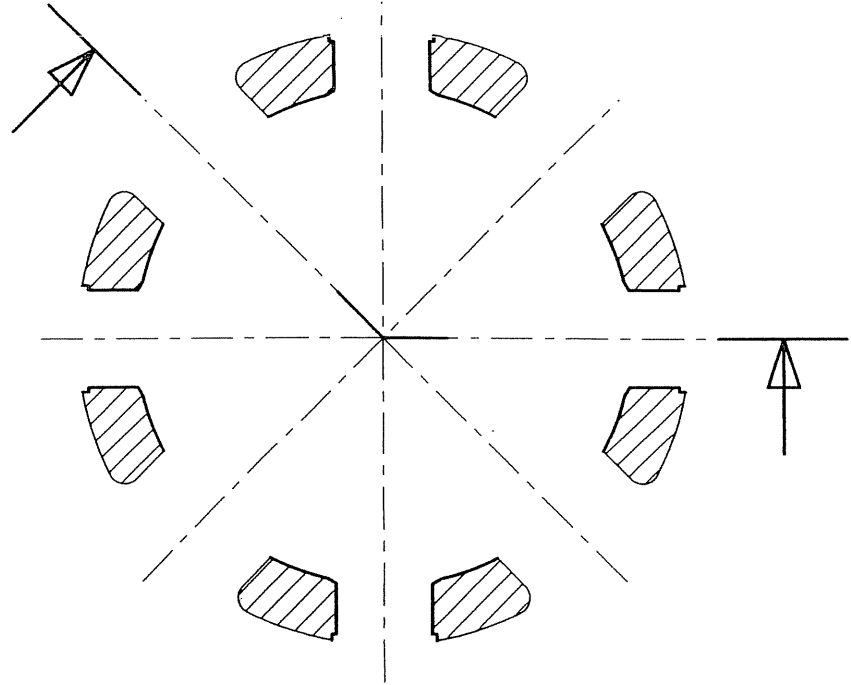
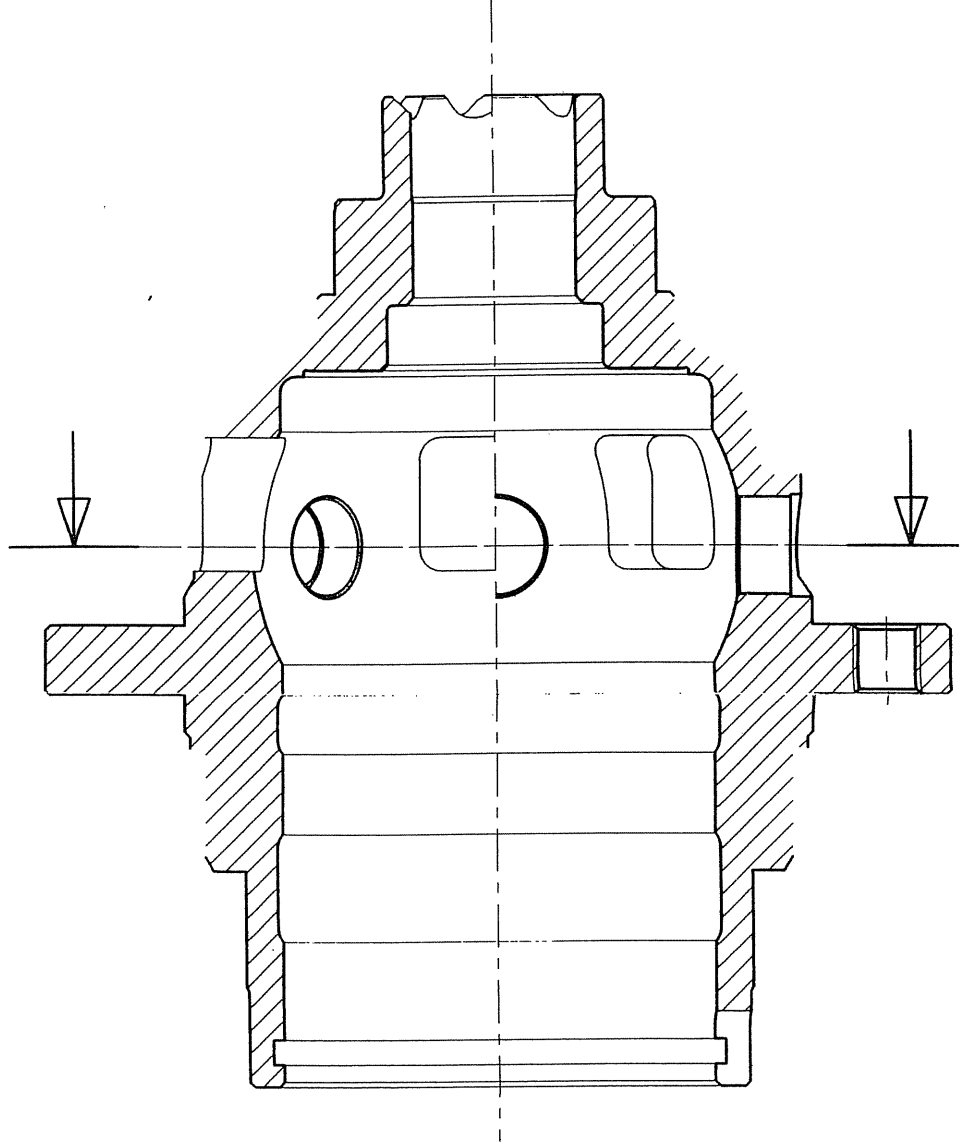
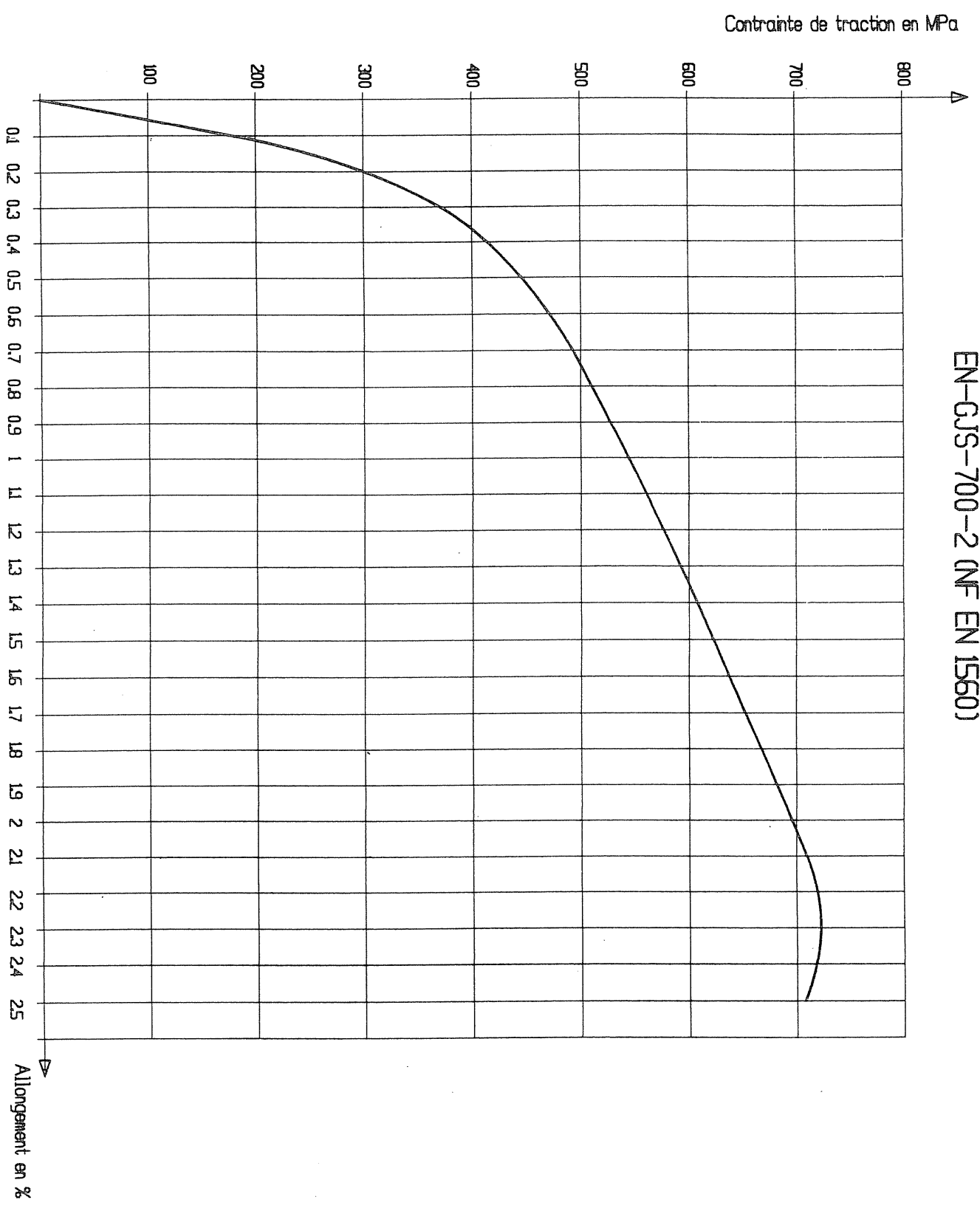


DIAGRAMME CONTRAINTE-ALLONGEMENT

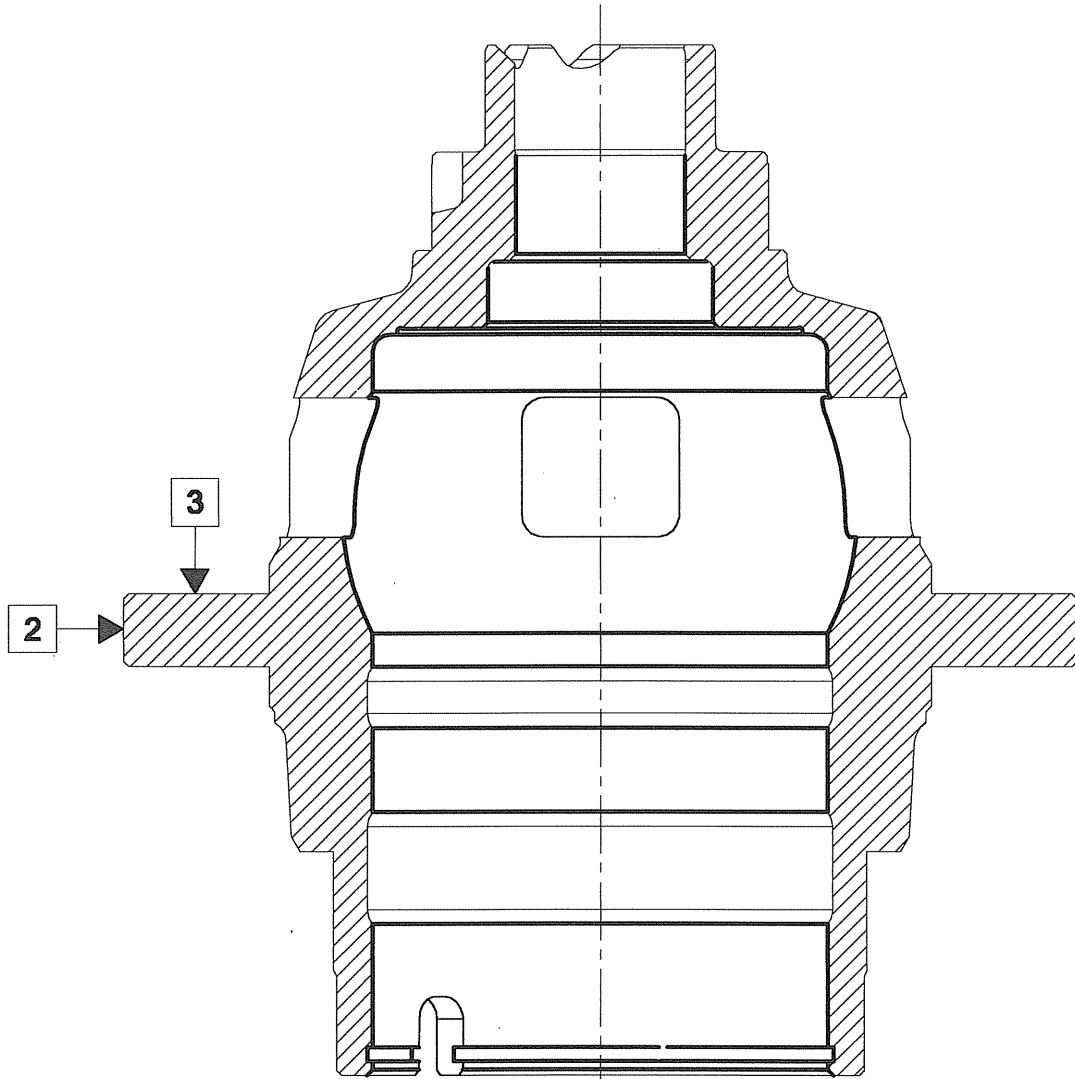
EN-GJS-700-2 (NF EN 1560)



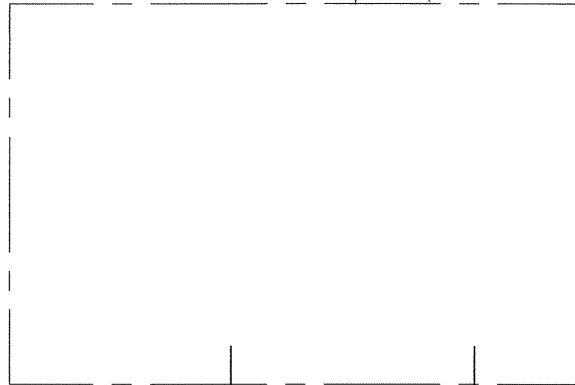
1500-Eb

Document réponse DRR2

TOURNAGE PHASE 130



Zone du dessin



**ATTACHEMENT
CAPTO C4**

DOCUMENT REPONSE DRC1

SCHEMA DE SEQUENCES

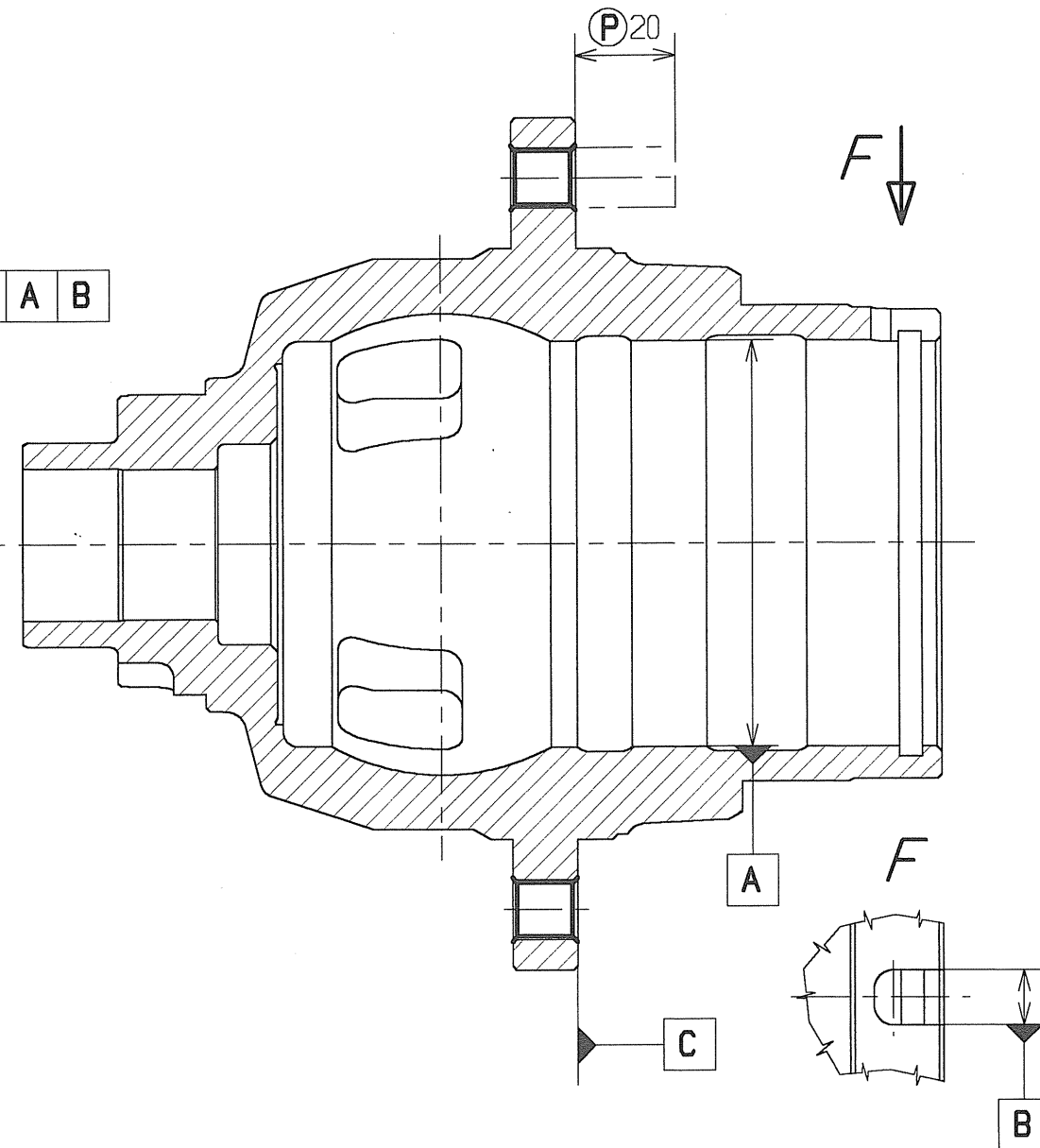
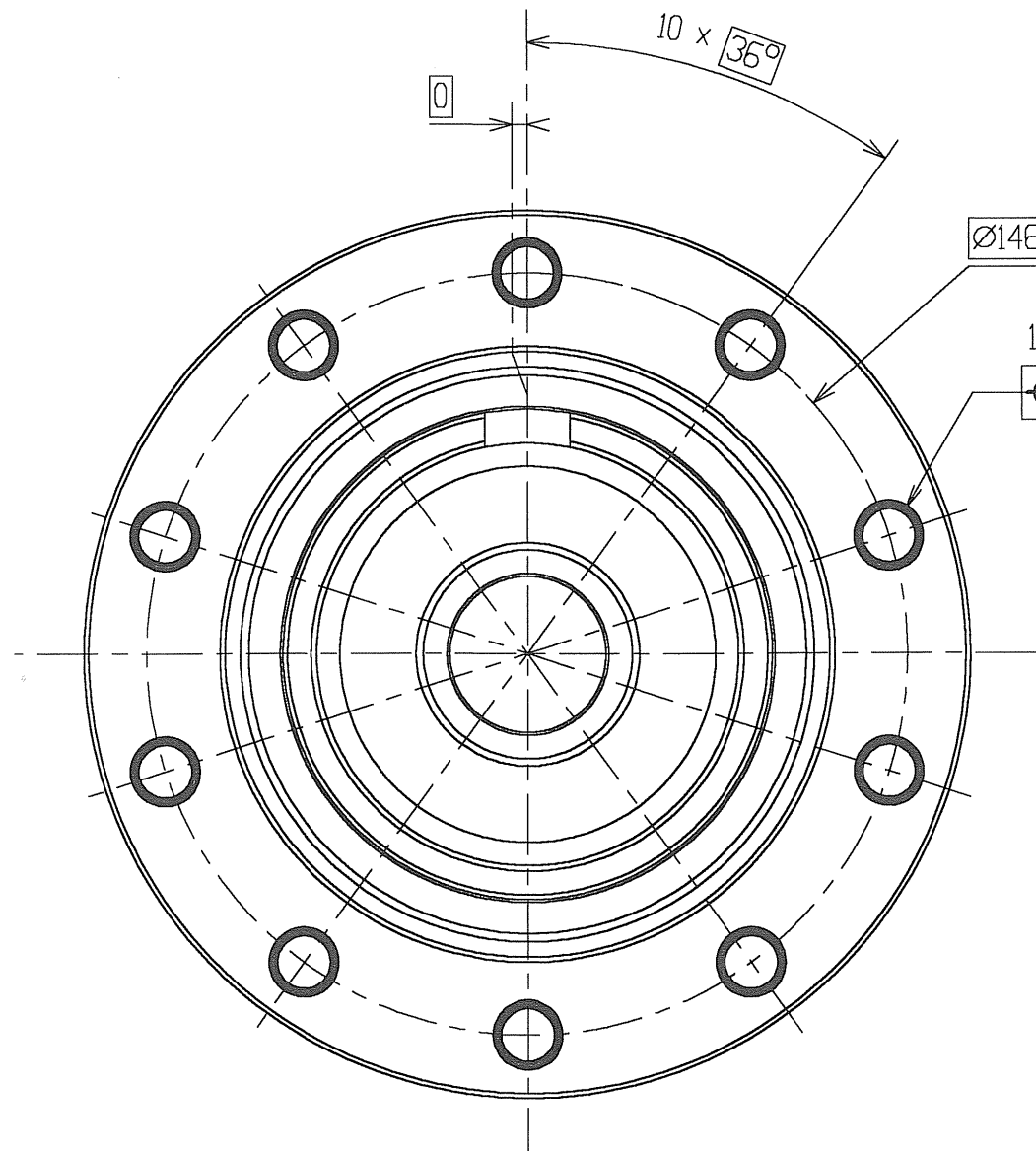
N°	Séquences	Temps	Représentation graphique
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			

Echelle : 1mm pour 1/100 min

- Temps en 1/100 min :**
- Débridage vérin pivotant et retour mors mandrin (hydraulique) :* 4
 - Chargement / Déchargement pièce par robot :* 16
 - Lavage surfaces de mise en position pièce :* 20
 - Bridage vérin pivotant :* 4
 - Avance mors mandrin (ressort):* 3
 - Connection / déconnection au poste de chargement :* 4.5
 - Rotation palettiseur 180° :* 5.5
 - Usinage trous de fixation (porte-pièce A) :* 121
 - Usinage axes satellites (porte-pièce B) :* 119

Document réponse DRC2

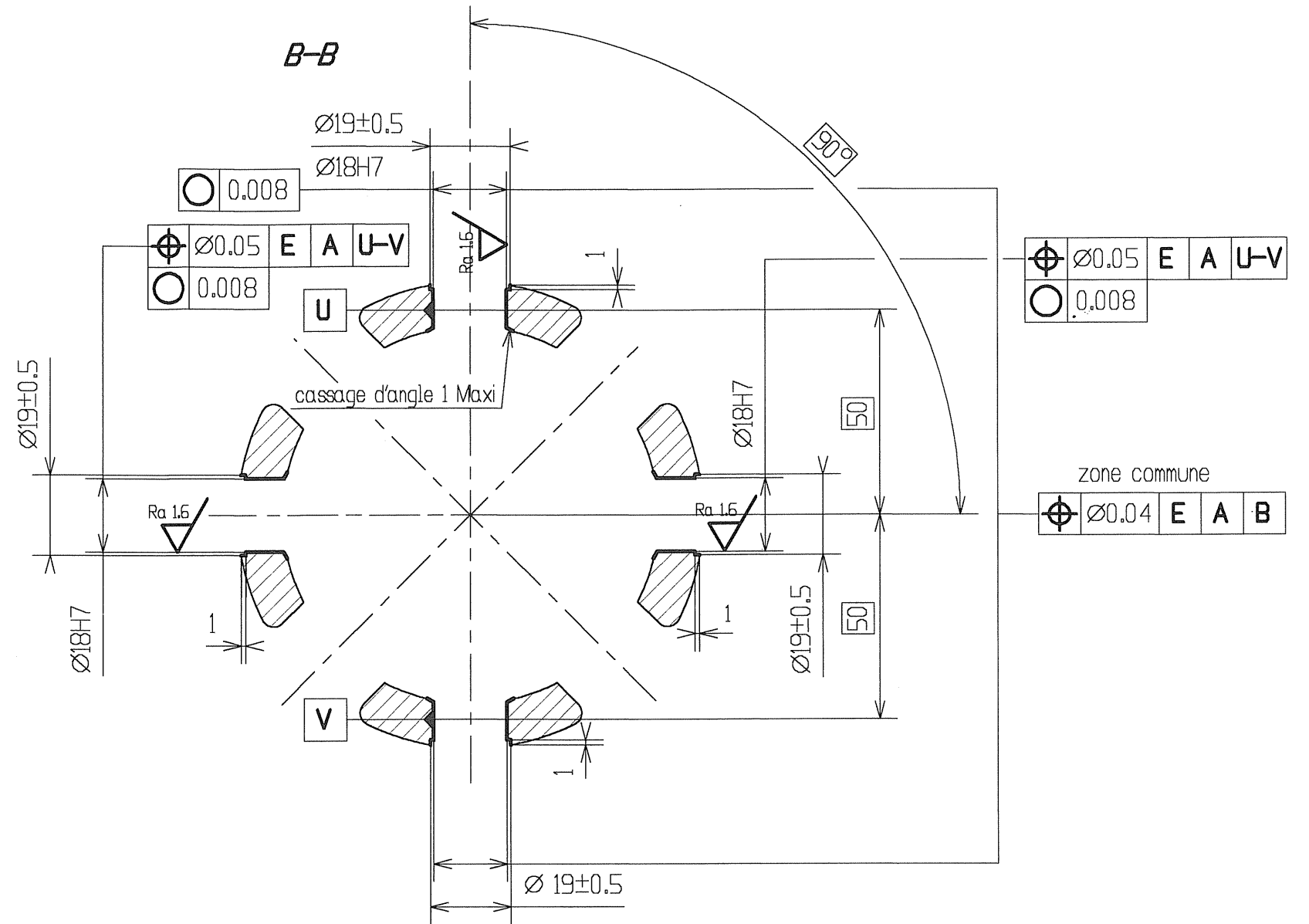
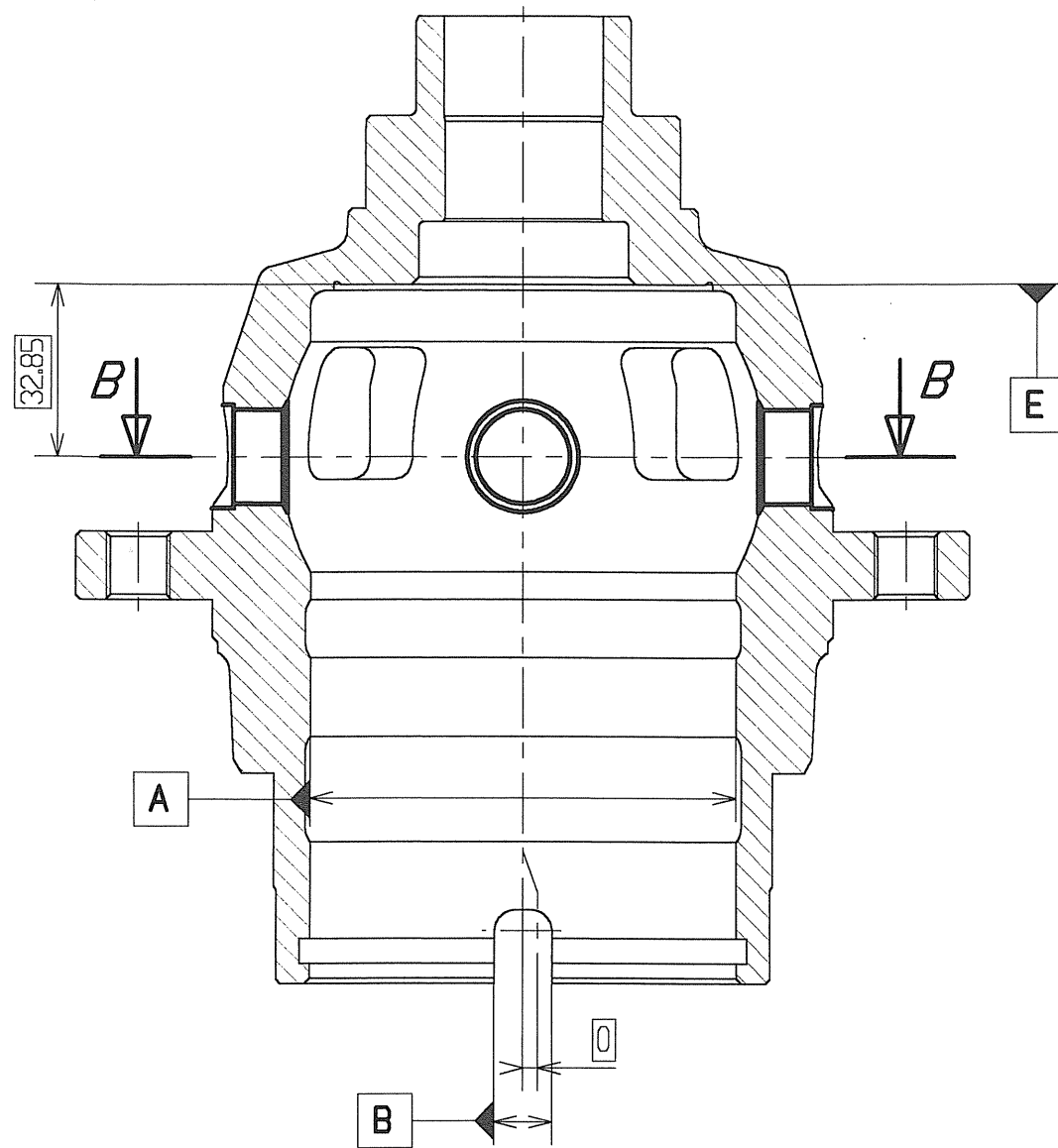
CONTRAT DE PHASE PHASE N°150 A	Ensemble: BOITE DE VITESSE MECANIQUE	Date:	DDMMYY
	Pièce: BOITIER DE DIFFERENTIEL	BUREAU DES METHODES	1 1
	Matière: FGS 700-2 Y20		
NOM:	Programme:		
Désignation: PERCAGE – CHANFREINAGE – TARAUDAGE			
Machine-Outil: Centre d'Usinage Horizontal URANE 20			
Porte-Pièce : Montage d'usinage spécifique (Porte-Pièce A)			



DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V m/mn	n tr/mn	f mm/dt mm/tr	Vf mm/mn	a mm
Opération 1 : PERCAGE – CHANFREINAGE 10 trou	Outil 1 : Foret étagé Ø10.75/Ø14 CARBURE	100	2961	0.15	888	
Opération 2 : CHANFREINAGE arrière 10 trous	Outil 2 : Outil à chanfreiner spécial DCMT 11 T3 08	250	6052	0.10	1210	
Opération 3 : TARAUDAGE 10 trous M12x1.25	Outil 3 : Taraud machine M12x1.25 AR	30	796	1.25	995	

Document réponse DRC3a

CONTRAT DE PHASE PHASE N° 150 B	Ensemble: BOITE DE VITESSE MECANIQUE	Date:	DDMMYY
	Pièce: BOITIER DE DIFFERENTIEL	BUREAU DES METHODES	1
	Matière: FGS 700-2 Y20		1
NOM:	Programme:		
Désignation: PERCAGE - LAMAGE - CHANFREINAGE - ALESAGE			
Machine-Outil: Centre d'Usinage Horizontal URANE 20			
Porte-Pièce : Montage d'usinage spécifique (Porte-Pièce B)			



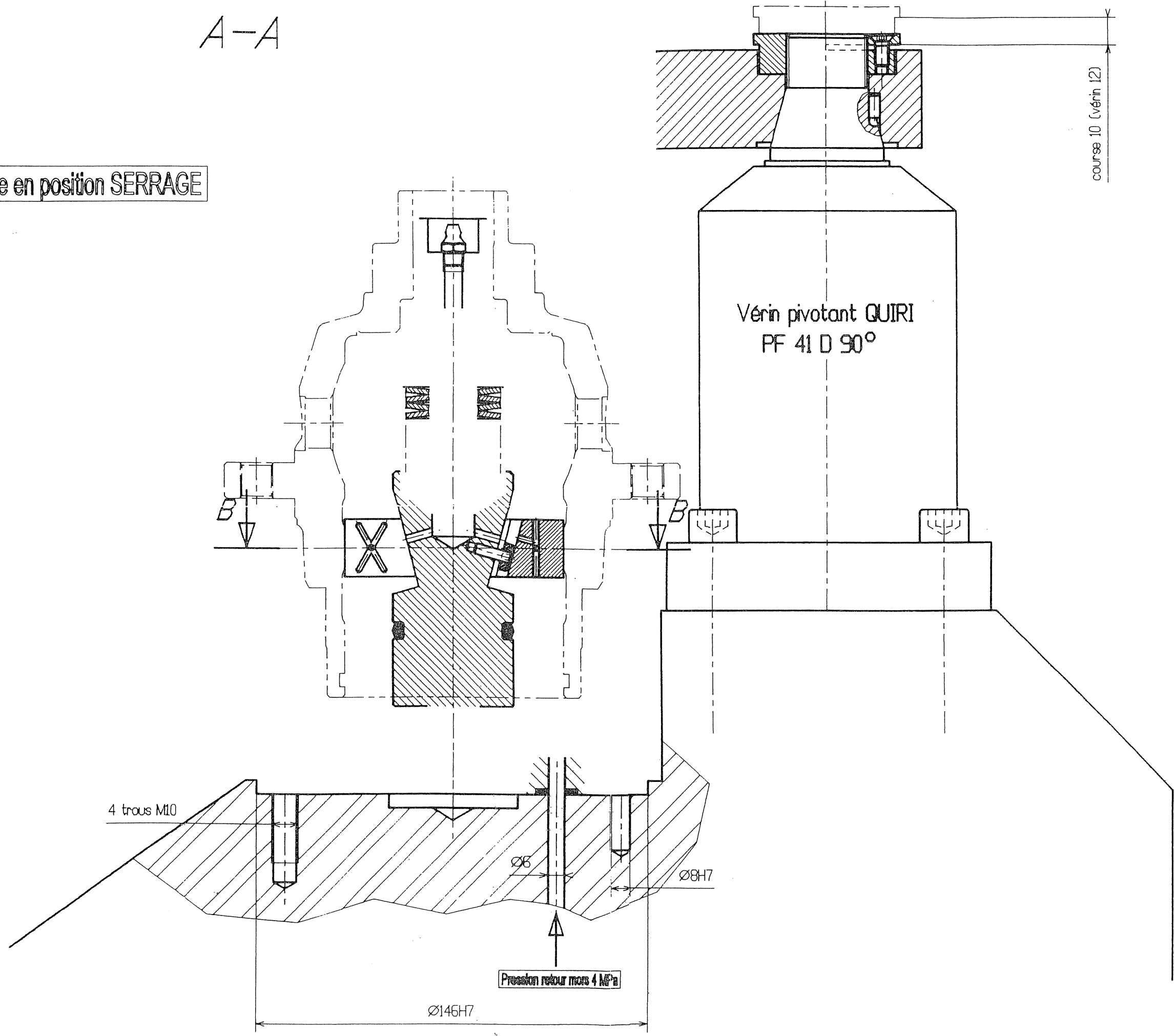
DESIGNATION DES OPERATIONS	OUTILS	V	n	f	Vf	a
		m/mn	tr/mn	mm/dt mm/Er	mm/mn	mm
Opération 1 : PERCAGE - LAMAGE Ø17.5/Ø19	Outil 1 : Foret à plaquettes spécial CCMT 06 02 04 / WCMX 03 02 04	165	2984	0.13	388	
Opération 2 : CHANFREINAGE arrière	Outil 2 : Outil à chanfreiner spécial TCMT 06 T1 04	350	7528	0.13	3011	
Opération 3 : ALESAGE finition Ø18H7	Outil 3 : Outil d'alésage spécial Type "MAPAL"	100	1768	0.12	212	

18 H7	+0.018 0
-------	-------------

Document réponse DRC3b

A-A

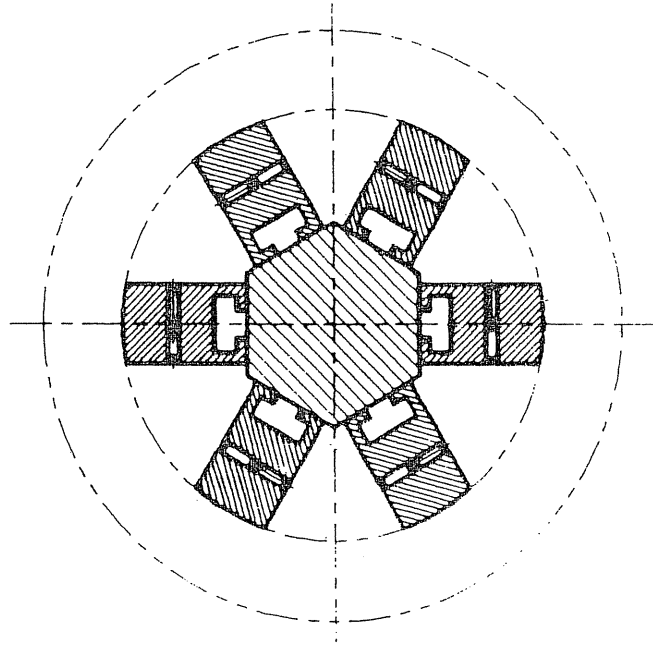
Porte-pièce en position SERRAGE



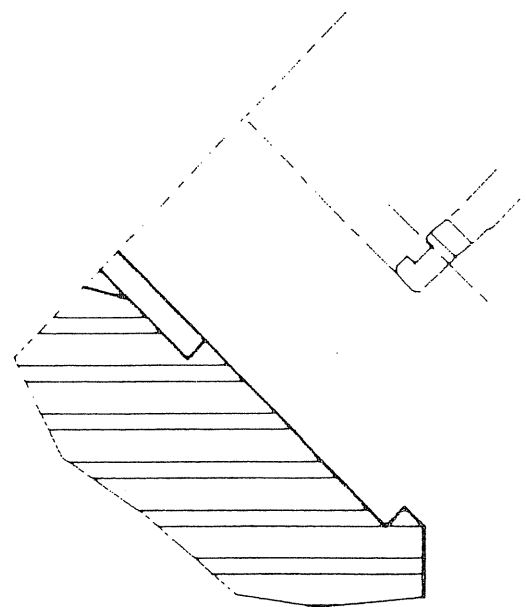
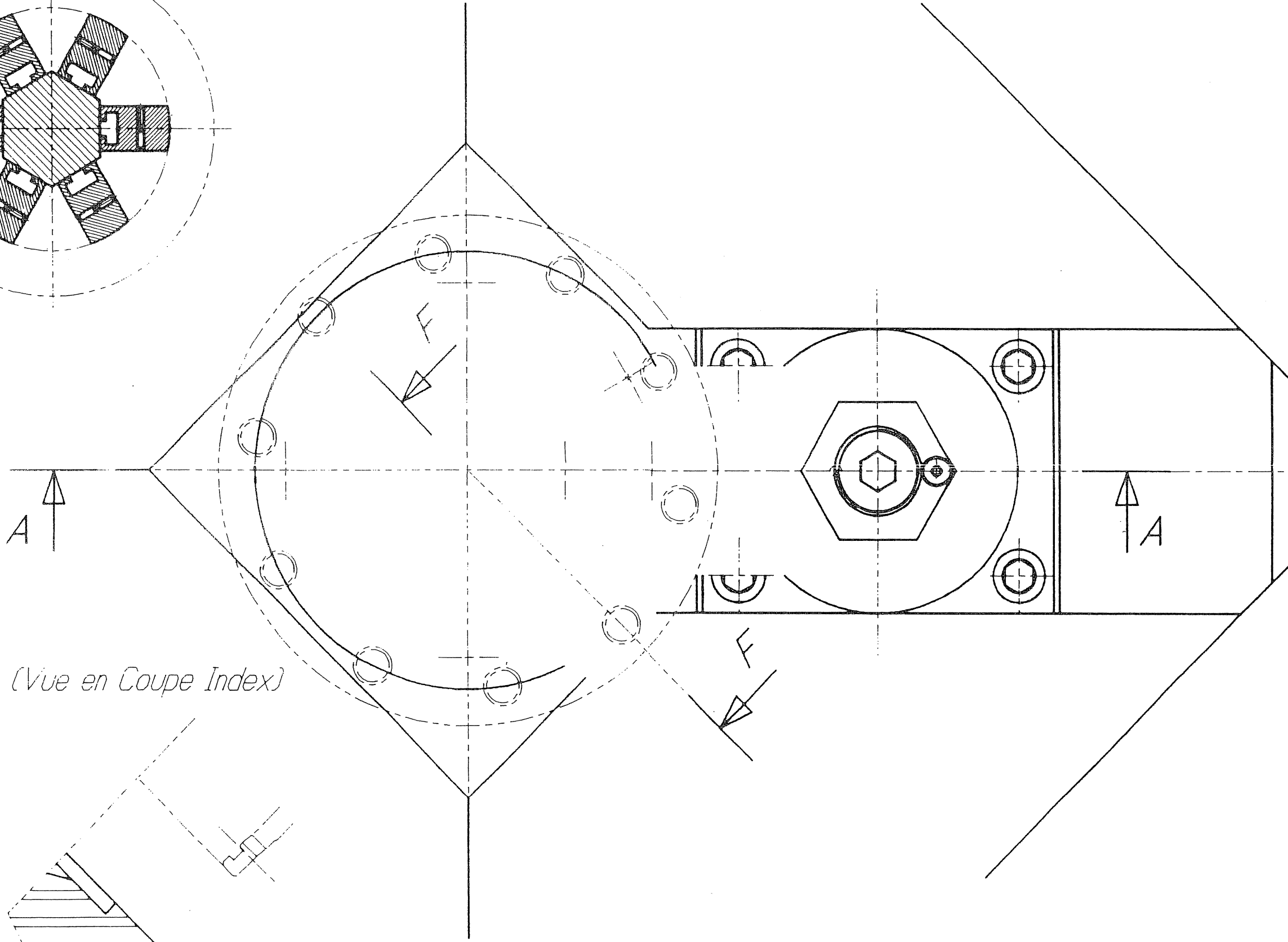
Document réponse DRCA

1	1	BOUTIER DE DIFFERENTIEL	FGS 700-2	Y20	Observation	Référence
Rep Nb		Désignation	Matériau			
ETUDE D'OUTILLAGE						
BOUTIER DE DIFFERENTIEL						
Document réponse DRCA						
Format: A1		Ech. 1:1		Dessiné par:		N°
Le						

B-B (Section Mandrin)



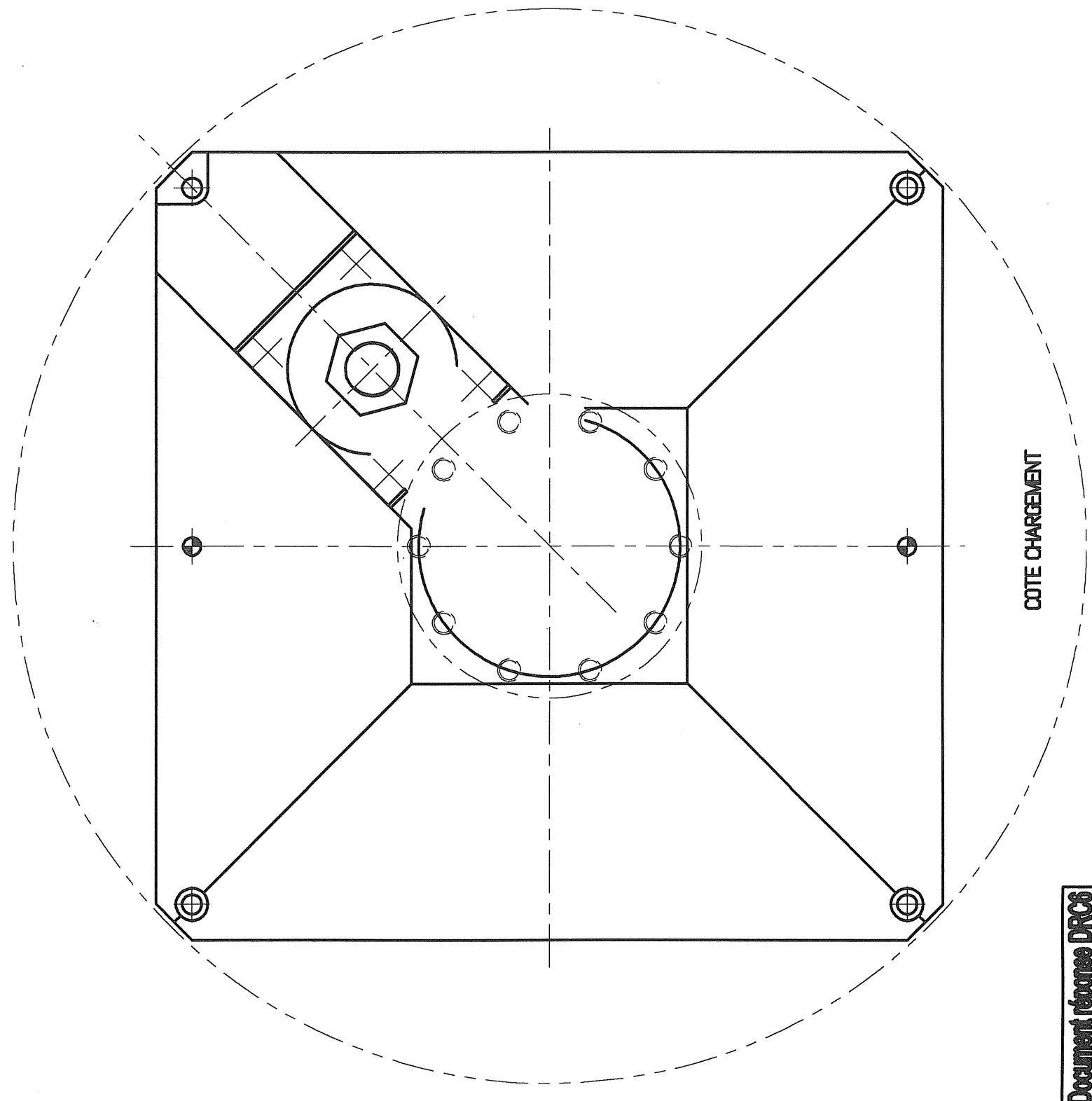
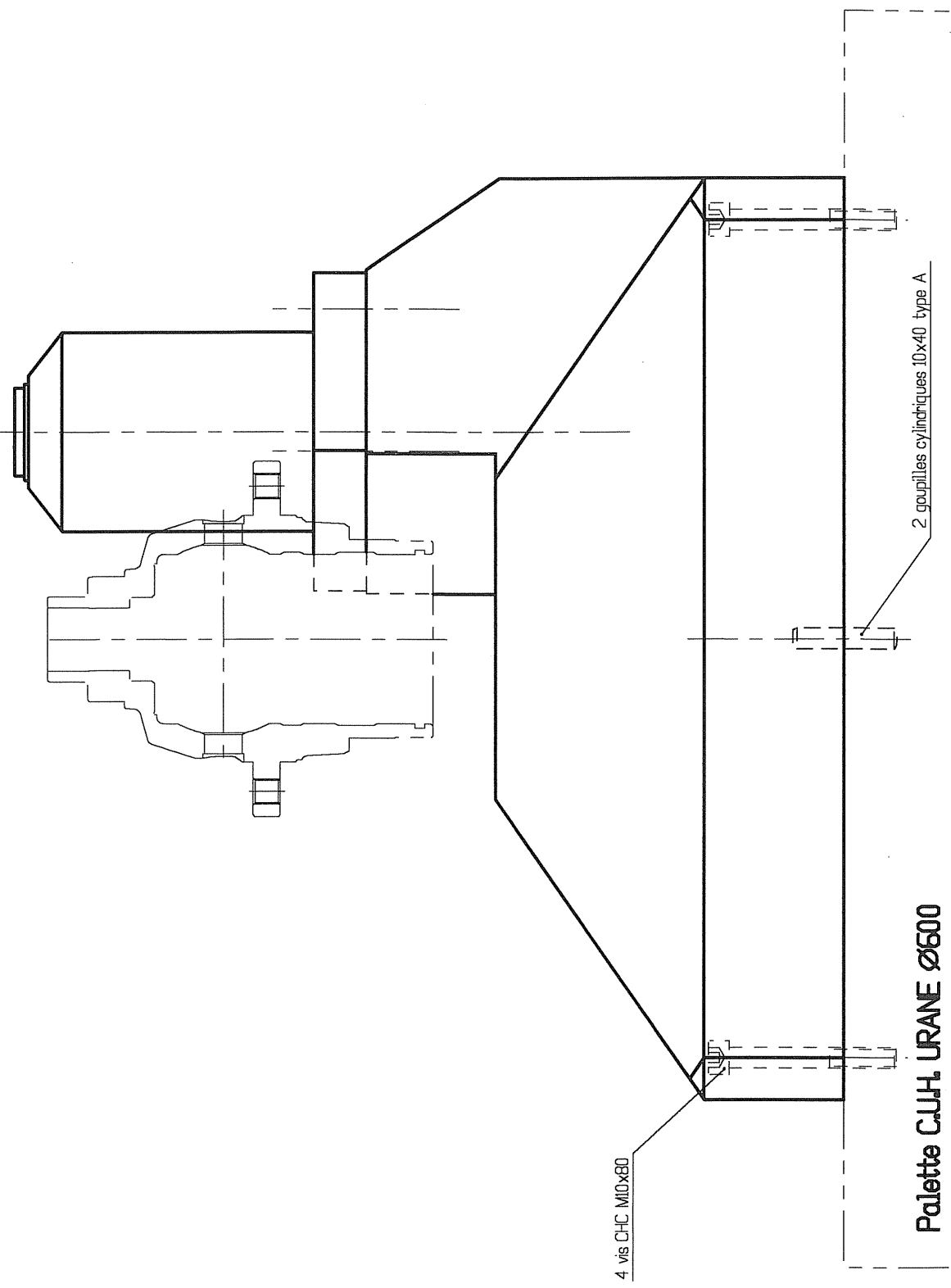
F-F (Vue en Coupe Index)



1	1	BOITIER DE DIFFERENTIEL	FGS 700-2	Y20	
Rep Nb		Désignation	Mat ière	Observat ion	Référence
		ETUDE D'OUTILLAGE			
		BOITIER DE DIFFERENTIEL			
		Document réponse DRC5			
		Format : A1			
		Ech. : 1:1			
		Dessiné par :			
		Le			
		N°			

Document réponse DRC5

CONDITIONS DE RECEPTION DU MONTAGE



Document réponse DR06

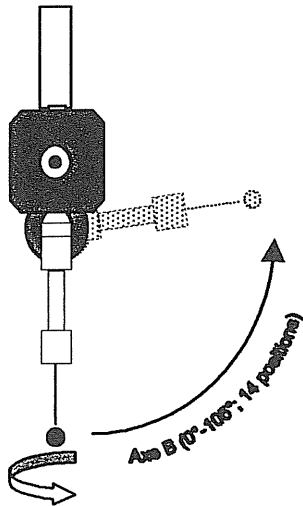
TOLERANCEMENT NORMALISE		Analyse d'une spécification par zone de tolérance			
Symbole de la spécification		Eléments non Idéaux		Eléments Idéaux	
Type de spécification	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Forme Orientation Battement	unique groupe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

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	Battement	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	Contraintes
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	orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition								

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

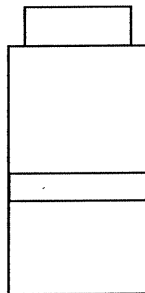
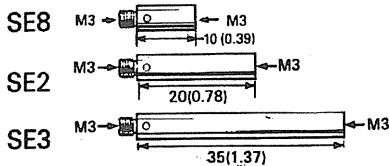
EXPLOITATION d'une MMT

Capteur motorisé



Axe C (± 180°; 48 positions)

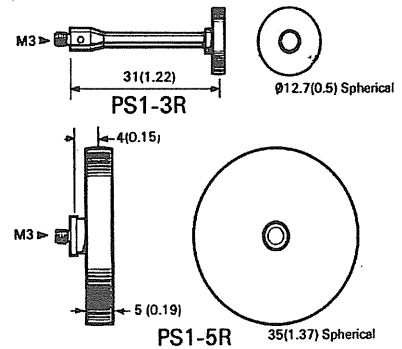
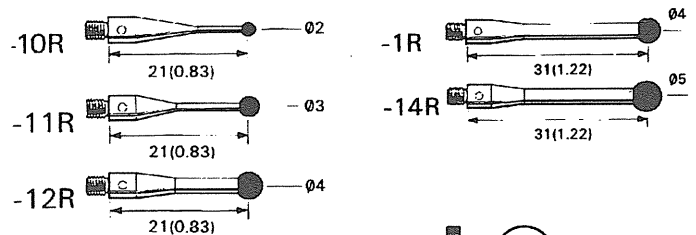
Rallonges disponibles
mm (in)



Maintien en position de la pièce
(à compléter)

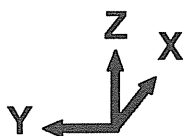
Stylets et disques PS1 disponibles

mm (in)

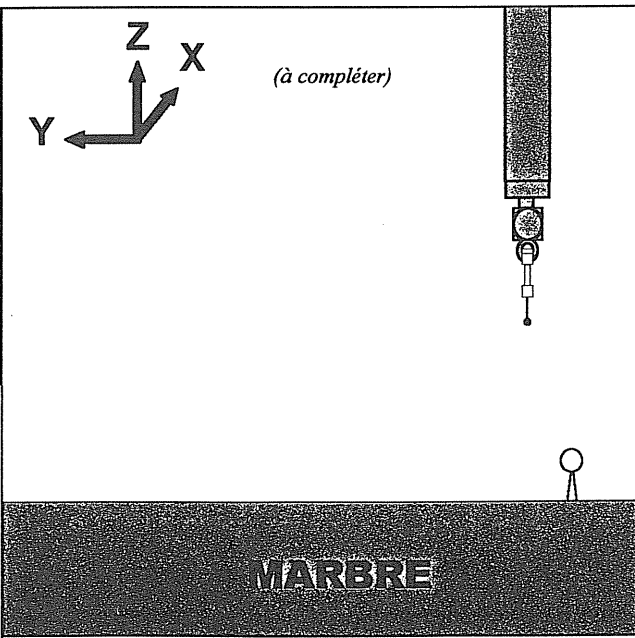


MMT

Course: Suivant X=750 mm
Suivant Y= 1000 mm
Suivant Z= 400 mm



(à compléter)



Posage de la pièce dans l'espace de mesure

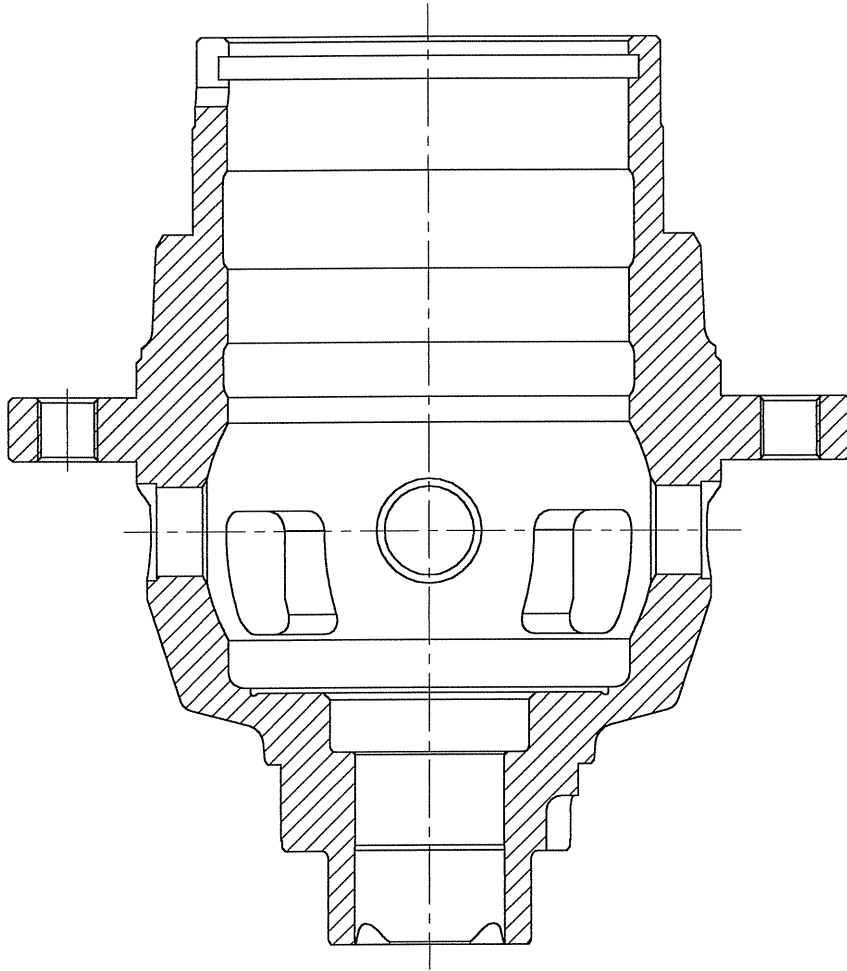
Configuration du palpeur
(à compléter)

N° Stylet	Composition du stylet	Position	Angle /Axe B	Angle /Axe C
1	(2 x SE2) + PS1R	A	0°	0°

Exploiter les silhouettes du document ressource DRSCI

DOCUMENT REponse DRC11

DOCUMENT REponse DRC11



DOCUMENT REponse DRC11

DOCUMENT REponse DRC11

Gamme de mesurage sur MMT

⊕
∅ 0,03
C
X-Y

Définitions des opérations de détermination de la spécification

Repère élément palpé	N° palpeur	Opération de mesure	N° op	Repère élément construit	Opération de construction	N° op	Croquis et explications

Gamme de mesurage sur MMT



Définitions des opérations de détermination de la spécification

Repère élément palpé	N° palpeur	Opération de mesure	N° op	Repère élément construit	Opération de construction	N° op	Croquis et explications


Gamme de mesurage sur MMT

└ 0,02 X-Y

Définitions des opérations de détermination de la spécification

Repère élément palpé	N° palpeur	Opération de mesure	N° op	Repère élément construit	Opération de construction	N° op	Croquis et explications

Gamme de mesurage sur MMT


 Ø 0,04 X-Y R

Définitions des opérations de détermination de la spécification

Repère élément palpé	N° palpeur	Opération de mesure	N° op	Repère élément construit	Opération de construction	N° op	Croquis et explications

Gamme de mesurage sur MMT

⊕	∅ 0,2	X-Y	R	U-V
---	-------	-----	---	-----

Définitions des opérations de détermination de la spécification

Repère élément palpé	N° palpeur	Opération de mesure	N° op	Repère élément construit	Opération de construction	N° op	Croquis et explications