

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR****INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION**

Durée : 6 heures

Coefficient : 4

**ORGANISATION DU DOSSIER**

- o un **SUJET** dans lequel se trouve le corps du devoir.
- o un **DOSSIER TECHNIQUE (DT)** contenant des documents spécifiques au support de l'étude.
- o un **DOSSIER RESSOURCES (DRS)** regroupant des documents extraits de catalogues fournisseurs, des dossiers de machines et autres...
- o un **DOSSIER RÉPONSE (DR)** à compléter et à rendre en fin d'épreuve avec la ou les copie(s) dans la chemise de présentation.

**Aucun document autorisé hormis la calculatrice**

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

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

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

- C01. Proposer et argumenter des modifications de la pièce liées aux difficultés techniques et aux surcoûts de production.
- C03. Pour chacun des procédés visés, proposer un processus prévisionnel et des principes d'outillages associés.
- C04. Valider le choix du couple matériau - procédé d'élaboration au regard de la géométrie et des spécifications de la pièce à produire.
- C05. Spécifier les moyens de production nécessaires (machines-outils, outils, outillages...).
- C06. Établir les documents destinés aux partenaires co-traitants et sous-traitants:

**Tous les documents réponses (copies et dossier réponse) seront placés dans cette chemise de présentation et rendus à la fin de l'épreuve.**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

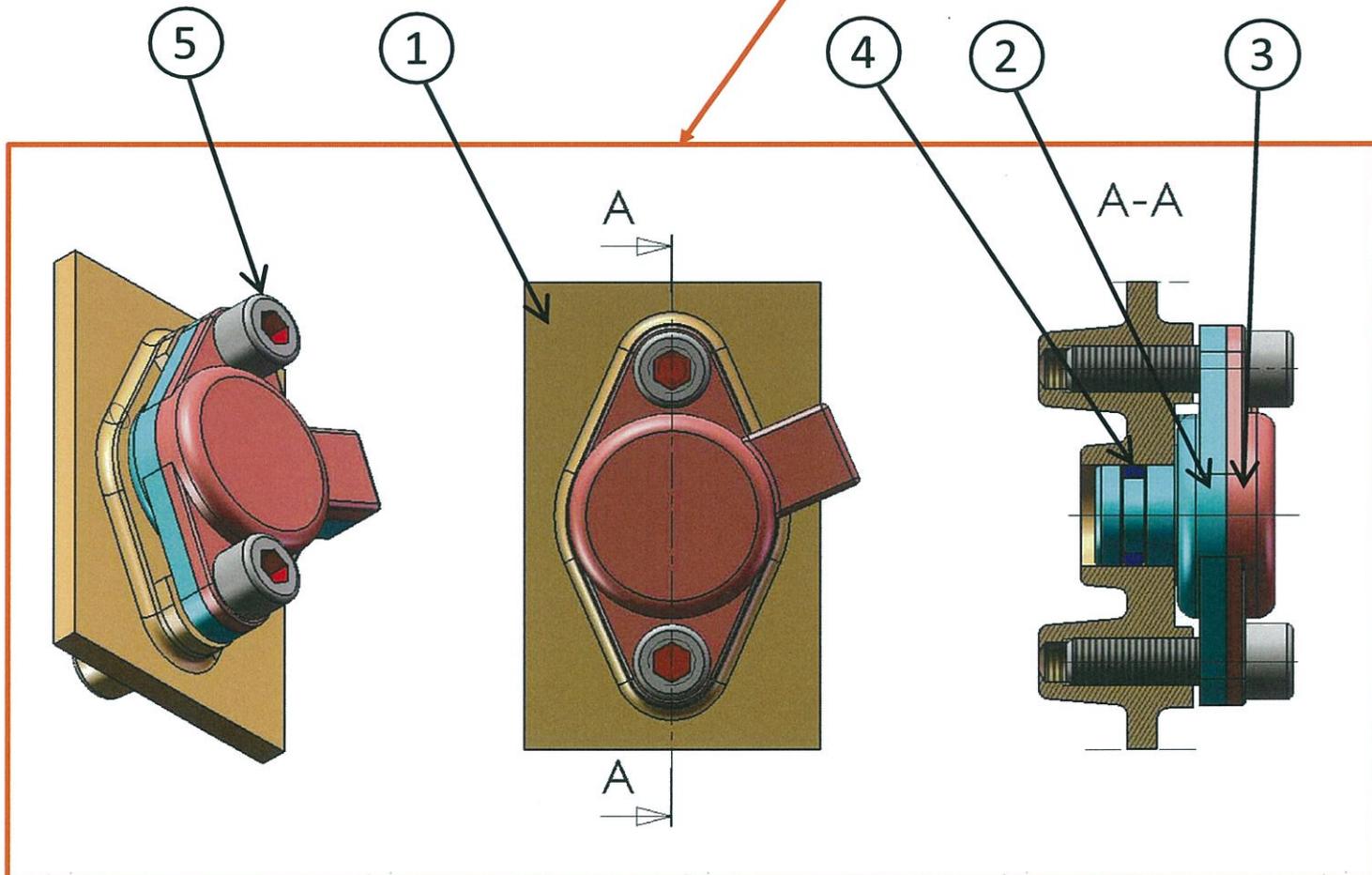
## DOSSIER TECHNIQUE

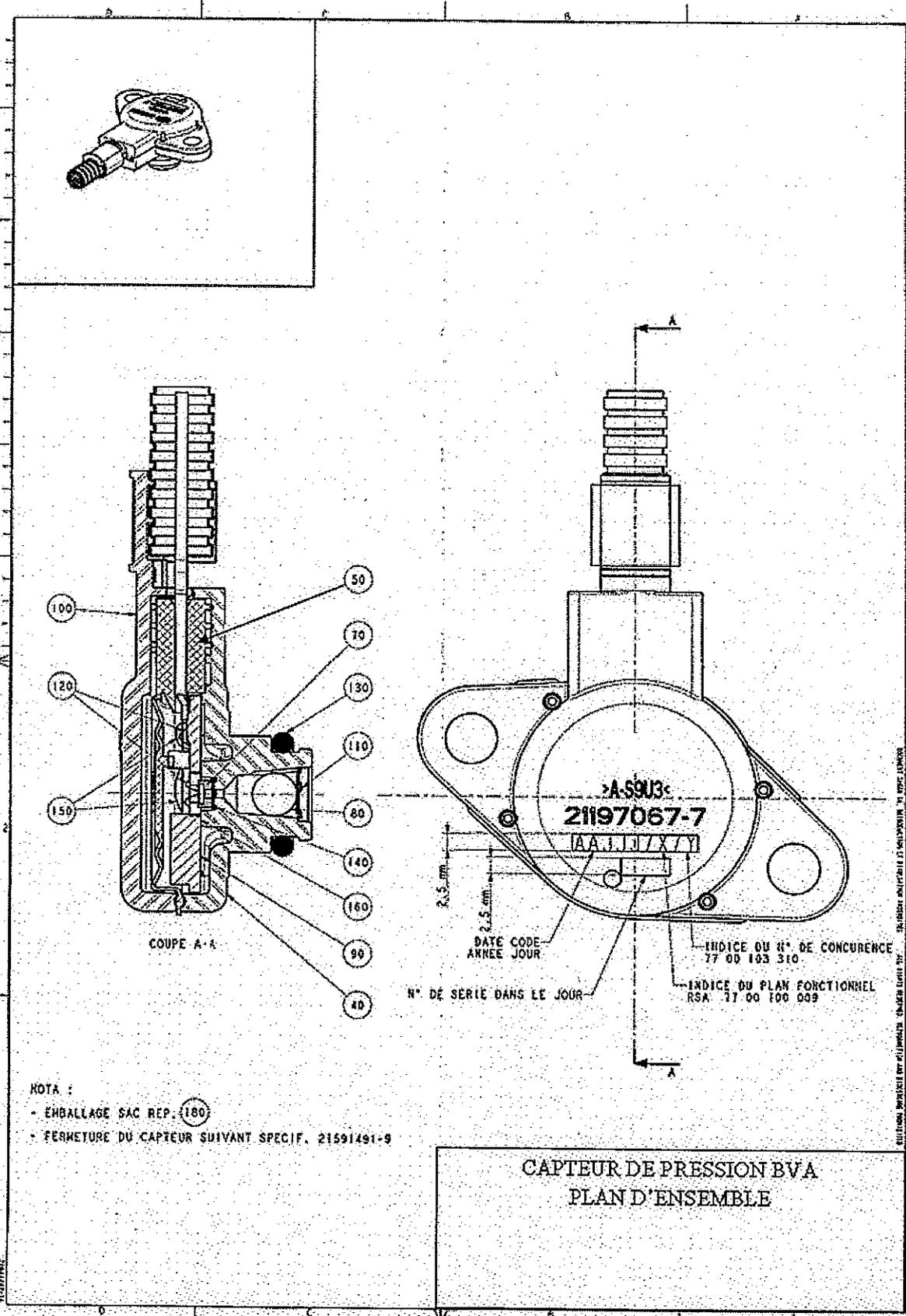
**Contenu du dossier : (13 pages)**

DT	Intitulé	Page(s)
DT 0	Vue partielle du montage du Capteur sur la BVA	DT 0
DT 1	Plan d'ensemble du capteur	DT 1
DT 2	Dessin de définition du Brut Version1	DT 2 (A3)
DT 3	Dessin de définition de la pièce finie	DT 3 (A3)
DT 4	Nomenclature des Phases / Repères des surfaces	DT 4.1 - DT 4.2(A3)
DT 5	Simulations d'injection	DT 5
DT 6	Montage d'usinage Phase 10	DT 6.1 - DT 6.2
DT 7	Positions de la contre-pointe	DT 7
DT 8	Montage d'usinage Phase 20	DT 8
DT 9	Dessin du levier	DT 9

## ASSEMBLAGE CAPTEUR/BOITE DE VITESSE

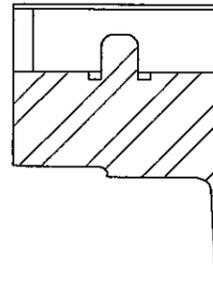
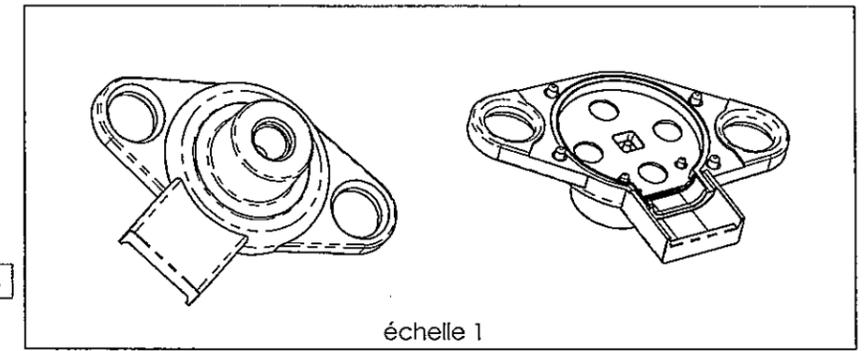
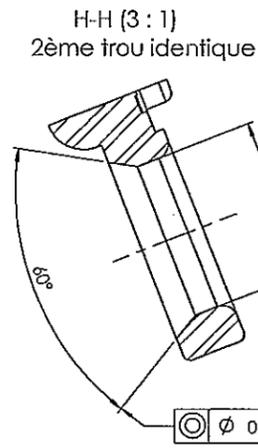
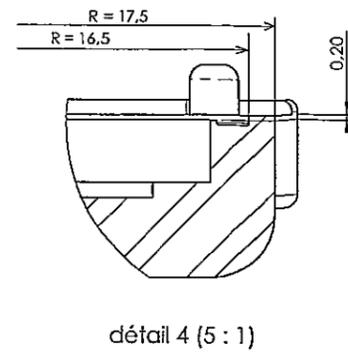
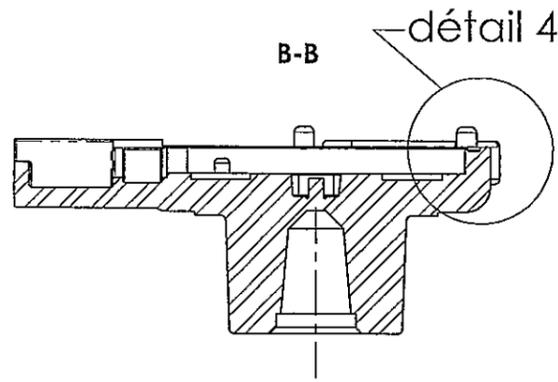
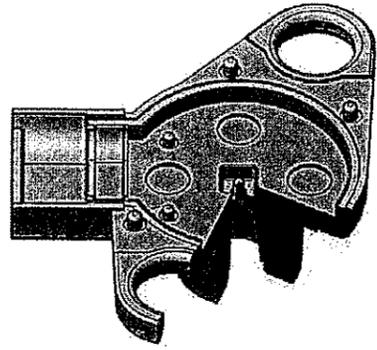
N°	DESIGNATION
1	Boite de vitesse (simplifiée)
2	Corps de capteur
3	Capot de capteur
4	Joint torique
5	Vis CHC M8-20



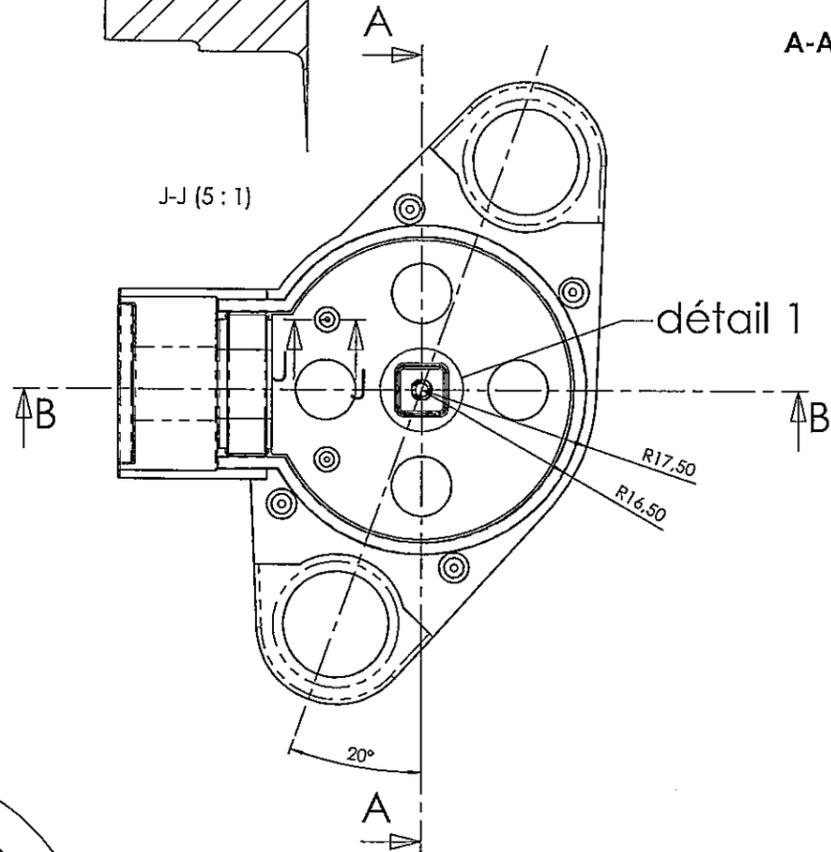


NOTA :  
 - EMBALLAGE SAC REP. (180)  
 - FERMETURE DU CAPTEUR SUIVANT SPECIF. 21591491-9

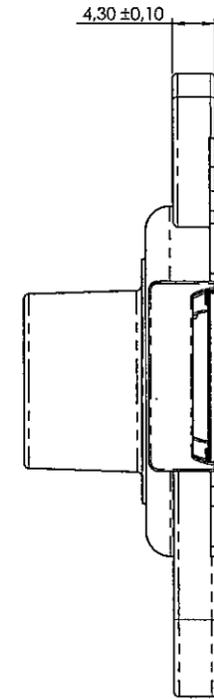
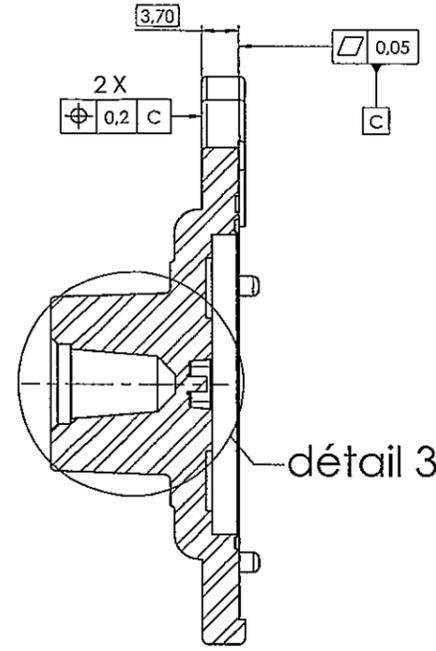
CAPTEUR DE PRESSION BVA  
 PLAN D'ENSEMBLE



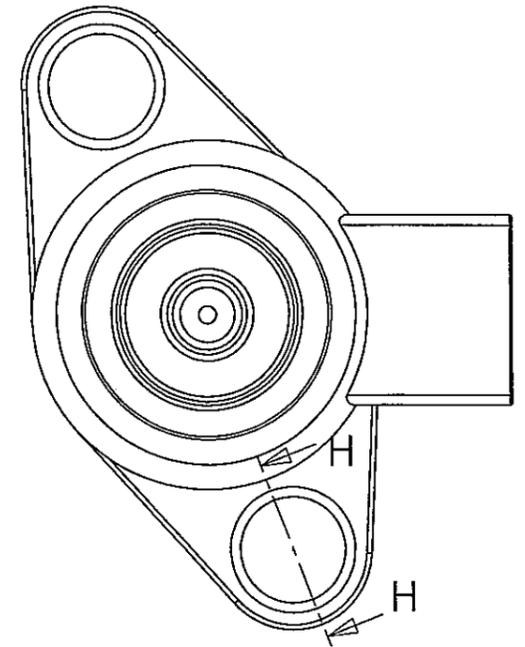
J-J (5:1)



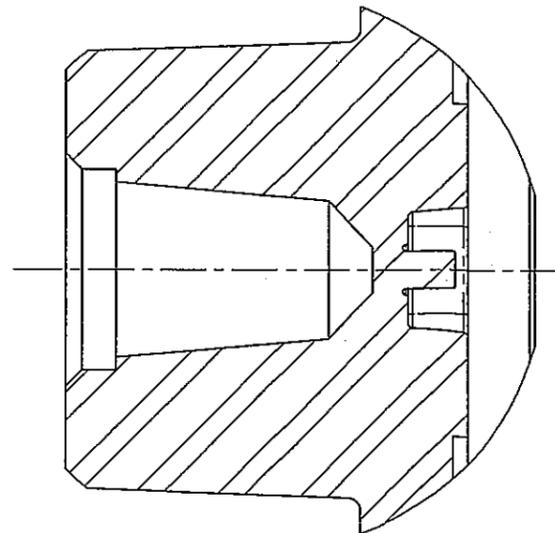
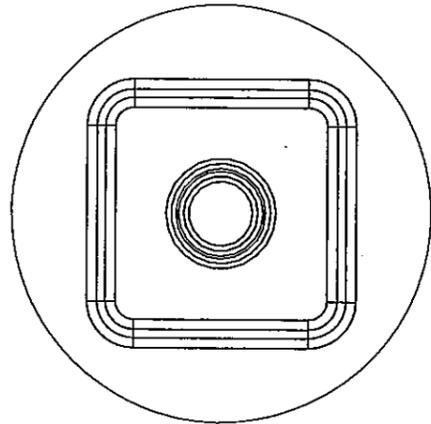
A-A



FACE SANS TRACE D'EJECTEUR



détail 1 (10:1)



détail 3 (5:1)

**COTATION PARTIELLE LIMITEE  
AUX BESOINS DE L'ETUDE.**

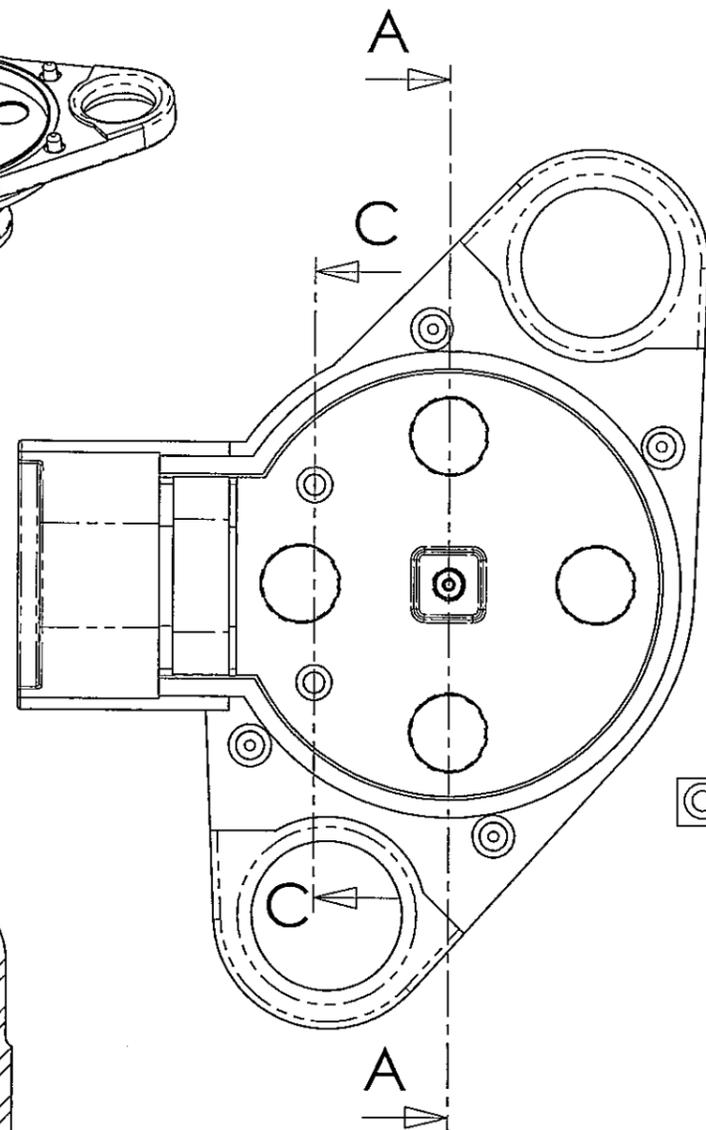
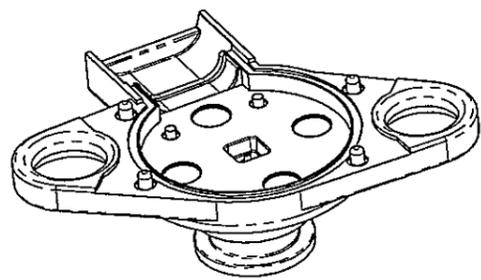
LA COTATION EST EFFECTUEE SUIVANT  
L'EXIGENCE DE L'ENVELOPPE (ISO 8015)

Tolérances générales ISO 8062-3 DCTG3 et GCTG3

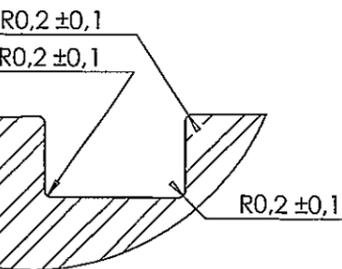
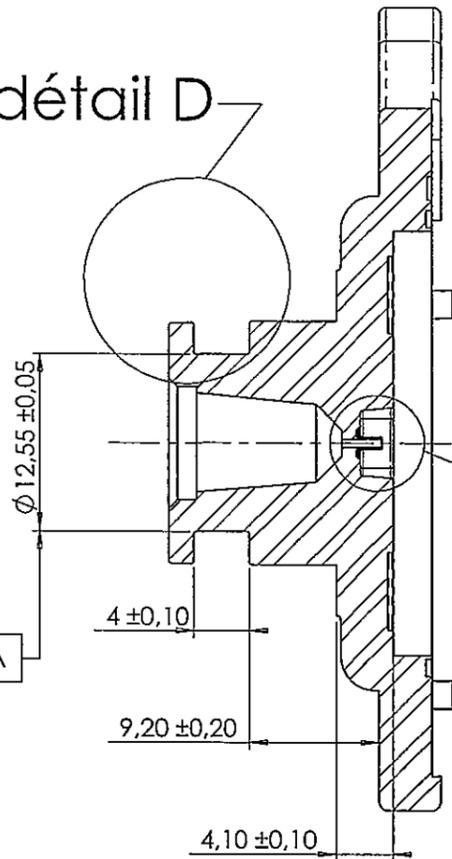
NOTA :  
MOULAGE SUIVANT SPECIFICATION 83000023-6  
DEPOUILLES GENERALES 3° EN (+) OU EN (-)

FINITION : EBAYURAGE AU TONNEAU  
AGENT DE DEMOULAGE AU SILICONE INTERDIT  
RAYONS NON COTES = 0,5mm

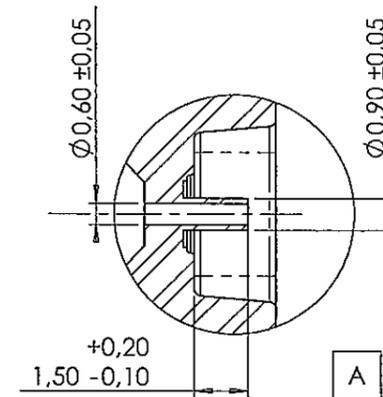
A	10/01/08	création	
matière : EN AC 46000		BOITIER MOULE CORPS DE CAPTEUR BVA VERSION 1	
A3H			
Ech. : 4:3		DOCUMENT : 21652650-1	
Date : 20/01/08			



A-A  
détail D



détail D (5 : 1)

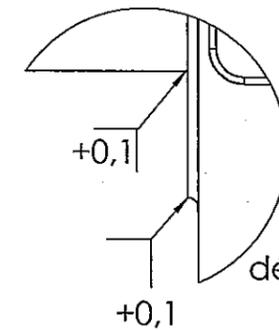


détail B (5 : 1)

détail B

$\perp \phi 0,02 \text{ F-G}$

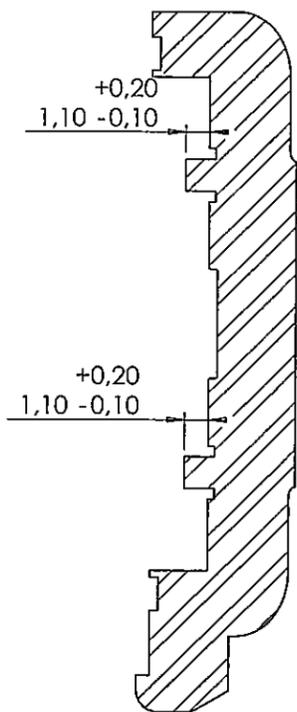
détail E



détail E (5 : 1)

Ra 1,6 (✓)

LA COTATION EST EFFECTUEE SUIVANT L'EXIGENCE DE L'ENVELOPPE (ISO 8015)



C-C (3 : 1)

ETANCHEITE :  
LA PIECE DOIT ETRE ETANCHE A UNE PRESSION DE 10 BARS  
A L'AIR (TROU  $\phi$  0,6 mm BOUCHE)  
FUITE MAXI 1 MILLIBAR PAR SECONDE)

POROSITE :  
DANS LA GORGE DU JOINT (DETAIL D), LES POROSITES  
NE DOIVENT PAS DEGRADER L'ETAT DE SURFACE.

B	21/05/08	révision suite à modification carter brut	
A	12/02/08	création	
		CORPS DE CAPTEUR BVA USINE à prendre dans boîtier fonderie 21652650-2	EN-AC46000
Date : 21/05/08		Tolérances générales ISO 2768 m et K	<b>DT3</b>
A3H	Ech. : 2 : 1	N° Document : 21652651 - 0	
			B-0

<b>NOMENCLATURE DES PHASES</b>			
Date : 05-10-2003		Etabli par : PM	
Ensemble : BVA		Cadence : 1800 pièces / jour / 5 ans	
Sous-ensemble : Capteur		Matière : EN AC-46 000 (Al Si9 Cu3)	
Elément : Corps			
Repère	Désignation	Machine	Observations
10	TOURNAGE CN Usiner : 1, 2 et 3, 4, 5	TCN Biglia bi-broche	2 pièces usinées simultanément
20	FRAISAGE-PERCAGE Usiner : 6,7 et 8, 9, 10	Manège d'usinage	Brossage, contrôle et tri associés

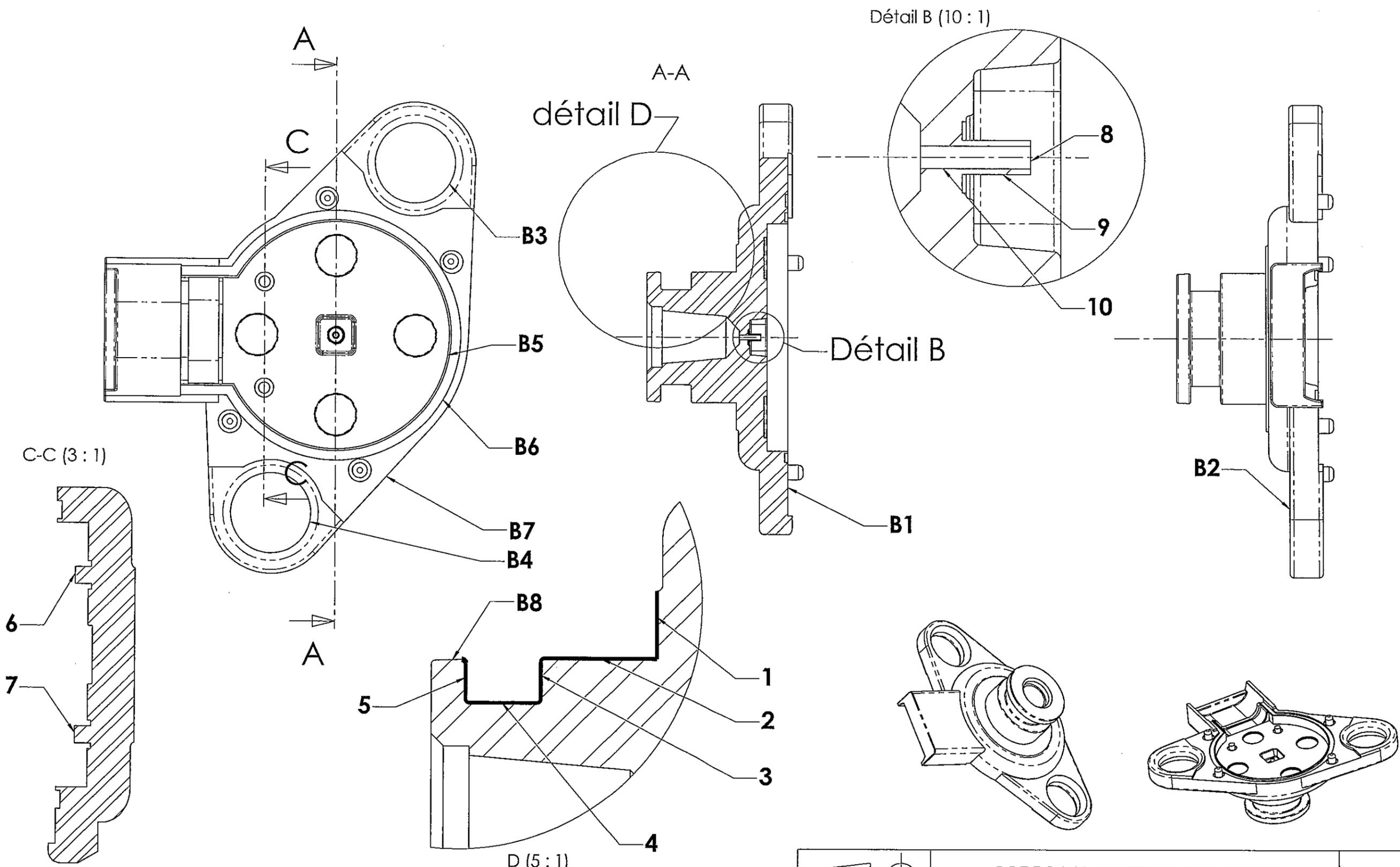
Mise et maintien en position de la pièce :

- PHASE 10 :

Appui plan sur B1  
Liaison linéaire annulaire dans B5  
Liaison ponctuelle sur B7  
Maintien en position par contrepointe.

- PHASE 20 :

Appui plan sur B2  
Liaison linéaire annulaire dans B3  
Liaison linéaire annulaire dans B4  
Bridage avec sauterelle.

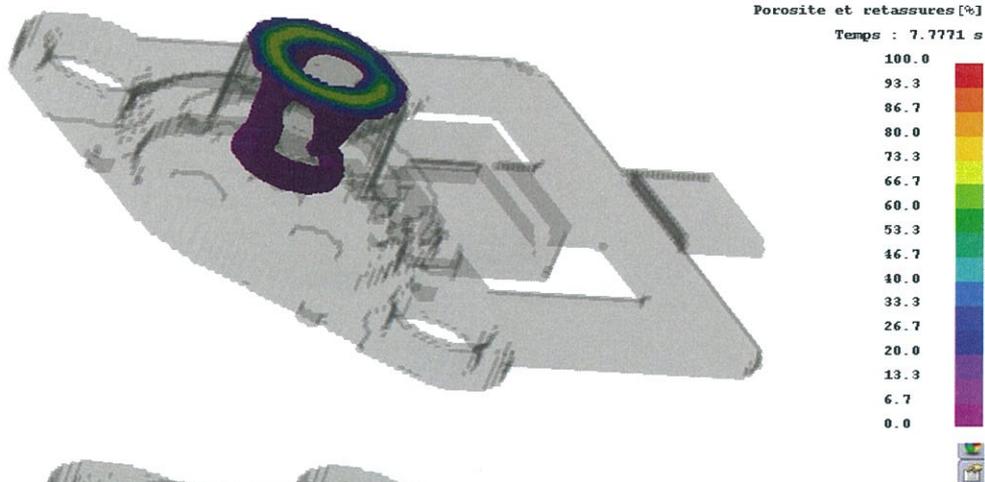


	CORPS DE CAPTEUR BVA USINE à prendre dans boîtier fonderie 21652650-2	EN-AC46000 <b>DT4</b> <b>(2/2)</b>
	Date : 21/05/08 <b>REPERAGE DES SURFACES</b>	
A3H Ech. : 2 : 1	N° Document : 21652651 - 1	B-0

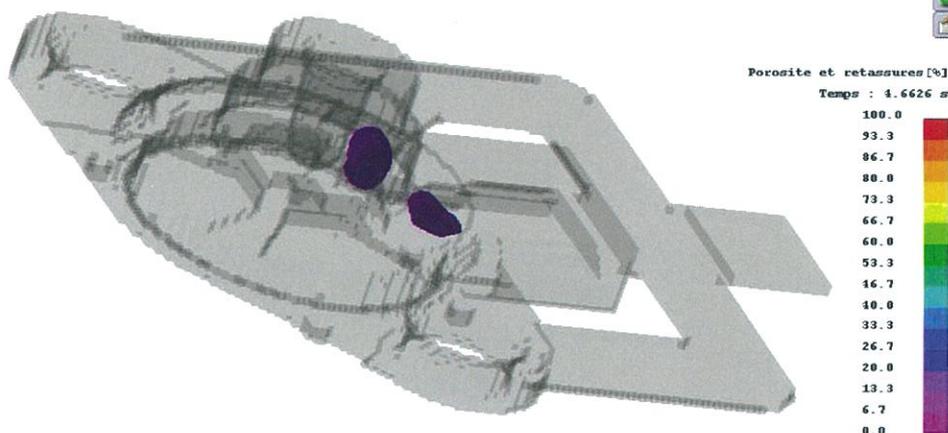
# Simulations d'injection matière dans le moule pour le brut du corps de capteur BVA

## localisation des porosités et retassures

VERSION N°1



VERSION N°2

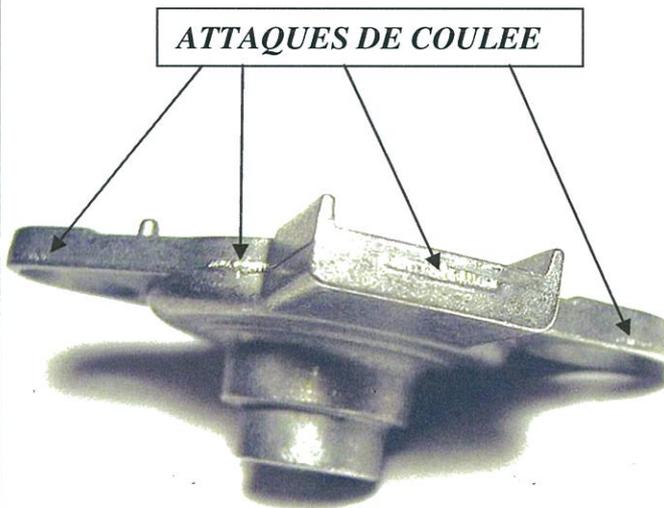


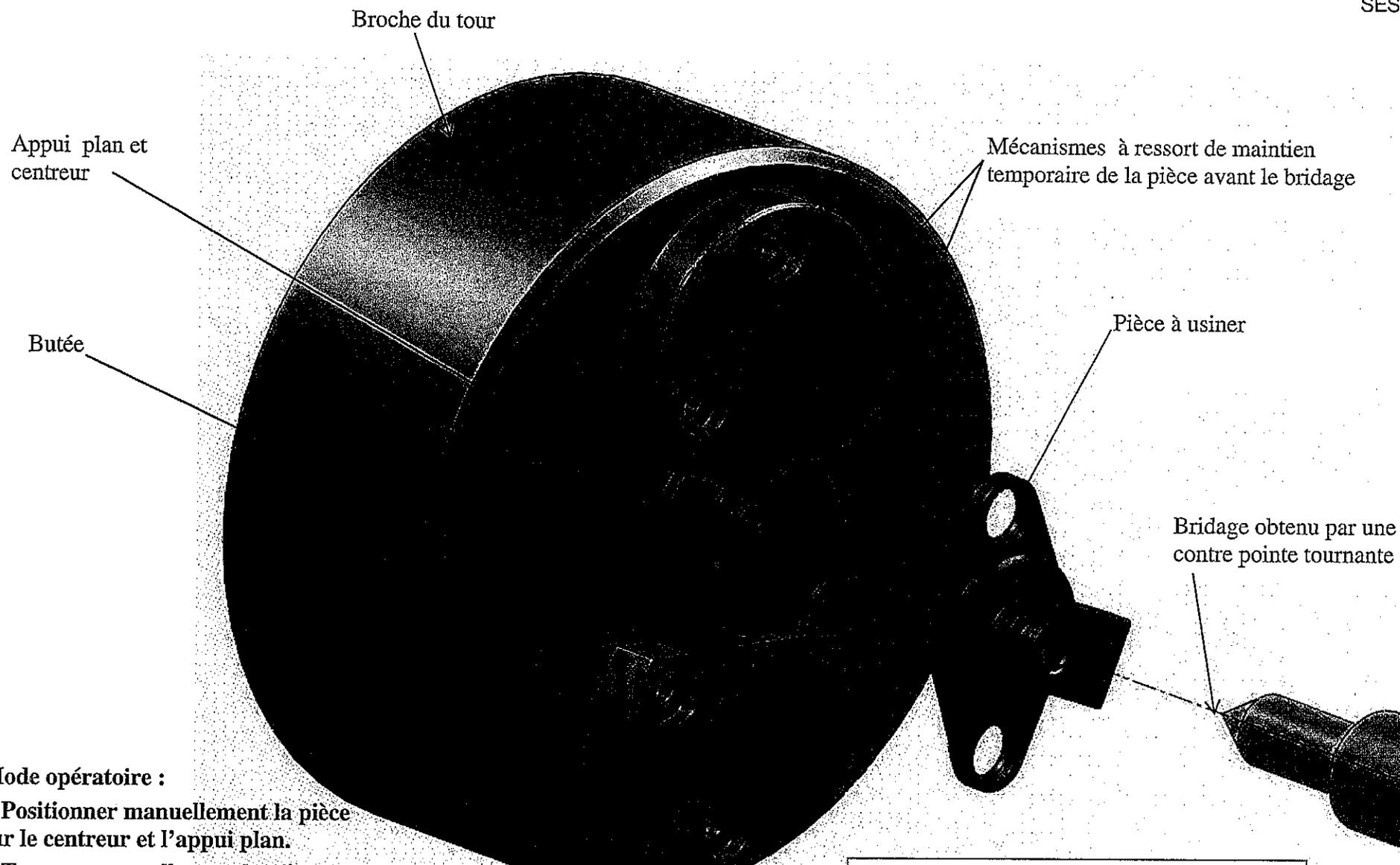
**Propriétés de masse**  
**Corps de capteur BVA brut version 1**

Densité = 0.00265 grammes par millimètre cube  
 Masse = 24.90167 grammes  
 Volume = 9396.85648 millimètres cube  
 Superficie = 6096.36596 millimètres carré

**Propriétés de masse**  
**Corps de capteur BVA brut version 2**

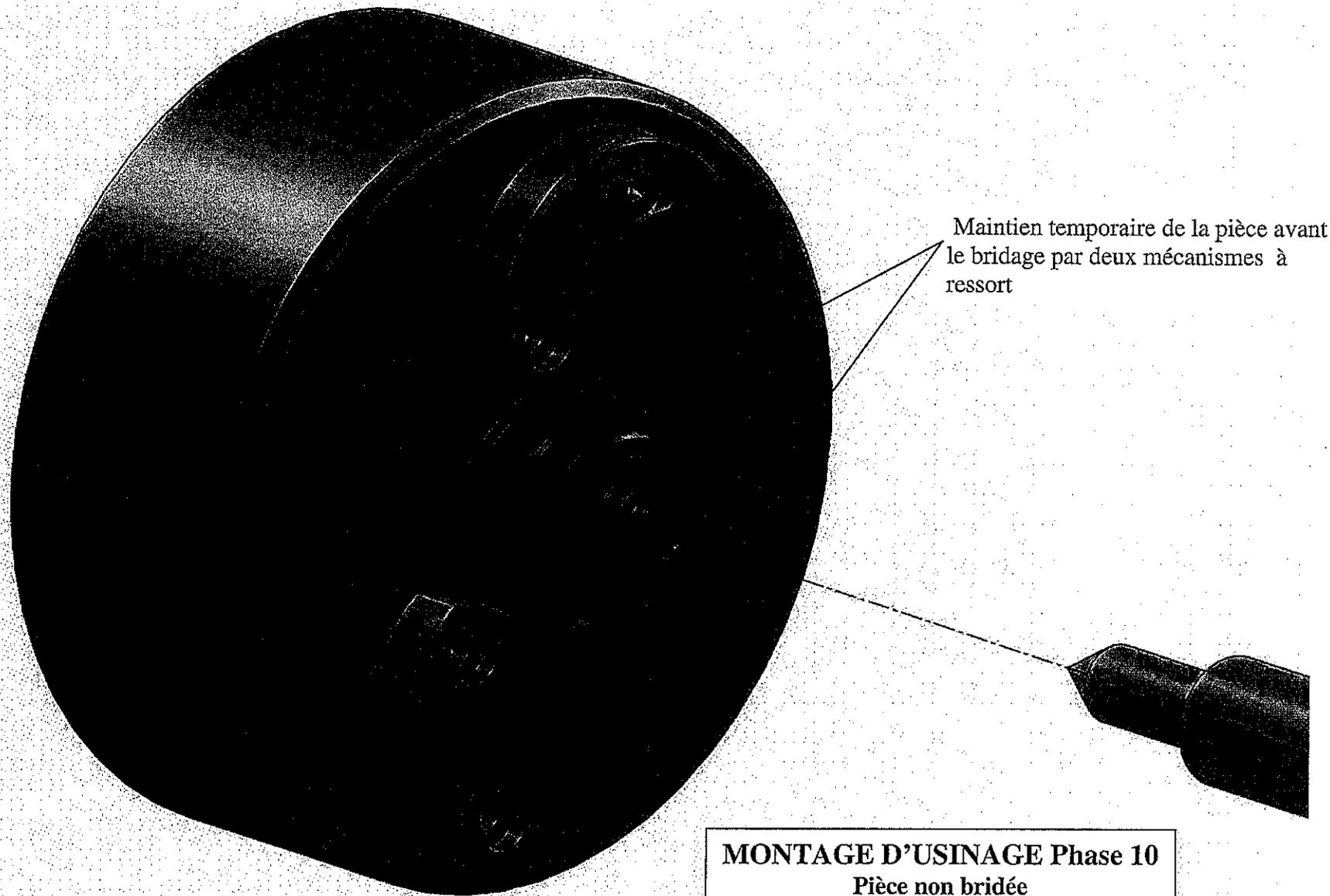
Densité = 0.00265 grammes par millimètre cube  
 Masse = 20.96026 grammes  
 Volume = 7909.53118 millimètres cube  
 Superficie = 6213.48636 millimètres carré



**Mode opératoire :**

- Positionner manuellement la pièce sur le centreur et l'appui plan.
- Tourner manuellement la pièce pour l'amener en appui contre la butée en insérant les deux oreilles sous les mécanismes à ressort.

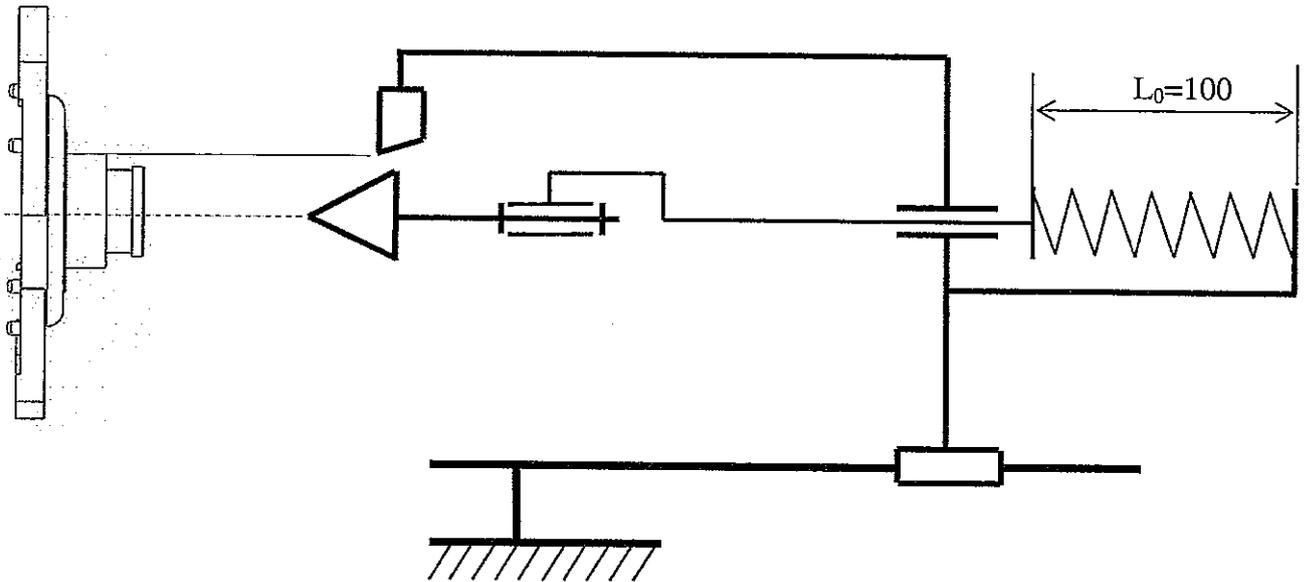
**MONTAGE D'USINAGE Phase 10**  
Vue éclatée



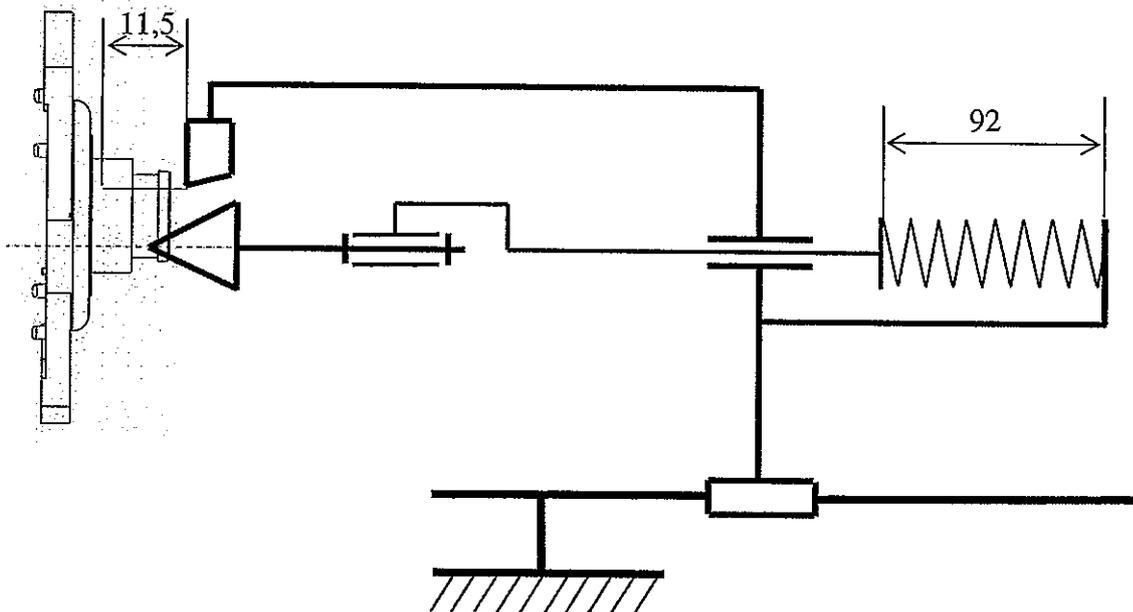
Maintien temporaire de la pièce avant le bridage par deux mécanismes à ressort

**MONTAGE D'USINAGE Phase 10**  
Pièce non bridée

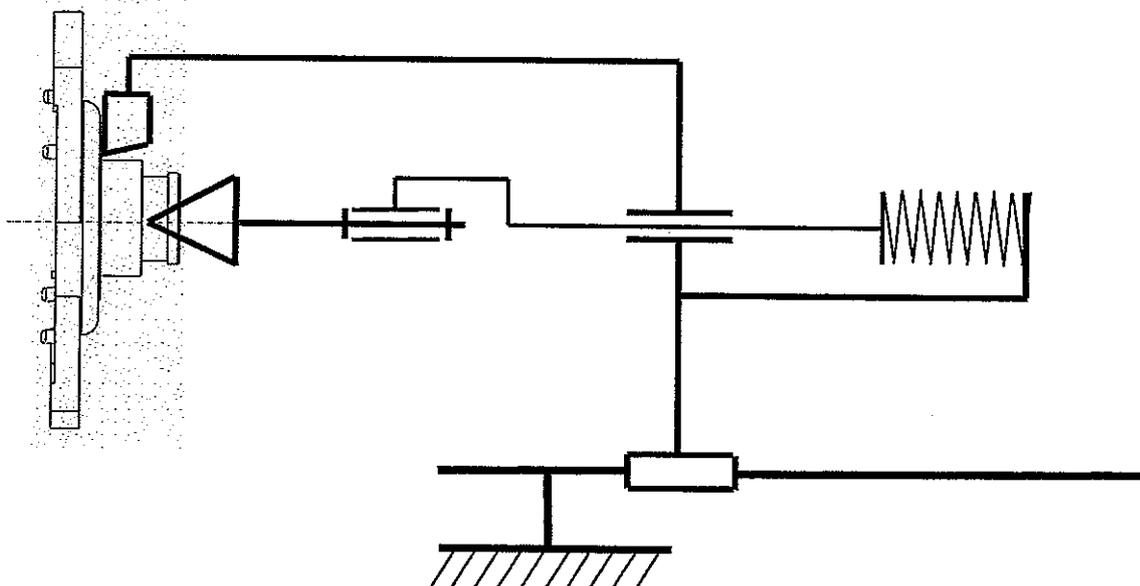
Position de la contre pointe lors de la mise en place de la pièce dans le montage.



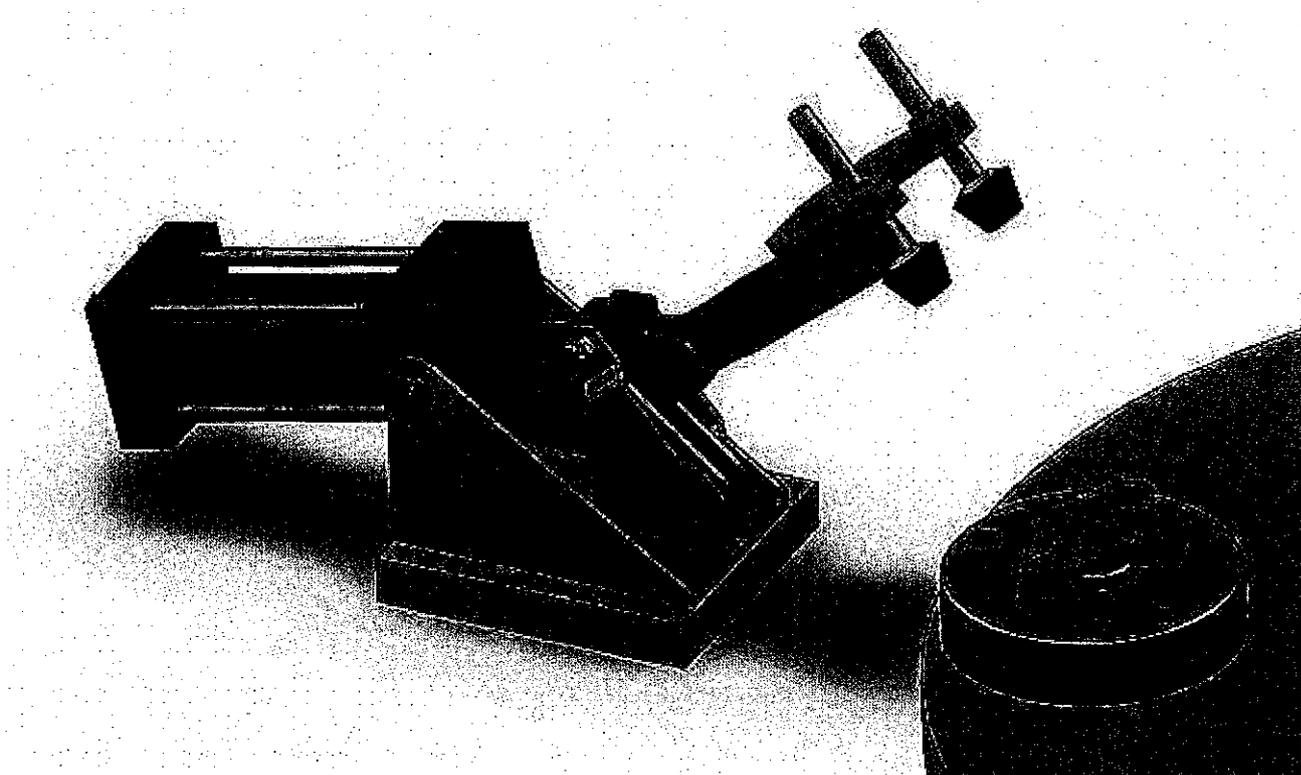
Position de la contre pointe lorsque la pièce est serrée.



Position de l'outil en fin d'usinage.



Montage de la pièce en phase 20 :  
Pièce non bridée.



Pièce bridée.



Figure 1 : Levier réalisé en tôle découpée et pliée.

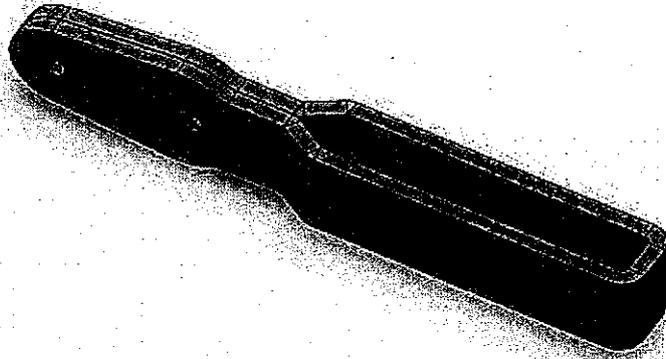


Figure 2 : Levier usiné. Matériau : Acier 35 Cr Mo 4 ;  $Re = 770 \text{ MPa}$

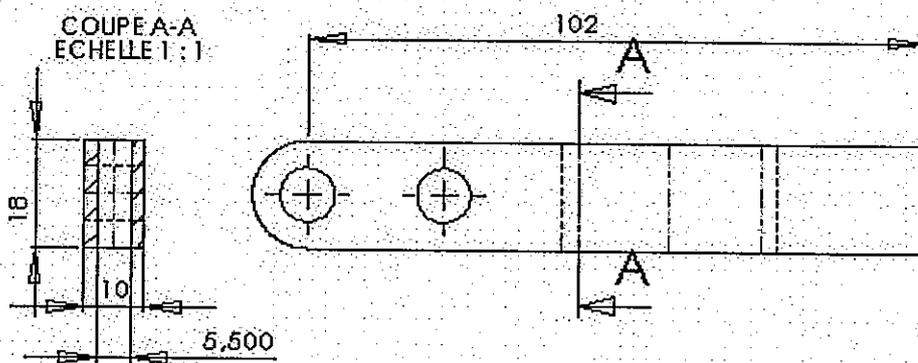
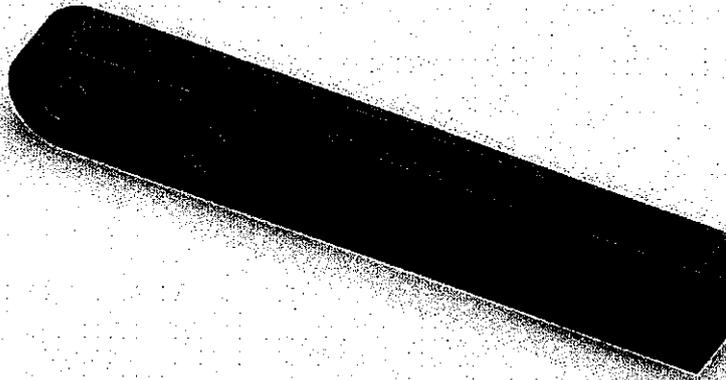
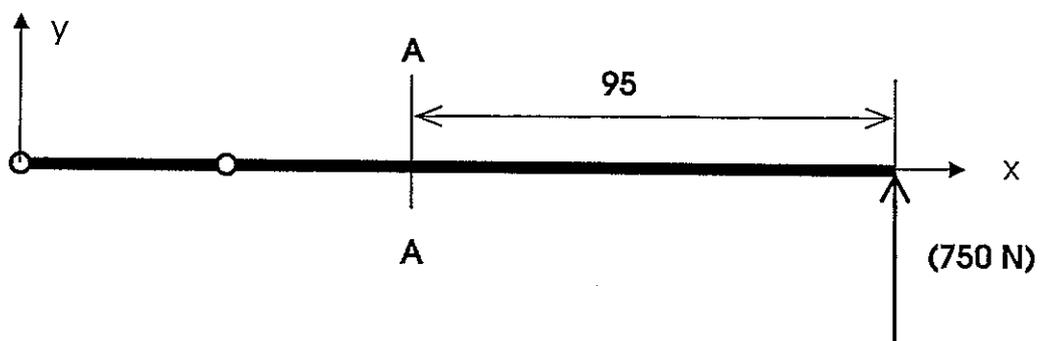


Figure 3 :

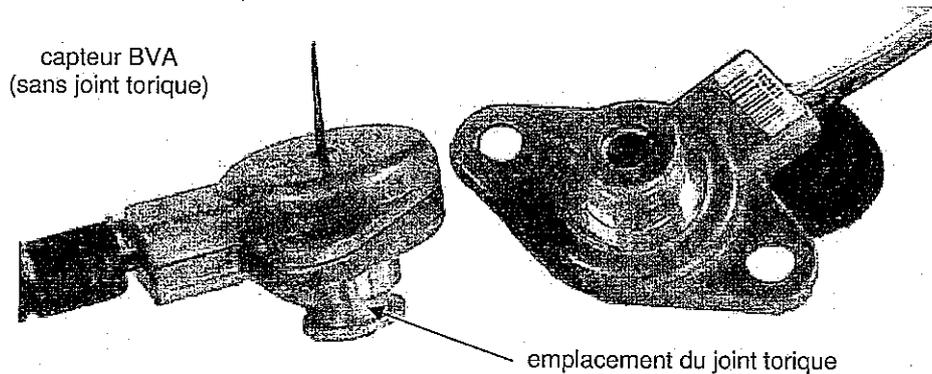


**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR****INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION****SUJET****Sommaire:**

Présentation du produit et de l'unité d'usinage	Page 2
Présentation de l'étude	Page 5
<b>Partie 1</b> - Etude de la relation "produit - procédé - processus prévisionnel"	Page 6
<b>Partie 2</b> - Etude du processus d'usinage	Page 9

## Présentation du produit et de l'unité d'usinage

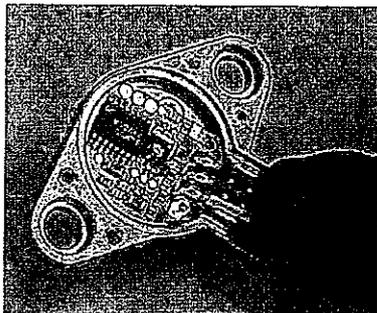
### 1 Présentation du capteur de pression d'huile de boîte de vitesses automatique (BVA)



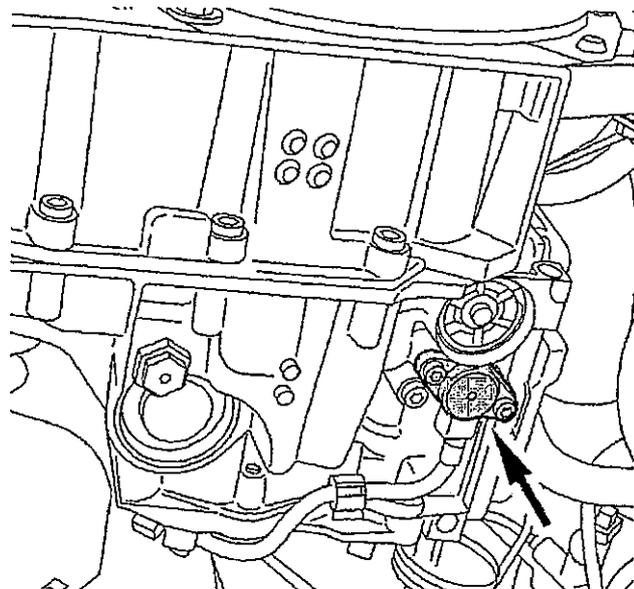
Les boîtes de vitesses automatiques montées sur les automobiles se démocratisent, elles représentent actuellement 14% des équipements de l'automobile neuve en Europe (90% aux USA). Les constructeurs Renault et Peugeot se sont associés pour ce produit : réduction des coûts de moitié par rapport aux BVA existantes et grâce à des travaux d'amélioration des performances, la consommation de carburant est équivalente à celle d'une boîte de vitesses mécanique. Le passage des vitesses est commandé par un calculateur faisant appel à la logique floue ce qui augmente le confort et le sentiment de sécurité. Actuellement la production quotidienne se situe aux environs de 1800 BVA.

La pièce proposée en étude est le corps d'un capteur monté sur la BVA.

C'est un capteur hydraulique permettant de mesurer la pression d'huile dans la boîte de vitesse grâce à l'orifice central de diamètre 0,6 mm. L'information permet au calculateur de corriger la valeur de la pression principale en fonction de la valeur de consigne. Constitué de jauges de contrainte se déformant sous la pression de l'huile, le capteur fournit une tension comprise entre 0 et 5 Volts. L'évolution (et donc des modifications) du produit est permanente.



Vue de la partie électronique  
du capteur BVA



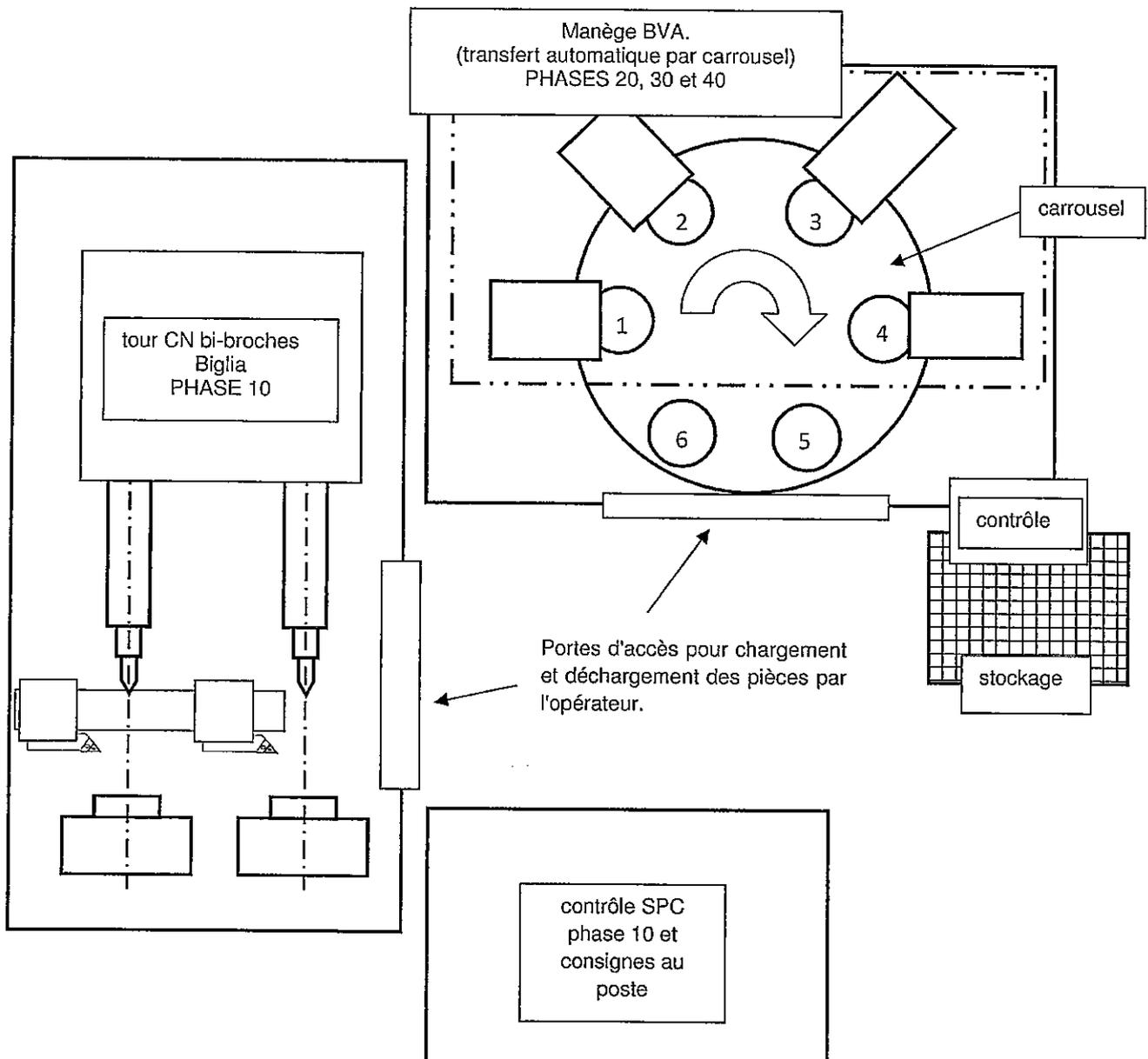
Capteur BVA monté  
sur une boîte de vitesses

## 2 Présentation de l'unité d'usinage du capteur BVA

(seules les informations nécessaires à la compréhension du sujet sont fournies)

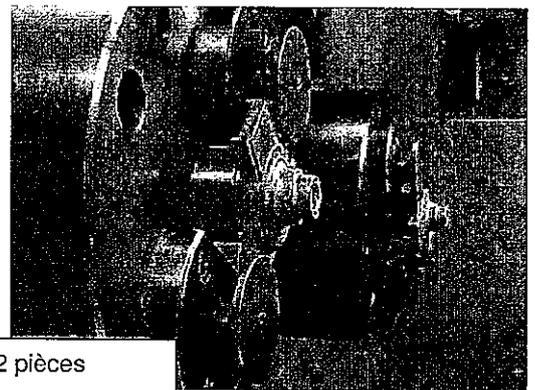
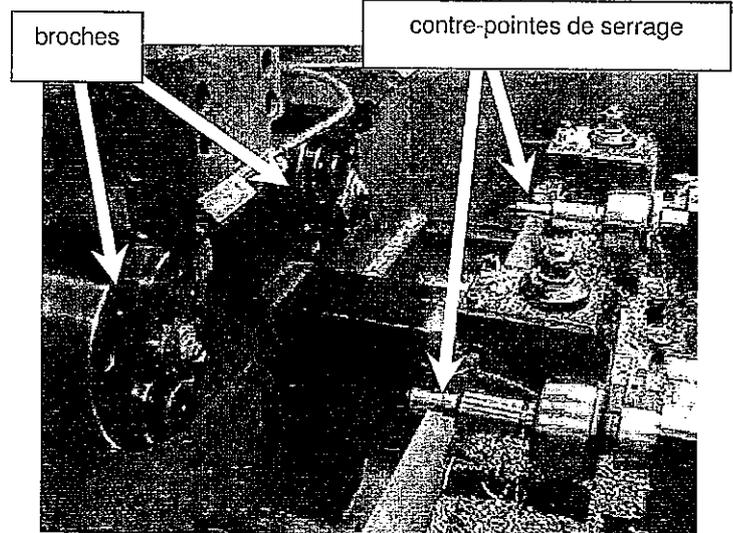
L'unité d'usinage du capteur BVA est composée principalement de deux machines de production :

- un tour CN bi-broche Biglia.
- une machine transfert rotatif appelée par l'entreprise « manège d'usinage ».

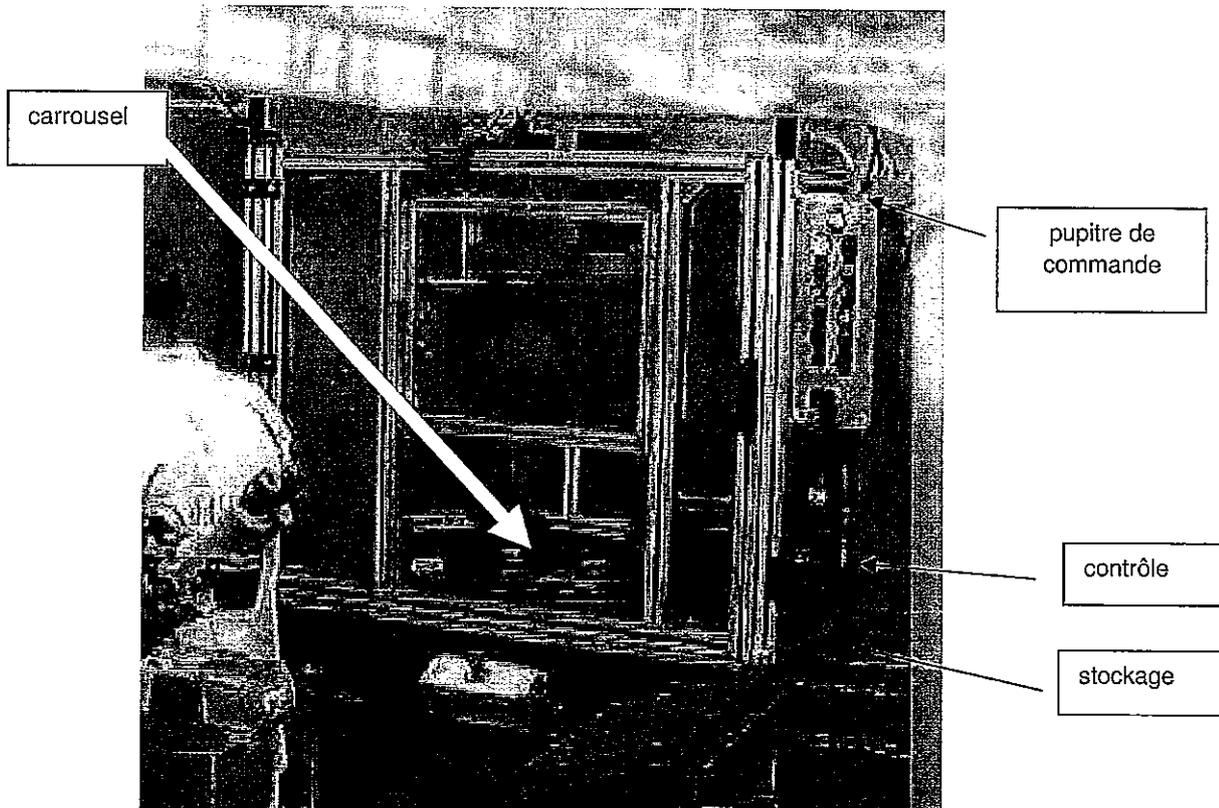


## 2.1 Le tour CN bi-broche Biglia :

- Ses broches possèdent deux axes parallèles et sont situées l'une à côté de l'autre (dans un plan horizontal).
- Le choix de cette machine-outil permet d'usiner deux pièces simultanément et donc de doubler la production par rapport à un « tour CN monobroche ».
- Comme il n'existe qu'une seule tourelle porte-outil les opérations sont obligatoirement identiques d'une broche à l'autre.
- Deux chariots situés au dessus des broches permettent l'usinage des gorges.
- Les contre-pointes assurent le serrage.
- Programmation en langage ISO, fréquence de rotation  $3000 \text{ tr.min}^{-1}$  au maximum, puissance de 8 KW, frein de broche hydraulique sur l'arbre moteur, contre-pointe pneumatique  $\text{Ø}50 \text{ mm}$  et pression de 4 bars.

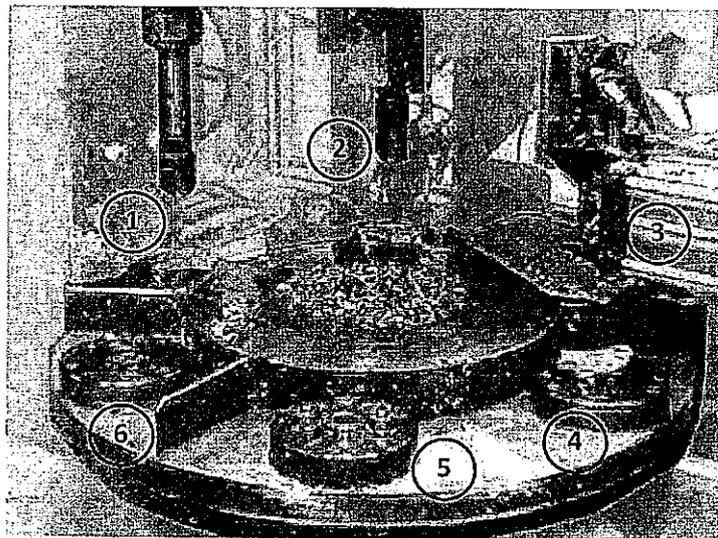
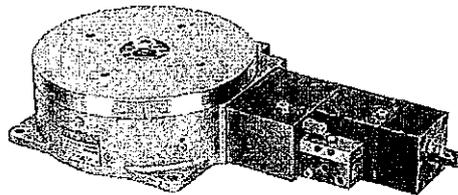


## 2.2 Le « manège d'usinage » :



**Le manège BVA est constitué :**

- d'un carrousel monté sur un plateau à indexation pneumatique FESTO, effectuant des rotations par incrément de 60° dans le sens horaire.
- de 6 porte-pièces mis et maintenus en position sur le plateau rotatif.
- de 4 unités automatiques :
  - 1: usinage plots repérés 6-7 dans DT4.2
  - 2: usinage cheminée repérée 8-9-10 dans DT4.2
  - 3: contrôle
  - 4: évacuation pièces non conformes
- de 2 postes, un pour le déchargement des pièces finies (5) et un pour le chargement des pièces issues de la phase 10 (6).

**Avertissement**

Les parties sont indépendantes, toutefois l'étude de la partie 1 en début d'épreuve permet de mieux connaître le produit.

**Présentation de l'étude :**

La première partie consistera en l'étude de la relation « produit-procédé-matériau » afin de proposer des améliorations éventuelles du produit et du processus.

La seconde partie sera consacrée à l'étude des phases d'usinage afin d'analyser et résoudre les problèmes de coupe et de prise de pièces.

## **1ère PARTIE : Relation Produit-Procédé-Matériau**

### 1- Analyse fonctionnelle :

*Répondre sur le Document Réponse DR1.*

Pour répondre à la question suivante, utiliser la présentation générale du produit et les documents techniques DT0, DT1, DT3 et DT4.2.

- **Q1-1 : Décrire brièvement le principe de montage du capteur complet sur la boîte de vitesse (mise en position et maintien).  
Quelle est l'utilité du joint torique ?  
Sur les trois vues du document réponse, colorier en rouge les surfaces participant à la mise en position.**

### 2- Analyse du procédé d'obtention du brut-Evolution du produit :

La pièce étudiée est le corps du boîtier repéré 50 sur le Document Technique DT1. Elle est obtenue par moulage sous pression sans traitement ultérieur (Y40) en utilisant un alliage d'aluminium (Al Si9 Cu3 ou EN-AC46000).

*Répondre sur Document DR2.*

- **Q1-2 : Décrire la composition de ce matériau.**

Plusieurs alliages d'aluminium pouvaient convenir quant aux fonctions de ce produit. L'entreprise a choisi celui-ci pour pouvoir réaliser les bruts avec le procédé de moulage sous pression.

- **Q1-3 : Quel est l'élément constituant ce matériau qui justifie le choix de celui-ci par rapport au procédé d'obtention.**

Sur le document DT2, seules les spécifications utiles à notre étude sont indiquées. Les cotes dimensionnelles fournies sont relatives à des surfaces fonctionnelles qui ne seront pas usinées par la suite. Afin d'éliminer tout risque de fuite lors de l'utilisation, l'état de surface du plan qui sera en contact avec le capot (pièce 40 sur le DT1) doit être très lisse.

Cette pièce est produite en très grande série, soit environ 1800 pièces par jour, ce qui équivaut à environ 400000 pièces par an. L'entreprise envisage de ne retoucher ou refaire le moule qu'une fois par an.

- **Q1-4 : Au regard des qualités requises sur le brut (DT2), justifier le choix de ce procédé d'obtention par rapport aux autres procédés de fonderie. Critères technico-économiques (voir DRS1).  
Représenter les zones de choix possibles sur les diagrammes du document DR2.**

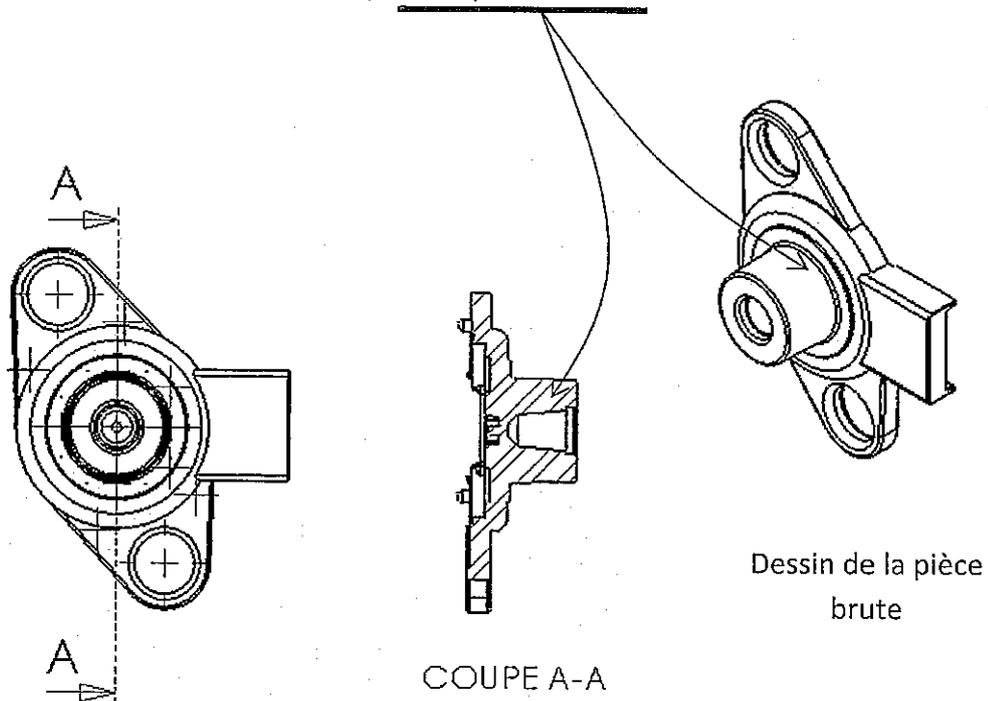
*Répondre sur Document DR3.*

- **Q1-5 : Sur les deux vues les plus appropriées, tracer le plan de joint (voir DT2 et DT5).**

Les formes des pièces mécaniques évoluent au cours de leur cycle de vie.

Ce support de capteur qui permet de prendre la pression à l'intérieur de la boîte de vitesse du véhicule doit être parfaitement étanche. Un contrôle de l'étanchéité est effectué en phase 20.

Suite à ce contrôle, l'entreprise remarque que certaines pièces sont défectueuses car des défauts importants apparaissent après usinage dans la partie la plus massive.

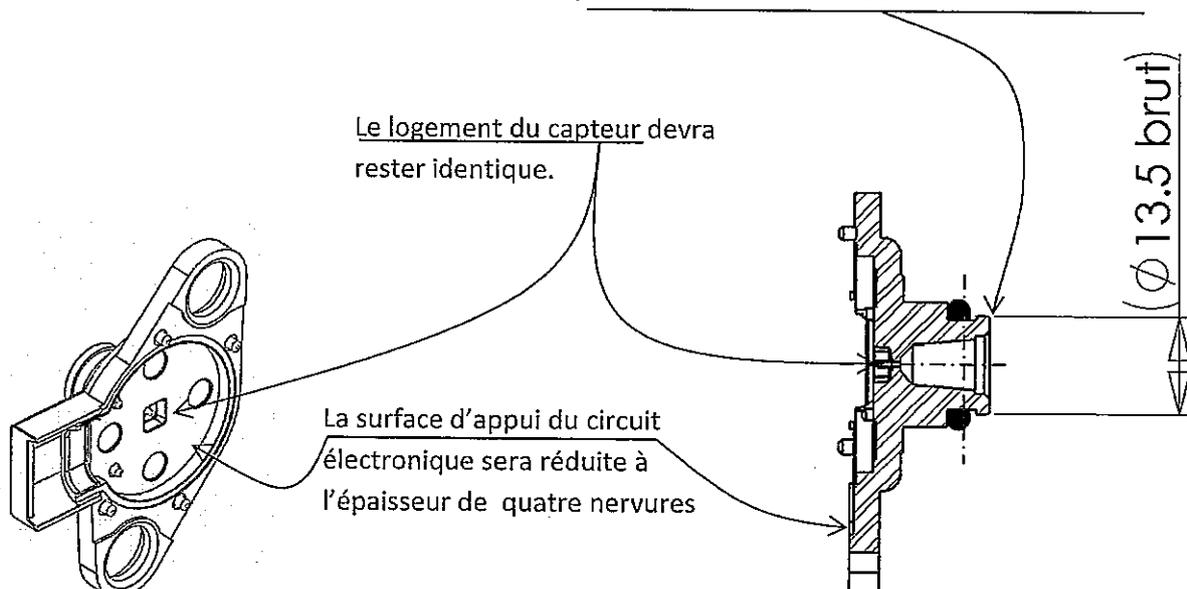


Une simulation des flux matière, lors de la coulée, est fournie sur le document DT5.

Répondre sur le document réponse DR4 :

- **Q1-6 : En analysant la simulation de la Version n°1 fournie, définir les défauts qui risquent d'apparaître après l'usinage de la phase de tournage. (voir DT2, DT3 et DT5). Indiquez la probabilité de porosité obtenue sur l'image fournie.**

Pour remédier à ce problème le bureau d'étude décide de modifier la forme du brut. Pour cela la gorge qui reçoit le joint torique ne sera pas symétrique et la partie du côté intérieur de boîte restera brute.



Répondre sur le document réponse DR5 :

Les dessins proposés représentent le brut de la pièce en vue de face, en vue de droite en coupe et en perspective.

- **Q1-7 : Représenter, sur les vues de votre choix des modifications locales du brut pour diminuer les parties massives de la pièce.**

Une nouvelle simulation a été réalisée en prenant en compte ces nouvelles formes. (voir DT5)

Répondre sur le document réponse DR4 :

- **Q1-8 : Quelle est la nouvelle valeur maxi de la probabilité de porosité ainsi obtenue ? Cette modification peut-elle être validée ? Justifier.**

Pour limiter le nombre de rebuts dus à certains de ces défauts, l'entreprise décide de faire réaliser une imprégnation des pièces. L'entreprise Maldaner est le sous-traitant (DRS3).

Répondre sur le document réponse DR6 :

- **Q1-9 : Quel est le but de cette imprégnation ? Décrire succinctement le processus de production en tenant compte de cette nouvelle étape.**

Pour des questions de coût, l'entreprise envisage un changement de matériau. Le but est d'obtenir un produit complètement fini à l'injection. Nous nous dirigeons vers un matériau de la famille des polymères, mais les caractéristiques de celui-ci doivent permettre de remplir les mêmes fonctions que le matériau actuel.

Les deux caractéristiques nécessaires sont le coefficient de dilatation et la température maximale d'utilisation.

L'alliage d'aluminium (EN-AC46000) possède un coefficient de dilatation de 20 à 30  $\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$  et une température maximale d'utilisation de 180  $^\circ\text{C}$ .

Celle-ci doit donc être au minimum de 180  $^\circ\text{C}$  pour que le corps résiste.

Répondre sur le document réponse DR7, en utilisant le document DRS2 :

- **Q1-10 : Reporter ces deux valeurs sur le diagramme du document réponse (ATTENTION : échelle logarithmique sur l'axe des abscisses).**
- **Q1-11 : Désigner le matériau pouvant répondre à ces données.**

Pour mettre en œuvre ce matériau, le procédé d'injection plastique sera retenu. Mais, il faut investir dans un nouveau moule alors que le premier est déjà amorti. Par contre, le coût d'obtention des pièces sera, lui, diminué. Le moule ainsi réalisé sera de 15206€ auxquels s'ajoute le coût d'obtention de chaque pièce de 0,82€ (Produit fini livré).

Avec le processus actuel, le prix de revient de chaque pièce est de 1,06€ tout compris.

Répondre sur le document réponse DR7 :

- **Q1-12 : Définir les équations de chaque courbe donnant le prix de revient du coût en fonction de la quantité de pièces produite. Tracer les deux courbes. (Echelle : 1cm pour 5000 pièces et 1cm pour 12000€)**
- **Q1-13 : Déterminer, par le calcul, la quantité de pièces à produire pour amortir ce nouvel investissement.**

## **2ème partie : Etude et amélioration du processus d'usinage**

En attendant la validation de ce choix par tous les donneurs d'ordre, l'entreprise sous-traitante poursuit la production en cours et envisage d'autres pistes afin de réduire les coûts.

### **1- Etude de la phase 10 (Tournage) Voir documents DT4.1 et DT4.2 :**

#### **1-1. Choix d'un outil pour l'usinage de $\varnothing 17,25 \pm 0,03$ (et le profil associé ; surfaces 1 et 2)**

En phase 10, le corps du capteur BVA est usiné sur un tour CN à deux broches parallèles Biglia (pour améliorer la productivité).

Il existe au moins deux possibilités pour obtenir  $\varnothing 17,25 \pm 0,03$  (et le profil associé ; **surfaces 1 et 2**)

- soit par chariotage-dressage avec un outil « classique », travail d'enveloppe,
- soit par plongée radiale avec un outil de forme, travail de forme et d'enveloppe.

Répondre sur document DR8.

- **Q2-1 : Sur la silhouette fournie (Echelle 5 :1), dessiner la géométrie possible de chaque outil (un en haut et un en bas) et associer à celle-ci la trajectoire nécessaire pour usiner la surface de  $\varnothing 17,25 \pm 0,03$  (et le profil associé ; surfaces 1 et 2).**

L'outil pour le travail d'enveloppe étant en diamant et l'outil pour le travail en plongée étant en carbure, il faut envisager une étude de rentabilité pour faire un choix correct entre ces deux solutions (non exhaustives). Des études sur la coupe de ces deux outils sont disponibles grâce au logiciel « TOOL-Simul » qui mémorise le savoir-faire de l'entreprise dans le domaine de l'usinage.

Données extraites du logiciel « TOOL-Simul » concernant l'usinage du capteur BVA et d'autres pièces dans des conditions similaires :

- Outil diamant PCD pour le travail d'enveloppe uniquement :  
 $V_c = 180 \text{ m.min}^{-1}$  et  $f = 0,05 \text{ mm.tr}^{-1}$ .
- Outil de forme en Carbure :  
 $V_c = 80 \text{ m.min}^{-1}$  et  $f = 0,05 \text{ mm.tr}^{-1}$ .

Répondre sur document DR9. Pour chaque question, préciser les formules utilisées ainsi que les unités.

- **Q2-2 : Pour l'usinage de la surface 1, calculer la fréquence de rotation moyenne et la vitesse d'avance dans les deux cas, en considérant un diamètre moyen de 22.5 mm et une longueur de 4mm (usinage à  $V_{cc}$ ).**
- **Q2-3 : Le chariotage de la surface 2 avec l'outil diamant dure 2 secondes ; calculer la durée totale de l'usinage pour les deux solutions.**

La durée de vie de l'outil diamant est de 90min ; celle de l'outil Carbure de 30min par arête de coupe.

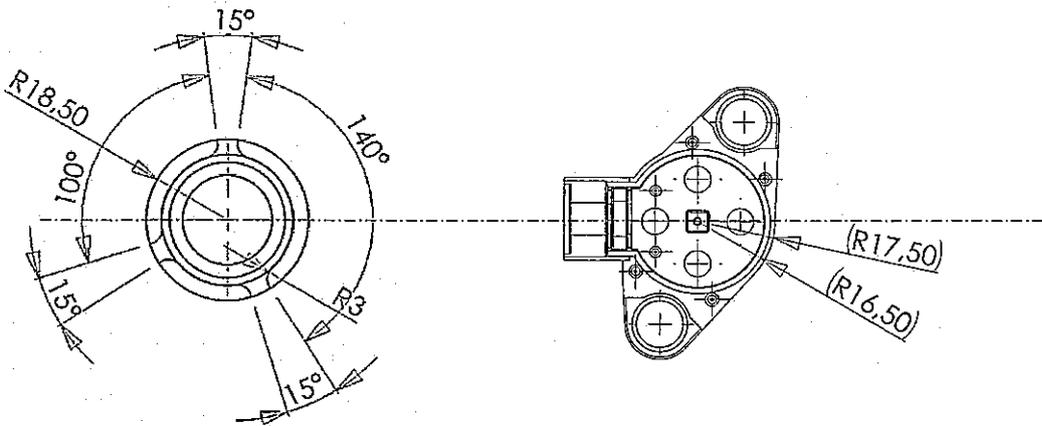
Le coût de la plaquette diamant est égal à celui de la plaquette carbure, mais cette dernière possède trois arêtes, contre une seule pour la plaquette PCD. Le temps de changement d'arête (ou de plaquette) est de cinq minutes avec la vérification des jauges (IT 0,06 à respecter).

- **Q2-4 : Déterminer le nombre de pièces réalisées par chacun des outils avant changement d'arête.  
Quelle plaquette choisir dans un contexte de productivité maxi?**

1-2. Etude du porte-pièce de la phase 10

Lors de cette phase, nous constatons un marquage important sur la face d'appui des pièces. Pour y remédier, l'entreprise envisage de modifier la contre-pointe afin d'obtenir une force de serrage constante entre le début et la fin du serrage.

Pendant la phase 10, la pièce est positionnée sur le porte-pièce par un appui plan, une liaison linéaire annulaire et une ponctuelle. L'appui plan est réalisé par trois petites surfaces de contact (voir document technique DT6.1 et DT6.2).



Répondre sur le document réponse DR10, en utilisant les documents techniques DT2, DT3, DT6.1 et DT6.2 :

- **Q2-5 :** Sur les deux figures fournies, colorier en bleu sur la pièce et le porte-pièce les zones de contact qui assurent l'appui plan entre la pièce et le porte-pièce.

Pour répondre à la question suivante, nous prendrons comme valeur de la surface totale de contact : 23mm<sup>2</sup>.

**Le matériau de la pièce étant en Al-Si9Cu3 Y40 et la pression de matage admissible étant de 55MPa, calculer la valeur maximale de la force de serrage de cette surface de contact.**

Cette force de serrage est obtenue par une contre pointe tournante à ressort montée sur le chariot porte-outil de la machine. Le principe est donné par les schémas (voir document technique DT7).

Répondre sur le document réponse DR11 :

- **Q2-6 :** Calculer la flèche du ressort juste avant le début de l'usinage et en fin d'usinage.  
La raideur du ressort étant de 90 N/mm et la longueur à vide  $L_0$ , calculer la force de serrage maximale appliquée sur la pièce.  
Comparer cette force de serrage avec la valeur limite calculée en fonction de la pression de matage.  
Conclure.

Comme vous venez de l'étudier, la force de serrage varie en fonction de la position de l'outil. Afin d'obtenir une force de serrage constante quelle que soit la position de l'outil, le bureau des méthodes veut remplacer le ressort par un vérin pneumatique double effet.

- **Q2-7 :** *En fixant une pression d'alimentation du vérin à 4 bars environ, calculer le diamètre de vérin permettant de développer un effort de 1250N. Choisir un vérin dans l'extrait de catalogue fourni dans les documents ressources DRS4.*
- **Q2-8 :** *Modifier le schéma cinématique en implantant le vérin.*

Répondre sur le document réponse DR12 :

- **Q2-9 :** *Faire, sur le dessin de la contre-pointe en vue de face en coupe et en vue de droite, la modification nécessaire pour l'implantation du vérin (une pièce intermédiaire doit être ajoutée pour le positionnement du corps du vérin). Modifier, à main levée, le dessin en perspective de la contre-pointe.*

Les questions 2-10 à 2-14 vont nous permettre d'analyser l'influence de l'effort de serrage en tournage sur les spécifications.

Répondre sur le document réponse DR13 :

- **Q2-10:** *Analyser la spécification*

⊥	Ø 0,02	F-G
---	--------	-----

Répondre sur le document réponse DR14 :

- **Q2-11 :** *Définir complètement la spécification dimensionnelle  $\text{Ø}17,25 \pm 0,03$  en illustrant la réponse à l'aide de croquis représentant des surfaces réelles du type :*



Un encart au dessin de définition de la pièce finie précise : "La cotation est effectuée suivant l'exigence de l'enveloppe : ..." (voir DT3)

- **Q2-12:** *Définir cette exigence du point de vue de la surface concernée.*

Répondre sur le document réponse DR15 :

- **Q2-13 :** *A partir des résultats de l'étude de la déformation réalisée lors du serrage de la pièce avec la contre-pointe en tournage (DR15), cercler sur ce document les zones concernées par le respect de ces deux spécifications. Quantifier le déplacement maximal correspondant à ces zones.*

Répondre sur le document réponse DR14 :

- **Q2-14 :** *Le système de maintien en position permet-il de garantir le respect de cette spécification ?*

Etude de la rupture du système de bridage en phase 20.

Les dessins du document technique (DT8) représentent le montage de la pièce pendant la phase d'usinage 20. La mise en position est donnée sur le document DT4.1.

Le bridage de la pièce est réalisé par une sauterelle pneumatique. Une pièce, nommée fourchette a été adaptée sur le levier de la sauterelle pour répartir le serrage en face des deux appuis. La sauterelle utilisée est du type standard (802 UE), le levier est réalisé en tôle découpée et pliée.

Après plusieurs jours d'utilisation donc plusieurs milliers de serrages certains axes de la sauterelle cassent à la fatigue. Pour remédier à ce problème, le bureau des méthodes décide de remplacer cette sauterelle par une sauterelle version massive (8007 E).

Deux vis à embout néoprène (Réf : 05260-08) sont montées sur la fourchette (voir document technique DT8). Les caractéristiques de ces vis à embout néoprène sont données dans le document ressource DRS 5. Afin que le serrage de la pièce soit suffisant, le bureau d'étude demande qu'en position serrée ces embouts soient écrasés de **la moitié de la valeur maximale** donnée par le constructeur.

Répondre sur les documents réponses DR16 et DR17 :

- **Q2-15 : Relever, sur le document ressource DRS5, la valeur de l'écrasement maximum des embouts néoprène.  
Donner la valeur de la force de serrage de chaque embout lorsque l'écrasement est maximum.  
Donner la démarche qu'il faudra indiquer à l'opérateur qui montera la sauterelle pour que ces embouts soient écrasés de la moitié de la valeur maximale lorsque la sauterelle sera en position bridée.**
- **Q2-16 : En prenant comme modèle celui donné en figure 3 du document DT9, déterminer le torseur de cohésion dans la section A-A.**

Cet usinage crée une concentration de contrainte dans la section A-A de coefficient 2.

- **Q2-17 : Déterminer la contrainte due au moment fléchissant dans cette section.  
Comparer cette contrainte avec la limite d'élasticité du matériau utilisé pour ce levier.  
Conclure en donnant le coefficient de sécurité.**

**On rappelle que pour une section rectangulaire de hauteur h et de largeur b,**

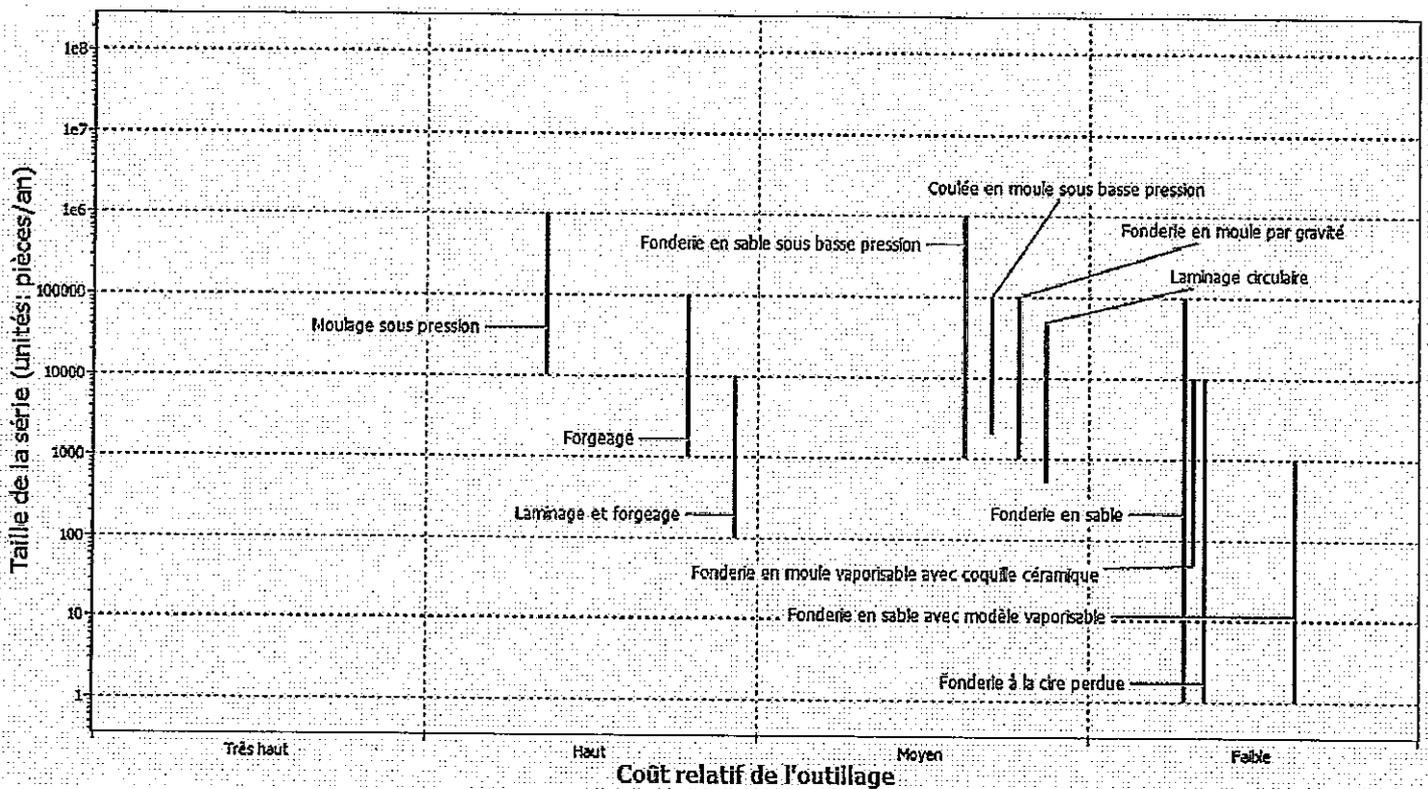
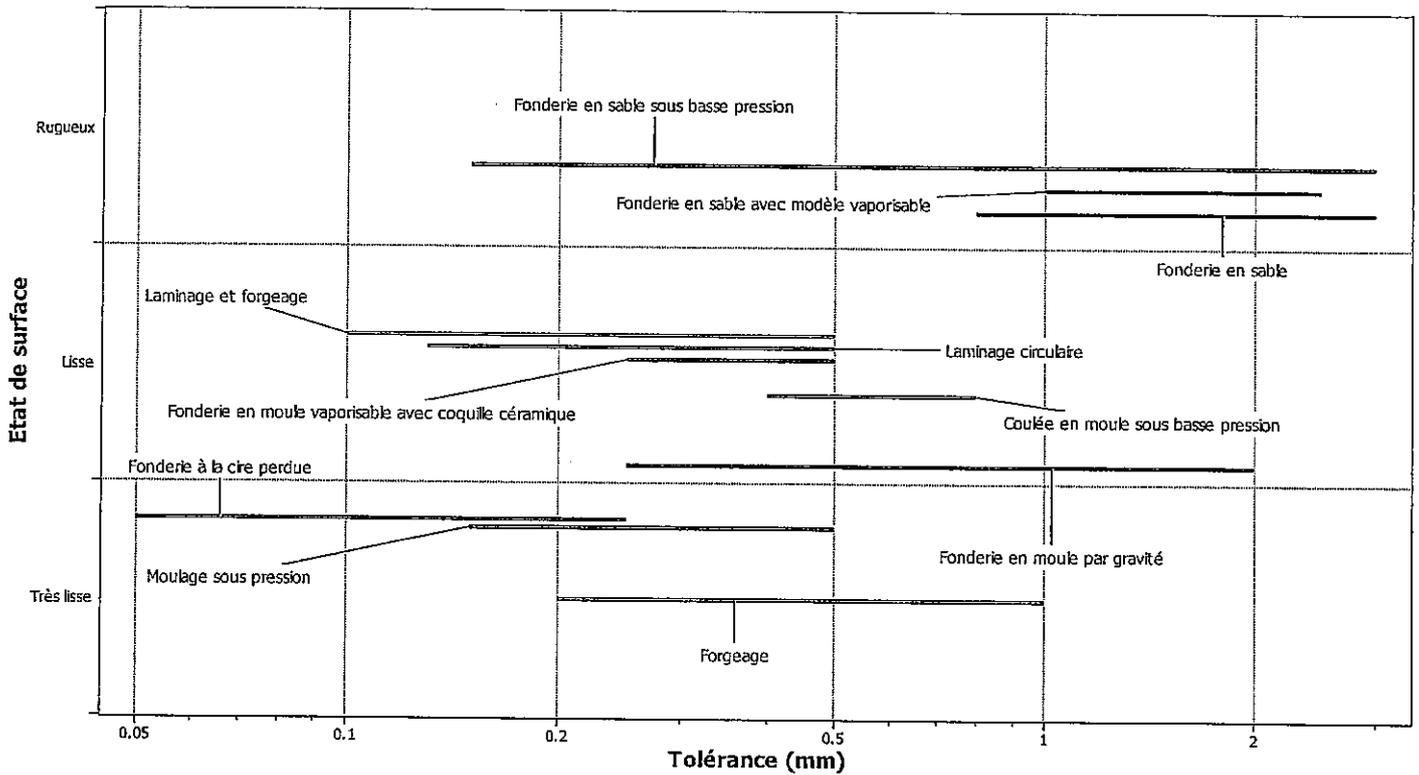
$$\frac{I_{Gz}}{v} = \frac{bh^2}{6} \quad \text{et} \quad \sigma = \frac{Mf}{\frac{I_{Gz}}{v}}$$

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR****INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES****E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION****DOSSIER RESSOURCES**

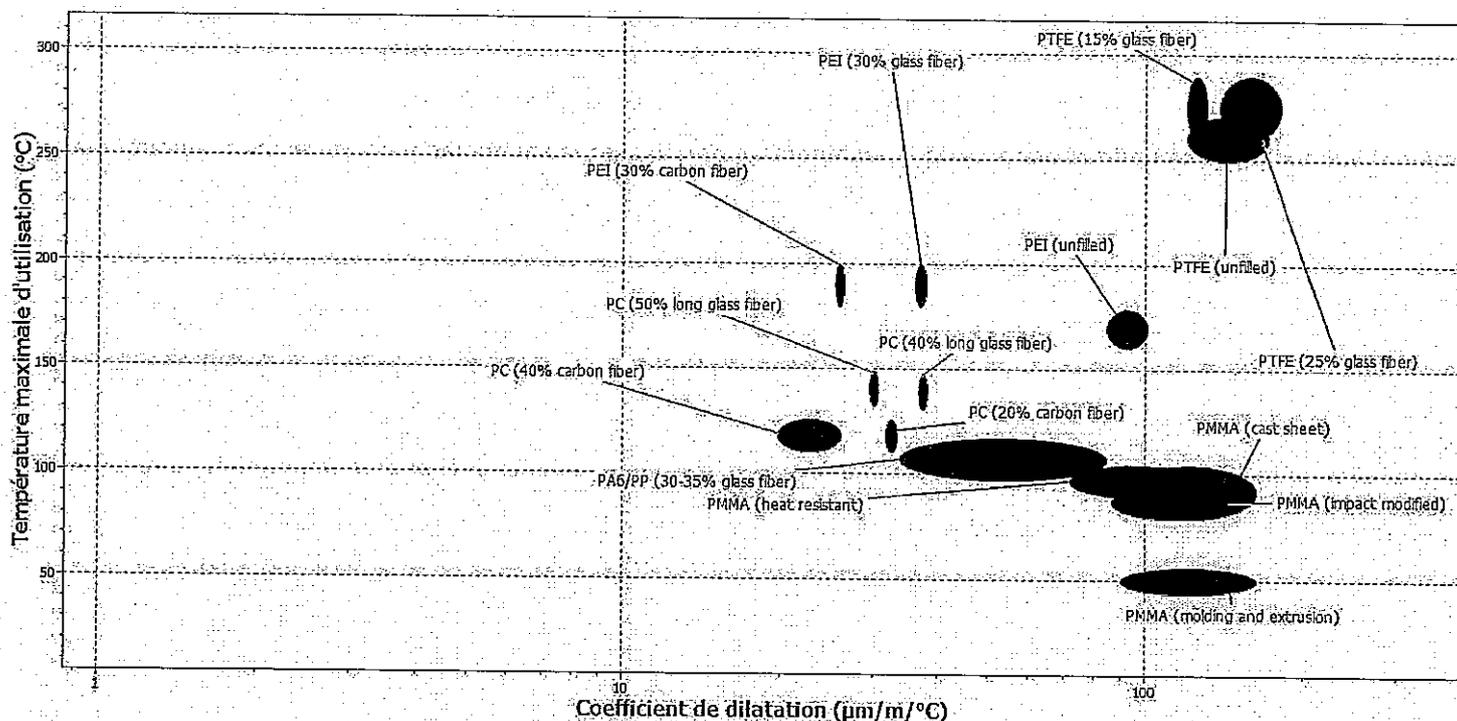
Contenu du dossier : (8 pages)

<b>DRS</b>	<b>Intitulé</b>	<b>Page(s)</b>
DRS 1	Comparatifs de procédés	DRS 1
DRS 2	Caractéristiques de plastiques	DRS 2
DRS 3	Imprégnation Maldaner	DRS 3
DRS 4	Vérins Joucomatic	DRS 4.1 à DRS 4.3
DRS 5	Vis à embout néoprène	DRS 5

# COMPARATIFS PROCÉDES



## CARACTERISTIQUES PLASTIQUES



### Légende :

PA6/PP : Polyamide (Nylon) Type 6/ Polypropylene

PEI : Polyetherimide

PMMA : Polyméthylméthacrylate

PTFE : Polytetrafluoroéthylène

PC : Polycarbonate

## Le procédé Maldaner

### 1. La préparation

Les porosités doivent être exemptes de corps gras et d'humidité. Une opération de lavage ou d'étuvage peut être réalisée avant imprégnation.

### 2. L'imprégnation

Les pièces sont introduites dans un autoclave.



#### Vide sec

Un vide de  $10^{-3}$  b est créé afin d'extraire l'air des porosités.



#### Vide humide

Un vide est maintenu à  $10^{-3}$  b, la résine est transférée dans l'autoclave et submerge les pièces. La résine pénètre par dépression dans les porosités.



#### Pression

Mise sous pression de l'autoclave pour une meilleure pénétration.



### 3. Lavage – rinçage

Un lavage puis un rinçage permettent de dissoudre l'excédent de résine se trouvant en surface des pièces.



### 4. Polymérisation en eau chaude

La résine se trouvant dans les porosités reste liquide à température ambiante mais polymérise à  $90^{\circ}\text{C}$  et devient un corps solide et inerte.

Après refroidissement les pièces peuvent être contrôlées ou utilisées.

**L'imprégnation ne modifie pas les caractéristiques dimensionnelles et mécaniques. Les pièces ne nécessitent aucune retouche.**

### Questions fréquentes

#### L'imprégnation laisse-t-elle une surépaisseur ?

Non, l'imprégnation ne laisse aucun dépôt sur les pièces.

#### Peut-on imprégner une fissure ?

L'imprégnation ne renforce pas la tenue mécanique des pièces. Il convient donc de souder puis d'imprégner.

#### Dimension des porosités ?

La viscosité des résines méthacrylate permet d'obtenir de très bons résultats dans le cas de microporosités. La dimension maxi des porosités (X) pouvant être imprégnées est d'environ 1/20ème de la toile (Y).

#### Quels sont les seuils d'étanchéité ?

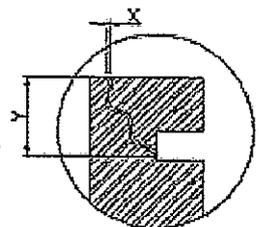
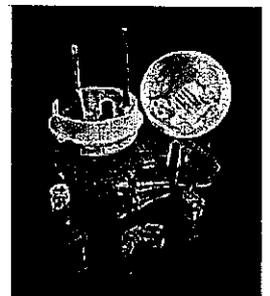
L'imprégnation permet d'obtenir une étanchéité pouvant aller jusqu'à  $10^{-6}$  b à l'hélium et de résister à de très fortes pressions (800b).

#### Dans quel état et quand, une pièce doit-elle être imprégnée ?

Les pièces peuvent être imprégnées brutes ou usinées. Néanmoins c'est lors de l'usinage que l'on vient découvrir le maximum de porosités. Il est préférable d'imprégner la pièce avant le traitement de surface.

#### Quelle est la résistance dans le temps ?

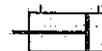
Produit inerte et stable.



JOUCOMATIC

## VERIN A FAIBLE COURSE

Ø 8 à 100 mm - double effet

Série  
**441**  
Type  
K

## GENERALITES

Détection  
Fluide  
Pression d'utilisation  
Température ambiante

Prévu pour détecteurs magnétiques de positions  
Air ou gaz neutre filtré, lubrifié ou non  
10 bar maxi  
-10°C à +70°C

## CONSTRUCTION

Corps  
Tige

Alliage léger  
Acier inoxydable (Ø 8, 10, 12 et 20 mm)  
Acier chromé (Ø 16, 25 et 32 à 100 mm)

Extrémité de tige

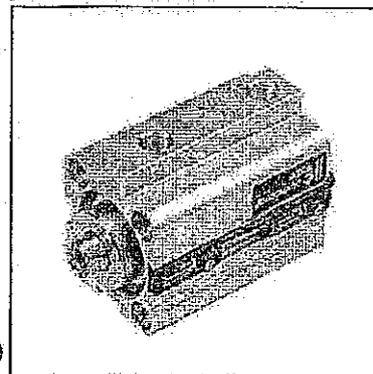
Pièces internes

Joints de piston

Bague de guidage

Fixation frontale, arrière ou latérale

Taraudée  
POM (polyacétal) ou alliage léger  
PUR (polyuréthane) et NBR (nitrile)  
Autolubrifiante  
Par vis (non fournies) ou bride (voir chapitre fixation)



## SÉLECTION DU MATÉRIEL

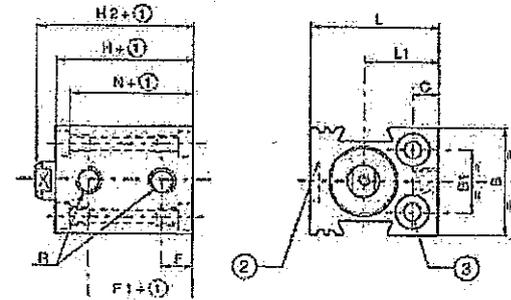
Ø (mm)	effort de poussée à 6 bar (daN)	effort de rappel (daN)	course: (mm)	vérin prévu pour détecteurs		type de détecteurs adaptables		masse (kg)	Ø raccor- dement
				code	référence	magnétique à ampoules ILS	électronique magnéto-résistif		
32	46,2	41,4	5	44100190	K32D5-M	•	•	0,240	G 1/8
			10	44100029	K32D10-M	•	•	0,260	
			15	44100191	K32D15-M	•	•	0,280	
			20	44100192	K32D20-M	•	•	0,300	
			25	44100030	K32D25-M	•	•	0,320	
			30	44100193	K32D30-M	•	•	0,340	
			40	44100194	K32D40-M	•	•	0,380	
			50	44100195	K32D50-M	•	•	0,425	
			60	44100196	K32D60-M	•	•	0,470	
80	44100197	K32D80-M	•	•	0,550				
40	75,4	68,6	5	44100198	K40D5-M	•	•	0,320	G 1/8
			10	44100031	K40D10-M	•	•	0,350	
			15	44100199	K40D15-M	•	•	0,375	
			20	44100200	K40D20-M	•	•	0,405	
			25	44100032	K40D25-M	•	•	0,430	
			30	44100201	K40D30-M	•	•	0,460	
			40	44100202	K40D40-M	•	•	0,510	
			50	44100203	K40D50-M	•	•	0,570	
			60	44100204	K40D60-M	•	•	0,620	
			80	44100205	K40D80-M	•	•	0,725	
100	44100259	K40D100-M	•	•	0,840				
50	117,8	105,7	10	44100033	K50D10-M	•	•	0,505	G 1/8
			15	44100206	K50D15-M	•	•	0,540	
			20	44100207	K50D20-M	•	•	0,580	
			25	44100034	K50D25-M	•	•	0,615	
			30	44100208	K50D30-M	•	•	0,650	
			40	44100209	K50D40-M	•	•	0,725	
			50	44100210	K50D50-M	•	•	0,800	
			60	44100211	K50D60-M	•	•	0,870	
			80	44100212	K50D80-M	•	•	1,010	
			100	44100260	K50D100-M	•	•	1,150	
63	187	174,9	10	44100035	K63D10-M	•	•	0,740	G 1/8
			15	44100213	K63D15-M	•	•	0,785	
			20	44100214	K63D20-M	•	•	0,830	
			25	44100036	K63D25-M	•	•	0,880	
			30	44100215	K63D30-M	•	•	0,930	
			40	44100216	K63D40-M	•	•	1,025	
			50	44100217	K63D50-M	•	•	1,120	
			60	44100218	K63D60-M	•	•	1,215	
			80	44100219	K63D80-M	•	•	1,405	
			100	44100261	K63D100-M	•	•	1,600	
80	301,5	282,7	10	44100220	K80D10-M	•	•	1,260	G 1/4
			15	44100221	K80D15-M	•	•	1,335	
			20	44100222	K80D20-M	•	•	1,410	
			25	44100037	K80D25-M	•	•	1,485	
			30	44100223	K80D30-M	•	•	1,560	
			40	44100224	K80D40-M	•	•	1,715	
			50	44100225	K80D50-M	•	•	1,865	
			60	44100226	K80D60-M	•	•	2,020	
			80	44100227	K80D80-M	•	•	2,320	
			100	44100262	K80D100-M	•	•	2,625	

# JOUCOMATIC

## VERIN A FAIBLE COURSE - SERIE 441 ENCOMBREMENTS

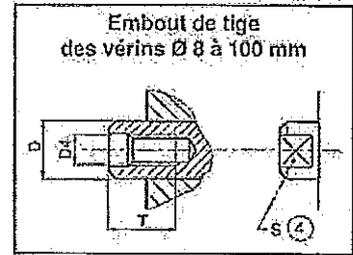
ENCOMBREMENTS (mm)

Ø 8 à 25 mm - simple et double effet

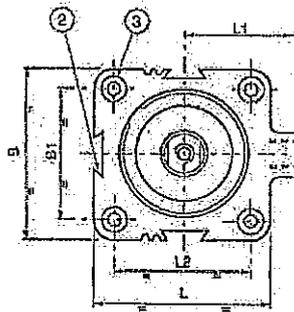
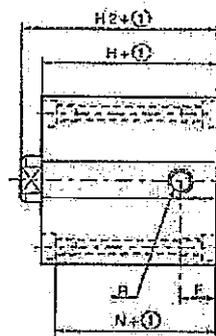


- ② 3<sup>ème</sup> rainure sur Ø16 à 100
- ③ Trous et lamages de fixation (voir détail ci-dessous et pages suivantes)
- ④ cotés sur plats

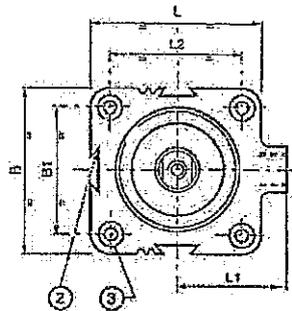
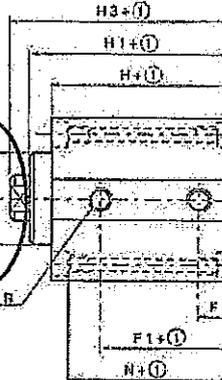
NOTA : En version simple effet, le raccordement s'effectue sur l'orifice placé en F.



Ø 32 à 100 mm - simple effet



Ø 32 à 100 mm - double effet

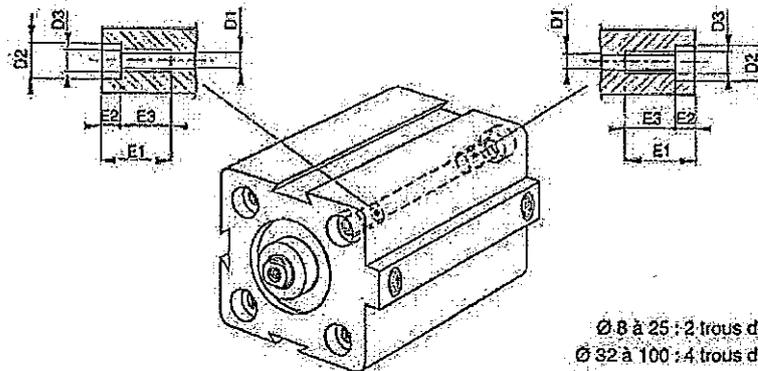


① Course

Pour les courses hors standard rajouter la valeur de la course standard immédiatement supérieure.

Ø	B	B <sub>1</sub>	C	Ø D	Ø D <sub>1</sub>	Ø D <sub>2</sub>	Ø D <sub>3</sub>	Ø D <sub>4</sub>	Ø D <sub>5</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	F	F <sub>1</sub>	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	N	Ø R	S	T
8	20	11	4,5	4	3,4	6	M4	M2,5	-	12	3,4	8,6	5	14	23	-	24	-	24	15	-	19,6	M5	-	3,5
10	21	12	6	4	3,4	6	M4	M2,5	-	12	3,4	8,6	5	15	24	-	25	-	25,5	16,5	-	20,6	M5	-	3,5
12	23	13	6,5	4	3,4	6	M4	M2,5	-	12	3,4	8,6	5	16	24	-	25	-	27,5	18,5	-	20,6	M6	-	3,5
16	28	18	8	7,8	4,5	8	M5	M4	-	15	4,6	10,4	6	18	32	-	36,5	-	34	20	-	27,4	M5	6	6
20	32	20	9	9,8	5,5	10	M6	M5	-	18	5,7	12,3	8	20	32	-	36,5	-	40	24	-	26,3	G1/8	8	11
25	38	26	9	9,8	5,5	10	M6	M5	-	18	5,7	12,3	9,5	24,5	38,5	-	44	-	44	25	-	33,8	G1/8	8	11
32	45	32	-	11,8	5,5	10	M6	M6	26	18	5,7	12,3	9,5	22	39,5	44,5	45	50,5	48	32	36	33,8	G1/8	10	13
40	55	42	-	11,8	5,5	10	M6	M6	28	18	5,7	12,3	11	25,5	39,5	45,5	46	52	55	37,5	42	33,8	G1/8	10	13
50	65	50	-	15,8	6,5	11	M8	M8	34	20	6,8	13,2	11	25,5	39,5	45,5	47	53	65	42,5	50	32	G1/8	13	12
63	80	62	-	15,8	9	15	M10	M8	38,5	25	9	16	11	27,3	42	50	48,5	57,5	80	47,5	62	33	G1/8	13	14
80	100	82	-	19,8	9	15	M10	M10	44	25	9	16	12,5	29,3	46	56	54	64	100	60	82	37	G1/4	17	16
100	124	103	-	24,6	11	18	M12	M12	56	30	11	19	12,5	36	56	66,5	66	76,5	124	72	103	45	G1/4	22	20

Trous de fixation



Ø 8 à 25 : 2 trous de fixation  
Ø 32 à 100 : 4 trous de fixation

Consultez notre documentation sur : [www.ascomatrics.eu](http://www.ascomatrics.eu)

P215-4

003221FF-2005R02  
Spécifications et dimensions peuvent être modifiées sans préavis. Tous droits réservés.

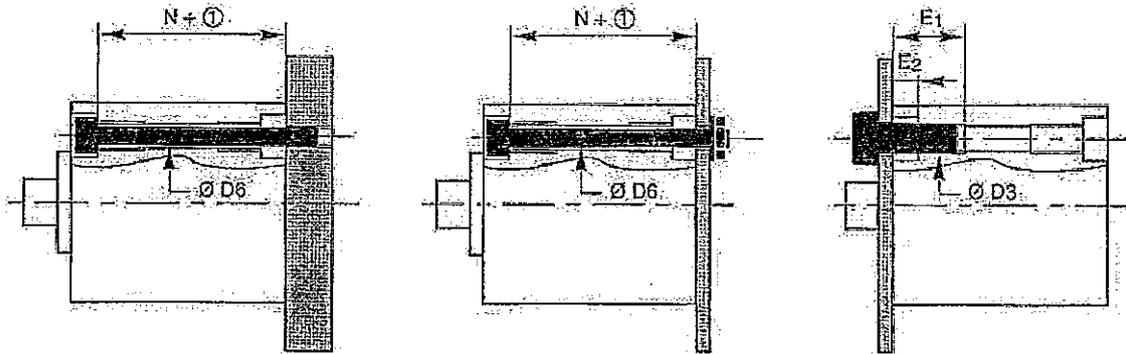
# JOUCOMATIC

## VERIN A FAIBLE COURSE - SERIE 441 POSSIBILITES DE FIXATION

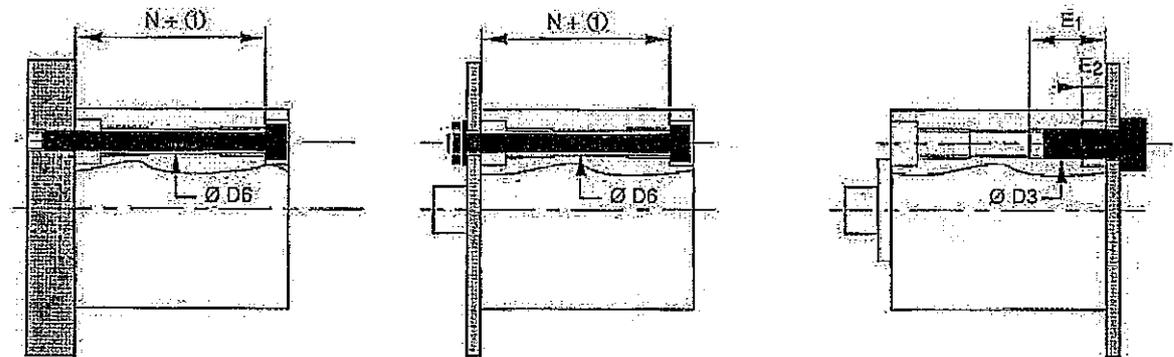
### ENCOMBREMENTS (mm)

Les trous de fixation lamés et taraudés permettent un large choix d'adaptations ; les parties taraudées simplifient la fixation des vérins surtout dans le cas de courses longues.

#### • Fixations frontales



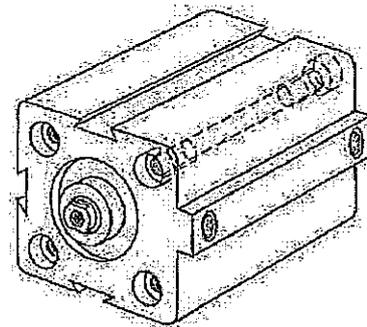
#### • Fixations arrière



#### ① Course

Pour les courses hors standard, rajouter la valeur de la course standard immédiatement supérieure.

Ø	Ø D3	Ø D6	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	N
8	M4	M3	12	3,4	19,6
10	M4	M3	12	3,4	20,6
12	M4	M3	12	3,4	20,6
16	M5	M4	15	4,6	27,4
20	M6	M5	18	5,7	26,3
25	M6	M5	18	5,7	32,8
32	M6	M5	18	5,7	33,8
40	M6	M5	18	5,7	33,8
50	M8	M6	20	6,8	32,7
63	M10	M8	25	9	33
80	M10	M8	25	9	37
100	M12	M10	30	11	45



Ø 8 à 25 : 2 trous de fixation par face  
Ø 32 à 100 : 4 trous de fixations par face

## 05260 - Vis à embout néoprène

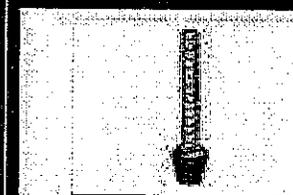
**norelem****NORELEM**

Fabricant d'éléments standards pour montages mécaniques

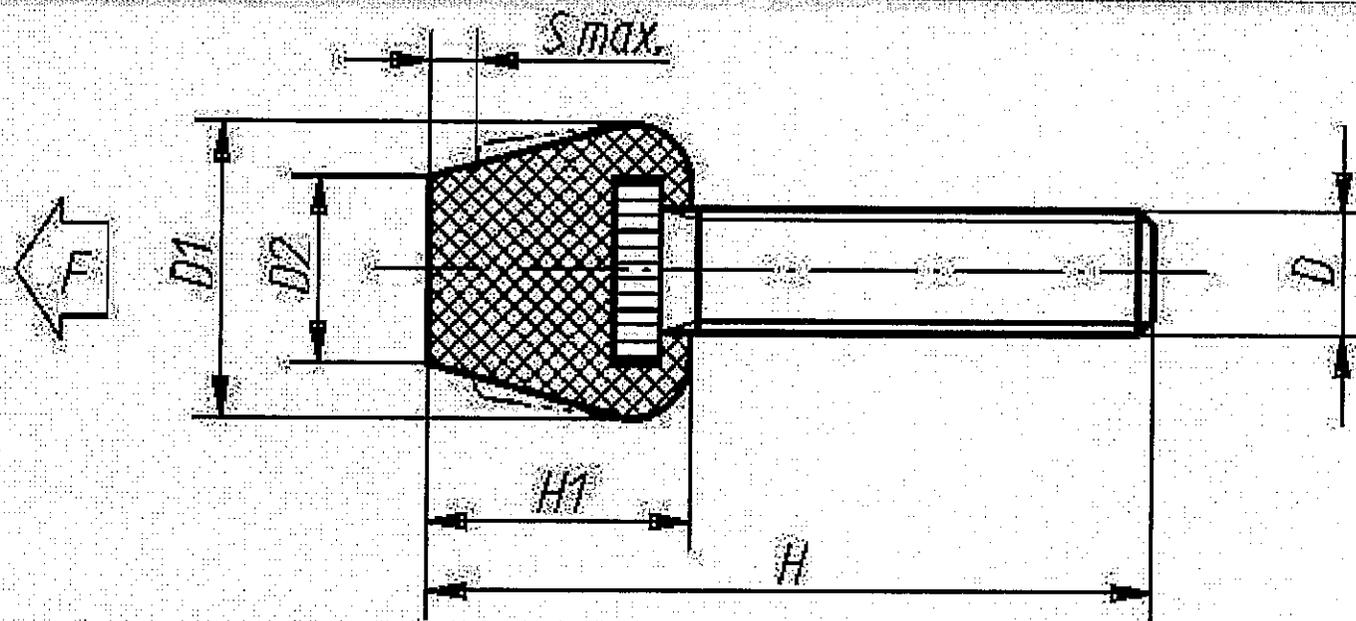
www.norelem.fr

Contact:

info@norelem.com

Document(s) technique(s)

- Vue de face



Sélectionnez une ligne du tableau ci-dessous.

Référence	H (mm)	H1 (mm)	D (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	S max. (mm)	F (N)	Masse (kg)
05260-08	63	17	M 8 x 45	19	12	3	750	0,03
05260-081	43	17	M 8 x 26	19	12	3	750	0,019
05260-10	80	18	M 10 x 61	19	14	4	1000	0,042
05260-101	54	18	M 10 x 36	19	14	4	1000	0,025

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

### DOSSIER REPONSE

Contenu du dossier : (18 pages)

DR	Intitulé	Page(s)
DR 1	Analyse fonctionnelle	DR 1
DR 2	Justification Matériau-Procédé	DR 2
DR 3	Plan de joint	DR 3
DR 4	Simulations d'injection	DR 4
DR 5	Modifications du brut	DR 5
DR 6	Imprégnation	DR 6
DR 7	Nouveau matériau	DR 7
DR 8	Outil de tournage extérieur	DR 8
DR 9	Choix de plaquette	DR 9
DR 10	Analyse porte-pièce phase 10	DR 10
DR 11	Flèche du ressort et choix de vérin	DR 11
DR 12	Modification contre-pointe	DR 12
DR 13	Grille d'analyse de spécification géométrique	DR 13
DR 14	Analyse de spécification dimensionnelle	DR 14
DR 15	Analyse des déplacements dus au serrage en phase10	DR 15
DR 16	Etude de la sauterelle	DR 16
DR 17	Etude de la sauterelle	DR 17

Q1-1 : Principe de montage :

.....

.....

.....

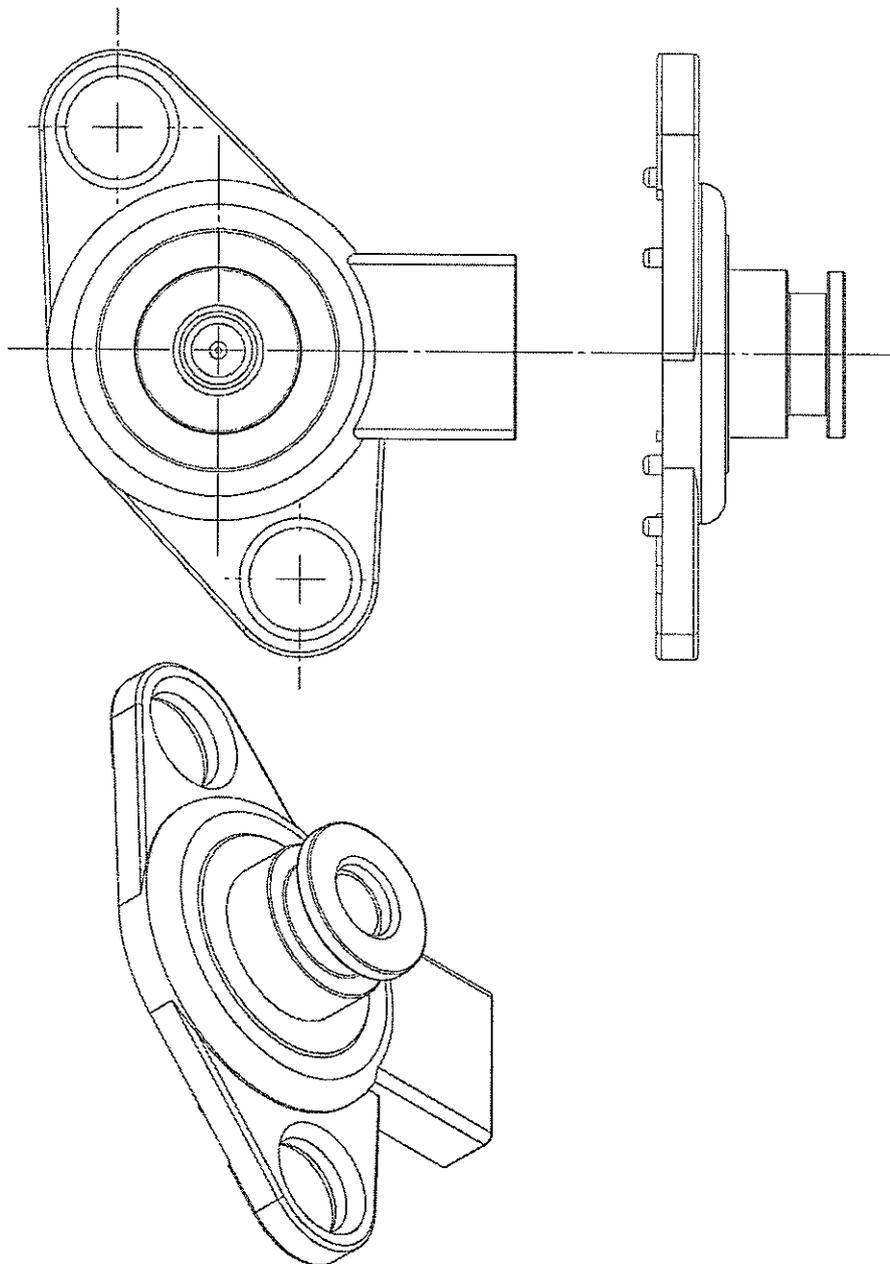
.....

Rôle du joint torique :

.....

.....

Surfaces participant à ce montage :



Q1-2 : Composition du matériau :

.....

.....

.....

.....

Q1-3 : Justification du choix de matériau par rapport au procédé :

.....

.....

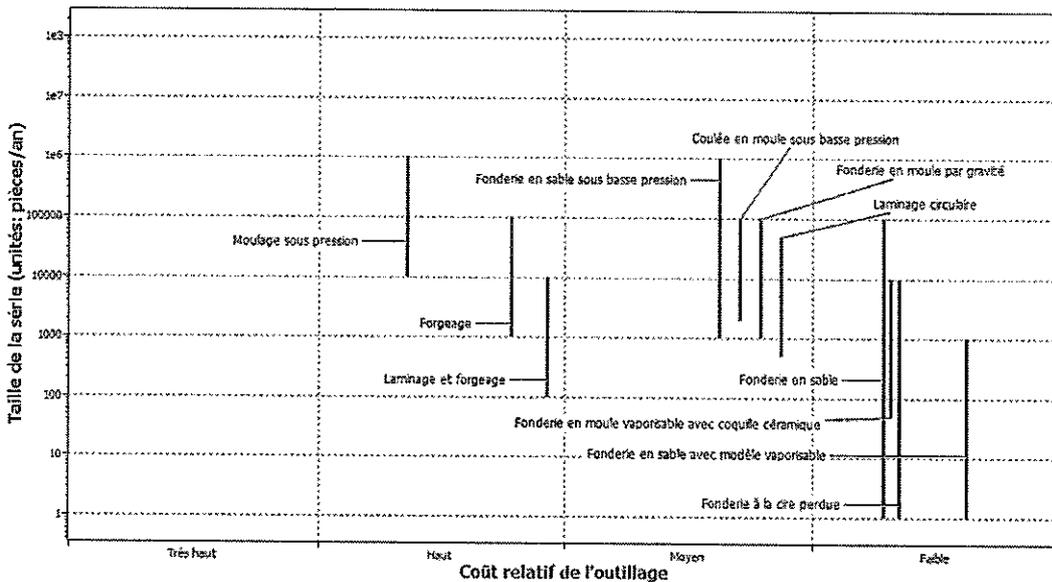
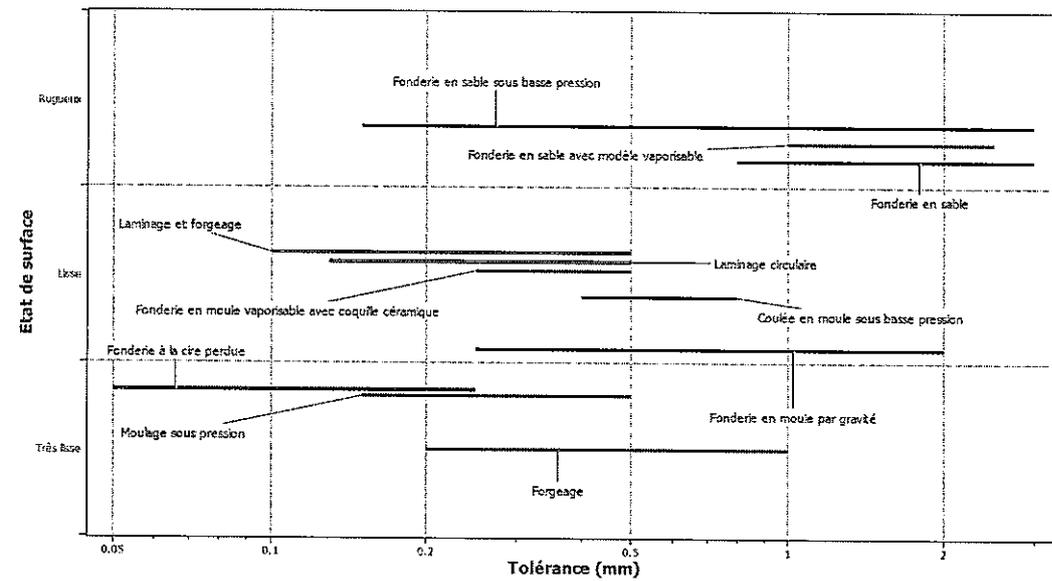
.....

.....

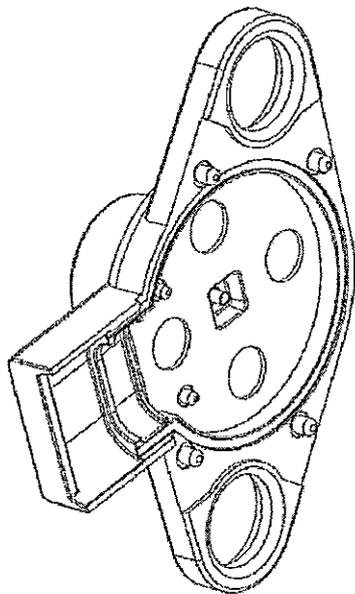
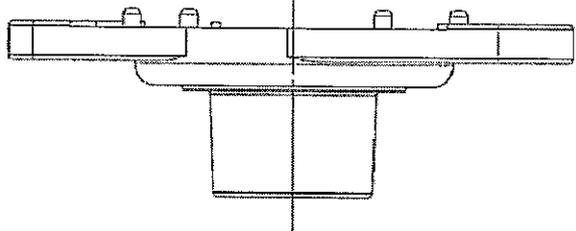
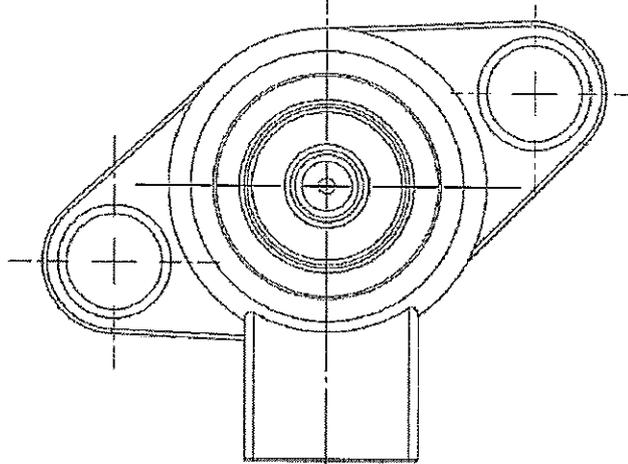
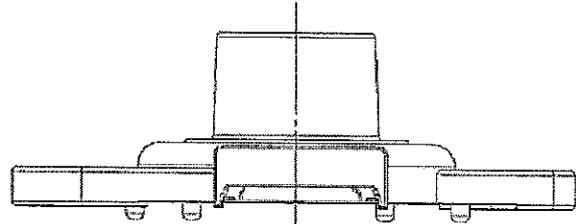
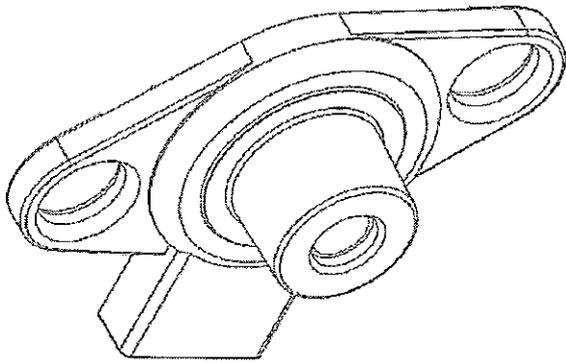
Q1-4 : Choix du procédé :

.....

.....



Q1-5 : Plan de joint.



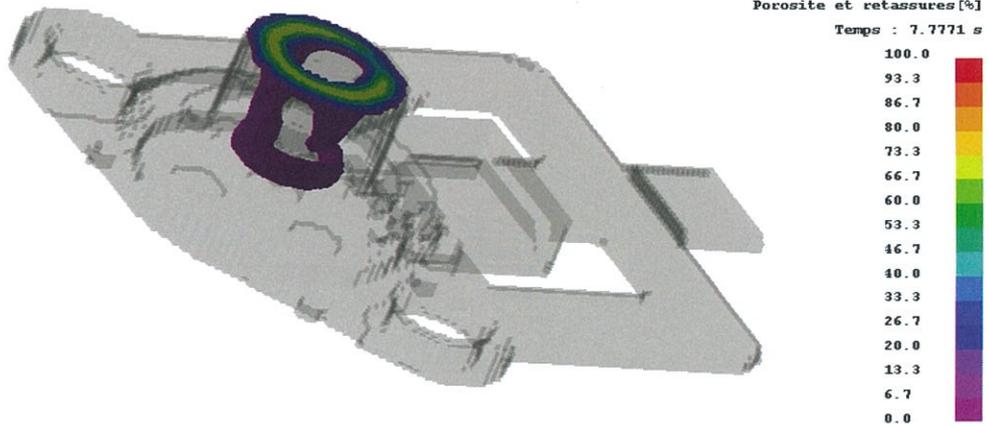
Q1-6 : Analyse des défauts de bruts :

.....  
.....  
.....  
.....

Valeur Maxi :

*localisation des porosités et retassures*

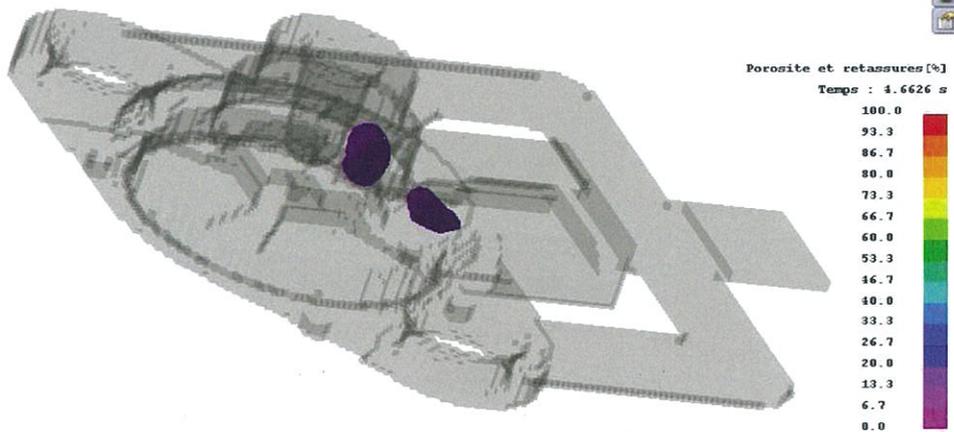
VERSION N°1



Q1-8 : Nouvelle valeur maxi :

*localisation des porosités et retassures*

VERSION N°2

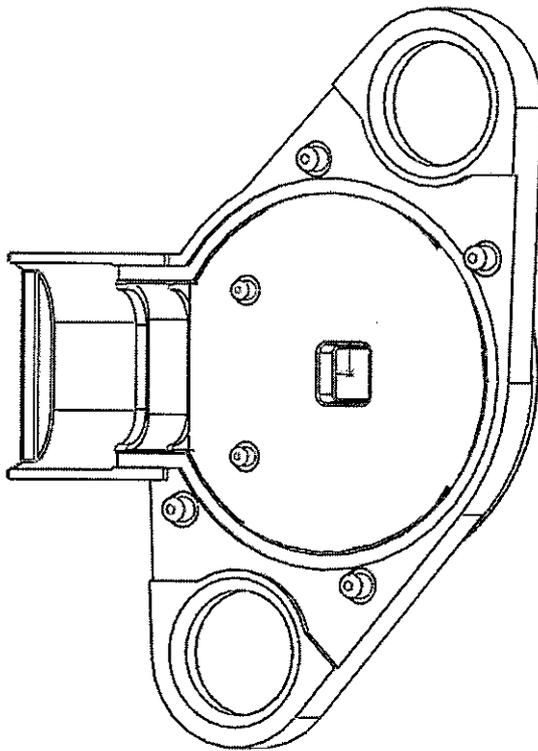
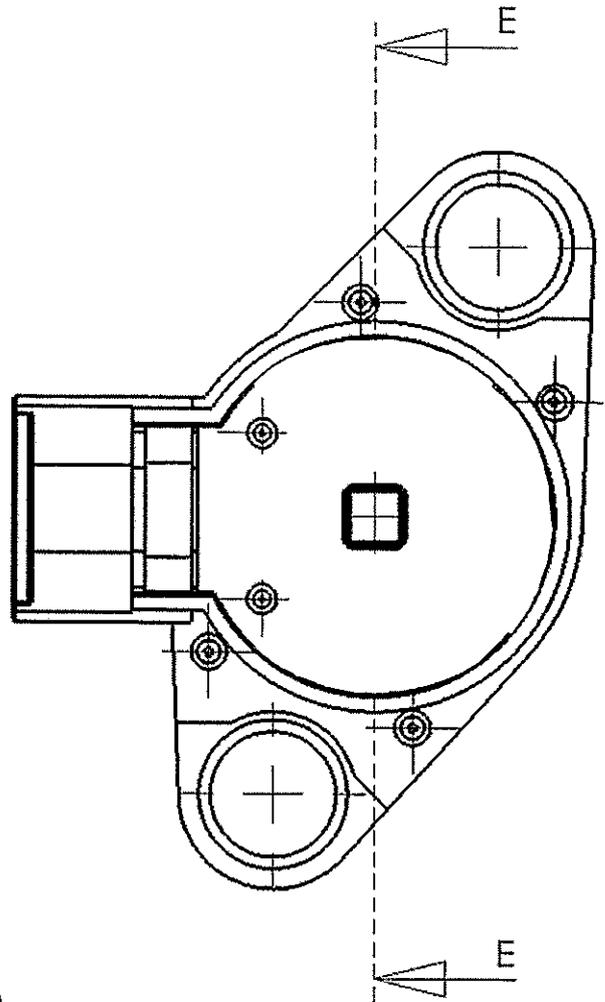
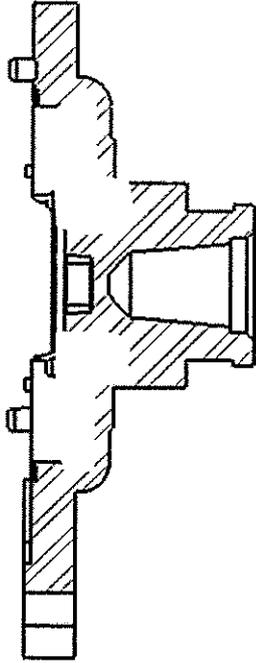


Validation de la modification :

.....  
.....

Q1-7 : Modification du brut :

COUPE E-E



Q1-9 : Rôle de l'imprégnation

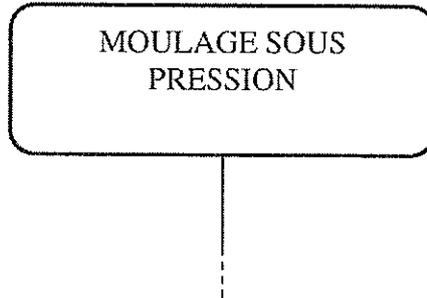
.....

.....

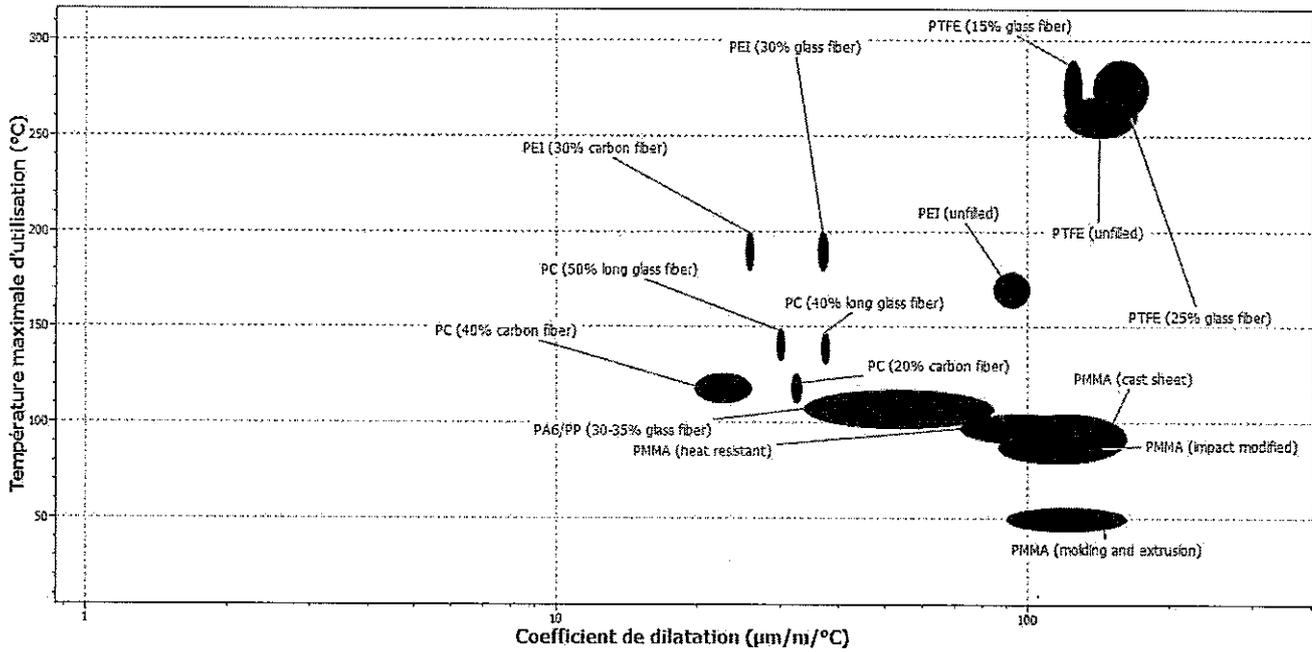
.....

.....

Processus :



Q1-10 : Changement de Matériau :



Q1-11 : Matériau choisi :

.....

Q1-12 : Comparatifs des coûts :

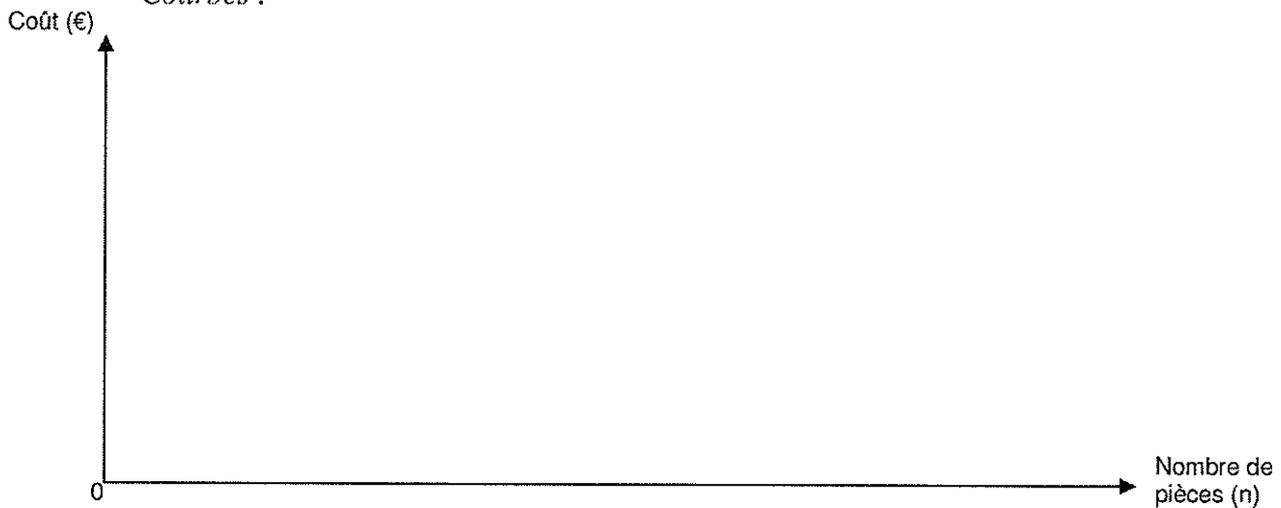
*Processus actuel :*

.....

*Nouveau processus :*

.....

*Courbes :*

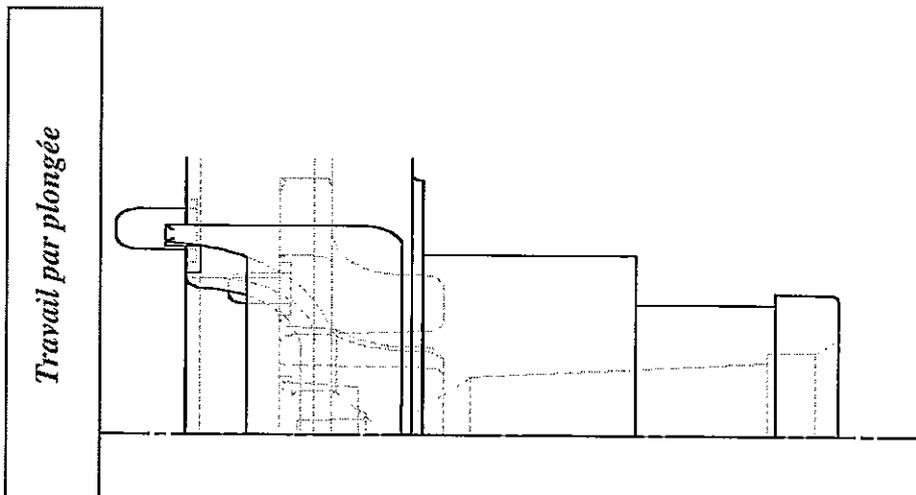
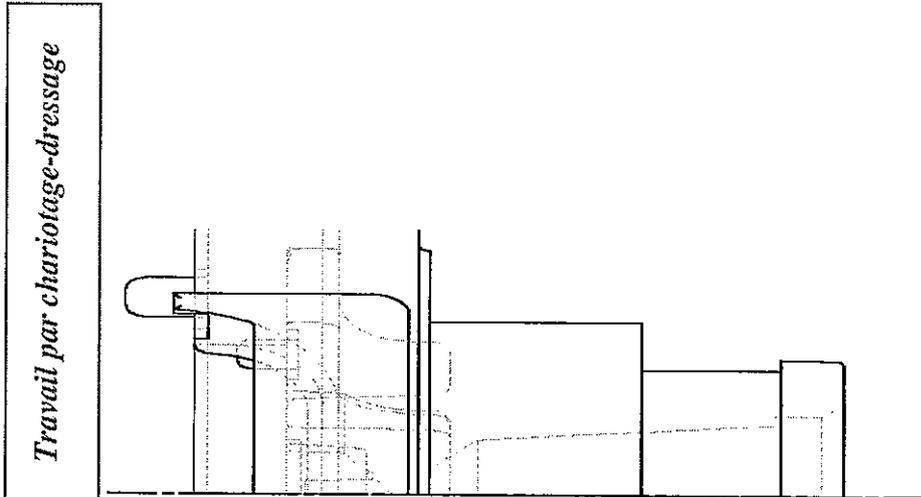


Q1-13 : Amortissement :

.....

.....

Q2-1 : Dessins géométries outils et trajectoires



Q2-2 ; Q2-3 ; Q2-4 :

Outils	Surfaces	Fréquence de rotation	Vitesse d'avance	Temps total d'usinage (min)	Nombre de pièces
Formules littérales					
PCD	Surface 1				
	Surface 2	X	X		
Carbure	Surface 1				

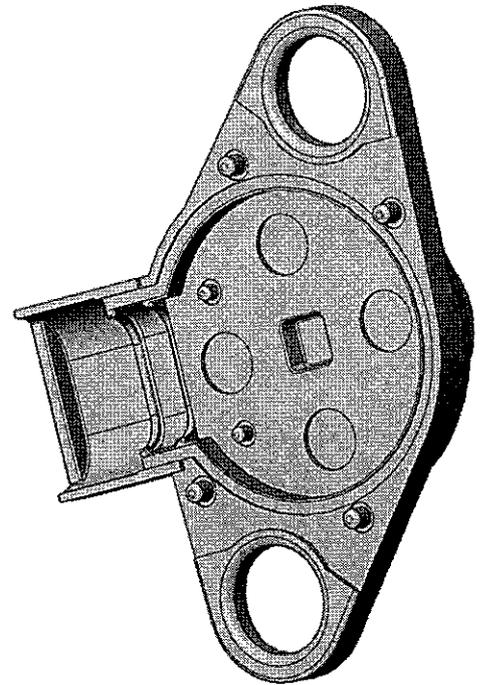
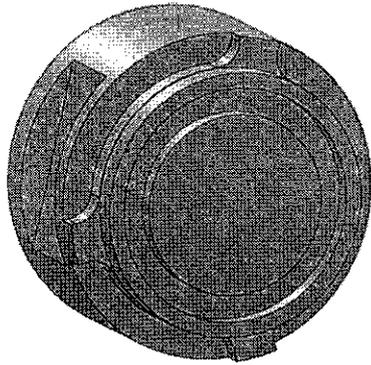
Plaquette choisie :

.....

.....

.....

Q2-5 : Colorier en bleu sur la pièce et le porte-pièce les zones de contact qui assurent l'appui plan entre la pièce et le porte-pièce.



Calculez la valeur maximale de la force de serrage de cette surface de contact.

.....

.....

.....

.....

.....

$F =$

Q2-6 : Calcul de la flèche du ressort dans les deux positions :

Position de la contre pointe lorsque la pièce est serrée, c'est-à-dire légèrement avant le début de l'usinage.

.....  
 .....

Position de l'outil en fin d'usinage.

.....  
 .....

Force de serrage maximale appliquée sur la pièce.

.....  
 .....

Comparer cette force de serrage avec la valeur limite calculée en fonction de pression de matage. Conclure.

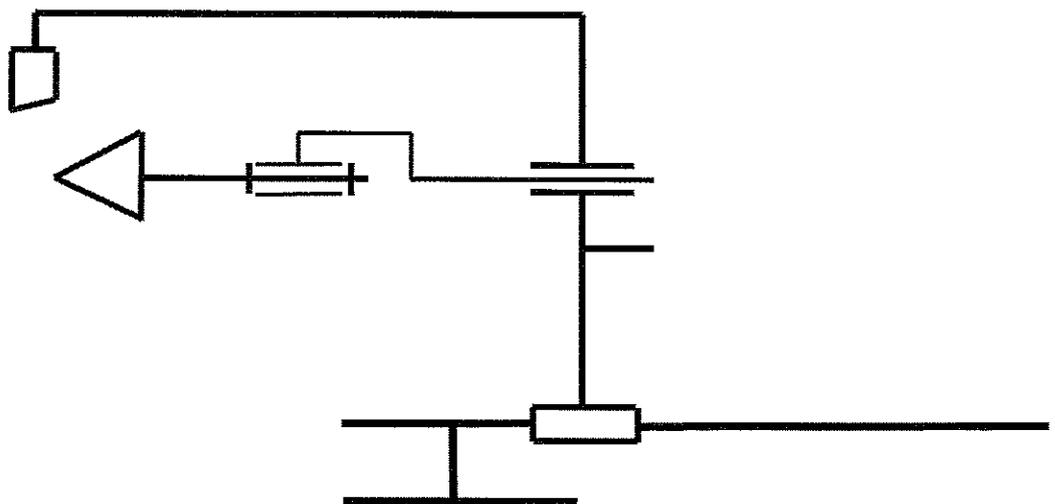
.....  
 .....

Q2-7 : Choix du vérin :

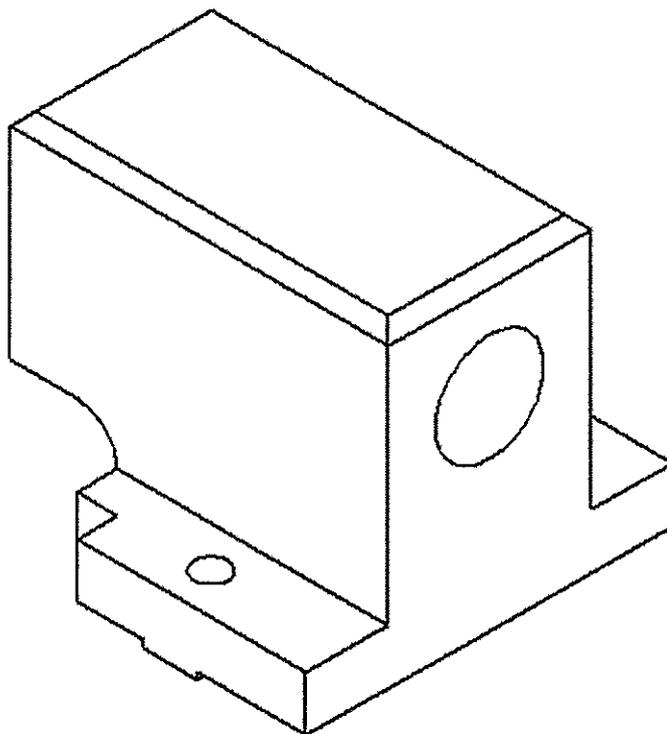
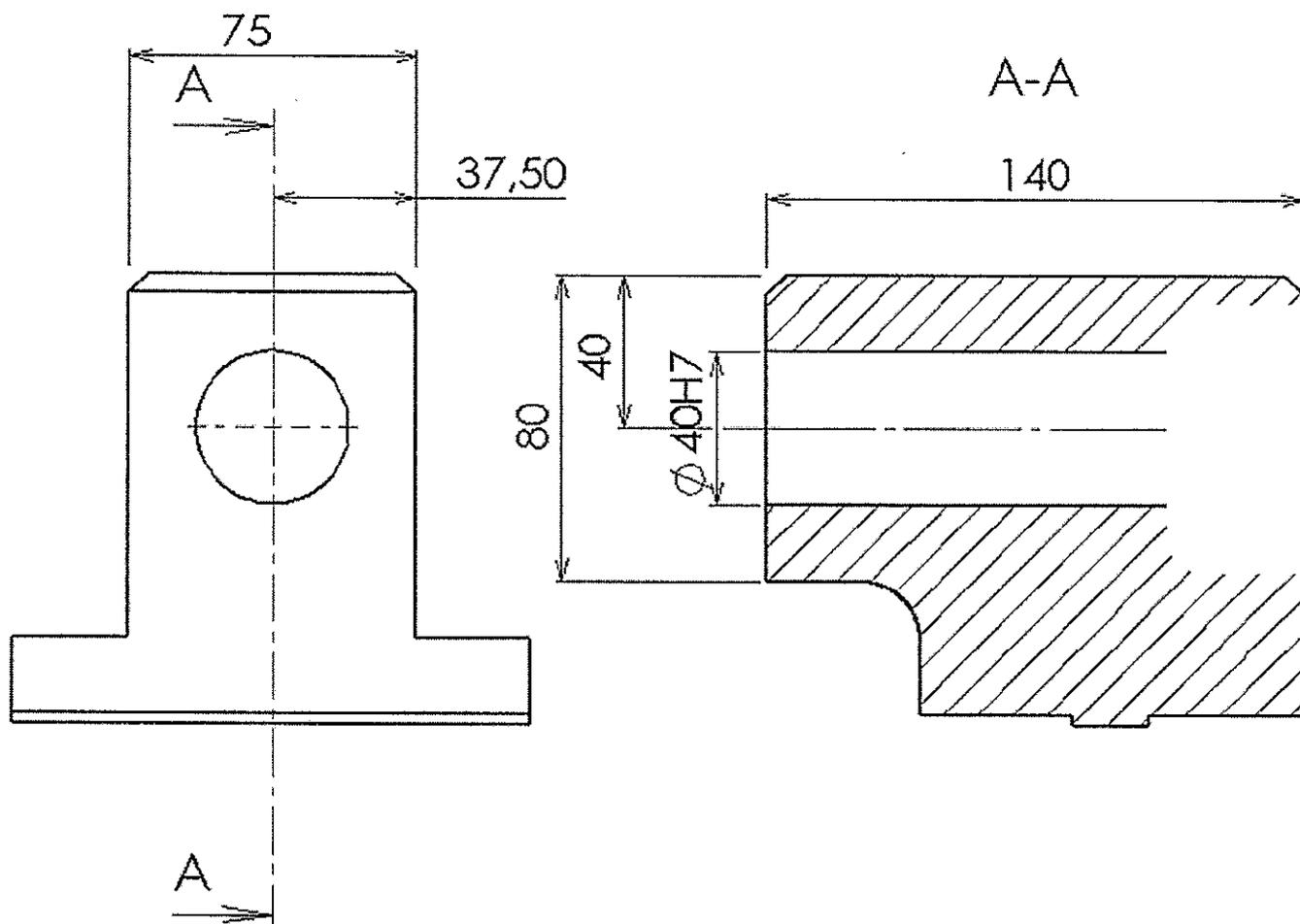
.....  
 .....

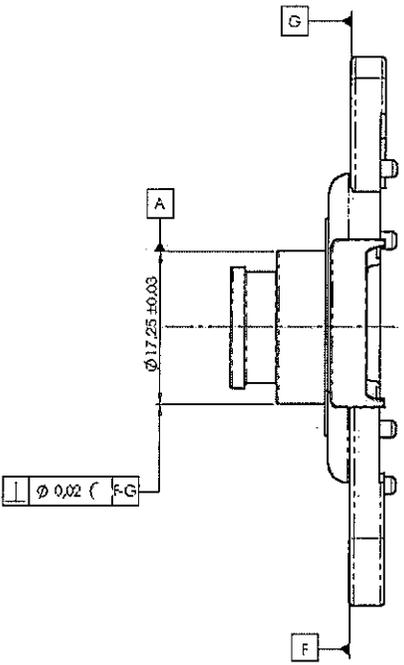
Référence du vérin : .....

Q2-8 : Schéma cinématique en implantant le vérin.



Q2-9 : Modification de la contre-pointe :



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 par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition					
					

Q2-11 : Spécification dimensionnelle  $\text{Ø}17,25\pm0,03$ .

Q2-12 : Exigence de l'enveloppe :

Q2-14 : Respect de la spécification :

.....

.....

.....

.....

.....



Q2-15 : Valeur de l'écrasement maximum des embouts néoprène.

Valeur de la force de serrage de chaque embout.

Démarche à indiquer à l'opérateur :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q2-16: Tenseur de cohésion dans la section A-A.

Q2-17 : Contrainte due au moment fléchissant dans la section A-A.

.....  
.....  
.....  
.....

Comparaison de cette contrainte avec la limite d'élasticité du matériau utilisé pour ce levier.

.....  
.....  
.....  
.....

Conclure en donnant le coefficient de sécurité.

.....  
.....  
.....  
.....