

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

Durée : 6 heures

Coefficient : 4

Session 2016

#### ORGANISATION DU DOSSIER

- un **SUJET** dans lequel se trouve le corps du devoir : pages 1/17 à 17/17.
- un **DOSSIER TECHNIQUE (DT)** contenant des documents spécifiques au support de l'étude : pages 1/8 à 8/8.
- un **DOSSIER RESSOURCES (DRS)** regroupant des documents extraits de catalogues fournisseurs, des dossiers de machines et autres : pages 1/13 à 13/13.
- un **DOSSIER REPONSES (DR)** à compléter et à rendre en fin d'épreuve avec la ou les copie(s) dans la chemise de présentation : pages 1/17 à 17/17.

#### 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.

Le dossier réponses est à compléter puis à rendre en fin d'épreuve inséré dans une feuille de copie EN

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

Session 2016

## DOSSIER TECHNIQUE

Contenu du dossier : 5 documents dont 2 formats A3

DT	Intitulé	Page(s)
DT1	Présentation du produit	2 à 4
DT2	Dessin d'ensemble	5 (format A3)
DT3	Nomenclature	6
DT4	Tête de réaction supérieure	7 (format A3)
DT5	Embout électrode	8

## Mise en situation du mécanisme :

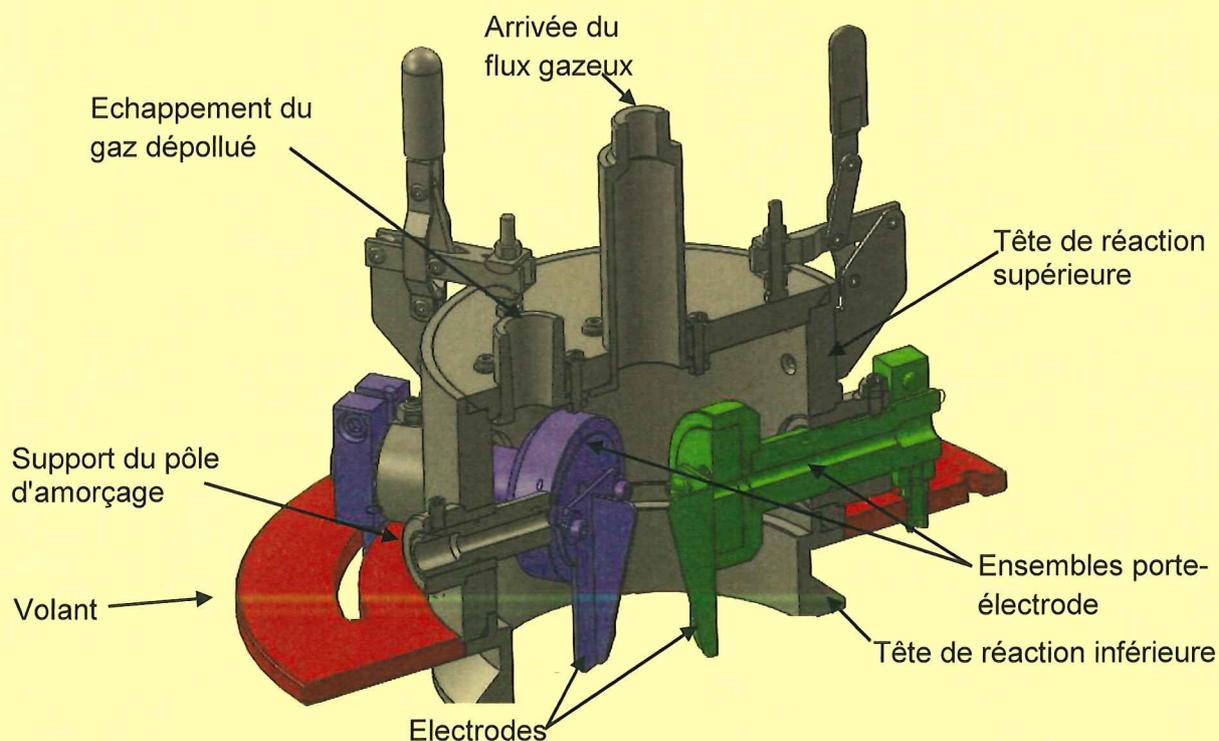
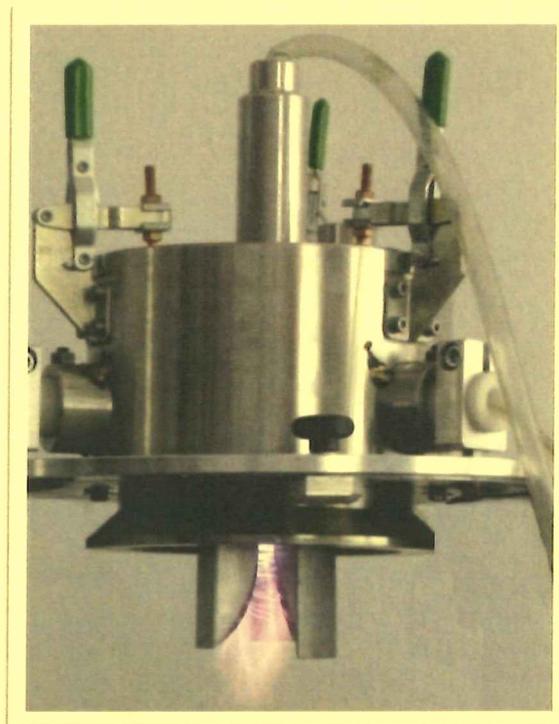
Le thème d'étude concerne un système de dépollution par arcs rampants qui a été développé par le LEICA\* de Rouen. Le système est en phase de pré-industrialisation, l'objectif étant de fabriquer une première série de 100 appareils en vue d'une diffusion auprès d'autres laboratoires dans le monde. Ce procédé de dépollution peut être utilisé de manière simple et efficace dans des conditions industrielles pour de nombreux secteurs d'activités (agroalimentaire, cosmétique, chimie, pétrochimie...).

\* Laboratoire d'Electrochimie Interfaciale et de Chimie Analytique

**NOTA :** le sujet peut se traiter entièrement sans comprendre le processus chimique décrit ci-dessous.

Un arc électrique établi entre deux électrodes divergentes (le dépollueur comprend trois électrodes utilisées successivement) est poussé par un flux gazeux dirigé selon l'axe des électrodes. Lorsque l'arc éclate à l'extrémité des électrodes, il donne naissance à un panache de plasma (état désordonné de la matière, voir photo) non thermique et se trouve remplacé par un nouvel arc selon un processus continu.

Ces opérations ont lieu à une pression proche de la pression atmosphérique et à une température presque ambiante. Selon le choix du gaz plasmagène, diverses réactions peuvent être réalisées et conduire à la dissolution de substances polluantes au sein du produit à traiter.



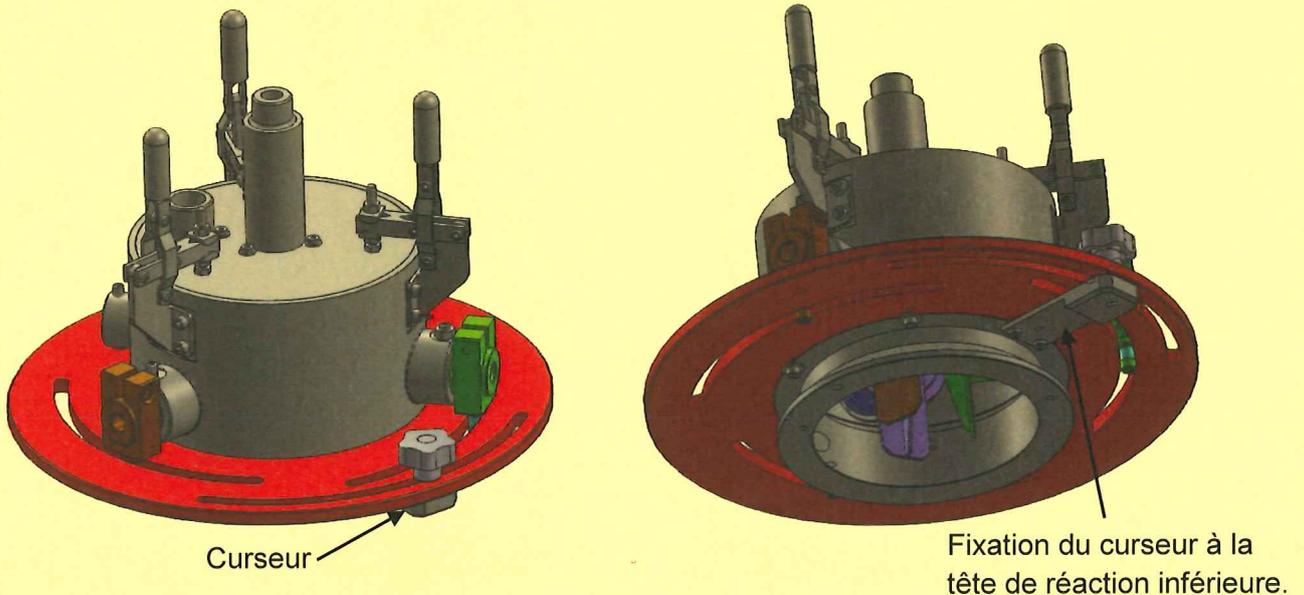
## Fonctionnement du mécanisme :

Les ensembles cinématiques du dépollueur sont colorés dans les vues des pages 1 et 2 de ce document technique (voir détail des pièces sur DT2 et DT3).

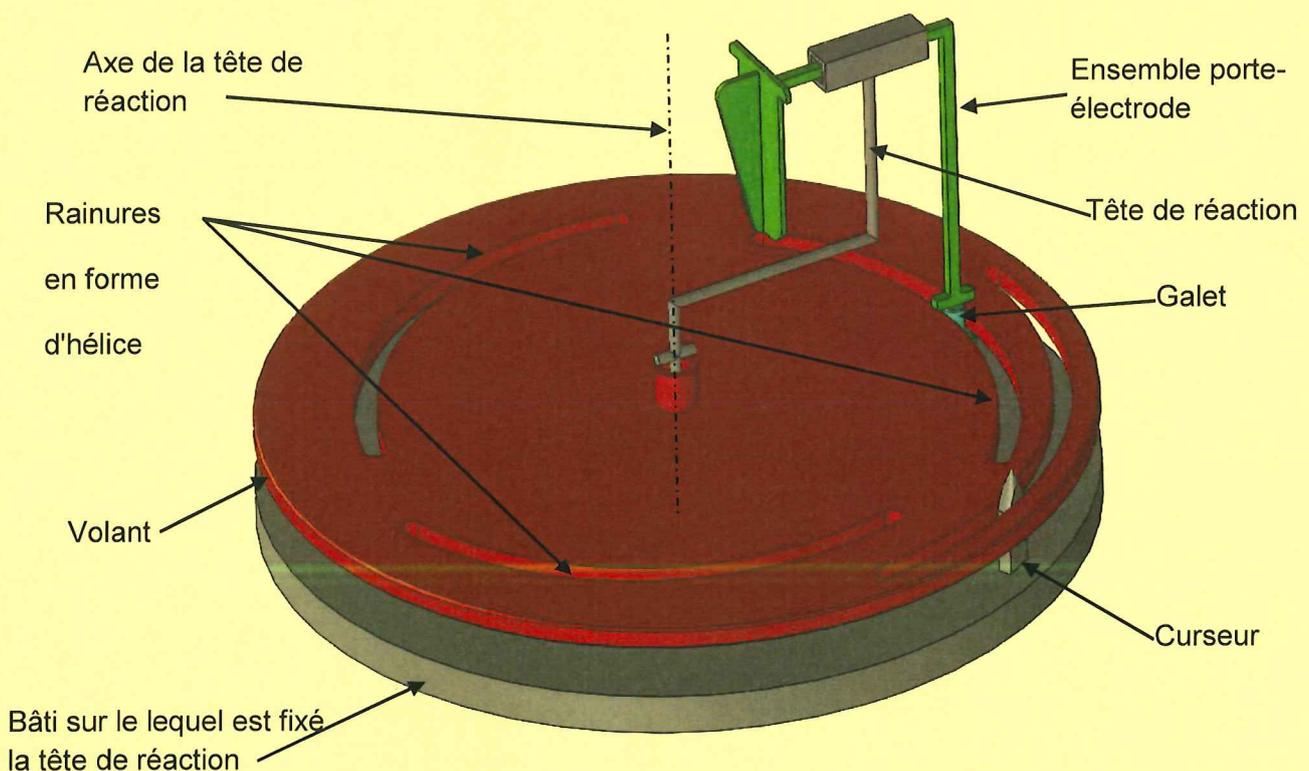
Suivant l'utilisation du dépollueur, l'intensité de l'arc électrique se règle par le positionnement radial des électrodes par rapport à l'axe de la tête de réaction.

Celles-ci sont montées sur un ensemble porte-électrode guidé en translation sur la tête de réaction. Ceux-ci sont mis en mouvement par la circulation de galets sur des rampes en forme d'hélice usinées sur un volant, lui-même guidé en rotation par rapport à la tête de réaction.

En fonctionnement, la tête de réaction est fixée sur un bâti, l'utilisateur imprime une rotation au volant en se référant à la position d'un curseur (qui permet également de bloquer le réglage) pour obtenir un déplacement et une position des électrodes.



Le schéma cinématique ci-dessous montre un seul ensemble porte-électrode. La tête de réaction, qui est en réalité une enceinte, y est représentée par un modèle filaire.



## Avantages du procédé :

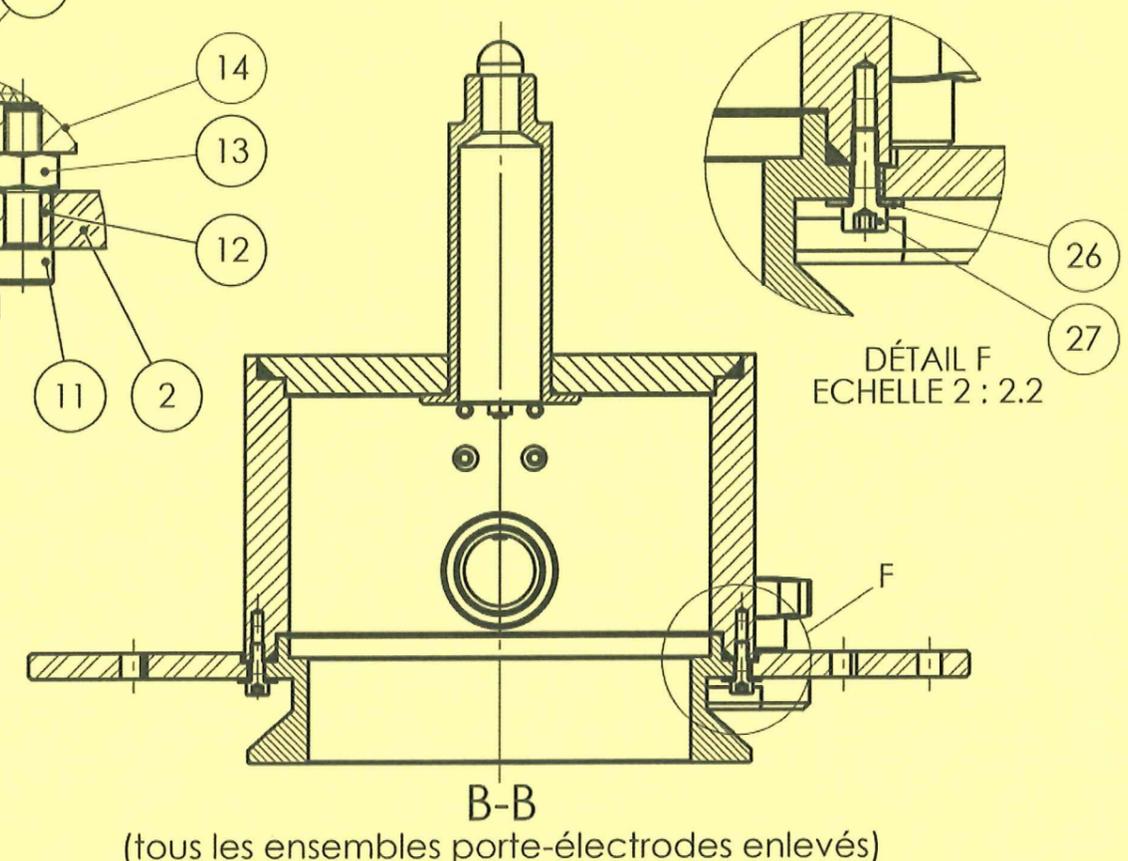
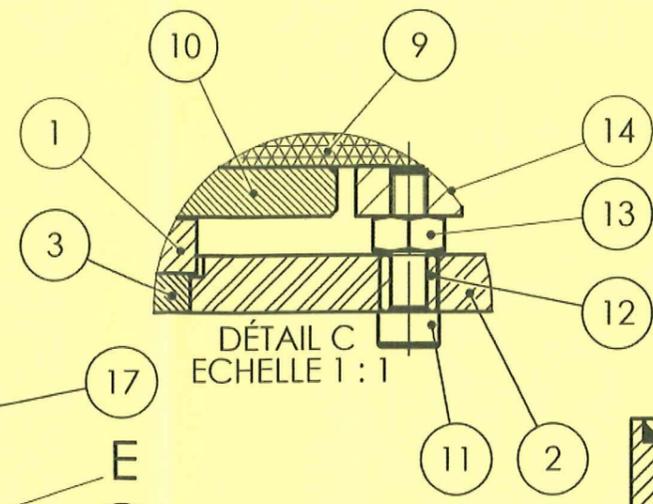
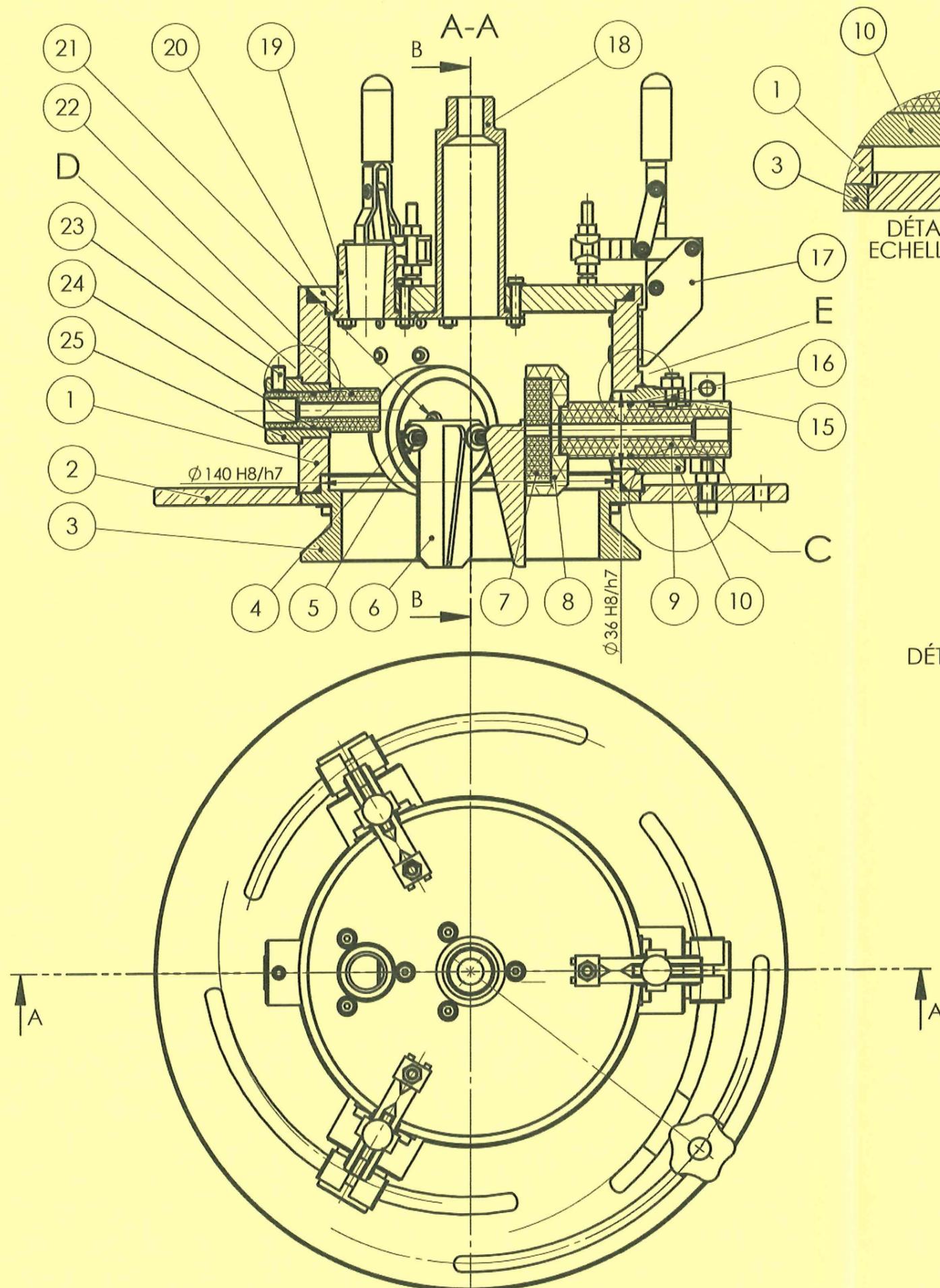
---

- Conditions d'emplois peu contraignantes car ce système s'utilise à température ambiante et à pression atmosphérique.
- Alimentation standard de 230 V et une source de gaz sous forme de compresseurs ou de bouteilles.
- Encombrement réduit et modulable.
- Vaste champ d'utilisation : testé avec succès sur de nombreux effluents industriels, ce procédé intéresse de nombreux secteurs industriels qui génèrent des effluents comportant une teneur notable en composés organiques : agro-alimentaire, pharmacie et cosmétique, industrie chimique et pétrochimique, colorants, peintures, bois.

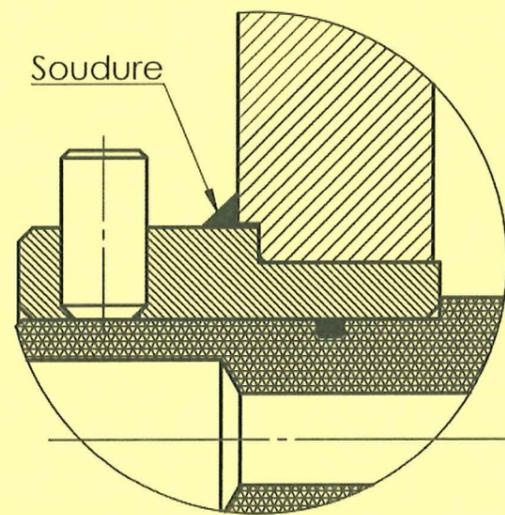
## Données techniques principales :

---

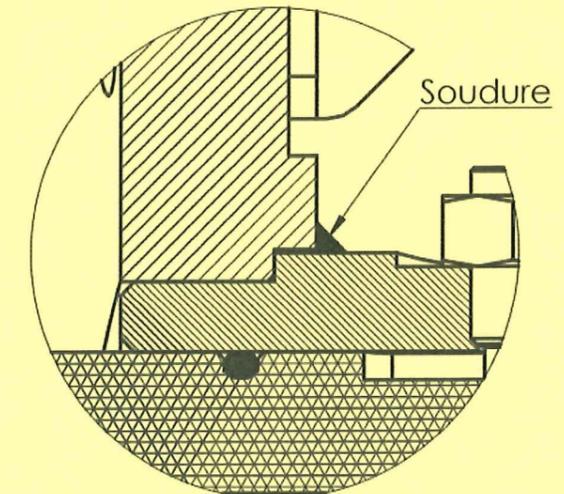
- Implantation de trois électrodes à 120° par rapport à l'axe de la tête de réaction avec une précision de 20'.
- Déplacement simultané des trois électrodes de manière concentrique autour de l'axe de la tête de réaction d'une distance allant de 2 à 13 mm de l'axe.
- Epaisseur minimum d'isolant entre l'électrode et la paroi de la tête de réaction de 20 mm.
- Le porte-électrode devra être maintenu en position au cours de la réaction.
- Interchangeabilité rapide des électrodes.
- Tête de réaction et couvercle seront en inox X2 Cr Ni 18-9
- Le fourreau pour le passage de l'électrode d'amorçage est placé 10 mm au-dessus du plan des portes électrodes.
- La base est conique : Hauteur : 16.5 mm Diamètre intérieur : 120 mm, afin de recevoir un récipient étanche.
- Diamètre du tube d'alimentation du gaz : 26 mm
- Echappement en forme de cône : Hauteur : 26 mm
- Diamètre du haut : 19 mm Diamètre du bas : 16 mm
- Tension de 10 kV à isoler.
- La précision de l'avance des électrodes est de l'ordre de 0,5 millimètre.
- Diamètre du fil d'amorçage du courant de 6 mm.



DÉTAIL D : ECHELLE 2 : 1



DÉTAIL E ECHELLE 2 : 1

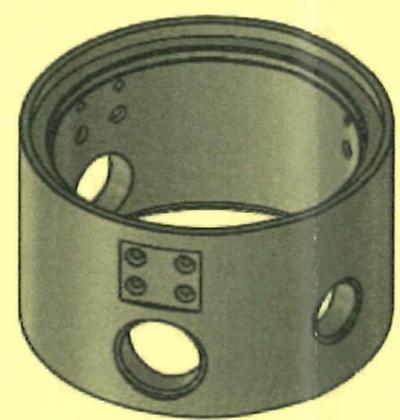
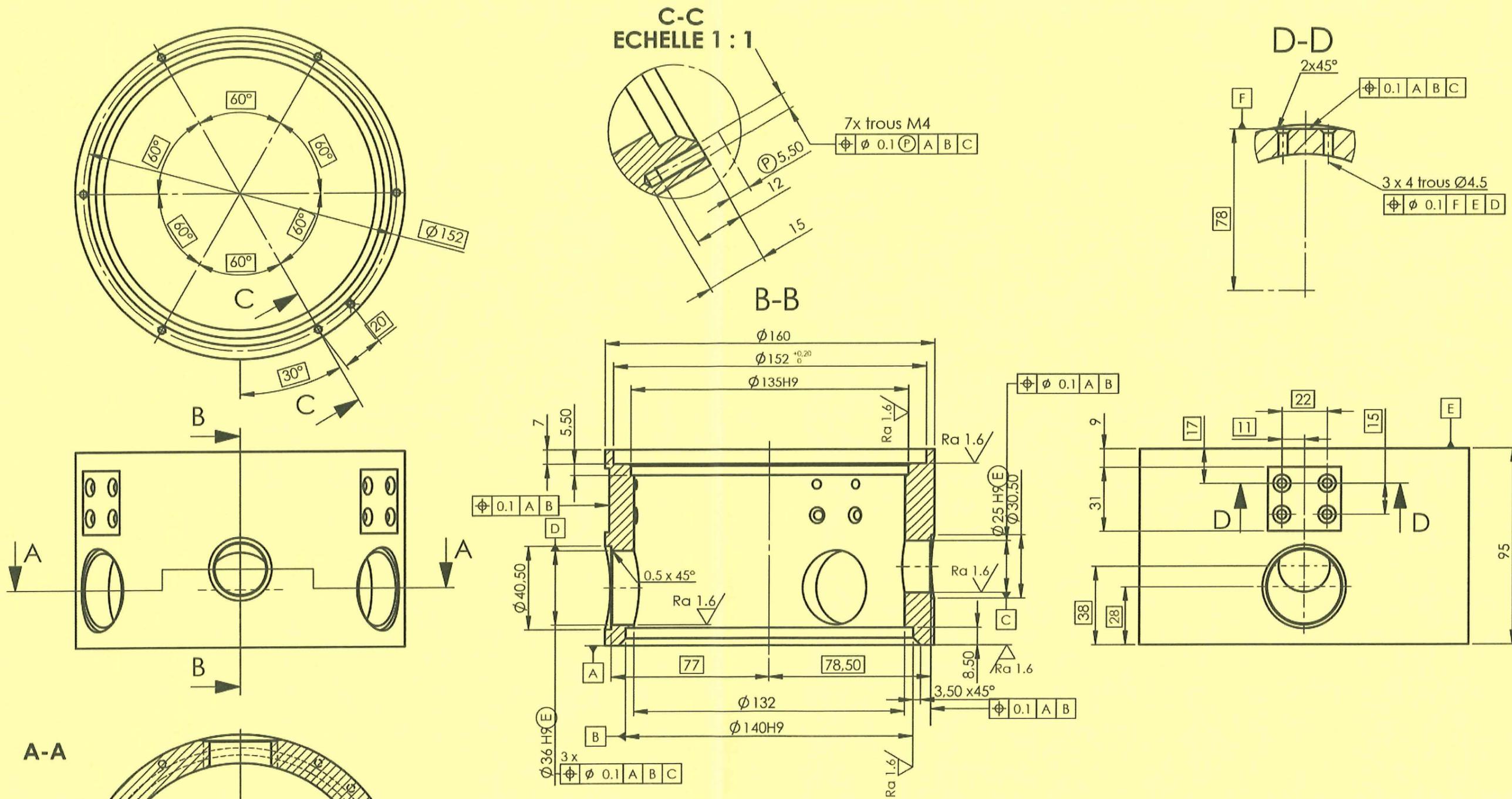


BTS IPM 2016		<b>DEPOLLUEUR</b>
IPE4EPR		
A3		<b>DOCUMENT TECHNIQUE DT2</b>
Echelle 1:2,2	Page 5/8	

## Nomenclature partielle

27	7	VIS A TETE HEXAGONALE CREUSE M4-12	COMMERCE
26	7	RONDELLE LL M4	COMMERCE
25	1	GUIDAGE PORTE AMORÇAGE	X2CRNI 18-9
24	1	JOINT TORIQUE	COMMERCE
23	1	VIS SANS TETE HEXAGONALE CREUSE M6-12	COMMERCE
22	1	PORTE AMORÇAGE	P.T.F.E.
21	6	VIS A TETE HEXAGONALE CREUSE M4-20	COMMERCE
20	1	COUVERCLE	X2CRNI 18-9
19	1	ECHAPPEMENT	X2CRNI 18-9
18	1	TUBE D'ENTREE	X2CRNI 18-9
17	3	SAUTERELLE	COMMERCE
16	3	JOINT TORIQUE	COMMERCE
15	3	VIS SANS TETE HEXAGONALE CREUSE A TETON LONG M6-16	COMMERCE
14	3	PORTE-GALET	EN AW-2017
13	6	ECROU HEXAGONAL M6	COMMERCE
12	3	GALET	CC333G
11	3	VIS A TETE HEXAGONALE CREUSE M5-20	COMMERCE
10	3	GUIDAGE PORTE-ELECTRODE	X2CRNI 18-9
9	3	PORTE-ELECTRODE	P.T.F.E.
8	3	FIXATION ELECTRODE	P.T.F.E.
7	3	EMBOUT ELECTRODE	P.T.F.E.
6	3	ELECTRODE	
5	6	VIS A TETE HEXAGONALE CREUSE M4-16	COMMERCE
4	6	RONDELLE LL M4	COMMERCE
3	1	TETE DE REACTION INFERIEURE	X2CRNI 18-9
2	1	VOLANT	EN AW-2017
1	1	TETE DE REACTION SUPERIEURE	X2CRNI 18-9
<b>REPERE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>MATERIAUX</b>

BTS IPM 2016		<h1>DEPOLLUEUR</h1>
IPE4EPR		
A 4		NOMENCLATURE PARTIELLE



Matière : X2 Cr Ni 18-9  
 Brut : D160 d132  
 Quantité / Ensemble : 1      Tolérances générales : ISO 2678 m-K

BTS IPM 2016		<b>TETE DE REACTION SUPERIEURE</b>
IPE4EPR		
A3		<b>DEPOLLUEUR</b>
Echelle 1:2	Page 7/8	<b>DOCUMENT TECHNIQUE DT4</b>



# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

Session 2016

## DOSSIER SUJET

#### Sommaire :

Partie A – Etude de la relation « Produit – Procédé – Processus prévisionnel » : page 2/17 – 10/17.

Partie B – Spécification technique : page 11/17 – 17/17.

TEMPS CONSEILLÉ POUR LA LECTURE : 25 min

TEMPS CONSEILLÉ PAR PROBLÉMATIQUE :

<b>PROBLÉMATIQUE N°</b>	<b>TEMPS CONSEILLÉ</b>
1	15 MIN
2	10 MIN
3	25 MIN
4	25 MIN
5	80 MIN
6	90 MIN
7	90 MIN

## PARTIES INDÉPENDANTES

**IMPORTANT : avant d'aborder le sujet, il est indispensable de prendre connaissance du fonctionnement du dépollueur DT1**

## **PARTIE A : Relation Produit-Procédé-Matériau**



### **1- Problématique : Comment installer les porte-électrodes dans le dépollueur ?**

L'étude est centrée sur le montage des trois ensembles porte-électrode (voir vue éclatée et montée d'un ensemble porte-électrode sur le Document Réponse DR1) dans la tête de réaction. Le document ressource DRS1 montre des images de simulations sous logiciel informatique du montage des ensembles porte-électrode dans la tête de réaction.

Pour des raisons évidentes d'accessibilité, on souhaite réaliser le plus possible de montage de pièces hors de la tête de réaction.

Par ailleurs, la production des arcs électriques provoque une usure des électrodes. Le concepteur a donc prévu la possibilité d'un changement rapide de celles-ci.

#### **Question 1 (répondre sur le DR1) :**

Le document ressource DRS1 montre qu'il est intéressant de commencer le montage par un ensemble porte-électrode complet. En vous aidant également du DT1, DT2 et du DT3. On notera que les deux autres porte-électrodes devront être assemblés en plusieurs fois sur la tête de réaction supérieure.

- Terminer la gamme de montage des deux autres porte-électrodes.



### **2 – Problématique : Quel matériau choisir ?**

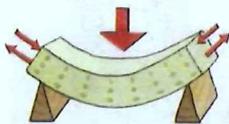
Le fonctionnement du dépollueur impose d'isoler électriquement les électrodes de la tête de réaction. Par ailleurs, même si l'on est en présence d'un plasma froid lors de la réaction chimique, les électrodes subissent des échauffements importants.

Contraintes liées aux 3 porte-électrodes :

- Une bonne isolation électrique avec la tête de réaction.
- Plongées dans une température maxi de 300°C.
- Bonne usinabilité.
- Un état de surface et un facteur de frottement avec l'acier inoxydable ne conduisant pas à un arc-boutement (coincement) des porte-électrodes dans leur guidage.
- Coût réduit.

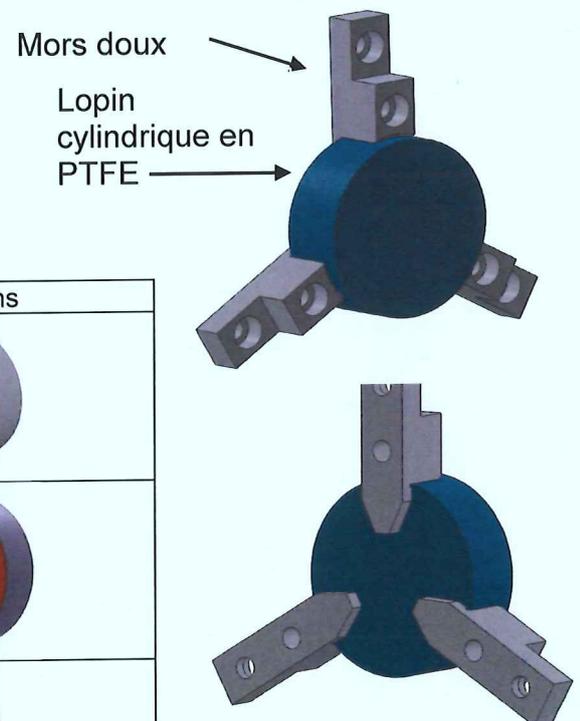
**Question 2 (répondre sur les DR2 et DR3) :**

- **2.1** : Après lecture du graphe 1 (voir document réponse DR2) issu du logiciel CES4, indiquer les cinq matériaux les plus aptes à répondre aux deux premières contraintes.
- **2.2** : Le tableau sur le DR2 compare les matériaux figurant sur le graphe 1 en fonction de certains critères liés au cahier des charges ci-dessus (une étude mécanique a permis de valider le problème d'arc-boutement cité plus haut). Après lecture de ce tableau, indiquer sur le DR2 les trois matériaux retenus.
- **2.3** : Après lecture du graphe 2 du document réponse DR3 issu du logiciel CES4, choisir le matériau qui convient le mieux à la problématique 2.



**3 – Problématique : Les déformations engendrées par le bridage de l'embout sont-elles trop importantes ?**

Nous nous intéressons désormais à la réalisation de l'alésage intérieur  $\varnothing 48H9 \text{ (E)}$  de l'embout (voir document technique DT5 et l'extrait d'APEF ci-dessous).



Phases	Opérations	Machines Outillage	Observations
10	Sciage	Brut $\varnothing 60 \times 23$	
20	Tournage	Tour CN 3 axes	
30	Tournage	Tour CN 3 axes	

Cet alésage est usiné lors de la phase 20 sur tour CN 3 axes : le lopin cylindrique de téflon est fixé à l'aide de trois mors doux à  $120^\circ$  (voir ci-dessus).

Les efforts de coupe imposent un serrage de ces mors à 350 N, ce qui provoque une déformation du lopin cylindrique de téflon. Ce phénomène a été modélisé sur logiciel de calculs par éléments finis et les résultats sont donnés dans le document réponse DR4 selon trois vues.

**Question 3 (répondre sur le DR4) :**

- **3.1** : Sur le DT5, quelle exigence impose le symbole  $\textcircled{E}$  ?
- **3.2** : Traduire cette exigence sous la forme d'un schéma.

**Question 4 (répondre sur le DR4) :**

Dans une première approche, nous nous intéresserons aux déformations du lopin au niveau du plan d'étude indiqué sur le document réponse DR4.

- **4.1** : Sur la figure 1 est donnée une vue de face du lopin bridé entre les trois mors, au niveau du plan d'étude (les déformations sont exagérées) : dessiner dans cette vue l'alésage intérieur  $\varnothing 48$  usiné en tournage lors de la phase 20.
- **4.2** : Sur la figure 2, dessiner ce même alésage lorsque le bridage est relâché.
- **4.3** : On donne :  $\varnothing 48H9 \left( \begin{smallmatrix} +0.062 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ . Au vu des résultats donnés par le logiciel, restet-on dans les exigences de la cotation pour l'alésage (répondre en justifiant)?



**4 – Problématique : Quelle pression de serrage faut-il régler sur le mandrin du tour 3 axes ?**

Nous poursuivons notre questionnement sur la réalisation de l'alésage intérieur  $\varnothing 48H9 \textcircled{E}$  de l'embout (voir document technique DT5).

Il s'agit alors de calculer la pression de consigne (voir vue en coupe et fonctionnement du mandrin hydraulique GAMET sur document ressource DRS2) à indiquer sur le tour 3 axes lors du bridage de la pièce.

Pour cela, nous allons appliquer le principe fondamental de la statique sur l'un des trois culbuteurs du mandrin GAMET.

**Hypothèses d'étude (voir document réponse DR5) :**

- le poids des pièces est négligé devant les autres actions mécaniques,
- les liaisons sont parfaites,
- le problème, considéré sur un seul culbuteur, se ramène à un problème plan.

**Bilan d'actions mécaniques extérieures agissant sur le culbuteur. Il comporte :**

- l'effort de bridage de chaque mors sur le lopin de téflon est de 350 N. Il en résulte une action du mors sur le culbuteur modélisable par le torseur d'actions suivant :

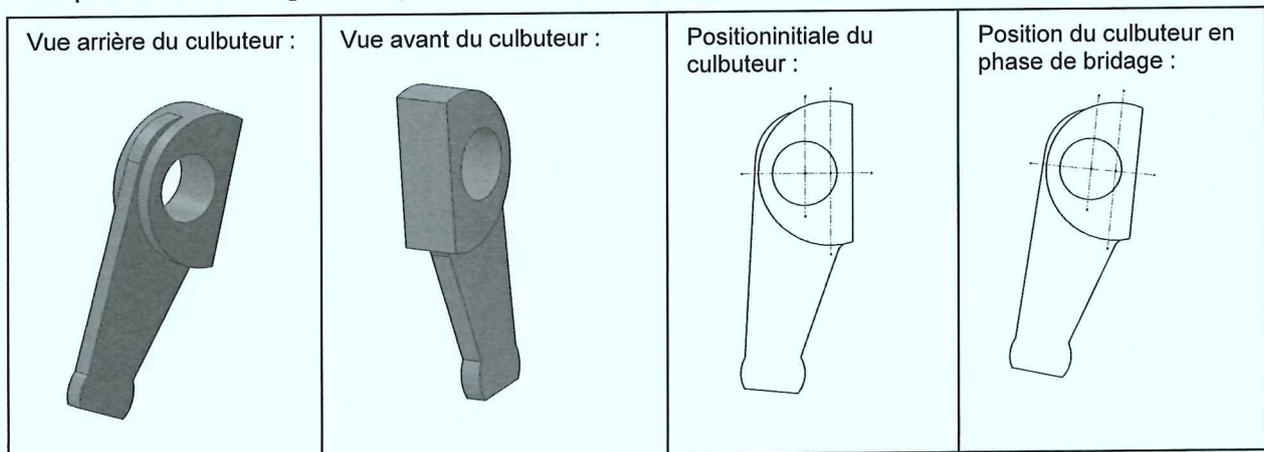
$$\{T_{Mors \rightarrow Culbuteur}\} = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{l} \vec{A}_{Mors \rightarrow Culbuteur} = 350 \vec{y} \\ \vec{0} \end{array} \right\}}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} \quad (\text{Unités :}) \\ (N, N.mm)$$

- l'action du piston sur le culbuteur modélisable par le torseur d'actions suivant :

$$\{T_{Piston \rightarrow Culbuteur}\} = \underset{B}{\left\{ \begin{array}{l} \vec{B}_{Piston \rightarrow Culbuteur} = -X_B \vec{x} \\ \vec{0} \end{array} \right\}}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} \quad (\text{Inconnue :}) \\ X_B$$

- l'action de l'axe du corps du mandrin sur lequel le culbuteur est monté en liaison pivot d'axe  $(O, \vec{z})$ . Elle est donc modélisable par un torseur glisseur au point O.

Le document réponse DR5 présente l'un des trois culbuteurs en liaison pivot avec le corps, soumis aux deux actions décrites dans le bilan d'actions mécaniques extérieures, en phase de serrage du lopin de téflon.



**Question 5 (répondre sur le document réponse DR5) :**

- **5 :** Traduire le bilan d'actions mécaniques ci-dessus en données géométriques en complétant le tableau du document réponse DR5 (certaines cases restent non complétées).

**Question 6 (répondre sur le document réponse DR5) :**

- **6.1 :** Tracer alors les données connues sur la figure du document réponse DR5.
- **6.2 :** En déduire la direction (ajouter un point sur la figure si nécessaire) de  $\vec{O}_{Corps \rightarrow Culbuteur}$  en justifiant votre réponse.

- **6.3** : Tracer alors le dynamique des efforts pour trouver  $\|\vec{B}_{Piston \rightarrow Culbuteur}\|$  et  $\|\vec{O}_{Corps \rightarrow Culbuteur}\|$ .

**Question 7 (répondre sur le DR5) :**

- **7.1** : Calculer le module de l'effort total  $\|\vec{P}_{3Culbuteurs \rightarrow piston}\|$  des trois culbuteurs sur le piston du mandrin.
- **7.2** : Sachant que le diamètre du piston du mandrin est de 20 mm, calculer la pression à instaurer au niveau du piston pour générer cet effort.



**5 – Problématique : Quel est le meilleur compromis économique ?**

La dépollution générant une "suroxydation" du milieu ambiant, toutes les pièces métalliques seront constituées d'un acier inoxydable. Le choix retenu par le bureau d'études repose sur un alliage X2 Cr Ni 18-9.

**Question 8 (répondre sur le DR6) :**

- **8.1** : Indiquer dans quel type d'acier entrent les aciers inoxydables (acier fortement allié ou faiblement allié).
- **8.2** : Définir la composition chimique normalisée du X2 Cr Ni 18-9.
- **8.3** : Mentionner quel(s) élément(s) de cet alliage permet(tent) la protection contre la corrosion.

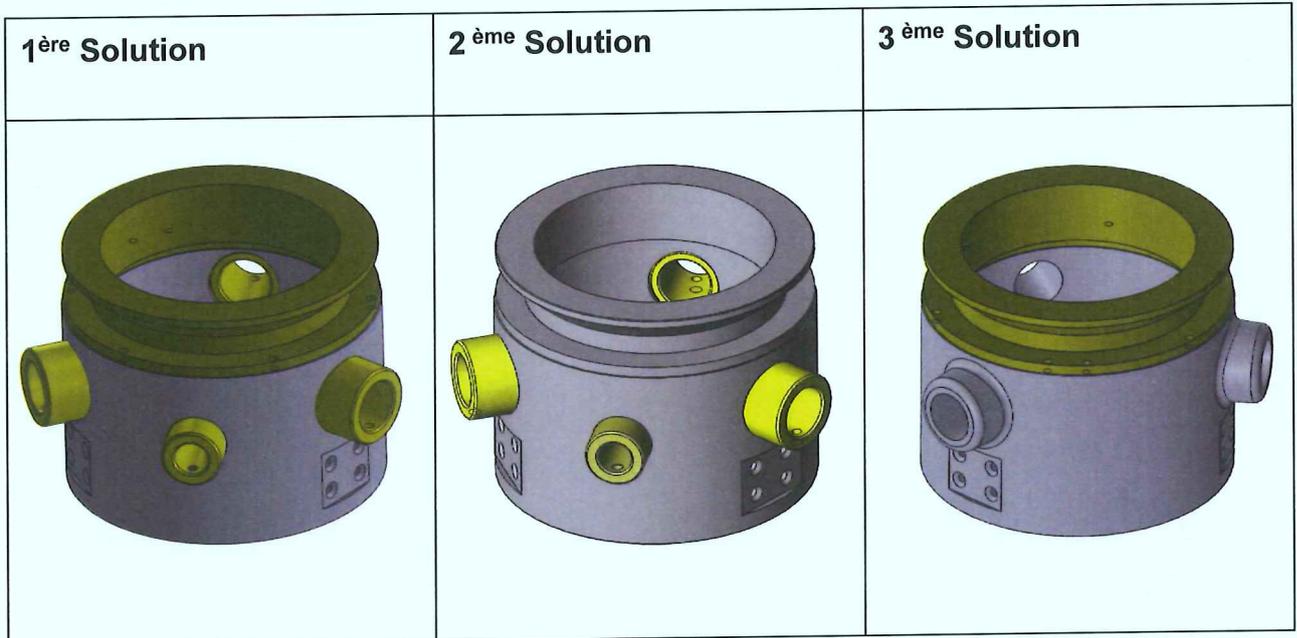
**En concertation avec le bureau des méthodes, 3 solutions ont été retenues pour la fabrication du sous-ensemble composé des pièces : 1, 3, 10, 25.**

**1<sup>ère</sup> solution** : Fabrication de la tête de réaction supérieure (1) dans un brut tubulaire, en conformité avec les DT2 et DT3. Les pièces (3), (10) et (25) sont usinées à part puis assemblées sur la tête de réaction supérieure (les pièces (10) et (25) sont soudées sur (1)).

**2<sup>ème</sup> solution** : Regroupement des 2 têtes de réaction (1) et (3) en une seule et même pièce réalisée de façon monobloc dans un brut tubulaire. Les pièces (10) et (25) sont usinées à part puis soudées sur la tête de réaction supérieure.

**3<sup>ème</sup> solution** : Fabrication de la tête de réaction supérieure (1) par moulage intégrant les pièces (10) et (25). La tête de réaction inférieure (3) est usinée à part puis assemblée sur la tête de réaction supérieure (1).

L'objectif de cette étude est de valider la solution la plus économique :



### ÉTUDE COMPARATIVE DES 2 PREMIÈRES SOLUTIONS

Dans les 2 premières solutions, les têtes de réactions (1) et (3) sont usinées à partir de tube en inox dont les données sont fournies sur le DRS3.

**Question 9 (répondre sur le DR6) :**

- **9.1** : Dans la première solution, expliquer comment est réalisée la liaison complète démontable entre les têtes de réaction inférieure et supérieure. Vous préciserez les numéros de pièces associées à cette liaison.
- **9.2** : Dans les deux premières solutions, expliquer comment est réalisée la liaison encastrement (mise en position et maintien en position) entre les guidages porte-électrodes **10** et la tête de réaction supérieure **1**. Nota : la liaison encastrement entre le guidage porte-amorçage **25** et la tête de réaction supérieure **1** est réalisée suivant le même principe. Vous préciserez les numéros de pièces associées à chacune des liaisons.
- **9.3** : Citer quels avantages laissent présager les solutions n°2 et n°3 par rapport à la première solution (DR6).

**Question 10 (répondre sur le DR7) :**

- **10.1** : En fonction du matériau retenu, des données ci-dessous et du DRS3, sélectionner les tubes compatibles avec ces 2 solutions.

1 <sup>ère</sup> solution	Volume pièce finie (en mm <sup>3</sup> )	Pièces finies			REMARQUES
		Ø Extérieur	Ø Intérieur	Longueur	
Tête de réaction supérieure	497769	160	132	95	Les surfaces intérieures et extérieures de la pièce n'étant pas fonctionnelles, elles peuvent rester brutes.
Tête de réaction inférieure	171600	158	122	40	La surface intérieure n'étant pas fonctionnelle, elle peut rester brute.

2 <sup>ème</sup> solution	Volume pièce finie (en mm <sup>3</sup> )	Pièces finies			REMARQUES
		Ø Extérieur	Ø Intérieur	Longueur	
Tête de réaction monobloc	672204	160	122	127	Les surfaces intérieures et extérieures de la pièce n'étant pas fonctionnelles, elles peuvent rester brutes.

- **10.2** : Déterminer la longueur de débit des pièces brutes. On prendra une marge de 2 mm par rapport aux longueurs des pièces finies.
- **10.3** : Déterminer le volume des pièces brutes.

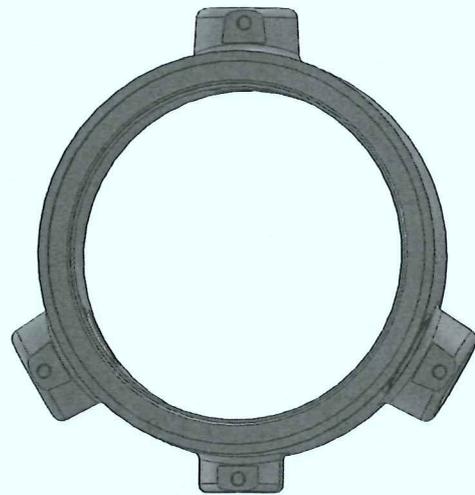
A partir des données ci-dessous :

- coût horaire usinage CN : 65 € / h,
- débit moyen de copeaux : 500 mm<sup>3</sup>/s (valeur indicative utilisée dans l'entreprise pour effectuer les devis pour les usinages classiques sur MOCN),
- coût du sciage par pièce : 3 €,
- coût pièce brute :
  - tête de réaction supérieure (solution 1) : 63 €,
  - tête de réaction inférieure (solution 1) : 22 €,
  - tête de réaction monobloc (solution 2) : 85 €,
- coût de fabrication et de soudage des pièces 10 et 25 : 160 €.

- **10.4** : Déterminer le temps puis le coût d'usinage des 2 solutions.
- **10.5** : En fonction du coût du sciage, du coût du brut et des 4 pièces rapportées (pièces (10) et (25)), calculer le coût total par pièce.
- **10.6** : En conclusion, quelle solution semble la plus économique ?

### ÉTUDE DE LA 3<sup>ème</sup> SOLUTION

On envisage une solution par moulage au sable pour la tête de réaction supérieure de la troisième solution. On intègre alors 4 bossages dans celle-ci, afin d'éviter de fabriquer les 3 guidages porte-électrodes (repère (10) dans le DT3) et le guidage porte amorçage (repère (25) sur le DT3). Voir ci-dessous :



#### **Question 11 (répondre sur le DR8) :**

A l'aide des données suivantes :

- Dépouilles : 5%,
- Diamètre minimum des noyaux : 20mm,
- Surépaisseur d'usinage : 3mm.

#### ➤ **11.1** : Déterminer :

- La forme du bossage remplaçant le porte amorçage (25).
- Les surépaisseurs d'usinage (en vert).
- Les dépouilles (en bleu).
- Le noyau (en noir).

#### **Remarque :**

- $\varnothing$  intérieur du bossage réalisant le porte amorçage = 16 mm
- $\varnothing$  intérieur du bossage réalisant les porte-électrodes = 26 mm
- On exagèrera les valeurs des dépouilles de façon à les mettre en évidence.

On envisage également une solution tout moulé, des pièces (1)-(3)-(10)-(25), représentées en bas du document DR12.

- **11.2** : Expliquer quels problèmes posent cette solution de moulage.
- **11.3** : Proposer des solutions pour remédier à ces problèmes.

## ÉTUDE COMPARATIVE

**Question 12 (répondre sur le DR9) :**

- **12.1** : À partir des données ci-dessous, définir l'expression littérale du prix de revient du procédé par moulage que l'on notera « PRM » :
  - C : Conception du modèle, des boîtes à noyaux et des plaques modèles → 3500 €.
  - M : Prix de la matière première → 9 €/kg.
  - P : Poids total de la pièce moulée avant ébarbage → 14 kg.
  - F : Taux horaire moyen fonderie → 50 €/h.
  - T<sub>m</sub> : Temps de réalisation par pièce (moulage + fonderie + ébarbage) → 75 min.
  - T<sub>u</sub> : Temps d'usinage tête de réaction supérieure et inférieure (1,3) → 30 min.
  - C<sub>u</sub> : Coût horaire usinage → 65 €.
  - N : Série → 100 pièces.

- **12.2** : À partir des données ci-dessous, définir l'expression littérale du prix de revient du procédé par usinage que l'on notera « PRU ».

Remarque : Afin de simplifier l'étude comparative, on ne retient que la meilleure solution obtenue par usinage.

- C<sub>g</sub> : coût global de la solution par usinage estimé à 275 €/ensemble. Ce prix correspond à l'usinage des pièces complètes avec les 4 porte-électrodes assemblés et soudés.
  - N : Série → 100 pièces.
- 
- **12.3** : Au regard de la série envisagée, tracer les droites associées à PRM et PRU, puis déterminer le seuil de rentabilité de la solution par fonderie.

# PARTIE B : Étude et amélioration du processus d'usinage



## 6 – Problématique : Comment optimiser la fabrication de la tête de réaction supérieure ?

*S'agissant d'une commande urgente et « indépendamment » de la solution retenue dans la partie A, cette étude portera essentiellement sur la fabrication de la tête de réaction supérieure liée à la solution n°1.*

Une première difficulté réside dans la fabrication des 7 trous M4 (repère 18 – DRS6).

### Question 13 (répondre sur le DR10) :

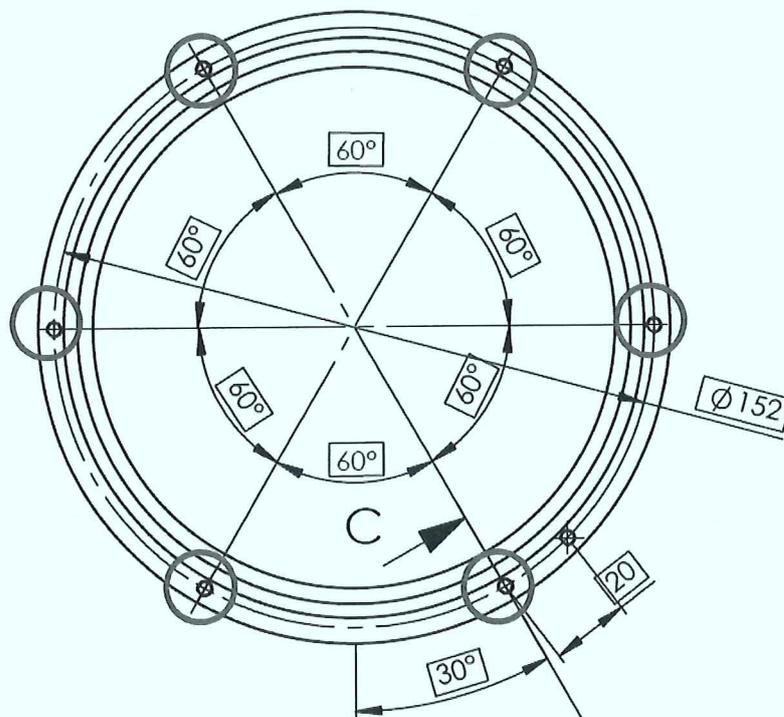
A l'aide du dessin de définition de la tête de réaction supérieure DT4 et du DRS11 :

- Analyser, au sens de la norme, la spécification suivante :

7 x trous M4

	$\varnothing 0.1 (P)$	A	B	C
--	-----------------------	---	---	---

**Remarque** : Vous pouvez limiter l'étude de cette localisation aux 6 trous taraudés entourés ci-dessous



On se propose de réaliser le contrôle de cette spécification sur une MMT.

**Question 14 (répondre sur le DR11) :**

- Sur la pièce vue en coupe, hachurer les surfaces à palper représentant les éléments de référence puis les nommer en respectant la symbolisation (exemple pour un plan : PL1).
- Entourer la (ou les) branche(s) du palpeur nécessaire à ces opérations.
- Construire le repère de dégauchissage matérialisant les références spécifiées.

**Question 15 (répondre sur le DR11) :**

- A l'aide d'un croquis, proposer une solution pour matérialiser le palpement des éléments tolérancés projetés (les axes à contrôler sont déportés de 5,5 mm, voir coupe C-C du document DT4 et DRS11).

**Question 16 (répondre sur le DR11) :**

- Expliquer le symbole Ra 1.6 porté sur l'alésage Ø25H9 et proposer un moyen pour contrôler cette spécification.
- Proposer un moyen de contrôle pour l'alésage Ø25H9.
- Proposer une solution pour contrôler l'exigence de l'enveloppe  $\textcircled{E}$ .

En fonction du parc machine, une première étude a permis d'établir 2 gammes de fabrication pour cette pièce (DRS4-DRS5) dont la désignation des différentes surfaces à réaliser se trouve sur le document DRS6.

## APEF n°1

**Question 17 (répondre sur le DR12) :**

Sur l'avant-projet de fabrication n°1, la phase 50 permet de réaliser ces 7 trous taraudés en ph50.

- **17.1** : Définir la mise en position isostatique (première partie de la norme) qui permettrait de respecter cette localisation.
- **17.2** : Expliquer en quoi cette mise en position pose un problème pour l'usinage de ces 7 trous taraudés sur un centre d'usinage vertical.

Cette phase pourrait être réalisée sur une perceuse sensitive accompagnée d'un bras de taraudage. Sur le document DRS11 figure un schéma de principe d'une solution d'un porte pièce utilisable sur machine conventionnelle.

- **17.3** : Donner les spécificités de ce porte pièce (guidage des outils, position de la pièce...).

# APEF n°2

## Question 18 (répondre sur le DR12) :

Sur cet APEF, les 7 trous taraudés sont réalisés en ph30 sur un tour CN 3 axes.

- **18.1** : Donner les avantage(s) et les inconvénient(s) de cette solution par rapport à la première.
- **18.2** : Quelle(s) machine(s) nous permettrait(ent) d'éviter les problèmes évoqués dans ces deux solutions ?

## Question 19 (répondre sur le DR13) :

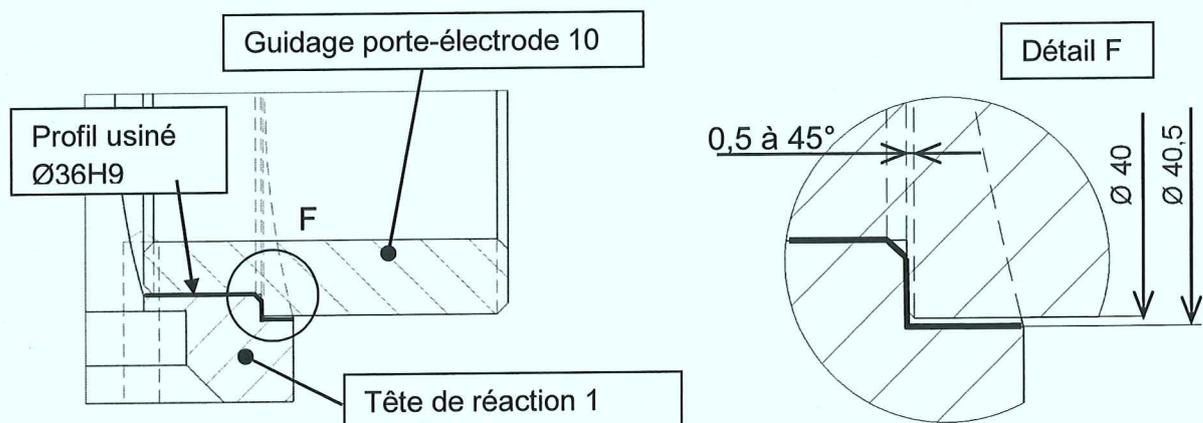
Le service méthode décide d'opter pour la 2<sup>ème</sup> solution (APEF n°2).

Afin d'éviter les contraintes liées à la cotation des 7 trous taraudés, il décide, en concertation avec le bureau d'études, d'ajouter un alésage sur la surface 7 (voir DR13) pour faciliter la mise en position de la pièce en ph40. Un locating sera placé dans cet alésage afin de permettre le respect de la contrainte de localisation des 7 trous taraudés.

- Indiquer sur le DR13, la cotation permettant de valider cette solution en vous inspirant de la cotation initiale. La valeur de la tolérance sera nécessairement plus précise que celle employée initialement.

## Question 20 (répondre sur le DR14) :

Une autre difficulté, réside dans l'usinage des 3 logements usinés en ph40. Ceux-ci doivent recevoir les 3 porte-électrodes et le porte amorçage matérialisés par les 3 alésages  $\varnothing 36H9$  et celui du  $\varnothing 25H9$ . Ici on ne s'intéressera qu'aux 3 alésages  $\varnothing 36H9$  et à leuramage  $\varnothing 40,5$ .



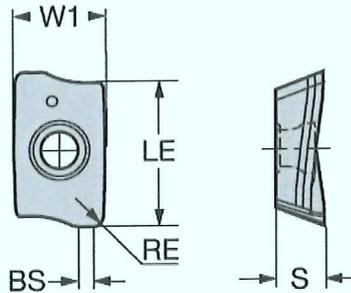
**Opération n° 1** : Le service méthode décide de réaliser un perçage afin d'ébaucher les 3 alésages. Il possède pour cela d'un foret à plaquettes CoroDrill-880 de  $\varnothing 20$ .

A partir des documents ressources DRS7 (norme DIN), DRS8 :

- **20.1** : Déterminer la nuance prioritaire des plaquettes à utiliser.
- **20.2** : Déterminer la plage, les conditions de coupe de cette opération.
- **20.3** : Expliquer l'intérêt d'utiliser une plaquette revêtue.

**Opération n° 2** : Pour réaliser l'alésage et le lamage, le service méthode envisage d'utiliser une fraise à plaquettes, CoroMill 390 pour épaulement, présente dans l'entreprise.

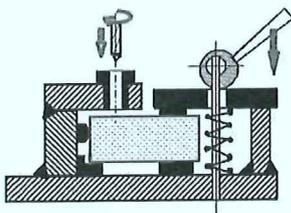
Cette fraise reçoit 3 plaquettes dont le schéma est donné ci-dessous :



- **20.4** : En vous aidant du détail F de la page précédente, calculer le rayon de plaquette maximum admissible RE afin de respecter l'assise du Rep10 sur le Rep1 dans le lamage. En déduire le rayon pouvant être retenu. Vous noterez la présence d'un chanfrein (0,5 à 45°) sur la pièce repère 10 (guidage porte électrode).

L'outil retenu pour cette opération doit aussi réaliser les 3 alésages en plongée hélicoïdale.

- **20.5** : Représenter sur les 2 vues, la trajectoire du « parcours centre-outil » pour la réalisation en « ébauche » d'un alésage  $\varnothing 36H9$  en précisant :
  - Les points de passage de l'outil.
  - Avance rapide → trait pointillé bleu.
  - Avance travail → trait continu vert.
  - Le sens de l'usinage (travail en avalant prioritaire).



modulaire Norelem.

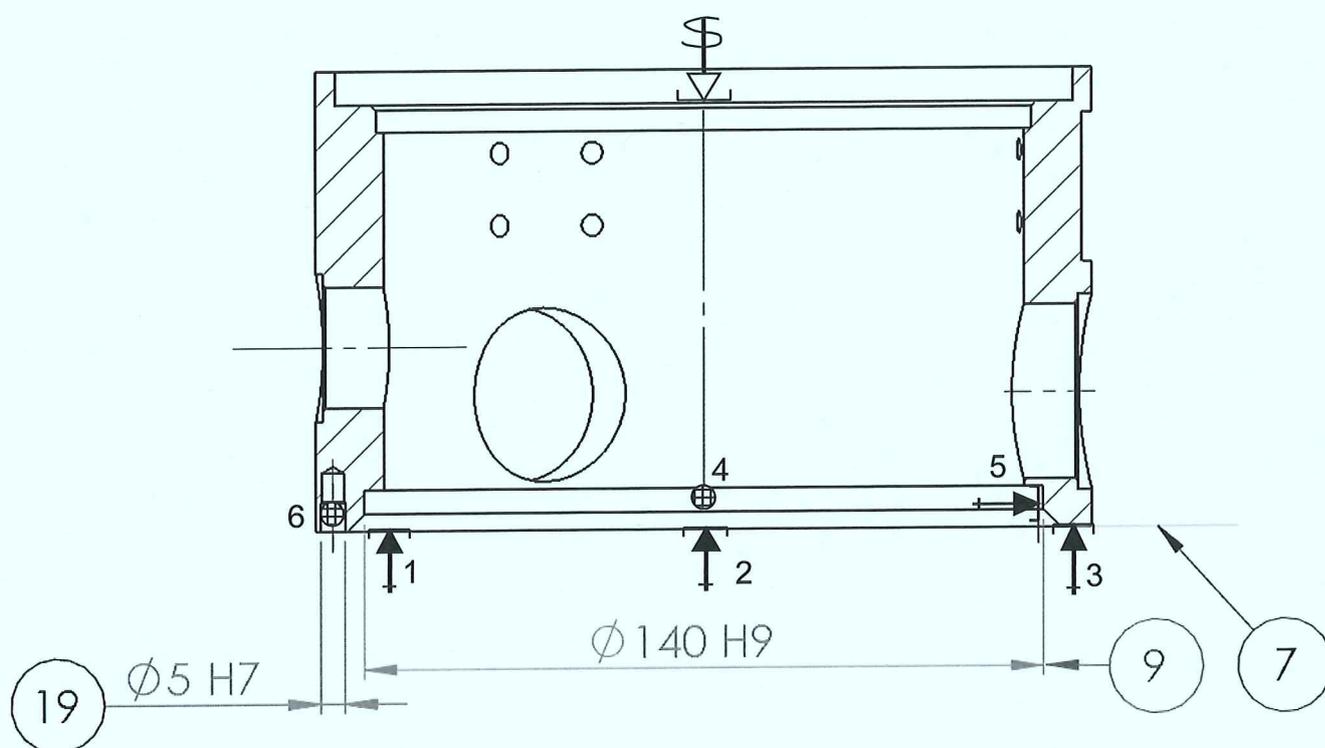
## 7 – Problématique : Quel porte-pièce peut permettre de réaliser la ph40 de la tête de réaction ?

Dans le cadre de la pré-industrialisation, le service méthode se propose de réaliser un porte-pièce pour la phase 40 de l'A.P.E.F N°2 de la tête de réaction supérieure (1) à partir d'une plaque

Au regard de la taille de la série, l'objectif est de minimiser l'investissement des moyens de production. Une pièce usinée sera rapportée sur cette plaque modulaire afin de réaliser la MIP de la tête de réaction supérieure (1).

Le maintien en position sera réalisé à l'aide d'une rondelle fendue maintenue et en utilisant un **goujon M12**.

- Appui plan sur 7 (identifié sur DRS6).
- Linéaire annulaire sur 9 (centrage court - identifié sur DRS6).
- Ponctuelle dans 19 (Locating - identifié sur DR13).



**Question 21 (répondre sur le DR15) :**

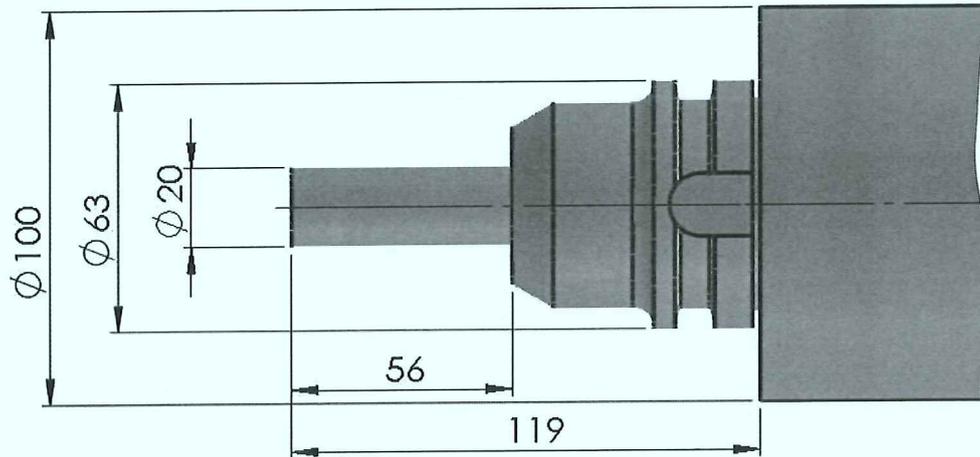
A l'aide des documents ressources DRS9 et DRS10, on se propose d'esquisser le porte-pièce de la ph40 « FRAISAGE CU horizontal 4 axes » en respectant la chronologie suivante :

- **21.1** : Esquisser la pièce intermédiaire permettant d'assurer l'appui plan et la linéaire annulaire de la tête de réaction supérieure la plaque Norelem. Celle-ci sera orientée d'une part sur le lamage central  $\text{Ø}18\text{H}6$  au centre de la plaque ainsi que dans un autre lamage de votre choix à l'aide d'une douille de centrage épaulée

(DRS9). Cette pièce sera maintenue en position par 4 vis CHC sur la plaque Norelem.

**Remarque** : L'opération de plongée hélicoïdale est réalisée avec un mandrin porte-fraise à méplat, représenté ci-dessous dans la broche de la machine avec une fraise  $\varnothing 20$ .

- **21.2** : Quelle contrainte l'outillage va-t-il imposer à la pièce intermédiaire ? Justifier votre réponse sur votre esquisse du porte-pièce.



- **21.3** : Intégrer sur cette pièce intermédiaire un locating dans l'alésage de  $\varnothing 5H7$  (repère 19 sur DR13). Une vue annexe peut être rajoutée afin de faciliter la compréhension.
- **21.4** : A l'aide du DRS9 et DRS10, représenter le système de maintien en position.
- **21.5** : Vous rajouterez les conditions d'aptitude à l'emploi de votre porte-pièce en précisant :
- les principales conditions géométriques ou dimensionnelles à respecter,
  - le choix des matériaux et de leurs traitements éventuels pour les pièces fabriquées spécifiquement à ce montage.

**Question 22 (répondre sur le DR16) :**

Le fabricant souhaite vérifier la tenue mécanique du goujon M12 (voir DRS9). Vu la complexité de la trajectoire d'outil, il n'a pas envisagé de calculs d'efforts d'usinage. En revanche, au moment des essais d'usinage, il a constaté, qu'instaurer au niveau de l'écrou un couple de serrage de 15 Nm, permet de garantir le bridage de la tête de réaction supérieure dans de bonnes conditions. Il veut alors s'assurer que cette valeur n'amène pas le goujon proche de sa limite de rupture :

- **22.1** : A l'aide du document ressource DRS12, suivre l'algorithme de calculs du document réponse DR16 pour trouver l'effort de traction dans le goujon M12.
- **22.2** : A l'aide de tableau d'efforts admissibles dans les goujons NORELEM du document ressource DRS12, montrer que le goujon M12 est largement surdimensionné. Donner deux raisons qui peuvent justifier cet état de fait.

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

Session 2016

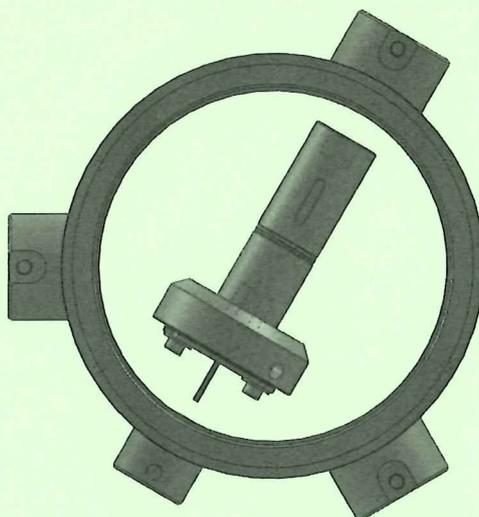
## DOSSIER RESSOURCES

Contenu du dossier : 12 documents

DRS	INTITULÉ	PAGE(S)
DRS1	SIMULATION DE MONTAGE DE L'ENSEMBLE PORTE-ELECTRODE	2
DRS2	MANDRIN TOUR GAMET	3
DRS3	EBAUCHES CREUSES INOX	4
DRS4	APEF N°1	5
DRS5	APEF N°2	6
DRS6	REPERAGE DES SURFACES DE LA TETE DE REACTION SUPERIEURE	7
DRS7	CHOIX DE LA NUANCE DES PLAQUETTES	8
DRS8	CHOIX CONDITIONS DE COUPE PERÇAGE	9
DRS9	MONTAGE D'USINAGE : DOUILLE DE CENTRAGE ET GOUJON	10
DRS10	MONTAGE D'USINAGE : VIS CHC ET ECROU A EMBASE	11
DRS11	COTES APPAREILLAGES – ZONE DE TOLERANCE PROJETEE	12
DRS12	CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES VIS-ECROUS A PROFIL METRIQUE	13

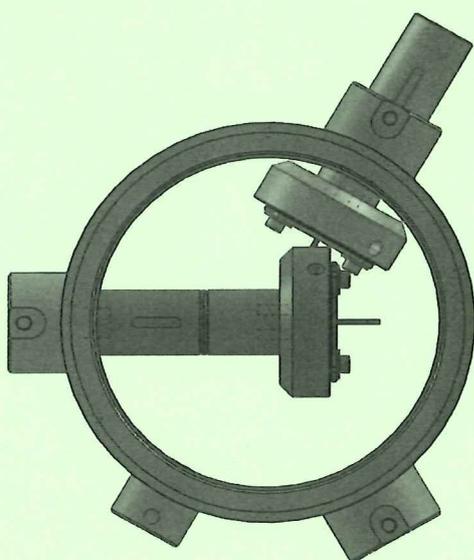
## Simulation de montage de l'ensemble porte-électrode complet dans un tube de guidage :

La figure montre qu'on peut monter un ensemble porte-électrode complet :



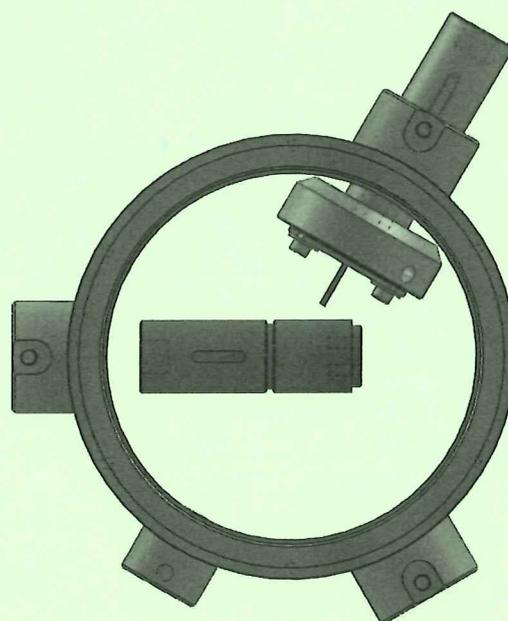
### Simulation de montage d'un deuxième ensemble porte-électrode complet :

La figure montre qu'on ne peut pas réaliser le montage, même si on enlève au préalable l'électrode de chaque porte-électrode :



### Simulation de montage d'un deuxième ensemble porte-électrode complet :

La figure montre qu'on peut monter un porte-électrode seul alors qu'un ensemble porte-électrode complet est déjà installé dans la tête de réaction :

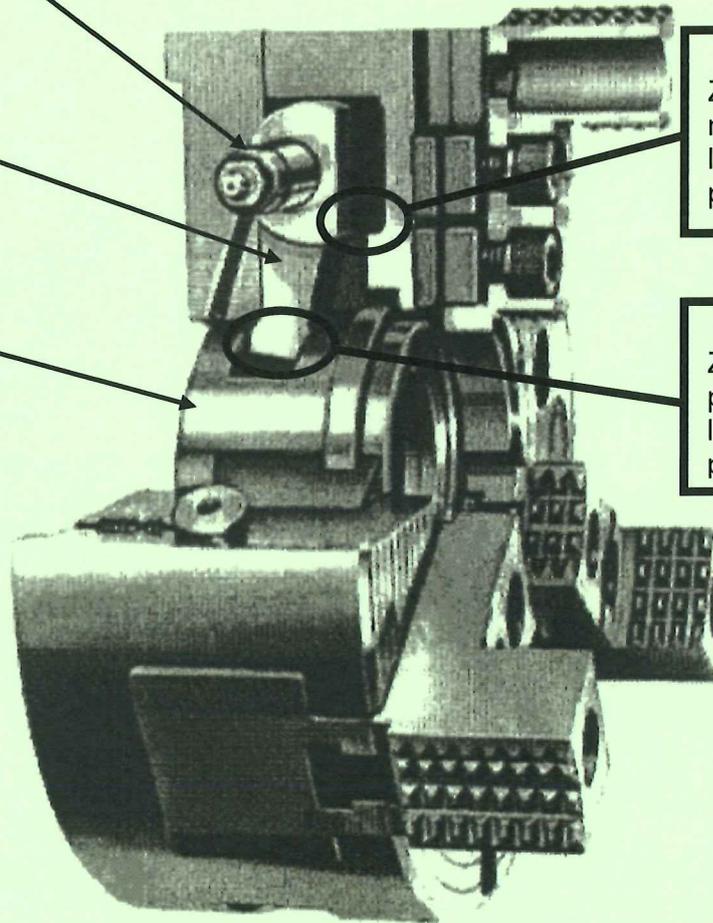


## Mandrin de tour GAMET

Axe de corps de mandrin

Culbuteur

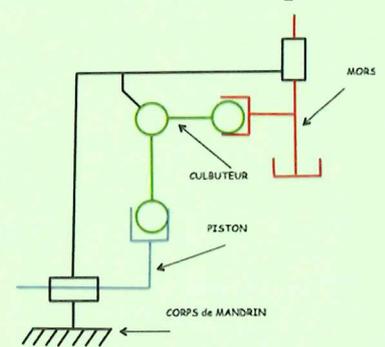
Piston



Zone de contact "culbuteur-mors" (voir modélisation de l'action sur le dossier sujet, problématique 4)

Zone de contact "culbuteur-piston" (voir modélisation de l'action sur le dossier sujet, problématique 4)

## Schéma cinématique

**Principe de fonctionnement :**

La position radiale de chaque mors est réglée en fonction du diamètre à serrer à l'aide de deux vis à tête cylindrique hexagonale creuse.

L'huile sous pression (consigne à indiquer sur le tour) pousse (dans un sens ou l'autre) un piston qui agit axialement sur trois culbuteurs. Ceux-ci, en liaison pivot avec le mandrin, appuient radialement (vers l'extérieur ou l'intérieur) sur les trois mors respectifs afin d'obtenir un effort de bridage.

## EBAUCHES CREUSES INOX



### Spécifications techniques :

Hypertrempées, décapées et passivées.

Norme : EN 10216-5 TC1 - EN 10297-2 - ASTM A312M-09 - ASTM A511M-08

Nuance : 304L / 321 / 316L / 316Ti

Longueur : 2 à 6 ml



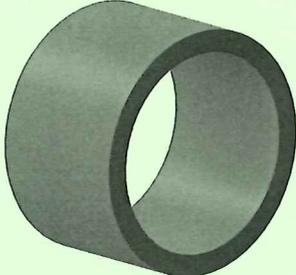
DE mm	DI mm	épaisseur mm	Poids kg / ml
80	40,0	20,0	31,07
80	45,0	17,5	28,46
80	50,0	15,0	25,55
80	56,0	12,0	21,34
80	63,0	8,5	16,53
132	71,0	30,5	80,39
132	80,0	26,0	72,05
132	90,0	21,0	61,61
132	106,0	13,0	42,36
140	80,0	30,0	85,95
140	90,0	25,0	75,51
140	100,0	20,0	63,85
140	106,0	17,0	56,26
140	112,0	14,0	48,23
150	80,0	35,0	104,48
150	95,0	27,5	88,37
150	106,0	22,0	74,79
150	118,0	16,0	58,29
150	125,0	12,5	47,85
160	90,0	35,0	113,85
160	100,0	30,0	102,19
160	112,0	24,0	86,57
160	122,0	19,0	72,20
160	132,0	14,0	56,61
170	100,0	35,0	123,28
170	106,0	32,0	115,69
170	110,0	30,0	110,38
170	118,0	26,0	99,18
170	130,0	20,0	80,91
170	140,0	15,0	64,34
180	100,0	40,0	145,64
180	112,0	34,0	130,02
180	125,0	27,5	111,11
180	140,0	20,0	86,70
180	150,0	15,0	68,90

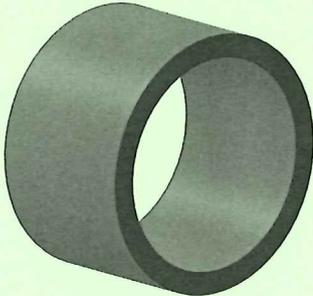
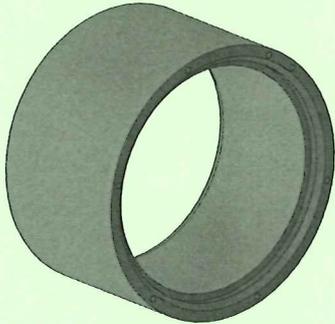
DE mm	DI mm	épaisseur mm	Poids kg / ml
125	71,0	27,0	68,89
125	80,0	22,5	60,55
125	90,0	17,5	50,11
125	95,0	15,0	44,43
125	100,0	12,5	38,45
190	106,0	42,0	161,69
190	118,0	36,0	145,19
190	132,0	29,0	123,70
190	140,0	25,0	110,34
190	150,0	20,0	92,54
190	160,0	15,0	73,51
190	165,0	12,5	63,53
200	112,0	44,0	178,58
200	130,0	35,0	151,84
200	140,0	30,0	135,27
200	150,0	25,0	117,46
200	160,0	20,0	98,43
200	170,0	15,0	78,17
212	125,0	43,5	191,26
212	130,0	41,0	183,43
212	150,0	31,0	149,05
212	170,0	21,0	109,76
224	132,0	46,0	213,65
224	140,0	42,0	200,29
224	160,0	32,0	163,45
224	170,0	27,0	143,19
224	180,0	22,0	121,71
236	140,0	48,0	235,56
236	150,0	43,0	217,76
236	170,0	33,0	178,47
250	204,0	23,0	134,26
250	135,0	57,5	287,48
250	150,0	50,0	261,23
250	200,0	25,0	153,80
-	-	-	-

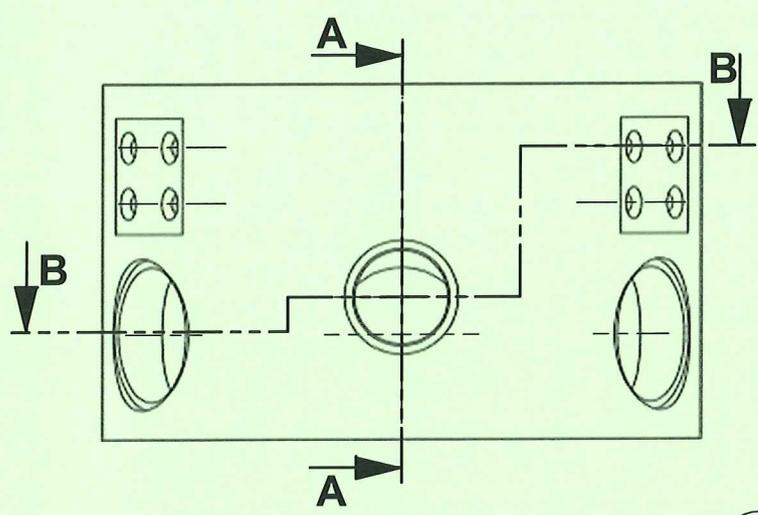
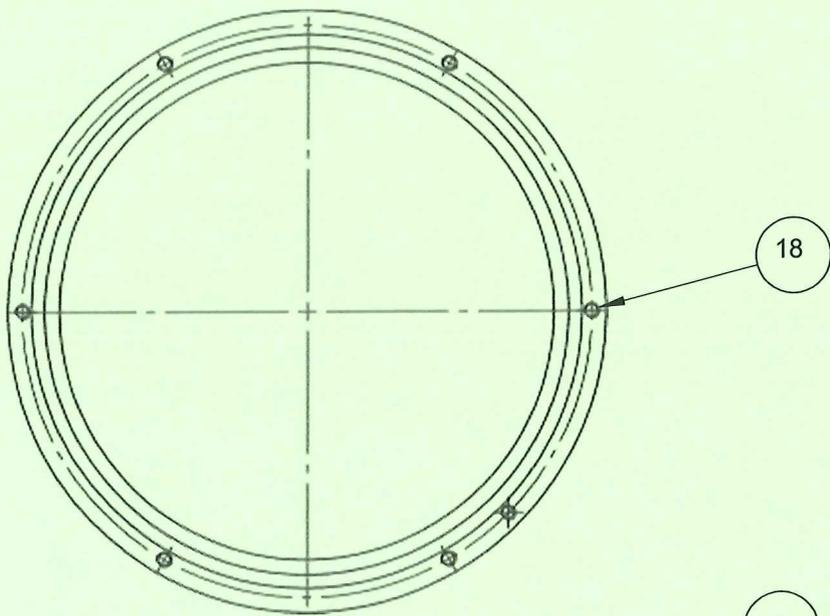
Extrait catalogue Space inox pour X2 Cr Ni 18-9 :

DE = Diamètre extérieur

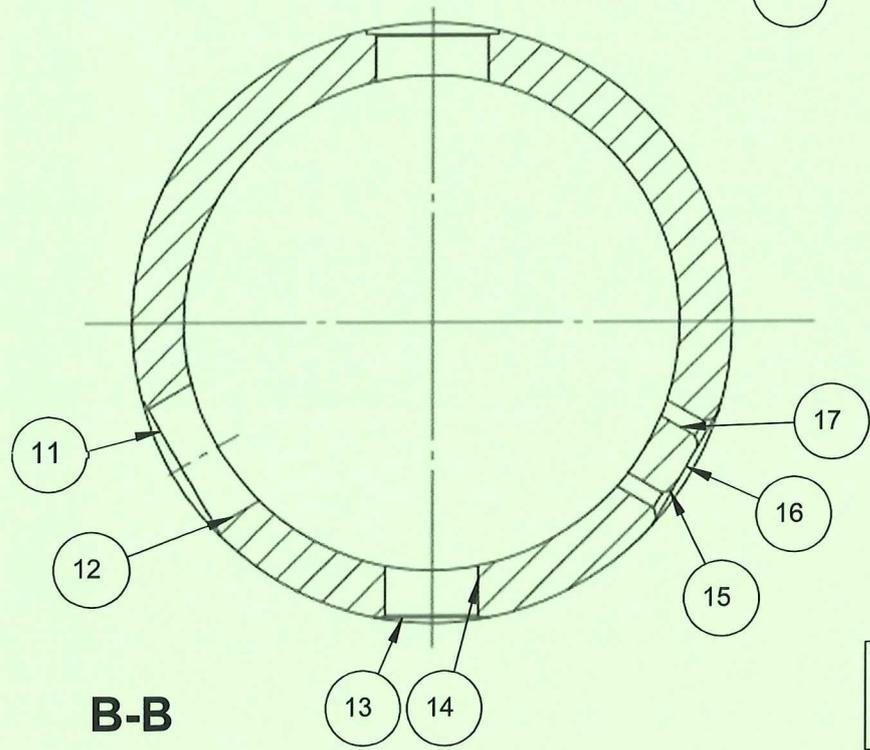
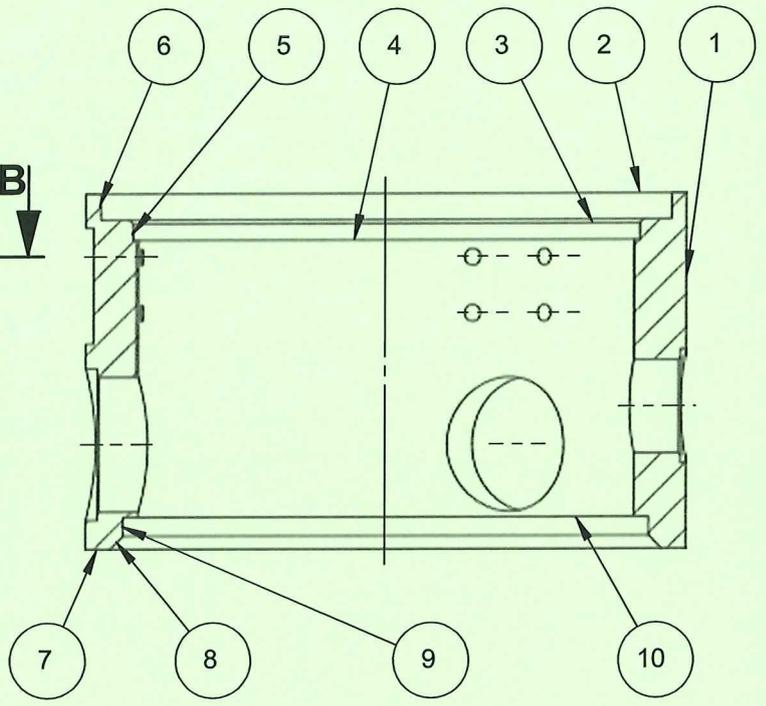
DI = Diamètre intérieur

AVANT PROJET D'ETUDE DE FABRICATION N°1		Ensemble : DEPOLLUEUR	
		Elément : Tête de réaction supérieure	
		Matière : X2CrNi19-11	
		Nombre : 100	
N° de Phase	Opérations	Machines Outillages	Observations
10	SCIAGE	Brut D160 d132 Long 100	
20	TOURNAGE finition de : 1*,2,3,4,5,6  * La surface 1 ne sera usinée que si le Ø du brut est supérieur à un Ø160	TCN 2 axes	
30	TOURNAGE finition de : 7,8,9,10	TCN 2 axes	
40	FRAISAGE finition de : 11,12,13,14,15,16,17	CUH 4 axes	
50	FRAISAGE finition de : 18	CUV 3 axes	

AVANT PROJET D'ETUDE DE FABRICATION N°2		Ensemble : DEPOLLUEUR	
		Elément : Tête de réaction supérieure	
		Matière : X2CrNi19-11	
		Nombre : 100	
N° de Phase	Opérations	Machines Outillages	Observations
10	SCIAGE	Brut D160 d132 Long 100	
20	TOURNAGE finition de : 1*,2,3,4,5,6  * La surface 1 ne sera usinée que si le Ø du brut est supérieur à un Ø160	TCN 2 axes	
30	TOURNAGE finition de : 7,8,9,10,18	TCN 3 axes	
40	FRAISAGE finition de : 11,12,13,14,15,16,17	CUH 4 axes	



**A-A**



**B-B**

**TETE DE REACTION SUPERIEURE :  
REPERAGE DES SURFACES**

Correspondances des matières

ISO	MC	CMC	Pays										
			Europe	Allemagne	Grande-Bretagne	Suède	Etats-Unis	France	Italie	Espagne	Japon		
			Standard	W.-nr.		BS	EN	SS	AISI/SAE/ASTM	AFNOR	UNI	UNE	JIS
DIN EN													
M	Aciers inoxydables austénitiques												
	M1.0.ZAQ	05.11/15.11	X3CrNiMo13-4	1,4313	425C11	-	2385	CA6-NM	Z4CND13.4M Z38C13M	(G)X6CrNi304	-	SCS5	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.11/15.11	X53CrMnNiN21-9	1,4871	349S54	-	-	EV8	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN21 9	-	SUH35, SUH36	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNi18-10	1,4311	304S62	-	2371	304LN	Z2CN18.10	-	-	SUS304LN	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNiMoN17-13-3	1,4429	-	-	2375	316LN	Z2CND17.13	-	-	SUS316LN	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNiMo17-12-2	1,4404	316S13	-	2348	316L	Z2CND17-12	X2CrNiMo1712	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNiMo18-14-3	1,4435	316S13	-	2353	316L	Z2CND17.12	X2CrNiMo17 12	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X3CrNiMo17-3-3	1,4436	316S33	-	2343, 2347	316	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNiMo18-15-4	1,4438	317S12	-	2367	317L	Z2CND19.15	X2CrNiMo18 16	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X6CrNiNb18-10	1,4550	347S17	58F	2338	347	Z6CND18-10	X6CrNiNb18 11	F.3552 F.3524	SUS347	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X6CrNiMoTi17-12-2	1,4571	320S17	58J	2350	316Ti	Z6ND17.12	X6CrNiMoTi17 12	F.3535	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X10CrNiMoNb 18-12	1,4583	-	-	-	318	Z6CNDNb17 13B	X6CrNiMoNb17 13	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X15CrNiSi20-12	1,4828	309S24	-	-	309	Z15CNS20.12	-	-	SUH309	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNiMoN17-11-2	1,4406	301S21	58C	2370	308	Z1NCNDU25.20	-	F.8414	SCS17	
	M1.0.ZAQ	05.21/15.21	X1CrNiMoCuN20-18-7	1,4547	-	-	2378	S31254	Z1CNDU20-18-06AZ	-	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X9CrNi18-8	1,4310	-	-	2331	301	Z12CN17.07	X12CrNi17 07	F.3517	SUS301	
	M1.0.ZPH	05.22/15.22	X7CrNiAl17-7	1,4568 1,4504	316S111	-	-	17-7PH	Z6CNA17-07	X2CrNiMo1712	-	-	
	M1.0.ZAQ/M1.0.C.UT	05.21/15.21	X2CrNi19-11	1,4306	304S11	-	2352	304L	Z2CN18-10	X2CrNi18 11	-	-	
	M1.1.ZAQ	05.21/15.21	-	-	304S12	-	-	-	-	-	-	-	
	M1.1.ZAQ	05.21/15.21	X5CrNi18-10	1,4301	304S31	58E	2332, 2333	304	Z6CN18.09	X5CrNi18 10	F.3504 F.3541	SUS304	
	M1.1.ZAQ	05.21/15.21	X5CrNiMo17-2-2	1,4401	304S15	58E	2332	304	Z6CN18.09	X5CrNi18 10	F.3551	SUS304	
	M1.1.ZAQ	05.21/15.21	X6CrNiTi18-10	1,4541	316S16	58J	2347	316	Z6CND17.11	X5CrNiMo17 12	F.3543	SUS316	
	M1.2.ZAQ	05.21/15.21	X8CrNiS18-9	1,4305	321S12	58B	2337	321	Z6CNT18.10	X6CrNiTi18 11	F.3553 F.3523	SUS321	
	M1.2.ZAQ	05.21/15.21	X8CrNiS18-9	1,4305	303S21	58M	2346	303	Z10CNF 18.09	X10CrNiS 16.09	F.3508	SUS303	
	Acier inoxydable super austénitique (Ni>20%)												
	M2.0.CAQ	20.11	G-X40NiCrSi36-18	1,4865	330C11	-	-	-	-	XG50NiCr39 19	-	-	SCH15
	M2.0.ZAQ	05.21/15.21	X1NiCrMoCu25-20-5	1,4539	-	-	2562	UNS V 0890A	Z2 NCDU25-20	-	-	-	-
	M2.0.ZAQ	05.21/15.21	X8CrNi25-21	1,4845	310S24	-	2361	310S	Z12CN25 20	X6CrNi25 20	F.331	-	SUH310
	M2.0.ZAQ	20.11	X12NiCrSi36 16	1,4864	-	-	-	330	Z12NCS35.16	F-3313	-	-	SUH330
	M2.0.ZAQ	05.23/15.23	X1NiCrMoCu31-27-4	1,4563	-	-	2584	NO8028	Z1NCNDU31-27-03	-	-	-	-
	Aciers inoxydables duplex (austénitiques/ferritiques)												
	M3.1.ZAQ/M3.1.C.AQ	05.51/15.51	X2CrNiN23-4	1,4362	-	-	2376	S31500	-	-	-	-	-
	M3.1.ZAQ/M3.1.C.AQ	05.51/15.51	X8CrNiMo27-5	-	-	-	2324	S32900	-	-	-	-	-
	M3.2.ZAQ/M3.2.C.AQ	05.52/15.52	X2CrNiN23-4	-	-	-	2327	S32304	Z2CN23-04AZ	-	-	-	-
	M3.2.ZAQ/M3.2.C.AQ	05.52/15.52	-	-	-	-	2328	-	-	-	-	-	-
	M3.2.ZAQ/M3.2.C.AQ	05.52/15.52	X2CrNiMoN22-53	-	-	-	2377	S31803	Z2CND22-05-03	-	-	-	-

**Perçage : Recommandations pour le choix de la nuance - foret à plaquettes CoroDrill 880**

Application	Ténacité	Choix prioritaire	Résistance à l'usure
Plaquette périphérique	P	GC4044	GC4334
	M	GC4044	GC2044
	K	GC4044	GC4334
	N	GC4044	H13A, GC4044*
	S	GC4044	H13A, GC4044*
	H	GC4044	GC4044
Plaquette centrale	P		GC1044
	M		GC1144
	K		GC1044
	N	GC1044	H13A, GC1044*
	S	GC1044	H13A, GC1044*
	H		GC1044

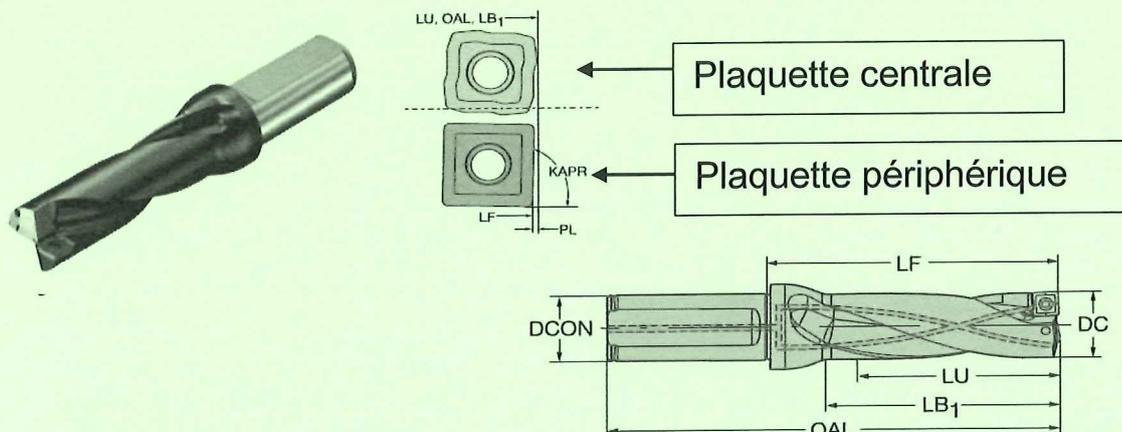
\* Pour les grands diamètres, la nuance la plus résistante à l'usure est recommandée.

Sources : Documents extraits du catalogue Sandvik Coromant 2015

# Foret à plaquettes indexables CoroDrill® 880

Queue cylindrique avec méplat selon ISO 9766

CNSC



## PERCAGE - Conditions de coupe - CoroDrill 880

ISO	MC No.	Matière	Dureté Brinell HB	Nuance	Vitesse de coupe (m/min)	Diamètre du foret DC mm	Géométrie/ avance (f <sub>r</sub> , mm/tr)		
							Profondeur de perçage 2-3xD		
							-LM	-MS <sup>1)</sup>	-GM
M	P5.0.Z.AN (05.11)	Acier inoxydable ferritique/martensitique 13-25 % Cr	150-270	4324 4334 4044 2044	120-280 115-225 115-165 115-165	12,00-13,99	0,04-0,12	<b>0,04-0,12</b>	0,04-0,08
						14,00-16,49	0,04-0,14	<b>0,04-0,14</b>	0,04-0,08
						16,50-19,99	0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,14
						20,00-23,99	0,06-0,18	<b>0,06-0,18</b>	0,06-0,14
						24,00-29,99	0,06-0,18	<b>0,06-0,18</b>	0,06-0,16
						30,00-35,99	0,06-0,20	<b>0,06-0,20</b>	0,06-0,16
	M1.0.Z.AQ (05.21)	Austénitique Ni > 8%, 13-25% Cr	150-275	4324 4334 4044 2044	120-265 115-225 115-180 115-180	12,00-13,99	0,04-0,12	<b>0,04-0,12</b>	0,04-0,08
						14,00-16,49	0,04-0,14	<b>0,04-0,14</b>	0,04-0,08
						16,50-19,99	0,06-0,14	<b>0,06-0,14</b>	0,06-0,12
						20,00-23,99	0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,12
						24,00-29,99	0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,16
						30,00-35,99	0,06-0,18	<b>0,06-0,18</b>	0,06-0,16
	M3.1.Z.AQ (05.51) M3.2.Z.AQ (05.52)	Austénitique/Ferritique (Duplex)	200-320	4324 4334 4044 2044	90-155 85-145 85-125 85-125	12,00-13,99	0,04-0,12	<b>0,04-0,12</b>	0,04-0,08
						14,00-16,49	0,04-0,14	<b>0,04-0,14</b>	0,04-0,08
						16,50-19,99	0,06-0,14	<b>0,06-0,14</b>	0,06-0,12
						20,00-23,99	0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,16
						24,00-29,99	0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,16
						30,00-35,99	0,06-0,18	<b>0,06-0,18</b>	0,06-0,16
	M1.0.C.UT (15.21)	Austénitique coulé	150-250	4324 4334 4044 2044	150-210 115-185 80-155 80-155	12,00-13,99	0,04-0,12	<b>0,04-0,12</b>	0,04-0,08
						14,00-16,49	0,04-0,12	<b>0,04-0,12</b>	0,04-0,08
16,50-19,99						0,06-0,14	<b>0,06-0,14</b>	0,06-0,12	
20,00-23,99						0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,16	
24,00-29,99						0,06-0,16	<b>0,06-0,16</b>	0,06-0,16	
30,00-35,99						0,06-0,18	<b>0,06-0,18</b>	0,06-0,16	

Remarque : le texte en gras correspond à la géométrie recommandée

1) La géométrie -MS n'est disponible que dans la nuance GC2044

Le GC1044 est une nuance universelle pour la plaquette centrale, quelle que soit la matière

GC1144 est une nuance de plaquette centrale optimisée pour les matières ISO M

Sources : Documents extraits du catalogue Sandvik Coromant 2015

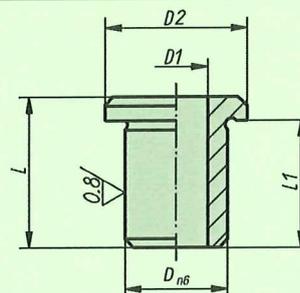
## 42420 Douille de centrage à collerette

norelem

## Description de l'article/illustrations du produit

**Description****Matière :**Acier de traitement **Finition :** Bruni**Nota :**

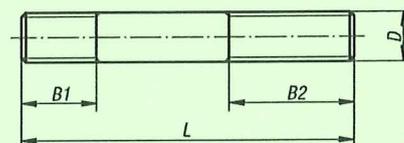
Les douilles de centrage à collerette sont utilisées pour positionner et fixer les composants sur les éléments de base.



Référence	D	D1	D2	L	L1	Poids env. kg
42420-006007	12	6,5	15	10	7	0,008
42420-006013	12	6,5	15	16	13	0,011
42420-006016	12	6,5	15	19,5	16,5	0,014
42420-006022	12	6,5	15	25	22	0,017
42420-006029	12	6,5	15	32	29	0,021
42420-010011	18	10,5	22	15	11	0,023
42420-010016	18	10,5	22	20	16	0,030
42420-010026	18	10,5	22	30	26	0,043
42420-010030	18	10,5	22	34	30	0,048
42420-010038	18	10,5	22	42	38	0,059
42420-016019	26	17	34	24	19	0,072
42420-016024	26	17	34	29	24	0,083

## 07020 Goujon

norelem

**Description****Matière :** Acier de traitement 1.1181.**Finition :** Classe de résistance 8.8, bruni

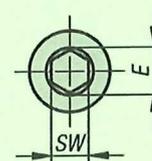
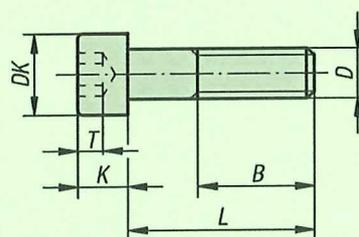
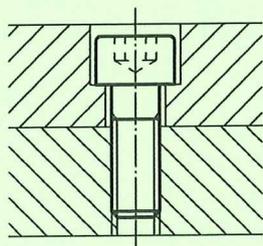
Référence	D	L	B1	B2	Poids env. g
07020-110	M10	50	15	30	25
07020-210	M10	67	15	30	35
07020-310	M10	80	15	30	45
07020-410	M10	100	15	30	55
07020-112	M12	56	18	30	40
07020-212	M12	67	18	30	50
07020-312	M12	80	18	30	62
07020-412	M12	100	18	30	80
07020-512	M12	125	18	30	102
07020-114	M14	60	20	30	60
07020-214	M14	80	20	30	82
07020-314	M14	100	20	30	105
07020-414	M14	125	20	30	135
07020-514	M14	150	20	30	170

07160 Vis CHC DIN 912 / DIN EN ISO 4762

norelem



**Description :**  
 Matière : Acier.  
 Acier : classe de résistance 12.9, noir.



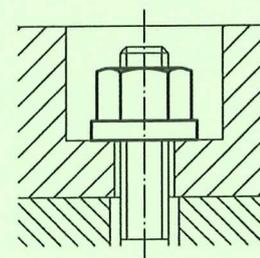
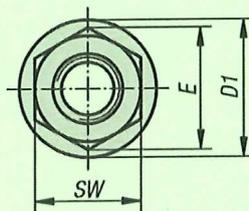
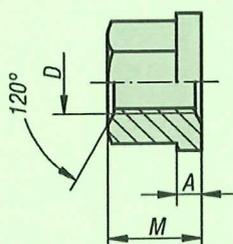
Référence	D	L	B	DK	K	E	SW	T
07160-206X	M6	18/20/25/30/35/40/45/50/55/60/65/70/80/90/100	24	10	6	5,72	5	3
07160-210X	M10	30/35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/90/100/110/120/130/140	32	16	10	9,15	8	5
07160-216X	M16	35/40/45/50/55/60/65/70/75/80/90/100/110/120/130/140/150/160/170/180/200	44	24	16	16	14	8

07240 Erou à embase DIN 6331 extension de gamme

norelem

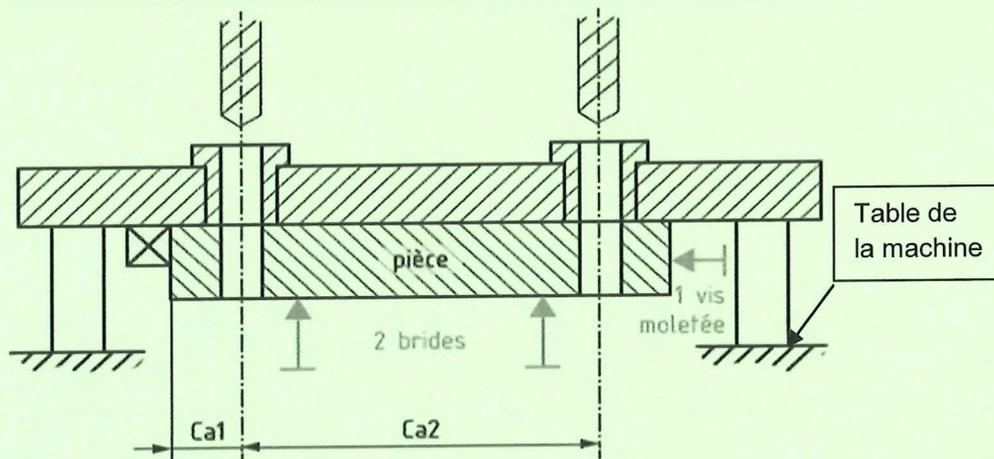


**Description :**  
 Matière : Acier de traitement ou Inox ( A 2).  
 Finition :  
 Acier : classe de résistance 10, noir. Inox : A 2-70, naturel.



Référence	Matière	D	M = 1,5 x D	A	D1	SW	E	Poids env. g
07240-05	Acier	M5	7,5	2	12	9	10,4	3
07240-06	Acier	M6	9	3	14	10	11,5	6
07240-08	Acier	M8	12	3,5	18	13	15	12
07240-10	Acier	M10	15	4	22	16	18,5	22
07240-101	Acier	M10	15	4	22	17	19,6	25
07240-12	Acier	M12	18	4	25	18	20,8	31
07240-121	Acier	M12	18	4	25	19	21,9	35
07240-14	Acier	M14	21	4,5	28	22	25,4	51
07240-16	Acier	M16	24	5	31	24	27,7	70

➤ Schéma de principe du porte pièce phase 50 de l'APEF n°1

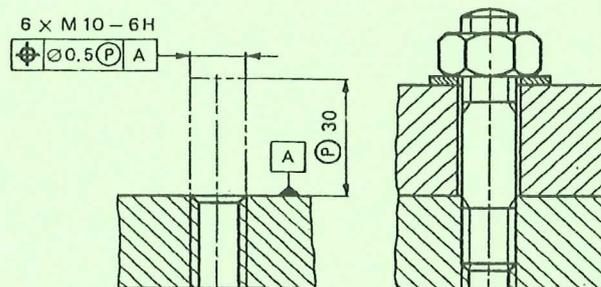


➤ Zone de tolérance projetée

Lorsque 2 pièces sont en liaison encastrement (montage de vis, goujons, goupille, ...) la tolérance géométrique ne s'applique pas à l'élément lui-même mais à son prolongement.

La zone de tolérance projetée est :

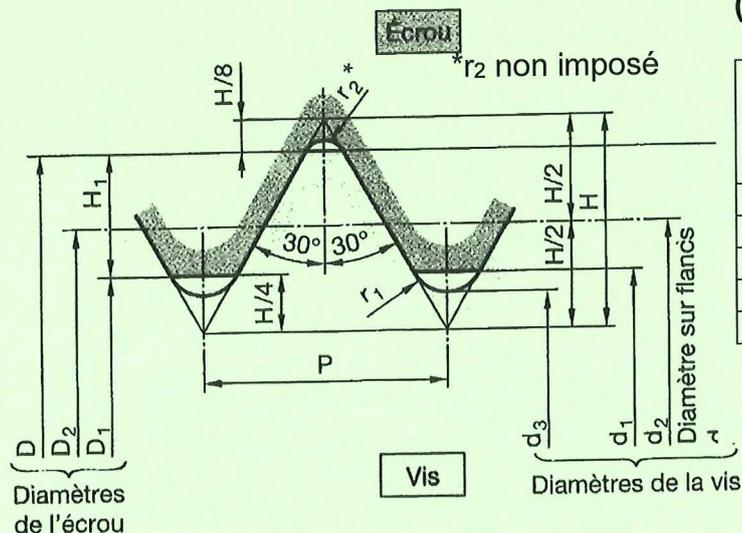
- Indiquée sur le dessin par le symbole (P) placé devant la cote de longueur de la zone de tolérance projetée.
- Représentée sur le dessin par un trait mixte
- Indiquée dans le cadre de tolérance géométrique par le symbole (P) placé après la valeur de la tolérance de l'élément.



Indications suivant la norme ISO 10578

## Caractéristiques des vis et écrous au profil métrique

### Profil métrique des vis et écrous :



### Extrait dimensions normalisées (filetages à pas gros) :

Diamètre nominal d ou D (mm)	Pas p (mm)	Section du noyau S (mm <sup>2</sup> )	Diamètre sur flancs d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub> (mm)
8	1,25	32,9	7,188
10	1,5	52,3	9,026
12	1,75	76,2	10,863
16	2	144	14,701
20	2,5	225	18,376

### Relation couple/effort de serrage dans un système vis-écrou au profil métrique :

$$\|\vec{C}_{\text{Clé} \rightarrow \text{écrou}}\| = \|\vec{C}_{\text{Frottement}}\| + \left[ \|\vec{R}_{\text{écrou} \rightarrow \text{rondelle}}\| \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi' + \alpha) \right]$$

Avec :

- $\|\vec{C}_{\text{Frottement}}\|$  : couple de frottement "perdu" entre l'écrou et la rondelle fendue. Le couple de frottement absorbe 50% du couple de serrage.
- d<sub>2</sub> : diamètre sur flanc du filetage.
- p : pas du filetage
- α : angle d'inclinaison d'hélice :  $\tan \alpha = \frac{p}{\pi \cdot d_2}$
- φ' : angle tel que :  $\tan \varphi' = \frac{\tan \varphi}{\cos \beta}$
- β : demi-angle au sommet du filet (pour profil ISO : β = 30°)
- f : facteur de frottement acier sur acier : f = tan φ = 0,15.

### Efforts admissibles dans les goujons et écrous à embase NORELEM :

Diamètre vis et écrou	Couple de serrage (en DaN.m)	Effort de traction (en DaN)
M8	2,37	1755
M10	4,70	2780
M12	8,10	4040
M16	19,50	7540
M20	38,00	11760

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

Session 2016

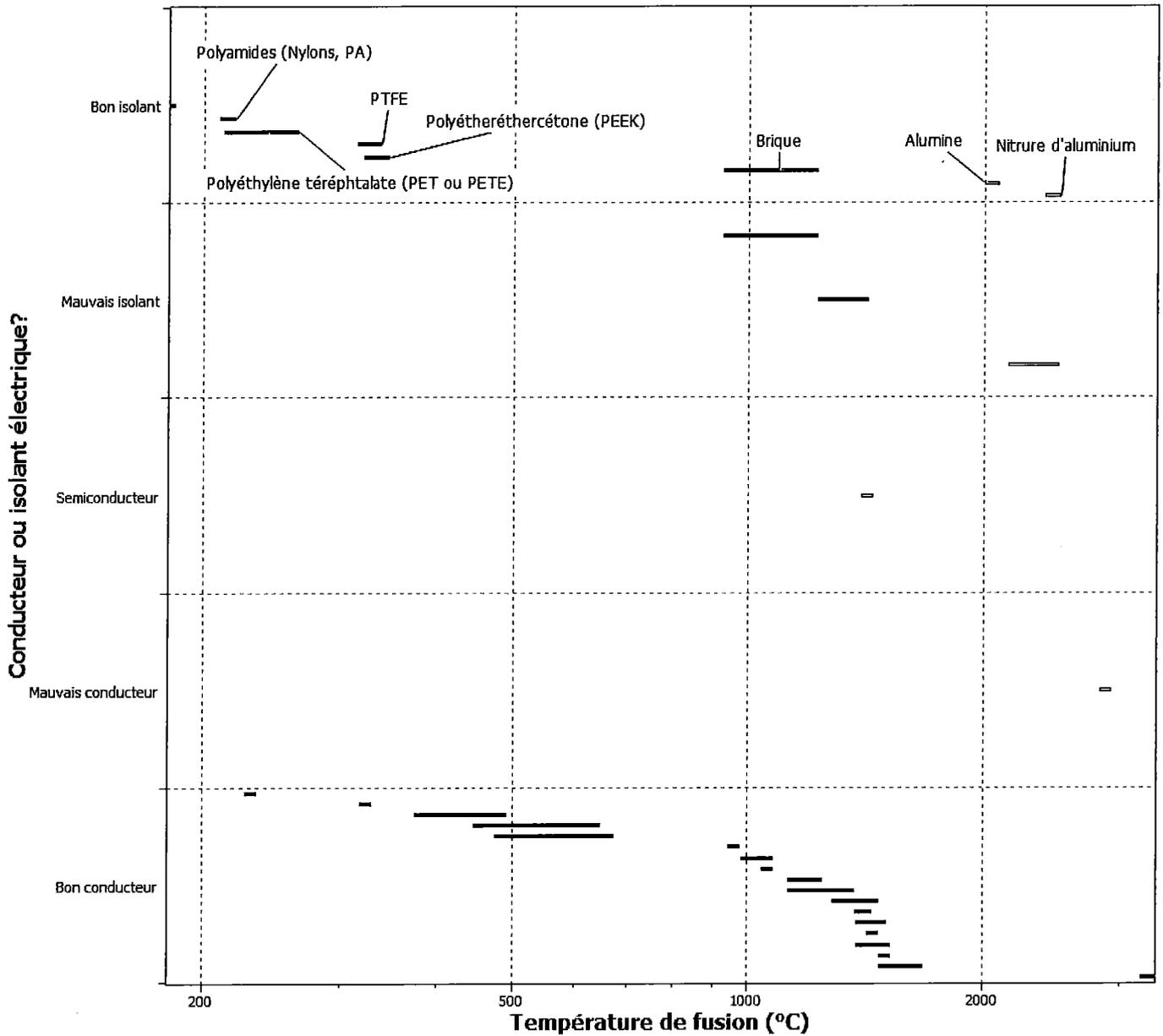
## DOSSIER RÉPONSES

Contenu du dossier : 16 documents dont 5 formats A3

DR	Intitulé	Page(s)
DR1	Gamme de montage	2 (format A3)
DR2	Choix du matériau	3
DR3	Choix du matériau définitif	4
DR4	Etude des déformations	5
DR5	Calcul de la pression de serrage du mandrin	6
DR6	Approche économique	7
DR7	Calcul du coût de la solution n°1 par rapport à la solution n°2	8
DR8	Etude de la solution n°3 : moulage au sable	9 (format A3)
DR9	Détermination du seuil de rentabilité par moulage	10
DR10	Analyse de la localisation des 7 trous taraudés.	11 (format A3)
DR11	Contrôle MMT	12
DR12	Etude de fabrication	13
DR13	Cotation de l'alésage Ø5H7	14
DR14	Etude de l'usinage des 4 alésages	15 (format A3)
DR15	Conception du montage d'usinage	16 (format A3)
DR16	Validation du goujon M12	17



**Graphe 1 :**



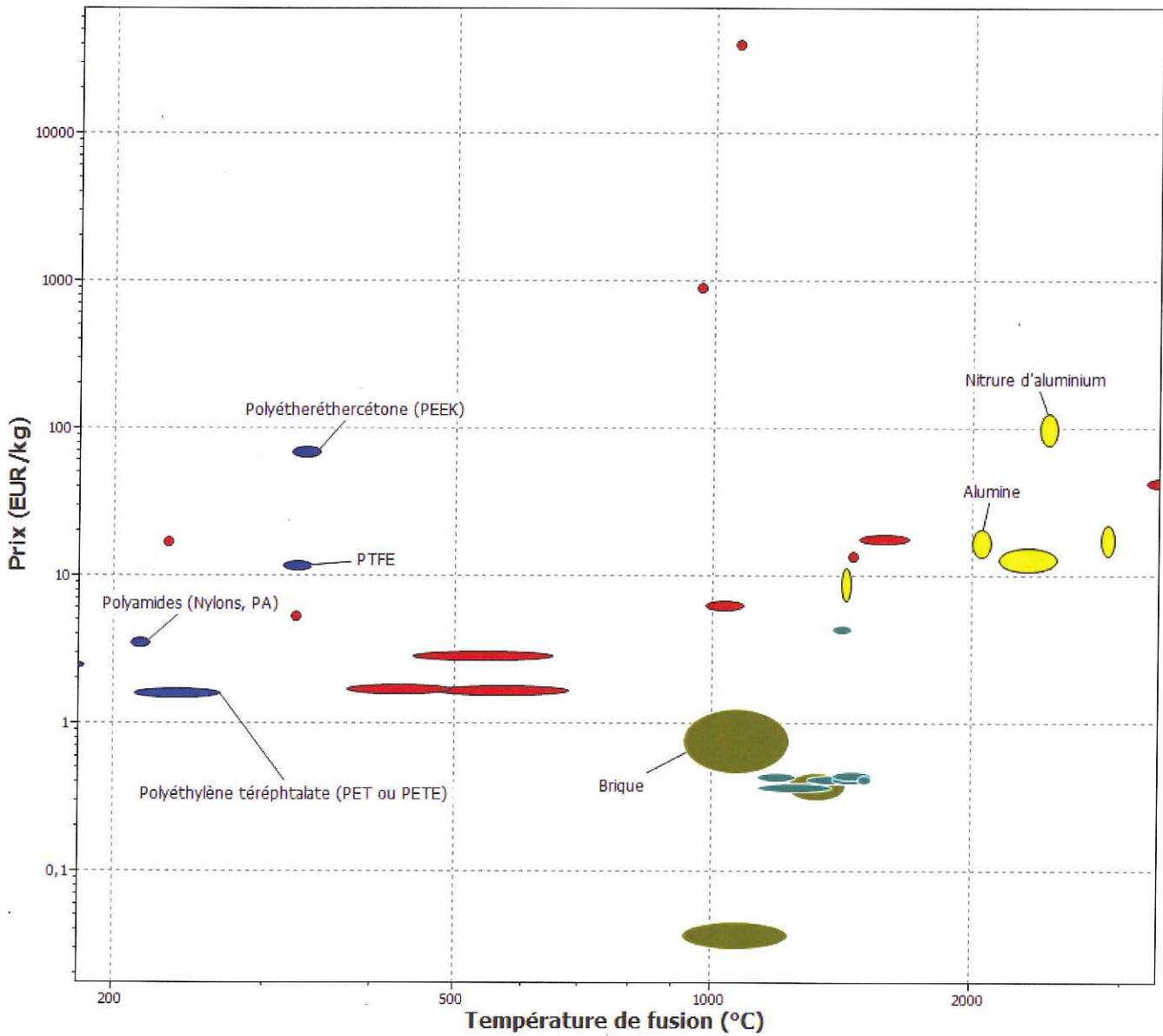
2.1 : Liste des 5 matériaux :

**Tableau comparatif des matériaux :**

Matériaux	Nylons, PA	PET, PETE	PTFE	PEEK	Brique	Alumine	Nitrure d'aluminium
Usinage	Facile	Facile	Facile	Facile	Facile	Difficile	Facile
Etat de surface	Bon	Bon	Bon	Bon	Mauvais	Bon	Bon

2.2 : Liste des 3 matériaux :

Grphe 2 :

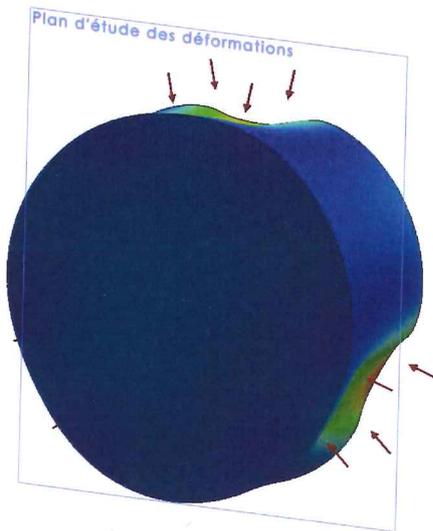


**2.3 : Choix du matériau :**

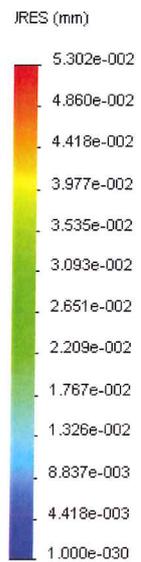
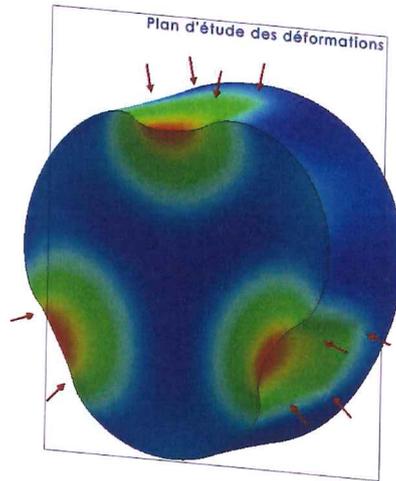
3.1 :

3.2 :

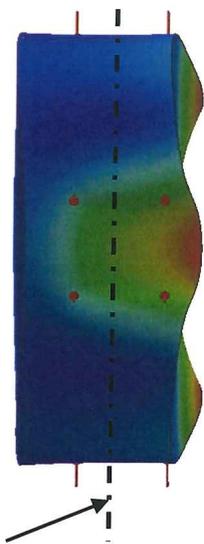
Face avant :



Face arrière :



Vue de dessus :



Plan d'étude des déformations

4.1 : Vue de face du lopin bridé entre les trois mors au niveau du plan d'étude (les déformations sont exagérées) :

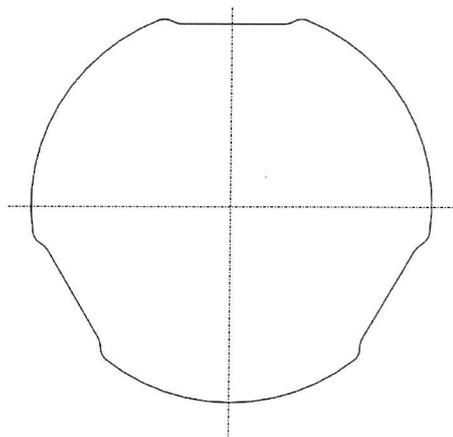


figure 1 :

4.2 : Vue de face du lopin au niveau du plan d'étude bridage relâché :

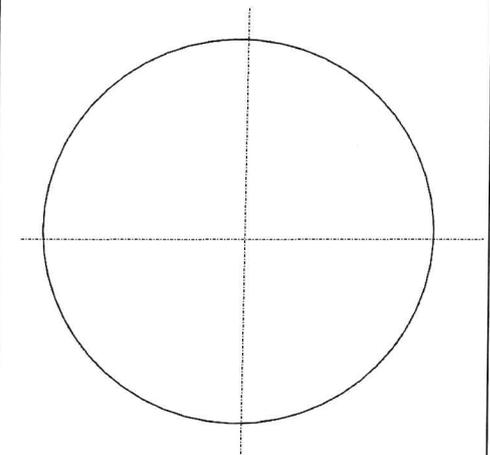


figure 2 :

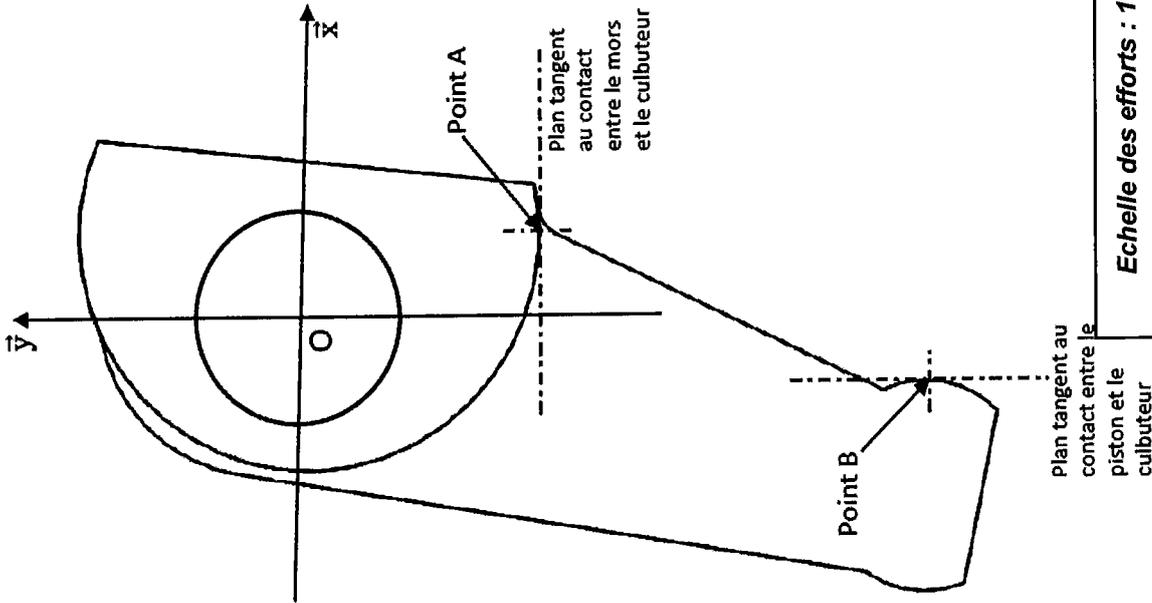
4.3 :

**5 : Bilan des actions mécaniques extérieures au culbuteur :**

Actions mécaniques	Point d'application	Direction	Module (ou intensité)
$\vec{A}_{Mors \rightarrow Culbuteur}$			
$\vec{B}_{Piston \rightarrow Culbuteur}$			
$\vec{O}_{Corps \rightarrow Culbuteur}$			

**6 : Résolution :**

6.1 : Tracé des données géométriques connues :



**6 : Résolution :**

6.3 : Tracé du dynamique des efforts :

$$\|\vec{B}_{Piston \rightarrow Culbuteur}\| =$$

$$\|\vec{O}_{Corps \rightarrow Culbuteur}\| =$$

Echelle des efforts : 10 mm représentent 50 N

**6 : Résolution :**

6.2 : Direction de  $\vec{O}_{Corps \rightarrow Culbuteur}$  :

Justification :

**7 : Pression de consigne :**

7.1 :  $\|\vec{P}_{3\text{Culbuteurs} \rightarrow \text{piston}}\| =$

7.2 : Calcul de la pression :

8.1 :

8.2 :

X :

2 :

Cr :

NI :

8.3 :

9.1 :

9.2 :

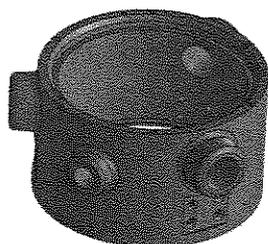
9.3 :

Avantages par rapport à la solution 1

Solution n°2

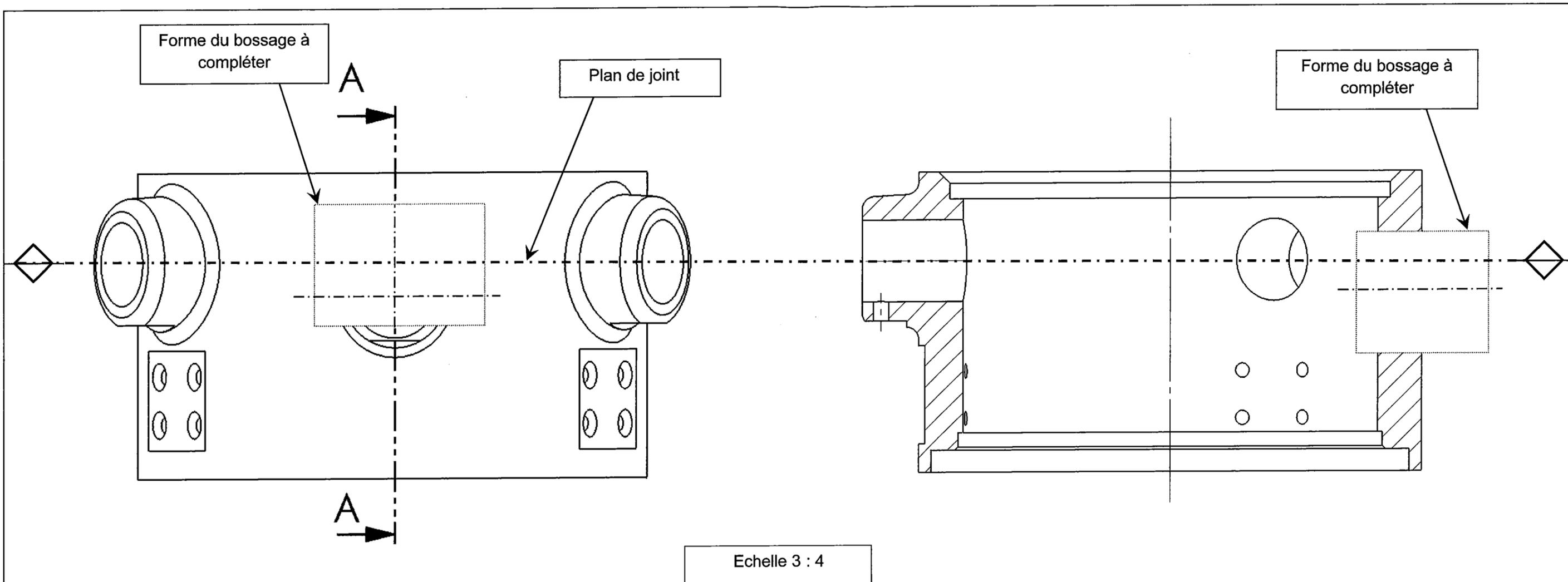


Solution n°3



		Solution N°1		Solution N°2
		Tête de réaction supérieure	Tête de réaction inférieure	Tête de réaction monobloc
<b>Questions</b>	Volume pièce finie (mm <sup>3</sup> )	497769	171600	672204
<b>10.1</b>	Ø Brut Ext (mm)			
	Ø Brut Int (mm)			
<b>10.2</b>	Longueur pièce brute (mm)			
<b>10.3</b>	Volume pièce brute (mm <sup>3</sup> )			
	Volume de copeaux (mm <sup>3</sup> )	125108	259075	650582
<b>10.4</b>	Tps d'usinage			
	Coût de l'usinage			
<b>10.5</b>	Coût du sciage			
	Coût pièce brute			
	Coût pièces 10 et 25			
<b>COÛT TOTAL</b>				

**10.6 Conclusions :**



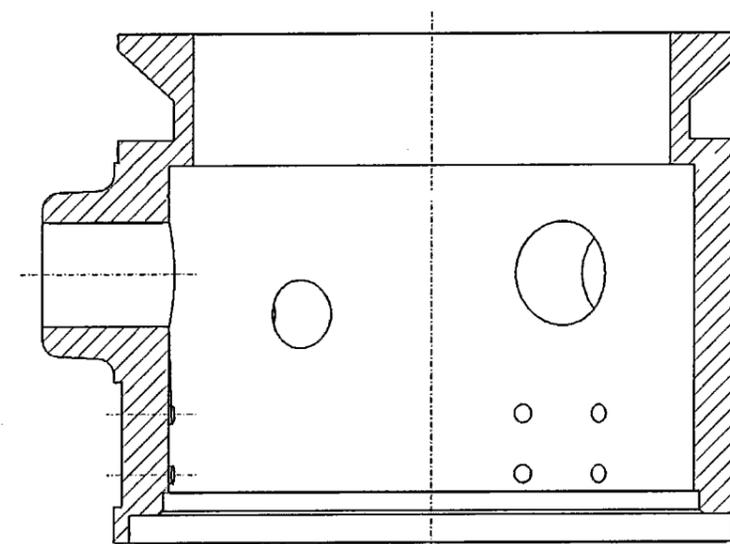
11.1 : Compléter ci-dessus :

- La forme du bossage remplaçant le porte amorçage 25
- Les surépaisseurs d'usinage (en vert)
- Les dépouilles (en bleu)
- Le noyau (en noir)

11.2 : Problèmes posés par la solution « tout moulé » :

11.3 : Solutions pour corriger ces problèmes :

**Remarque** : vous pouvez esquisser vos remarques sur le dessin ci-contre.



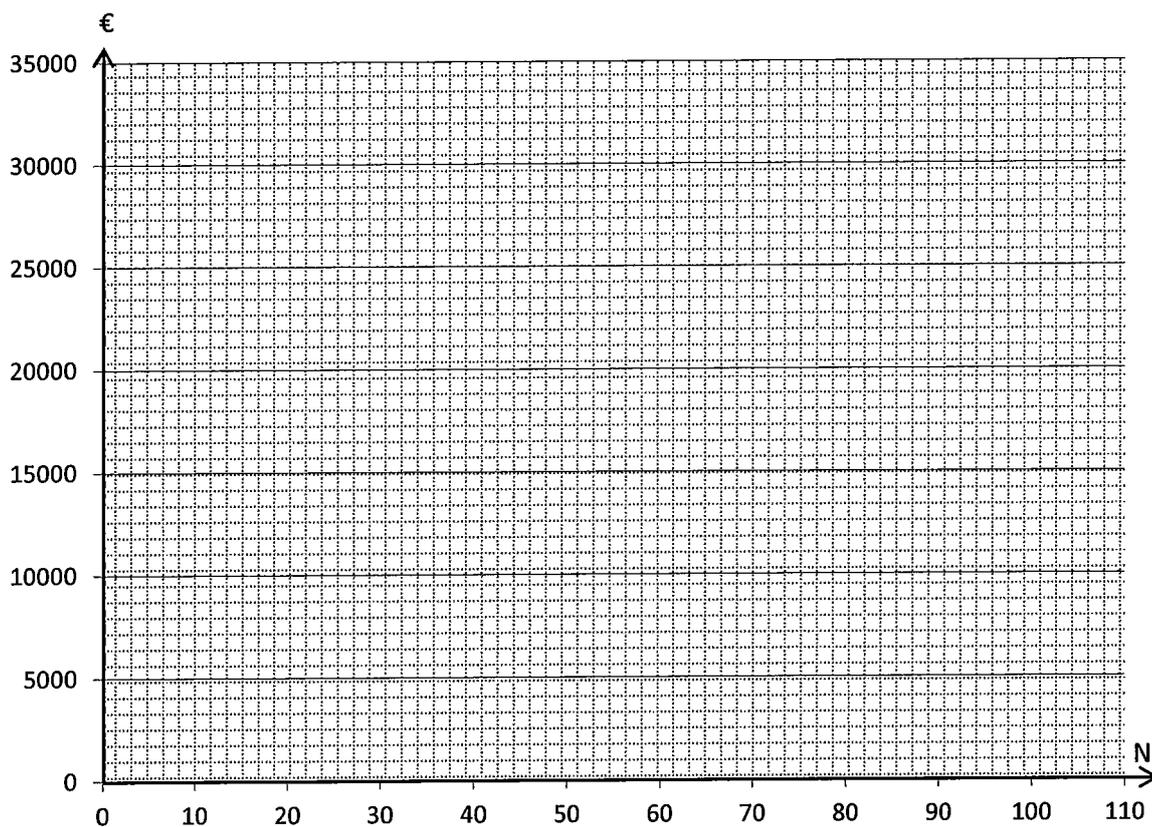
**12.1 :** Expression littérale du prix de revient solution moulage

PRM =

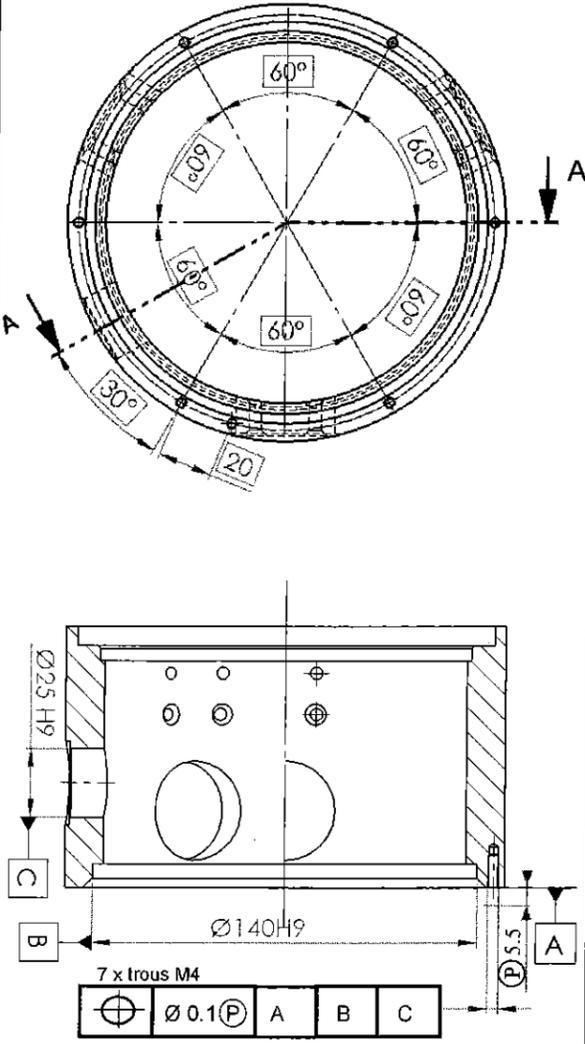
**12.2 :** Expression littérale du prix de revient solution usinage

PRU =

**12.3 :** Seuil de rentabilité de la solution par fonderie :

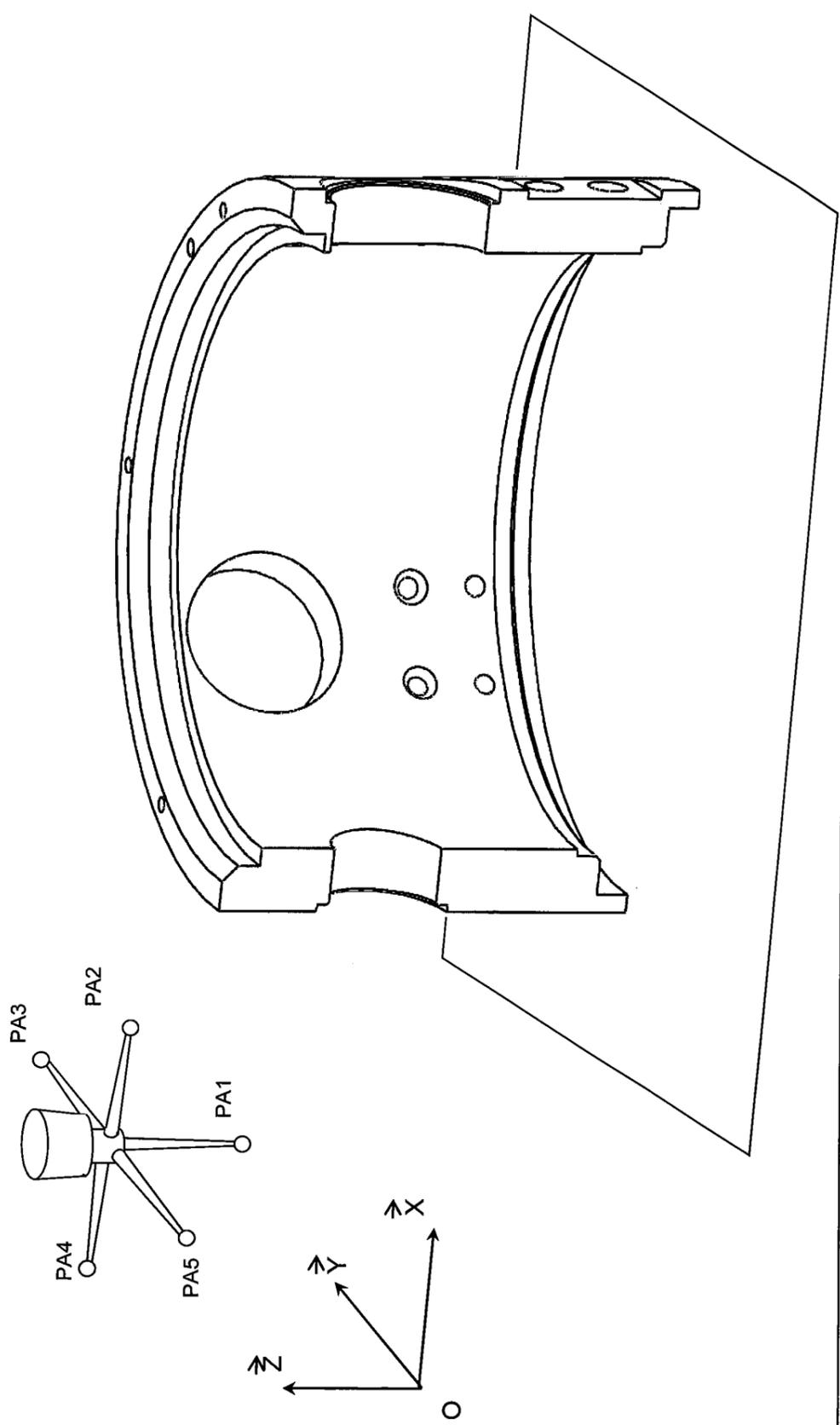


**Seuil de rentabilité =**

NOM : Prénom :	Date :	<b>ANALYSE D'UNE SPECIFICATION PAR ZONE DE TOLERANCE</b>			
<b>Symbole de la spécification</b>		<b>Eléments réels non idéaux</b>		<b>Eléments idéaux</b>	
<b>Type de la spécification</b> <input type="checkbox"/> Forme <input type="checkbox"/> Orientation <input type="checkbox"/> Position <input type="checkbox"/> Battement <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>		<b>Elément(s) tolérancé(s)</b> <input type="checkbox"/> Unique <input type="checkbox"/> Groupe	<b>Elément(s) de référence</b> <input type="checkbox"/> Unique <input type="checkbox"/> Multiple	<b>Référence(s) spécifiée(s)</b> <input type="checkbox"/> Simple <input type="checkbox"/> Commune <input type="checkbox"/> Système	<b>Zone de tolérance</b> <input type="checkbox"/> Simple <input type="checkbox"/> Composée  Contraintes orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
<b>Extrait du dessin de définition</b> 					
				<b>Condition de conformité</b> L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance	

Question 14 :

Point : PT	Droite : DR	Plan : PL	Ellipse : EL	Cercle : CE	Cylindre : CY	Cône : CO	Sphère : SP
●	—						



Question 15 :

Blank area for the answer to Question 15.

Question 16 :

- Ra :
- 1.6 :
- Moyen de contrôle du Ra 1.6 :
- Moyen de contrôle du Ø25H9 :
- Exigence de l'enveloppe (E) :

Blank area for the answer to Question 16.

17.1 : Définir la mise en position isostatique sur les 2 vues ci-contre.

Justifications :

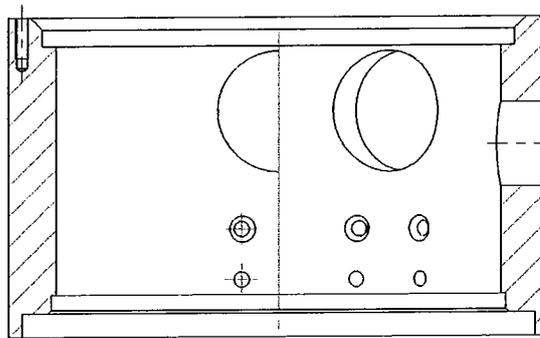
---



---



---



17.2 : Quel problème pose cette MIP ?

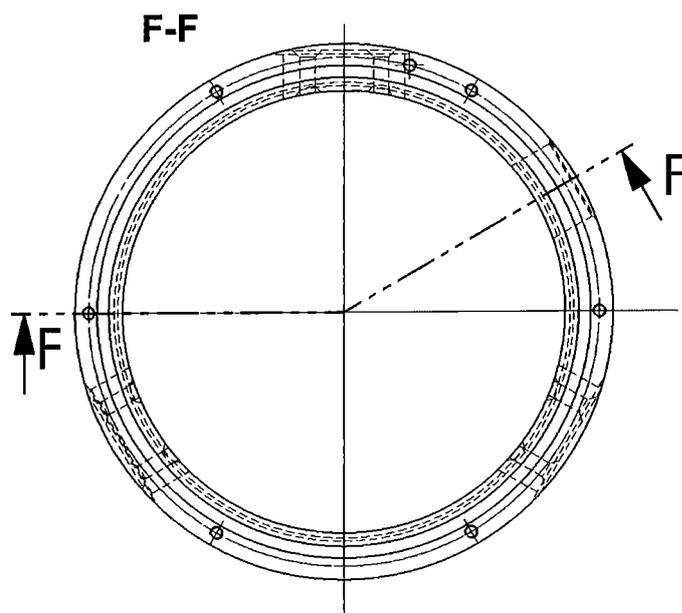
---



---



---



17.3 : Quel type de montage d'usinage pourrait permettre de réaliser les 7 perçages ?

---



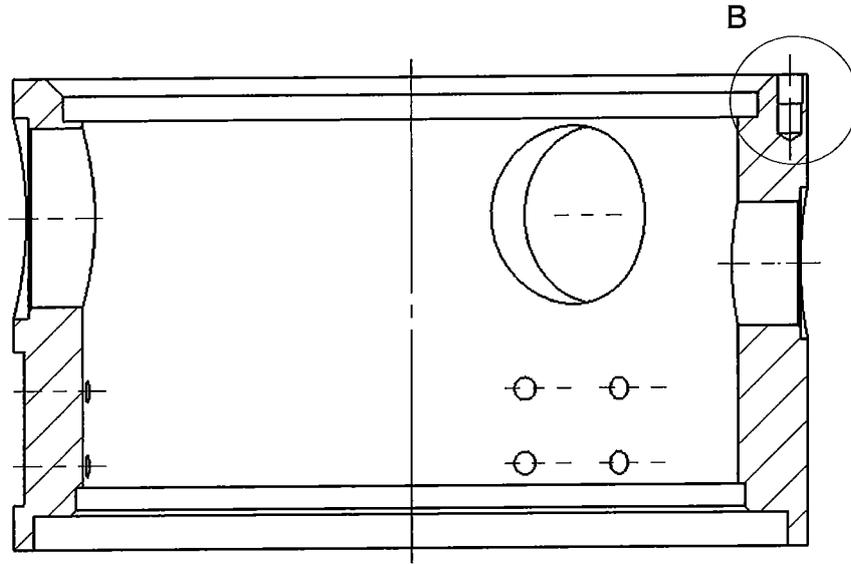
---

18.1 : Donner les avantage(s) et les inconvénient(s) de la 2<sup>ème</sup> solution.

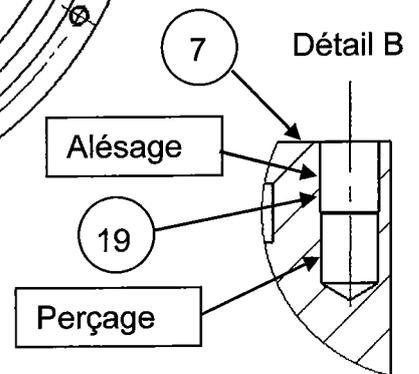
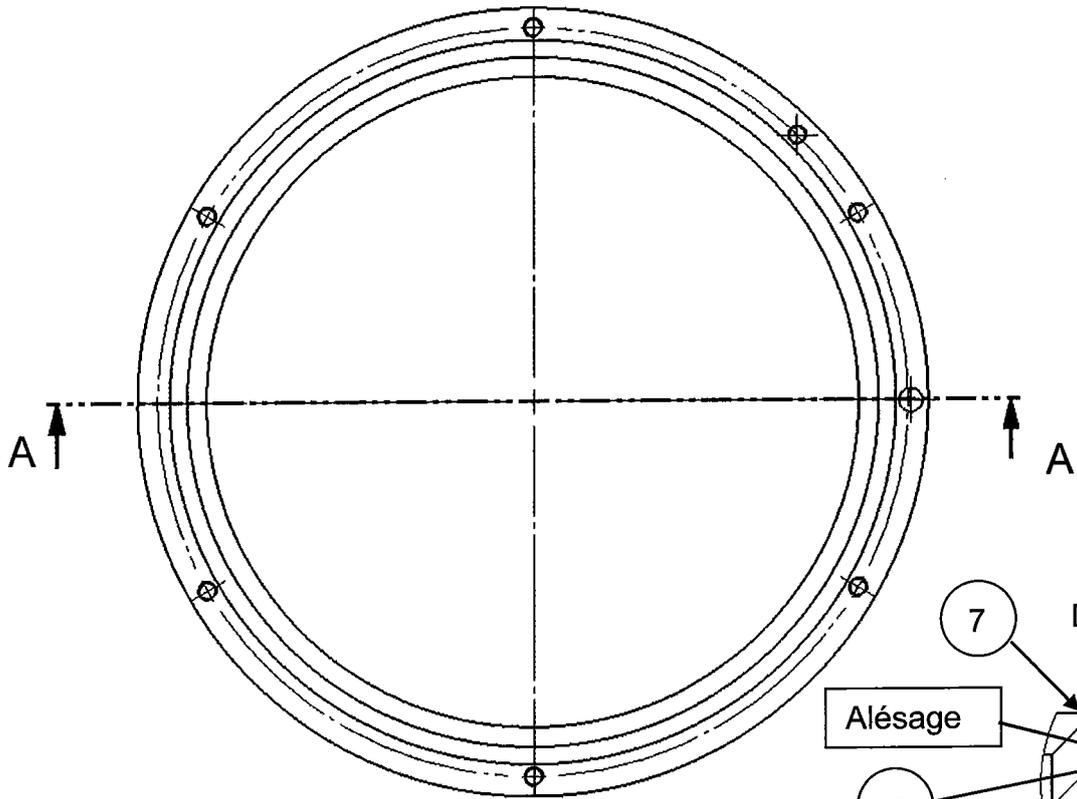
Avantage(s)	Inconvénient(s)

18.2 : Quelle(s) machine(s) nous aurait permis d'éviter les problèmes rencontrés sur les 2 solutions précédentes :

---



A-A



**Question 19 : Cotation du trou  $\varnothing 5H7$**   
 Echelle : 2:3

20.1: Choix prioritaire des nuances des plaquettes :

20.2 : Plage des conditions de coupe du foret :

$V_c$  mini =

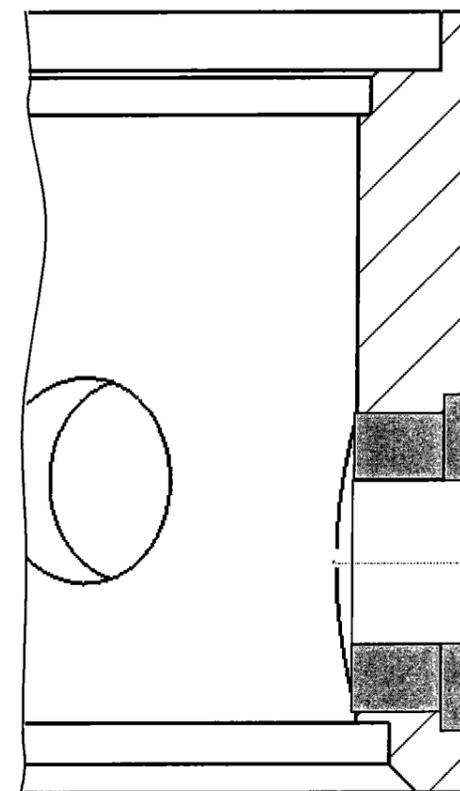
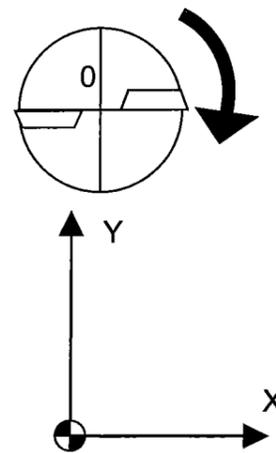
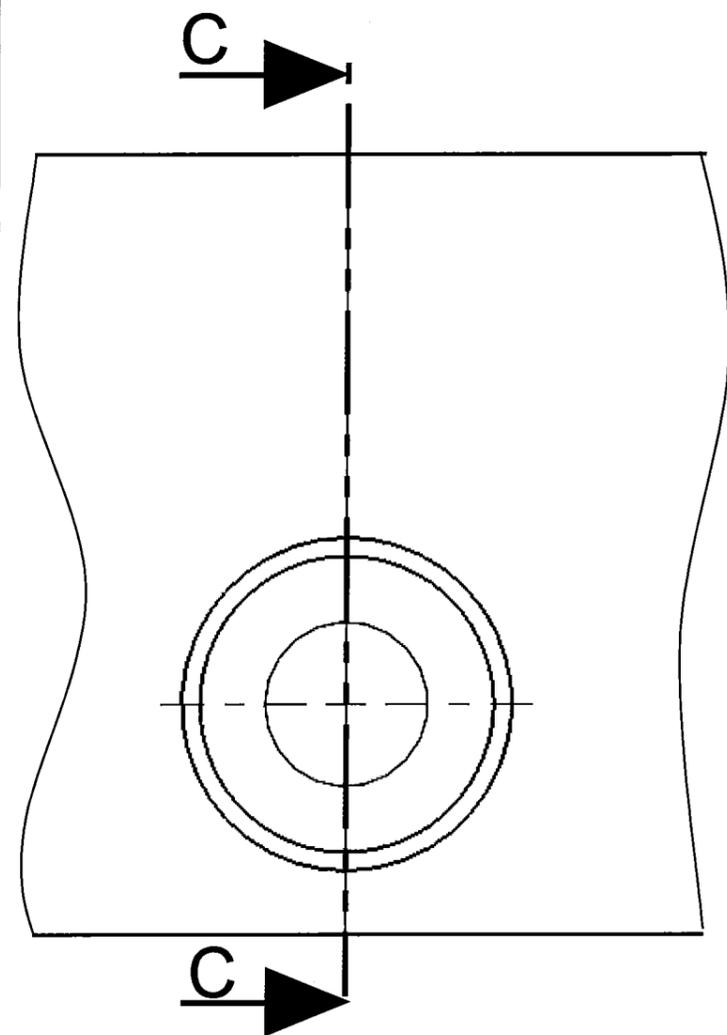
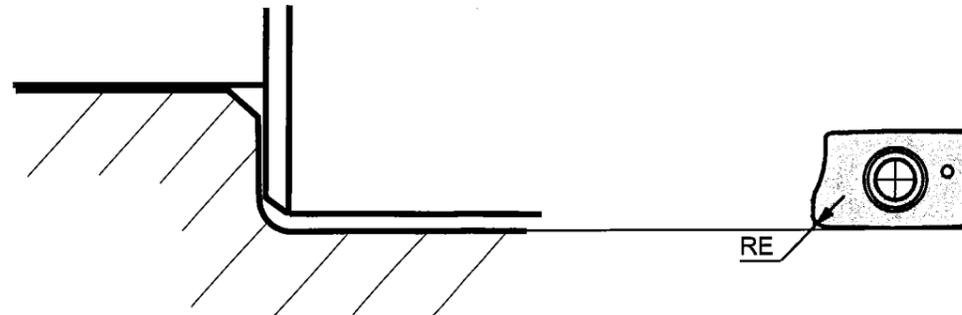
$V_c$  maxi =

$f_z$  mini =

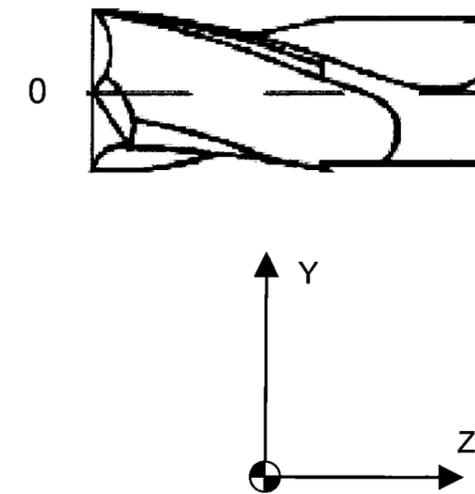
$f_z$  maxi =

20.3: Intérêt du revêtement sur la plaquette

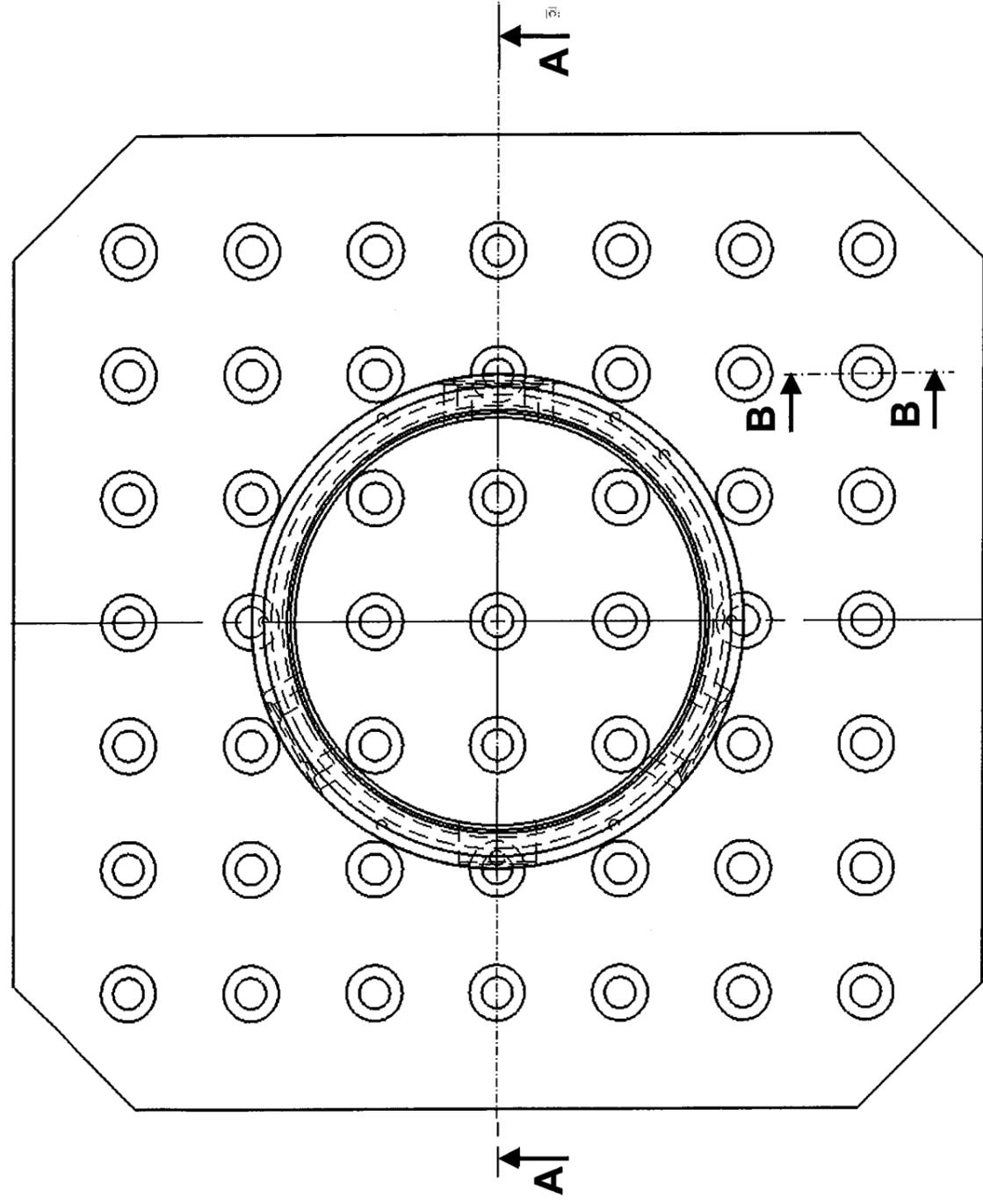
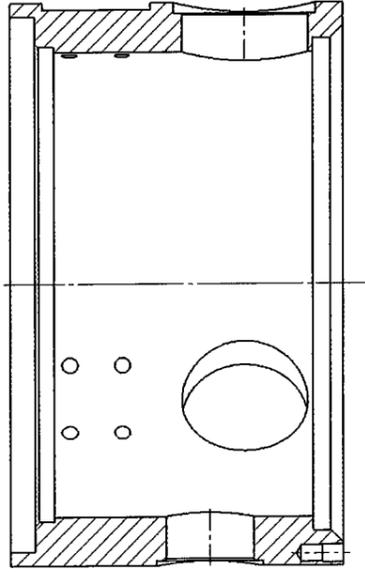
20.4 : Rayon de plaquette maxi (expliquer vos calculs) :



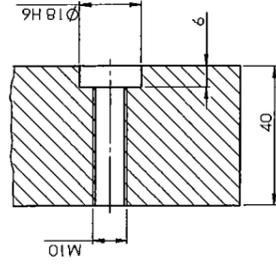
C-C partielle



A-A



B-B partielle



ECH 1:2

## Validation du goujon M12

22.1 : Trouver  $d_2$  et  $p$  sur DRS12 :

$d_2 =$	$p =$
---------	-------

Calculer  $\alpha$  :

$\alpha =$
------------

On donne  $f = \tan\varphi = 0,15$  et  $\beta = 30^\circ$ , calculer  $\varphi'$  :

$\varphi' =$
--------------

Exprimer  $\|\vec{C}_{\text{Frottement}}\|$  en fonction de  $\|\vec{C}_{\text{Clé} \rightarrow \text{écrou}}\|$  :

$\ \vec{C}_{\text{Frottement}}\  =$
-------------------------------------

En déduire  $\|\vec{R}_{\text{Écrou} \rightarrow \text{rondelle}}\|$  en fonction de  $\|\vec{C}_{\text{Clé} \rightarrow \text{écrou}}\|$ ,  $d_2$ ,  $\alpha$  et  $\varphi'$  :

$\ \vec{R}_{\text{Écrou} \rightarrow \text{rondelle}}\  =$
--

Réaliser l'application numérique :

$\ \vec{R}_{\text{Écrou} \rightarrow \text{rondelle}}\  =$
--

22.2 : Dimensionnement goujon :

Éléments de justification :