

CENTRE ORGANISATEUR

Université de Lorraine

CONCOURS EXTERNE BAP C

Technicien-ne de recherche et formation classe normale

**Epreuve d'admissibilité**

**Emploi-type : « Technicien-ne en réalisation mécanique »**

CONCOURS ITRF SESSION 2021

**SUJET D'ADMISSIBILITE – Durée 3 heures**

26 mai 2021

---

Note sur 20

N° d'anonymat : .....

*(ne rien inscrire)*



**Anonymat**

NOM : .....

NOM DE NAISSANCE : .....

Prénom : .....

Né(e) : .....

## **INSTRUCTIONS**

Nous vous remercions de compléter les renseignements concernant votre identité **sur la première page du sujet**. Hormis cet en-tête et conformément au principe d'anonymat, le sujet ne devra comporter **aucun signe distinctif sous peine de nullité**.

Toute annotation ou mention d'identité (**nom, prénom, initiales, service ou entreprise dans lesquels vous travaillez...**) portée sur toute autre partie de la copie conduira à **l'annulation de votre épreuve**.

L'utilisation des éléments suivants sur votre sujet de concours **est autorisée** :

- stylos de couleurs (vert, noir, rouge, bleu)
- règle graduée
- équerre
- calculatrice scientifique non programmable

**L'usage du téléphone portable est INTERDIT pour cette épreuve.**

Les réponses doivent être apportées **directement sur le sujet** en utilisant les zones prévues à cet effet.

**Le sujet est composé de 3 parties :**

- Partie 1 : Analyse de mécanismes
- Partie 2 : Fabrication mécanique
- Partie 3 : Hygiène et sécurité

**Les Documents Techniques (DT en annexe) mis à disposition sont :**

- Document Technique 1 (DT 1) : Dessin broche émeriseuse
- Document Technique 2 (DT 2) : Machine tool specifications (document en anglais)
- Document Technique 3 (DT 3) : Repérage des surfaces à usiner et nomenclature de phases
- Document Technique 4 (DT 4) : Dessin de définition de la tête de vérin

Le sujet comporte 27 pages au total. **Vérifiez en début d'épreuve le nombre de pages du document.**

## Partie 1 : Analyse de mécanismes

### Mise en situation :

Une société fabricant des auto cuiseurs a développé un système de polissage qui permet de réduire les rayures de la cuve de l'auto cuiseur.

Le système de polissage appelé « émeriseuse » est constitué de plusieurs unités (Figure 1).

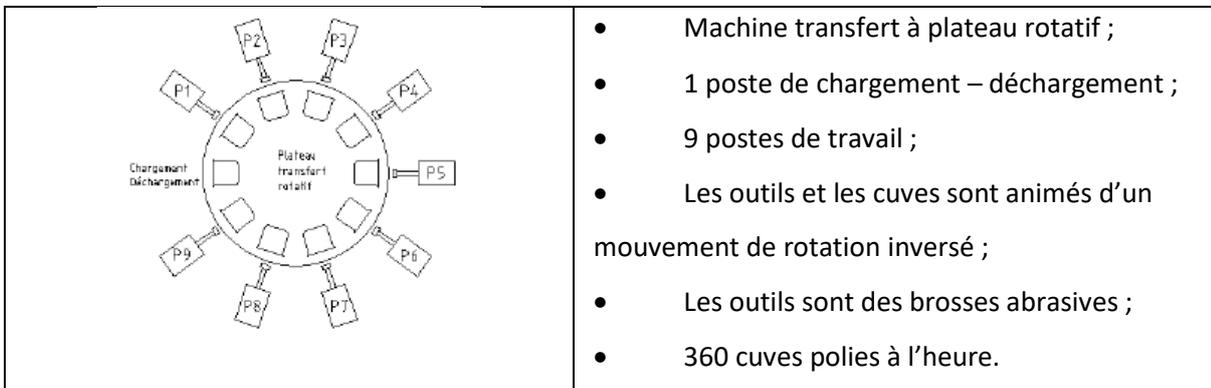


Figure 1 : Système de polissage

Chaque unité dispose d'une broche montée sur une table à mouvements croisés (Figure 2).

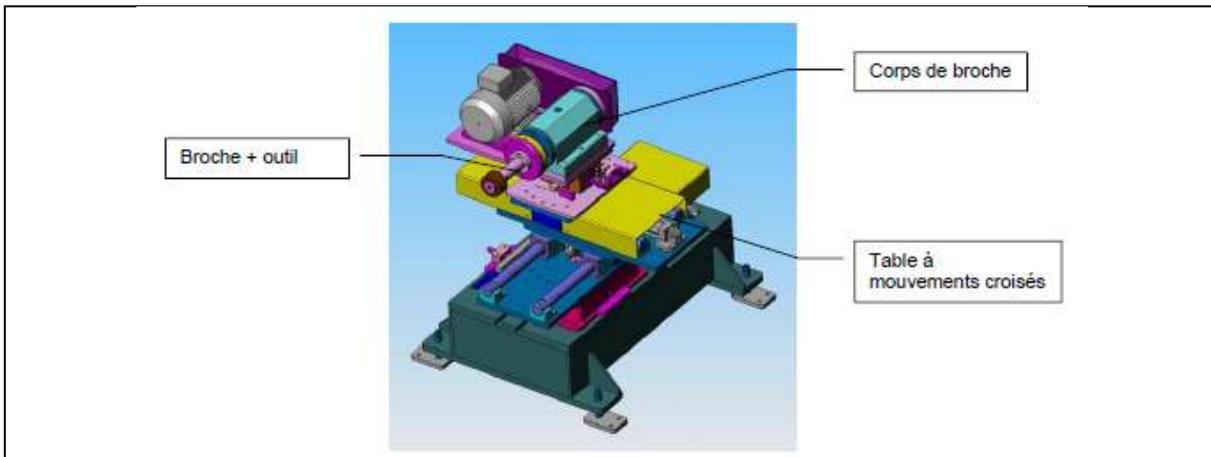


Figure 2 : Modèle CAO d'une broche de polissage

La broche porte outil est l'objet de notre étude (Figure 3).

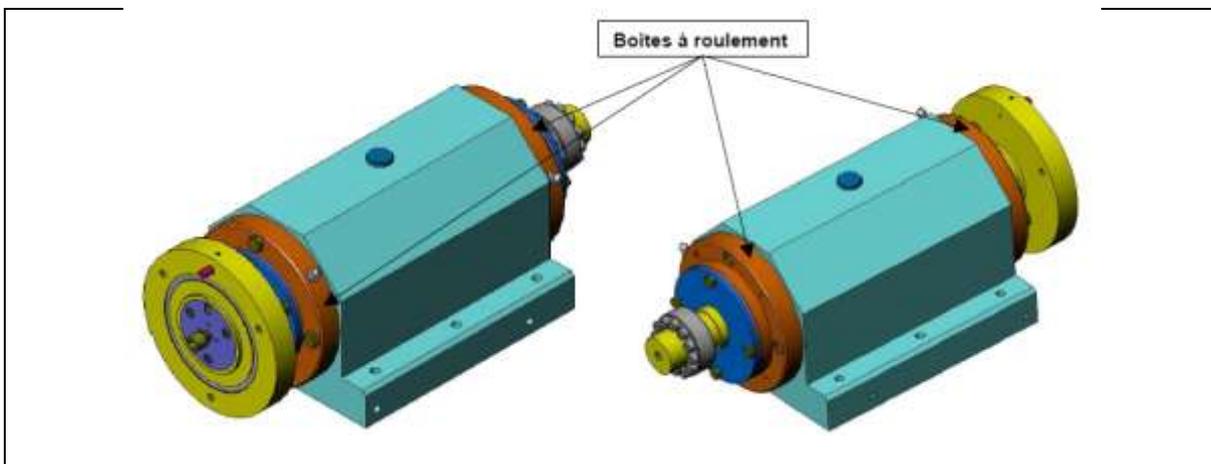


Figure 3 : Broche porte outil

Le dessin d'ensemble décrivant la broche de polissage est représenté dans les documents techniques (DT 1 en annexe) et Figure 4 (page 6).

Tableau n°1 : Nomenclature de la broche porte outil

|            |           |   |                |                     |
|------------|-----------|---|----------------|---------------------|
| 36         | 1         | Goupille cannelée G5, Ø10 x 28                    |                |                     |
| 35         | 1         | Vis sans tête Hc, à bout plat, M6-10              |                |                     |
| 34         | 1         | Goupille cylindrique Ø8-24                        |                |                     |
| 33         | 3         | Vis CHc M6-16                                     |                |                     |
| 32         | 1         | Vis CHc M12-30                                    |                |                     |
| 31         | 2         | Joint torique, 123,2 x 6,99                       |                |                     |
| 30         | 1         | Joint torique, 100,9 x 5,33                       |                |                     |
| 29         | 1         | Joint torique, 88,27 x 5,33                       |                |                     |
| 28         | 1         | Joint à lèvres, type A, 65 x 85 x 10              |                |                     |
| 27         | 1         | Joint à lèvres, type A, 50 x 70 x 10              |                |                     |
| 26         | 1         | Ringblock   |                | Série 1120 45x75    |
| 25         | 1         | Roulement à 1 rangée de billes à contact radial   |                |                     |
| 24         | 1         | Roulement à 2 rangées de billes à contact oblique |                |                     |
| 23         | 2         | Rondelle MB 55                                    |                |                     |
| 22         | 2         | Ecrou KM M55 x 2                                  |                |                     |
| 21         | 2         | Graisseur Hydraulic droit M8 x 1                  |                |                     |
| 20         | 1         | Joint torique 120 x 6,99 – TFE70120PC             |                |                     |
| <b>Rep</b> | <b>Nb</b> | <b>Désignation</b>                                | <b>Matière</b> | <b>Observations</b> |
| Folio 1/2  |           | BROCHE D'EMERISEUSE                               |                |                     |
|            | A4        |   |                |                     |
|            |           | BAP C   |                |                     |

|            |           |                            |                |                     |
|------------|-----------|----------------------------|----------------|---------------------|
| 19         | 4         | Vis H M10-50               |                |                     |
| 18         | 4         | Vis CHc M10-40             |                |                     |
| 17         | 12        | Vis H M8-30                |                |                     |
| 16         | 1         | Porte outil                |                |                     |
| 15         | 1         | Bouchon                    |                |                     |
| 14         | 1         | Locating                   |                |                     |
| 13         | 1         | Fixation mandrin broche    | S 250 Pb       |                     |
| 12         | 1         | Poulie                     | Al Cu 4 Mg Si  |                     |
| 11         | 1         | Broche                     | 15 Cr Ni 6     |                     |
| 10         | 2         | Demi bague                 | S 250 Pb       |                     |
| 9          | 1         | Rondelle arrière           | S 250 Pb       |                     |
| 8          | 1         | Rondelle avant             | S 250 Pb       |                     |
| 7          | 1         | Couvercle arrière          | S 250 Pb       |                     |
| 6          | 1         | Couvercle avant            | S 250 Pb       |                     |
| 5          | 1         | Support racleur arrière    | S 250 Pb       |                     |
| 4          | 1         | Support racleur avant      | S 250 Pb       |                     |
| 3          | 1         | Boîte à roulement arrière  | 16 Mn Cr 5     |                     |
| 2          | 1         | Boîte à roulement avant    | 16 Mn Cr 5     |                     |
| 1          | 1         | Corps de broche            | Al Cu 4 Mg Si  |                     |
| <b>Rep</b> | <b>Nb</b> | <b>Désignation</b>         | <b>Matière</b> | <b>Observations</b> |
| Folio 2/2  |           | <b>BROCHE D'EMERISEUSE</b> |                |                     |
|            | A4        |                            |                |                     |
|            |           | <b>BAP C</b>               |                |                     |

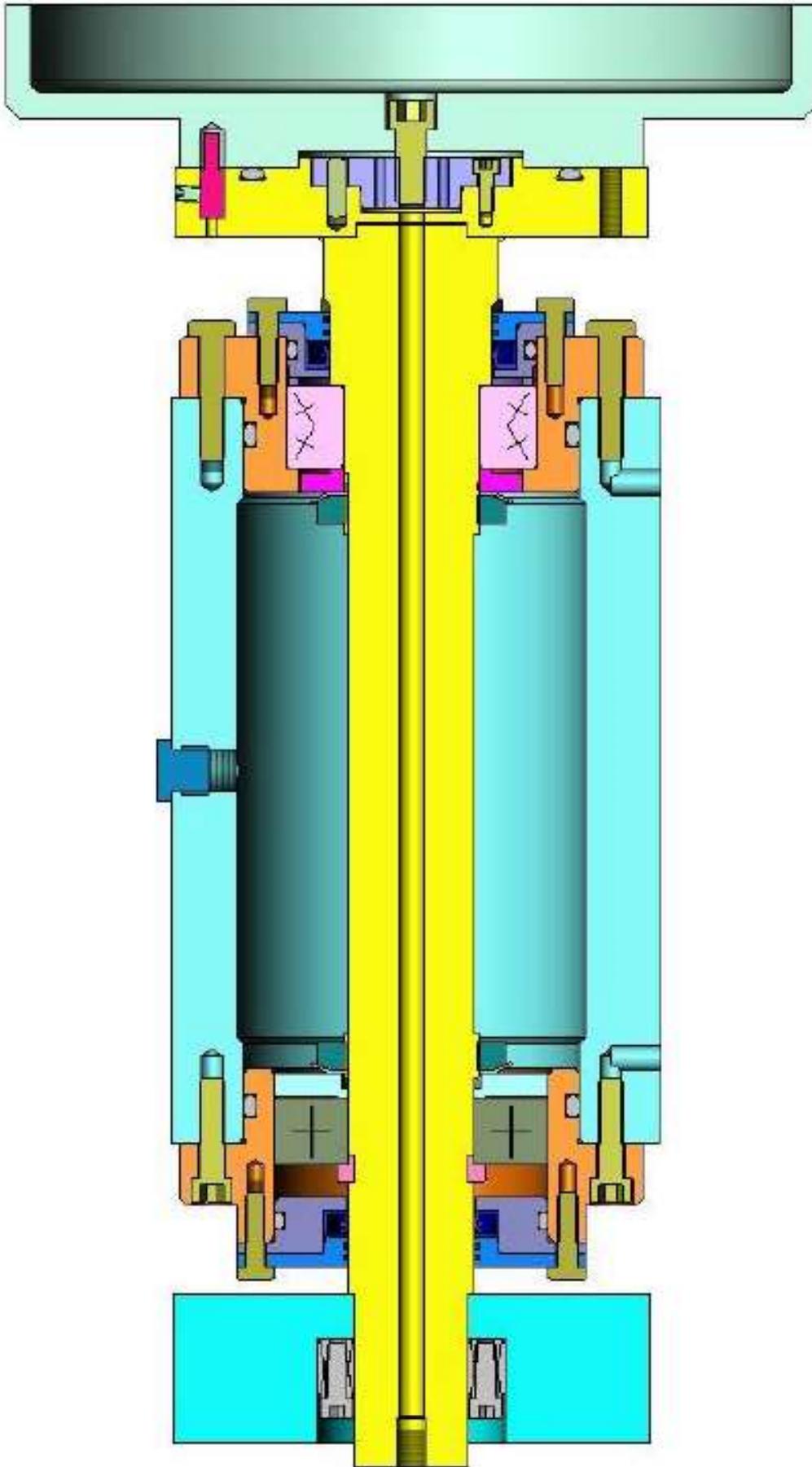


Figure 4 : CAO de l'ensemble broche (coupe AA)

## Etude fonctionnelle (se référer au tableau n°1)

Q1.1) Indiquer la fonction technique des composants suivants :

- Support racleur avant (4)

- Joints toriques (29 et 31).

Q1.2) Justifier.

Q1.3) Indiquer la fonction technique des composants suivants :

- Corps de broche (1)

- Roulements (24 et 25)

- Broche (11)

Q1.4) Justifier le montage en boîtier (pièce 2 ou 3).

Q1.5) Justifier la raison de la localisation des solutions technologiques des roulements de boitiers (2) et (3).

Q1.6) Indiquer la fonction technique du composant 21.

### Etude de la gamme de démontage/montage

Q1.7) Proposer une gamme de démontage de la broche

Q1.8) Indiquer quelles difficultés peuvent apparaître lors du démontage de l'arbre tournant. Quel outil peut-on utiliser pour contourner cette difficulté ?

|  |
|--|
|  |
|--|

### Etude des matériaux

Q1.9) Indiquer la désignation des matériaux suivants :

|               |  |
|---------------|--|
| S250 Pb       |  |
| 16 Mn Cr 5    |  |
| Al Cu 4 Mg Si |  |

Q1.10) Proposer un type de matériau pour le joint torique 120 x 6,99 – TFE70120PC.

|  |
|--|
|  |
|--|

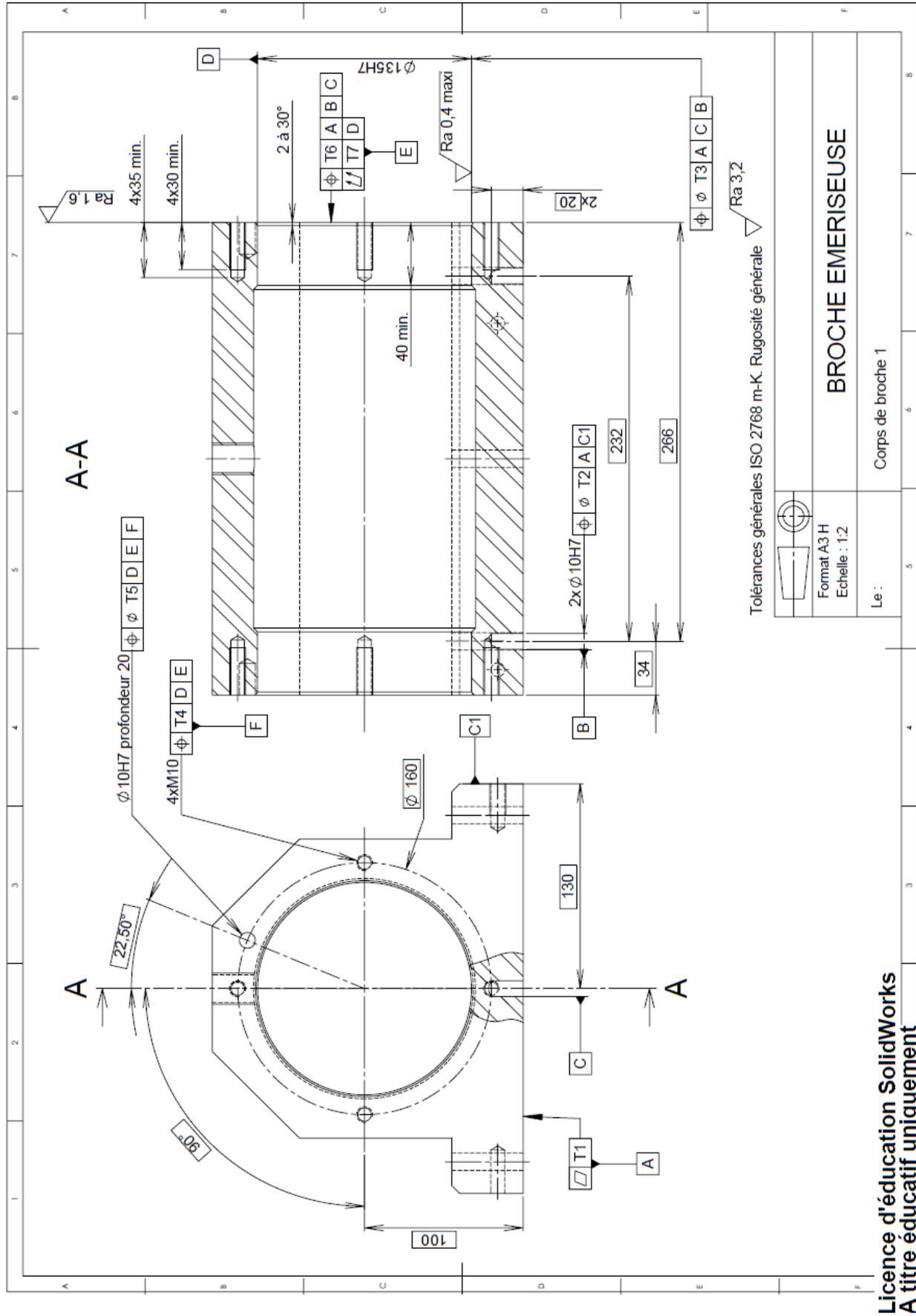
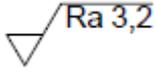


Figure 5 : Dessin de définition du corps de broche

A partir du dessin de définition (Figure 5), nous vous proposons d'étudier la cotation et le tolérancement.

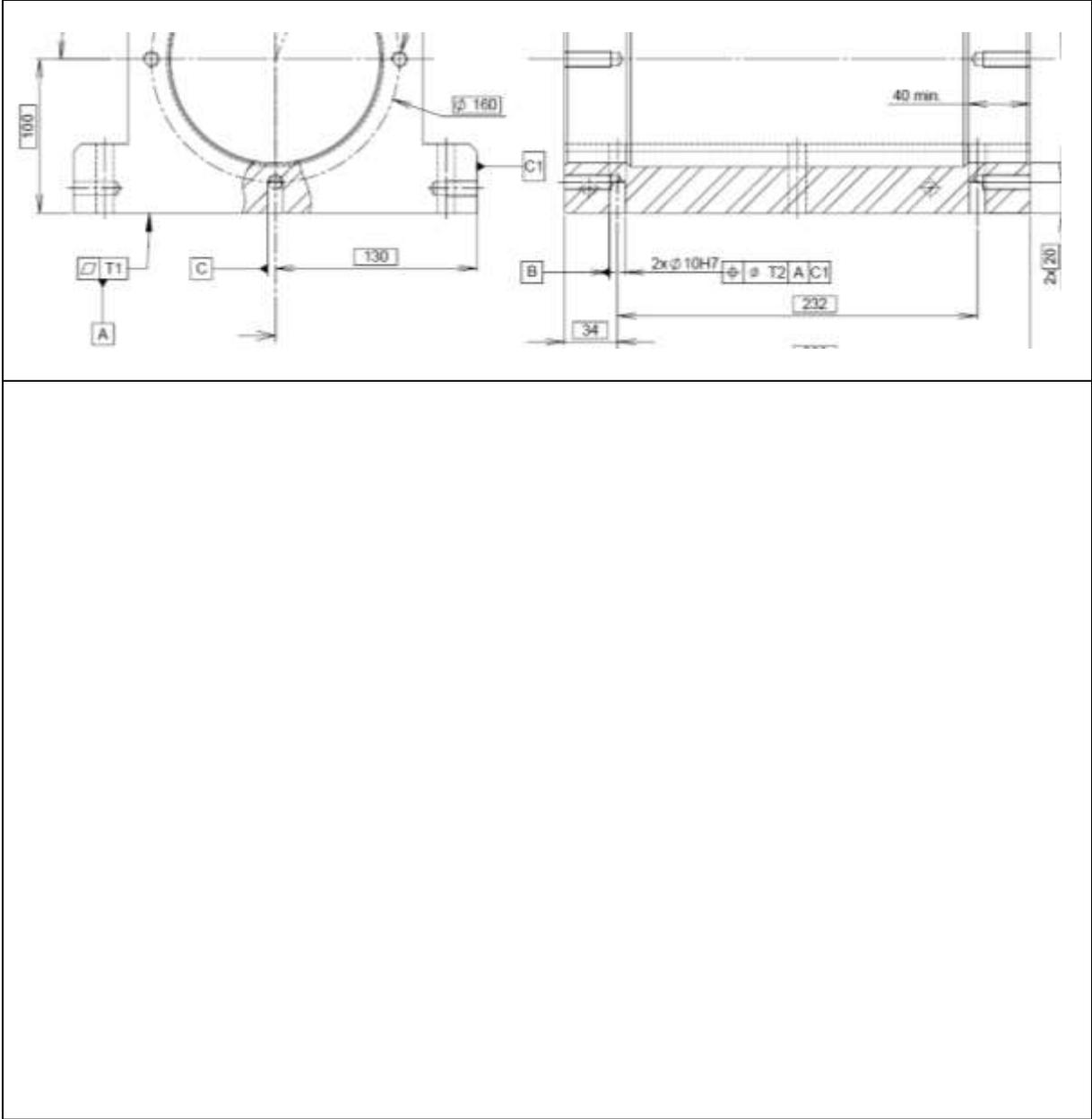
Q1.11) Indiquer la signification de « ISO 2768 m-K »

Q1.12) Indiquer la signification de «  »

Q1.13) Expliquer la spécification suivante de corps de broche (Figure 5).

$2x \varnothing 10H7$ 

|          |               |    |   |    |
|----------|---------------|----|---|----|
| $\oplus$ | $\varnothing$ | T2 | A | C1 |
|----------|---------------|----|---|----|



Q1.14) Proposer un moyen de contrôle pour mesurer la spécification de «  $\varnothing 134 H7$  ».

## Partie 2 : Fabrication mécanique

### Mise en situation

Une société spécialisée dans l'usinage de pièces de la moyenne à la grande série réalise la sous-traitance de matériel hydraulique. L'étude porte sur l'usinage d'éléments de vérins. En vue d'améliorer la productivité, cette entreprise décide de réduire ses coûts de production sur un produit récurrent qui est la tête de vérin (Figure 6).

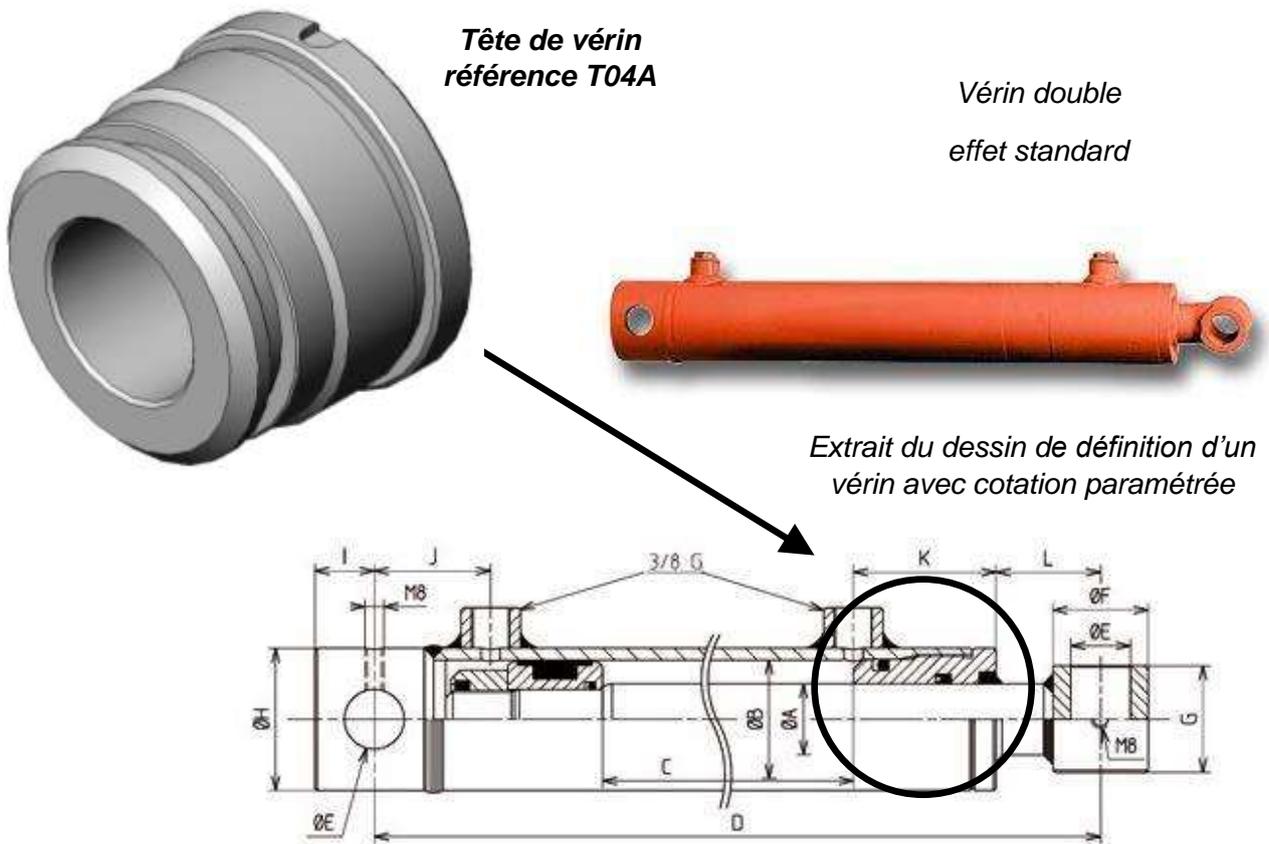


Figure 6 : Tête de vérin à usiner

Le moyen de production utilisé est un tour bi-broche CMZ TL20 MS (Figure 7) qui est équipé d'un portique qui assure le chargement automatique de la pièce brute sur la broche principale.

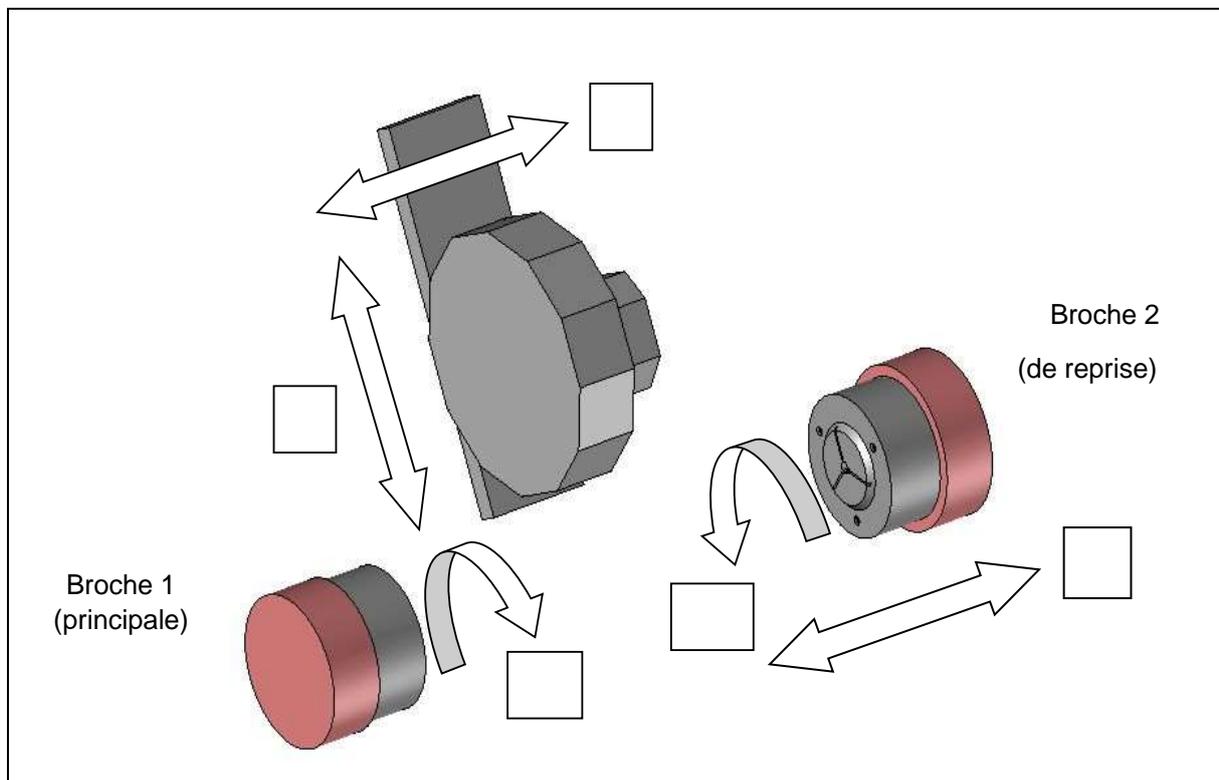


Figure 7 : Tour bi-broche CMZ TL20 MS

Les caractéristiques techniques sont représentées dans le document technique de cette machine-outil (DT 2 en annexe).

### Analyse de la machine-outil

Q2.1) Identifier sur le schéma ci-dessous les différents axes cinématiques (X1, Z1, C1, C2, Z2) asservis en position et en vitesse du tour bi-broche utilisé pour la fabrication de la tête de vérin (DT 2).



Q2.2) Relever les courses de la machine sur les trois axes cinématiques principaux (DT 2).

| Axes | Course |
|------|--------|
| Z1   |        |
| X1   |        |
| Z2   |        |
| C1   |        |
| C2   |        |

Q2.3) Donner la capacité outils maximum de la tourelle.

Q2.4) Justifier l'intérêt de l'axe supplémentaire Z2.

Q2.5) Donner la section des queues d'outils que l'on peut monter sur la tourelle.

Q2.6) Indiquer la fréquence de rotation de la broche principale pour une puissance maximale.

Q2.7) Donner la fréquence de rotation maximum de la broche principale.

Q2.8) Donner la distance entre la face des mandrins.

### Etude des opérations d'usinage

Excepté le débit du brut (phase 10 – annexe DT3), les usinages de la tête de vérin sont regroupés en deux phases, celles-ci étant réalisées successivement sur les deux porte-pièces qui équipent le tour bi broche.

En vous aidant des documents en annexe :

- Document Technique 2 (DT 2) : Machine tool specifications (document en anglais)
- Document Technique 3 (DT 3) : Repérage des surfaces à usiner et nomenclature de phases
- Document Technique 4 (DT 4) : Dessin de définition du vérin

Q2.9) Indiquer le mode de fonctionnement des deux broches du tour lors de la phase de transfert de pièce.

Q2.10) Donner les avantages de commencer par le perçage ébauche de l'alésage 6.

Q2.11) Indiquer sur quelles broches (principale ou reprise) sont réalisées les surfaces usinées en cochant les cases blanches dans le tableau ci-dessous :

| <b>Repère de la surface</b> | <b>Broche principale (n°1) Phase 20</b> | <b>Broche de reprise (n°2) Phase 30</b> |
|-----------------------------|---|---|
| Plan 1                      | <b>X</b>                                |   |
| Plan 2                      |   | <b>X</b>                                |
| Cylindre 3                  | <b>X</b>                                |   |
| Cylindre 4                  | <b>X</b>                                |   |
| Cylindre 5                  |   | <b>X</b>                                |
| Alésage 6                   | <b>X</b>                                |   |
| Alésage 7                   |   | <b>X</b>                                |
| Gorge 8                     |   |   |
| Gorge 9                     |   |   |
| Gorge 10                    |   |   |
| Poche 11                    |   |   |
| Filetage 12                 | <b>X</b>                                |   |
| Chanfrein 13                | <b>X</b>                                |   |
| Chanfrein 14                | <b>X</b>                                |   |
| Chanfrein 15                |   |   |
| Chanfrein 16                |   |   |
| Chanfrein 17                |   | <b>X</b>                                |
| Chanfrein 18                | <b>X</b>                                |   |
| Chanfrein 19                |   | <b>X</b>                                |

Q2.12) Expliquer la raison pour laquelle on utilise des mors doux pour assurer la mise en position de la tête de vérin en phase 30.

## Choix des outils et conditions de coupe

Actuellement chaque gorge (Rep 8 et Rep 9 dans DT 3 – repérage des surfaces) est réalisée avec un outil à gorge. Afin de standardiser l’outillage et de gagner en productivité, le technicien méthode décide de choisir un seul outil pour les deux gorges. Vous allez participer au choix final.

Q2.13) Indiquer le nom couramment utilisé pour le matériau de la pièce à usiner (tête de vérin) et préciser s’il s’agit d’un alliage ferreux ou non ferreux ainsi que les caractéristiques mécaniques (DT 4).

Q2.14) Selon la norme ISO, indiquer la nuance de la plaquette utilisée pour usiner les gorges en indiquant la lettre et la couleur de cette famille ainsi que la référence proposée par le fabricant de plaquette (Figure 8).

| Application      |   | Ténacité | Choix prioritaire | Résistance à l’usure |
|------------------|---|----------|-------------------|----------------------|
| Gorges frontales | P | GC2135   | GC1125            | GC4225               |
|                  | M | GC1145   | GC2135            | GC1125               |
|                  | K | GC1125   | GC4225            | GC3115               |
|                  | N | GC1125   | GC1005            | CD10                 |
|                  | S | GC2135   | GC1125            | GC1105               |
|                  | H |          | CB7015            |                      |

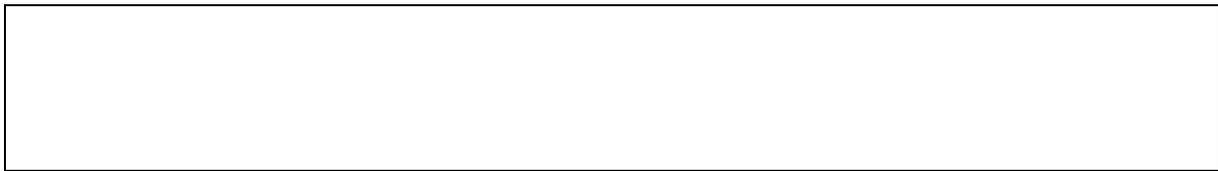
- P ISO P = Aciers
- M ISO M = Aciers inoxydables
- K ISO K = Fontes
- N ISO N = Matières non ferreuses
- S ISO S = Super alliages réfractaires
- H ISO H = Métaux trempés

Figure 8 : Nuance matériaux plaquette en fonction des matériaux à usiner

Q2.15) Calculer pour chaque gorge, la profondeur de coupe radiale ( $a_r$ ). Détailler vos calculs. Indiquer les largeurs pour chaque gorge.



Q2.16) Déterminer le type de la plaquette pour l'usinage des gorges (Figure 9) et les valeurs des profondeurs radiales ( $a_r$ ).



### CoroCut® à 1 ou 2

Système à choisir en priorité pour toutes les opérations de tronçonnage et gorges

| Type de plaquettes   | Tronçonnage                     | Usinage général de gorges | Gorges de circlips |
|--|---------------------------------|---------------------------|--------------------|
|  CoroCut® à 2 arêtes<br>$a_r < 20$ mm               | • •                             | • •                       | •                  |
|  CoroCut® à 1 arête<br>$a_r > 20$ mm                | • •                             | • •                       |                    |
|  CoroCut® 3<br>Profondeurs de coupe jusqu'à 6.4 mm | • •                             |                           |                    |
|  T-Max Q-Cut® 151.2                               | •                               |                           |                    |
|  T-Max Q-Cut® 151.3                               |                                 |                           |                    |
|  T-Max® U-Lock                                    |                                 |                           | • •                |
|  CoroCut® XS                                      | • •<br>Précision de décolletage |                           |                    |
|  CoroCut® MB                                      |                                 |                           |                    |
|  CoroTurn® XS                                     |                                 |                           |                    |
|  T-Max® céramique                                 |                                 |                           |                    |

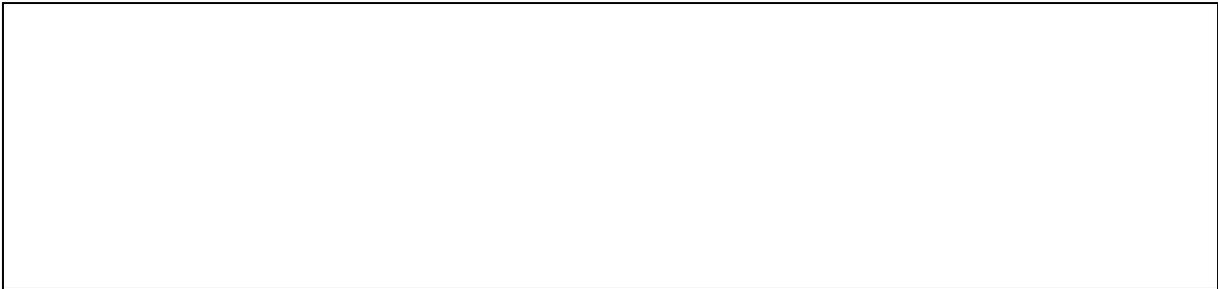
• • = choix prioritaire

• = Solution alternative

Figure 9 : Choix des outils destinés aux opérations de tronçonnage et gorges

Q2.17) Afin de respecter la géométrie de fond de gorge, déterminer le sens de coupe de la plaquette. Reporter la valeur de l'angle d'attaque  $\psi_r$ . Indiquer la valeur maxi de largeur de plaquette.

Les données géométriques du carburier sont définies dans la Figure 10.



sens de coupe

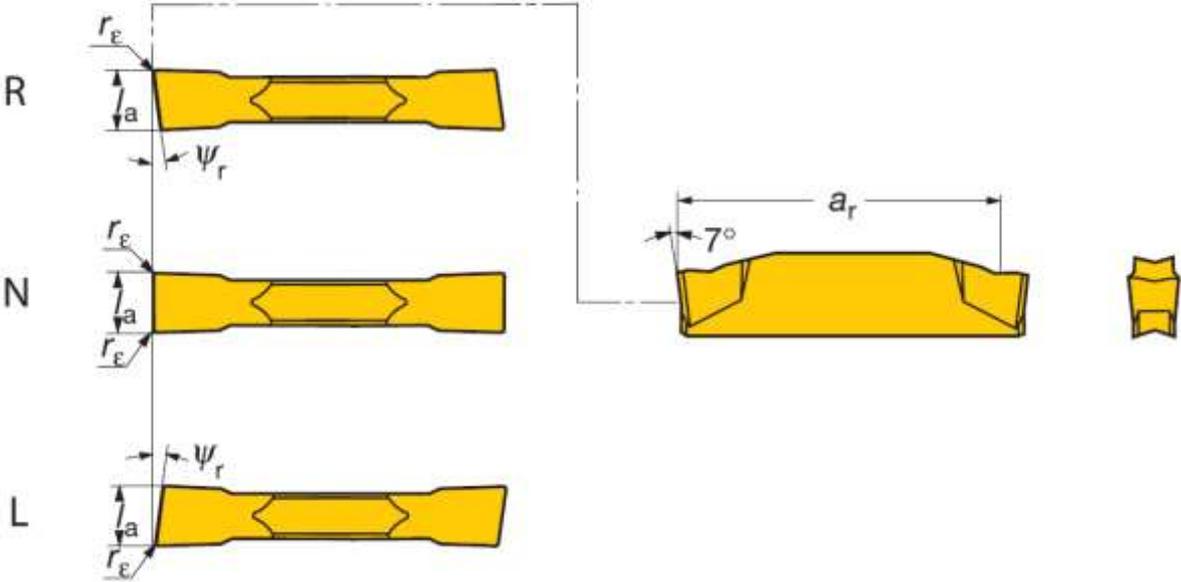


Figure 10 : Sens de coupe

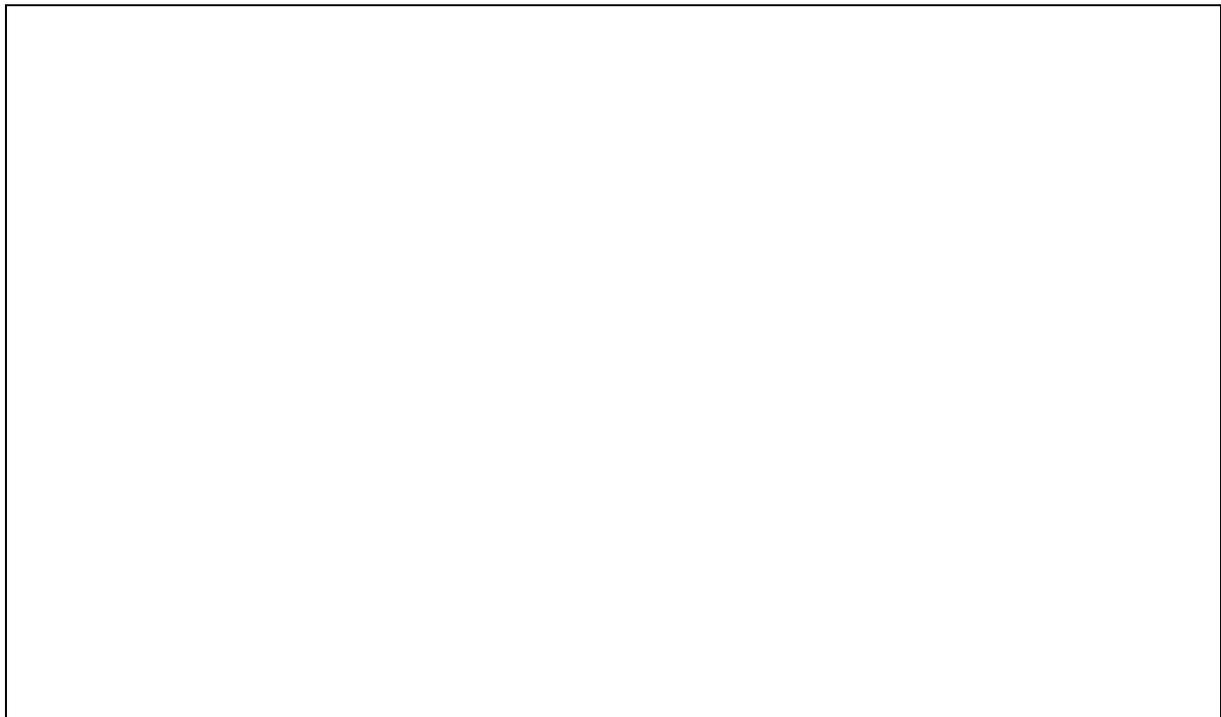
Q2.18) Déterminer les valeurs de fréquence de rotation pour une avance de 0,05 mm pour chacune des gorges à réaliser.

- La nuance de la plaquette pour usiner la pièce en fonte lamellaire est selon le référencement du carburier : la référence GC4225 (substrat fritté et un revêtement MT-CVD comportant une couche TiCN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
- La résistance mécanique à la rupture du matériau de la tête de vérin EN-GJL-250 est de l'ordre de 250 N/mm<sup>2</sup> ce qui correspond environ à 100 HB de dureté.

Les données des conditions de coupe sont renseignées dans la Figure 11 :

| ISO K     | MC No. | CMC No. | Fontes<br>Matière                              | Force de coupe spécifique<br>K <sub>01</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | Dureté Brinell<br>HB | RESISTANCE A L'USURE  |   |
|-----------|--------|---------|--|---|----------------------|---|---|
|           |        |         |  |   |                      | GC3115<br>Vitesse de coupe V <sub>c</sub> , m/min<br>0.05-0.5 | GC4225<br>Vitesse de coupe V <sub>c</sub> , m/min<br>0.05-0.5 |
| K1.1.C.NS |        | 07.1    | Fonte malléable<br>Ferritique (copeaux courts) | 790   | 130                  | 340-170   | 320-170   |
|           |        | 07.2    | Perlitique (copeaux longs)                     | 900   | 230                  | 250-115   | 235-110   |
| K2.1.C.UT |        | 08.1    | Fonte grise<br>Faible résistance à la traction | 890   | 180                  | 290-140   | 275-130   |
|           |        | 08.2    | Forte résistance à la traction                 | 970   | 220                  | 250-120   | 240-115   |

Figure 11 : Conditions de coupe pour les fontes



Q2.19) Au regard des résultats précédents sur les fréquences de rotation, indiquer si la broche 1 et 2 (courbes dans DT 2) sont adaptées à la réalisation des gorges. Justifier votre réponse.



### Usinage du filetage M 74,5 – 2-6g

En vue d'usiner le filetage M 74,5 – 2-6g, il convient de déterminer la profondeur de passe « ap » pour calculer la pénétration incrémentale de l'outil à fileter.

Géométrie simplifiée du filetage

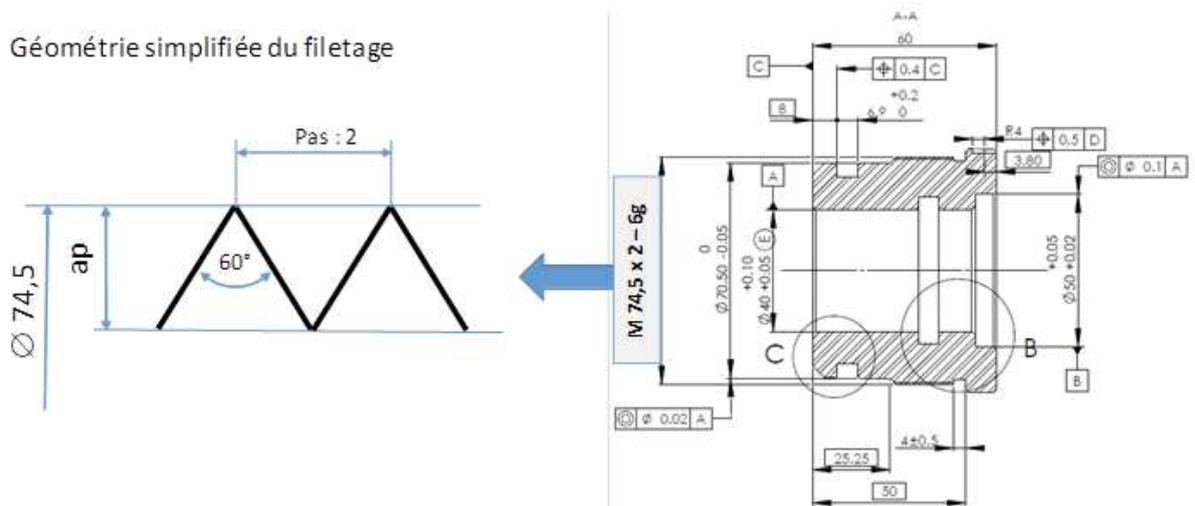
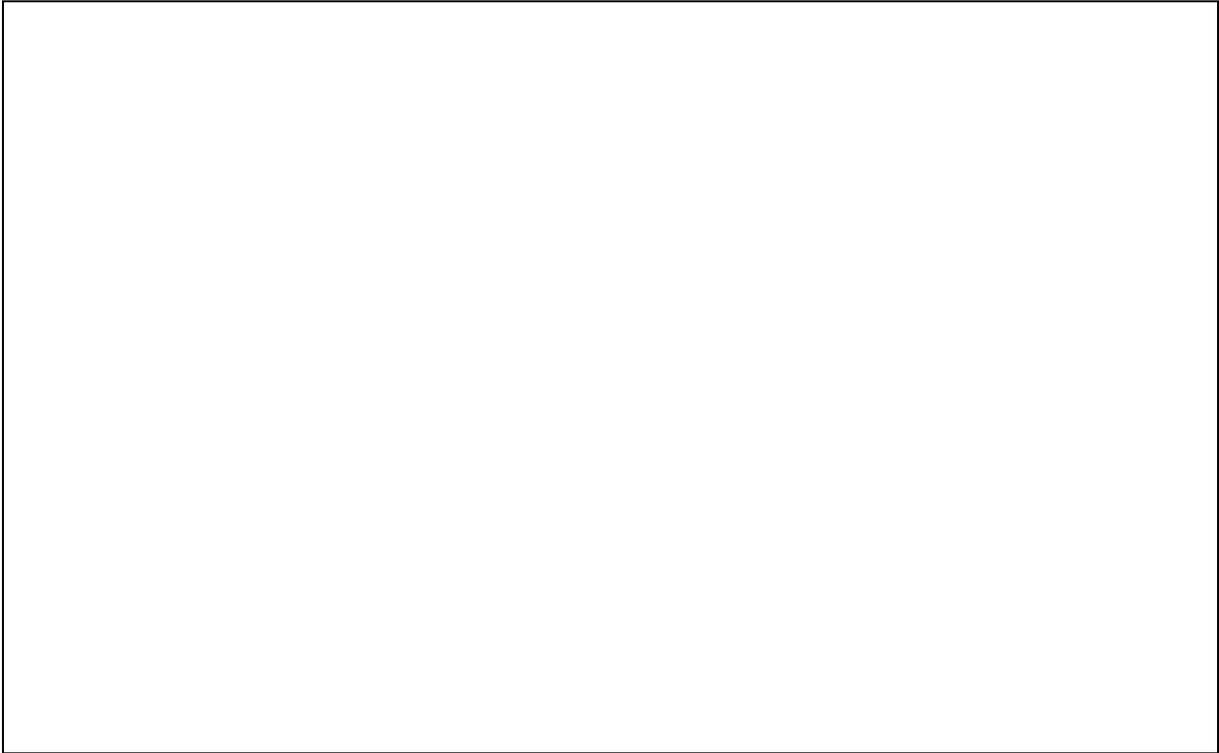


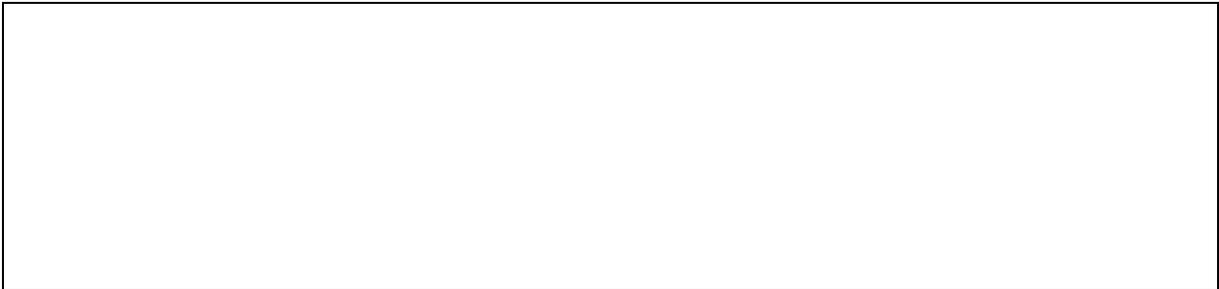
Figure 12 : Schéma représentant le filetage métrique ISO avec un pas de 2 mm

La Figure 12 représente de manière simplifiée le filetage métrique ISO de pas de 2 mm.

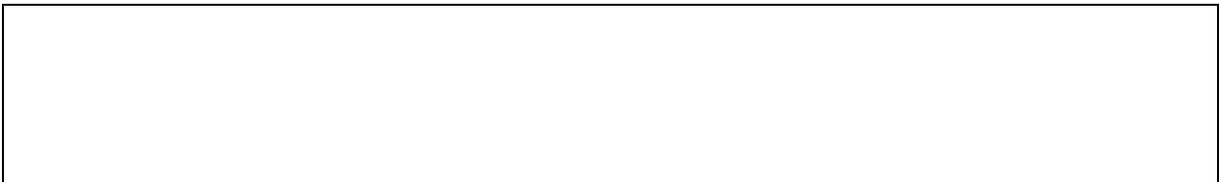
Q2.20) Calculer la profondeur de passe totale en fonction du profil du filetage.



Q2.21) Déterminer les valeurs de pénétration sachant que la première passe vaut 0,3 mm et la dernière vaut 0,1 mm et le nombre de passes est de 6.



Q2.22) Proposer un moyen de mesurage direct et indirect pour contrôler le filetage.



## Partie 3 – Hygiène et sécurité

Q3.1) Indiquer l'intérêt des consignations LOTO

Q3.2) A partir des images (Figure 13), indiquer la méthode à mettre en œuvre pour une réorganisation d'un poste de travail. Décrire succinctement cette méthode.

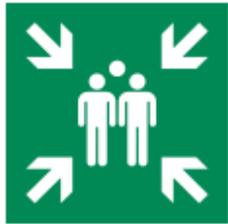


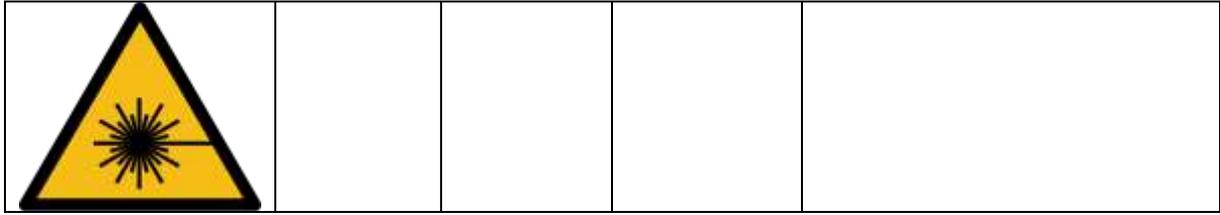
Figure 13 : avant et après réorganisation du poste

Q3.3) Indiquer les précautions à prendre lors de la manipulation des huiles de coupes pour prévenir les maladies de peau.

Q3.4) Indiquer les méthodes d'évaluation et leurs périodicités des fluides de coupe en usinage. Donner le nom de l'instrument permettant de mesurer la densité de l'huile de coupe de type soluble.

Q3.5) Identifier les pictogrammes ci-après en fonction des critères de danger, obligation ou localisation (mettre une croix dans la case concernée) et spécifier leur signification

| Pictogramme   | Danger | Obligation | Secours et évacuation | Signification |
|---|--------|------------|-----------------------|---------------|
|  |        |            |                       |               |
|  |        |            |                       |               |
|  |        |            |                       |               |



Q3.6) Indiquer les conditions de conduite et manipulation de palans.

|  |
|--|
|  |
|--|

Q3.7) Qu'est ce qu'un EPI ? Citer en 3.

|  |
|--|
|  |
|--|