

## **Dossier Réponse**

Ce dossier comporte 27 pages celle-ci comprise.

### **PARTIE A : Fabrication existante**

- |  |      |
|--|------|
| 1. Analyse fonctionnelle et structurelle   | DR3  |
| 1-1 : En vous aidant du schéma feuille DR1, compléter le tableau suivant en indiquant les degrés de liberté, les classes d'équivalence cinématique et le nom des liaisons concernées. (« 1 » s'il existe et « 0 » s'il n'existe pas) |      |
| 2. Organisation du poste de travail  | DR5  |
| 3. Choix du matériau   | DR6  |
| 3.1 : Justifier le choix du matériau nécessaire à la fabrication de la béquille.   |      |
| 4. Analyser les données de définition de la béquille en vue de sa réalisation  | DR7  |
| 4.1 : Identifier la dénomination technique et la nature géométrique des surfaces repérées dans le tableau ci-dessous.  |      |
| 4.2 : Inventorier l'ensemble des spécifications dimensionnelles, géométriques et d'états de surface pour chacun des usinages repérés. Compléter le tableau suivant.  |      |
| 4.3 : Indiquer la nature géométrique des différentes zones de tolérance répertoriées dans le tableau : (cocher la ou les cases correspondant à votre choix)  |      |
| 4.4 : Interpréter complètement la spécification géométrique.   |      |
| 4.5 : Interpréter la spécification géométrique et compléter le document DR9.   |      |
| 5. Choix du foret avant brochage   | DR10 |
| 5.1 : Détermination du diamètre de perçage   |      |
| 5.2 : Choix du foret et des conditions de coupe  |      |
| 6. Force de coupe en brochage  | DR12 |
| 7. Usinage du carré intérieur  | DR13 |

## PARTIE B : Nouvelle fabrication

- |   |      |
|---|------|
| 8. Etude des axes machines et des nouvelles possibilités  | DR14 |
| 9. Choix de la plaquette de finition  | DR16 |
| 10. Puissance de coupe  | DR17 |
| 10.1 : Détermination des paramètres de calcul   |      |
| 10.2 : Détermination de la puissance nécessaire   |      |
| 10.3 : Vérification de la puissance machine   |      |
| 11. Isostatisme   | DR20 |
| 12. Organigramme du nouveau processus de fabrication  | DR22 |
| 13. Justificatif choix machine  | DR23 |
| 14. Etude de résistance des matériaux de la béquille pliée  | DR25 |
| 14.1 : Identifier la ou les surfaces matées:  |      |
| 14.2 : Calculer le couple C moyen résultant de la force appliquée :   |      |
| 14.3 : A partir du dessin figure 1, déterminer le rayon R moyen entre l'axe du perçage et la surface matée.           |      |
| 14.4 : Déterminer l'effort F au niveau d'une surface matée issu du couple déterminé précédemment.                     |      |
| 14.5 : Déterminer l'effort total à prendre en compte pour le nombre n de surfaces choisies. ( $F_T = F / n$ )         |      |
| 14.6 : Déterminer la surface S matée en fonction du brochage donné sur le dessin de définition de la béquille         |      |
| 14.7 : Calculer la contrainte de matage :   |      |
| 14.8 : Comparer votre résultat avec les données constructeur et définir si la condition de non matage est respectée : |      |

**PARTIE A : Fabrication existante**

**1. Analyse fonctionnelle et structurale**

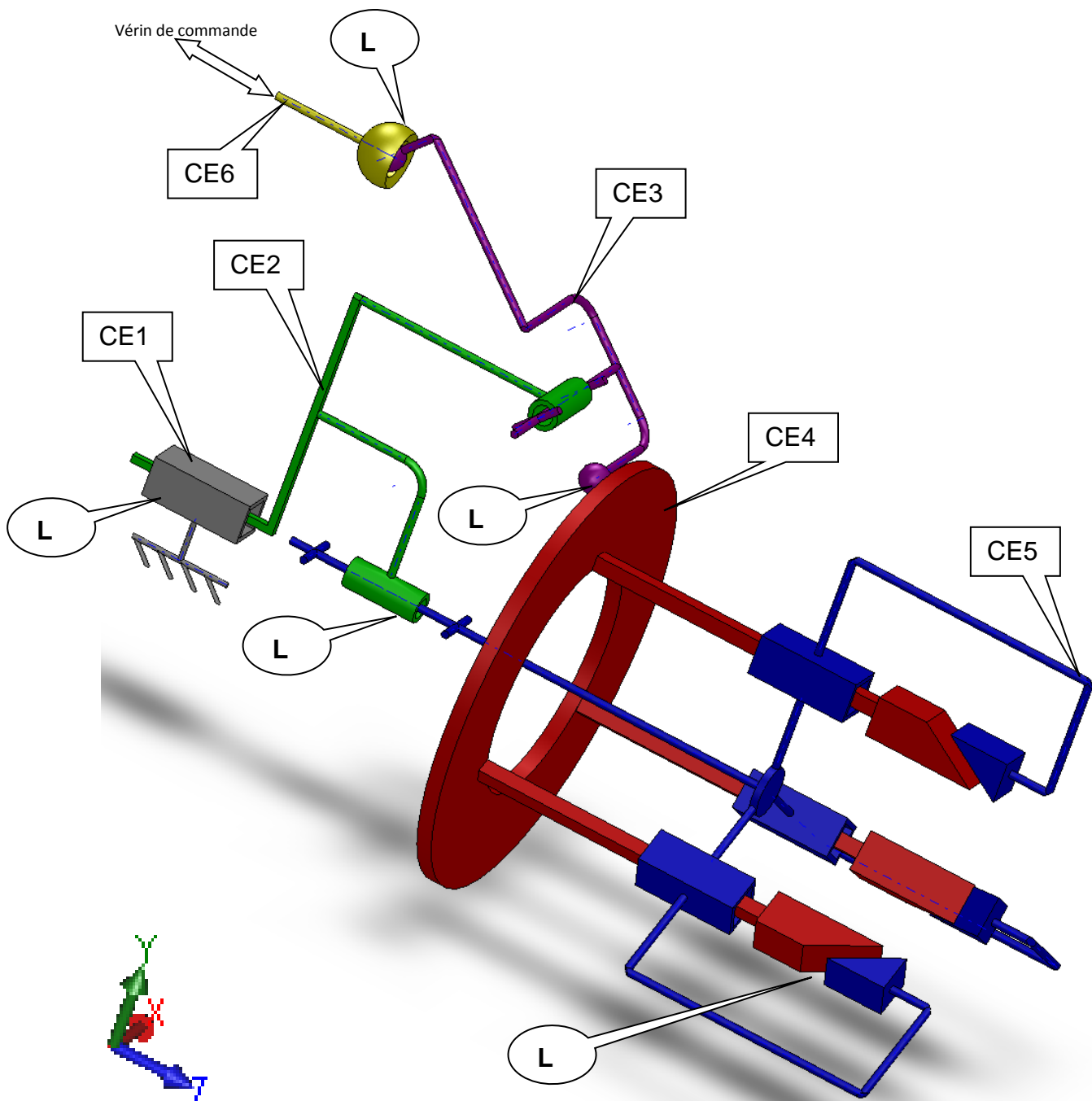
**Analyse de la broche et du canon de guidage**

**Objectif :** Définir les sous-ensembles cinématiques et leurs mouvements.

**Hypothèse :** On se place lors du fonctionnement normal.

**On donne :**

La définition en perspective des classes d'équivalence cinématique ci-dessous.



CE1 - Bâti

CE2 - Broche= {16}

CE3 - Bobineau= {14}

CE4 - Pince= {8}

CE5 – Guide pince= {4}

CE6 – Vérin de pilotage = {18}

**1-1 : En vous aidant du schéma feuille DR1, compléter le tableau suivant en indiquant les degrés de liberté, les classes d'équivalence cinématique et le nom des liaisons concernées. (« 1 » s'il existe et « 0 » s'il n'existe pas)**

Liaison	Liaison entre	Degrés de liberté						Nom de la liaison
		Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz	
L1	CE .... et CE ....							
L2	CE .... et CE ....							
L3	CE .... et CE ....							
L4	CE .... et CE ....							
L5	CE .... et CE ....	Ne rien écrire dans cette case						Appui-plan

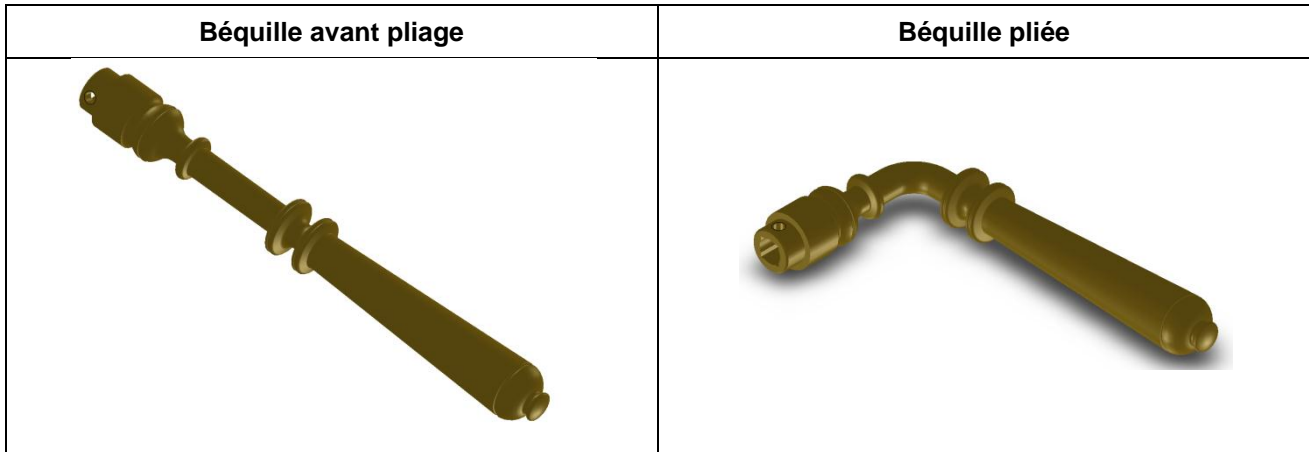
## 2. Organisation du poste de travail

En vous aidant du dossier technique du tour STAR SV32J et de la fiche de fabrication Ph10 de la gamme existante, tracez le chronogramme des opérations d'usinage d'une pièce en respectant la position des outils sur la tourelle et la table croisée.

										Temps (1 case = 1/3 s)																						
																															Désignation profil usiné	
																					Tourelle - Outils orientés broche principale			Tourelle - Outils orientés broche de reprise			Table croisée					Organe machine

### 3. Choix du matériau

Lors de la dernière phase de fabrication, la béquille est pliée à 90° afin d'obtenir sa forme finale.



#### 3.1 : Justifier le choix du matériau nécessaire à la fabrication de la béquille.

**Hypothèses** : dans le dossier technique on donne :

Une simulation des déformations admises par le matériau lors de la phase de pliage de la béquille.

Une documentation constructeur de 2 types de laiton.

Un catalogue de désignation normalisée.

**Objectif** :

Expliquer quel matériau vous avez choisi et pourquoi ?

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

Traduire complètement la désignation normalisée du matériau choisi.

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

## **4. Analyser les données de définition de la béquille en vue de sa réalisation**

*Nature géométrique, spécification dimensionnelle et tolérancement normalisé*

**Objectif :** Analyser les données de définition de la béquille en vue de sa réalisation.

**On donne :** Le dessin de définition de la béquille.  
Le repérage des surfaces.


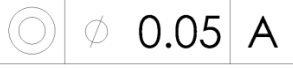
**4.1 :** Identifier la dénomination technique et la nature géométrique des surfaces repérées dans le tableau ci-dessous.

Surface repérée	Dénomination technique	Nature géométrique
S1		
S2		
S3		
S4		

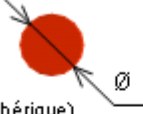
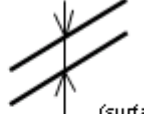
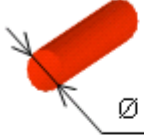


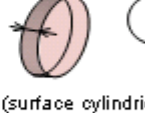
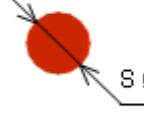

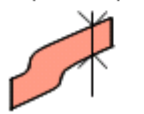
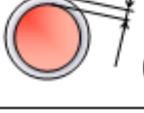

**4.2 :** Inventorier l'ensemble des spécifications dimensionnelles, géométriques et d'états de surface pour chacun des usinages repérés. Compléter le tableau suivant.

Surfaces	Spécifications dimensionnelles	Spécifications géométriques	Spécifications d'état de surface
S5			
S6			
S7			
S8			

**4.3 : Indiquer la nature géométrique des différentes zones de tolérance répertoriées dans le tableau :** (cocher la ou les cases correspondant à votre choix)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
											
											

**On donne :** Le repérage des zones de tolérance

<p>Limitée par un cercle</p> <p>1  (surface sphérique)</p>	<p>Limitée par deux droites parallèles</p> <p>2  (surface plane)</p>	<p>Limitée par un cylindre</p> <p>6 </p>	<p>Limitée par deux cylindres coaxiaux</p> <p>7 </p>
<p>Limitée par deux cercles concentriques</p> <p>3  (surface plane)</p>	<p>Limitée par deux cercles.</p> <p>4  (surface cylindrique)</p>	<p>Limitée par une sphère</p> <p>8 </p>	<p>Limitée par deux plans</p> <p>9 </p>
<p>Limitée par deux lignes quelconques</p> <p>5 </p>		<p>Limitée par deux sphères concentriques</p> <p>10 </p>	<p>Limitée par deux cônes coaxiaux</p> <p>11 </p>

**4.4 : Interpréter complètement la spécification géométrique :**  $\overset{0}{\phi} 13,70 -0,06 \text{ (E)}$

Que signifie (E) : .....

Donner une interprétation de la spécification géométrique :

.....

.....

.....

.....

.....

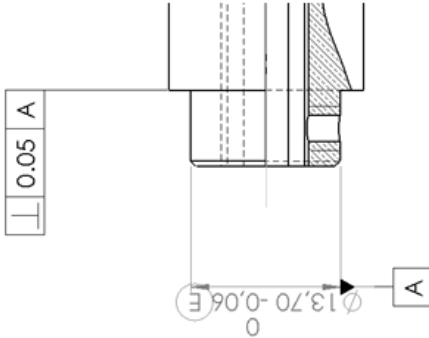
.....

.....

.....

**4.5 : Interpréter la spécification géométrique et compléter le document DR 9.**



TOLERANCEMENT NORMALISE				Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification : ..... A compléter		Eléments non idéaux		Eléments idéaux				
Type de spécification Forme Position Entourer la bonne réponse		Elément(s) de REFERENCE		Référence(s) SPECIFIEE(S)		Zone de tolérance		
<b>Condition de conformité</b> L'élément toléré doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.		Unique Groupe Entourer la bonne réponse		Unique Multiples Entourer la bonne réponse		Simple Commune Système Entourer la bonne réponse		Simple Composée Entourer la bonne réponse
<b>Schéma</b> Extrait du dessin de définition		A compléter		A compléter		A compléter		Contraintes Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
		A compléter		A compléter		A compléter		A compléter

## 5. Choix du foret avant brochage

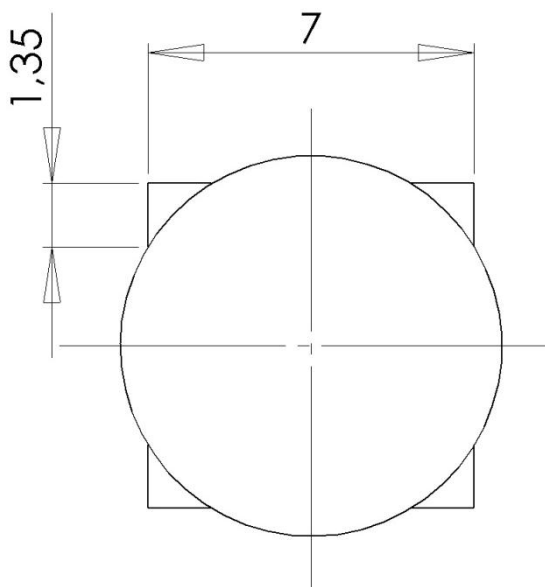
Pour cette commande, l'entreprise souhaite changer de fournisseur de foret pour des questions de durée de vie et de prix d'achat. Le choix se porte sur le fournisseur Leclerc.

Vous devez déterminer le choix de ce foret sachant que pour un gain de temps, l'opération de centrage est supprimée.

### 5.1 : Détermination du diamètre de perçage

Avant l'opération de brochage, il faut réaliser un avant trou car elle demande des efforts de poussée très importants. Il faut donc que l'avant trou soit le plus grand possible afin de limiter les profondeurs de passe. Cependant, afin que le carré intérieur soit efficace il doit rester un « plat » de 1,35mm minimum sur les bords du carré.

En vous aidant du dessin ci-dessous et en développant vos calculs, déterminez le diamètre théorique du perçage.



Calcul :

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

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

Diamètre Théorique : .....

**5.2 : Choix du foret et des conditions de coupe**

A l'aide du dossier technique, déterminez la référence du foret

	Groupe matière		
	Référence	Diamètre	Longueur de coupe
Foret HSS approprié			
Foret carbure approprié			

En justifiant votre choix du foret sélectionné, indiquez son code de commande et son prix :

Justificatif :

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

Code : .....	Prix : .....
--------------	--------------

En respectant le groupe matière et l'outil choisi, indiquez les conditions de coupe appropriées (indiquez les unités) :

Vc : .....	f : .....
------------	-----------

Les conditions de coupe sont données pour une durée de vie de 45 minutes.

Calculez le nombre de pièces que l'entreprise pourra usiner avant un affutage ou un changement d'outil et indiquez si cela est suffisant pour usiner la pré-série commandée :

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

Nombre de pièces usinables : .....

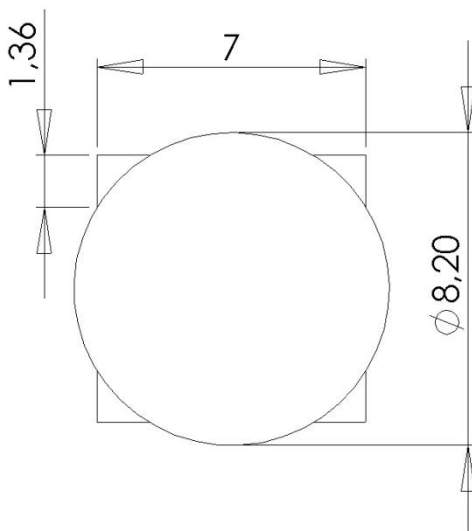
Suffisant     Oui     Non

## 6. Force de coupe en brochage

L'entreprise porte son choix sur un foret diamètre 8,2 mm.

L'étude suivante est de calculer si la machine est capable de réaliser l'opération de brochage.

- Calcul de la section du copeau pour une dent :



Réalisez le calcul en vous aidant du dessin ci-contre et en considérant que la section du copeau est assimilée à un triangle :

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

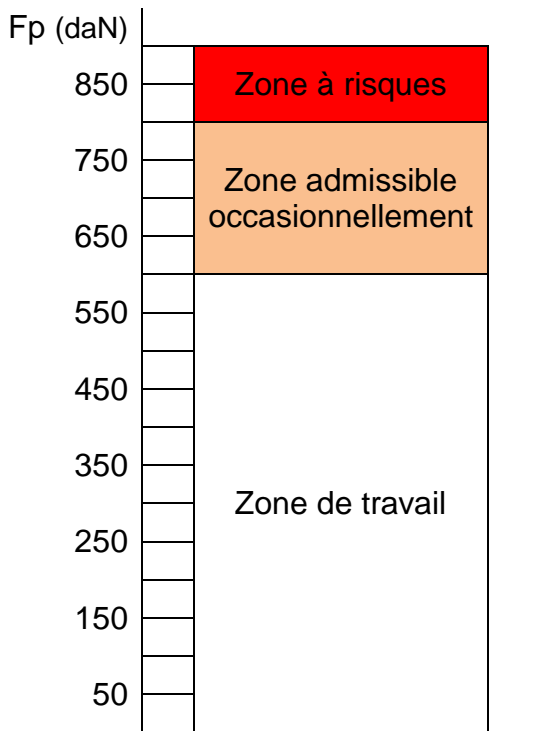
Sc = .....

- Résistance spécifique de coupe K :  $K = 2000 \text{ N/mm}^2$
- Nombre de dents en prise :  $Z = \dots\dots\dots$
- Détermination de la force de coupe  $F_c$  (N) :  $F_c = S_c \times Z \times K$

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

F<sub>c</sub> = .....

- Positionnez la force de coupe de brochage ( $F_c = F_p$ ) sur le graphique ci-dessous, représentant la force de poussée admissible par la tourelle porte outil de la machine, et apporter vos conclusions :



Conclusions :

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

## 7. Usinage du carré intérieur

La vitesse de coupe pour l'outil de brochage est de 8 m/min.

Quelle est sa vitesse d'avance (précisez l'unité) ? :  $V_f = \dots\dots\dots$

Sachant que la vitesse travail maximale programmable est de 10000 mm/min, concluez sur la faisabilité de cette opération :

Possible :  Oui  Non

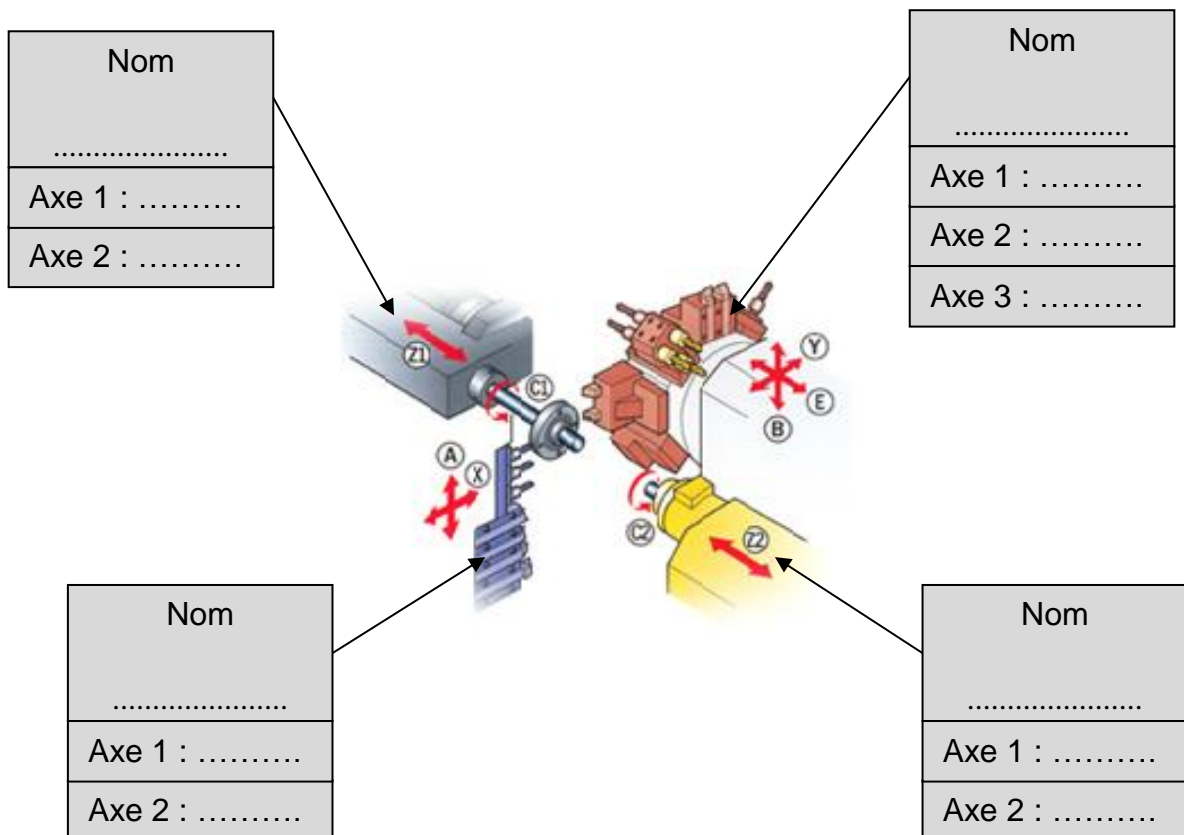
## PARTIE B : Nouvelle fabrication

La série étant renouvelable et des commandes similaires étant passées, l'entreprise décide d'étudier un nouveau processus d'usinage. Ce processus vous est présenté dans le dossier technique.

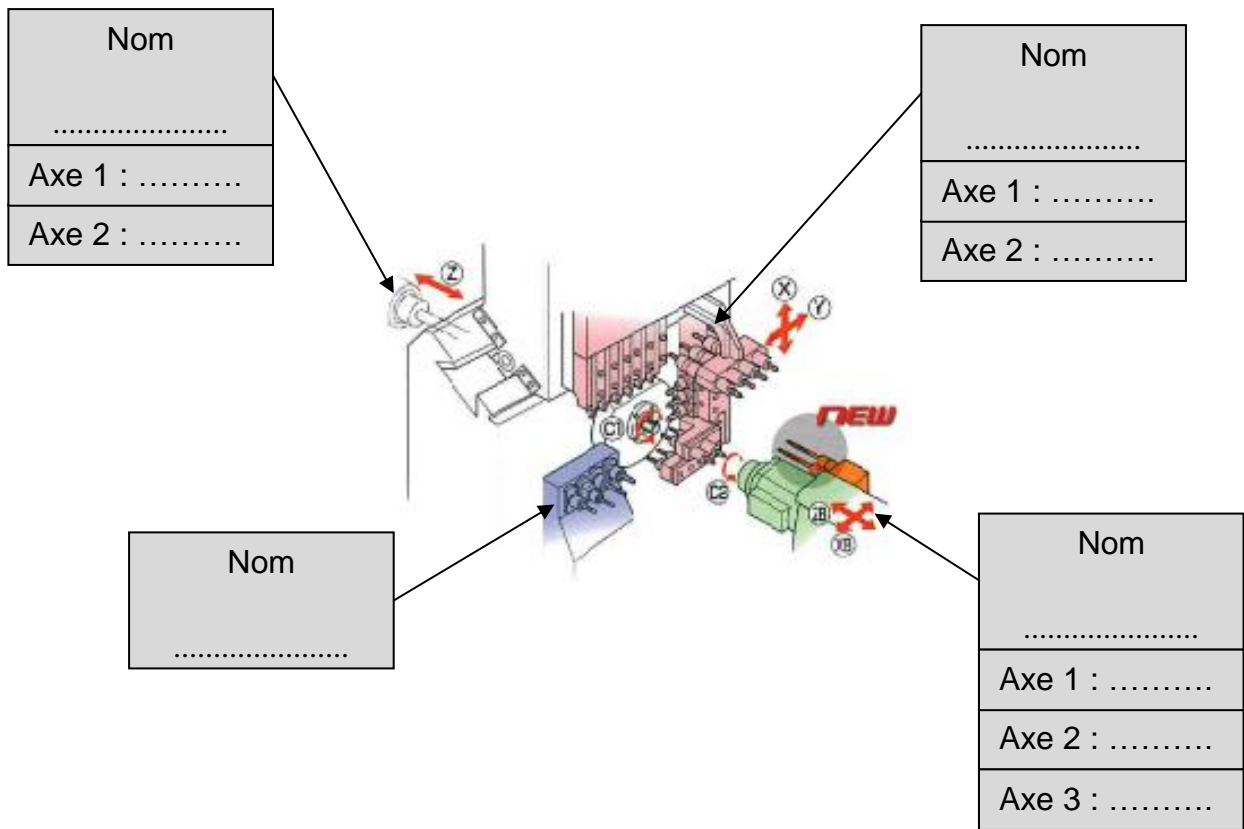
### 8. Etude des axes machines et des nouvelles possibilités

Sur les dessins machines, extraits du site du constructeur, les axes notés sont propres au fabricant. Afin de pouvoir comparer les deux machines, nommez les différents organes qui la composent et indiquez les axes normalisés sur chacun de ceux-ci :

STAR SV32J



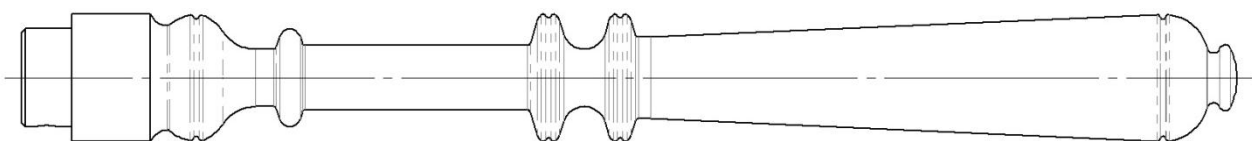
STAR SR20R



Après analyse de ces deux machines, indiquez quel est l'avantage majeur du tour STAR SR20R :

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

Sur le dessin ci-dessous, indiquez les axes normalisés lorsque la pièce est dans la broche principale et positionnez l'origine programme afin que les réglages machines soient le plus simple possible :



## 9. Choix de la plaquette de finition

Dans ce nouveau processus, seul un outil usine le profil 2 (voir DT12). La finition est donc obtenue directement malgré les variations de profondeur de passe.

A l'aide du catalogue SECO et du dessin de définition de la pièce, vous devez déterminer la référence de la plaquette de finition.

- Matière à usiner : .....

A l'aide du chapitre « *SMG, Matières* » du catalogue SECO, déterminez :

- Le groupe matière SECO : .....

A l'aide du chapitre « *TOURNAGE* » du catalogue SECO et du groupe matière, déterminez :

- La nuance de la plaquette : .....

A l'aide des pages « *Vue d'ensemble des applications* » (92 à 95) du catalogue SECO et du profil à usiner, déterminez :

- Le type de porte-plaquette (début de désignation) : .....
- La forme de la plaquette (début de désignation) : .....

A l'aide du dessin de définition de la pièce et sachant que le brut est une barre diamètre 18mm, déterminer la profondeur de passe maximum :

- $a =$  .....

En utilisant le principe suivant, déterminez la longueur minimum de l'arête de coupe en fonction de la profondeur de passe maximum :

$$a = L/3$$

avec  $a$  = profondeur de passe en mm,  $L$  = longueur de l'arête de coupe en mm

- $L_{\text{mini}} =$  .....

A l'aide du dessin de définition de la pièce, déterminer le rayon de bec maximum de la plaquette :

- $R_{\epsilon} =$  .....

A l'aide du chapitre « *Tournage ISO - Plaquettes* » du catalogue SECO, déterminez :

- La référence de la plaquette : .....



## 10. Puissance de coupe

### 10.1 : Détermination des paramètres de calcul

A l'aide des documents techniques et du choix de plaquette fait précédemment, déterminez les différents paramètres qui permettent d'utiliser l'abaque de puissance.

Données :

- Coefficient spécifique de coupe :  $K_c = 70 \text{ daN/mm}^2$
- Angle de coupe :  $\gamma$  positif
- Rendement :  $\eta = 75\%$

Concernant l'usinage de cette matière, les différents fournisseurs préconisent une plage de vitesse de coupe :  $V_c = 65$  à  $630 \text{ m/min}$ . En vous aidant du dossier technique du tour STAR SR20R, calculez la vitesse de coupe maximum en utilisant la machine à 100% de ses capacités :

- Vitesse de coupe :

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

$V_c =$  .....

- Profondeur de passe maximum :  $a =$  .....

Afin de respecter l'état de surface de la pièce et en fonction du rayon de bec choisi précédemment, déterminez l'avance par tour à l'aide du chapitre « TOURNAGE » du catalogue SECO :

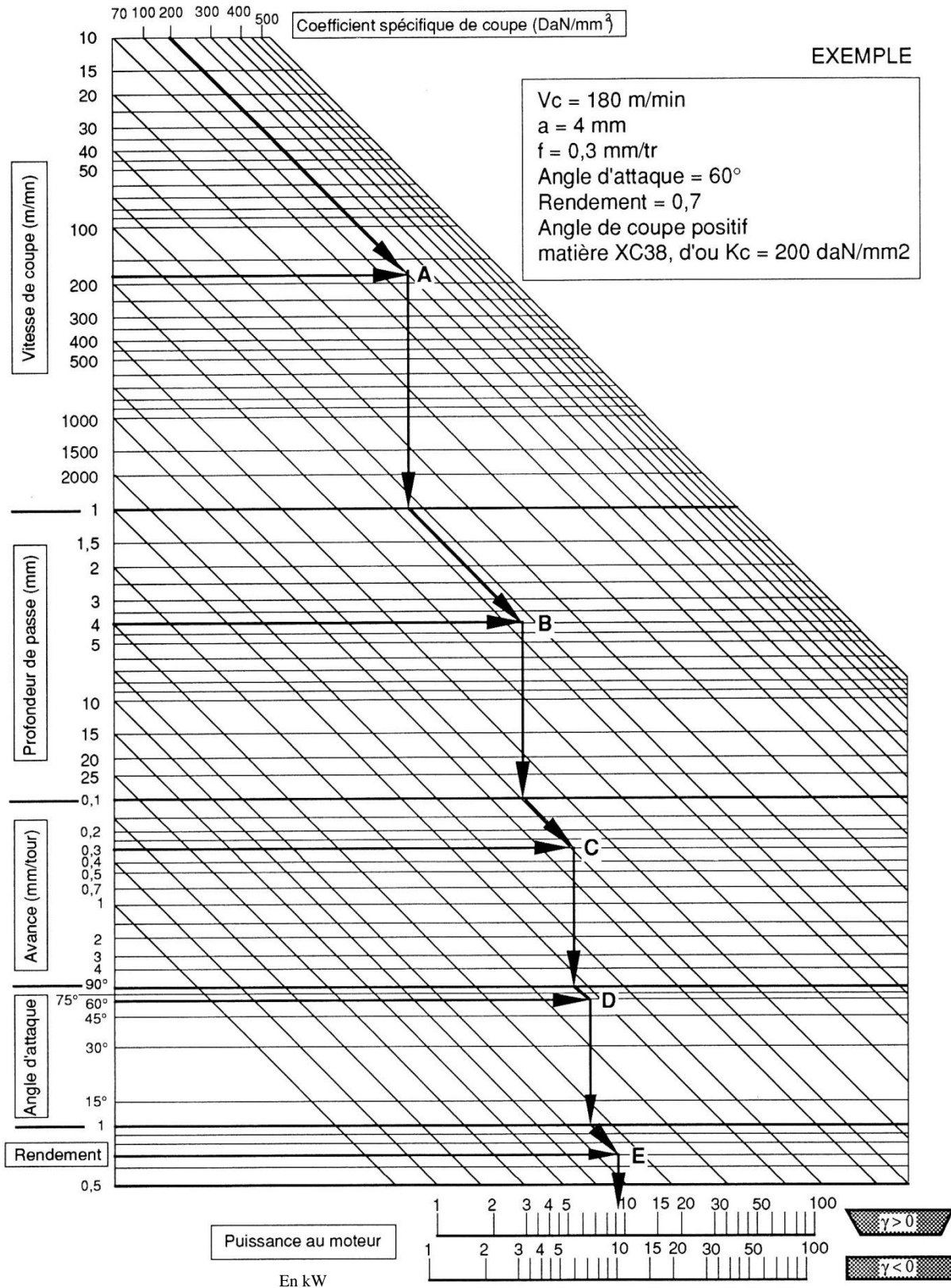
- $R_\epsilon =$  .....  $R_a =$  .....  $f =$  .....

En fonction des choix du porte-plaquette et de la plaquette effectués précédemment, déterminez l'angle de direction d'arête (ou angle d'attaque):

- $K_r =$  .....

### 10.2 : Détermination de la puissance nécessaire

A l'aide de tous les paramètres précédents, déterminez la puissance nécessaire au moteur de broche.



**10.3 : Vérification de la puissance machine**

Déterminez la puissance du moteur de broche du tour STAR SR20R à l'aide de la formule ci-dessous et du dossier technique de la machine:

$$P_b = P_m \times \eta$$

avec  $P_b$  = puissance broche en kW,  $P_m$  = Puissance moteur en kW,  $\eta$  = rendement

➤ Puissance moteur :

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

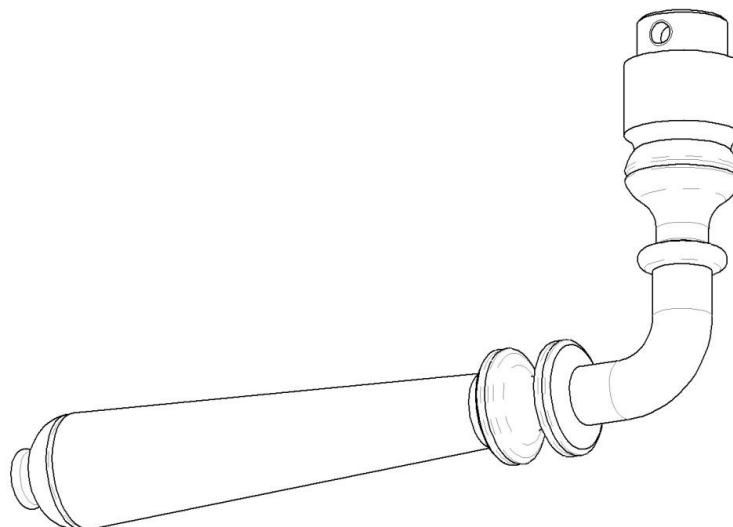
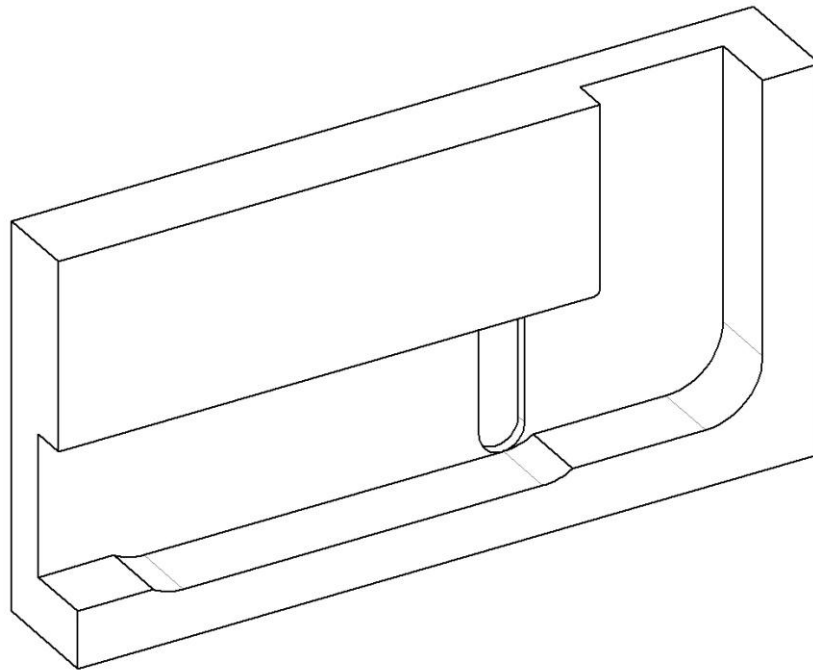
$P_m =$  .....

En fonction de votre tracé page précédente et de votre calcul ci-dessus, concluez sur la possibilité d'usinage :


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

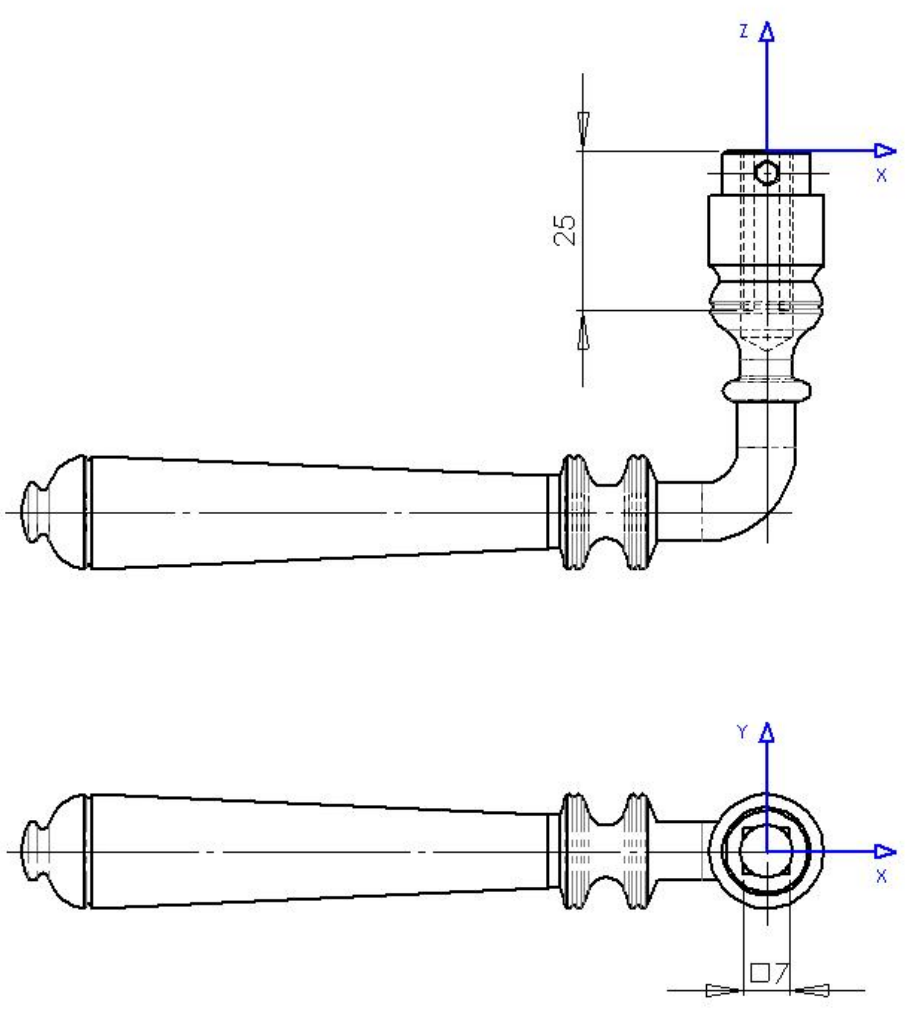
## 11. Isostatisme

Afin de valider l'opération de brochage du nouveau processus de fabrication, l'entreprise a ébauché un dessin de montage de brochage donné dans la documentation technique. Sur les dessins ci-dessous de la pièce et du montage, coloriez les surfaces ou arêtes en rouge en contact lors du montage :



Complétez la mise en position isostatique deuxième partie de la norme sur l'avant projet d'étude de fabrication ci-dessous et complétez le tableau des degrés de liberté éliminés :

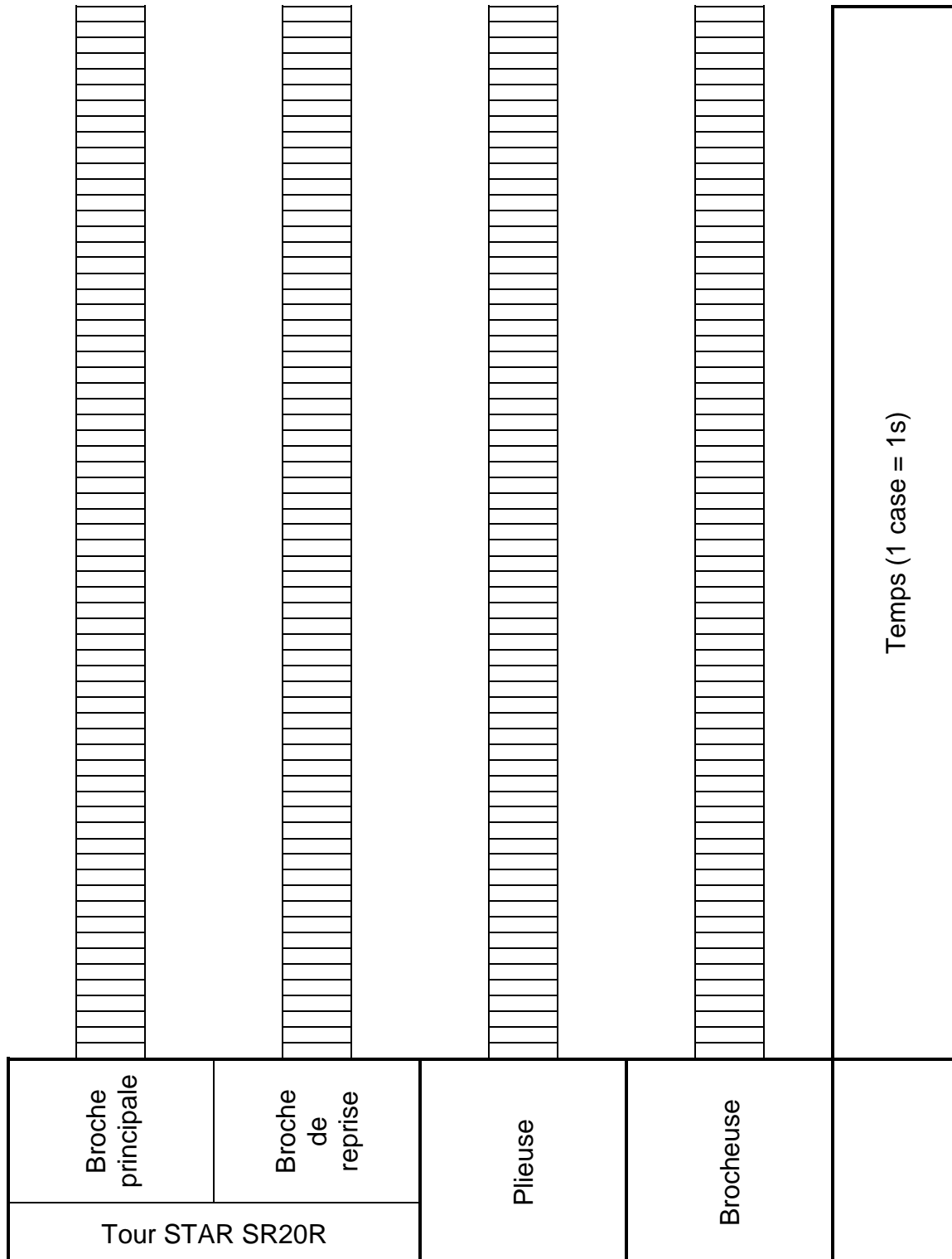
<b>A. P. E. F.</b> <b>Phase 30</b>	Ensemble		<b>3</b> <b>4</b>
	Pièce <b>Béquille</b>		
	Matière <b>CW710R (Cu Zn35 Ni3 Mn2 Al Pb laiton)</b>		
<b>BROCHAGE</b>	Série	Nom <b>CGM</b>	
	Programme	Date	
	Fichier		

Liaison	Normale de repérage	Degrés de liberté éliminé					
		Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz

## 12. Organigramme du nouveau processus de fabrication

En vous aidant du dossier technique du nouveau processus d'usinage et de la documentation technique du tour STAR SR20R, tracez le chronogramme des usinages pour trois pièces (en utilisant trois couleurs).



### 13. Justificatif choix machine

L'investissement pour la nouvelle machine est de l'ordre de 150000€ (achat et livraison de la machine + embarreur + réorganisation de l'atelier).

L'entreprise travaille 35 heures par semaine. Elle est fermée durant 5 semaines réparties dans l'année.

Pour se lancer dans ce projet, l'entreprise souhaiterait que cet investissement soit amorti dans les trois ans suivant l'achat.

Malgré le gain de temps du nouveau processus l'entreprise facturera l'usinage des pièces au même tarif que pour l'ancien processus soit 23 centimes pièce.

Afin de valider ou d'invalider le nouveau processus, traitez les deux questions suivantes et apportez vos conclusions justifiées.

- Tracez sur le graphique page suivante le prix de vente des pièces en fonction de leur nombre (ou du temps), ne tenez compte que de la phase de tournage. On considère que la machine STAR SV32J est amortie. L'investissement de la machine STAR SR20R sera représenté par une courbe débutant à -150000€.

Le nouveau processus est-il amorti dans les trois ans ?

.....

Au bout de combien de temps le nouveau processus est-il plus rentable ?

.....

- Remplissez le tableau de comparaison ci-dessous entre l'ancien et le nouveau procédé de fabrication. Reportez vos réponses dans les cases et cochez le processus le plus favorable dans chaque item :

	Ancien processus	Nouveau processus
Puissance de broche	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Temps de cycle Tournage	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Nombre d'outil	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Machine pour le brochage	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Machine pour le pliage	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Temps de fabrication	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>

➤ **Conclusion :**

.....

.....

.....

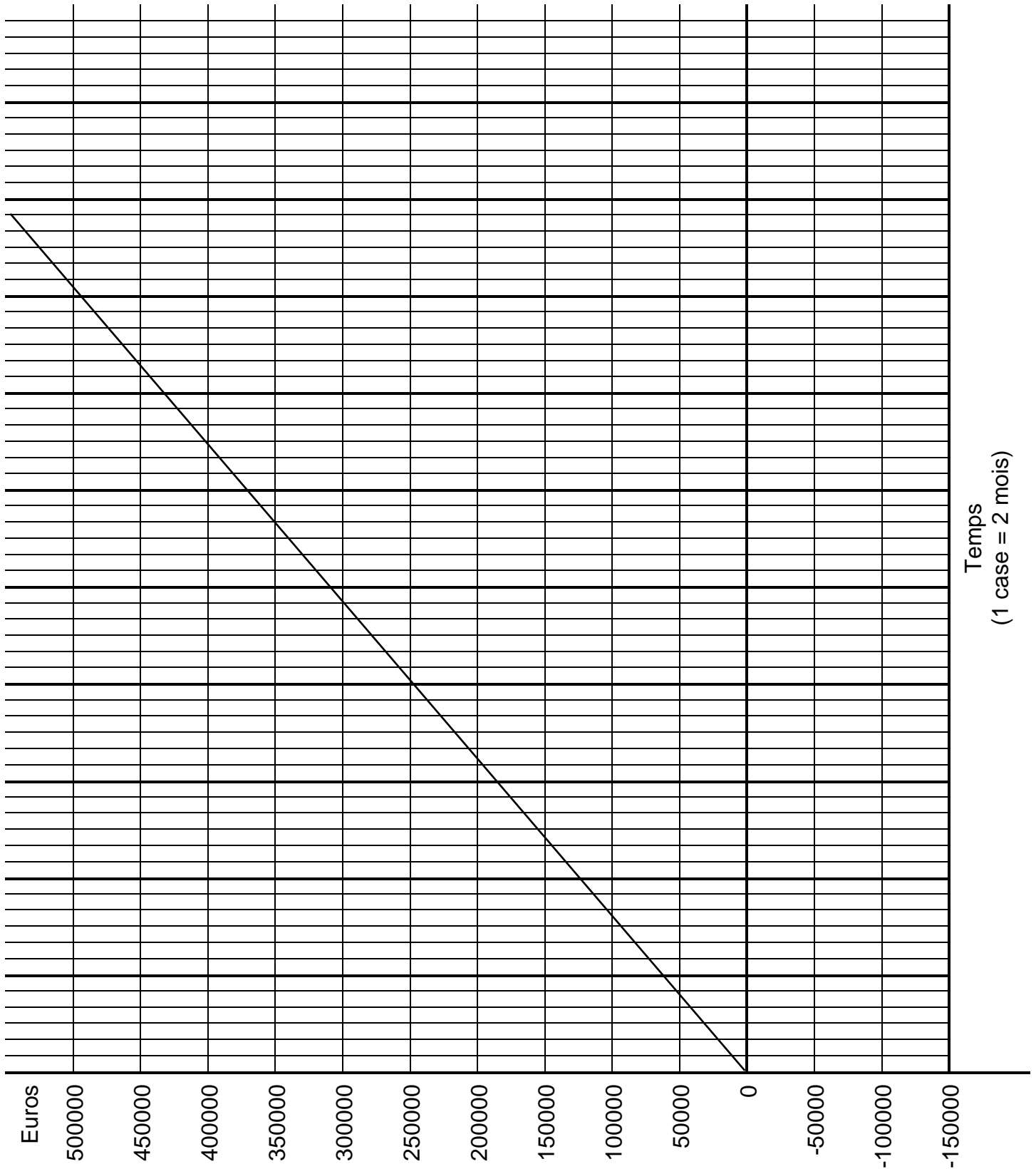
.....

.....

.....

.....

	Nombre de pièce / heure	Nombre de pièce / semaine	Nombre de pièce / an	Prix / an
STAR SV32J	163.34	5716.8	268693	61799 € 50
STAR SR20R	.....	.....	.....	.....





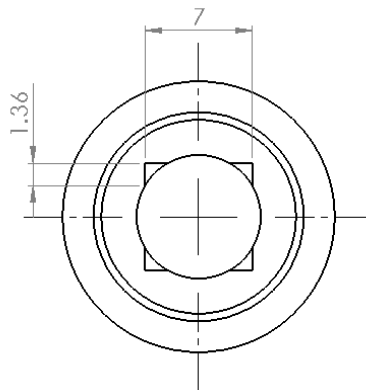
## 14. Etude de résistance des matériaux de la béquille pliée

**Objectif :** Justifier le dimensionnement du carré en fonctions du phénomène de matage des surfaces intérieures de la béquille pliée.

**On donne :** Le dessin d'ensemble de la poignée (béquilles + carré intérieur + plaques)

### 14.1 : Identifier la ou les surfaces matées:

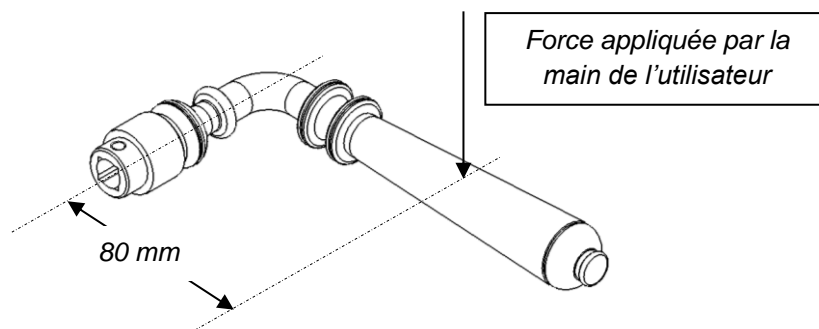
Repasser en couleur la ou les sections matées, sur la figure 1 ci-dessous.



Donner le nombre de surfaces matées :  $n = \dots\dots$

**Hypothèse :** La force  $\vec{U}$  appliquée perpendiculairement par la main de l'utilisateur sur la béquille est de 10 daN.

On donne le dessin (figure 2) ci-dessous.



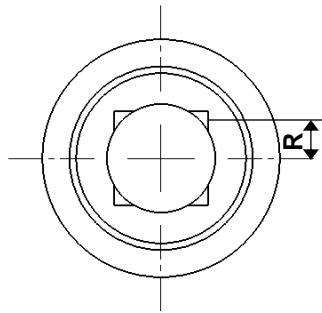
14.2 : Calculer le couple **C** moyen résultant de la force appliquée :

$\|\vec{C}\| = \dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$

$\|\vec{C}\| = \dots\dots\dots \text{Nm}$

14.3 : A partir du dessin figure 1, déterminer le rayon **R** moyen entre l'axe du perçage et la surface matée.

R =  $\dots\dots\dots$  mm.



14.4 : Déterminer l'effort **F** au niveau d'une surface matée issu du couple déterminé précédemment.

$\|\vec{F}\| = \dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$

$\|\vec{F}\| = \dots\dots\dots \text{N}$  pour une surface. Représenter  $\vec{F}$  ci-dessus.

14.5 : Déterminer l'effort total à prendre en compte pour le nombre **n** de surfaces choisies. ( $F_T = F / n$ )

Sachant que  $n = 2$ , l'effort total est :  $\|\vec{F}_T\| = \dots\dots\dots \text{N}$

**14.6 : Déterminer la surface S matée en fonction du brochage donné sur le dessin de définition de la béquille**

S = .....  
.....  
.....

S = .....mm<sup>2</sup>

**14.7 : Calculer la contrainte de matage :**

On demande de calculer la contrainte de matage dans le carré. ( $P = F / S$ )

P = .....  
.....  
.....

Rayer les réponses fausses :

18.76 N/mm <sup>2</sup>	20.86 N/mm <sup>2</sup>	22.64 N/mm <sup>2</sup>	24.22 N/mm <sup>2</sup>
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

**14.8 : Comparer votre résultat avec les données constructeur et définir si la condition de non matage est respectée :**

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