
- FABRICATION MÉCANIQUE -
- MÉCANIQUE -
- CONCEPTION MÉCANIQUE -

Etude d'une opération d'usinage sur centre de tournage

I - Présentation

L'étude proposée ici concerne la réalisation d'une pièce sur le centre de tournage trois axes présenté précédemment.

Le travail demandé fait appel à la fois à des compétences en mécanique, fabrication mécanique et construction mécanique.

Pour cela il se décompose en 5 parties totalement indépendantes :

- choix des conditions de coupes,
- choix de la mise en position de la pièce,
- vérification du maintien en position de la pièce,
- métrologie et contrôle,
- conception.

On souhaite usiner la pièce (axe de roue) dont le dessin de définition est donné sur le document DF1.

Le processus d'usinage envisagé est le suivant :

Phase 10 : Sciage (mise en longueur) sur scie alternative.

Phase 20 : Usinage sur centre de tournage (document DRF2).

Phase 30 : Usinage sur centre de tournage du $\varnothing 30$

Phase 40 : Contrôle sur matériel courant de métrologie (marbre et instruments classiques) et machine à mesurer tridimensionnelle.

Il sera tenu compte de l'argumentation et de la qualité des réponses.

II - Choix des conditions de coupe

Le but de cette étude est de déterminer les conditions de coupe de la réalisation de l'ébauche de la pièce :

Machine :

Centre de tournage, 3 axes, à commande numérique.

Vitesse de broche variable en continu de 100 à 6000 tr/min.

Vitesse d'avance programmable de 0 à 10 m/min.

Puissance moteur : $P = 10 \text{ kW}$.

Rendement moteur et chaîne puissance :

$$\eta = 0,9$$

Pièce : Axe de roue (document DF1) :

Nuance C35, HB 150

Une pièce ébauchée phase 10

On part d'un brut laminé de dimensions : $\varnothing 32 \times 170 \text{ mm}$.

Série de 1000 pièces par an pendant 4 ans.

Nous nous intéresserons uniquement à l'opération concernant la réalisation de l'ébauche des deux $\varnothing 26 \text{ h7}$ et du

Pour réaliser cet usinage, on dispose d'un porte outil à charioter-dresser et des plaquettes carbures

$$\textcircled{E} \quad \varnothing 24^{+0,2}$$

suivantes :

- Nuance du carbure, désignation Sandvik.
- CNMG 120412-PR / GC4025 (document DF3)

Attention : On prendra toujours la valeur moyenne des plages proposées par le constructeur.

C.1 - Indiquez la composition métallurgique de la pièce.

Les plaquettes utilisées sont en carbure.

C.2 - Qu'est-ce que le carbure dans le cas d'une plaquette d'outil (principaux constituants, avantages et inconvénients) ?

On considérera que la pièce et le porte-pièce sont parfaitement rigides et que l'usinage s'effectue dans des conditions moyennes de coupe.

C.3 - En se référant au document constructeur fourni, indiquez les vitesses de coupe et d'avance conseillées pour notre plaquette de coupe.

*C.4 - Dans le cas où l'on utilise l'avance préconisée par le constructeur, calculez la valeur numérique du critère d'état de surface **Ra** obtenu.*

On considère que la sous-phase d'ébauche la plus importante consiste à passer du diamètre du brut à un diamètre $\varnothing 26,50$ (diamètre $\varnothing 26h7$ augmenté de la surépaisseur de finition).

C.5 - Indiquez la profondeur de passe nécessaire pour réaliser l'ébauche en une seule passe.

*C.6 - Calculez la **section** du copeau lors de cet usinage.*

Pour notre pièce, la pression spécifique de coupe K_c est de $2\,100\text{ N/mm}^2$.

*C.7 - En fonction des paramètres de coupe trouvés, calculez l'**effort** de coupe engendré lors cet usinage.*

*C.8 - Calculez la **puissance** nécessaire à la coupe durant cet usinage.*

C.9 - Comparez la puissance obtenue à la puissance disponible à la broche et conclure.

III - Choix de la mise en position de la pièce

Dans cette partie, nous allons vérifier s'il est nécessaire ou non, d'utiliser une contre-pointe. Pour cette étude nous allons calculer la valeur de la déformée de la pièce durant l'usinage sans **l'utilisation d'une contre-pointe**.

On considérera que l'outil, lors de la finition du diamètre $\varnothing 26h7$, exerce un effort radial de 1 000 N sur la pièce et l'on assimilera la pièce à une poutre rectiligne de section constante et circulaire, de matériau homogène, de diamètre $\varnothing 26$ mm et de longueur $L = 150$ mm. Le module de Young de la poutre est de 2×10^5 MPa.

C.10 - Isolez la pièce et faire le bilan des actions mécaniques qui lui sont appliquées.

*C.11 - Calculez le **moment quadratique** (I_{gz}) de la pièce.*

*C.12 - Calculez la **déformée** maximale de la pièce et conclure.*

Maintenant, pour des raisons de sécurité, on **place une contre-pointe**.

*C.13 - Compléter le **contrat de phase** pour la phase 20 (répondre sur le document réponse DRF2).*

Le candidat se limitera à mettre en place l'isostatisme (symbolisation technologique, document DF6) et à renseigner la feuille d'opérations (désignation des opérations, outils et conditions de coupe).

*C.14 - Nommez un **type de prise** de pièce qui permettrait le regroupement des phases 20 et 30.*

IV - Vérification du maintien en position de la pièce

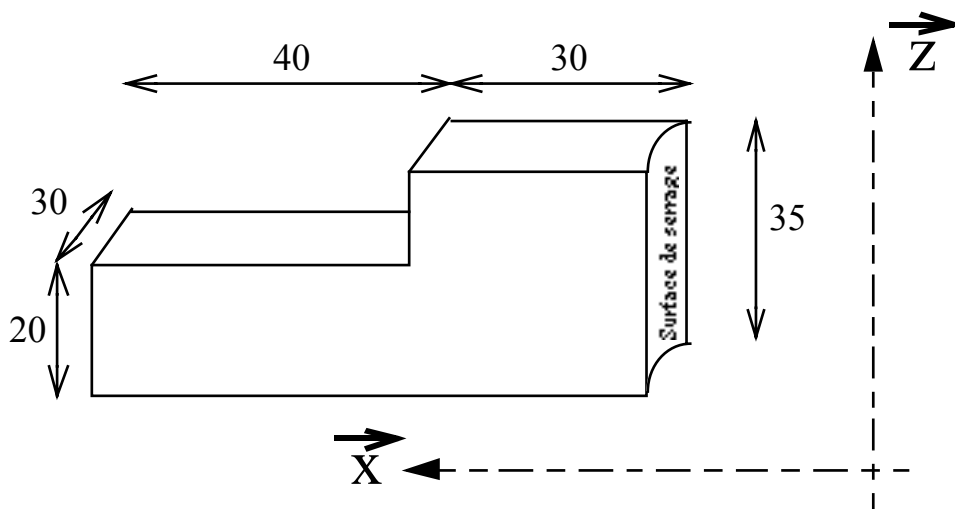
Dans cette partie, nous allons vérifier le maintien de la pièce lors de l'usinage en ébauche de la pièce.

On considérera que l'effort de serrage d'un mors est de 3 000 N, le coefficient de frottement mors/pièce est de 0,25 et le diamètre de serrage est $\varnothing 30$ mm.

C.15 - Calculez le **couple maxi** transmissible par le mandrin à l'arrêt (en statique).

La géométrie d'un mors est donnée ci dessous :

On négligera la légère courbure de la surface de serrage et on l'assimilera à une surface plane.



C.16 - Calculez la position du centre de **gravité** d'un mors par rapport à l'axe de rotation du mandrin dans le cas du serrage du diamètre $\varnothing 30$ mm.

La masse volumique de l'acier est de $7\,800\text{ kg/m}^3$.

C.17 - Calculez la **masse** d'un mors.

On considérera à présent que la fréquence de rotation maximale uniforme durant l'usinage est de 3 000 tr/min.

*C.18 - Calculez la **vitesse**, puis l'**accélération** du centre de gravité d'un mors dans son mouvement par rapport à l'axe de la broche de la machine-outil.*

*C.19 - Compte tenu des effets centrifuge associés à la rotation des mors, calculez le **couple maxi transmissible** par le mandrin durant l'usinage (en dynamique).*

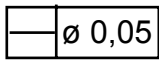
*C.20 - En fonction de la valeur de l'effort de coupe trouvée précédemment, **conclure** sur le maintien de la pièce durant l'usinage.*

V - Métrologie et contrôle

On souhaite contrôler la qualité des usinages réalisés.

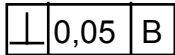
C.21 - Exprimer, dans le cas précis de cette pièce, la signification des deux spécifications suivantes :

Zone commune



concernant les diamètres $\varnothing 26$ h7

et



Préciser pour chacune d'elle (avec toutes les indications nécessaires) :

- l'élément tolérancé,
- l'élément (ou les éléments) de référence,
- la (ou les éléments de) référence(s) spécifiée(s),
- la (ou les) référence(s) spécifiée(s) simulée(s) et le(s) critère(s)

d'association correspondant(s),

- la forme de la zone de tolérance et si nécessaire sa situation géométrique.

C.22 - Expliquer, dans le cas précis de cette pièce, le mode opératoire du contrôle de la spécification suivante :

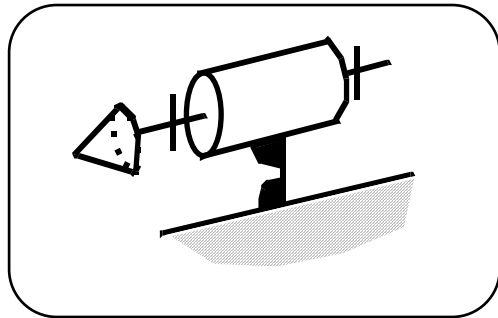
Le candidat présentera le matériel utilisé ainsi que le déroulement des opérations dans le cas de la **métrologie au marbre**.

Remarque : Pour répondre à ces deux questions, vous pouvez vous aider de schémas.

VI - Conception.

On va, à présent, s'intéresser à la conception de la contre-pointe.

La modélisation cinématique de celle-ci est la suivante :



Le dessin à compléter (voir calque DRF4) donne l'encombrement disponible.

Le roulement avant (gauche) est un roulement à rouleaux cylindriques à deux rangées dont les dimensions sont :

$$D = 90 \text{ mm}$$

$$d = 60 \text{ mm}$$

$$L = 24 \text{ mm}$$

Le roulement arrière (droit) est un roulement à rouleaux cylindriques à une rangée dont les dimensions sont :

$$D = 45 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$L = 12 \text{ mm}$$

La charge axiale (unilatérale) de 1 000 daN sur la pointe est supportée par une butée à une rangée de billes que nous allons déterminer.

La vitesse maxi de rotation de la contre-pointe est de 4 000 tr/min, sa durée de vie est de 10 000 heures.

C.23 - En fonction du document DF5, déterminez la butée qui satisfait le cahier des charges.

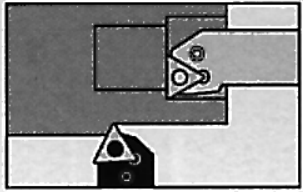
C.24 - Effectuez sur le calque fourni (document DRF4), aux instruments et au crayon à papier, le dessin complet de la contre-pointe, à l'échelle 1:1.

C.25 - Sur le calque DRF4, effectuez la nomenclature des pièces utilisées.

C.26 - Effectuez, sur le dessin de la contre-pointe, la cotation des portées de roulement uniquement.

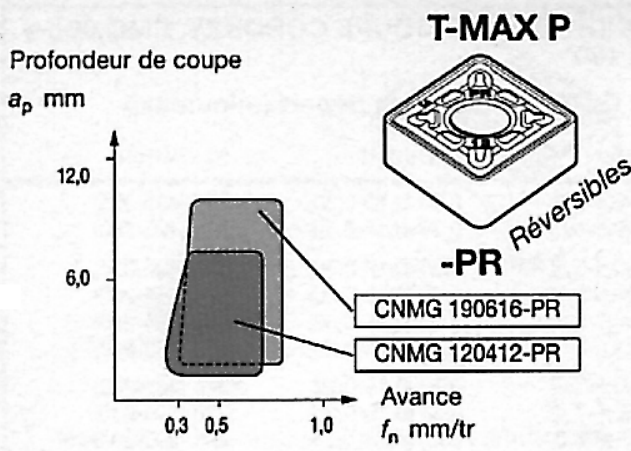
ANNEXES

PARTIE 1 - PROJET MÉCANIQUE



EBAUCHE DES ACIERS

Document DF3



Géométrie -PR

Ebauche économique de l'acier

Géométrie positive réversible, plus économique, donnant d'excellentes performances en ébauche, même de pièces minces. Brise-copeaux universel offrant la plus grande plage d'application possible.

Champ d'application :

CNMG 120412-PR

CNMG 190616-PR

$a_p = 1,0 - 7,0$ mm

$a_p = 1,5 - 10,0$ mm

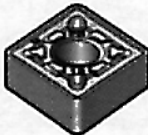
$f_n = 0,25 - 0,7$ mm/tr

$f_n = 0,3 - 0,8$ mm/tr

BONNES CONDITIONS



Coupe continue.
Vitesses de coupe élevées.
Pièce pré-usinée ou légère croûte de forgeage.

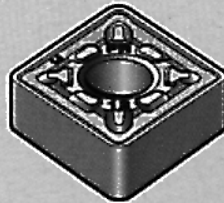


-PR / GC4015

CONDITIONS MOYENNES



Choix de base
Applications générales.



-PR / GC4025

CONDITIONS DIFFICILES



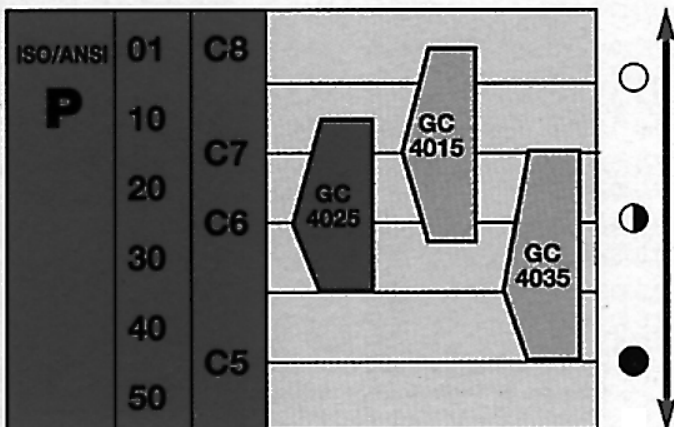
Coupe intermittente.
Vitesses de coupe réduites.
Forte croûte de forgeage.



-PR / GC4035

Nuances de plaquettes

Résistance à l'usure



Ténacité

Nuance/conditions de coupe	Avance f_n mm/tr		
CMC 02.1	0,25	0,4	0,7
○ GC4015 v_c m/min	385	320	240
◐ GC4025 v_c m/min	350	290	220
● GC4035 v_c m/min	210	175	135

Tournez la page S.V.P.

DOCUMENT DF6

Symbolisation technologique

Tableau 1

Nature de la surface de contact	Symbole
Surface usinée	—
Surface brute	⌊

Tableau 2

Fonctions des éléments technologiques	Symbole	
	Vue de face	Vue projetée
Mise en position rigoureuse	→	○ □ ▭ Centreur complet dégagé
Départ de cotation	→	⊕ ⊖
Maintien en position Prépositionnement Opposition aux déformations, vibrations	→	⊗

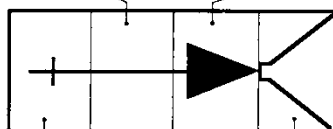


Tableau 3

Types de technologie des éléments	Symbole
Appui fixe	
Centrage fixe	○
Centrage réversible	⋈
Système à serrage	∩
Système à serrage concentrique	⊖
Système de soutien réversible	⋈
Système de soutien irréversible	∨

Tableau 4

Nature du contact avec la surface et/ou du type d'appui	Symbole
Contact ponctuel)
Contact surfacique (plan ou cylindrique)]
Contact strié	⋈
Contact dégagé]
Cuvette]
Vé	← ou <
Palonnier]
Pointe fixe]
Pointe tournante]

Exemples de symboles composés (tableaux 5 et 6)

Dispositif et fonction	Symbole	Dispositif et fonction	Symbole
Contact surfacique fixe de départ de cote ou de mise en position sur une surface usinée.	+ →]	Palonnier de bridage possédant des mors striés sur une surface brute.] ⋈
Entraîneur à serrage concentrique flottant sur une surface brute.	⊖ ∩ ⋈	Vé fixe de départ de cote ou de mise en position sur une surface usinée.	← →]
Contact ponctuel fixe de départ de cote ou de mise en position sur une surface brute.	+ →)	Orienteur de départ de cote ou de mise en position angulaire sur une surface usinée avec des touches bombées.	+ →]
Contact dégagé fixe de départ de cote ou de mise en position sur une surface brute.	+ →]	Appui de soutien à réglage irréversible.	← →]
Cuvette de départ de cote ou de mise en position sur une surface usinée.	∩ →]	Centrage éclipseable de mise en position sur une surface usinée.	○ →] Eclipseable
Pointe fixe de départ de cote ou de mise en position sur une surface usinée.	+ →]	Vé fixe long de départ de cote ou de mise en position sur une surface brute.	← →] Vé long
Pointe tournante de poupée mobile de maintien en position.	∨ →]	Remarque : Dans certains cas on peut compléter le symbole par une brève indication écrite.	

DOCUMENT RÉPONSE

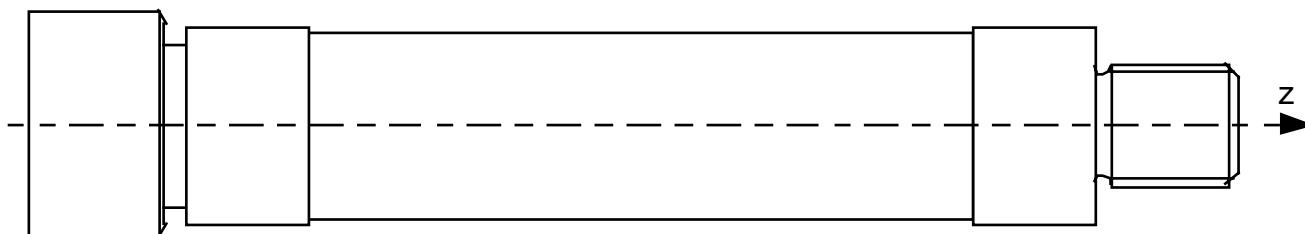
DRF2

A rendre, non plié, dans la copie de PROJET MECANIQUE

Tournez la page S.V.P.

Document DRF2 : Contrat de Phase

ÉTUDE DE FABRICATION Phase 20	Référence document :	BUREAU DES MÉTHODES	1/1
Élément : Axe de roue	Programme : %2000	<i>Fabrication mécanique</i>	
Sous-ensemble : Moyeu arrière	Matière : C35		
Ensemble :	Brut : ø32 x 170 mm		
Désignation : TOURNAGE CN			
Machine-Outil : Centre de tournage T 400			



Feuille d'opérations

Désignation des opérations	Outils	V _c	f	a _p		

V_c : Vitesse de coupe (m/min)

f : Avance par tour (mm/tr)

a_p : Profondeur de passe en tournage (mm)