

SESSION 2023

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

TECHNICIEN OUTILLEUR

Épreuve E2 - Élaboration du processus de réalisation d'un outillage

Durée de l'épreuve : 4 heures - Coefficient 3

DOSSIER CORRIGÉ

Le dossier est constitué des documents suivants :

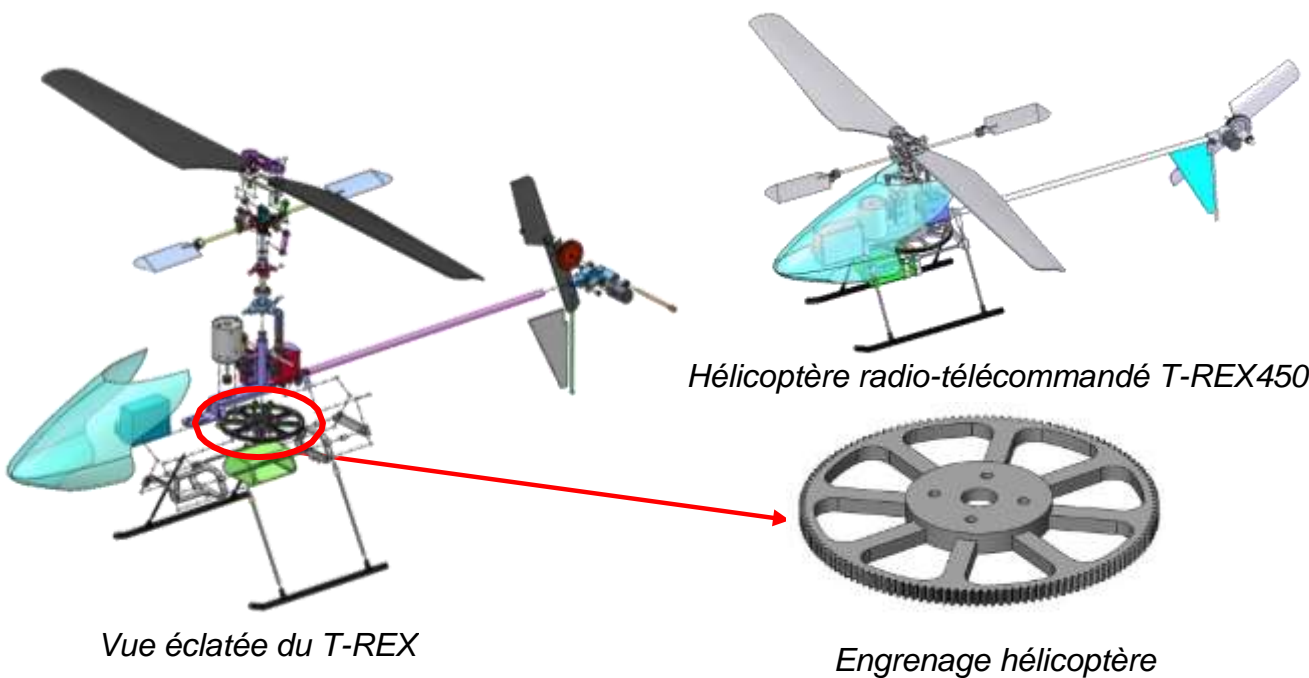
| | Repère | DT | Temps conseillé | Barème |
|--|--------|------------------------|-----------------|--------|
| Temps de lecture du sujet | | | 20min | |
| Mise en situation et problématique | DR2 | | | |
| Partie 1 - Analyse de la plaque empreinte monobloc partie fixe | DR3 | 03-04-05-06-07-08 | 30min | 15pts |
| Partie 2 - Étude de fabrication | DR4-5 | 02-04-06-07-08 à 11-12 | 50min | 25pts |
| Partie 3 - Électroérosion par enfonçage phase 700 | DR6 | 02-13-14 | 45min | 20pts |
| Partie 4 - Coût de production et planification | DR7 | 04-12-14 | 35min | 15pts |
| Partie 5 - Fabrication Assistée par Ordinateur phase 500 | DR8 | 03-04 +DR04 | 60min | 25 pts |

TOTAL : / 100

TOTAL : / 20

MISE EN SITUATION

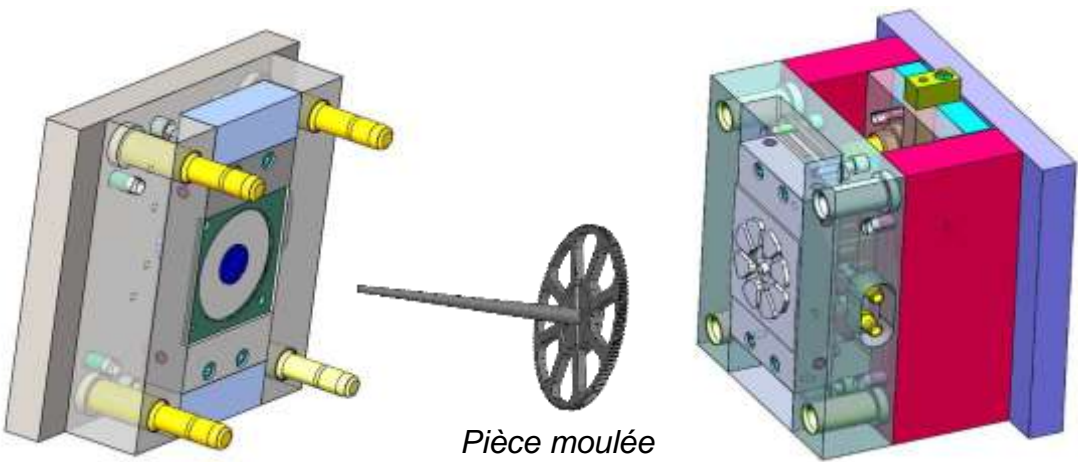
Le moule étudié réalise une pièce nommée *Engrenage hélicoptère*. Cette roue dentée est utilisée dans un hélicoptère de modélisme radio-télécommandé modèle *T-REX 450*. Elle permet la transmission du mouvement de rotation du moteur sur l'axe du rotor des pales. La fabrication et la maintenance de ce moule sont assurées par l'entreprise *GENTILIN* du groupe *NEXTEAM*, ce sont des experts dans la réalisation d'outillages et de pièces mécaniques de précision de toutes dimensions en métaux durs.



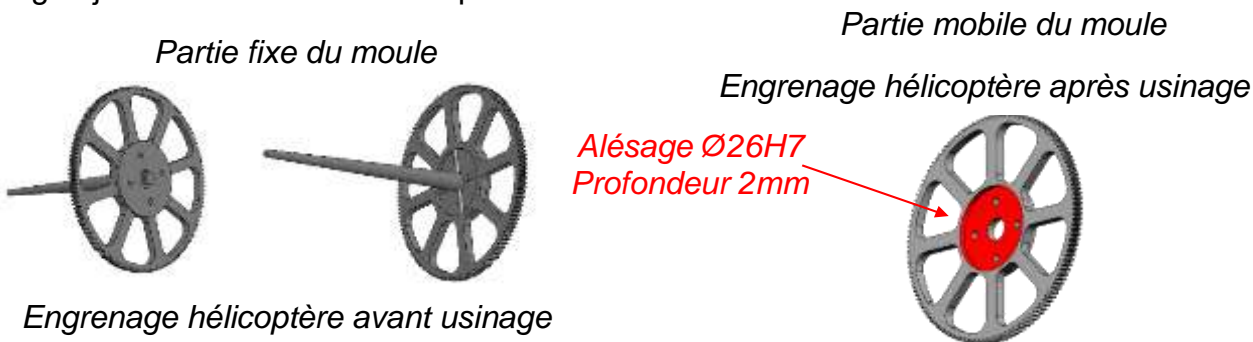
L'*Engrenage hélicoptère* est fabriqué dans une matière plastique pour une quantité de 10000 pièces par an sur une durée de 10 années.

La production de l'*Engrenage hélicoptère* se déroule en 2 étapes qui sont les suivantes :

Étape 1 : Moulage sur presse à injecter à l'aide d'un outillage dont voici les caractéristiques : Un moule métallique, mono-empreinte avec un démoulage par l'intermédiaire d'une simple batterie d'éjection et d'un système d'arrache carotte.

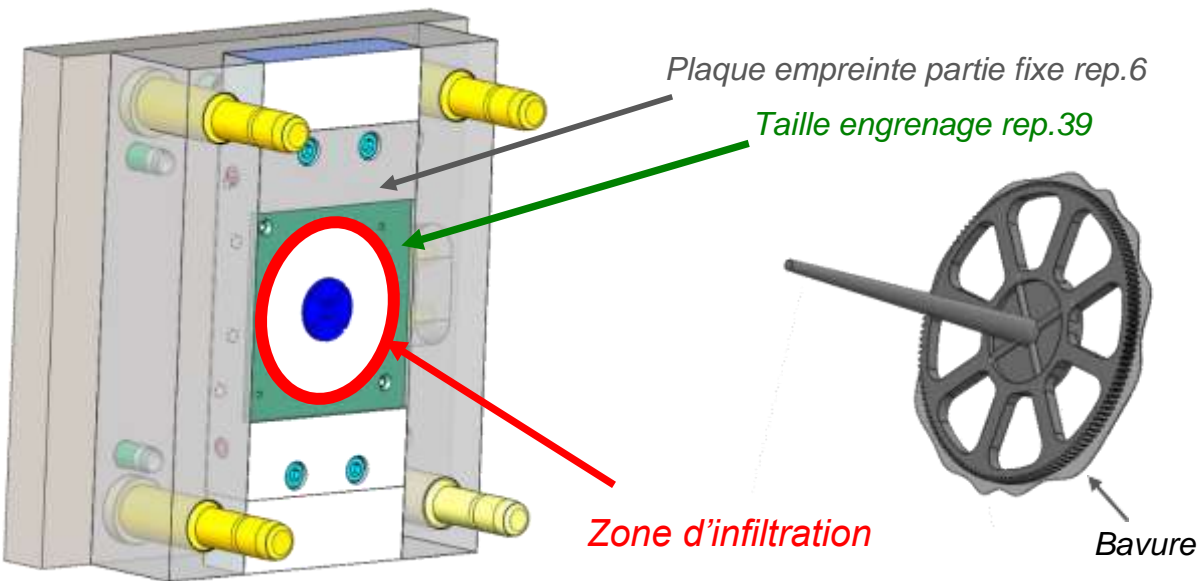


Étape 2 : Reprise en usinage pour supprimer la carotte et les canaux d'alimentation, et réaliser l'alésage ajusté Ø26H7 sur 2mm de profondeur.

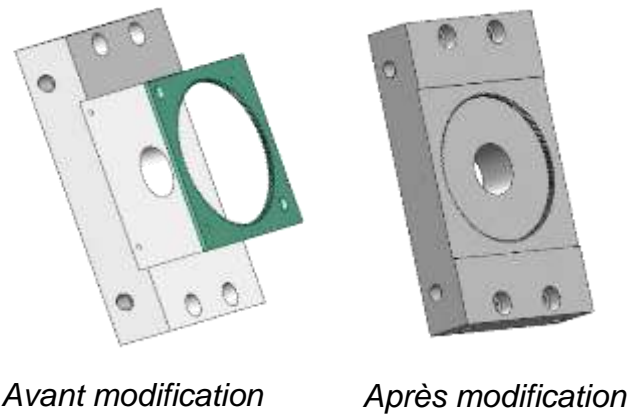


PROBLÉMATIQUE

Lors de la production, on constate une bavure sur la périphérie de l'engrenage hélicoptère. Le diagnostic effectué permet d'incriminer un défaut d'étanchéité entre les pièces *Taille engrenage rep.39* et *Plaque empreinte partie fixe rep.6* comme origine du dysfonctionnement.



Après un retour dans ses ateliers pour une étude de solution, l'entreprise *GENTILIN* décide de remplacer la *Plaque empreinte partie fixe* et la *Taille engrenage* par une plaque empreinte monobloc qui réalisera la denture et la face avant de l'*Engrenage hélicoptère*. Ceci entrainera la suppression de l'élément *Taille engrenage*.



IMPORTANT

L'entreprise *GENTILIN* réalise la production de la *nouvelle Plaque empreinte partie fixe monobloc* intégralement au sein de son atelier.

Notre étude portera donc sur le processus de réalisation de fabrication de celle-ci.

Partie 1 - Analyse de la plaque empreinte monobloc partie fixe

Avant de mettre en œuvre la production de la plaque empreinte partie fixe monobloc, on vous demande de relever et d'analyser des informations qui seront nécessaires au bureau des méthodes afin d'organiser au mieux l'usinage de cet élément.

Étude du matériau : à l'aide des **DT03**, **DT04**, **DT05** et **DT06**.

Q1.1 Identifier la désignation normalisée du matériau utilisé pour réaliser la plaque empreinte partie fixe monobloc :

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Désignation normalisée du matériau | X38CrMoV5 |
|------------------------------------|------------------|

Q1.2 À quelle famille de matière appartient ce matériau ?

☐ Acier doux ☒ Acier allié ☐ Fonte

Q1.3 Au regard des domaines d'application de ce matériau, justifier son emploi dans la réalisation de la plaque empreinte partie fixe monobloc :

Justification :

Ce matériau est préconisé pour la réalisation d'empreinte de moule d'injection et il a une bonne usinabilité.

Q1.4 Donner le nom et la teneur en pourcentage des éléments d'alliage de ce matériau :

| Symbole chimique | Nom de l'élément d'alliage | Teneur de référence en % |
|------------------|----------------------------|--------------------------|
| C | Carbone | 0.35 % |
| Cr | Chrome | 5 % |
| Mo | Molybdène | 1.35 % |
| V | Vanadium | 0.5 % |

Analyse du dessin de définition.

Q1.5 À quelle spécification l'indication Ra 0.8 RCP sur le dessin de définition **DT03** appartient-elle ?

☐ Géométrique ☒ État de surface ☐ Dimensionnelle

Q1.6 Avec quel moyen de mise en œuvre (type de machine d'usinage) obtient-on cette spécification ?

☐ Fraiseuse universelle ☐ Tour parallèle
☒ Rectifieuse plane ☐ Rectifieuse cylindrique





Q1.7 Remplir le tableau ci-dessous à l'aide des **DT07** et **DT08** afin de calculer la cote moyenne de l'alésage Ø24H7 (indiquer vos calculs) :

| | |
|------------------------------|---------------|
| Cote maxi | 24.021 |
| Cote mini | 24 |
| Intervalle de tolérance (IT) | 0.021 |

Calcul de la cote moyenne : **$(24.021 + 24) / 2 = 24.0105$**

Cote moyenne = **24.0105 mm**

Q1.8 Choisir l'appareil de mesure qui permet de mesurer cette spécification dimensionnelle :

| | |
|--|---|
| Calibre à coulisse au 1/50 ^{ème}  | Alésomètre 3 touches 20-25 au 1/100 ^{ème}  |
| Jauge de profondeur micrométrique  | Comparateur à aiguille course 5 mm  |

Choix de l'appareil de mesure : **Alésomètre 3 touches 20-25 au 1/100^{ème}**

Q1.9 Définir les dimensions avec les spécifications dimensionnelles du prisme rectifié six faces à obtenir lors de la phase 400 :

| | Cote nominale | Tolérances | Cote moyenne à usiner |
|-----------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Longueur | 140 | 0 / -0.01 | 139.995 |
| Largeur | 80 | 0 / -0.01 | 79.995 |
| Épaisseur | 25 | +0.25 / +0.15 | 25.2 |

| | | |
|---|----------------|---------------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN OUTILLEUR | CORRIGÉ | SESSION 2023 |
| Épreuve : U2 – Élaboration du processus de réalisation d'un outillage | 2306 TO EPR 1 | DC 3 / 8 |

Partie 2 - Étude de fabrication

Pour organiser la production de la plaque empreinte dans son atelier, l'entreprise GENTILIN vous demande de travailler en collaboration avec le bureau des méthodes pour mettre en place le processus de réalisation le plus adapté au contexte de l'entreprise.

Étude de la nomenclature des phases DT04.

On vous donne les documents techniques suivants :

- DT03** : dessin de définition de la *Plaque empreinte partie fixe monobloc* ;
- DT12** : le parc machine de l'entreprise GENTILIN ;
- DT06** : le tableau de perçage avant taraudage.

Q2.1 Déterminer la machine nécessaire à la réalisation des phases 400 et 600 :

Machine nécessaire : **rectifieuse plane LIPEMEC p400**

Q2.2 À quel type de procédé d'usinage fait partie cette machine ?

- ☒ Usinage par abrasion ☐ Usinage par étincelage
- ☐ Usinage par ultrason ☐ Usinage par vibration

Q2.3 Lors de la phase 300, on réalise le circuit de régulation. Justifier pourquoi les entrées de ces perçages sont taraudés en G1/16 plutôt qu'en ISO métrique :

Justification :

Les taraudages en G1/16 (pas gaz) sont réalisés pour le montage de raccords de fluide ou de bouchons et permettent d'assurer l'étanchéité du circuit de régulation.

Q2.4 Déterminer le diamètre de perçage avant taraudage de ces trous :

Diamètre de perçage **Ø 6.7 mm**

Étude du contrat de phase 500 en page suivante DR5.

On vous donne les documents techniques suivants :

- DT03** : dessin de définition de la *Plaque empreinte partie fixe monobloc* ;
- DT08 à DT11** : extrait catalogue outils coupants ;
- DT07** : norme ISO 2768 ;
- DT04** : nomenclature des phases.

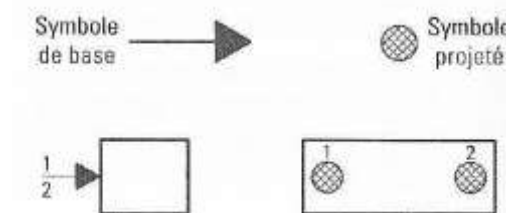
Vous devez :

Q2.5 Remplir entièrement l'en-tête du contrat de phase.

Q2.6 Reporter dans l'ordre chronologique les opérations d'usinage manquantes.

Q2.7 Surligner et colorier en rouge les surfaces usinées.

Q2.8 Représenter en couleur verte la mise en position isostatique, en utilisant les symboles de base (première partie de la norme).



Q2.9 Positionner le système d'axe orthonormé représentant l'origine pièce (Op) sur les 2 vues.

Q2.10 Définir les outils nécessaires aux opérations d'usinage 540 et 570 :



| Opération | Désignation de l'outil | Référence de l'outil | Code outil | Vitesse de coupe Vc en m/min | Avance par dent fz en mm/tr/dt |
|-----------|-----------------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 540 | Foret HSS-E Co8 Ø6.5 | H2800 | H2800.0650 | 18 | 0.12 |
| 570 | Fraise à lamer Ø11 | R9400 | R9400.1100.0650 | 25 | 0.057 |

Q2.11 Reporter, sur le contrat de phase, la désignation de l'outil, la vitesse de coupe (Vc) et l'avance par dent (fz) que vous avez sélectionnées pour les opérations 540 et 570.

Q2.12 Calculer et compléter les paramètres de coupe manquants dans le contrat de phase (arrondir vos résultats à l'unité près).

Q2.13 Compléter le tableau des cotes fabriquées, déterminer les cotes mini et maxi et calculer les cotes moyennes.

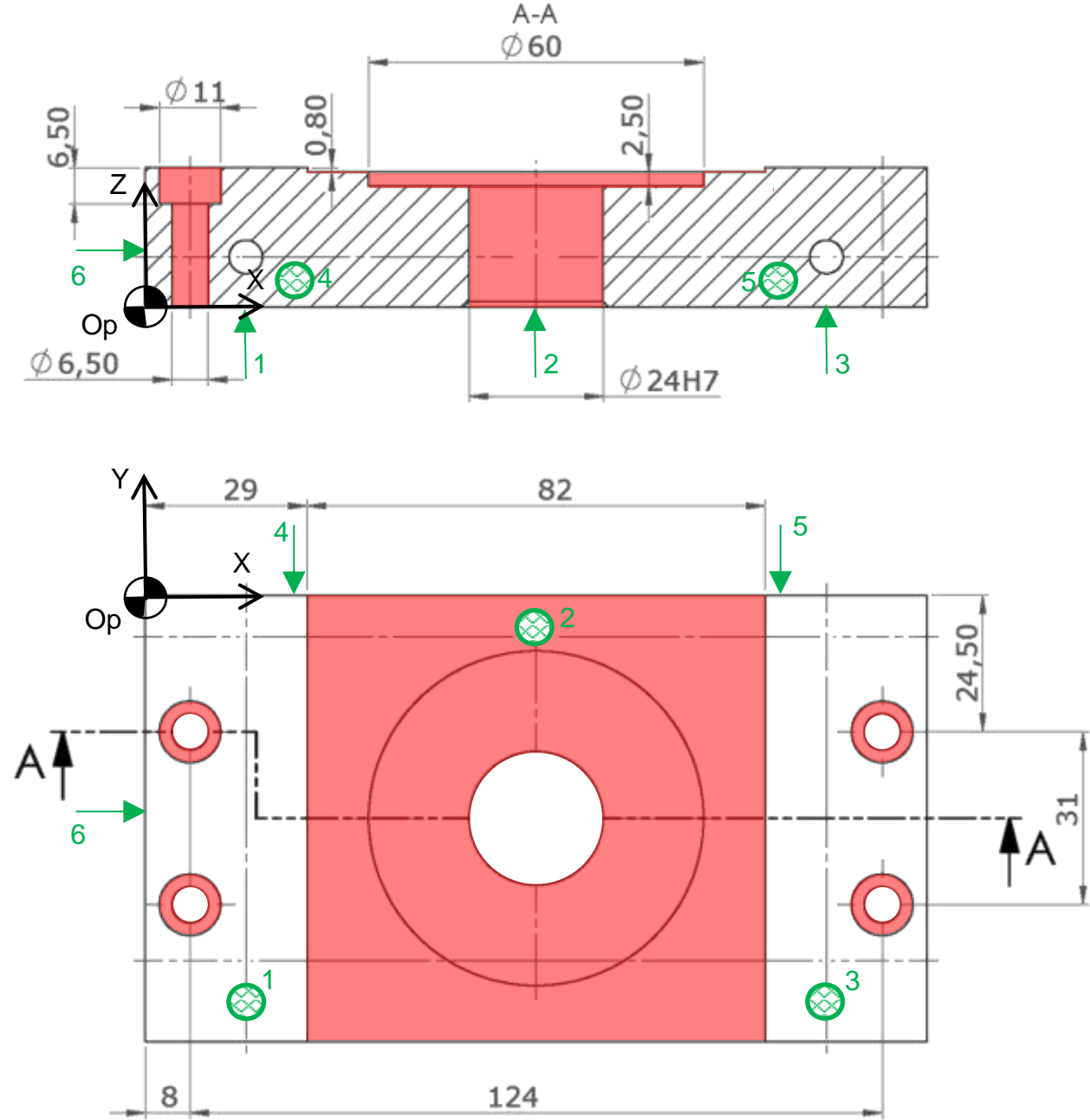
| | | |
|---|----------------|---------------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN OUTILLEUR | CORRIGÉ | SESSION 2023 |
| Épreuve : U2 – Élaboration du processus de réalisation d'un outillage | 2306 TO EPR 1 | DC 4 / 8 |

| CONTRAT DE PHASE | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|---|--|---|--|--|
| Phase N° 500 | | Ensemble : Moule engrenage hélicoptère | | Atelier Usinage / Outillage | | Projet |
| | | Pièce : Plaque empreinte partie fixe monobloc | | | | |
| Machine | Directeur de commande | Matériaux : X38CrMoV5 (1.2343) | |  | | Engrenage Hélicoptère  |
| Fraiseuse CN HAAS VM 2 | Hass | Nombre de pièce à réaliser : 1 | | | | |
| | | Numéro de programme : 2021 | | Nom auteur : WM | | |
| | | Nom du fichier : Pl_empr_Pf_mono | | Date : 12/2021 | | |

| OPÉRATIONS | | Désignations OUTILS | T | D | n Tr/min | Vf mm/min | f/fz mm/tr mm/dt | Vc m/min | AP (profondeur de passe) | | | | Surépaisseur | |
|------------|---|--|---|---|-------------|--------------|------------------------|-------------|-----------------------------|-------|--------|-------|--------------|----------|
| | | | | | | | | | Axial | | Radial | | | |
| | | | | | | | | | Maxi | final | Maxi | final | fond | Latérale |
| 510 | - Rainurage largeur 82 profondeur 0.8 | Fraise surfacer dresser à plaquette carbure Ø 40 /5 dents | 1 | 1 | 1194 | 836 | 0.14 | 150 | 1.5 | 0.2 | 45 | x | 0 | 0 |
| 520 | - Usinage poche cylindrique Ø 60 profondeur 2.5 / Ebauche avant érosion enfonçage | Fraise 2 tailles coupe au centre carbure monobloc Ø20 hauteur de coupe de 30mm /4 dents | 2 | 2 | 1432 | 687 | 0.12 | 90 | 1.2 | 0.2 | 16 | 0.2 | 0 | 0 |
| 530 | - Pointage des passages de vis de fixation + logement buse moule | Foret à pointer ARS Ø8 /2 dents | 3 | 3 | 796 | 159 | 0.1 | 20 | x | x | x | x | x | x |
| 540 | - Perçage Ø6.5 des passages de vis de fixation + avant trou logement buse moule | Foret HSS-E Co8 Ø6.5 Réf : H2800 Code : H2800.0650 | 4 | 4 | 881 | 211 | 0.12 | 18 | x | x | x | x | x | x |
| 550 | - Perçage Ø23.5 / Ebauche logement buse moule | Foret hélicoïdal 8% de cobalt Ø23.5 /2 dents | 5 | 5 | 203 | 32 | 0.08 | 15 | x | x | x | x | x | x |
| 560 | - Contournage finition alésage logement buse moule Ø24H7 | Fraise 2 tailles coupe au centre carbure monobloc Ø20 hauteur de coupe de 30mm /4 dents | 2 | 2 | 1751 | 560 | 0.08 | 110 | 1.2 | 0.2 | 16 | 0.2 | 0 | 0 |
| 570 | - Lamage Ø11 x 6.5 des passages de vis de fixation | Fraise à lamer Ø11 pilote Ø6.5 / 3 dents Réf : R9400 Code : R9400.1100.0650 | 6 | 6 | 723 | 124 | 0.057 | 25 | x | x | x | x | x | x |

Mise en position : 1.2.3 Appui plan sur cale /4.5 appui linéaire rectiligne sur mors fixe de la plus grande longueur de la pièce/6 appui ponctuel sur butée à gauche

Porte pièce : Étau avec le mors fixe parallèle à l'axe X

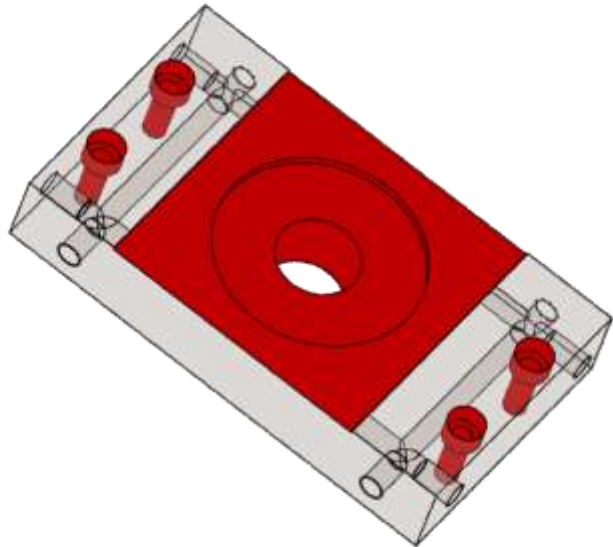


Représentation 2D : 2 vues – mise en position –cotes fabriquées –Origine Programme et axes

Cotes Fabriquées

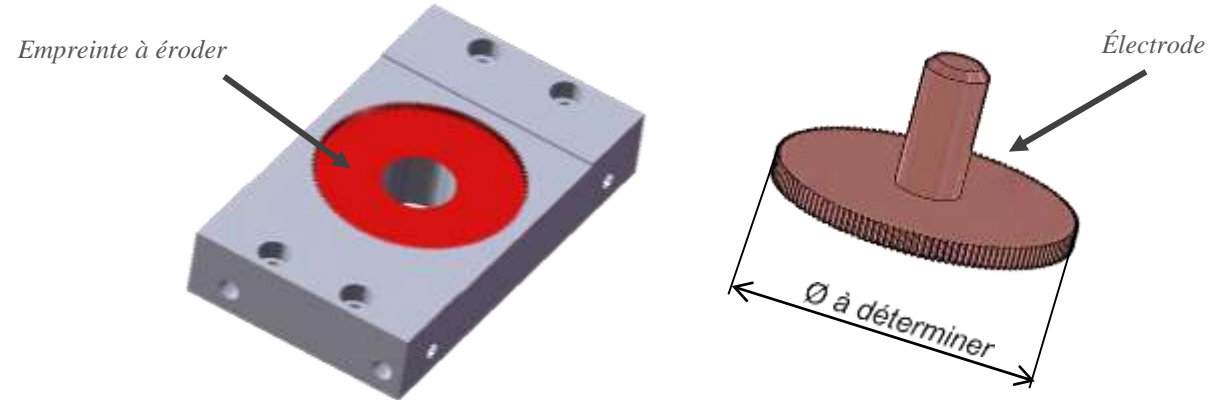
| Spécification | Cote mini | Cote maxi | Cote moy |
|---------------|-----------|-----------|----------|
| 6.5 | 6.4 | 6.6 | 6.5 |
| 82 | 81.85 | 82.15 | 82 |
| 29 | 28.9 | 29.1 | 29 |
| Ø 24 H7 | 24 | 24.021 | 24.0105 |
| 124 | 123.8 | 124.2 | 124 |

Vue en perspective de la pièce phase terminée

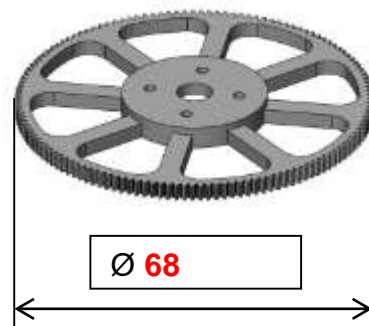


Partie 3 - Électroérosion par enfonçage

On vous charge de l'usinage de la phase 700 d'électroérosion par enfonçage pour la réalisation de l'empreinte (denture et fond) dans la plaque empreinte partie fixe monobloc. Pour réaliser cette phase, il est nécessaire d'usiner des électrodes et donc, de déterminer leurs dimensions.



Q3.1 Relever, sur le dessin de définition de l'engrenage hélicoptère **DT02**, la cote du diamètre extérieur de l'engrenage et la reporter dans le cadre sur le schéma ci-dessous :



Q3.2 À partir du tableau des caractéristiques de différents matériaux plastiques **DT13**, déterminer la valeur du retrait de la matière de l'engrenage hélicoptère en % :

Retrait : r = **0.4** %

Q3.3 Calculer, en fonction du retrait et de la cote prélevée précédemment, la dimension de l'empreinte correspondante (poser la formule et arrondir au micron près) :

Calcul :
Cote empreinte = cote pièce / (1 - retrait / 100)
Cote empreinte = 68 / (1 - 0.4 / 100)

Cote empreinte = **68.273 mm**

Q3.4 Relever sur le dessin de définition de l'engrenage hélicoptère **DT02** la rugosité arithmétique Ra à obtenir et déterminer l'unité Charmille CH correspondante à partir du tableau de conversion **DT13** :

Ra = **1.0**

CH = **20**

Q3.5 À partir de l'unité Charmille CH déterminée précédemment et du tableau de choix du nombre d'électrode **DT13**, déterminer le nombre d'électrodes nécessaires à l'usinage de l'empreinte dans le cas d'un orifice standard :

Nombre d'électrode : **3**

Q3.6 À partir du choix de l'unité Charmille CH en fonction de l'opération **DT13**, donner le CH à utiliser pour chacune des électrodes :

CH ébauche = **40**

CH semi finition = **30**

CH finition = **20**

Q3.7 À partir du tableau de distance d'étincelage en finition **DT14**, déterminer la valeur du gap limite et du gap moyen pour des régimes **P 6 A 6** (en microns) :

Gap limite = **100 µm**

Gap moyen = **75 µm**

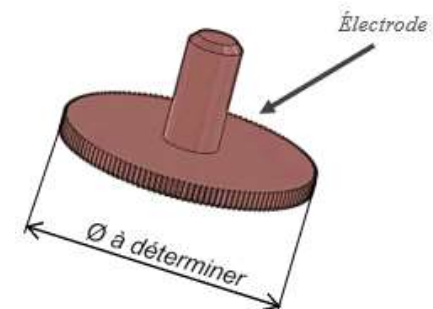
Q3.8 À partir du dimensionnement des électrodes **DT14**, calculer la valeur du diamètre extérieur de l'électrode de finition (poser la formule) :

Calcul :

Ø électrode = cote empreinte - 2 x gap moyen

Ø électrode = 68.273 - 2 x 0.075

Ø électrode = **68.123 mm**



Partie 4 - Coût de production et planification

Un devis pour la fabrication du nouveau bloc empreinte partie fixe monobloc ainsi qu'une date de fin de production sont exigés par le client.

Q4.1 À partir du tableau de tarif matière DT14 et de la dimension du brut (voir nomenclature des phases DT04), déterminer le tarif d'une barre de 500 mm de long nécessaire pour la réalisation du nouveau bloc empreinte partie fixe :

Tarif HT de la barre = 129.90 €

Q4.2 En fonction de la longueur du débit, calculer le coût matière pour la réalisation du bloc empreinte partie fixe :

Longueur du débit = 145 mm

Calcul :
Coût matière = 145 x 129.90 / 500

Coût matière HT pour une plaque empreinte partie fixe monobloc = 37.67 €

Q4.3 À partir de la nomenclature des phases DT04 et du parc machine DT12, déterminer le coût de production pour chaque phase d'usinage en complétant le tableau ci-dessous :

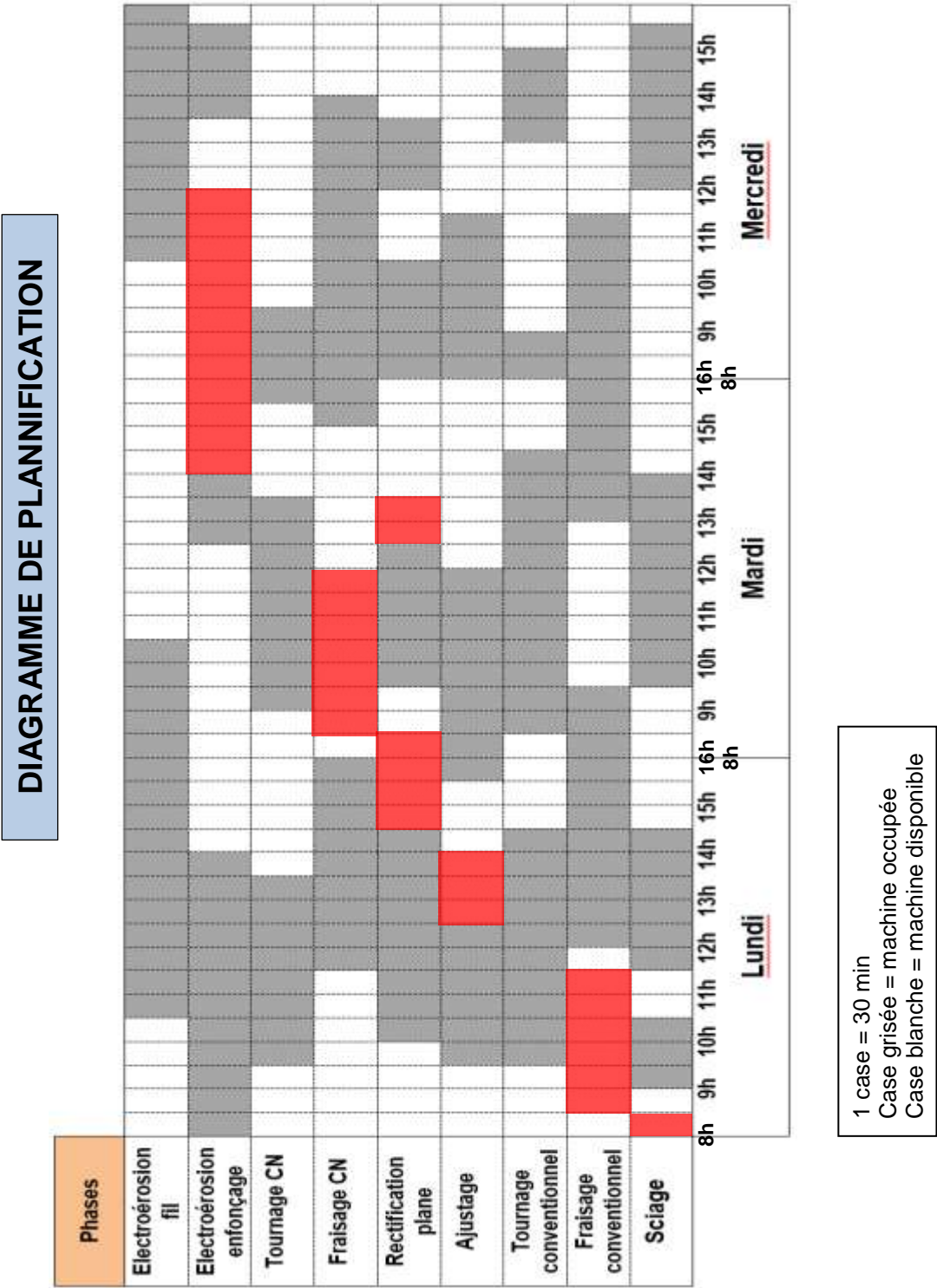
| Phase | Désignation de la phase | Tarif horaire machine (euros / heure) | Temps de la phase (en heure) | Coût de la phase (en euros) |
|-------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 100 | Sciage | 30 €/h | 0.5 h | 15 € |
| 200 | Fraisage conventionnel | 50 €/h | 3 h | 150 € |
| 300 | Ajustage | 65 €/h | 1.5 h | 97.5 € |
| 400 | Rectification plane | 65 €/h | 2 h | 130 € |
| 500 | Fraisage CN | 90 €/h | 3.5 h | 315 € |
| 600 | Rectification plane | 65 €/h | 1 h | 65 € |
| 700 | Électroérosion enfonçage | 55 €/h | 6 h | 330 € |

Q4.4 Calculer le coût total de fabrication du nouveau bloc empreinte partie fixe (coût matière et coût d'usinage) :

Calcul :
Coût total de fabrication = 37.67 + 15 + 150 + 97.5 + 130 + 315 + 65 + 330

Coût total HT de fabrication = 1140.17 €

Q4.5 À partir des temps de fabrication sur la nomenclature des phases DT04, compléter le diagramme de planification ci-dessous (jalonnement au plus tôt) :



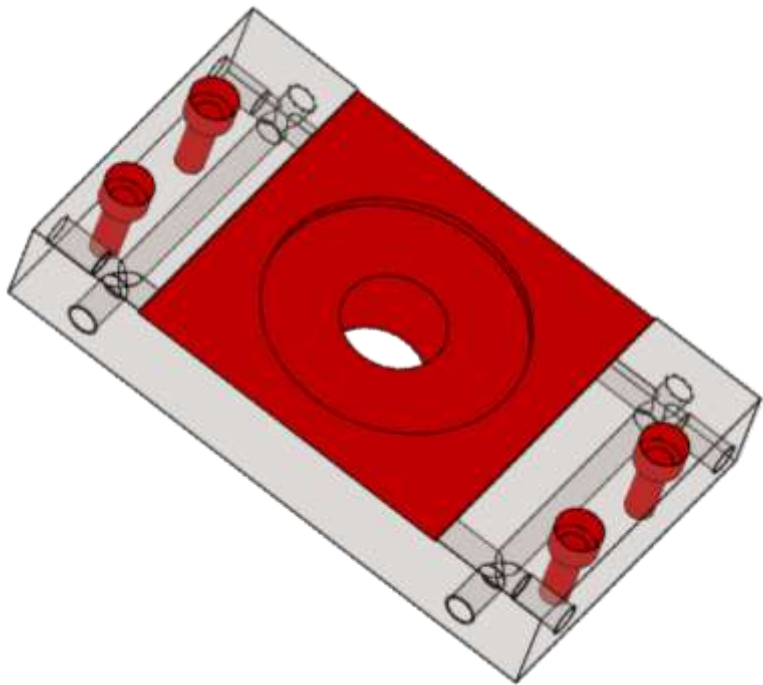
Q4.6 À partir du diagramme de planification complété ci-dessus, déterminer le jour et l'heure de fin de production du nouveau bloc empreinte partie fixe :

Jour de fin de production : mercredi

Heure de fin de production : 12 h

Partie 5 - Fabrication assistée par ordinateur

Pour mettre en œuvre la phase 500 de la plaque empreinte partie fixe monobloc, il faut passer par une étape de programmation en FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur). Le chef d'atelier vous confie cette tâche.



À partir du fichier « bloc_empreinte_PF_ph500.stp », du dessin de définition du nouveau bloc empreinte partie fixe **DT03**, de la nomenclature des phases **DT04**, du contrat de phase de la phase 500 document **DR5** et d'un logiciel de FAO avec sa documentation.

On vous demande de :

Ouvrir le fichier « bloc_empreinte_PF_ph500.stp » et l'enregistrer sous le nom : « bloc_empreinte_PF_ph500_N°candidat ».

- Q5.1 Positionner l'origine programme confondu avec l'origine pièce conformément au contrat de phase **DR5**.
- Q5.2 Choisir les outils et créer les opérations d'usinage en respectant les informations données par le contrat de phase 500 **DR5** complété précédemment.
- Q5.3 Générer le programme d'usinage pour un directeur de commande numérique de type centre d'usinage vertical 3 axes.

Ne pas oublier d'enregistrer le travail réalisé régulièrement !!!