**BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**Conception des Processus de Réalisation de Produits**

**֤Épreuve E4 – CONCEPTION PRÉLIMINAIRE**

Coefficient 6 – Durée 6 heures

|  |
| --- |
| **DECOCHEUR 303P**  – CORRIGÉ |

1. Partie 1 Le décocheur 303P répond il aux exigences ?

Sous-partie 1-1 Analyse et décodage du dossier de conception

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-1.1** | **Indiquer** sur feuille de copie les pièces participant à la fonction d’armement (nom et repère).  ***6 – 408ARM303P, 21a - Vis, 8 – 409BIELPOUC, 7 – RESSORT***  **Préciser** celle qui assure le maintien du décocheur en position armée  ***Le ressort 7 sur les pièces 6 et 8*** |
|  |  |
| **Question 1-1.2** | **Préciser** le type de contact entre les pièces (6) et (8) lors du verrouillage en position armée.  Contact linéique ou ponctuel |
|  |  |
| **Question 1-1.3** | **Expliquer** le rôle de la vis (21a) ? A quelle(s) exigence(s) perme(n)t elle(s) de répondre ?  ***Cette vis est une butée pour la course d’armement, elle participe à la fiabilité (Id1.6) et évite la détérioration du système*** |
|  |  |

Sous-partie 1-2 Validation des exigences Id= « 1.2 » et Id= « 1.3 »

* + 1. Adaptation ergonomique à l’archer : Id= « 1.3 »

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-2.1** | **Préciser** quelles pièces permettent adapter le décocheur à la main de l’archer  ***17 – 410(BOUTPOUC) et 16 – 422(BIELARTI)*** |

* + 1. Réglage de la course de déclenchement : Id= « 1.2 »

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1-2.2** | **Indiquer** quelle pièce permet de régler la course de déclenchement  ***La vis 21b (butée de la pièce 8)*** |

1. Partie 2 Comment optimiser l’obtention du corps ?

Sous-partie 2-1 Optimisation du choix matière

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-1.1** | A partir des informations données par un fournisseur d’alliage d’aluminium (Euralliage), **choisir la matière** la mieux adaptée aux contraintes en attribuant une note à chaque alliage d’aluminium |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Alliage | Désignation  chimique | Etat | Caractéristiques mécaniques | | | Résistance. corrosion | Aptitude soudage | Usinabilité | Aptitude déformation | Aptitude anodisation | NOTE  Usinabilité | NOTE  anodisation | TOTAL |
| Rm en MPa | Rp02 en MPa | A% |
| 2017A | AlCu4SiMg | T4 | 420 | 280 | 18 | C | D | A | C | C | ***3*** | ***1*** | ***4*** |
| 2024 | AlCu4Mg1 | T3 | 465 | 320 | 18 | C | D | B | D | C | ***2*** | ***1*** | ***3*** |
| 5086 | AlMg4 | H22 | 310 | 225 | 18 | A | A | B | D | A | ***2*** | ***3*** | ***5*** |
| 6060 | AlMg1SiCu | T5 | 220 | 190 | 16 | A | B | C | C | A | ***1*** | ***3*** | ***4*** |
| 7075 | AlZn5.5MgCu | T6 | 565 | 495 | 11 | C | D | B | D | B | ***2*** | ***2*** | ***4*** |

Matière retenue  ***5086 AlMg4***

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-1.2** | **Donner la composition** de cet alliage  ***Alliage d’aluminium avec 4% de magnésium.*** |

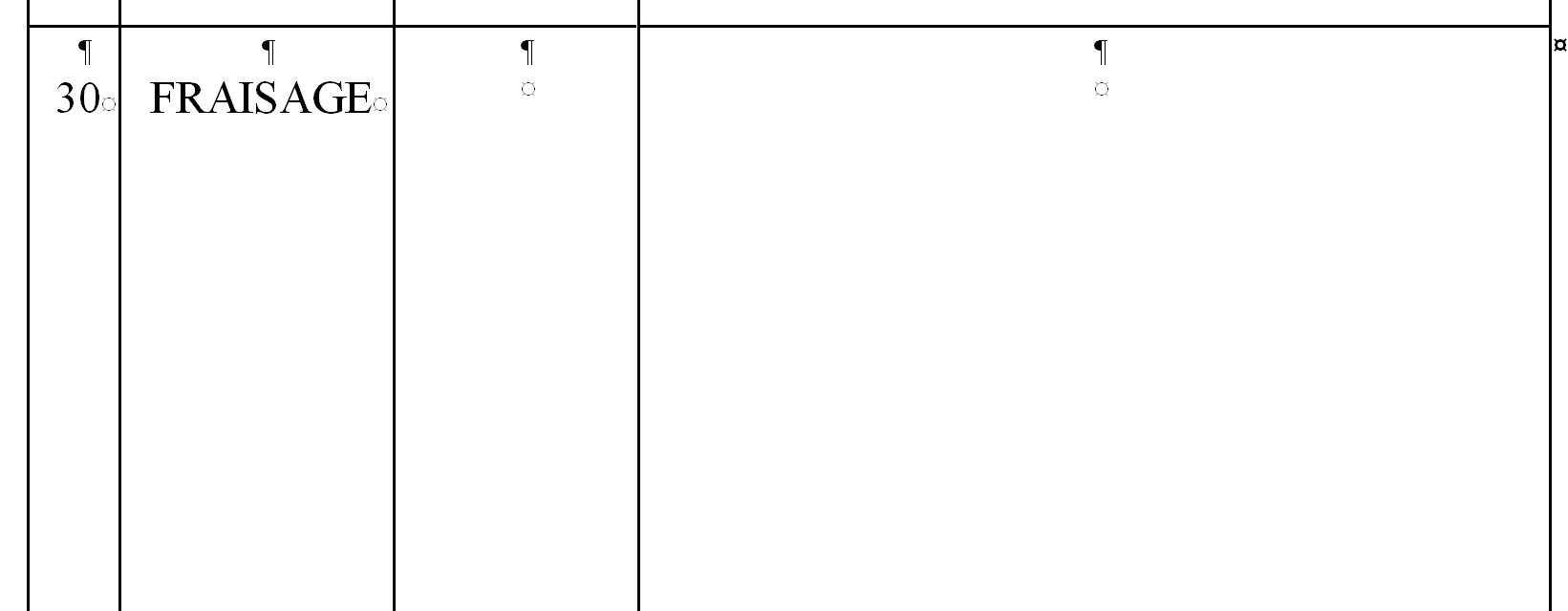
|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-1.3** | **Donner la composition** de l’alliage 2017A  ***Alliage d’aluminium avec 4% de cuivre et des traces de magnésium (<1%)*** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-1.4** | **Conclure** sur la pertinence du choix initial de matière.  ***Le cuivre réduit l’aptitude à l’anodisation mais le critère usinabilité est privilégié*** |

Sous-partie 2-2 Optimisation du processus de fabrication

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-2.1** | **Indiquer les différentes directions d’usinage** sur les 3 vues du corps en notant par Wi chacune des directions principales d’usinage, i étant le numéro de cette direction      . |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-2.2** | **Justifier** que l’on puisse usiner cette pièce en **2 phases de fraisage** (sans tenir compte de la phase de sciage) **en précisant pour chaque phase** le type de machine à commande numérique choisi (nombre d’axes) ainsi que la ou les direction(s) d’usinage utilisée(s)  ***Il est possible de regrouper les directions W1 (3 axes) avec W3 (1 axe sup) et W4 (1 axe sup) en utilisant une machine 5 axes. Il reste la direction d’usinage W2 pour laquelle on utilisera un CUV 3 axes. 2 phases de fraisage suffisent donc.***  . |
|  |
| **Question 2-2.3** | Indiquer quelle(s) conséquence(s) aurait la modification de l’orientation de l’axe sur le processus de fabrication  ***Cela rajouterait une direction supplémentaire mais qui cela reste faisable avec une machine 5 axes.*** | |
|  |  | |
| **Question 2-2.4** | Sur la nomenclature des phases (DR5), **compléter le croquis de phase 30** (uniquement la vue de face) en dessinant la silhouette dans l’état d’avancement avec le contour avant usinage en trait mixte et la ou les surface(s) usinée(s) en rouge. | |
|  |



Sous-partie 2-3 Recherche de la dimension du brut

Face supérieure du brut

0.5

8.1

1

3

0.5

Face du mors

Talon

Face inférieure du brut

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-3.1** | **Définir le brut minimal** à prévoir :    Calcul de l’épaisseur ***= 0.5 + 8.1 + 0.5 + 1 + 3 = 13.1*** |
| Voir DT6 et DT7,  Répondre sur DR6 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-3.2** | **Choisir la dimension du brut** possible en 2017A en consultant la documentation commerciale ALMETT    Solution 2  Solution 1  88,6  58,6  88,7  55,3  Dimension du brut choisi : ***méplat 60 x 15*** avec implantation sol1 justification avec S2 largeur >60 avec la surépaisseur de 2x1mm |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-3.3** | **Calculer le coût matière** pour une pièce avec l’ancien brut et le nouveau brut en détaillant votre calcul (voir prix au kg : 5.60€ HT)  ***Cmatière = Volume x masse volumique ρ x Prix matière***  ***Coût matière ancien brut Cmab = (0.65 x 0.2 x 0.91) x 2.8 x 5.6 = 1.85 €HT***  ***Coût matière nouveau brut Cmnb = (0.6 x 0.15 x 0.91) x 2.8 x 5.6 = 1.28 €HT*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-3.4** | **Conclure** sur l’intérêt d’utiliser un étau Lang  ***Cet étau fait gagner sur le coût matière ( (1.85-1.28)/1.85x100=31%) et la qualité du maintien*** |
|  |

Sous-partie 2-4 Recherche d’une solution pour la reprise en phase 30

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4.1** | Sur la vue en perspective des **solutions 1 et 2**, **représenter** par un trait fort en rouge **les zones de contact des piges** sur la pièce et **en déduire** la solution la plus viable en justifiant votre réponse  Solution 1  Solution 2    .  ***La solution la plus viable est la solution 2 car la pige monté sur le mors mobile de la solution 1 appuie sur une très faible hauteur ce qui entrainerait une déformation locale et un mauvais serrage*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4.2** | **Calculer l’effort maxi de serrage** pour ne marquer l’intérieur de l’alésage avec une pige en acier de diamètre 16.  Données : La pression de contact maxi admissible sur la pièce Padm = 180 Mpa  Rayon au point de contact r = 11 mm  Eacier = 2,1.105 Mpa Ealuminium = 7,5.104 Mpa  de la formule p = 0,418 on obtient R =    R= 376 N |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4.3** | Pour la solution 3**, repérer les zones de faibles épaisseurs** sur la vue 3D de la pièce puis en prenant en compte cette analyse morphologique, **analyser ce qui pourrait** **se produire** lors de l’usinage du talon.    ***La section de la pièce étant très faible, elle fléchira sous l’effort de serrage lorsqu’il n’y aura plus le talon***  ***Zone fragile de faible épaisseur*** |
|  |

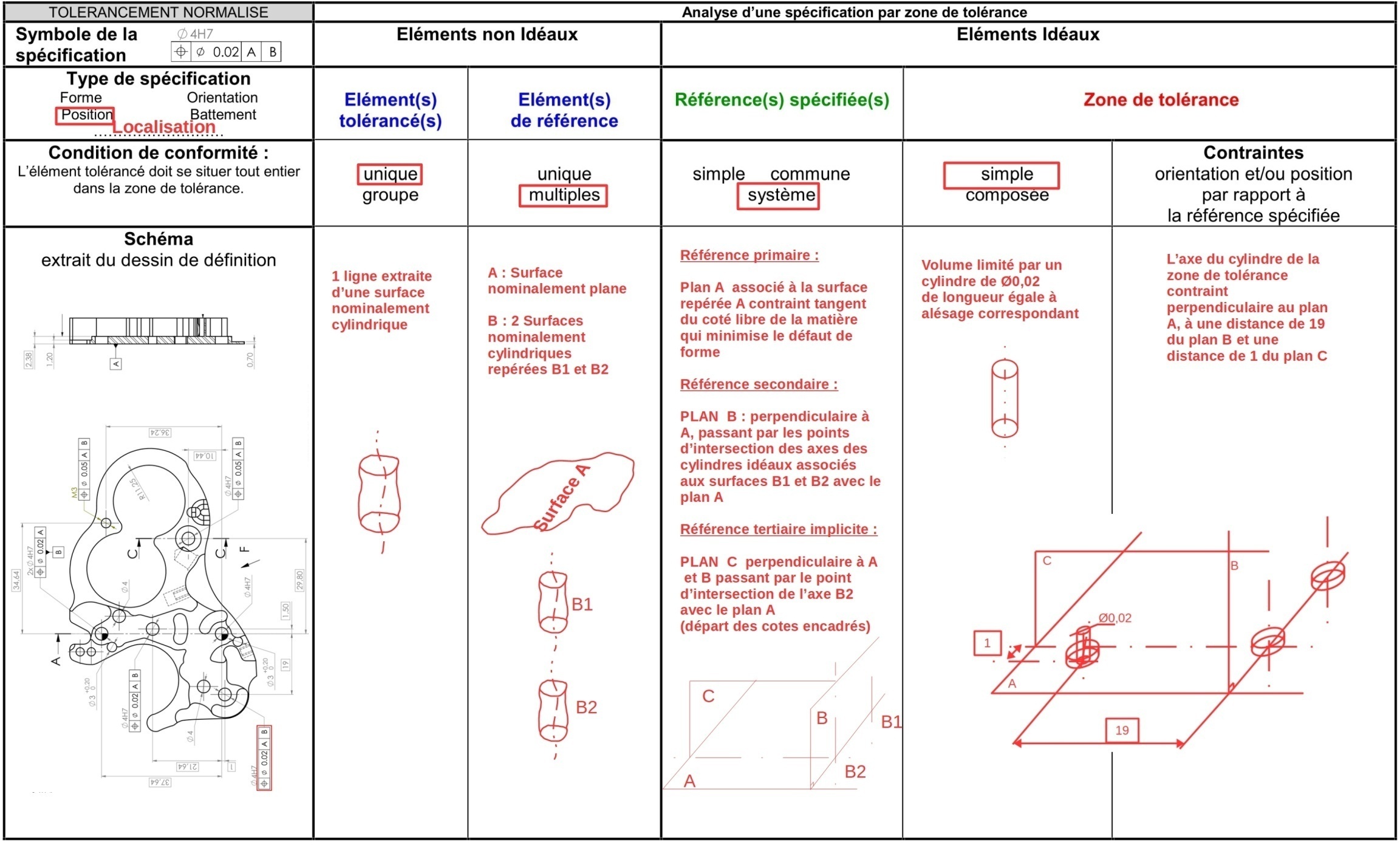
|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4.4** | **La solution 4** consiste à positionner et à maintenir la pièce à l’aide d’un **centreur expansible NLM**. **A quoi doit-on penser** en phase 20 pour pouvoir serrer le centreur expansible en phase 30.  ***Il faudra prévoir un trou débouchant d’un diamètre supérieur à celui de la clé 6 pans assurant le serrage du mandrin expansible lors de l’usinage du Ø22.5*** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2-4.5** | A partir des réponses précédentes et de votre expérience, **conclure sur la ou les solutions à garder et celle(s) à éviter** en argumentant sur les critères viabilité, coût ?  ***La solution 1 est abandonnée à cause du risque de déformation du bord de la pièce ainsi que la solution 3 où il peut se produire un fléchissement de la pièce (et donc un moins bon serrage) au moment du surfaçage du talon.***  ***La pièce n’étant maintenue que d’un côté par le mandrin expansible pour la solution 4, il pourrait se produire des vibrations sur la partie opposée.***  ***Il reste donc la solution 2 qui semble viable et qui n’est pas onéreuse.*** |
|  |

Partie 3 Comment mettre en œuvre le contrôle de la pièce 403 (CORPS 303P)

Sous-partie 3-1 Analyser des spécifications dimensionnelles

|  |  |
| --- | --- |
| **Question  3-1.1** | **Donner** les valeurs maximale et minimale que peut prendre cette spécification.  ***Suivant ISO 2768fH Cmax = 1,15 et Cmin = 1,25*** |
|  |  |
| **Question  3-1.2** | **Donner** les valeurs maximale et minimale que peut prendre cette spécification.  ***Alésage normal H de diamètre 4 Cmax 4,012= et Cmin = 4,00*** |
|  |  |
| **Question  3-1.3** | **Proposer** un appareil de contrôle pour la vérification de cet usinage.  ***Tampon lisse (Maxi mini) 4H7*** |
|  |  |
| **Question  3-1.4**  Voir DT6  Répondre sur DR8 | **Analyser** la spécification géométrique suivante et **compléter** le tableau d’analyse. |



Sous-partie 3-2 Valider le choix d’un matériel de mesure et contrôle optique

|  |  |
| --- | --- |
| **Question  3-2.1** | Après étude des DT16 à DT19**, indiquer** quels sont les avantages principaux de cette famille de matériels.  Au moins 3 arguments sont donnés parmi les suivants :   * Remplace différents appareils de mesure * Rapidité de la mesure / ou du contrôle * Mesure indépendante de l’opérateur * Mesure multiple * Assemblage d’images pour les « grandes » pièces |
|  |  |
| **Question 3-2.2** | **Indiquer** quel mode doit être utilisé pour effectuer la mesure des six CORPS 303P simultanément  ***On devra utiliser l’IM 7020 dans le mode d’assemblage d’image => champ large de mesure*** |
|  |  |
| **Question 3-2.3** | Dans ce mode, **calculer** la précision du système de mesure. **Justifier** votre réponse..  ***En prenant le déplacement maxi pour la mesure de 6 pièces environ 200 mm en mode champ large.***  ***D’après le doc DT P3-3 on a :*** |
|  |  |
| **Question 3-2.4** | **Conclure** en indiquant si la précision du système permet de mesurer la pièce CORPS 303P. **Justifier** votre réponse en considérant par exemple les spécifications suivantes :  ***En mode « champ large » elle ne permet pas de mesurer les cotes les plus précises du corps : Ø4H7 ou localisation Ø0.02, car la précision est inférieure aux spécifications.*** |

1. Partie 4 Quel procédé choisir pour l’obtention des capots ?

Sous-partie 4-1  Obtention par injection plastique

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.1** | **Dessiner le plan de joint** principal sur la vue de face et de détail en le repérant avec le symbole normalisé. **Justifier** la réalisation d’une **empreinte** dans **chaque partie du moule**.    ***C’est obligé de mettre le plan de joint sur l’arête du chanfrein sinon il serait en contre-dépouille et la pièce ne se démoulerait pas.  Il faut donc une empreinte dans chaque partie du moule pour obtenir le chanfrein de 0.1 à 45°, l’empreinte dans la partie fixe ne fait que l’épaisseur du chanfrein c’est-à dire 0.1.*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.2** | A partir de l’analyse de la question précédente, **préciser le rôle des 2 plots** coniques.  ***Ils permettent de bien positionner les 2 empreintes l’une en face de l’autre ce qui évitent le défaut de décalage au niveau du plan de joint.*** |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.3** | A partir des différents volumes matière, **calculer** **la quantité de matière** enlevée lors du régime d'ébauche  ***5823-300-600 = 4923 mm3*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.4** | A partir des volumes de matière à enlever, **déterminer pour chaque régime le temps d’usinage** ainsi que la durée totale d’électro-érosion pour l’obtention d'une empreinte dans la plaque.  ***Ebauche : 4923 / 800 = 6,15 min ½ finition : 600 / 28 = 21,43 min Finition : 300 / 6 = 50 min***  ***Durée totale de l'opération : 6,15 + 21,43 + 50 = 77,58 min soit 1 h 17 min 37 s*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.5** | **Définir le pas de balayage** **ae** à programmer pour obtenir une hauteur de crête hdcmaxi de 5 µm avec une fraise hémisphérique de Ø6.  ***Avec R=3, pour un pas = 0.3, on a h = 0.004 mm et pour un pas = 0.4, on a h = 0.007 mm***  ***Pour obtenir h = 0.005 mm = 5 µm en faisant une règle de 3, on obtient un pas p = 0.33 mm***  ***En vérifiant avec la formule, on obtient h = 4,5 µm*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.6** | **Calculer le temps** nécessaire au **balayage d’une surface de 1cm2** avec les conditions de coupe suivantes : Vf = 1715 mm·min-1 et ae = 0,3 mm  ***(10 x 10) / (0.3 x 1715) = 0,194 min pour 1 cm2*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.7** | La surface totale à balayer est estimée à 2190 mm2, **déterminer le temps** nécessaire à la **finition de l’empreinte**  ***21,9 x 0,194 = 4,25 min soit 4min 15 s*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.8** | **Calculer le temps copeaux total** (ébauche, demi-finition, finition) pour la réalisation de l’empreinte  ***4,25 + 2,25 + 29 = 35,5 min soit 35 min 30s*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.9** | **Choisir entre les deux procédés** proposés, celui qui permettra de réduire au maximum les délais de fabrication. Justifiez votre réponse  ***Le procédé le plus rapide est l'usinage CN (35.5min contre 1h 17 min en électroérosion). C'est donc celui qui sera retenu en fonction du critère temps. Il est d'autant plus rapide qu'il n'a pas été tenu compte du temps de réalisation des électrodes.*** |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-1.10** | **Proposer une stratégie d'usinage** pour l'empreinte et son système d'alimentation qui permette d'optimiser les temps d'usinage tout en respectant la géométrie de l'empreinte et en minimisant la durée du polissage qui est généralement une opération très longue  ***La solution serait de réaliser le canal d'alimentation ainsi que l'ébauche et la demi finition de l'empreinte en fraisage CN et d'effectuer la finition de l'empreinte et le seuil en électroérosion (gain, 2 électrodes par empreinte). Cette solution permettrait de respecter la géométrie de l'empreinte. De plus l'état de surface obtenu en électroérosion nécessiterait moins de temps de polissage qu'une surface obtenue en fraisage. De plus la phase d'électroérosion est obligatoire pour la réalisation des seuils.*** |

Sous-partie 4-2  Choix du procédé

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4-2.1** | **Déterminer la zone de rentabilité** de chaque procédégraphiquement ou analytiquement en détaillant vos calculs.  **Conclure sur le procédé à utiliser** pour réaliser les 15000 pièces prévues  Coût  ***Cusinage = 4 X Cinjection = (0.5/2) X + 4500***  Cusinage  ***Point intersection pour X = (4500 / 3.75) = 1200***  ***En dessous 1200 pièces, l’obtention par usinage est moins  couteuse mais au-dessus, il les obtenir par injection.***  Nb pièces  Cinjection  ***Pour la série des 15000 pièces, il faut choisir le  procédé par injection.*** |

Partie 5 : Quel serait le surcoût d’un changement de procédé de fabrication ?

Sous partie 5-1 Choisir un matériau pour l’obtention de cette pièce en fabrication additive

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5-1.1** | Parmi les matériaux proposés, **lister** ceuxpouvant être utilisés pour la réalisation de cette pièce en fabrication additive.  **Justifier** votre réponse***.***  ***Lister : CarbonMide et AlSi7Mg0.6***  ***Justification : répondre à la contrainte mécanique (dépassement de la limite élastique pour les autres)*** |
| **Question  5-1.2** | Parmi, votre sélection de la question précédente, **choisir** un matériau pour cette fabrication, en argumentant votre choix  ***On choisira l’AlSi7Mg0.6 principalement à cause du prix mais aussi pour respecter la cohérence des matériaux de l’ensemble.*** |

Sous partie 5-2 Processus prévisionnel intégrant la fabrication additive

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5-2.1** | **Proposer** une nomenclature des phases complète de réalisation de cette série de 250 pièces, en précisant les moyens associés à chacune des phases, de la réalisation du ou des plateaux en fabrication additive (phase 10) au conditionnement de la production (phase « n ») en vue d’un stockage en attente d’assemblage.  ***L*** |

Sous partie 5-3  Conclusion de la partie 5

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.3.1** | Le cout d’une série de 250 pièces usinées est de 935 €; le surcoût par pièce engendré par la solution mettant en œuvre la fabrication additive et d’environ 9.5 €.  Le prix de vente du décocheur au détaillant étant d’environ 130€.  **Indiquer** si le surcoût engendré par la fabrication additive vous semble ponctuellement cohérent.  **Argumenter** votre réponse.  ***Le coût de cette pièce est multiplié par 3.5 par la solution en fabrication additive soit 10 % du prix de vente.***  ***Elle ne pourra être envisagé que très exceptionnellement pour répondre à des commandes urgentes****.* |
|  |  |
| **Question 5.3.2** | En réponse au problème de la surcharge de production, **proposer** d’autres solutions que celle étudiée dans cette partie.  ***Appel à la sous-traitance, heures supplémentaires, machines en plus…*** |

1. Partie 6 Peut on améliorer le processus de fabrication des pièces du mécanisme ?

**Sous-partie 6-1 Choisir un procédé de découpe**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6-1.1** | Après analyse des tolérances dimensionnelles ou / et du critère de rugosité, **choisir** un procédé de découpe parmi ceux proposés.  ***Le seul procédé qui permet de respecter les spécifications du dessin est la découpe par électroérosion à fil***  ***Pour respecter la précision sur le Ø4H7 (12µm) et rugosité générale Ra 1,6*** |

**Sous-partie 6-2 Etablissement du nouveau processus de fabrication**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Question 6-2.1** | Compléter l’avant projet d’étude de fabrication de la phase de reprise de la pièce 8 sur un CuV +A | | |
| DR10 | | |
| Opérations | | Position angulaire de l’axe A |
| **Vidage poche et Contournage plan prof : 1.8** | | **A 0°** |
| **Alésage à la fraise logement ressort Ø4 p1** | | **A 270° ou éventuellement (A-90) suivant calculateur** |
| **Sous-partie 6-3 Traitements thermiques** | | | |
| **Question 6-3.1** | Après analyse des documents ressources, **indiquer** les paramètres des traitements thermiques à appliquer pour obtenir la dureté demandée avec le matériau défini.  **TREMPE à 1030° (sous vide) et REVENU à 600° afin d’obtenir environ 50Hrc** | | |
| **Question 6.4.1** | **Synthétiser** le travail de cette étude et **indiquer** à quelles autres pièces du mécanisme ce nouveau processus de fabrication peut être appliqué.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Phase | Désignation | Commentaires | | **10** | **Préparation des plaques brutes** | **Fournisseur matière** | | **20** | **Découpage électro-érosion** | **Sous-traité** | |  | ***Contrôle réception sous traitance*** |  | | **30** | **Usinage CUV 4 axes** | **Plaque montage plusieurs pièces** | | **40** | **Traitements thermiques** | **Sous-traité** | |  | ***Contrôle réception sous traîtance*** |  | | | |

**Cette gamme type pourrait être appliquée aussi aux pièces 10, 4, 5, 6 car elles peuvent être réalisées avec le même matériau dans des plaques de même épaisseur**