

BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception des Processus de Réalisation de Produits

Épreuve E4 – CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

Coefficient 6 – Durée 6 heures

DECOCHEUR 303P – CORRIGÉ

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 »

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)

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)

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

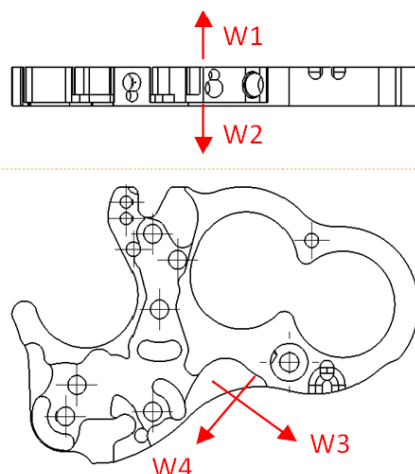
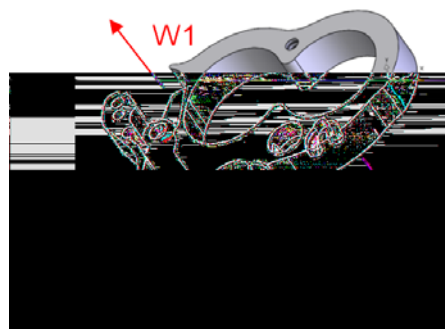
Matière retenue **5086 AlMg4**

- 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 W_i 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.

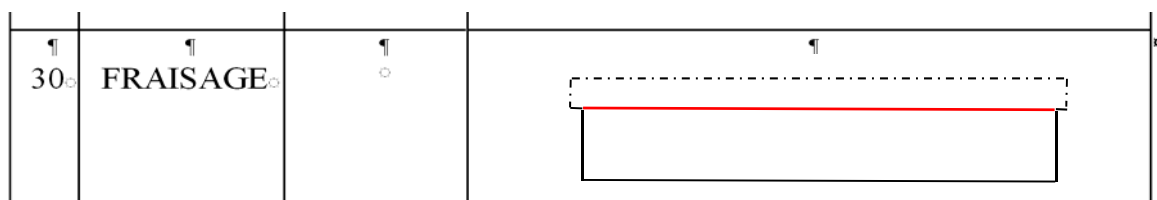
Question 2-2.3

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.

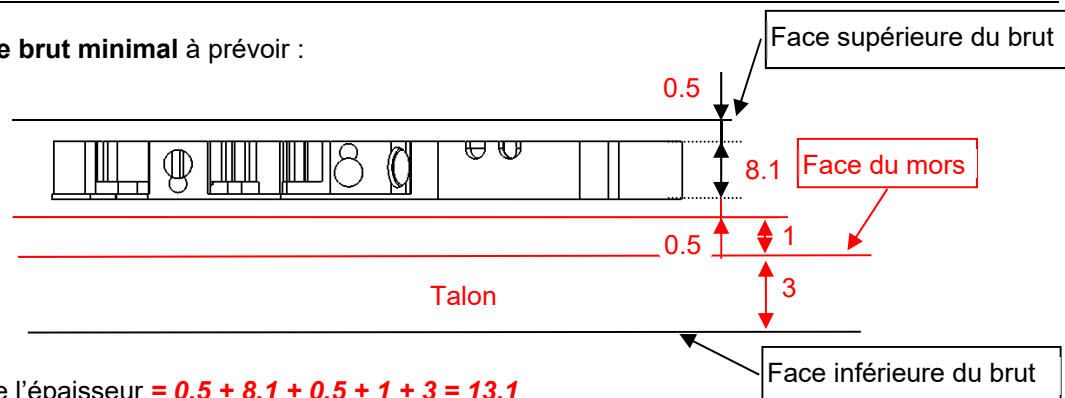


Sous-partie 2-3 Recherche de la dimension du brut

Question 2-3.1

Voir DT6 et DT7,
Répondre sur DR6

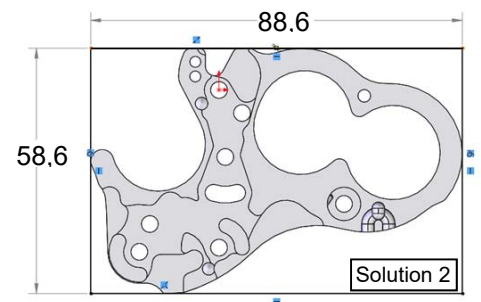
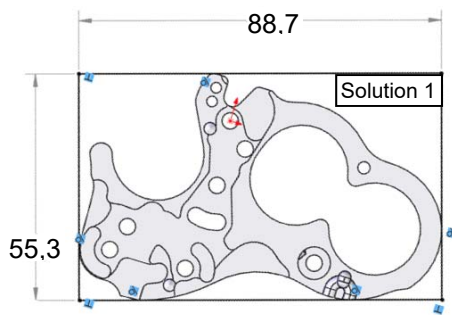
Définir le brut minimal à prévoir :



Calcul de l'épaisseur = $0.5 + 8.1 + 0.5 + 1 + 3 = 13.1$

Question 2-3.2

Choisir la dimension du brut possible en 2017A en consultant la documentation commerciale ALMETT



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)

$C_{matière} = Volume \times masse\ volumique \times Prix\ matière$

Coût matière ancien brut $C_{mab} = (0.65 \times 0.2 \times 0.91) \times 2.8 \times 5.6 = 1.85\text{ €HT}$

Coût matière nouveau brut $C_{mnb} = (0.6 \times 0.15 \times 0.91) \times 2.8 \times 5.6 = 1.28\text{ €HT}$

Question 2-3.4

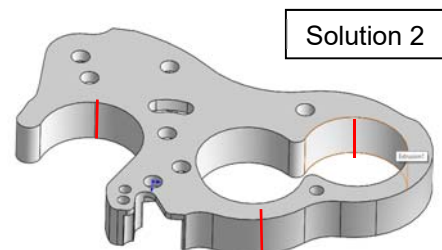
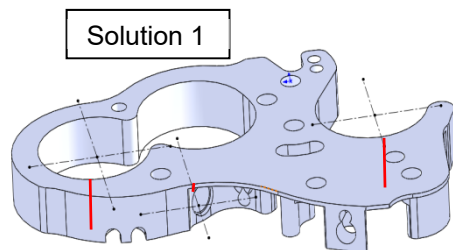
Conclure sur l'intérêt d'utiliser un étau Lang

Cet étau fait gagner sur le coût matière ($(1.85-1.28)/1.85 \times 100 = 31\%$) 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



La solution la plus viable est la solution 2 car la pige montée sur le mors mobile de la solution 1 appuie sur une très faible hauteur ce qui entraînerait 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 $P_{adm} = 180 \text{ Mpa}$

Rayon au point de contact $r = 11 \text{ mm}$

$E_{acier} = 2,1.10^5 \text{ Mpa}$ $E_{aluminium} = 7,5.10^4 \text{ Mpa}$

de la formule $p = 0,418 \sqrt{\frac{Ee \times \bar{R}}{r_r \times l}}$ on obtient $R = \left(\frac{P}{0,418} \right) \times \left(\frac{r_r \times l}{Ee} \right)$

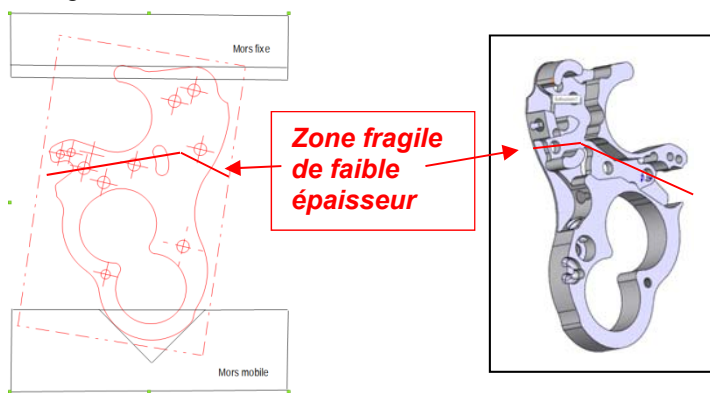
$$\frac{1}{r_r} = \left| \frac{1}{r_{pièce}} - \frac{1}{r_{pige}} \right| \rightarrow \frac{1}{r_r} = \left| \frac{1}{11,25} - \frac{1}{8} \right| = 0,036 \rightarrow r_r = 27,69$$

$$\frac{1}{Ee} = \frac{1}{2} \left| \frac{1}{E_{alu}} + \frac{1}{E_{acier}} \right| \rightarrow \frac{1}{Ee} = \frac{1}{2} \left| \frac{1}{7,5.10^4} + \frac{1}{2,1.10^5} \right| = 9,05.10^{-6} \rightarrow Ee = 1,105.10^5$$

$$R = \left(\frac{180}{0,418} \right)^2 \times \left(\frac{27,69 \times 8,1}{1,105.10^5} \right) = 376N \quad \quad \quad R = 376 N$$

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

Question 2-4.4

La solution 4 consiste à positionner et à maintenir la pièce à l'aide d'un **centreux expansible NLM**. **A quoi doit-on penser** en phase 20 pour pouvoir serrer le centreux 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 surfacage 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.*

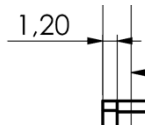
Partie 3 Comment mettre en œuvre le contrôle de la pièce 403 (CORPS 303P)

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

$\phi 4H7$

Question 3-1.3

Proposer un appareil de contrôle pour la vérification de cet usinage.

Tampon lisse (Maxi mini) 4H7

$\phi 4H7$

Question 3-1.4

Voir DT6

Répondre sur DR8

Analyser la spécification géométrique suivante et compléter le tableau d'analyse.

$\phi 4H7$

ϕ	ϕ	0.02	A	B
--------	--------	------	---	---

TOLERANCEMENT NORMALISE		Analyse d'une spécification par zone de tolérance			
Symbole de la spécification		Eléments non Idéaux		Eléments Idéaux	
<div><div><div><div><div>⌀ 4H7</div><div>⊕</div><div>⌀ 0.02</div><div>A</div><div>B</div></div></div></div></div>					
Type de spécification		Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance
Forme Position <div>Localisation</div>					
Orientation Battement					
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.		unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composee Contraintes orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition		1 ligne extraite d'une surface nominale cylindrique	A : Surface nominale plane B : 2 Surfaces nominale cylindriques repérées B1 et B2	Référence primaire : Plan A associé à la surface repérée A contraint tangent du coté libre de la matière qui minimise le défaut de forme Référence secondaire : PLAN B : perpendiculaire à A, passant par les points d'intersection des axes des cylindres idéaux associés aux surfaces B1 et B2 avec le plan A Référence tertiaire implicite : PLAN C perpendiculaire à A et B passant par le point d'intersection de l'axe B2 avec le plan A (départ des cotes encadrés)	Volume limité par un cylindre de ⌀0,02 de longueur égale à alésage correspondant

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 : précision de mesure = $\pm(7 + 0.02 \times L)\mu\text{m}$ soit $\pm(7 + 0.02 \times 200) = \pm 11\mu\text{m}$

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 :

$\varnothing 4H7$				
\varnothing	\varnothing	0.02	A	B

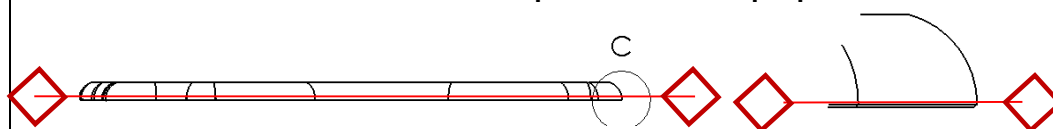
En mode « champ large » elle ne permet pas de mesurer les cotes les plus précises du corps : $\varnothing 4H7$ ou localisation $\varnothing 0.02$, car la précision est inférieure aux spécifications.

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.

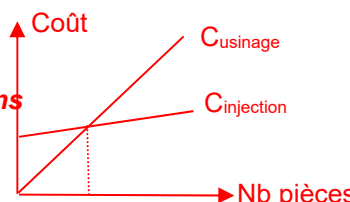
Question 4-1.3

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 : $4923 / 800 = 6,15 \text{ min}$ $\frac{1}{2}$ finition : $600 / 28 = 21,43 \text{ min}$ Finition : $300 / 6 = 50 \text{ min}$
Durée totale de l'opération : $6,15 + 21,43 + 50 = 77,58 \text{ min}$ soit 1 h 17 min 37 s
- Question 4-1.5** | Définir le pas de balayage a_e à programmer pour obtenir une hauteur de crête $h_{d\text{maxi}}$ de 5 μm avec une fraise hémisphérique de $\varnothing 6$.
Avec $R=3$, pour un pas = 0.3, on a $h = 0.004 \text{ mm}$ et pour un pas = 0.4, on a $h = 0.007 \text{ mm}$
Pour obtenir $h = 0.005 \text{ mm} = 5 \mu\text{m}$ en faisant une règle de 3, on obtient un pas $p = 0.33 \text{ mm}$
En vérifiant avec la formule, on obtient $h = 4,5 \mu\text{m}$
- Question 4-1.6** | Calculer le temps nécessaire au balayage d'une surface de 1cm^2 avec les conditions de coupe suivantes : $V_f = 1715 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ et $a_e = 0,3 \text{ mm}$
 $(10 \times 10) / (0.3 \times 1715) = 0,194 \text{ min}$ pour 1 cm^2
- Question 4-1.7** | La surface totale à balayer est estimée à 2190 mm^2 , **déterminer le temps** nécessaire à la finition de l'empreinte
 $21,9 \times 0,194 = 4,25 \text{ min}$ soit 4min 15 s
- Question 4-1.8** | Calculer le temps copeaux total (ébauche, demi-finition, finition) pour la réalisation de l'empreinte
 $4,25 + 2,25 + 29 = 35,5 \text{ min}$ 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 procédé graphiquement ou analytiquement en détaillant vos calculs.
Conclure sur le procédé à utiliser pour réaliser les 15000 pièces prévues
- Cusinage = $4 X$ Cinjection = $(0.5/2) X + 4500$**
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.
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** ceux pouvant être utilisés pour la réalisation de cette pièce en fabrication additive.
Justifier votre réponse.

BTS Conception des Processus de Réalisation de Produits CPRP a et b	Corrigé	Session 2020
Epreuve E4 : Conception préliminaire	Code : CCE4COP	Page 9 sur 11

Question 5-1.2

Lister : CarbonMide et AlSi7Mg0.6

Justification : répondre à la contrainte mécanique (dépassement de la limite élastique pour les autres)

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...

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

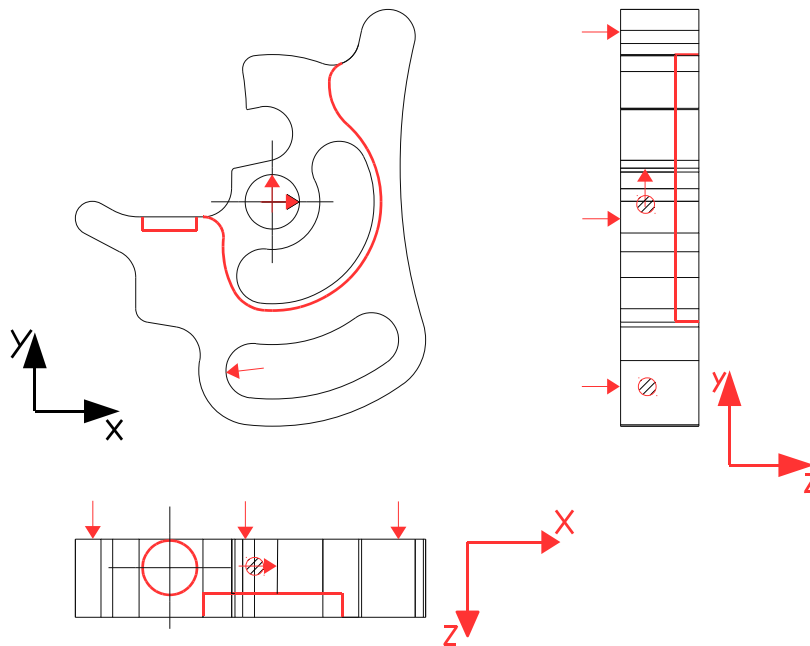
Pour respecter la précision sur le $\varnothing 4H7$ ($12\mu m$) et rugosité générale $Ra 1,6$

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 $\varnothing 4$ 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 traïtance	

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