

BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception des Processus de Réalisation de Produits

Épreuve E4 – CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SESSION 2021

Coefficient 6 – Durée 6 heures

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Aucun document autorisé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet

Le sujet comporte 30 pages numérotées de 1/30 à 30/30.

- **Dossier Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*).
 - **Mise en situation** page 2
 - **Partie 1 (1h30)**..... pages 3 à 4
 - **Partie 2 (1h30)**..... pages 5 à 7
 - **Partie 3 (1h30)**..... pages 8 à 9
 - **Partie 4 (1h)**..... page 10
 - **Partie 5 (0h30)**..... page 11
- **Documents réponses** pages 12 à 18
- **Documents techniques** pages 19 à 30

Le sujet comporte 5 parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Documents à rendre agrafés aux copies :

Documents réponses DR1 à DR7

pages 12 à 18

BTS Conception des Processus de Réalisation de Produits CPRP a et b		Session 2021
Épreuve E4 : Conception préliminaire	Code : CCE4COP	Page 1 sur 30

SÉCATEUR INFACO

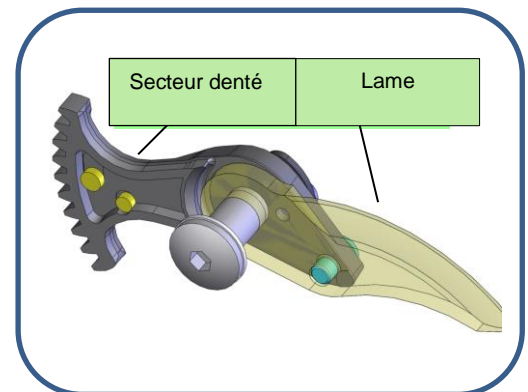
Mise en situation

Les viticulteurs taillent de nombreux hectares de vigne entre janvier et mars ; ce travail intensif génère pour certains des troubles musculo-squelettiques douloureux. La société INFACO conçoit, fabrique et commercialise des sécateurs pneumatiques et électriques qui apportent une assistance à l'effort de taille. La société INFACO est une entreprise internationale, elle distribue ses outils dans plus de quarante pays et a déjà commercialisé plus de 250 000 sécateurs en une trentaine d'années.

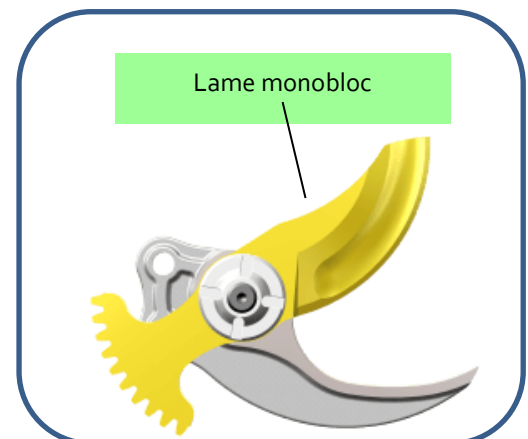


Présentation du produit support de l'étude.

Le support de l'étude est le sécateur INFACO modèle F3005 et son évolution F3015 (voir figures ci-dessous et document DT6). Ce dernier modèle utilise une **lame monobloc en remplacement de la lame assemblée** utilisée dans le modèle précédent ; c'est cette évolution qui sera plus particulièrement étudiée dans ce sujet. **La production est de 500 exemplaires par mois.**



Évolution



Partie 1 : la version F3005 du sécateur répond-elle aux exigences demandées ?

L'utilisation du système impose que la lame puisse avoir une position ouverte maxi, une position semi-ouverte ainsi qu'une position fermée.

Sous-partie 1-1 : analyse et décodage du dossier de conception.

Question 1.1.1

Voir DT1

Répondre sur DR1

Après lecture et analyse du DT1, **compléter** la gamme d'assemblage du sous-ensemble lame mobile du modèle F3005.

Question 1.1.2

Voir DT1 – DT3

Répondre sur DR1

Après lecture et analyse des DT1 et DT3, **compléter** le tableau sur DR1 en mettant en relation les pièces (ou ensemble de pièces) avec les fonctions techniques.

Question 1.1.3

Voir DT1-DT2 -DT12

Répondre sur copie

L'ajustement préconisé pour le montage du rivet (13) dans la lame (14) et le secteur denté (12) (voir DT1 vue selon F et coupe B-B) est H7p6 (voir DT12). **Critiquer** ce mode d'assemblage au regard de l'exigence id = « 1.7 ».

Sous-partie 1-2 : étude du positionnement du sous-ensemble lame mobile.

Le secteur denté (12) présente un évidement en forme de trou oblong pour le positionnement de l'aimant (20) de diamètre $\varnothing 5$. L'assemblage de cet aimant sur le secteur denté (12) se fait manuellement par collage et peut varier entre la position 1 et la position 2 (Voir DT3).

Question 1.2.1

Voir DT1, DT3 et DT4

Répondre sur copie

Les documents DT3 (fig. 1, 2, 3) et DT4 représentent les 3 positions détectées de la lame du sécateur ; **déterminer** la (ou les) position(s) impactée(s) par le positionnement de l'aimant $\varnothing 5$ (20) sur le secteur denté (12).

Le positionnement de l'aimant $\varnothing 5$ (20) dans un trou oblong a des conséquences sur le fonctionnement du sécateur et donc sur le respect des exigences décrites dans le DT2 :

- id = « 1.2.1 », « Assurer un chevauchement minimal en bout de lames de 3 mm dans la position fermée » permet de s'assurer que la coupe de la branche est complète. Le chevauchement en bout de lames indiqué par l'exigence id= « 1.2.1 » est défini sur DT3 comme la composante suivant l'axe y du vecteur position \overrightarrow{AC} .
- id = « 1.2.2 », « Permettre un réglage pour sectionner des branches d'un diamètre ≤ 20 mm » permet une ouverture moins importante de la lame pour des petites sections et ainsi un gain de temps pour un cycle de fermeture/ouverture de la lame.

Sous-partie 1-3 : validation de l'exigence id= « 1.2.» (voir DT2).

Question 1.3.1

Voir DT3

Répondre sur copie

D'après la courbe 1 du DT3, **déterminer** la valeur du chevauchement maximal et minimal en fonction de la position de l'aimant.

Question 1.3.2

Voir DT2

Répondre sur copie

Conclure sur le respect de l'exigence id = « 1.2.1 » « Assurer un chevauchement en bout de lame de 3 mm mini ».

Selon la position d'assemblage de l'aimant (20) de $\varnothing 5$ sur le secteur denté (12), le temps mis par la lame (14) pour arriver dans la position « lame demi-ouverte » est différent. Une étude préliminaire a permis d'établir les valeurs suivantes :

- si l'aimant est monté dans la position 1, la position « **lame demi-ouverte** » est atteinte en **0.18 s.**
- si l'aimant est monté dans la position 2, la position « **lame demi-ouverte** » est atteinte en **0.24 s.**

Question 1.3.3

Voir DT3

Répondre sur copie

D'après la courbe 1 du DT3, **donner** la composante du vecteur \overrightarrow{AC} suivant \vec{y} pour les 2 positions extrêmes de l'aimant $\varnothing 5$ (20).

Question 1.3.4

Voir DT2 DT3

Répondre sur copie

En exploitant les résultats de la courbe 2, **conclure** sur le respect de l'exigence id = « 1.2.2 ». **Justifier** votre réponse.

Question 1.3.5

Répondre sur copie

Conclure sur la pertinence de faire évoluer la solution technique de la lame assemblée utilisée sur le modèle F3005.

Partie 2 : comment obtenir la nouvelle lame monobloc du sécateur modèle F3015 ?

Le nouveau sécateur F3015 est présenté sur DT6, il est équipé d'une lame monobloc définie sur DT5.

Sous-partie 2.1 : choix du matériau de la nouvelle lame monobloc.

Pour avoir un bon tranchant, la lame doit avoir une dureté minimale de 48HRc \pm 5. Le bureau d'étude de l'entreprise propose pour cela des aciers de type C75, 46Si7, 55Si7.

Question 2.1.1

Préciser pour les trois matériaux, la nature de l'acier ainsi que leur composition chimique.

Répondre sur DR2

Question 2.1.2

Les tôles d'acier sont livrées à l'état recuit. À partir du DT8, **déterminer** si les matériaux proposés respectent la dureté de 48 HRc dans un état de livraison.

Voir DT8

Répondre sur DR2

Question 2.1.3

Proposer une solution pour amener la pièce à la dureté à cœur demandée de 48HRc.

Voir DT8

Répondre sur copie

Question 2.1.4

La lame a une épaisseur de 5 mm ; **préciser** pour les 3 matériaux proposés la dureté mini à cœur en HRc et la température moyenne de trempe.

Voir DT8

Répondre sur DR2

Question 2.1.5

À partir du DT8, **justifier** la réalisation d'un revenu.

Voir DT8

Répondre sur copie

Question 2.1.6

Pour les trois matériaux proposés, **préciser** si le revenu est réalisable et dans ce cas la température qui permettra d'obtenir la dureté de 48HRc.

Voir DT8

Répondre sur DR2

Question 2.1.7

Parmi les trois matériaux proposés, **faire** un choix et **préciser** le(s) critère(s) de choix.

Voir DT8

Répondre sur copie

Sous-partie 2.2 : étude de l'obtention de la lame monobloc par découpe poinçon-matrice.

Une première solution envisagée pour réaliser la lame monobloc est la découpe par poinçon-matrice. Cela nécessite de chercher la disposition des lames dans la bande donnant le minimum de déchets.

D'après le DT7, une bande se définit par sa longueur, sa largeur et le pas (avance de bande entre deux coups de presse successifs).

Question 2.2.1

Voir DT7

Répondre sur DR2

À partir du profil de la lame F3015 sur DT7, pour les deux cas, **calculer** les valeurs des deux dimensions L1 et L2. **Préciser** les calculs.

Question 2.2.2

Voir DT7

Répondre sur DR2

On utilise des tôles normalisées de 2 m x 1 m. L'objectif est de déterminer le nombre de pièces par tôle. Pour chacun des cas présentés dans le DT7, **calculer** le nombre de pièces par tôle et **conclure** sur l'orientation en cochant le cas le plus favorable. **Préciser** les calculs

Question 2.2.3

Voir DT7

Répondre sur copie

À partir de DT7, **calculer** le coefficient d'utilisation pour découpage η_u .

Question 2.2.4

Voir DT7

Répondre sur copie

L'entreprise possède une machine de découpe ayant une force de frappe de 800 kN. **Calculer** l'effort nécessaire au découpage d'une pièce et **conclure** quant à la capacité de la machine à découper cette lame.

Le procédé d'obtention étudié ci-dessus nécessite une reprise en usinage du profil extérieur. Il s'effectuera en deux opérations :

- fraisage avec une fraise carbure $\varnothing 8$;
- taillage des dentures.

Question 2.2.5

Répondre sur DR3

Dans le document DR3, **calculer** les paramètres N, Vf, longueur totale usinée et temps d'usinage.

Question 2.2.6

Répondre sur DR3

Calculer le coût d'usinage par pièce.

Sous-partie 2.3 : détermination des procédés de découpe capables.

Une deuxième solution envisagée pour réaliser la lame monobloc est de faire appel à un autre procédé de découpe. La production est de 500 lames par mois.

Question 2.3.1

Voir DT5- DT9

Répondre sur DR3

Après lecture et analyse du DT9, **compléter** le tableau d'aide à la décision sur DR3. **Identifier** les procédés de découpe dont les caractéristiques permettent d'obtenir la lame monobloc.

Question 2.3.2

Voir DT5- DT9

Répondre sur DR3

Les deux tableaux relatifs à cette question du document DR3 permettent de calculer la distance parcourue par pièce avec les moyens disponibles dans l'entreprise puis le coût unitaire. Pour le procédé de découpe électro-érosion par fil EDM, **compléter** les deux tableaux en détaillant vos calculs.

Sous-partie 2.4 : conclusion de la partie 2.

Question 2.4.1

Voir DT9

Répondre sur copie

Conclure sur le procédé de découpe le plus adapté. **Justifier** votre réponse.

Question 2.4.2

Voir DT10

Répondre sur copie

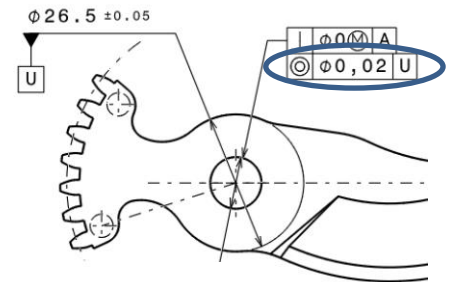
Après analyse du DT10, représentant toutes les surfaces à réaliser sur la pièce (excepté les surfaces affûtées), **identifier** celles qui ne peuvent pas être réalisées par le procédé choisi précédemment. **Justifier** vos réponses et **préciser** quel procédé supplémentaire sera nécessaire.

Partie 3 : comment définir le cahier des charges du porte-pièce de la phase 40 pour la lame F3015 ?

La lame nécessite une phase de reprise en usinage sur un centre d'usinage 3 axes vertical DMC1035V Ecoline équipé d'un axe supplémentaire A et présenté sur DT13.

Sous-partie 3.1 : mise en position de reprise pour la phase 40 de fraisage.

Sur le contrat de phase 40 de la lame, le bureau des méthodes a rajouté la spécification entourée dans l'extrait de dessin de définition ci-contre.



Question 3.1.1

Justifier l'ajout de cette spécification.

Voir DT5– DT10

Répondre sur copie

La lame monobloc est mise en position comme indiquée sur le DT10. Sur le dessin d'outillage de reprise figurant sur le DR4, un poussoir à ressort NORELEM (DT11) est utilisé pour obtenir l'orientation. Pour que l'opérateur puisse positionner la lame sur la bonne face, il faut aussi prévoir un détrompeur sur l'outillage de reprise.

Question 3.1.2

Sur le document DR4, **compléter** le croquis de la solution de mise en position afin d'assurer :

Voir DT5– DT10

Répondre sur DR4

- l'appui plan sur le plan E ;
 - deux ponctuelles sur le diamètre extérieur noté Cyl U ;
- ne pas représenter les éléments d'assemblage.

Réaliser une nomenclature des éléments utilisés.

Sous-partie 3.2 : détermination du modèle de sauterelle qui permettra d'assurer le bridage de la lame sur l'outillage dédié.

Lors de la phase 40 de fraisage (PH40) : usinage de l'alésage B et des deux évidements D, la pièce sera positionnée et bridée sur un outillage dédié. (Voir DR4)

Question 3.2.1

L'effort F_3 nécessaire au bridage de la pièce étant de 100 N, à partir du DT11 **déterminer** le modèle de sauterelle pneumatique à utiliser.

Voir DT11

Répondre sur copie

Question 3.2.2

La courbe donnée sur DT11 représente l'effort de poussée de vérin F_5 en fonction de la sortie de tige du vérin. **Déterminer** l'intensité de cette force F_5 pour une sortie de 30 mm et **calculer** la pression nécessaire au bridage.

Voir DT11

Répondre sur copie

Question 3.2.3

Voir DT11

Répondre sur copie

La pression d'alimentation en air dans l'atelier de l'entreprise est de $7 \text{ bar} \pm 0,5$.
Conclure quant à la capacité d'alimenter la sauterelle sélectionnée précédemment.

Sous-partie 3.3 : conclusion sur la liaison porte-pièce / machine.

Question 3.3.1

Voir DT5. DT10

Répondre sur DR4

À partir du dessin de définition de la pièce lame monobloc sur DT5, **compléter** la cotation d'aptitude à l'emploi de l'outillage relatif à l'appui plan sur la surface plan E.

Question 3.3.2

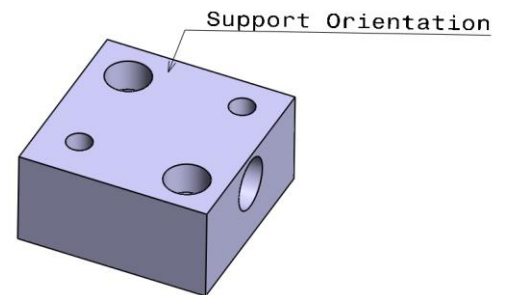
Voir DT5

Répondre sur copie

Indiquer si la cotation d'aptitude à l'emploi posée précédemment est suffisante pour qualifier le porte-pièce. **Justifier** votre réponse.

Sous-partie 3.4 : définition du processus de réalisation de la pièce « support d'orientation ».

L'usinage de la « lame monobloc F3015 » s'effectue en panoplie (6 pièces sur table) sur 1 centre d'usinage 3 axes DMC1035V ECOLINE équipé d'un axe supplémentaire A. Voir l'APEF de la pièce « support d'orientation » (sur DT12).



Question 3.4.1

Voir DT12 DT13

Répondre sur DR5

Sur le contrat de phase prévisionnel 10 (DR5), **représenter** la symbolisation technologique 1^{re} partie de la norme de mise en position de la pièce « support d'orientation ».

Le support d'orientation est usiné en phase 10 sur la machine DMC1035V ECOLINE équipée d'un axe A.

Question 3.4.2

Voir DT13

Répondre sur DR5

Les outils présents dans le changeur d'outils sont donnés sur DT13.
Décrire le mode opératoire permettant de réaliser toutes les surfaces usinées pour cela :

- **nommer** les opérations d'usinage ;
- **compléter** les outils utilisés (nom, diamètre \varnothing).

Partie 4 : comment contrôler la lame monobloc ?

Pour contrôler la lame, l'entreprise dispose en dehors des moyens conventionnels, d'un bras FARO, d'une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) TRIMEK m3 ainsi que d'une machine à mesurer optique MICROVU (avec option contact). Ces équipements sont présentés sur DT14.

Sous-partie 4.1 : analyse et décodage du dossier de conception de la lame F3015.

Question 4.1.1

Voir DT5

Répondre sur DR6

Le contrôle de la spécification $\perp \phi 0 \text{ (M) } A$ nécessite un gabarit de contrôle. **Compléter** le tableau, **dimensionner** ce gabarit.

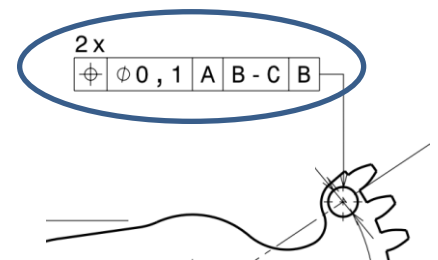
La précision de l'ouverture et fermeture de la lame dépend du positionnement des deux évidements $\phi 4,5 \text{ H8}$ et de l'alésage $\phi 10 \text{ H7}$.

Question 4.1.2

Voir DT5

Répondre sur DR6

Après lecture et analyse du DT5, **décoder** la spécification ci-contre :



Sous-partie 4.2 : choix du moyen de contrôle.

Question 4.2.1

Voir DT5– DT14

Répondre sur copie

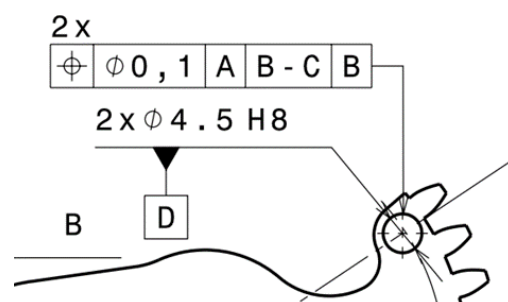
Après lecture et analyse du DT14 concernant les machines à mesurer, **déterminer** le moyen de contrôle le plus approprié afin de réaliser un contrôle par prélèvement de 5% mensuel des lames. **Justifier** votre réponse.

Question 4.2.2

Voir DT5– DT14

Répondre sur DR7

Compléter la gamme de contrôle sur machine à mesurer tridimensionnelle TRIMEK d'un des deux évidements repérés D pour la spécification géométrique ci-dessous. On fait l'hypothèse que les pièces sont posées sur un outillage de contrôle dédié.



Partie 5 : la nouvelle version F3015 est-elle rentable par rapport à la version F3005 ?

L'entreprise INFACO souhaite commercialiser sa version F3015 du sécateur avec un prix de vente supérieur de 10% à la version précédente. L'entreprise faisait une marge de 15% sur le modèle F3005. Elle souhaite aujourd'hui faire une marge de 25% sur le prix de vente du modèle F3015.

Question 5.1.1

Répondre sur DR7

Compléter le tableau sur DR7 et **déterminer** en pourcentage le gain réalisé sur la partie mécanique.

Question 5.1.2

Répondre sur copie

À partir des études réalisées dans ce sujet, **conclure** sur les avantages de la nouvelle version de lame monobloc utilisée sur la version F3015.