**BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR**

**Conception des Processus de Réalisation de Produits**

**Epreuve E4**

Coefficient 6 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

|  |
| --- |
| **FIXATION MEIDJO 2. – DOSSIER SUJET** |

* **Sujet** *(mise en situation et questions à traiter par le candidat)* 9 pages
  + **Mise en situation (30 minutes de lecture de sujet)** pages 2 et 3
  + **Partie 1 (1 heure 30 minutes)** pages 4 et 5
  + **Partie 2 (1 heure)** page 6
  + **Partie 3 (1 heure)** page 7
  + **Partie 4 (1 heure 30 minutes)** page 8
  + **Partie 5 (30 minutes)** page 9
* **Documents techniques** 21 pages
* **Documents réponses** 13 pages

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

**Les documents réponses DR1 à DR12 (pages 31 à 43) seront à rendre agrafés aux copies.**

**Mise en situation**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Le ski alpin** | **Le ski de randonnée** | **Le télémark** |
|  | Afficher l'image d'origine | Afficher l'image d'origine | Afficher l'image d'origine |
|  | Sport de glisse qui consiste à descendre une pente enneigée à l’aide de skis. Ce sport de glisse se pratique dans les stations de ski, il nécessite l’utilisation de remontées mécaniques. | Sport de glisse qui consiste à parcourir la montagne à ski.  A la montée, le talon n’est pas attaché. On utilise des peaux de phoque synthétiques que l'on colle sous les skis et éventuellement des couteaux lorsque la neige est gelée. | Sport de glisse de descente avec le talon libre (non fixé au ski), ce qui permet d'exécuter des virages harmonieux. Le virage télémark s'effectue avec un fléchissement de la jambe intérieure, la chaussure est souple à l’articulation des orteils. |
| **A LA MONTEE** |  | La chaussure est en liaison pivot avec le ski |  |
| **A LA DESCENTE** | La chaussure rigide est en liaison complète avec le ski. | La chaussure est en liaison complète avec le ski.  **En option :**  **Non étudié dans le sujet** | L’avant de la chaussure souple (soufflet au niveau de l’articulation des orteils) est en liaison complète avec le ski. |

La fixation de ski **Meidjo 2** permet la pratique du **ski de randonnée et du télémark**. Le fabriquant propose en option une talonnière qui permet la pratique du ski alpin qui ne sera pas étudiée ici.

|  |  |
| --- | --- |
| **Montée : POSITION SKI DE RANDONNEE** | **Descente : POSITION TELEMARK** |
|  |  |
| Liaison pivot (Low-Tech) | Soufflet |
| Système Low-tech | Ressorts tendeur |

**Remarque**

En mode ski de randonnée (montée), seule la pointe de la chaussure est en liaison pivot par rapport au ski (***système Low-Tech***).

En mode Telemark (descente), tout l’avant de la chaussure est lié au ski et permet de le guider. La souplesse en flexion est obtenue par les ***ressorts tendeur*** et le ***soufflet*** sur la chaussure.

**Quantité produite**

La production en 2015 était de 500 paires de fixations, en 2016 de 1100, en 2017 de 1500. En 2018, il est prévu de produire **2000 paires de fixations**.

**Partie 1** **La Meidjo 2 répond-elle aux exigences ?**

Cette première partie est destinée à vous permettre d’appréhender le sujet de l’étude.

**Sous-Partie 1-1 Analyse et décodage du dossier de conception**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-1.1  Voir DT1, DT2, DT3  Feuille de copie | **Enoncer** les exigences qui justifient l’existence de la fixation Meidjo 2. |
|  |  |
| Question 1-1.2  Voir DT3, DT4, DT7  Répondre sur DR1 | À partir des documents DT4, DT7, **identifier** les surfaces qui permettent d’assurer la liaison complète de la chaussure avec la fixation en position télémark. **Surligner** les zones de contact (une couleur par paires de surfaces en contact) sur le DR1. Pour chaque paire de surfaces en contact, **donner** l’exigence qui correspond. |
|  |  |
| Question 1-1.3  Voir DT4 et DT5  Feuille de copie | Après lecture et analyse du DT4, **répertorier** les pièces qui sont en liaison avec la platine (1) et **indiquer** le type de liaison associée.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Nom de l’élément en liaison avec la platine : | Repère : | Type de liaison : | Axe ou normale | | **…** |  |  |  | |
|  |  |
| Question 1-1.4  Voir DT4, DT5, DT7  Répondre sur DR2 | Après lecture et analyse des DT4, DT5, DT7, **compléter** la gamme d’assemblage du sous-ensemble de sécurité répondant à l’exigence Id= « 1.1.3 ». |

**Sous-Partie 1-2** **Validation de l’exigence Id= « 1.1.3 »**

L’exigence Id= « 1.1.3 », « Désolidariser le ski de la chaussure en cas d’urgence » est une innovation dans le domaine du télémark. Aucune norme ne réglemente les efforts de déchaussage en télémark. Le fabriquant s’est inspiré de la norme de ski de randonnée pour créer ce dispositif.

Pour toute cette partie les liaisons sont supposées parfaites.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-2.1  Voir DT7  Répondre sur DR3 | À partir des documents DT7 et DR3, **justifier** la direction de l’action mécanique du ressort sécurité (26) sur le loquet (21). |
|  |  |
| Question 1-2.2  Voir DT7  Répondre sur DR3 | À partir des documents DT7 et DR3, **justifier** la direction de l’action mécanique de la chaussure sur le loquet (21). |
|  |  |
| Question 1-2.3  Voir DT7  Répondre sur DR3 | À partir du document DT7, **déterminer** graphiquement la droite d’action de l’axe (23) sur le loquet (21). |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-2.4  Répondre sur DR3 | **Déterminer** graphiquement les intensités de l’effort de l’axe (23) sur le loquet (21) et de la chaussure sur le loquet |
|  |  |
| Question .1-2.5  Voir DR3, DT4, DT8  Feuille de copie | La norme ISO 13992 : 2014 impose un effort de déclenchement Mz<80Nm.  D’après votre résultat : question 1-2.4 ou des résultats de la simulation Méca3D DT8 et le DT4, la Meidjo2 peut-elle prétendre répondre au besoin de sécurité du déchaussage d’urgence ?  **Justifier** la réponse.  **Conclure.** |

**Sous-Partie 1-3 Etude de réduction de coût de production de la fixation Meidjo2**

Le concepteur de fixation Meidjo2 souhaite augmenter sa marge bénéficiaire. Il recherche donc les meilleures pistes d’optimisation qui lui permettraient de réduire ses coûts de fabrication. Pour ce faire, il a effectué une étude sur l’ensemble des éléments manufacturés constituant sa fixation. La synthèse de cette étude est présentée sur le diagramme de PARETO (DT6).

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-3.1  Voir DT5 et DT6  Sur feuille de copie | Après lecture et analyse du DT6, **identifier** parmi les composants de la Meidjo 2 ceux pour lesquels une étude d’optimisation des coûts est envisageable.  **Justifier** votre réponse. |

**Sous-Partie 1-4 Analyse et décodage du dossier de conception de la Platine**

Le bon fonctionnement de la partie Low-Tech de la fixation nécessite l’alignement des pointes.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-4.1  Voir DT10  Répondre sur DR4 | Après lecture et analyse du DT10, **décoder** la spécification suivante : |
|  |  |
| Question 1-4.2  Voir DT3 et DT10  Sur feuille de copie | **Identifier** à partir du *SysML partiel des exigences* (DT3) à quelle exigence cette spécification fait référence. **Justifier** les différents éléments de cette spécification au regard des fonctions qu’elle remplit. |

**Sous-Partie 1-5 Conclusion de la partie 1**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-5.1  Sur feuille de copie | Au regard du SysML et de vos réponses aux questions précédentes, **décrire** qualitativement comment la fixation Meidjo 2 répond au cahier des charges.  **Justifier** votre réponse par 2 ou 3 exemples. |

**Partie 2 Le processus actuel de réalisation de la Platine (1) est-il optimal ?**

La Platine (1) joue un rôle prépondérant dans le fonctionnement de la MEIDJO. Comme vous avez pu le constater dans les Sous-Parties 1-1 et 1-3, elle assure la liaison entre différents éléments et représente une part importante du coût de la fixation.

**Sous-Partie 2-1 Analyse des directions d’usinage de la Platine**

Nous étudierons dans un premier temps la morphologie de la platine afin d’en déduire le nombre de directions d’usinage nécessaires à sa réalisation.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-1.1  Voir DT10, 11 et 12  Répondre sur DR5 | Sur le document DR5, **compléter** les **wi** manquants (directions d’usinage possibles 🢣 z+ de la broche) associés aux entités d’usinage de la pièce réalisées en phase 20 (les surfaces F et G ne sont pas étudiées). En **déduire** le nombre minimal de directions d’usinage. |
|  |  |
| Question 2-1.2  Répondre sur DR5 | **Justifier** le choix du nombre d’axes machine utilisés pour l’usinage en phase 20 de la platine. |

**Sous-Partie 2-2 Analyse du processus de fabrication de la Platine**

Actuellement la platine est entièrement usinée à partir d’un lopin. Les phases 20 et 30 sont réalisées sur un Centre d’Usinage Vertical équipé d’axes additionnels et d’un robot qui alimente la machine en brut et assure le retournement entre les phases 20 et 30.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.1  Voir DT12  Répondre sur DR6 | Après lecture et analyse de l’APEF (DT12) de la platine, **proposer** sur au moins 2 vues du contrat de phase 20 (DR6), une mise en position (1ère partie de la norme) qui permet une accessibilité à toutes les surfaces usinées. |
|  |  |
| Question 2-2.2  Voir DT10, 11 et 12  Répondre sur DR6 | **Décrire** le mode opératoire permettant de réaliser les entités d’usinage L et M uniquement (DT11). Vous veillerez à **optimiser** le temps de cycle de ces opérations (nombre de changements d’outils ; trajectoires pouvant être effectuées en avance rapide ; etc…). |
|  |  |
| Question 2-2.3  Voir DT13  Répondre sur DR6 | Pour les forets utilisés à la question 2-2.2, à l’aide du document DT13, **choisir** précisément les outils utilisés avec leurs références. **Déterminer** et **calculer** les conditions de coupe associées à ces opérations. |
|  |  |
| Question 2-2.4  Voir DT10, 11 et 12  Sur feuille de copie | **Citer** les surfaces de reprise en phase 30 qui permettront de garantir au mieux les spécifications du dessin de définition.  **Donner** sur un croquis la cote fabriquée réalisée en phase 30. |
|  |  |
| Question 2-2.5  Voir DT10  Sur feuille de copie | Le brut dans lequel est taillée la pièce est un cylindre de diamètre 85mm et de longueur 27 mm. La masse volumique de la matière étant de 2,8 kg̻̻̻·dm-3, **calculer** le pourcentage de volume de copeau correspondant à la solution actuelle. Vous prendrez soin de **détailler** et de **commenter** vos calculs. |

**Sous-Partie 2-3 Conclusion de la partie 2**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-3.1  Sur feuille de copie | En vous basant sur les analyses effectuées précédemment, **décrire** ce qui pourrait-être optimisé sur le processus actuel. |

**Partie 3 Le processus de fabrication de la Platine (1) peut-il être optimisé à l’aide d’une préforme ?**

Le concepteur souhaite réduire le coût de fabrication de la Platine (1). Pour cela il étudie la faisabilité de réaliser un brut issu d’une première transformation. Nous étudierons ici trois procédés d’obtention de brut différents : la fonderie, la forge et la fabrication additive (SLM : frittage de poudre).

**Sous-Partie 3-1 Comparaison et choix d’un procédé d’obtention de brut**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.1  Voir DT11 et DT14  Sur feuille de copie | A l’aide du DT14, **déterminer** littéralement quelle est la loi d’évolution du coût de fabrication de la pièce en fonction du nombre de pièces. |
|  |  |
| Question 3-1.2  Voir DT14  Répondre sur DR7 | Parmi les 3 procédés proposés dans le DT14 (fonderie, matriçage et fabrication additive), **tracer** les courbes du prix de revient de chaque procédé en fonction du nombre de pièces. **Déterminer** celui qui sera le plus rentable pour la série considérée et **justifier** votre réponse. |

**Sous-Partie 3-2 Conception du porte-pièce**

Le concepteur décide d’utiliser une préforme issus du matriçage. Le nouveau processus de fabrication de la platine nécessite toujours un passage sur un centre d’usinage vertical 4 axes ½ (le même que le processus initial). Le brut n’étant plus un lopin cylindrique, il faut adapter le porte-pièce de notre centre d’usinage.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-2.1  Voir DT14  Répondre sur DR8 | Sur le DR8, **compléter** la conception du porte-pièce permettant une mise et un maintien en position de la pièce brute sur le Centre d’Usinage Vertical équipé de 2 axes additionnels. |
|  |  |
| Question 3-2.2  Répondre sur DR8 | Sur la vue de détail « D » du DR8, **placer** et **nommer** les axes principaux et additionnels de la machine. |

**Sous-Partie 3-3 Conclusion partie 3**

Le concepteur achète actuellement chaque platine **12,90 € HT**. A supposer qu’il vende 2000 paires de fixations, s’il investit sur le nouveau processus de fabrication à partir d’un brut matricé :

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-3.1  Sur feuille de copie | **Quantifier** le prix de revient d’une platine pour la série considérée. **Donner** une estimation de l’économie que pourrait faire le concepteur sur ce produit. |

**Partie 4** **Comment obtenir le loquet (21) ?**

La forme du loquet est réalisable en injection plastique. Après l’étude conduite en Sous-Partie 2-2 sur les actions mécaniques qui s’exercent sur le loquet, nous souhaitons valider le choix du matériau. Nous nous intéresserons ensuite au processus de fabrication du moule.

**Sous-Partie 4-1** **Validation de choix du matériau du « loquet »**

Le loquet est en PA6 GF30. C’est un polyamide chargé à 30% en fibre de verre et addition d’élastomère.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-1.1  Répondre sur DR9 | **Identifier** sur le document DR9, les zones les plus sollicitées en les entourant en rouge. **Relever** la contrainte maximale. |
|  |  |
| Question 4-1.2  Voir DT9  Répondre sur DR9 | **Tracer** cette contrainte sur le DR9. A l’aide des documents DR9 et DT9, **justifier** le choix du matériau et des adjuvants. |

**Sous-Partie 4-2** **Relation produit-procédé**

Le loquet est obtenu par injection plastique dans un moule multi empreintes (cf. DT15). Les blocs-empreintes sont usinés séparément, cependant leur positionnement relatif est déterminant pour l’obtention de pièces conformes (cf. DT16). La gamme de fabrication du bloc-empreinte fixe à compléter vous est fournie en DR10.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-2.1  Voir DT17  Sur feuille de copie | **Donner** la composition du matériau du bloc empreinte fixe. |
|  |  |
| Question 4-2.2  Voir DT16, 17 et 18  Répondre sur DR10 | A partir du dessin de définition du bloc empreinte DT17, du dessin d’ensemble du bloc empreinte dans la carcasse DT16 et de la liste des moyens de production disponibles DT18, **compléter** la gamme de fabrication du bloc empreinte sur le DR10.  **Insérer** les éventuelles opérations d’assemblage dans la gamme au même titre qu’une phase d’usinage *(Certaines formes seront réalisées après l’assemblage du bloc-empreinte dans la carcasse)*. |

**Sous-Partie 4-3** **Contrôle du bloc-empreinte**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-3.1  Voir DT16 et DT17  Répondre sur DR11 | A partir du dessin de définition du bloc-empreinte DT17 et du dessin d’ensemble du bloc-empreinte dans la carcasse DT16, **proposer** une gamme de contrôle du bloc-empreinte. |

**Sous-Partie 4-4 Conclusion de la partie 4**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-4.1  Sur feuille de copie | Après analyse du processus de réalisation du loquet, **décrire** quel est l’intérêt d’usiner une partie du bloc-empreinte fixe après assemblage dans la carcasse ?  **Justifier** votre réponse. |

**Partie 5 Le choix du procédé et du processus de découpage utilisé pour la réalisation du Basculeur (7) est-il optimal ?**

Le basculeur (7) est une pièce de forme complexe qui remplit deux fonctions dans la fixation. En mode Télémark, il permet de transmettre l’effort exercé par l’utilisateur avec son bâton sur le verrouilleur (8) afin de déchausser la partie avant de la chaussure (déverrouillage du système Low-Tech). En mode randonné, il permet, au contraire, d’empêcher le déchaussage en maintenant les mâchoires (3) en position verrouillée.

**Sous-Partie 5-1 Déterminer les procédés de découpage capables**

|  |  |
| --- | --- |
| Question 5-1.1  Voir DT19, 20 et 21  Sur feuille de copie | Après lecture et analyse des DT19, DT20 et DT21, **identifier** deux procédés de découpage dont les caractéristiques permettent de réaliser le basculeur (7). **Justifier** votre réponse pour chacun des quatre procédés proposés. |

**Sous-Partie 5-2 Choisir le processus de découpage le plus économique**

On souhaite vérifier s’il est plus intéressant de découper les 4000 pièces en plusieurs fois dans une plaque ou s’il est plus économique de superposer plusieurs plaques en faisant moins de cycles de découpe. Nous mènerons cette étude sur un seul procédé : la découpe jet d’eau.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 5-2.1  Voir DT19 et 21  Répondre sur DR12 | Pour chacune des configurations proposées dans le DR12, **déterminer** ou **calculer** les paramètres manquant du tableau. **Calculer** le prix de revient par pièce. |
|  |  |
| Question 5-2.2  Sur feuille de copie | **Déterminer** quel est le meilleur processus à adopter dans notre cas. **Proposer** une modification dans la configuration permettant d’accroitre encore la rentabilité. |

**Sous-Partie 5-3 Conclusion de la partie 5**

Le concepteur achète actuellement chaque basculeur **4,50€ HT**. D’après les éléments étudiés précédemment :

|  |  |
| --- | --- |
| Question 5-3.1  Sur feuille de copie | **Conclure** quant au procédé le plus approprié pour réaliser la série de basculeurs. **Donner** une estimation de l’économie que pourrait faire le concepteur sur ce produit. |