

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

Conception des Processus de Réalisation de Produits

Epreuve E4 – CONCEPTION PRELIMINAIRE

Coefficient 6 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé

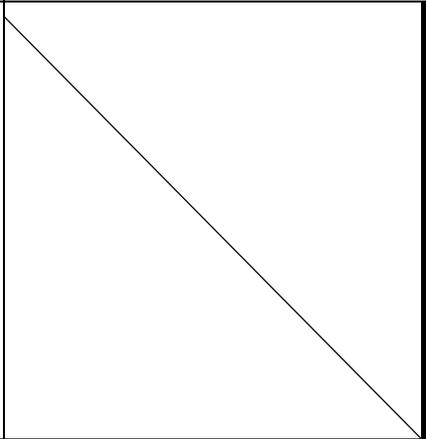
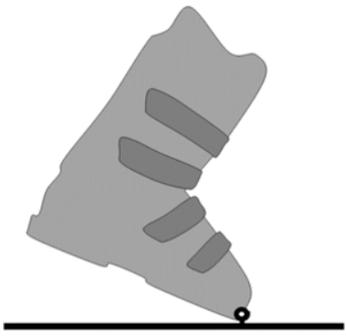
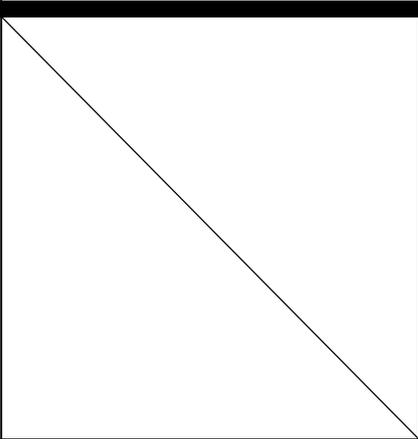
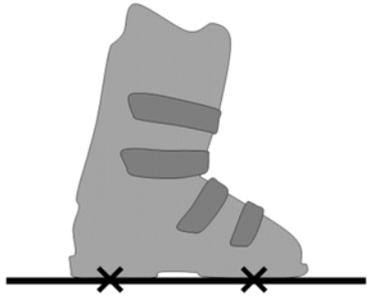
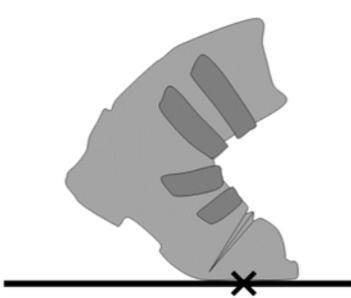
L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

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

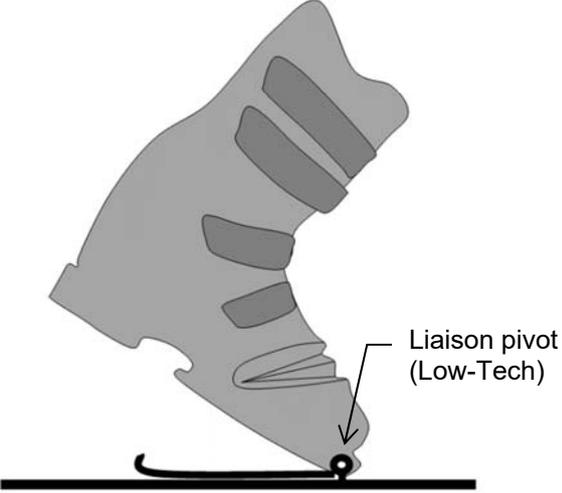
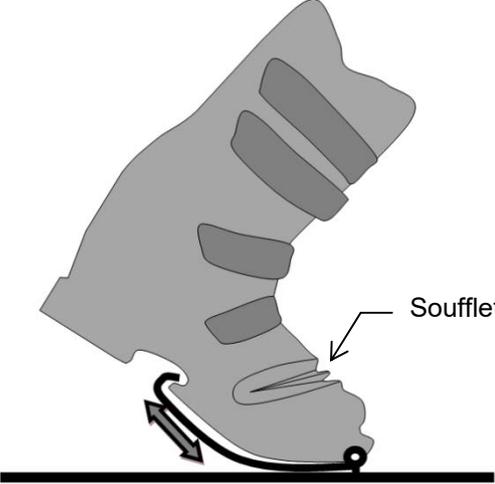
- **Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*) 9 pages
 - **Mise en situation** (30 minutes de lecture de sujet)..... pages 2 et 3
 - **Partie 1** (1 heure 30 minutes) pages 4 et 5
 - **Partie 2** (1 heure)..... page 6
 - **Partie 3** (1 heure)..... page 7
 - **Partie 4** (1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

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

Mise en situation

| | Le ski alpin | Le ski de randonnée | Le télémark |
|----------------------|--|--|---|
| |  |  |  |
| | 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. <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center;">En option : Non étudié dans le sujet</div>  | 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 fabricant propose en option une talonnière qui permet la pratique du ski alpin qui ne sera pas étudiée ici.

| Montée : POSITION SKI DE RANDONNÉE | Descente : POSITION TÉLÉMARK |
|---|---|
|  |  |
|  <p data-bbox="593 801 746 862">Liaison pivot (Low-Tech)</p> |  <p data-bbox="1273 766 1372 795">Soufflet</p> |
|  <p data-bbox="258 1482 478 1512">Système Low-tech</p> |  <p data-bbox="1104 1473 1316 1503">Ressorts tendeur</p> |

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 télémark (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 tendeurs** 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**.

| | | |
|---|--------------|---------------|
| BTS Conception des Processus de Réalisation de Produits CPRP a et b | Session 2018 | |
| Epreuve E4 : Conception préliminaire – Dossier sujet | Code CCE4COP | Page 3 sur 43 |

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 | **Énoncer** les exigences qui justifient l'existence de la fixation MEIDJO 2.

Voir DT1, DT2, DT3

Feuille de copie

Question 1-1.2 | 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 identique pour les surfaces en contact entre la chaussure et la fixation) sur le DR1. Pour chaque association de surfaces en contact, **donner** l'exigence qui correspond.

Voir DT3, DT4, DT7

Répondre sur DR1

Question 1-1.3 | Après lecture et analyse du DT4, **répertorier** les pièces qui sont en liaison avec la platine (1) et **indiquer** le type de liaison associée.

Voir DT4 et DT5

Feuille de copie

| Nom de l'élément en liaison avec la platine | Repère | Type de liaison | Axe ou normale |
|---|--------|-----------------|----------------|
| ... | | | |

Question 1-1.4 | 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 ».

Voir DT4, DT5, DT7

Répondre sur DR2

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 fabricant 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 | À partir des documents DT7 et DR3, **justifier** la direction de l'action mécanique du ressort sécurité (26) sur le loquet (21).

Voir DT7

Répondre sur DR3

Question 1-2.2 | À partir des documents DT7 et DR3, **justifier** la direction de l'action mécanique de la chaussure sur le loquet (21).

Voir DT7

Répondre sur DR3

Question 1-2.3 | À partir du document DT7, **déterminer** graphiquement la droite d'action de l'axe (23) sur le loquet (21).

Voir DT7

Répondre sur DR3

Question 1-2.4 | **Déterminer** graphiquement les intensités de l'effort de l'axe (23) sur le loquet (21) $\|\vec{O}_{(Axe/Loquet)}\|$ et de la chaussure sur le loquet $\|\vec{C}_{(Chaussure/Loquet)}\|$

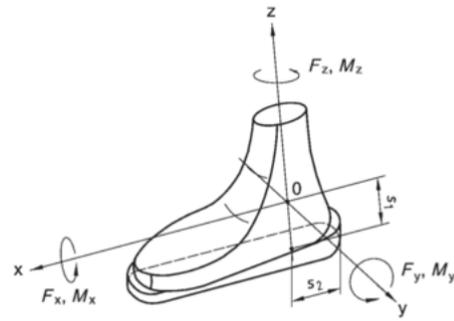
Répondre sur DR3

Question 1-2.5

Voir DR3, DT4, DT8
Feuille de copie

La norme ISO 13992 : 2014 impose un effort de déclenchement $Mz < 80 \text{ N}\cdot\text{m}$.
D'après votre résultat :
 $\|\vec{C}_{(Chaussure/Loquet)}\|$ 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.

Figure 1 — Définition des efforts et des couples



Sous-partie 1-3 Étude 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 | Sur le document DR5, **compléter** les **wi** manquants (directions d'usinage possibles $\Rightarrow z+$ 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.
Voir DT10, 11 et 12
Répondre sur DR5

Question 2-1.2 | **Justifier** le choix du nombre d'axes machine utilisés pour l'usinage en phase 20 de la platine.
Répondre sur DR5

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 | 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 (1^{ère} partie de la norme) qui permet une accessibilité à toutes les surfaces usinées.
Voir DT12
Répondre sur DR6

Question 2-2.2 | **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.).
Voir DT10, 11 et 12
Répondre sur DR6

Question 2-2.3 | 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 coupes associées à ces opérations.
Voir DT13
Répondre sur DR6

Question 2-2.4 | **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.
Voir DT10, 11 et 12
Sur feuille de copie

Question 2-2.5 | Le brut dans lequel est taillée la pièce est un cylindre de diamètre 85 mm et de longueur 27 mm. La masse volumique de la matière étant de $2,8 \text{ kg}\cdot\text{dm}^{-3}$, **calculer** le pourcentage de volume de copeau correspondant à la solution actuelle. Vous prendrez soin de **détailler** et de **commenter** vos calculs.
Voir DT10
Sur feuille de copie

Sous-partie 2-3 Conclusion de la partie 2

Question 2-3.1 | En vous basant sur les analyses effectuées précédemment, **conclure** quant à la possibilité d'optimisation du processus actuel.
Sur feuille de copie

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 | À 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.
Voir DT11 et DT14
Sur feuille de copie

Question 3-1.2 | 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.
Voir DT14
Répondre sur DR7

Sous-partie 3-2 Conception du porte-pièce

Le concepteur décide d'utiliser une préforme issue du matriçage. Le nouveau processus de fabrication de la platine nécessite toujours un passage sur un centre d'usinage vertical 4 axes $\frac{1}{2}$ (le même que le processus initial). Le brut n'étant plus un lopin cylindrique, il faut adapter le porte-pièce au centre d'usinage.

Question 3-2.1 | 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.
Voir DT14
Répondre sur DR8

Question 3-2.2 | Sur la vue de détail « D » du DR8, **placer** et **nommer** les axes principaux et additionnels de la machine.
Répondre sur DR8

Sous-partie 3-3 Conclusion partie 3

Le concepteur achète actuellement chaque platine **12,90 € HT**. À 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 | **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.
Sur feuille de copie

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 | **Identifier** sur le document DR9, les zones les plus sollicitées en les entourant en rouge. **Relever** la contrainte maximale.
Répondre sur DR9

Question 4-1.2 | **Tracer** cette contrainte sur le DR9. À l'aide des documents DR9 et DT9, **justifier** le choix du matériau et des adjuvants.
Voir DT9
Répondre sur DR9

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 | **Donner** la composition du matériau du bloc-empreinte fixe.
Voir DT17
Sur feuille de copie

Question 4-2.2 | À 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.
Voir DT16, 17 et 18
Répondre sur 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 assemblé

Question 4-3.1 | À partir du dessin d'ensemble du bloc-empreinte dans la carcasse DT16, **proposer** une gamme de contrôle des empreintes spécifiées dans la carcasse assemblée.
Voir DT16
Répondre sur DR11

Sous-partie 4-4 Conclusion de la partie 4

Question 4-4.1 | 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.
Sur feuille de copie
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 randonnée, 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 | Après lecture et analyse des DT19, DT20 et DT21, **identifier** deux procédés de découpages dont les caractéristiques permettent de réaliser le basculeur (7). **Justifier** votre réponse pour chacun des quatre procédés proposés.
Voir DT19, 20 et 21
Sur feuille de copie

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 | Pour chacune des configurations proposées dans le DR12, **déterminer** ou **calculer** les paramètres manquant du tableau. **Calculer** le prix de revient par pièce.
Voir DT19 et 21
Répondre sur DR12

Question 5-2.2 | **Déterminer** quel est le meilleur processus à adopter dans notre cas. **Proposer** une modification dans la configuration permettant d'accroître encore la rentabilité.
Sur feuille de copie

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 | **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.
Sur feuille de copie