Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

Sous-épreuve E5.1 : Conception détaillée - Pré-industrialisation

Session 2011 • Code sujet : **13MC5PI** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Modification de la pièce « frein fixe » du système anti-rebond** (6 questions) — **Page 3**
2. **Modification de la liaison entre le support de baguette et l'axe principal** (3 questions) — **Page 7**
3. **Modification du moule d'injection plastique pour la pièce « boîtier »** (2 questions) — **Page 10**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btsmte.fr/assets/annales/bts-mte/E4.1 - Réalisation d'une campagne d'essais/2011/BTS MTE - E4.1 - Réalisation d'une campagne d'essais - Session 2011 - 1-Sujet.pdf

1. Modification de la pièce « frein fixe » du système anti-rebond

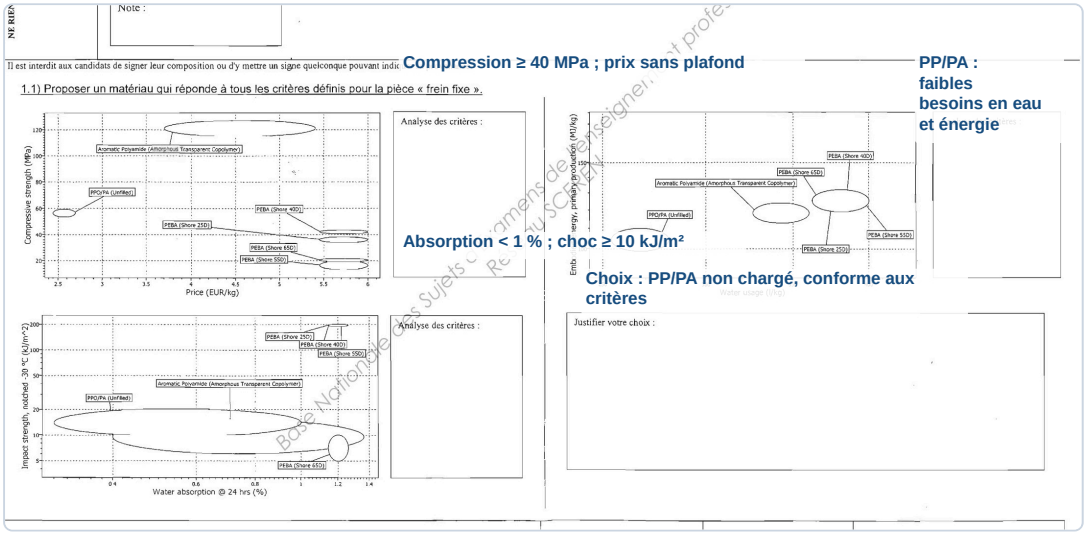
Le frein fixe en acier du portillon de départ doit être modifié, car le contact entre les freins fixe et mobile peut provoquer un grippage. L'étude porte sur le choix d'un matériau plastique, la comparaison de simulations d'injection, la conception de l'empreinte et l'évaluation économique de l'usinage et de l'injection.

Choix du matériau

Question 1.1. À l'aide des graphes fournis, proposer un matériau répondant à tous les critères définis pour la pièce « frein fixe » et justifier le choix sur le document réponse DR1/5.

Les seuils sont une résistance en compression d'au moins 40 MPa, une résistance au choc d'au moins 10 kJ/m² et une absorption d'eau inférieure à 1 % en 24 h. Le PP/PA non chargé satisfait ces trois critères sur les graphes. Le prix n'est pas un critère éliminatoire, car aucun plafond n'est imposé. Le graphe environnemental le place également parmi les matériaux ayant les plus faibles besoins en eau et en énergie de production. Les mentions à reporter sur le DR1/5 distinguent la conformité mécanique et le choix environnemental.

DR1/5 complété : critères et choix du matériau



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Matériau retenu : PP/PA non chargé. Il satisfait les seuils mécaniques et d'absorption d'eau, avec de faibles besoins en eau et en énergie de production.

Étude rhéologique

Question 1.2. Analyser les simulations des deux solutions d'injection : sélectionner cinq critères de choix pertinents, comparer les deux solutions à l'aide de ces critères, puis choisir une solution et argumenter les réponses sur la feuille de copie.

Les cinq critères pertinents sont le temps de remplissage, la pression d'injection, la durée du cycle, la masse de la pièce et le retrait maximal. Les valeurs des deux simulations sont comparées ci-dessous.

Critère	Pièce pleine	Pièce optimisée
Remplissage réel	1,63 s	0,95 s
Pression d'injection	18,015 MPa	21,825 MPa
Durée prévue du cycle	110,10 s	14,56 s
Masse de la pièce	6,04 g	4,158 g
Retrait maximal	0,1284 mm	0,0206 mm

La pièce optimisée réduit le cycle, la masse et le retrait. Malgré sa pression d'injection supérieure, elle est retenue : la force de fermeture maximale simulée reste identique, à 34,6 kN.

✓ RÉPONSE À RETENIR

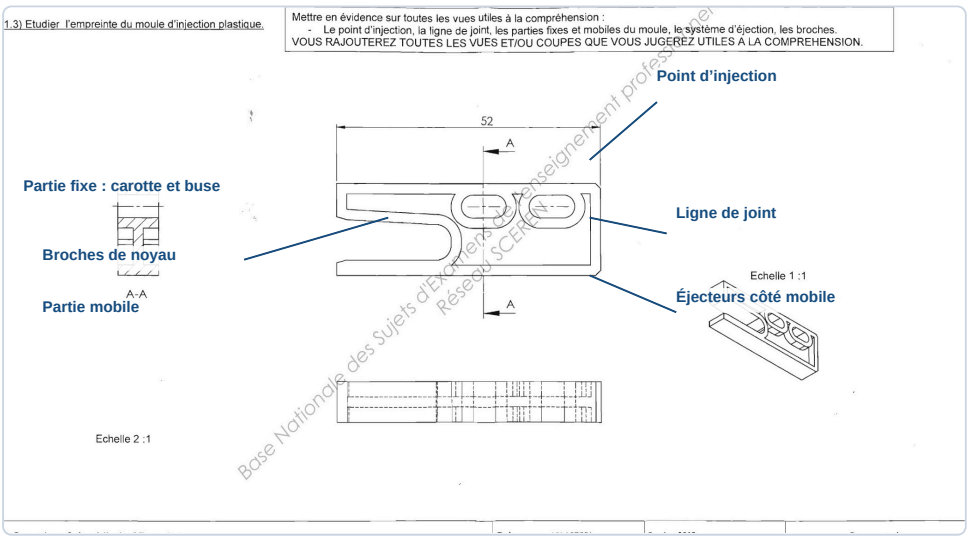
Solution retenue : pièce optimisée, pour son cycle plus court, sa masse réduite et son retrait plus faible.

Étude de l'empreinte du moule d'injection plastique

Question 1.3. Réaliser le schéma d'architecture de l'outillage d'injection pour la pièce « frein fixe optimisée ». Faire apparaître la ligne de joint, le point d'injection, le système d'éjection, les parties fixe et mobile du moule ainsi que les broches réalisant les formes intérieures, en complétant les vues du document réponse DR2/5.

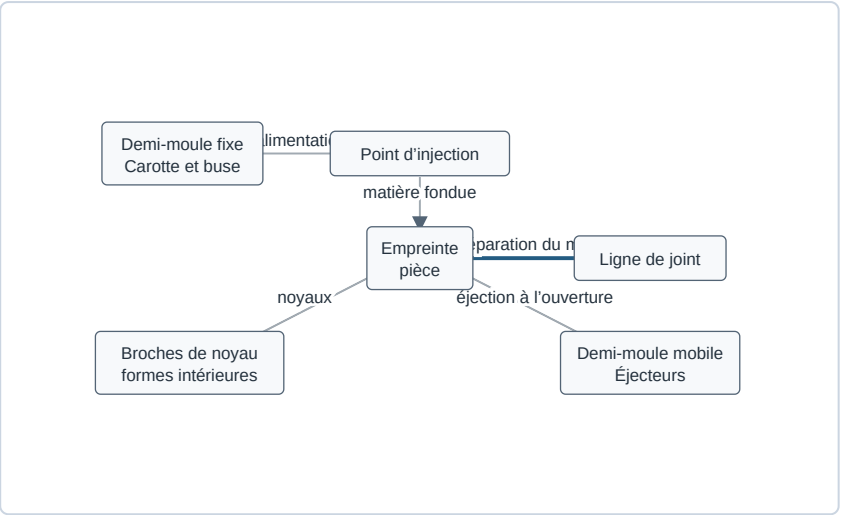
Le moule comporte deux demi-moules séparés par la ligne de joint. La partie fixe porte la carotte et le point d'injection, placé sur le bord de la pièce. La partie mobile retient la pièce à l'ouverture et porte le système d'éjection. Des broches de noyau forment les deux ouvertures intérieures. Les éjecteurs et les broches doivent être positionnés sans interférence avec la géométrie de la pièce. Les repères sur le DR2/5 et le schéma de principe indiquent les éléments à faire apparaître dans les vues proposées.

DR2/5 : architecture du moule à compléter



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Architecture de principe du moule



La pièce reste côté mobile à l'ouverture pour être éjectée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Moule en deux parties : injection côté fixe, éjection côté mobile, broches de noyau pour les ouvertures intérieures.

Étude économique

Question 1.4.1. À partir des données disponibles, définir le coût matière Cm d'une injection.

Le coût matière d'une injection comprend la matière de la pièce et celle consommée par la carotte et le canal. Le volume injecté pour la pièce optimisée est de 3,849 cm³ ; le volume carotte + canal est de 2,3 cm³. Le volume total de matière est donc de 6,149 cm³. Avec une masse volumique de 1,08 g/cm³, cela représente 6,64092 g, soit 0,00664092 kg. Au prix de 2,60 €/kg, le coût matière par injection est de 0,017266392 €. Le moule étant mono-empreinte, une injection produit une pièce.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coût matière : 0,01727 € par injection, soit 0,01727 € par pièce avec le moule mono-empreinte.

Question 1.4.2. Définir, pour l'usinage et l'injection, le coût total de production en fonction du nombre n de pièces à produire, puis établir les équations CTU = f(n) et CTI = f(n).

En usinage, le coût variable unitaire comprend 80 € par heure répartis sur 10 pièces, 0,63 € de matière et 1,15 € de traitement de surface. Le coût fixe d'étude est de 650 €. En injection, le coût variable unitaire additionne 45 € par heure répartis sur 240 pièces et le coût matière par injection de 0,017266392 €. Les coûts fixes d'étude et de réalisation du moule totalisent 9 000 €. Pour n pièces, les coûts totaux s'écrivent :

- CTU(n) = 650 + 9,78n €
- CTI(n) = 9 000 + 0,204766392n €

✓ RÉPONSE À RETENIR

CTU(n) = 650 + 9,78n € ; CTI(n) = 9 000 + 0,204766392n €.

Question 1.4.3. Calculer le seuil de rentabilité entre l'usinage et l'injection par une méthode graphique ou analytique, puis argumenter la réponse sur la feuille de copie.

Le seuil d'égalité est obtenu en posant les deux coûts totaux égaux : 650 + 9,78n = 9 000 + 0,204766392n. La résolution donne n ≈ 872,04 pièces. Pour un nombre entier de pièces, à 872 unités l'usinage reste légèrement moins coûteux ; à 873 unités, l'injection devient moins coûteuse. Le seuil de rentabilité pratique est donc atteint à partir de 873 pièces.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Seuil d'égalité : environ 872,04 pièces. L'injection devient plus économique à partir de 873 pièces.

2. Modification de la liaison entre le support de baguette et l'axe principal

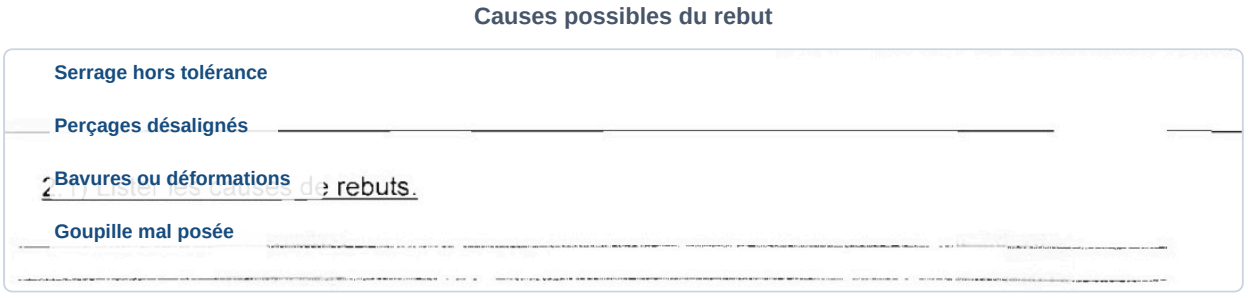
La liaison actuelle entre le support de baguette en alliage d'aluminium et l'axe principal en acier inoxydable est un assemblage serré avec goupille. Les difficultés d'usinage et de montage entraînent un taux de rebut élevé, et le sujet demande d'étudier une liaison par frettage, sa mise en position et sa température de montage.

Question 2.1. Pour la solution de montage actuelle, lister les causes possibles du taux de rebut élevé et répondre sur le document réponse DR3/5.

Le montage associe un ajustement serré H7s6 et une goupille de 3 mm. Les opérations d'usinage et d'emmanchement peuvent donc générer plusieurs non-conformités :

- Diamètres ou états de surface hors tolérances, entraînant un serrage excessif ou insuffisant.
- Perçages de goupille mal positionnés ou désalignés entre les deux pièces.
- Bavures, rayures ou déformations lors de l'emmanchement forcé.
- Goupille mal engagée ou endommageant les pièces à la pose.

Ces défauts empêchent l'assemblage correct ou détériorent les pièces.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Rebuts possibles : ajustement serré non conforme, perçages de goupille désalignés, bavures ou déformations d'emmanchement, goupille mal posée.

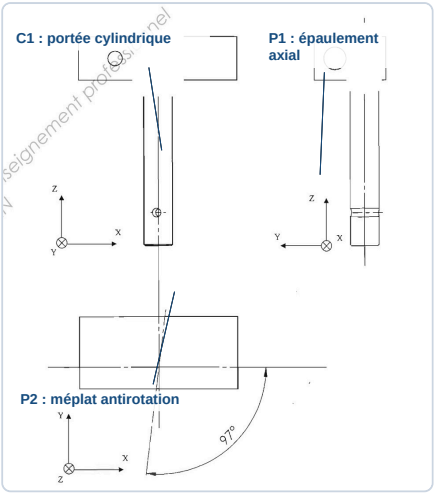
Question 2.2. Proposer et représenter les modifications de l'axe et/ou du support permettant d'assurer une mise en position correcte pour le frettage. Indiquer les surfaces qui éliminent les degrés de liberté et repérer les formes élémentaires sur le croquis du document réponse DR3/5.

Pour positionner les pièces avant frettage, prévoir une portée cylindrique de centrage sur l'axe, son alésage correspondant dans le support, un épaulement axial et un dispositif antirotation, par exemple un méplat longitudinal avec son appui complémentaire.

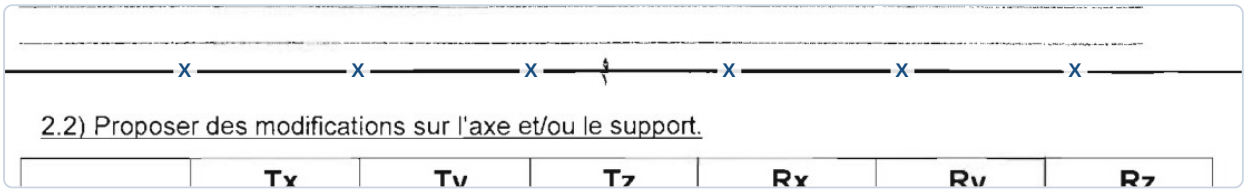
Surface de mise en position	Degrés de liberté éliminés
C1 : portée et alésage cylindriques	Tx, Ty, Rx, Ry
P1 : face d'épaulement	Tz
P2 : méplat et appui associé	Rz

La mise en position bloque ainsi les six degrés de liberté ; le frettage assure ensuite le maintien des deux pièces.

Modifications et surfaces de mise en position



Degrés de liberté éliminés par la MIP



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> C1 : Tx, Ty, Rx, Ry ; P1 : Tz ; P2 : Rz. Le frettage assure le maintien.

Détermination du diamètre et de la température de frettage

Question 2.3. Pour l'ajustement H7s6, déterminer le diamètre moyen du moyeu à partir de l'alésage Ø10H7 (+15 µm), en utilisant la valeur moyenne. Pour les coefficients de dilatation et températures proposés, déterminer la variation de température et l'augmentation de diamètre nécessaires pour obtenir environ 0,1 mm de jeu, compléter le tableau et en déduire la température de chauffe du support sur DR3/5.

L'alésage Ø10H7 varie de 10 à 10,015 mm. Son diamètre moyen vaut donc $d_M = (10 + 10{,}015) / 2 = 10{,}0075$ mm. Pour chaque température, $\delta T_M = T_{chauffe} - 20$ et $\delta d_M = \alpha_M \times d_M \times \delta T_M$.

Chauffe (°C)	α_M (10^{-6} °C^{-1})	δT_M (°C)	δd_M (mm)
100	23,8	80	0,0191
200	24,6	180	0,0443
300	25,4	280	0,0712
400	26,5	380	0,1007
500	27,7	480	0,1331

La chauffe à 400 °C donne une augmentation de diamètre de 0,1007 mm, soit environ les 0,1 mm de jeu recherchés.

Valeurs à reporter dans le tableau de frettage

2.3) Déterminer le diamètre du moyeu et la température du procédé.

Diamètre du moyeu : d_M = 10,0075 mm

α_M	23,8	24,6	25,4	26,5	27,7
δT_M	100 – 20 = 80	180	280	380	480
δd_M	0,0191	0,0443	0,0712	0,1007	0,1331

Température de chauffe choisie : $T_{chauffe}$ = 400 °C

Base Nationale des Sujets d'Examen Réseau

✓ RÉPONSE À RETENIR

d_M = 10,0075 mm ; chauffe choisie : 400 °C ; δd_M = 0,1007 mm.

3. Modification du moule d'injection plastique pour la pièce « boîtier »

Dans le moule de présérie du boîtier, les orifices sont ajoutés par une reprise d'usinage et non réalisés au moulage. Il faut concevoir quatre broches mobiles pilotées par un vérin, puis vérifier que la pression d'alimentation de celui-ci peut s'opposer à la pression de la matière plastique pendant le maintien.

Conception des broches mobiles

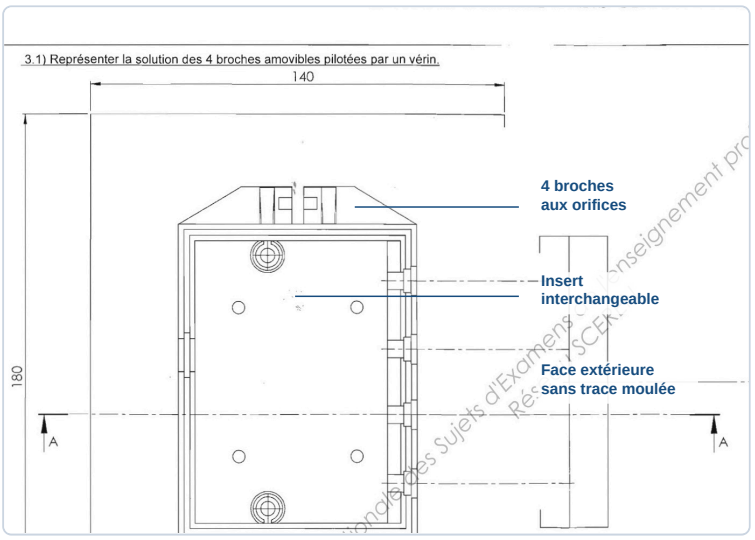
Question 3.1. Représenter sur les documents réponse DR4/5 et DR5/5 une solution de quatre broches amovibles pilotées par le vérin indiqué. Montrer les broches et leurs fixations, la partie interchangeable de l'empreinte, le nez du vérin et sa liaison au support des broches, ainsi que la plaque de fixation du vérin et ses colonnes support. Le support doit être guidé par les broches elles-mêmes et aucune trace d'une partie moulante ne doit apparaître sur la face extérieure de la pièce.

Sur le DR4, implanter les quatre broches aux positions des orifices et représenter l'insert interchangeable. Le DR5 montre leur fixation au support mobile, le nez du vérin relié à ce support, puis le vérin monté sur une plaque portée par des colonnes.

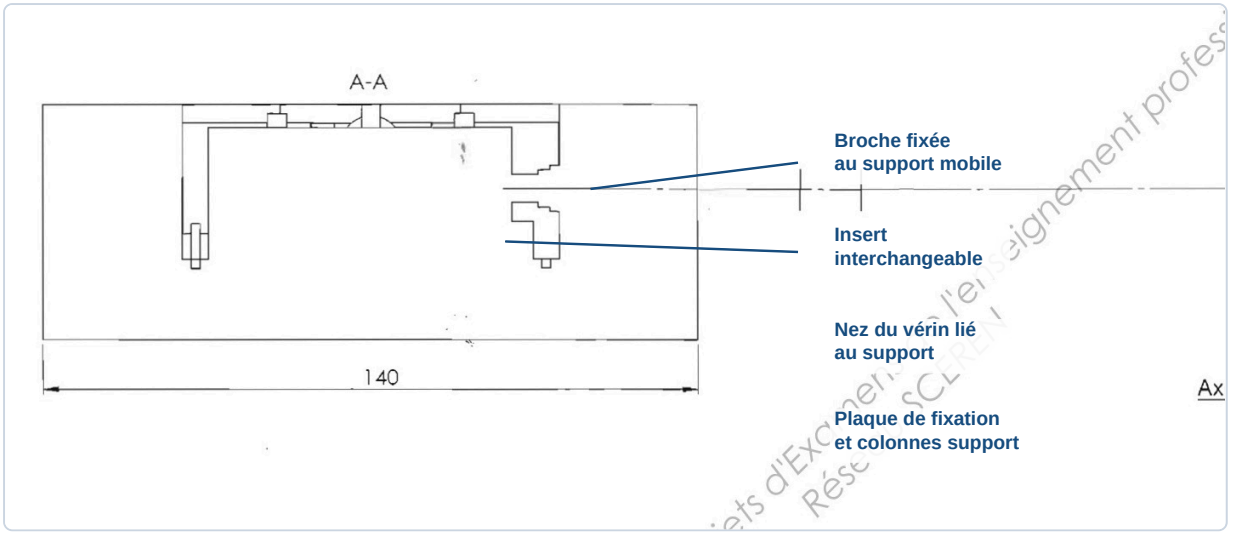
1. Prévoir le guidage du support par les broches elles-mêmes.
2. En position de moulage, les broches forment les orifices sans laisser de trace d'une partie moulante sur la face extérieure.

La référence d'actionneur indiquée est UZ 100.16/8/20.01.201.V.

DR4 : implantation des quatre broches



DR5 : broche, support et vérin



✓ RÉPONSE À RETENIR

Quatre broches amovibles, support guidé par les broches et entraîné par le vérin; insert interchangeable, plaque de fixation et colonnes support.

Vérification de la pression hydraulique

Question 3.2. À partir de la pression de matière de 12 MPa au niveau des quatre broches et de la pression maximale d'alimentation du vérin de 200 bar (20 MPa), déterminer la pression hydraulique minimale nécessaire pour alimenter le vérin et justifier le choix de cet actionneur sur la feuille de copie.

La pression hydraulique minimale à fournir est la pression nécessaire pour s'opposer à celle de la matière au niveau des broches : **12 MPa**. La pression maximale du vérin est **200 bar**, soit **20 MPa**. Elle dépasse donc la pression minimale requise de 8 MPa : l'actionneur convient selon les données de l'énoncé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pression hydraulique minimale : 12 MPa, soit 120 bar. Le vérin convient : sa pression maximale est de 20 MPa.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2011)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E5.1 du BTS Conception et industrialisation en microtechniques, session 2013, porte le code 13MC5PI et dure 4 heures, avec un coefficient 2. Autour d'un portillon de départ de ski, elle évalue le choix de matériaux, l'injection plastique, les coûts de production, le frettage d'une liaison et la conception d'un moule à broches mobiles, par l'analyse, le calcul et le dessin technique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le matériau retenu doit satisfaire simultanément les critères de compression, d'absorption d'eau, de résistance aux chocs et d'impact environnemental.
- Le seuil de rentabilité se trouve en égalisant les coûts totaux des deux procédés exprimés en fonction du nombre de pièces.
- Le frettage par dilatation augmente le diamètre du logement : $\delta d = \alpha \times d \times \delta T$, avec des unités cohérentes.
- La pression maximale du vérin doit être confrontée à l'effort dû à la pression de matière sur les broches.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour le choix du matériau, confronter les mêmes candidats à tous les critères et justifier le choix à partir des graphes.
- Dans l'étude rhéologique, sélectionner cinq critères pertinents et comparer les deux solutions sur chacun d'eux.
- Pour le frettage, utiliser le diamètre moyen demandé, préciser les unités et vérifier que la dilatation procure le jeu visé.
- Sur les vues du moule, représenter tous les éléments demandés et respecter l'absence de trace moulée sur la face extérieure.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le seuil de rentabilité entre l'usinage et l'injection ?

Écrivez pour chaque procédé le coût total en fonction du nombre de pièces, en séparant les coûts fixes des coûts variables. Égalisez ensuite les deux expressions et résolvez l'équation pour trouver le nombre de pièces au seuil.

Q : Comment calculer la température de chauffe pour le frettage ?

Déterminez d'abord le diamètre moyen du moyeu demandé à partir de Ø10H7. Utilisez ensuite la relation de dilatation avec le coefficient et la température du tableau pour obtenir l'augmentation de diamètre visée, puis déduisez la température de chauffe.

Q : Quelle est la durée de l'épreuve et quels documents faut-il rendre ?

L'épreuve dure 4 heures et son coefficient est 2. Les réponses sont à inscrire sur les documents réponse prévus ou sur feuille de copie. Tous les documents réponse, même vierges, ainsi que la feuille de copie vierge, doivent être remis en fin d'épreuve.

Q : Le sujet attribue-t-il des points à chaque question ?

Aucun barème chiffré ni répartition de points par question n'apparaît dans le sujet fourni. Les exercices couvrent l'analyse, les calculs et les représentations techniques ; il ne faut donc pas attribuer de points qui ne sont pas imprimés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmte.fr/assets/annales/bts-mte/E4.1 - Réalisation d'une campagne d'essais/2011/BTS MTE - E4.1 - Réalisation d'une campagne d'essais - Session 2011 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Motorisations Toutes Énergies : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.