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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

ÉPREUVE E5.2 : CONCEPTION DÉTAILLÉE, MODÉLISATION

SESSION 2026

Durée : 6 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES	2

Moyens de calculs et matériel autorisés :

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

Poste informatique fourni avec logiciel de CAO 3D, espace de stockage local et moyens de remise des fichiers définis par le centre d'examen. Dossier technique et documents réponse fournis. Aucun accès à Internet ni échange de fichiers entre candidats n'est autorisé.

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

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : MICROMÉCANIQUE DU LÉMAN, ATELIER DE CONCEPTION, ANNECY (HAUTE-SAVOIE)

L'entreprise MicroMécanique du Léman étudie un dispositif compact de maintien d'une carte électronique portant un capteur optique. Le dispositif doit permettre le remplacement de la carte sans détériorer son support. Vous intervenez comme technicien concepteur en phase de conception détaillée.

À partir des données des DT 1 à DT 3, vous devez analyser le besoin, vérifier les principaux critères de tenue, produire un modèle numérique 3D exploitable et préparer une gamme prévisionnelle de fabrication. Les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire. L'origine du repère est définie au DT 1. Les fichiers natifs et les exports demandés sont à enregistrer dans le répertoire candidat désigné par le centre.

Le barème total est de 20 points. Toute hypothèse complémentaire nécessaire doit être explicitée et rester compatible avec les données du dossier.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de conception (4 points)

Traduction du besoin en contraintes vérifiables

Le dispositif comprend un socle en alliage d'aluminium, une carte électronique, un patin de pression en POM et une vis de fixation. Le capteur doit rester positionné dans le plan de la carte pendant le fonctionnement. Les exigences dimensionnelles et les références de mise en position sont précisées dans les DT 1 et DT 2.

Exigences fonctionnelles à examiner

Repère	Exigence	Critère de vérification
F1	Maintenir la carte pendant le fonctionnement	Effort de serrage calculé et pression compatible avec le patin
F2	Permettre le montage et le démontage de la carte	Accès à la vis centrale et absence d'interférence
F3	Assurer une fixation sur le support de la machine	Deux perçages traversants de fixation sur le socle
F4	Fournir une définition numérique exploitable	Pièces modélisées, assemblage contraint et fichiers exportés

Données du cahier des charges

1.1 (1 point) Formuler la fonction principale du dispositif et citer deux fonctions contraintes correspondant aux exigences F2 et F3.

1.2 (1,5 point) À partir du DT 1, identifier les surfaces ou axes de référence utiles pour positionner le socle, la carte et le patin dans l'assemblage. Indiquer, pour chaque pièce, au moins une référence géométrique pertinente et justifier son choix.

1.3 (1,5 point) Relever dans le DT 2 les exigences dimensionnelles applicables aux pièces modélisées. Indiquer les deux dimensions dont le respect est déterminant pour éviter une interférence entre la vis, le patin et la carte, puis préciser le contrôle numérique à effectuer dans le logiciel de CAO.

PARTIE 2 : Étude technologique et vérifications de dimensionnement (6 points)

Vérification du serrage, de la pression de contact et de la matière

Utiliser les caractéristiques fournies dans les DT 2 et DT 3. Les calculs seront présentés avec les unités et les résultats arrondis de façon cohérente. Pour la vis, le modèle simplifié de serrage fourni au DT 2 est retenu.

Données numériques nécessaires aux calculs

Grandeur	Valeur	Unité
Couple de serrage maximal	0,040	N·m
Coefficient de couple K	0,20	sans unité
Diamètre nominal de vis d	3,0	mm
Dimensions de contact du patin	18 × 8	mm
Diamètre du passage dans le patin	3,4	mm
Pression admissible du POM	15	MPa
Diamètre moyen retenu pour le calcul simplifié du filet	2,5	mm
Longueur efficace de filet dans le socle	4,5	mm
Contrainte de cisaillement admissible du filet	12	MPa

Extrait des DT 2 et DT 3

2.1 (2 points) Calculer l'effort axial de serrage maximal à partir de la relation du DT 2 : $T = KFd$. Convertir les unités nécessaires avant le calcul et donner le résultat en newtons.

2.2 (1,5 point) Calculer l'aire de contact utile du patin en retranchant l'aire du passage central, puis déterminer la pression moyenne de contact $p = F/A$. Conclure au regard de la pression admissible du POM.

2.3 (1,5 point) Évaluer la capacité simplifiée au cisaillement du filet dans le socle avec $F_{adm} = \pi d_m L_e \tau_{adm}$. Comparer cette capacité à l'effort axial calculé en 2.1 et conclure sur la vérification proposée par ce modèle simplifié.

2.4 (1 point) À partir des dimensions du brut en aluminium et de la masse volumique indiquées au DT 3, calculer la masse théorique du brut du socle. Calculer ensuite son coût matière à partir du prix fourni. Présenter les conversions utilisées.

PARTIE 3 : Modélisation détaillée et préparation de fabrication (7 points)

Production, assemblage et exploitation du modèle numérique

Réaliser les modèles conformément au DT 1. Les pièces fonctionnelles à produire sont le socle, le patin et la carte représentée comme composant d'encombrement. Modéliser également la vis selon la définition simplifiée du DT 1. L'arbre de construction doit rester lisible et les dimensions principales doivent être pilotées par des paramètres ou cotes explicites.

Enregistrer les fichiers natifs dans le répertoire candidat. Fournir un export STEP de l'assemblage et une image ou mise en plan permettant de contrôler la définition. Les noms de fichiers doivent identifier clairement chaque pièce et l'assemblage.

Livrables numériques attendus

Livrable	Contenu minimal	Format
Socle	Géométrie complète, perçages de fixation et taraudage représenté	Format natif du logiciel
Patin	Géométrie complète et passage central	Format natif du logiciel
Carte et vis	Volumes simplifiés conformes aux encombrements du DT 1	Format natif du logiciel
Assemblage	Pièces positionnées, contraintes fonctionnelles et vérification d'interférence	Format natif du logiciel et STEP
Contrôle de définition	Vue d'ensemble cotée ou capture lisible de l'assemblage	PDF ou image

Fichiers à remettre dans le répertoire candidat

3.1 (4 points) Modéliser les quatre composants et construire l'assemblage conformément au DT 1. Respecter les dimensions, les positions relatives et les matériaux indiqués. Organiser les fonctions de construction de manière explicite et paramétrique. Enregistrer les fichiers natifs demandés.

3.2 (2 points) Contraindre l'assemblage en utilisant les références fonctionnelles. Vérifier l'absence d'interférence entre la vis, le patin, la carte et le socle, puis vérifier la cohérence de l'engagement de la vis dans le socle. Fournir un export STEP et une représentation de contrôle. Reporter dans le DR 2 les résultats obtenus.

3.3 (1 point) Préparer l'opération de perçage du passage central du patin dans un brut POM. Pour un foret de diamètre $D = 3,4$ mm et une vitesse de coupe recommandée $V_c = 45$ m/min, calculer la fréquence de rotation avec $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$. Arrondir au réglage disponible le plus proche indiqué au DT 3 et inscrire le résultat dans le DR 2.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et gestion des fichiers (3 points)

Maîtrise des risques au poste de conception et en préparation d'usinage

Le travail de modélisation est réalisé sur un poste informatique. La préparation de fabrication concerne un usinage ultérieur en atelier, qui ne doit pas être exécuté pendant cette épreuve. Les prescriptions du centre d'examen et les principes généraux de prévention restent applicables.

Situations à analyser

Situation	Risque ou exigence
Travail prolongé sur écran	Fatigue visuelle et posture
Préparation d'un usinage sur machine tournante	Projection, entraînement et contact avec l'outil
Remise des fichiers de CAO	Perte, confusion ou altération des livrables

Prévention au poste de travail

4.1 (1,5 point) Pour le travail sur écran et la préparation d'un usinage sur machine tournante, indiquer une mesure de prévention adaptée à chaque situation. Préciser que l'usinage physique n'est pas à réaliser pendant l'épreuve.

4.2 (1,5 point) Décrire une procédure courte de sauvegarde et de contrôle des livrables numériques permettant d'éviter la perte ou la confusion des fichiers. Indiquer les vérifications finales à effectuer avant la remise du répertoire candidat.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

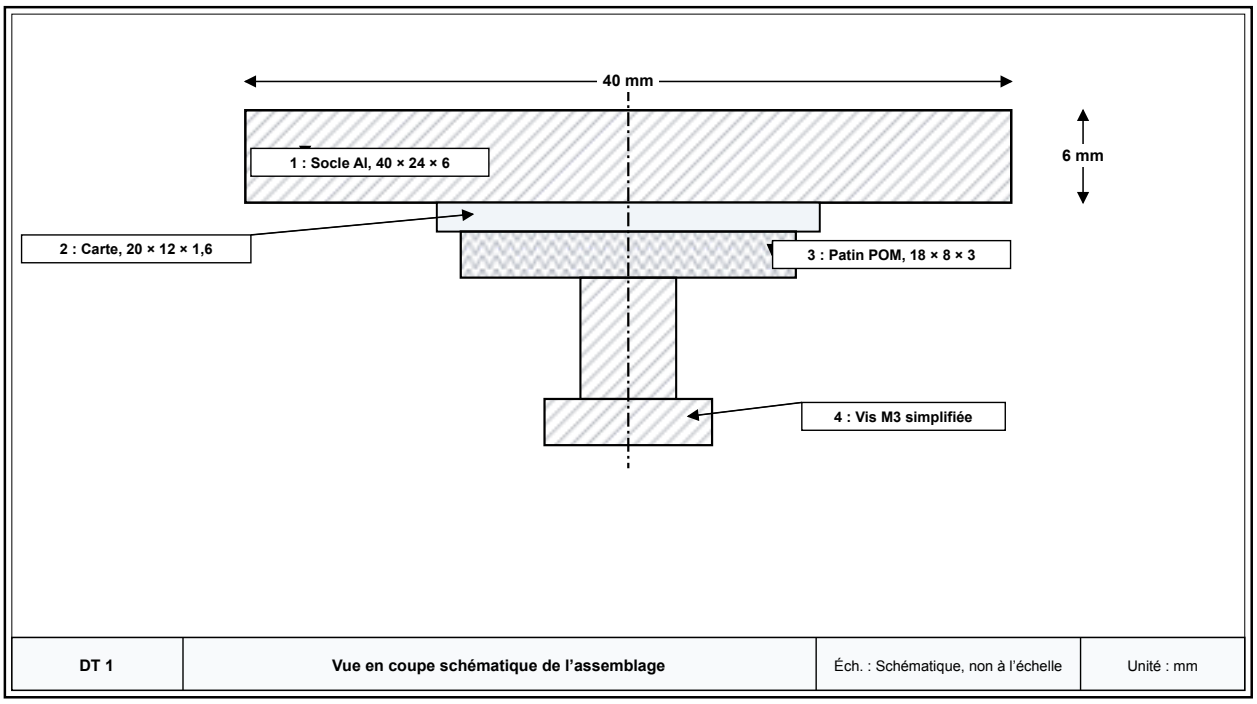
Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION GÉOMÉTRIQUE DU DISPOSITIF ET SCHÉMA D'ASSEMBLAGE

Le repère global a pour origine le coin inférieur gauche du socle, sur sa face inférieure. L'axe x suit la longueur de 40 mm, l'axe y suit la largeur de 24 mm et l'axe z est vertical. Le socle occupe $0 \leq x \leq 40, 0 \leq y \leq 24, 0 \leq z \leq 6$.

Socle : parallélépipède 40 × 24 × 6 mm, arêtes verticales cassées par un chanfrein de 0,5 × 45°. Deux perçages traversants de diamètre 3,2 mm ont leurs axes aux coordonnées (6 ; 12) et (34 ; 12). Le trou central est taraudé M3, axe en (20 ; 12), profondeur utile 5,5 mm depuis la face supérieure. Carte : volume simplifié 20 × 12 × 1,6 mm, centré sur le socle, face inférieure à z = 6 mm, passage central de diamètre 3,2 mm. Patin : volume 18 × 8 × 3 mm, centré sur le socle, face inférieure à z = 7,6 mm, passage central de diamètre 3,4 mm. Vis simplifiée : tête cylindrique de diamètre 5,5 mm et de hauteur 2 mm, posée sur le patin ; tige de diamètre 3 mm et de longueur 9,5 mm sous tête, axe en (20 ; 12). Les géométries de filetage détaillé ne sont pas requises.

Le dessin est schématique et non destiné à être mesuré. Les cotes numériques et coordonnées de ce document prévalent.



Repérage des composants et principales dimensions fonctionnelles

DT 2 : MATÉRIAUX, TOLÉRANCES ET DONNÉES DE VÉRIFICATION

Les tolérances générales des dimensions non spécifiées sont selon ISO 2768-1, classe m. Les tolérances géométriques explicitement données sur un dessin de définition prévalent sur les tolérances générales. Les principes de cotation et de spécification géométrique sont à appliquer conformément aux indications du dessin et aux références ISO 1101 et ISO 8015, sans ajouter d'exigence non indiquée.

Modèle de serrage simplifié : $T = KFd$, où T est le couple en N·m, K le coefficient de couple sans unité, F l'effort axial en N et d le diamètre nominal en m. Pression moyenne : $p = F/A$, avec $1\ \mathrm{MPa} = 1\ \mathrm{N/mm^2}$. Aire utile du patin : aire rectangulaire diminuée de l'aire du passage circulaire. Vérification simplifiée du filet : $F_{adm} = \pi d_m L_e \tau_{adm}$, avec toutes les longueurs en mm et τ_{adm} en N/mm².

Caractéristiques techniques et critères

Élément ou donnée	Caractéristique	Valeur ou exigence
Socle	Matériau	Aluminium EN AW-6082 T6
Patin	Matériau	POM-C, couleur naturelle
Carte	Représentation numérique	Volume simplifié, sans composants électroniques
Vis	Définition numérique	Acier, géométrie simplifiée sans filetage détaillé
Couple maximal T	Serrage	0,040 N·m
Coefficient K	Modèle de serrage	0,20
Diamètre nominal d	Vis	3,0 mm
Pression admissible POM	Contact statique	15 MPa
Diamètre moyen de filet dm	Calcul simplifié	2,5 mm
Longueur efficace de filet Le	Calcul simplifié	4,5 mm
Contrainte admissible tau adm	Cisaillement simplifié du filet	12 MPa

Valeurs applicables au sujet

DT 3 : DONNÉES DE FABRICATION PRÉVISIONNELLE ET DE MATIÈRE

Les dimensions de bruts ci-dessous sont des dimensions de débit avant usinage. Le calcul de coût demandé porte uniquement sur la matière du brut et exclut les coûts de main-d'œuvre, d'outillage et de pertes de procédé. Pour la vitesse de rotation, utiliser $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$, avec V_c en m/min et D en mm ; n est obtenu en tr/min.

Les réglages disponibles sur la perceuse d'atelier sont 6000, 7000, 8000 et 9000 tr/min. En atelier, toute intervention sur machine tournante est effectuée conformément aux consignes de sécurité du site et aux instructions du responsable.

Bruts, propriétés matière et paramètres de fabrication

Donnée	Valeur	Unité ou précision
Brut du socle en aluminium	45 × 29 × 8	mm
Masse volumique EN AW-6082 T6	2700	kg/m³
Prix matière aluminium	18,00	€/kg
Brut du patin en POM-C	20 × 10 × 5	mm
Masse volumique POM-C	1410	kg/m³
Prix matière POM-C	8,00	€/kg
Vitesse de coupe recommandée pour le perçage du POM	45	m/min
Diamètre du foret	3,4	mm
Réglages disponibles	6000 ; 7000 ; 8000 ; 9000	tr/min

Données fournies pour les questions 2.4 et 3.3

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de synthèse des vérifications, questions 2.1 à 2.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases repérées par « ... ». Indiquer les unités et joindre les étapes de calcul sur la copie si nécessaire.

Résultats de dimensionnement simplifié

Grandeur	Expression ou méthode	Résultat	Conclusion
Effort axial F	À partir de T = K F d	.....	.....
Aire de contact utile A	Aire du rectangle moins aire du passage	.....	.....
Pression moyenne p	p = F/A	.....	Comparaison à 15 MPa : ...
Capacité simplifiée du filet Fadm	Fadm = pi dm Le tau adm	.....	Comparaison à F : ...

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Feuille de contrôle de l'assemblage et préparation d'usinage, questions 3.2 et 3.3

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter les champs correspondant aux contrôles réalisés dans le logiciel de CAO et au calcul de la vitesse de rotation. Reporter les noms exacts des fichiers remis.

Contrôle des livrables numériques et paramètre de perçage

Contrôle ou livrable	Résultat à renseigner
Assemblage contraint et position fonctionnelle vérifiée	.....
Interférence vis, patin, carte et socle	.....
Engagement de la vis dans le socle cohérent	.....
Nom du fichier natif de l'assemblage	.....
Nom du fichier STEP remis	.....
Fréquence calculée n en tr/min	.....
Réglage disponible retenu	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

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.