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 DE PRODUITS INDUSTRIELS

SOUS-ÉPREUVE E6.1 : PROJET DE PROTOTYPAGE

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	4

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.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

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

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : MÉCAPROTO INDUSTRIE, ATELIER DE PROTOTYPAGE, SAINT-ÉTIENNE (LOIRE)

L'entreprise Mécaproto Industrie réalise un prototype de support réglable destiné à fixer un capteur de déplacement sur un banc d'essai de tension de courroie. Le client, Atelier Rhône Maintenance, demande quatre supports identiques pour valider le montage et effectuer des essais à faible vitesse.

Le support étudié est une plaque en alliage d'aluminium usinée dans un brut de dimensions 125 × 85 × 12 mm. Il comporte deux lumières oblongues de fixation et un alésage central pour le capteur. Les exigences fonctionnelles et les données de fabrication sont fournies dans le dossier technique.

Le candidat traite l'analyse du besoin, la vérification des choix technologiques, la préparation de la fabrication du prototype et la prévention des risques. Les calculs seront présentés avec les unités, les hypothèses et un résultat arrondi de manière adaptée.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (4 points)

Traduction du besoin, exigences et cadre d'utilisation du prototype

Le support doit permettre le réglage de la position du capteur sans démontage du banc. Le capteur est fixé par son alésage de montage et la plaque est bridée sur une traverse du banc. Les exigences du client sont précisées dans le DT 2. Le prototype est destiné à une campagne d'essais en atelier, et non à une mise sur le marché en tant que machine.

Extrait du cahier des charges fonctionnel

Repère	Fonction ou exigence	Critère	Niveau exigé
FP1	Maintenir le capteur sur le banc	Position stable pendant l'essai	Déplacement inférieur ou égal à 0,2 mm sous 100 N
FC1	Permettre le réglage de position	Course dans l'axe des lumières	Au moins 20 mm
FC2	Être compatible avec le capteur	Alésage de fixation	Ø 12 H7
FC3	Résister à l'environnement d'atelier	Température de service	De 10 °C à 40 °C
FC4	Ne pas créer de risque lors des essais	Bords accessibles	Aucune arête vive après ébavurage

Données client, Mécaproto Industrie

1.1 (1,5 point) À partir du cahier des charges, distinguer la fonction principale FP1 d'une fonction contrainte. Pour chacune, indiquer le critère et le niveau associé.

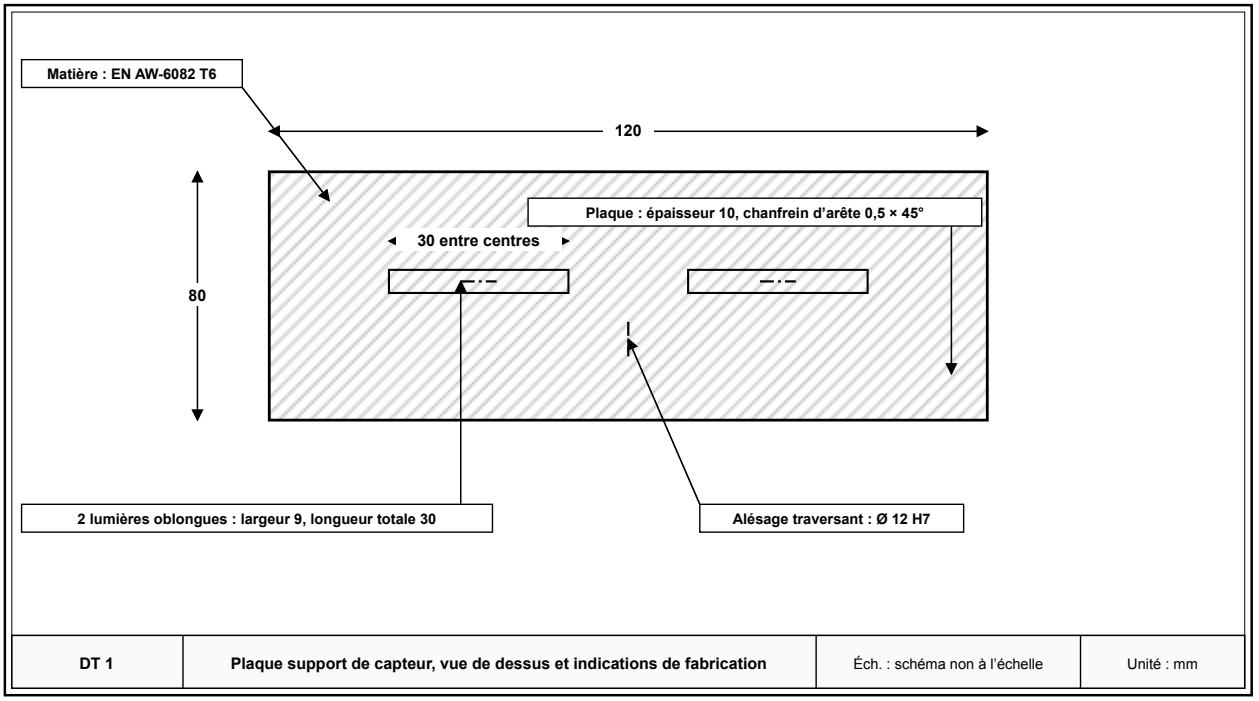
1.2 (1,5 point) Le déplacement mesuré sous une charge de 100 N vaut 0,16 mm. Conclure sur le respect de l'exigence FP1. Le client autorise une plage de réglage totale de 24 mm. Vérifier également l'exigence FC1 et justifier les deux conclusions par les valeurs calculées ou comparées.

1.3 (1 point) Citer deux mesures de prévention à mettre en œuvre lors des essais du prototype sur le banc. Préciser en quoi chacune réduit un risque identifié.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAUX ET DIMENSIONNEMENT (7 points)

Exploitation du plan, choix du matériau et calculs de fabrication

Le DT 1 présente la géométrie de la plaque et le DT 2 les exigences et caractéristiques matière. Le brut fourni pour chaque pièce mesure 125 × 85 × 12 mm. La masse volumique de l'alliage est de 2700 kg/m³ et le prix d'achat matière est de 6,50 €/kg. Pour le calcul du rendement, assimiler la pièce finie à la plaque de 120 × 80 × 10 mm, diminuée des deux lumières oblongues et de l'alésage traversant. Chaque lumière est assimilée à un rectangle de 21 × 9 mm prolongé par deux demi-cercles de diamètre 9 mm. Utiliser $A_{cercle} = pir^2$ et $V = Ae$.



Cotation en millimètres. Schéma de définition du prototype.

2.1 (1,5 point) Calculer le volume du brut et sa masse. Utiliser $V = L timesl timese$, convertir le volume en mètres cubes avant de calculer la masse, puis donner le coût matière d'un brut à 6,50 €/kg.

2.2 (2 points) Calculer le volume net de matière retirée dans les deux lumières et l'alésage. En déduire le volume de la pièce finie, le rendement matière $eta = V_{pièce}/V_{brut}$ $times 100$ et le pourcentage de chute. Pour chaque lumière, utiliser l'aire $A = 21$ $times 9 +$ pi $times (9/2)^2$. Pour l'alésage, utiliser $A =$ pi $times (12/2)^2$. L'épaisseur usinée est de 10 mm.

2.3 (2 points) La plaque est réalisée en EN AW-6082 T6. À l'aide du DT 2, justifier ce choix au regard de la masse, de l'usinabilité et de la résistance à la corrosion en atelier. Indiquer une limite de ce choix ou une précaution à prendre pour préserver la précision de l'alésage Ø 12 H7.

2.4 (1,5 point) Pour une charge de 100 N appliquée suivant l'axe faible, le calcul de validation donne une contrainte maximale de 18 MPa. Comparer cette valeur à la limite d'élasticité minimale fournie au DT 2. Calculer le rapport $s = R_{p0,2}/$ $sigma_{max}$ et conclure sur la marge statique, sans assimiler cette vérification à une validation complète du produit.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (6 points)

Débit, gamme d'usinage, paramètres de coupe et contrôle

La fabrication est prévue sur centre d'usinage trois axes. La fraise carbure utilisée pour les lumières a un diamètre de 10 mm et trois dents. Pour l'alliage EN AW-6082 T6, le dossier retient une vitesse de coupe de 180 m/min et une avance par dent de 0,04 mm/dent. La vitesse de rotation se calcule par $n = 1000 V_c/($ $pi D)$, et l'avance d'usinage par $V_f = f_z z n$. La longueur cumulée de trajectoire de coupe des opérations de fraisage, pour une pièce, est de 420 mm. La durée de coupe est estimée par $t = L/V_f$. Le mandrin de la machine est limité à 6000 tr/min.

Données de préparation de fabrication

Donnée	Valeur	Unité ou précision
Quantité à fabriquer	4	pièces
Brut unitaire	125 × 85 × 12	mm
Fraise carbure	D = 10 ; z = 3	mm ; dents
Vitesse de coupe Vc	180	m/min
Avance par dent fz	0,04	mm/dent
Trajectoire de coupe par pièce	420	mm
Limite de rotation machine	6000	tr/min
Tolérance générale retenue	ISO 2768-1, classe m	dimensions non spécifiées individuellement

Données imposées pour la préparation du prototype

3.1 (2 points) Calculer la vitesse de rotation théorique de la fraise puis l'avance d'usinage. Vérifier que la vitesse de rotation reste inférieure à la limite machine. Calculer la durée de coupe pour une pièce et pour les quatre pièces, en minutes. Donner les résultats avec des unités cohérentes.

3.2 (2 points) Établir, dans l'ordre, une gamme opératoire de cinq étapes au minimum, depuis le contrôle du brut jusqu'au contrôle final. Faire apparaître le maintien de la pièce, le référencement, l'usinage de l'alésage et des lumières, l'ébavurage et au moins deux contrôles dimensionnels adaptés.

3.3 (2 points) Compléter le DR 1 pour la quantité de quatre pièces. Calculer la longueur totale de matière à débiter si chaque brut est tronçonné dans un profilé et que l'outil de tronçonnage consomme 3 mm de trait de coupe entre deux bruts. Prévoir un trait de coupe avant le premier brut et entre les bruts, sans trait de coupe après le dernier brut. Indiquer la quantité de bruts, la longueur totale nécessaire et le mode de contrôle de l'alésage Ø 12 H7.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Identification des risques et mesures de prévention en atelier

Les opérations comprennent le tronçonnage du brut, l'usinage sur centre, l'ébavurage et un essai du support sur le banc. Les principes généraux de prévention du Code du travail s'appliquent, notamment l'évaluation des risques et la mise en place de protections adaptées. Le centre d'usinage doit être utilisé avec ses protecteurs en place et conformément aux consignes du site.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger ou événement redouté	Mesure de prévention attendue
Usinage avec outil tournant	Contact avec l'outil ou projection de copeaux	À compléter
Ébavurage manuel	Coupure par arête ou bavure	À compléter
Essai du banc	Accrochage ou déplacement d'une pièce mal bridée	À compléter

Analyse des risques propre au poste de prototypage

4.1 (1,5 point) Compléter le DR 2 en associant à chaque situation un danger ou événement redouté pertinent et une mesure de prévention collective ou organisationnelle. Une mesure de protection individuelle peut être ajoutée lorsqu'elle complète la prévention.

4.2 (1,5 point) Avant le premier essai, proposer une séquence de vérifications en trois points portant sur le bridage du support, la zone d'essai et l'autorisation de mise en mouvement. Préciser une action immédiate à prendre si une anomalie est constatée.

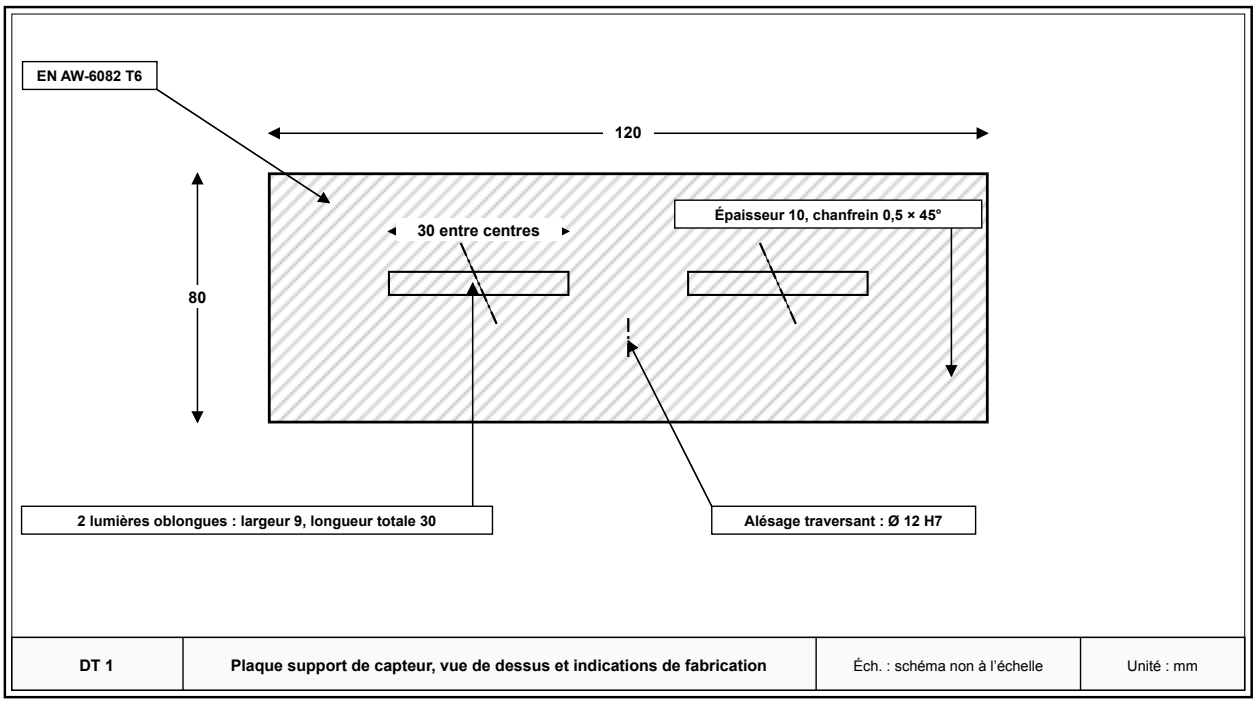
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION GÉOMÉTRIQUE DE LA PLAQUE SUPPORT DE CAPTEUR

La pièce est une plaque rectangulaire de dimensions nominales 120 × 80 × 10 mm. Elle comporte deux lumières oblongues traversantes de largeur 9 mm et de longueur totale 30 mm, dont les axes sont espacés de 30 mm. L'alésage traversant central est de Ø 12 H7. Les arêtes accessibles sont ébavurées et le chanfrein indiqué est de 0,5 × 45°. Les dimensions indiquées sur le plan prévalent sur les dimensions estimées à partir du schéma.

Les tolérances générales des dimensions non spécifiées individuellement sont prises selon ISO 2768-1, classe m, pour l'étude du prototype. La tolérance de l'alésage est spécifiée individuellement. La définition géométrique et les références fonctionnelles doivent être interprétées selon les indications portées au plan et les principes applicables de cotation technique.



Cotation en millimètres, schéma non à l'échelle

DT 2 : EXIGENCES CLIENT, MATÉRIAU ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES

Exigences de conception et données utiles à l'étude du prototype. Les normes citées indiquent des références de travail pour la définition et la fabrication ; elles ne remplacent pas l'analyse des risques du poste ni la vérification du banc complet.

Données techniques et références applicables à l'étude

Élément	Donnée	Source ou observation
Matière	EN AW-6082 T6	Données fournisseur de l'atelier
Masse volumique	2700 kg/m³	Valeur à utiliser pour les calculs
Limite conventionnelle d'élasticité minimale	250 MPa	Valeur matière fournie pour l'étude
Résistance à la corrosion	Bonne en atmosphère d'atelier non agressive	Protéger les surfaces si exposition à un milieu agressif
Usinabilité	Adaptée au fraisage et au perçage conventionnels	Évacuer les copeaux et maîtriser l'échauffement
Alésage fonctionnel	Ø 12 H7	Contrôle par tampon lisse ou moyen adapté étalonné
Tolérances générales	ISO 2768-1, classe m	Pour les dimensions non spécifiées individuellement
Cotation et spécification géométrique	ISO 1101 si une spécification géométrique est portée au plan	Interpréter uniquement les indications effectivement définies
Appréciation des risques	Principes généraux de prévention, Code du travail	Évaluation des risques de l'atelier avant réalisation
Utilisation du prototype	Essais en atelier, zone balisée, faible vitesse	Validation du montage avant toute utilisation prolongée

Extrait du dossier de définition et des données fournisseur

DT 3 : DONNÉES DE FABRICATION, COÛT MATIÈRE ET USINAGE

Le brut unitaire est une plaque de 125 × 85 × 12 mm. Pour le calcul du coût matière, utiliser le prix de 6,50 €/kg et la masse volumique de 2700 kg/m³. La géométrie simplifiée retenue pour le rendement est une plaque finie de 120 × 80 × 10 mm, moins les deux lumières et l'alésage. Le calcul de la trajectoire de coupe ne comprend pas les temps de changement d'outil, de bridage ni de contrôle.

Pour le fraisage : fraise carbure de diamètre 10 mm, trois dents, vitesse de coupe 180 m/min et avance par dent 0,04 mm/dent. Le centre d'usinage est limité à 6000 tr/min. La trajectoire cumulée est de 420 mm par pièce. Les relations à utiliser sont $n = 1000V_c/($
$piD)$, $V_f = f_z z n$ et $t = L/V_f$. Pour le débit des bruts, le trait de coupe du tronçonnage vaut 3 mm. La longueur nécessaire pour quatre bruts comprend un trait avant le premier brut et un trait entre deux bruts successifs, sans trait après le dernier.

Paramètres matière et procédé

Paramètre	Valeur	Unité
Dimensions du brut unitaire	125 × 85 × 12	mm
Quantité de prototypes	4	pièces
Masse volumique	2700	kg/m³
Prix matière	6,50	€/kg
Diamètre fraise D	10	mm
Nombre de dents z	3	dents
Vitesse de coupe Vc	180	m/min
Avance par dent fz	0,04	mm/dent
Longueur de coupe L	420	mm par pièce
Trait de coupe de tronçonnage	3	mm

Valeurs imposées pour les calculs de préparation

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : question 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases signalées par « ... ». Présenter les calculs et les unités sur la copie si l'espace du tableau est insuffisant.

Feuille de débit et contrôle du lot

Désignation	Dimensions ou méthode	Quantité	Résultat
Brut plaque	125 × 85 × 12 mm	.....	.....
Longueur des bruts débités	4 × 125 mm	.....	.....
Traits de coupe	Un avant le premier brut et un entre bruts	.....	.....
Longueur totale à débiter	Longueur des bruts + traits de coupe	.....	... mm
Contrôle de l'alésage	Moyen adapté à Ø 12 H7	.....	.....

À compléter par le candidat pour quatre pièces

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : question 4.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter chaque ligne en indiquant un danger ou événement redouté et une mesure de prévention adaptée. Les mesures doivent être concrètes et applicables au poste décrit.

Tableau d'analyse des risques du prototype

Situation de travail	Danger ou événement redouté	Mesure de prévention collective ou organisationnelle	Protection individuelle complémentaire, si nécessaire
Usinage avec outil tournant	.....	.....	.....
Ébavurage manuel	.....	.....	.....
Essai du banc	.....	.....	.....

À compléter par le candidat

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.