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

BACHELOR UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

GÉNIE MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C3 : CONCRÉTISER LA SOLUTION TECHNIQUE RETENUE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE	3

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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : GROUPE ADF, SITE DE FOS-SUR-MER, BOUCHES-DU-RHÔNE

Le site de Fos-sur-Mer doit équiper un poste de contrôle d'un support de capteur fixé sur le bâti d'une machine. L'équipe méthodes a retenu une équerre monobloc découpée dans une plaque, puis usinée et contrôlée. Vous intervenez en bureau des méthodes et en atelier pour concrétiser cette solution et préparer la fabrication d'un lot de 50 pièces.

Le support doit maintenir un capteur de masse 2,5 kg. Pour tenir compte des efforts dynamiques et des perturbations de fonctionnement, le cahier des charges impose une force de calcul de 250 N appliquée à 100 mm de l'encastrement. La flèche maximale admissible au point d'application est de 0,50 mm. La pièce doit être réalisée en alliage d'aluminium EN AW-6082 T6, sans arête vive, avec une protection contre la corrosion adaptée à l'environnement intérieur du poste.

Le barème total est de 20 points. Répondre sur les documents réponse lorsqu'ils sont fournis. Toute hypothèse complémentaire doit être explicitée et rester compatible avec les données du dossier technique.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4,5 points)

Traduire le besoin en exigences vérifiables et identifier les contraintes applicables

La solution retenue est une équerre monobloc découpée dans une plaque de 12 mm d'épaisseur. Elle comporte une semelle de fixation, une âme verticale et des lumières destinées au réglage du capteur. Les documents DT 1 et DT 2 fournissent les dimensions, les conditions d'utilisation et les références techniques à prendre en compte.

Exigences du cahier des charges

Fonction ou contrainte	Exigence	Critère de vérification
Maintenir le capteur	Effort de calcul de 250 N à 100 mm de l'encastrement	Vérification de résistance et de déformation
Permettre le réglage	Deux lumières de 9 × 20 mm	Contrôle dimensionnel
Assurer la fixation au bâti	Deux vis M8, entraxe 80 mm	Contrôle de position et essai de montage
Protéger l'utilisateur	Arêtes cassées, bavures éliminées	Contrôle visuel et tactile sans exposition à une arête coupante

Valeurs à respecter pour la définition et la réception de la pièce.

1.1 (1,5 point) À partir du cahier des charges et du DT 1, formuler la fonction principale de l'équerre et donner deux fonctions contraintes. Pour chacune, proposer un critère mesurable de validation.

1.2 (1,5 point) Relever trois contraintes à intégrer au dossier de définition ou de fabrication. Pour chacune, citer la donnée du sujet ou la référence technique pertinente parmi celles fournies au DT 2 et préciser sa conséquence pratique pour la pièce ou son contrôle.

1.3 (1,5 point) Compléter le tableau du DR 1 en associant à chaque exigence une caractéristique de la pièce, une méthode de contrôle et un résultat attendu. Les résultats attendus doivent être chiffrés lorsque le dossier fournit une valeur.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix du matériau et dimensionnement (7 points)

Vérifier la tenue mécanique, évaluer le rendement matière et préparer les paramètres d'usinage

On assimile l'âme de l'équerre à une poutre encastrée de section rectangulaire, de largeur 40 mm et d'épaisseur 12 mm. La force de calcul agit perpendiculairement à la plaque, à 100 mm de l'encastrement. Pour la vérification simplifiée, on utilise les relations du DT 2. Les effets locaux de la géométrie, les concentrations de contraintes et la souplesse de la fixation ne sont pas inclus dans ce modèle.

Le brut approvisionné est une plaque de 130 × 110 × 12 mm. Le prix d'un brut est de 4,20 €. Le taux de pièces conformes prévu au premier passage est de 92 %. Pour l'opération de contournage, l'outil carbure a un diamètre de 10 mm, deux dents, une vitesse de coupe recommandée de 80 m/min et une avance par dent de 0,06 mm.

Données de calcul et de fabrication

Paramètre	Symbole	Valeur
Force de calcul	F	250 N
Distance à l'encastrement	L	100 mm
Largeur de l'âme	b	40 mm
Épaisseur de la plaque	h	12 mm
Limite conventionnelle minimale d'élasticité du matériau	Rp0,2	250 MPa
Module d'Young	E	70 000 MPa
Vitesse de coupe recommandée	Vc	80 m/min
Avance par dent et nombre de dents	fz ; z	0,06 mm/dent ; 2

Données imposées pour les calculs de la partie 2.

2.1 (2 points) Calculer le moment fléchissant maximal à l'encastrement, puis le module de section rectangulaire et la contrainte normale maximale. Utiliser $M = F \times L$, $W = \frac{bh^2}{6}$ et $\sigma = \frac{M}{W}$. Indiquer les unités à chaque étape.

2.2 (1 point) Calculer le coefficient de sécurité simplifié $n = \frac{Rp0{,}2}{\sigma}$. Comparer la contrainte à la limite admissible du modèle, définie ici par $\sigma_{adm} = \frac{Rp0{,}2}{2}$. Conclure sur la conformité de la vérification simplifiée et rappeler une limite de ce modèle.

2.3 (1,5 point) La surface du profil fini, assimilée à une forme en L, se calcule par $A_p = (120 \times 12) + (100 \times 12) - (12 \times 12)$, en mm². Calculer la surface du brut, le rendement de matière $\eta = \frac{A_p}{A_b} \times 100$ et la surface de chute par pièce. Préciser que cette estimation surfacique ne tient pas compte du trait de coupe ni des bridages.

2.4 (1,5 point) Calculer le coût matière des 50 pièces conformes en tenant compte du taux de pièces conformes de 92 %. Le nombre de bruts à prévoir est arrondi à l'entier supérieur. Calculer le coût total des bruts, puis le coût matière moyen par pièce conforme. Indiquer le nombre de bruts non conformes ou de réserve pris en compte par l'arrondi.

2.5 (1 point) Calculer la fréquence de rotation théorique de l'outil à partir de $n_t = \frac{1000Vc}{\pi D}$, puis retenir une fréquence machine de 2 500 tr/min. Calculer l'avance d'usinage avec $V_f = f_z \times z \times n$. Donner les résultats en tr/min et en mm/min.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5,5 points)

Établir une nomenclature, une gamme cohérente et des contrôles de production

La fabrication est réalisée dans un atelier d'usinage équipé d'une scie à ruban, d'une fraiseuse à commande numérique, d'un poste de lavage et d'un poste de contrôle. Le profil extérieur est découpé dans le brut, les lumières sont usinées à la fraise, puis les arêtes sont cassées. La première pièce fait l'objet d'un contrôle complet avant lancement du lot.

Compléter le DR 1 pour la nomenclature et le DR 2 pour les opérations et contrôles. Les choix doivent respecter le plan du DT 1, les données matière du DT 2 et les prescriptions générales de préparation du DT 3.

Ordre général des opérations proposé

N°	Phase	Équipement principal
10	Débit du brut	Scie à ruban
20	Mise en position et usinage du profil	Fraiseuse à commande numérique
30	Usinage des deux lumières	Fraiseuse à commande numérique
40	Ébavurage et nettoyage	Poste manuel et poste de lavage
50	Contrôle final et identification	Moyens de contrôle dimensionnel

Ordre indicatif à détailler et à compléter par le candidat.

3.1 (2 points) Compléter la nomenclature du DR 1 pour une pièce et pour le lot de 50 pièces conformes. Indiquer la matière, la désignation du brut, les quantités théoriques, le nombre de bruts à approvisionner calculé à la question 2.4 et les composants de fixation explicitement prévus au cahier des charges.

3.2 (2 points) Renseigner le DR 2 en précisant, pour les phases 10 à 50, la mise en position ou le moyen de maintien, l'opération réalisée et un point de vigilance. L'ordre doit permettre de conserver des références stables pour l'usinage des lumières et leur contrôle.

3.3 (1,5 point) Proposer un contrôle de première pièce pour le profil extérieur, les deux lumières et l'entraxe des fixations. Pour chaque caractéristique, indiquer un moyen de contrôle adapté, la valeur nominale ou la tolérance disponible et la décision à prendre en cas de non-conformité. Ne pas inventer de tolérance lorsque le dossier n'en fournit pas.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Identifier les risques liés aux opérations et définir des mesures de prévention

Les phases de débit, d'usinage, d'ébavurage et de manutention exposent les opérateurs à des risques mécaniques, aux projections de copeaux, au bruit et aux arêtes coupantes. Les protections collectives de la machine doivent rester en place pendant les opérations. Les interventions nécessitant l'accès à une zone dangereuse se font machine arrêtée, après mise en sécurité conformément aux consignes de l'établissement.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger principal	Exemple de mesure attendue
Débit à la scie	Contact avec l'outil et projection de particules	Maintenir le protecteur en position et serrer le brut
Usinage sur fraiseuse	Projection de copeaux et contact avec les organes mobiles	Fermer l'enceinte avant le cycle
Ébavurage manuel	Coupure par arête ou bavure	Utiliser un outil adapté et des protections appropriées
Manutention des bruts	Pincement ou effort excessif	Évaluer la prise et utiliser une aide si nécessaire

Éléments à utiliser pour compléter le DR 2.

4.1 (1,5 point) Compléter le tableau d'analyse des risques du DR 2 pour les phases de débit, d'usinage et d'ébavurage. Pour chaque phase, indiquer le danger, la situation d'exposition et une mesure de prévention prioritaire, en privilégiant les protections collectives lorsque cela est possible.

4.2 (1,5 point) Indiquer les vérifications à réaliser avant le lancement du cycle d'usinage, puis préciser la conduite à tenir en cas de bourrage ou de pièce mal bridée. Citer les équipements de protection individuelle adaptés aux risques résiduels et rappeler qu'ils ne remplacent pas les protections de la machine.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN DE DÉFINITION DE L'ÉQUERRE SUPPORT DE CAPTEUR

Pièce monobloc découpée dans une plaque d'épaisseur 12 mm. Vue de profil de l'équerre, épaisseur hors du plan du dessin : 40 mm. La semelle mesure 120 mm de longueur et l'âme verticale 100 mm de hauteur. Le profil intérieur comporte un rayon minimal de 8 mm. La pièce comporte deux lumières oblongues de 9 × 20 mm dans l'âme verticale et deux trous de fixation de diamètre 8,5 mm dans la semelle, avec un entraxe de 80 mm. Les positions des lumières et des trous sont à définir sur le plan de fabrication en respectant les enveloppes fonctionnelles et les distances minimales aux bords. Les dimensions nominales indiquées ne constituent pas, à elles seules, des tolérances générales.

Pour les caractéristiques non tolérancées sur le croquis, le candidat doit signaler la nécessité de compléter le plan de fabrication avant lancement en série. Les repères et cotes du schéma sont donnés en millimètres.

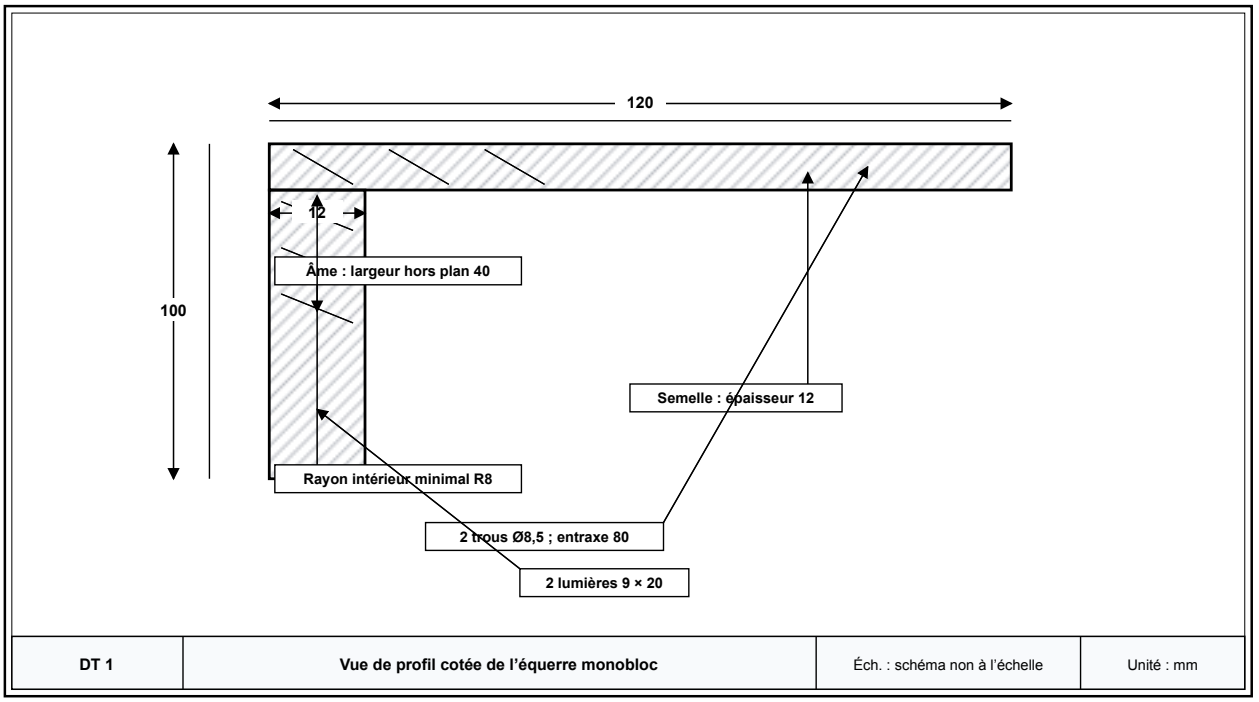


Schéma de principe non à l'échelle. Les traits obliques représentent conventionnellement le matériau en coupe.

Caractéristiques géométriques fonctionnelles

Caractéristique	Valeur nominale	Observation
Longueur de semelle	120 mm	Mesure suivant le plan de profil
Hauteur totale	100 mm	Mesure suivant le plan de profil
Épaisseur de plaque	12 mm	Épaisseur constante
Largeur hors plan	40 mm	Largeur constante
Rayon intérieur	R8 minimum	Éviter un angle rentrant vif
Lumières de l'âme	2 × 9 × 20 mm	Position à définir sur le plan de fabrication
Trous de semelle	2 × Ø8,5 mm	Entraxe 80 mm

Dimensions nominales utiles à la préparation et au contrôle.

DT 2 : MATÉRIAU, EXIGENCES DE CONCEPTION ET DONNÉES DE CALCUL

Matériau prescrit : alliage d'aluminium EN AW-6082 T6, fourni sous forme de plaque. Les valeurs mécaniques ci-dessous sont les valeurs conventionnelles retenues pour les calculs de cette épreuve. Elles ne remplacent pas le certificat matière du lot livré.

Références de conception à considérer : EN 573 pour la désignation des alliages d'aluminium corroyés, EN 755 pour les produits corroyés extrudés lorsque cette forme de produit est concernée, ISO 8015 pour les principes fondamentaux du système GPS et ISO 2768-1 uniquement si une tolérance générale est explicitement indiquée sur le dessin. La sécurité de conception d'une machine relève de l'analyse des risques selon EN ISO 12100. Les références citées sont des repères de travail : les prescriptions contractuelles et les éditions applicables doivent être vérifiées par le responsable méthodes.

Pour le modèle de poutre : $M = FL$, $W = \frac{bh^2}{6}$, $\sigma = \frac{M}{W}$, et, pour une charge ponctuelle en bout d'une poutre encastrée, $\delta = \frac{FL^3}{3EI}$, avec $I = \frac{bh^3}{12}$. Le calcul de déformation est fourni comme contrôle complémentaire ; il ne prend pas en compte la fixation réelle ni les effets locaux.

Fiche de données matière et de calcul

Donnée	Valeur	Unité
Désignation matière	EN AW-6082 T6	sans objet
Masse volumique	2 700	kg/m³
Module d'Young E	70 000	MPa
Limite conventionnelle minimale Rp0,2	250	MPa
Effort de calcul F	250	N
Bras de levier L	100	mm
Largeur de section b	40	mm
Épaisseur de section h	12	mm
Flèche maximale admissible au point d'application	0,50	mm

Valeurs conventionnelles imposées pour le sujet.

DT 3 : DONNÉES DE FABRICATION, DE CONTRÔLE ET DE PRÉVENTION

Brut unitaire : plaque rectangulaire 130 × 110 × 12 mm. Prix unitaire : 4,20 €. Rendement de pièces conformes prévu au premier passage : 92 %. Le calcul du coût matière ne comprend ni le temps opératoire, ni l'outillage, ni les coûts de traitement de surface.

Contournage : fraise carbure de diamètre 10 mm, deux dents, vitesse de coupe recommandée 80 m/min et avance par dent 0,06 mm/dent. Les valeurs de rotation et d'avance calculées sont théoriques ; l'opérateur doit vérifier les capacités de la machine, le serrage, l'évacuation des copeaux et les recommandations du fabricant de l'outil.

La préparation de fabrication doit intégrer les principes de prévention du Code du travail relatifs à la prévention des risques professionnels et à l'utilisation des équipements de travail, notamment les articles R. 4323-1 et suivants. Les dispositifs de protection de la machine ne doivent pas être neutralisés. Les interventions de dégagement d'un bourrage se font machine arrêtée et après mise en sécurité selon la procédure de l'atelier. Les équipements de protection individuelle sont déterminés à partir de l'évaluation des risques du poste.

Moyens de production et de contrôle disponibles

Opération ou contrôle	Moyen disponible	Point de vigilance
Débit du brut	Scie à ruban avec protecteur	Serrage stable et contrôle de la dimension du brut
Profil et lumières	Fraiseuse à commande numérique avec enceinte	Référencement, bridage, outil et évacuation des copeaux
Contrôle des dimensions	Pied à coulisse, micromètre, jauge de profondeur	Choisir le moyen selon la tolérance portée au plan
Contrôle des lumières	Pied à coulisse et calibre adapté si disponible	Vérifier longueur, largeur et état des bords
Ébavurage	Outil manuel adapté	Éliminer les bavures sans dégrader les surfaces fonctionnelles

Moyens proposés pour établir la gamme et le plan de contrôle.

Références de travail et domaine d'application

Référence	Domaine utile à l'étude
EN 573	Désignation des alliages d'aluminium corroyés
ISO 8015	Principes fondamentaux du système GPS
ISO 2768-1	Tolérances générales sur dimensions linéaires et angulaires, seulement si invoquées au plan
EN ISO 12100	Appréciation du risque et réduction du risque pour les machines
Code du travail, articles R. 4323-1 et suivants	Utilisation et maintien en état des équipements de travail

Références à consulter dans leur édition applicable au site.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.3 et 3.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Inscrire les unités, les quantités calculées et les méthodes de contrôle. En l'absence de tolérance définie dans le dossier, signaler qu'elle doit être portée sur le plan de fabrication avant le lancement en série.

Matrice exigences et vérifications

Exigence	Caractéristique de la pièce	Méthode de contrôle	Résultat attendu
Maintenir le capteur sous l'effort spécifié	.....	.....	.....
Permettre le réglage du capteur	.....	.....	.....
Fixer le support au bâti	.....	.....	.....
Éliminer les risques liés aux arêtes	.....	.....	.....

À compléter par le candidat.

Nomenclature matière et composants

Repère	Désignation	Matière ou spécification	Quantité par pièce	Quantité pour 50 pièces conformes	Quantité à approvisionner
1	Équerre monobloc	EN AW-6082 T6 ; brut 130 × 110 × 12 mm	.....	.....	.....
2	Vis de fixation au bâti	M8 ; spécification à confirmer au montage	.....	.....	.....
3	Capteur	Composant fourni par le client	.....	.....	.....

Renseigner les quantités pour une pièce et pour le lot conforme.

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 : questions 3.2, 3.3, 4.1 et 4.2 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les tableaux ci-dessous. Les mesures de prévention doivent être adaptées aux situations décrites et compatibles avec les consignes de l'atelier. Pour le contrôle, ne pas attribuer de tolérance qui ne figure pas dans le dossier.

Gamme opératoire et contrôle de première pièce

Phase	Mise en position ou maintien	Opération et point de vigilance	Contrôle ou critère d'acceptation
10 : Débit du brut	.....	.....	.....
20 : Usinage du profil	.....	.....	.....
30 : Usinage des lumières	.....	.....	.....
40 : Ébavurage et nettoyage	.....	.....	.....
50 : Contrôle final	.....	.....	.....

Compléter les colonnes laissées vides.

Analyse des risques et mesures de prévention

Phase	Danger	Situation d'exposition	Mesure de prévention prioritaire	EPI adaptés aux risques résiduels
Débit à la scie	.....	.....	.....	.....
Usinage sur fraiseuse	.....	.....	.....	.....
Ébavurage manuel	.....	.....	.....	.....
Débourrage ou pièce mal bridée	.....	.....	.....	.....

Compléter pour chaque situation de travail.

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.