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

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS, SOUS-ÉPREUVE U51 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SESSION 2026

Durée : 40 minutes

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	5

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de la calculatrice est soumis aux consignes de la convocation et du centre d'examen.

Le candidat s'appuie sur son dossier de conception détaillée et sur les documents mis à sa disposition par le centre d'examen.

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 CONSIGNES DE L'ÉPREUVE ORALE : ATELIER MECAFAB LOIRE, SAINT-ÉTIENNE

Information réglementaire : pour le BTS Conception de produits industriels, l'épreuve U51 est une épreuve orale de 40 minutes, coefficient 5, qui s'appuie sur le travail de conception détaillée et le dossier de projet du candidat. Le règlement national ne définit pas un sujet écrit standard en quatre parties ni le barème ci-dessous. Les questions et données qui suivent constituent une trame de questionnement technique structurée sur 20 points, et non un barème national réglementaire.

Pour cette trame, l'atelier Mecafab Loire étudie un chariot de manutention d'outillage destiné à un poste d'assemblage. Le châssis mécano-soudé doit supporter une charge utile uniformément répartie de 800 N. La portée entre appuis du longeron étudié est de 500 mm. La durée d'utilisation prévue est de 8 h par jour, en intérieur. Le candidat expose ses choix de conception détaillée, justifie les composants et matériaux retenus, et présente les moyens de validation et de préindustrialisation.

Les documents techniques DT 1 à DT 3 donnent les seules données nécessaires à l'étude illustrative. Les questions peuvent être rapprochées du projet présenté par le candidat, en explicitant clairement les différences éventuelles de géométrie, de matériaux et de conditions d'utilisation.

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

Traduction du besoin, fonctions et exigences

Le chariot doit transporter de l'outillage dans un atelier, franchir les déplacements au sol et rester stable à l'arrêt. La charge utile nominale est de 800 N. La structure est prévue en acier, avec quatre roulettes pivotantes freinées. Les données fonctionnelles et les contraintes d'environnement figurent dans le DT 2.

Exigences principales du chariot

Repère	Exigence	Valeur ou critère
F1	Transporter l'outillage	Charge utile : 800 N
F2	Se déplacer en atelier	4 roulettes, dont 4 avec frein
C1	Tenir dans l'environnement prévu	Intérieur, température de 5 °C à 40 °C
C2	Limiter la déformation du longeron	Flèche maximale visée : 2,0 mm sous charge nominale
C3	Permettre la fabrication en atelier	Débit, perçage et soudage de profilés disponibles

Données de l'étude illustrative, à utiliser pour justifier les choix de conception.

1.1 (1,5 point) Formulez la fonction principale du chariot et identifiez deux fonctions contraintes directement déduites des exigences F1 à C3.

1.2 (1,5 point) À partir du DT 2, proposez deux critères mesurables permettant de vérifier la conformité du chariot en service. Précisez pour chacun la grandeur, la valeur limite et le moyen de vérification.

1.3 (1 point) Expliquez pourquoi le freinage des roulettes et la stabilité doivent être pris en compte dès la conception détaillée. Indiquez un risque associé à une défaillance de chacun de ces points.

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

Choix de composants, calcul du longeron et préparation du débit

Le longeron étudié est un tube carré en acier S235, de section extérieure 30 mm × 30 mm et d'épaisseur 2 mm. Il est assimilé à une poutre simplement appuyée de portée 500 mm, chargée au centre par 800 N. Pour les calculs, on adopte un module d'Young de 210 000 N/mm² et une limite d'élasticité de 235 MPa. Le calcul est une vérification préliminaire, sans prise en compte des concentrations de contraintes ni des effets de soudage.

Pour une section tubulaire carrée, utiliser les relations du DT 2. Pour la poutre simplement appuyée avec charge ponctuelle centrale, utiliser $M_{max} = FL/4$ et $f = FL^3/(48EI)$.

Données de calcul du longeron

Grandeur	Symbole	Valeur
Charge au centre	F	800 N
Portée entre appuis	L	500 mm
Module d'Young de l'acier	E	210 000 N/mm²
Limite d'élasticité nominale	Re	235 MPa
Facteur de sécurité retenu pour cette comparaison	s	2
Flèche maximale visée	fadm	2,0 mm

Valeurs imposées pour la vérification préliminaire.

2.1 (2,5 points) Calculez le moment quadratique de la section du tube avec $I = (b^4 - (b-2e)^4)/12$, où $b = 30$ mm et $e = 2$ mm. Déterminez ensuite le moment fléchissant maximal, la contrainte normale maximale avec $\sigma_{max} = M_{max}(b/2)/I$, puis comparez cette contrainte à la contrainte admissible R_e/s.

2.2 (1,5 point) Calculez la flèche au centre du longeron avec la relation fournie. Comparez-la à la limite visée de 2,0 mm et concluez sur la conformité de cette vérification préliminaire.

2.3 (1,5 point) Le débit d'un châssis comprend 4 traverses de 500 mm, 2 longerons de 700 mm et 4 montants de 400 mm, tous dans le tube carré du DT 2. Pour une barre commerciale de 6 000 mm et un trait de scie de 3 mm par coupe, calculez la longueur totale des pièces, la longueur consommée par les coupes, la chute restante et le rendement matière défini par $\eta = L_{pièces}/L_{barre}$.

2.4 (1,5 point) Une scie circulaire de diamètre 250 mm doit travailler à une vitesse de coupe de 30 m/min. Calculez la vitesse de rotation à régler avec $n = 1000V_c/(\pi D)$, où D est exprimé en millimètres. Arrondissez à l'unité et indiquez une précaution de réglage ou de contrôle avant la coupe.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et validation (5 points)

Nomenclature, procédés et validation de la maquette numérique

La fabrication envisagée comprend le débit des profilés, l'ébavurage, le pointage sur gabarit, le soudage, le contrôle dimensionnel, la pose des roulettes et la finition de surface. Le candidat doit expliciter le lien entre la maquette numérique d'ensemble, les spécifications fonctionnelles et les documents de fabrication.

Données de fabrication et de contrôle

Opération	Donnée disponible	Contrôle ou résultat attendu
Débit	Tube acier 30 × 30 × 2 mm	Longueurs conformes à la feuille de débit
Assemblage	Soudage en atelier sur gabarit	Équerrage du châssis contrôlé
Roulettes	4 roulettes pivotantes freinées	Fixations accessibles et serrées
Validation	Charge utile nominale : 800 N	Flèche du longeron au plus égale à 2,0 mm dans le modèle

À exploiter pour proposer une gamme cohérente.

3.1 (2 points) Complétez la nomenclature et la feuille de débit du DR 1 à partir des données des DT 2 et DT 3. Précisez le matériau, la désignation du profilé, les quantités et les longueurs unitaires.

3.2 (1,5 point) Présentez une gamme opératoire ordonnée comportant au moins cinq étapes, depuis la réception des profilés jusqu'au contrôle final. Pour deux étapes, indiquez le moyen de contrôle ou le critère d'acceptation.

3.3 (1,5 point) Expliquez comment vous exploiteriez la maquette numérique pour vérifier l'assemblage, les interférences entre composants et le paramétrage fonctionnel. Proposez un résultat de simulation ou de contrôle à confronter à une exigence du cahier des charges.

PARTIE 4 : Prévention des risques et sécurité (4 points)

Identification des risques de fabrication et de mise en service

L'analyse de risques doit considérer les opérations de débit, d'ébavurage, de soudage, de manutention et l'utilisation du chariot. La démarche de conception s'appuie sur les principes généraux de prévention et sur l'identification des dangers liés à l'utilisation prévue.

Situations dangereuses à examiner

Situation	Danger potentiel	Étape concernée
Coupe d'un profilé	Contact avec l'outil, projections	Débit
Soudage du châssis	Rayonnements, fumées, brûlures	Assemblage
Déplacement du chariot	Départ intempestif ou perte de stabilité	Utilisation

Exemples de situations à analyser, sans préjuger de l'évaluation des risques propre à l'atelier.

4.1 (1,5 point) Pour deux situations du tableau, identifiez le danger, l'événement dangereux et une mesure de prévention prioritaire. Distinguez si possible la mesure de conception de la mesure relevant de l'organisation du poste.

4.2 (1,5 point) Proposez deux dispositions de conception limitant les risques lors du déplacement ou de l'immobilisation du chariot. Justifiez leur lien avec les exigences fonctionnelles.

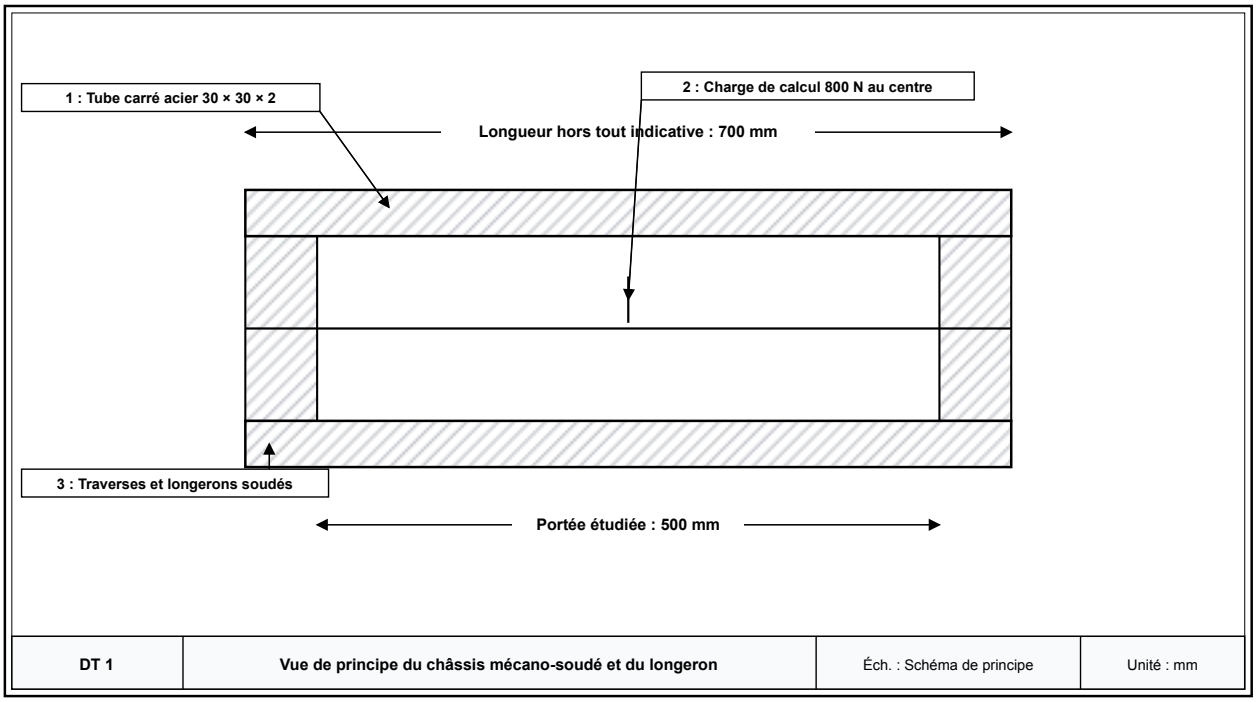
4.3 (1 point) Indiquez deux vérifications à réaliser avant la mise en service du chariot chargé, dont une portant sur les roulettes ou leurs freins.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE DU CHARIOT ET DU LONGERON ÉTUDIÉ

Schéma de principe non destiné à la fabrication à l'échelle. Le châssis est réalisé en tube carré acier. Le longeron représenté est contrôlé comme une poutre simplement appuyée de 500 mm de portée, soumise à une charge ponctuelle centrale de 800 N pour le calcul de la trame. Les cotes fonctionnelles indiquées prévalent sur l'échelle graphique.



DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS, MATÉRIAUX ET RELATIONS DE CALCUL

Les valeurs ci-dessous sont les données de l'étude. La désignation S235 et la limite d'élasticité nominale de 235 MPa sont utilisées pour la vérification simplifiée du longeron. Cette vérification ne remplace pas la validation complète de la structure, des assemblages soudés, des fixations et de la stabilité du chariot.

Caractéristiques techniques et références de conception

Élément	Caractéristique ou référence	Valeur ou application
Tube du châssis	Acier S235, section carrée	30 × 30 × 2 mm
Acier	Module d'Young E	210 000 N/mm²
Acier	Limite d'élasticité nominale Re	235 MPa
Roulettes	Pivotantes, freinées	4 unités, charge admissible à vérifier sur la fiche fournisseur
Démarche de conception	NF EN ISO 12100	Principes généraux d'appréciation et de réduction du risque, selon domaine d'application
Tolérances générales	NF EN ISO 2768-1	Référence possible si le dessin la spécifie et si elle est adaptée au besoin
Protection des travailleurs	Code du travail, principes généraux de prévention	Évaluation et prévention des risques liés aux opérations de fabrication et d'utilisation

Données fournies pour l'étude. Les normes applicables à un projet industriel réel sont à vérifier selon le produit et les exigences réglementaires concernées.

Relations de calcul fournies

Grandeur	Relation	Unité attendue
Moment quadratique du tube carré	$I = (b^4 - (b - 2e)^4) / 12$	mm⁴
Moment fléchissant maximal, charge centrale	$M_{max} = FL / 4$	N·mm si F en N et L en mm
Contrainte de flexion	$\sigma_{max} = M_{max}(b/2) / I$	N/mm², soit MPa
Flèche au centre, charge centrale	$f = FL^3 / (48EI)$	mm
Contrainte admissible simplifiée	$\sigma_{adm} = Re / s$	MPa

Unités à respecter pendant les calculs.

DT 3 : DONNÉES DE DÉBIT ET PARAMÈTRES DE COUPE

Le débit concerne un châssis. Les longueurs indiquées sont les longueurs finies des pièces, avant prise en compte du trait de scie. On compte une coupe par pièce. La barre commerciale mesure 6 000 mm et le trait de scie vaut 3 mm. Pour le calcul de rotation, le diamètre de la lame est de 250 mm et la vitesse de coupe recommandée pour l'exercice est de 30 m/min.

Liste des pièces à débiter et données de coupe

Pièce	Quantité	Longueur unitaire	Longueur cumulée
Traverse	4	500 mm	2 000 mm
Longeron	2	700 mm	1 400 mm
Montant	4	400 mm	1 600 mm
Total des pièces	10	À calculer	5 000 mm
Trait de scie	10 coupes	3 mm par coupe	30 mm
Barre commerciale	1	6 000 mm	Chute à calculer

Une barre de 6 000 mm est disponible pour le débit d'un châssis.

Paramètres de coupe

Paramètre	Symbole	Valeur
Vitesse de coupe	Vc	30 m/min
Diamètre de lame	D	250 mm
Relation	n	$n = 1000\ Vc / (\pi D)$, avec D en mm

Relation à utiliser pour la vitesse de rotation.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre : Nomenclature et feuille de débit — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases marquées « ... » à partir des DT 2 et DT 3. Les réponses doivent comporter les unités et distinguer la longueur des pièces de la longueur consommée par les traits de scie.

Nomenclature et feuille de débit du châssis

Repère	Désignation	Matériau et section	Quantité	Longueur unitaire	Longueur cumulée
1	Traverse	.....	4	500 mm	.....
2	Longeron	.....	2	700 mm	.....
3	Montant	.....	4	400 mm	.....
Total	Profilés débités	.....	10	.....	.....
Débit	Consommation des traits de scie	.....	10 coupes	3 mm	.....
Bilan	Chute restante sur barre de 6 000 mm	.....	1 barre	.....	.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre : Vérification du longeron **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les résultats de calcul avec les unités. Présenter les étapes principales et conclure par une comparaison explicite aux critères fournis.

Tableau de synthèse du dimensionnement préliminaire

Grandeur	Relation ou critère	Résultat du candidat	Conclusion
Moment quadratique I	DT 2	.....	.....
Moment maximal Mmax	FL/4	.....	.....
Contrainte maximale σmax	Mmax(b/2)/I	.....	Comparaison à Re/s : ...
Flèche au centre f	$FL^3/(48EI)$	.....	Comparaison à 2,0 mm : ...
Vitesse de rotation n	1000Vc/(πD)	.....	Réglage arrondi : ...

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.