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

CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT DE VÉHICULES

ÉPREUVE E6 : PRÉPARATION DES PROCESSUS DE FABRICATION INDUSTRIELLE

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT DE VÉHICULES	5

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 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : CARROSSERIE INDUSTRIELLE ARMOR VÉHICULES, SAINT-BRIEUC (CÔTES-D'ARMOR)

La société Armor Véhicules prépare une série de 120 véhicules utilitaires aménagés. Vous êtes chargé de préparer la fabrication d'un support de verrouillage destiné à un compartiment de soute. La pièce est réalisée dans une tôle d'acier formée par découpe laser et pliage. Le dossier technique fournit les caractéristiques du produit, les moyens disponibles et les résultats d'essais de pliage.

Le lot doit respecter les dimensions et exigences indiquées au DT 1. La préparation attendue comprend l'analyse du besoin, le choix et la justification des moyens, l'exploitation des essais, l'établissement d'un processus détaillé et l'identification des mesures de prévention. Les réponses chiffrées seront accompagnées des unités et des étapes de calcul utiles.

Le barème total est de 20 points. Les documents réponses DR 1 et DR 2 sont à compléter et à rendre avec la copie.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET EXIGENCES (4 points)

Compétence C2.1 : exploiter les données techniques et définir les exigences de réalisation

À partir du cahier des charges et du DT 1, analysez la fonction du support et les exigences qui conditionnent sa fabrication.

1.1 (1,5 point) Formulez la fonction principale du support de verrouillage et indiquez deux fonctions contraintes liées à son intégration dans le compartiment de soute.

1.2 (1 point) Relevez quatre exigences vérifiables du cahier des charges du DT 1. Pour chacune, indiquez le contrôle ou le document permettant de la vérifier.

1.3 (1,5 point) Le DT 1 demande une traçabilité matière par certificat et une identification des pièces du lot. Précisez les informations à vérifier sur le certificat matière et proposez une règle d'identification permettant de relier une pièce au lot fabriqué.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAU ET CALCULS (6 points)

Compétence C2.1 : choisir une solution de réalisation et vérifier les données de production

Les données nécessaires aux calculs sont fournies dans les DT 1 et DT 2. La tôle est débitée dans une feuille entière de 3 000 mm × 1 500 mm. Le plan de nesting prévoit un pas de 270 mm dans le sens de la longueur et de 130 mm dans le sens de la largeur.

Pour le calcul du rendement géométrique, assimilez chaque pièce à son rectangle enveloppe de 260 mm × 120 mm. Le rendement demandé est le rapport entre la surface totale des rectangles enveloppes débités et la surface totale de la feuille.

Données de production et de calcul

Donnée	Valeur
Dimensions de la feuille	3 000 mm × 1 500 mm
Pas de nesting	270 mm × 130 mm
Dimensions de la pièce développée	260 mm × 120 mm
Longueur totale de trajectoire laser par pièce	1,30 m
Vitesse de coupe retenue	2,4 m/min
Nombre de pierçages par pièce	8
Temps de pierçage	1,2 s par pierçage

Données issues des DT 1 et DT 2

2.1 (1 point) Justifiez le choix de la nuance de tôle au regard de la mise en forme et de l'usage prévu. Citez une vérification documentaire à effectuer à la réception.

2.2 (2 points) Déterminez le nombre maximal de pièces plaçables sur une feuille selon le pas de nesting fourni. Calculez ensuite le rendement géométrique correspondant, selon la définition donnée. Détaillez les arrondis éventuels.

2.3 (1,5 point) Calculez le temps de coupe laser par pièce, pierçages compris, puis le temps de coupe total pour 120 pièces. Utilisez les relations suivantes : $t_{coupe} = L/v$ et $t_{total} = t_{coupe} + n \times t_{pierçage}$. Exprimez le résultat par pièce en secondes et le résultat du lot en minutes.

2.4 (1,5 point) Calculez la masse d'une feuille, son coût matière et le coût matière imputé à une pièce si les 121 pièces plaçables sont débitées et que le coût de la feuille est réparti uniformément entre elles. Utilisez $m = L \times l \times e \times \rho$. Données : $e = 3\,\text{mm}$, $\rho = 7\,850\,\text{kg/m}^3$, prix matière $= 1,45\,€/\text{kg}$. Exprimez la masse en kilogrammes et les coûts en euros, avec deux décimales.

PARTIE 3 : ESSAIS ET PRÉPARATION DU PROCESSUS DE FABRICATION (7 points)

Compétences C2.2 et C2.3 : exploiter des essais et élaborer un processus détaillé

La pièce comporte deux plis à 90°. Les résultats d'essais du DT 3 sont obtenus sur la même nuance et la même épaisseur que la série. L'angle de réglage désigne l'angle intérieur imposé sous presse. L'angle mesuré est l'angle intérieur de la pièce après déchargement. La tolérance de l'angle fini est de 90° ± 1°.

Complétez le DR 1 pour présenter votre processus prévisionnel, puis le DR 2 pour exploiter les essais et définir le réglage retenu.

Résultats des essais de pliage

Essai	Réglage sous presse	Angle mesuré après déchargement	Écart à la cible de 90°
A	84°	88°	.....
B	86°	90°	.....
C	88°	92°	.....

Essais sur éprouvettes de même matière et épaisseur que la série, DT 3

3.1 (2 points) Complétez le DR 2 : calculez l'écart entre l'angle mesuré et la cible pour chaque essai, indiquez l'essai conforme à la tolérance et justifiez le réglage à retenir pour la première pièce de série.

3.2 (3 points) Complétez le DR 1 en ordonnant les opérations nécessaires, depuis la réception de la tôle jusqu'à la libération du lot. Pour chaque opération, indiquez le moyen principal, une donnée de réglage ou une consigne opératoire disponible dans le dossier, et le contrôle associé. Prévoyez notamment la découpe, l'ébavurage, le pliage et le contrôle final.

3.3 (2 points) Définissez le contrôle de première pièce avant lancement du lot : caractéristique à mesurer, moyen de contrôle adapté, critère d'acceptation et conduite à tenir si la pièce est non conforme. Indiquez également une mesure de suivi permettant de maîtriser les deux plis pendant la production.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Préparer une fabrication en intégrant les risques professionnels

Les opérations sont réalisées dans un atelier de carrosserie industrielle disposant d'une découpeuse laser, d'une presse plieuse et d'outils manuels d'ébavurage. Les dispositions générales de prévention du Code du travail s'appliquent, notamment l'évaluation et la réduction des risques professionnels.

4.1 (1,5 point) Identifiez trois risques distincts liés aux opérations de manutention, de découpe laser, de pliage ou d'ébavurage. Pour chaque risque, associez une mesure de prévention adaptée.

4.2 (1,5 point) Indiquez les vérifications à effectuer avant une intervention sur la presse plieuse après un incident ou un bourrage. Précisez les mesures de prévention lors de la manutention d'une tôle et les équipements de protection individuelle adaptés à l'ébavurage.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION DU SUPPORT DE VERROUILLAGE ET CAHIER DES CHARGES

Pièce : support de verrouillage de compartiment de soute, repère SV-120. Quantité du lot : 120 pièces. La pièce est réalisée dans une tôle développée rectangulaire de 260 mm × 120 mm et d'épaisseur 3 mm. Deux plis longitudinaux forment une section en U : les lignes de pli sont situées à 30 mm et 90 mm du bord transversal de référence. L'angle fini de chaque pli est de 90° ± 1°. Le rayon intérieur visé est de 3 mm.

Perçages du voile central : quatre trous Ø 9 mm, centres aux coordonnées (40;45), (220;45), (40;75) et (220;75) mm, mesurées depuis le coin inférieur gauche de la pièce développée. Deux lumières de 12 mm × 20 mm sont centrées aux coordonnées (130;15) et (130;105) mm. Les dimensions indiquées sont celles de la pièce développée avant pliage. Les chants doivent être ébavurés. Aucun défaut de découpe ne doit gêner le montage ni présenter d'arête coupante accessible.

Exigences de réception : matière S355MC avec certificat matière, épaisseur nominale 3 mm, identification du lot conservée, quantité livrée 120 pièces conformes. La géométrie finie doit permettre le montage sur le véhicule sans retouche. Références de gestion : désignation matière selon EN 10149-2 et certificat de contrôle matière selon EN 10204, type 3.1. Ces références documentaires ne remplacent pas les exigences dimensionnelles propres au présent cahier des charges.

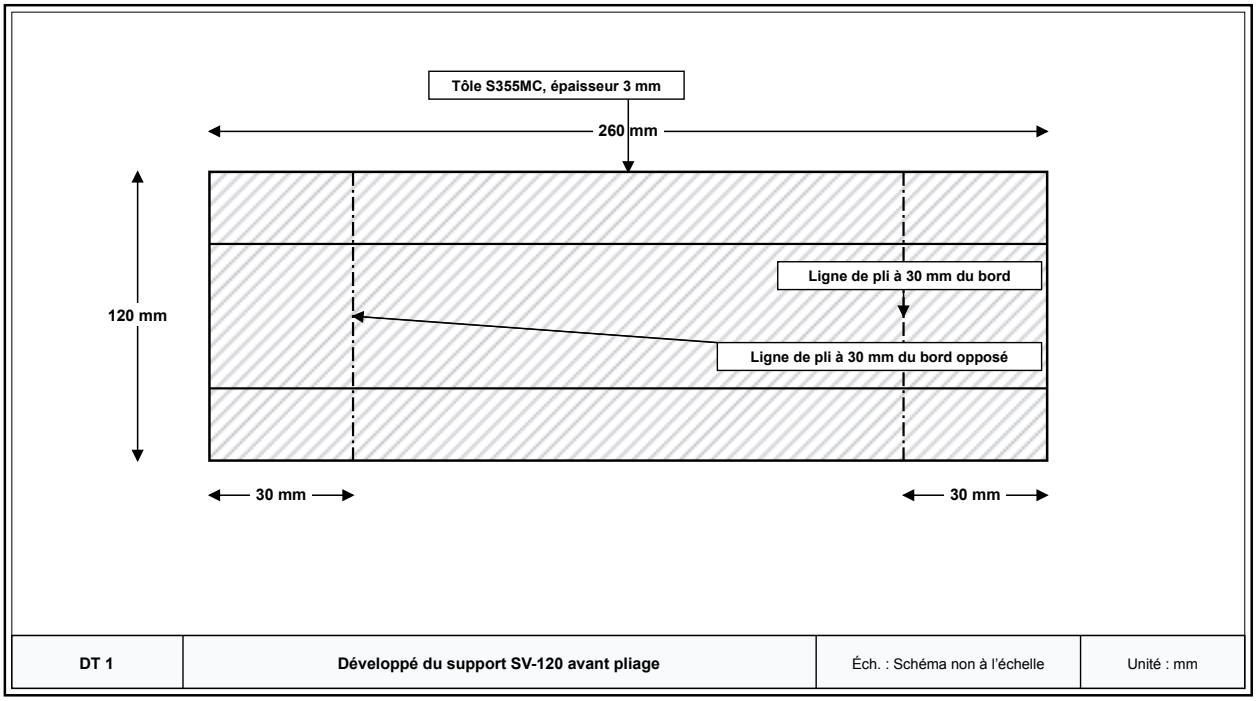


Schéma de principe coté. Les positions de perçages et de lumières sont définies dans le texte du DT 1. Cotes en millimètres.

Exigences de fabrication et de contrôle

Caractéristique	Exigence	Contrôle attendu
Matière	S355MC, épaisseur nominale 3 mm	Vérification de la désignation, de l'épaisseur et du certificat
Angle de chaque pli	90° ± 1° après déchargement	Mesure sur pièce déchargée
Rayon intérieur	3 mm visé	Vérification du réglage et contrôle de première pièce
État des chants	Sans bavure ni arête coupante accessible	Contrôle visuel et tactile avec précaution
Traçabilité	Identification du lot conservée jusqu'à libération	Enregistrement de l'identifiant sur les documents de suivi

Cahier des charges du support SV-120

DT 2 : MATÉRIAU, MOYENS DE PRODUCTION ET DONNÉES DE DÉCOUPE

Matière prescrite : acier S355MC, épaisseur 3 mm. Masse volumique à utiliser pour les calculs : 7 850 kg/m³. Prix d'achat retenu pour l'exercice : 1,45 € par kilogramme. Feuille disponible : 3 000 mm × 1 500 mm. La découpe laser est programmée avec un pas de nesting de 270 mm × 130 mm. Ce pas comprend le jeu entre pièces et les espacements prévus par le programme.

Données de découpe : trajectoire totale par pièce 1,30 m, vitesse de coupe 2,4 m/min, huit pierçages par pièce et temps de pierçage de 1,2 s par point. Pour les calculs de temps, négliger les déplacements à vide, les changements de programme et les arrêts. Pour le calcul de coût demandé, répartir le coût d'une feuille entre toutes les pièces débitées à partir de cette feuille.

Moyens disponibles : découpeuse laser avec programme de nesting, presse plieuse équipée d'un poinçon et d'une matrice compatibles avec une tôle de 3 mm, outils d'ébavurage manuel, pied à coulisse, rapporteur d'angle et gabarit de contrôle de montage.

Données des moyens et paramètres

Équipement ou donnée	Caractéristique
Feuille de tôle	3 000 mm × 1 500 mm × 3 mm
Masse volumique	7 850 kg/m³
Prix matière	1,45 € / kg
Pas de nesting	270 mm × 130 mm
Vitesse de coupe laser	2,4 m/min
Longueur de trajectoire	1,30 m par pièce
Pierçages	8 par pièce, 1,2 s par pierçage

Paramètres à utiliser dans l'étude

DT 3 : COMPTE RENDU DES ESSAIS DE PLIAGE ET PRINCIPES DE PRÉVENTION

Les essais ont été réalisés sur une éprouvette représentative du lot, avec le même matériau, la même épaisseur, le même outillage et la même méthode de mesure que ceux prévus pour la série. Les angles indiqués sont relevés après déchargement. La cible est un angle intérieur fini de 90° ± 1°.

Lors des essais, l'angle fini augmente de 2° lorsque le réglage sous presse augmente de 2°. Le réglage d'essai à 86° a donné un angle fini de 90°. Le dossier impose de vérifier la première pièce de série après réglage, puis de maintenir un contrôle périodique selon le plan de contrôle de l'atelier.

Prévention : appliquer les principes généraux de prévention du Code du travail, notamment l'évaluation des risques et la mise en œuvre de mesures de protection adaptées. Avant toute intervention dans une zone dangereuse d'une machine, empêcher tout redémarrage intempestif selon la procédure de consignation de l'entreprise. Pour la manutention, utiliser les aides mécaniques disponibles lorsque la charge ou la prise le justifie. Le port des équipements de protection individuelle est défini selon l'évaluation des risques et les consignes de l'atelier.

Relevé des essais de pliage

Essai	Réglage sous presse	Angle fini mesuré	Tolérance d'angle fini
A	84°	88°	90° ± 1°
B	86°	90°	90° ± 1°
C	88°	92°	90° ± 1°

Essais sur éprouvettes représentatives

Risques et moyens de prévention à prendre en compte

Opération	Exemples de risques	Principes de prévention
Manutention des tôles	Coupure, écrasement, effort excessif	Aide à la manutention, organisation de la prise, gants adaptés selon l'évaluation des risques
Découpe laser	Rayonnement, fumées, risque lié à la machine	Carters et dispositifs de sécurité opérationnels, aspiration en service, respect des consignes
Pliage	Écrasement ou cisaillement dans la zone outil	Dispositifs de protection en service, maintien des distances de sécurité, intervention uniquement selon la procédure
Ébavurage	Coupure, projection de particules	Outil adapté, pièce stabilisée, lunettes et équipements définis par l'évaluation des risques

Données de préparation sécurité de l'atelier

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : préparation du processus de fabrication

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez le tableau en indiquant les opérations dans un ordre cohérent. Précisez pour chaque opération le moyen, une consigne ou donnée opératoire, et le contrôle associé. Ajoutez des lignes si nécessaire.

Gamme prévisionnelle du support SV-120

N°	Opération	Moyen principal	Consigne ou donnée opératoire	Contrôle associé
.....	Réception et identification matière	.....	.....	.....
.....	Préparation du programme et du nesting	.....	.....	.....
.....	Découpe laser	.....	.....	.....
.....	Ébavurage	.....	.....	.....
.....	Pliage des deux lignes	.....	.....	.....
.....	Contrôle final et libération du lot	.....	.....	.....

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 : exploitation des essais de pliage

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez les écarts par rapport à la cible. Indiquez la conformité au regard de la tolérance et le réglage que vous retenez pour la première pièce de série.

Analyse des essais et décision de réglage

Essai	Réglage sous presse	Angle fini mesuré	Écart signé à la cible de 90°	Conforme à 90° ± 1° ?	Décision ou justification
A	84°	88°	.....	.....	.....
B	86°	90°	.....	.....	.....
C	88°	92°	.....	.....	.....
Réglage retenu pour la première pièce	.....	.....	.....	.....	.....

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.