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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro TCI, veuillez visiter :
bacprotci.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

TECHNICIEN EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2026

SOUS-ÉPREUVE E22 : ÉLABORATION D'UN PROCESSUS DE FABRICATION

Coefficient : 3 Durée : 3 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Les documents réponses DR 1 et DR 2 sont à rendre avec la copie.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MÉTRÉ ET CALCULS (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET CFAO (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

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

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIERS DE CHAUDRONNERIE DU VAL DE LOIRE, SAUMUR (MAINE-ET-LOIRE)

Les Ateliers de chaudronnerie du Val de Loire réalisent pour leur client, la société AgroMaine, un lot de 24 capots de visite destinés à protéger des organes de convoyage dans un atelier de conditionnement. Vous êtes chargé de préparer la fabrication d'un capot plié à partir d'une tôle inoxydable découpée sur machine à commande numérique.

Le capot est réalisé en acier inoxydable 304L, épaisseur nominale 2 mm. La pièce finie comporte un fond de 260 mm × 180 mm, quatre retours de 30 mm de hauteur et quatre perçages de fixation de diamètre 9 mm. Les arêtes doivent être ébavurées. Les cotes et conditions de réalisation applicables sont celles des documents techniques fournis avec le sujet.

La fabrication doit être préparée pour une découpe laser sur une tôle de 2000 mm × 1000 mm, puis pliage sur presse plieuse. La qualité de découpe doit satisfaire au cahier des charges client et aux critères de contrôle définis dans le dossier technique.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (4 points)

Exploiter le cahier des charges et identifier les exigences applicables

À partir de la mise en situation et des documents DT 1 et DT 2, analysez la fonction du capot et les exigences de fabrication. Les exigences normatives mentionnées dans le dossier sont des références de conception, de matériau ou de procédé applicables au présent travail.

1.1 (2 points) Indiquez la fonction principale du capot et relevez deux exigences fonctionnelles ou géométriques du cahier des charges auxquelles la pièce finie doit satisfaire.

1.2 (2 points) Associez chacune des références suivantes à son domaine d'application dans ce dossier : EN 10088-2, EN ISO 9013 et EN ISO 12100. Pour chaque référence, indiquez une vérification ou une disposition de fabrication pertinente.

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

Déterminer les données de débit, de découpe et de coût matière

Utilisez les dimensions de développé fournies et les données de production du DT 2. Présentez les unités et les étapes de calcul. Les résultats de longueur peuvent être arrondis au millimètre et les coûts au centime.

Données de débit et de production

Donnée	Valeur
Dimensions hors tout du développé	314 mm × 234 mm
Dimensions de la tôle	2000 mm × 1000 mm
Espacement minimal entre développés	5 mm
Vitesse de coupe laser	1800 mm/min
Temps de perçage initial	1,2 s par contour fermé
Masse volumique de l'acier inoxydable	8000 kg/m³
Prix matière	6,80 €/kg

Données contractuelles et paramètres fournis pour les calculs

2.1 (1 point) La tôle a une épaisseur de 2 mm. Calculez sa masse en kilogrammes, puis le coût matière de la tôle entière. Utilisez les relations $V = L \times l \times e$ et $m = \rho \times V$. Donnez le résultat avec une précision adaptée aux données fournies.

2.2 (2 points) En plaçant les développés sans rotation, avec un espacement minimal de 5 mm et sans imposer de marge en bord de tôle, déterminez le nombre maximal de pièces pouvant être disposées sur une tôle de 2000 mm × 1000 mm. Justifiez le nombre de pièces par rangée et le nombre de rangées, puis calculez le rendement surfacique du nesting. Utilisez $R = \frac{N \times S_p}{S_t} \times 100$, où $S_p = 314 \times 234$ et $S_t = 2000 \times 1000$.

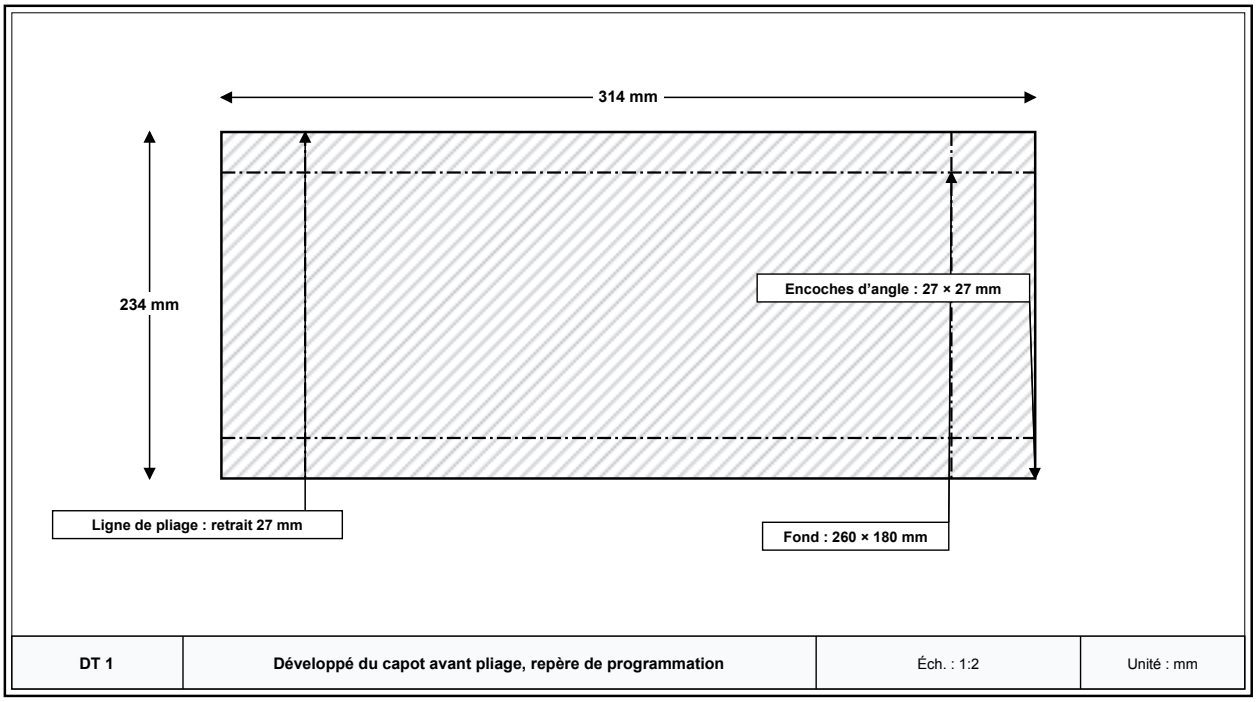
2.3 (2 points) Le contour extérieur du développé comprend quatre encoches d'angle de 27 mm × 27 mm. Le périmètre reste identique à celui du rectangle hors tout, car chaque segment retiré est remplacé par deux segments de même longueur. La pièce comporte aussi quatre trous de diamètre 9 mm. Calculez la longueur totale de coupe, en utilisant $L_c = 2(314 + 234) + 4\pi \times 9$. Puis calculez le temps de coupe et le temps total laser en ajoutant cinq temps de perçage initial de 1,2 s. Le contour extérieur et chacun des quatre trous nécessitent un perçage initial.

2.4 (1 point) En répartissant le coût de la tôle entière à parts égales sur les pièces effectivement produites, calculez le coût matière imputé à un capot lorsque le nesting permet de fabriquer 24 pièces sur la tôle. Indiquez également la surface de chute résultant de cette fabrication, en m^2, en considérant la surface totale de la tôle et la surface nette des 24 développés.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET CFAO (7 points)

Établir les données de programmation et proposer un processus de réalisation

La CFAO est préparée à partir du développé du DT 1. Le repère d'usinage est défini avec son origine au coin inférieur gauche du rectangle hors tout du développé, axe X horizontal vers la droite et axe Y vertical vers le haut. Les coordonnées des centres des trous sont données par rapport à cette origine.



3.1 (2 points) Déterminez les coordonnées X et Y des centres des quatre trous de fixation dans le repère de programmation. Le fond se situe entre les lignes de pliage ; chaque trou est à 20 mm des bords du fond. Chaque trou a un diamètre de 9 mm. Reportez les coordonnées et le diamètre sur le document réponse DR 1.

3.2 (2 points) Complétez sur le document réponse DR 1 la feuille de débit pour un capot : désignation de la matière, épaisseur, dimensions hors tout du développé, nombre de trous et diamètre, puis quantité à fabriquer. Les données sont à reprendre des documents fournis.

3.3 (2 points) Sur le document réponse DR 2, ordonnez les opérations de fabrication depuis la réception de la tôle jusqu'au contrôle final. Indiquez pour chaque opération le moyen ou le poste adapté et un contrôle ou point de vigilance associé. Le processus doit intégrer la découpe numérique, l'ébavurage, le pliage et le contrôle dimensionnel.

3.4 (1 point) Indiquez deux contrôles à réaliser sur le premier article avant de lancer la série de 24 pièces. Pour chacun, précisez la caractéristique contrôlée et le moyen de contrôle adapté.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Prévenir les risques lors de la découpe, de la manutention et du pliage

Les opérations sont réalisées dans un atelier équipé d'une machine de découpe laser à enceinte protégée, d'une presse plieuse et d'un moyen de manutention des tôles. Les opérateurs appliquent les consignes de l'entreprise, les notices des équipements et les principes de prévention des risques professionnels.

4.1 (1 point) Citez deux risques liés à la manutention et à la manipulation des tôles inox de 2 mm, puis indiquez une mesure de prévention adaptée à chacun.

4.2 (1 point) Indiquez deux vérifications ou mesures de prévention à effectuer avant le lancement de la découpe laser, en vous appuyant sur la mise en sécurité de la machine et sur les consignes du fabricant.

4.3 (1 point) Lors du pliage, citez un risque spécifique et donnez deux mesures de prévention permettant de réduire ce risque pour l'opérateur.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION DU CAPOT ET DÉVELOPPÉ DE FABRICATION

Pièce : capot de visite ouvert en partie inférieure, constitué d'un fond plan et de quatre retours pliés à 90°. Dimensions finies extérieures du fond : 260 mm × 180 mm. Hauteur extérieure des retours : 30 mm. Épaisseur nominale : 2 mm. Le développé validé pour la présente étude mesure 314 mm × 234 mm. Les lignes de pliage sont situées à 27 mm des bords extérieurs du développé. Les quatre encoches d'angle mesurent 27 mm × 27 mm. La pièce comporte quatre trous de fixation de diamètre 9 mm dans le fond. Les centres des trous sont à 20 mm des bords du fond. Les cotes du développé sont celles retenues par le dossier de fabrication ; aucune correction supplémentaire de pliage n'est à appliquer dans les calculs de cette épreuve.

Exigences client : matière inoxydable 304L ; arêtes ébavurées ; absence de bavure susceptible de gêner le montage ; respect des dimensions du fond et du positionnement des trous. Tolérances générales de fabrication : ±1 mm pour les cotes hors tout et ±0,5 mm pour le diamètre et la position des trous, sauf indication particulière portée au plan.

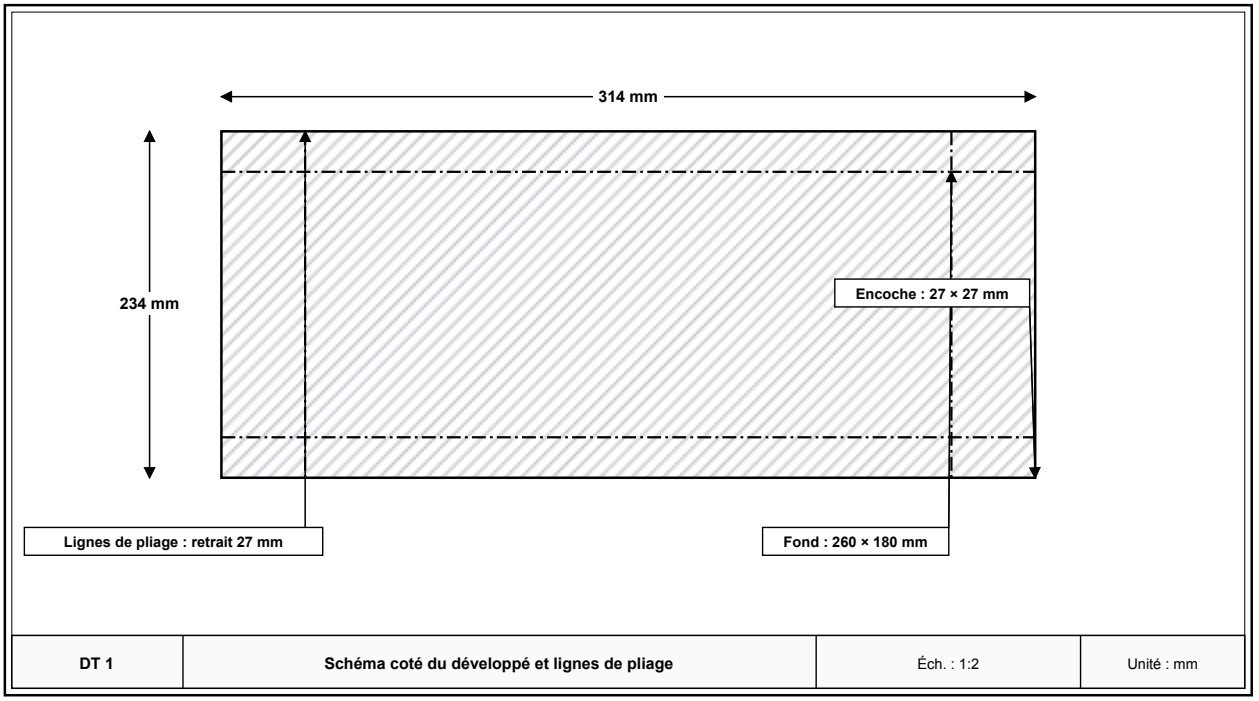


Schéma de préparation CFAO. Les zones de retours sont figurées autour du fond. Les dimensions chiffrées du document prévalent sur l'échelle graphique.

Repères géométriques du développé

Caractéristique	Valeur	Observation
Développé hors tout	314 mm × 234 mm	Cote de débit
Fond fini	260 mm × 180 mm	Entre lignes de pliage
Retraits des lignes de pliage	27 mm	Sur les quatre côtés
Encoches d'angle	27 mm × 27 mm	Quatre encoches
Perçages	4 × Ø 9 mm	Centres à 20 mm des bords du fond

Cotes de définition applicables à la préparation de la découpe

DT 2 : MATIÈRE, NORMES ET DONNÉES DE PRODUCTION

Matière retenue : acier inoxydable austénitique 304L, désignation courante 1.4307, sous forme de tôle de 2 mm. La norme EN 10088-2 concerne les conditions techniques de livraison des tôles et bandes en acier résistant à la corrosion. La norme EN ISO 9013 définit la classification de la qualité de coupe thermique, notamment pour les procédés de coupe concernés ; le niveau de qualité demandé doit être vérifié selon le plan et le cahier des charges client. La norme EN ISO 12100 fournit des principes généraux d'appréciation et de réduction des risques liés aux machines. Les consignes du constructeur et les procédures de sécurité de l'atelier restent applicables.

Données pour les calculs : dimensions de tôle 2000 mm × 1000 mm ; épaisseur 2 mm ; espacement minimal entre développés 5 mm ; masse volumique de calcul 8000 kg/m³ ; prix matière 6,80 €/kg. Pour le nesting, les développés sont placés sans rotation. Vitesse de coupe retenue pour l'étude : 1800 mm/min. Temps de perçage initial : 1,2 s par contour fermé. Pour une pièce, il faut considérer un contour extérieur et quatre contours de trous.

Caractéristiques et paramètres de fabrication

Élément	Donnée	Unité ou référence
Matière	Acier inoxydable 304L, 1.4307	EN 10088-2
Épaisseur	2	mm
Dimensions de la tôle	2000 × 1000	mm
Espacement minimal de nesting	5	mm
Masse volumique de calcul	8000	kg/m³
Prix matière	6,80	€/kg
Vitesse de coupe	1800	mm/min
Temps de perçage initial	1,2	s par contour fermé
Qualité de coupe thermique	À vérifier selon l'exigence client	EN ISO 9013

Valeurs fournies pour cette étude de préparation

DT 3 : EXTRAIT DU CAHIER DE FABRICATION ET CONSIGNES DE PRÉVENTION

Ordre général de fabrication attendu : réception et identification de la tôle ; vérification de la matière et de l'épaisseur ; préparation du fichier CFAO et contrôle des unités, du repère et des dimensions ; chargement et positionnement de la tôle ; découpe laser ; déchargement et ébavurage ; pliage des quatre retours ; contrôle du premier article ; lancement de la série après validation ; contrôle final et identification des pièces.

Avant utilisation d'une machine, l'opérateur prend connaissance de la notice et des consignes de poste. La découpe laser est réalisée avec les protections et dispositifs de sécurité prévus par le constructeur en état de fonctionnement. Les opérations de manutention et de pliage sont organisées pour prévenir les coupures, les écrasements et les troubles liés aux efforts. Les équipements de protection individuelle sont choisis selon l'évaluation des risques et les consignes de l'atelier. Les interventions de réglage ou de maintenance ne sont effectuées que dans les conditions prévues par la procédure de l'entreprise.

Contrôles du premier article : conformité de la matière et de l'épaisseur ; dimensions hors tout ; dimensions du fond ; diamètre et position des perçages ; qualité d'ébavurage ; géométrie des retours après pliage. Les instruments de contrôle sont choisis en fonction de la caractéristique mesurée et de la tolérance à vérifier.

Points de contrôle du premier article

Caractéristique	Exigence	Exemple de moyen adapté
Matière et épaisseur	304L, épaisseur nominale 2 mm	Certificat matière et micromètre
Dimensions du développé	314 mm × 234 mm	Réglet ou instrument de mesure adapté
Perçages	4 trous Ø 9 mm, position ±0,5 mm	Pied à coulisse et contrôle de position
Dimensions du fond plié	260 mm × 180 mm	Réglet ou pied à coulisse selon accessibilité
Arêtes	Ébavurées, sans bavure gênant le montage	Contrôle visuel et tactile sécurisé

Extrait du cahier de fabrication

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Coordonnées de programmation et feuille de débit, questions 3.1 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Pour les coordonnées, utiliser le repère défini dans l'énoncé : origine au coin inférieur gauche du développé, axes X et Y orientés vers la droite et vers le haut. Indiquer les coordonnées en millimètres.

Coordonnées des centres des trous

Repère du trou	X (mm)	Y (mm)	Diamètre (mm)
H1	.....	.....	.....
H2	.....	.....	.....
H3	.....	.....	.....
H4	.....	.....	.....

Feuille de débit d'un capot

Donnée de fabrication	Valeur à renseigner
Désignation de la pièce	.....
Matière et nuance	.....
Épaisseur	.....
Dimensions hors tout du développé	.....
Nombre et diamètre des trous	.....
Quantité à fabriquer	.....

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Gamme simplifiée de fabrication, question 3.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter la gamme en ordonnant les opérations. Pour chaque opération, indiquer un moyen ou un poste adapté et un contrôle ou point de vigilance. Le nombre de lignes n'impose pas le nombre exact d'opérations : les opérations nécessaires doivent être inscrites dans un ordre cohérent.

Gamme de fabrication du capot de visite

N°	Opération	Moyen ou poste	Contrôle ou point de vigilance
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

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.