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

ÉPREUVE E2 : PRÉPARATION ET SUIVI D'UNE PRODUCTION

Coefficient : 3 Durée : 4 heures

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

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAUX ET CALCULS (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (5 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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.
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 DU VAL D'ORNE, ATELIER DE CHAUDRONNERIE ET CHANTIER DE RÉHABILITATION, ZONE INDUSTRIELLE DE MONDEVILLE, CALVADOS

Les Ateliers du Val d'Orne réalisent, pour le client Normandie Traitement des Airs, le remplacement d'un tronçon de gaine de ventilation d'un atelier de traitement thermique situé à Mondeville. Le tronçon existant présente une corrosion traversante et doit être remplacé lors d'un arrêt programmé de l'installation.

Le travail demandé porte sur la préparation et le suivi de la production d'un tronçon droit de gaine rectangulaire en acier, puis sur la préparation de son intervention sur chantier. Le candidat exploite les documents DT 1 à DT 3 et complète les documents réponse DR 1 et DR 2. Les dimensions, tolérances, caractéristiques matière, paramètres de coupe et exigences de contrôle applicables au sujet sont fournis dans le dossier technique.

Le barème est de 20 points. Les résultats de calcul seront accompagnés de leur unité et d'un arrondi adapté. Les règles générales de prévention du Code du travail s'appliquent. Les références normatives indiquées dans le dossier constituent les exigences retenues par le client pour cette opération.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)

Exploiter le cahier des charges et identifier les exigences applicables

Le tronçon à remplacer assure l'évacuation d'air chaud entre deux brides existantes. Il doit être fabriqué conformément aux dimensions du DT 1, être compatible avec les raccordements conservés et permettre une intervention sans remise en service non autorisée de l'installation. Le client exige une traçabilité matière, un contrôle dimensionnel avant expédition et une vérification de l'absence de fuite après montage.

Exigences du cahier des charges

Exigence	Valeur ou condition	Contrôle attendu
Section intérieure nominale	800 mm × 500 mm	Contrôle des dimensions et de l'équerrage
Longueur hors tout	2 000 mm	Contrôle avant expédition
Matière	Acier S235JR, épaisseur nominale 2 mm	Certificat matière et marquage
Écart admissible sur les dimensions principales	± 2 mm	Mesure au réglet ou au mètre et contrôle croisé
Étanchéité après montage	Aucune fuite détectable lors du contrôle prévu par le client	Contrôle visuel et essai convenu avec le client
Mise en service	Autorisation du client après contrôle et levée de consignation	Validation par le responsable d'installation

Données contractuelles du client pour le tronçon étudié.

1.1 (1,5 point) À partir du cahier des charges et du DT 1, relever les fonctions du tronçon et citer trois exigences de fabrication ou de montage qui contribuent à assurer ces fonctions.

1.2 (1,5 point) Pour chacune des références du DT 3, indiquer son domaine d'application dans cette opération. Distinguer les références de matériaux, de représentation ou de qualité de soudage des obligations générales de prévention prévues par le Code du travail. Ne pas attribuer à une référence une exigence qui n'est pas indiquée dans le dossier.

1.3 (2 points) Relever sur le DT 1 les quatre dimensions principales du tronçon et indiquer, pour chacune, la tolérance spécifiée. Expliquer pourquoi la cote de raccordement entre brides doit être contrôlée avant la fabrication définitive.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAUX ET CALCULS (5 points)

Établir le métré, le débit matière et les paramètres de préparation

Le tronçon est constitué de quatre panneaux rectangulaires débités dans des tôles planes. Pour le calcul de débit, les dimensions des flans tiennent compte des retours et des surlongueurs de raccordement indiqués dans le DT 1. La masse volumique de l'acier est donnée dans le DT 2. Les prix et paramètres de coupe sont des données de l'atelier applicables au présent sujet.

Les formules utiles sont : aire d'un rectangle $A = L \times l$; masse $m = \rho \times V$; rendement matière $\eta = \frac{A_{utile}}{A_{achetée}} \times 100$; chute $A_{chute} = A_{achetée} - A_{utile}$; résistance thermique d'une couche homogène $R = \frac{e}{\lambda}$; temps de coupe théorique $t = \frac{L_{coupe}}{v}$.

Données de débit et de calcul

Élément	Quantité	Dimensions unitaires	Donnée complémentaire
Panneau supérieur et panneau inférieur	2	810 mm × 2 020 mm	Flans rectangulaires
Panneau latéral gauche et panneau latéral droit	2	510 mm × 2 020 mm	Flans rectangulaires
Tôle disponible	2 tôles	1 500 mm × 3 000 mm × 2 mm	Prix : 175,00 € par tôle
Masse volumique de l'acier	Sans objet	Sans objet	7 850 kg/m³
Isolant prévu autour de la gaine	Sans objet	Épaisseur 50 mm	Conductivité thermique $\lambda = 0,040$ W/(m·K)
Vitesse de coupe plasma de référence	Sans objet	Épaisseur acier 2 mm	4,5 m/min
Temps de perçage initial	4 perçages	8 s par perçage	À ajouter au temps de coupe théorique

Les dimensions des flans sont données en millimètres, sauf indication contraire.

2.1 (1,5 point) Calculer l'aire totale utile des quatre flans en m^2. Calculer ensuite le rendement matière et l'aire totale de chute obtenue avec les deux tôles disponibles. Présenter les calculs et les résultats arrondis au centième de m^2 et au dixième de pourcentage.

2.2 (1 point) Calculer la masse théorique des quatre flans, en utilisant une épaisseur de 2 mm et la masse volumique fournie. Calculer également le coût d'achat des deux tôles. Donner les résultats en kilogrammes et en euros, avec une précision adaptée.

2.3 (0,75 point) Calculer la résistance thermique R de la couche d'isolant de 50 mm. Indiquer si la valeur obtenue satisfait l'exigence minimale du client, fixée à $1,20\ m^2 \cdot K/W$.

2.4 (0,75 point) Calculer la longueur totale de coupe des quatre flans rectangulaires, puis le temps total de préparation comprenant la coupe à la vitesse de référence et les quatre perçages initiaux. Exprimer le temps final en secondes et en minutes, arrondi au dixième de minute.

2.5 (1 point) À partir du DT 2, proposer une disposition des flans sur les deux tôles qui respecte les dimensions disponibles. Compléter le DR 1 en indiquant les quantités, dimensions, aire utile et opération de contrôle associée à chaque élément.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (5 points)

Organiser les opérations, les contrôles et la traçabilité

La fabrication est réalisée en atelier avant transport sur chantier. Le procédé de soudage prévu par l'atelier est le MAG, désignation 135. Les réglages définitifs relèvent du mode opératoire de soudage applicable et doivent être adaptés aux équipements et à l'épaisseur. Le candidat ne doit pas inventer de paramètres de soudage absents du dossier.

Le contrôle du tronçon doit être réalisé avant expédition. Les résultats sont enregistrés sur la fiche de suivi DR 2. Toute non-conformité doit être signalée et traitée avant le départ de l'ouvrage vers le chantier.

Ordre de fabrication et points d'arrêt

Étape	Opération attendue	Point de contrôle ou preuve
1	Vérification des documents et de la matière	Identification et traçabilité matière
2	Traçage et débit des flans	Dimensions, équerrage et absence de défaut de coupe
3	Mise en forme et préparation des assemblages	Concordance avec le plan et maintien des dimensions
4	Assemblage et soudage suivant le mode opératoire applicable	Ordre des assemblages et contrôle visuel des soudures
5	Contrôle final, protection et préparation à l'expédition	Fiche de contrôle complétée et identification de l'ouvrage

Séquence de référence à compléter et à justifier par le candidat.

3.1 (2 points) Établir un protocole opératoire ordonné pour fabriquer le tronçon, depuis la réception des tôles jusqu'à la préparation à l'expédition. Pour chaque étape, préciser une ressource ou un moyen de production et un contrôle pertinent. Indiquer à quel moment vérifier le maintien de la géométrie de la gaine.

3.2 (1,5 point) Compléter le DR 1 par la nomenclature et la feuille de débit des quatre panneaux. Les aires utiles doivent être calculées à partir des dimensions du DT 2. Préciser le repère de chaque panneau et la quantité à fabriquer.

3.3 (1,5 point) Compléter le DR 2 par les contrôles à effectuer avant expédition. Pour chaque contrôle, indiquer le moyen adapté et la trace à conserver. Inclure au minimum un contrôle dimensionnel, un contrôle visuel des assemblages et une vérification de la traçabilité matière.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (5 points)

Préparer l'intervention et prévenir les risques liés à la fabrication et au chantier

L'intervention de remplacement se déroule pendant un arrêt programmé. La gaine existante peut contenir de l'air chaud ou des résidus de production. Le client est responsable de la consignation de

l'installation et de la délivrance de l'autorisation de reprise. Les travaux de découpe et de soudage sont des travaux par point chaud. Les moyens de manutention et les accès doivent être vérifiés avant intervention.

Situation de travail et dangers identifiés

Situation	Danger ou événement redouté	Éléments connus
Découpe de l'ancienne gaine	Brûlure, projections, départ de feu	Travail par point chaud en atelier industriel
Intervention sur l'installation existante	Exposition à une énergie ou à un fluide résiduel	Consignation et vérification avant ouverture exigées par le client
Manutention du tronçon neuf	Écrasement, heurt, chute de charge	Masse théorique des flans calculée en partie 2 ; moyens à vérifier avant levage
Soudage et meulage	Rayonnements, fumées, bruit et projections	Équipements de protection adaptés et captage des fumées à mettre en œuvre
Travail en hauteur éventuel	Chute de personne ou d'objet	Accès sécurisé à définir après inspection du chantier

Données de la situation à prendre en compte pour l'analyse des risques.

4.1 (2 points) Compléter le DR 2 par une analyse de trois situations dangereuses distinctes. Pour chacune, préciser le danger, le dommage possible et une mesure de prévention collective ou organisationnelle prioritaire. L'une des situations doit concerner l'intervention sur la gaine existante.

4.2 (1,5 point) Décrire, dans l'ordre, les vérifications et autorisations à obtenir avant le début des travaux sur la gaine existante. Votre réponse doit traiter de la consignation, de la vérification de l'absence d'énergie ou de fluide dangereux et de l'autorisation de travaux par point chaud.

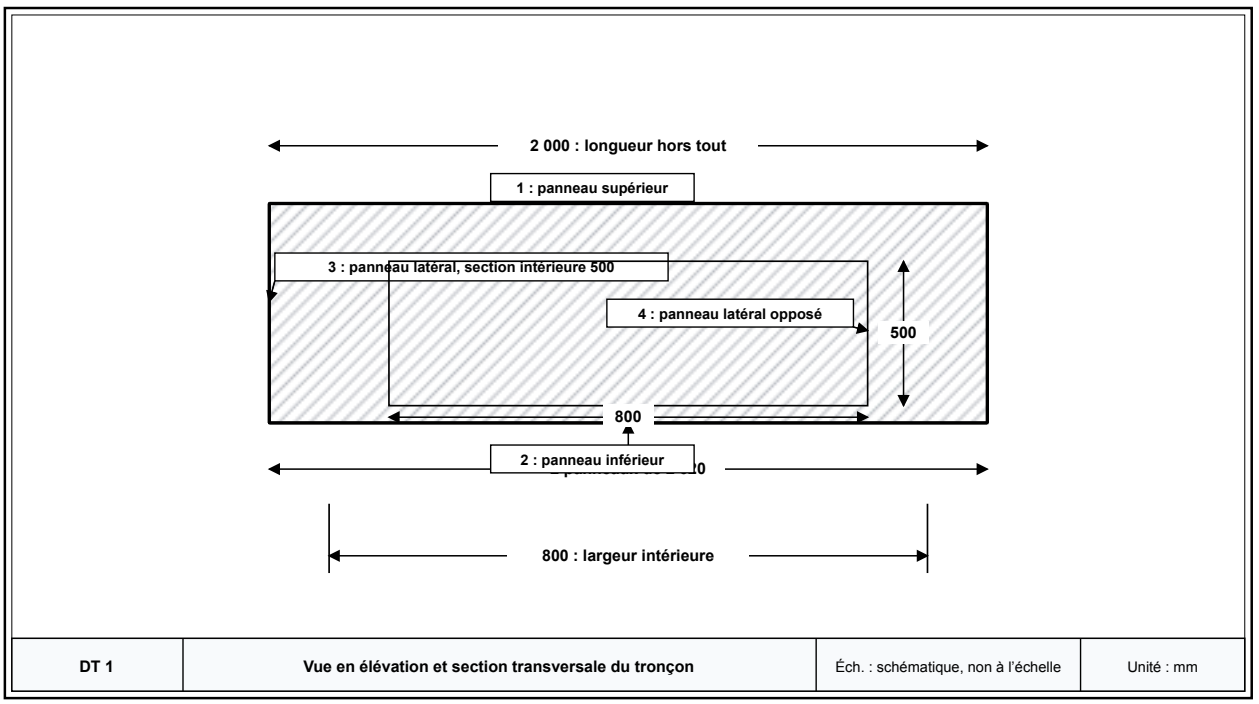
4.3 (1,5 point) Citer les équipements de protection individuelle et les dispositions collectives adaptés aux opérations de découpe, de soudage, de meulage et de manutention. Préciser la conduite à tenir en cas de découverte d'une situation non prévue ou d'un risque non maîtrisé.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN D'ENSEMBLE COTÉ DU TRONÇON DE GAINE À REMPLACER

Le plan est schématique et n'est pas à l'échelle. Les cotes indiquées en texte font foi. Le tronçon est un conduit droit rectangulaire de section intérieure nominale 800 mm × 500 mm et de longueur hors tout 2 000 mm. Les brides existantes sont conservées. La section de raccordement doit être vérifiée sur chantier avant lancement de la fabrication. Les flans comprennent les retours et surlongueurs nécessaires à l'assemblage, conformément aux dimensions de débit du DT 2.



Repères 1 à 4 : panneaux de la gaine. Les cotes fonctionnelles sont données en millimètres.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES MATIÈRE, DÉBIT ET EXIGENCES DIMENSIONNELLES

Les tôles sont livrées avec une identification matière exploitable pour assurer la traçabilité. La nuance demandée est S235JR selon EN 10025-2. La masse volumique conventionnelle de calcul est de 7 850 kg/m³. Les dimensions de débit comprennent les retours et surlongueurs prévus pour l'assemblage du tronçon. Deux tôles de 1 500 mm × 3 000 mm sont disponibles. Pour l'évaluation, les flans peuvent être disposés par paires sur les deux tôles, sans tenir compte de la largeur du trait de coupe.

Nomenclature et dimensions de débit

Repère	Désignation	Quantité	Dimensions du flan	Épaisseur	Matière
1	Panneau supérieur	1	810 mm × 2 020 mm	2 mm	S235JR
2	Panneau inférieur	1	810 mm × 2 020 mm	2 mm	S235JR
3	Panneau latéral gauche	1	510 mm × 2 020 mm	2 mm	S235JR
4	Panneau latéral droit	1	510 mm × 2 020 mm	2 mm	S235JR

Tolérance sur les dimensions principales de la gaine : ± 2 mm.

Données économiques et thermiques

Grandeur	Valeur
Prix d'achat d'une tôle	175,00 €
Nombre de tôles achetées	2
Épaisseur d'isolant	50 mm
Conductivité thermique de l'isolant	$\lambda = 0,040$ W/(m·K)
Résistance thermique minimale demandée	$R = 1,20$ m²·K/W

Valeurs conventionnelles à utiliser pour les calculs du sujet.

DT 3 : PROCÉDÉS, PARAMÈTRES DE COUPE, RÉFÉRENCES TECHNIQUES ET PRÉVENTION

Les informations de ce document sont les seules données de référence à utiliser pour les calculs et les choix demandés. Les normes sont citées comme références techniques retenues dans le dossier de l'opération. Elles ne remplacent ni le cahier des charges ni les consignes de l'employeur.

Références techniques retenues pour l'opération

Référence	Domaine indiqué dans le dossier	Application au sujet
EN 10025-2	Produits laminés à chaud en aciers de construction non alliés	Identification de la nuance S235JR spécifiée pour les tôles
EN ISO 2553	Représentation symbolique des assemblages soudés sur les dessins	Lecture des indications de soudage lorsqu'elles sont présentes sur un plan
EN ISO 5817	Niveaux de qualité des imperfections des assemblages soudés par fusion	Le cahier des charges du client retient le niveau C pour le contrôle des assemblages concernés
Code du travail	Principes généraux de prévention et protection des travailleurs	Organisation de la prévention en atelier et sur chantier

Domaines d'utilisation à interpréter au regard du travail demandé.

Paramètres de coupe et données de production

Opération ou caractéristique	Valeur fournie	Consigne d'utilisation
Découpe plasma, acier épaisseur 2 mm	Vitesse de référence : 4,5 m/min	Valeur d'estimation du temps de coupe
Perçage initial	4 perçages à 8 s chacun	Ajouter le temps des perçages au temps de coupe
Procédé de soudage prévu	MAG, désignation 135	Appliquer le mode opératoire de soudage en vigueur dans l'atelier
Essai d'étanchéité	Modalité définie par le client avant intervention	Enregistrer le résultat du contrôle convenu
Levage et manutention	Moyen à choisir après vérification de la charge et des conditions de chantier	Respecter les consignes de l'employeur et du site

Valeurs fournies par l'atelier pour l'estimation demandée.

Mesures de prévention à considérer

Risque	Exemples de mesures collectives ou organisationnelles	Équipements individuels adaptés
Énergie ou fluide résiduel dans la gaine	Consignation par le client, identification des énergies, vérification avant ouverture	EPI définis après évaluation des risques résiduels
Travaux par point chaud	Autorisation préalable, éloignement ou protection des combustibles, moyens d'extinction et surveillance	Protection oculaire et faciale, vêtements adaptés, gants
Fumées de soudage et poussières	Captage à la source et ventilation adaptés au poste	Protection respiratoire si l'évaluation des risques la rend nécessaire
Manutention d'une charge	Vérification du moyen de levage, de l'accessoire, du parcours et de la zone d'exclusion	Chaussures de sécurité et gants adaptés à la manutention
Travail en hauteur éventuel	Accès sécurisé et protections collectives adaptées à la configuration	Équipement antichute uniquement si les protections collectives ne suffisent pas et selon les consignes du site

L'analyse de risques doit être adaptée aux conditions réelles du chantier.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 2.5 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement le tableau. Indiquer les calculs essentiels, les unités et les résultats demandés. La nomenclature doit comporter les quatre panneaux du tronçon.

Nomenclature et feuille de débit à compléter

Repère	Désignation	Quantité	Dimensions unitaires du flan	Aire unitaire en m²	Contrôle avant assemblage
1	Panneau supérieur	1	810 mm × 2 020 mm	.....	.....
2	Panneau inférieur	1	810 mm × 2 020 mm	.....	.....
3	Panneau latéral gauche	1	510 mm × 2 020 mm	.....	.....
4	Panneau latéral droit	1	510 mm × 2 020 mm	.....	.....
Total	Aire utile des quatre flans	4	.....	.....	.....

Données géométriques extraites du DT 2.

Bilan du débit matière à compléter

Grandeur	Calcul ou réponse
Aire achetée totale en m²	.....
Aire utile totale des flans en m²	.....
Rendement matière en %	.....
Aire totale de chute en m²	.....
Disposition proposée des flans sur les tôles	.....

Deux tôles de 1 500 mm × 3 000 mm sont disponibles.

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 3.3 et 4.1 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les tableaux en précisant les moyens de contrôle, les preuves à conserver et les mesures de prévention adaptées. Les mesures proposées doivent respecter les informations des DT 2 et DT 3.

Fiche de contrôle et de suivi avant expédition

Point contrôlé	Moyen ou méthode	Résultat ou critère à vérifier	Trace à conserver
Traçabilité matière	.....	Nuance S235JR et identification de la tôle	.....
Dimensions et équerrage	.....	Cotes principales conformes au plan et tolérance ± 2 mm	.....
Assemblages soudés	.....	Contrôle visuel selon les exigences du client et le niveau spécifié	.....
Étanchéité	.....	Résultat conforme à l'essai convenu avec le client	.....
Identification de l'ouvrage	.....	Repérage permettant le suivi avant expédition	.....

Renseigner les moyens de contrôle et les enregistrements associés.

Analyse des risques à compléter

Situation dangereuse	Danger	Dommage possible	Mesure de prévention collective ou organisationnelle prioritaire
Découpe de la gaine existante	.....	.....	.....
Ouverture de l'installation existante	.....	.....	.....
Manutention et positionnement du tronçon neuf	.....	.....	.....
Soudage ou meulage sur chantier	.....	.....	.....

Proposer des mesures de prévention adaptées aux situations réelles.

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.