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 BP Métallier, veuillez visiter :
bpmetallier.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

MÉTALLIER

SESSION 2026

SOUS-ÉPREUVE E11 : ÉTUDE, PRÉPARATION ET SUIVI D'UN OUVRAGE (U.11)

Coefficient : 4 Durée : 4 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Les documents réponse 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, MATÉRIAUX ET CALCULS (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET DE POSE (6 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 : SERRURERIE MÉTALLERIE DU RHÔNE, ATELIER DE VÉNISSIEUX, ET CHANTIER DE RÉHABILITATION DU CENTRE ASSOCIATIF DES MINGUETTES, VÉNISSIEUX (RHÔNE)

L'entreprise Serrurerie Métallerie du Rhône doit fabriquer et poser un garde-corps métallique droit en rive d'une plateforme intérieure. Vous intervenez en préparation de travaux, à partir du dossier technique remis ci-dessous. L'ouvrage comprend une main courante, une lisse intermédiaire, cinq montants et un remplissage par barreaux verticaux.

Le cahier des charges impose une longueur finie de 2 400 mm, une hauteur finie de 1 000 mm, des montants espacés de 600 mm d'axe en axe et vingt-quatre barreaux verticaux répartis régulièrement. Les profils et les données de fabrication sont définis dans les documents DT. Les exigences chiffrées du cahier des charges sont les données de l'étude pour cet ouvrage.

La durée réglementaire de l'épreuve est de quatre heures. Les trente premières minutes sont consacrées à la prise de connaissance du dossier et sont comprises dans cette durée. Répondre sur les documents DR prévus à cet effet ou sur copie en indiquant clairement les numéros des questions. Les résultats numériques seront accompagnés de leurs unités.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (4 points)

Décoder le dossier et relever les exigences de l'ouvrage

À l'aide des documents DT 1, DT 2 et DT 3, analyser la demande et repérer les caractéristiques utiles à la préparation de l'ouvrage. Les références normatives listées dans le dossier sont des références documentaires : les dimensions imposées par le cahier des charges restent les données chiffrées à appliquer dans cette étude.

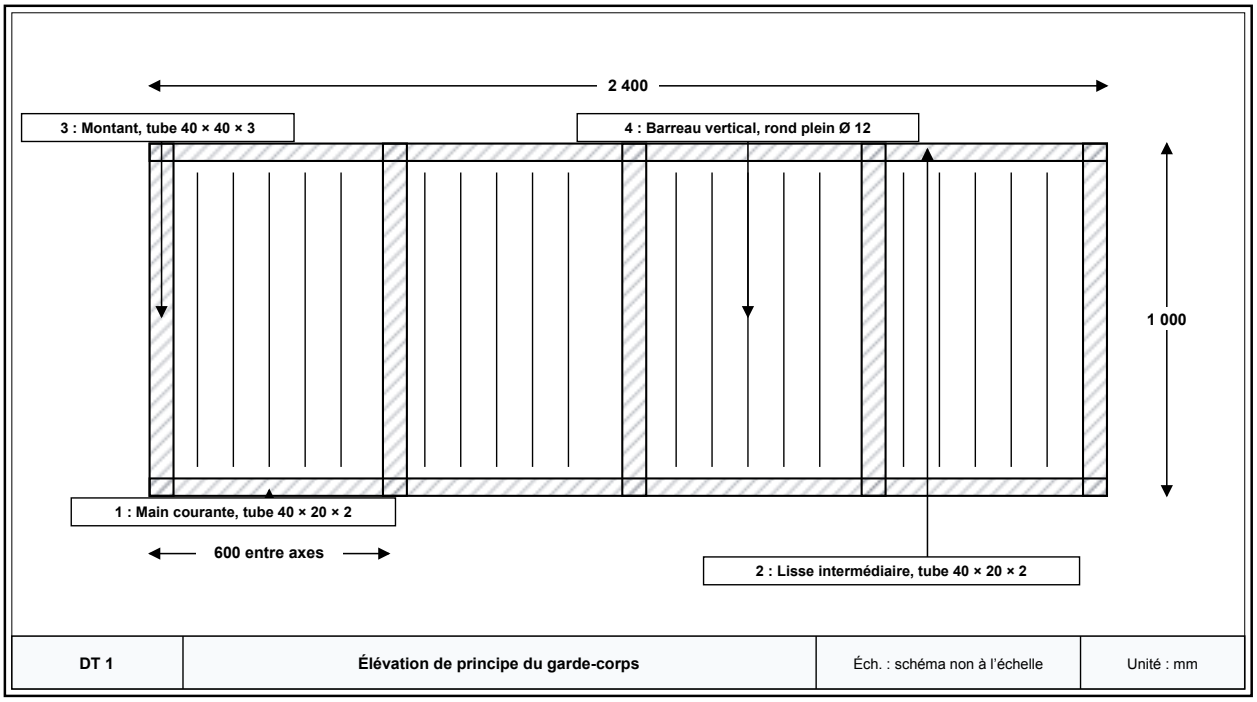


Schéma coté de l'ouvrage. Les cotes écrites priment sur les proportions du schéma.

1.1 (1 point) Indiquer la fonction du garde-corps dans l'ouvrage et nommer les trois documents du dossier technique qui permettent de préparer sa fabrication et sa pose.

1.2 (1,5 point) Relever dans le cahier des charges et le DT 1 les quatre exigences dimensionnelles ou de composition à respecter pour l'ouvrage. Préciser les unités.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 2, citer deux références techniques pertinentes pour l'étude d'un garde-corps métallique et indiquer, pour chacune, le domaine traité tel qu'il est présenté dans le document. Indiquer également quelle donnée chiffrée du projet doit être contrôlée à la réception de l'ouvrage.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAUX ET CALCULS (7 points)

Établir les quantités, le débit matière et vérifier les données de fixation

Utiliser les données du DT 1 et du DT 2. Les longueurs de débit sont des longueurs finies avant soudage. Pour les calculs de rendement, le trait de scie est traité séparément et les chutes géométriques sont calculées à partir des longueurs nominales.

Caractéristiques des produits et données de calcul

Repère	Désignation	Longueur unitaire	Quantité	Longueur commerciale	Prix HT par longueur commerciale
1	Tube acier S235, 40 × 40 × 3 mm, montants	1 000 mm	5	6 000 mm	38,00 €
2	Tube acier S235, 40 × 20 × 2 mm, lisses	2 400 mm	2	6 000 mm	32,00 €
3	Rond plein acier S235, Ø 12 mm, barreaux	900 mm	24	6 000 mm	18,00 €
4	Lame de scie circulaire, diamètre	250 mm	1	Vitesse de rotation : 30 tr/min	Donnée machine

Données fournies pour l'étude.

Données de vérification des ancrages

Solution	Résistance de calcul en traction NRd	Résistance de calcul au cisaillement VRd	Effort de calcul par ancrage
A	3,0 kN	2,0 kN	NEd = 2,0 kN et VEd = 1,2 kN
B	4,0 kN	2,5 kN	NEd = 2,0 kN et VEd = 1,2 kN

Valeurs de calcul fournies pour la comparaison simplifiée de cette étude.

2.1 (1 point) Calculer la longueur totale nécessaire pour chaque famille de profilés : tube 40 × 40 × 3 mm, tube 40 × 20 × 2 mm et rond plein Ø 12 mm. Présenter les résultats en mètres.

2.2 (2 points) Compléter le DR 1 pour établir la feuille de débit et le nombre de longueurs commerciales à approvisionner. Pour les rondins, déterminer le rendement matière nominal à l'aide de la formule $R = \frac{L_{utile}}{L_{achetée}} \times 100$. Indiquer également la chute géométrique nominale totale sur les trois familles, hors trait de scie.

2.3 (1 point) Calculer le coût d'achat HT des longueurs commerciales nécessaires, d'après le tableau du DT 2. Détailler le calcul par famille de produits et donner le total en euros.

2.4 (1 point) Calculer la vitesse périphérique de la lame à partir de $V_c = \frac{\pi D n}{1000}$, avec D en millimètres et n en tours par minute. Donner le résultat en mètres par minute et vérifier s'il se situe dans la plage de référence indiquée au DT 3.

2.5 (2 points) Comparer les solutions d'ancrage A et B avec le critère simplifié fourni au DT 2 : $\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$. Calculer l'indice pour chaque solution, puis retenir celle qui satisfait le critère et justifier votre choix.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET DE POSE (6 points)

Organiser les opérations et définir les contrôles de fabrication

À partir du dossier technique, proposer une préparation cohérente de la fabrication et de la mise en œuvre. Compléter le DR 1 et le DR 2. Les opérations doivent être ordonnées de façon à permettre le contrôle des dimensions et de la géométrie avant la finition et la pose.

Ordre général des opérations fourni par l'entreprise

Phase	Données ou exigence
Réception matière	Contrôler désignations, sections, longueurs et état des produits.
Débit	Tracer, régler la butée, couper les pièces selon le DR 1 et ébavurer.
Montage et soudage	Positionner sur gabarit, pointer, contrôler l'équerrage et souder.
Finition	Éliminer les bavures, contrôler les soudures et appliquer le système de protection prévu au DT 3.
Pose	Implanter, percer, fixer, régler l'aplomb et contrôler les dimensions finies.

À exploiter pour préparer le processus détaillé.

3.1 (2 points) Compléter le DR 1 en précisant, pour chaque repère, la section, la longueur de débit, la quantité totale et le nombre de longueurs commerciales à approvisionner.

3.2 (2 points) Compléter le DR 2 en remettant les opérations de fabrication dans un ordre chronologique et en associant à chaque étape un contrôle pertinent. Les contrôles attendus portent notamment sur la longueur, l'espacement des montants, l'équerrage, la hauteur et l'état des arêtes.

3.3 (2 points) Rédiger une séquence de pose en quatre étapes au minimum. Préciser les vérifications à effectuer avant le perçage, après la fixation et avant la réception de l'ouvrage.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Identifier les risques et proposer des mesures de prévention adaptées

La fabrication se déroule en atelier et la pose sur une plateforme située à 1,2 m au-dessus du sol. Les opérations prévues comprennent la manutention de profils métalliques, le sciage, le soudage, le meulage et le perçage du support. Appliquer les principes généraux de prévention et les consignes de sécurité de l'entreprise.

4.1 (1,5 point) Pour trois risques différents liés aux opérations décrites, associer un danger et une mesure de prévention collective ou organisationnelle adaptée. Au moins un risque doit concerner le sciage ou le meulage et un autre la pose sur la plateforme.

4.2 (1,5 point) Indiquer les vérifications à réaliser avant la mise en service de la scie et du poste de soudage, puis citer les équipements de protection individuelle nécessaires pour le sciage, le soudage et le meulage.

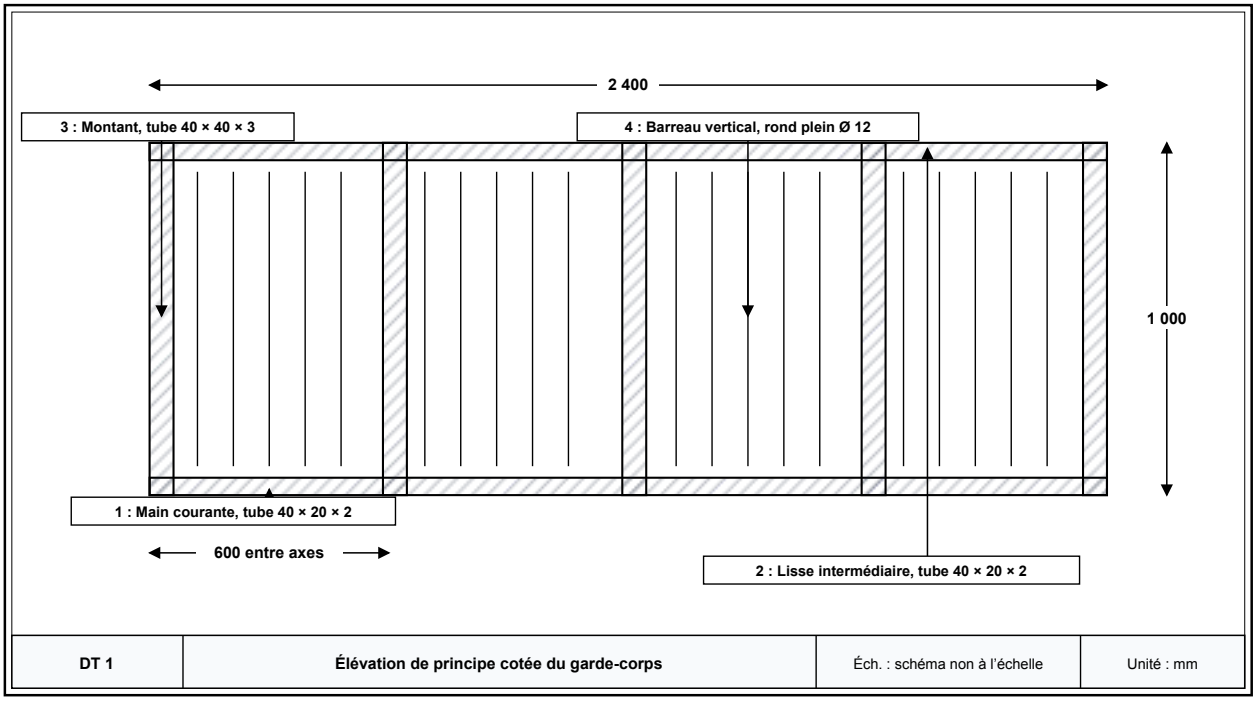
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : ÉLÉVATION ET DÉFINITION DE L'OUVRAGE

Ouvrage : garde-corps métallique droit en rive de plateforme intérieure. Longueur hors tout : 2 400 mm. Hauteur finie mesurée depuis le dessus du support : 1 000 mm. Cinq montants répartis aux abscisses 0, 600, 1 200, 1 800 et 2 400 mm. Main courante et lisse intermédiaire : tubes acier S235 de section 40 × 20 × 2 mm, longueur de débit 2 400 mm chacun. Montants : tubes acier S235 de section 40 × 40 × 3 mm, longueur de débit 1 000 mm chacun. Remplissage : vingt-quatre barreaux verticaux en rond plein acier S235 Ø 12 mm, longueur de débit 900 mm chacun.

Les barreaux sont répartis régulièrement entre les montants. La fixation des deux extrémités de l'ouvrage est assurée par platines de pied, quatre ancrages par platine. Les dimensions de détail des platines et les données d'ancrage sont celles du DT 2. Les pièces en acier reçoivent le système de protection de surface spécifié au DT 3. Les hachures et aplats du schéma représentent les éléments en acier.



Les cotes indiquées sont en millimètres. Schéma de principe, non à l'échelle.

Nomenclature de l'ouvrage

Repère	Désignation	Matière	Section	Longueur de débit	Quantité
1	Main courante	Acier S235	Tube 40 × 20 × 2 mm	2 400 mm	1
2	Lisse intermédiaire	Acier S235	Tube 40 × 20 × 2 mm	2 400 mm	1
3	Montant	Acier S235	Tube 40 × 40 × 3 mm	1 000 mm	5
4	Barreau vertical	Acier S235	Rond plein Ø 12 mm	900 mm	24

Les longueurs de débit et quantités sont celles à utiliser pour les calculs.

DT 2 : EXIGENCES DU PROJET ET DONNÉES DE FIXATION

Exigences du cahier des charges : longueur hors tout 2 400 mm ; hauteur finie 1 000 mm au-dessus du support ; cinq montants aux axes 0, 600, 1 200, 1 800 et 2 400 mm ; vingt-quatre barreaux verticaux ; deux platines de pied ; quatre ancrages par platine. L'ouvrage est fixé sur un support en béton. Les efforts de calcul par ancrage et les résistances des deux solutions proposées figurent dans le tableau ci-dessous.

Critère simplifié de comparaison fourni pour cette étude : $\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$. Les résistances sont des données de calcul fournies pour l'exercice et ne remplacent pas une vérification complète de conception ou la documentation du produit retenu.

Références documentaires à connaître dans le cadre de l'étude : NF P01-012, prescriptions relatives aux garde-corps ; NF P01-013, essais des garde-corps ; NF EN 1090-2, exécution des structures en acier ; NF EN 1993-1-1, règles générales de calcul des structures en acier. Le sujet fournit les exigences chiffrées nécessaires aux questions : aucune valeur normative supplémentaire n'est à déduire de ces seules références.

Comparaison simplifiée des ancrages

Solution	NEd	NRd	VEd	VRd
A	2,0 kN	3,0 kN	1,2 kN	2,0 kN
B	2,0 kN	4,0 kN	1,2 kN	2,5 kN

Efforts et résistances de calcul par ancrage, valeurs fournies pour l'étude.

DT 3 : DONNÉES D'ATELIER, DE FINITION ET DE PRÉVENTION

Approvisionnement : barres commerciales de 6 000 mm. Trait de scie nominal : 3 mm. Pour le calcul du rendement demandé, le trait de scie est exclu du calcul des longueurs utiles et des chutes géométriques nominales. Prix HT par barre commerciale : tube 40 × 40 × 3 mm, 38,00 € ; tube 40 × 20 × 2 mm, 32,00 € ; rond plein Ø 12 mm, 18,00 €.

Scie circulaire à métaux : diamètre de lame 250 mm ; vitesse de rotation 30 tr/min ; plage de vitesse périphérique de référence communiquée par l'atelier pour le matériau étudié : 20 à 30 m/min. Formule : $V_c = \frac{\pi D n}{1000}$, avec D en millimètres et n en tours par minute.

Finition prescrite : dégraissage, préparation des surfaces, primaire anticorrosion compatible avec l'acier, puis couche de finition selon la fiche produit de l'entreprise. Prévention : vérifier la stabilité des pièces et le serrage avant sciage ; maintenir les protecteurs en place ; dégager les matières combustibles avant soudage ; organiser la ventilation du poste ; protéger les tiers contre les projections ; sécuriser la zone de pose et privilégier une protection collective contre les chutes. Les équipements de protection individuelle sont choisis selon l'opération et les consignes de l'entreprise.

Données de fabrication et de contrôle

Donnée	Valeur
Longueur commerciale des produits	6 000 mm
Trait de scie nominal	3 mm
Diamètre de lame	250 mm
Vitesse de rotation	30 tr/min
Plage de vitesse périphérique de référence	20 à 30 m/min
Prix tube 40 × 40 × 3 mm	38,00 € HT par barre de 6 000 mm
Prix tube 40 × 20 × 2 mm	32,00 € HT par barre de 6 000 mm
Prix rond plein Ø 12 mm	18,00 € HT par barre de 6 000 mm

Valeurs à appliquer pour les calculs et la préparation.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 2.2 et 3.1

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter toutes les cases marquées « ... ». Indiquer les calculs et les unités. Pour le nombre de barres commerciales, arrondir au nombre entier supérieur.

Feuille de débit et approvisionnement

Repère	Désignation et section	Longueur unitaire	Quantité	Longueur totale utile	Barres commerciales de 6 000 mm à commander
1	Montant, tube 40 × 40 × 3 mm	.....	5	.....	.....
2	Main courante et lisse, tube 40 × 20 × 2 mm	.....	2	.....	.....
3	Barreau, rond plein Ø 12 mm	.....	24	.....	.....
Total	Longueur achetée	.....	.....	Longueur utile totale : ...	Chute géométrique nominale totale : ...

À compléter à partir des DT 1, DT 2 et DT 3.

Calcul du rendement des barreaux

Longueur utile des barreaux	Longueur achetée	Calcul du rendement	Rendement
.....	.....	.....	.....

Renseigner les valeurs et le résultat en pourcentage.

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 : question 3.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les opérations dans l'ordre chronologique retenu et associer à chacune un contrôle ou une vérification. Écrire dans les cases prévues.

Préparation du processus de fabrication

Opération	Ordre	Contrôle ou vérification associé
Réception et identification des produits	.....	.....
Traçage et préparation du débit	.....	.....
Sciage et ébavurage des pièces	.....	.....
Positionnement sur gabarit et pointage	.....	.....
Contrôle géométrique avant soudage définitif	.....	.....
Soudage et contrôle visuel	.....	.....
Préparation des surfaces et finition	.....	.....
Implantation, perçage et fixation sur site	.....	.....
Contrôle final de l'ouvrage posé	.....	.....

Les étapes sont présentées dans un ordre non imposé : numéroter les opérations selon votre proposition.

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.