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

TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

ÉPREUVE E5 : SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES, SOUS-ÉPREUVE U5.2 : TRAVAUX PRATIQUES DE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX	3

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.

Les documents techniques et documents-réponses joints sont autorisés. Les équipements, instruments de mesure, consommables et équipements de protection individuelle sont mis à disposition par le centre. Aucun document personnel n'est autorisé.

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

SITUATION D'ÉVALUATION PRATIQUE : TRAITEMENT D'UN COUPON D'ESSAI : ATELIER PÉDAGOGIQUE DE TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX, SITE DE SAINT-ÉTIENNE

Vous intervenez comme technicien ou technicienne au sein de l'atelier pédagogique de traitements des matériaux. Un client industriel demande la qualification d'un traitement sur des coupons en acier avant le lancement d'une petite série. Chaque candidat réalise la situation correspondant à son option : traitement thermique pour l'option A, ou traitement de surface pour l'option B. La voie à réaliser est indiquée par l'évaluateur au début de la situation.

La durée de la situation est de 4 heures. Vous devez préparer et conduire l'opération pratique, appliquer les consignes de sécurité, effectuer les contrôles prévus et remettre un compte rendu renseigné sur les documents-réponses. Le barème sur 20 évalue les compétences communes de préparation, de réalisation, de contrôle et de prévention. Les données propres à chaque option figurent dans le dossier technique.

Exigences client : pour l'option A, obtenir une dureté comprise entre 30 et 36 HRC après trempe et revenu. Pour l'option B, obtenir un dépôt de zinc d'épaisseur comprise entre 8 et 12 µm, continu et sans zone non revêtue visible. Ces critères sont des spécifications de la présente situation.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, exigences et cadre réglementaire (5 points)

Identifier la fonction du traitement et traduire le cahier des charges en contrôles

À partir du cahier des charges et du document DT 2, analysez la fonction attendue du traitement correspondant à l'option qui vous a été attribuée. Les exigences à vérifier sont celles de la situation, complétées par les règles de sécurité applicables aux opérations de l'atelier.

Exigences client et contrôles associés

Option	Traitement demandé	Critère d'acceptation	Contrôle à réaliser
A	Trempe à l'huile puis revenu	Dureté de 30 à 36 HRC	Mesure de dureté Rockwell C et examen visuel
B	Dépôt électrolytique de zinc	Épaisseur de 8 à 12 µm, dépôt continu	Mesure d'épaisseur adaptée et examen visuel

Données de la situation d'évaluation, à utiliser pour l'option attribuée.

1.1 (2 points) Pour l'option qui vous est attribuée, indiquez la fonction principale du traitement demandé et le défaut fonctionnel que le critère d'acceptation vise à éviter.

1.2 (1,5 point) Reformulez le critère client en indiquant la grandeur à mesurer, son unité et les limites d'acceptation applicables à votre option.

1.3 (1,5 point) Citez une référence technique pertinente fournie au DT 2 et précisez son rôle dans l'opération ou le contrôle. Distinguez cette référence du critère client de la situation.

PARTIE 2 : Étude technologique et calculs préparatoires (6 points)

Exploiter les caractéristiques du coupon et préparer les paramètres de traitement

Utilisez le plan coté du DT 1 et les données de procédé du DT 2. Le coupon est un parallélépipède de dimensions 100 mm × 50 mm × 10 mm. Pour l'option B, toutes ses faces sont exposées au dépôt. Pour l'option A, la dimension à considérer pour l'estimation du maintien au revenu est l'épaisseur de 10 mm.

Données numériques de préparation

Donnée	Valeur	Unité
Masse molaire du zinc, M	65,38	g·mol⁻¹
Constante de Faraday, F	96 485	C·mol⁻¹
Nombre d'électrons échangés, n	2	sans unité
Masse volumique du zinc, ρ	7,14	g·cm⁻³
Rendement cathodique retenu pour le calcul	0,90	sans unité
Densité de courant de consigne, j	2,0	A·dm⁻²
Durée prévue du dépôt, t	20	min
Durée minimale de revenu prévue	60	min

Les constantes et paramètres nécessaires aux calculs sont fournis ci-dessous.

2.1 (2 points) Calculez la surface totale du coupon en mm² puis en dm². Détaillez le calcul à partir de ses six faces. Pour l'option B, utilisez cette surface comme surface cathodique exposée. Pour l'option A, cette valeur constitue une donnée géométrique de la pièce traitée.

2.2 (2 points) Pour l'option A, calculez la durée minimale de maintien au revenu en appliquant la règle de l'atelier : 1 heure par tranche de 25 mm d'épaisseur, avec un minimum de 1 heure. Pour l'option B, calculez le courant de dépôt nécessaire, puis estimez l'épaisseur théorique obtenue en 20 min avec le rendement indiqué. Utilisez les relations $I = jS$, $m = \frac{MIt\eta}{nF}$ et $e = \frac{m}{\rho S}$, en convertissant les unités de façon cohérente. Indiquez les résultats avec leurs unités.

2.3 (2 points) À partir du DT 2, établissez les paramètres essentiels de la gamme correspondant à votre option : pour l'option A, températures, durée de maintien et milieu de trempe ; pour l'option B, préparation de surface, polarité, densité de courant et durée de dépôt. Précisez le contrôle final à effectuer.

PARTIE 3 : Préparation, réalisation et contrôle de l'opération (6 points)

Conduire l'opération pratique et consigner des résultats exploitables

Réalisez l'opération attribuée en suivant les données du DT 2, les procédures du centre et les consignes de l'évaluateur. Avant la mise en œuvre, vérifiez l'identification du coupon et l'état du poste. Consignez les paramètres réellement appliqués et les résultats effectivement mesurés dans le DR 1 et le DR 2.

Éléments à relever pendant l'opération

Étape	Option A : traitement thermique	Option B : traitement de surface
Préparation	Identification, état initial et réglage du four	Identification, dégraissage, rinçage et préparation du bain
Réalisation	Températures, durées et milieu de trempe réellement utilisés	Surface, courant, durée et paramètres de bain réellement utilisés
Contrôle	Dureté HRC et observation de l'état de surface	Épaisseur du dépôt et observation de sa continuité

Les valeurs mesurées ou observées sont à inscrire par le candidat dans les documents-réponses.

3.1 (2 points) Renseignez la gamme opératoire de votre option dans le DR 1. Indiquez les contrôles préalables, les étapes dans l'ordre, les paramètres de consigne et les points de vigilance. Les paramètres doivent être cohérents avec le DT 2.

3.2 (2 points) Réalisez l'opération pratique dans les conditions fixées par l'évaluateur. Complétez le DR 2 avec les paramètres réellement appliqués, les résultats de mesure, les unités et les observations utiles. Toute valeur reportée doit provenir d'une lecture instrumentale ou d'un relevé de procédé.

3.3 (2 points) Concluez sur la conformité au cahier des charges à partir de vos mesures et observations. Si un résultat est hors tolérance ou si une anomalie est constatée, identifiez l'écart et proposez une action corrective compatible avec le procédé réalisé.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et gestion du poste (3 points)

Appliquer les mesures de prévention adaptées aux risques de l'opération

Les équipements de protection individuelle et les moyens de prévention du poste sont mis à disposition. Appliquez les consignes affichées et les instructions de l'évaluateur. Les risques peuvent comprendre les surfaces chaudes, les projections, les produits chimiques, les équipements électriques et les manutentions.

4.1 (1 point) Avant l'opération, indiquez les équipements de protection individuelle et au moins deux vérifications du poste adaptées à l'option réalisée.

4.2 (1 point) Identifiez un risque majeur de votre opération et décrivez une mesure de prévention permettant de réduire l'exposition. Pour un produit chimique, référez-vous à son étiquetage et à la fiche de données de sécurité disponible au poste.

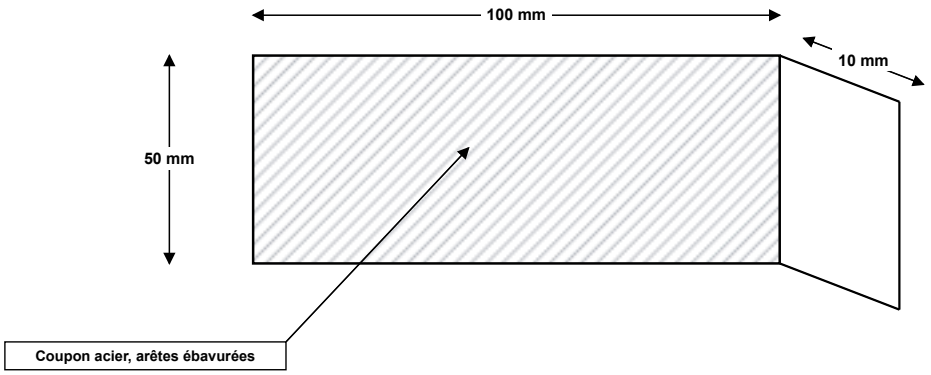
4.3 (1 point) Décrivez la conduite à tenir en cas d'incident ou de déversement, puis indiquez comment remettre le poste en état en respectant les consignes de tri et de gestion des déchets du centre.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN COTÉ DU COUPON D'ESSAI

Coupon d'essai en acier, de forme parallélépipédique, dimensions nominales 100 mm × 50 mm × 10 mm. Les arêtes sont ébavurées. Pour le calcul de surface de l'option B, aucune face n'est masquée et les six faces sont considérées comme exposées. Vérifier l'identification du coupon avant traitement.



DT 1	Représentation schématique du coupon d'essai	Éch. : Schéma non à l'échelle	Unité : mm

DT 2 : DONNÉES DE PROCÉDÉ, CONTRÔLES ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES

Les paramètres ci-dessous constituent les données de la situation. Les températures et durées sont des consignes de gamme pour le coupon fourni et ne remplacent pas la validation d'une gamme industrielle complète. Les critères chiffrés sont ceux du cahier des charges client de cette situation.

Gammes et critères de contrôle par option

Rubrique	Option A : traitements thermiques	Option B : traitements de surfaces
Matière et préparation	Acier 42CrMo4 fourni sous forme de coupon ; contrôler l'identification et l'état initial.	Coupon acier fourni ; dégraisser, rincer et activer selon la procédure du poste.
Traitement	Austénitisation à 850 °C ; maintien 30 min ; trempe à l'huile selon la procédure du four ; revenu à 550 °C pendant au moins 60 min.	Dépôt électrolytique de zinc ; densité de courant 2,0 A·dm⁻² ; durée nominale 20 min ; rendement de calcul 0,90.
Contrôle de réception	Dureté Rockwell C comprise entre 30 et 36 HRC ; contrôle visuel du coupon.	Épaisseur de zinc comprise entre 8 et 12 µm ; dépôt continu à l'examen visuel.
Référence de méthode	ISO 6508-1 : méthode d'essai de dureté Rockwell, sous réserve de compatibilité de la pièce et de l'appareil.	ISO 2081 : revêtements électrolytiques de zinc sur fer ou acier, référence générale de revêtement ; la spécification client de cette situation fixe l'épaisseur attendue.

Données fournies pour la situation d'évaluation.

Équipements et points de vigilance

Opération	Moyens disponibles	Point de vigilance
Traitement thermique	Four régulé, thermocouple ou affichage de température, bac d'huile, pince et duromètre.	Risque de brûlure et d'incendie ; vérifier le bac, les protections et la procédure de trempe.
Traitement de surface	Bain de dépôt préparé, alimentation réglable, ampèremètre, minuterie, dispositif de suspension et instrument d'épaisseur.	Risque chimique et électrique ; respecter la fiche de données de sécurité, la polarité et les consignes de ventilation.

Les équipements exacts disponibles sont confirmés par l'évaluateur au poste.

DT 3 : RELATIONS DE CALCUL ET CONSIGNES DE TRAÇABILITÉ

Relations utilisables pour les calculs de préparation. Utiliser des unités cohérentes et présenter les étapes de calcul. Pour la surface d'un parallélépipède de longueur L, largeur l et épaisseur h : $S = 2(Ll + Lh + lh)$. Pour le dépôt électrolytique, la charge électrique vaut $Q = It$ et la masse déposée estimée vaut $m = \frac{MIt\eta}{nF}$. Si m est en grammes, ρ en g·cm⁻³ et S en cm², l'épaisseur en cm est $e = \frac{m}{\rho S}$; $1\,\text{cm} = 10^4\,\mu\text{m}$. La densité de courant est $j = \frac{I}{S}$. Pour le revenu, la règle d'atelier à appliquer est 1 heure par tranche de 25 mm d'épaisseur, avec un minimum de 1 heure.

Les paramètres réellement appliqués et les résultats de contrôle doivent être consignés avec leur unité. Une estimation théorique de dépôt ne remplace pas une mesure d'épaisseur. Une valeur de dureté ou d'épaisseur ne peut être déclarée conforme qu'après comparaison au critère client.

Constantes et unités pour le calcul du dépôt

Symbole	Désignation	Valeur ou unité
M	Masse molaire du zinc	65,38 $g \cdot mol^{-1}$
F	Constante de Faraday	96 485 $C \cdot mol^{-1}$
n	Nombre d'électrons échangés	2
ρ	Masse volumique du zinc	7,14 $g \cdot cm^{-3}$
η	Rendement cathodique	0,90
t	Durée nominale de dépôt	20 min, à convertir en secondes pour le calcul de m

Valeurs de calcul imposées dans la situation.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : analyse et gamme opératoire

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez les cellules prévues et remettez ce document avec votre compte rendu. Renseignez uniquement la colonne correspondant à l'option attribuée. Les étapes doivent être ordonnées et les paramètres exprimés avec leurs unités.

Gamme opératoire et vérifications

Étape	Option A : à compléter	Option B : à compléter
Contrôle avant traitement	.....	.....
Préparation du coupon ou de la surface	.....	.....
Paramètres de consigne	.....	.....
Opération et surveillance	.....	.....
Contrôle final et critère d'acceptation	.....	.....
Risque principal et prévention	.....	.....

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 : relevés, mesures et diagnostic

À RENDRE AVEC LA COPIE

Consignez les valeurs réellement relevées pendant la situation. Indiquez les unités, le moyen de contrôle utilisé et vos observations. Comparez ensuite le résultat au critère de l'option attribuée.

Feuille de relevés et conclusion de conformité

Grandeur ou contrôle	Consigne ou critère	Valeur relevée	Unité	Conforme : oui ou non
Paramètre principal de traitement	.....	.....	.....	.....
Durée réelle de traitement	.....	.....	.....	.....
Résultat du contrôle final	.....	.....	.....	.....
État visuel et anomalie éventuelle	.....	.....	.....	.....
Conclusion et action corrective si nécessaire	.....	.....	.....	.....

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.