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

FORGE

ÉPREUVE E6 : CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION, SOUS-ÉPREUVE U62 : ÉTUDE DE FORGEAGE

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
FORGE	6

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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : FORGE DU VAL DE LOIRE, ATELIER DE FORGE À CHAUD, 49100 ANGERS

La Forge du Val de Loire doit définir le processus de fabrication d'un levier forgé destiné à un équipement de manutention. Le client, Manutention Anjou, commande 200 pièces en acier 42CrMo4. L'étude porte sur la faisabilité de la gamme, le choix des moyens, les calculs associés au débit et au forgeage, ainsi que la prévention des risques professionnels.

La pièce finie est un parallélépipède de 160 mm × 60 mm × 25 mm. La pièce forgée avant usinage comporte une surépaisseur uniforme de 2 mm sur chaque face fonctionnelle et une bavure périphérique. Pour les calculs de volume, le volume de bavure est estimé à 12 % du volume net de la pièce forgée, hors surépaisseurs. La situation d'évaluation est organisée sur 3 heures. Les données nécessaires sont fournies dans les documents techniques DT 1 à DT 3.

Les réponses sont à reporter sur la copie et, pour les tableaux demandés, sur les documents réponses DR 1 et DR 2.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences applicables (4 points)

Analyser le besoin, les caractéristiques de la pièce et les exigences de conformité

À partir du cahier des charges et des documents techniques, caractériser la pièce et les exigences à prendre en compte pour établir une gamme de forgeage conforme.

Exigences du cahier des charges

Caractéristique	Exigence
Matière	42CrMo4, désignation selon EN ISO 683-2
Dimensions finies	160 mm × 60 mm × 25 mm
Commande	200 pièces conformes
Contrôle matière	Certificat de contrôle 3.1 selon EN 10204
Exigence de sécurité	Évaluation des risques et mise en œuvre des mesures de prévention

Données fournies par le client et l'atelier.

1.1 (1,5 point) Relever les fonctions principales de la pièce et citer deux caractéristiques géométriques ou dimensionnelles qui devront être contrôlées après forgeage ou après usinage. Préciser à quelle étape de la gamme chaque contrôle est pertinent.

1.2 (1 point) Indiquer la désignation de la matière à retenir et le document de traçabilité matière à exiger à la réception. Donner la référence de la norme associée à ce document.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 2, identifier deux exigences réglementaires ou normatives qui influencent la préparation ou la conduite de la fabrication. Pour chacune, préciser une conséquence concrète pour l'organisation de l'atelier.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix matière et calculs (7 points)

Dimensionner le débit, estimer le rendement matière et vérifier la capacité de forgeage

Utiliser les données des DT 1 à DT 3. Les calculs seront présentés avec les unités et un résultat arrondi de manière cohérente. La masse volumique de l'acier est $7{,}85 \times 10^{-6}$ kg/mm³. Pour un cylindre, utiliser $V = \pi d^2 L / 4$.

Données numériques de l'étude

Grandeur	Valeur
Dimensions nettes de la pièce	160 mm × 60 mm × 25 mm
Surépaisseur	2 mm sur chaque face
Volume de bavure estimé	12 % du volume de la pièce avec surépaisseurs
Diamètre du lopin	50 mm
Longueur de coupe du lopin	143 mm
Kerf de sciage	3 mm par coupe

Valeurs imposées pour les calculs de la situation.

2.1 (2 points) Calculer le volume de la pièce forgée avec ses surépaisseurs, puis le volume total à répartir dans le lopin en intégrant la bavure estimée à 12 %. En déduire la longueur théorique d'un lopin cylindrique de diamètre 50 mm nécessaire à partir de $L = 4V / (\pi d^2)$. Comparer le résultat à la longueur de coupe retenue de 143 mm.

2.2 (1,5 point) Calculer la masse d'un lopin de diamètre 50 mm et de longueur 143 mm. En déduire la masse totale de matière correspondant à 200 lopins et le coût matière correspondant, au prix de 2,40 €/kg. Pour le coût, ne pas inclure les pertes de sciage ni les frais de transformation.

2.3 (1 point) Calculer le rendement volumique théorique, défini par $R_v = V_{pièce\ nette} / V_{lopin} \times 100$. Utiliser le volume net $160 \times 60 \times 25$ mm³ et le volume réel du lopin. Donner le pourcentage de matière non présente dans la pièce nette et indiquer à quoi correspond principalement cette matière dans le procédé.

2.4 (1,5 point) La surface projetée maximale de l'empreinte avec bavure est de 14 400 mm². La pression moyenne de forgeage retenue pour l'estimation est de 90 MPa. Calculer l'effort estimé avec $F = pS$, en rappelant que 1 MPa = 1 N/mm². Vérifier si la presse de capacité 1 600 kN convient et calculer la marge disponible en kN.

2.5 (1 point) Pour le sciage, la vitesse de coupe prescrite est de 30 m/min et le diamètre de la lame est de 300 mm. Calculer la vitesse de rotation théorique en tr/min avec $n = 1000V_c/($ $piD)$, où V_c est en m/min et D en mm. Indiquer le réglage de machine à retenir si le variateur ne permet que des paliers de 5 tr/min.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (6 points)

Définir une gamme cohérente, les moyens de production et les contrôles

Établir une proposition de gamme permettant de transformer le lopin cylindrique en pièce forgée, en respectant les températures, les moyens et les contrôles indiqués dans les documents techniques. Compléter le DR 1 et le DR 2.

Moyens disponibles dans l'atelier

Moyen	Caractéristiques	Utilisation prévue
Scie à ruban	Lame de 300 mm, vitesse de coupe réglable	Débit des lopins
Four de réchauffage	Température réglable, charge maximale 500 kg	Réchauffage avant forgeage
Presse mécanique	Capacité nominale 1 600 kN	Forgeage en matrice
Bac de refroidissement	Refroidissement à l'air calme possible	Refroidissement après forgeage
Poste de contrôle	Pied à coulisse, jauge de hauteur, contrôle visuel	Contrôles dimensionnels et visuels

Capacités et paramètres fournis pour l'étude.

3.1 (2,5 points) Compléter le DR 1 en proposant une gamme chronologique comportant au minimum six opérations. Pour chaque opération, préciser le moyen principal et au moins un paramètre, une condition opératoire ou un point de vigilance. La gamme doit inclure la réception matière, le débit, le réchauffage, le forgeage, le refroidissement et le contrôle.

3.2 (1,5 point) Compléter le DR 2 en établissant une nomenclature des moyens et consommables nécessaires pour réaliser la commande. Pour chaque élément, préciser sa fonction dans le processus et l'opération concernée.

3.3 (1 point) À partir du DT 2, préciser les plages de température de début et de fin de forgeage. Indiquer deux conséquences possibles d'un forgeage effectué en dessous de la température minimale prescrite ou au-dessus de la température maximale prescrite.

3.4 (1 point) Proposer trois contrôles à effectuer sur la pièce ou sur le processus. Pour chacun, préciser le moment du contrôle et le moyen ou la méthode adaptée parmi ceux disponibles dans l'atelier.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Identifier les risques professionnels et définir les mesures de prévention

La préparation de l'activité doit intégrer les risques liés au débit, au réchauffage et au forgeage à chaud. S'appuyer sur les principes généraux de prévention et sur les éléments du DT 2.

Situations dangereuses à analyser

Situation	Danger identifié
Manipulation d'un lopin porté à haute température	Brûlure par contact ou rayonnement
Introduction du lopin dans les matrices	Écrasement ou happement dans la zone de fermeture
Sciage d'un lopin	Projection de particules et contact avec la lame

Situations relevées dans l'atelier lors de la préparation du poste.

4.1 (1,5 point) Pour chacune des trois situations du tableau, proposer une mesure de prévention collective ou une mesure portant sur l'organisation du travail. Les réponses doivent réduire le risque à la source ou limiter l'exposition avant le recours aux équipements de protection individuelle.

4.2 (1 point) Citer deux équipements de protection individuelle adaptés à la manutention et au forgeage à chaud. Préciser le risque auquel chacun répond.

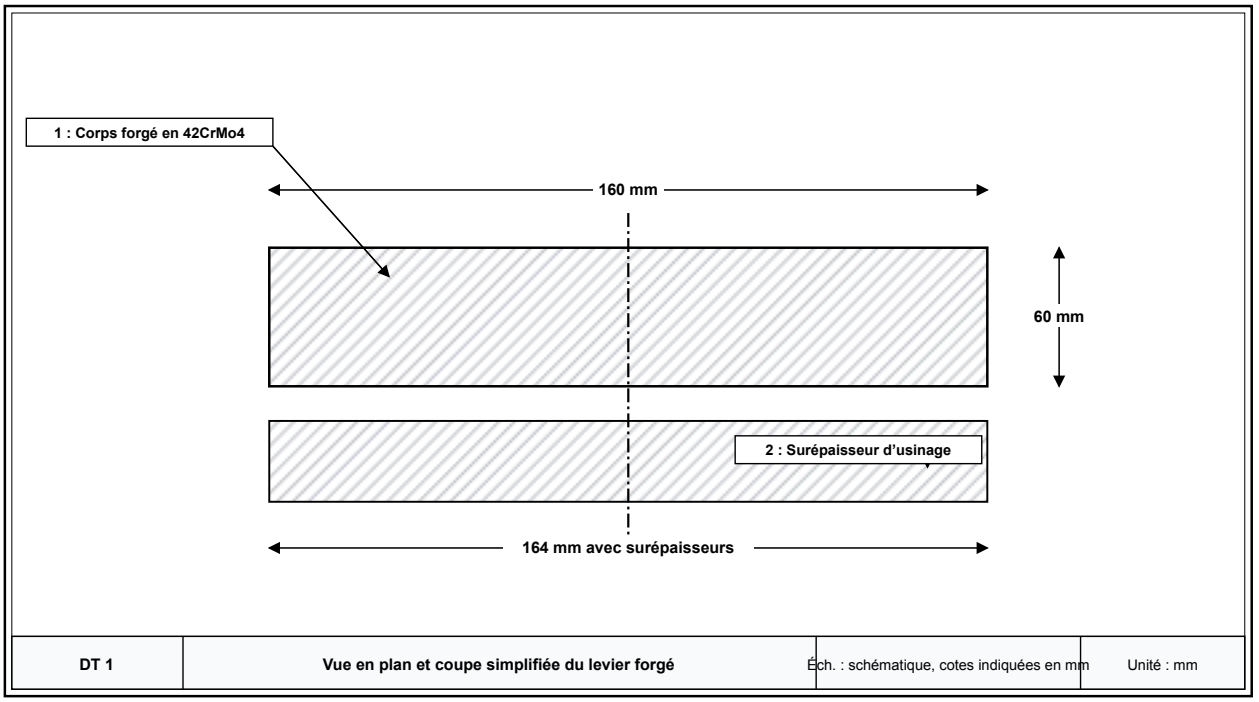
4.3 (0,5 point) Indiquer une action à réaliser avant une intervention de réglage ou de dégagement dans la zone dangereuse de la presse.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN DE DÉFINITION DE LA PIÈCE ET DONNÉES GÉOMÉTRIQUES

Pièce : levier forgé parallélépipédique, avant usinage. Les cotes finies sont 160 mm × 60 mm × 25 mm. La pièce forgée comporte une surépaisseur uniforme de 2 mm sur chaque face fonctionnelle, soit des dimensions enveloppes de 164 mm × 64 mm × 29 mm, hors bavure. Pour l'étude volumique, le volume de bavure est pris égal à 12 % du volume enveloppe avec surépaisseurs. Tolérances générales de la pièce finie : ±0,5 mm sur les dimensions indiquées. La pièce est usinée après forgeage sur les faces fonctionnelles.



Cotes et matière

Donnée	Valeur
Longueur finie	160 mm
Largeur finie	60 mm
Épaisseur finie	25 mm
Surépaisseur	2 mm par face fonctionnelle
Matière	42CrMo4
Masse volumique de calcul	$7{,}85 \times 10^{-6}$ kg/mm³

Définition simplifiée fournie pour l'étude de forgeage.

DT 2 : FICHE MATIÈRE, PARAMÈTRES DE FORGEAGE ET EXIGENCES DE PRÉVENTION

Les références ci-dessous sont les données applicables au cas étudié. La désignation 42CrMo4 est définie dans la norme EN ISO 683-2. Le certificat de contrôle matière demandé à la réception est un certificat de type 3.1 selon EN 10204. Les paramètres thermiques ci-dessous sont les consignes de l'atelier pour cette étude et doivent être respectés.

Température de début de forgeage : 1 150 °C. Température minimale de fin de forgeage : 850 °C. Température maximale de début de forgeage : 1 200 °C. La pièce est refroidie à l'air calme après forgeage. L'effort d'estimation est calculé avec une pression moyenne de 90 MPa et une surface projetée maximale de 14 400 mm². La presse disponible a une capacité nominale de 1 600 kN.

Conformément aux principes généraux de prévention du Code du travail, notamment à l'article L. 4121-1, l'employeur évalue les risques, privilégie les mesures de prévention collective et organise le travail de façon à limiter l'exposition. Les zones dangereuses des machines doivent être protégées. Toute intervention nécessitant l'accès à une zone dangereuse s'effectue après arrêt, consignation et vérification de l'absence d'énergie dangereuse selon la procédure de l'établissement.

Caractéristiques de forgeage et références

Paramètre ou exigence	Valeur ou référence	Application
Nuance	42CrMo4, EN ISO 683-2	Approvisionnement et traçabilité
Certificat matière	EN 10204, type 3.1	Contrôle à réception
Début de forgeage visé	1 150 °C	Réchauffage du lopin
Limite basse de fin de forgeage	850 °C	Contrôle de la gamme thermique
Limite haute de début de forgeage	1 200 °C	Prévention de la surchauffe
Refroidissement	Air calme	Après forgeage
Référence de prévention	Code du travail, article L. 4121-1	Évaluation et prévention des risques

Données à appliquer dans le cadre de l'étude.

DT 3 : DONNÉES DE PRODUCTION, COÛTS ET CAPACITÉS DES MOYENS

La commande porte sur 200 pièces. Le lopin est obtenu dans une barre ronde de diamètre 50 mm par coupe à longueur 143 mm. Le trait de scie consomme 3 mm par coupe. La masse volumique de calcul de l'acier est de 7,85 × 10^{-6} kg/mm³ et le prix matière utilisé pour l'estimation est de 2,40 €/kg. La capacité du four est de 500 kg par charge.

Pour le sciage, la vitesse de coupe prescrite est de 30 m/min avec une lame de diamètre 300 mm. La relation à utiliser est $n = 1000V_c/($
$piD)$, avec V_c en m/min, D en mm et n en tr/min. Pour l'estimation de l'effort de forgeage, utiliser $F = pS$, avec $p = 90$ N/mm² et $S = 14$
$,400$ mm². La conversion est 1 kN = 1
$,000$ N.

Paramètres de débit et de calcul

Donnée	Valeur
Quantité demandée	200 pièces
Diamètre de barre et de lopin	50 mm
Longueur de lopin	143 mm
Trait de scie	3 mm
Prix matière	2,40 €/kg
Capacité du four	500 kg
Vitesse de coupe	30 m/min
Diamètre de lame	300 mm
Presse disponible	1 600 kN

Données numériques imposées.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : gamme opératoire **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau avec les opérations dans l'ordre de réalisation. Indiquer le moyen principal et les paramètres, contrôles ou points de vigilance pertinents. Ajouter des lignes si nécessaire.

Feuille de gamme de forgeage

N°	Opération	Moyen	Paramètre ou point de vigilance	Contrôle associé
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....	.....

Gamme prévisionnelle de fabrication du levier.

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 : nomenclature des moyens et consommables

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter la nomenclature en indiquant les moyens, outillages ou consommables nécessaires, leur fonction et l'opération concernée. Les quantités peuvent être exprimées par poste ou par commande lorsque les données le permettent.

Nomenclature prévisionnelle de fabrication

Désignation	Fonction dans le processus	Opération concernée	Quantité ou caractéristique
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Ressources à prévoir pour la commande de 200 pièces.

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.