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

FONDERIE

ÉPREUVE E5 : PROJET INDUSTRIEL DE CONCEPTION ET D'INITIALISATION DE PROCESSUS

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
FONDERIE	4

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.

Documents techniques et documents réponse fournis dans le dossier. Outils numériques et logiciels professionnels utilisés dans le cadre du projet selon les consignes du centre.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES DU PROJET : FONDERIE DU VAL DE LOIRE, SAUMUR, MAINE-ET-LOIRE

La Fonderie du Val de Loire prépare l'industrialisation d'un support de palier destiné à un convoyeur de manutention. Le client, Mécaflux Services, demande une présérie de 120 pièces conformes au dossier produit. Le projet porte sur l'analyse de la pièce, la définition d'un processus de moulage en sable à vert, la préparation de fabrication et l'identification des risques professionnels.

Le matériau imposé est une fonte à graphite sphéroïdal EN-GJS-400-15. La pièce brute doit présenter une masse nominale de 5,82 kg, hors système de coulée. La dimension d'encombrement maximale est de 180 mm × 120 mm × 70 mm. Les surfaces repérées usinées au plan doivent recevoir une surépaisseur d'usinage de 3 mm. La quantité à livrer est de 120 pièces bonnes. Les données complémentaires nécessaires aux calculs figurent dans les documents DT 1 à DT 3.

E5 est une évaluation de projet et non une épreuve écrite nationale structurée en exercices. Les parties et le barème sur 20 ci-dessous organisent les livrables du projet ; ils ne constituent pas une durée nationale d'épreuve écrite. Le coefficient réglementaire indiqué pour E5 est 4.

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

Analyser le besoin, les interfaces et les exigences de définition

À partir du cahier des charges et du DT 1, établir une synthèse argumentée des exigences produit et des conséquences pour le processus de fonderie. Les surfaces usinées sont repérées A, B et C sur le plan. La pièce est destinée à reprendre un effort statique maximal de 12 kN dans les conditions définies par le client.

Exigences fonctionnelles et exigences de fabrication

Repère	Exigence	Valeur ou prescription	Conséquence à examiner
E1	Matière	EN-GJS-400-15	Propriétés mécaniques et traçabilité matière
E2	Encombrement maximal	180 mm × 120 mm × 70 mm	Démoulage et dimensions du modèle
E3	Surfaces fonctionnelles usinées	A, B et C : surépaisseur 3 mm	Positionnement des références et usinabilité
E4	Quantité de présérie	120 pièces bonnes	Capacité, rendement et quantité de métal
E5	Effort statique maximal en service	12 kN	Vérification à conduire selon le dossier client

Données du cahier des charges client, à exploiter pour les questions 1.1 et 1.2.

1.1 (2 points) Rédiger une analyse fonctionnelle synthétique identifiant la fonction principale du support, deux contraintes d'interface déductibles des données du dossier et deux exigences vérifiables à inscrire au plan de contrôle. Distinguer les caractéristiques de la pièce brute de celles obtenues après usinage.

1.2 (2 points) Repérer trois risques de fabricabilité visibles au DT 1, parmi les variations d'épaisseur, les changements de section, les zones difficiles à démouler ou les concentrations locales de matière. Pour chacun, proposer une action de conception ou de processus cohérente avec le cahier des charges.

1.3 (1 point) Indiquer la norme de matériau à associer à la désignation EN-GJS-400-15 et préciser pourquoi la conformité de matière doit être tracée pour le lot de 120 pièces. Le DT 3 fournit les références normatives retenues pour le projet.

PARTIE 2 : Étude technologique, matériau et calculs de production (6 points)

Justifier le procédé et quantifier les besoins matière et le coût

Le procédé retenu pour l'étude est le moulage en sable à vert, avec un moule comportant une empreinte et un système de coulée conventionnel. Les données de masse, de rendement, de retour métallique et de coût sont définies dans le DT 2. Les résultats seront présentés avec les unités, les étapes de calcul et un arrondi adapté à la décision industrielle.

Données de calcul de présérie

Paramètre	Symbole	Valeur
Masse d'une pièce brute	m_p	5,82 kg
Nombre de pièces bonnes	N	120
Rendement de coulée	η	0,62
Part de métal récupéré réutilisable dans la charge	r	0,70
Prix du métal neuf	C_m	2,40 €/kg
Diamètre de perçage avant alésage	D	18 mm
Vitesse de coupe prescrite pour l'opération d'alésage	V_c	30 m/min

Valeurs de calcul du dossier de projet, également reprises dans le DT 2.

2.1 (1,5 point) Calculer la masse totale de pièces bonnes à produire. En déduire la masse totale de métal liquide nécessaire en utilisant le rendement de coulée, avec la relation $m_{liq} = \frac{N \times m_p}{\eta}$. Donner le résultat en kilogrammes, arrondi au dixième.

2.2 (1,5 point) Calculer la masse de métal neuf nécessaire si la fraction réutilisable du métal de retour représente $r = 0,70$ de la masse liquide préparée. Utiliser $m_{neuf} = m_{liq} \times (1 - r)$. Calculer ensuite le coût de métal neuf avec $C = m_{neuf} \times C_m$. Présenter les deux résultats avec leurs unités.

2.3 (1,5 point) La pièce brute présente un volume de matière calculé et contrôlé de $0,820\ dm^3$. Vérifier la cohérence de la masse nominale de 5,82 kg avec la masse volumique fournie dans le DT 2, en utilisant $m = \rho V$. Calculer l'écart relatif entre la masse obtenue et la masse nominale : $e_r = \frac{|m_{calculée} - m_{nominale}|}{m_{nominale}} \times 100$. Conclure sur la cohérence des données.

2.4 (1,5 point) Calculer la vitesse de rotation à programmer pour l'opération d'alésage, à partir de $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$, avec V_c en m/min et D en mm. Retenir une vitesse machine disponible parmi 400, 500 ou 630 tr/min, en choisissant la valeur la plus proche de la vitesse calculée, puis indiquer le choix retenu et l'écart en pourcentage.

PARTIE 3 : Initialisation du processus et préparation de fabrication (5 points)

Construire une gamme prévisionnelle et les documents d'industrialisation

Établir une proposition de processus permettant de produire la présérie de 120 pièces. La proposition doit assurer la traçabilité de la matière, la maîtrise des opérations de moulage et de parachèvement, ainsi que le contrôle des caractéristiques fonctionnelles. Les moyens disponibles et les données de cadence sont décrits dans le DT 2.

Moyens disponibles dans l'atelier

Moyen	Caractéristiques utiles	Disponibilité
Ligne de moulage à vert	Cadence nominale : 18 moules/h	Disponible
Four à induction	Capacité utile : 800 kg par coulée	Disponible
Poste de décochage et grenaillage	Traitement par lot de 20 pièces	Disponible
Centre d'usinage	Vitesse de broche disponible : 400, 500, 630 tr/min	Disponible
Contrôle dimensionnel	Pied à coulisse, micromètre, colonne de mesure	Disponible

Inventaire de moyens à utiliser pour préparer la gamme.

3.1 (2 points) Proposer une gamme prévisionnelle ordonnée comportant au minimum les étapes de réception matière, préparation du moule, fusion, traitement du métal, coulée, refroidissement, décochage, parachèvement, usinage et contrôle final. Pour chaque étape, indiquer un moyen ou une ressource et une caractéristique à surveiller.

3.2 (1,5 point) Déterminer le nombre minimal de moules nécessaire pour obtenir 120 pièces bonnes si chaque moule fournit une pièce et si le rendement global de pièces bonnes après contrôle est de 92 %. Utiliser $N_{moules} = \left\lceil \frac{N_{bonnes}}{0{,}92} \right\rceil$. Calculer le temps minimal de moulage à la cadence nominale de 18 moules/h, hors changements de série et arrêts, puis donner le résultat en heures et minutes.

3.3 (1,5 point) Compléter le document réponse DR 1 en indiquant les opérations, les moyens et les contrôles associés. Compléter le document réponse DR 2 par une proposition de plan de contrôle comportant au moins quatre caractéristiques, leur méthode de contrôle et un critère d'acceptation formulé à partir des données disponibles ou signalé comme devant être confirmé par le client.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et maîtrise des risques (4 points)

Identifier les dangers et proposer des mesures de prévention adaptées

La préparation du processus doit intégrer la prévention des risques liés à la fusion et à la coulée des fontes, aux manutentions, au décochage et aux opérations d'usinage. Les principes de prévention du Code du travail s'appliquent. Les données de situation nécessaires sont fournies dans le DT 3.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger identifié	Éléments de contexte
Transfert du métal liquide	Projection et brûlure thermique	Température de coulée indicative : 1 420 °C
Décochage et grenaillage	Poussières et bruit	Poste équipé d'une aspiration et d'un capotage
Manutention des caisses de moules	Écrasement et contraintes physiques	Masse d'une caisse chargée : 28 kg
Usinage des pièces	Projection de copeaux et contact avec outils en rotation	Centre d'usinage avec protecteur interverrouillé

Situations observées lors de la préparation de la présérie.

4.1 (2 points) Pour les quatre situations du tableau, identifier un dommage potentiel et proposer une mesure de prévention collective adaptée. Distinguer, lorsque cela est pertinent, la suppression ou la réduction du risque à la source des équipements de protection individuelle.

4.2 (1 point) Pour la manutention des caisses de 28 kg, proposer une organisation limitant le risque de manutention manuelle et préciser une vérification à effectuer avant l'utilisation du moyen de manutention retenu.

4.3 (1 point) Établir une consigne de sécurité courte pour le transfert du métal liquide comprenant au moins trois mesures de prévention, dont une mesure relative à l'état des outils ou du moule avant la coulée et une mesure relative à la zone d'exclusion.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION DE LA PIÈCE ET EXIGENCES DIMENSIONNELLES

Pièce étudiée : support de palier de convoyeur. Matière : fonte à graphite sphéroïdal EN-GJS-400-15. Les dimensions indiquées sont des dimensions nominales de la pièce finie brute de fonderie, sauf les repères A, B et C, qui désignent des surfaces à usiner avec une surépaisseur de 3 mm. Le volume de matière de référence est de 0,820 dm³ et la masse nominale brute est de 5,82 kg. Le schéma est une représentation fonctionnelle non destinée à la définition complète du produit.

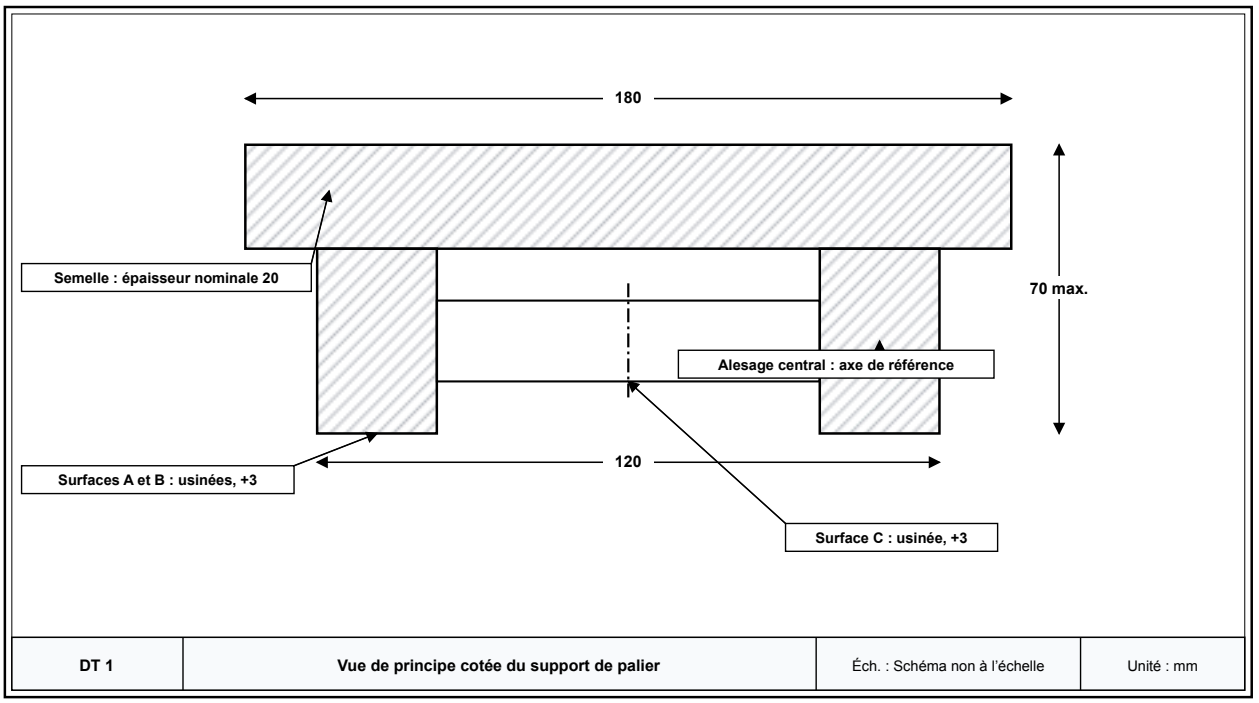


Schéma fonctionnel non à l'échelle. Les dimensions indiquées sont en millimètres.

Caractéristiques à prendre en compte

Caractéristique	Valeur	État ou usage
Encombrement	180 × 120 × 70 mm maximum	Pièce brute
Masse nominale	5,82 kg	Pièce brute, hors système de coulée
Surépaisseur d'usinage	3 mm	Surfaces A, B et C
Volume de matière de référence	0,820 dm³	Valeur fournie pour vérification
Quantité demandée	120 pièces bonnes	Présérie client

Exigences issues du cahier des charges de la présérie.

DT 2 : DONNÉES DE PROCÉDÉ, DE CALCUL ET MOYENS DE PRODUCTION

Procédé de référence : moulage en sable à vert. Pour les calculs de présérie, utiliser les données suivantes : rendement de coulée $\eta = 0,62$, taux de métal de retour réutilisable dans la charge $r = 0,70$, prix du métal neuf 2,40 €/kg et masse volumique de référence de la fonte $7,10\ kg/dm^3$. Le volume de 0,820 dm³ correspond au volume de matière de la pièce brute, sans masselotte ni système de coulée.

Pour l'alésage, utiliser $V_c = 30\ m/min$ et $D = 18\ mm$. La relation de calcul est $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$. Les vitesses de broche disponibles sont 400, 500 et 630 tr/min. La ligne produit 18 moules par heure. Un moule fournit une pièce. Le rendement global de pièces bonnes après contrôle est de 92 %.

Le four à induction dispose d'une capacité utile de 800 kg par coulée. Le poste de décochage et de grenaillage traite au maximum 20 pièces par lot. Les équipements de contrôle disponibles sont un pied à coulisse, un micromètre et une colonne de mesure.

Synthèse des données de production

Donnée	Valeur	Unité
Rendement de coulée	0,62	sans unité
Taux de retour réutilisable	0,70	sans unité
Masse volumique de référence	7,10	kg/dm³
Cadence de moulage	18	moules/h
Rendement global de pièces bonnes	0,92	sans unité
Capacité utile du four	800	kg par coulée
Capacité du lot de grenaillage	20	pièces par lot
Prix du métal neuf	2,40	€/kg

Données applicables aux questions quantitatives et à la préparation de la gamme.

DT 3 : RÉFÉRENCES NORMATIVES ET PRÉVENTION DES RISQUES

Références à mobiliser selon leur domaine d'application et leur édition en vigueur : EN 1563 pour les fontes à graphite sphéroïdal ; EN 1559 pour les conditions techniques de livraison des pièces moulées ; série ISO 8062 pour les tolérances dimensionnelles et géométriques des pièces moulées lorsque le cahier des charges les spécifie. La désignation matière ne fixe pas, à elle seule, toutes les tolérances dimensionnelles de la pièce : celles-ci doivent être spécifiées au plan ou convenues avec le client.

La prévention est à organiser conformément aux principes généraux de prévention du Code du travail, notamment l'évaluation des risques, la priorité aux protections collectives et l'adaptation du travail aux personnes. Avant toute opération, les consignes du site, les notices des équipements et les procédures internes de fonderie sont applicables. Les données de sécurité de ce dossier ne remplacent pas l'évaluation des risques propre au poste.

Références et application au projet

Référence	Domaine	Application au projet
EN 1563	Fonte à graphite sphéroïdal	Désignation et exigences matière
EN 1559	Conditions techniques de livraison des pièces moulées	Exigences convenues de livraison et de traçabilité
ISO 8062	Tolérances dimensionnelles et géométriques des pièces moulées	À mobiliser si les tolérances sont définies au plan ou au contrat
Code du travail	Principes généraux de prévention et protection des travailleurs	Évaluation et réduction des risques au poste

Références indicatives à vérifier dans leur version applicable au dossier industriel.

Dangers et barrières de prévention disponibles

Opération	Danger principal	Protection ou dispositif existant
Transfert et coulée	Projection de métal liquide, brûlure	Zone balisée, outils de coulée dédiés, équipements thermiques
Décochage et grenaillage	Poussières, bruit, projections	Aspiration et capotage
Manutention des caisses	Écrasement, effort physique	Aide mécanique disponible dans l'atelier
Usinage	Copeaux, outil en rotation	Protecteur interverrouillé

Éléments de situation à compléter par l'analyse du candidat.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Gamme prévisionnelle de fabrication

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter le tableau avec les opérations dans l'ordre chronologique. Préciser les moyens, les paramètres ou points de surveillance pertinents et le résultat attendu de chaque étape.

Gamme prévisionnelle

N°	Opération	Moyen ou ressource	Paramètre ou point de surveillance	Résultat attendu
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

Une ligne par opération. Ajouter des lignes si nécessaire.

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 : Plan de contrôle et prévention

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter les tableaux. Pour les critères dimensionnels non spécifiés dans le dossier, indiquer qu'ils doivent être confirmés au plan ou avec le client plutôt que de créer une tolérance non fournie.

Plan de contrôle de la présérie

Caractéristique	Étape de contrôle	Moyen ou méthode	Critère d'acceptation	Traçabilité
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

Proposer au minimum quatre caractéristiques contrôlées.

Analyse des risques et mesures de prévention

Situation	Dommage potentiel	Mesure de prévention collective ou organisationnelle	EPI complémentaire si nécessaire
Transfert du métal liquide	.....	.....	.....
Décochage et grenaillage	.....	.....	.....
Manutention des caisses	.....	.....	.....
Usinage	.....	.....	.....

Décrire un dommage et une mesure de prévention pour chaque situation.

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.