Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

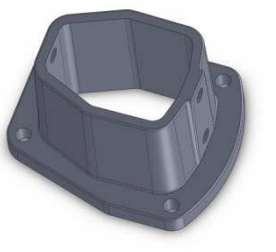
Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro Fonderie, veuillez visiter :
bacprofonderie.fr/annales-sujets-et-corriges

REMARQUE IMPORTANTE : Ce document est réservé au questionnement, il peut être utilisé comme brouillon. Les réponses devront être recopiées sur le document réservé à cet usage qui sera agrafé dans une feuille de copie d'examen anonymée .

Mise en situation :

Vous êtes un opérateur qualifié de fonderie. L'entreprise CLO-SUR qui vous emploie est spécialisée dans la fourniture de matériel de clôture (parcs grillagés)

Cette entreprise possède une unité de production s'appuyant principalement sur la mécano-soudure, et un département de fonderie sous pression constitué d'un petit atelier regroupant 3 machines de productions et les activités périphériques spécifiques. Une nouvelle machine (coquilleuse) est nouvellement installée pour la fabrication de petites séries en coulée gravitaire.

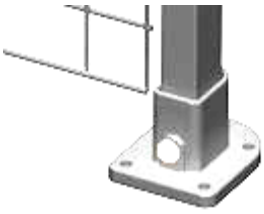


Le produit qui est à étudier est le pied de poteau. La production standard est conforme au plan CG_13

Ce produit est bien maitrisé par l'entreprise, les outillages sont optimisés et le processus est bien adapté pour les fabrications standard (90% des commandes, soit environ 300 000 pièces par an à vocation grand public et collectivités)

- Le procédé est le moulage sous pression d'alliage d'aluminium. Les dépouilles sont réduites, les trous sont percés bruts de fonderie. La capacité de l'outillage est de plusieurs centaines de milliers de pièces avec un entretien soigné.

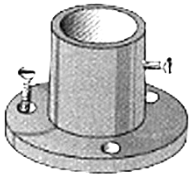
Dans un premier dossier, on vous demande de montrer que vous êtes capable de vous adapter à ce poste de travail, que vous connaissez les règles à respecter, que vous êtes à même de procéder aux opérations de contrôle



- Pour des géométries de pièces hors standard, les pieds de poteaux étaient réalisés par mécano-soudure. Pour améliorer la flexibilité et la productivité, on envisage de les intégrer dans votre atelier de fonderie.

Ces commandes spéciales sont de faibles volumes (prévisionnel de 10 000 pièces par ans). Le procédé qui est envisagé est le moulage en coquille. L'entreprise est nouvellement équipée et vous sollicite pour la mise au point du procédé.

Dans cette seconde partie, on testera vos connaissances du procédé de coulée en coquille et de vos capacités à procéder aux travaux de préparation de l'outillage et à l'élaboration de l'alliage..



- Pour une autre application, les pièces doivent être soudées sur des supports en acier. Cette fabrication est assurée à 100% par un sous-traitant spécialiste de la fonte GS .

Votre mission consiste à accompagner le responsable produit pour l'assister dans un audit de l'entreprise sous-traitante.

Dans cette troisième partie, on vous demande de commenter les documents de fabrication et de lister les défauts potentiels en relation avec la méthode de production

1ère situation : coulée « Sous pression ».

Rappel de technologie

En moulage sous pression on distingue deux techniques :

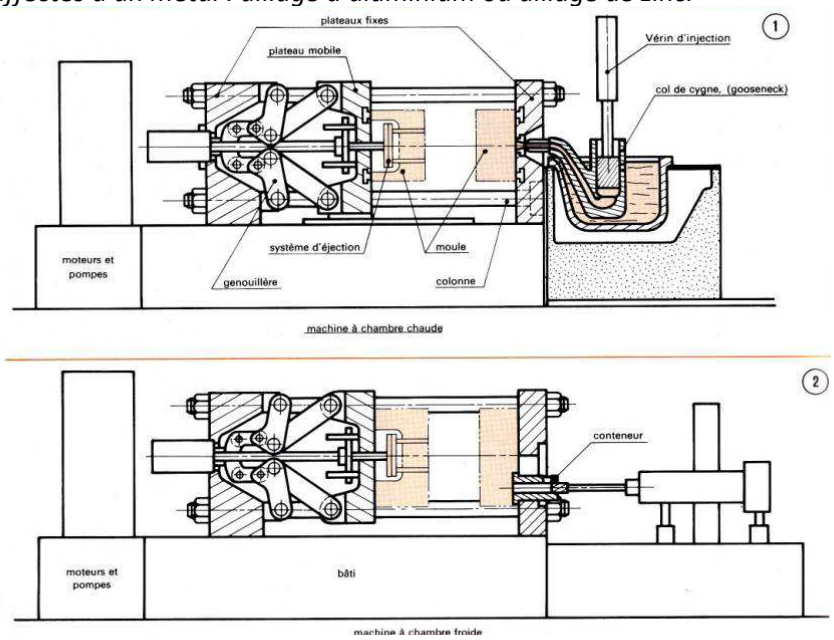
Injection en machine « à chambre froide » ce procédé consiste à amener le métal liquide avec une louche dans un réceptacle cylindrique. Le métal est ensuite expulsé dans le moule par un piston

Injection en machine « à chambre chaude » le métal est maintenu liquide dans un conteneur qui est intégré à la machine. Le système d'injection étant immergé dans le métal liquide.

Ces procédés sont chacun affectés à un métal : alliage d'aluminium ou alliage de zinc.



Vue de l'atelier de l'entreprise « CLO-SUR »



Schémas des machines à chambre chaudes et à chambre froide

Description :

Une machine à couler sous pression est constituée par :

- un mécanisme assurant la fermeture et l'ouverture d'un moule en deux parties ;
- un système d'injection assurant le remplissage des empreintes ;
- un dispositif d'éjection des pièces ;
- un système de transmission de l'énergie qui assure le cycle : fermeture, injection, ouverture et éjection.

Informations complémentaires :

Machine à chambre chaude :

La chambre dans laquelle la pression agit sur l'alliage liquide se trouve placée dans le creuset où est fondu l'alliage d'où son appellation « chambre chaude »

Il est indispensable que le métal fondu ne corrode pas les éléments immergés ; c'est pourquoi ces machines sont réservées aux alliages de plomb-étain, ou de zinc-magnésium.

Machine à chambre froide :

Le conteneur d'injection n'est pas en contact permanent avec l'alliage liquide. Celui-ci est maintenu en fusion dans un four séparé de la machine. A chaque injection, l'alliage est déversé dans le conteneur au moyen d'une louche.

En raison du temps de séjour relativement bref dans le conteneur, on peut couler des alliages plus agressifs comme les alliages d'aluminium, les alliages de cuivre ou les alliages de magnésium.

Questionnement de la première partie. *Répondre sur les documents tirés à part.*

(Mémo. : se souvenir que le plan représente la pièce brute de fonderie, les trous ne sont pas usinés)

Lecture de plan.

1. Décoder le plan d'outillage (ref : **OUT 13-1**) : **colorier le système d'éjection** en jaune, le **système d'ouverture des tiroirs** en bleu, les empreintes en rouge,
2. Sur le plan de pièce (ref : **CG 13**), matérialiser par un trait de couleur bleue **la surface du joint de moulage**
3. Les doigts inclinés sur le plan (ref **OUT 13-1**) ont pour rôle l'ouverture d'un tiroir qui est rendu indispensable par un élément de la géométrie de la pièce. **Quelle est cette géométrie** ? Repérez-la sur le plan ref : **CG 13** par une **flèche rouge**

Procédé

4. Compte-tenu de l'alliage utilisé, quel procédé devra-t-on utiliser ?

   (justifier)



Machine de production

Cycle de la machine

5. mettre dans l'ordre

	Coulée (injection)
	Alimentation : introduction du métal à la louche dans le conteneur
	Ouverture
	Relance cycle
	Poteyage (eau + huile minérale)
	Ejection
	Refroidissement
	Fermeture

Réglages des paramètres

6. La machine possède 3 pupitres de commande : une pour la programmation de la pulvérisation du poteyage, une pour la commande de la machine l'injection et une pour la commande du robot de coulée.

Affecter à chaque pupitre de commande le paramètre de réglage figurant dans la fiche de production

Réglages	Commande du module périphérique de poteyage	Commande de l'unité d'injection	Commande du robot
Temps de pulvérisation : 3 secondes			
Pression de compactage : 350 bars			
Puisage de 0.4 kg			

Gestion de production

7. L'atelier fonctionne en une équipe de 6 heures à 14 heures. Le personnel peut effectuer les poses réglementaires sans que la production ne soit affectée (automatisation complète) le cycle machine est de 45 secondes. Le taux de réquisition retenu pour cette machine est de 85%.

Ce taux représente la production effective qui tient compte des arrêts programmés : rechargement du four, procédure de démarrage de production, procédure de maintenance de premier niveau et d'arrêts de poste)

Pour fabriquer 5000 pièces, combien faut-il de journées de production ?

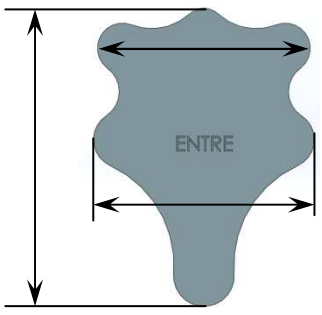
(Décomposez : combien de minutes réellement utiles par journée, combien de pièce pour un cycle)

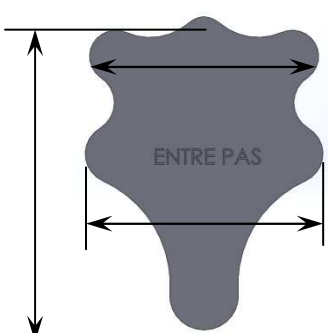
Mesurage et contrôle *(lire le document ressource « autocontrôle »*

8. On vous demande donc de définir les différentes cotes utiles pour réaliser un tampon de contrôle

Cotes nominales	Tolérances	Cotes Maxi	Cotes mini
50.3	±0.5		
52.2	±0.5		
69.6	±0.5		

9. Placer les cotes utiles sur les dessins.





10. Quels sont les avantages de ce type de contrôle ?

Caractérisation de l'alliage

L'alliage demandé au cahier des charges EN-AC Al Si 9 Cu3

11. Décrypter cette nuance :

12. Cet alliage peut-il être qualifié d'hyper eutectique ou d'hypo eutectique ?

(expliquez à partir du diagramme binaire AL Si)

Diagramme causes-effet :

Vous avez participé à une réunion du groupe « qualité »

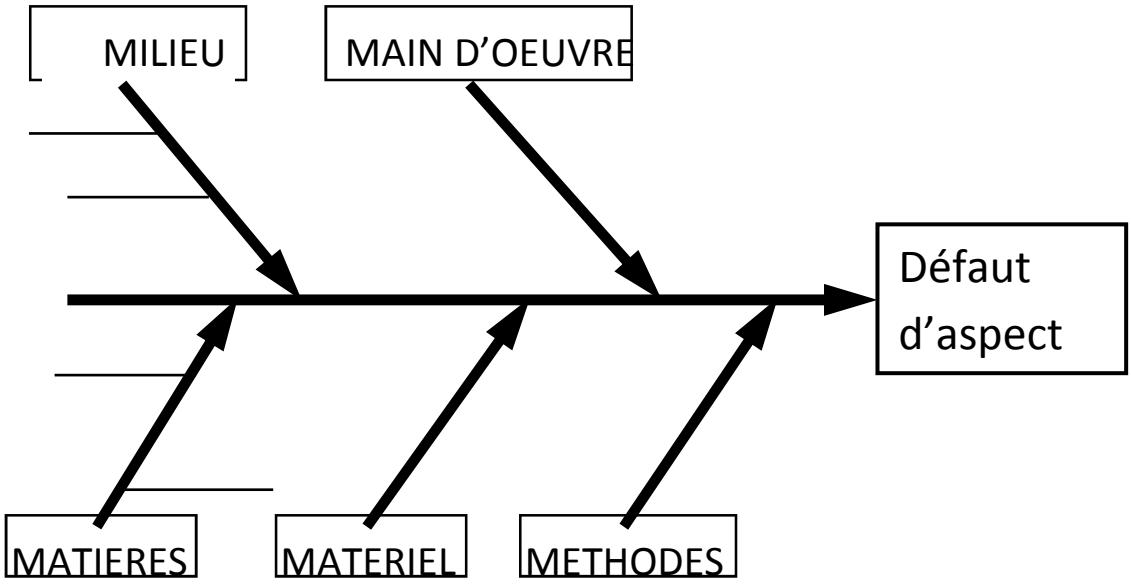
Un « brain storming » (x) a mis en évidence des causes potentielles d'un défaut d'aspect. Voici le résultat :

Moule froid ; encrassement moule ; oxydation bain, température four, décrassage du bain ; refroidissement eau ; température d'huile ; durée de poteyage du moule ; non respect des consignes ; poteyage de la louche non réparé



(x) *= remue-méninges, vise à apporter des solutions à un problème donné grâce à un recoupement d'idées effectué par le groupe de travail*

13. **Classez ces causes dans le diagramme causes-effet**



14. Si on ne répare pas le poteyage de la louche, on risque : (cocher toutes les réponses qui sont pertinentes)

    - ☐ De refroidir l'alliage
    - ☐ De provoquer une usure de la louche et un enrichissement en fer du métal liquide
    - ☐ De produire des collages (étamages) qui vont diminuer la contenance de la louche, d'où pièces incomplètes
    - ☐ De créer une situation dangereuse pour l'hygiène et la sécurité

2ème situation : Coulée gravitaire en coquille



Rappel de technologie : la fonderie en coquille est un procédé de coulée gravitaire dans des moules métalliques donc permanents. Les moules sont régulés en température et sont protégés du métal liquide par un poteyage qui est appliqué avant le montage du moule. Ce poteyage possède des rôles de régulation thermique également. La géométrie des pièces peut-être complexe car certaines machines possèdent des « tire-noyaux » qui permettent des moulages avec plusieurs joints. Pour obtenir un remplissage non turbulent, on peut procéder à une coulée basculée.

Ce procédé présente une productivité moindre que la sous-pression car le temps de cycle est important mais la qualité métallurgique est meilleure. D'autre part l'outillage est moins onéreux et on peut réaliser des pièces de plus grandes dimensions.

Questionnement :

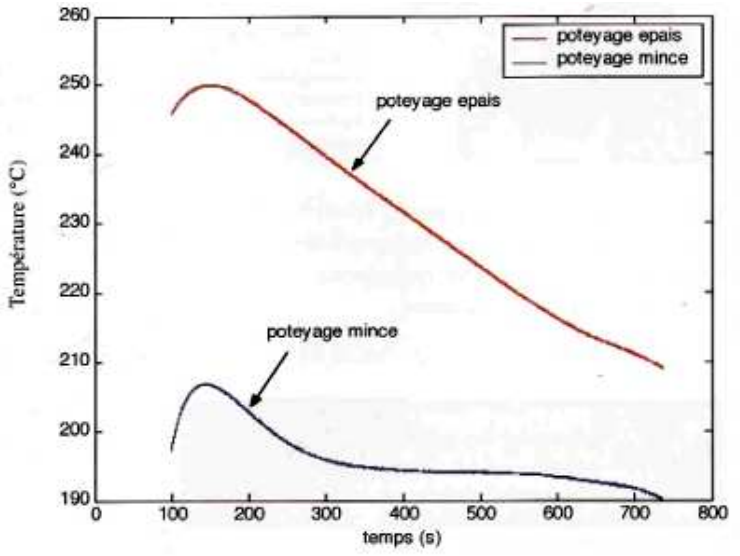
15. Dans notre application, quel est le facteur principal qui justifie le choix du procédé pour cette application (rappel de la mise en situation : on souhaite utiliser cette technique de fonderie pour la fourniture de petites séries habituellement obtenues par mécano-soudure)

    Pour faciliter votre réponse, renseigner le tableau suivant (+ ou -)

	Sous pression	Coquille gravitaire
Productivité		
Résistance du matériau		
Coût d'investissement outillage		
Dimension des pièces		
REPONSE : Le choix du procédé coquille se justifie parce que :		

16. Méthode d'application du poteyage (lire le document ressource)

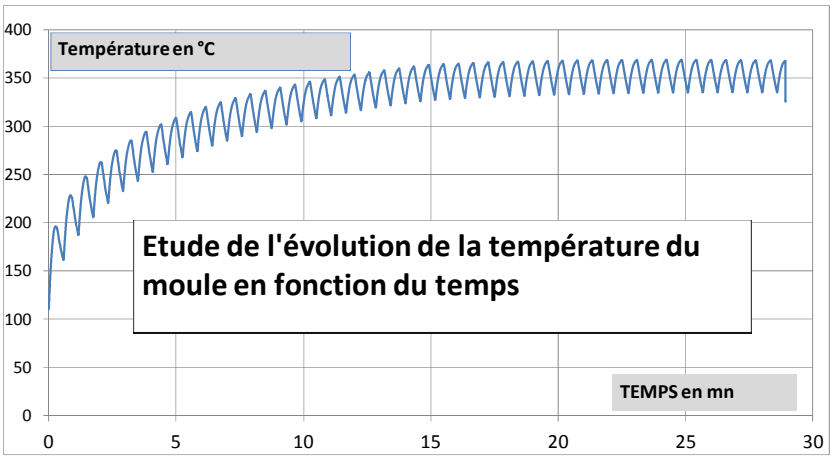
Décodez le document ci-contre : quel mode d'application préconisez-vous pour recouvrir les masselottes et le système de remplissage ?



Prendrez-vous de préférence un produit « noir » ou un produit « blanc » ?

17. Etude du cycle thermique de la coquille. Une simulation numérique a été effectuée pour vérifier la stabilité du procédé.

    Au bout de combien de temps atteint-on l'équilibre thermique ? Combien de pièces doit-on fabriquer avant d'arriver à ce point d'équilibre. (Évaluation à 5 pièces près)



18. Questionnement sur la métallurgie du bain d'aluminium

La fiche de fusion qui vous a été remise indique que la température de l'alliage doit être maintenue entre 850 et 880°C. Vous pensez qu'il peut il y avoir une erreur de frappe. Recalculez la température d'après le diagramme et argumentez pour expliquer les inconvénients d'une température aussi haute

19. Quels sont les traitements de bain à réaliser pour que cet alliage ait une structure fine (x), garante de propriétés mécaniques optimales ; (à choisir parmi les traitements de bain suivants : désoxydation, modification, dégazage et affinage) ?

- prendre appui sur le document ressource -

(x)on entend par structure fine : éviter un grain grossier et éviter un eutectique contenant des cristaux de silicium

3ème Situation : coulée en sable dans un moule à joint vertical

Rappel du contexte

Vous auditez une entreprise en vue de la retenir pour la fabrication qui doit être sous-traitée. Cette fonderie spécialiste de la coulée de fonte est équipée d'un chantier automatique à joint vertical.



Exemple de plaque modèle

Cette technique consiste à presser des mottes de sable silico-argileux synthétique entre deux plaques-modèles métalliques. Après serrage, la motte de sable est poussée pour former une file de moules à couler. Après coulée, ces moules continuent à être poussés pendant la solidification jusqu'à l'opération de décochage. Cette file de moules en cours de refroidissement peut être très longue pour permettre d'atteindre des températures suffisamment basses.

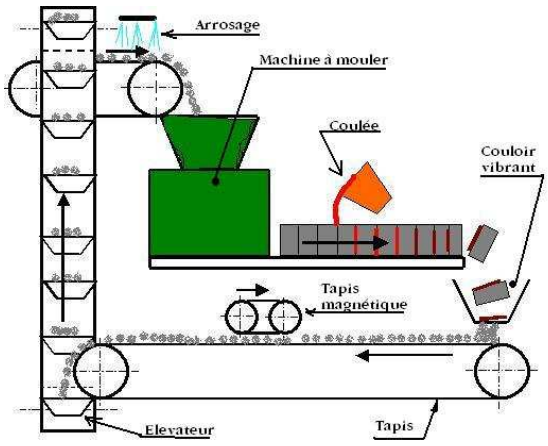
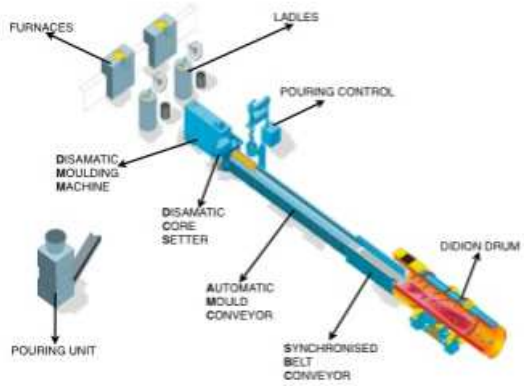


Schéma de principe simplifié



Ligne de fabrication

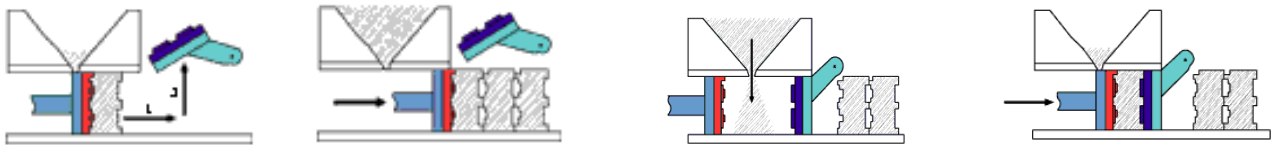
Cahier des charges

La fabrication du pied de poteau doit être soudable sur de l'acier, aussi la nuance est une fonte GS ferritique de désignation EN-GJS 400-15.

La dureté maxi. est de 195 HB

Étude du cycle machine. Diagnostiquer un incident de production.

20. Ordonnez les schémas pour les placer dans l'ordre chronologique de la fabrication.



21. Légender les schémas et accompagner chacune des opérations d'un petit commentaire descriptif.

22. Pendant la visite, vous assistez à l'incident de production suivant : une motte s'écrase en rendant nécessaire l'arrêt de la chaîne pour évacuer les moules endommagés. **Imaginez une cause à cet incident et proposez une action préventive.** (pistes à explorer : cohésion du sable insuffisante, surface de contact trop réduite, résistance mécanique due à la détérioration de la piste de transfert).

    Les trois propositions sont plausibles, choisissez celle que vous souhaiter développer.

23. *Cet incident peut-être classé dans la catégorie « incident mineur » ayant simplement provoqué une perte de production de 35 minutes. Pour autant une entreprise se doit d'analyser les incidents de fabrication car ils ont une incidence possible sur :*

    La qualité du produit, le coût du produit, la santé financière de l'entreprise, la sécurité du personnel, l'environnement, les délais de fabrication … **parmi ces conséquences potentielles, peut-on en citer qui ne concerne pas le client ?**

    Choisir une des conséquences ci-dessus et **argumentez** pour expliquer que l'incident auquel vous avez assisté, s'il n'est pas corrigé, est (un peu) préjudiciable à la confiance que le client attend de son fournisseur.

Surveillance de la qualité de l'alliage.

La surveillance de la qualité de l'alliage est effectuée par les contrôles suivants :

- *Prélèvement d'une éprouvette pour analyse spectrométrique à chaque poche par le responsable de fusion*
- *Coulée d'une éprouvette de trempe par le pilote de la machine à mouler à chaque heure*
- *Test à la lime par le contrôleur volant (opérateur chargé de prélever des pièces sur chaque ligne de production) pour un contrôle complémentaire (fréquence : toutes les 2 heures) Ce test qui n'est pas codifié consiste à faire « mordre » une lime à la surface de la pièce pour détecter la présence de points durs (carbure de fer). Toute suspicion de dureté anormale est vérifiée par un examen micrographique.*
- *Mesure de la dureté et micrographie avant expédition (contrôle libératoire autorisant le chargement du camion)*

Questionnement :

24. **Décoder la désignation** normalisée de cette fonte

25. Cette fonte doit posséder une matrice ferritique : **cochez la représentation** qui correspond à cette structure (voir document réponse)

26. La fonte est inoculée dans le jet de coulée (inoculation tardive). **Cochez dans le tableau** ci-dessous les avantages attendus de l'inoculation

(une mauvaise réponse : pas de point)		
L'inoculation sert à	oui	non
Augmenter la résistance et la dureté		
Eviter les points durs (carbures)		

Analyse d'un dysfonctionnement.

Un incident ancien a mis en évidence la responsabilité de l'inoculation dans une série de dysfonctionnement et problèmes de qualité.

Description de l'incident : Le jet d'inoculant étant désaxé, une partie du produit se trouvait dispersé sur le moule avec trois conséquences fâcheuses :

- *Consommation inutile du produit (cher car composé en partie de terres rares)*
- *Pollution du sable qui a entraîné des défauts de surface sur les malaxées suivantes*
- *Structures incorrectes*

27. En action préventive, l'augmentation de la fréquence des contrôles de surveillance est envisagée. **Cocher dans le tableau** ci-dessous, les contrôles qui sont susceptibles d'éviter le retour de cet incident (penser à la chronologie des événements pour faire votre sélection).

(une seule mauvaise réponse autorisée)		
Contrôle pertinent pour surveiller l'inoculation	oui	non
Analyse spectrométrique		
Eprouvette de trempe (cf doc …)		
Test de détection des points durs à la lime		
Contrôle de la structure (micrographie)		

Surveillance de la qualité du sable

Les machines de l'entreprise (trois lignes de moulage automatique à joint vertical) sont alimentées en sable par une sablerie de 140T/h (4000Kg de sable par malaxée)

La haute productivité de cette technique de fonderie suppose une qualité contrôlée du sable de moulage. L'entreprise affiche en temps réel « un carnet de bord électronique» qui renseigne le personnel concerné de l'évolution du sable. Cette information a pour vocation de sensibiliser tous les acteurs de la production et les associer au concept de la qualité totale.

- *Les données du sable affichées :*
  - *Compression 220 MPa*
  - *Cisaillement 55 MPa*
  - *AS 36*
  - *Eau 3.42%*
  - *Perméabilité : 130*
  - *Argile active : 8.10 %*
  - *Température sable : 56°C*
  -
- *Ajouts à la dernière malaxée*
  - *Sable neuf (silice AFS 60) : 12 kg ajouté*
  - *Bentonite : 21 kg ajouté*
  - *Noir 7 kg ajoutés*
  - *Fines 10 (10 kg de fines. soit la moitié des fines récupérées par aspiration. Le but est de limiter la mise en décharge, de récupérer la bentonite et le noir contenus et d'améliorer la peau de pièce)*

Questionnement :

28. Pourquoi a-t-on besoin d'ajouter de la silice neuve dans la sablerie? (pour compenser quelle dégradation subie par la silice ?)

29. Pourquoi a-t-on besoin d'ajouter de la bentonite ? (pour compenser quelle dégradation subie par l'argile ?) *– la bentonite est la principale argile des sables à vert synthétiques-*

30. Quel est le rôle du noir minéral ? (quel défaut est-il censé éviter ?)

31. Quelles sont les conséquences possibles d'un excès d'eau ?

32. La perméabilité ne doit pas être trop basse. Quel défaut pourrait-on constater sinon sur les pièces ?

33. Quels sont les paramètres mesurés (voir les données ci-dessus) qui sont susceptibles de produire un incident de moulage de type « écrasement de motte »

Question 34 :

Le sujet qui vous a été proposé vous a questionné sur une famille de pièces intitulée « pied de poteau »

La géométrie de ces pièces est construite pour satisfaire une fonction mécanique : soutenir un poteau de panneau grillagé et une fonction esthétique : décorer et se démarquer du produit concurrent.

Les critères de coût de production et d'impact écologique sont également intégrés au raisonnement du designer.

On vous demande, **au choix :**

- Rédiger un petit texte pour montrer que la fonderie est une technique de choix pour résoudre l'équation des 4 locutions soulignées ci-dessus.

Ou,

- Dessiner en perspective, une maquette d'un pied de poteau que vous avez envie de proposer à un bureau d'étude. Le cahier des charges étant : poteau de section carrée 60 x 60, platine s'inscrivant dans une surface au sol de 120x120. (cote donnée indicatives, mais le dessin n'a pas d'échelle ni de cotation demandée)

  Pour la « fonction esthétique » ne pas oublier de dessiner des nervures, bossages de personnalisation, rayons et congés …)

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.