

# CONCOURS GÉNÉRAL DES MÉTIERS DE LA FONDERIE

## ÉPREUVE ÉCRITE

SESSION 2023

Durée : 6 heures

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation : pages 02/22 à 03/22
- Dossier technique : pages 04/22 à 10/22
- Dossier travail : pages 11/22 à 22/22

**L'intégralité du dossier travail (pages 11/22 à 22/22) est à rendre par le candidat.**

Il est conseillé au candidat de **prévoir 30 min pour la lecture du sujet.**  
Le dossier travail comporte des indications de temps pour traiter chacune des parties.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de calculatrice sans mémoire, type « collègue » est autorisé.

Concours Général des Métiers	Fonderie	Session 2023	CORRIGÉ
Épreuve écrite	Durée : 6 heures	Repère : C 23 CGM FON E	Page 1/12

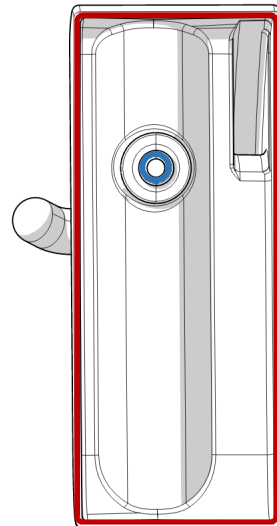
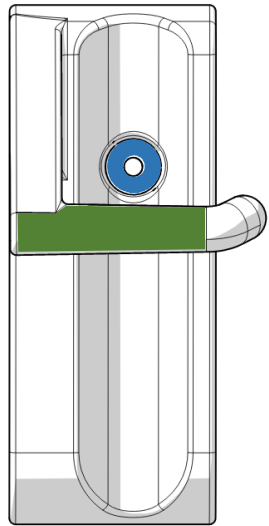
## ÉTUDE GÉNÉRALE DE LA PIÈCE

Il est demandé de réaliser une étude préliminaire qui mettra en évidence les caractéristiques et les spécificités de la pièce.

En vous aidant du document DT1 page 5/22 et de la maquette numérique du moule (dossier Maquette numérique/Moule) :

**Q1. Colorier** les surfaces fonctionnelles :

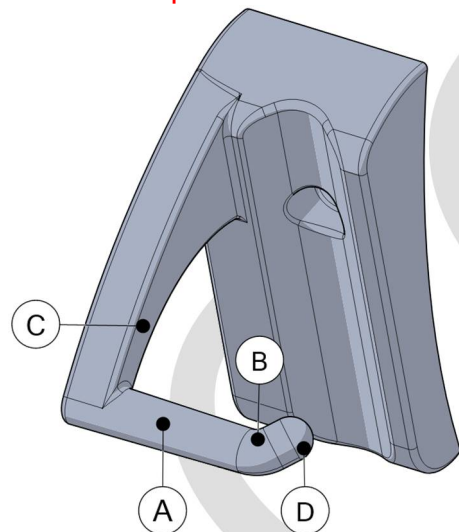
En contact avec le train en ● En contact avec le vélo en ● Permettant le maintien en position ●



/3

**Q2. Donner** la nature des surfaces suivantes :

A : **Cylindrique** B : **Torique** C : **Plane** D : **Sphérique**



/4

**Q3. Relever** les deux épaisseurs les plus fines de la pièce.

Les deux épaisseurs principales sont 3 et 4 mm

/1

**Q4. Donner** la forme de la section du bras (voir Coupe C-C).

La section du bras est rectangulaire

/1

**Q5. Donner** le diamètre du crochet.

Le diamètre du crochet est de 22mm

/1

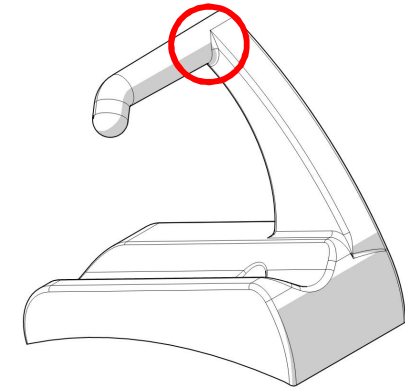
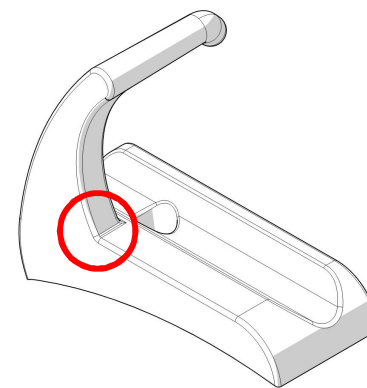
**Q6. Donner** l'encombrement totale de la pièce.

Hauteur = 255 mm largeur = 100 mm Profondeur = 199 mm

/2

Une étude de sollicitation a été élaborée par le bureau d'étude pour valider ou non la résistance du support en fonction d'une charge.

**Q7. Entourer** les zones les plus sollicitées à partir du document DT5 page 9/22.



/2

**Q8. En comparant** la contrainte maximum (Von Mises) et la limite élastique du matériau, valider ou non la résistance du support pour une charge de 1000 N (environ 100Kg).

Contrainte maxi 60,698 MPa < Re 344 MPa → le crochet résiste à la charge

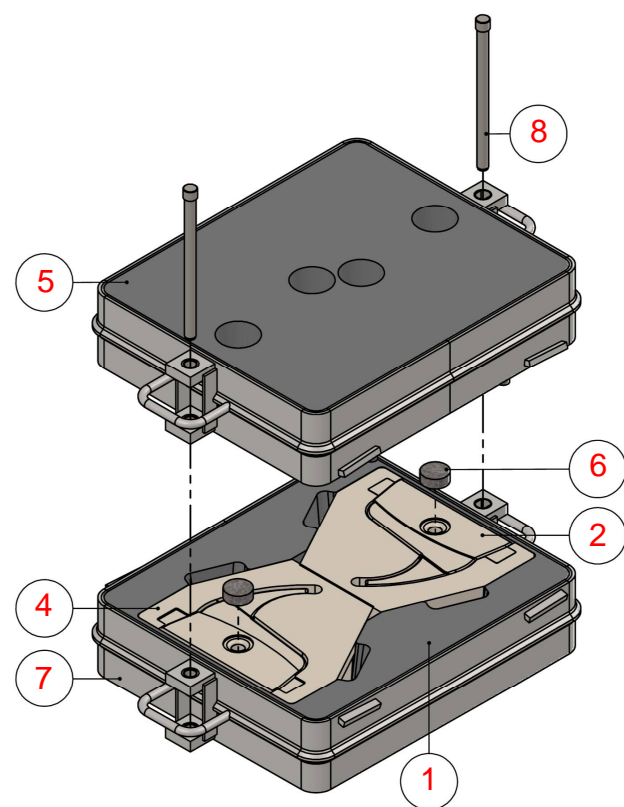
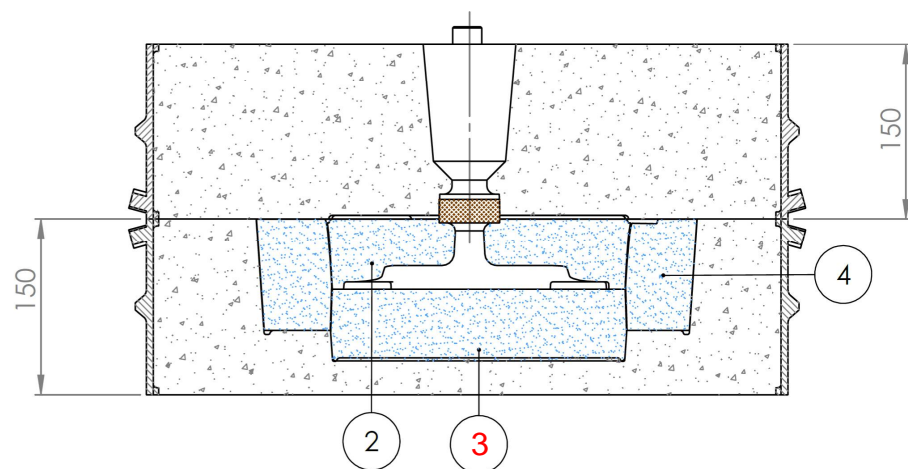
/4

ST /18

**Q9. Compléter** les « bulles repère » vides sur l'extrait du plan ci-dessous en vous aidant du document **DT4** page 8/22.

/4

**COUPE** B-B



8	2	Broche Ø30 lg 295
7	2	Chassis 640x540x150
6	2	Filtre
5	1	Empreinte supérieure
4	2	Noyau C
3	2	Noyau B
2	2	Noyau A
1	1	Empreinte inférieure
Rpe. QTE		Désignation

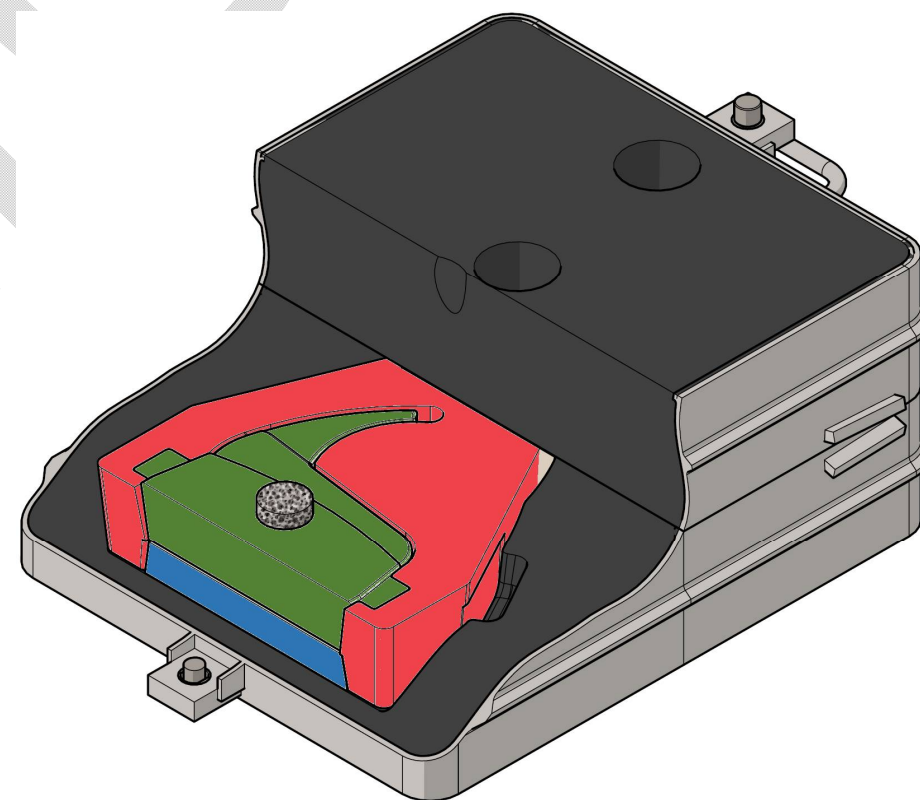
## ÉTUDE DE MOULAGE

L'étude de moulage permettra de :

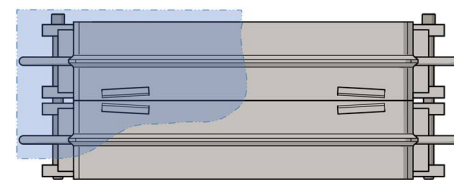
- comprendre le processus d'obtention de la pièce ;
- valider ou non le système de remplissage ;
- mettre en place un éventuel masselotage.

**Q10. Colorier**, sur la vue du moule ci-dessous, de couleurs différentes les trois noyaux.

/3






Vue écorchée à gauche du moule

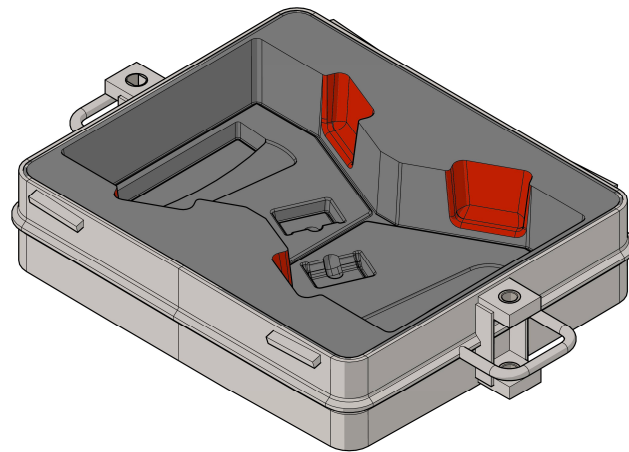


ST /7

Q11. Établir un ordre de remmoulage des différents noyaux pour une grappe :

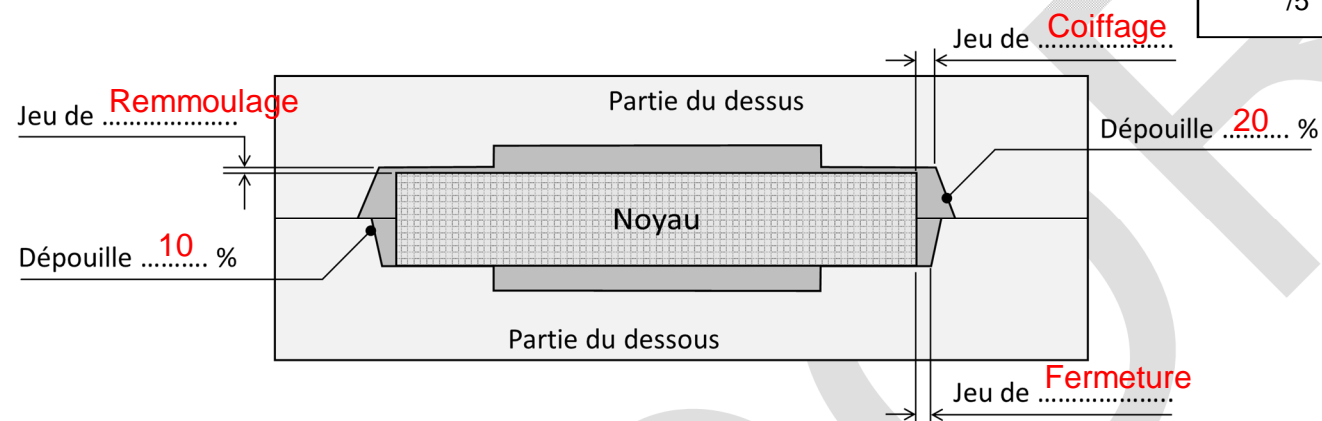
Ordre de remmoulage	1	2	3
Couleur du noyau			

Q12. Expliquer l'utilité des ouvertures repérées en rouge sur la partie inférieure du moule :



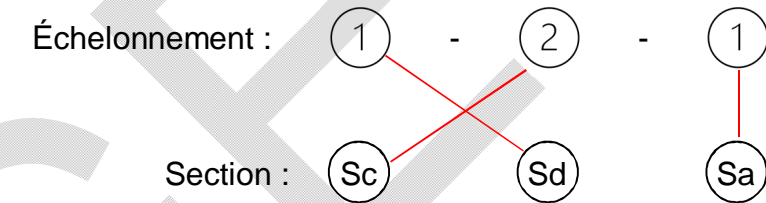
Explication : C'est un passage pour les mains pour le remmoulage des noyaux.

Q13. Nommer les différents jeux et compléter les % de dépouille sur la vue en coupe du moule ci-dessous.



Après consultation du bureau des méthodes, il est convenu d'utiliser un chenal double avec deux attaques, une descente de diamètre 25 mm et un échelonnement de 1 - 2 - 1 pour le remplissage d'une pièce.

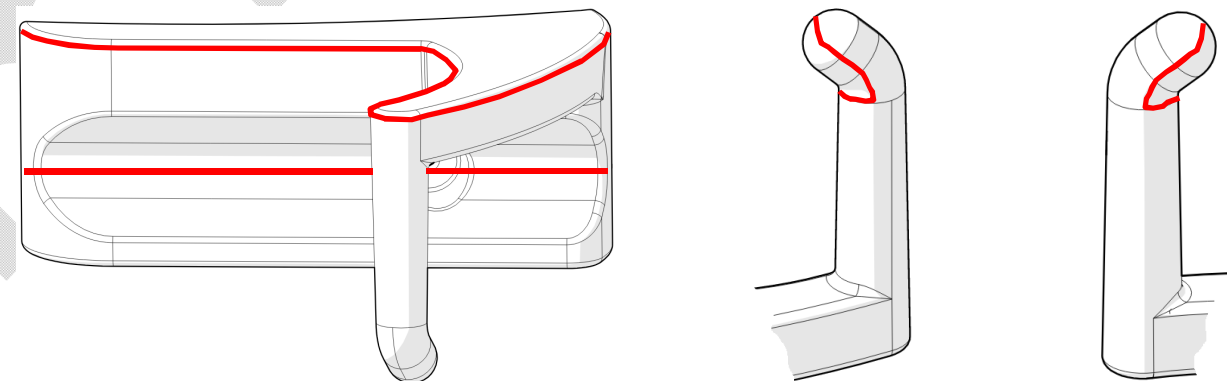
Q14. Relier le coefficient de l'échelonnement avec sa section correspondante :



Q15. Calculer la section en mm<sup>2</sup> de la descente en détaillant le calcul puis arrondir à l'unité supérieure :

$$S_d = \pi \times 12.5^2 = 490.87 \text{ mm}^2 \text{ arrondi à } 491 \text{ mm}^2$$

Q16. Tracer en rouge sur les trois vues le joint de moulage des noyaux en utilisant la modélisation du moule sous SolidWorks.



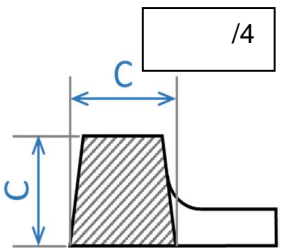
Q17. Calculer la section du chenal (chenal double) en détaillant le calcul :

$$S_c = 491 \text{ mm}^2 \times \text{coef } 2 = 982 \text{ mm}^2$$

$$982 \div 2 \text{ (chenal double)} = 491 \text{ mm}^2$$

Q18. Déterminer la cote c du chenal en détaillant le calcul puis arrondir à l'unité supérieure :

$$c = \sqrt{491} = 22.15 \text{ mm arrondi à } 23 \text{ mm}$$



Q19. Indiquer la section d'une attaque (2 attaques au total) en détaillant votre calcul :

$Sa = 491 \text{ mm}^2 \div 2 = 245.5 \text{ mm}^2$

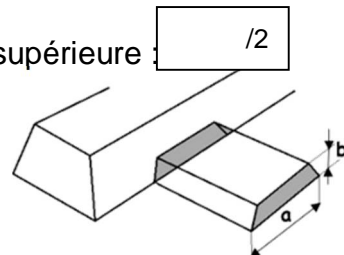
/2

Après analyse de la pièce, le bureau d'étude a déterminé l'épaisseur de l'attaque ( $b = 6\text{mm}$ ).

Q20. Déterminer la cote a en détaillant le calcul puis arrondir à l'unité supérieure :

$b = 6\text{mm}$

$a = 245.5 \div 6 = 40.91 \text{ mm arrondi à } 41 \text{ mm}$

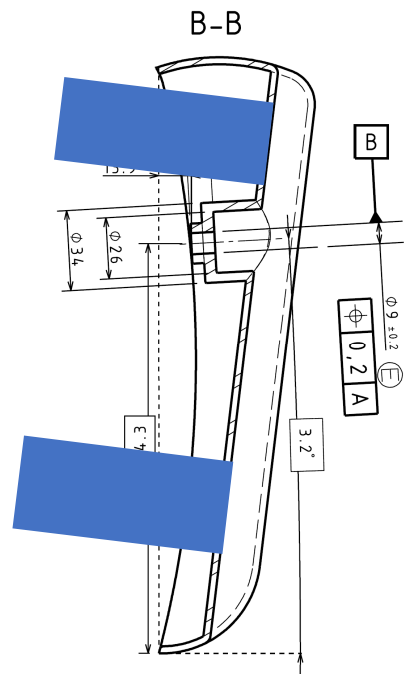


/2

Q21. À l'aide des dimensions obtenues ci-dessus, contrôler et modifier si besoin la cotation sous SolidWorks sur le fichier « Grappe support\_eleve ».

/4

Q22. Dessiner en bleu sur la coupe B-B la position des deux attaques à l'aide du moule en 3D.



/4

Q23. Déterminer le mode de coulée utilisé (cocher la bonne réponse) :

en source

en chute

mi-source/mi-chute

/2

Observer l'illustration du moule ci-dessous :

Q24. Nommer les deux éléments repérés par une flèche rouge :

Réponse : Filtre

Q25. Donner l'avantage et l'inconvénient de cet élément :

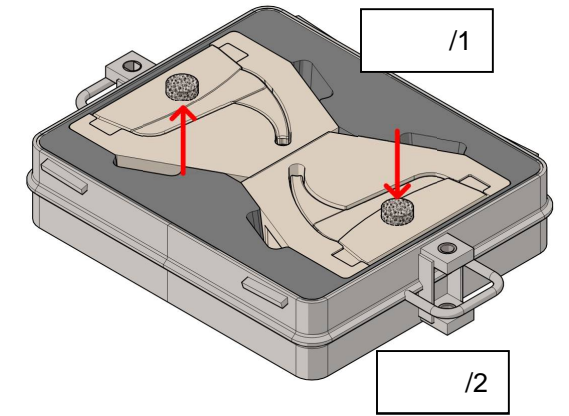
Avantage : Permet de filtrer l'alliage liquide et de retenir les crasses éventuelles.

Inconvénient : Réduit la vitesse de coulée.

Q26. Désigner, sur la partie inférieure du moule, la fonction principale du cordon repéré en rouge dans le fond de la portée de noyau :

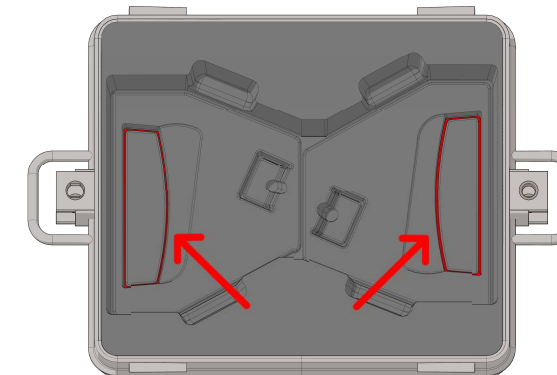
- C'est un repère pour définir la portée de noyau de dessous.
- C'est un nid à sable qui permet un remmoulage correct à plat du noyau.
- C'est une gorge qui permet l'évacuation des gaz du noyau.

/2



/1

/2



La masse de la grappe est de 2 kg, il y a 2 grappes par moule.

Q27. Donner le poids de la pièce finie en vous aidant du document DT1 page 5/22 :

0,719 kg

/2

Q28. Calculer la mise au mille en détaillant votre calcul :

$2 \text{ kg} \div 0.719 \text{ kg} = 2.78$

/2

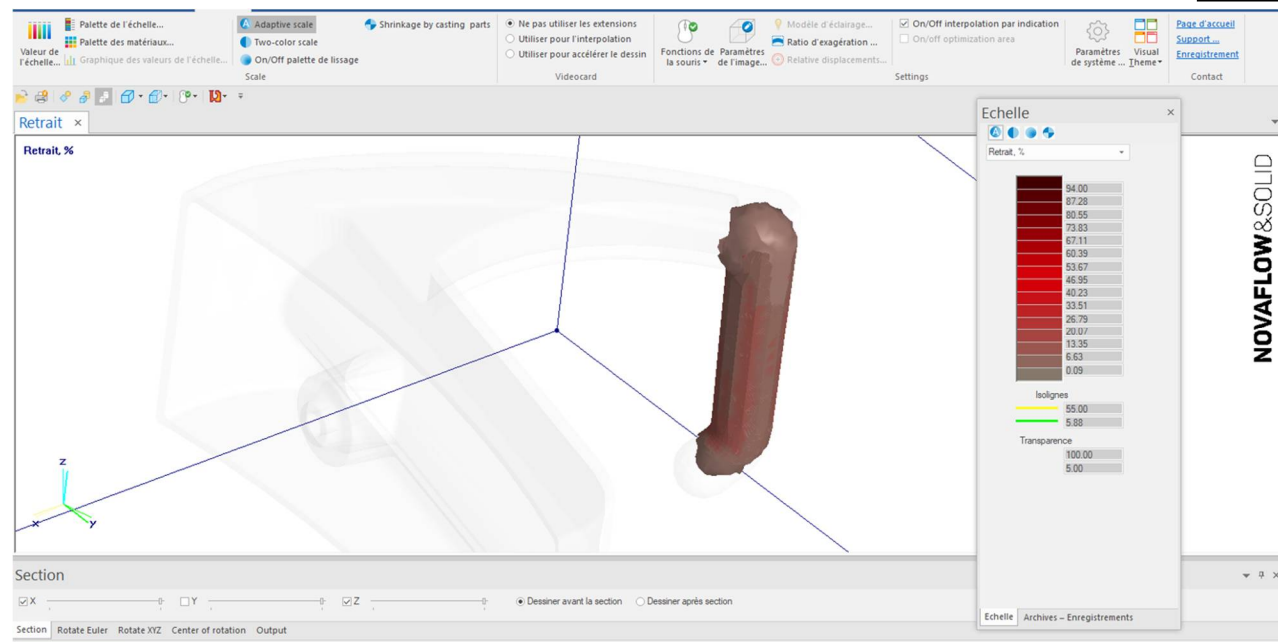
ST /23

## ÉLABORATION DE L'ALLIAGE

Q29. En observant la vidéo « chasse liquide crochet » **préciser** la zone de solidification finale, **expliquer** pourquoi. /4

La zone de solidification finale se forme au niveau du crochet car c'est la partie la plus massive

Q30. Ce document montre les zones atteintes par un retrait supérieur à 5%, **expliquer** ce qui va se produire dans cette zone, **nommer** ce défaut et **proposer** une solution. /4



Le retrait trop important va créer le défaut de retassure à cet endroit, il sera nécessaire de masselotter.

Q31. En observant la vidéo « grappe crochet retrait », **commenter** si le défaut est corrigé et **expliquer** comment. /2

Le défaut est bien corrigé car il est déplacé dans la masselotte.

Les caractéristiques de l'alliage peuvent influencer sur l'obtention de la pièce, les choix mis en œuvre devront être validés à leur tour.

Pour le choix de l'alliage coulé, le bureau des méthodes propose à la SNCF un alliage AISi10Mg06-Y20 :

Q32. Donner la signification de la désignation : /5

Al : Aluminium

Si : Silicium

10 : 10% de Silicium

Mg : Magnésium

06 : 0,6 % de Magnésium

Q33. Donner la signification de Y20 : /2

Mouler en sable sans traitement thermique

Après discussion avec la SNCF, l'alliage retenu sera légèrement différent.

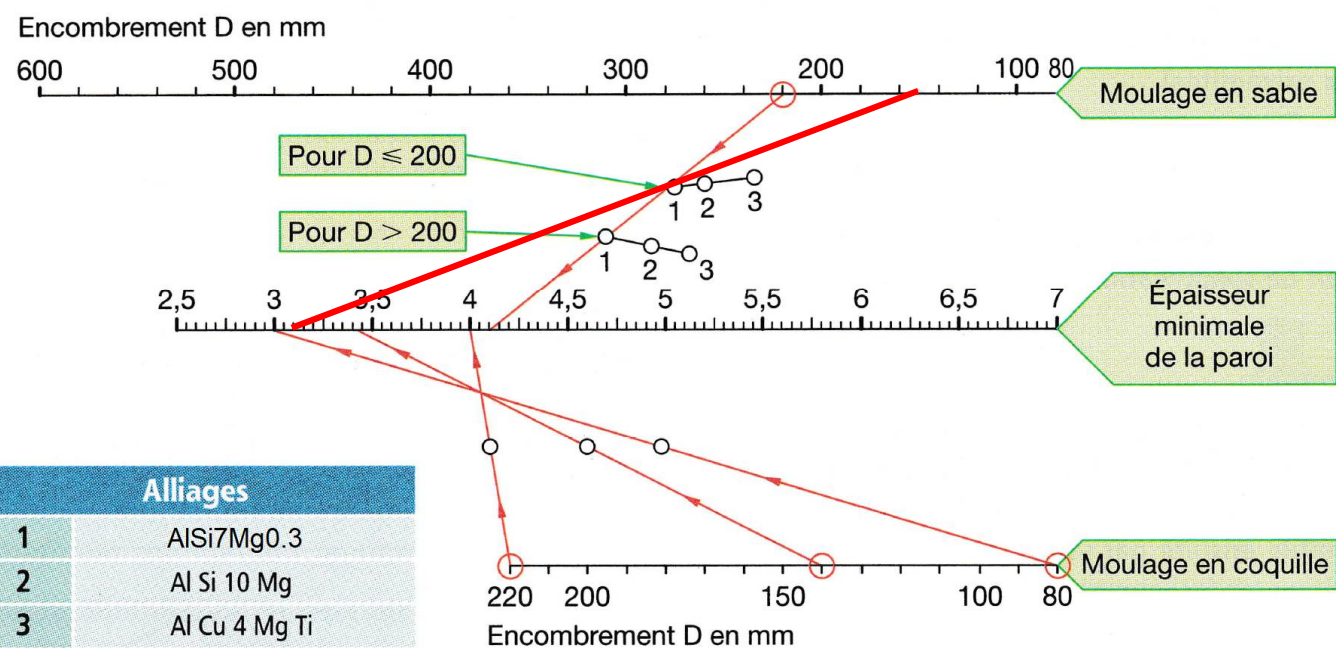
Q34. Désigner la matière utilisée pour la coulée des pièces en vous aidant du DT1 page 5/22 : /2

EN AC-42100

Q35. Désigner, à l'aide du document DT6 page 10/22 l'alliage correspondant : /2

AS7G03

**Q36.** À partir de l'épaisseur minimum (3 mm), **vérifier** cette épaisseur à l'aide de l'abaque de Roinet ci-contre. **Conclure** sur cette épaisseur.



**EMPLOI DE L'ABAQUE**

■ **Paroi de forme rectangulaire**

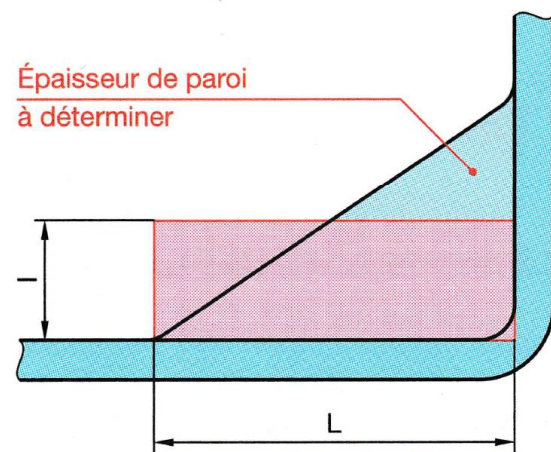
Soit L la longueur et l la largeur de la paroi.

1° Calculer la cote d'encombrement :  $D = \frac{L+l}{2}$ .

2° Aligner cette valeur reportée sur l'échelle qui correspond au procédé, et le point 1, 2 ou 3 choisi en fonction du matériau. Lire l'épaisseur minimale de la paroi sur l'échelle du milieu.

■ **Paroi de forme quelconque**

Les dimensions L et l correspondent aux dimensions d'un rectangle théorique de même superficie que celle de la paroi. On choisit pour L la plus grande dimension de la paroi.



**Conclusion :** l'épaisseur minimum de 3 mm est validée.

/5

Pour l'élaboration de l'alliage d'aluminium, plusieurs types de fours sont à disposition.

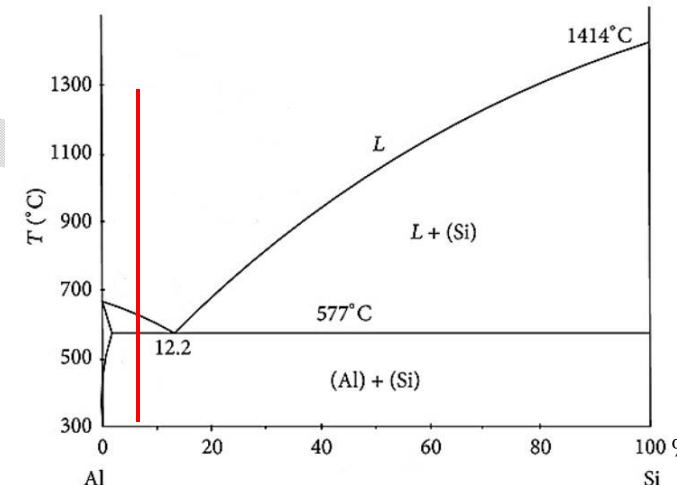
/2

**Q37. Sélectionner** celui le plus adapté :

- À induction   
 à creuset électrique   
 cubilot   
 à arc   
 à creuset au gaz   
 rotatif

**Q38. Tracer** sur le diagramme d'équilibre AlSi la droite verticale correspondant à l'alliage utilisé :

/2



**Q39. Désigner** le type l'alliage en analysant le diagramme et le tracé de votre droite :

/2

- Hypoeutectique   
 Eutectique   
 Hypereutectique

**Q40. Justifier** votre choix :

/2

C'est un alliage hypoeutectique car il se positionne avant l'eutectique à 12,2% de silicium

**Q41. Citer** trois opérations nécessaires pour préparer correctement l'alliage avant la coulée :

- 1 : **Décrassage**    2 : **Dégazage**    3 : **Affinage**

/3

Le dégazage du bain liquide est une opération à effectuer avant coulée.

/3

**Q42. Nommer** l'appareil de contrôle et expliquer son principe de fonctionnement :

Utilisation du **POROTEC**, coulée d'une petite éprouvette sous vide et analyse de celle-ci après refroidissement.

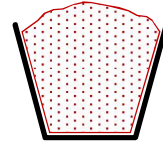
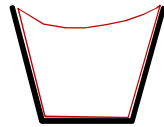
ST

/19

**Q43. Représenter** une éprouvette de gazage en coupe conforme et non conforme :

Éprouvette conforme, non gazé

Éprouvette non conforme, gazé



/2

**Q44. Citer** deux méthodes de dégazage du bain liquide :

1<sup>ère</sup> méthode : Par flux solide

2<sup>ème</sup> méthode : Par flux de gaz neutre

/2

**Q45. Désigner** l'appareil utilisé pour la prise de température de l'alliage d'aluminium :



/2

Pour garantir une bonne venue de la pièce, la température de l'alliage avant coulée est très importante.

**Q46. Sélectionner** la température de coulée en prenant en compte l'épaisseur moyenne de la pièce :

590°C

630°C

760°C

980°C

/2

**Q47. Si votre température de coulée n'est pas appropriée pour l'obtention d'une pièce fine, quel type de défaut risque-t-on d'obtenir et sous quelle forme apparaîtrait-il sur la pièce ?**

Type de défaut :  Retassure

Crique

Malvenue

Soufflure

/2

Description du défaut : pièce incomplète, formant un trou dans les parties les plus fines de la pièce.

Vous allez devoir élaborer une quantité d'alliage liquide pour l'obtention de la présérie de 100 pièces connaissant le poids de la grappe et en prenant en compte un pourcentage de rebut de 5.5%.

**Q48. Calculer** le poids total d'alliage à préparer sachant qu'une grappe pèse 2 kg, arrondir le résultat :

100 pièces + 5.5 pièces = 106 pièces à couler x 2 Kg = 212 Kg  
→ 220 Kg d'alliage à préparer

/4

La protection du fondeur est très importante lors de l'élaboration de l'alliage d'aluminium.

**Q49. Cocher** quatre EPI obligatoires à ce poste :



/4

Les outillages en acier du fondeur pour l'élaboration de l'alliage (louche de coulée, écremoir, cloche de dégazage, ...) doivent être protégés au contact de l'alliage liquide.

**Q50. Donner** le nom de l'opération de protection et indiquer comment on l'applique.

Le poteyage, appliqué au pinceau ou pistolet à air comprimé.

/4

ST

/22



## PRÉPARATION DU SABLE SILICO-ARGILEUX

Afin d'économiser le sable à prise chimique utilisé pour la confection des noyaux et des surfaces moulantes, l'entreprise a fait le choix d'opter pour un sable silico-argileux réutilisable pour la fabrication du moule, la préparation de ce sable nécessite une mise au point contrôlée.

La fonderie utilise une machine à mouler pour la production des moules en sable silico-argileux synthétique.

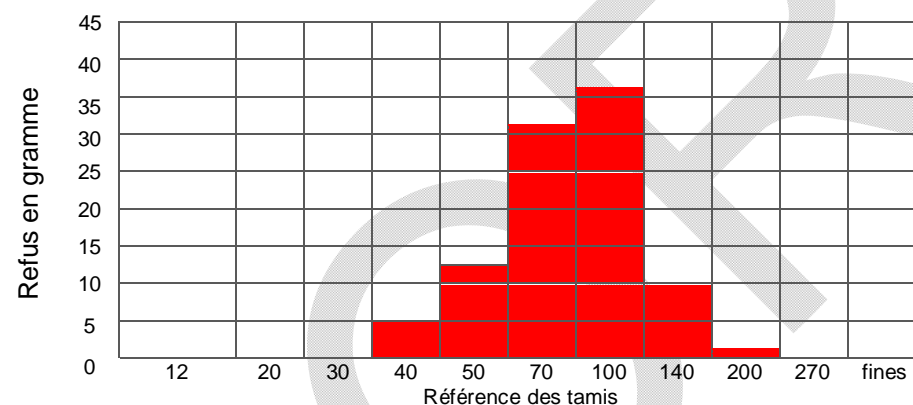
**Q51. Donner** les trois principaux composants du sable silico-argileux synthétique avec les fourchettes de pourcentage :

1 : **Silice, le reste**                      2 : **Argile, 7 à 8 %**                      3 : **Eau, 2 à 3%**                      /3

Le cahier des charges du bureau des méthodes préconise l'utilisation d'un sable silico-argileux d'indice AFS 95, le laboratoire de la fonderie procède à une analyse du sable utilisé.

Les valeurs obtenues à la suite de l'essai de granulométrie sont les suivantes :

Réf. des tamis	Ouverture des mailles	Refus en gramme
12	1,4	0
20	1	0
30	0,71	0
40	0,5	5
50	0,355	13
70	0,25	32
100	0,18	37
140	0,125	10
200	0,09	3
270	0,063	0
Fines	Fond	0



**Q52. Tracer** en rouge avec les résultats précédant l'histogramme sur le graphique ci-dessus.

/3

**Q53.** En comparant le sable d'indice AFS 80 et AFS 50, **indiquer** le sable le plus fin :

/1

**Le sable le plus fin est AFS 80**

Un contrôle de la perméabilité du sable est aussi réalisé.

**Q54. Sélectionner** l'appareil utilisé pour ce contrôle :

/2










**Q55. Donner** le nom de l'appareil sélectionné :

/2

**Le perméamètre**

**Q56. Citer** des facteurs qui peuvent influencer la perméabilité du sable :

/4

- **La granulométrie du sable utilisé**
- **Le % d'argile et d'humidité**
- **Le serrage du sable**
- **La réfractérité**

ST /15

La machine à mouler « secousse pression » utilisée pour la réalisation des moules est alimentée avec un sable silico-argileux dont le pourcentage d'eau doit se situer entre 1,9% et 2,2%.

**Q57. Nommer** deux appareils qui permettent de contrôler l'humidité du sable avec leur principe de fonctionnement : /4

- Un dessiccateur, l'appareil calcul la différence de pesée entre une quantité de sable humide et sable sec après évaporation de l'eau d'addition.
- Une bombe speedy, le principe est de mélanger du carbure de calcium au sable ce qui produit un gaz qui exerce une poussé sur une membrane afin d'afficher le % d'humidité.

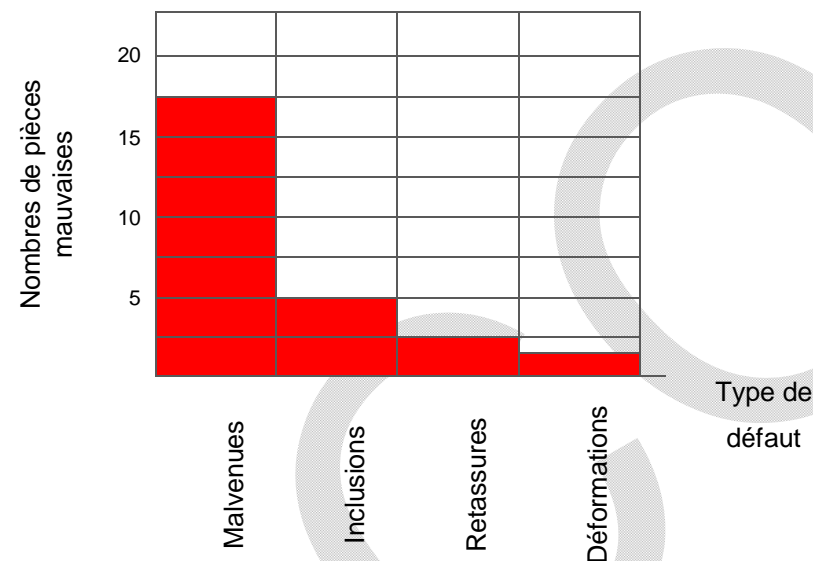
**Q58. Citer** trois propriétés des sables silico-argileux : /3

- La cohésion
- La perméabilité
- La réfractérité

Un contrôle visuel est réalisé lors de la production d'une première pré série de pièces, les différents défauts constatés sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Nombre de pièce mauvaise	Type de défaut constaté
5	Inclusions
2	Retassures
17	Malvenues
1	Déformations

**Q59. Tracer** un diagramme PARETO en utilisant les données du tableau : /4



**Q60. Indiquer** sur quel type de défaut agir en priorité : /1

- Le défaut de malvenue

**Q61. Sélectionner** les causes possibles de ce défaut : /3

Vitesse de remplissage de l'empreinte	Température de coulée trop élevée	Perméabilité du sable trop faible
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Système d'alimentation insuffisant	Indice AFS trop grossier	Température de coulée trop basse
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

En sachant qu'il est impossible de modifier les formes de la pièce.

**Q62. Proposer** des solutions afin de diminuer le défaut de malvenue : /3

- Augmenter la température de coulée.
- Augmenter la vitesse de coulée en modifiant les sections du système de remplissage.
- Augmenter la perméabilité du sable en diminuant le serrage ou en modifiant l'indice AFS.

Dans le diagramme PARETO, on retrouve quatre défauts différents. /2

**Q63. Associer** les défauts avec leur définition :

inclusions <input type="radio"/>	creux ou cavité liée au retrait de l'alliage <input type="radio"/>
retassures <input type="radio"/>	pièce incomplète <input type="radio"/>
malvenues <input type="radio"/>	géométrie de pièce incorrecte <input type="radio"/>
déformations <input type="radio"/>	trous à la surface de la pièce <input type="radio"/>

*(Lignes de connexion manuelles : Inclusions vers creux, retassures vers pièce incomplète, malvenues vers géométrie incorrecte, déformations vers trous à la surface.)*

ST /20

## PRÉPARATION DU SABLE CHIMIQUE

- La fonderie dispose pour la réalisation des noyaux d'une machine à tirer BICOR Disco 4100 avec utilisation du sable procédé « Ashland » et catalyseur gazeux (dioxyde de soufre  $So^2$ ).
- La cadence de production est de 60 tirs/heure.
- Le procédé Ashland est composé d'une résine liquide formophénolique « Isocure 306 » et d'une résine liquide à base d'isocyanate « Isocure 606 ».
- La polymérisation s'effectue par catalyseur gazeux composé d'amine « Isocure 3D »



Pour une présérie de pièces, vous devez préparer 50 kg de sable chimique dans un malaxeur discontinu avec le dosage suivant :

0,4% de résine Isocure 306 du poids de silice.

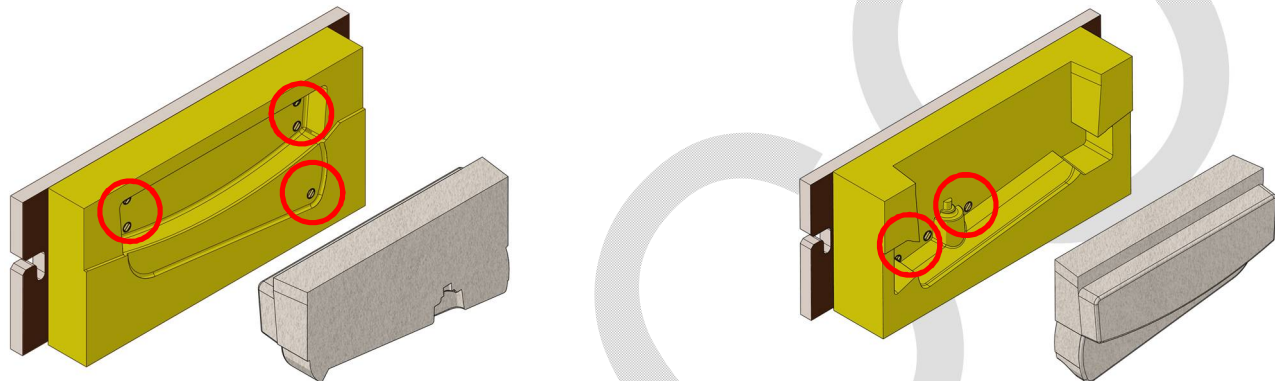
0,7% de résine Isocure 606 du poids de silice.

**Q64. Calculer** le poids de chaque résine en gramme en détaillant vos calculs :

Isocure 306 :  $(50 \times 0,4) \div 100 = 0,2\text{kg} \rightarrow$  soit 200 grammes.

Isocure 606 :  $(50 \times 0,7) \div 100 = 0,35\text{kg} \rightarrow$  soit 350 grammes.

**Q65. Entourer** en rouge, sur la boîte à noyau illustrée ci-dessous, les éléments essentiels qui permettent l'évacuation des gaz lors de la réalisation du noyau.



**Q66. Nommer** cet élément :

Filtre

/1

**Q67. Relier** dans l'ordre les six phases de réalisation d'un noyau à l'aide de la machine à tirer :

- |   |                       |                       |   |    |
|---|-----------------------|-----------------------|---|----|
| 1 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Injection du gaz et polymérisation du noyau             | /3 |
| 2 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Fermeture de la boîte et plaquage contre la tête de tir |    |
| 3 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Ouverture de la boîte et extraction du noyau            |    |
| 4 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Remplissage de la boîte à noyau par tirage              |    |
| 5 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Aspiration de l'excédent de gaz (amine)                 |    |
| 6 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Remplissage du sable dans la trémie de la machine       |    |

Les règles de protection sont strictes au poste de noyateur, que ce soit à la préparation du sable chimique ou à la manipulation des produits.

**Q68. Cocher** les EPI obligatoire à ce poste :

/2



ST

/12

## ÉTUDE DU COUT ET DU PRIX DE REVIENT

- L'objectif de cette partie est de chiffrer le coût de production d'une pièce brute de fonderie finie avant peinture ainsi que le coût global de la matière d'œuvre. On négligera le coût du sable silico-argileux.

**Q69. Calculer**, en vous aidant du document **DT7** page 10/22, le coût TTC de l'alliage liquide pour l'obtention d'une grappe de pièce. **Détailler** votre calcul :

/2

$2 \text{ kg /grappe} \times 6.46 \text{ € / kg d'alliage} = 12,92\text{€ TTC}$

Le poids total des noyaux est de 5,62 kg.

**Q70. Calculer** le prix de revient TTC du sable chimique en vous aidant du document **DT8** page 10/22. **Détailler** votre calcul :

/2

$5,62 \times 0,164 \text{ € / kg} = 0,92 \text{ € TTC}$

Le tableau ci-dessous donne les taux horaires aux différents opérateurs :

Opérateur	Taux horaire moyen
Mouleur/noyateur	27,25 €
Fondeur	30,35 €
Ébarbeur	25,60 €

Le tableau ci-dessous donne les cadences aux différents postes :

Poste	Cadence
Moulage	10 moules / heure (2 grappes par moule)
Noyautage	42 noyaux / heure (3 noyaux par pièce)
Coulée	60 moules / heure (2 grappes par moule)
Ébarbage et finition	40 pièces / heure

**Q71. Compléter** le tableau ci-dessous, et **calculer** le prix de revient de la main d'œuvre pour l'obtention d'une pièce finie :

/8

Coût	Taux horaire	Nbre de pièce / heure produites	Total / pièce en €
MOULAGE	27,25	÷ 20 pièces	= 1,36
NOYAUTAGE	27,25	÷ 14 pièces	= 1,94
COULÉE	30,35	÷ 120 pièces	= 0,25
ÉBARBAGE/ FINITION	25,60	÷ 40 pièces	= 0,64
<b>Coût total =</b>			<b>4,19 €/pièce</b>

**Q72. Calculer**, à l'aide des résultats obtenus ci-dessus (matière d'œuvre et main d'œuvre), le prix TTC de revient d'une pièce finie brute de fonderie. **Détailler** votre calcul :

Prix pièce =  $12,92 \text{ €} + 0,92 \text{ €} + 4,19 \text{ €} = 18.03 \text{ € TTC /pièce}$

/4

ST /16