CONCOURS GÉNÉRAL
DES MÉTIERS DE LA FONDERIE

ÉPREUVE ÉCRITE

SESSION 2024

Durée : 6 heures

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation : pages 02/25 à 05/25
- Dossier technique : pages 06/25 à 14/25
- Dossier travail : pages 15/25 à 25/25

L’intégralité du dossier travail (pages 15/25 à 25/25) 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 « collège » est autorisé.

DOSSIER
DE
PRÉSENTATION

PAGE 02/25 à PAGE 05/25

Mise en situation

Dans un monde où la production de l'énergie est devenue un enjeu majeur, toutes les innovations permettant de limiter la consommation énergétique sont à développer. C'est en partant de ce principe que la société Urbanloop a décidé de développer un véhicule autonome (sans chauffeur) sur rail qui transporte des usagers d'un point A à un point B sur un circuit fermé. Le principe est le suivant : diminuer la taille du dit véhicule et augmenter la fréquence. L'alimentation électrique se faisant par les rails, le tout sans utilisation de batterie. En utilisant cette méthode, Urbanloop a battu en 2021 le record du monde de moindre consommation énergétique pour un véhicule autonome sur rails.

Capsule Urbanloop

Problématique

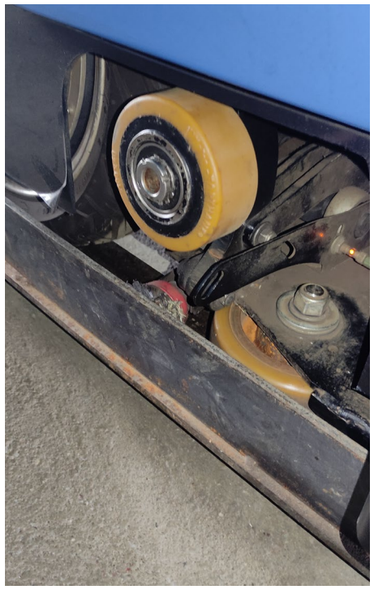
Deux projets de mise en place des capsules Urbanloop vont d'ores et déjà voir le jour : un sur la communauté de commune de Nancy et l'autre pendant les Jeux Olympiques 2024.

Compte tenu des différents marchés potentiels et des différentes demandes, la société Urbanloop va devoir industrialiser sa production pour fabriquer plus de véhicules. C'est la raison pour laquelle il va être nécessaire d'étudier un autre mode de fabrication notamment du châssis. Actuellement conçu entièrement à partir de profilés et tôles mécano-soudés, la SAS Urbanloop envisage d'utiliser les procédés de fonderie pour obtenir certaines pièces de ce châssis.

La fonderie Raygus de Nancy a été sollicitée pour étudier la fabrication et produire les deux éléments suivants :

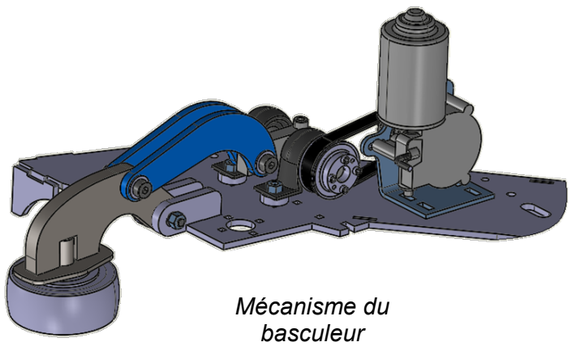
- Levier de basculeur en alliage d'Aluminium permettant à la capsule de sortir du circuit fermé et d'accéder aux stations. ***Objectif : production de 100 véhicules, ce qui fait 200 leviers.***

Basculeur en position haute



Basculeur en position basse

Levier du basculeur à étudier



Mécanisme du basculeur

- Solution de remplacement du système actuel de guidage de la capsule par un sabot en Fonte GS :
  Actuellement le guidage se fait par 4 galets sur des rails « en cornière » (voir photo ci-dessous). Les ingénieurs de la société Urbanloop ont réfléchi à une solution de guidage par sabot ; ce dernier permettant également au véhicule de récupérer l'énergie électrique des rails (75 Volts) par des tampons en graphite.
  Objectif : production de 100 sabots.

Solution actuelle de guidage de la capsule

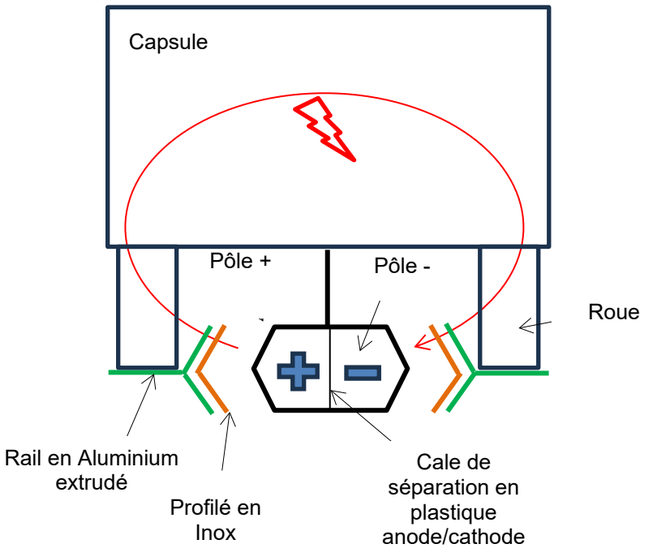
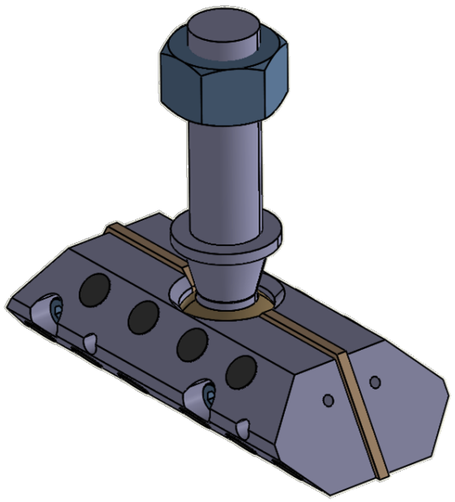


Schéma de principe de la nouvelle solution



Sabot utilisé pour la nouvelle solution

Pour assurer la production, l'entreprise dispose des ressources suivantes :

- **Un bureau d'études et un bureau des méthodes.**

- **Un atelier de fonderie composé de :**
  - une sablerie pour la préparation du sable silico-argileux AFS 60 ;
  - une machine à mouler « secousse – pression » avec châssis 600 x 500 H = 150 ;
  - un malaxeur continu pour la préparation du sable à prise chimique (procédé Alphaset) pour la réalisation des noyaux AFS 100 ;
  - un poste de travail d'enduisage des moules et noyaux ;
  - une décocheuse pour le sable silico-argileux.

- **Un atelier de fonderie en moules métalliques coulée gravitaire, composé de :**
  - un poste de travail de poteyage ;
  - un four de maintien d'une capacité de 300 kg ;
  - une zone de coulée semi-automatisée.

- **Moyens de fusions, de traitement et de contrôle des alliages liquides :**
  - un spectromètre de masse multi alliage ;
  - un four pour traitement thermique pour trempe et revenu avec panier de trempage ;
  - Alliages ferreux :
    - un four à induction d'une capacité de 1000 kg ;
    - une poche à basculement capacité 500 kg avec couvercle pour traitement méthode Tundish cover ;
    - un système d'analyse thermique « Quick cup ».

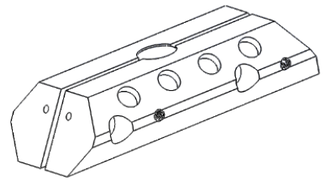
  - Alliages non ferreux :
    - un four de maintien d'une capacité de 300 kg ;
    - un système d'analyse par gazage « Porotec » ;
    - un système d'analyse thermique « Thermatest ».

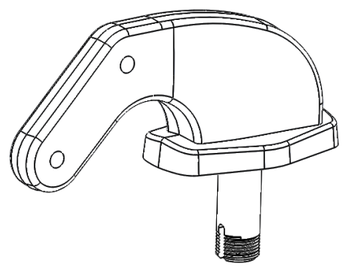
- **Un laboratoire de contrôle des sables permettant de réaliser des essais et contrôles de :**
  - perméabilité ;
  - résistance à la compression ;
  - résistance au cisaillement ;
  - granulométrie ;
  - taux d'humidité ;
  - aptitude au serrage ;
  - taux d'argile active.

- **La fonderie ne possède pas de laboratoire de contrôles mais les soustraite à une autre fonderie proche de celle-ci :**

  - dimensionnel ;
  - géométrique ;
  - rugosité ;
  - micrographie ;
  - macrographie ;
  - dureté ;
  - traction ;
  - résilience ;
  - ressuage ;
  - magnétoscopie ;
  - ultrason ;
  - radiographie ;
  - tomographie.

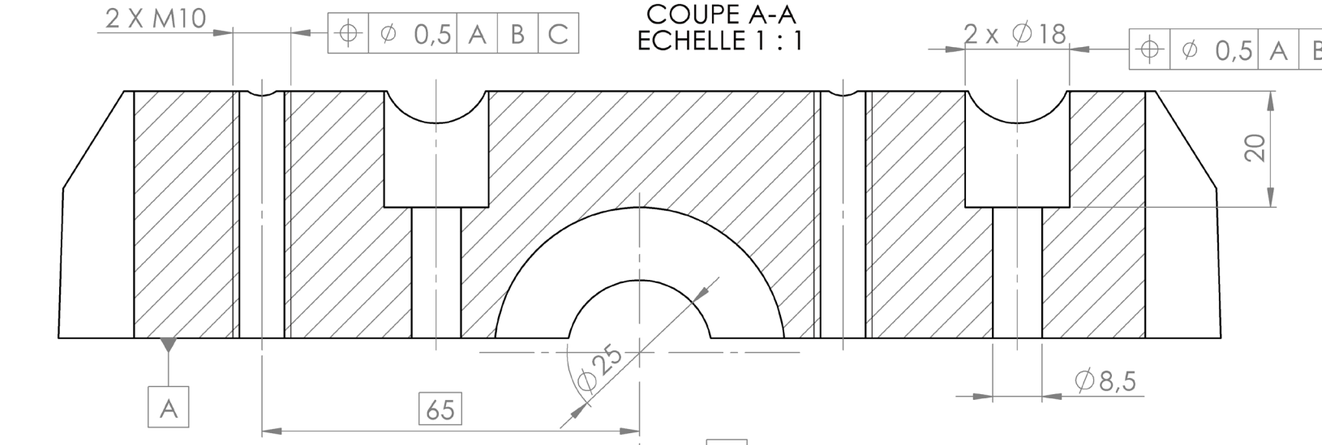
Les contrôles par échantillonnage effectués sur les pièces réalisées sont :
- sabot : micrographie, dureté, résilience, radiographie
- basculeur : micrographie, résilience, traction, tomographie

Cahier des charges du sabot	
- alliage EN -GJS-700-2 ; - rugosité demandée Ra 12,5 ; - aucun défaut interne ; - série de 100 pièces en sable à silico argileux AFS 60 et noyaux alphaset avec couche ; - production de 4 sabots par moule sur plaque modèle double ; - contrôle dimensionnel du brut.	

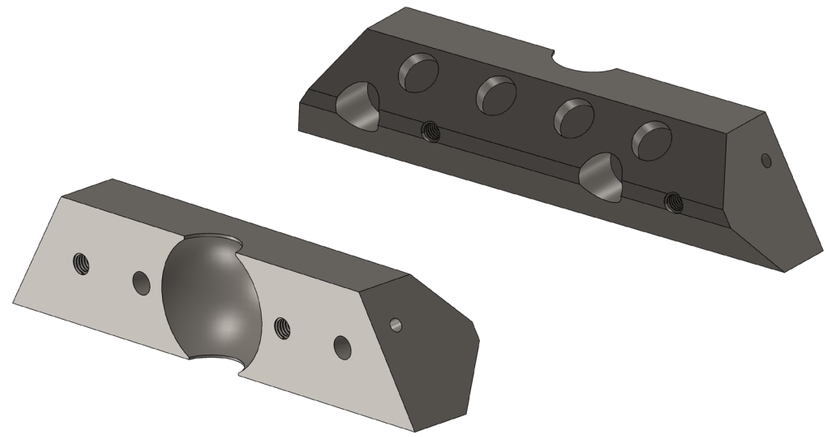
Cahier des charges du levier du basculeur	
- EN AC-AlSi7Mg0.6 ; - rugosité demandée Ra 1,6 ; - aucun défaut interne (retassures) ; - série de 200 pièces en coquille par gravité. Moule avec poteyage ; - production de 2 leviers par moule en coquille par gravité ; - contrôle visuel ; - contrôle de l'alliage.	

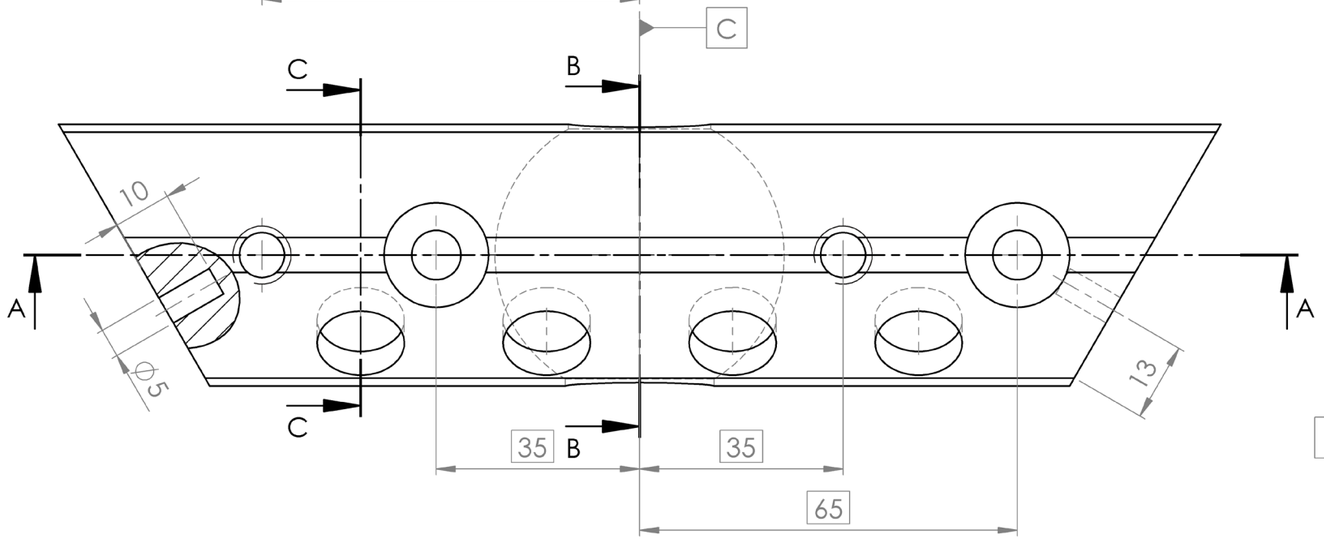
DOSSIER TECHNIQUE

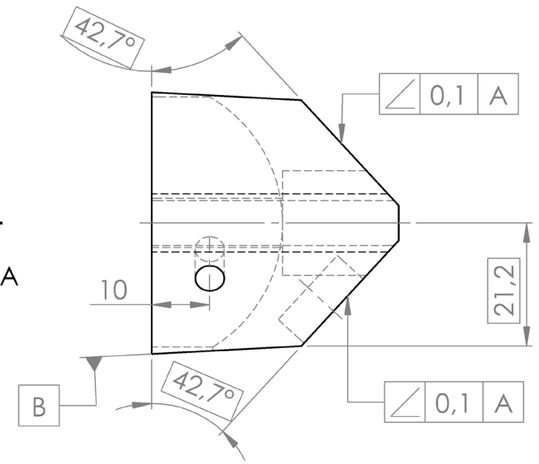
PAGE 06/25 à PAGE 14/25



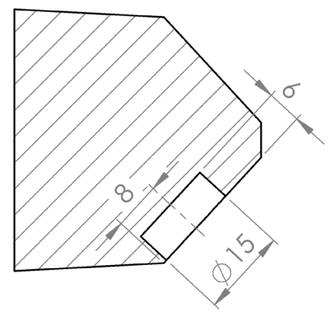
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1

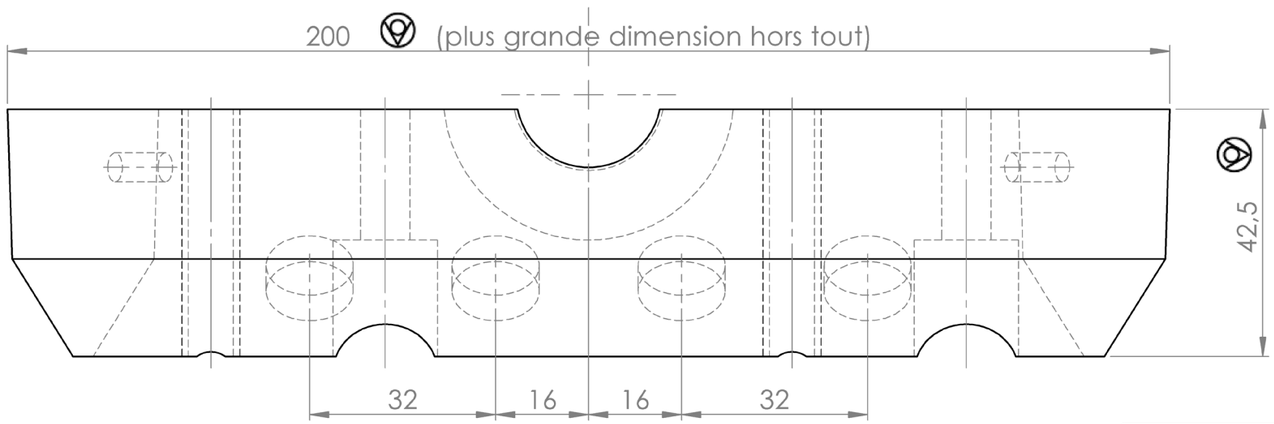


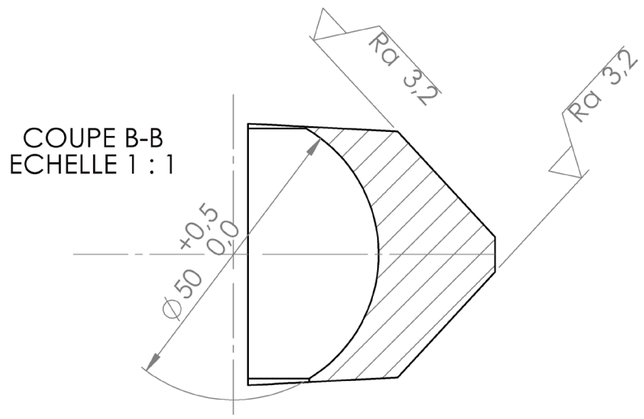




COUPE C-C
ECHELLE 1 : 1





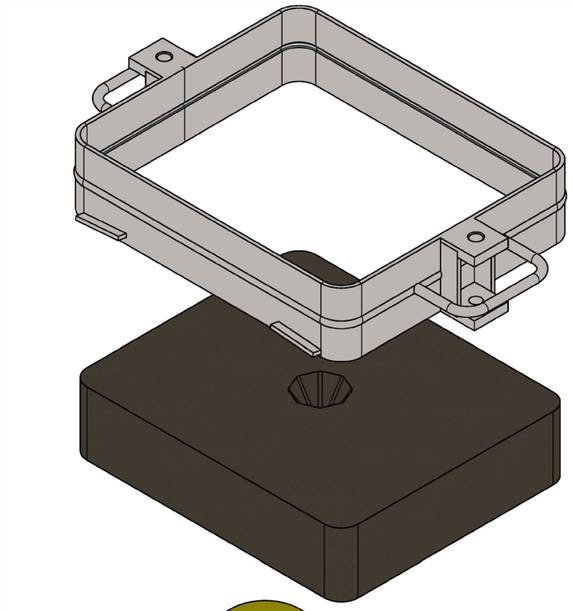


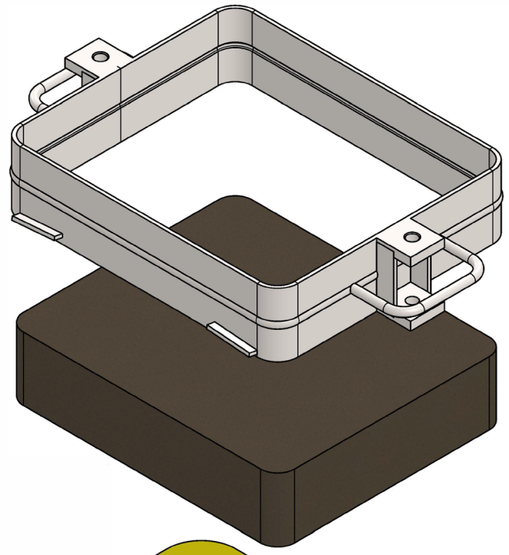
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 1

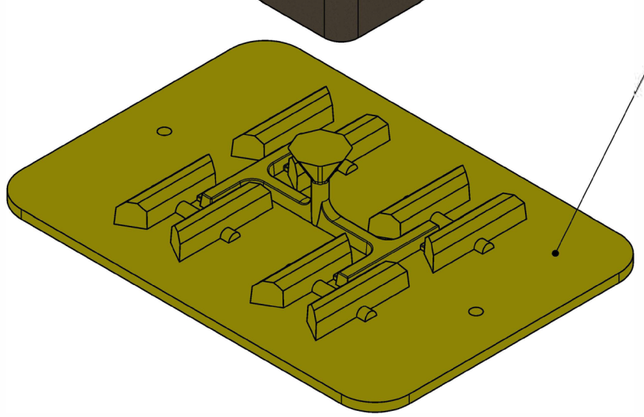
Tolérances générales ISO 2768 mK sauf indications contraires pour les formes et surfaces usinées.

Tolérances dimensionnelles des formes et surfaces brutes de fonderie selon la norme ISO 8062-3- DCTG9

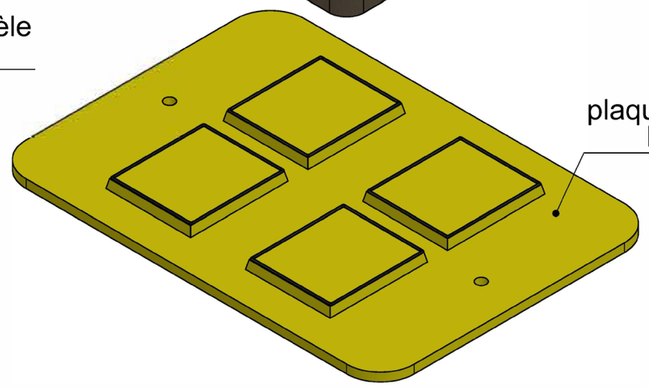
Echelle : 1:1	SABOT DROIT (pièce après usinage)	
A3		
Session 2024		



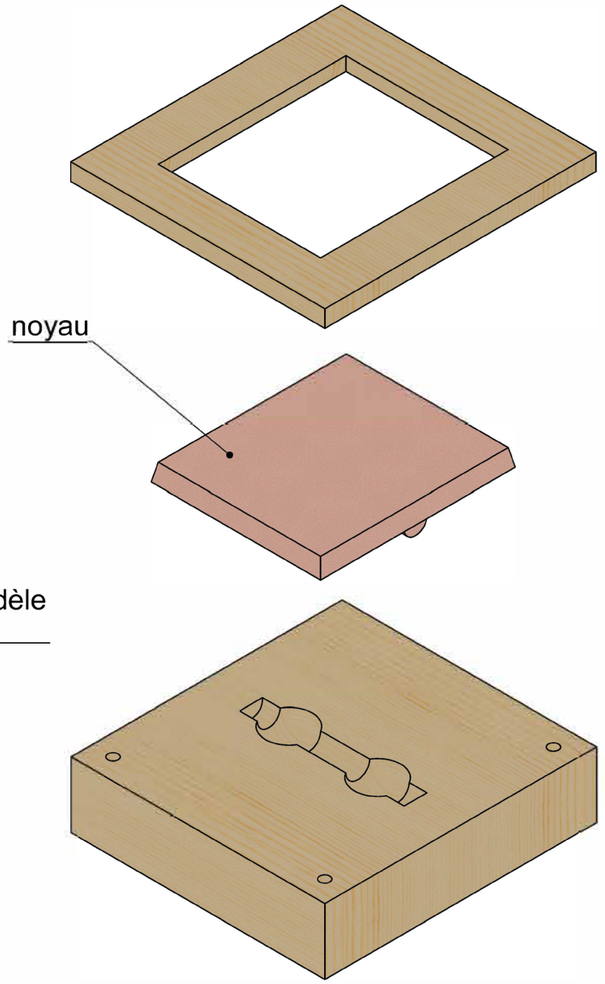




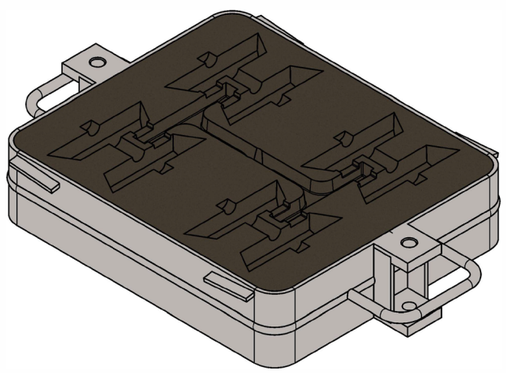
Éclaté empreinte dessus

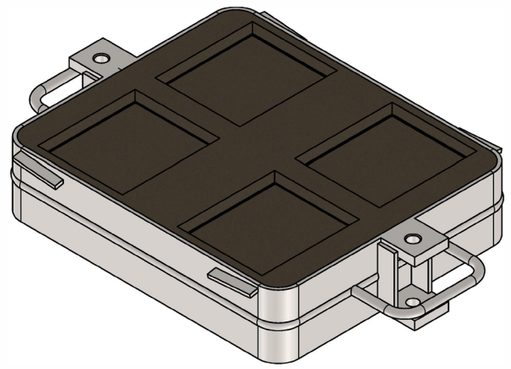


Éclaté empreinte dessous

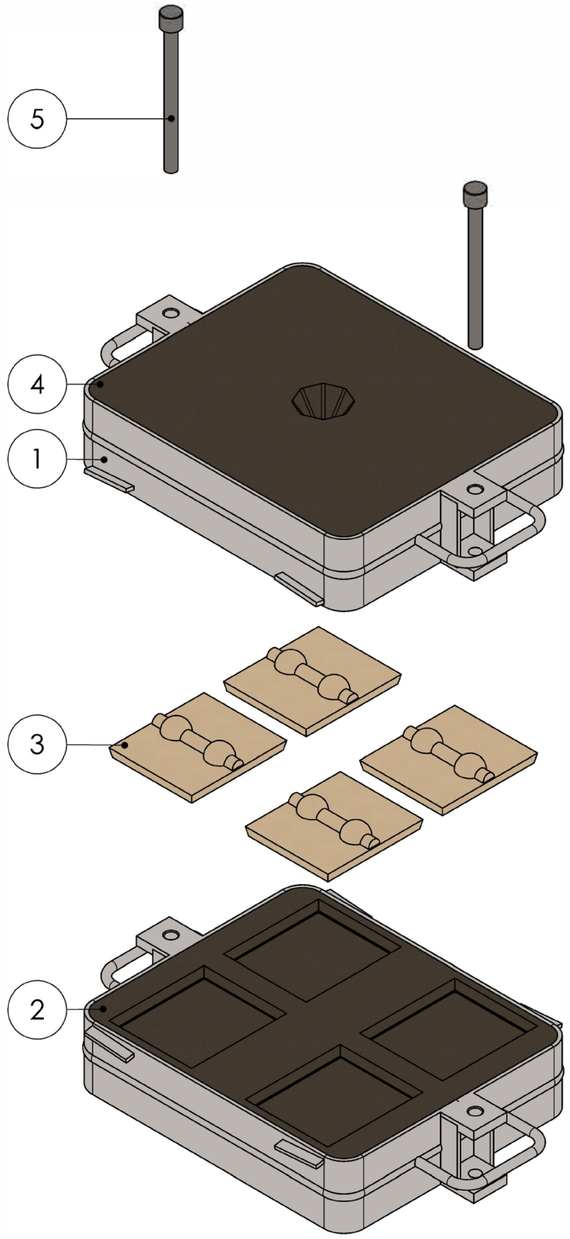


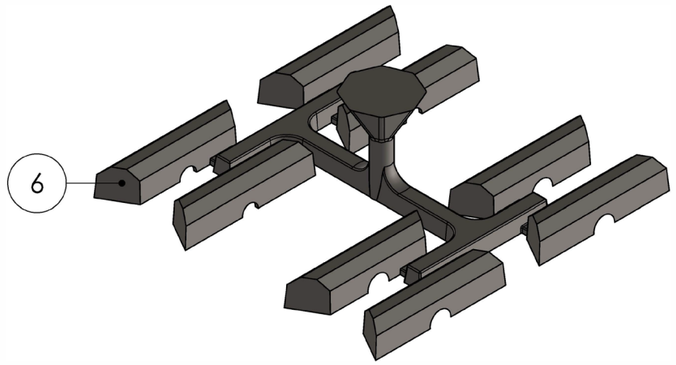
Boîte à noyaux
Echelle 1:5



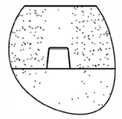


Echelle : 1:10		
A3	Outillage moulage sabot	

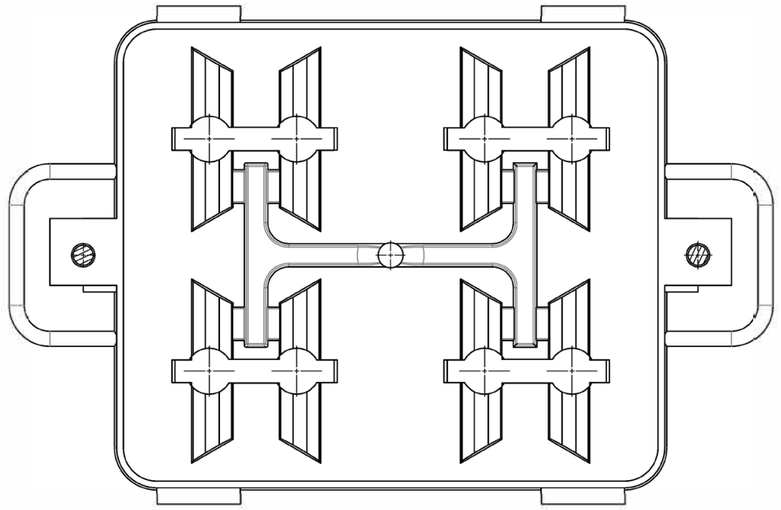




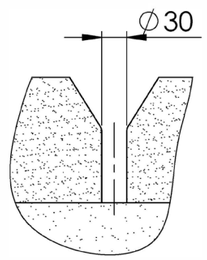
REP.	NBR.	DÉSIGNATION	MATIÈRE
1	2	Chassis	
2	1	Moule dessous	
3	4	Noyau -Sabot guidage moulé	
4	1	Moule dessus	
5	2	Broche	
6	1	Grappe	EN-GJS-700-2



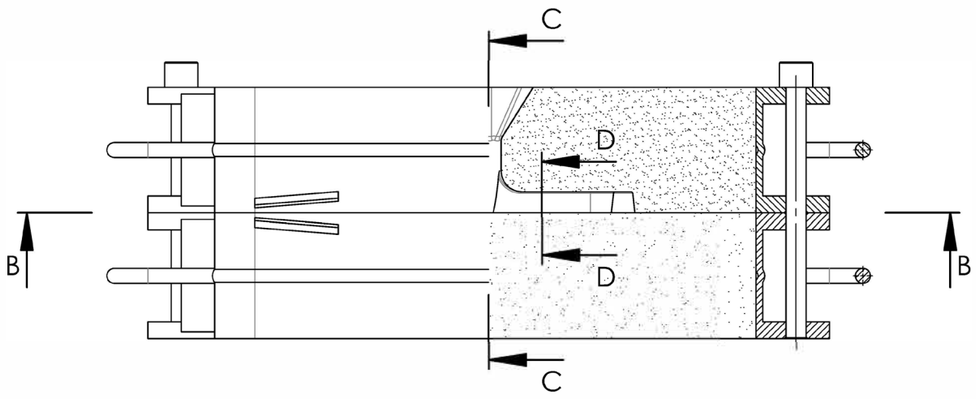
SECTION partielle D-D
ECHELLE 1 : 7



COUPE B-B
ECHELLE 1 : 7

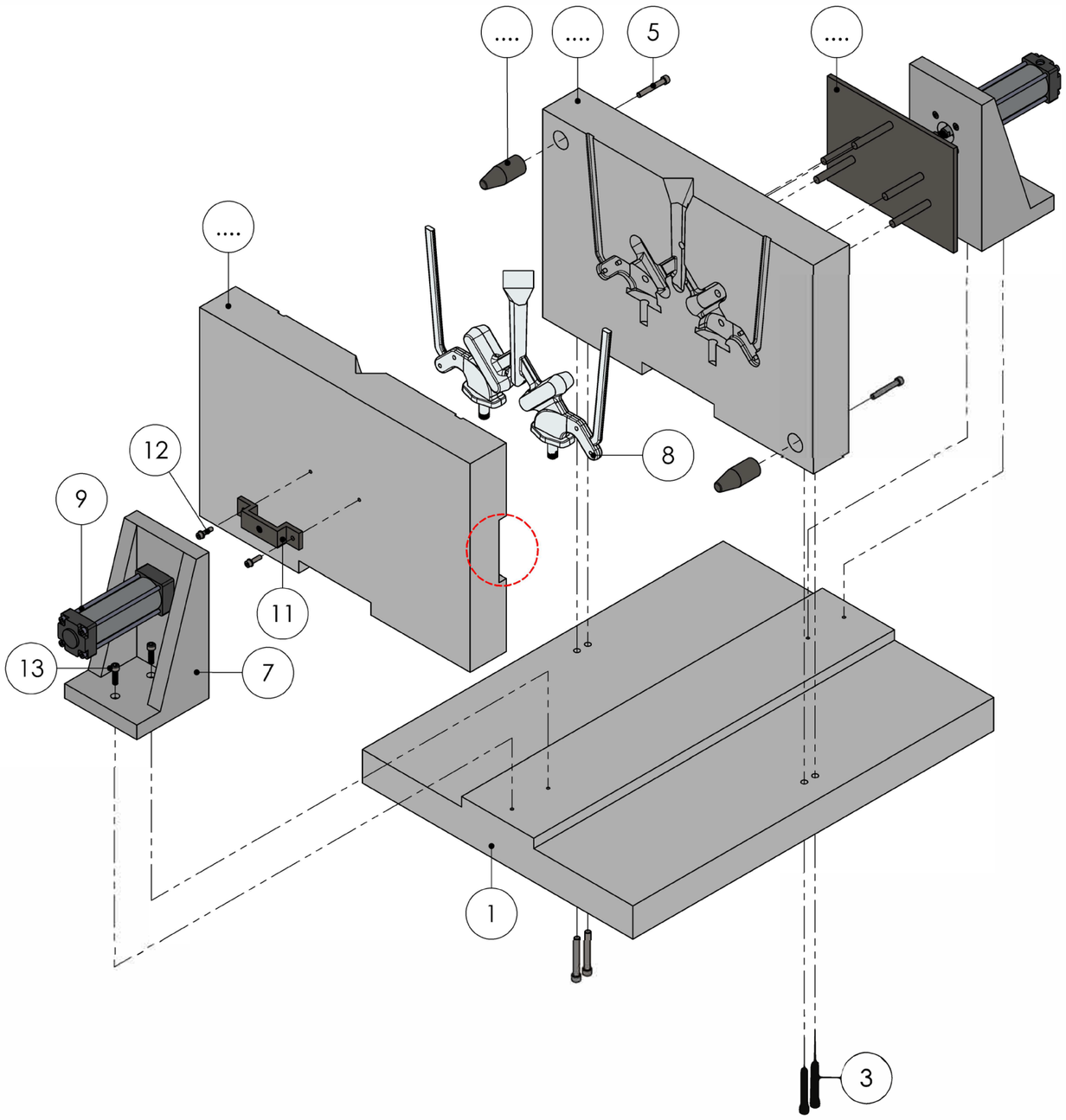


SECTION partielle C-C
ECHELLE 1 : 7

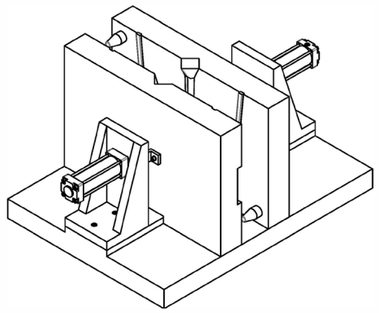


Demi-vue de face en coupe

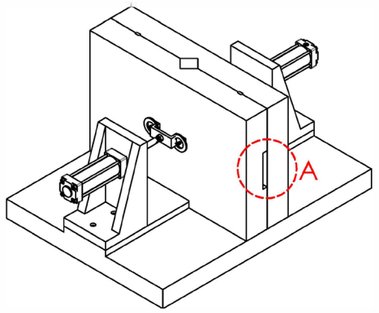
Echelle : 1:7		
A3	Ensemble moule sabot	

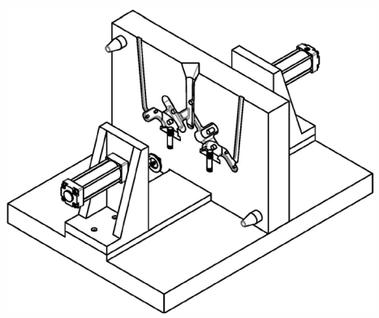


Coquilleuse ouverte

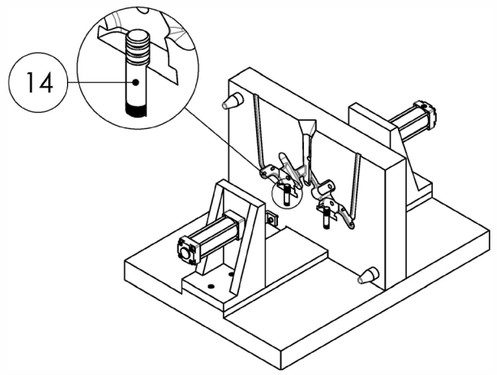


Coquilleuse fermée





positionnement
des inserts



Rep.	Qté.	Désignation	Matière	Obs.
1	1	Socle		
2	1	Coquille fixe		
3	4	Vis à tête cylindique ISO 4762 M12-90		
4	2	Centreur		
5	2	Vis à tête cylindique ISO 4762 M10-70		
6	1	Coquille mobile		
7	2	Support de vérin		
8	1	Grappe	En AC-42200	
9	2	Vérin		
10	1	Éjecteur		
11	1	Attache vérin		
12	2	Vis à tête cylindique ISO 4762 M8-30		
13	4	Vis à tête cylindique ISO 4762 M10-35		
14	2	Insert	X 5 Cr Ni 18-10	

Echelle : 1:10

A3

Coquilleuse

CLASSES DES SURÉPAISSEURS

Classes de surépaisseurs d'usinage spécifiée (RMAG)

Les classes de surépaisseurs d'usinage spécifiées (RMAG) recommandées pour des métaux, alliages et méthodes de fabrication particuliers sont présentées dans le Tableau B.1.

Tableau B.1 — Classes typiques de surépaisseurs d'usinage spécifiées pour pièces moulées brutes

Méthode	Classe de surépaisseur d'usinage spécifiée, RMAG Métaux et alliages coulés								
	Acier	Fonte grise	Fonte à graphite sphéroïdal	Fonte malléable	Alliages de cuivre	Alliages de zinc	Alliages de métaux légers	Alliages à base de nickel	Alliages à base de cobalt
Moulage en sable, moulage main	G à K	F à H	F à H	F à H	F à H	F à H	F à H	G à K	G à K
Moulage en sable, moulage machine et moulage en carapace	F à H	E à G	E à G	E à G	E à G	E à G	E à G	F à H	F à H
Moule métallique permanent (à l'exception de la coulée sous pression)	—	D à F	D à F	D à F	D à F	D à F	D à F	—	—
Coulée sous pression	—	—	—	—	B à D	A à D	B à D	—	—
Moulage de précision (cire perdue)	E	E	E	—	E	—	E	E	E

[a] Pour des pièces moulées avec une plus grande dimension hors tout supérieure à 6 300 mm, on applique F à K.

ISO 8062-3:2007(F)

Classes de surépaisseurs d'usinage spécifiées (RMAG)

Il existe dix classes de surépaisseurs d'usinage spécifiées définies, désignées de RMAG A à RMAG K (voir Tableau 7).

NOTE Les classes recommandées pour des alliages et des méthodes de fabrication particuliers sont indiquées dans le Tableau B.1 uniquement à titre d'information.

Surépaisseur d'usinage spécifiée

Dimensions en millimètres

Plus grande dimension hors tout		Surépaisseur d'usinage pour la classe de surépaisseur d'usinage spécifiée (RMAG)									
		RMAG A	RMAG B	RMAG C	RMAG D	RMAG E	RMAG F	RMAG G	RMAG H	RMAG J	RMAG K
—	⩽ 40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	1	2
> 40	⩽ 63	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	3
> 63	⩽ 100	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
> 100	⩽ 160	0,3	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6
> 160	⩽ 250	0,3	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8
> 250	⩽ 400	0,4	0,7	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10
> 400	⩽ 630	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6	9	12
> 630	⩽ 1 000	0,6	0,9	1,2	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
> 1 000	⩽ 1 600	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16
> 1 600	⩽ 2 500	0,8	1,1	1,6	2,2	3,2	4,5	6	9	13	18
> 2 500	⩽ 4 000	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
> 4 000	⩽ 6 300	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16	22
> 6 300	⩽ 10 000	1,1	1,5	2,2	3	4,5	6	9	12	17	24

NOTE Les classes A et B ne s'appliquent que dans des cas spéciaux, par exemple en production de série pour laquelle il y a eu un accord entre le client et la fonderie sur le type d'outillage (modèles) ainsi que sur le mode de moulage et le mode opératoire d'usinage en fonction des zones de serrage et des surfaces de référence.

INFORMATIONS TECHNIQUES RÉSINE ALPHASET TPA 36

Présentation :

La résine alphaset TPA 36 est une résine phénolique alcaline pour prise à froid. Elle améliore les performances du système alphaset utilisé pour la préparation en fonderie des moules et des noyaux en sable récupéré et sable neuf.

Avantages :

- amélioration des caractéristiques mécaniques ;
- réduction possible du taux de résine utilisée ;
- récupération du sable à un taux élevé ;
- excellente qualité de pièce finie.

Mise en œuvre :

La résine alphaset TPA 36 s'utilise avec un durcisseur de la série ACE, ester organique coréactant du système formé.
Le choix du durcisseur détermine la réactivité du système.

Formule type :

- sable 80/100 AFS
- alphaset TPA 36_____ 1 à 1,3%
- durcisseur ACE_____ 22% du taux de résine

Réactivité :

Qualité ACE	503	510	520	535	575	685
Temps de prise (Min à 20°c)	3	5	10	20	60	90

Caractéristiques mécaniques :

Résistance à la flexion dans des conditions de laboratoire pour une formule à 1,2% de résine et 22% de durcisseur.

- Après prise 1h_____ 10 daN/cm²
- Après prise 4h_____ 15 daN/cm²
- Après prise 24h_____ 20 daN/cm²

INFORMATIONS TECHNIQUES DURCISSEUR ALPHASET SÉRIE 500 ET 600

Présentation :

Les durcisseurs ACE série 500 et 600 font partis des esters organiques modifiés qui permettent d'obtenir avec la résine alphaset TPA série 30 les avantages suivants :

- amélioration des caractéristiques mécaniques ;
- réduction possible du taux de résine utilisée ;
- récupération du sable à un taux élevé ;
- excellente qualité de pièce finie.

Mise en œuvre :

Les durcisseurs ACE des séries 500 et 600 s'utilisent avec la résine alphaset TPA série 30 et sont coréactants du système formé. Le choix du durcisseur détermine la réactivité du système.

Formule type :

- Sable 80/100 AFS
- Alphaset TPA 36_____ 1 à 1,3%
- Durcisseur ACE_____ 22% du taux de résine

Réactivité :

Qualité ACE	503 506	510 610	520 620	535	575	685
Temps de prise (Min à 20°C)	3	5	10	20	60	90

Les durcisseurs ACE 610 et 620 peuvent être utilisés en remplacement des durcisseurs ACE 510 et 520, malgré des caractéristiques mécaniques légèrement inférieures lorsque le prix de revient doit être abaissé.

Caractéristiques mécaniques :

Résistance à la flexion dans des conditions de laboratoire pour une formule à 1,2% de résine et 22% de durcisseur.

- Après prise 1h_____ 10 daN/cm²
- Après prise 4h_____ 15 daN/cm²
- Après prise 24h_____ 20 daN/cm²

Désignation matériaux

Désignation des alliages d'aluminium

Exemple :

1	2	3	4	5	6	7	8
EN-	***1706***	***A***	***C***	***–***	***Al Cu5 Mg Ti***	***C***	***F***

La désignation est composée successivement :

POSITION 1 : 2 lettres suivies d'un tiret EN-

POSITION 2 : 1706 références de la norme utilisée (elle n'est pas toujours indiquée)

POSITION 3 : de la lettre A qui signifie ALUMINIUM ou ALLIAGE D'ALUMINIUM

POSITION 4 : d'une lettre qui représente la forme du produit (tableau ci-dessous)

Lettre	Forme du produit
C	Pour pièces moulées
B	Pour lingots
M	Pour alliages mères

POSITION 5 : d'un tiret

POSITION 6 : correspond à la composition chimique du métal ou de l'alliage

POSITION 7 : une lettre qui désigne le procédé de moulage (tableau ci-dessous)

Lettre	Procédé de moulage
C	Moulage en sable
K	Moulage en coquille par gravité
D	Moulage en coquille sous pression
L	Moulage de précision (à la cire perdue)

POSITION 8 : la désignation du type de traitement thermique éventuel (tableau ci-dessous)

Lettre et/ou chiffres	Type de traitement thermique
F	Brut de fonderie
O	Recuit
T1	Refroidissement contrôlé après solidification et vieillissement naturel (maturation)
T4	Traitement thermique de mise en solution et vieillissement naturel (maturation)
T5	Refroidissement contrôlé après solidification et vieillissement artificiel (stabilisation)
T6	Traitement thermique de mise en solution et vieillissement artificiel maximal (revenu)
T64	Traitement thermique de mise en solution et sous-vieillissement artificiel (sous revenu)
T7	Traitement thermique de mise en solution sur-vieillissement artificiel

Désignation des fontes

Exemple : **EN GJ S 400 - 15**

Norme Européenne
(Pour les fontes normalisées)

G pour pièce moulée
J pour fonte

1 lettre si la structure du graphite est à spécifiée

L	Lamellaire
S	Sphéroïdale
M	Malléable
V	Vermiculaire
N	Exemple de graphite
Y	Structure spéciale (selon la norme du produit correspondante)

Valeur minimale de **Résistance à la traction** (MPa ou N/mm²)

Allongement % *

* Il n'est pas indiqué dans les fontes à graphite lamellaire ; la valeur étant trop faible (< 1%) pour être représentative. Exemple : EN GJL 250

Indications de validation pour la coulée des fontes

FONTE	NUANCE	C	Si	Mn	S	Cu	Cr	Mo	OBSERVATIONS
EN-GJS	400-15	2,28 mini 2,45 maxi	3,58 mini 3,57 maxi	0,25 maxi	0,020 maxi	0,050 maxi	0,050 maxi		
	500-7					0,27 mini 0,32 maxi			
	500-7A					0,35 mini 0,40 maxi			
	600-3					0,39 mini 0,46 maxi			
	700-2					0,53 mini 0,62 maxi			
	800-2					0,78 mini 0,92 maxi	0,20 mini 0,25 maxi		
	400-18	3,68 mini 3,87 maxi	2,15 mini 2,20 maxi	0,16 maxi		0,020 maxi	< 0,050		
	600-3 A	3,78 mini 3,92 maxi	2,10 mini 2,32 maxi	0,25 maxi		0,46 mini 0,52			

Rp 0.2 : limite élastique du matériau en N/mm² ou MPa

AlSi7Mg06 - AS7G06 - EN AC-42200

Fiche technique Aluminium

Domaine d'application:

- Agriculture,
- Chimie,
- Marine,
- Mécanique,
- Industrie,
- Robinetterie,
- Etc.

Aptitude technologique:

- Excellente étanchéité,
- Bonne usinabilité,
- Facilement polissable,
- Excellente anodisation protectrice,
- Mauvaise anodisation décorative,
- Résistance air salin : Bonne.
- Resistance atmosphérique : Bonne.
- **Bonne résistance mécaniques aprés traitements thermiques**

Procédé de Fabrication :

- ☑ Moulage Sable Silico Argileux,
- ☑ Moulage Sable à résine Pep Set,
- ☑ Moulage Coquille.

Propriétés Mécanique : *Afnor NF EN 1706*					Propriétés Physiques théorique: *Fiches techniques fournisseurs*							
Etat	Rm *(N/mm2)*	Rp0.2 *(N/mm2)*	Allongement *(%)*	Dureté Brinell	Densité à 20°C *(Kg/dm3)*	Retrait Linaire *(‰)*	Liquidus *(T°C)*	Solidus *(T°C)*	Module d'élasticité *(MPa)*	Conductivité thermique à 20°C *(W/(m K))*	Conductivité électrique *(MS/m)*	Résistance à la fatigue *(MPa)*
T6	250	210	1	85	2.675	12.5	615	555	74 000	150 à 180	20 à 26	80 à 110
T6	320	240	3	100								

Composition Chimique : *Afnor NF EN 1706*												
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Al
Min %	6.5				0.45	-	-		-	-		Reste
Max %	7.5	0.19	0.05	0.10	0.70	-	-	0.07	-	-	0.25	

TOLERANCES DIMENSIONNELLES

(extrait de la norme ISO 8062-3 – octobre 2007)

Cotes nominales de La pièce brute		Tolérances dimensionnelles linéaires pour la classe de tolérance dimensionnelle (DCTG)[a]														
		DCTG 1	DCTG 2	DCTG 3	DCTG 4	DCTG 5	DCTG 6	DCTG 7	DCTG 8	DCTG 9	DCTG 10	DCTG 11	DCTG 12	DCTG 13	DCTG 14	DCTG 15	DCTG 16
_	≤10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1,00	1,50	2,00	2,80	4,20	_	_	_	_
>10	≤16	0,10	0,14	0,20	0,28	0,38	0,54	0,78	1,10	1,60	2,20	3,00	4,40	_	_	_	_
>16	≤25	0,11	0,15	0,22	0,30	0,42	0,58	0,82	1,20	1,70	2,40	3,20	4,60	6,00	8,00	10	12,00
>25	≤40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,90	1,30	1,80	2,60	3,60	5,00	7,00	9,00	11,00	14,00
>40	≤63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,50	0,70	1,00	1,40	2,00	2,80	4,00	5,60	8,00	10,00	12,00	16,00
>63	≤100	0,14	0,20	0,28	0,40	0,56	0,78	1,10	1,60	2,20	3,20	4,40	6,00	9,00	11,00	14,00	18,00
>100	≤160	0,15	0,22	0,30	0,44	0,62	0,88	1,20	1,80	2,50	3,60	5,00	7,00	10,00	12,00	16,00	20,00
>160	≤250	_	0,24	0,34	0,50	0,70	1,00	1,40	2,00	2,80	4,00	5,60	8,00	11,00	14,00	18,00	22,00
>250	≤400	_	_	0,40	0,56	0,78	1,10	1,60	2,20	3,20	4,40	6,20	9,00	12,00	16,00	20,00	25,00
>400	≤630	_	_	_	0,64	0,90	1,20	1,80	2,60	3,60	5,00	7,00	10,00	14,00	18,00	22,00	28,00
>630	≤1000	_	_	_	_	1.00	1,40	2,00	2,80	4,00	6,00	8,00	11,00	16,00	20,00	25,00	32,00
>1000	≤1600	_	_	_	_	_	1,6	2,20	3,20	4,60	7,00	9,00	13,00	18,00	23,00	29,00	37,00
>1600	≤2500	_	_	_	_	_	_	2,60	3,80	5,40	8,00	10,00	15,00	21,00	26,00	33,00	42,00
>2500	≤4000	_	_	_	_	_	_	_	4,40	6,20	9,00	12,00	17,00	24,00	30,00	38,00	49,00
>4000	≤6300	_	_	_	_	_	_	_	_	7,00	10,00	14,00	20,00	28,00	35,00	44,00	56,00
>6300	≤10000	_	_	_	_	_	_	_	_	_	11,00	16,00	23,00	32,00	40,00	50,00	64,00

a Pour les épaisseurs de paroi des classes DCTG 1 à DCTG 15, la classe immédiatement supérieure s'applique.

b La classe DCTG 16 n'existe que pour les épaisseurs de paroi des pièces moulées généralement spécifiées en DCTG 15.

DANS CE CADRE

Académie : Session :

Examen : Série :

Spécialité/option : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous épreuve :

NOM :

(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)

Né(e) le :

NE RIEN ÉCRIRE

Note :

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DOSSIER DE TRAVAIL

PAGE 15/25

à

PAGE 25/25

Le candidat répond directement sur ce dossier de travail. Celui-ci sera rendu dans son intégralité aux surveillants à la fin de l'épreuve.

	Temps conseillé
Lecture du sujet	**(30 min)**
Étude de moulage du sabot	**(1 heure)**
Étude de moulage du levier	**(1 heure)**
Étude des sables du sabot	**(1 heure)**
Élaboration de la fonte	**(1 heure)**
Élaboration de l'alliage d'Aluminium	**(1 heure)**
Contrôle qualité de la production	**(30 min)**

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

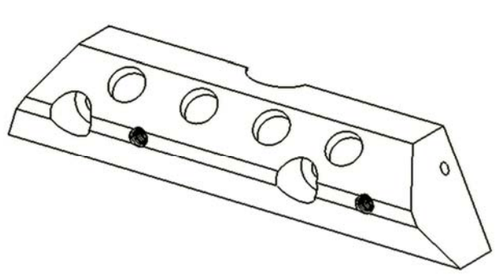
Compétences à mobiliser :

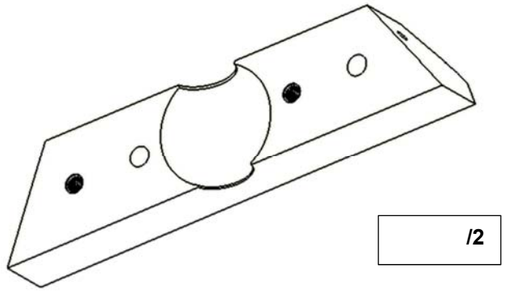
C1.1 – **Décoder** et **analyser** les directives de production.
C1.2 – **Interpréter** les documents techniques d'un secteur de production.
C1.3 – **Recenser, décoder et interpréter** les procédures et les consignes de production.

ÉTUDE DE MOULAGE DU SABOT

Le sabot, en fonte EN GJS 700-2, sera moulé en sable. Vous recevez le dessin de définition (disponible page 7/25) par le client. Il vous est demandé, dans un premier temps, de faire l'étude de moulage de cette pièce.

Q1. En observant le dessin de la pièce après usinage du sabot (page 7/25), **identifier** les surfaces sur lesquelles il faudra prévoir de la surépaisseur d'usinage en les coloriant en rouge.





/2

Q2. En observant le document sur les surépaisseurs d'usinage (pages 7/25 et 11/25), **préciser** la valeur (prendre la classe médiane) de la surépaisseur en mm qu'il faudra prévoir sur les surfaces en question.

Dimensions hors tout : ……
Classe : ……
Classe médiane : ……
Valeur surépaisseur en mm : ……

/2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Étude du dispositif de remplissage DDR

Q3. **Cocher** le mode de remplissage d'après la plaque modèle page 8/25. /1

Chute	Source	Mi chute mi source	Cornichon
☐	☐	☐	☐

L'échelonnement est 1 - 1 - 1.

D'après le diamètre de la descente précisé sur le plan d'ensemble du moule page 9/25, il faut calculer les dimensions du canal et des attaques (arrondir les calculs).

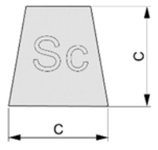
Q4. **Calculer** la section Sd en mm² : /1

Sd = ……

Q5. **Calculer** les dimensions du canal : /2

Calcul de la section du canal (canal double) Sc en mm² : Sc =

Calcul des dimensions c du canal en mm : √Sc =……

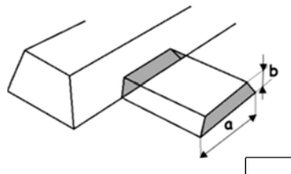


Q6. **Calculer** des dimensions des attaques :

Calcul de la section d'une attaque Sa en mm² : Sa = (Sc x coef échelonnement) / nombre d'attaque(s) = ……

Calcul des dimensions des attaques A (largeur) et B (épaisseur) en mm :

- Calcul de B : √Sa /4 = ……..
- Calcul de A : 4 x B = ……



/3

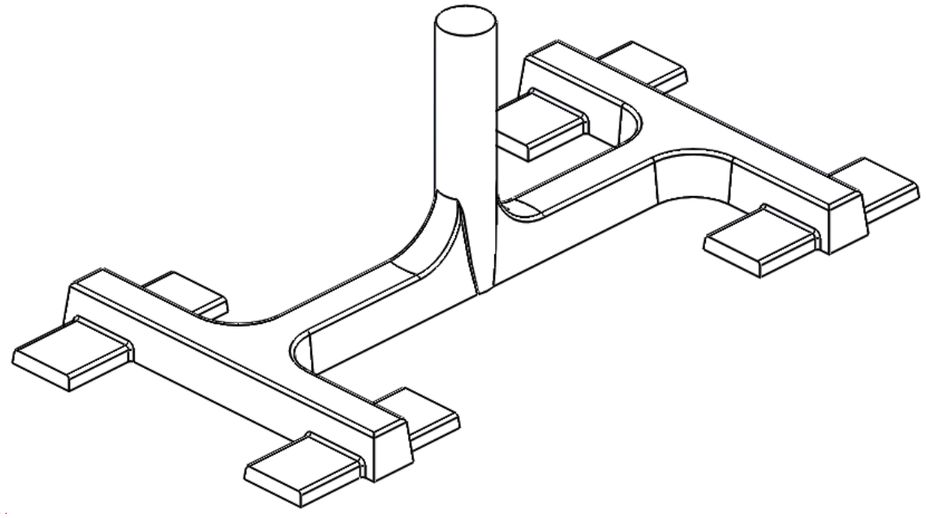
ST /11

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q7. D'après vos résultats, **tracer** sur le schéma ci-dessous les dimensions du DDR.

- Diamètre de la descente
- Dimensions du canal C
- Dimensions A et B de l'attaques
- Rayon du pied de coulée : 30 mm

/5



Après des vérifications, le bureau d'études décide de changer les dimensions du système de remplissage. Voici les nouvelles dimensions :

- Descente : **Ø 33 mm**
- Canal : **22 mm**
- Attaque : **16 mm et 4 mm**

Lancer le logiciel SolidWorks sur le bureau et ouvrir le fichier « **Plaque modèle dessus** » dans le dossier « **Maquette numérique** »**. N'OUVRIR AUCUN DOCUMENT RÉFÉRENCÉ.**

Q8. **Modifier** le fichier « plaque-modèle-dessus » en remplaçant les valeurs actuelles du DDR par les nouvelles valeurs. **Enregistrer** le fichier modifié sous le nom « plaque modèle dessus - n°candidat » dans le « **dossier réponse** ».

/4

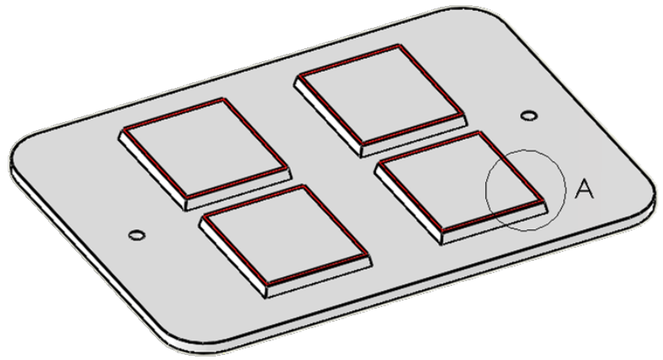
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

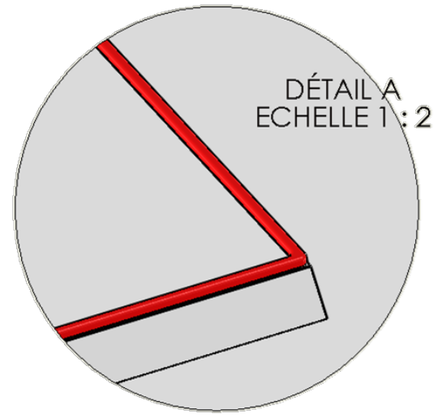
Q9. Préciser le nom et la fonction de la forme de la plaque modèle repérée en rouge ci-dessous.

/3

- Nom : ……
- Fonction : ……..

……





ST /12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ÉTUDE DE MOULAGE DU LEVIER

Le levier sera réalisé par le procédé de moulage en coquille par gravité.

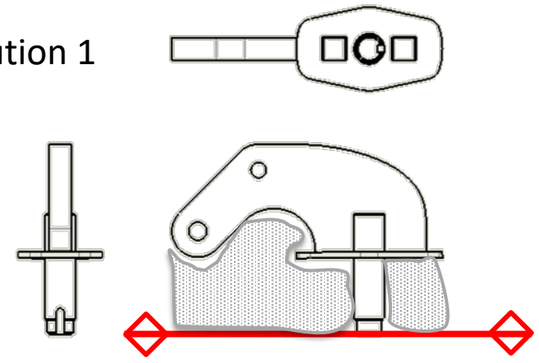
Avant de valider les caractéristiques de la grappe avec une simulation de coulée, il est nécessaire de réfléchir à la position du plan de joint.

Q10. Expliquer, à partir de l'exemple proposé sur la solution 1, pour les solutions 2, 3 et 4 si le moulage est possible ou pas puis préciser ce qu'il faudrait mettre en œuvre pour, le cas échéant, mouler la pièce (exemple noyaux de parois, broches…).

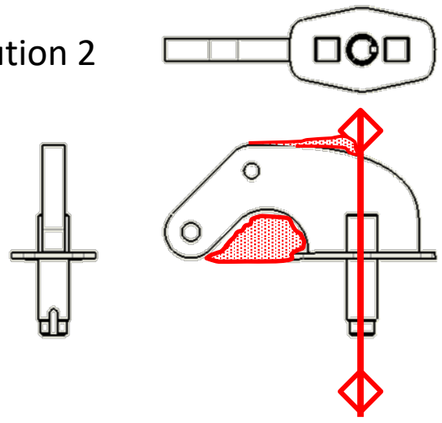
Préciser la solution retenue : Solution N°…….

/4

Solution 1



Solution 2

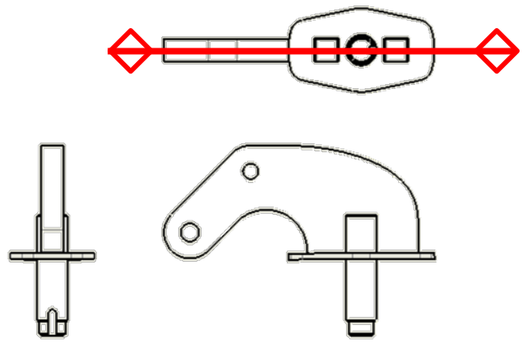


Moulage impossible. Zone de contre-dépouille figurant sur le schéma ci-dessus.

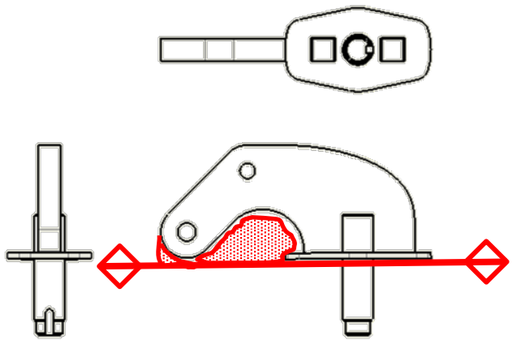
Prévoir dans la coquille des broches ou formes avec dépouille pour les trous de petits diamètres.

Pour la rendre moulable, il faut rajouter un noyau ou des noyaux pour ne plus avoir de contre-dépouilles.

Solution 3



Solution 4



La coquilleuse utilisée pour mouler la pièce est représentée page 10/25.

Q11. À partir du dessin d'ensemble de la coquilleuse page 10/25, **compléter** dans les bulles de la page 19/25, le repère des pièces manquants.

/4

Q12. **Expliquer** la fonction des formes usinées repérées A.

……..

/1

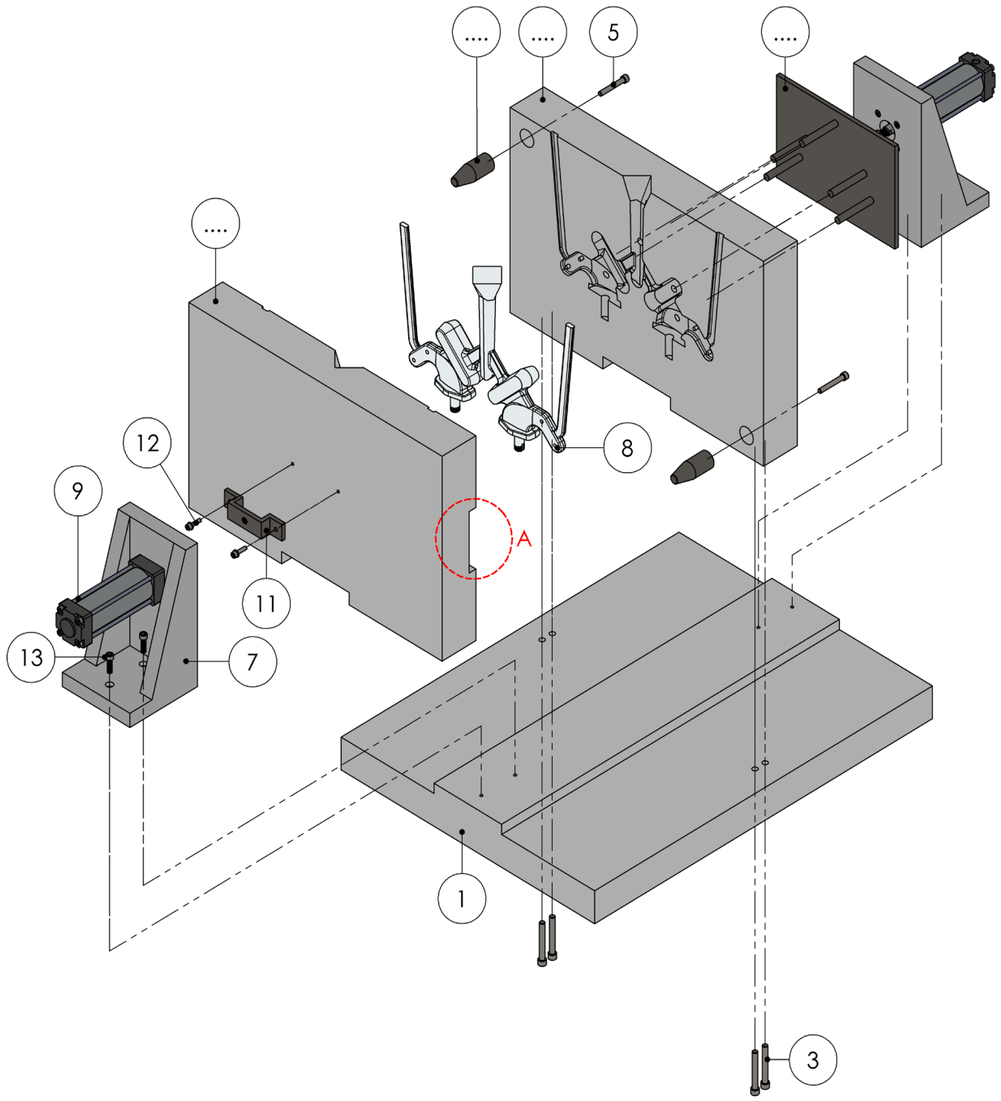
Q13. Le moule est poteyé. **Citer** deux rôles du poteyage.

- ……
- ……

/2

ST /11

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Q14. Indiquer à quelle température le moule coquille doit être pré chauffé pour la réalisation des premières pièces.

…… /2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q15. La grappe à couler est composée de deux inserts. **Expliquer** la précaution qui doit être prise avant de les placer dans la coquille.

…….. /1

Q16. À partir du dessin d'ensemble page 10/25, **préciser** le code MATIÈRE des inserts.

…… /1

Q17. Parmi les propositions suivantes, **préciser** la catégorie du matériau de l'insert :

☐ Acier non allié d'usage courant ☐ Acier fortement allié (inoxydable) ☐ Acier allié /1

Avant de lancer la fabrication du levier, le bureau d'études a réalisé une simulation de coulée. Cette simulation permet d'analyser différents points :

- le déplacement de l'alliage dans l'empreinte ;
- les zones de refroidissement ;
- l'apparition de défauts.

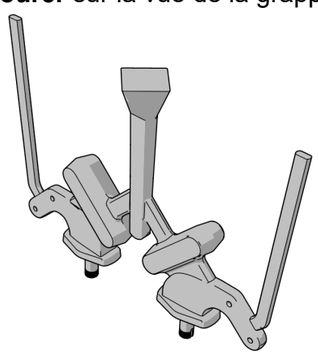
Q18. Observer la vidéo « Simulation de la coulée » disponible dans le **DOSSIER CANDIDAT**. **Expliquer** ce qu'il se passe en fin de vidéo. /2

……

……

Q19. Pour obtenir une pièce de qualité, il est nécessaire de placer des éléments supplémentaires dans la grappe. **Nommer** ces éléments et les **entourer** sur la vue de la grappe ci-dessous. /3

……



Q20. Il est observé des défauts dans ces éléments. **Nommer** ces défauts. /1

……

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ÉTUDE DES SABLES DU SABOT

Le sabot coulé en fonte GS est réalisé à l'aide de plaques modèles montées sur une machine secousse pression moulée en sable silico argileux et de noyaux moulés en sable Alphaset élaborés dans une boite à noyaux manuelle.

Q21. Il est nécessaire de préparer le sable silico argileux synthétique. **Donner** la composition de celui-ci :

- ……..
- ……..
- ……..
- ……..
- ……..

/2

Le laboratoire réalise différents tests pour garantir un sable de qualité et éviter les défauts dans les pièces.

Q22. Citer le test qui permet de connaitre si l'argile est active. /1

- ……..

Q23. Citer deux méthodes pour contrôler l'humidité.

- ……..
- ……..

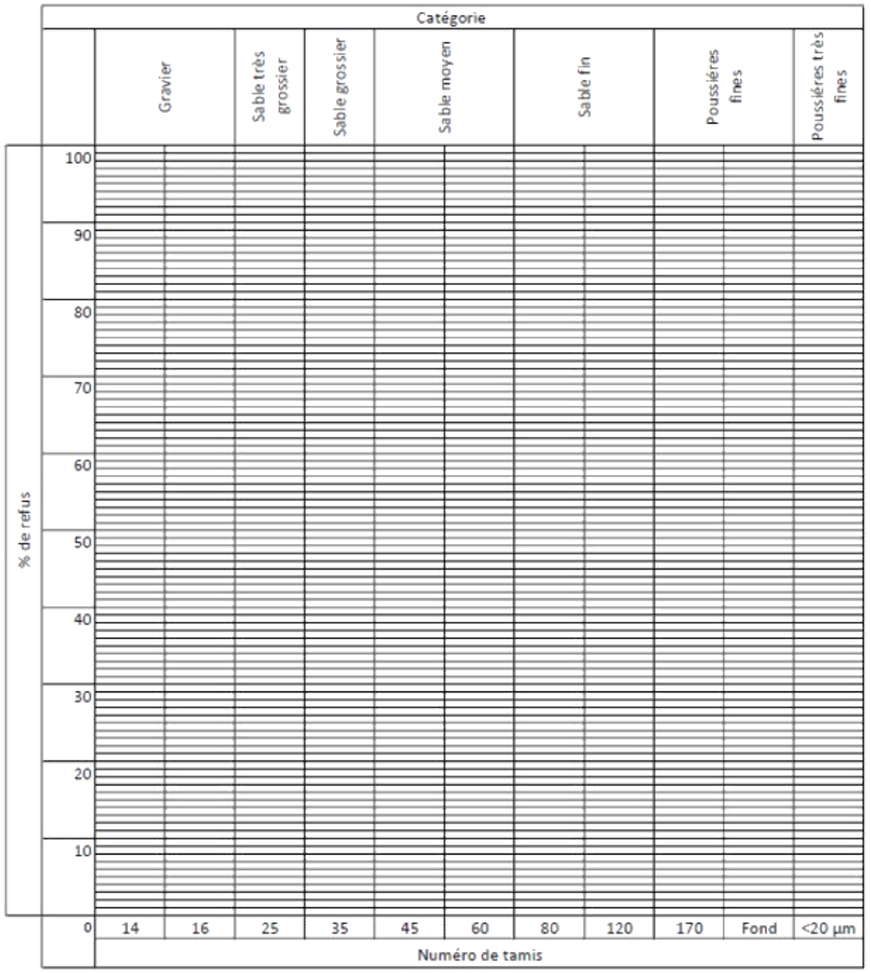
/2

Un test de granulométrie a été réalisé. Voici les résultats :

Référence des tamis	Ouverture des mailles	Refus en gramme
14	1.4 mm	0
16	1 mm	0
25	710 µm	0
35	500 µm	0
45	335 µm	3
60	250 µm	12
80	180 µm	46
120	125 µm	32
170	90 µm	2
Fond	63 µm	2
Fine	≤ 20 µm	3

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q24. À partir du tableau, **compléter** l'histogramme. /4



Q25. Indiquer la catégorie de sable à partir de l'histogramme. /1

Catégorie de sable : ……..

Q26. Analyser le résultat. /1

Analyse du résultat : le résultat est-il conforme au cahier des charges : oui ☐ non ☐

Q27. En déduire l'impact sur la pièce : /2

……

……..

ST /13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Les noyaux sont réalisés en sable à prise chimique procédé Alphaset à partir de résine TPA 36 et de durcisseur ACE 535.

Q28. En observant la page 12/25 du dossier technique, **indiquer** le temps en minute à attendre avant de déboiter les noyaux :

/1

Temps : ……..

Vous devez commander la résine et le catalyseur pour la réalisation de **100 sabots**, sachant que les bidons sont livrés en 25 kg. Il est nécessaire de calculer les quantités. Des données pour les calculs sont disponibles page 12/25.

Q29. Calculer le nombre de noyaux :

/1

Calcul : ……

Q30. Le volume total de sable pour les noyaux à réaliser est de **200 dm³**. La densité de la silice étant de **1,6 kg/dm³**, **calculer** la masse de silice nécessaire en kg.

/1

Calcul : ……..

Q31. Calculer la masse de résine nécessaire (fourchette maximum du %).

/1

Calcul ……..

Q32. Calculer le nombre de bidon(s) de résine à commander.

/1

Calcul : ……..

Q33. Calculer la masse de durcisseur ACE nécessaire.

/1

Calcul ……..

Q34. Calculer le nombre de bidon(s) de durcisseur ACE à commander.

/1

Calcul : ……

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q35. Sur les bidons de résine et durcisseurs sont représentés des pictogrammes. **Indiquer** ce qu'ils représentent.

……

……..

……..
……..

/3

Q36. Cocher trois précautions supplémentaires à prendre lors de l'utilisation de ces produits lors du moulage.

/3

Q37. Les noyaux sont enduits d'une couche à l'alcool. **Citer** les deux rôles de cette couche.

- Rôle 1 : ……

- Rôle 2 : ……

/2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ÉLABORATION DE LA FONTE EN-GJS 700 – 2 POUR LE SABOT

Le sabot est réalisé en fonte EN-GJS 700 – 2.

Q38. À partir de la page 13/25, **donner** la signification des éléments de la désignation.

/3

G : ……..

J : ……..

S : ……..

700 : ……

2 : ……

Q39. Nommer six éléments composants la fonte.

/3

1) ……..

2) ……

3) ……..

4) ……

5) ……..

6) ……

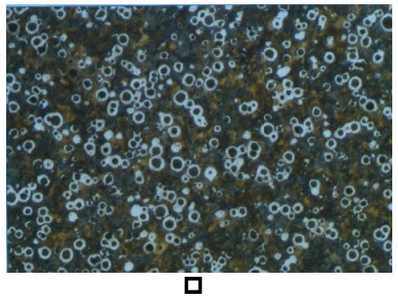
Q40. Citer l'élément chimique qui permet de réaliser de la fonte GJS.

/1

……

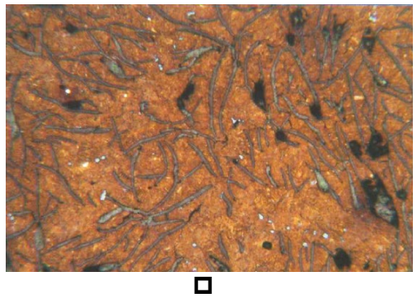
Q41. Cocher la micrographie correspondante à la fonte GJS.

/2



☐

☐

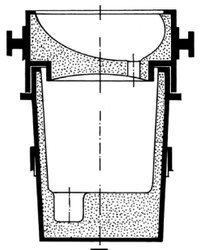


☐

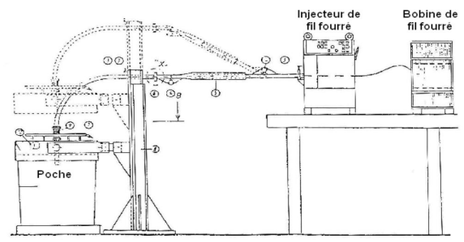
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q42. Cocher la méthode d'obtention de la fonte GJS réalisée.

/1



☐



☐

☐

Q43. Cocher la nature de l'élément chimique utilisé dans la méthode.

/1

☐ aggloméré ☐ en fil fourré ☐ granulat

Q44. Cocher les Équipements de Protection Individuelle que l'on utilise en plus pour la coulée des pièces en fonte.

/3

☐

☐

☐

☐

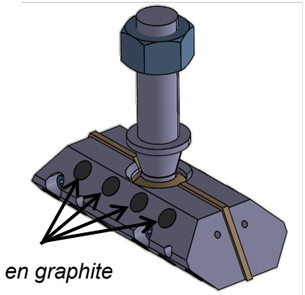
☐

☐

ST /14

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Lorsque les tampons en graphite sont usés, le sabot subit d'importantes dégradations qui occasionnent notamment des soucis d'alimentation électrique de la capsule Urbanloop. Le bureau d'études souhaite étudier un autre matériau qui serait capable de mieux encaisser les contraintes liées au fonctionnement de ce véhicule autonome. Un alliage Cupro-Aluminium (Cu Al10 Ni3 Fe2) est envisagé.



Tampons en graphite

Q45. Préciser l'élément chimique majoritaire composant cet alliage.

……. **/1**

Q46. À partir du tableau ci-dessous et du fonctionnement de la capsule (page 4/25), **déterminer** deux caractéristiques de l'alliage Cupro-Alu qui seraient prépondérantes dans le contexte d'utilisation du sabot avec cette problématique de dégradations évoquée ci-dessus.

…… **/2**

……

……

Q47. À partir du tableau comparatif ci-dessous, **déterminer** si la solution de changement de matériau pour le sabot est judicieuse et dans quelles conditions. **Justifier**.

…… **/3**

……

……

……

……

	Fonte EN GJS 700-2	Cupro-Alu (Cu Al10 Ni3 Fe2)
Prix	+++	0
Conductivité électrique	+	++
Résistance élastique en N/mm²	420	250
Résistance à la corrosion	+	+++
Résistance à l'usure	++	++
Résistance haute température	+	++

(+++ : excellent ; ++ : bon ;+ :correct ; 0 : insuffisant)

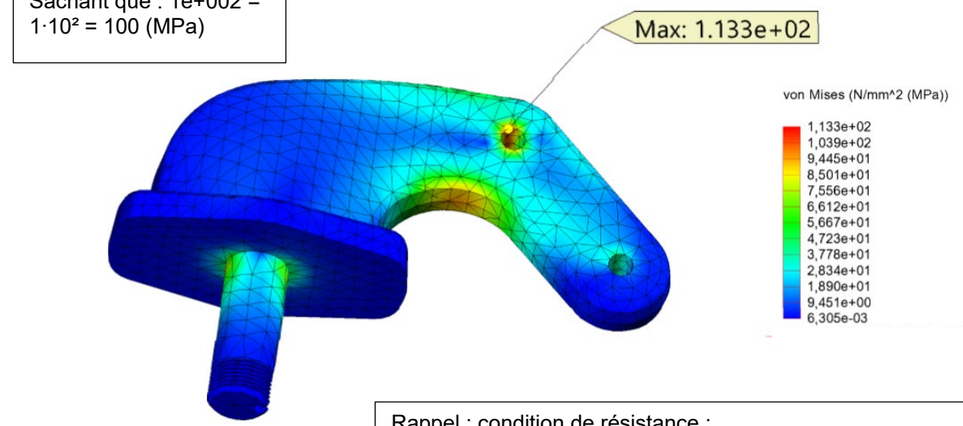
ST /6

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ÉLABORATION DE L'ALLIAGE D'ALUMINIUM Al Si 7 Mg 06 K T6 POUR LE LEVIER

Afin de valider le type d'alliage d'aluminium, une étude mécanique a été menée sur un logiciel de résistance des matériaux. Voici, ci-dessous, la répartition des contraintes sur la pièce.

Sachant que : 1e+002 = $1 \cdot 10^2 = 100$ (MPa)



Rappel : condition de résistance :
Contrainte max ≤ limite élastique (en tenant compte du coefficient de sécurité)

Q48. À partir de l'étude proposée ci-dessus, **donner** la valeur de la contrainte maximale qui s'exerce sur le levier en N/mm².

/1

……

Q49. En considérant qu'on souhaite un coefficient de sécurité de 2, **calculer** la limite élastique minimum que doit avoir le matériau choisi pour le levier.

…… **/1**

Q50. En observant la fiche technique page 14/25, **déterminer** si l'alliage choisi respecte bien la condition de résistance. **Justifier**.

/1

……

ST /3

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Le type d'alliage étant validé, il est nécessaire d'en connaître sa composition et la manière de l'obtenir.

Q51. Donner la signification des éléments de la désignation en vous aidant de la page 13/25.

EN : .....

C : .....

Al : .....

Si : .....

7 : .....

Mg : .....

0.6 : .....

K : .....

/4

Q52. Donner la signification de T6 et **justifier**. (Page 13/25).

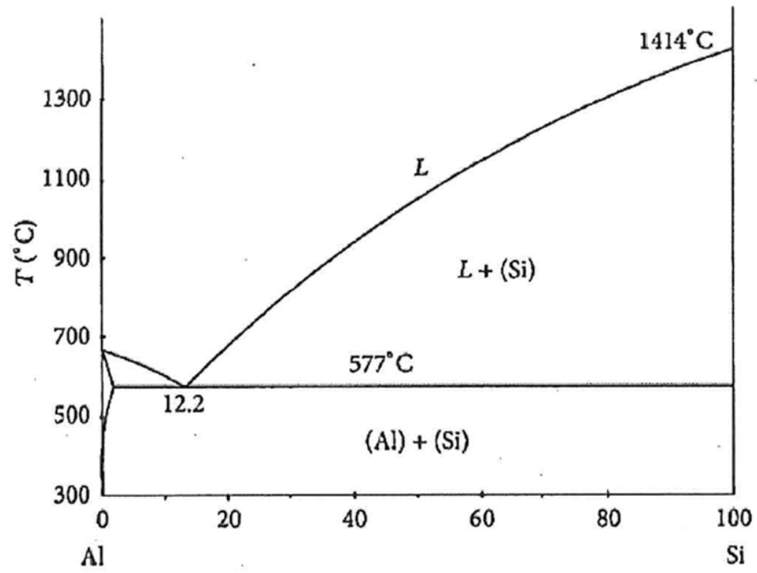
Signification : .....

Objectif du traitement : .....

/2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Ci-dessous est représenté le diagramme d'équilibre AlSi.



Q53. Sur ce diagramme**, tracer** la droite verticale correspondant à l'alliage utilisé.

/1

Q54. Entourer ensuite le point eutectique et **désigner** le type d'alliage en analysant le diagramme et le tracé de votre droite.

☐ Hypoeutectique ☐ Eutectique ☐ Hypereutectique

/2

Q55. **Donner** la température moyenne de coulée des alliages d'aluminium en coquille.

……..

/1

Q56. Citer trois opérations nécessaires pour obtenir un alliage d'aluminium de qualité lors de la fusion.

-……..

-……

-……

/3

ST /13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q57. Représenter une éprouvette gazée et une éprouvette non gazée lors du test « Porotec ».

Gazée	Non gazée

/2

ST /2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

CONTRÔLE QUALITÉ DE LA PRODUCTION

Avant l'usinage, il est souhaitable de contrôler quelques dimensions du sabot brut après ébarbage. Sur le plan page 7/25, les cotes marquées du symbole ⓥ sont celles de la pièce brute qui ne subiront pas d'usinage et qui resteront comme tel à l'état fini. La cote 42,5 est importante pour le fonctionnement de la pièce. **La valeur mesurée effective sur la pièce brute est de 41,8 mm.**

Q58. En observant les indications sur le plan du sabot, page 7/25 et la norme ISO 8062-3 (page 14/25), **préciser** l'intervalle de tolérance lié à la cote 42,5 et **en déduire** les cotes Maximum et Minimum admissibles (l'intervalle de tolérance est partagé). **Conclure** si la valeur mesurée est acceptable. **Justifier**.

Intervalle de tolérance : .....

Cote MAX admissible : .....

Cote MIN admissible : .....

Acceptable : .....

Justification : .....

/5

Q59. Associer, en reliant les points ci-dessous, les contrôles destructifs et non destructifs réalisés sur le levier.

/4

- Essais de traction
- Dureté
- Résilience
- Contrôle radiographique

- Contrôle non destructif
- Contrôle destructif

ST /9