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

CONCOURS GÉNÉRAL
DES MÉTIERS DE LA FONDERIE

ÉPREUVE ÉCRITE

SESSION 2018

Durée **: 6 heures**

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation : pages 2/31 à 4/31
- Dossier technique : pages 5/31 à 17/31
- Dossier travail : pages 18/31 à 31/31

L'intégralité du dossier travail (pages 18/31 à 31/31) est à rendre par le candidat

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

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé
et documents personnels autorisés.

DOSSIER
DE
PRÉSENTATION

DOC 2/31 à DOC 4/31

Mise en situation

La société HYD-e-THERM est spécialisée dans les pompes de groupes hydrauliques pour fours à induction.

Ces installations soumises aux contraintes des fonderies nécessitent de fonctionner avec une huile « retardant feu » contenant une partie d'eau.

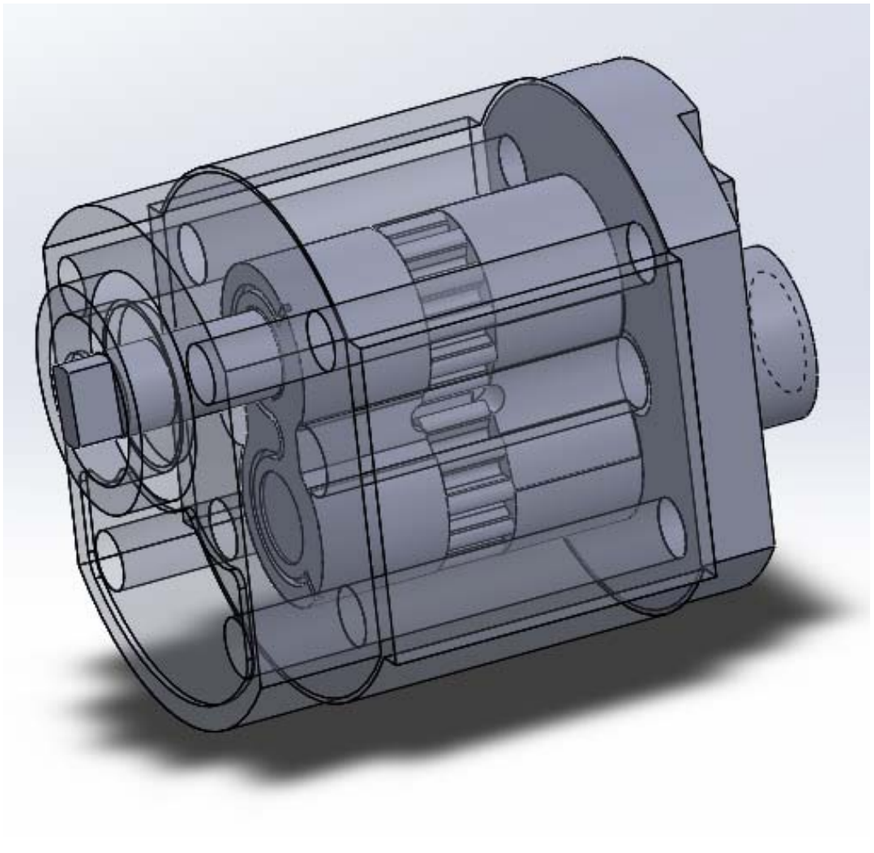
Une nouvelle pompe vient d'être conçue pour remplacer la génération précédente.

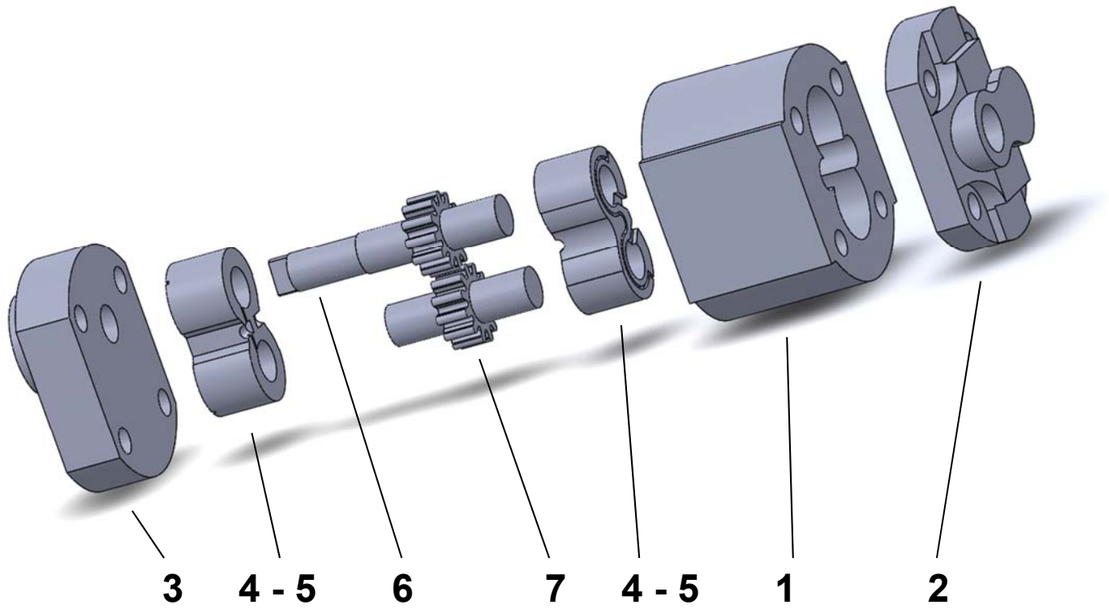
Votre fonderie vient d'être consultée pour la fabrication des différentes pièces de cette pompe.

Afin de vérifier votre capacité, des essais seront réalisés sur une présérie de 25 pompes qui seront livrées avant de lancer la fabrication de 1000 ensembles.

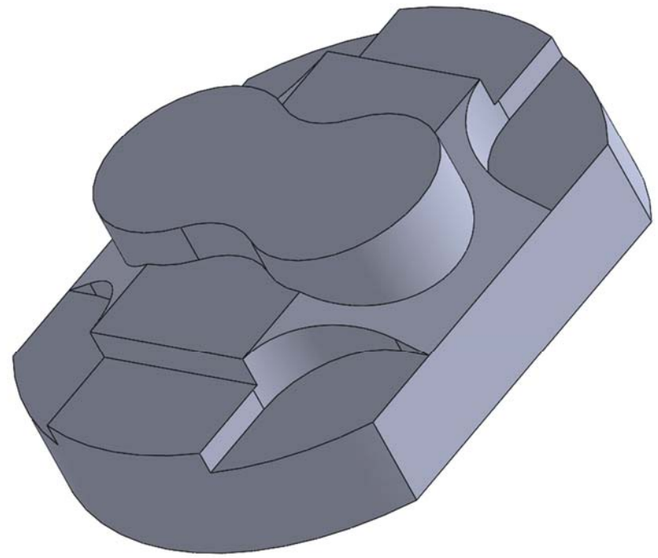
Les **paliers mobiles** *(alliage léger)* seront moulés en coquille par gravité pour la présérie et en coquille automatisée à multiples empreintes pour la production définitive.

Les **flasques** (*fonte*) seront moulés en sable silico-argileux à la main pour la présérie et sur machine à mouler impact pour la série définitive.





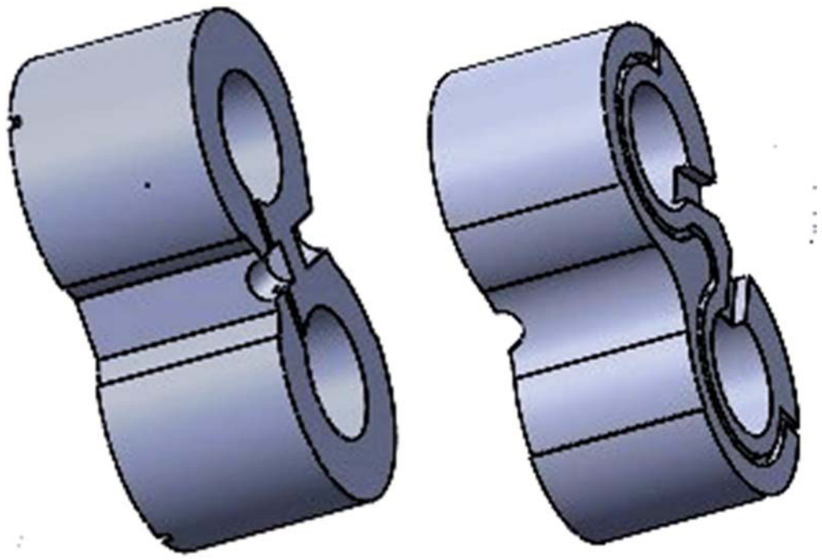
Aperçu du brut de fonderie du flasque en fonte (repère 2) :



Nomenclature :

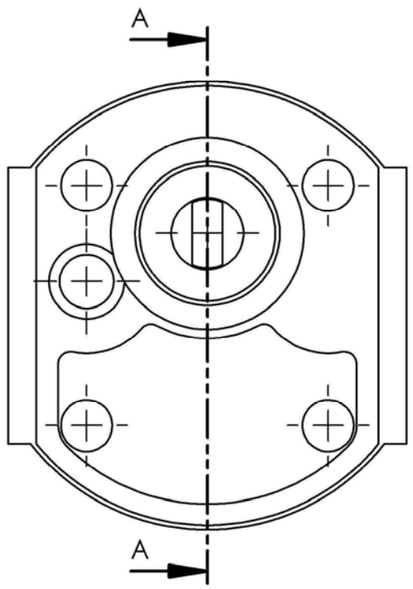
Repère	Désignation	Matière
1	Corps	Alliage d’aluminium
2	Flasque (côté aspiration)	Fonte
3	Flasque de sortie arbre	Fonte
4 et 5	Palier mobile (2 pièces identiques)	Alliage d’aluminium
6	Axe pignon entrée	Acier spécial
7	Axe pignon sortie	Acier spécial

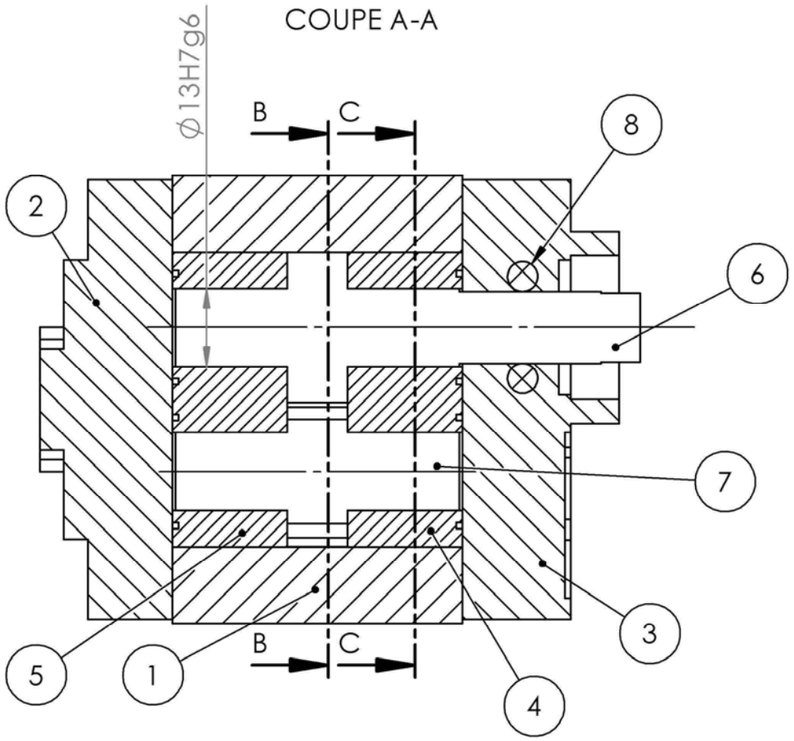
Aperçu des paliers mobiles en alliage d’aluminium (repères 4 - 5) :

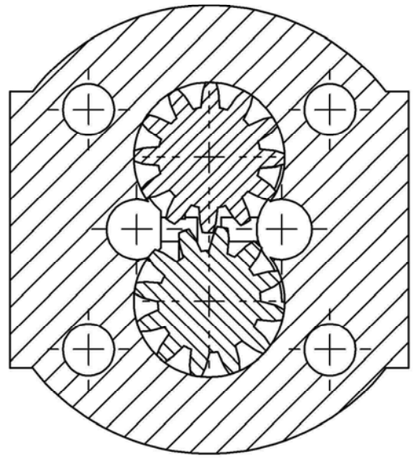


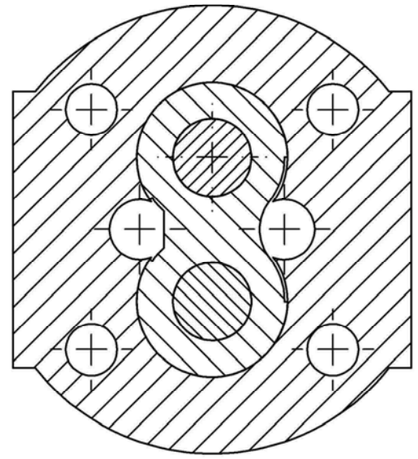
DOSSIER TECHNIQUE

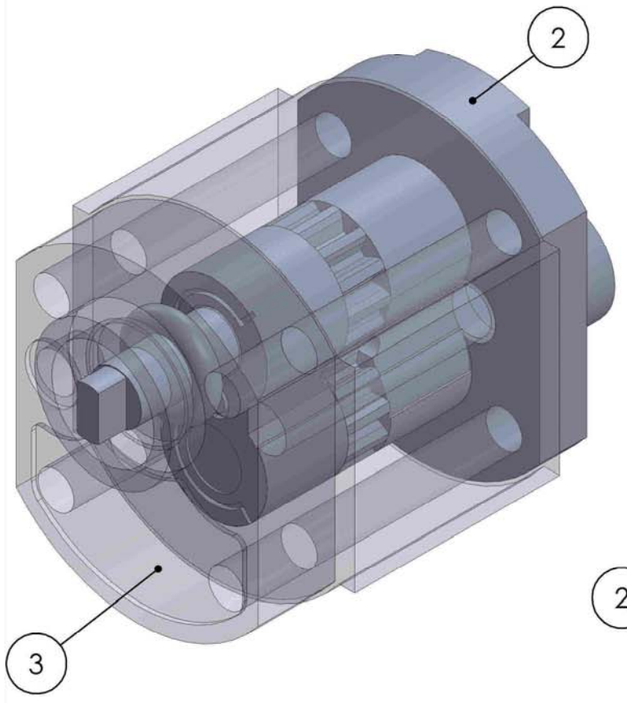
DOC 5/31 à DOC 17/31

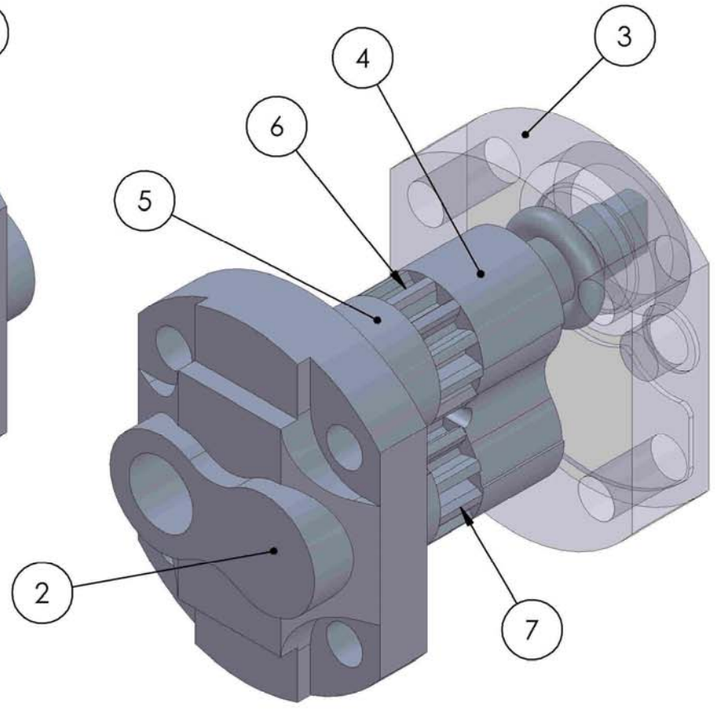












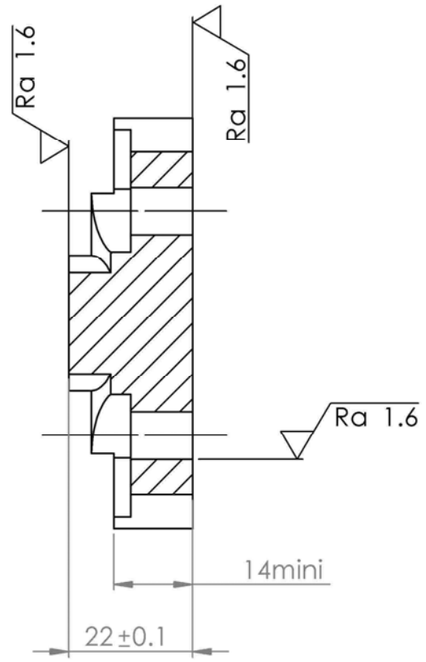
Repère	Désignation	Matière	QTE
1	Corps		1
2	Flasque		1
3	Flasque de sortie arbre		1
4	Palier mobile		1
5	Palier mobile sortie		1
6	Axe pignon entrée		1
7	Axe pignon sortie		1
8	Joint		1

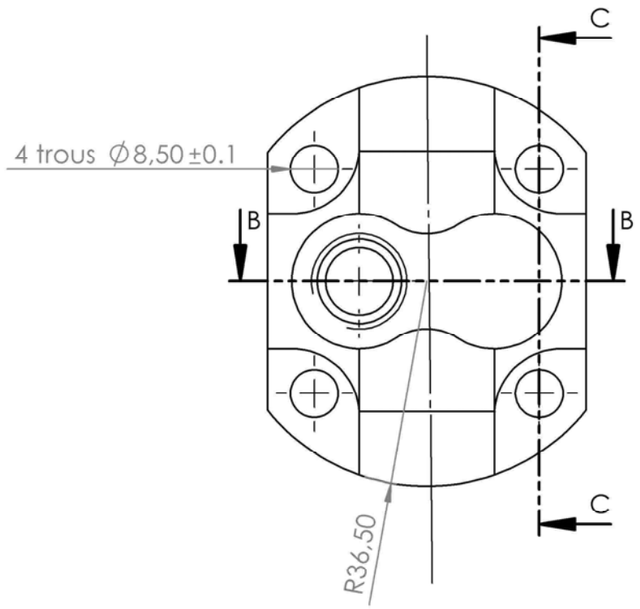
Norme ISO 8062-2-DCTG 12

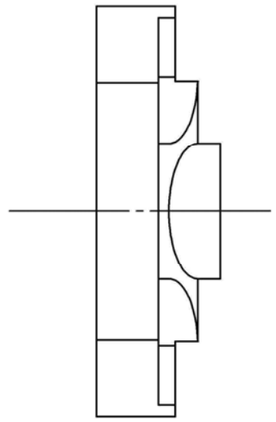
Pompe — A3

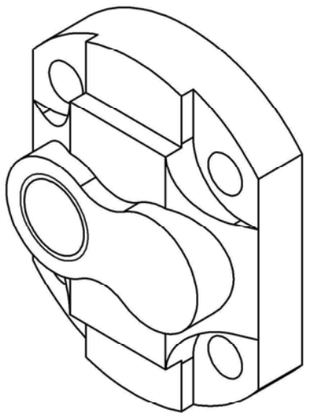
Concours général des métiers de la fonderie — Doc x / x

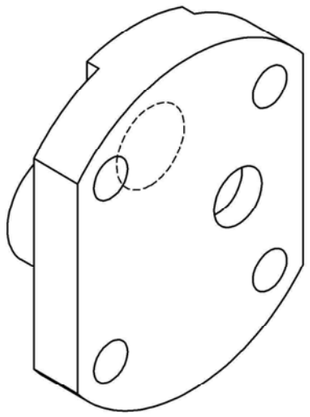
COUPE C-C



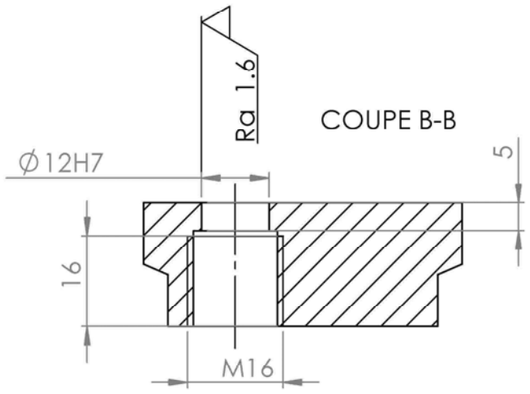






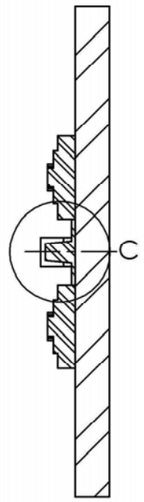


COUPE B-B

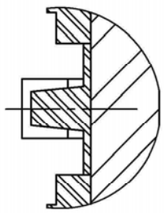


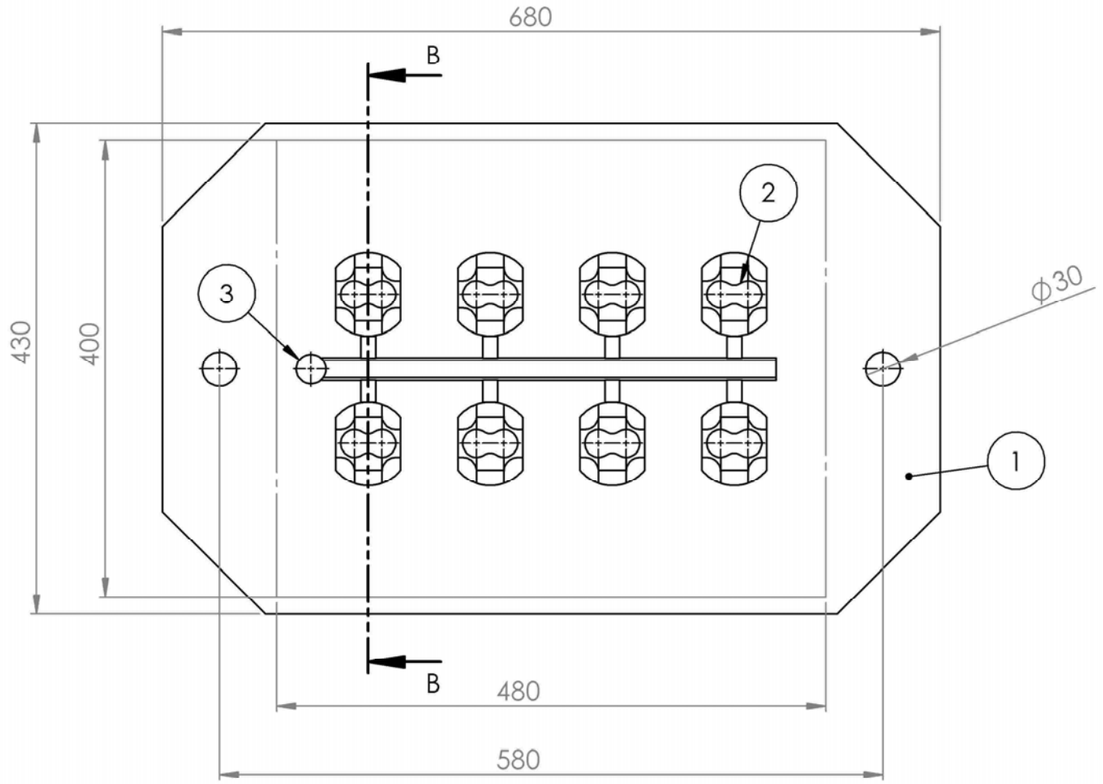
	Flasque	A3
	Concours général des métiers de la fonderie	

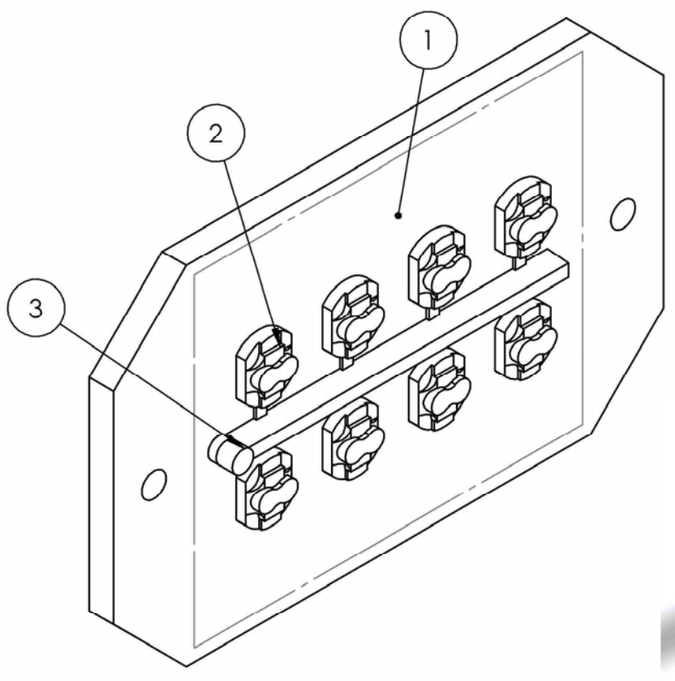
COUPE B-B

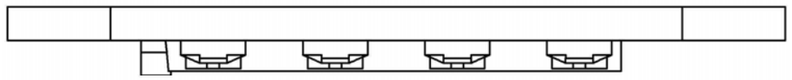


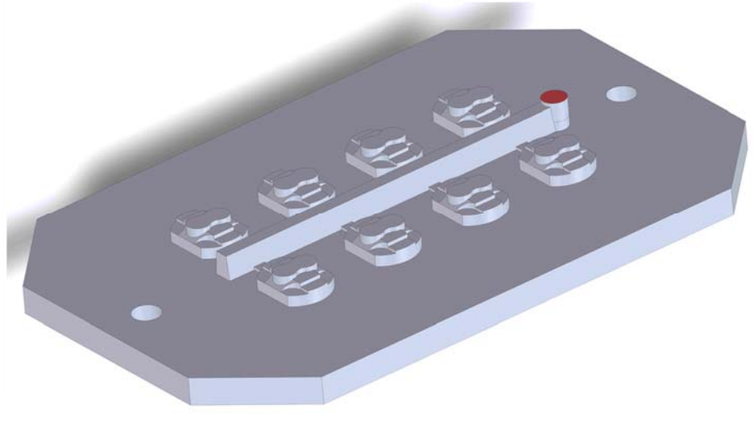
DÉTAIL C









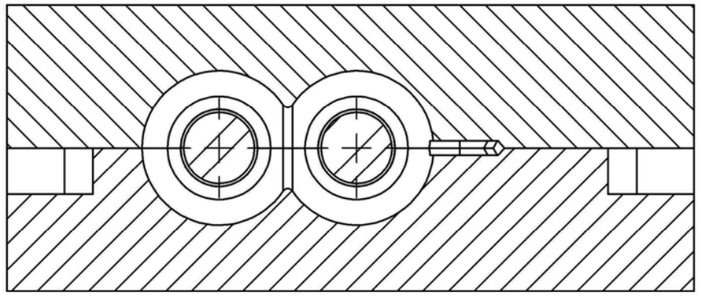


Repère	Désignation	Matière	QTE
1	Plaque modèle		1
2	Flasque brut		8
3	Pied de coulée		1

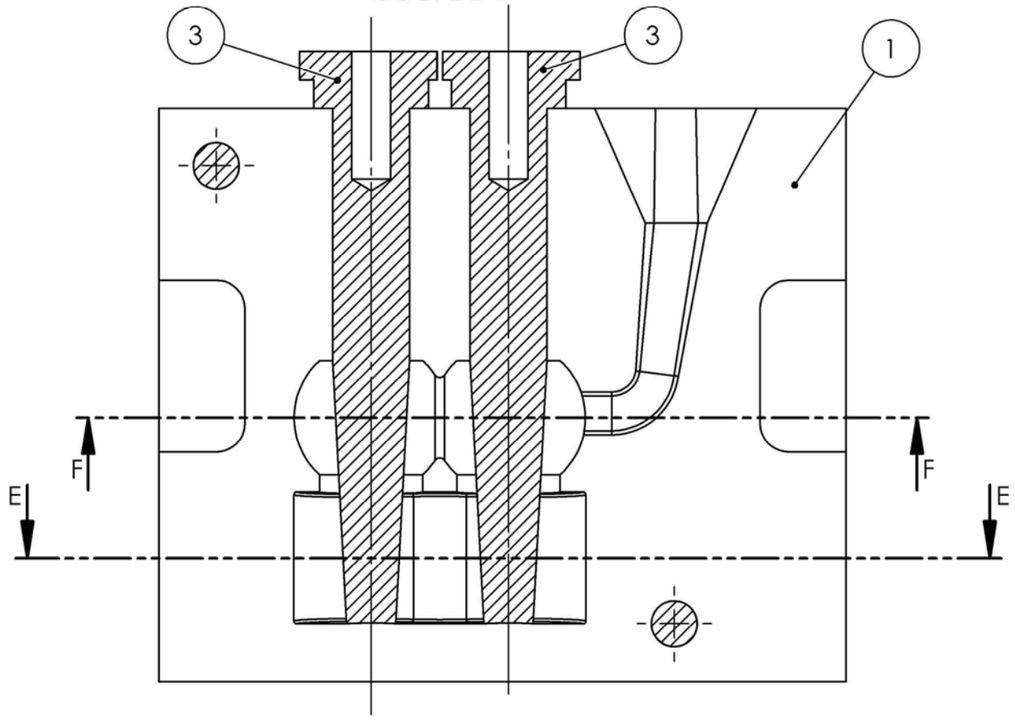
Plaque modèle A3

Concours général des métiers de la fonderie

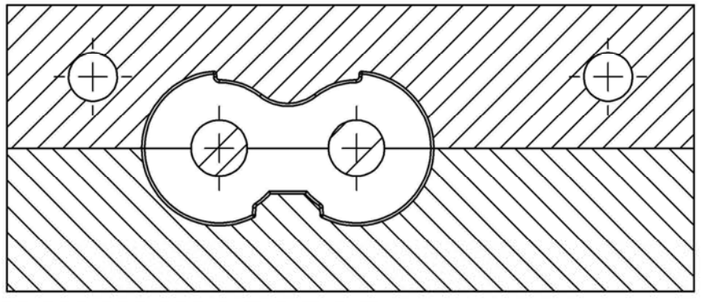
COUPE F-F



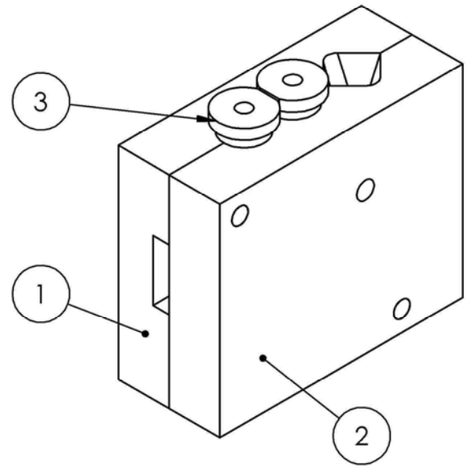
COUPE B-B

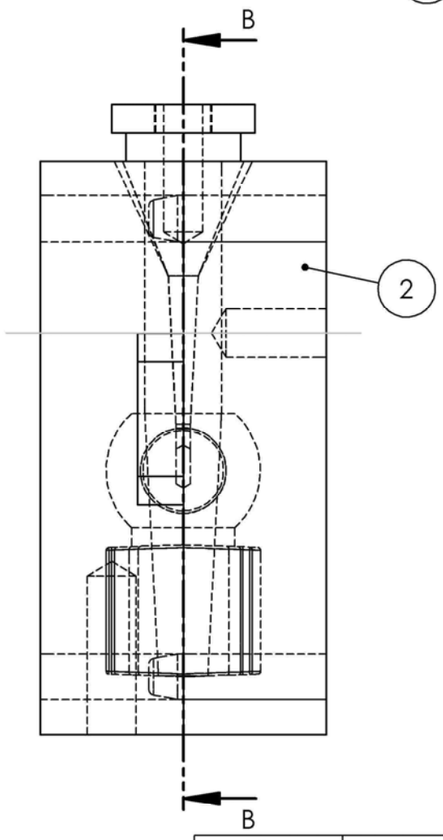


COUPE E-E



Coquille fermée avant remplissage





Repère	Désignation	Matière	QTE
1	Bloc empreinte fixe support d'axe		1
2	Bloc empreinte mobile support d'axe		1
3	Broche 1 support d'axe		2
4	Pied de centrage		2

Coquille

A3

Concours général des métiers de la fonderie

Extraits ISO 286-2 (NF EN 20286-2) de valeurs normalisées: écarts limites pour ALÉSAGES													
	Écart supérieur (ES) et Écart inférieur (EI) en micromètre (1 µm = 0,001 mm) fonction des dimensions nominales en mm												
au-delà de	-	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
à (inclus)	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
D10	+60 +20	+78 +30	+98 +40	+120 +50	+149 +65	+180 +80	+220 +100	+260 +120	+305 +145	+355 +170	+400 +190	+440 +210	+480 +230
E8	+28 +14	+38 +20	+47 +25	+59 +32	+73 +40	+89 +50	+106 +60	+126 +72	+148 +85	+172 +100	+191 +110	+214 +125	+232 +135
E9	+39 +14	+50 +20	+61 +25	+75 +32	+92 +40	+112 +50	+134 +60	+159 +72	+185 +85	+215 +100	+240 +110	+265 +125	+290 +135
F7	+16 +6	+22 +10	+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 +30	+71 +36	+83 +43	+96 +50	+108 +56	+119 +62	+131 +68
F8	+20 +6	+28 +10	+35 +13	+43 +16	+53 +20	+64 +25	+76 +30	+90 +36	+106 +43	+122 +50	+137 +56	+151 +62	+165 +68
F9	+31 +6	+40 +10	+49 +13	+59 +16	+72 +20	+87 +25	+104 +30	+123 +36	+143 +43	+165 +50	+185 +56	+202 +62	+223 +68
G6	+8 +2	+12 +4	+14 +5	+17 +6	+20 +7	+25 +9	+29 +10	+34 +12	+39 +14	+44 +15	+49 +17	+54 +18	+60 +20
H6	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0	+40 0
H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0	+63 0
H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0	+97 0
H9	+25 0	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0	+155 0
H10	+40 0	+48 0	+58 0	+70 0	+84 0	+100 0	+120 0	+140 0	+160 0	+185 0	+210 0	+230 0	+250 0
H11	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	+360 0	+400 0
H12	+100 0	+120 0	+150 0	+180 0	+210 0	+250 0	+300 0	+350 0	+400 0	+460 0	+520 0	+570 0	+630 0
H13	+140 0	+180 0	+220 0	+270 0	+330 0	+390 0	+460 0	+540 0	+630 0	+720 0	+810 0	+890 0	+970 0
JS7	± 5	±6	±7,5	±9	±10,5	±12,5	±15	±17,5	±20	±23	±26	±28,5	±31,5
J7	+4 -6	+6 -6	+8 -7	+10 -8	+12 -9	+14 -11	+18 -12	+22 -13	+26 -14	+30 -16	+36 -16	+39 -18	+43 -20
K6	0 -6	+2 -6	+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15	+4 -18	+4 -21	+5 -24	+5 -27	+7 -29	+8 -32
K7	+0 -10	+3 -9	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21	+10 -25	+12 -28	+13 -33	+16 -36	+17 -40	+18 -45
M7	-2 -12	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57	0 -63
N7	-4 -14	-4 -16	-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39	-10 -45	-12 -52	-14 -60	-14 -66	-16 -73	-17 -80
N9	-4 -29	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140	0 -155
P5	-6 -10	-11 -16	-13 -19	-15 -23	-19 -28	-22 -33	-27 -40	-32 -47	-37 -55	-44 -64	-49 -72	-55 -80	-61 -88
P6	-6 -12	-9 -17	-11 -21	-15 -26	-18 -31	-21 -37	-26 -45	-30 -52	-36 -61	-41 -70	-47 -79	-51 -87	-55 -95
P7	-6 -16	-8 -20	-9 -24	-11 -29	-14 -35	-17 -42	-21 -51	-24 -59	-28 -68	-33 -79	-36 -88	-41 -98	-45 -108
P9	-6 -31	-12 -42	-15 -51	-18 -61	-22 -74	-26 -88	-32 -106	-37 -124	-43 -143	-50 -165	-56 -186	-62 -202	-68 -223

Extraits ISO 286-2 (NF EN 20286-2) de valeurs normalisées: écarts limites pour ARBRES													
	Écart supérieur (es) et Écart inférieur (ei) en micromètre (1 µm = 0,001 mm) fonction des dimensions nominales en mm												
au-delà de	-	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
à (inclus)	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
a11	-270 -330	-270 -345	-280 -370	-290 -400	-300 -430	-320 -470	-360 -530	-410 -600	-580 -710	-820 -950	-1050 -1240	-1350 -1560	-1650 -1900
c11	-60 -120	-70 -145	-80 -170	-95 -205	-110 -240	-130 -280	-150 -330	-180 -390	-230 -450	-280 -530	-330 -620	-400 -720	-480 -840
d9	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350	-230 -385
d10	-20 -60	-30 -78	-40 -98	-50 -120	-65 -149	-80 -180	-100 -220	-120 -260	-145 -305	-170 -355	-190 -400	-210 -440	-230 -480
d11	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570	-230 -630
e7	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -107	-85 -125	-100 -146	-110 -162	-125 -182	-135 -198
e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214	-135 -232
e9	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265	-135 -290
f6	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98	-68 -108
f7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -108	-62 -119	-68 -131
f8	-6 -20	-10 -28	-13 -35	-16 -43	-20 -53	-25 -64	-30 -76	-36 -90	-43 -106	-50 -122	-56 -137	-62 -151	-68 -165
g5	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43	-20 -47
g6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54	-20 -60
h5	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25	0 -27
h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36	0 -40
h7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57	0 -63
h8	0 -14	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -89	0 -97
h9	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140	0 -155
h10	0 -40	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -185	0 -210	0 -230	0 -250
h11	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360	0 -400
h12	0 -100	0 -120	0 -150	0 -180	0 -210	0 -250	0 -300	0 -350	0 -400	0 -460	0 -520	0 -570	0 -630
h13	0 -140	0 -180	0 -220	0 -270	0 -330	0 -390	0 -460	0 -540	0 -630	0 -720	0 -810	0 -890	0 -970
js5	±2	± 2,5	± 3	± 4	±4,5	± 5,5	± 6,5	±7,5	±9	±10	±11,5	±12,5	±13,5
js6	±3	±4	±4,5	±5,5	±6,5	±8	±9,5	±11	±12,5	±14,5	±16	±18	±20
js9	±12,5	±15	±18	±21,5	±26	±31	±37	±43,5	±50	±57,5	±65	±70	±77,5
js11	±30	±37,5	±45	±55	±65	±80	±95	±110	±125	±145	±160	±180	± 200
j6	+4 -2	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+16 -13	+16 -16	+18 -18	+20 -20
k5	+4 0	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4	+32 +5
k6	+6 0	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+36 +4	+40 +4	+45 +5
m5	+6 +2	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+28 +13	+33 +15	+37 +17	+43 +20	+46 +21	+50 +23
m6	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 +21	+63 +23
n6	+10 +4	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+66 +34	+73 +37	+80 +40

Annexe B
(informative)

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[a]	F à H[a]	F à H	F à H	F à H	F à H[a]	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 to 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.

Tableau 7 — 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.

ÉLABORATION DE L'ALLIAGE D'ALUMINIUM : EN – AC Al-Cu 5 Mg Ti KT6

Désignation normalisée

La désignation est composée successivement :

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

POSITION 2 : 1706 référence 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)

Lettre	Forme du produit
C	Pour pièces moulées *(Cast)*
B	Pour lingots *(Block)*
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)

Lettre	Procédé de moulage
S	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

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

Caractéristiques physiques et mécaniques

Composition :

Alliage	-	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Sn	Ti	Al
Al-Cu5 Mg Ti	Min. Max	/ 0,20	/ 0,35	**4,20** **5,00**	/ 0,10	**0,15** **0,35**	/ 0,10	/ 0,05	**0,15** **0,30**	Le reste

Caractéristiques mécaniques :

Mode de moulage	État	Rm en Mpa	$Rp_{0,2\%}$ en Mpa	A%	HB
Coquille	KT4 KT6	400 420	250 370	20 7	110 125
Sable	ST4 ST6	390 410	260 380	13 3	110 125

Caractéristiques physiques :

Masse volumique en kg/dm^3 : 2,80

Intervalle de solidification en °C : 650 – 535

Propriétés technologiques :

Usinabilité : Excellente

Aptitude au soudage : Médiocre

Aptitude au polissage : Excellente

Aptitude à l'anodisation de protection : Excellente

Résistance à la corrosion : Médiocre

Caractéristiques physiques et mécaniques

Propriétés de fonderie :

Coulabilité :

Alliage	Longueur de la spirale rapportée à celle de l'Al Si 12
Al Cu 5 Mg Ti	**62 %**
Al Si 7 Mg 0.3	72 %
Al Si 12	100 % *(référence)*
Al Zn 5 Mg	62 %
Al Mg 3 Ti	57 %

Criquabilité :

Alliage	Indice de criquabilité
Al Cu 5 Mg Ti	**4,2**
Al Si 7 Mg 0.3	0
Al Si 12	0
Al Zn 5 Mg	5,4
Al Mg 3 Ti	4,2

Retrait volumique :

Alliage	Contraction globale en fonction du volume (en %)
Al Cu 5 Mg Ti	**10.3**
Al Si 7 Mg 0.3	8
Al Si 12	6.4
Al Zn 5 Mg	9.8
Al Mg 3 Ti	9.6

Caractéristiques physiques et mécaniques

Moyen de fusion :

Pour les paliers, la fusion est directement assurée dans un four de maintien dont le creuset en graphite a une capacité de 300 points.
Le bain est maintenu la nuit à 720 °C.

Processus de fusion conseillé :

- Fusion de la charge et réchauffage du bain jusqu'à 720 °C.
- Correction du magnésium avec l'alliage mère Al Mg 20.
- Désoxydation du métal par 0,1 à 0,3 % de flux de lavage.
- Affinage à 730 °c par flux (titane et bore).
- Vérification du degré de gazage par pompe à vide et dégazage à l'azote si nécessaire.
- Attente de 10 à 15 minutes en amenant l'alliage à la température de coulée.
- Coulée à une température comprise entre 720 et 740 °C.

Traitements thermiques :

- Mise en solution 12 heures entre 525 °C et 530 °C.
- Trempe par immersion dans l'eau froide.
- Revenu 12 heures à 180°C.

ÉLABORATION DE LA FONTE EN – GJS 400 - 15

Désignation normalisée

Exemple : **EN GJS 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	Exempte 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)*

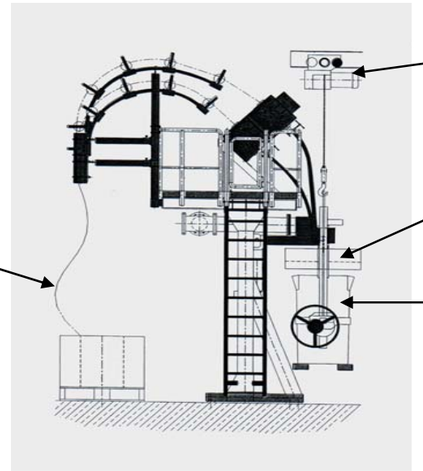
Caractéristiques physiques et mécaniques

Composition finale après traitement :

Alliage	-	C	Si	Mn	S	P	Cu	Mg	Fe
GJS 400 - 15	Min.	3,4	2,6	/	/	**/**	**/**	/	Le reste
	Max	3,8	2,8	0,5	0,012	**0,05**	**0,10**	0,06	

Traitement de sphéroïdisation :

La sphéroïdisation est assurée par la méthode « au fil fourré ». Croquis ci-dessous



Caractéristiques mécaniques :

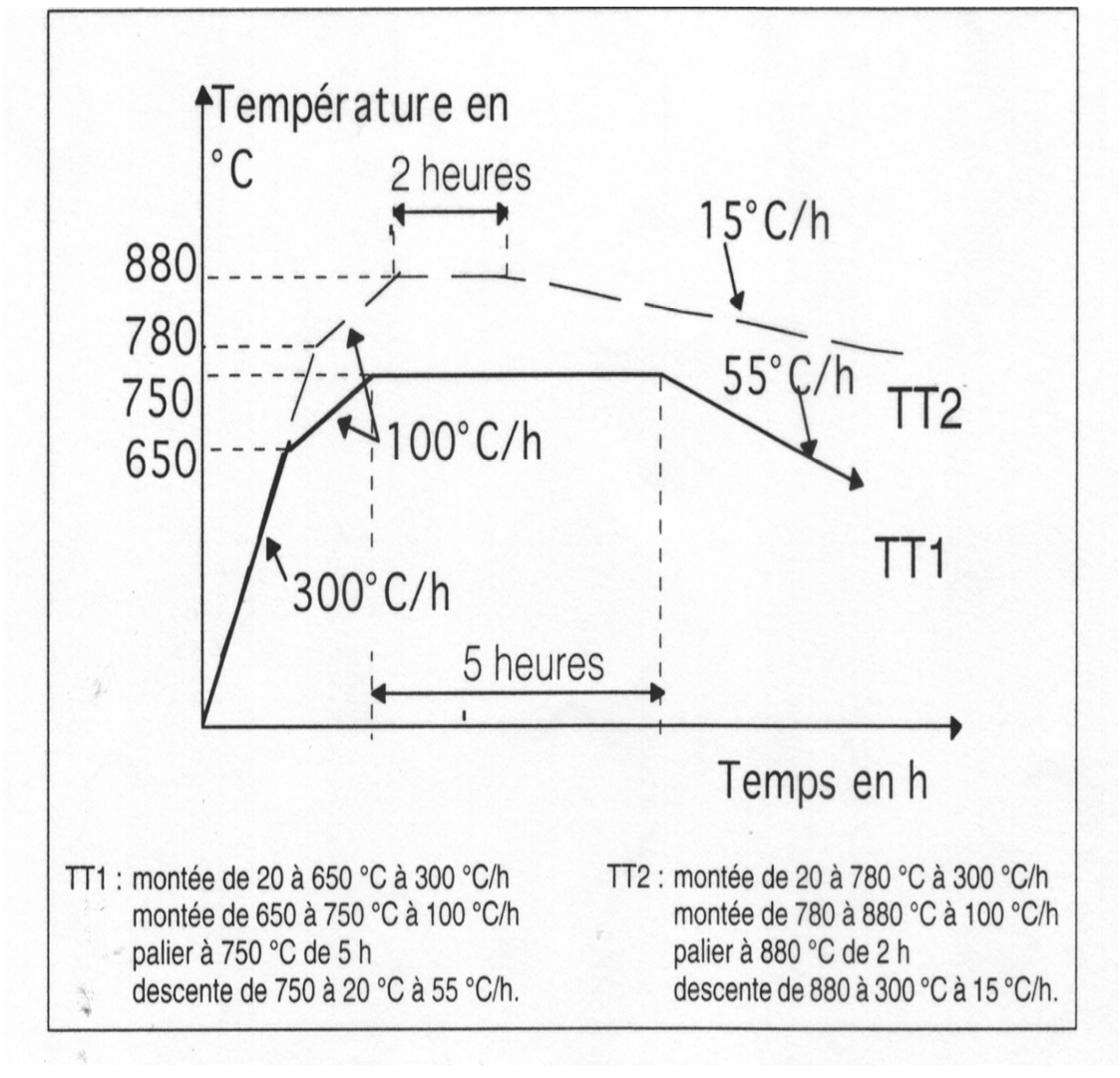
Limite d'élasticité **Re0,2** *(en Mpa)*	Résistance à la rupture **Rm** *(en Mpa)*	Allongement **A %**	Dureté Brinell **HB**
≥ 250	≥ 400	≥ 15	≤ 150

Structure métallographique visée :

- Graphite forme VI avec taux GS ≥ 85 %
- Ferrite > 85 %
- Perlite < 15 %
- Carbures libres < 2 %

Traitement thermique

Les pièces qui ne présentent pas une structure ductile « brute de coulée » conforme peuvent subir un traitement thermique de ferritisation selon le cycle thermique TT2 ci-dessous :



TT1 : montée de 20 à 650 °C à 300 °C/h
montée de 650 à 750 °C à 100 °C/h
palier à 750 °C de 5 h
descente de 750 à 20 °C à 55 °C/h.

TT2 : montée de 20 à 780 °C à 300 °C/h
montée de 780 à 880 °C à 100 °C/h
palier à 880 °C de 2 h
descente de 880 à 300 °C à 15 °C/h.

Ressources machine à mouler Air-Impact :

La machine fonctionne avec des châssis de dimensions (mm) : 480 x 400 H 150.

La vitesse de moulage correspond à une production nominale de 50 moules / heure.

La masse volumique du sable serré est estimée à 1,6 kg / dm^3.

Pour la composition du sable utilisé, l'Aptitude au Serrage du sable envoyé dans la machine doit être comprise entre 32 et 40 (ces valeurs indicatives sont susceptibles d'être ajustées en fonction de la complexité des plaques modèles).



Charriot, moule et rampe :



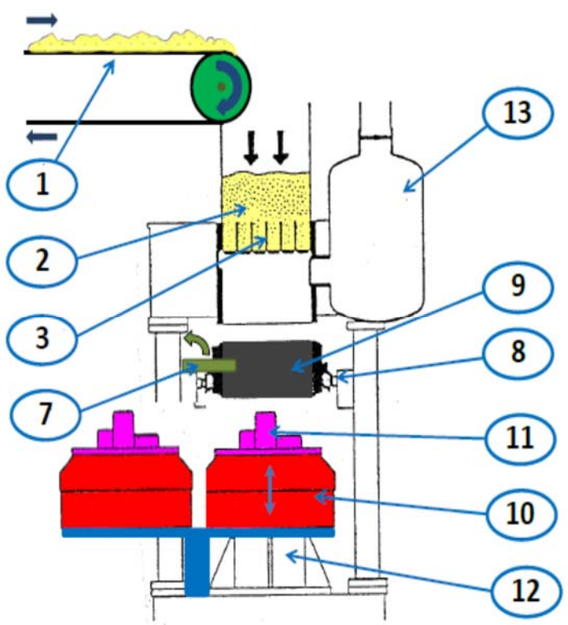
Table (équipée d'une autre plaque-modèle) :



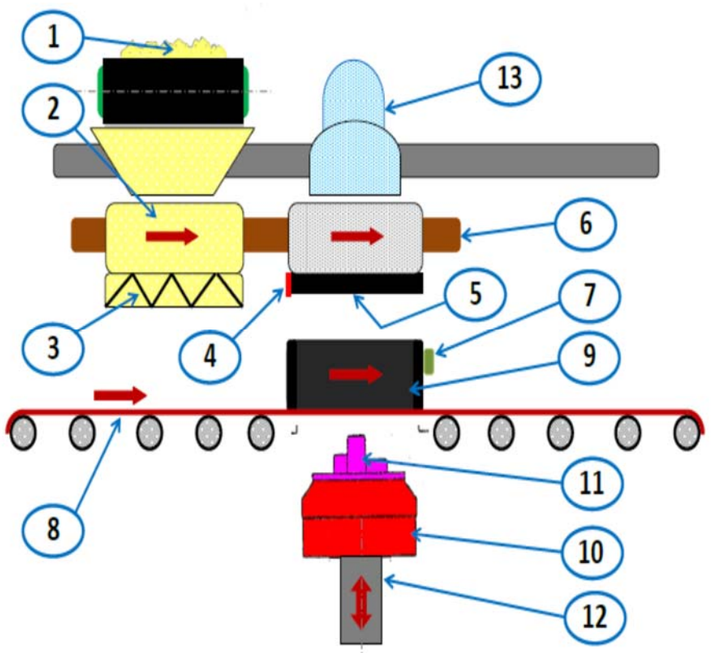
La machine est constituée des éléments suivants :

Repère	Éléments	Fonction(s)
1	Convoyeur	Tapis qui apporte le sable dans le doseur
2	Doseur	Trémie (disposée sur le charriot) qui contient le sable destiné au moule
3	Volets	Ouvrent ou ferment le doseur (trémie) pour remplir le châssis
4	Racleur	Disposé sur le charriot (entre le doseur et la plaque de serrage) il arase le sable déposé dans le châssis (avant serrage) lors du recul du chariot
5	Plaque de serrage	Disposée sur le charriot avant, permet le serrage du sable par pression
6	Charriot	Support de la trémie et de la plaque de serrage, permet de les placer, à tour de rôle, au-dessus du châssis
7	Butée	Butée amovible pour positionner les châssis
8	Rampe à galets	Dispositif d'entraînement (avance) des châssis
9	Châssis	
10	Table	Support des plaques modèle, tourne pour mouler soit la partie inférieure, soit la partie supérieure du moule
11	Plaque modèle	
12	Vérin table	Permet de monter ou descendre la table afin de présenter la plaque modèle sous le châssis et d'amener l'ensemble en position remplissage ou de serrage.
13	Système de tir	Dispositif pneumatique assurant le serrage par projection du sable dans le châssis.

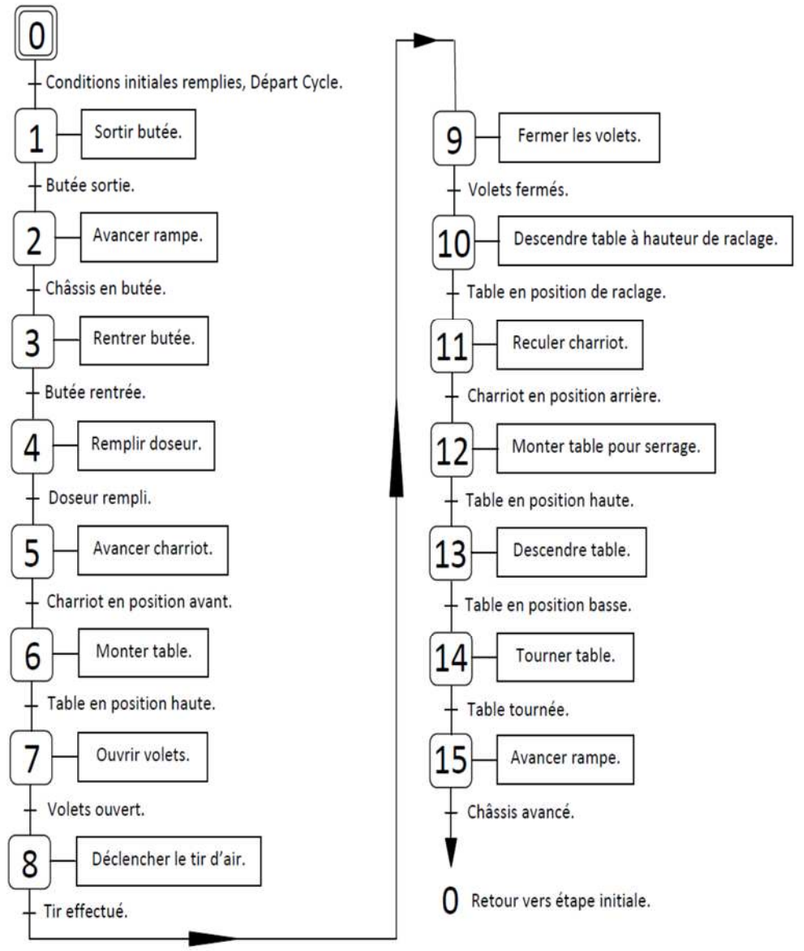
Vue de profil :



Vue de face :



Fonctionnement simplifié :



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

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

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

Temps conseillé

Lecture du sujet **(30 minutes)**

A : ÉTUDE DE MOULAGE **(2 heures 30 minutes)**

B : ÉLABORATION DES ALLIAGES **(1 heure 30 minutes)**

C : MOULAGE SUR MACHINES AUTOMATIQUES **(1 heure 30 minutes)**

DOSSIER DE TRAVAIL

DOC 18 / 31
à
DOC 31 / 31

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.1 - ÉTUDE DE MOULAGE DU FLASQUE

Le flasque, coulé en fonte GS, est réalisé à l'aide d'une plaque modèle comportant 8 pièces sur la machine air impact en sable silico argileux.

Avec l'aide du dossier technique :

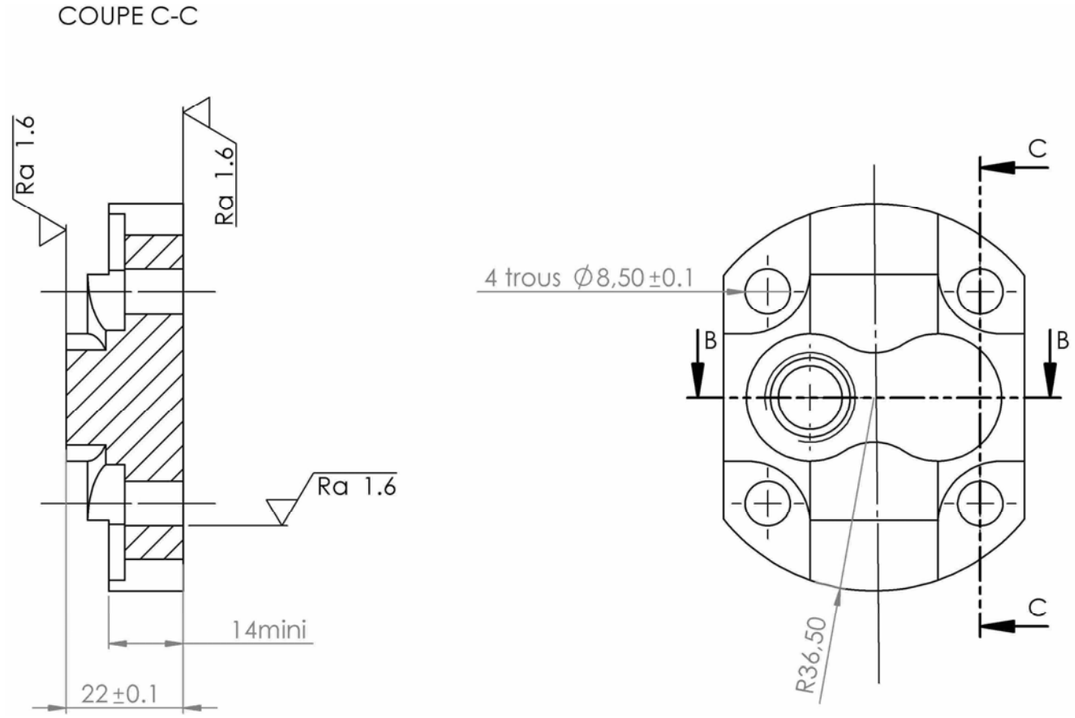
Q1 : **Déterminer** la classe de surépaisseur d'usinage (Annexe B page 11/31). **/ 2**

……

……

Q2 : **Repasser**, sur la vue de face et la vue de droite en coupe ci-dessous, en rouge les surfaces usinées du flasque.

/ 6



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q3 : Suite à votre réponse, **déterminer** la valeur de surépaisseur d'usinage à l'aide du tableau 7 page 11/31 et du plan pièce. **/ 3**

Valeur mini : ……

Valeur moyenne : ……

Valeur maxi : ……...

Q4 : L'axe pignon entrée, entrainé par moteur électrique, est guidé par le pallier mobile. L'ajustement entre ces deux pièces est un diamètre Ø13 H7 g6. **/ 12**

Compléter les tableaux ci-après en vous aidant du dossier technique (tableaux page 10/31).

	ALÉSAGE	ARBRE
Cote nominale (mm)		
Écart supérieur (mm)		
Écart inférieur (mm)		
IT (mm)		
Cote maxi (mm)		
Cote mini (mm)		

Donner la nature de l'ajustement en entourant la bonne réponse. **/ 2**

Avec jeu Avec serrage Incertain

En fonction de la réponse précédente, **déterminer** le jeu ou le serrage de cet ajustement. **/ 2**

(Serrage ou jeu) Maxi : ……..

(Serrage ou jeu) mini : ……..

ST / 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.2 - ÉTUDE DE LA COQUILLE

Q5 : **Colorier** ou **hachurer** sur la figure ci-dessous : **/ 6**

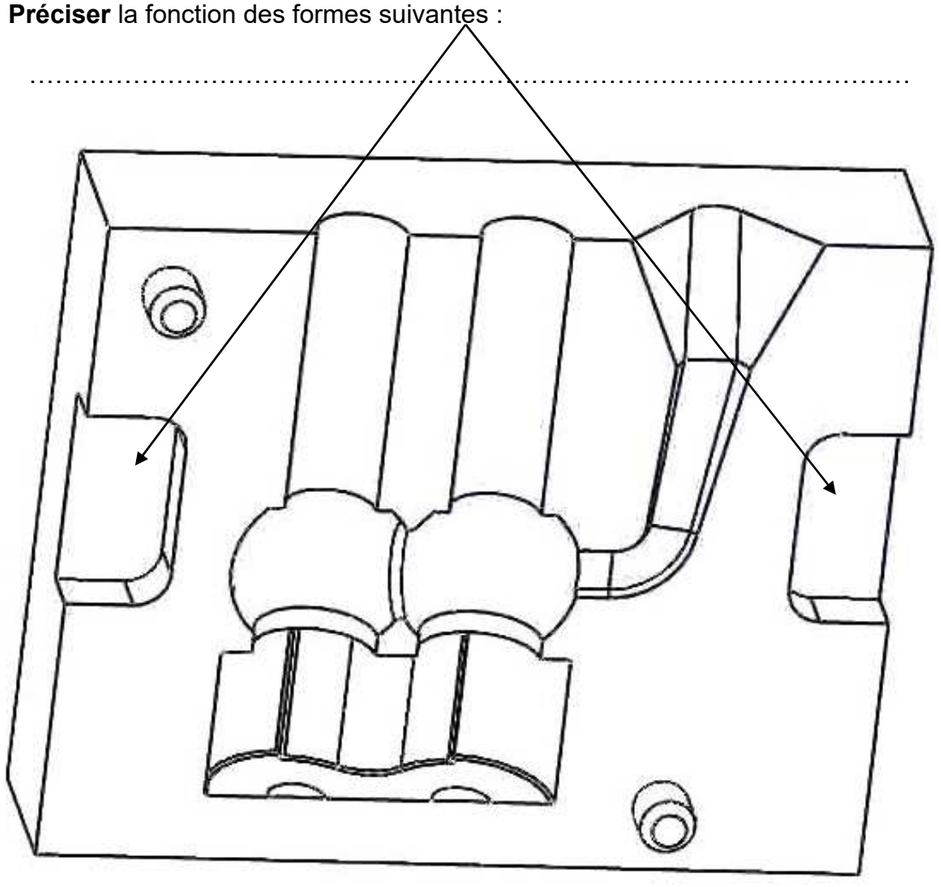
- le système de remplissage en vert.
- la masselotte en bleu.
- l'empreinte de la pièce en rouge.

/ 2

Q6 : **Préciser** la fonction des formes suivantes :

……

……



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q7 : Sur la figure ci-dessous, **colorier** en rouge sur les deux broches les parties en contact avec la masselotte et la pièce. **/ 2**

Q8 : **Justifier** la forme tronconique des 2 broches : **/ 2**

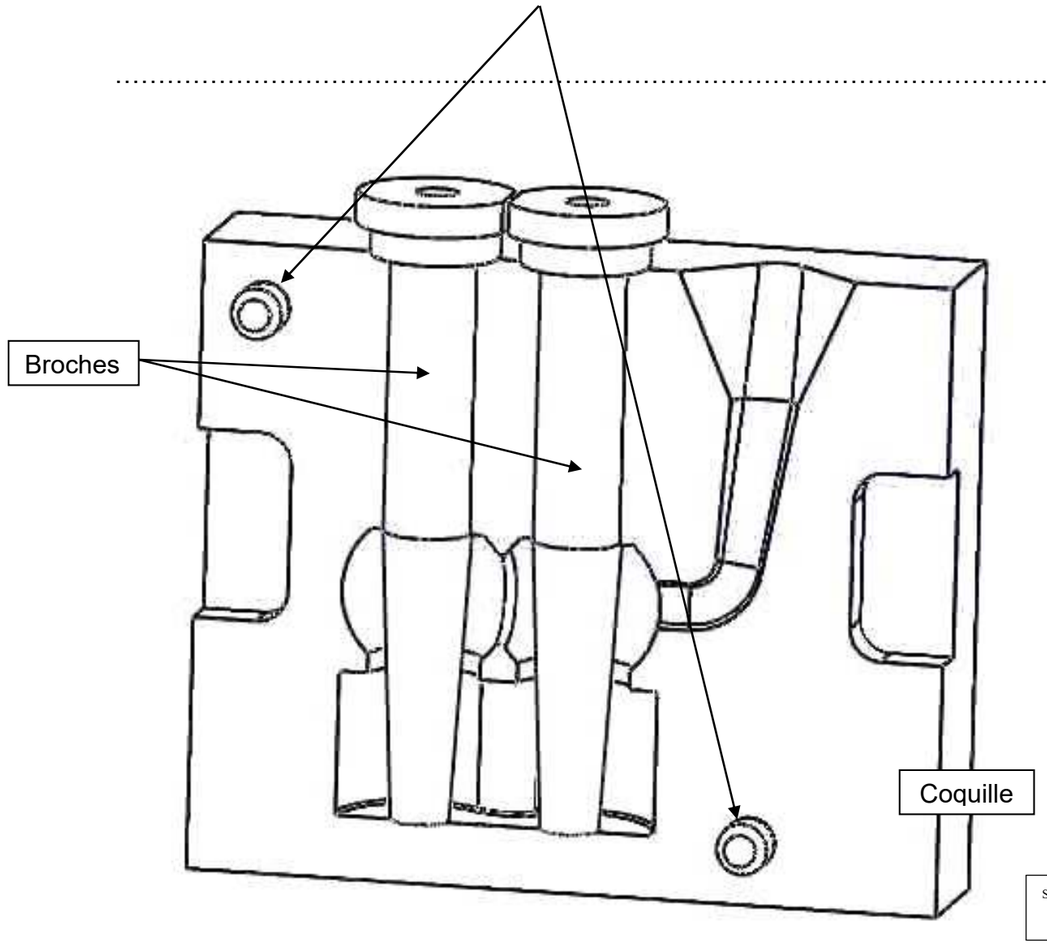
……

Q9 : **Colorier** en vert, sur les deux broches, les parties en contact avec la coquille. **/ 2**

Q10 : **Donner** la fonction des formes suivantes : **/ 2**

……

……



ST / 16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.3 - ÉTUDE DU FLASQUE EN FONTE GS SUR MACHINE AIR-IMPACT

Les fondeurs actuels doivent suivre l'évolution technologique afin de rester compétitifs et novateurs. La chaine numérique en fonderie en est une preuve. Il vous est donc proposé d'utiliser les résultats d'un outil de simulation de remplissage et de solidification couplé à l'analyse thermique afin de définir la position et les dimensions du système d'alimentation (masselottage).

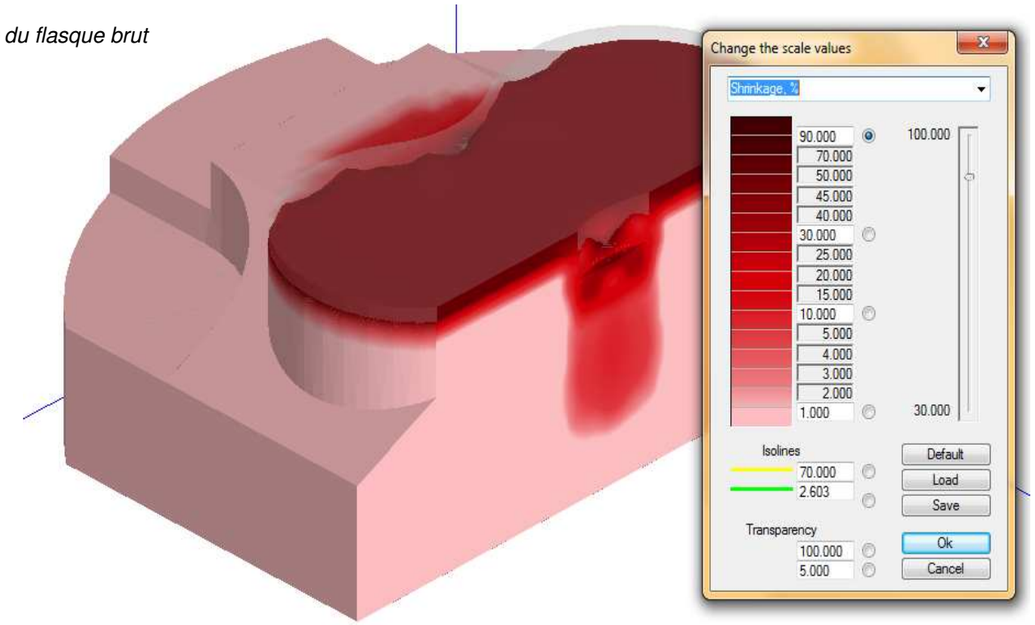
***Shrinkage** étant la traduction de **retassure** en anglais, nous mettons ici en évidence le pourcentage potentiel de défaut sur la pièce étudiée. **Feeder** signifie **masselotte**.*

Q11 : **Expliquer** le phénomène qui est à l'origine de ce défaut. **/ 2**

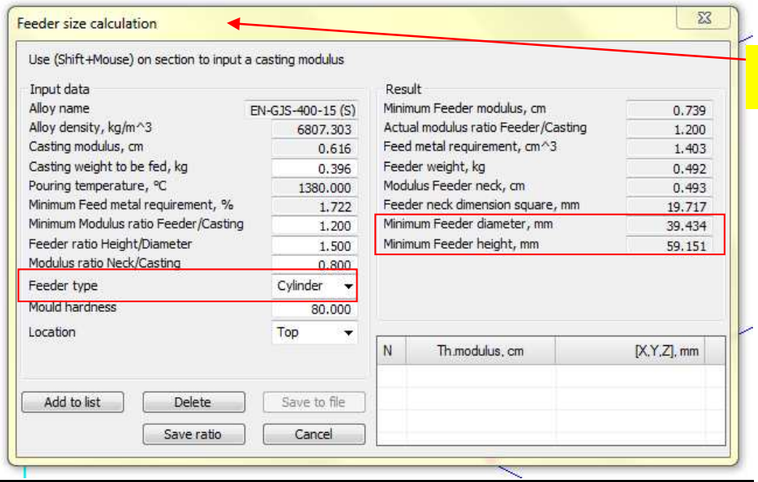
……

……

Simulation du flasque brut



Vous trouvez ci-dessous les résultats de la simulation :



Calculs des dimensions de la masselotte

Q12 : **Compléter** le tableau ci-dessous : **/ 3**

Forme de la masselotte :	
Diamètre masselotte :	
Hauteur masselotte :	

/ 4

Q13 : **Citer** une autre solution pour éviter les retassures, **justifier** :

……

……

……

……

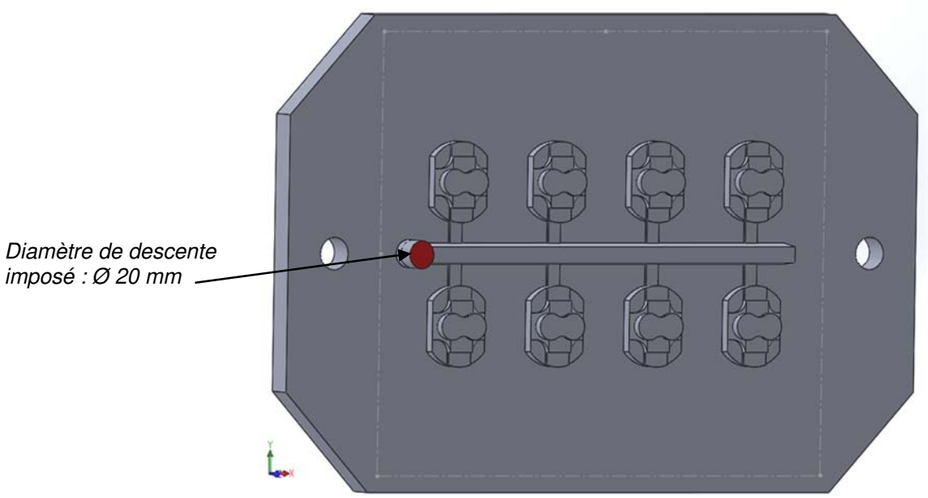
ST / 9

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Détermination du dispositif de remplissage :

Après échange entre le bureau des méthodes et la fabrication, il a été convenu de placer 8 pièces par moule pour un châssis de 480x400x150. L'image ci-dessous montre l'implantation retenue.



*À partir de la descente Ø 20, **définir** le reste du système de remplissage.*

Pour vous aider, voici les recommandations du CTIF :

Alliage	Profil des sections du canal	Echelonnement (H_i en dm) $\frac{S_d}{S_d}$	$\frac{S_C}{S_d}$	$\frac{S_A}{S_d}$	Remarques
oxydable	dégressif	1 1 1	0,95 1 $\sqrt{H_i}$	>1,1 1 $\sqrt{H_i}$	Hi < 500 mm et Tr < 15 s $H_i \leq 100$ mm $H_i > 100$ mm
Faiblement oxydable	dégressif	1 1 1	0,95 1 $\sqrt{H_i/2}$	>1,1 1 $\sqrt{H_i/2}$	Hi < 500 mm et Tr < 15 s $H_i \leq 200$ mm $H_i > 200$ mm
Non oxydable	uniforme	1 1	1 2	1 1	Nombre d'attaques ≤ 3 Nombre d'attaques > 4
	dégressif	1 1 1	0,95 1 $\sqrt{H_i}$	>1,1 1 $\sqrt{H_i}$	- $H_i \leq 100$ mm $H_i > 100$ mm

Hi = hauteur initiale de coulée

La pièce que vous devez réaliser est en fonte à graphite sphéroïdale, nous vous proposons donc de faire votre choix d'échelonnement en fonction du choix envisagé.

Choix

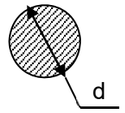
Q14 : **Choisir** l'échelonnement : ……

Justifier : **/ 2**

……

Afin de compléter le tableau de synthèse ci-dessous, réaliser les calculs nécessaires en répondant aux questions ci-après.

Q15 : **Calculer** la section de la descente :



Sd =……

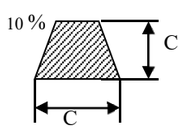
À l'aide de l'échelonnement, en **déduire** :

- La section du canal : ……
- La section totale des attaques : ……
- Puis **calculer** la section d'une attaque : …… **/ 8**

Q16 : **Calculer** la cote C du chenal : **/ 2**

Cote du chenal

Par simplification C = $\sqrt{(Sc)}$



……

……

……

……

……

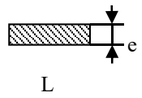
ST / 12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q17 : **Calculer** la largeur de l'attaque de coulée si e = 4 mm :

/ 2

Surface de l'attaque



.....

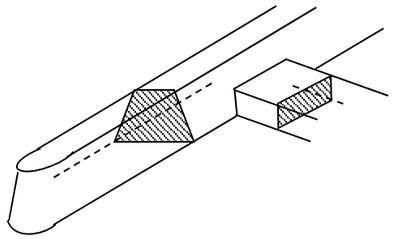
.....

.....

.....

.....

Q18 : **Reporter** les résultats des calculs précédents dans le tableau de synthèse et sur le schéma ci-dessous :



	Valeurs et unité(s) si besoin.
Échelonnement	
Diamètre de descente	
Section de descente	
Section du chenal	
Cote du chenal C	
Section des attaques	
Section d'une attaque	
Cote épaisseur attaque e	
Cote largeur attaque L	

/ 6

Q19 : **Expliquer** pourquoi la hauteur de chenal est plus grande que celle de l'attaque ? **/ 3**

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Afin de définir au mieux le coût du flasque, il faut déterminer la mise au mille de notre pièce.

Q20 : La mise au mille est définie comme suit :

Mise au mille = masse pièce coulée / masse pièce ébarbée

Si : - la masse d'une pièce ébarbée est de 432 g,

- le volume du système de coulée est de 0,53 dm^3,
- la masse volumique de la fonte GS est de 7,2 kg/dm^3.

Calculer la mise au mille de la grappe :

.....

.....

.....

/ 9

Sachant que le client a commandé 1000 pompes et que l'entreprise a un taux de rebuts de 3,5%,

Q21 : **Déterminer** le nombre de moules à fabriquer.

.....

.....

.....

Nombre de moules =

/ 2

ST / 22

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

RISQUES ET MESURES DE PRÉVENTION

Q22 : **Cocher** dans le tableau ci-dessous les équipements de protection individuelle pour les postes de travail : moulage, coulée et ébarbage.

									
sablerie									
moulage									
fusion									
coulée									
décochage									
ébarbage									
finition									
assemblage									
contrôle final									
expédition									

/ 9

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B.1 – ÉLABORATION DE L'ALLIAGE Al – Cu 5 Mg Ti

Les paliers sont réalisés en alliage léger de désignation EN AC - Al – Cu 5 Mg Ti KT6. Les caractéristiques physiques et mécaniques vous sont fournies dans le dossier technique page 12/31.

En vous aidant de ce dossier :

Q23 : **Donner** la signification des éléments de la désignation normalisée : **/ 6**

EN : ……

AC : ……

Al : ……

Cu 5 Mg Ti : ……

……

……

K : ……

T6 : ……

ST / 15

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q24 : **Justifier** le choix de cet alliage pour la réalisation des paliers (voir page 12/31) : **/ 2**

……

……

L'aluminium liquide dissout facilement le fer. Cet élément est un « poison » qui peut faire fortement chuter les caractéristiques mécaniques des alliages légers.

Q25 : Hormis le fer contenu dans les charges, **indiquer** la provenance éventuelle du fer. **/ 2**

……

……

Q26 : **Citer** la précaution que vous devez prendre pour éviter la présence de fer. **/ 3**

……

……

Le four de maintien a une capacité de 300 points.

1 point équivaut à un kilogramme de bronze de masse volumique 8,9 kg/dm^3.

Q27 : **Calculer** la quantité d'aluminium que le four peut contenir *(détailler les calculs)* **/ 3**

……

……

……

……

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Il est possible de vérifier rapidement l'absence de gazage par contrôle visuel d'un lingotin refroidit sous pompe à vide.

Q28 : **Citer** les défauts induits sur les pièces en cas de gazage du bain. **/ 4**

……

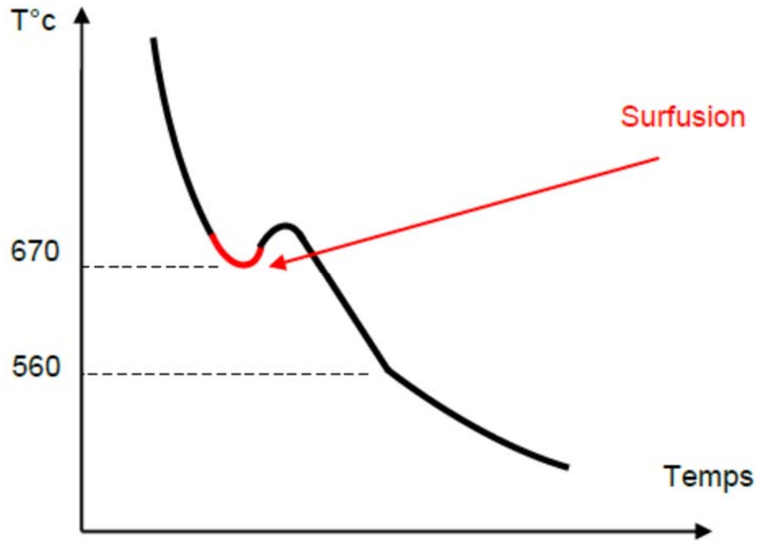
……

Q29 : **Expliquer** rapidement, à l'aide d'un croquis, le contrôle du gazage par lingotin refroidit sous pompe à vide. Comment sait-on si l'alliage est gazé ? **/ 6**

ST / 20

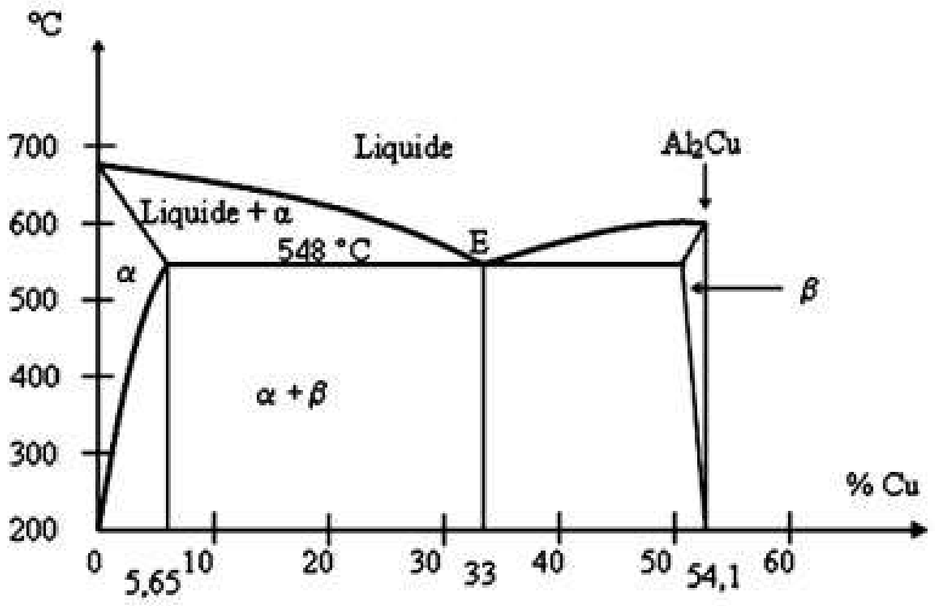
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

On vérifie la nuance du bain et la taille du grain par analyse thermique. Le contrôle donne la courbe suivante :



Q30 : **Tracer**, en rouge, sur le diagramme, ci-dessous, l'alliage concerné.

/ 4



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q31 : **Retrouver**, par tracé, les valeurs du liquidus et du solidus sur le diagramme précédent.

/ 2

T° liquidus = ……

T° solidus = ……

La courbe présente une grande surfusion.

Q32 : **Indiquer** quelle conséquence cette anomalie a sur l'alliage final.

/ 3

……

……

Q33 : **Nommer** le traitement conseillé dans le processus de fusion permettant de corriger le problème.

……

/ 3

……

ST / 12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B.2 - ÉLABORATION DE LA FONTE EN – GJS 400 - 15

Les flasques sont réalisés en fonte EN GJS 400 - 15. Les caractéristiques physiques et mécaniques exigées vous sont fournies dans le dossier technique pages 14/31 à 15/31.

Q34 : **Nommer** l'élément ajouté lors de l'élaboration de la fonte liquide pour la transformer en Fonte à Graphite Sphéroïdal.

/ 3

……

Q35 : **Nommer** l'élément de la composition considéré comme « élément poison » en raison de son impact très négatif sur la sphéroïdisation.

/ 2

……

La sphéroïdisation est assurée par la méthode « au fil fourré » dont le croquis de l'installation vous est fourni page 14/31.

Q36 : **Expliquer** cette méthode. **/ 4**

……

……

……

……

……

……

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Les pièces sont contrôlées par essai de dureté. Il est précisé, dans le dossier technique pages 14/31 et 15/31, que les pièces qui ne présentent pas une structure ductile « brute de coulée » peuvent subir un traitement thermique de ferritisation selon le cycle thermique TT2 :*

** Le terme « ductile » est ici synonyme de « déformable » en opposition au terme « fragile ».*

Q37 : **Citer** les facteurs qui risquent de rendre la fonte fragile.

Répondre en cochant OUI ou NON à chaque proposition dans le tableau. **/ 4**

Propositions	OUI	NON
Une baisse du carbone		
Une augmentation du silicium		
Un excès de phosphore		
Un refroidissement trop lent		

Q38 : **Donner** le nom d'une fonte présentant beaucoup de carbures (cas des fontes refroidies trop vite).

…… **/ 2**

Q39 : Au regard du cycle thermique présenté page 15/31, **préciser** à quelle famille de traitement thermique appartient le traitement de « ferritisation », **cocher** la bonne réponse :

/ 2

Trempe : ☐ Recuit : ☐

ST / 17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C - MOULAGE DES FLASQUES SUR MACHINE À MOULER AIR-IMPACT

Q40 : La sablerie permet de préparer environ 35 kg de sable silico-argileux synthétique, **donner** par ordre d'importance (en précisant les pourcentages) les différents composants de ce sable :

- .....
- .....
- .....
- .....

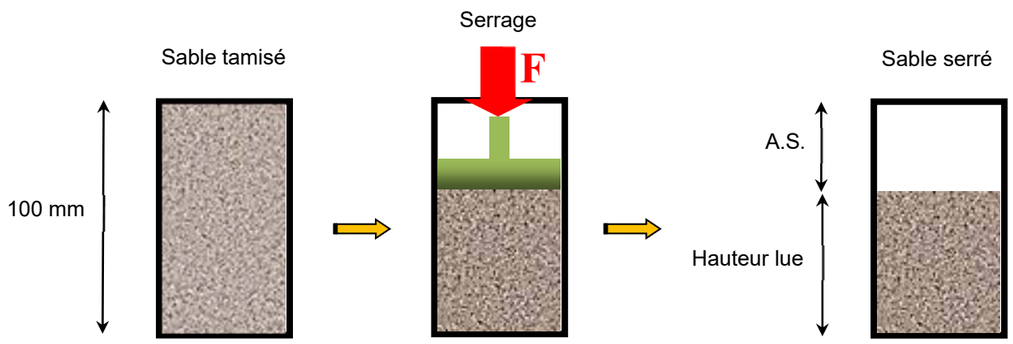
/ 8

Le contrôle effectué sur le sable en atelier est l'Aptitude au Serrage (A.S.).

Il permet, pour une composition donnée, de relier une caractéristique mécanique du sable à son taux d'humidité.

Celui-ci consiste à prélever un échantillon représentatif du sable contenu dans le malaxeur et à le soumettre à l'action d'un damoir.

Principe simplifié du test :



On effectue le calcul suivant : A.S. = 100 - hauteur lue.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q41 : **Numéroter** dans l'ordre, les opérations nécessaires pour déterminer l'A.S. à l'aide des propositions suivantes :

- ☐ Lire la hauteur de l'échantillon de sable.
- ☐ Tamiser le sable.
- ☐ Calculer l'A.S.
- ☐ Remplir le cylindre (hauteur = 100 mm).
- ☐ Prélever du sable dans le malaxeur.
- ☐ Serrer le sable à l'aide du damoir.

/ 3

Les caractéristiques attendues sur le sable vous sont données dans le document technique page 16/31 « Machine à mouler Air-Impact ».

Q42 : **Donner** les valeurs limites de l'A.S. préconisées pour cette machine : **/ 2**

- $A.S._{préconisée}$ = ...

Donner la valeur moyenne : **/ 1**

- $A.S._{moyenne}$ = ...

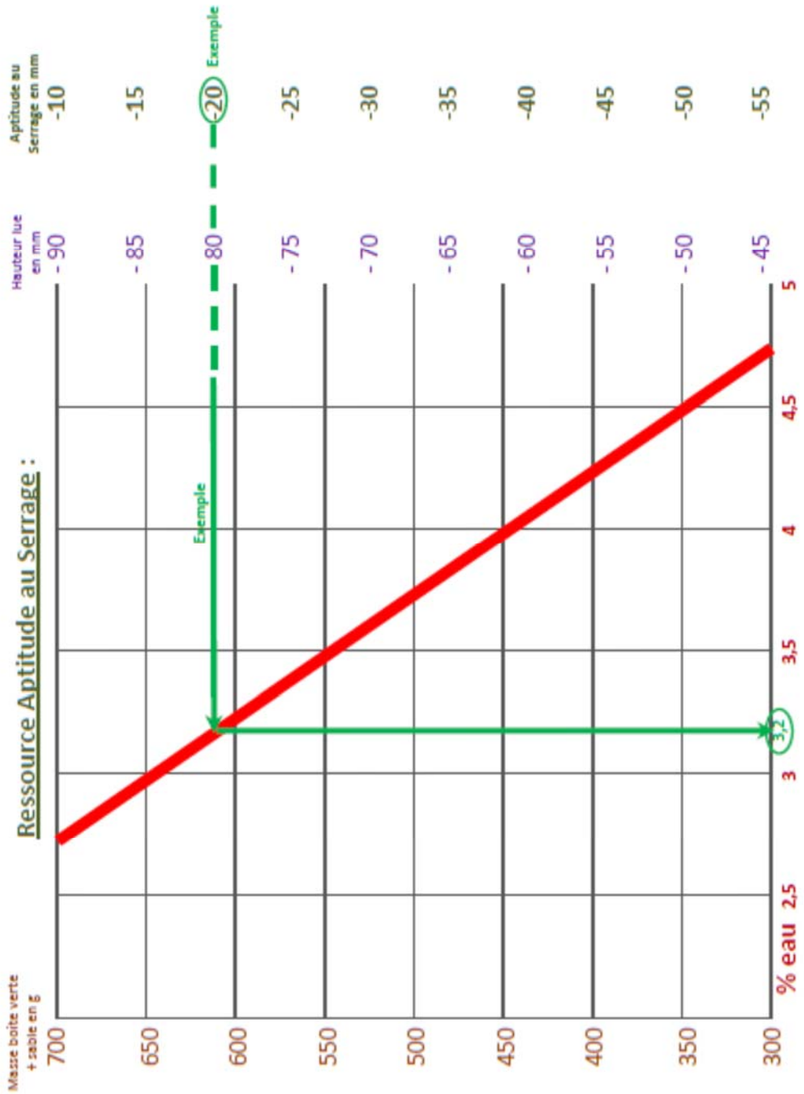
En fonction de la valeur moyenne trouvée, **déterminer** le pourcentage d'eau présente dans le sable. *(voir exemple fourni sur le document « Ressource Aptitude au Serrage » page 29/31).*

- Eau contenue pour $A.S._{moyenne}$ ≈ .....% **/ 2**

ST / 16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Ressource Aptitude au Serrage :



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Le premier échantillon prélevé donne une A.S. de 48.

Q43 : **Conclure** sur la conformité du sable. **/ 1**

Conforme : ☐ Non conforme : ☐

Q44 : Sur le document « Ressource Aptitude au Serrage » ci-contre, **déterminer** le pourcentage d'eau présente dans le sable *(Tracer et entourer les valeurs comme pour l'exemple fourni)*.

- Eau contenue dans le sable (A.S. 48) ≈ ……% (*arrondir à 0,1 % près).* **/ 2**

Q45 : **Préciser** s'il y a manque ou excès d'eau dans le sable testé (A.S. 48). **/ 1**

……

Q46 : **Indiquer** la valeur de l'écart (arrondir au 1/10ème le plus proche). **/ 2**

……

Q47 : Dans l'hypothèse où le sable est trop humide, **préciser** les risques : **/ 6**

- pour la fabrication du moule.

……

- lors de la coulée.

……

- pour les pièces.

……

ST / 12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Vous devez préparer une dose de sable à 3,5 % d'eau.

Q48 : Sachant que le malaxeur contient environ 35 kg de sable sec, **calculer** la quantité d'eau à ajouter.

/ 2

Calculs : ……..

……

Q49 : En tenant compte de la densité du sable serré et de la dimension des châssis, **calculer** la masse de sable nécessaire par moule, on négligera le volume de l'empreinte et des éventuels noyaux (voir dossier technique page 16/31).

/ 4

Indiquer les unités dans tous les calculs et résultats.

- ……

……

Q50 : **Calculer** le nombre de doses de sable par moule (arrondir au nombre entier par excès). **/ 2**

- Pour un moule = ……

Nombre de doses de sable arrondi par moule =

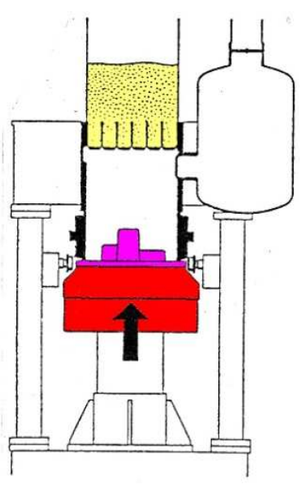
……

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

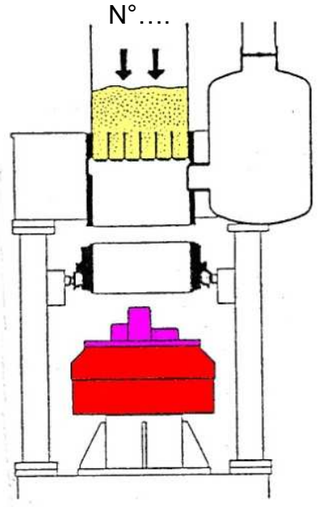
Q51 : **Placer** en haut des schémas ci-dessous, le numéro des différentes étapes de réalisation d'un moule par « Impact » décrites dans le tableau ci-dessous.

N°	Description de l'étape
1	Mise en place du châssis puis remplissage du doseur
2	Montée de l'ensemble table + plaque-modèle + châssis
3	Ouverture des volets (remplissage du châssis)
4	Libération brutale de l'air comprimé (serrage par impact)
5	Descente de l'ensemble table + plaque-modèle + châssis puis évacuation de la partie serrée

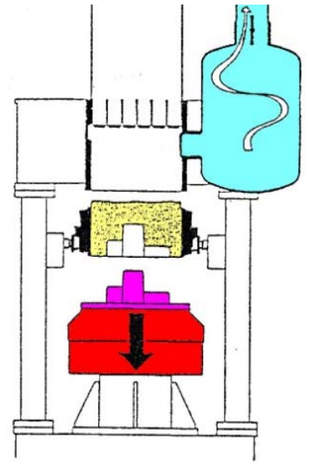
N°….



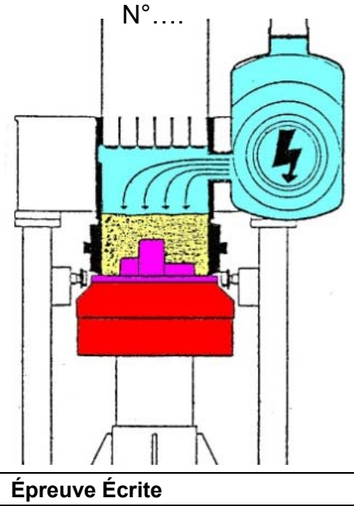
N°….



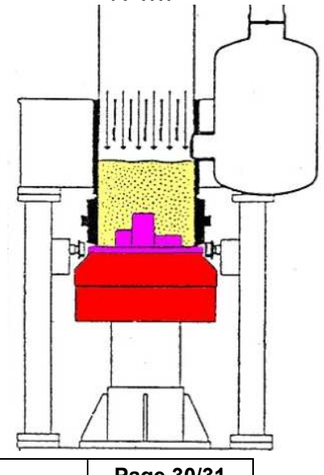
N°….



N°….



N°….



/ 5

ST / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q52 : **Choisir** l'appareillage de contrôle pour mesurer la température de l'alliage liquide avant la coulée.

	Pyromètre de contact
	Pyromètre par immersion
	Thermomètre

/ 2

Q53 : **Choisir** le poteyage pour garantir l'efficacité des masselottes.

	Poteyage bon conducteur (graphite)
	Poteyage mauvais conducteur de la chaleur

/ 2

Q54 : La fonte GJS 400-15 est très recherchée pour son allongement. **Citer** l'essai mécanique qui permet de déterminer cette valeur. **Expliquer** succinctement à l'aide d'un croquis l'essai mécanique.

/ 5

ST / 9

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.