

CONCOURS GÉNÉRAL DES MÉTIERS DE LA FONDERIE

ÉPREUVE ÉCRITE

SESSION 2022

Durée : 6 heures

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation : pages 02/22 à 04/22

- Dossier travail : pages 05/22 à 22/22

Le dossier technique DT1/13 à DT13/13 se trouve dans le dossier candidat sur poste informatique

L'intégralité du dossier papier 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 la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, type « collège » est autorisé.

Concours Général des Métiers	Fonderie	Session 2022	SUJET
Épreuve écrite	Durée : 6 heures	Repère : FON	Page 1/22

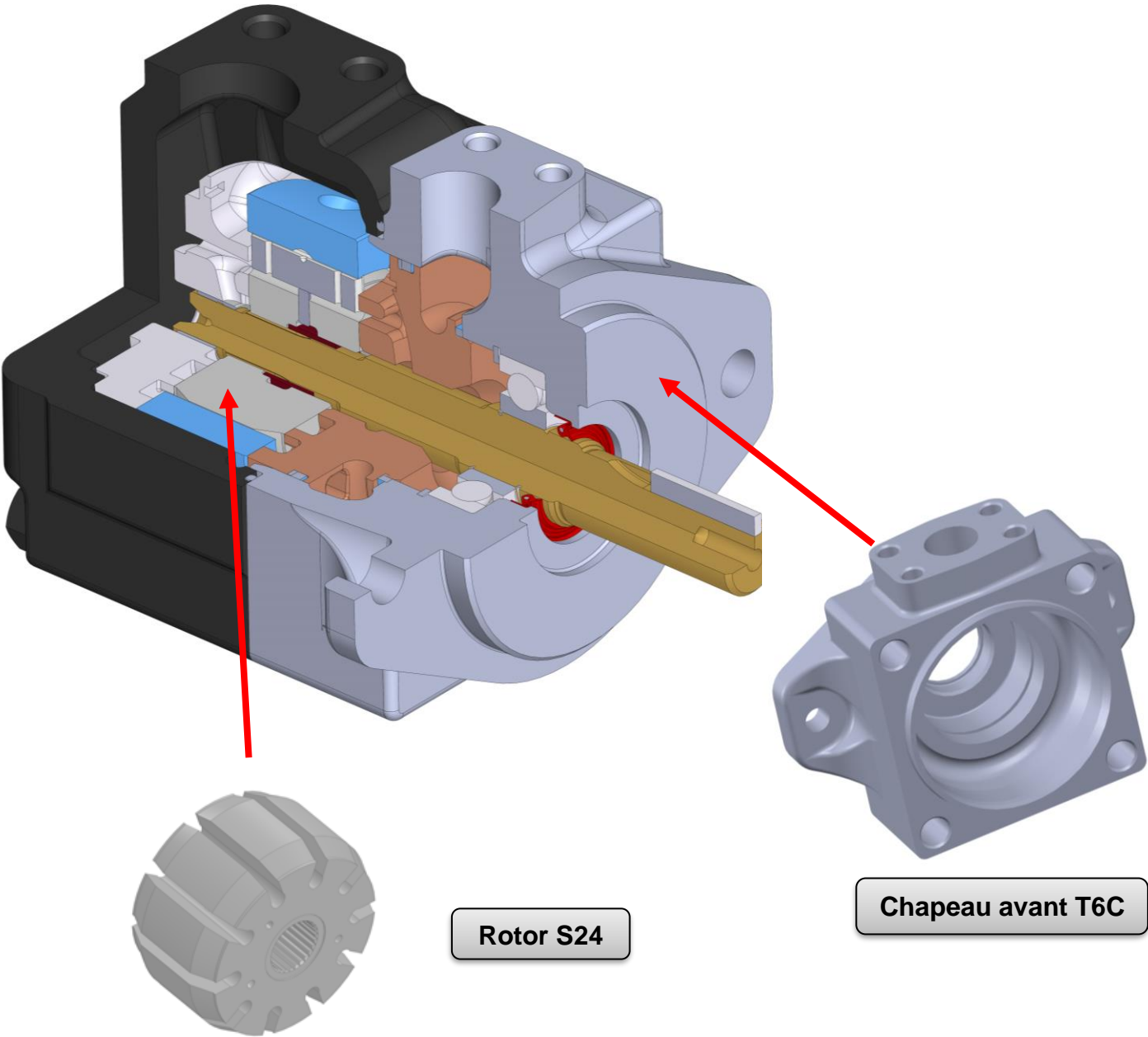
DOSSIER DE PRÉSENTATION

PAGE 02/22 à PAGE 04/22

Mise en situation

La société PARKER est spécialisée dans la conception et la fabrication de composants hydrauliques. Elle souhaite développer une nouvelle gamme de pompe à palettes*.

L'entreprise a répondu à l'appel d'offre pour les pièces moulées suivantes : « **Chapeau avant T6C** » et « **Rotor S24** ».



* La pompe à palettes est une pompe rotative dont le rotor est muni de plusieurs lames « palettes », qui coulissent et assurent le transfert du fluide pompé.

Problématique

Afin de s'assurer de la conformité des pièces, une présérie de 1000 unités de chaque, doit être livrée pour essais avant la mise en fabrication en grande série. (10000 unités pour chaque pièce).

Vous êtes donc en charge de la présérie et de l'industrialisation :

- Des **Chapeaux avant T6C Rep 10** (*Fonte*) qui seront moulés en sable à prise chimique pour la présérie et en silico-argileux sur machine à mouler type secousse-pression pour la production définitive.
- Des **Rotors S24 Rep 18** (*Alliage léger*) qui seront moulés en coquille par gravité, en manuel pour la présérie et en coquille automatisée à multiples empreintes pour la production définitive.

Afin d'industrialiser ces deux pièces, il vous est proposé, à partir du dossier de présentation et du dossier technique (en pdf dans le dossier candidat), les étapes suivantes :

- A- Étude de la production du chapeau avant ;
- B- Étude de la production du rotor ;

Les compétences mobilisées pour mener à bien cette étude sont :

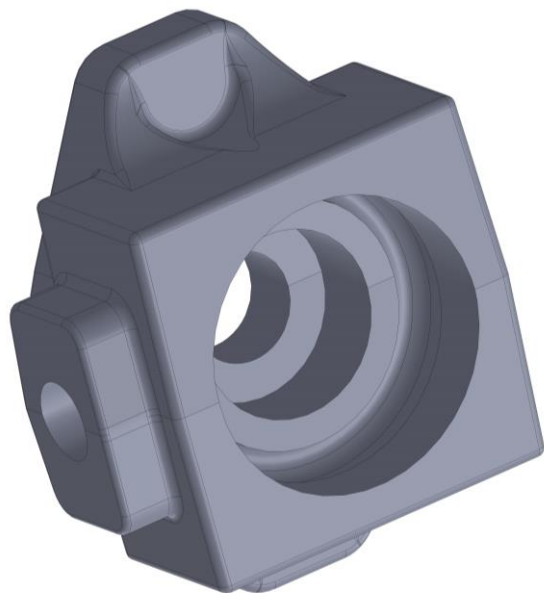
- C11 - Décoder et analyser les directives de production ;
- C12 - Interpréter les documents techniques d'un secteur de production ;
- C13 - Recenser, décoder et interpréter les procédures et les consignes de production.

Cahier des charges

Moyens disponibles

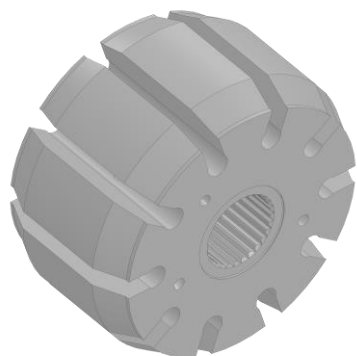
Cahier des charges du chapeau avant T6C (Rep 10)

- Alliage EN-GJL 250 ;
- Rugosité demandé Ra 12.8;
- Pas de défaut visible dans les parties massives ;
- Série de 1000 pièces en sable à prise chimique alphaset ;
- Production de six pièces par moule sur plaque modèle double.



Cahier des charges du Rotor S24 (Rep 18)

- Alliage EN-AC- Al Si 7 Mg ;
- Rugosité demandé Ra 6.3 ;
- Pas de défaut visible dans les parties massives ;
- Série de 1000 pièces, renouvelable selon besoin ;
- Production des pièces par moulage en coquille par gravité



La fonderie dispose des machines et secteurs suivants :

- **Un bureau d'études et un bureau des méthodes.**
- **Un atelier de fonderie composé de :**
 - Une sablerie pour la préparation du sable silico-argileux ;
 - Une machine à mouler « secousse - pression » ;
 - Un malaxeur continu pour la préparation du sable à prise chimique (procédé Alphaset) pour la réalisation de moules et noyaux ;
 - Un four à induction pour les alliages ferreux d'une capacité de 300 kg ;
 - Un four de fusion à gaz pour les alliages d'aluminium d'une capacité de 200 kg ;
 - Une décocheuse pour le sable silico-argileux ;
 - Une décocheuse pour le sable chimique.
- **Un atelier de fonderie en moules métalliques coulée gravitaire, composés de :**
 - Un atelier de poteyage ;
 - Trois fours de maintien d'une capacité de 300 kg chacun ;
 - Une zone de coulée manuelle sur table ;
 - Une zone de coulée automatisée.
- **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.
- **Un laboratoire de contrôles métallurgiques permettant de réaliser des essais et contrôles de :**
 - Micrographie ;
 - Spectrométrie ;
 - Dureté ;
 - Traction.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

LECTURE DU SUJET

Temps conseillé

(30 minutes)

A : ÉTUDE DE MOULAGE (Chapeau avant)

(3 heures)

B : ÉTUDE DE MOULAGE (Rotor)

(2 heure 30)

DOSSIER DE TRAVAIL

PAGE 5/22

à

PAGE 22/22

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A. ÉTUDE DE MOULAGE DU CHAPEAU AVANT TC6

Problématique

Afin d'identifier sur la pièce à mouler le plan de joint, de définir les surépaisseurs d'usinage et d'étudier le dispositif de remplissage, on propose d'effectuer une étude de moulage. Cette étude se terminera par la mise en plaque.

Le Chapeau avant TC6, coulé en fonte GL, est réalisé avec le procédé secousse-pression en sable silico argileux.

Q1 : **Déterminer** la classe des surépaisseurs d'usinage spécifiées et les surépaisseurs d'usinage spécifiées (voir **DT page 7/13**) puis **repasser les surépaisseurs en rouge** sur le plan ci-après.

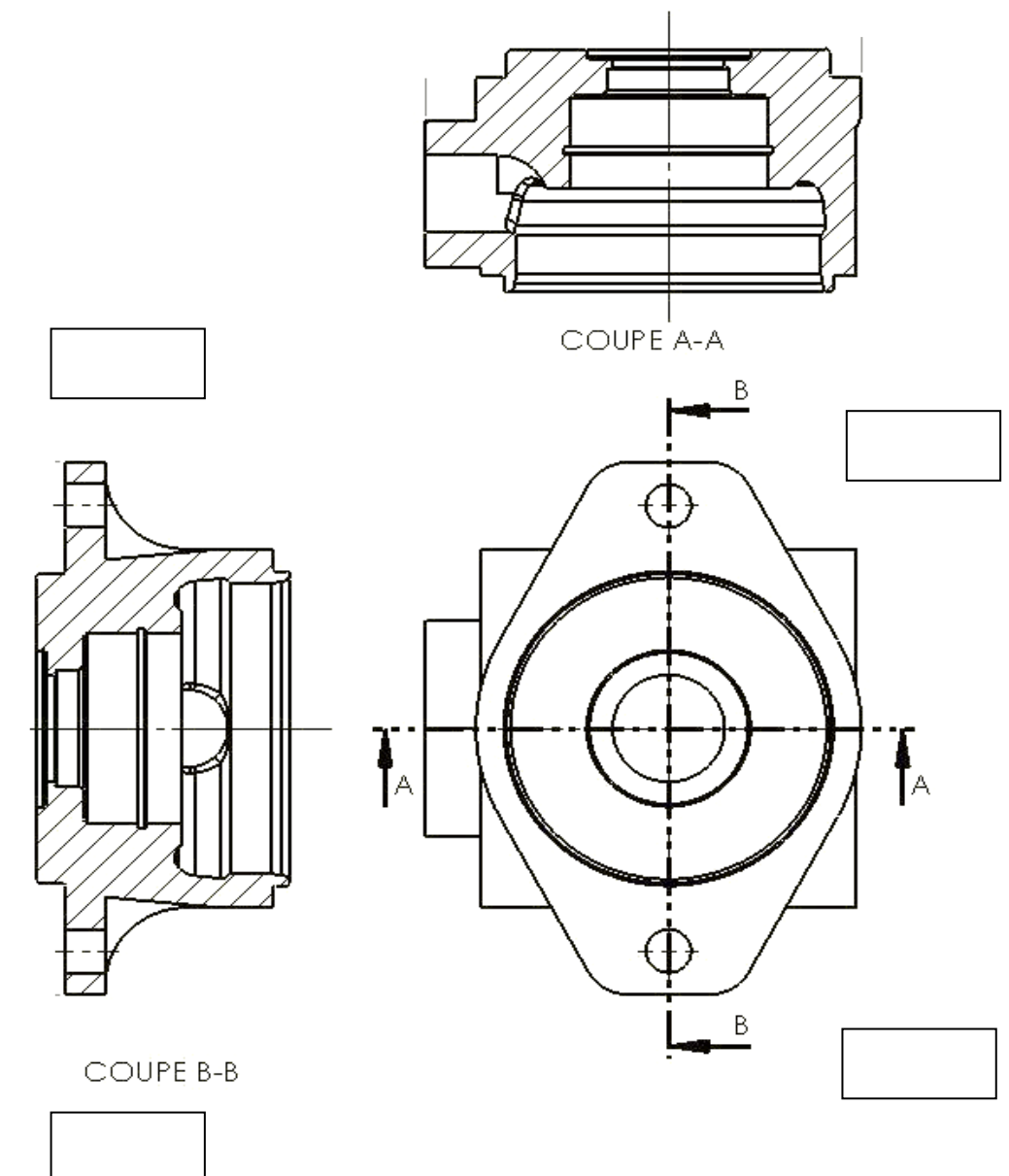
Classe des surépaisseurs d'usinage spécifiées RMAG : _____

Surépaisseurs d'usinage spécifiées : _____

/3,5

Q2 : **Tracer** le plan de joint dans toutes les vues où il est visible. **Indiquer** « Du » pour dessus et « Do » pour dessous dans les cadres prévus à cet effet.

/2



ST

/5.5

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q3 : Étude du dispositif de remplissage :

L'échelonnement des sections est 1 – 1 – 1. **Inscrire** dans le tableau ci-dessous les différentes sections (Sd, Sc, Sta).

/1

1	1	1

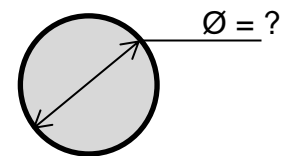
Q4 : Une étude a permis de déterminer que $S_d = 254 \text{ mm}^2$, **calculer** Sc et Sta, **détailler** les calculs.

Sc = _____
Sta = _____

/1

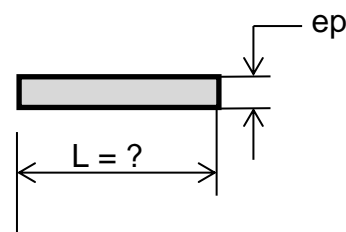
À partir des sections obtenues à la question précédente, **calculer** les dimensions du système de remplissage, en sachant qu'il y aura **deux attaques** de coulée d'épaisseur $ep = 5 \text{ mm}$. Détailler les calculs.

Calcul du diamètre.



/1

Calcul de la largeur des attaques.

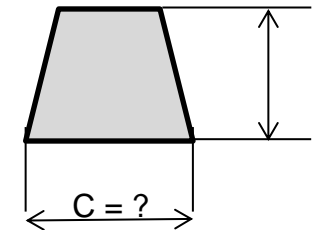


/1

Calcul de la largeur du chenal

Sc = _____

C = _____



/1

Déterminer le nombre de pièces par moule :

Le document **page 8/22** représente le châssis et le document **page 9/22** représente les silhouettes des demi-modèles.

Q5 : Afin d'optimiser la plaque modèles (vue de dessus), on vous demande de **découper**, **positionner** et **coller**, sur la **page 8/22** les silhouettes des demi-modèles.

/3

Q6 : **Tracer** le système d'attaque à l'échelle (échelle 1/3).

(Nous vous préconisons pour l'attaque une valeur de 25.4 mm et pour la descente un $\varnothing 18 \text{ mm}$).

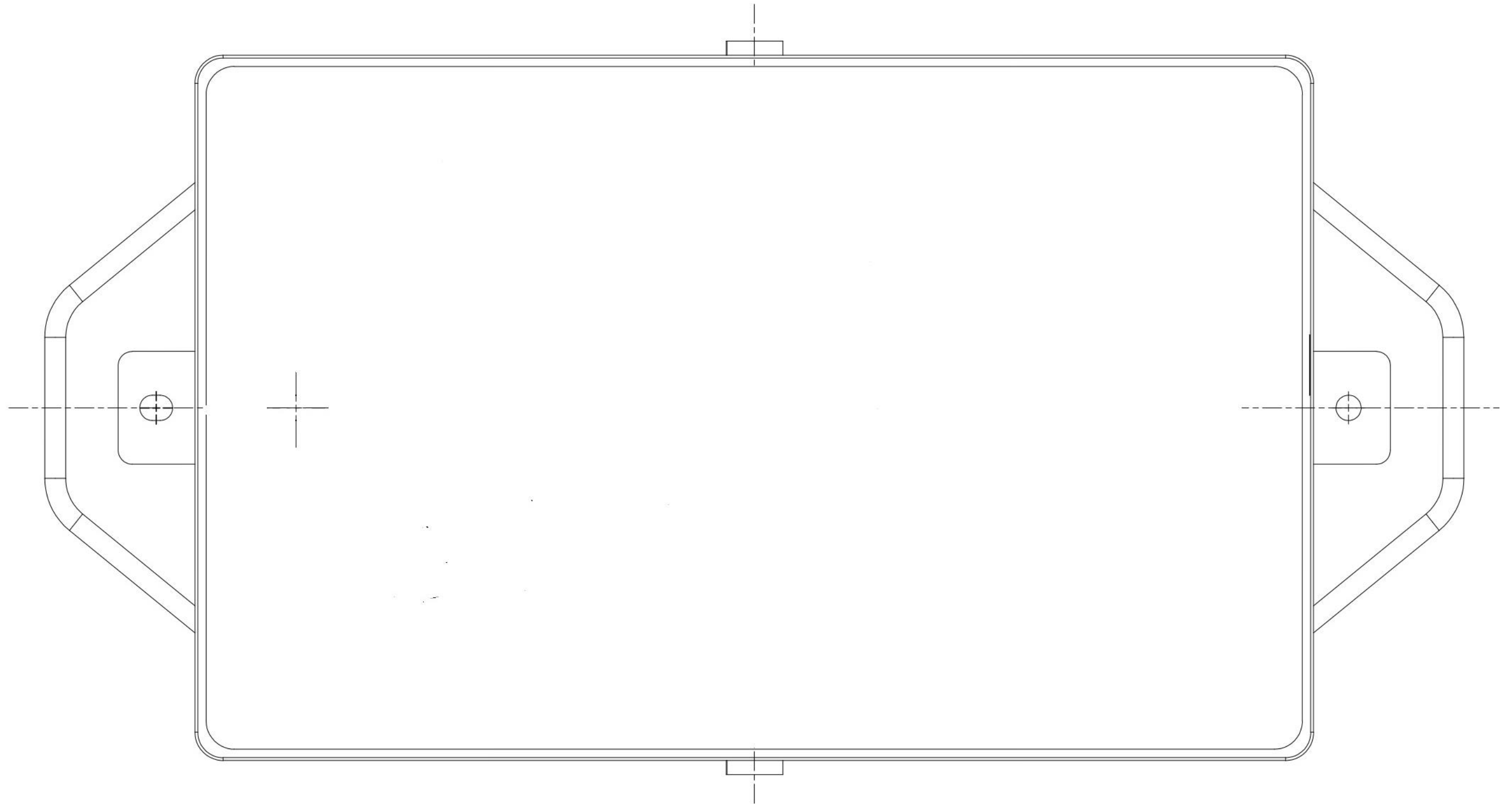
/2

ST

/10

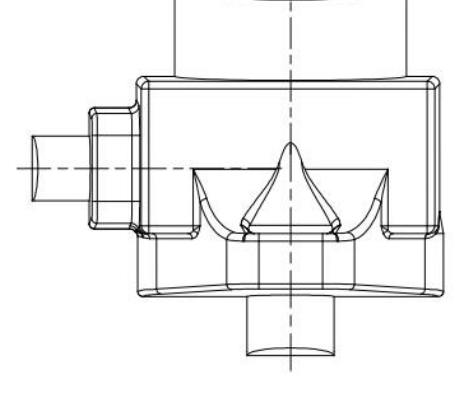
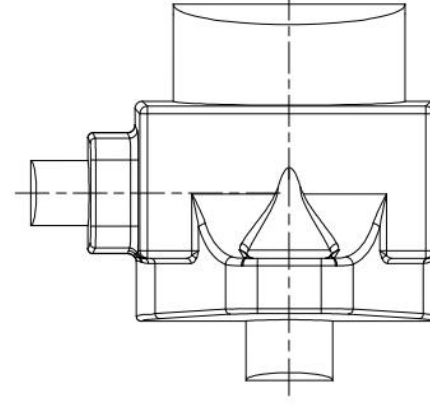
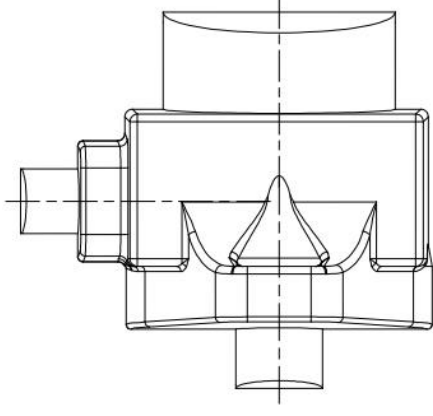
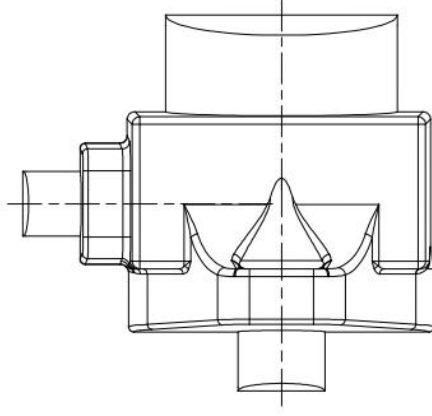
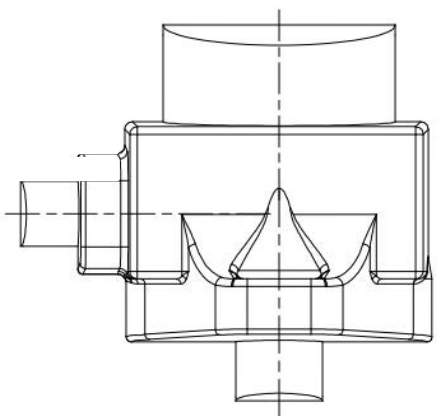
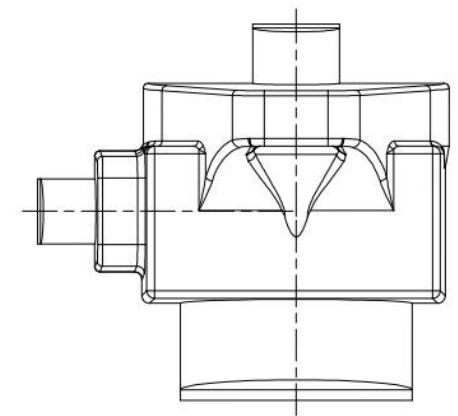
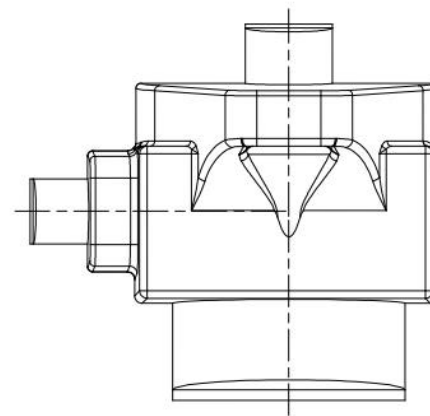
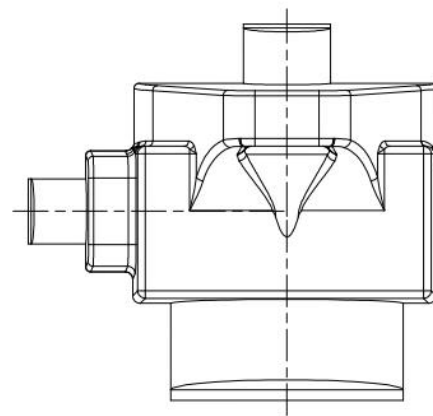
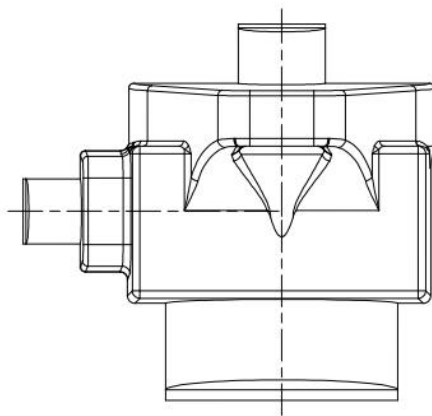
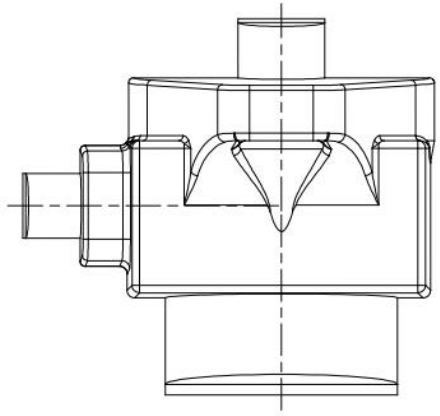
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

SIMULATION NUMÉRIQUE

Problématique

Avant de lancer la fabrication de la présérie des **Chapeaux avant T6C Rep 10**, l'entreprise décide de réaliser une simulation de remplissage et de solidification pour cette pièce. Les informations qui en découleront seront analysées afin d'optimiser et valider la conception des outillages.

- Pour aider l'utilisateur dans l'analyse des résultats, les logiciels offrent la possibilité de faire des sorties graphiques sous formes d'images ou d'animations.
- Ces résultats permettent d'optimiser la géométrie d'une pièce ou les paramètres de coulée, plusieurs simulations peuvent être nécessaires, ce processus doit pouvoir remplacer ou raccourcir des campagnes d'essais longues et coûteuses.

Regarder et analyser les vidéos, Dossier simulation dans le dossier candidat. (*Simulation_1_Chapeau-Phase_Liquide.wmv* et *Simulation_2_Chapeau-température.wmv*) relatives aux différentes simulations de la pièce.

Q7 : **Relever et compléter** les différentes informations données par les simulations et le **DT12/13** du dossier technique.

- Température de coulée :°C
- Temps de remplissage et de solidification : min.....sec
- Masse d'alliage coulé :kg

/3

Q8 : **Pour mettre** en évidence le défaut éventuel lié à la solidification, **à partir de la vidéo, créer** une image de la dernière zone de solidification (à l'aide de la touche du clavier « Imprécran » ou outil capture) et enregistrer cette image dans le DOSSIER DE TRAVAIL sous le nom : Solidification chapeau.jpg

/2

Q9 : **Expliquer** en quelques mots, pourquoi il est intéressant de savoir où se trouve cette zone sur la pièce.

.....
.....

Q10 : **Nommer** le défaut observé :

/2

Q11 : **Cocher** ci-dessous la ou les différentes solutions possibles pour résoudre ce défaut :

- ☐ Ajouter un refroidisseur
- ☐ Ajouter une masselotte
- ☐ Ajouter un évent
- ☐ Faire le noyau en Zircon
- ☐ Augmenter les dimensions du système de remplissage

/3

Votre entreprise décide d'ajouter une masselotte.



Lancer Solidworks à partir de l'icône et charger l'assemblage OUTILLAGE CHAPEAU V2.SLDASM dans le DOSSIER CANDIDAT\MAQUETTES NUMERIQUES\OUTILLAGE.

Vous trouverez dans le dossier candidat, (MAQUETTES NUMERIQUES) 3 types de masselotte.

Q12 : **Choisir** l'une d'elles et la **positionner** à l'endroit souhaité dans l'assemblage de la grappe. (Attention cette masselotte devra être complètement contrainte).

/3

Justifier en quelques mots votre choix de masselotte :

/2

ST

/15

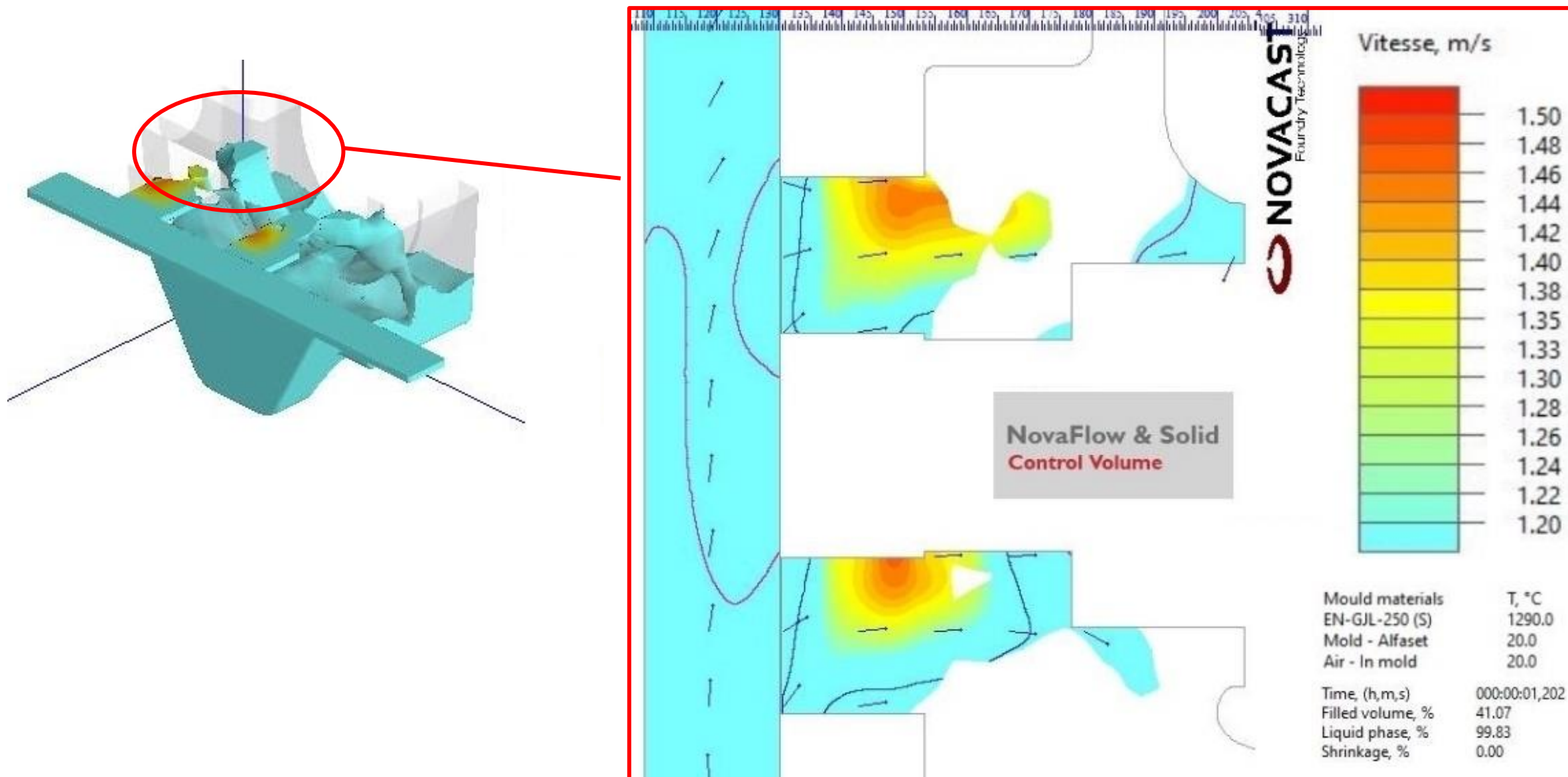
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q13 : À partir des images ci-dessous et du dossier technique, **donner** la vitesse d'écoulement maximale de l'alliage dans les attaques :

Vitesse maximale :m/s

/2



ST

/2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Compte-tenu de cette observation, l'entreprise décide qu'il convient de ramener cette vitesse à 1,2 m/s pour éviter une érosion prématurée des attaques et l'entraînement éventuel de grains de sable dans l'empreinte (inclusion).

Q14 : **Modifier** les dimensions du système de remplissage dans l'assemblage Solidworks de la grappe « OUTILLAGE CHAPEAU V2.SLDASM » de la façon suivante :

- Section du chenal : 20 x 20 mm
 - Descente : Ø 18mm
- **Enregistrer** ces modifications de l'assemblage dans le dossier « DOSSIER TRAVAIL ».
- **Nommer** le fichier dans le dossier travail : « OUTILLAGE CHAPEAU V3 »

/6

ÉLABORATION DU MATERIAU

Problématique

Afin d'élaborer le chapeau avant, on vous demande de caractériser le matériau utilisé (EN-GJL 250).

Le chapeau avant TC6 est réalisé en fonte EN-GJL 250, au four à induction.

Q15 : **Expliquer** la signification de cette désignation normalisée.

/2,5

EN : _____

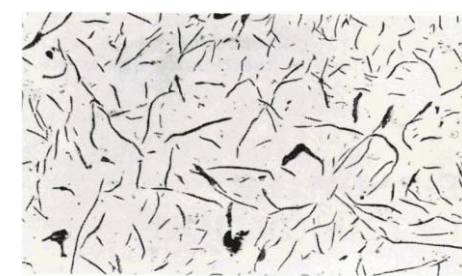
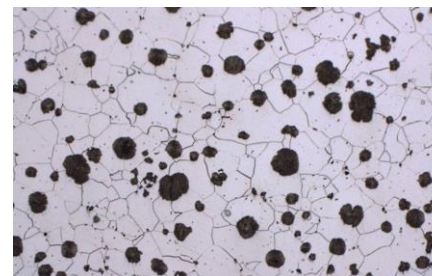
G : _____

J : _____

L : _____

250 : _____

Q16 : Voici deux micrographies de fonte, **entourer** celle qui correspond au cahier des charges.



/1

ST

/9.5

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q17 : **Nommer** les six éléments composant la base d'une fonte.

/6

Q18 : **Expliquer** l'intérêt d'une éprouvette de trempe.

/1

Q19 : **Donner** la différence entre une fonte et un acier.

/1

Q20 : **Indiquer** la température de cette fonte pour la coulée.

Entourer la bonne réponse.

- 1200°C
- 1450°C
- 1600°C
- 1800°C

/1

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q21 : **Cocher** les EPI (Équipement de Protection Individuel) appropriés pour la coulée des pièces en fonte.

/1



ST

/10

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ÉTUDE DU SABLE À PRISE CHIMIQUE ALPHASET (DT 9/13)

Problématique

Afin de préparer la présérie, on demande de définir les caractéristiques du moule.

Q22 : **Donner** la composition d'un sable Alphaset avec les pourcentages.

/2

Température ambiante 20°C
Masse de silice 50 kg
Résine : **TPA 36** 1,2%
Durcisseur : **ACE 535** 22% (par rapport à la masse de résine)

/3

Calculer ci-dessous la masse de résine et de durcisseur (voir **DT 9/13**).

Q26 : Après vérification des résultats, on retiendra pour la masse 600 gr de résine et 132 gr de durcisseur, en vous aidant du **DT 5/13**, **indiquer** le réglage (repère malaxeur) pour les débits des pompes pour la résine et pour le durcisseur.

Q23 : **Citer** deux paramètres qui influencent le temps de prise de votre sable.

/2

Réglage résine : _____

/4

Réglage durcisseur : _____

Q24 : **Nommer** deux autres procédés de sable à prise chimique.

/2

Q27 : **Donner** le temps de prise pour le déboîtage.

/2

On souhaite obtenir un temps de prise de 10 minutes.

Q28 : **Choisir** la qualité ACE du durcisseur pour obtenir ce temps de prise.

/1

ST

/16

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q29 : **Entourer les trois** précautions à prendre pour l'utilisation de ces produits et pour la réalisation des moules ou noyaux.

/2



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

FABRICATION DU CHAPEAU AVANT TC6 EN SÉRIE

Problématique

La réalisation de la présérie de pièces prototypes ayant été concluante, l'entreprise décide de lancer la fabrication en série.

Le procédé retenu est le sable silico argileux sur machine « secousse-pression ».

Afin de valider le processus mis en œuvre, on demande de caractériser le sable ainsi que le procédé utilisés.

ÉTUDE DU SABLE SILICO-ARGILEUX

Le moulage par secousse-pression nécessite un approvisionnement en sable silico-argileux spécifique dont la teneur en eau varie entre 1,2% et 2%.

Q30 : **Proposer** une méthode qui permet de contrôler cette teneur en eau.

/1

Q31 : **Expliquer** la méthode proposée.

/1

Q32 : **Citer** quatre propriétés d'un sable silico argileux.

/4

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

ST

/8

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q33 : **Citer** les trois facteurs qui peuvent influencer la perméabilité.

/3

Q34 : **Nommer** l'appareil de contrôle de la perméabilité.

/1

Q35 : **Indiquer**, dans les cases ci-dessous, le nom des différents matériels de laboratoire suivants : damoir, perméamètre, dessiccateur, aptitude au serrage, tamiseur.

/5



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Contrôle de la granulométrie :

Après l’essai de granulométrie, on a obtenu les valeurs relevées dans le tableau ci-dessous :

Références des Tamis	Ouverture des mailles	Refus en grammes
12	1,4	0
20	1	0
30	0,71	5
40	0,5	20
50	0,355	35
70	0,25	25
100	0,18	5
140	0,125	5
200	0,09	5
270	0,063	0
Fines	Fond	0

Q38 : En fonction de l’histogramme ci-dessus, préciser si la répartition des grains vous paraît correcte. **Justifier** votre réponse.

/2

Q39 : **Choisir** le type de plaques modèle à utiliser pour cette machine à mouler : (entourer les bonnes réponses)

/2

Plaque
Simple

Plaque
Réversible

Plaques
Double

Plaques
Double Faces

Q37 : À partir des données du tableau, **tracer** l’histogramme ci-dessous.

/4

Refus en grammes

45											
40											
35											
30											
25											
20											
15											
10											
5											
0											
	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	Fines

Référence des tamis

Q40 : **Donner** les deux énergies nécessaires au fonctionnement d’une machine à secousse-pression.

/2

ST /10

TOTAL PARTIE A /97

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B. ÉTUDE DE MOULAGE DU ROTOR S24

Problématique

L'étude ci-dessous permet de caractériser le procédé utilisé par l'entreprise (Moulage en coquille)

La coquilleuse manuelle présentée **page 19/22** sera utilisée pour la présérie.

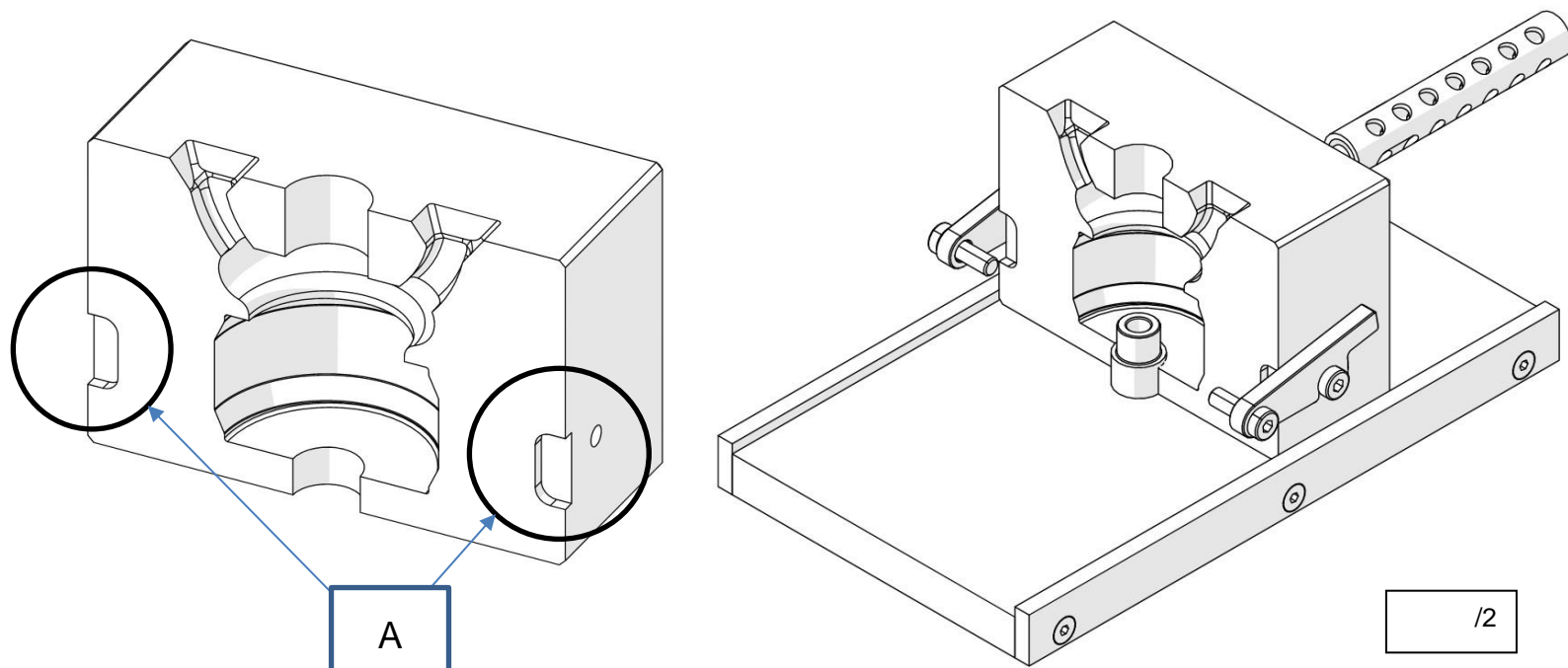
Q41 : **Compléter** les repères manquants, sur toutes les vues, par les repères de la nomenclature sur le dessin **page 19/22**.

/6

Q42 : **Repérer**, sur les vues ci-dessous, le système de remplissage et d'alimentation en rouge et les parties moulantes de la pièce en bleu.

/3

Q43 : **Repérer**, sur les vues ci-dessous, les surfaces de mise en position des chapes et éventuellement de la semelle/chapes entre-elles en jaune et les pièces permettant le maintien en position fermée de la coquille en vert.



Q44 : **Préciser** la fonction des formes usinées repérées A.

/1

Q45 : **Déterminer** la classe des surépaisseurs d'usinage spécifiées et les surépaisseurs d'usinage spécifiées voir **DT 7/13**.

Classe des surépaisseurs d'usinage spécifiées RMAG : _____

Surépaisseurs d'usinage spécifiées : _____

/2

*La grappe a un volume qui **représente** 0.3 dm³.*

Q46 : **Calculer** la masse de la grappe. (Masse volumique $\rho=2.7 \text{ kg/dm}^3$).

/1

Q47 : **Citer** les trois rôles principaux d'un poteyage.

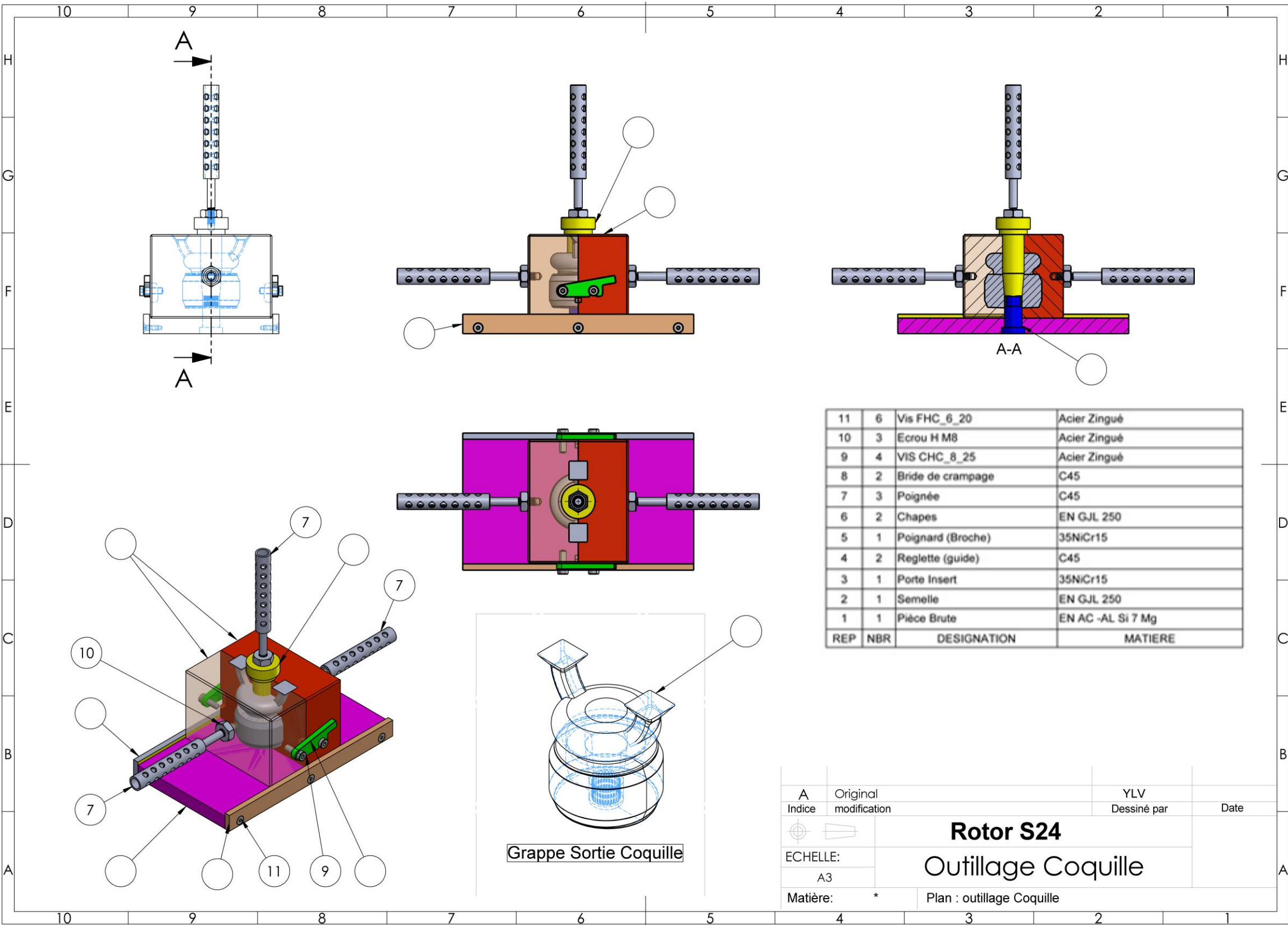
/3

ST

/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q48 : D'après les fiches des poterages **DT 10/13 et 11/13**, **indiquer** à quelle température les différents poterages doivent être appliqués.

/3

Q49 : **Citer deux** poterages à mettre dans l'empreinte. **Justifier**.

/2

Q50 : **Indiquer** la température de préchauffage d'une coquille pour couler les premières pièces.

/1

Q51 : **Expliquer** le rôle d'un insert.

/2

Q52 : **Lister** les 2 précautions à prendre avant de positionner l'insert dans la coquille.

/2

Q53 : **Entourer** la bonne réponse :

/1

La température de coulée pour les alliages d'aluminium en coquille est de :

- 500°C
- 600°C
- 700°C
- 800°C

ST

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

ÉLABORATION DE L'ALLIAGE D'ALUMINIUM

Q54 : **Expliquer** la désignation EN – AC Al Si 7 Mg

/3

- EN : _____
- AC : _____
- Al : _____
- Si : _____
- 7 : _____
- Mg : _____

Q55 : Lors de l'élaboration de votre alliage, vous procédez au contrôle du degré de gazage.

Expliquer le principe de ce contrôle.

/2

Q56 : **Représenter** une éprouvette gazée et une éprouvette non gazée.

/2

Gazée	Non gazée

Q57 : **Citer** deux méthodes de dégazage du bain.

/2

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q58 : Le document ci-dessous représente le diagramme binaire des alliages Aluminium – Silicium.

- Repasser en rouge le liquidus.

/1

- Repasser en bleu le solidus.

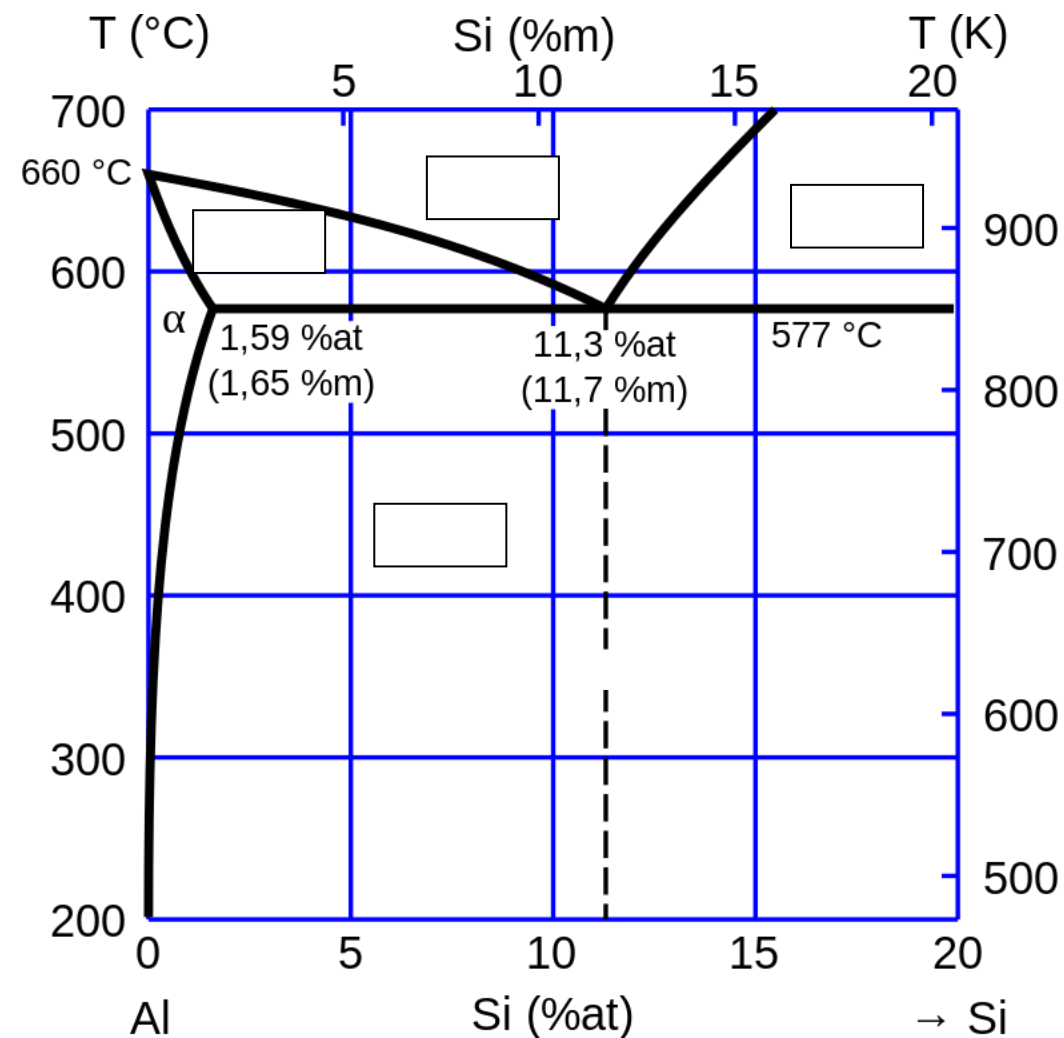
/1

- Nommer dans les cadres, les différents états de l'alliage.

/2

- Entourer le point eutectique.

/1



ST /5

TOTAL PARTIE B /43

TOTAL PARTIE A et B /140