

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR FONDERIE

## Épreuve E4 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

Session 2021

Coefficient 4 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Crayons de couleur recommandés

### VÉRIN ROTATIF

- **Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
  - **Mise en situation (30 min)** ..... Pages 2 à 5
  - **Partie 1 (1 heure)** ..... Pages 6 et 7
  - **Partie 2 (1 heure 30 min)** ..... Pages 8 et 9
  - **Partie 3 (3 heures)** ..... Pages 10 à 12
- **Documents techniques DT1 à DT18** ..... Pages 13 à 29
- **Documents réponses DR1 à DR5** ..... Pages 30 à 34

**Le sujet comporte 3 parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Les documents réponses DR1 à DR5 (pages 30 à 34) seront à rendre agrafés à la copie.**

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.**

BTS FONDERIE		Session 2021
Epreuve E4 : Conception préliminaire	Code : FO4CP	Page : 1/34

# Mise en situation

## 1 - Présentation générale du projet - Contexte de l'étude :

### 1.1 - La société K :

La société K est spécialiste de la motorisation pneumatique de tout ce qui nécessite un mouvement 1/4 de tours (vannes, robinets, registres de ventilation, couvercles, ...).

Toujours à l'écoute de l'utilisateur, elle développe des produits réputés performants et un service de qualité.

La société s'est fixée comme objectif de commercialiser des produits fiables, précis, rapides, avec un encombrement réduit et peu de maintenance. La plupart sont certifiés ATEX (ATmosphères EXplosives) et SIL3 (Safety Integrity Level ou Niveau d'Intégrité de Sécurité).

Certifiée ISO9001:2000, la société K conçoit et fabrique toute sa gamme d'actionneurs, positionneurs, boîtiers de fins de course, commandes manuelles de secours et la plupart des autres modules additionnels.

Le groupe est constitué de trois usines implantées dans le sud de l'Angleterre et de cinq filiales : France, Allemagne, USA, Espagne et Chine.

Les produits de la société K sont très présents en Europe et dans le monde entier grâce à un large réseau de distributeurs agréés.

### 1.2 - Les clients :

Parmi les clients de la société K figurent de grands industriels :

- de la chimie, pétrochimie et parapétrolier (Arkema, Schlumberger, Exxon, Shell, Total, Rhodia, Bayer, ...)
- de l'énergie (EDF-GDF, AREVA-CEA, Arcelormittal, Ascometal, ...)
- du transport, de l'automobile et de l'aéronautique (Alstom, PSA, Renault, Michelin, Snecma, Messier Bugatti, Airbus Industrie, ...)
- de l'agroalimentaire, pharmacie et cosmétique (Sidel, Nestlé, Blédina, Tétrapak, ...)
- l'électronique (Sagem, STMicroelectronics, ..).



BTS FONDERIE		Session 2021
Epreuve E4 : Conception préliminaire	Code : FO4CP	Page : 2/34

## 2 - Analyse et expression fonctionnelle du besoin :

La nécessité de déployer des matériels pneumatiques fiables et robustes dans des atmosphères explosives est un besoin permanent dans ces différentes industries, qu'il s'agisse de nouvelles installations, de renouvellement d'actionneurs ou de moderniser des installations actuelles par l'ajout d'accessoires.

### **2.1 - Exigences fonctionnelles et techniques :**

Les différentes exigences fonctionnelles du vérin sont décrites dans les diagrammes des exigences (voir DT1, figures 1 et 2).

Le diagramme de blocs (voir DT1, figure 3) précise les fonctions techniques assurées par le vérin.

### **2.2 - Exigences économiques :**

Suite à une étude de marché menée pour ce nouveau modèle, les services commerciaux prévoit la **vente annuelle** d'environ **30 000 appareils**.

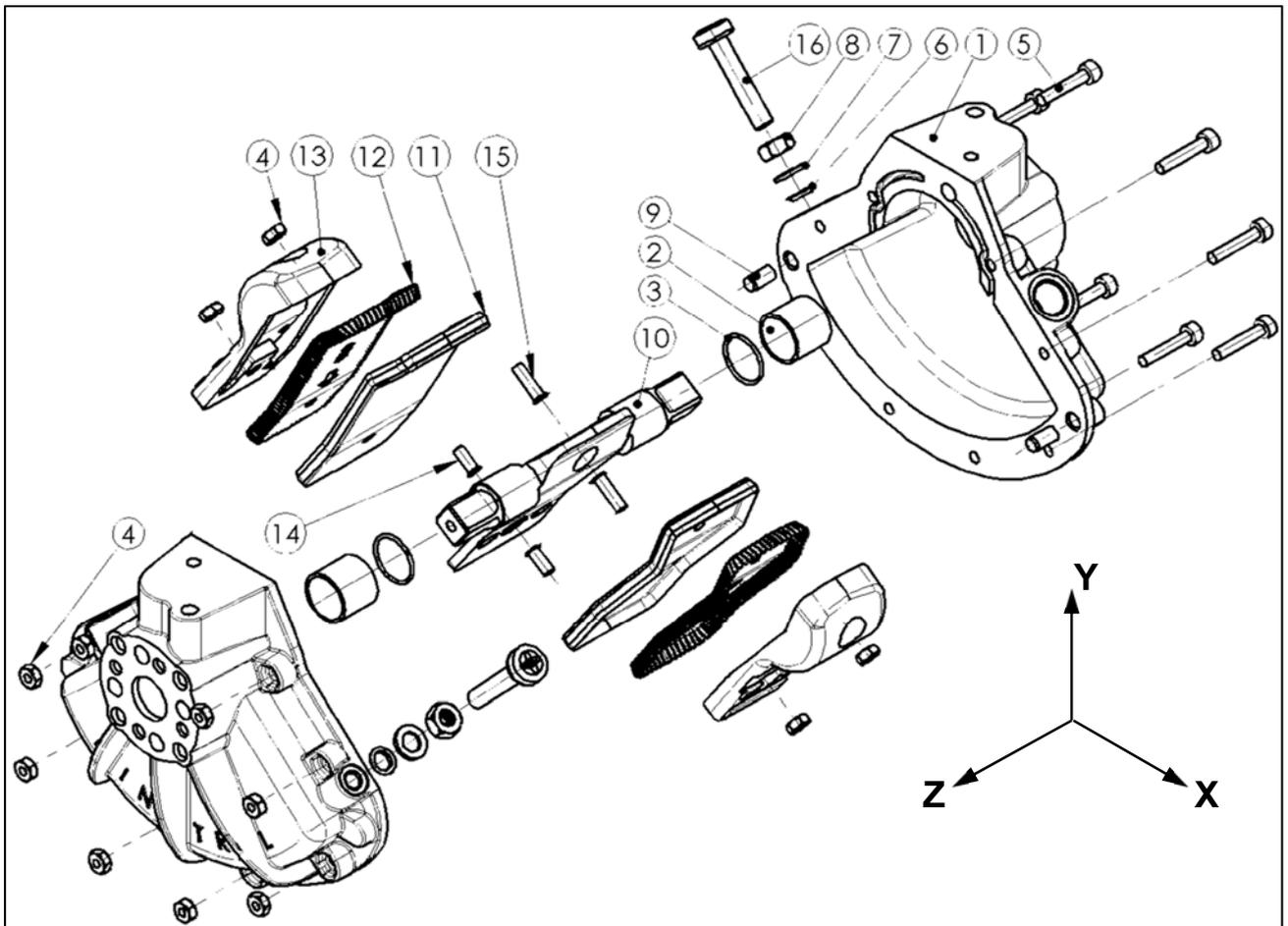
La réduction des coûts doit conduire aux choix de matériaux et de procédés de fabrication les plus compétitifs, respectant les exigences fonctionnelles.

## 3 - Dossier de conception préliminaire :

### **3.1 - Vue d'ensemble, nomenclature :**

No.	Référence	Qté	Matériau
<u>1</u>	Demi-coque	2	AlSi9Cu3, époxyde
<u>2</u>	Coussinet	2	Delrin
<u>3</u>	Joint torique d12x1.5	2	
<u>4</u>	Écrou hexagonal H M3-08	12	ISO 4032
<u>5</u>	Vis CHC M3x16- 8.8	8	ISO 4762
<u>6</u>	Joint torique d3x1.5	2	
<u>7</u>	Rondelle plate 5-200 HV	2	ISO 7089
<u>8</u>	Écrou hexagonal H M5-08	2	ISO 4032
<u>9</u>	Goupille cylindrique 4x8-A-St	2	ISO 8734
<u>10</u>	Palette	1	X6Cr13
<u>11</u>	Joint de Palette	2	Polyuréthane
<u>12</u>	Expanseur	2	X2CrNi19-11
<u>13</u>	Contre plaque	2	
<u>14</u>	Goujon M3-8, 8.8	2	À souder
<u>15</u>	Goujon M3-10, 8.8	2	À souder
<u>16</u>	Vis à tête cylindrique M5x25-8.8-Z	2	ISO 7048

### 3.2 - Vue éclatée :



### 3.3 - Architecture du vérin et fonctionnement :

En phase de fonctionnement et de réglage, le système comprend essentiellement un axe  $S_1$  en liaison pivot d'axe (A,Z) avec le corps fixe  $S_0$  du vérin, et 2 butées réglables  $S_3$  et  $S_3'$ .

Corps :  $S_0 = \{ 1, 2, 3, 4_{(1)}, 5, 6, 7, 8, 9 \}$

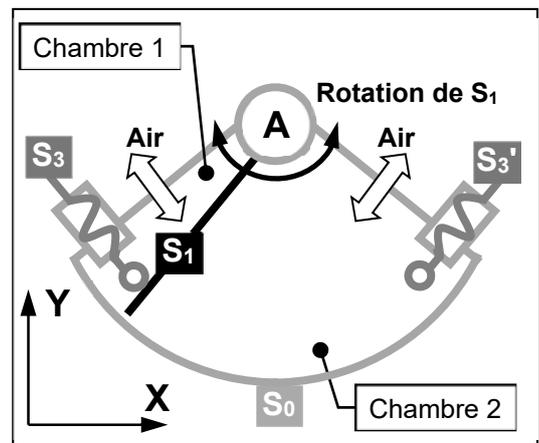
Axe :  $S_1 = \{ 4_{(2)}, 10, 11, 12, 13, 14, 15 \}$

Première butée :  $S_3 = \{ 16_{(2)} \}$

Deuxième butée :  $S_3' = \{ 16_{(2)} \}$

L'alimentation en air comprimé de l'une ou l'autre des chambres du vérin génère une poussée excentrée sur la contre plaque **13**, qui se traduit par un moment moteur sur l'axe de la palette **10**, et donc une rotation de  $S_1$  autour de l'axe (A,Z).

Conformément au cahier des charges, l'amplitude de la rotation est possible par l'intermédiaire des 2 butées  $S_3$  et  $S_3'$ .



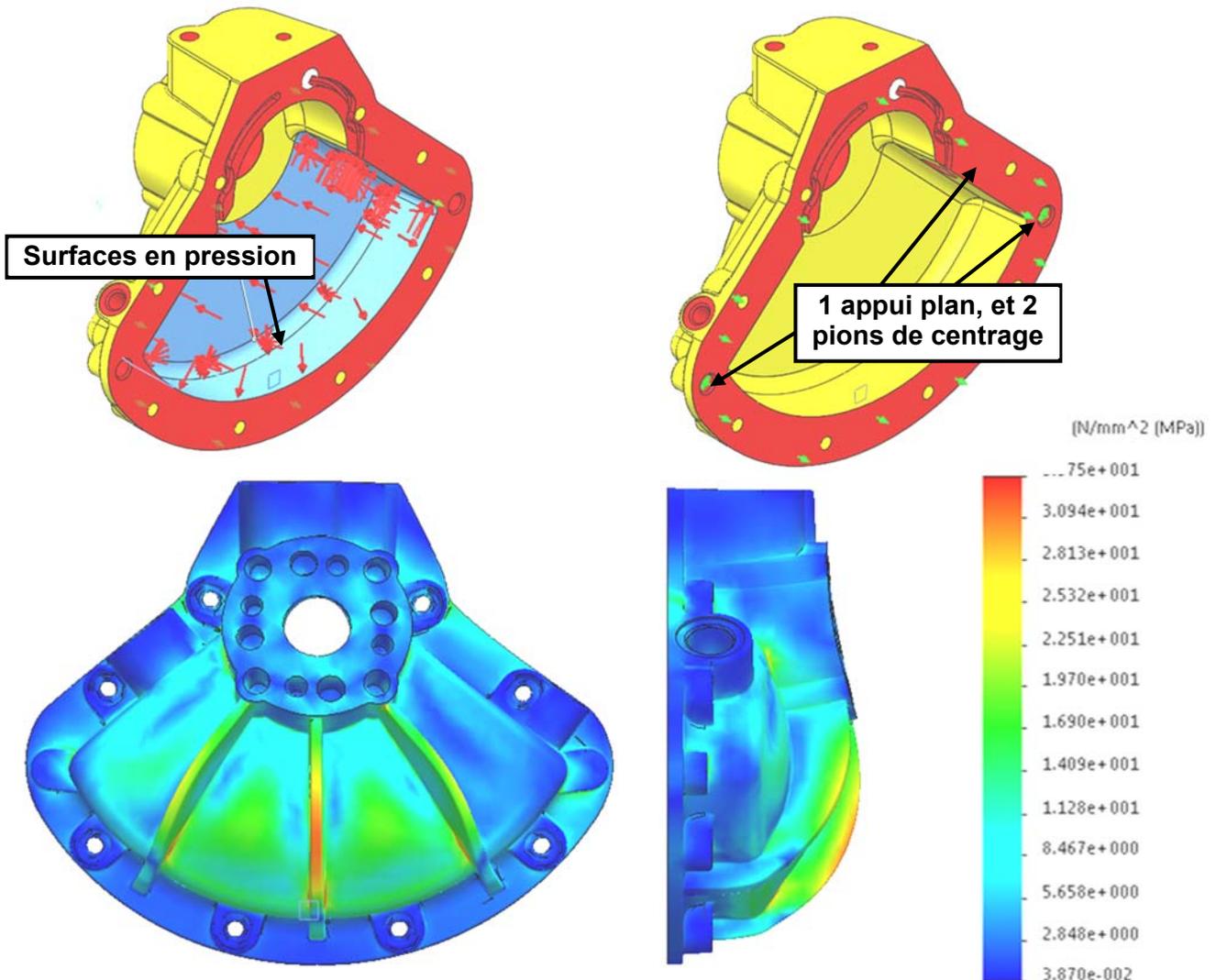
### 3.4 - Dessin de définition de la demi-coque :

Le dessin de définition de cette pièce est fourni sur le **document technique DT2**.

Une étude de résistance de matériau réalisée sur une coque, sous une pression de 0,7 Mpa, a permis de vérifier les conditions aux limites.

#### Conditions aux limites en chargement

#### Conditions aux limites en déplacement



Un revêtement époxyde est possible sur la pièce. Ce revêtement par poudre est un mode d'application, à caractère non polluant, utilisé dans l'industrie pour revêtir et protéger des supports métalliques.

La peinture se présente sous la forme d'une résine en poudre thermoplastique (exemple : polyamide, polyéthylène) ou thermodurcissable (exemple : revêtement époxyde, à haute résistance chimique).

L'avantage de ce procédé est l'absence de solvant, ce qui présente un intérêt économique, environnemental, hygiénique et de sécurité du travail (risque d'incendie réduit, pas d'exposition respiratoire aux solvants) ; cependant la protection des travailleurs est nécessaire pour éviter l'inhalation ou l'ingestion de la poudre.

Les pièces ainsi revêtues sont ensuite passées au four (fusion et polymérisation de la poudre).

## Partie 1 - Valider le couple procédé/matériau

### Recherche d'un procédé compatible avec les spécifications

Certaines spécifications figurant sur le dessin de définition de la demi-coque peuvent, dès le début, orienter le choix d'un ou plusieurs procédés de fabrication pour cette pièce.

Question 1.1

DT1 et DT2

Feuille de copie

**Décoder** la spécification suivante figurant sur le DT2 :



**Nommer** la fonction technique "FT" (voir figure 3 du DT1 : Diagramme de définition des blocs du vérin) pouvant justifier une telle exigence à cet endroit de la pièce (voir DT2).

**Proposer** deux défaillances possibles du vérin si cette spécification était moins sévère (exemple : Ra12,5).

Question 1.2

DT3

Feuille de copie

**Indiquer** et **justifier** les procédés de moulages compatibles avec cette exigence.

Question 1.3

DR1

**Calculer** le nombre de pièces à produire par an, en considérant un taux de rebut prévisionnel de 5 %.

À partir du graphe fourni et des réponses apportées aux questions 1.1 et 1.2, **définir** le procédé de fonderie le mieux adapté pour réaliser cette pièce tout en respectant cette spécification.

**Effectuer** tous les tracés utiles permettant de justifier votre réponse sur la figure du document réponse.

### Choix d'un matériau et validation du couple procédé/matériau

Un ou plusieurs procédés, répondant aux spécifications attendues sur la pièce, étant définis, il convient de choisir un matériau respectant le cahier des charges, compatible avec ce(s) procédé(s).

Question 1.4

Feuille de copie

À partir de l'étude de résistance de la demi-coque réalisée sous 0,7 Mpa (voir page 5), **déterminer** la résistance élastique minimale du matériau avec l'application d'un coefficient de sécurité  $k = 4$ .

Parmi les alliages disponibles dans la liste ci-dessous, **extraire** ceux qui ne conviennent pas.

Matériau	Aptitude technologique	Résistance élastique (MPa)
Zamak 5 (ZnAl4Cu1)	Sous pression	165 à 235
EN AC-46000 - AlSi9Cu3(Fe)	Sous pression	160
EN AC-42200 - AlSi7Mg0,6	Sable, coquille	250 (S), 290 (K)
EN AC-44300 - AlSi12(Fe)	Sous pression	130

L'entreprise dispose de machines sous pression chambre froide (pour les alliages d'aluminium) et chambre chaude (pour les alliages de zinc).

On donne les informations suivantes :

- coût d'un outillage en sous pression : 40 k€ ;
- nombre de pièces prévues par grappe : 2 ;
- nombre d'injections par an : environ 32 000 ;
- durée de mise en production : 5 ans.

Question 1.5

DT5

DR1

À partir de la courbe fournie sur le document réponse (coût de production en fonction du nombre de pièces), **choisir** un couple matériau/procédé.

**Effectuer** tous les tracés utiles sur la figure du document réponse pour justifier votre réponse.

À partir de 300 000 pièces produites, le coût des alliages d'aluminium croît singulièrement. **Expliquer** l'origine de ce saut.

On donne la fiche technique (voir DT4) du matériau qui a été sélectionné pour les demi-coques.

Question 1.6

DT1, DT4

DR2

**Compléter** le tableau du document réponse, en rappelant les caractéristiques de durabilité requises pour une demi-coque (voir figure 1 du DT1) et les possibilités correspondantes du matériau.

**Énumérer** les caractéristiques de durabilité qui ne sont pas garanties par le choix de ce matériau.

**Proposer**, en vous aidant du dossier de conception préliminaire, une étape permettant de remédier à ces défaillances, tout en permettant de conserver l'usage de ce matériau.

## Partie 2 - Analyser la faisabilité de la pièce moulée sous pression

Quelles que soient les conclusions précédentes, on admet que la demi-coque sera moulée en AISi9Cu3, en moulage sous pression (chambre froide).

### Validation de l'épaisseur de la demi-coque

Question 2.1  
DT5  
Feuille de copie

L'épaisseur (ou toile) d'une demi-coque vaut  $e = 2$  mm. À partir des ressources fournies, **vérifier** si cette épaisseur est compatible avec l'épaisseur minimale requise pour une pièce de cette taille, moulée en alliage d'aluminium et en sous pression.

### Définition du contexte de cotation du brut de fonderie

On souhaite définir les classes de tolérances dimensionnelles et géométriques associées à la demi-coque brut de fonderie dans un contexte de production "classique" afin de repérer les surfaces dont la précision exige, au final, un usinage.

Question 2.2  
DT6 et DT8  
Feuille de copie

Au moyen de l'extrait de norme concernant le tolérancement des bruts moulés, **choisir**, en argumentant, les classes de tolérances dimensionnelles et géométriques compatibles avec cette pièce.

Question 2.3  
DT10  
Feuille de copie

**Définir** également, en justifiant, les classes de surépaisseurs d'usinage compatibles avec cette pièce, ainsi que la surépaisseur à prévoir sur les surfaces nécessitant un usinage (choisir cette surépaisseur dans la classe moyenne).

### Identification des surfaces nécessitant un usinage

Certaines spécifications portant sur des groupes de surfaces fonctionnelles ne peuvent être obtenues qu'après usinage. Lorsque c'est le cas, il convient alors de prendre en compte les surépaisseurs d'usinage.

Question 2.4  
DT1 et DT2  
DR2

Sur l'extrait du dessin de définition fourni, **colorier** les surfaces de la demi-coque qui participent aux fonctions suivantes, listées sur le diagramme de définition de blocs du vérin :

**BLEU** : FT8 / FT9 (réglage des positions extrêmes de l'axe du vérin)  
**VERT** : FT5 (assurer le guidage en rotation de l'axe)  
**ROUGE** : FT9 (permettre l'alimentation en air comprimé)

Question 2.5  
DT2, DT7 et DT16  
Feuille de copie

**Donner** la signification de  $\varnothing 14 H7$  en indiquant la cote bi-limite associée. Si la classe de tolérance retenue est DCTG 7, **indiquer** la tolérance de fonderie que l'on peut obtenir sur cette dimension.

**En déduire** si cette cote peut être obtenue brut de fonderie.

**Calculer** le cas échéant, la cote du brut correspondant en tenant compte de la surépaisseur d'usinage.

Question 2.6  
DT2, DT3 et DT9  
Feuille de copie

**Décoder** la spécification suivante :



**Nommer** la fonction technique justifiant une telle exigence sur cette surface.  
**En déduire** le mode d'obtention pour cette surface.

Question 2.7  
DT2, DT5 et DT16  
Feuille de copie

La spécification  $\varnothing 4 H7$  ne pourra pas être obtenue brut de fonderie.

**Calculer** le diamètre du trou sur le brut de fonderie.

**Expliquer** si ce trou peut être ébauché en fonderie (par des broches) ou s'il doit être intégralement usiné.

**Citer** 2 éléments figurant sur le dessin de définition qui pourraient remettre en cause la possibilité d'une ébauche de fonderie.

Question 2.8  
DT1, DT2 et DT9  
DR3

**Donner** la signification de  $\square 0,05$  en complétant le document réponse.

**Identifier** et **nommer** la fonction technique associée à cette spécification.

**Citer** une défaillance du vérin qui pourrait être à l'origine d'un non respect de cette spécification.

**Justifier** si cette exigence peut être obtenue brut de fonderie en appliquant la classe de tolérance GCTG 3.

Question 2.9  
DT2 et DT9  
DR4

**Donner** la signification de  $\perp 0,1 C$  en complétant le document réponse.

**Justifier** si cette exigence peut être obtenue brut de fonderie en appliquant la classe de tolérance GCTG 3.

## Partie 3 - Analyser la fabrication

### Analyse des gammes de production et de contrôle

Le procédé de moulage retenu est la fonderie sous pression chambre froide.

#### Question 3.1

DR4

On souhaite observer les porosités et les micro-retassures.

**Compléter** le tableau des contrôles non destructifs adaptés à cette fabrication avec les fréquences possibles en fonction de l'utilisation de cette pièce.

### Détermination du délai de production pour la commande

Dans cette partie, on souhaite chiffrer le délai de fabrication pour la commande du client, en fonction des caractéristiques morphologiques de la demi-coque et des données économiques de l'entreprise.

#### Question 3.2

DT2 et DT4

Feuille de copie

À partir du volume d'une demi-coque et de la masse volumique moyenne de l'alliage, **calculer** la masse d'une pièce, puis la masse de la grappe.

Rappels : 1 grappe comporte 2 pièces, masse grappe = masse pièces x 1.3

#### Question 3.3

DT12

Feuille de copie

En fonction de la morphologie de la pièce, **estimer** le temps de cycle pour injecter une grappe.

#### Question 3.4

DT13

Feuille de copie

Sachant que le TRS (Taux de Rentabilité Synthétique) prévisible pour cette fabrication est de 80 %, **donner** le temps de production effectif, en secondes, pour une journée de travail de 7 heures.

#### Question 3.5

DT11

Feuille de copie

En fonction du temps de travail effectif et du temps de cycle, **chiffrer** le nombre d'injections possibles par jour de travail.

#### Question 3.6

DT11

Feuille de copie

En fonction du taux de rebut, **calculer** le nombre de pièces bonnes réalisées quotidiennement.

#### Question 3.7

DT11

Feuille de copie

Sachant que le nombre de jours moyens travaillés par mois est de 20 jours, **déterminer** le délai de fabrication annuelle pour cette série.

## Estimation des performances requises des moyens de production

---

Pour la mise en production des demi-coques, il est nécessaire de choisir une presse à injecter et donc, au préalable, de chiffrer les caractéristiques techniques exigibles.

- Question 3.8  
DR5 | Sur l'extrait du dessin de définition de la demi-coque, **repérer** le plan de joint en le traçant **en bleu**.
- Question 3.9  
DR5 | Sur l'extrait du dessin de définition de la demi-coque, **hachurer en rouge** la surface projetée au plan de joint.  
Cette surface est estimée à 70 cm<sup>2</sup>.
- Question 3.10  
Feuille de copie | Le choix de la presse à injecter sous pression nécessite d'estimer la surface projetée de la grappe. Pour cela, il faut rajouter 30 % à cette surface projetée, afin de prendre en compte le dispositif de remplissage.  
**Calculer** la surface projetée corrigée de la grappe.
- Question 3.11  
DT13  
Feuille de copie | À l'aide du tableau des pressions d'injection en fonction de l'utilisation de la pièce, **choisir** la pression d'injection à mettre en œuvre.
- Question 3.12  
DT14  
Feuille de copie | En fonction de la surface projetée de la grappe calculée précédemment et de la pression d'injection choisie, **calculer** la force d'ouverture générée.
- Question 3.13  
DT14  
Feuille de copie | Un coefficient de sécurité de 1,3 est appliqué à la force d'ouverture pour calculer la force de fermeture de la presse à injecter.  
**Déterminer** la force de fermeture nécessaire pour la presse.
- Question 3.14  
Feuille de copie | Pour les 2 machines à mouler sous pression chambre froide du parc machines, on fournit les forces de fermeture :  
❶- Ital Presse : 550 tonnes      ❷- Idra OL : 100 tonnes  
**Choisir** celle qui pourrait permettre d'assurer cette production.

## Éléments de définition du cahier des charges de l'outillage

---

Pour assurer un compromis entre sa durée de vie et son coût, les différents constituants du moule sont réalisés avec des aciers différents.

- Question 3.15  
DT15  
Feuille de copie | **Proposer** un choix de matériau pour la carcasse, le bloc empreinte et les broches/noyaux.
- Question 3.16  
DT15  
Feuille de copie | **Proposer** un traitement à appliquer au bloc empreinte et aux broches/noyaux pour maximiser leur durée de vie.

La définition de l'outillage nécessite également de prendre en compte la presse sur laquelle celui-ci sera mis en œuvre.

**Question 3.17** | **Définir** la dimension minimale et la dimension maximale du moule (en largeur, hauteur et épaisseur), compatible avec la presse choisie.  
DT17 et DT18  
Feuille de copie

**Question 3.18** | **Indiquer** la valeur des différentes hauteurs d'injection possible.  
DT17 et DT18  
Feuille de copie

**Question 3.19** | **Préciser** la dimension du diamètre de centrage de la buse du moule sur le conteneur.  
DT17 et DT18  
Feuille de copie

### Estimation du coût de fabrication

---

Le délai de fabrication étant défini, le choix de la presse ayant été arrêté, il reste à chiffrer le prix de revient d'une demi-coque, pour pouvoir finaliser un devis à destination du client.

**Question 3.20** | En fonction de la presse choisie, **donner** le coût horaire de celle-ci.  
DT11  
Feuille de copie

**Question 3.21** | À partir du coût horaire, du temps de fabrication, **calculer** le coût machine par pièce.  
DT11  
Feuille de copie

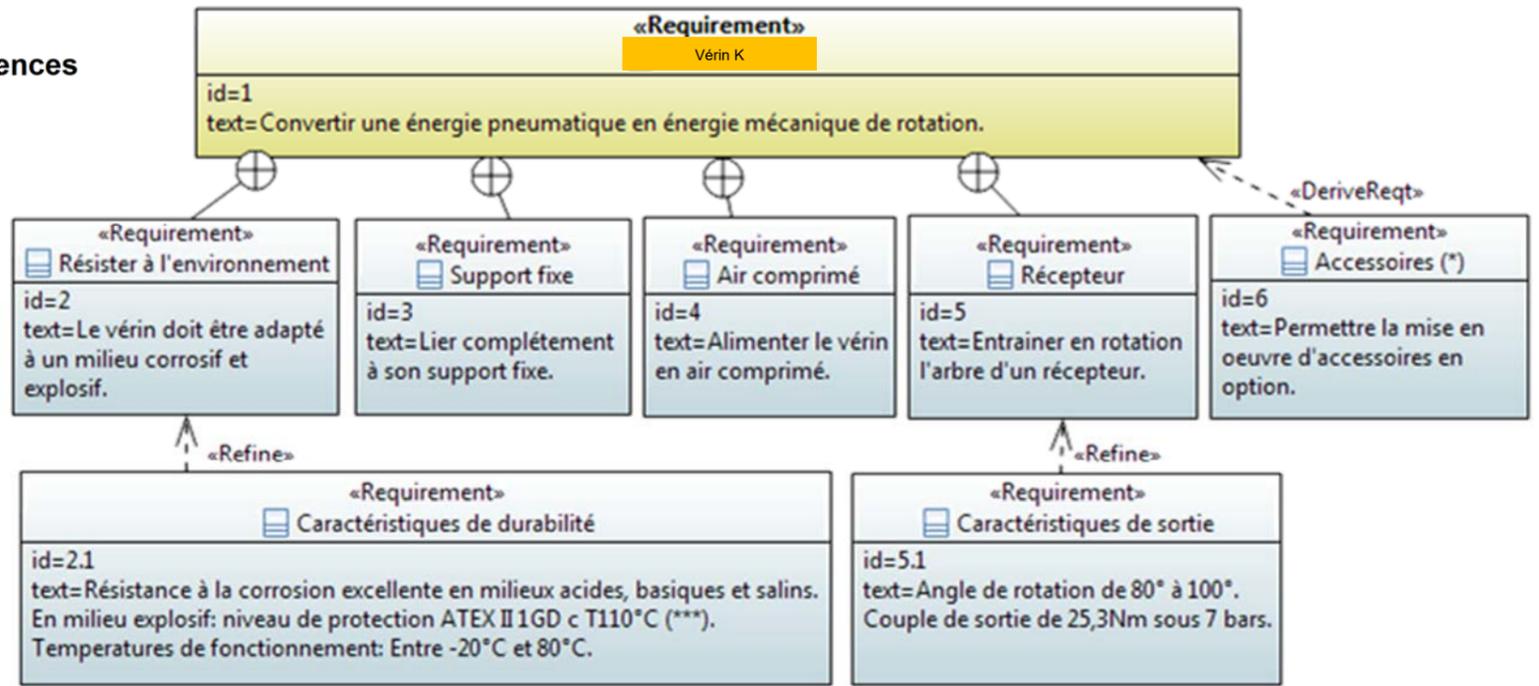
**Question 3.22** | À partir du prix moyen de l'alliage, **calculer** le coût matière par pièce.  
DT4  
Feuille de copie

**Question 3.23** | **En déduire** le coût machine/matière par pièce.  
Feuille de copie

**Question 3.24** | **Dresser** un bilan de cette étude en faisant apparaître :  
Feuille de copie  
=> le délai de fabrication ;  
=> la presse choisie et son taux horaire ;  
=> le prix de revient par pièce.

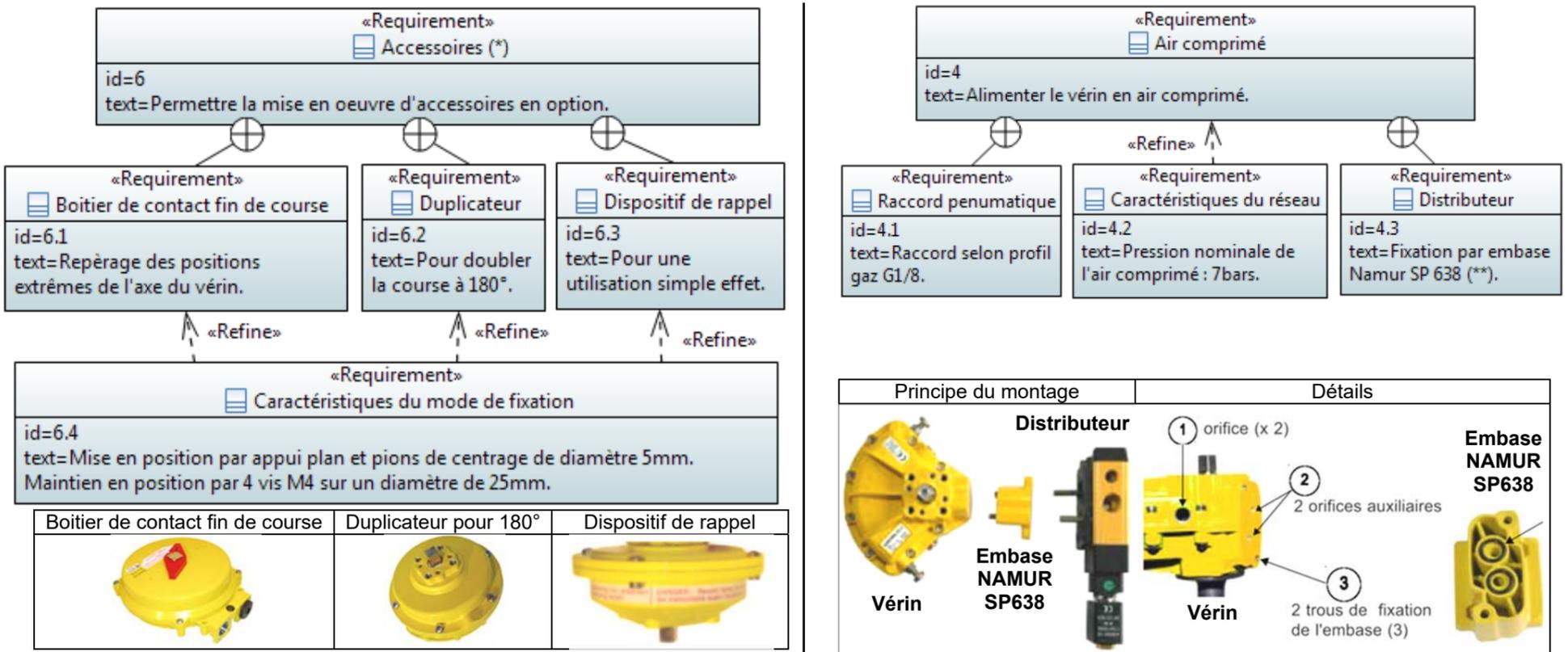
**DT1 - Analyse SysML du vérin K**

**Figure 1 :**  
diagramme des exigences

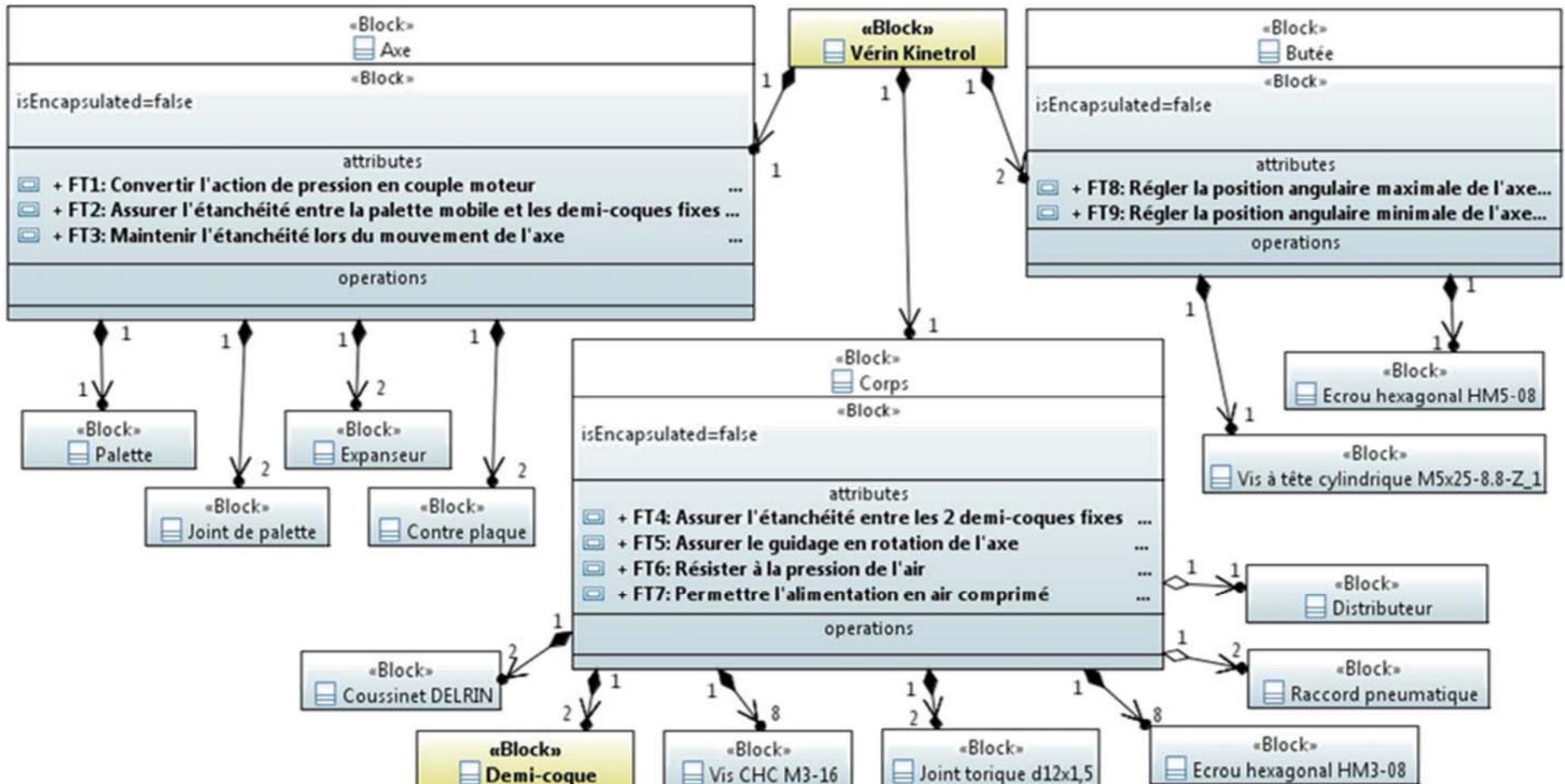


(\*\*\*) Appareil pour les industries de surfaces de type chimie ou pétrochimie (II), implantables en zone 1 (présence occasionnelle possible de gaz susceptible de créer une atmosphère explosive), prévu pour être utilisé en milieu GD (constitué de gaz et de poussières) dont la conception est reconnue sûre pour éviter les échauffements et les étincelles (c), et une température de surface maximale de 110°C.

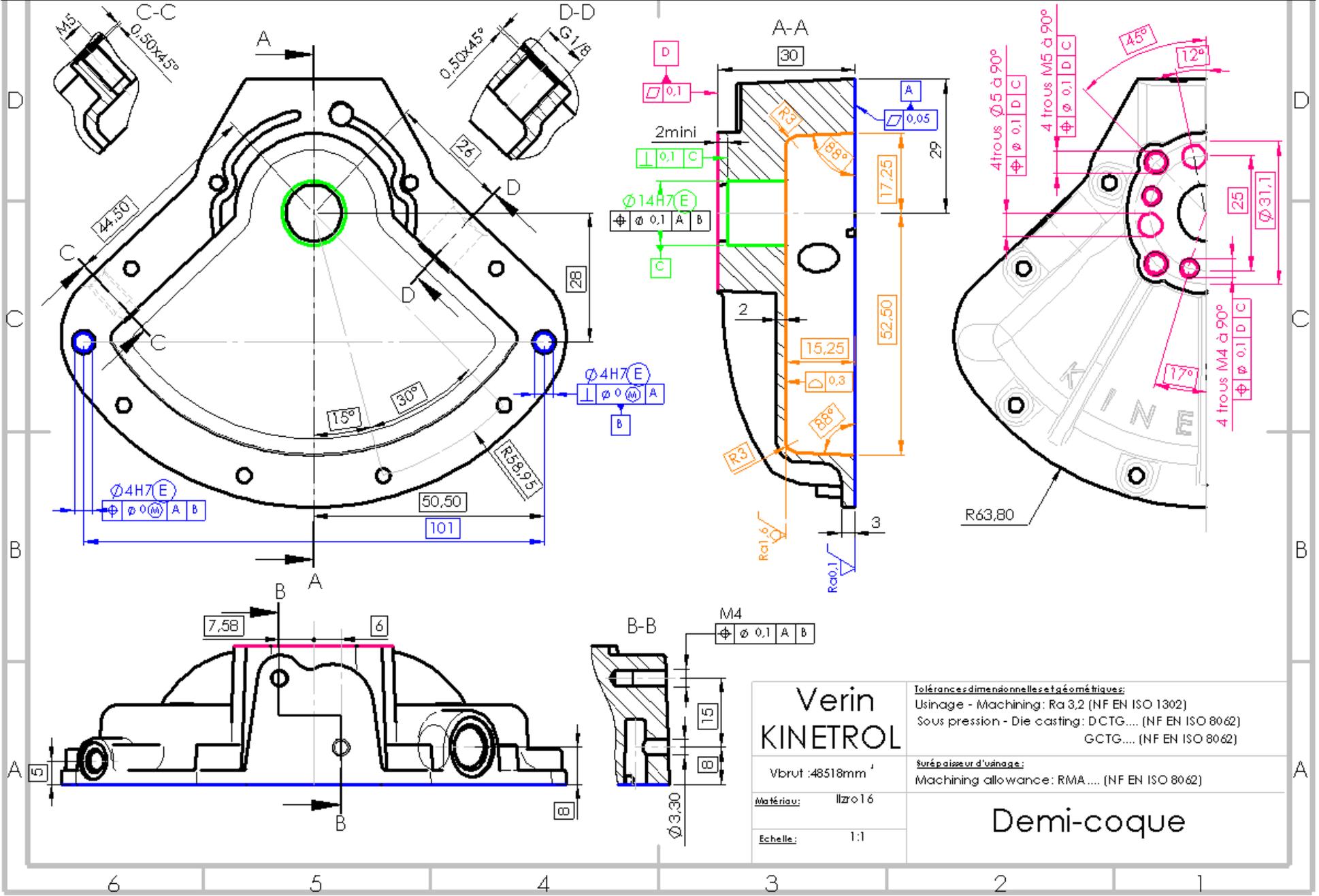
**Figure 2 :** détail des exigences "Accessoires" et "Air comprimé"



**Figure 3 :** diagramme de définition de blocs du vérin et fonctions techniques associées



# DT2 – Dessin de définition d'une demi-coque



**Verin KINETROL**  
 Vbrut : 48518mm<sup>3</sup>  
 Matériau : Ilzr 1.6  
 Echelle : 1:1

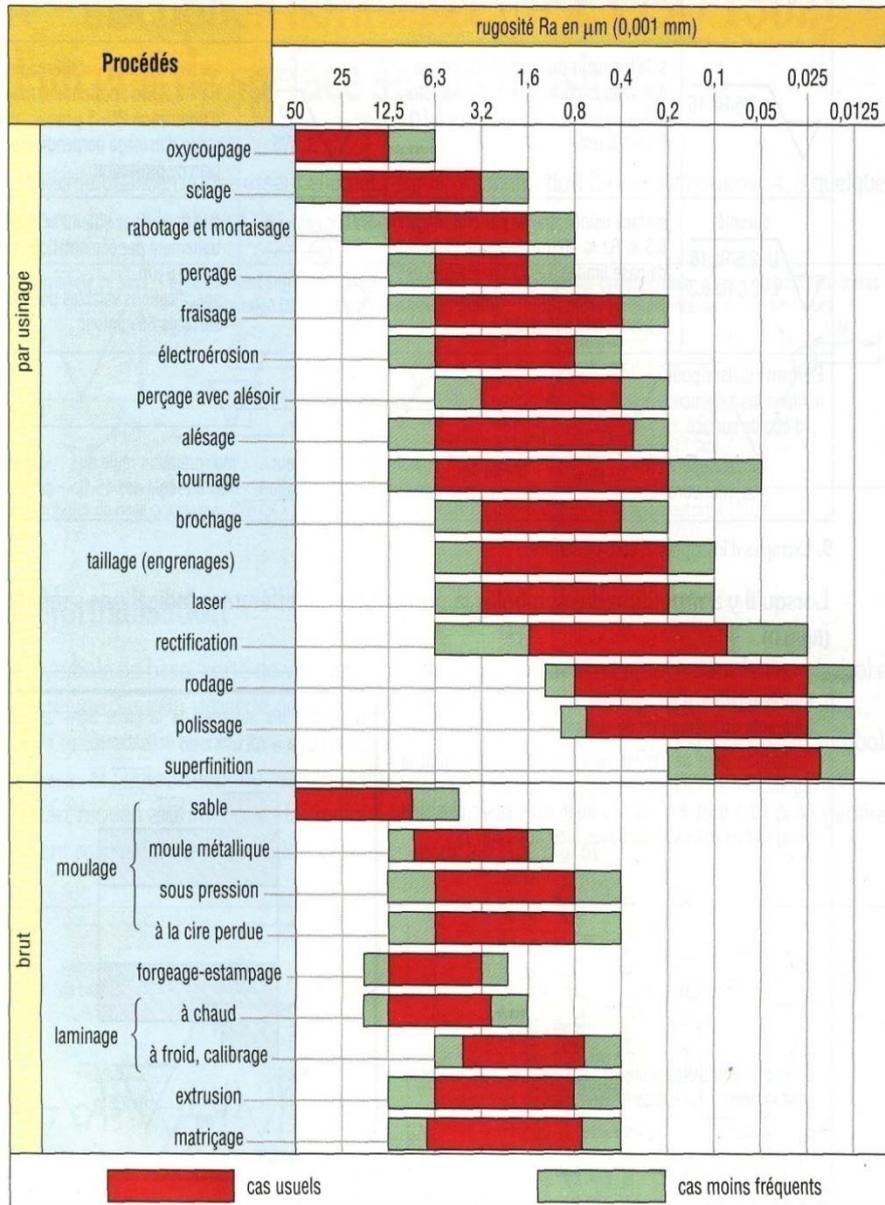
**Tolérances dimensionnelles et géométriques:**  
 Usinage - Machining : Ra 3,2 (NF EN ISO 1302)  
 Sous pression - Die casting : DCTG.... (NF EN ISO 8062)  
 GCTG.... (NF EN ISO 8062)

**Surépaisseur d'usinage:**  
 Machining allowance : RMA.... (NF EN ISO 8062)

**Demi-coque**

## DT3 - États de surfaces (compatibilité avec les procédés, critères de choix)

Compatibilité avec les procédés de fabrication :



Exemple de critères de choix d'un état de surface :

Fonction	Symbole*	Condition	Exemples d'application	R <sub>a</sub> **
Frottement de glissement (1)	FG	Moyenne	Coussinets-Portées d'arbres	0,8
		Difficile	Glissières de machines-outils	0,4
Frottement de roulement (2)	FR	Moyenne	Galets de roulement	0,4
		Difficile	Chemins de roulements à billes	0,02
Résistance au matage	RM	Moyenne	Cames de machines automatiques	0,4
		Difficile	Extrémités de tiges de poussée	0,10
Frottement fluide	FF	Moyenne	Conduits d'alimentation	6,3
		Difficile	Gicleurs	0,2
Étanchéité dynamique (3)	ED	Moyenne	Portées pour joints toriques	0,4
		Difficile	Portées pour joints à lèvres	0,3
Étanchéité statique (3)	ES	Moyenne	Surfaces d'étanchéité avec joint plat	1,6
		Difficile	Surfaces d'étanchéité glacées - sans joint	0,1

**DT4 - Fiche technique de l'alliage EN AC-46500 / AISi9Cu3(Fe), die cast, F**

(Source : CES Granta Design - Autres)

General Properties	Mini	Maxi	Unit
Density	2 710	2 770	kg·m <sup>-3</sup>
Price	* 1,85	1,85	€·kg <sup>-1</sup>

Composition detail	Mini	Maxi	Unit
Al (aluminum)	* 79,6	87,9	%
Cu (copper)	3	4	%
Fe (iron)	0,5	2	%
Mg (magnesium)	0,03	0,1	%
Mn (manganese)	0,13	0,5	%
Ni (nickel)	0,13	0,5	%
Si (silicon)	7,5	9,5	%
Sn (tin)	0,09	0,35	%
Zn (zinc)	0,75	3	%
Other	0	0,5	%

Mechanical properties	Mini	Maxi	Unit
Young's modulus	69 600	72 400	GPa
Shear modulus	* 2 600	27 400	GPa
Bulk modulus	* 65 200	74 500	GPa
Poisson's ratio	0,322	0,338	
Yield strength (elastic limit)	157	173	MPa
Tensile strength	330	363	MPa
Compressive strength	* 157	173	MPa
Elongation	3	3,6	% strain
Hardness - Vickers	92,2	102	HV

Thermal properties	Mini	Maxi	Unit
Maximum service temperature	130	200	°C
Minimum service temperature	- 273		°C
Latent heat of fusion	* 384	393	kJ·kg

Durabilité: fluides et lumière du soleil	
Eau Fraîche	Excellent
Eau Salée	Acceptable
Acide Faible	Excellent
Acide Fort	Excellent
Basique Faible	Acceptable
Basique Fort	Inacceptable
Solvant Organique	Excellent
UV lumière ultra violette	Excellent

**Utilisations**

Alliage à usage général : machines, blocs-moteur, carter de boîte de vitesse, pièces mécaniques.

BTS FONDERIE		Session : 2021
Épreuve E4 : conception préliminaire	Code : FO4CP	16/34

## DT5 - Fiche technique des pièces moulées en alliage d'aluminium, en sous pression

(Source : Précis de fonderie, méthodologie, normalisation - AFNOR)

### Prix de revient et possibilités techniques

Ce procédé ne peut être appliqué que pour des séries importantes à fabriquer. Un moule peut supporter 75 000 à 150 000 injections avant son rebut (contre plus de 500 000 injections pour les pièces en Zamak). Il faut penser aussi que le coût d'entretien du moule est sensiblement égal à son coût de fabrication.

### Durée de vie du moule

La solidification d'une couche très mince, est pratiquement instantanée et aussi l'attaque chimique des d'aciers constitutifs du moule par l'aluminium liquide est moins déterminante que les contraintes thermiques, sur la durée d'un moule.

### Poids et dimensions des pièces

Les pièces les plus grosses injectées sont des carters moteurs pesant jusqu'à 20 kg. On peut aussi injecter des pièces de quelques dizaines de grammes.

### Choix des alliages

Les alliages Al-Si représentent 90 % environ du tonnage injecté (bonnes propriétés de fonderie). L'AlCu10Si4, grâce au silicium, est le seul des Al-Cu à être utilisé normalement. Les alliages AlMg6 et AlMg10 sont difficiles à mettre en œuvre.

### Choix des machines

Il faut déterminer la force de fermeture de la machine en fonction de la nature de l'alliage, des formes et dimensions de la pièce. Les alliages d'aluminium ne sont injectés qu'en machines à chambre froide en raison de l'agressivité chimique de l'aluminium sur les alliages ferreux qui constituent le système d'injection.

### Épaisseur mini des pièces

Les valeurs données dans ce tableau représentent un minimum obtenu économiquement. On peut descendre à des valeurs plus faibles dans certains cas particuliers.

Dimensions en mm des pièces	Épaisseur mini. des parois (en mm)
20 x 20	1 à 1,5
100 x 100	1,5 à 2
200 x 200	2 à 2,5
300 x 300	2,5 à 3
Très grosses pièces	4 à 4,5

### Conception des pièces

L'injection très rapide du métal (environ de 0,05 s à 0,1 s) et la solidification presque instantanée d'une mince couche impose :

- un nombre très limité de parties massives et des variations très restreintes d'épaisseurs ;
- d'éviter les changements brutaux de direction ;
- d'éviter les angles vifs qui rendent le moule fragile et perturbent l'écoulement du métal.

Au-delà de 7 mm d'épaisseur, les risques de microporosités et micro retassures sont nettement augmentés.

### Trous bruts de fonderie

Dimensions "d" mini des trous (en mm)	Profondeur "H" max. des trous (en mm)	Dépouille
4	15	2°
5	18	1°45'
6	25	1°45'
10	45	1°
15	80	0°50'
20	115	0°40'
25	150	0°30'
>25	6xd	0°30'

BTS FONDERIE		Session : 2021
Épreuve E4 : conception préliminaire	Code : FO4CP	17/34

## DT6 - Classe de tolérances dimensionnelles des bruts de fonderie

(Extrait de la norme ISO 8062-3 :2007)

Table A.2 – Classes de tolérances dimensionnelles des pièces moulées pour une production en petite série, ou à l'unité, de pièces moulées brutes de fonderie

Méthode	Matériau de moulage	Classe de tolérance dimensionnelle (DCTG) pour les métaux et alliages coulés							
		Acier	Fonte grise	Fonte à graphite sphéroïdal	Fonte malléable	Alliages de cuivre	Alliages de métaux légers	Alliages à base de nickel	Alliages à base de cobalt
Moulage en sable, moulage main	Sable lié à la bentonite	13 à 15	13 à 15	13 à 15	13 à 15	13 à 15	11 à 13	13 à 15	13 à 15
	Sable lié chimiquement	12 à 14	11 à 14	11 à 14	11 à 14	10 à 13	10 à 13	12 à 14	12 à 14

NOTE Les valeurs figurant dans ce tableau s'appliquent généralement aux cotes nominales supérieures à 25 mm. Pour les cotes inférieures, on peut normalement, d'un point de vue économique et pratique, tenir des tolérances plus serrées, comme suit.

- cote nominale jusqu'à 10 mm: trois classes inférieures;
- cotes nominale comprises entre 10 mm et 16 mm: deux classes inférieures;
- cotes nominale comprises entre 16 mm et 25 mm: une classe inférieure.

Table A.1 – Classes de tolérances dimensionnelles des pièces moulées pour une production en grande série, ou en masse, de pièces moulées brutes de fonderie

Méthode	Classe de tolérance dimensionnelle (DCTG) pour les 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	11 à 14	11 à 14	11 à 14	11 à 14	10 à 13	10 à 13	9 à 12	11 à 14	11 à 14
Moulage en sable, moulage machine et moulage en carapace	8 à 12	8 à 12	8 à 12	8 à 12	8 à 10	8 à 10	7 à 9	8 à 12	8 à 12
Moule métallique permanent (à l'exception de la coulée sous pression)	—	7 à 9	7 à 9	7 à 9	7 à 9	7 à 9	6 à 8	—	—
Coulée sous pression	—	—	—	—	6 à 8	3 à 6	b	—	—
Moulage de précision (cire perdue)	a	a	a	—	a	—	a	a	a

NOTE 1 Les classes de tolérances indiquées sont celles qui peuvent être normalement tenues pour les pièces moulées produites en grandes séries et lorsque les facteurs de production qui influencent la précision dimensionnelle du moulage ont été complètement mis au point.

NOTE 2 Pour les pièces moulées complexes, il est recommandé de prendre une classe de tolérance plus large.

<sup>a</sup> Pour les moulages de précision, suivant la plus grande dimension hors tout, on applique ce qui suit:

- ≤ 100 mm: classe 4 à 6
- > 100 mm ≤ 400 mm: classe 4 à 8
- > 400 mm: classe 4 à 9.

<sup>b</sup> La plus grande dimension hors tout a une forte influence sur le choix de la classe de tolérance. Les classes de tolérance DCTG suivantes sont recommandées pour la plus grande dimension hors tout:

- ≤ 50 mm: DCTG 6
- > 50 mm ≤ 180 mm: DCTG 7
- > 180 mm ≤ 500 mm: DCTG 8
- > 500 mm: DCTG 9.

# DT7 - Tolérances dimensionnelles (en mm) sur les cotes nominales brutes de fonderie

(Extrait de la norme ISO 8062-3 :2007)

**Tableau 2 — Tolérances dimensionnelles linéaires de pièce moulée (DCT)**

Dimensions en millimètres

Cotes nominales de la pièce brute		Tolérances dimensionnelles linéaires pour la classe de tolérance dimensionnelle (DCTG) <sup>a</sup>															
		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 <sup>b</sup>
—	≤ 10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1	1,5	2	2,8	4,2	—	—	—	—
> 10	≤ 16	0,1	0,14	0,2	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3	4,4	—	—	—	—
> 16	≤ 25	0,11	0,15	0,22	0,3	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
> 25	≤ 40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,9	1,3	1,8	2,6	3,6	5	7	9	11	14
> 40	≤ 63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	10	12	16
> 63	≤ 100	0,14	0,2	0,28	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
> 100	≤ 160	0,15	0,22	0,3	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5	7	10	12	16	20
> 160	≤ 250	—	0,24	0,34	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	14	18	22
> 250	≤ 400	—	—	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
> 400	≤ 630	—	—	—	0,64	0,9	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
> 630	≤ 1 000	—	—	—	—	1	1,4	2	2,8	4	6	8	11	16	20	25	32
> 1 000	≤ 1 600	—	—	—	—	—	1,6	2,2	3,2	4,6	7	9	13	18	23	29	37
> 1 600	≤ 2 500	—	—	—	—	—	—	2,6	3,8	5,4	8	10	15	21	26	33	42
> 2 500	≤ 4 000	—	—	—	—	—	—	—	4,4	6,2	9	12	17	24	30	38	49
> 4 000	≤ 6 300	—	—	—	—	—	—	—	—	7	10	14	20	28	35	44	56
> 6 300	≤ 10 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	16	23	32	40	50	64

<sup>a</sup> Pour les épaisseurs de paroi des classes DCTG 1 à DCTG 15, la classe immédiatement supérieure s'applique (voir Article 7).  
<sup>b</sup> La classe DCTG 16 n'existe que pour les épaisseurs de paroi des pièces moulées généralement spécifiées en DCTG 15.

- Par défaut, pour les dimensions, la tolérance de la pièce moulée doit être disposée symétriquement par rapport à la cote nominale (c'est-à-dire avec une moitié du côté positif et une moitié du côté négatif).
- Si l'acheteur et le fabricant sont d'accord, pour des raisons particulières, la tolérance de la pièce moulée peut être asymétrique. Dans un tel cas, la tolérance de la pièce moulée doit être indiquée individuellement, conformément à l'ISO 286-1 et à l'ISO 14405, à la suite de la cote nominale de la pièce brute de fonderie.
- Par défaut, la tolérance pour l'épaisseur de paroi dans les classes DCTG 1 à DCTG 15 doit être plus élevée d'une unité par rapport à la tolérance générale indiquée pour les autres dimensions. Par exemple, si, sur un dessin, une tolérance générale de DCTG 10 est spécifiée, la tolérance sur les épaisseurs de paroi doit être de classe DCTG 11.
- **Exemple d'indication sur un dessin :**

**Tolérances générales ISO 8062-3 — DCTG 12.**

## DT8 - Classes de tolérances géométriques des bruts de fonderie

(Extrait de la norme ISO 8062-3 :2007)

**Tableau A.3 — Classes de tolérances géométriques pour pièces moulées**

Méthode	Classe de tolérance géométrique (GCTG) pour les 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	6 à 8	5 à 7	5 à 7	5 à 7	5 à 7	5 à 7	5 à 7	6 à 8	6 à 8
Moulage en sable, moulage machine et moulage en carapace	5 à 7	4 à 6	4 à 6	4 à 6	4 à 6	4 à 6	4 à 6	5 à 7	5 à 7
Moule métallique permanent (à l'exception de la coulée sous pression)	—	—	—	—	3 à 5	—	3 à 5	—	—
Coulée sous pression <sup>b</sup>	—	—	—	—	2 à 4	2 à 4	2 à 4	—	—
Moulage de précision (cire perdue)	a	3 à 5	3 à 5	3 à 5	3 à 5	2 à 4	3 à 5	a	a
<sup>a</sup> Pour les moulages de précision, suivant la plus grande dimension hors tout, on applique ce qui suit: — ≤ 100 mm: classe 4 à 6; — > 100 mm ≤ 400 mm: classe 4 à 8; — > 400 mm: classe 4 à 9.  <sup>b</sup> Pour les moulages de précision, on applique ce qui suit: — Classe GCTG 2: à n'utiliser que par accord spécial; — Classe GCTG 3: pièces moulées ordinaires, sans coulisseaux latéraux pour la forme extérieure; — Classe GCTG 4: pièces moulées complexes et pièces moulées avec coulisseaux latéraux pour la forme extérieure.									

Note : Il n'est pas donné de valeurs de GCT pour la classe GCTG 1. Cette classe est réservée à des valeurs plus faibles dont on peut avoir besoin dans le futur.

• **Exemple d'indication sur un dessin :**

**Tolérances générales ISO 8062-3 — GCTG 7.**

# DT9 -Tolérances géométriques sur les cotes nominales des brutes de fonderie

(Extrait de la norme ISO 8062-3 :2007)

**Tableau 4 — Tolérances de planéité de pièce moulée**

Dimensions en millimètres

Cote nominale de l'élément de la pièce brute		Tolérance de planéité pour la classe de tolérance géométrique de la pièce moulée (GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
—	≤ 10	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4
> 10	≤ 30	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2
> 30	≤ 100	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 100	≤ 300	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 300	≤ 1 000	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5	7
> 1 000	≤ 3 000	—	—	—	4	6	9	14
> 3 000	≤ 6 000	—	—	—	8	12	18	28
> 6 000	≤ 10 000	—	—	—	16	24	36	56

**Tableau 5 — Tolérances pour la circularité, le parallélisme, la perpendicularité, et la symétrie de pièce moulée**

Dimensions en millimètres

Cote nominale de l'élément de la pièce brute		Tolérance pour la classe de tolérance géométrique de la pièce moulée (GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
—	≤ 10	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2
> 10	≤ 30	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 30	≤ 100	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 100	≤ 300	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5	7
> 300	≤ 1 000	0,9	1,4	2	3	4,5	7	10
> 1 000	≤ 3 000	—	—	—	6	9	14	20
> 3 000	≤ 6 000	—	—	—	12	18	28	40
> 6 000	≤ 10 000	—	—	—	24	36	56	80

**Tableau 6 — Tolérances de coaxialité de pièce moulée**

Dimensions en millimètres

Cote nominale de l'élément de la pièce brute		Tolérance de coaxialité pour la classe de tolérance géométrique de la pièce moulée (GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
—	≤ 10	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 10	≤ 30	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 30	≤ 100	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5	7
> 100	≤ 300	0,9	1,4	2	3	4,5	7	10
> 300	≤ 1 000	1,4	2	3	4,5	7	10	15
> 1 000	≤ 3 000	—	—	—	9	14	20	30
> 3 000	≤ 6 000	—	—	—	18	28	40	60
> 6 000	≤ 10 000	—	—	—	36	56	80	120

Note : Les tolérances générales de forme (rectitude, planéité, circularité) et d'orientation (angularité, parallélisme, perpendicularité) ne s'appliquent pas aux éléments en dépouille.

## DT10 - Classes et valeur de surépaisseur d'usinage sur les bruts de fonderie

(Extrait de la norme ISO 8062-3 :2007)

**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 <sup>a</sup>	F à H <sup>a</sup>	F à H	F à H	F à H	F à H <sup>a</sup>	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

<sup>a</sup> Pour des pièces moulées avec une plus grande dimension hors tout supérieure à 6 300 mm, on applique F à K.

Note : Avec le moulage au sable, les surfaces du dessus peuvent nécessiter davantage de surépaisseur d'usinage que les autres surfaces. Pour de telles surfaces, une classe de RMA plus élevée peut être choisie.

**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

- Exemple d'indication sur un dessin :

**Tolérances générales ISO 8062-3 — DCTG 12 — RMA 6 (RMAG H).**

### DT11 - Paramètres économiques de l'entreprise de fonderie sous pression

L'entreprise travaille 7 heures par jour, 20 jours par mois et 11 mois par an.

Taux de rebut moyen : 5 %

Coût horaire de la presse à injecter sous pression : Idra OL100 T : 450 €/heure

Ital 550 T : 550 €/heure

Force de fermeture : Idra OL100 T : 100 000 daN

Ital 550 T : 550 000 daN

### DT12 - Temps de cycle moyen

Temps de cycle moyen en fonction de la masse de la grappe et épaisseur de parois :

Masse grappe	Épaisseur parois < 5 mm	Épaisseur parois > 5 mm
0,2 à 0,5 kg	35 s	40 s
0,5 à 1 kg	40 s	60 s
1 à 2 kg	60 s	100 s
2 à 4 kg	100 s	180 s
4 à 10 kg	180 s	240 s
10 à 20 kg	240 s	300 s
20 à 40 kg	300 s	480 s

### DT13 - Pression d'injection en fonderie sous pression chambre froide selon la pièce

Détermination de la pression d'injection :

Utilisation de la pièce	Pression d'injection
Standard	400 bars
Mécanique	600 bars
Étanchéité	800 bars

### DT14 - Force d'ouverture et de fermeture en fonderie sous pression chambre froide

$$F_o = p_{inj} \times S_{pg}$$

$$F_f = F_o \times 1,3$$

$F_o$  : force d'ouverture (daN)

$F_f$  : force de fermeture

1,3 : coefficient de sécurité

$p_{inj}$  : pression d'injection (bar)

$S_{pg}$  : surface projetée de la grappe (cm<sup>2</sup>)

**ACIERS PRÉTRAITÉS**

**LA 2312 - PT 110 kg resulfuré - EN : 40CrMnMoS8.6 (40 CMD 8 + S) - WNr 1.2312 50 22**

**Composition en %**

Carbone : ..... 0,35-0,45    Manganèse : ..... 1,40-1,60    Silicium : ..... 0,30-0,50  
 Chrome : ..... 1,80-2,00    Molybdène : ..... 0,15-0,25    Soufre : ..... 0,05-0,10  
 Phosphore : ..... ≤ 0,03

**Propriétés**

Densité : 7,85.  
 Conductivité thermique à 20 °C : ± 40 W/(m.K).  
 Module d'YOUNG : 205 000 N/mm².  
 Valeurs typiques de traction : Rp 0,2 : 830 N/mm², Rm : 950-1100 N/mm² - A 5,65 : 13,5 %.  
 Coefficient de dilatation thermique par °C de +20 à 100 °C : 11,9 x 10<sup>-6</sup>,  
 de +20 à 200 °C : 12,4 x 10<sup>-6</sup>, de +20 à 300 °C : 12,8 x 10<sup>-6</sup>, de +20 à 400 °C : 13,1 x 10<sup>-6</sup>.  
 Coefficient de poisson : 0,3.

**Etat de livraison**

Traité à 280-320 HB et stabilisé.  
 Identification : Bleu croix noires **xxx**.  
 Contrôle ultrasons suivant NFA 04305.

**Aptitudes**

Acier faiblement allié, livré à l'état traité pour une dureté comprise entre 280 et 320 HB.  
 - Stabilisation après revenu.  
 - Très bonne usinabilité.

**Applications**

Carcasses de moules, pièces mécaniques, lames.  
 Ne convient pas pour des pièces polies ou grainées.

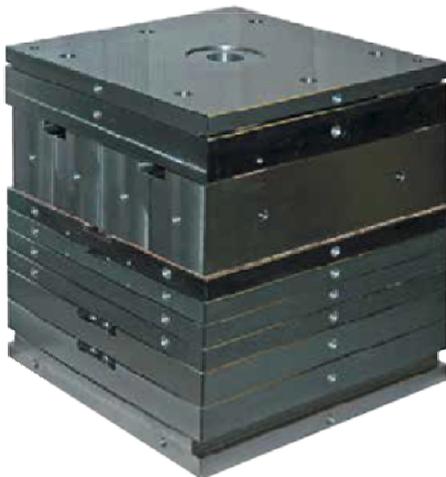
**Métal d'apport**

Baguette diamètre 1,6 mm.  
 Code Lugand : 43 05 001



**Important**

*Cet acier est livré à l'état traité prêt à l'emploi, il est déconseillé de refaire un traitement thermique (nous consulter si nécessité).*



Découvrez nos gammes de plats de précision pages p. 91-93.



**Sections disponibles des tôles en mm (largeur maxi : 2000 mm)**

16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
85	90	105	110	115	125	135	150	160	175	190	205	225	250
265	280	305	325	340	350	360	375	405					

Voir aussi les plats de précision pages 91-93.

ACIERS D'EMPREINTES

**SMV5 W - Version refondue par électrode consommable** 50 35  
**EN : X50CrMoWV5 - (Z 50 CDWV 5)**

Composition en %

Carbone : ..... 0,50    Chrome : ..... 5,00    Molybdène : ..... 1,30  
 Vanadium : ..... 0,40    Tungstène : ..... 1,30

Propriétés

Densité : 7,9.  
 Coefficient de dilatation thermique par °C : de +20 à 200 °C :  $11,2 \times 10^{-6}$ ,  
 de +20 à 400 °C :  $12,0 \times 10^{-6}$ , de +20 à 600 °C :  $12,8 \times 10^{-6}$ .  
 Points de transformation : Ac 1 = 810 °C - Ac 3 = 880 °C.  
 Forgeage : 1050-850 °C.  
 Recuit : chauffage à 850 °C. - Refroidissement lent.  
 A l'état adouci, dureté Brinell approximative 240 HB.

Etat de livraison

Recuit à 240 HB. Couleur d'identification : rose croix noires **XXX**  
 Réception des structures à l'état recuit selon processus B2234.

Traitement thermique

**Trempe** : préchauffage à 700 °C, chauffage à 1000 °C.  
 Trempe à l'air ou sous pression de gaz.  
 Pour les pièces massives, la trempe à l'air peut-être remplacée par la trempe dans un bain de sels à 220 °C suivi d'un refroidissement à l'air.  
 Il est recommandé d'effectuer le chauffage sous atmosphère inerte.  
**Revenu** : pour obtenir la dureté maximale, il est nécessaire d'effectuer 2 revenus successifs à 520 °C.

Aptitudes

- Dureté élevée.
- Grande ténacité.
- Bonne résistance à l'usure.
- Peu de déformation au traitement thermique.
- Peut être utilisé pour réaliser des outillages portés en service jusqu'à la température de 450 °C.
- Résiste bien aux chocs thermiques.
- Grande aptitude aux nitrurations et dépôts (PVD).
- Grande aptitude aux opérations de polissage et grainage.

Applications

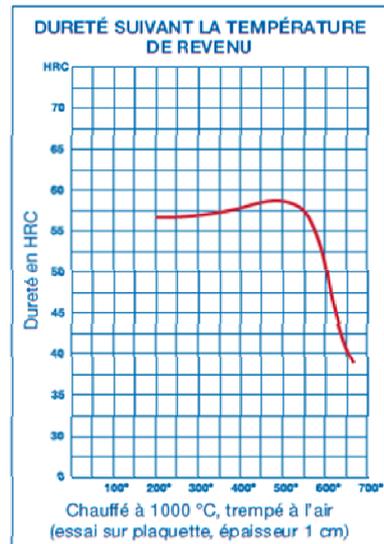
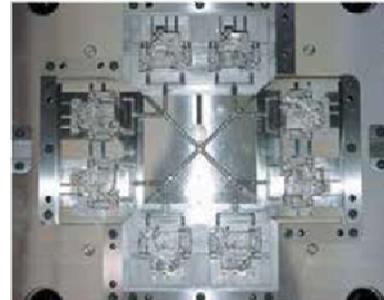
- Moules d'injection pour matières plastiques abrasives.
- Matrices et poinçons de formage.
- Moule injections ZAMAK.
- Outil de forge et découpage à froid.
- Outil de découpe.

Métal d'apport

Baguette soudure WRLA8 dia. 1,6.  
 Code Lugand 43 05 130.



**AUBERT & DUVAL**



Livraison 240 HB	Dureté maxi 58 HRC	Nit. 1000 HV
PVD	Polissage ***	ESR
ESR	VAR	

Sections disponibles en mm

●	31	41 / 41	51 / 51	61	71 / 71	81	91
■	400x30 / 400x30	400x40 / 400x40	400x60 / 400x60	400x80 / 400x80	400x100 / 400x100	400x125	400x150
	400x100 / 400x100	400x125	400x150	620x250			

0000 : Stock Lugand - 0000 : Stock CMM

ACIERS D'EMPREINTES

**ADC88 - Version refondue par électrode consommable** 50 09  
**EN : X36CrMoV5.2 (Z 35 CDV 5.2) modifié - WNr : 1.2367 modifié**

Composition en %

Carbone : ..... 0,35    Chrome : ..... 5,00    Molybdène : ..... 2,30  
 Vanadium : ..... 0,40

Propriétés

Densité : 7,85.  
 Coefficient de dilatation thermique par °C : de +20 à 100 °C :  $11 \times 10^{-6}$ ,  
 de +20 à 300 °C :  $11,8 \times 10^{-6}$ , de +20 à 500 °C :  $12,8 \times 10^{-6}$ .  
 Points de transformation : Ac 1 = 840 °C, Ac 3 = 910 °C.  
 Forgeage : 1100-900 °C - Recuit : chauffage à 830 °C - Refroidissement lent.  
 A l'état adouci, dureté Brinell approximative 235 HB.

Etat de livraison

Recuit à environ 235 HB.  
 Couleur d'identification : jaune, croix bleues **XXX**

Traitement thermique

Trempe : préchauffage à 750 °C, chauffage à 1020 °C.  
 Trempe à l'air ou sous pression de gaz.  
 Pour les pièces massives, la trempe à l'air peut-être remplacée par la trempe dans un bain de sels à 220°C suivie d'un refroidissement à l'air.  
 Il est recommandé d'effectuer le chauffage sous atmosphère inerte.  
 1<sup>er</sup> revenu : vers 550°C. 2<sup>e</sup> revenu : entre 550°C et 650°C suivant la dureté désirée.

Aptitudes

- Très grande aptitude au polissage.
- Bonne résistance à l'oxydation à chaud.
- Bonne résistance aux chocs et à la fatigue thermique.
- Grande ténacité.
- Grande résistance à l'usure.
- Bonne aptitude au polissage.
- Grande aptitude aux nitrurations.
- Grande aptitude aux revêtements de surface (dépôts PVD).

Applications

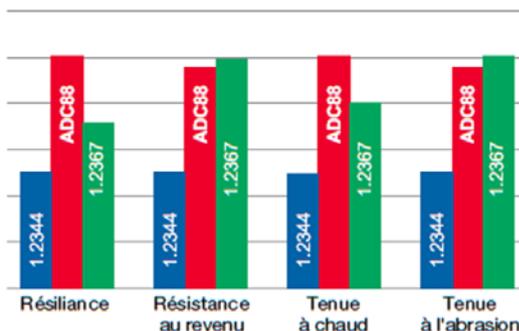
- Moules d'injection sous pression d'alliages légers
- Matrices et inserts de forge.
- Moules pour transformation de matières plastiques.
- Outillages de filage.
- Moules de verrerie.

Métal d'apport

Baguette WRLA4 Ø 1,6. Code Lugand 43 05 005.  
 Baguette WRLA8 Ø 1,6. Code Lugand 43 05 130.



**AUBERT & DUVAL**



Livraison  
235 HB

Dureté  
maxi  
55 HRC

Nit.  
1000 HV

PVD

Polissage  
\*\*\*\*

ESR

VAR

Sections disponibles en mm

1050x220    1050x320    1050x380    1050x400

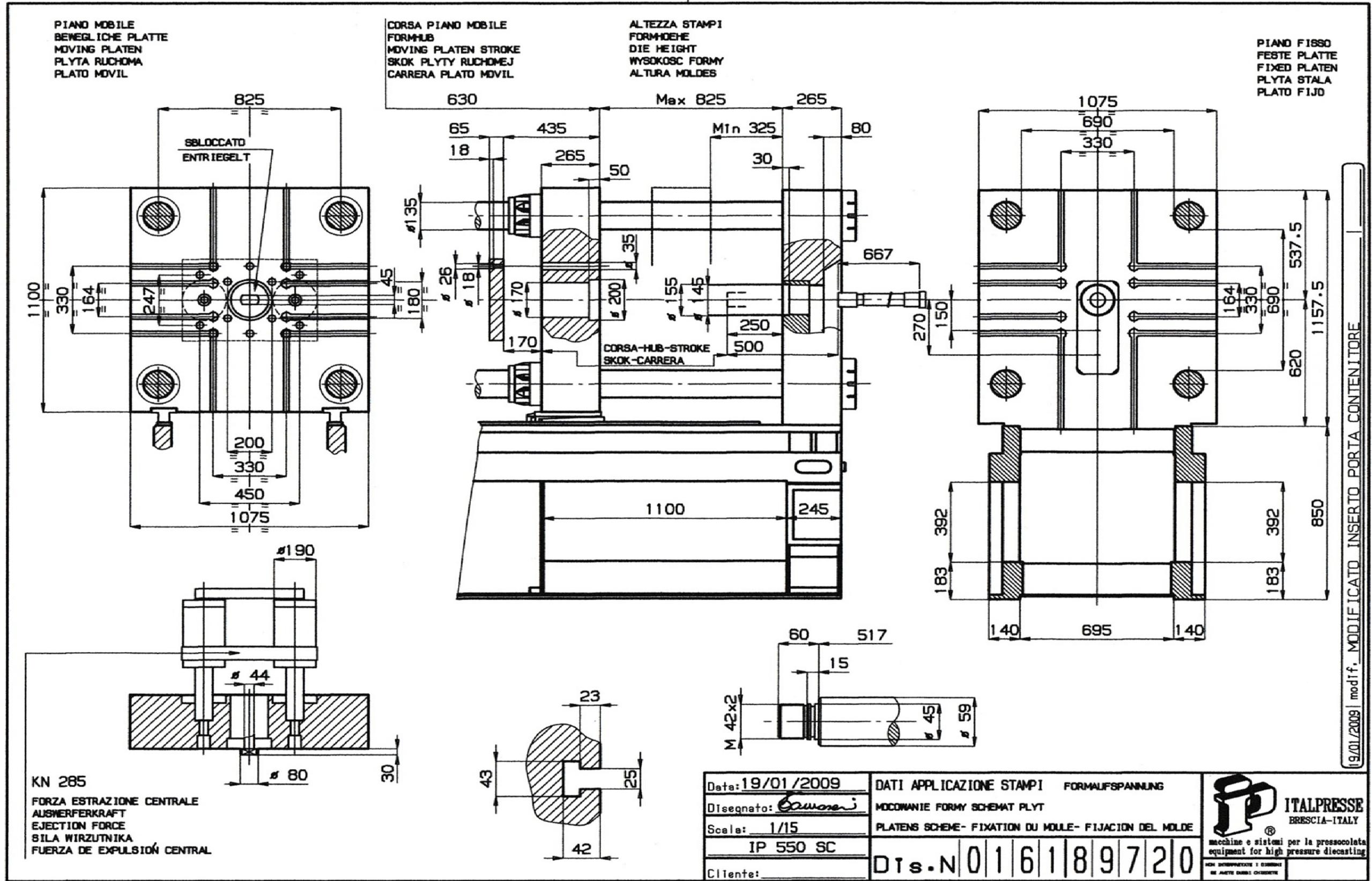
0000 : Stock Lugand - 0000 : Stock CMM

## DT16 - Décodage des cotes ISO

Source : Guide du dessinateur industriel

Extraits de tolérances ISO pour alésage (en microns : 1 $\mu\text{m}$ = 0,001 mm)														
dimensions nominales (en mm)														
au-delà de à (inclus)	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400		
D10	ES	+60	+78	+98	+120	+149	+180	+220	+260	+305	+355	+400	+440	+480
	EI	+20	+30	+40	+50	+65	+80	+100	+120	+145	+170	+190	+210	+230
E9	ES	+39	+50	+61	+75	+92	+112	+134	+159	+185	+215	+240	+265	+290
	EI	+14	+20	+25	+32	+40	+50	+60	+72	+85	+100	+110	+125	+135
F8	ES	+20	+28	+35	+43	+53	+64	+76	+90	+106	+122	+137	+151	+165
	EI	+6	+10	+13	+16	+20	+25	+30	+36	+43	+50	+56	+62	+68
G7	ES	+12	+16	+20	+24	+28	+34	+40	+47	+54	+61	+69	+75	+83
	EI	+2	+4	+5	+6	+7	+9	+10	+12	+14	+15	+17	+18	+20
H6	ES	+6	+8	+9	+11	+13	+16	+19	+22	+25	+29	+32	+36	+40
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H7	ES	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H8	ES	+14	+18	+22	+27	+33	+39	+46	+54	+63	+72	+81	+89	+97
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H9	ES	+25	+30	+36	+43	+52	+62	+74	+87	+100	+115	+130	+140	+155
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H10	ES	+40	+48	+58	+70	+84	+100	+120	+140	+160	+185	+210	+230	+250
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H11	ES	+60	+75	+90	+110	+130	+160	+190	+220	+250	+290	+320	+360	+400
	EI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H12	ES	100	+120	+150	+180	+210	+250	+300	+350	+400	+460	+520	+570	+630



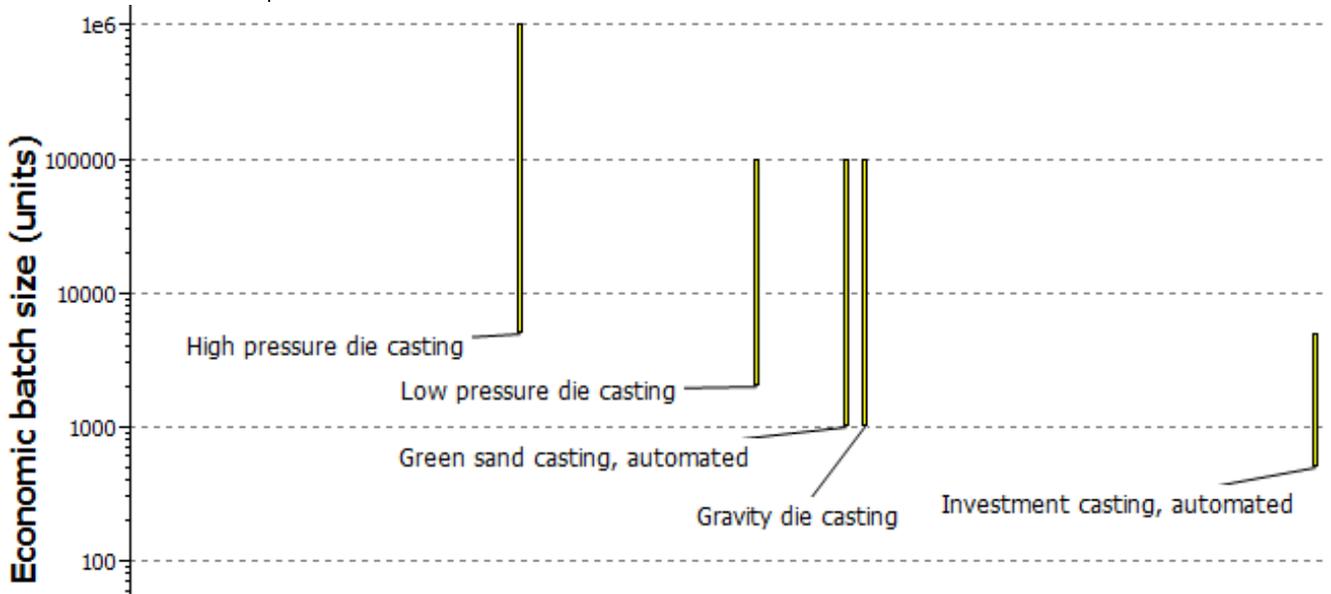


**DR1 - Questions 1.3 et 1.5**

Question 1.3

Calcul détaillé du nombre de pièces à produire par an :

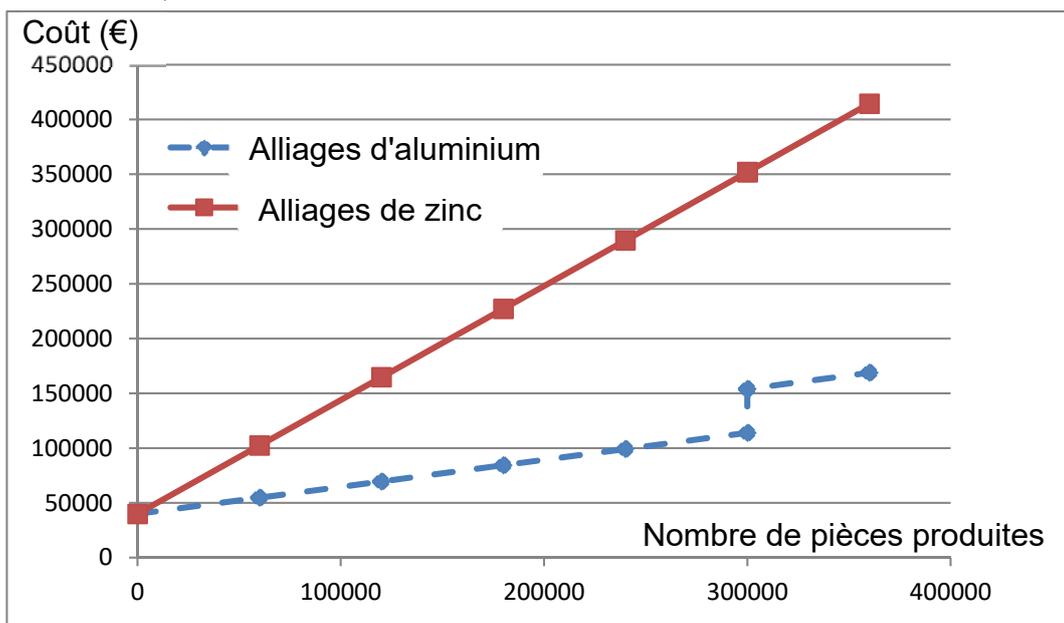
Choix argumenté du procédé le plus approprié :



Question 1.5

Choix argumenté du couple matériau/procédé :

Origine du saut sur la courbe associée aux alliages d'aluminium :



**DR2 - Questions 1.6 et 2.4**

Question 1.6

Tableau des caractéristiques de durabilité exigées par le cahier des charges et disponibles avec le matériau retenu :

Caractéristiques de durabilité	Exigences fonctionnelles requises	Possibilités du matériau
Résistance en milieux salins	<i>Excellente</i>	<i>Acceptable</i>
Résistance en milieux acides		
Résistance en milieux basiques		
Température minimale		

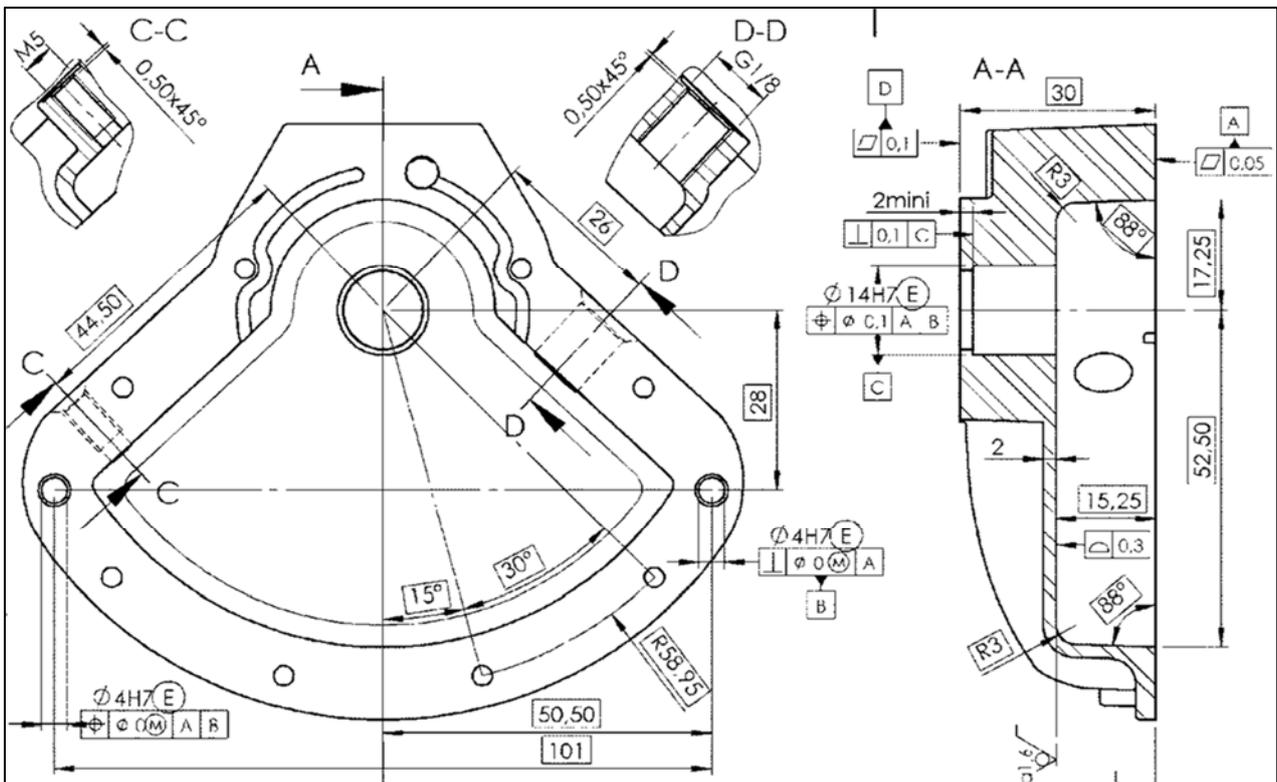
Caractéristiques de durabilité non garanties par ce matériau :

Si nécessaire, étape du processus de fabrication de la demi-coque qui permettrait de conserver ce matériau :

Question 2.4

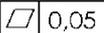
Repérage des groupes de surfaces fonctionnelles sur l'extrait de dessin de définition ci-dessous :

- BLEU :** FT8 / FT9 (Réglage des positions extrêmes de l'axe du vérin)
- VERT :** FT5 (Assurer le guidage en rotation de l'axe)
- ROUGE :** FT9 (Permettre l'alimentation en air comprimé)



**DR3 - Question 2.8**

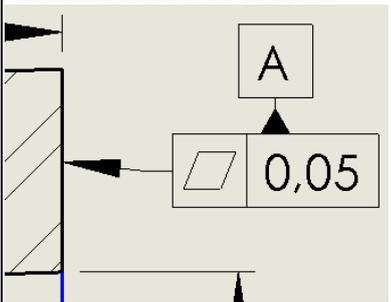
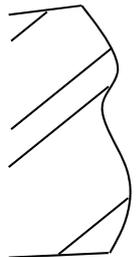
Question 2.8

Signification de  0,05 . **Compléter** le tableau ci-dessous.

Fonction technique associée à cette spécification :

Défaillance qui pourrait être à l'origine d'un non respect de cette spécification :

Si la classe de tolérance retenue est GCTG 3, **justifier** si cette exigence peut être obtenue brut de fonderie :

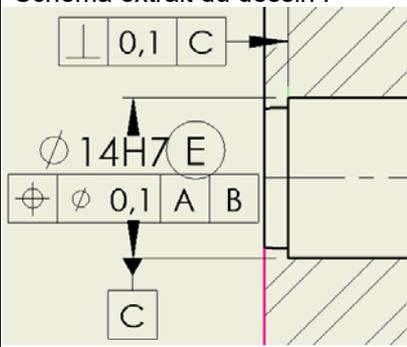
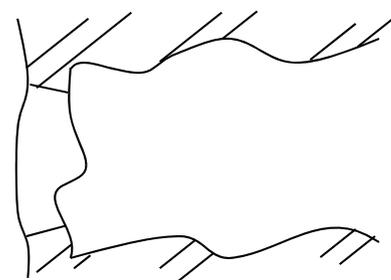
Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Type de spécification (*) :	Élément non idéaux		Éléments idéaux	
	Élément(s) tolérancé(s) (*)	Élément(s) de référence (*)	Référence spécifiée (*)	Zone de tolérance
FORME <input type="checkbox"/> ORIENTATION <input type="checkbox"/> POSITION <input type="checkbox"/> BATTEMENT <input type="checkbox"/>	UNIQUE <input type="checkbox"/> GROUPE <input type="checkbox"/>	UNIQUE <input type="checkbox"/> MULTIPLE <input type="checkbox"/>	SIMPLE <input type="checkbox"/> COMMUNE <input type="checkbox"/> SYSTÈME <input type="checkbox"/>	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.				Formes et contraintes :
Schéma extrait du dessin : 			skin modèle : 	

**DR4 - Questions 2.9 et 3.1**

Question 2.9

Signification de  $\perp 0,1 C$  . **Compléter** le tableau ci-dessous.

Si la classe de tolérance retenue est GCTG 3, **justifier** si cette exigence peut être obtenue brut de fonderie :

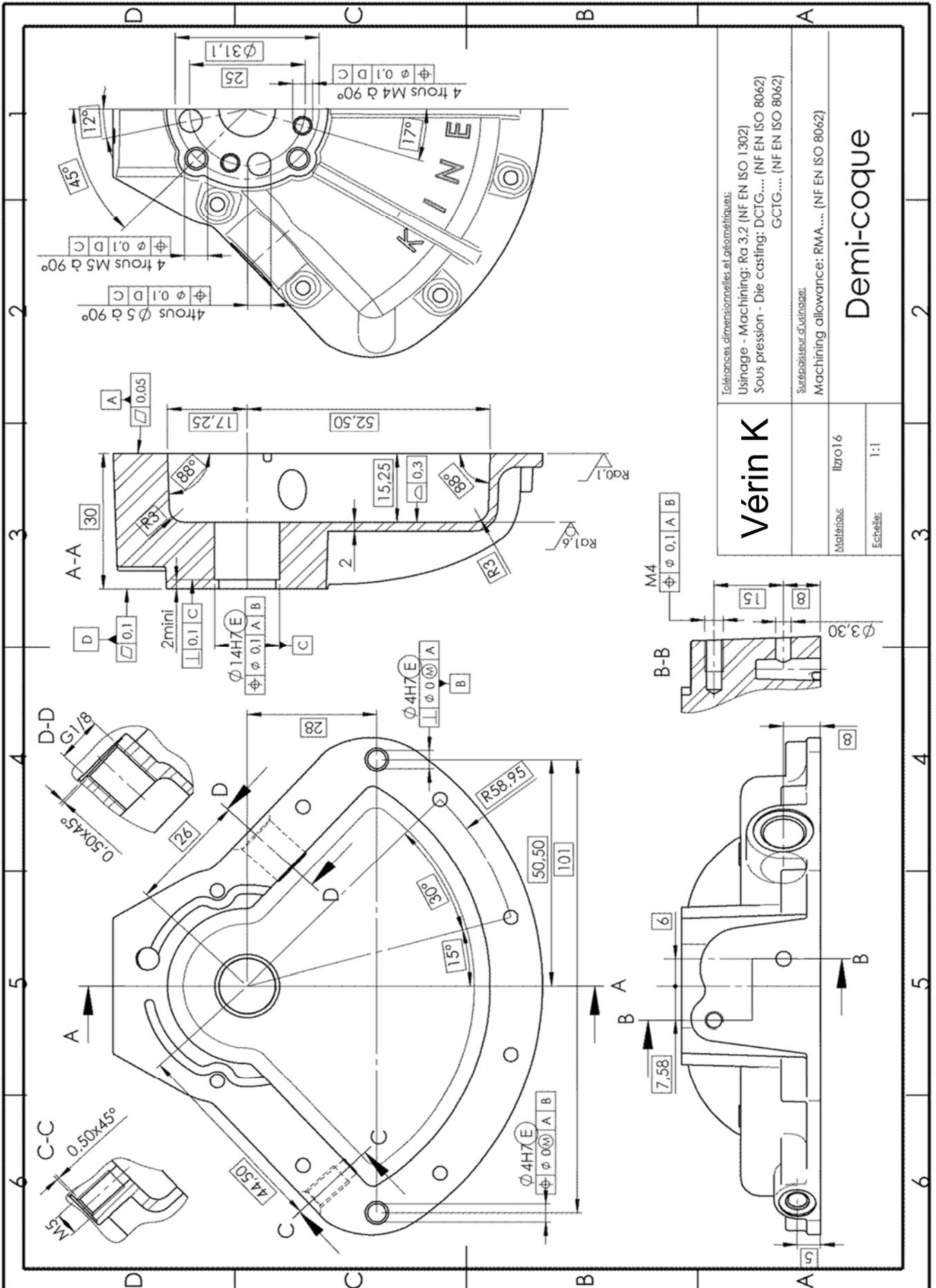
Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Type de spécification (*):	Éléments non idéaux		Éléments idéaux	
	Élément(s) tolérancé(s) (*)	Élément(s) de référence (*)	Référence spécifiée (*)	Zone de tolérance
FORME <input type="checkbox"/> ORIENTATION <input type="checkbox"/> POSITION <input type="checkbox"/> BATTEMENT <input type="checkbox"/>	UNIQUE <input type="checkbox"/> GROUPE <input type="checkbox"/>	UNIQUE <input type="checkbox"/> MULTIPLE <input type="checkbox"/>	SIMPLE <input type="checkbox"/> COMMUNE <input type="checkbox"/> SYSTÈME <input type="checkbox"/>	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.				Formes et contraintes :
Schéma extrait du dessin : 			skin modèle: 	

Question 3.1

Tableau à compléter :

Types de contrôle :

Contrôle non destructif	Approprié	Fréquence : 100 % ou par prélèvement
Visuel		
Étanchéité		
Magnétoscopie		
Ressuage		
Courant de foucault		
Ultra-son		
Radiographie		
Double pesée		



<b>Vérin K</b>		Tolérances dimensionnelles et géométriques: Usinage - Machining: Ra 3,2 (NF EN ISO 1302) Sous pression - Die casting: DCTG.... (NF EN ISO 8062) GCTG.... (NF EN ISO 8062)	
		Surépaisseur d'usinage: Machining allowance: RMA.... (NF EN ISO 8062)	
Matériau(s):		Alzro16	
Echelle:		1:1	
		<b>Demi-coque</b>	