



Rapport ProjetFAB Palier Mélangeur

—
AMRI Alexandre
HIMPE Arthur
LACOMBE Nicolas
THOMAS Ivan

SOMMAIRE

Table des matières

SOMMAIRE	2
Introduction	3
Problématique	3
Contexte/présentation	3
Fonderie	4
Introduction	4
Plan de la pièce	4
Modèle	4
TP Fonderie	5
Usinage	8
Usinage sur machines conventionnelles	8
Description de la phase à réaliser	8
Réalisation de la phase 100 :	9
Usinage sur machines à commandes numériques	9
Description de la phase à réaliser :	10
Réalisation de la phase 200 :	11
Métrologie	12
Phase de mesure :	12
Phase d'exploitation :	13
Conclusion	14
Conclusion Fonderie.....	Error! Bookmark not defined.
Conclusion Usinage :	Error! Bookmark not defined.
Conclusion Métrologie :	Error! Bookmark not defined.
Annexes	15



Introduction

Dans le cadre de la découverte et de l'apprentissage des outils et des moyens de production dans le monde industriel, l'équipe de TP 12 a suivi un cycle de travaux pratiques. L'objectif était de fabriquer une pièce (palier mélangeur) -dans le contexte d'industrialisation d'une série de pièces- en suivant un cycle complet de fabrication :

- Avant-Projet
- Fonderie
- Fabrication, phases d'usinage
- Contrôle, grâce à la métrologie
- Réception, présentation le 19/12/24

Problématique

Mettre en évidence les interactions procédé/fonctionnalité, Industrialiser une série de pièces (processus au travers l'étude d'un cas concret).

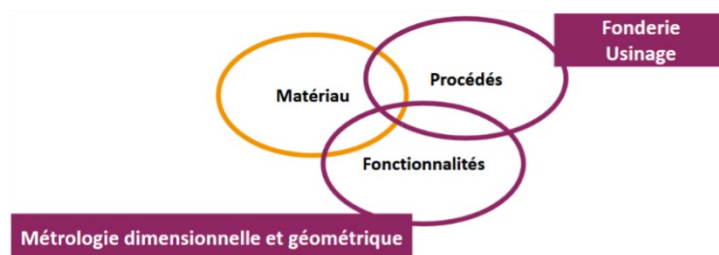


Figure 1 : Interactions procédés, fonctionnalités et matériaux [1]

Contexte/présentation

Le projet vise à industrialiser une série de pièce : faire acquérir directement par les étudiants eux-mêmes les interactions liées aux conditions de fabrication et à leur mise en œuvre sur les caractéristiques géométriques finales d'une pièce.

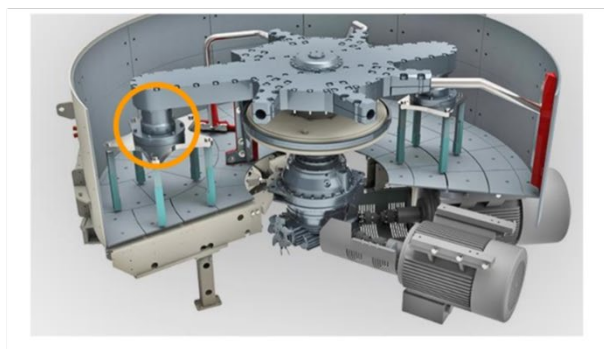
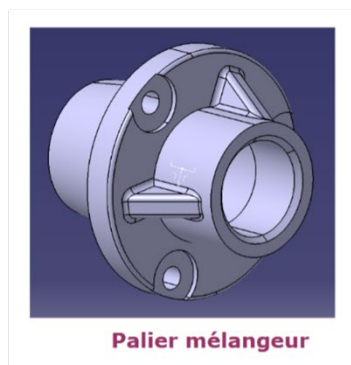


Figure 2 : Présentation palier Mélangeur [1]

Fonderie

Introduction

L'objectif du TP du 18/10/2024 était de découvrir le procédé du « moulage en sable », de la réflexion à la réalisation en passant par l'étape de confection du moule en « sable à vert ». Le modèle en bois n'était pas à réaliser mais nous avons dû choisir sa forme, en fonction de règles de moulage comme les portées de noyaux, la localisation du plan de joint ainsi que la possibilité d'extraire le modèle sans détruire notre moule. Enfin après la phase durant laquelle le métal en fusion est versé, nous avons détruit le moule, étape finale après le refroidissement des pièces.

Plan de la pièce

À partir du plan fournit par le client, montré ci-dessous, nous avons réalisé la pièce en fonderie avec de l'AlSi7 :

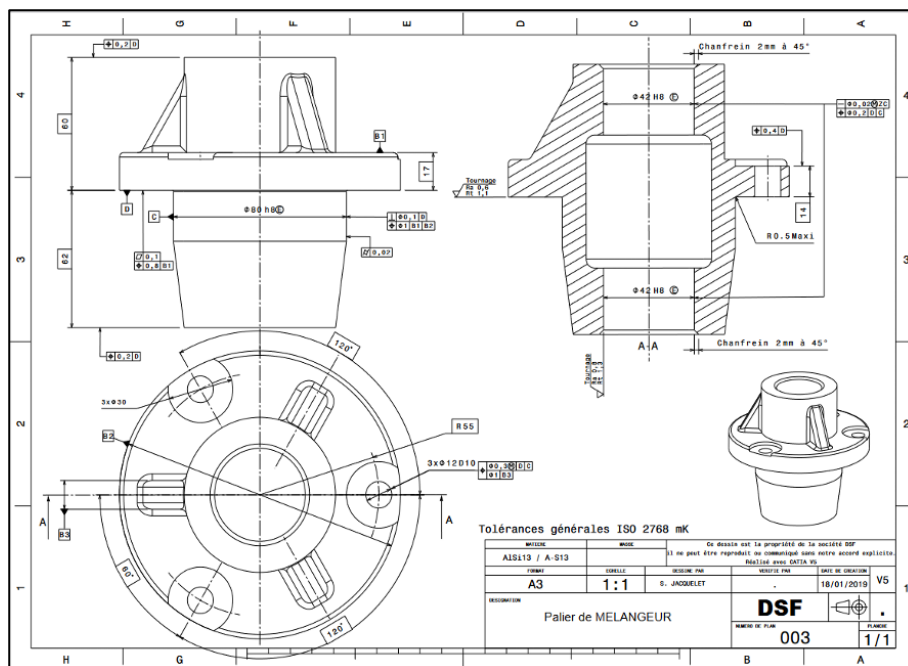


Figure 3 : Dessin de définition du palier mélangeur

Modèle

Le dessin du modèle s'appuie sur le dessin de définition en prenant en compte certains détails spécifiques à la fonderie :

- Le plan de joint
- Le retrait linéaire et volumique
- Les dépouilles
- Les surépaisseurs d'usinage

Nous avons commencé par analyser le plan Figure 1, afin de décider de notre modèle ainsi que de la position de celui-ci dans le moule. Nous avons choisi de

placer la partie la plus simple de la pièce vers le haut comme montré dans le schéma (figure 4) afin de plus facilement placer le moule « mâle » lors de la deuxième phase de la réalisation du moule. De plus l'orientation des nervures dans le sens contraire aurait induit un phénomène de contre-dépouille rendant plus difficile le démoulage. Nous avons réfléchi à la position d'éventuels dépouilles et surépaisseurs d'usinage, ceci dans le but de faciliter le démoulage et d'anticiper l'usinage futur du brut, dont les dimensions sont spécifiées.

L'équipe a aussi été informée de la prise en compte du retrait linéaire et volumique spécifique à l'alliage de AlSi7.

Le moule est réalisé en sable silico-argileux, aussi appelé « sable à vert » composé de silice, d'argile, de graphite et lié par de l'eau. Dans une démarche de moulage éco-responsable, ce sable présente l'avantage d'être réutilisable après nettoyage. Lors de la réalisation du moule, le sable ne sera pas trop serré pour ne pas être rendu imperméable, afin de permettre l'évacuation des gaz lors de la coulée du métal, ce qui permettra de se passer d'évent.



Figure 4 : Photographie du sable à vert

Si la pièce présente une allure composée de bosses, de creux, les sommets sont susceptibles de ne pas être complets à cause du phénomène de retassure. Pour pallier ces retassures des masselottes peuvent être utilisés ; dans notre cas notre pièce est composée d'un seul bloc et il n'y a pas nécessité de venir ajouter ces réserves de métal en fusion.

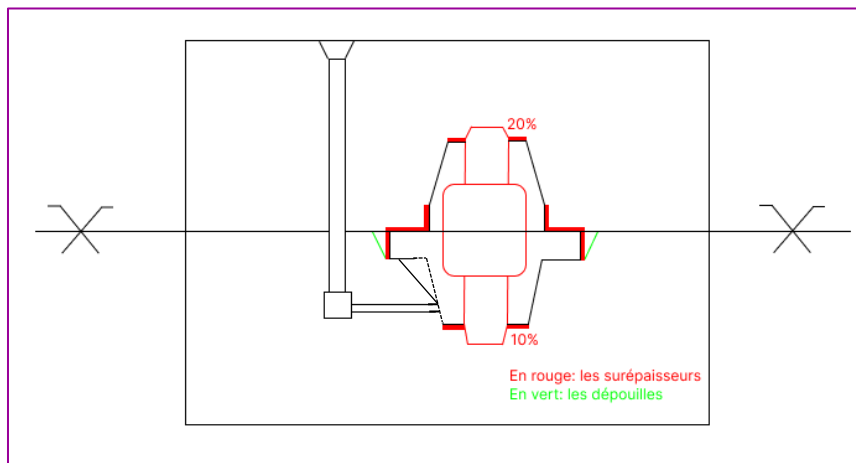


Figure 5 : Plan de coupe du modèle, légendé

TP Fonderie

Une fois le choix du modèle et le modèle posé il faut concevoir le moule. Dans un premier temps, le modèle en bois est posé dans le fond du châssis femelle contre le marbre et est recouvert de sable silico argileux tamisé (silice, graphite, argile lié, eau). Cependant il est nécessaire de le tamiser au départ pour enlever les impuretés qui pourraient perturber le serrage du sable (améliorer la finesse).



Figure 6 : Tamis

Fouloir



Figure 7 : Tassage de la silice autour du modèle (figure 7)

On serre le sable tamisé autour du modèle au fouloir en bois puis on complète le châssis avec du sable non-tamisé que l'on sert cette fois-ci avec une pilette en métal. Une fois la partie basse réalisée on passe un coup de réglette et on retourne. On lisse le plan de joint et ajoute du talque dessus, qui facilitera le démoulage (agent de démoulage). On place 3 rondelles en dessous du châssis mâle.



Figure 8 : photographie du modèle en bois

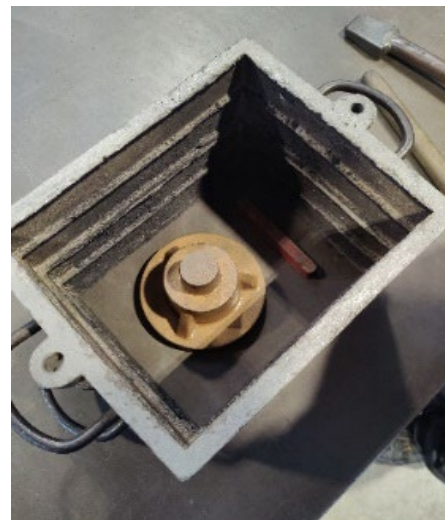


Figure 9 : Photographie du dessus du modèle dans le châssis, avec le chenal

Après avoir réalisé le canal de coulé, constitué de l'attaque, du chenal, de la descente et de l'entonnoir, le moule a été transporté près de la forge où de l'AlSi7 est fondu sous des températures comprises entre 700 et 720°C.

Ensuite, le coulage de l'alliage a été réalisé à l'aide d'un creuset porté au bout d'une pince qui est ensuite retourné pour verser le contenu au niveau de l'entonnoir jusqu'à remplissage du moule avec l'apparition d'une flaque. Après 10 minutes d'attente, l'alliage s'est durci au sein du moule.



Figure 9 : Le métal est versé dans le moule à l'aide du creuset



Figure 11 : l'alliage durci au sein du moule (refroidissement)

Pour la réalisation du démoulage, nous devons nous munir de gants ainsi que de lunettes. Le moule a été placé dans une brouette pour le séparer et en retirer la pièce réalisée, puis à l'aide d'une pince, il a été placé dans une autre brouette pour réaliser l'opération de décochage qui consiste à retirer le noyau au sein du palier mélangeur à l'aide de marteaux. Le changement de brouette est nécessaire afin de séparer la matière restant du noyau et le sable de vert.



Trou de coulé

Figure 11 : pièce à la sortie du moule



Figure 103 : Après refroidissement et nettoyage de la pièce

Nous avons remarqué la présence d'une forte odeur se dégageant de la pièce réalisée. Nous remarquons aussi de nombreuses imperfections, dues au mauvais serrage du sable qui impacte donc l'état de surface de la pièce, qu'il sera nécessaire de corriger par la suite en usinage. Pour que la pièce atteigne la température ambiante de 20°C, il faudra attendre quelques heures au maximum.

Usinage

Les surfaces à usiner dans ce TP, les machines et le matériel à disposition sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

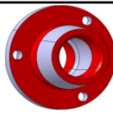
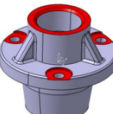
GAMME D'USINAGE		Ensemble: Malaxeur	Bureau des Méthodes	
		Elément: Palier mélangeur	Arts et Métiers	
		Matériau: Al Si 13		
		Brut: Fonderie AM		
PH	CROQUIS	OPERATION	Outil	MACHINE
0		Reception du brut de fonderie		
100		MIP sur B1 et B2 Ebauche, Finition de D, C et D1 Alésage ébauche, Finition de F et G finition de E	Outil à dresser/ charioter Outil Inter coudé à 45°	Tour conventionnel 
200		MIP sur D1,C et raidisseur B3 Ebauche et Finition J Centrage H x3 Perçage H x3 finition de K	fraise Ø 12 foret à centrer Forêt Ø 9 fraise à chanfreiner	Centre d'usinage 5axes 
300		Ebavurage		
400		Contrôle		

Figure 14 : Gamme d'usinage du palier mélangeur, répertoriant notamment les opérations à réaliser lors des Tps

La phase 100 est donc réalisée sur un tour conventionnel : les opérations de cette phase étant symétriques axiales et simples à réaliser.

La phase 200 est réalisée sur une machine à commande numérique : les perçages doivent être réalisés à des endroits précis

Usinage sur machines conventionnelles

Description de la phase à réaliser

Le contrat de la phase se trouve ci-dessous :

Nom: THOMAS , LACOMBE, AMRI, HIMPE	Prénom:ivan, nicolas, alexandre,arthur	Date: 20/11/2024
PHASE n°100	Ensemble: Malaxeur	Bureau des méthodes
	Pièce: Pallier mélangeur	
	Matériau: Al Si 13	
Machine - Outil: Tour Cazeneuve conventionnel		

Pièce , MIP

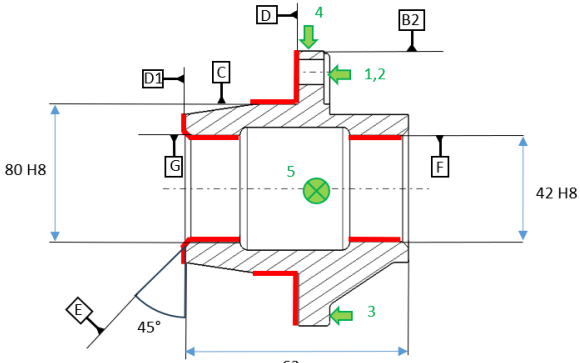


Figure 15 : MIP et usinage de la phase 100 issue du contrat de phase [2]

Présentation de l'outillage :

Désignation des opérations en 2D (usinage en trait rouge)	Outils réf, vue 3D/photo	Vc en m / min	f en mm / tr / dt	N en tr / min	Vf en mm / min
MIP sur B1 et B2	Mors				
Ebauche de D, C et D1	PCLNL 2525M 12 	210	0,3	835	250,5
Finition de D, C et D1	SVJBL 2525M 16 	200	0,3	1889	596,7
Alésage ébauche de F et G	S20S-PCLNL 09 	345	0,15	2614	1045
finition de F et G	S20S-PCLNL 09 	345	0,15	2614	1045
Finition de E	outil à chanfreiner	345	0,15	2614	1045

Figure 16 : Outils utilisés pour la phase 100 issue du contrat de phase [2]

Réalisation de la phase 100 :

Nous allons fixer la pièce dans le tour manuel avec 3 mandrins à mors durs. Les limitations de la machine nous permettront cependant de choisir d'usiner uniquement avec une vitesse de 800 tr/min.

On réalisera une phase en tangentant sur l'axe **Z** et un chariotage de passe 1mm, repris à 1mm selon l'axe **X** (pour la surface D et D1), ensuite, pour 80mmH8 qui est une cote précise, une passe à 81 mm tangenté sur le diamètre (pour la surface C) repris à avec une finition de 0.5mm, puis on fait les deux portés de roulement en 1 phase. On finira effectuant un chanfrein de 2 mm avec un outil incliné à 45° (surface E).

Nous pouvons critiquer l'usinage de la portée de roulement en une seule phase plutôt que deux. En effet pour usiner la portée la plus éloignée, l'outil est trop sorti. Il est donc soumis à de fortes vibrations et oscillations ce qui réduit grandement la qualité de l'alésage.

Une solution serait l'ajout d'une phase 300, dans laquelle la pièce serait retournée, et des mors doux utilisés afin de protéger la surface usiné C.

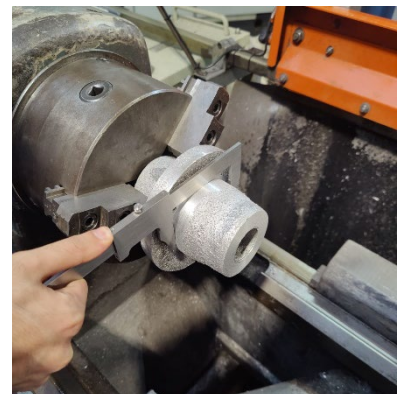


Figure 17 : Mesure au pied à coulisse du diamètre de la surface C.

Usinage sur machines à commandes numériques

Description de la phase à réaliser :

Le contrat de la phase 200 se trouve ci-dessous :

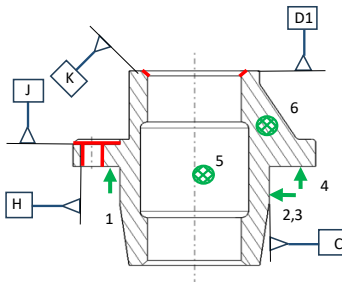
Nom: AMRI, HIMPE, LACOMBE, THOMAS		Prénom: Alexandre, Arthur, N Date: 26/11/24	
PHASE n°200	Ensemble: Malaxeur	Bureau des méthodes 	
	Pièce: Palier Mélangeur		
	Matière: AISi7		
Machine - Outil: Tour conventionnel			
Pièce , MIP			
			

Figure 18 : MIP et usinage de la phase 200 issue du contrat de phase [2]

Présentation de l'outillage :

Désignation des opérations en 2D (usinage en trait rouge)	Outils réf, vue 3D/photo	Vc en m / min	f en mm / tr / dt	N en tr / min	Vf en mm / min
Ebauche et Finition J	ref: Fraise Amya $\varnothing 12$ 	300	0,2	7960	1590
finition de K	ref: Foret à pointer A500T 	22 ou 36		769	
Percage H x3	ref: Foret HSS X15 $\varnothing 12$ 	60	0,261	1591	414
Centrage H x3	ref: Foret à pointer A500T 	22 ou 36		769	

Figure 19 : Outils utilisés pour la phase 200 issue du contrat de phase [2]

Réalisation de la phase 200 :

Zone usiné * 3

Zone usiné

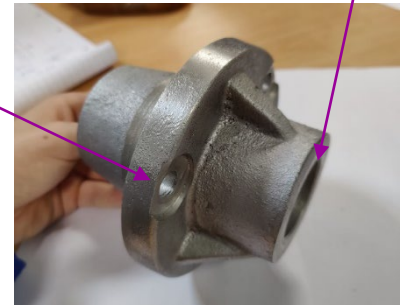


Figure 20 : Photographie de la pièce à l'issue de la phase 200

Afin de fonctionner de manière automatique, sans intervention humaine, la machine à commande numérique nécessite un réglage préalable. Il faut que la position de son plateau soit connue, ainsi que la position de l'outil dans l'espace, par rapport à la pièce. Nous avons ainsi dans un premier temps procédé au réglage de l'orientation du plateau, qui s'effectue sans la pièce.

Nous n'avons pas eu besoin d'apporter les outils, ceux-ci se trouvaient déjà dans le magasin de la machine. Après avoir positionné la pièce dans la machine, l'origine de la pièce et son orientation par rapport à une arête ont été définies au moyen d'un palpeur. 2 points ont été palpés.

La machine à commande numérique nécessite un algorithme pour fonctionner (fichier MPF) obtenu grâce au logiciel Catia, à partir duquel on définit les opérations à réaliser sur une vue 3D de la pièce. Le programme est ensuite téléversé dans la machine pour être vérifié.



Figure 21 : Perçage de la surface H.

Un foret à pointer est utilisé en amont des perçages dans le but d'éviter les oscillations du foret, pour le guider. Nous aurions pu nous passer de cette étape si nous avions à disposition un foret carbure, toutefois beaucoup plus cher qu'un foret standard (80€ contre 1€).

Pour un gain de temps l'opération de contournage, plutôt que surfacage (foret usiné dans le vide au centre du cylindre) a été privilégiée. Une attention particulière a été apportée lors du contrôle de déplacement de l'outil, lequel devait notamment éviter les nervures.

Lors de la mise en marche de l'usinage, les potentiomètres de la machine à commande numérique sont positionnés à 0% afin de contrôler le bon fonctionnement du processus. Ils sont ensuite remis à 100%.

Métrologie

Pour vérifier si les pièces sont fonctionnelles, il est nécessaire de contrôler leur dimension et leur placement dans l'espace. Nous avons effectué cette batterie de tests sur la machine de mesure tridimensionnelle.



Figure 22 : Machine de mesure tridimensionnelle

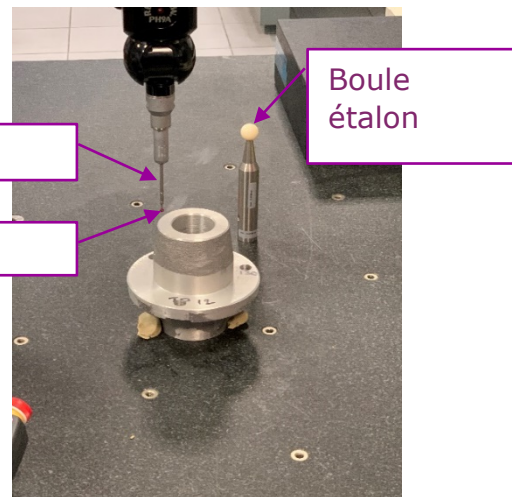


Figure 23 : Détails des outils

Les trois axes (XYZ) où le palpeur entre en contact sont enregistrés par la MMT et, une fois combinés à des dizaines d'autres mesures XYZ, servent à mesurer précisément l'objet ou la pièce, souvent à des fins d'inspection. Ces mesures sont ensuite comparées aux spécifications pour vérifier si la pièce est conforme aux normes acceptables.

La pièce à tester doit être fixe pendant toute la durée de mesure, raison pour laquelle on place de la pâte à modeler sur sa base. Afin de pouvoir palper les surfaces intérieures ou difficilement accessibles, le stylet est orientable.

Phase de mesure :

Durant la séance, au moyen du joystick intégré à la machine tridimensionnelle, nous avons réalisé la localisation dans l'espace de :

- La surface plane D
- La surface cylindrique C
- La surface cylindrique correspondant à la portée de roulement la plus accessible une fois la pièce en position

Phase d'exploitation :

La machine nous permet de vérifier les cotations suivantes (figure 14).

- La planéité de D
- Le centrage de D
- Le diamètre de C
- L'orthogonalité de C par rapport à D
- Le diamètre des portées de roulement
- Le centrage des portées de roulement par rapport à D et C

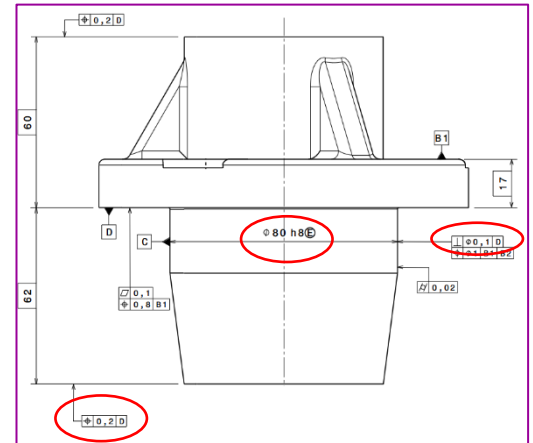


Figure 24 : Section du plan de cotation du Pallier mélangeur.

Nous détaillons dans cette partie l'analyse de deux cotations GPS : une cotation position et une cotation d'orientation.

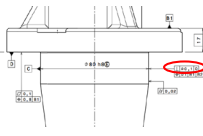
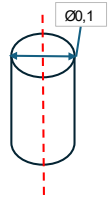
TOLERANCE NORMALISEE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification Désignation : Perpendicularité	Éléments non idéaux extrait de << Skin modèle >>		Éléments idéaux		
Type de spécification : Orientation	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de Référence	Reference(s) spécifié(s)	Zone de Tolérance	
	Unique	unique	simple	simple	Contraintes d'orientation et ou position par rapport à la Référence Spécifié
Schéma extrait du dessin de définition 	Axe réel d'une Surface nominale plane	D : Surface nominale plane	Plan D associé à la surface D contraint tangent coté libre matière	surface cylindrique de diamètre 0,1 	Le cylindre de diamètre 0,1 est contraint perpendiculairement à la référence spécifié D.

Figure 12 : Analyse cotation d'orientation

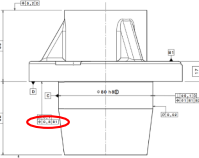
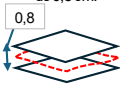
TOLERANCE NORMALISEE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification Désignation : Localisation	Éléments non idéaux extrait de << Skin modèle >>		Éléments idéaux		
Type de spécification : position	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de Référence	Reference(s) spécifiée(s)	Zone de Tolérance	
	Unique	unique	simple	simple	Contraintes d'orientation et ou position par rapport à la Référence Spécifié
Schéma extrait du dessin de définition 	Surface nominale plane	B1 : Surface nominale plane	Plan B1 associé à la surface B1 contraint tangent coté libre matière	volume ALPHA compris entre deux surfaces planes distantes de 0,8 cm. 	ALPHA doit être distant de 17 mm avec la référence spécifié B1, à 62 mm de D1 et à 60 mm de la dernière surface au sommet de notre pièce.

Figure 25 : Analyse cotation de position

Les tableaux de cotation nous renseignent sur les zones de tolérances des éléments de la pièce et sur la méthode pour les évaluer. Par exemple pour la tolérance de localisation

L'ensemble des résultats est condensé sous une forme de tableaux avec en rouge pâle les cotations non respectées par notre pièce.

	Val.nominale	Tol sup	Val. Réelle	Ecart
	Planéité : 0.0000	0.100	0.012	0.012
	Tolérance de localisation [z] : 0.0000 X : 0.000 Y : 0.000 Z : -62.000	0.200	0.479 --- --- -61.761	50.047 0.479
	Cylindricité : 0.000	0.020	0.039	0.039
	Tolérance de perpendicularité : 0.000	0.100	0.019	3.000 0.019
	Diamètre : 42.000	0.039	41.753	-0.267
	Tolérance de localisation : 0.000 X : -74.500 Y : -178.700 Z : 0.000	0.200	0.195 -74.524 -178.736 ---	4.800 0.195
	Diamètre : 80.000	0.000	79.618	-0.359

Figure 26 : Tableau des différentes mesures obtenues par le logiciel

Les résultats obtenus avec les instruments de mesure classiques ne respectent pas les cotations définies. La pièce usinée n'est pas fonctionnelle

Conclusion

À l'issu de cette séance de TP, nous avons pu découvrir les fondamentaux de la fonderie, et certaines spécificités de la fonderie par gravité, avec un moulage sable. Bien que nous ayons dessiné le modèle, nous n'avons pas pu voir sa réalisation en amont du TP. La pièce réalisée a visuellement la forme de celle attendue, bien que l'insuffisance de serrage soit perceptible.

Nous nous sommes améliorés dans l'utilisation d'un tour conventionnel. Nous avons appris à exploiter quelques subtilités du processus comme l'utilisation de l'avance automatique en z couplée au réglage de la butée, ainsi que l'utilisation d'un comparateur. Nous n'avons cependant pas changé les paramètres d'usinage à chaque opération, ni vérifié l'état des copeaux pour ajuster ces paramètres. De plus, une phase supplémentaire aurait dû être prévue pour usiner l'une des portées

de roulement, car les vibrations reçues par l'outil trop sorti ont grandement dégradé l'alésage.

Par ailleurs, nous avons observé le fonctionnement de la machine d'usinage à commande numérique, ainsi que les prérequis logiciels.

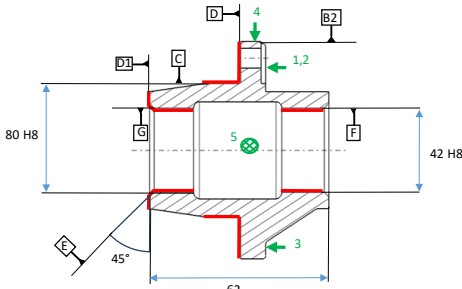
Nous avons vérifié la fonctionnalité de notre pièce à l'issu du processus de fabrication. Nous avons pu contrôler la machine tridimensionnelle et appréhender le logiciel de mesure auquel elle est couplée, afin d'acquérir et comparer la position des surfaces spécifiées aux spécifications du dessin de définition. Défaut de diamètre, de cylindricité... états de surface (analyse visuelle), à partir de l'ensemble de ces résultats nous comprenons que la pièce réalisée n'est pas fonctionnelle. Il faudrait alors corriger les éléments mentionnés plus tôt afin d'obtenir une pièce correcte.

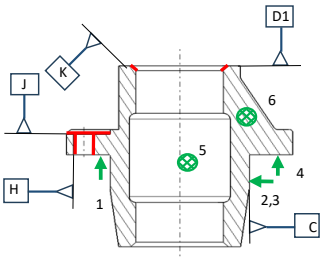
Bibliographie

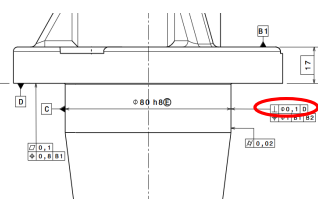
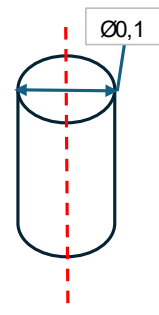
[1] Samuel CREQUY, Présentation du Projet Fab 2022_semestre1 SAVOIR, documents fournis dans le dossier présentation du projet Fab sur SAVOIR

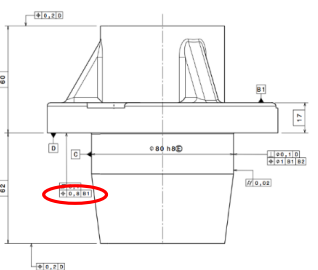
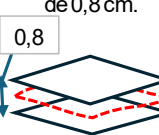
[2] Documents de cours , dans le dossier SAVOIR « TP_Palier_mélangeur »

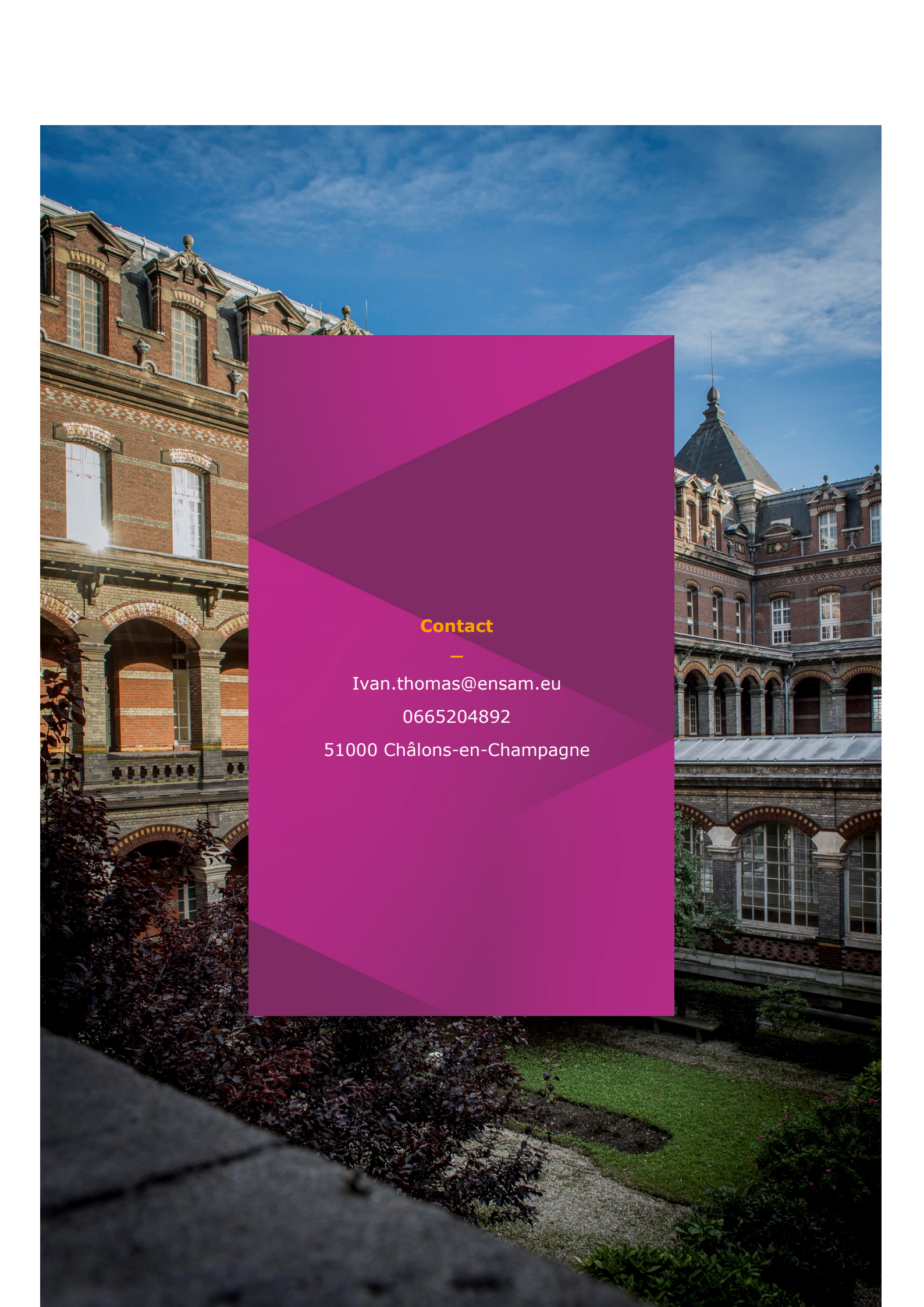
Annexes

Nom: THOMAS , LACOMBE, AMRI, HIMPE		Prénom:ivan, nicolas, alexandre,arthur		Date: 20/11/2024	
PHASE n°100		Ensemble: Malaxeur		Bureau des méthodes 	
		Pièce: Palier mélangeur			
		Matière: Al Si 13			
Machine - Outil: Tour Cazeneuve conventionnel					
Pièce , MIP					
					
Désignation des opérations en 2D (usinage en trait rouge)	Outils réf, vue 3D/photo	Vc en m / min	f en mm / tr / dt	N en tr / min	Vf en mm / min
MIP sur B1 et B2	Mors				
Ebauche de D, C et D1	PCLNL 2525M 12 	210	0,3	835	250,5
Finition de D, C et D1	SVJBL 2525M 16 	200	0,3	1889	596,7
Alésage ébauche de F et G	S20S-PCLNL 09 	345	0,15	2614	1045
finition de F et G	S20S-PCLNL 09 	345	0,15	2614	1045
Finition de E	outil à chanfreiner	345	0,15	2614	1045

Nom: AMRI, HIMPE, LACOMBE, THOMAS		Prénom: Alexandre, Arthur, N Date: 26/11/24			
PHASE n°200	Ensemble: Malaxeur	Bureau des méthodes 			
	Pièce: Palier Mélangeur				
	Matière: AISI7				
Machine - Outil: Tour conventionnel					
Piece , MIP					
					
Désignation des opérations en 2D (usinage en trait rouge)	Outils réf, vue 3D/photo	Vc en m / min	f en mm / tr / dt	N en tr / min	Vf en mm / min
Ebauche et Finition J	ref: Fraise Amya ø12 	300	0,2	7960	1590
finition de K	ref: Foret à pointer A500T 	22 ou 36		?	
Percage H x3	ref: Foret HSS X15 ø12 	15,6	0,261	1591	414
Centrage H x3	ref: Foret à pointer A500T 	22 ou 36		?	15

TOLERANCE NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification Désignation: Perpendicularité	Éléments non Idéaux extrait de <<Skin modele>>		Éléments Idéaux		
Type de spécification : Orientation	Element(s) tolérancé(s)	Element(s) de Référence	Reference(s) spécifié(s)	Zone de Tolérance	
	Unique	unique	simple	simple	Contraintes d'orientation et ou position par rapport à la Référence Spécifié
Shéma extrait du dessin de définition 	Axe réel d'une Surface nominalement plane	D : Surface nominalement plane	Plan D associé à la surface D contraint tangent coté libre matière	surface cylindrique de diamètre 0,1 	Le cylindre de diamètre 0,1 est contraint perpendiculairement à la référence spécifié D.

TOLERANCE NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification Désignation: Localisation	Éléments non Idéaux extrait de <<Skin modele>>		Éléments Idéaux		
Type de spécification : position	Element(s) tolérancé(s)	Element(s) de Référence	Reference(s) spécifiée(s)	Zone de Tolérance	
	Unique	unique	simple	simple	Contraintes d'orientation et ou position par rapport à la Référence Spécifié
Shéma extrait du dessin de définition 	Surface nominalement plane	B1 : Surface nominalement plane	Plan B1 associé à la surface B1 contraint tangent coté libre matière	volume ALPHA compris entre deux surfaces planes distantes de 0,8 cm. 	ALPHA doit être distant de 17 mm avec la référence spécifiée B1, à 62 mm de D1 et à 60mm de la dernière surface au sommet de notre pièce.

The background of the entire page is a photograph of a large, historic brick building with multiple stories, arched windows, and a courtyard with greenery. A large, semi-transparent pink rectangle is overlaid in the center of the image, containing contact information.

Contact

—
Ivan.thomas@ensam.eu

0665204892

51000 Châlons-en-Champagne