

Rapport U5

2^{ème} années de BTS CPRP

Alternance réalisée chez EDF, CNPE du Tricastin

Service : MTE (Machine Tournante Electricité)



Tuteur EDF : Frédéric PROUTEAU

Réalisé par : Rémi DOREAU



Année 2024/2025

Remerciements

Premièrement, je souhaite remercier le groupe EDF, de m'avoir laissé l'opportunité d'intégrer son CNPE afin d'obtenir mon diplôme ainsi que Mr Sébastien Montfort, chef de branche intervention du service MTE, de m'avoir permis d'intégrer sa branche.

Ensuite, je remercie mon tuteur Mr Frédérique Prouteau ainsi que tous les techniciens du service MTE, de m'avoir accompagné, soutenu et conseillé tout au long de mon alternance.

Enfin, je souhaite remercier l'IUMM CFAI Loire Drôme Ardèche ainsi que tous mes formateurs, de m'avoir accompagné afin que ce projet puisse aboutir.

Pour finir je remercie ma famille et mes amis de m'avoir soutenu et conseillé sur ces deux ans de formation.

Données générales du projet

1. CONTEXTE

1. Nom du support

Creation d'une pièce pour un diviseur

2. Lycée / Entreprise

CFAI LDA Valence

EDF Tricastin

3. Nom et fonction du chef de projet

Frédérique PROUTEAU, Responsable d'équipe

4. Description technique du projet

Le projet consiste à réaliser un diviseur montable sur centre d'usinage. Ce diviseur va servir à créer des angles pour des usinages. Dans le cadre de ce projet un usinage et un assemblage complet sera réalisé.

Matière: X40 Cr14

cadence: 1 pièce

Tableau des tâches en responsabilité de l'étudiant

BTS CPRP		PROJET										Epreuve E5			
Tableau de mise en relation des tâches en responsabilité de l'étudiant et des compétences associées															
Nom du candidat:		Nom du projet:										Session 2025			
Rémi DOREAU		Création d'une pièce pour un diviseur										CFAI Valence / EDF			
TACHES	Durée en heures	Compétences associées										RESULTATS ATTENDUS			
		U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10				
Analyse du cahier des charges	5	X	X												Contraintes et exigences à respecter
Modéliser la pièce en 3D et réaliser les plans	10	X	X	X						X					Modèle 3D de la pièce et mise en plan
Création de document de fabrication	15				X			X							Choix de la machine, nomenclature de phase et germe d'usinage
Réalisation des programmes FAO	10			X		X									FAO de la pièce
Usinage de la pièce	10			X		X			X	X					Première pièce réalisée
Analyse du prototype et validation du process ou amélioration en cas de problème	10	X										X			Validation ou amélioration proposée
Contrôler la pièce	10											X			Protocole de contrôle
Montage des pièces usinées	20					X									Rendu des pièces et essais sur machine
Calcul des coûts	10					X									Étude du prix de revient et rentabilité
TOTAL		120h													

Fiche de Validation du projet



Epreuve U5

« *Projet industriel de conception et d'initialisation de processus* »

Nom de l'entreprise :

EDF Tricastin

Nom du support :

Creation d'une pièce pour un diviseur

Nom du candidat :

DOREAU Rémi

Option d'inscription :

Unitaire

Avis de la commission de validation du support :

Accepté

Refusé

Motif du refus :

Date : 05/11/2025

**Nom et signature du président
de la commission, l'IA-IPR**

Session 2025

7

Table des matières

Introduction.....	7
Présentation d'EDF.....	8
Historique	8
Chiffre d'affaires du groupe EDF.....	9
Les parties prenantes du groupe : fournisseurs, clients et actionnaires mais aussi concurrence	10
Les Clients.....	10
Les Actionnaires	10
Les différents types de production d'électricité sur le parc français	11
Le type de Production.....	11
Situation géographique	12
CNPE Tricastin	13
Les différents services d'EDF Tricastin.....	14
Le service MTE.....	15
Le bâtiment « centrale B »	17
Plan atelier usinage.....	17
Présentation du projet	19
Le diviseur.....	19
Le projet.....	19
Pièce retenue pour l'étude d'usinage	20
Le Gantt prévisionnel	20
Plan de la pièce.....	21
Etude des cotes non tolérancées	22
Etude des cotes tolérancées	23
Présentation de la machine utilisée	24
Etude de la matière choisie pour le projet.....	24
Les nomenclatures des phases.....	25
L'études des usinages réalisés ainsi que les contrats de phase	29
La pièce :	29
L'oreille de bridage	45
Le montage :	49
Gamme de contrôle.....	53
Chiffrage de la pièce	54
Assemblage du diviseur.....	55
Conclusion	56

Introduction

Détenteur d'un bac professionnel technicien d'usinage, je prépare l'obtention d'un Brevet de Technicien Supérieur dans la Conception de Processus de Réalisation de Produit au CFAI Loire Drôme Ardèche, situé à Valence (26) en alternance avec le CNPE de Tricastin.

Pendant cette alternance j'ai intégré le service Machine Tournante Electricité (MTE) dans la branche d'intervention dans lequel j'ai eu l'opportunité de me voir confier des missions telles que la Conception de plans, l'usinage, la maintenance, la recherche de solutions etc..

Dans le cadre de ce rapport, je vais vous présenter dans un premier temps l'entreprise EDF, puis, le projet de BTS concernant la pièce usinée ainsi que tout le processus pour arriver au résultat final.

Présentation d'EDF

Historique

EDF est créée en 1946, par la loi de nationalisation des 1 450 entreprises françaises d'électricité et de gaz. Il est alors un établissement public à caractère industriel et commercial. La croissance de la consommation d'électricité double tous les 10 ans.

De la fin des années 1940 jusqu'au milieu des années 1950, EDF assure la construction d'infrastructures de production et de transport de l'électricité, notamment des ouvrages hydroélectriques. A partir de 1957, EDF développe surtout les centrales à charbon.

Avec le développement économique et celui de l'équipement des ménages dans les années 1960, la demande énergétique française croît rapidement. A la veille du choc pétrolier en 1973, le fioul est la 1^e source d'énergie électrique en France où il remplace le charbon national en voie d'épuisement.

A la suite de la première crise pétrolière de 1973, la France décide de se tourner vers la production nucléaire pour remplacer les processus de consommation « à flamme » et donc limiter les importations de pétrole. Ainsi, la percée des processus électriques dans le secteur domestique (le chauffage électrique) comme dans l'industrie, associée à la construction des centrales nucléaires, a permis de substituer cette énergie aux combustibles fossiles importés.

A partir de 1996, le secteur électrique en Europe est soumis à un régime de concurrence de la production et de la commercialisation. Les années 1990 - 2000 sont donc marquées par l'ouverture des marchés électriques en Europe et par l'internationalisation d'EDF. A partir de 2004, 70% du marché français de l'électricité est ouvert à la concurrence, suivie de l'ouverture totale des marchés de l'énergie. Pour répondre à ce changement, EDF devient en 2004 une société anonyme et entre en bourse en 2005.

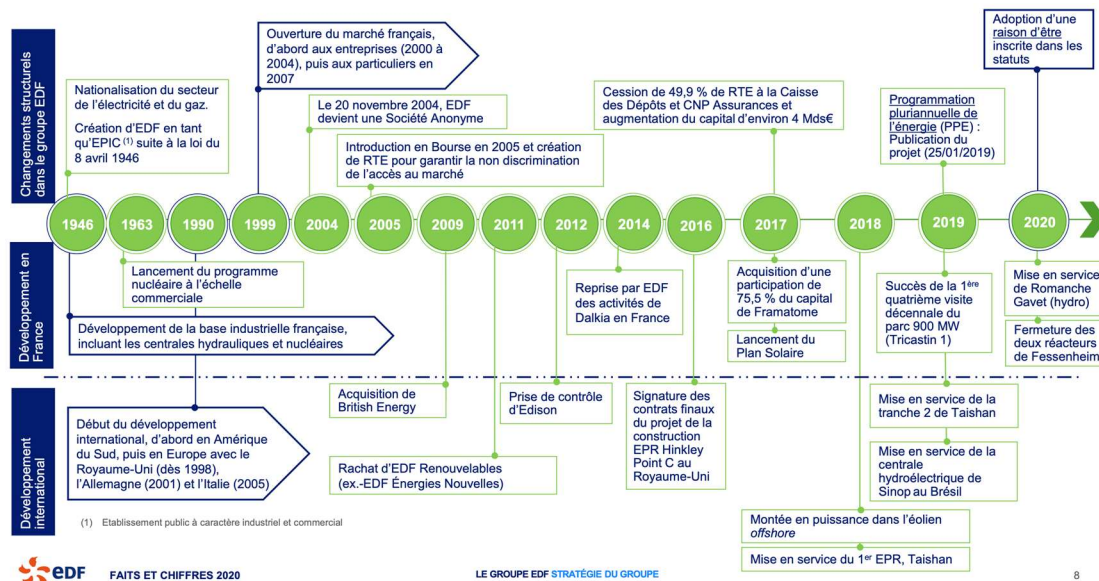


Figure 1 historique

Chiffre d'affaires du groupe EDF

En 2015, les résultats du groupe chutent de 68%, divisant considérablement sa valeur boursière. EDF est alors obligée de sortir du CAC 40. Les raisons de ces résultats sont multiples : concurrence créée par la loi de 2007, financement de l'EPR de Flamanville, rachat de TechnicAtome, appartenant à la filiale du groupe Areva.

L'attente des clients est la réponse à la consommation croissante d'électricité, en faisant face aux pics de consommation hivernaux mais aussi en toutes saisons, par l'utilisation de climatisations en été par exemple, et l'augmentation croissante de l'utilisation d'appareils informatiques et mécaniques.

En 2020, la performance opérationnelle des filières nucléaire et hydraulique et leur adaptation remarquable aux contraintes sanitaires ont permis d'assurer une contribution majeure à la production d'une électricité bas carbone. EDF a aussi consolidé dans la durée sa position de premier producteur d'énergies renouvelables en France et en Europe, avec une accélération de la production solaire et éolienne terrestre et un niveau record de capacités en construction (8 GW bruts), notamment des premiers parcs offshore français. Ces prochaines années, notre portefeuille de 60 GW bruts de projets garantit à nos clients une croissance soutenue de la part d'énergies renouvelables dans notre mix électrique de production (13,6% en 2020).

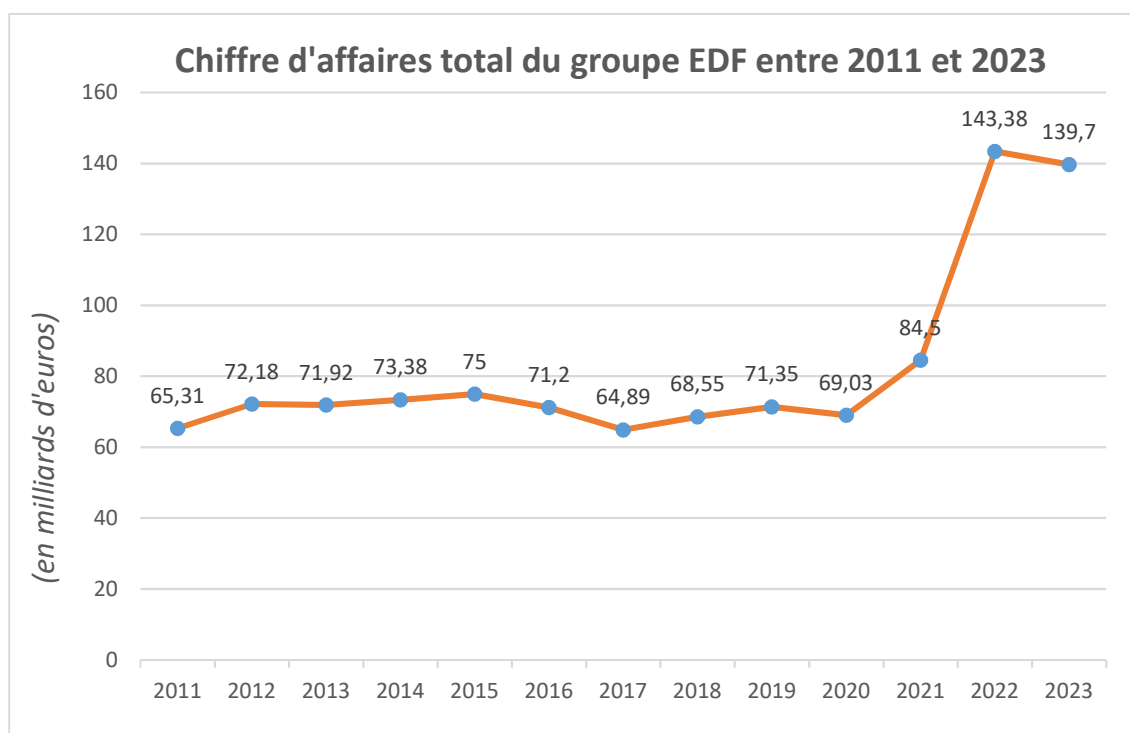


Figure 3 - CA EDF

Les parties prenantes du groupe : fournisseurs, clients et actionnaires mais aussi concurrence.

Les Clients

Les clients, au niveau du groupe EDF sont les consommateurs d'électricité, c'est-à-dire l'ensemble des ménages, entreprises et établissements publiques, de la très petite entreprise (TPE) au site industriel de plusieurs hectares.

Les Actionnaires

L'entreprise EDF est devenue une société anonyme en 2004. EDF SA est par ailleurs propriétaire aujourd'hui de nombreuses filiales (le tout formant le groupe EDF). Désormais, l'État est actionnaire majoritaire avec 83,77%, le reste est partagé entre le public à hauteur de 12,92% et entre les salariés et anciens salariés du groupe pour 1,93%. Les actionnaires se réunissent en assemblée générale et votent les décisions par le principe où chaque actionnaire détient autant de voix qu'il possède ou représente d'actions ayant droit de vote.

Les différents types de production d'électricité sur le parc français

Il existe différents types de centrales suivant l'énergie utilisée :

➤ **Nucléaire**

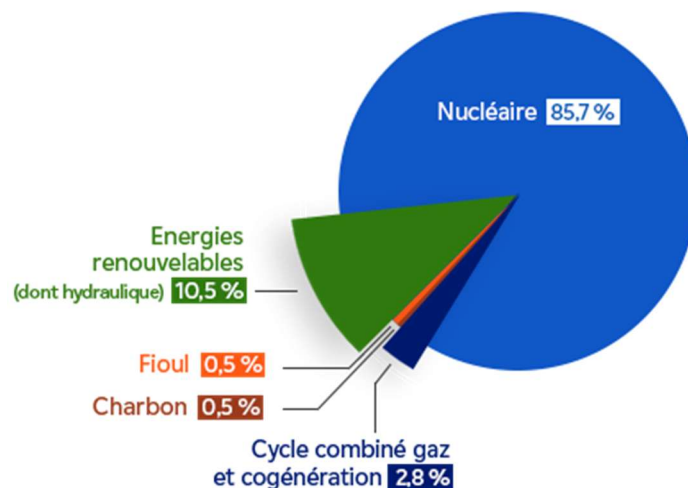
L'électricité est produite à partir d'une source d'énergie fissile : l'uranium, un minerai contenu dans le sous-sol de la Terre.

➤ **Thermique**

L'électricité est produite à partir de sources d'énergies fossiles, des éléments contenus dans le sous-sol de la Terre : le charbon, le fioul (issu du pétrole) et le gaz.

➤ **Renouvelables**

L'électricité est produite à partir de sources d'énergies renouvelables, que la nature renouvelle en permanence : l'eau, le vent, le soleil, la chaleur du sous-sol, la matière organique (bois, déchets, ...), les énergies marines.



Le type de Production

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité est un site producteur d'électricité qui produit à partir de combustible radioactif. La production d'électricité fonctionne par le principe de **la fission nucléaire**.

La fission des atomes d'uranium produit de la chaleur, chaleur qui transforme alors de l'eau en vapeur et met en mouvement une turbine reliée à un alternateur qui produit de l'électricité.

A l'image de toutes centrales thermiques, une centrale nucléaire produit de l'électricité grâce à de la vapeur, qui permet de faire tourner à grande vitesse une turbine couplée à un alternateur.

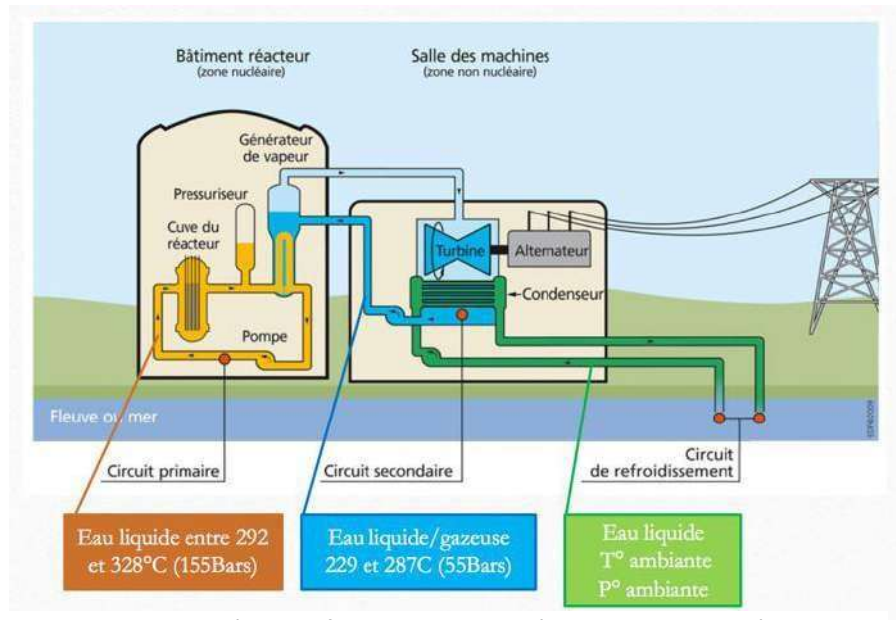


Figure 4 : Schéma de fonctionnement d'une centrale nucléaire

A la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance du canal de dérivation du Rhône. C'est le circuit de refroidissement. A Tricastin, l'eau du circuit de refroidissement, une fois passée dans le condenseur et donc réchauffée par le transfert thermique qui s'est produit, est rejetée dans le canal de Donzère-Mondragon.

Situation géographique

Située à Saint-Paul-Trois-Châteaux, dans la Drôme, le CNPE du Tricastin se situe au carrefour de 4 départements (Drôme, Ardèche, Gard, Vaucluse) et de 3 grandes régions économiques (Rhône- Alpes, Provence-Alpes-Côte-D'azur, Languedoc-Roussillon). D'une superficie de 55 hectares, il est implanté sur le site industriel du Tricastin qui accueille également les installations industrielles d'Orano (anciennement Areva), ce qui en fait un site nucléaire unique en Europe.

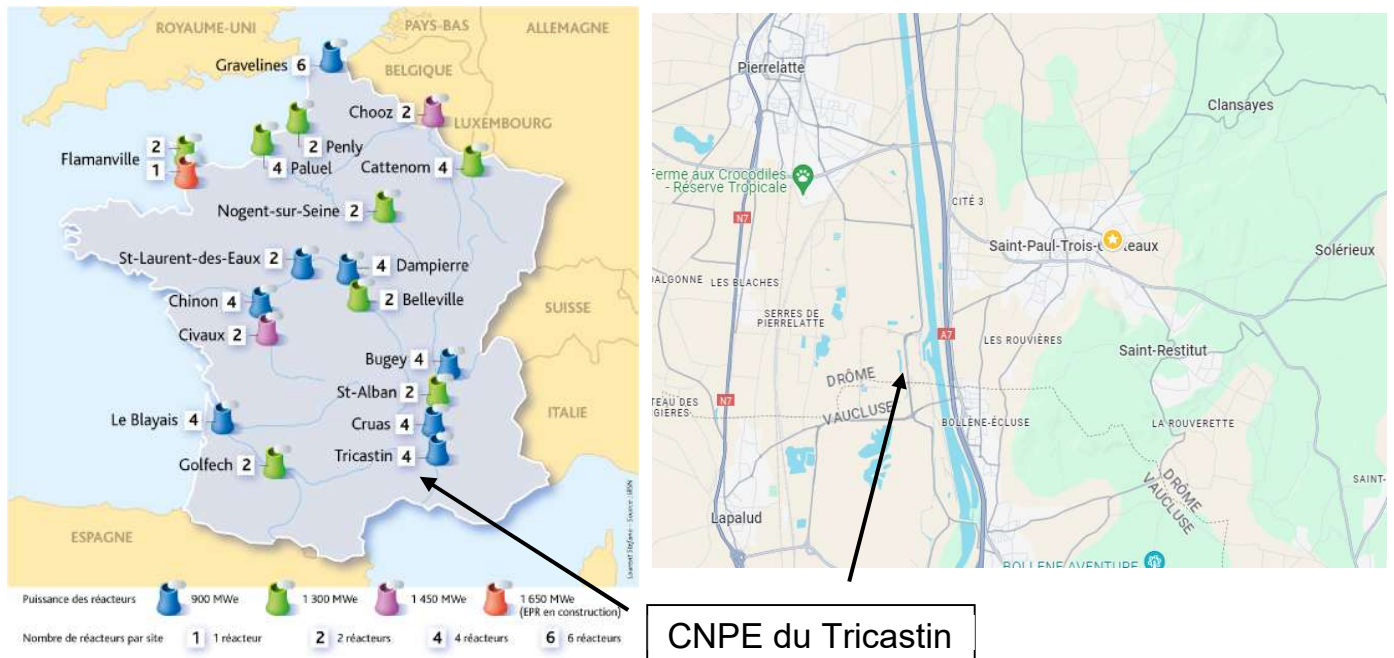


Figure 5 Situation géographique du CNPE

Le refroidissement de la centrale est assuré par l'eau du Canal de Donzère-Mondragon. Le combustible nucléaire neuf arrive par transport routier sous forme d'assemblages fabriqués et le combustible usé est entreposé en piscine de refroidissement pendant quelques mois, avant d'être expédié en train à l'usine Orano de retraitement de la Hague.

CNPE Tricastin

Le CNPE du Tricastin, où je réalise mon alternance, est l'un des 19 Centres de Production Nucléaire d'Electricité de France. La centrale possède 4 REP de 900 mégawatts électriques chacun et produit, depuis plus de trente ans, une électricité sûre, propre et compétitive. Avec une production annuelle d'environ 25 TWh (soit 6% de la production nationale), la centrale satisfait l'équivalent de la consommation électrique d'environ 3,5 millions d'habitants, ce qui correspond à près de 50 % des besoins énergétiques de la région Rhône-Alpes.

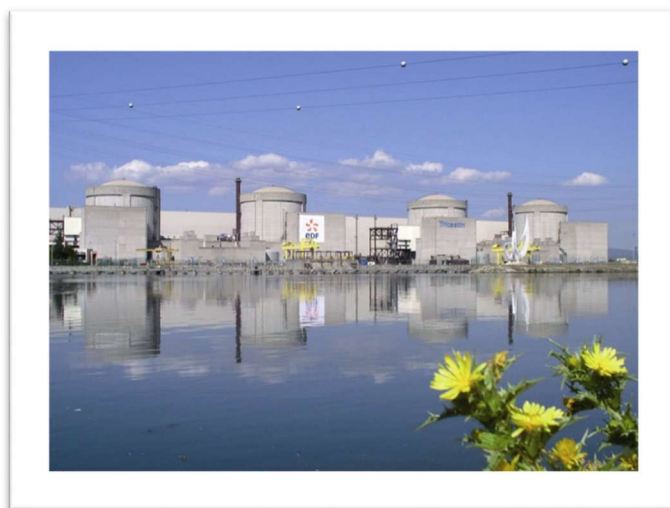


Figure 6- CNPE Tricastin

Le site nucléaire du Tricastin compte environ 1500 salariés EDF et près de 600 salariés d'entreprises extérieures

Les différents services d'EDF Tricastin

Organigramme du Service

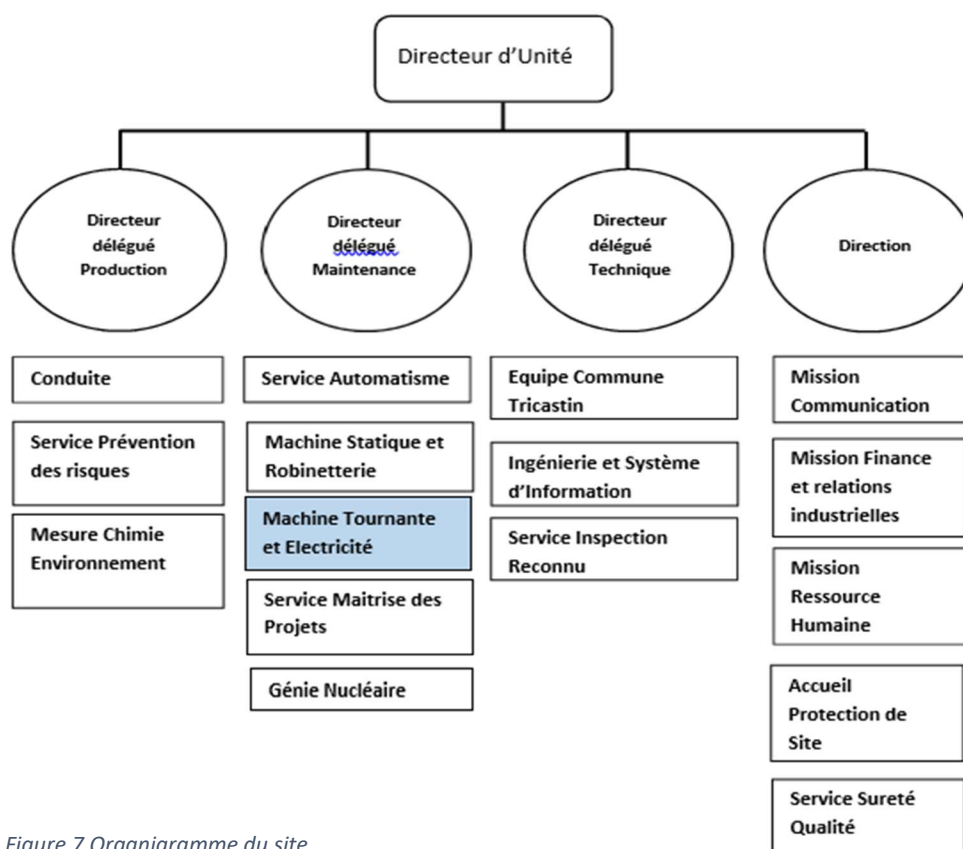


Figure 7 Organigramme du site

Le CNPE de Tricastin comporte 17 services tels que :

- Service Conduite : garantit le pilotage et la surveillance de l'outil de production, en respectant les règles de sûreté et sécurité. C'est le service central et le plus grand.
- Service Mesures Chimie Environnement : réalise toutes les mesures, analyses et diagnostics permettant aux services clients d'assurer le contrôle des installations.
- Service Génie Nucléaire : gère le combustible en amont et en aval du réacteur.
- Service Machines Statiques et Robinetterie : en charge de la maintenance des matériels de chaudronnerie et robinetterie.
- **Service Machines Tournantes et Électricité : en charge de la maintenance des matériels électriques.**
- Service Automatismes : en charge de la maintenance des matériels d'informatique industrielle.
- Service Maitrise de Projets : gère et planifie les interventions liées au processus.

Durant ces 3 années, j'ai effectué mon alternance au sein du service MTE.

Le service MTE

Ce service est divisé en 4 Branches : La branche affaire Electricité, La branche affaire Mécanique, la branche intervention et la branche Méthode. Chaque branche est structurée comme ci-dessous

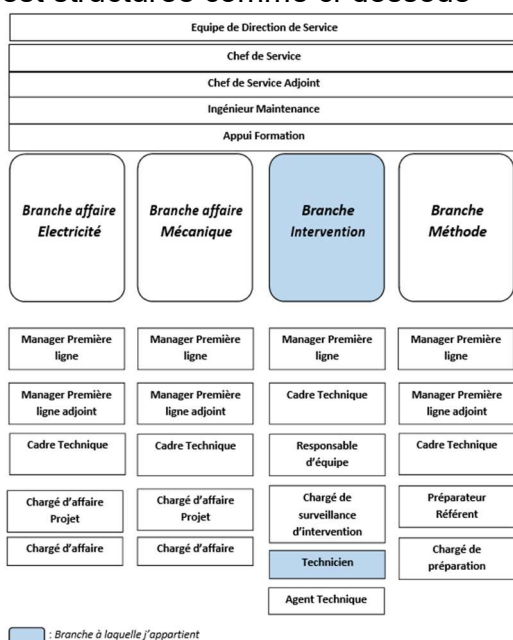
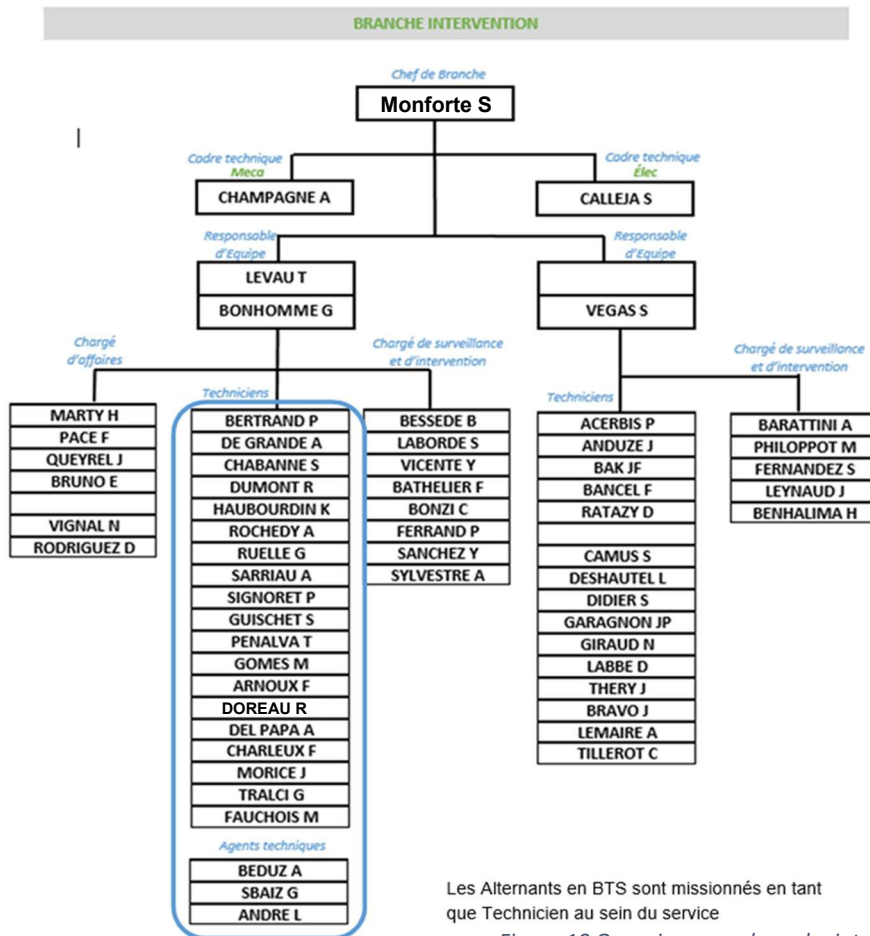


Figure 8 Organigramme du service MTE

Dans ce service, j'ai effectué mon alternance au sein de la branche intervention en technicien usineur.



LES SOUS BRANCHES DE LA BRANCHE INTERVENTION ET L'USINAGE.

La branche Intervention de spécialité mécanique est organisée en 3 équipes :

Les mécaniciens qui s'occupent des interventions de maintenance ;

- La maintenance conditionnelle qui s'occupe des analyses vibratoires et des diagnostics sur machines tournantes ;
- Les outillages spécifiques qui assurent l'entretien des outillages non conventionnels ;
- L'équipe d'intervention rapide (EIR) qui assure les petites interventions en lien avec l'exploitant.

La branche Intervention MTE possède un atelier d'usinage équipé de 2 perceuses à colonne, 2 fraiseuses traditionnelles, 1 tour conventionnel, 1 scie à ruban, 1 touret à meuler, une machine d'électroérosion et un local de soudage.

Le bâtiment « centrale B »

L'atelier d'usinage est situé dans un bâtiment appelé « centrale B », qui lui, comporte différents ateliers (comme indiqué dans le plan ci-dessous).

Plan Atelier Centrale B

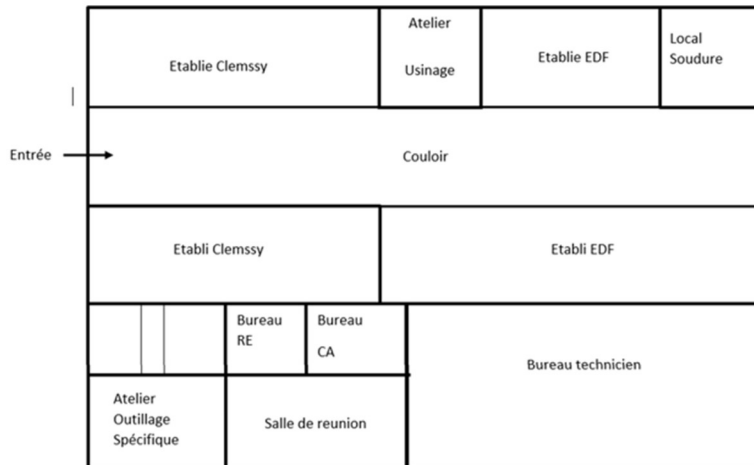


Figure 11 Plan centrale B

Plan atelier usinage

Lors des différentes missions confiées durant ces 2 ans, j'ai eu l'opportunité de me familiariser avec l'ensemble de ces outils.

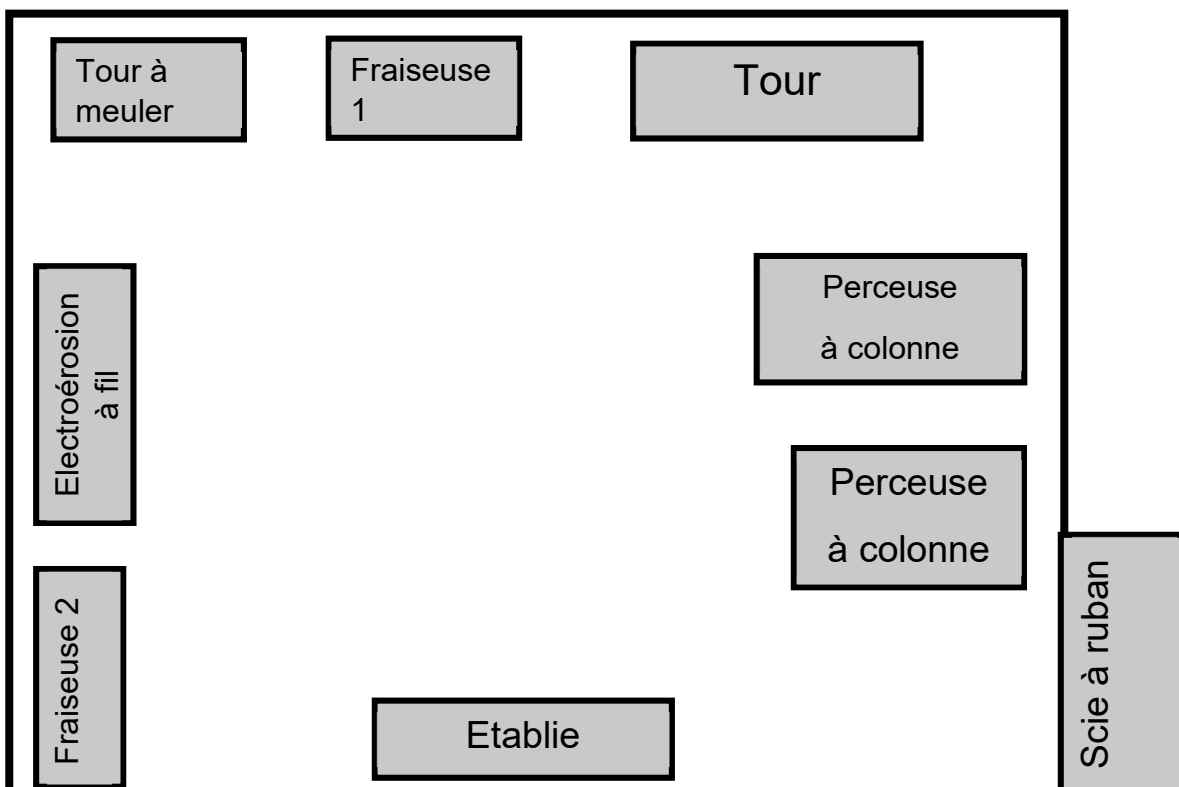


Figure 12 Plan atelier usinage



Fraiseuse : Opti mill MF2B



Tour : Arrow T205G x 1000



Electroérosion à fil



Perceuse à colonne

Présentation du projet

Le diviseur

Le plateau diviseur est un appareil, monté sur machine-outil, qui permet de positionner des pièces suivant un angle et un axe bien précis. Son fonctionnement est de faire tourner une manivelle qui va entraîner une vis sans fin. Cette vis sans fin va faire tourner à son tour une roue dentée qui entrainera un axe où la table sera posée.

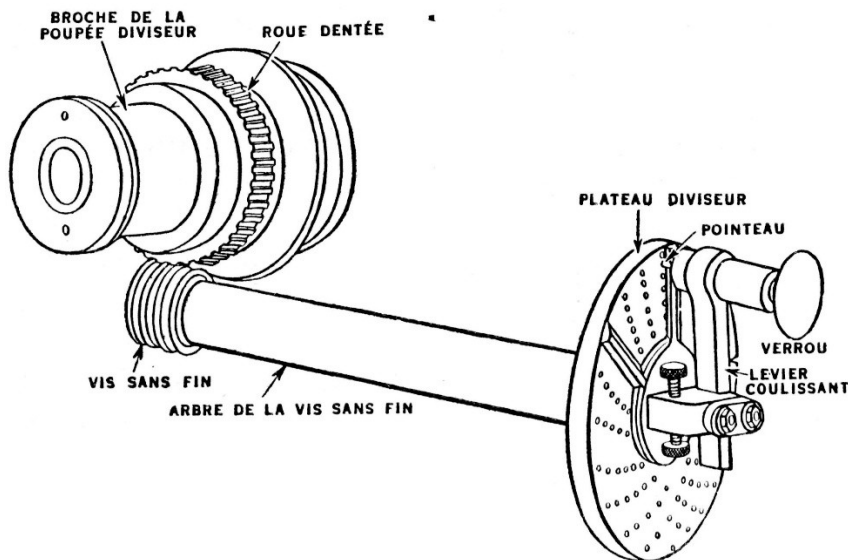


Figure 13 mécanisme du diviseur

Le projet

Le projet consiste à réaliser un diviseur montable sur centre d'usinage qui va servir à créer des angles pour des usinages plus complexes.

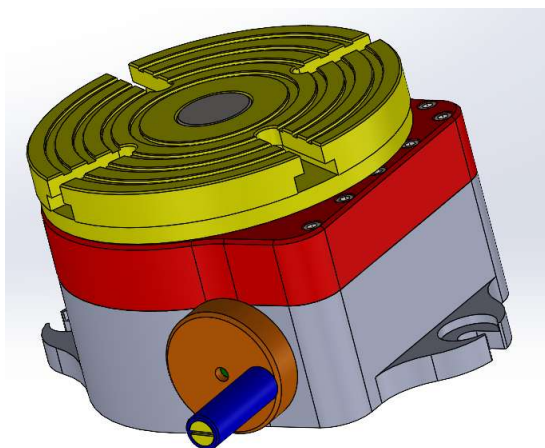


Figure 14 Le diviseur

Dans ce projet, j'ai sélectionné une partie de la pièce à usiner (partie grise). Cette pièce sera l'étude du projet. L'objectif final est d'usiner l'ensemble des pièces qui constituent le diviseur et d'en faire un ensemble unique et fonctionnel.

Pièce retenue pour l'étude d'usinage

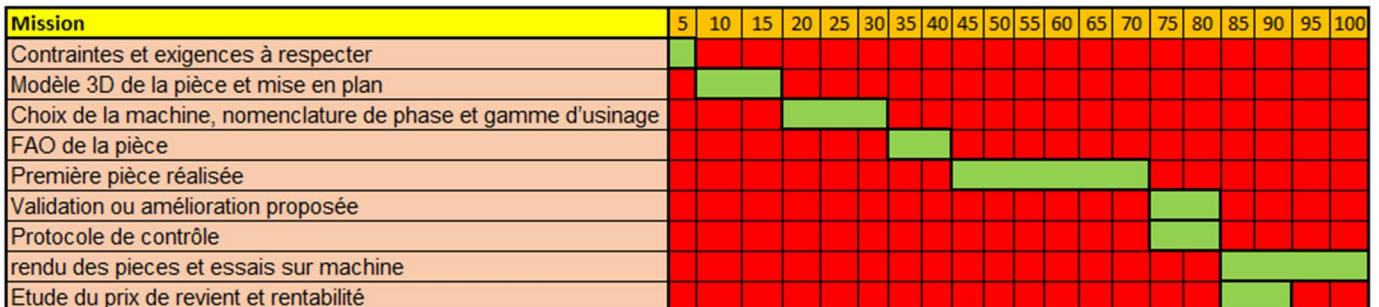
J'ai choisi cette pièce car c'était la pièce la plus compliquée du diviseur et la plus intéressante à réaliser.



Figure 15 pièce finie

Le Gantt prévisionnel

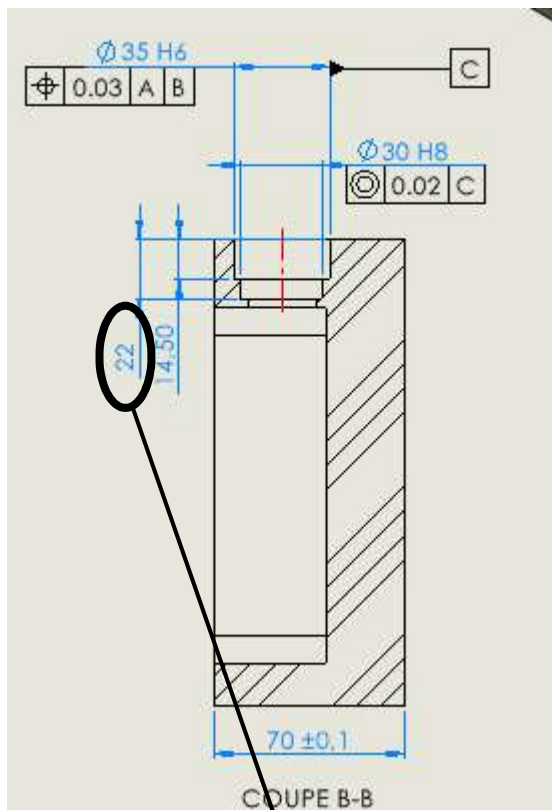
Pour débuter ce projet, nous avons commencé par la planification des différentes étapes de l'industrialisation de la pièce sur les 120 heures demandées. Cette planification a été élaborée à l'aide d'un diagramme de Gantt.



N°	Mission	Temps de la tâche	antériorité
A	Contraintes et exigences à respecter	5	-
B	Modèle 3D de la pièce et mise en plan	10	A
C	Choix de la machine, nomenclature de phase et gamme d'usinage	15	B
D	FAO de la pièce	10	C
E	Première pièce réalisée	30	D
F	Validation ou amélioration proposée	10	E
G	Protocole de contrôle	10	E
H	rendu des pièces et essais sur machine	20	F
I	Etude du prix de revient et rentabilité	10	F

Figure 16 Diagramme de Gantt

Etude des cotes non tolérancées



SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
TOLERANCES: ISO 2768 m-k


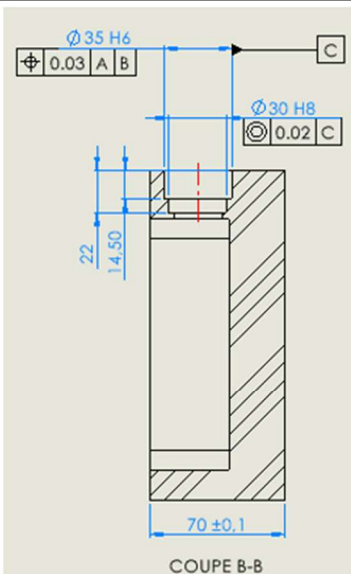



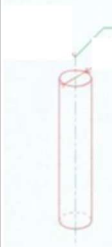
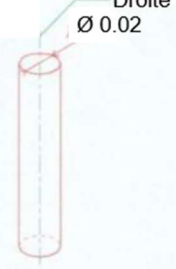
Dimensions linéaires						Angles cassés			Dimensions angulaires			
Classe de précision	Rayons - chanfreins					Dimension du côté le plus court						
	0,5 à 3 inclus	3 à 6	6 à 30	30 à 120	120 à 400	0,5 à 3 inclus	3 à 6	> 6	Jusqu'à 10	10 à 50 inclus	50 à 120	120 à 400
f (fin)	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
m (moyen)	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
c (large)	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 0,4$	± 1	± 2	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 15'$
v (très large)	-	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 0,4$	± 1	± 2	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$

Tolérances géométriques												
Tolérances	—					⊥			≡			↗↘ Axial Radial
Classe de précision	Jusqu'à 10	10 à 30 inclus	30 à 100	100 à 300	300 à 1000	Jusqu'à 100	100 à 300	300 à 1000	Jusqu'à 100	100 à 300	300 à 1000	Toutes dimensions
H (fin)	0,02	0,06	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1
K (moyen)	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,2
L (large)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	0,6	1	1,5	0,6	1	1,5	0,5

//	○	◎
Même valeur que la tolérance dimensionnelle ou de rectitude ou de planéité si elles sont supérieures.	Même valeur que la tolérance diamétrale mais à condition de rester inférieure à la tolérance de battement.	Les écarts de coaxialité sont limités par les tolérances de battement.

Etude des cotes tolérancées

Ce qui est important avec ce tableau, c'est qu'il explique comment la tolérance de coaxialité est réalisée et il permet aussi de savoir comment la contrôler.

TOLERANCEMENT NORMALISE		Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification: 		Eléments non idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments idéaux		
Type de spécification Forme Position coaxialité	Orientation Battement	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
		Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	Simple Composée	Contraintes Position par rapport à la référence spécifiée
 <p>COUPE B-B</p>		Ligne nominale- ment rectiligne, axe réel d'une surface nominale- ment cylindrique.	Ligne nominale- ment rectiligne axe réel d'une surface nominale- ment cylindrique SC	DROITE-D axe réel de la surface cylindrique SC	Volume limité par un cylindre d'axe D de diamètre 0.02	Axe doit être confondu dans le cylindre de Volume limité par un cylindre d'axe D de diamètre 0.02
						
		Condition de conformité: L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance				

Présentation de la machine utilisée

La machine la plus intéressante de l'atelier est la HAAS Mini Mill car c'est une machine de fraisage à commande numérique. Elle permet de faire des cotes très précises comme demandées sur le plan, ainsi que tous les diamètres ou les rayons de la pièce qui ne sont pas faisables sur du fraisage traditionnel.



Figure 18 machine utilisée HAAS Mini Mill

Caractéristique	Détail
Modèle	Haas Mini Mill
Type de machine	Centre d'usinage CNC vertical
Axes	3 axes (X, Y, Z)
Plage de déplacement de l'axe X	406 mm
Plage de déplacement de l'axe Y	305 mm
Plage de déplacement de l'axe Z	254 mm
Capacité de la table	914 mm x 305 mm (taille de la table)
Charge maximale sur la table	Environ 227 kg
Vitesse de broche	6 000 tr/min (option jusqu'à 10 000 tr/min)
Puissance de la broche	5,6 kW (7,5 hp)
Capacité du changeur d'outils	10 outils (type carousel)
Système de commande	Haas Control (commande CNC propriétaire Haas)
Taille de la machine	Environ 1 980 mm x 1 700 mm x 2 230 mm
Poids de la machine	Environ 1 200 kg
Refroidissement	Système de refroidissement par liquide standard

Figure 19 document des caractéristiques de la machine

Etude de la matière choisie pour le projet

La matière de la pièce est un acier X40 Cr14.

Composition chimique

Désignation	Abréviation	N° de qualité	C (%)	Si (%) max.	Mn (%) max.	P (%) max.	S (%) max.	Cr (%)
X40Cr14	1.2083	0.36... 0.42	1.00	1.00	0.030	0.030	12.50... 14.50	

Caractéristique du matériau :

- Bonne usinabilité

Les nomenclatures des phases

Lors de la création des documents d'usinage, je me suis aperçu que je n'avais pas à disposition, la matière dans les bonnes dimensions pour fabriquer la pièce. Il a donc fallu procéder à une fabrication en deux parties :

- ➔ Usiner une oreille séparément par rapport à la pièce finale.
- ➔ Souder l'oreille usinée précédemment sur la pièce « Base » (Phase 30).

Les oreilles serviront à brider la pièce pour les usinages suivants et aussi à brider le diviseur lors de son utilisation finale.

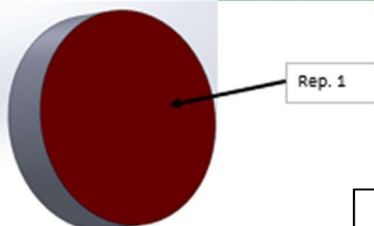
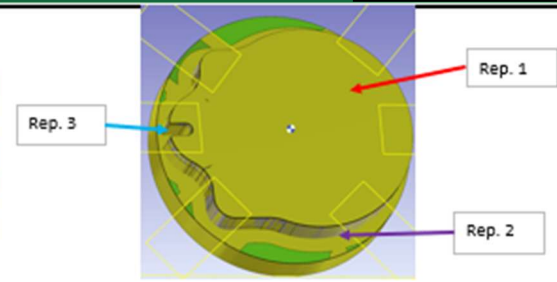
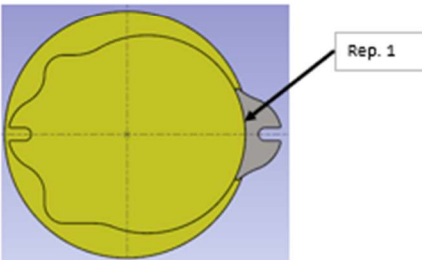
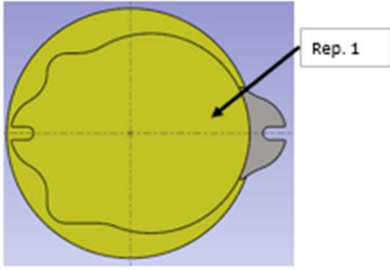
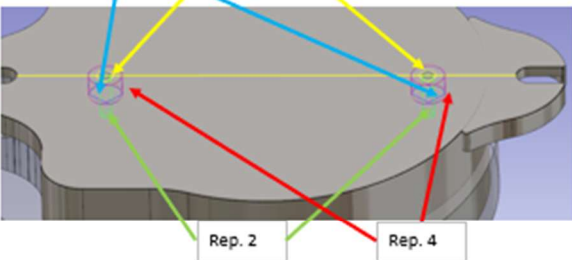
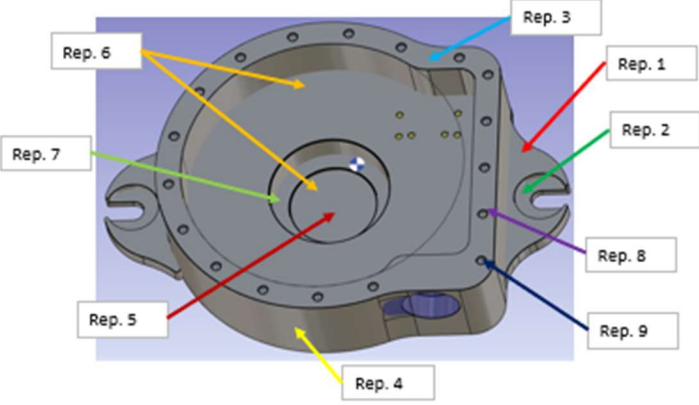
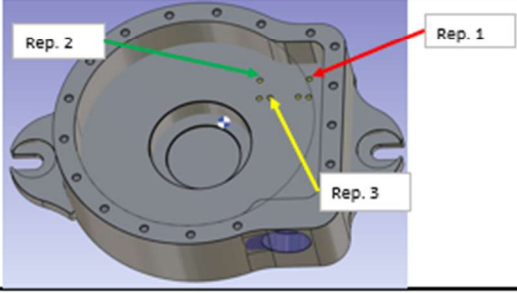
NOMENCLATURE DES PHASES				
Pièce : <i>base</i>		Matière : x40cr14		
Ensemble <i>base diviseur</i>		Date : 21 mars 2025		
		Numéro plan: 4875		
		Indice plan: c		
Pha	Désignation de la phase		Croquis de la phase	
10	débit scie à ruban			
	1	sciage		Rep. 1
			Dimension du brut Ø250*65 mm	
20	fraisage centre d'usinage 3 axes			
	a	1 surfacage		Rep. 1
		2 contournage eb.		Rep. 2
		3 contournage fi.		Rep. 2
		4 contournage eb. + fi		Rep. 3
		5 surfacage		Rep. 1
		6 contournage eb.		Rep. 2
		7 contournage fi.		Rep. 2
30	soudage poste tig			
	a	1 soudage		Rep. 1

Figure 20 nomenclature des phases base (partie 1/2)

40	fraisage		
	centre d'usinage 3 axes		
a	1	surfaçage	Rep. 1

40	fraisage				
	centre d'usinage 3 axes				
	b	1		pointage	Rep. 1
	2	perçage Ø 5		Rep. 2	
	3	perçage Ø 15,5		Rep. 3	
4	alesage Ø16	Rep. 4			

50	fraisage				
	centre d'usinage 3 axes				
	a	1		surfaçage oreille	Rep. 1
	2	finition oreille		Rep. 1	
	3	bride		Rep. 2	
	4	surfaçage		Rep. 3	
	5	contournage eb		Rep. 4	
	6	contournage fini		Rep. 4	
	7	perçage Ø 17		Rep. 5	
	8	évidement eb		Rep. 6	
	9	évidement 2 eb		Rep. 7	
	10	évidement fini		Rep. 6	
	11	évidement 2 fini		Rep. 7	
	12	pointage (x18)		Rep. 8	
13	perçage (x18)	Rep. 9			

50	fraisage				
	centre d'usinage 3 axes				
	b	1		pointage (x6)	Rep. 1
	2	perçage Ø 3,3 (x4)		Rep. 2	
	3	perçage Ø 3,7 (x2)		Rep. 3	
4	alesage Ø 4H7 (x2)	Rep. 3			

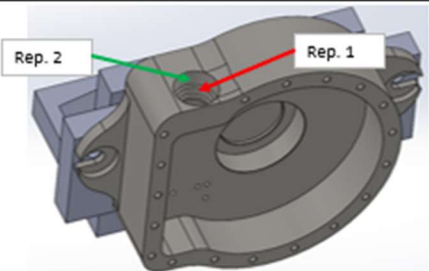
60	fraisage				
	centre d'usinage 3 axes				
	a	1		perçage Ø17	Rep. 1
	2	contournage eb		Rep. 2	
3	contournage fini	Rep. 2			

Figure 20 nomenclature des phases base (partie 2/2)

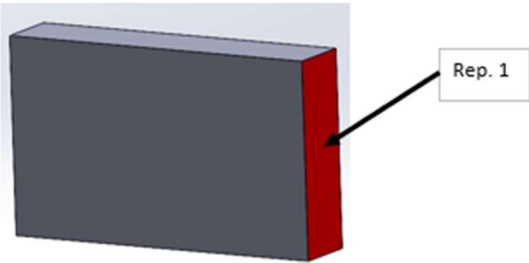
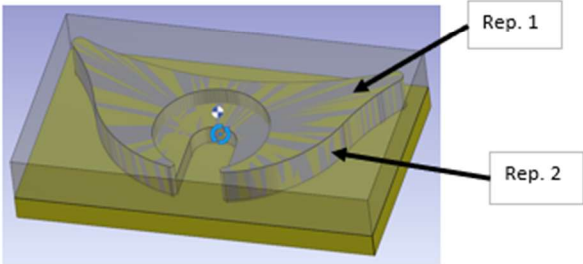
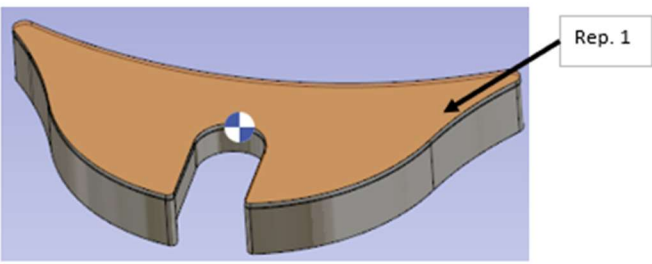
NOMENCLATURE DES PHASES													
Pièce : <i>base 2</i>		Matière : x40Cr14	Numéro plan: 4875										
Ensemble : <i>base diviseur</i>		Date : 21 mars 2025	Indice plan: c										
Phase	Désignation de la phase	Croquis de la phase											
10	débit												
	scie à ruban												
	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>sciage</td> <td>Rep. 1</td> </tr> </table> <p>Dimension du brut 100*80*25 mm</p>	1	sciage	Rep. 1									
1	sciage	Rep. 1											
20	fraisage												
	centre d'usinage 3 axes												
	a			<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>surfacage</td> <td>Rep. 1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>contournage eb.</td> <td>Rep. 2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>contournage fi.</td> <td>Rep. 2</td> </tr> </table>	1	surfacage	Rep. 1	2	contournage eb.	Rep. 2	3	contournage fi.	Rep. 2
	1			surfacage	Rep. 1								
2	contournage eb.	Rep. 2											
3	contournage fi.	Rep. 2											
30	fraisage												
	centre d'usinage 3 axes												
a	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>surfacage</td> <td>Rep. 1</td> </tr> </table>	1	surfacage	Rep. 1									
1	surfacage	Rep. 1											

Figure 21 nomenclature des phases oreille


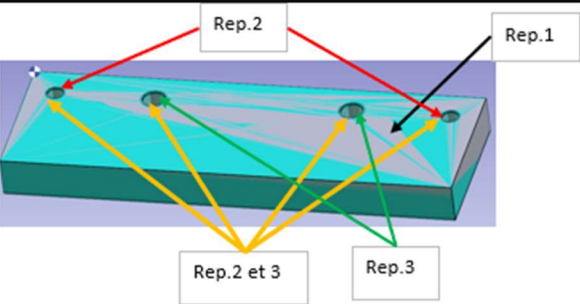
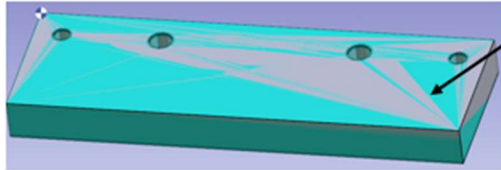
NOMENCLATURE DES PHASES				
Pièce : <i>montage pour base diviseur</i>		Matière : x40cr14	Numéro plan: 4875	
Ensemble : <i>diviseur</i>		Date : 28 mars 2025	Indice plan: c	
Phase	Désignation de la phase	Croquis de la phase		
10	débit			
	scie à ruban			
	1 sciage			
	Dimension du brut 280*90*25 mm			
20	fraisage			
	centre d'usinage 3 axes			
	a 1 surfacage			Rep. 1
	2 pointage			Rep. 2 et 3
	3 perçage M12			Rep. 2
4 perçage M16	Rep. 3			
30	fraisage			
	centre d'usinage 3 axes			
a	1 surfacage	Rep. 1		

Figure 22 nomenclature des phases du montage

L'études des usinages réalisés ainsi que les contrats de phase

La pièce :

Il existe de nombreuses phases dans ce projet, cependant, la phase 30 n'étant pas une étape d'usinage, il n'y a pas de création de document d'usinage.

Une partie des programmes des pièces usinées sont en annexe.

Phase 20 :

Pour la phase 20, il a fallu se brider directement sur la table de la machine, car tous les étaux de l'atelier n'avaient pas les bonnes dimensions pour maintenir la pièce.

Pour le contournage ainsi que le surfaçage, il a fallu le réaliser en deux fois, car les brides venaient gêner le passage des outils. La solution a été de mettre en pause la machine pendant l'usinage, pour changer les brides de position afin de pouvoir usiner le reste qui n'avait pas été usiné.

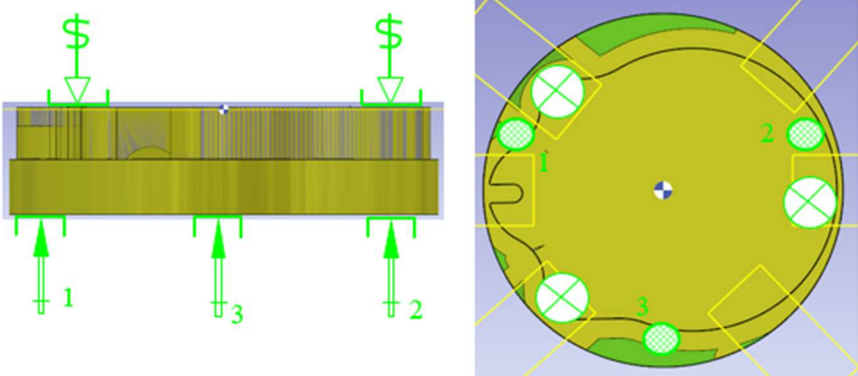
Contrat de phase		UIMM Pôle Formation Loire-Drôme-Ardèche	CFAI-APPI Centre de Formation Industrielle	ATELIER Production / Usinage								
Pièce :	<i>base</i>	Phase : <i>20</i> S/Phase : <i>a</i>										
Ensemble :	<i>base diviseur</i>	Machine outil : <i>HAAS MINI MILL</i>										
Matière :	<i>x40cr14</i>	N°Prog. : <i>00003</i>										
Brut :	<i>Ø256*65</i>	La barre F.H. color : <i>sur la table</i>										
Mise en position : <i>Eridage sur table</i>												
												
Numéro plan: 4875 Indice plan: c												
Opérations		Outils							Vc	f mm/tr	n	Vf
Rep	Désignation	Ø	Z	I	H	Q	m/min	fz mm/d	tr/min	mm/min		
1	surfacing	1	Tourteau	50	5	01	01	01	80	0,1	510	255
2	contournage eb.	2	fraise 2T HSS	20	3	02	02	02	30	0,07	478	100
3	contournage fi.	2	fraise 2T HSS	14	6	03	03	03	60	0,02	1365	164
4	contournage eb. + fi	3	fraise 2T HSS	10	3	04	04	04	30	0,05	955	143
5	surfacing	1	Tourteau	50	5	01	01	01	80	0,2	510	510
6	contournage eb.	2	fraise 2T HSS	20	3	02	02	02	30	0,07	478	100
7	contournage fi.	2	fraise 2T HSS	14	6	03	03	03	60	0,02	1365	164

Figure 23 contrat de phase n°20 de la pièce base



Figure 24 mise en position de la pièce dans la machine

Liste des outils pour cette phase 20 :



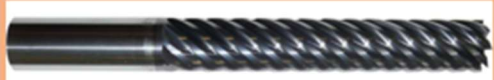

numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 <p>tourteau Ø50</p>	surfaçage de la pièce
2	 <p>fraise HSS Ø20</p>	contournage ébauche
3	 <p>fraise HSS Ø14</p>	contournage finition
4	 <p>fraise HSS Ø10</p>	usinage pour le passage de vis de l'oreille de bridage

Figure 25 liste des outils de la phase 20

Phase 40 a :

Pour la phase 40 a, je suis aussi venu me brider sur la table, mais cette fois-ci je n'ai pas eu besoin de changer mes brides de place pour faire le surfaçage.

Contrat de phase		UIMM Pôle Formation Loire-Drôme-Ardèche LA FABRIQUE DE L'AVENIR	CFAI-AFPI Loire-Drôme-Ardèche	ATELIER Productique / Usinage							
Pièce :	<i>base</i>	Phase : <i>40</i> S/Phase : <i>a</i>									
Ensemble :	<i>base diviseur</i>	Machine outil : <i>HAAS MINI MILL</i>									
Matière :	x40cr14	N°Prog. : <i>o0004</i>									
Brut :	<i>Ø250*65</i>	Le barre / H. cales : <i>sur la table</i>									
Mise en position : <i>Bridage sur table</i>											
Numéro plan: 4875 Indice plan: c											
Opérations			Outils					Vc	f mm/tr	n	Vf
	Rep	Désignation	Ø	Z	I	H	D	m/min	fz mm/dt	tr/min	mm/min
1	1	surfacement	Tourteau	50	5	01	01	80	0,1	510	255

Figure 26 contrat de phase n°40 a de la pièce base

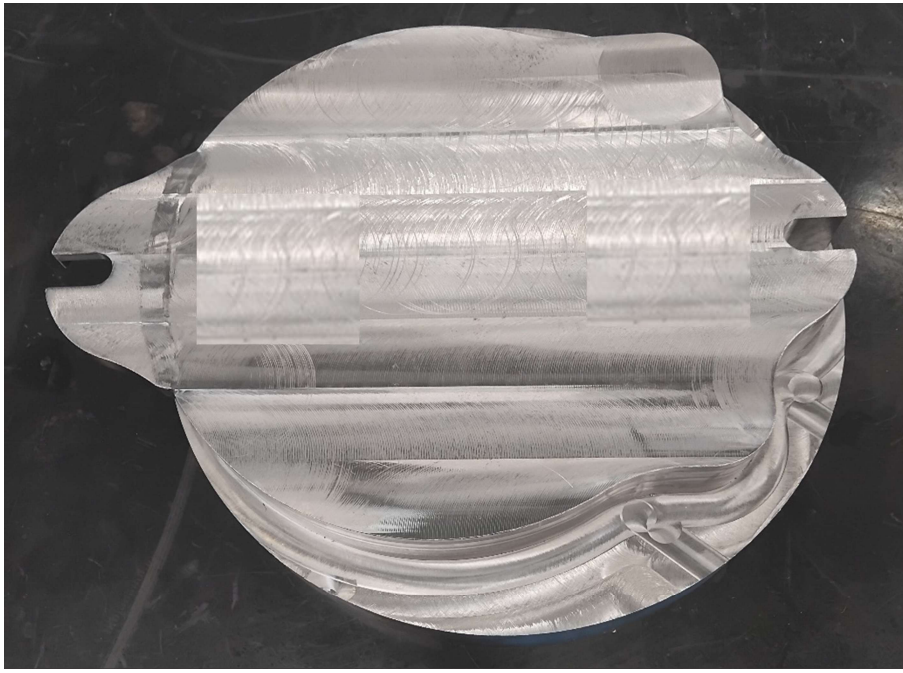


Figure 27 image après usinage de la phase 40 a

Liste des outils pour cette phase 40 a :


numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1		tourteau Ø50
		surfaçage de la pièce

Figure 28 liste des outils de la phase 40 a

Phase 40 b :

La phase 40 b, est une phase qui a été rajoutée en plus pour faciliter les prochains usinages et aussi pour faciliter la mise en position du diviseur sur la table de la machine lors de son utilisation.

Pour cette phase, je suis venu me brider sur la table et puis faire mon usinage.

Contrat de phase			UIMM UNIVERSITÉ INDUSTRIELLE DE LOIRE-ARDECHE	CFAI-APPI Centre de Formation Apprentissage Industriel	ATELIER Productique / Usinage							
Pièce :	<i>base</i>		Phase : <i>40</i> S/Phase : <i>b</i>									
Ensemble :	<i>base diviseur</i>		Machine outil : <i>HAAS MINI MILL</i>									
Matière :	x40cr14		N°Prog. : <i>o0005</i>									
Brut :	<i>Ø250*65</i>		de barre / H. cales : <i>sur la table</i>									
Mise en position : <i>Bridage sur table</i>												
Numéro plan: 4875 Indice plan: c												
Opérations			Outils									
Rep	Désignation	Ø	Z	I	H	Ø	Vc m/min	f mm/tr fz mm/d	n tr/min	Vf mm/min		
1	pointage	1	foret à pointer	8	1	01	01	01	20	0,13	796	104
2	perçage Ø5	2	foret HSS	5	1	02	02	02	20	0,06	1274	76
3	perçage Ø15,5	3	foret HSS	16	1	03	03	03	20	0,1	411	41
4	alesage Ø16	4	alésoir	16	5	04	04	04	18	0,1	358	179

Figure 29 contrat de phase n°40 b de la pièce base

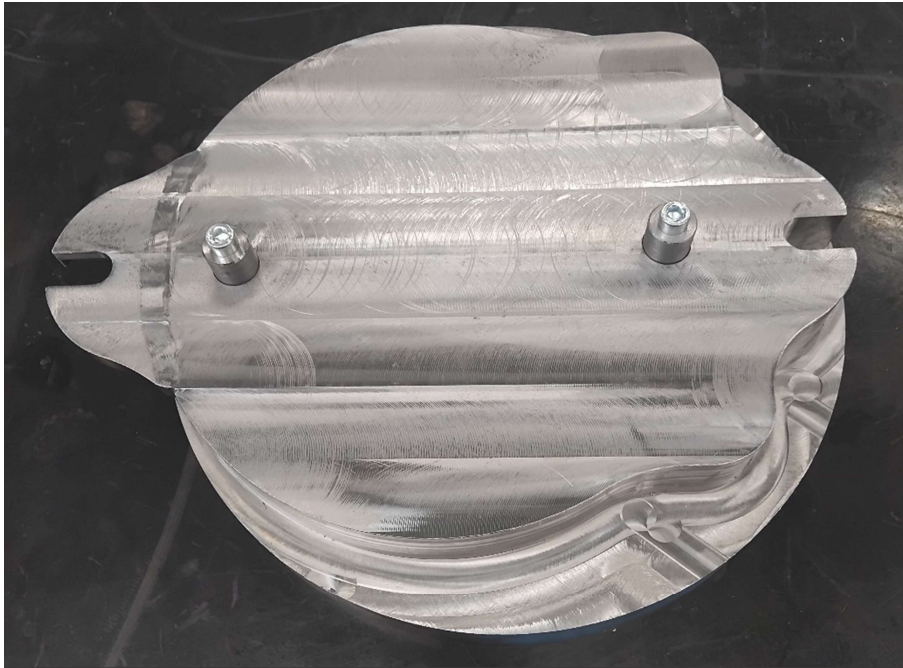


Figure 30 image après usinage de la phase 40 b

Liste des outils pour cette phase 40 b :





numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 foret a pointer HSS Ø 8	pointage de la pièce
2	 foret HSS Ø 5	perçage diamètre 5 pour taroder le fond de la pièce
3	 foret HSS Ø 15,5	perçage diamètre 15,5 pour aleser la pièce
4	 alesoir Ø 16	alesage diamètre 16 H7

Figure 31 liste des outils de la phase 40 b

Phase 50 a :

La réalisation de cette phase se fait en deux étapes :

- ➔ Usinage de la deuxième oreille de bridage tout en me bridant avec des brides sur le brut.
- ➔ Contournage de la pièce ainsi que la totalité de l'évidement de la pièce.

Pour les deux phases, je suis venu m'appuyer sur les deux pions que j'ai usiné en phase 40 b.

Problème rencontré :

Lors de la programmation je me suis rendu compte que les outils étaient trop courts.

Solution apportée :

La proposition apportée a été d'acheter un porte outil plus long pour faire l'ébauche avec le tourteau.

Contrat de phase		UIMM	CFAI-APRI	ATELIER
Pièce :	base	Phase : 50 SiPhase : a		
Ensemble :	base diviseur	Machine outil : HAAS MINI MILL		
Matière :	x40cr14	N° Prog. : o0006		
Brut :	Ø250*65	e barre / H. cales : sur la table		
Mise en position : Bridage sur table				

Numéro plan: 4875
Indice plan: c

Opérations	Rep	Désignation	Outils				Vc m/min	f mm/tr	n tr/min	Vf mm/min		
			Ø	Z	I	H					D	
1	surfaçage oreille	1	Tourteau	50	5	01	01	01	80	0,25	510	637
2	finition oreille	1	fraise 2THSS	12	6	02	02	02	60	0,02	1532	191
3	bride	2	fraise 2THSS	12	6	02	02	02	60	0,02	1532	191
4	surfaçage	3	Tourteau	50	5	01	01	01	80	0,25	510	637
5	contournage eb	4	Tourteau	50	5	01	01	01	80	0,25	510	637
6	contournage fini	4	fraise 2THSS	12	6	02	02	02	60	0,02	1532	191
7	perçage Ø 17	5	foret à plaquette	17	2	03	03	03	20	0,05	375	37
8	evidement eb	6	ravageuse	18	5	04	04	04	100	0,06	1763	531
9	evidement 2 eb	7	ravageuse	18	5	04	04	04	100	0,06	1763	531
10	evidement fini	6	fraise 2THSS	12	6	02	02	02	60	0,02	1532	191
11	evidement 2 fini	7	fraise 2THSS	12	6	02	02	02	60	0,02	1532	191
12	pointage (x18)	8	foret à pointer	8	2	05	05	05	20	0,11	796	175
13	perçage (x18)	9	foret HSS	5	2	06	06	06	20	0,03	1274	76

Figure 32 contrat de phase n°50 a de la pièce base

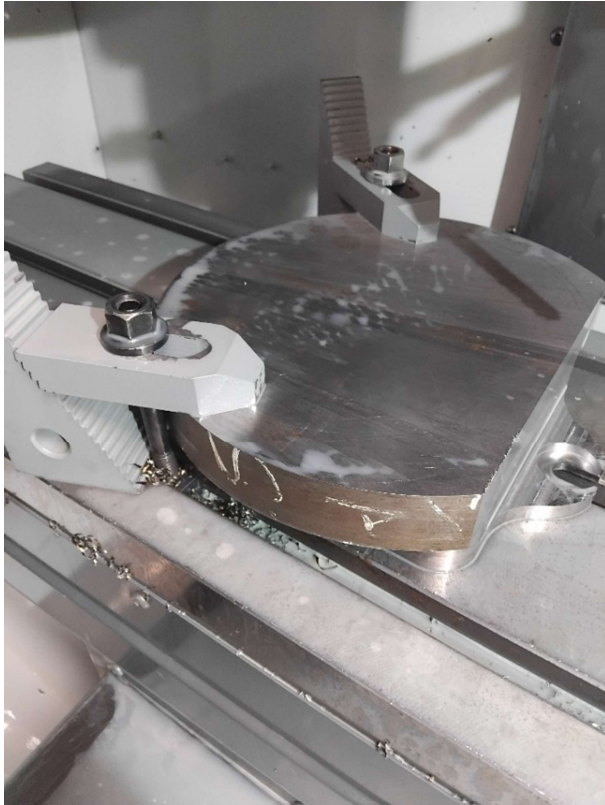


Figure 33 bridage de la première partie de l'usinage

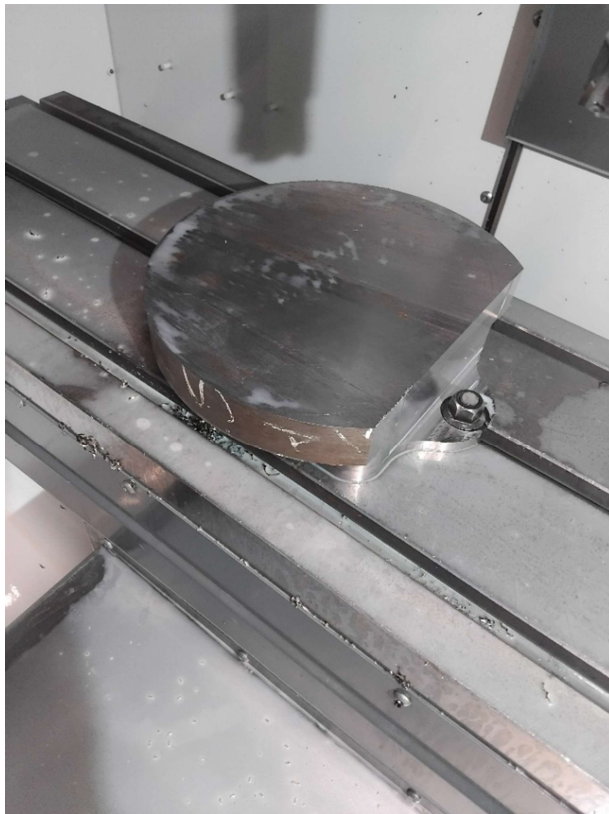


Figure 34 bridage de la deuxième partie de l'usinage

Facture du port outil pour le tourteau :



Offre: 25516014

Page -2-

Les illustrations montrent la version standard du catalogue

Document confidentiel - diffusion interdite.

En raison de l'évolution volatile du marché des matières premières et de l'énergie, nous ne pouvons malheureusement vous garantir le prix de l'offre que jusqu'à la date indiquée. Après l'expiration de cette date, nous nous réservons le droit de procéder à un nouveau calcul des différents éléments et de vous soumettre une offre adaptée.

Position Votre position	Référence Votre référence	Taille	Catalogue 55 Catalogue./Page	Qtité	Prix unitaire EUR	Remise (-) Surcoût (+)	Somme EUR
10	301027 22	Mandrin porte-frais. sa40 DIN69871 100 Produit: HOLEX	1 / 942	1	53,14	net	53,14

<https://www.hoffmann-group.com/fr/301027-22>



Exécution

- Toutes les queues avec projection de perles en verre fin.
- Queue conique, tenon d'entraînement et surface de contact en bout rectifiée.
 - Série courte.
 - Surface de contact agrandie.
 - Avec RFID / alésage Balluffchip.

Livraison

Avec vis de serrage de fraise.

Total des lignes	53,14
port/emballage	
car commande inférieure EUR 200,00	13,00
Montant Net HT	66,14
TVA (20,0 %)	13,23
Montant Total TTC	79,37

Caractère-Explication: P = Prix Promo net = prix Net S = Surcharge

Selon nos conditions générales de vente (voir catalogue en cours ou sur www.hoffmann-group.com).

NOUVEAU !

Cette offre est également disponible dans votre e-Shop: <https://www.hoffmann-group.com/FR/fr/hof/my-account/offer/list>



Vous n'utilisez pas encore les avantages de notre boutique en ligne?

Alors, nous vous recommandons de vous inscrire rapidement et facilement sur <https://www.hoffmann-group.com/FR/fr/hof/login>

PRD
06.03.2025
1604514

Hoffmann France SAS au capital de 500.000 €
1 rue Gay Lussac, CS 80836, F-67410 Drusenheim
Tél.: +33 3 90 55 12 00
E-mail: ho-france@hoffmann-group.com
www.hoffmann-group.com

N° d'ident. TVA: FR67 950 622 878
R.C. Strasbourg 89 B 963
Siret 950 622 878 00037
Code NAF 4669B

NIRP: FR014166_10JLUT
IDJ ecosystem: FR022501_05ECHO

BNP Paribas
RIB: 30004 02471 00010710894 66
Domiciliation: BNP Paribas Alsace T. Belfort
IBAN: FR76 3000 4024 7100 0107 1089 466
BIC (SWIFT): BNPAFR33XXX

Figure 35 facture du nouvel outil acheter

Liste des outils pour cette phase 50 a :







numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 <p>tourteau Ø50</p>	surfaçage de la pièce et contournage ébauche de la pièce
2	 <p>fraise HSS Ø12</p>	contournage finition extérieur et intérieur de la poche
3	 <p>foret a plaquette HSS Ø 17</p>	forage de la pièce pour faciliter la descente de l'outil dans la matière pour faire l'ébauche de la poche
4	 <p>ravageuse Ø18</p>	evidement ébauche de la poche
5	 <p>foret a pointer HSS Ø 8</p>	pointage de la pièce
6	 <p>foret HSS Ø 5</p>	perçage Ø5 pour un taraudage M6

Figure 36 liste des outils de la phase 50 a

Phase 50 b :

Pour la phase 50 b, je l'ai réalisée directement après la phase 50 a sans démonter la pièce de la machine, afin de ne pas nuire à la précision des évidements restants de la pièce. J'ai donc usiné les quatre taraudages et aussi fait les deux alésages H7. Cette phase a été rajoutée en plus de la phase 50 a, car il n'y avait pas assez de porte-outils disponibles dans l'atelier.




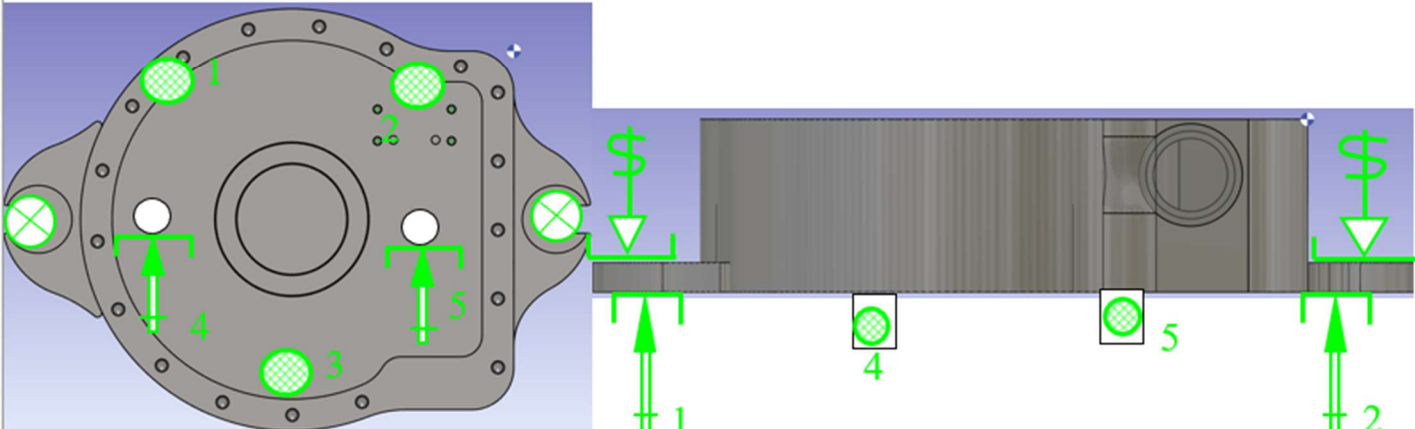
Contrat de phase			  									
Pièce :	<i>base</i>		Phase :	<i>50</i>	S/Phase :	<i>b</i>						
Ensemble :	<i>base diviseur</i>		Machine outil :	<i>HAAS MINI MILL</i>								
Matière :	<i>x40cr14</i>		N°Prog. :	<i>o0007</i>								
Brut :	<i>Ø250*65</i>		Matériau / H. cales :	<i>sur la table</i>								
Mise en position : <i>Bridage sur table</i>												
												
Numéro plan: 4875 Indice plan: c												
Opérations			Outils						Vc	f mm/tr	n	Vf
Rep	Désignation	Ø	Z	I	H	D	m/min	fz mm/dt	tr/min	mm/min		
1	pointage (x6)	1	foret à pointer	8	2	01	01	01	20	0,11	796	175
2	perçage Ø 3,3 (x4)	2	foret HSS	3,3	2	02	02	02	20	0,1	1930	386
3	perçage Ø 3,7 (x2)	3	foret HSS	3,7	2	03	03	03	20	0,04	1721	138
4	alésage Ø 4H7 (x2)	3	alésoir	4	6	04	04	04	10	0,06	796	287

Figure 37 contrat de phase n°50 b de la pièce base

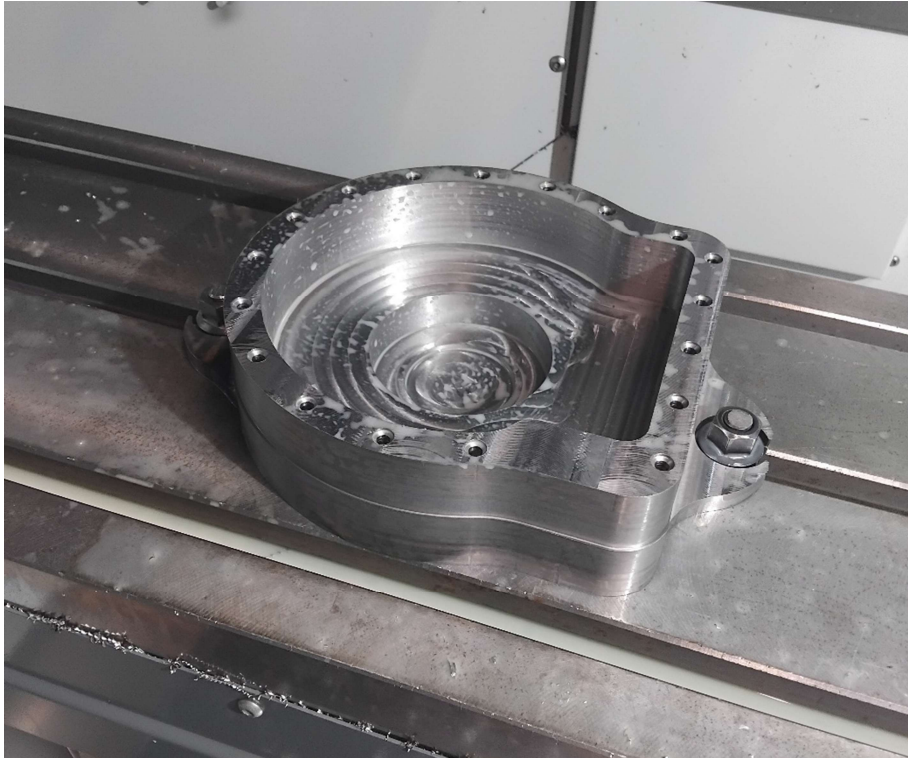


Figure 38 mise en position de la pièce dans la machine

Liste des outils pour cette phase 50 b :





numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 foret apointer HSS Ø 8	pointage de la pièce
2	 foret HSS Ø 3,3	perçage Ø3,3 pour un tarodage M4
3	 foret HSS Ø 3,7	perçage Ø3,7 pour un alesage 4H7
4	 alesoir HSS Ø 4 H7	alesage Ø4 H7

Figure 39 liste des outils de la phase 50 b

Phase 60 :

Pour la phase 60, j'ai dû usiner un montage d'usinage pour pouvoir usiner les deux alésages qui étaient sur le côté de la pièce. Ensuite, je suis venu assembler le montage d'usinage avec l'équerre à 90°. Puis, j'ai assemblé la pièce sur l'ensemble du montage. Pour terminer, j'ai mis le tout sur la machine.

Contrat de phase		UIMM Pôle Formation Loire-Drôme-Ardèche	CFAI-AFPI Loire-Drôme-Ardèche	ATELIER Productique / Usinage									
Pièce :	base	Phase :	60	S/Phase :	a								
Ensemble :	base diviseur	Machine outil :	HAAS MINI MILL										
Matière :	x40Cr14	N°Prog. :	o0008										
Brut :	Ø250*65	tie barre / H. cales :	sur la table										
Mise en position : Montage équerre													
Numéro plan: 4875 Indice plan: c													
Opérations		Outils							Vc	f mm/tr	n	Vf	
	Rep	Désignation	Ø	Z	I	H	D	m/min	fz mm/d	tr/min	mm/min		
1		perçage Ø17	1	foret à plaquette	17	2	01	01	01	20	0,05	375	37
2		contournage ed	2	fraise 2T HSS	10	4	02	02	02	100	0,04	3185	510
3		contournage fini	2	fraise 2T HSS	10	4	02	02	02	100	0,05	3185	637

Figure 40 contrat de phase n°60 de la pièce base



Figure 41 mise en position de la pièce dans la machine (vue 1)

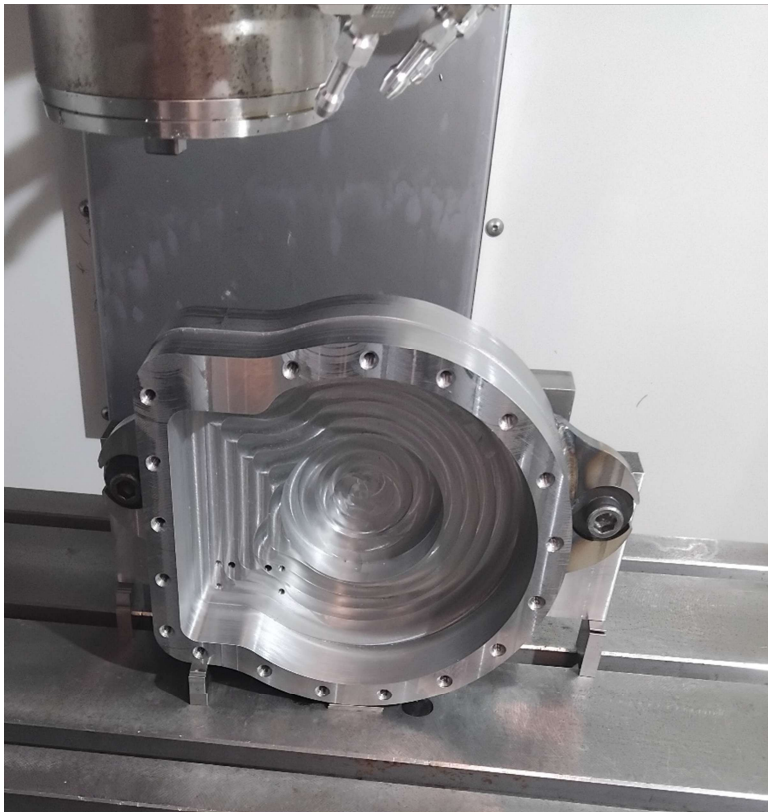


Figure 42 mise en position dans la machine (vue 2)

Liste des outils pour cette phase 60 :



numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 foret a plaquette HHS Ø 17	fortage de la pièce pour facilité la descente de la fraise dans la pièce
2	 fraise HSS Ø10	contournage ebauche et finition interieur

Figure 43 liste des outils de la phase 60



Figure 44 image de la pièce fini (vue 1)

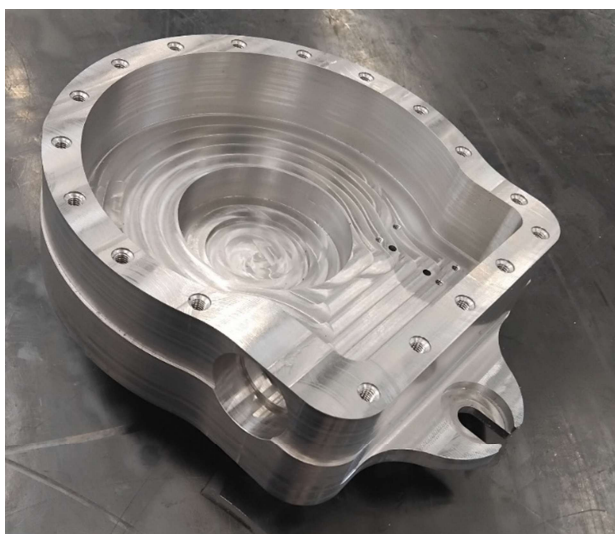


Figure 45 image de la pièce fini (vue 2)

L'oreille de bridage

Lors du choix du brut, n'ayant pas à disposition un bloc de matière suffisamment grand dans le stock matière, j'ai dû prendre la décision de faire la pièce en deux parties comme vu précédemment (phase 20 p 25).

Phase 20

Contrat de phase		UIMM UNIVERSITÉ INDUSTRIELLE MÉTALLURGIQUE DE LOIRE-ARDECHE	CFAI-AFPI Loire-Drôme-Ardèche	ATELIER Productique / Usinage							
Pièce :	base 2	Phase : 20		S/Phase : a							
Ensemble :	base diviseur	Machine outil : HAAS MINI MILL									
Matière :	x40Cr14	N°Prog. : o0001									
Brut :	100*60*20	Diamètre barre / H. cales : 46mm									
Mise en position : Etau											
Numéro plan: 4875 Indice plan: c											
Opérations		Outils						Vc	f mm/tr	n	Vf
	Rep	Désignation	Ø	Z	I	H	D	m/min	mm/tr	tr/min	mm/min
1	1	Tourteau	63	5	01	01	01	70	0,15	354	265,39
2	2	fraise 2T HSS	10	3	02	02	02	100	0,05	3185	477,71
3	2	fraise 2T HSS	10	3	02	02	02	100	0,05	3185	477,71

Figure 46 contrat de phase n°20 de la pièce oreille

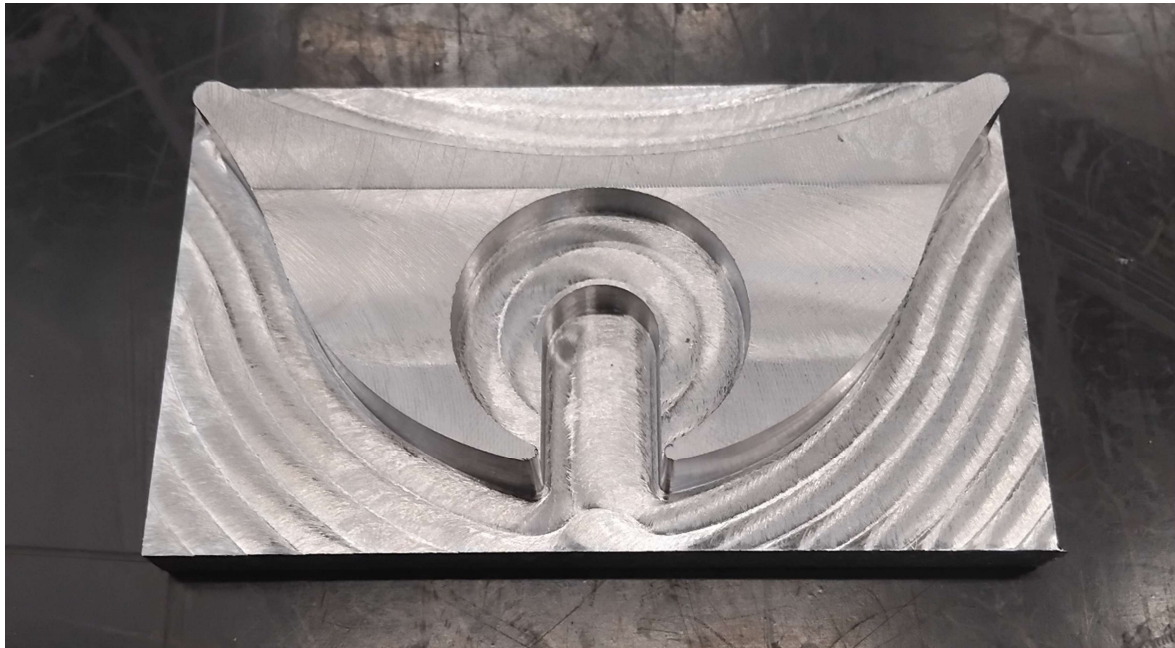


Figure 47 image après usinage de la phase 20 (oreille)

Liste des outils pour cette phase 20 :



numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 tourteau Ø50	surfaçage de la pièce
2	 fraise HSS Ø10	contournage ebauche et finition extérieur

Figure 48 liste des outils de la phase 20 (oreille)

Phase 30

Pour la phase 30, j'ai dû usiner assez doucement car il y avait un risque que la pièce sorte de l'étau en enlevant la semelle.



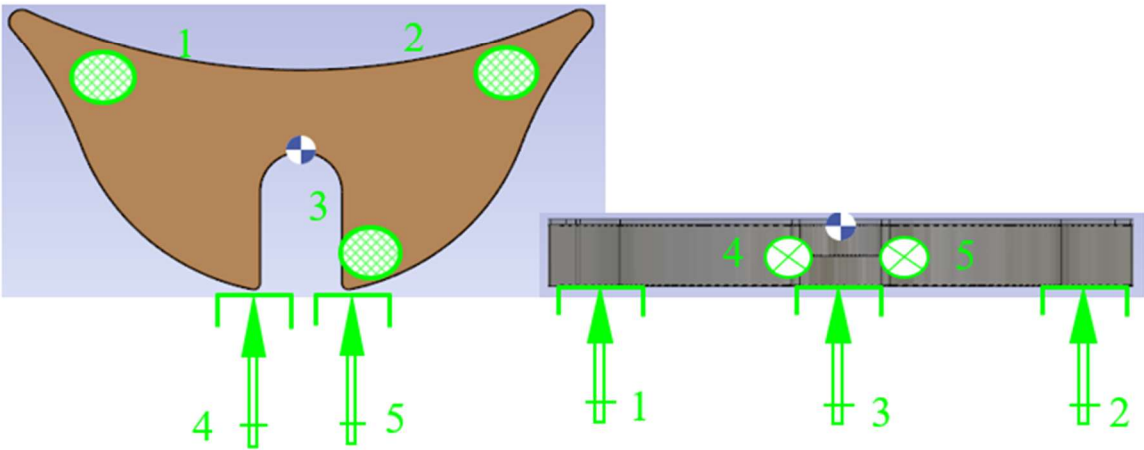
Contrat de phase			 		ATELIER							
Pièce :	<i>base 2</i>		Phase : <i>30</i>		S/Phase : <i>a</i>							
Ensemble :	<i>base diviseur</i>		Machine outil : <i>HAAS MINIMILL</i>									
Matière :	x40Cr14		N°Prog. : <i>o0002</i>									
Brut :	tie barre / H. cales : <i>46mm</i>											
Mise en position : <i>Etau</i>												
												
Numéro plan: 4875 Indice plan: c												
Opérations			Outils					Vc	f mm/tr	n	Vf	
		Rep	Désignation	Ø	Z	T	H	D	m/min	fz mm/dt	tr/min	mm/min
1	Surfacage	1	Tourteau	63	5	01	01	01	70	0,15	354	265,39

Figure 49 contrat de phase n°30 de la pièce oreille

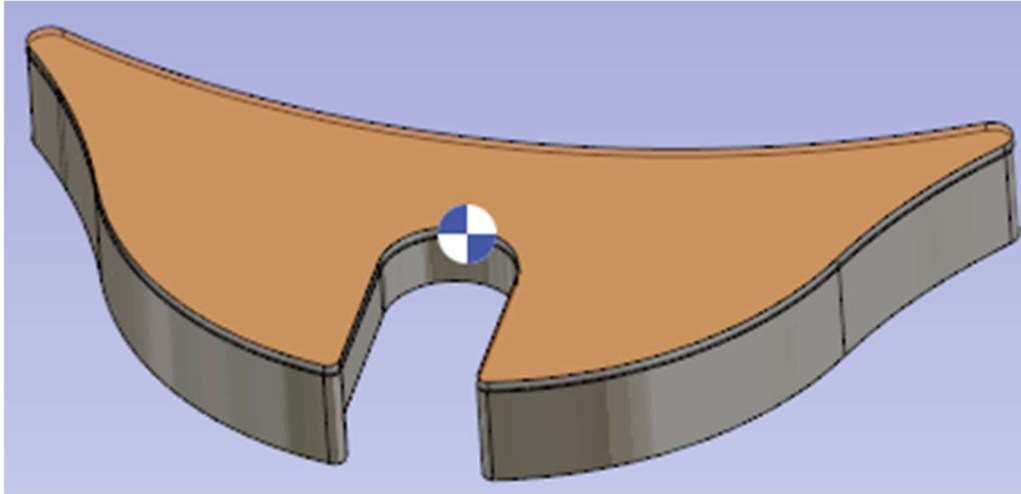


Figure 50 image 3D de la pièce phase 30 (oreille)

Liste des outils pour cette phase 30 :

numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 tourteau Ø50	surfaçage de la pièce

Figure 51 outil utilisé pour la phase 30 (oreille)

Le montage :

Lors de la programmation de l'alésage $\varnothing 35$ H6 et $\varnothing 30$ H8, je me suis rendu compte que pour positionner ma pièce dans la machine, il fallait la positionner verticalement. La solution a été d'utiliser une équerre d'usinage pour la positionner. Le problème c'est que la pièce ne pouvait pas se monter directement dessus. La solution à ce deuxième problème a été de créer un montage d'usinage pour venir monter ma pièce dessus.

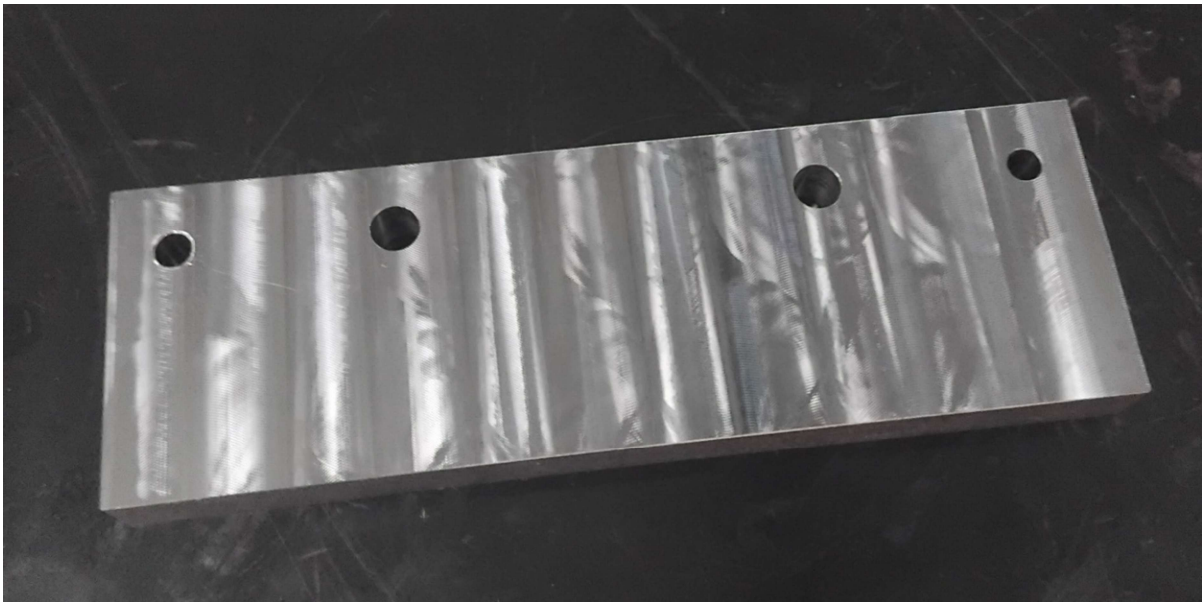


Figure 52 Image du montage d'usinage sur lequel se monte la pièce et où l'ensemble se monte sur l'équerre d'usinage

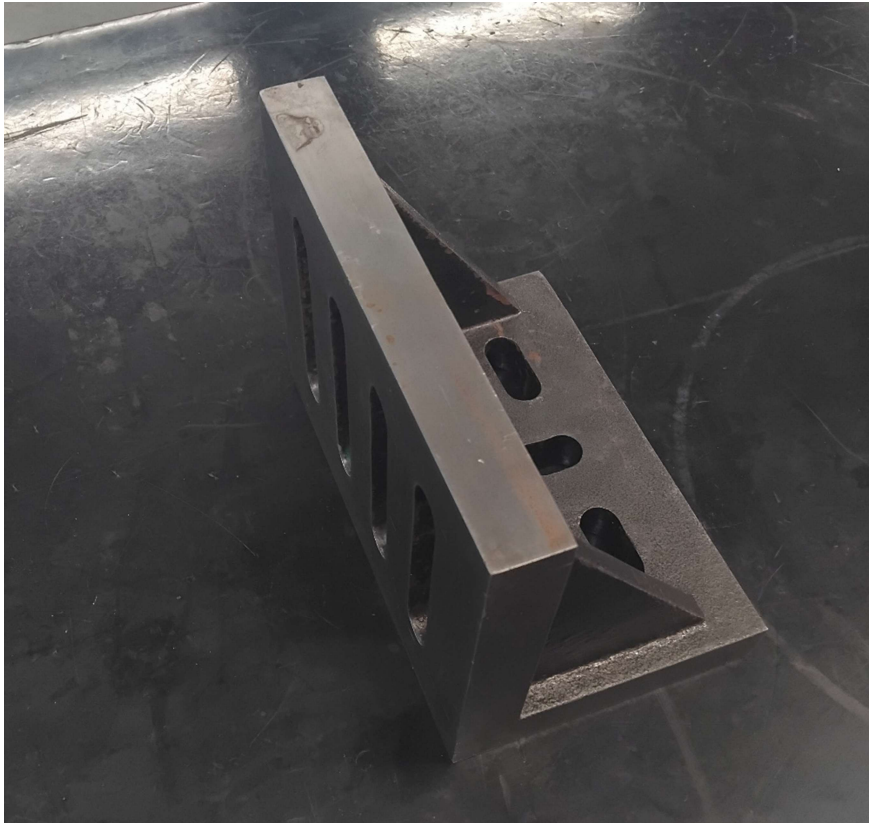


Figure 53 Image de l'équerre d'usinage sur lequel se monte le montage d'usinage (vue 1)



Figure 54 Image de l'équerre d'usinage sur lequel se monte le montage d'usinage (vue 2)

Phase 20

Contrat de phase		UIMM	CFAI-AFPI	ATELIER							
Pièce :	montage pour base diviseur	Phase : 20 S/Phase : a									
Ensemble :	diviseur	Machine outil : HAAS MINI MILL									
Matière :	x40Cr14	N°Prog. : o1100									
Brut :	280*90*25	vie barre / H. cales : 40									
Mise en position : Etau											
Numéro plan: 4875 Indice plan: c											
Opérations		Outils					Vc	f mn/tr	n	Vf	
Rep	Désignation	Ø	Z	T	H	D	m/min	z mn/vc	tr/min	mm/min	
1	1 surfacage	Tourteau	50	5	01	01	01	70	0,15	446	334,39
2	2 et 3 pointage	foret à pointer	8	2	02	02	02	17	0,13	677	175,96
3	3 perçage M12	foret HSS	10	2	03	03	03	50	0,09	1561	281
4	4 perçage M16	foret HSS	14	2	04	04	04	14	0,13	318	82,803

Figure 54 contrat de phase n°20 du montage

Liste des outils pour cette phase 20 :





numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 tourteau Ø50	surfaçage de la pièce
2	 foret a pointer HSS Ø 8	pointage de la pièce
3	 foret HSS Ø 10	perçage Ø10 pour un tarodage M12
4	 foret HSS Ø 14	perçage Ø14 pour un tarodage M16

Figure 55 liste outils de la phase 20 du montage

Phase 30

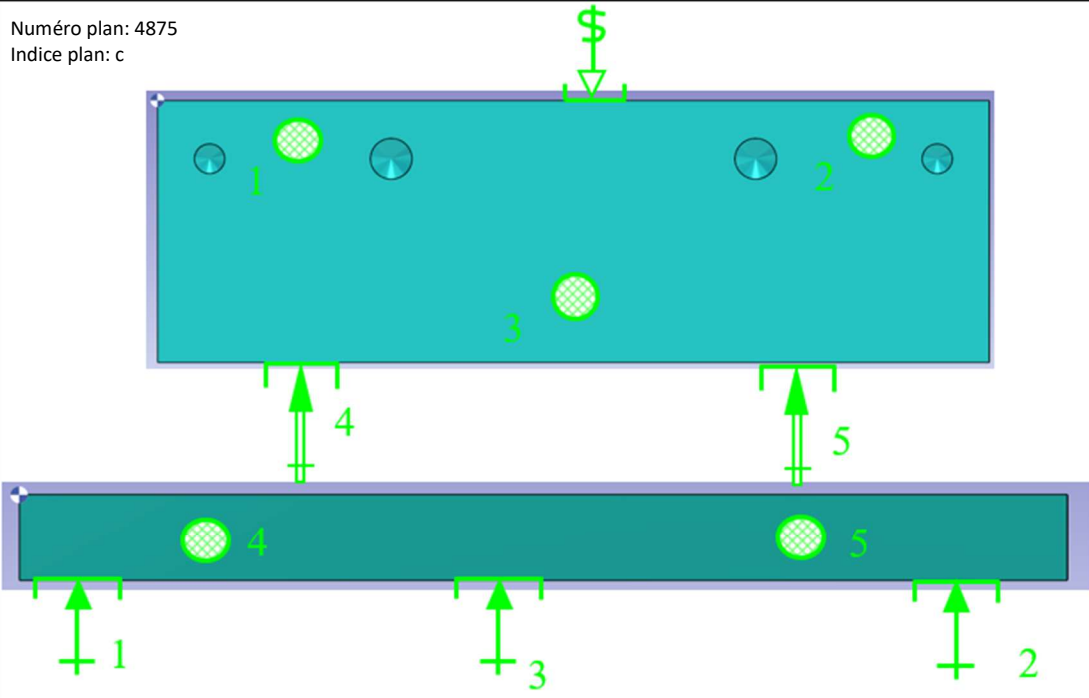
Contrat de phase		UIMM PÔLE FORMATION Loire-Drôme-Ardèche LA FABRIQUE DE L'AVENIR	CFAI-AFPI Loire-Drôme-Ardèche	ATELIER Productive / Usinage							
Pièce : <i>montage pour base diviseur</i>	Phase : <i>30</i>	S/Phase : <i>a</i>									
Ensemble : <i>diviseur</i>	Machine outil : <i>HAAS MINIMILL</i>										
Matière : <i>x40cr14</i>	N°Prog. : <i>o1100</i>										
Brut : <i>280*90*25</i>	tie barre / H. cales : <i>40</i>										
Mise en position : <i>Etau</i>											
Numéro plan: 4875 Indice plan: c 											
Opérations	Rep	Outils	Vc	f mm/tr	n	Vf					
							Désignation	Ø	Z	T	H
1 surfacage	1	Tourteau	50	5	01	01	01	70	0,15	446	334,39

Figure 56 contrat de phase n°30 du montage

Liste des outils pour cette phase 30 :

numero d'outil	type d'outil	utilisation de l'outil
1	 tourteau Ø50	surfaçage de la pièce

Figure 57 liste outils de la phase 30 du montage

Gamme de contrôle

côte théorique	moyen de contrôle utiliser	côte mesurée	tolérance
épaisseur 10	Pied à coulisse	9,81	+/-0,2
alésage 10	Pied à coulisse	10,01	+/-0,2
5	jauge de profondeur	4,98	+/-0,1
35 +/- 0,1	jauge de profondeur micrométrique	34,99	+/-0,1
54 +/- 0,05	jauge de profondeur micrométrique	54,02	+/-0,05
57	jauge de profondeur	57,02	+/-0,3
22	jauge de profondeur	21,95	+/-0,2
14,5	jauge de profondeur	14,38	+/-0,2
59 +/- 0,1	micromètre	58,95	+/-0,1
13	Pied à coulisse	12,9	+/-0,2
125	bras palpeur	124,96	+/-0,3
120	bras palpeur	120,2	+/-0,3
Ø 52	Pied à coulisse	51,94	+/-0,3
Ø72 H6	micromètre trois touche	72,01	+0,019 +0
Ø30 H8	micromètre trois touche	30,03	+0,033 +0
Ø16 H7	micromètre trois touche	16,01	+0,018 +0
Ø35 H6	micromètre trois touche	35,06	+0,016 +0
Ø4 H7	tempon de contrôle	4,01	+0,012 +0
R200	Pied à coulisse	R100,04	+/-0,5
R16	Pied à coulisse	R15,94	+/-0,2
(x20) M6	tempon filetage	pas / pas pas	
(x4) M4	tempon filetage	pas / pas pas	
$\begin{matrix} \text{Ø} 30 \text{ H8} \\ \text{0,02 C} \end{matrix}$	bras palpeur	0,02	0,02
$\begin{matrix} \text{Ø} 55 \text{ H6} \\ \text{+0,03 A B} \end{matrix}$	bras palpeur	0,03	0,03
$\begin{matrix} \text{//} \\ \text{0,02 B} \end{matrix}$	bras palpeur	0,01	0,02
$\begin{matrix} \text{0,02} \\ \text{+} \end{matrix}$	bras palpeur	0,15	0,02
$\begin{matrix} \text{(x2) } \text{Ø} 4 \text{ H7} \\ \text{+0,03 A B} \end{matrix}$	bras palpeur	0,02	0,03

Figure 58 gamme de contrôle

- côte conforme
- côte non



Figure 59 image de la mise en position pour le control

Chiffrage de la pièce

Pour le chiffrage de ma pièce, j'ai récupéré tous les temps de réglage et d'usinage que j'ai mis pour réaliser la pièce. Pour les temps d'usinage, il a fallu une totalité de 13h30, et pour les temps de réglage 9h au total. Dans un tableau, j'ai aussi ajouté les coûts de matière qui s'élèvent à 65.26 euros. Dans mon entreprise, le taux horaire d'usinage est de 60 euros de l'heure, ce qui englobe toutes les factures que la réalisation peut coûter à l'entreprise (électricité, achat de la machine, et d'autres coûts nécessaires à la réalisation de la pièce).

formule \ les pièces	montage	oreille bride separée	base	total
temps de réglage (en h)	1,25	2	5,75	9
temps d'usinage (en h)	1	1	9,5	11,5
temps de soudage (en h)	0	0	2	2
temps de control (en h)	0,5	0,75	2,5	3,75
masse de la pièce (en Kg)	5	0,93	26,7	32,63
coût de la matiere 2€/kg	10,00 €	1,86 €	53,40 €	65,26 €
taux horaire 60€ / h	165,00 €	225,00 €	1 185,00 €	1 575,00 €
coût total (en €)	175,00 €	226,86 €	1 238,40 €	1 640,26 €

Figure 60 chiffrage de la pièce

Détail des calculs

- J'ai d'abord calculé le coût de la matière. Le prix au kilo s'élevait à 2 euros du kilo et la totalité des pièces pesait 32.63 Kg. J'ai donc multiplié la masse de matière par son prix au kilo, pour avoir le coût total de la matière soit 65,26 euros.
- Pour le coût horaire, j'ai additionné le temps de réglage, d'usinage, de soudage et de contrôle, puis j'ai multiplié par le taux horaire qui s'élevait à 60 euros. Pour le chiffrage des temps de réglage, d'usinage et le temps de contrôle, le prix s'élevait à 1575 euros.
- Pour avoir le chiffrage final, j'ai additionné le coût total de la matière avec le coût horaire total. Cette somme s'élevait à 1640.26 euros.

Assemblage du diviseur

Lors de la création du diviseur, j'ai fait l'étude complète des matériaux et des pièces usinables et non usinables. Je les ai modélisés en 3D et j'ai réalisé tous les plans en 2D des pièces du diviseur. Pour éviter l'usure prématurée des pièces, j'ai décidé de prendre de l'huile. La contrainte a été d'étanchéifier la pièce complète. J'ai choisi un joint papier pour le couvercle et la base du diviseur car il est fin et car les pièces sont fixes. Pour étanchéifier les deux arbres, j'ai décidé de prendre un joint spi car c'est une pièce tournante.

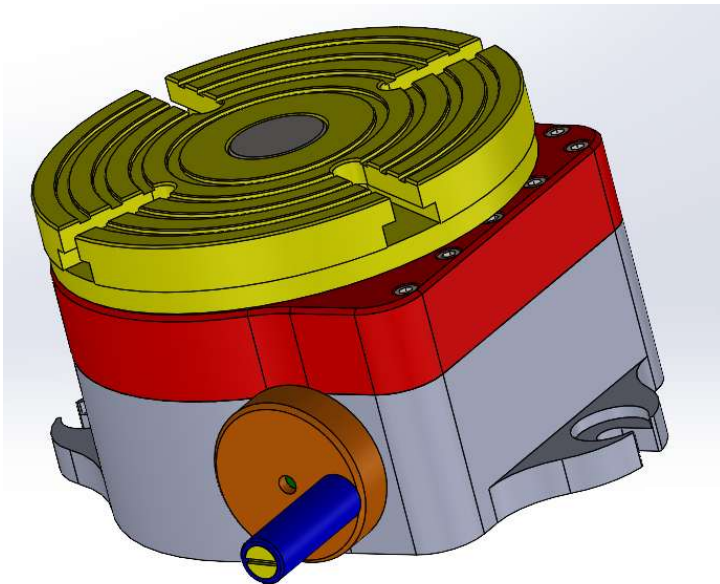


Figure 61 assemblage du diviseur

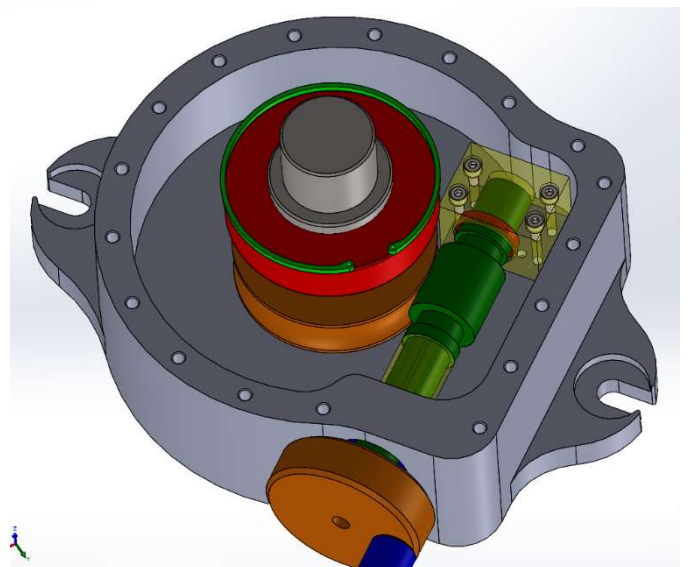


Figure 62 assemblage du diviseur vu de l'intérieur

Conclusion

Ce projet m'a permis de réaliser une pièce mécanique en partant de sa conception 3D jusqu'à la réalisation d'un prototype réel en utilisant différents procédés.

J'ai pu employer mes capacités de planification en utilisant le diagramme GANTT. Au départ, n'ayant pas de pièce réelle, j'ai dû concevoir tout le montage sur Solidworks, à partir de seulement une contrainte (une mesure dans le cahier des charges). Une recherche approfondie de processus de fabrication a été faite. A la suite, la fraiseuse 3 axes a été sélectionnée pour la fabrication. Une nomenclature des phases a été réalisée au départ, ensuite les contrats de phases ont été établis et un protocole de contrôle a été défini.

Puis, pour vérifier la rentabilité du processus proposé, une étude de prix a été réalisée et a permis de valider la fabrication de la pièce en respectant les obligations de l'entreprise.

Pour finir, ce projet m'a permis d'utiliser mes connaissances acquises ces deux dernières années en tant que technicien d'usinage pour réussir à sortir une pièce conforme et utile pour l'entreprise.

Un morceau de programmes d'une pièce usinée :

O0001 (BASE 2 PH 20)	N255 Z0.333
N5 G17 G40 G54 G80 G90	N260 G00 Z2.
N10 (POCHE BALAYAGE)	N265 X-27.895 Y-38.8
N15 (FRAISE SURF D63)	N270 Z0.333
N20 T01 M06	N275 G01 Z-1.667
N25 S354 M03	N280 X-33.367 Y-35.
N30 G00 G54 X-91.5 Y18.15 F266	N285 G02 X-55. Y-6.88 I33.367 J48.051
N35 G43 H01 Z50.	N290 G01 X-58.8 Y3.606
N40 Z3.	N295 Z0.333
N45 G01 Z1.	N300 G00 Z2.
N50 X91.5	N305 X-18.617 Y-38.8
N55 G02 X91.5 Y-21.675 I0. J-19.913	N310 Z0.333
N60 G01 X-81.5	N315 G01 Z-1.667
N65 Z3.	N320 X-25.717 Y-35.
N70 G00 Z4.	N325 G02 X-51.275 Y-5.42 I25.717 J48.051
N75 X-91.5	N330 G03 X-55. Y2.547 I-45.216 J-16.287
N80 Z2.	N335 G01 X-58.8 Y9.048
N85 G01 Z0.	N340 Z0.333
N90 X91.5	N345 G00 Z2.
N95 G03 X91.5 Y18.15 I0. J19.913	N350 Y29.828
N100 G01 X-81.5	N355 Z0.333
N105 Z2.	N360 G01 Z-1.667
N110 G00 Z50.	N365 X-53.285 Y33.77
N115 M09	N370 G02 X-52.099 Y34.538 I9.013 J-12.611
N120 (POCHE+FINITION)	N375 G01 X-44.814 Y38.8
N125 (FRAISE D10)	N380 Z0.333
N130 T02 M06	N385 G00 Z2.
N135 S3183 M03	N390 X-11.781
N140 G00 X-48.106 Y-38.8 F477	N395 Z0.333
N145 G43 H02 Z50.	N400 G01 Z-1.667
N150 Z0.333	N405 G03 X-8.387 Y35. I3.8 J-0.022
N155 G01 Z-1.667	N410 G03 X8.387 Y35. I8.387 J78.051
N160 X-51.957 Y-34.601	N415 G03 X11.781 Y38.8 I-0.406 J3.778
N165 G02 X-54.841 Y-31.252 I51.957 J47.652	N420 G01 Z0.333
N170 G01 X-58.8 Y-26.351	N425 G00 Z2.
N175 Z0.333	N430 X-37.824
N180 G00 Z2.	N435 Z0.333
N185 X-42. Y-38.8	N440 G01 Z-1.667
N190 Z0.333	N445 X-26.727 Y35.
N195 G01 Z-1.667	N450 G03 X26.727 Y35. I26.727 J78.051
N200 X-45.972 Y-35.	N455 G01 X37.824 Y38.8
N205 G02 X-55. Y-24.329 I45.972 J48.051	N460 Z0.333
N210 G01 X-58.8 Y-18.738	N465 G00 Z2.
N215 Z0.333	N470 X-45.242
N220 G00 Z2.	N475 Z0.333
N225 X-35.399 Y-38.8	N480 G01 Z-1.667
N230 Z0.333	N485 X-37.287 Y35.
N235 G01 Z-1.667	N490 G03 X37.287 Y35. I37.287 J78.051
N240 X-39.967 Y-35.	N495 G02 X38.432 Y35.243 I1.078 J-2.256
N245 G02 X-55. Y-16.635 I39.967 J48.051	N500 G01 X50.793 Y34.911
N250 G01 X-58.8 Y-9.595	N505 G02 X52.099 Y34.538 I-0.073 J-2.73
	N510 G02 X53.285 Y33.77 I-7.827 J-13.379

Le programme n'est pas complet car il est trop long