

## Outillage:

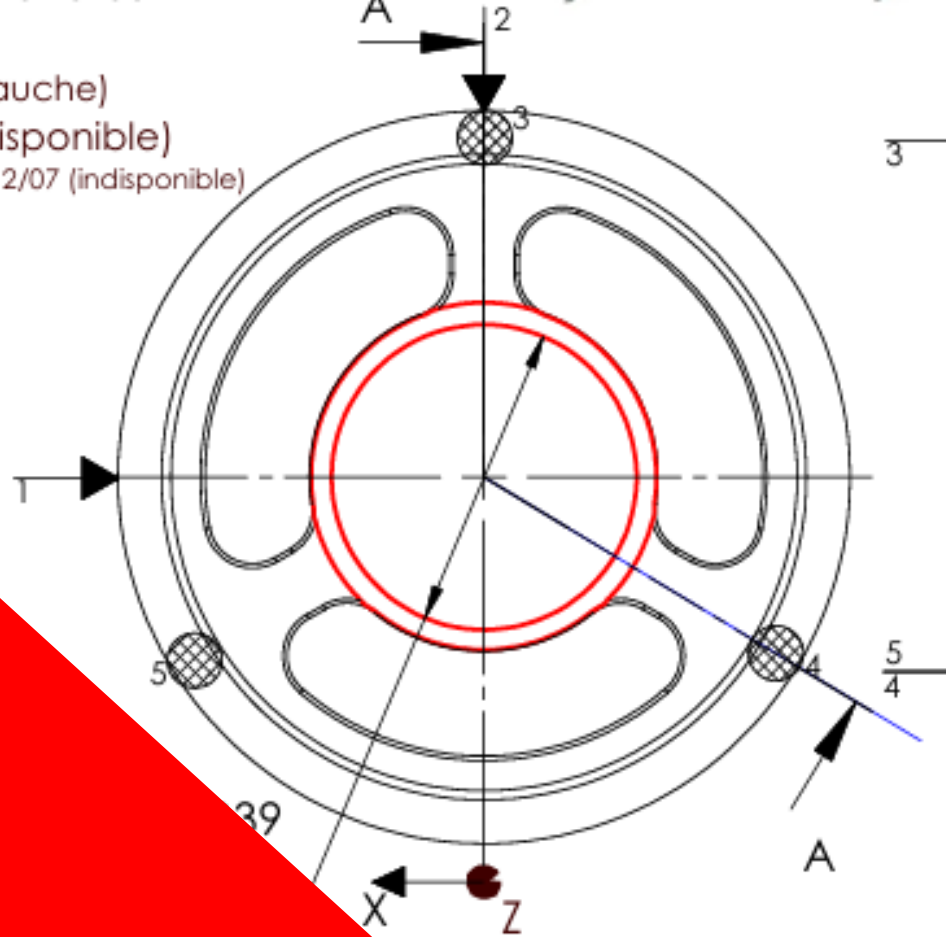
Porte outil, barre a alesé (gauche)

Ref T1:S20S SCLCL 09-M(disponible)

Ref hoffmann optimal T1\*: 260318 12/07 (indisponible)

Code iso T1\*:E12M SDUCR/L07

T1\* si disponible



# SAE 2.3/4

Moteur pneumatique

Figure 1. Rapport final

Figure 2. Auteur :

Enzo SANCHEZ SARTORI

L'université  
des possibles

## Table des matières

1. Création des documents de fabrication (SAE 2.3) .....	3
2. Introduction et Analyse (SAE 2.4) .....	4
1. Objectifs : .....	4
2. Analyse et calcul : .....	4
3. Organisation du Poste de Travail .....	5
3. Management Visuel.....	5
4. Documents de suivi .....	5
4. Analyse de Performance (Le Réel) .....	6
5. Partie usinage .....	7
6. Réponses aux questions.....	8
7. Avis et conclusion .....	9
8. Annexe .....	10

# 1. Création des documents de fabrication (SAE 2.3)

Lors de la SAE 2.3 j'ai réalisé plusieurs documents mais principalement un travail sur le contrat de phase du volant, les phases 30 et 40

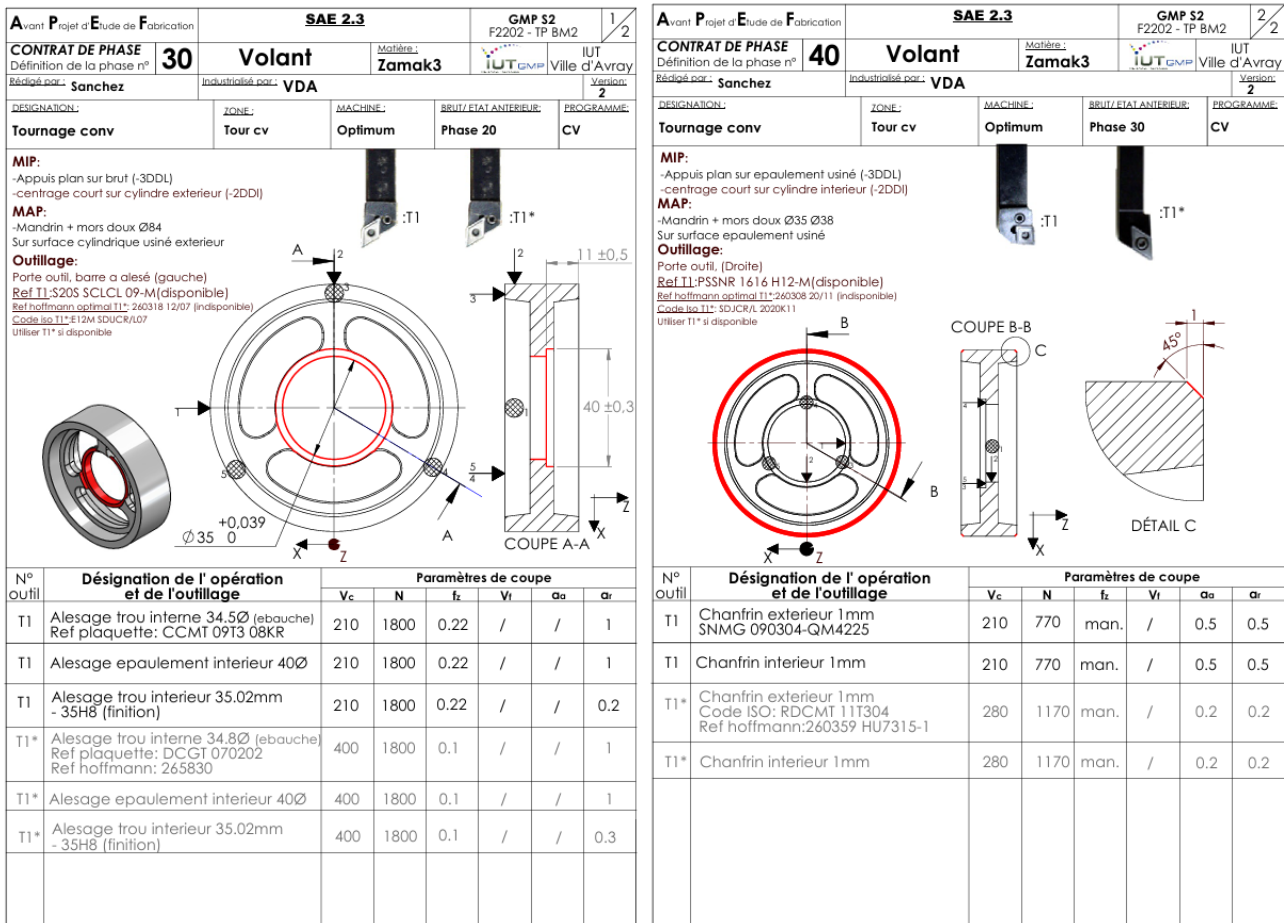


Figure 1. Contrat de phase 30 et 40

Dans le cadre de cette SAE, il était également demandé de rédiger un contrat de phase complet comportant : la gamme d'usinage, le choix des outils, les paramètres de coupe (vitesse de coupe, avance, profondeur de passe), ainsi que les cotes fabriquées et les tolérances associées. Ce travail constitue la base documentaire nécessaire à la SAE 2.4.

La difficulté principale fut dans le choix des outils car il n'y a pas d'outils théoriquement adaptés en atelier. J'ai donc mené une phase de recherche afin d'identifier plusieurs outils adaptés à la situation dans le catalogue Hoffmann, et j'ai proposé deux outils pour la même opération : l'un disponible en stock, l'autre idéal dans le cas d'un achat. Le contrat de phase est joint au format PDF.

Ce contrat de phase comprend notamment : la désignation des opérations d'usinage (ébauche, finition, filetage), les paramètres de coupe calculés à partir des données matière et outil, ainsi que les moyens de contrôle associés à chaque cote. Il a servi de référence pour la préparation de la SAE 2.4.

## 2. Introduction et Analyse (SAE 2.4)

### 1. Objectifs :

L'objectif principal et le plus concret était la fabrication de 19 moteurs (1 par étudiant). En parallèle, nous avons une partie importante consacrée aux calculs d'indicateurs de production, tels que le temps de cycle ou la quantité de brut initial.

### 2. Analyse et calcul :

J'étais à la charge de la phase 20 du raccord sur la CTX200, la partie fileté du raccord qui assure la liaison entre le tube d'air comprimé et le bâti du moteur. Voilà un tableau récapitulatif des données initiales utilisées pour les calculs avant l'usinage.

Pièce	Phase	Dénomination	Machine	Sujet n°	Stock initial	Nb opérateurs mini	Temps préparation (mn)	Temps opératoire	Taille de lot	Taux de qualité	Disponibilité	Temps de réglage après rebut (mn)
Raccord M8	20	Tournage CN	CTX 200	28	5	1	30	?	1	0,95	0,9	0

Temps opératoire = 433sec ou 7.22min car (30sec=Mise en place + (3\*5+2.6+2.2+2.7+1+1.2+6\*3)) =43sec=usinage + 30sec=Ebavurage + 300sec=Mesure (5min) + 30sec=Fiche de contrôle)

Temps opératoire ne prend pas en compte les variables comme le taux de qualité, taux de performance ou le taux d'ouverture

Temps cycle effectif = 675sec/11.25min car  $T_{cyeff}=(T_{op})/(T_q * T_p * D_o)$

Temps cycle effectif prend en compte les variables énoncées précédemment

À partir de ces données, on peut calculer la capacité horaire, la charge et le taux de charge

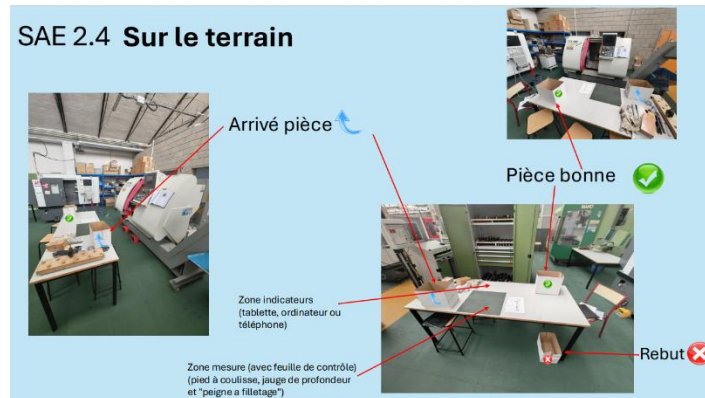
Capacité horaire=5pièce/heure car 60/T<sub>cyeff</sub>

Charge=7.5h car 40\*T<sub>cyeff</sub>=450min donc Taux de charge=0.42 car Charge/capacité = 42%

Enfin, pour le brut, j'avais prévu 40 pièces entrante. Il suffit en effet de diviser le nombre de pièces nécessaires par le taux de qualité : 38/0,95.

### 3. Organisation du Poste de Travail

#### 3. Management Visuel



L'organisation recommandée pour le poste de travail sur la CTX200

Figure 2. Extrait power point (visual management)

Pour chaque pièce, il serait préférable de coller une gommette rouge lorsqu'il s'agit d'un rebut, et verte lorsque la pièce est conforme.

#### 4. Documents de suivi

Voilà le document de suivi personnel

Ce document de suivi individuel permettait de noter, pour chaque pièce usinée : le numéro de cycle, le temps de cycle mesuré, les cotes relevées lors du contrôle, et la conformité de la pièce (bonne / rebut). Il servait également à identifier rapidement les dérives et à alerter en cas d'écart par rapport aux valeurs cibles.

Fiche de Suivi Date: \_\_\_\_\_  
Opérateur: \_\_\_\_\_

N	Heure debut de cycle	Heure Fin de cycle	Conformité	Remarque
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

Ajouter un pied de page

Par ailleurs, avec notre groupe de TD, nous avons créé un fichier Excel en ligne partagé permettant à chacun de saisir ses valeurs et de visualiser les informations en temps réel sur l'écran central :

fiche de suivie de production Pièce : Raccord M8 Phase :20									
N°	date	opérateur	heure début usinage	heure fin usinage	Conformité	M8	D8	L4	temps de cycle
1			11:30:00	11:38:00	OUI	OUI	6	3,3	00:08:00
2			11:35:00	11:41:00	OUI	OUI	6	4	00:06:00
3			11:47:00	11:51:00	OUI	OUI	6	4,08	00:04:00
4			11:51:00	11:54:00	OUI	OUI	6	4,08	00:03:00
5			11:53:00	11:56:00	OUI	OUI	6	4,08	00:03:00
6			11:55:00	11:58:00	OUI	OUI	6	4,07	00:03:00
7			11:57:00	12:00:00	OUI	OUI	6	4,07	00:06:00
8			12:00:00	12:05:00	OUI	OUI	6,00	4,08	00:05:00
9			12:04:00	12:07:00	OUI	OUI	6	4,08	00:03:00
10			12:06:00	12:09:00	OUI	OUI	6	4,08	00:03:00
11			12:08:00	12:12:00	OUI	OUI	6	3,3	00:04:00
12			12:11:00	12:14:00	OUI	OUI	6	4	00:03:00
13			12:13:00	12:15:00	OUI	OUI	6	4	00:02:00
14			13:38:00	13:41:00	OUI	OUI	6	4	00:03:00
15			13:41:00	13:43:00	OUI	OUI	6	4	00:02:00
16			13:42:00	13:44:00	OUI	OUI	6	4	00:02:00
17			13:44:00	13:46:00	OUI	OUI	6	4	00:02:00
18			13:48:00	13:50:00	OUI	OUI	6	4	00:02:00
19			13:53:00	13:54:00	OUI	OUI	6	4	00:01:00
20			13:54:00	13:56:00	OUI	OUI	6	4	00:02:00
21			13:55:00	13:56:00	OUI	OUI	6	4	00:03:00
22			13:57:00	14:00:00	OUI	OUI	6	4	00:03:00
23			00:00:00	00:00:00					00:00:00
24			00:00:00	00:00:00					00:00:00
25			00:00:00	00:00:00					00:00:00
26			00:00:00	00:00:00					00:00:00
27			00:00:00	00:00:00					00:00:00

Figure 3. Fiche de suivi perso et collaborative

## 4. Analyse de Performance (Le Réel)

J'ai pu discuter avec mes camarades responsables de l'usinage de la phase 20 du raccord. Concernant le taux de qualité, aucun problème majeur n'est à signaler. Des difficultés ont été rencontrées lors des premiers essais, mais ils ont utilisé des pièces rebut de la phase précédente pour valider le réglage avant d'usiner les vraies pièces. Au final, on comptabilise zéro rebut.

Comparaison avec mes calculs (divisés par deux, car seule la moitié des pièces a été usinée — uniquement l'entrée d'air)

	Mes résultats	Résultat réel
Tcy	11,25 min (Top = 7,22 min)	3,16 min
Capacité horaire	5	18
Charge	$7.5h/2 = 3.75h$	1.1h
Pièces entrante	$40/2 = 20$	22

Figure 4. Tableau de comparaison calcul

Comme on peut le constater, l'écart entre la théorie et la réalité est important. Je suis donc allé investiguer ; voici un tableau qui pourrait expliquer cette différence.

	Mes résultats	Résultat réel (environ)
Mise en place	30sec	5sec
Usinage	43sec	40sec
Ebavurage	30sec	30sec (tarudage)
Mesure	300sec	40sec
Fiche de contrôle	30sec	10sec

Figure 5. Tableau de comparaison des temps

En analysant le temps de chaque étape du cycle, on constate que l'écart le plus important concerne la mesure. Cela est probablement dû à l'expérience acquise après les premiers usinages, ou bien à une adaptation des moyens d'usinage pour faciliter ou accélérer le processus.

Cette réduction du temps d'usinage au fil des cycles est bien visible. Pour l'illustrer, j'ai réalisé un graphique à partir des données de temps de cycle relevées par mes camarades.

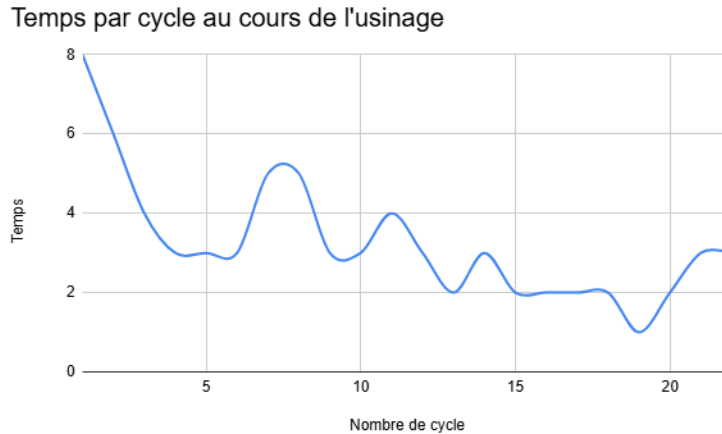


Figure 6. Graphique de l'évolution du temps en fonction du nombre cycle

On observe clairement qu'au fil des cycles, le temps diminue jusqu'à atteindre une usinage moyenne de 3,16 min. En conclusion, cette variable d'apprentissage devrait être intégrée dans le calcul du temps de cycle effectif.

Nous avons terminé l'analyse des données. Passons à la partie usinage.

## 5. Partie usinage

Nous avons réussi à nous organiser pour trouver un poste pour chaque étudiant,

	Pièce	Phase	Dénomination	Machine	Responsable 2.3	Responsable 2.4	nb de pièce (en entrée)	La charge (min)	Taux charge (Tr/1000) du poste	Temps cycle eff (min)	Top (min)	responsable usinage	informations supp (ne modifier rien sur cette colonne)
1	Support	10	Fraisage conv	Fr 12	COURAU	OUALI	31	196,84	18,23%	6,258	4,32	E SANCHEZ	
1	Support	15	Fraisage conv	Fraiseuse	DENSART	BABA	30	197,6	18,36%	11,5	6,6	COURAU	
1	Support	20	Fraisage conv	Fraiseuse	KAWTARI	LEONE GOMEZ	25	206,19	19,28%	8,66	5,52	NOCHE	calculés par une pièce usinage pour 4 en min temps
1	Support	30	Fraisage CN	Romi (usinages simultanés)	BENIC	ROGER	22	384	35,56%	10,95	15,5	ZEFIZEF	Toyeff ne comprend pas la préparation machine, le temps requis et la Top ou l'usinage par lot de pièce
1	Equerre	20	Fraisage CN	BENIC	ROGER	19	8,75						
1	Support	40	Fraisage CN	HAAS (usinages simultanés)	NOCHE	ZEFIZEF	22	451	41,76%	20,5	13,54	MORIN	Les Toyeff et Top ne comprennent pas la préparation machine, le temps requis ou.
1	Equerre	30	Fraisage CN	NOCHE	ZEFIZEF	19							
	Support	50	Fraisage CN	C2	SIDHOM	COURAU	19	144,4	13,37%	7,4	3,88	NOCHE	
	Support	60	Taraudage	Taraudeuse	-	MORIN	19	163,76	15,16%	7,04	4,75		
2	Equerre	0	Découpage	Jet d'eau	-	BABA	23	227,86	21,10%	15,6	10	ROGER/OZMEN	
	Equerre	10	Fraisage conv	Fraiseuse	DAUDET	-							ne pas faire
	Equerre	40	Taraudage	Taraudeuse	-	MORIN	19	67	6,26%	2,25	3	NOCHE	
2	Pallier	10	Tournage CN	CTX 200	ZEFIZEF	NOCHE	48	840	77,78%	17,5	14,1	LEONE-GOMEZ / TREHEUX	
1	Pallier	20	Fraisage conv	Fraiseuse	BABA	DENSART TEPER	40	377	34,91%	9,42	6,71	ROGER/OZMEN	
1	Cylindre	10	Tournage conv	Tour	OUALI	OZMEN	40	223,41	20,69%	5,58	4,18	SIDHOM	
1	Cylindre	20	Tournage conv	Tour	MORIN	KAWTARI	40	410,63	38,02%	10,27	5,77	KAWTARI	
1	Cylindre	30	Fraisage CN	Haas	ELMOURABIT	BOUZIDENE	40	1068	98,89%	24,45	17,42	CARDINALE	pour le contrôle utiliser le métrés pour toute les côtes
2	Volant	0	Moulage	Moulage	-	OUALI	26	246	22,78%	12,03	6	E OUALI - DENISART	
1	Volant	10	Parschèvement	Scie à ruban	-	ELMOURABIT	24	46,08	4,27%	0,67	0,67		
1	Volant	20	Tournage conv	Tour	LEONE GOMEZ	ELMOURABIT	24	289,2	26,78%	4,5	4,59	DAUDET	
1	Volant	30	Tournage conv	Tour	SANCHEZ	DAUDET	20	385,2	35,67%	19,26	13,47	BENIC	
1	Volant	40	Tournage conv	Tour	SANCHEZ	MORIN	19	136	12,59%	4	3,5	BENIC	
1	Piston	20	Tournage conv	Mini tour	BOUZIDENE	SIDHOM	72	482,4	44,67%	6,7	5	ELMOURABIT	
1	Piston	30	Tournage conv	Tour	BOUZIDENE	SIDHOM	72	452,8	41,93%	6,29	4,72	BOUZIDENE	
1	Piston	40	Tournage conv	Tour	CARDINALE	BENIC	64	757,8	70,17%	11,84	7,99	BABA	
1	Piston	50	Prilage	Fraiseuse	-	DENSART TEPER	57	421	36,96%	4,1	3,04		
	Raccord M8	10	Tournage CN	GL 250	TREHEUX	CARDINALE	23	405,2	37,52%	12,4	7,51	ROGER/OZMEN	
	Raccord M8	20	Tournage CN	CTX200	OZMEN	SANCHEZ SARTORI	20	450	41,67%	11,25	7,22		
	Pied	10	Tournage CN	TBI 280	ROGER	TREHEUX	76	127,19	11,78%	7,39	5,54	OUALI	

Figure 7. Excel partagé pour la gestion des postes

Je me suis retrouvé affecté à la phase 10 du support, une phase qui paraissait simple au premier abord, mais qui a présenté une difficulté au niveau de la perpendicularité. En effet, la machine conventionnelle étant horizontale, la pièce perpendiculaire à l'outil, et le montage mobile, une opération de dressage/dégauchissage était indispensable.

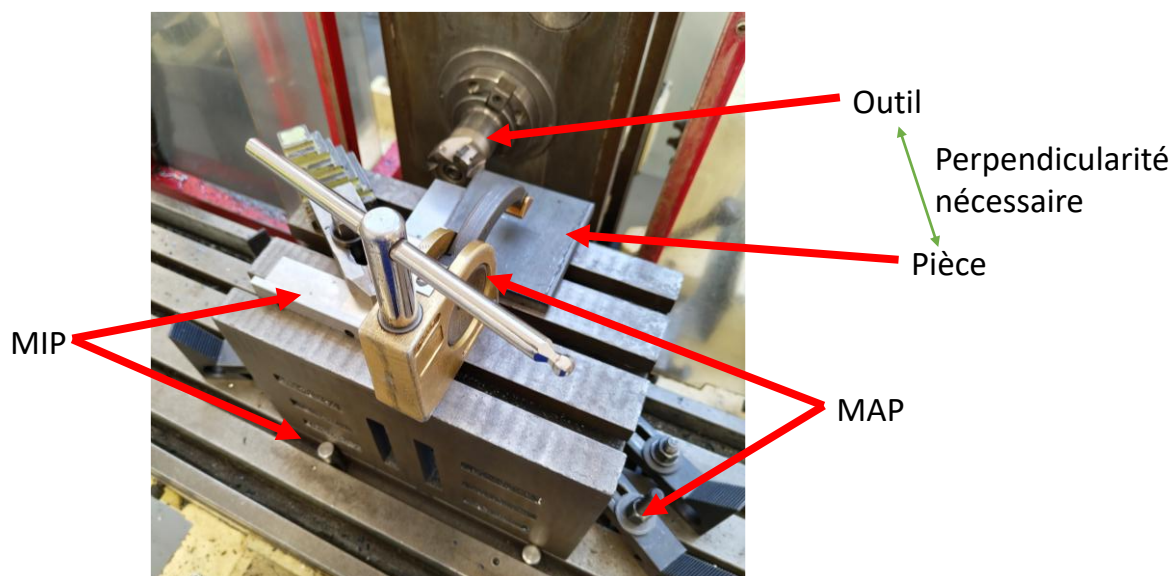


Figure 8. Schéma de la situation pour l'usinage

J'ai rencontré de légers problèmes de perpendicularité au début, que j'ai résolu en renforçant le serrage à l'aide de deux brides supplémentaires sur la table. Une fois le système correctement serré et réglé, l'enchaînement des pièces s'est effectué sans difficulté.

Justement pour cette partie d'usinage j'ai réalisé une fiche d'instruction que je mets en annexe et aussi au format PDF sous le nom « Fiche\_de\_suivi\_SANCHEZ.pdf »

Ayant terminé mes 20 pièces assez rapidement en 8 h, nous avons décidé de doubler le poste des pistons phase 40, qui devait produire environ 70 pièces — une phase critique car indispensable au fonctionnement du moteur, contrairement au raccord. Pour plus de détails sur cette pièce, je vous invite à consulter le rapport de BABA Mahfoud, qui était l'opérateur assigné à ce poste.

## 6. Réponses aux questions

Organisation de la semaine, personnelle et générale ?

La semaine était bien organisée grâce à l'Excel ; nous avons un bon suivi et nous n'avons pas eu de problème majeur. J'ai un changement de poste donc j'ai du tout réapprendre au milieu de la semaine

En milieu de semaine, j'ai été affecté à un second poste : la phase 40 des pistons, sur tour conventionnel. Ce changement impliquait une nouvelle prise en main : réglage du tour, lecture du contrat de phase de la pièce, et adaptation à un rythme de production différent. Malgré ce changement, j'ai pu produire les pièces demandées en respectant les tolérances. Cette expérience a été bénéfique car elle m'a permis de voir deux types d'opérations différentes sur la même semaine.

## 7. Avis et conclusion

La semaine était intense mais très enrichissante. Malgré le début difficile lié aux problèmes de perpendicularité, on prend rapidement ses marques. J'ai particulièrement apprécié la phase du piston, qui illustre bien comment l'expérience permet d'accélérer l'usinage sans compromis sur la sécurité. Enfin, au terme de cette semaine, nous avons chacun assemblé, huilé et rodé notre moteur afin qu'il tourne librement. Le mien a atteint officiellement 2 200 tr/min, et officieusement 3 150 tr/min. Une vidéo et des photos sont joints en annexe.

## 8. Annexe

Extrait de la fiche d'instruction :



Fiche Instructions de Travail		<b>MOTEUR ELBOW - 3 Pistons</b>		GMP52	
<b>10</b>		<b>Support</b>		SAE 2.3 & SAE 2.4	
Révisé par: Eric SANCHEZ SARORI		Machine: <b>Fraiseuse conv. Horizontal</b>		Matériau: Acier	
Machine: <b>Fraiseuse conv. Horizontal</b>		Date: 16/04/2026		Lieu: TLT Ville d'Avray	
OP N°	Description	Mode opératoire	Illustration		
1	Ramener l'outil à droite du montage	Faire tourner la manivelle de déplacement en y- pour que l'outil soit à droite du montage			
2	Mettre le brut en place	Installer le brut sur le montage en vérifiant bien le contact avec l'équerre et la butée prévue à cette effet			
3	Serrer le brut (MAP)	Tourner la manivelle sur la du système de MAP puis l'enlever			

Figure 9. Fiche d'instruction



Figure 10. Image moteur