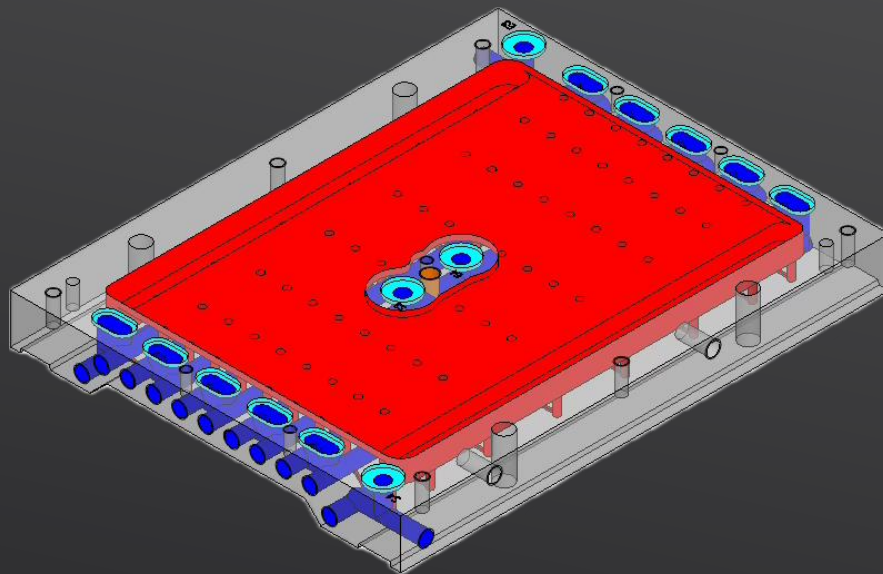


# CONCEPTION DU PROCESSUS DE REALISATION D'UN COUVERCLE DE CALIBREUR

Théo TURKMENIAN  
BTS CPRP, épreuve U5  
Session 2024-2025



Outillage pour l'extrusion de matières plastiques

**UIMM**

PÔLE FORMATION  
Loire-Drôme-Ardèche

LA FABRIQUE  
DE L'AVENIR

## Table des matières

I/ Remerciements :	3
II/ Présentation de l'entreprise :	4
1/ Le secteur d'activité	4
2/ Les principaux clients	5
3/ Les moyens de production	5
4/ L'extrusion	6
III/ Présentation du projet :	8
1/ L'outillage	8
2/ La pièce	11
3/ Validation du projet	13
4/ Tableau des tâches réalisées	14
IV/ Planification :	15
V/ Analyse du plan :	16
1/ Analyse d'une tolérance dimensionnelle	16
2/ Analyse d'une tolérance géométrique	17
3/ Etude de la matière	18
VI/ Création du processus de réalisation :	19
1/ Etude du profil 2D	19
2/ Modélisation 3D	21
3/ Réalisation de la documentation	23
Nomenclature et contrats de phase	23
Protocole de contrôle	31
4/ Réalisation	32
Cubage	32
Forage	32
Découpe au fil	33
Fraisage	33
Contrôle	34
Montage, ajustage et polissage	34
5/ Essai(s)	36
VII/ Chiffrage (facturation) :	38
VIII/ Conclusion :	40
IX/ Annexes :	42

1/ Lexique : .....	42
2/ Programme : COUV.mcam .....	43
3/ Programme : COUVERCLE_Profil.mcam .....	44
4/ Programme : ENT.mcam.....	45
5/ Programme : OPERA.mcam.....	46

**Pour faciliter la lecture, veuillez-vous référer au lexique disponible à la page 42 lorsque vous remarquez une annotation numérotée de <sup>1</sup> à <sup>6</sup>.**

## I/ Remerciements :

Je remercie l'entreprise SODROMEX ainsi que le CFAI LDA de m'avoir accueilli pour cette formation en alternance.



*SODROMEX*

Je tiens à remercier Monsieur Alexandre CHARRY et Monsieur Tony DELALONDRE qui m'ont accordé leur confiance et m'ont attribué des missions valorisantes durant cet apprentissage. Je souhaite également remercier Brice DESPERT, qui a supervisé ma formation, ainsi que toute l'équipe avec qui j'ai eu la chance de travailler. Je les remercie pour leur disponibilité ainsi que pour la qualité de leur encadrement et l'aide apportée dans les missions qui m'ont été confiées, mais également pour avoir su partager leurs connaissances sur ce métier et m'avoir initié aux méthodes mises en place dans l'entreprise.

Faire mon stage dans votre entreprise a été un plaisir. J'ai beaucoup appris grâce à vous.

Par ailleurs, je remercie l'ensemble des formateurs du Centre de Formation d'Apprentis de Valence.



*CFAI Valence*

## II/ Présentation de l'entreprise :

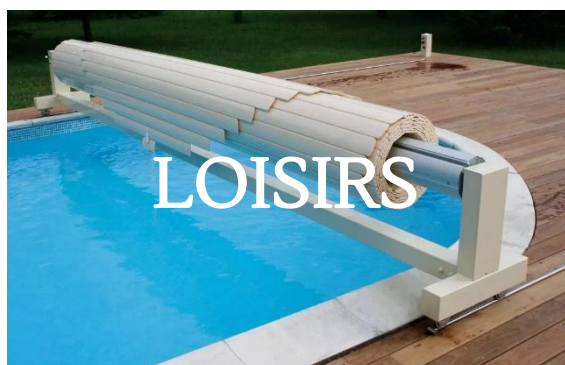
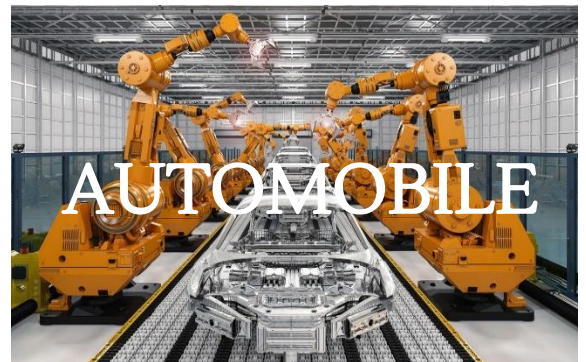
SODROMEX est une entreprise de 13 employés créée en 2001 par Jean-François CHARRY aux côtés de son associé Tony DELALONDRE. Elle est installée à Loriol-sur-Drôme et est dirigée, depuis 2018, par Alexandre CHARRY.



Cette société conçoit et fabrique des outillages pour l'extrusion<sup>(3)</sup> de matières plastiques. Elle a réalisé un chiffre d'affaires de plus de 1,7 M€ en 2023.

### 1/ Le secteur d'activité

SODROMEX opère dans différents secteurs d'activité tels que :



## 2/ Les principaux clients

L'entreprise compte plusieurs clients, parmi lesquels on trouve :



## 3/ Les moyens de production

SODROMEX est équipée d'un parc machine en électroérosion<sup>(6)</sup> récent et performant regroupant :

- 2 machines d'enfonçage
- 5 machines de découpe au fil
- 1 machine de perçage rapide

Du côté de l'usinage, le parc machine est souvent renouvelé pour s'adapter au mieux aux besoins des clients. On y trouve :

- 3 centres d'usinage
- 1 tour 3 axes
- 1 parc de machines traditionnelles

## 4/ L'extrusion

L'extrusion<sup>(3)</sup> repose sur la transformation continue du plastique grâce à un outillage spécifique adapté au profil<sup>(4)</sup> désiré. Cette technique s'appuie sur des contraintes thermiques et mécaniques élevées.

Une ligne d'extrusion<sup>(3)</sup> se compose en plusieurs parties :

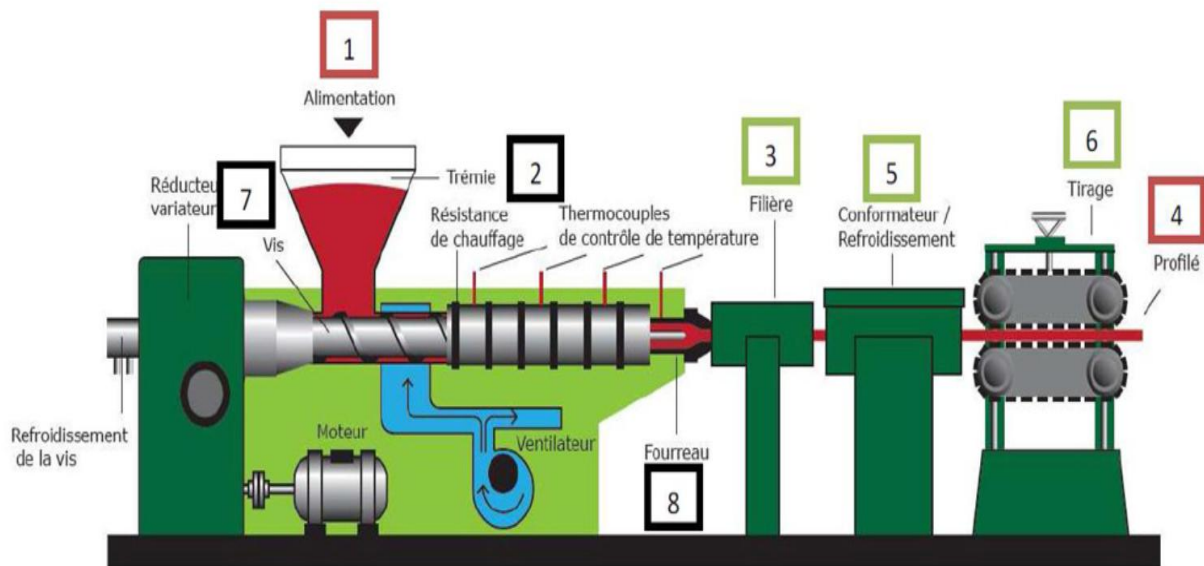


Schéma d'une ligne d'extrusion<sup>(3)</sup>



Photo d'une extrudeuse

L'**extrudeuse** : composée d'une vis mère chauffée qui assure l'apport de plastique vers l'outillage. On y trouve l'alimentation que l'on remplit de billes de plastiques (PVC, polycarbonate, ...). Sous l'effet de la chaleur, la matière ramollit et poursuit son chemin.



*Photo d'une filière<sup>(2)</sup>*

La **filière<sup>(2)</sup>** (partie chaude) : la matière, chauffée et mise sous pression grâce à l'extrudeuse, passe au travers de différentes plaques ayant chacune leur fonction au sein de la filière<sup>(2)</sup>.



*Photo d'un calibre<sup>(1)</sup>*

Les **calibreurs<sup>(1)</sup>** (partie froide) : après avoir pris sa forme, le profil<sup>(4)</sup> doit être refroidi. Il poursuivra donc son chemin en passant par les calibreurs<sup>(1)</sup>. Ce sous-ensemble reprend les formes extérieures du profil<sup>(4)</sup> et est tempéré entre 12° et 16° Celsius. Le système de refroidissement est aussi complexe que le profil<sup>(4)</sup> pour une diminution optimale de chaleur.

## III/ Présentation du projet :

### 1/ L'outillage

De manière générale, un outillage d'extrusion<sup>(3)</sup> se décompose en deux parties distinctes :

- La **filière**<sup>(2)</sup> (partie chaude)
- La **conformation** (partie froide)

Dans la **filière**<sup>(2)</sup> nous retrouvons tout d'abord les plaques d'amenée :

- Un arrière de tête
- Une plaque de raccordement

Après celles-ci, on trouve les plaques de laminage :

- Une plaque intermédiaire
- Une plaque de sortie

Selon l'outillage, d'autres plaques peuvent être ajoutées à cette base.

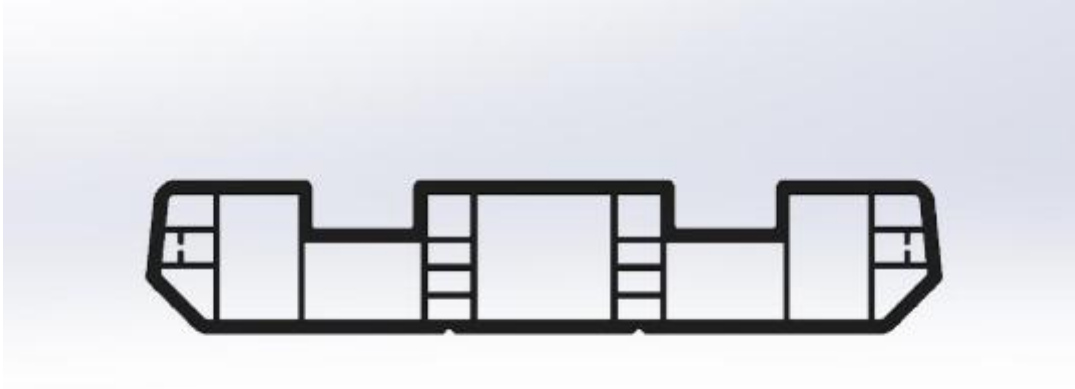
Grâce aux premières plaques, le plastique est « amené » pour être ensuite laminé. Le laminage consiste à donner au profil<sup>(4)</sup> plastique une « mémoire », c'est-à-dire une capacité à retrouver sa forme après une déformation n'allant pas au-delà de la limite élastique.

**La conformation** est composée de calibreurs<sup>(1)</sup>. Selon le profil<sup>(4)</sup>, la vitesse d'extrusion<sup>(3)</sup>, la matière... il peut y en avoir d'un jusqu'à cinq. Ce sous-ensemble reprend les formes extérieures du profil<sup>(4)</sup>. Il sert à refroidir et calibrer le plastique afin qu'il respecte les tolérances imposées par le client.

Ces calibreurs<sup>(1)</sup> sont composés des éléments suivants :

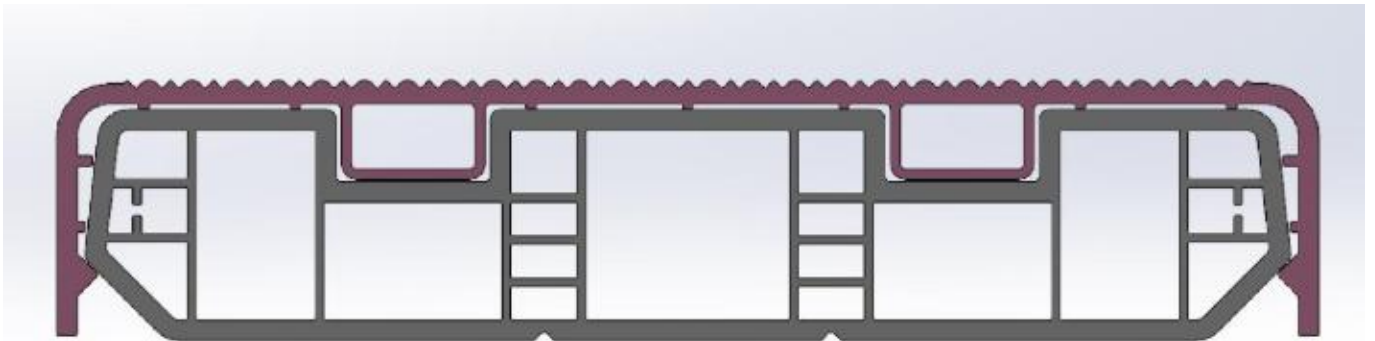
- Un socle
- Potentielle(s) barrette(s) (une voire plusieurs)
- Potentiel(s) noyau(x) (un voire plusieurs)
- Un couvercle

L'outillage demandé par CJ PLAST va servir à réaliser le profil<sup>(4)</sup> principal « SUBEO » en PVC rigide régénéré. Ce profil<sup>(4)</sup> doit être extrudé à une vitesse de **80 m/h** avec une masse au mètre de **1095 g/m**.



*Profil<sup>(4)</sup> principal SUBEO*

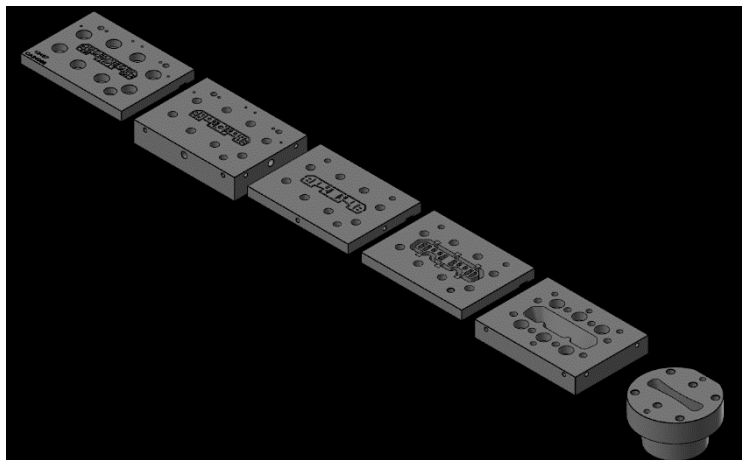
Ce dernier (ci-dessous en gris) fera partie de l'assemblage « Caillebotis ».



*Caillebotis SUBEO assemblé*

Pour ce faire nous devons réaliser une filière<sup>(2)</sup> composée des éléments suivants (dénomination faite de droite à gauche par rapport à la photo ci-dessous) :

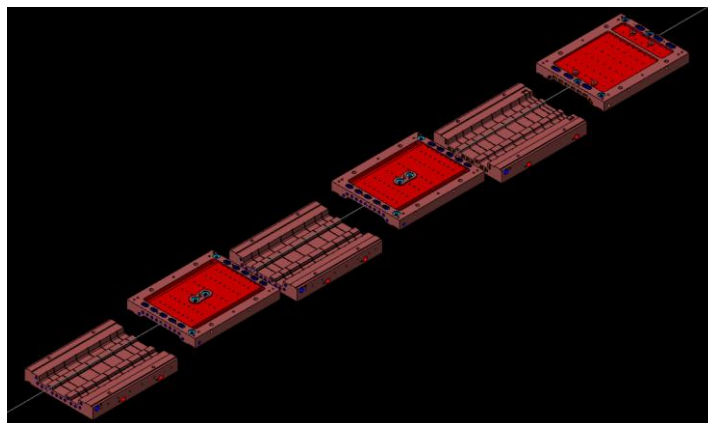
- Un arrière
- Une plaque arrière
- Une plaque trèfle
- Une plaque raccordement
- Une plaque intermédiaire
- Une plaque de sortie



*Filière<sup>(2)</sup> CA24066 éclatée*

La conformation comprendra trois calibreurs<sup>(1)</sup>, chacun composé de :

- Un socle
- Un couvercle

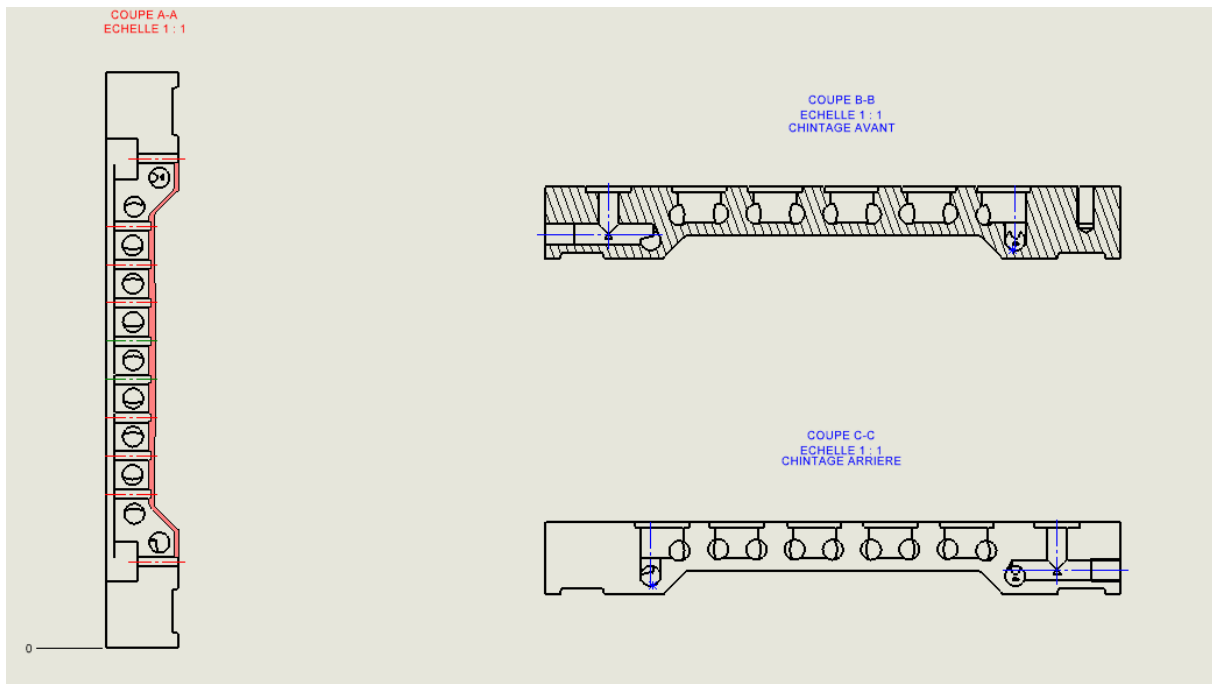


*Conformation CA24066 éclatée*

## 2/ La pièce

Comme évoqué précédemment, la conformation sert à calibrer et refroidir le profil<sup>(4)</sup> extrudé. Le couvercle reprend la forme supérieure de ce dernier.

Créé à partir d'un bloc, l'empreinte est formée en découpe au fil, les refroidissements sont réalisés en CN et les fentes de vide en enfonçage (ou bien en CN). Nous procéderons à la réalisation des trous de mise en position et de fixations de la pièce sur l'ensemble en CN.

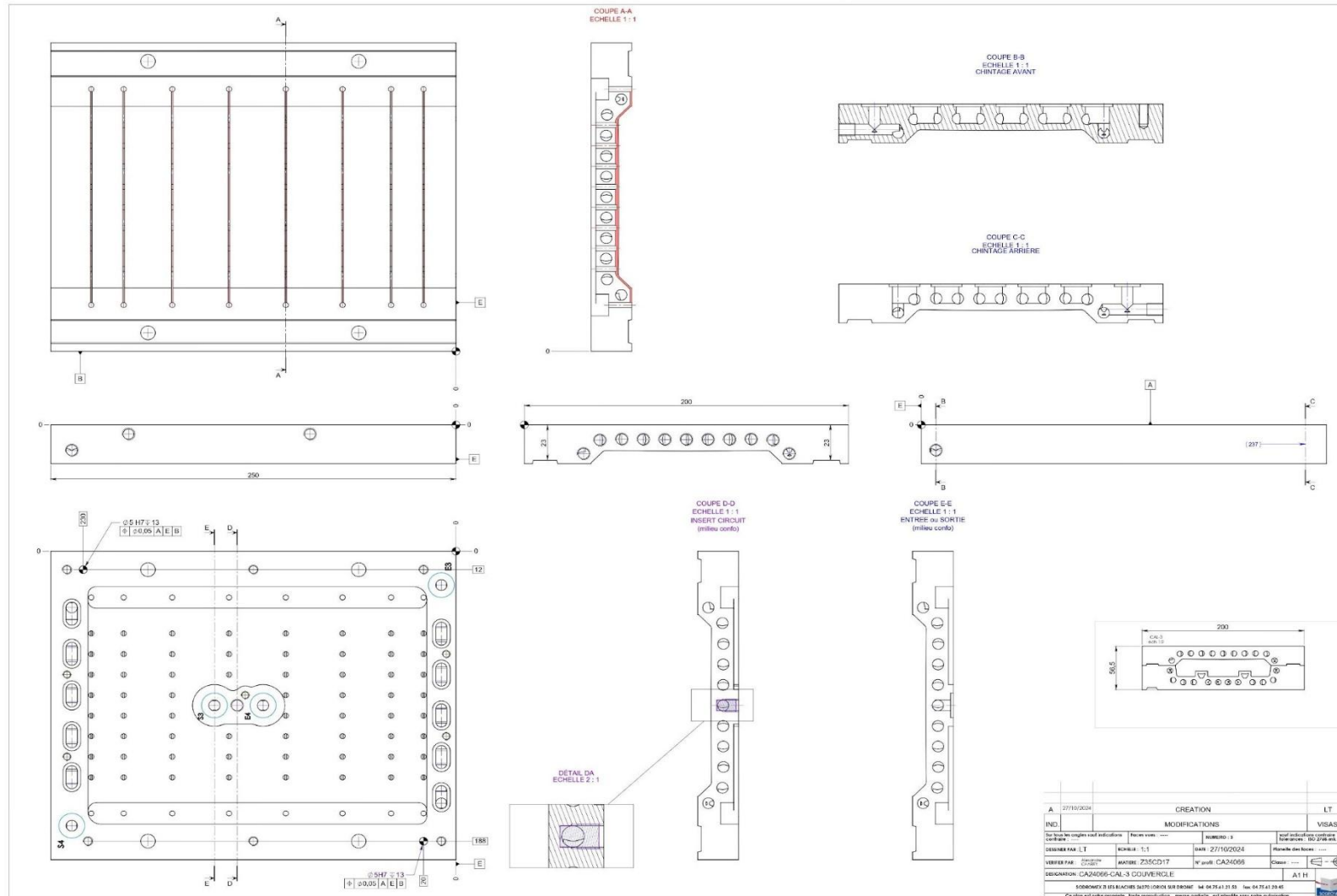


Extrait du plan : Couvercle Calibreur<sup>(1)</sup> 3

Dans ce couvercle, nous pouvons observer des chemins d'eau (en bleu), système permettant de refroidir le plastique en étant au plus proche du profil<sup>(4)</sup>.

Nous pouvons aussi voir une poche assez conséquente ainsi que des perçages raccordant cette poche à différentes rainures (en rouge). En fermant cette poche avec une contre-plaque, nous pouvons créer une dépression à l'aide d'une pompe à vide. Cette mise sous vide va servir à plaquer le profil<sup>(4)</sup> extrudé contre les parois du calibre<sup>(1)</sup>.


Pour des raisons de confidentialité, le plan joint à ce rapport a été modifié et sera présenté avec peu de cotations et d'annotations :



**Le sens de lecture de la cotation se fait par rapport à l'axe sur lequel se trouve la cote. Ces dernières sont parallèles aux faces faisant office « d'origine pièce ». Ce type de cotation ainsi que le code couleur sont des normes propres à SODROMEX.**

### 3/ Validation du projet

**Fiche de Validation du projet**

académie Grenoble 

**Epreuve U5**  
« **Projet industriel de conception et d'initialisation de processus** »

**Nom de l'entreprise :** (optionnel pour les candidats scolaires)  
SODROMEX

**Nom du support :**  
Conception de processus de réalisation d'un couvercle de calibreur

**Nom du candidat :**  
TURKMENIAN Théo


**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

L'ensemble réalisé dans le cadre de ce projet est destiné à l'entreprise CJ PLAST, spécialisée dans la production de sections de profil<sup>(4)</sup> plastique.

L'ensemble à concevoir se divise en plusieurs parties :

- **Filière**<sup>(2)</sup> : partie qui chauffe et donne une ébauche de la forme au plastique)
- **Conformateurs** / **Calibreurs**<sup>(1)</sup> : partie qui refroidit le profil<sup>(4)</sup> et qui le conforme pour lui donner ses formes et côtes finales
- **Bac à eau / à vide** : le profil<sup>(4)</sup> est plongé dedans après avoir été conformé pour continuer à être refroidi

#### Fiche de validation du projet

Dans le cadre de la conception de processus de réalisation de cet ensemble, les calibreurs<sup>(1)</sup> seront usinés. Ils se décomposent de la façon suivante :

- Couvercle
- Socle

Ma production portera sur la conception de processus de réalisation d'un couvercle de calibreur<sup>(1)</sup>.

## 4/ Tableau des tâches réalisées

TACHES	Durée en heures	C2 - Rechercher une information dans une documentation technique, en local ou à distance										RESULTATS ATTENDUS
		C5 - Elaborer avec participation à l'élaboration des charges fonctionnelles	C9 - Concevoir et définir, en collaboration ou en autonomie, tout ou partie d'un ensemble unitaire	C10 - Définir des protocoles de réalisation	C11 - Définir et mettre en œuvre des solutions simulées	C13 - Proposer des alternatives de réalisation	C14 - Planifier une réalisation	C17 - Définir un processus de contrôle en cours de production (en ligne)				
Définir le cahier des charges	15	X	X									Exigences attendues
Réaliser le 3D de la pièce à partir du cahier des charges	10			X								Modèle 3D de la pièce
Choix du matériau	5	X			X		X					Justification du matériau choisi
Réaliser le plan de la pièce	10			X								Plan coté de la pièce
Réaliser une gamme d'usinage	20	X			X							contrat de phase et d'une gamme de fabrication
Réaliser les programmes FAO	20			X	X			X				FAO de la pièce
Usiner	20			X								Pièce réalisée
Contrôler	10						X				X	Protocole de contrôle et gamme de contrôle
Tester l'outillage	5						X				X	Protocole de test Validation client
Chiffrage	5	X						X				Valorisation financière de la pièce
TOTAL	120h											

Tableau des tâches à réaliser

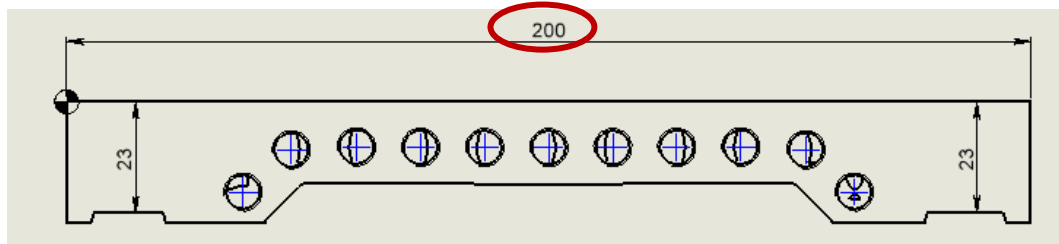


## V/ Analyse du plan :

### 1/ Analyse d'une tolérance dimensionnelle

Pour contrôler nos pièces, nous utilisons généralement la norme ISO 2768-mk. Ce tableau de tolérances nous permet d'éviter de surcharger nos plans avec des tolérances supplémentaires, en plus des cotations déjà présentes.

Prenons par exemple la cote de largeur du couvercle de calibre(1) :



Vue de sortie, extrait du plan « Couvercle Calibreur(1) 3 »

Pour trouver la tolérance de cette dernière, nous nous référons au tableau de tolérance ISO 2768-mk :

Dimensions linéaires						Angles cassés			Dimensions angulaires			
Classe de précision	0,5 à 3 inclus		3 à 6	6 à 30	30 à 120	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
m (moyen)	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,2	± 0,5	± 1	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'
c (large)	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 0,4	± 1	± 2	± 1° 30'	± 1°	± 30'	± 15'
v (très large)	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 0,4	± 1	± 2	± 3°	± 2°	± 1°	± 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.



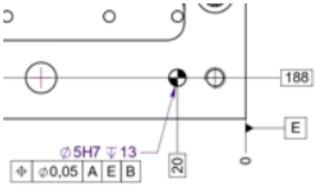
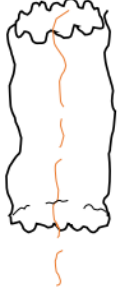
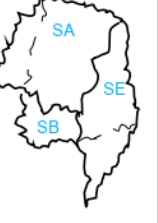
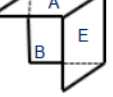

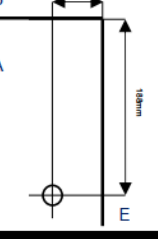
Tableau de tolérances ISO 2768-mk

Pour trouver notre valeur, il suffit de se fier à l'indice de classe de précision (ici « m » pour « moyen ») et à notre cote (ici « 200mm »). En se référant au tableau, nous trouvons une tolérance de  $\pm 0,5$ mm.

Cote nominale	Tolérance	Cote mini	Cote maxi	Intervalle de tolérance	Moyenne
200mm	$\pm 0,5$ mm	199,5mm	200,5mm	1mm	200mm

## 2/ Analyse d'une tolérance géométrique

Pour l'assemblage de nos pièces, il est nécessaire d'y ajouter des piétements afin de garantir un alignement conforme aux plans d'assemblage. Nous imposons donc une tolérance de position (localisation) sur nos perçages-alésages pour aligner nos pions.

TOLERANCEMENT NORMALISE		Analyse d'une spécification par zone de tolérance			
<b>Symbole de la spécification:</b> 		Eléments non idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments idéaux	
Type de spécification		Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance
Forme <b>Position</b>  Localisation	Orientation Battement	<b>Unique</b> Groupe	Unique <b>Multiple</b>	Simple Commune <b>Système</b>	<b>Simple</b> Composée  <b>Contraintes orientation et position</b> par rapport à la référence spécifiée
Extrait du dessin de définition:  		Ligne nominale rectiligne, axe d'une surface nominale cylindrique.  	Ensemble de trois surfaces nominale planes :  - SA - SE - SB  	Réf primaire : <b>Plan A</b> associé à la surface SA.  Réf secondaire : <b>Plan E</b> associé à la surface SE et perpendiculaire à A.  Réf tertiaire : <b>Plan B</b> associé à la surface SB et perpendiculaire à A et E.  	Volume limité par un cylindre de diamètre 0.05mm.    
<b>Condition de conformité:</b> L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance					

GPS (Geometrical Product Specification) pour tolérance de localisation

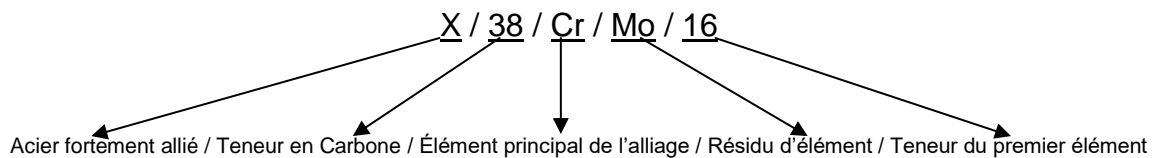
### 3/ Etude de la matière

Pour la réalisation des calibreurs<sup>(1)</sup>, nous utilisons du Z35CD17 (norme AFNOR), également désigné sous le nom de « X38CrMo16 ».

Il s'agit d'un acier couramment utilisé dans la fabrication de moule pour injection plastique du fait de ses propriétés chimiques, thermiques et mécaniques.

Il peut être utilisé entre 20°C et 400°C.

Résistant à la corrosion, il possède une bonne résistance à l'usure et de bonnes aptitudes au polissage.



Ci-dessous, la composition plus exacte de cet acier inoxydable :

Composition chimique	
Carbone	0,33% - 0,45%
Chrome	15,5% - 17,5%
Molybdène	0,8% - 1,3%
Manganèse	1.5% (maximum)
Silicium	1% (maximum)
Nickel	1% (maximum)
Phosphore	0,03% (maximum)
Soufre	0,03% (maximum)

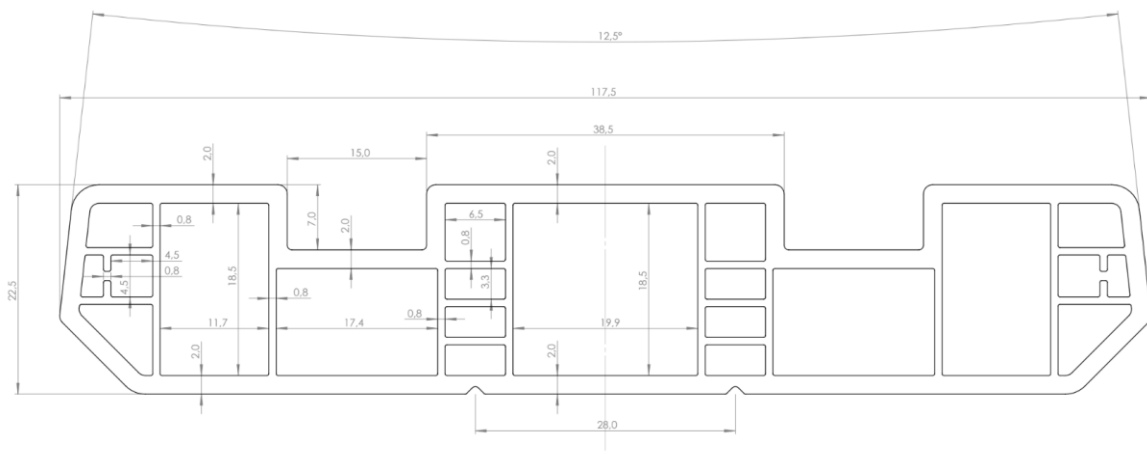
Caractéristiques	
Usinabilité	★★★★☆☆
Ténacité	★★★★☆☆
Résistance à l'usure	★★★★☆☆
Résistance à la corrosion	★★★★★★

Cet acier fortement allié a été choisi par SODROMEX pour ses propriétés qui lui permettent d'être exploité par les sociétés spécialisées dans la production et la vente de section de profil<sup>(4)</sup>.

## VI/ Création du processus de réalisation :

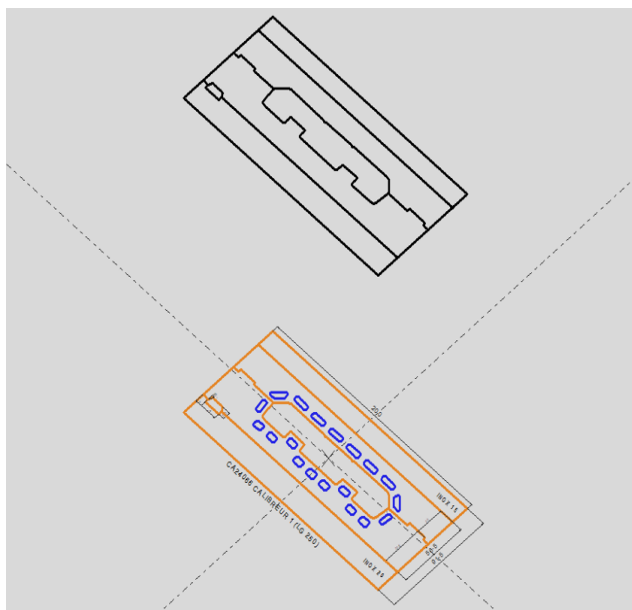
### 1/ Etude du profil 2D

Le bureau d'étude reçoit de la part du client un profil<sup>(4)</sup> théorique avec les informations liées à l'extrusion<sup>(3)</sup> (matière, vitesse, ...). A partir de cela, la conception de l'outillage peut commencer.



Profil<sup>(4)</sup> théorique (symétrique)

Le concepteur commence par travailler sur la partie « conformation » et réalise les plans d'entrée et de sortie de chaque calibre<sup>(1)</sup>.

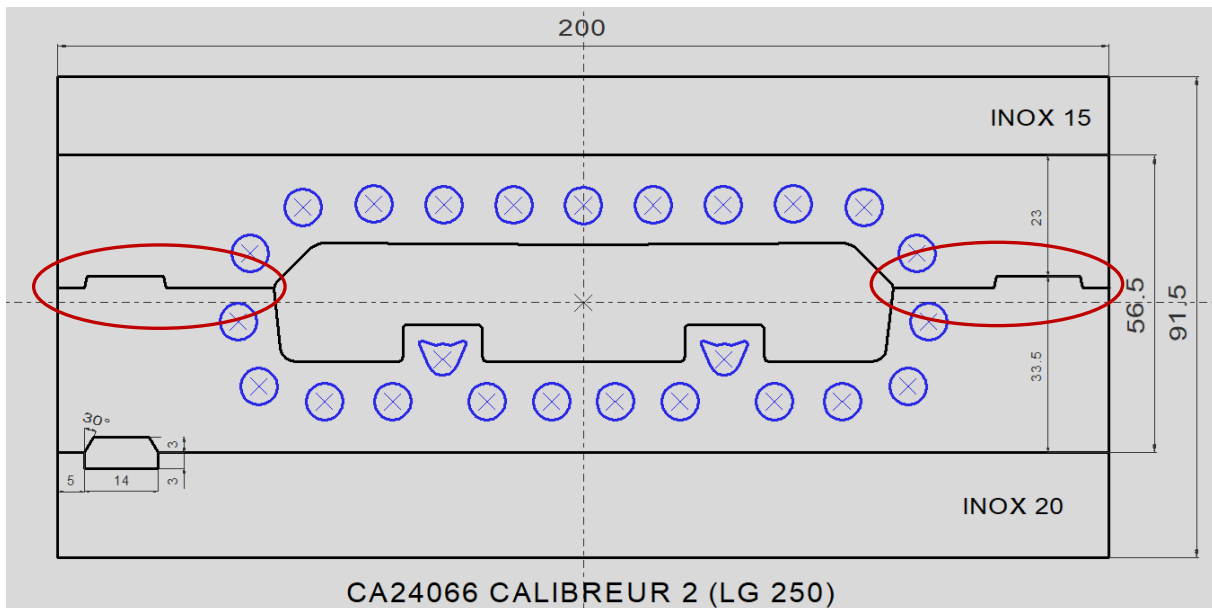


Création des plans d'entrée et de sortie

Selon la complexité, il peut être nécessaire de créer une déformation sur la forme du profil<sup>(4)</sup> pour obtenir un résultat conforme au plan fourni par le client. Cette déformation correspond à l'agrandissement des cotes du profil<sup>(4)</sup>. Par exemple, pour le PVC (polychlorure de vinyle) nous ajoutons **0.1 millimètre** par face. Pour un profil<sup>(4)</sup> tubulaire comme celui de **CA24066**, toutes les cotes sont agrandies avec un coefficient de **1%**.

L'objectif est d'anticiper le rétreint<sup>(5)</sup> de la matière : en refroidissant, celle-ci se rétracte et risque donc d'être plus petite que le profil<sup>(4)</sup> théorique.

Après avoir réalisé l'entrée et la sortie des conformateurs, il faut établir le plan de joint. Ce dernier correspond à la section qui permettra d'ouvrir le calibreur<sup>(1)</sup> en deux et de déterminer le couvercle et le socle.

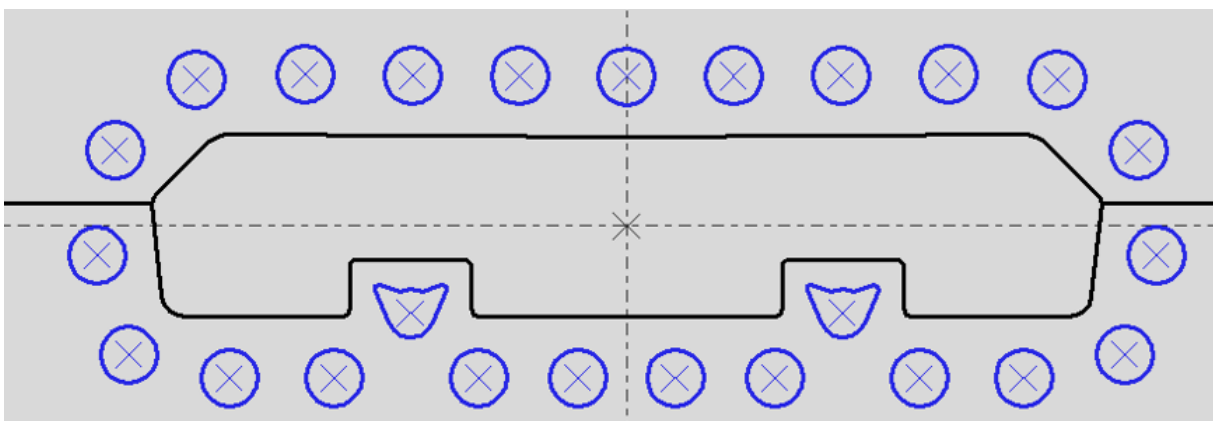


*Définition du plan de joint*

Pour finir, il faut définir les chemins d'eau principaux qui seront au plus proche du passage de matière pour la refroidir lors de l'extrusion<sup>(3)</sup>.

Pour le premier calibreur<sup>(1)</sup>, l'objectif est de créer une croûte sur l'extérieur du profil<sup>(4)</sup> pour qu'il se maintienne. Pour cela, SODROMEX a conçu des refroidissements optimisés qui suivent au mieux le profil<sup>(4)</sup>.

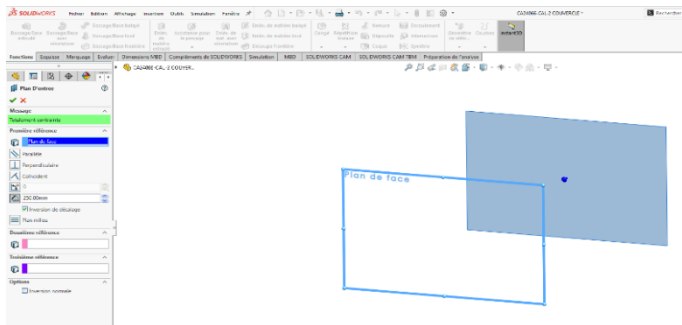
Pour les autres calibreurs<sup>(1)</sup>, de simples trous suffisent pour continuer à refroidir le plastique.



*Refroidissements simples et optimisés*

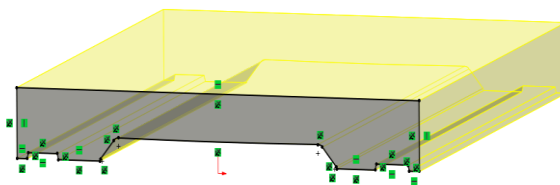
## 2/ Modélisation 3D

A la suite de la conception des plans d'entrée et de sortie ainsi que des plans de joints et des chemins d'eau, les différentes couches avec ces dessins sont communiquées au dessinateur industriel.



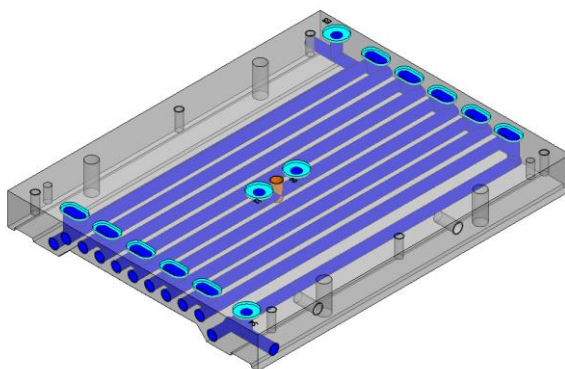
*Création du plan d'entrée par rapport à celui de sortie*

Ce dernier contraint les filaires constituant l'ensemble entre eux et les répartit sur différents plans.



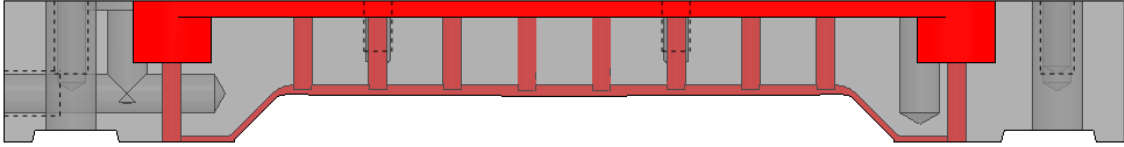
*Extrusion de l'esquisse sur 250mm*

Cela lui permet de créer son volume en extrudant son bloc à partir du plan de sortie (plan de face) jusqu'au plan d'entrée (plan décalé de la longueur souhaitée pour le calibre(¹)).



Comme les chemins d'eaux principaux sont déjà définis, il faut créer les raccords sous formes de chintages sur le dessus, ainsi que des perçages sur les côtés opérateur et opposé. Ces éléments sont annotés d'un repère.

Après l'eau, la poche d'air ainsi que les raccords aux fentes sont modélisés. Ils sont définis selon un pas et répétés autour du profil<sup>(4)</sup> afin que le plastique vienne se plaquer contre les parois, assurant ainsi son calibrage et son lissage.

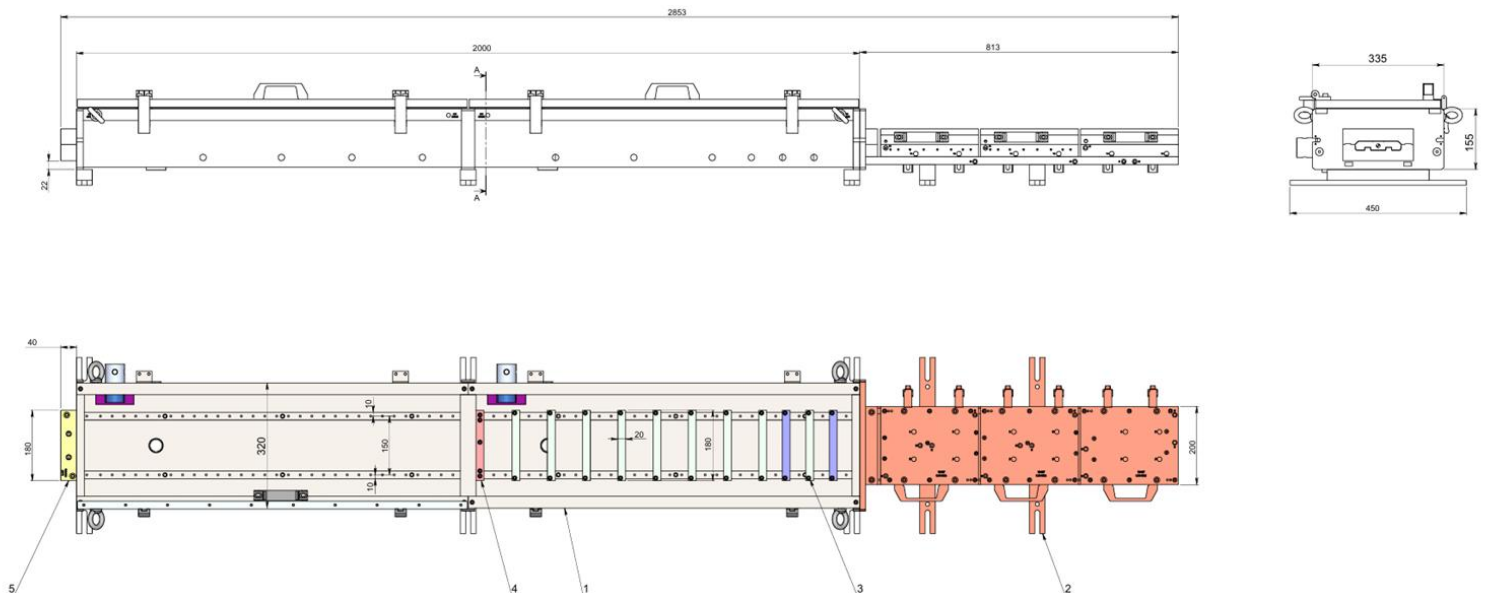


*Système de vide du couvercle*

Pour finir, le dessinateur vient définir les trous destinés au montage du calibre<sup>(1)</sup>.

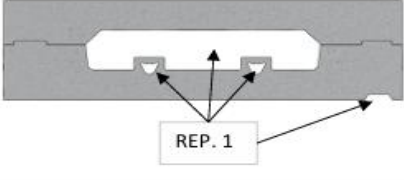
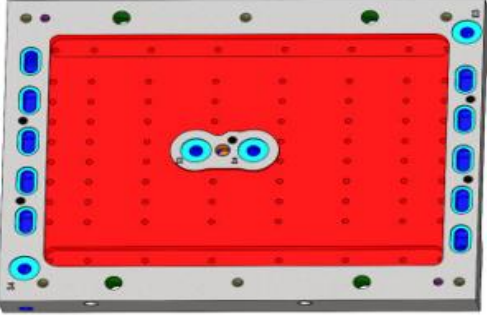
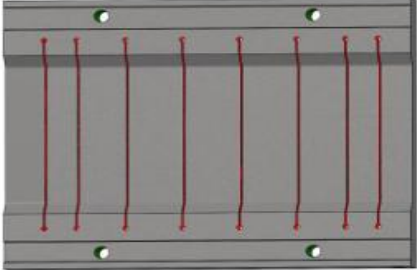
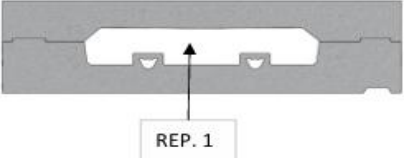
Chaque partie de l'ensemble est conçue séparément pour éviter un problème d'assemblage. Cependant les entités restent liées de manière à ce que toute modification ayant un impact sur d'autres pièces soit automatiquement répercutée sur l'ensemble.

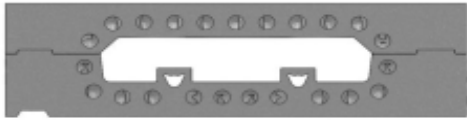
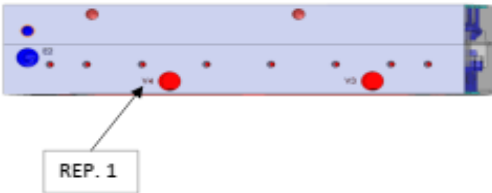
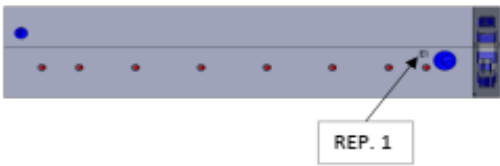
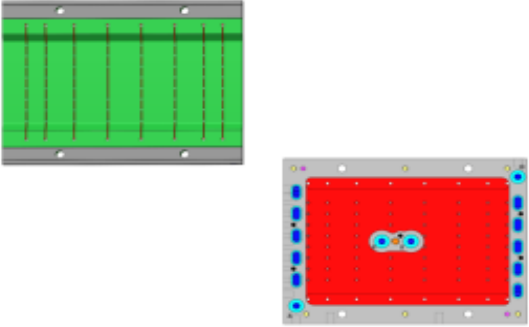
Lorsque l'ensemble est modélisé, le dessinateur procède à l'assemblage et à l'alignement de l'outillage en fonction du profil<sup>(4)</sup>.



*Plan d'assemblage de l'outillage*



NOMENCLATURE DES PHASES			
Pièce : <i>Couvercle CAL 3</i>		Indice : <i>A</i>	Matière : <i>Z35CD17</i>
Ensemble : <i>CA24066</i>		Date : 12 novembre 2024	
Phase	Désignation de la phase		Croquis de la phase
<b>50</b>	électro-érosion machine à découpe au fil		
	1	électro-érosion ébauche Rep. 1	
	2	électro-érosion semi-fin Rep. 1	
	3	électro-érosion fin Rep. 1	
	4	électro-érosion super-fin Rep. 1	
<b>60</b>	fraisage centre d'usinage 3 axes		
	a	1 pointage tous perçages associés à la face	
	2	perçage Ø4,8 perçages rose	
	3	alesage Ø5H7 perçages rose	
	4	perçage Ø5 perçages jaune	
	5	perçage Ø9 perçages vert	
	6	perçage Ø3,3 perçages rouge	
	7	perçage Ø6,8 perçages bleu foncé	
	8	alésage hélicoïdale portées de joint bleu ciel	
	9	contournage à l'axe oblongs bleu foncé	
	10	poche poche d'air rouge	
11	chanfrein bordure pièce + bordure poche d'air		
<b>60</b>	fraisage centre d'usinage 3 axes		
	b	1 contournage à l'axe fentes rouge	
	2	chanfrein bordures pièce	
<b>60</b>	fraisage centre d'usinage 3 axes		
	c	1 chanfrein d'entrée Rep. 1	
	2	chanfrein bordures pièce	

NOMENCLATURE DES PHASES					
Pièce : <i>Couvercle CAL 3</i>		Indice : <i>A</i>	Matière : <i>Z35CD17</i>		
Ensemble : <i>CA24066</i>		Date : 12 novembre 2024			
Phase	Désignation de la phase		Croquis de la phase		
60	fraisage centre d'usinage 3 axes				
	d	1		chanfrein	bordures pièce
60	fraisage centre d'usinage 3 axes				
	e	1		pointage	tous perçages associés à la face
		2		perçage Ø2,5	perçages rouges
		3		perçage Ø4,2	perçages gris
		4		perçage Ø6,8	perçages bleu foncé
		5		perçage Ø12	perçages bleu foncé
		6		gravure	Rep. 1
		7		chanfrein	bordures pièce
60	fraisage centre d'usinage 3 axes				
	f	1		pointage	tous perçages associés à la face
		2		perçage Ø2,5	perçages rouges
		3		perçage Ø4,2	perçages gris
		4		perçage Ø6,8	perçages bleu foncé
		5		perçage Ø12	perçages bleu foncé
		6		gravure	Rep. 1
		7		chanfrein	bordures pièce
70	contrôle poste de fraisage				
		1		positions	pietages pour pions de position
		2		dimensions	dimensions couvercle
		3		contrôle visuel	tous les perçages + fentes de vide







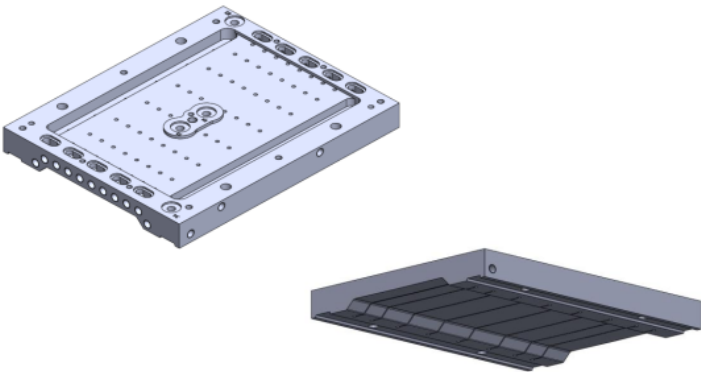





## Protocole de contrôle

Pour s'assurer de la conformité de la pièce, nous contrôlons non seulement les cotes dimensionnelles de la pièce mais aussi les positions de nos pions pour un montage optimal.

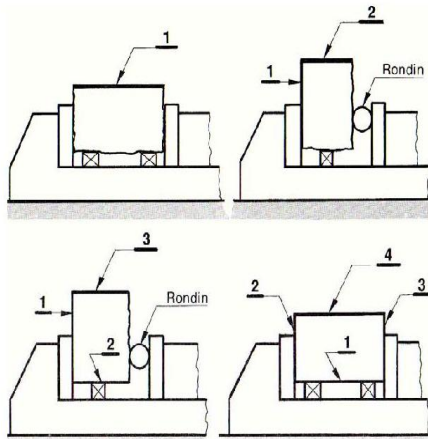
Comme nous réalisons nos programmes à partir de modélisations 3D, un simple contrôle visuel du nombre de perçages, de fentes de vide, de portées de joint et la présence des raccords est effectué.

COUVERCLE CALIBREUR 3							
							
				OUTILLAGE :	CA24066		
PROGRAMMEUR :				TURKMENIAN Théo			
PLAN :				COUVERCLE CAL. 3 / IND : A			
COMMENTAIRE :				* = C ou NC			
				Relever les cotes avec : PAC, colonne de mesure, pion de contrôle			
Cote à relever	Relevée	Cote à relever	Relevée	Contrôle visuel d'entités	Relevée	Contrôle visuel d'entités	Relevée
±0,5 250		5H7 *		Nombre de fentes de vide = 8 *		Nombre de Ø4,2 = 5 *	
±0,5 200		5H7 *		Nombre de portées de joint = 14 *		Nombre de Ø3,3 = 7x8 *	
±0,2 23		⌀ 0,05 A E B .		Nombre de Ø5 = 6 *		Nombre de Ø3,3 = 1x8 *	
±0,2 23		⌀ 0,05 A E B .		Nombre de Ø9 = 4 *		NA	

Ce protocole de contrôle vierge servira de référence pour vérifier la conformité de la pièce après son usinage.

## 4/ Réalisation

### Cubage



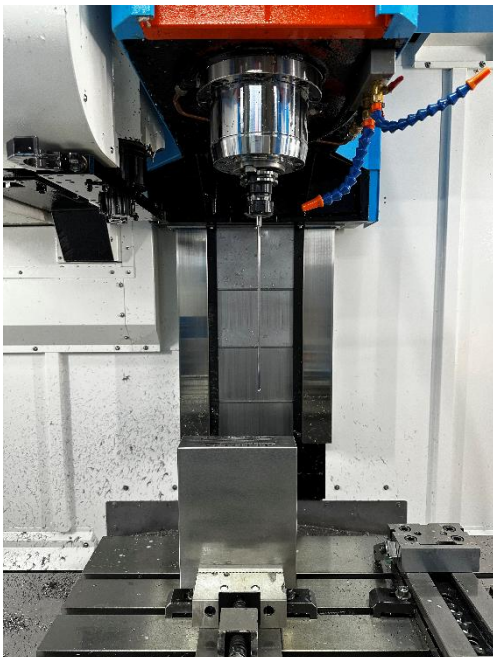
*Cubage avec rondin*

Cette opération consiste en l'usinage d'un brut afin de le rendre géométriquement parallélépipédique.

A partir d'un bloc et en effectuant plusieurs retournements de pièce, nous arriverons à créer des faces parallèles et perpendiculaires entre elles.

L'opérateur sélectionne donc un brut se rapprochant des cotes finies, puis usine chaque face pour faciliter nos posages et nous aider à nous dégauchir.

### Forage



*Calibreur<sup>(1)</sup> 3 pour CA24066 en cours de forage*

Cette méthode est similaire au perçage s'applique à des dimensions plus importantes.

Chez SODROMEX, nous sommes capables de percer nos blocs sur 250mm de long à l'aide de forêts de 300mm (monoblocs ou brasés au bout) et d'un arrosage au centre de l'outil allant jusqu'à 70 bar.

Cet usinage nous permet de créer les principaux chemins d'eau qui serviront à refroidir le profil<sup>(4)</sup> lors de l'extrusion<sup>(3)</sup>.

## Découpe au fil



*Calibreur<sup>(1)</sup> 3 pour CA24066 en cours d'usinage en électroérosion<sup>(6)</sup>, après ébauche*

La découpe de matière par électroérosion<sup>(6)</sup> est l'un de nos principaux moyens de fabrication.

En effet, ce procédé nous permet de découper des formes complexes au travers de blocs ayant une hauteur importante.

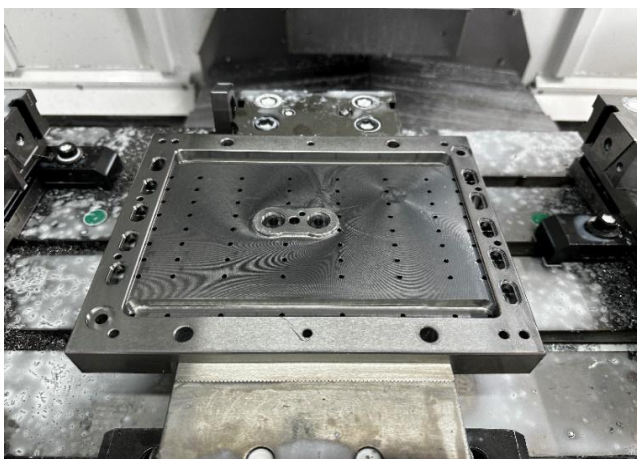
Les principaux éléments de ces machines sont :

- La bobine de fil (consommable servant à découper la matière),
- Les buses qui guident ce fil (capables de se déplacer indépendamment l'une de l'autre, laissant donc la possibilité de créer des géométries plus complexes),
- Les amenées de courant,
- Un bain rempli d'eau déionisée (permettant le contrôle de température, une bonne conductivité entre le fil et la pièce ainsi que l'évacuation des copeaux).

En se rapprochant de la pièce, le courant passant par le fil crée une étincelle qui découpera la matière.

La géométrie à découper est réalisée au bureau d'études sur MasterCam ou Go2Cam. Une fois le programme généré, il est transféré à la machine, où l'opérateur monte et usine le bloc.

## Fraisage



*Calibreur 3<sup>(1)</sup> pour CA24066 en cours d'usinage*

Par principe d'enlèvement de matière, nous allons fraiser nos pièces.

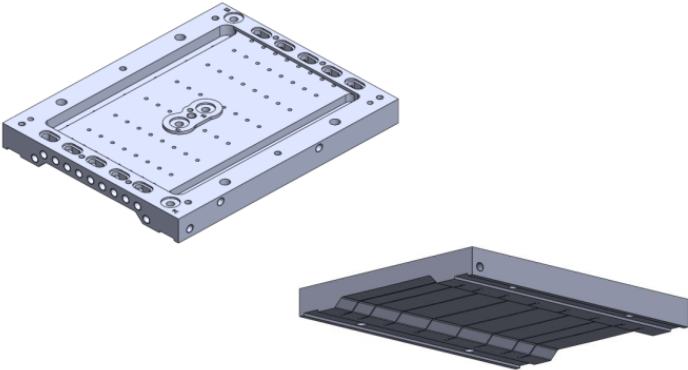

Pour le couvercle nous réaliserons plusieurs perçages, usinage de poches, gravures et chanfreins.

Pour ce faire nous travaillons sur Somab 1060 et 1270, nous réalisons nos programmes grâce à Sinumerik et MasterCam.

L'objectif est de reproduire fidèlement la pièce modélisée sur le plan. A partir de la pièce cubée puis découpée au fil nous allons effectuer plusieurs retournements pour usiner chaque face et ainsi raccorder nos chemins d'eau à des entrées et sorties de circuit, créer nos chemins d'air, graver nos références et les repères de branchements.

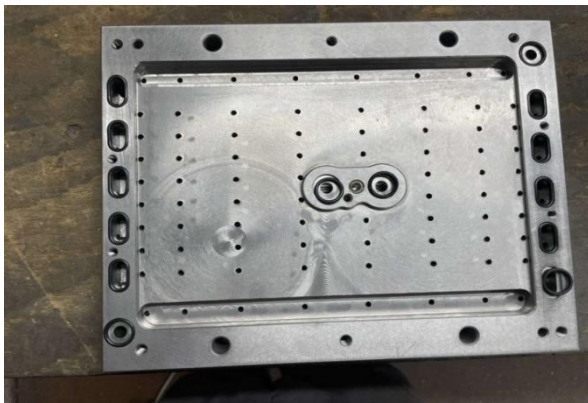
## Contrôle

Comme énoncé à la présentation du protocole de contrôle, cette partie est principalement visuelle. Toutefois, nous relevons néanmoins les cotes d'épaisseurs et de largeur de nos blocs, notamment à l'aide de pied à coulisse, colonne de mesure et autres... :

COUVERCLE CALIBREUR 3							
							
				OUTILLAGE :	CA24066		
				PROGRAMMEUR :	TURKMENIAN Théo		
				PLAN :	COUVERCLE CAL. 3 / IND : A		
				COMMENTAIRE :			
				* = C ou NC			
				Relever les cotes avec : PAC, colonne de mesure, pion de contrôle			
Cote à relever	Relevée	Cote à relever	Relevée	Contrôle visuel d'entité	Relevée	Contrôle visuel d'entité	Relevée
±0,5 250	250,0	5H7 *	C	Nombre de fentes de vide = 8 *	C	Nombre de Ø4,2 = 5 *	C
±0,5 200	200,0	5H7 *	C	Nombre de portées de joint = 14 *	C	Nombre de Ø3,3 = 7x8 *	C
±0,2 23	23,0	⊕ 0,05 A E B *	C	Nombre de Ø5 = 6 *	C	Nombre de Ø3,3 = 1x8 *	C
±0,2 23	23,0	⊕ 0,05 A E B *	C	Nombre de Ø9 = 4 *	C	NA	NA

La pièce est bien conforme aux exigences principales du plan.

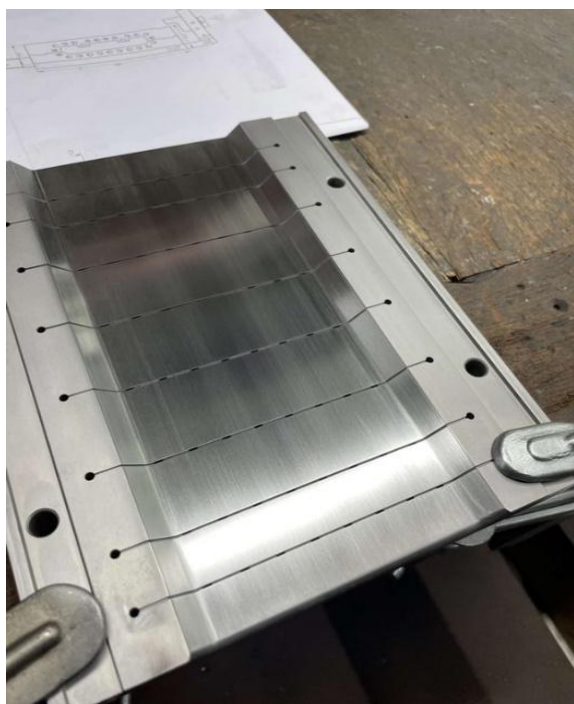
## Montage, ajustage et polissage



*Étanchéité du couvercle CAL 3 pour CA24066*

Pour finaliser l'outillage, les taraudages manquants seront réalisés, les joints seront mis en place et les bouchons pour l'étanchéité des circuits d'eau et d'air seront téflonnés et vissés.

Certains circuits, impossibles à réaliser en commande numérique, seront effectués à ce poste, car les machines disponibles ont une course plus importante.



*Polissage du profil<sup>(4)</sup> du couvercle CAL 3  
pour CA24066*

Le polissage sera ensuite effectué sur la partie « profil<sup>(4)</sup> », c'est-à-dire là où la matière passera lors de l'extrusion<sup>(3)</sup>.

Après réalisation des différentes étapes de finition, les opérateurs vont faire l'alignement final de l'outillage, étape nécessaire pour une extrusion<sup>(3)</sup> optimale.

## 5/ Essai(s)

Ce procédé peut s'appliquer aussi bien chez SODROMEX que chez le client. L'avantage de CJ PLAST réside dans sa proximité géographique, ce qui permet de réaliser les essais directement sur place.

Après réalisation complète et assemblage de l'outillage, celui-ci va être monté sur l'extrudeuse pour être essayé. L'opérateur commence par vérifier les circuits qui composent l'ensemble (eau et vide) pour être sûr de l'étanchéité des pièces.



*Résultat du test de poussée*

A la suite de la vérification, un test de poussée est effectué. La filière<sup>(2)</sup> est montée sur la machine et le metteur au point va lancer l'extrusion<sup>(3)</sup> pour vérifier que la matière sorte de façon équilibrée.

Dans ce cas précis, les parois extérieures sortent plus vite que les cloisons intérieures.



*Extrudeuse en cours de production*

Si le test de poussée s'avère concluant, un rapport entre le poids et la vitesse est fait puis un premier tir d'essai est réalisé. Ce tir est fait avec l'outillage entier monté sur le banc d'essai. L'opérateur met en marche l'extrudeuse avec une vitesse d'extrusion<sup>(3)</sup> supérieure à celle du cahier des charges pour pouvoir placer le plastique dans la partie conformation mais aussi pour pouvoir gérer la vitesse d'extrusion<sup>(3)</sup> une fois le plastique positionné. Une fois que le profil<sup>(4)</sup> est calibré, une section est prélevée pour être contrôlée.



Contrôle de profil<sup>(4)</sup> extrudé

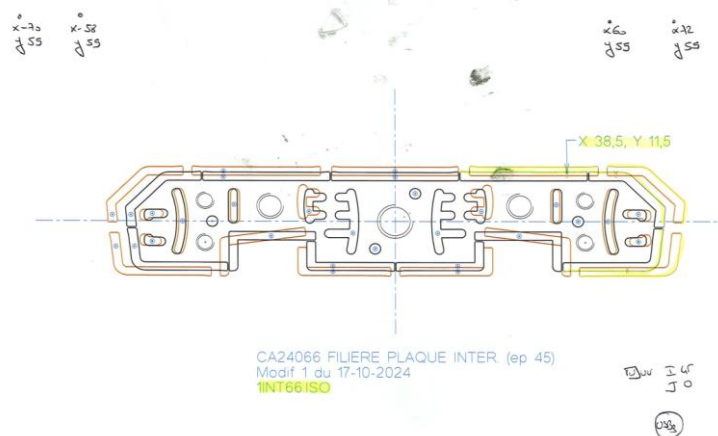
Le contrôle qualité consiste à :

- Relever les épaisseurs à l'aide d'un pied à coulisse,
- Comparer le profil<sup>(4)</sup> extrudé avec le profil<sup>(4)</sup> théorique à l'aide d'un projecteur de profil<sup>(4)</sup>.

Si la géométrie et les épaisseurs sont conformes, le poids sera également conforme au cahier des charges.

En cas de non-conformité :

- Si l'épaisseur fait défaut, le metteur au point réalisera à nouveau un test de poussée avec la filière<sup>(2)</sup> et déterminera selon ce dernier l'endroit à retoucher ainsi que l'opération à effectuer.
- S'il y a un retard dans la poussée, il faudra ouvrir un passage dans une plaque de la filière<sup>(2)</sup> en l'usinant à la découpe-fil.
- Si trop de matière est libérée, la zone sera retirée entièrement pour être remplacée par un insert qui reprendra la forme précédente mais qui sera plus serrée pour le passage de matière.



Plan de modification pour découpe au fil

Dans ce cas-là, un usinage (tracée en jaune) servant à agrandir un passage existant était nécessaire pour libérer le passage de matière.

Si la géométrie n'est pas conforme, il faudra retoucher la partie conformateur, en privilégiant les retouches sur les derniers calibreurs<sup>(1)</sup> pour commencer car à ce niveau-là, le profil<sup>(4)</sup> est censé être formé définitivement mais encore chaud, donc malléable.

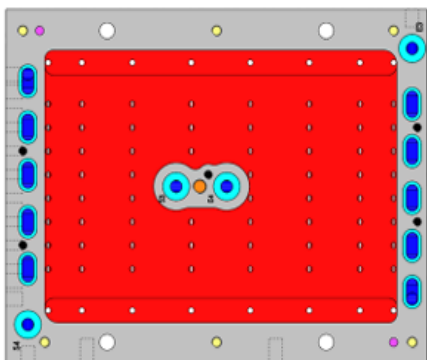
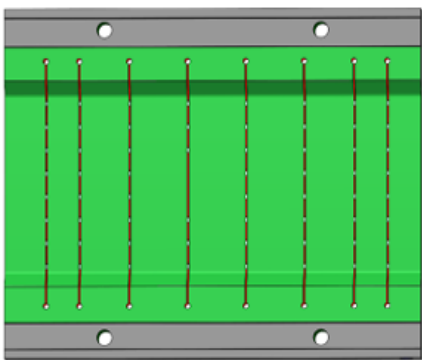


## VII/ Chiffrage (facturation) :

Le lancement d'une commande se fait par un échange entre M. CHARRY et le prospect. Ce dernier contacte SODROMEX en fournissant :

- Le plan d'un profil<sup>(4)</sup> plastique,
- Sa composition,
- Sa vitesse d'extrusion<sup>(3)</sup> désirée.

Une estimation des pièces composants l'outillage nécessaire à la fabrication de ce profil<sup>(4)</sup> sera réalisée puis, grâce au savoir acquis des précédents outillages réalisés, M. CHARRY établit un devis détaillant la composition de l'outillage, son prix, les modalités de règlement, la TVA, etc...

Pour chiffrer le prix de revient du couvercle réalisé à l'intention de CJ PLAST, j'ai regroupé les temps des différentes étapes de la création de ce dernier :

<b>COUVERCLE CALIBREUR 3</b>			
 			
		OUTILLAGE :	CA24066
		CLIENT :	CJ Plast
		PROGRAMMEUR :	TURKMENIAN Théo
		PLAN :	COUVERCLE CAL. 3
		DATE :	03/12/2024
		HEURE :	15H40
		MACHINE :	SOMAB 1060
		INDICE : A	Taux horaire : 60 €/h
			
Programme :	Temps de cycle :	Temps (" d'heure) :	Prix :
Débit	20 MINUTES	0,333	19,98
Cubage	1 HEURE	1	60
Rectification	30 MINUTES	0,5	30
2CA066.mcam (forage)	4 HEURES, 48 MINUTES, 25 SECONDES	4,807	288,42
Découpe-fil	29 HEURES, 30 MINUTES	29,5	1770
COUV.mcam (dessus)	4 HEURES, 38 MINUTES, 13 SECONDES	4,637	278,22
COUV_PROFIL.mcam (profil)	3 HEURES, 35 MINUTES, 34 SECONDES	3,592	215,52
ENTREE.mcam (entrée)	4 MINUTES, 44 SECONDES	0,079	4,74
SORTIE.mcam (sortie)	1 MINUTES, 13 SECONDES	0,021	1,26
OPERA.mcam (opérateur)	16 MINUTES, 2 SECONDES	0,268	16,08
OPPO.mcam (opposé)	11 MINUTES, 48 SECONDES	0,196	11,76
Contrôle	10 MINUTES	0,167	10,02
Polissage, montage, ajustage	2 HEURES	2	120
<b>Total :</b>	<b>47 HEURES, 5 MINUTES, 59 SECONDES</b>	<b>47,1</b>	<b>2826</b>

La conception totale a duré 80 heures avec un taux horaire de 60 €/h. Cette dernière a coûté 4800 €. Elle ne sera pas comptée dans le prix du couvercle car elle concerne l'outillage entier.

La programmation du couvercle a duré environ une heure à un taux horaire de 60 €/h.

Les blocs achetés par SODROMEX sont des chutes de matière, les prix sont plus attractifs. Nous utiliserons donc un prix de 10 €/kg.

Un bloc de Z35CD17 servant à la réalisation de ce produit a pour dimension « 253\*203\*60 ». Nous avons donc un volume de  $3,08154 \cdot 10^{-3}$  mètre cube. Sachant que l'inox utilisé a pour masse volumique  $7800 \text{ kg/m}^3$ , la masse du bloc utilisé est donc de 24,04 kg. Le prix du bloc utilisé est de 240,4 €.



Nature d'opération	Temps (h)	Prix (€)
<b>Conception</b> (60€/h)	80	4800€* (non comptabilisé)
<b>Programmation</b> (60€/h)	1	60€
<b>Matière</b> (bloc Z35CD17, 24,04kg à 10€/kg)	/	240,4€
<b>Réalisation</b> (60€/h)	47,1	2826€
<b>Total</b>	/	<b>3126,60€</b>

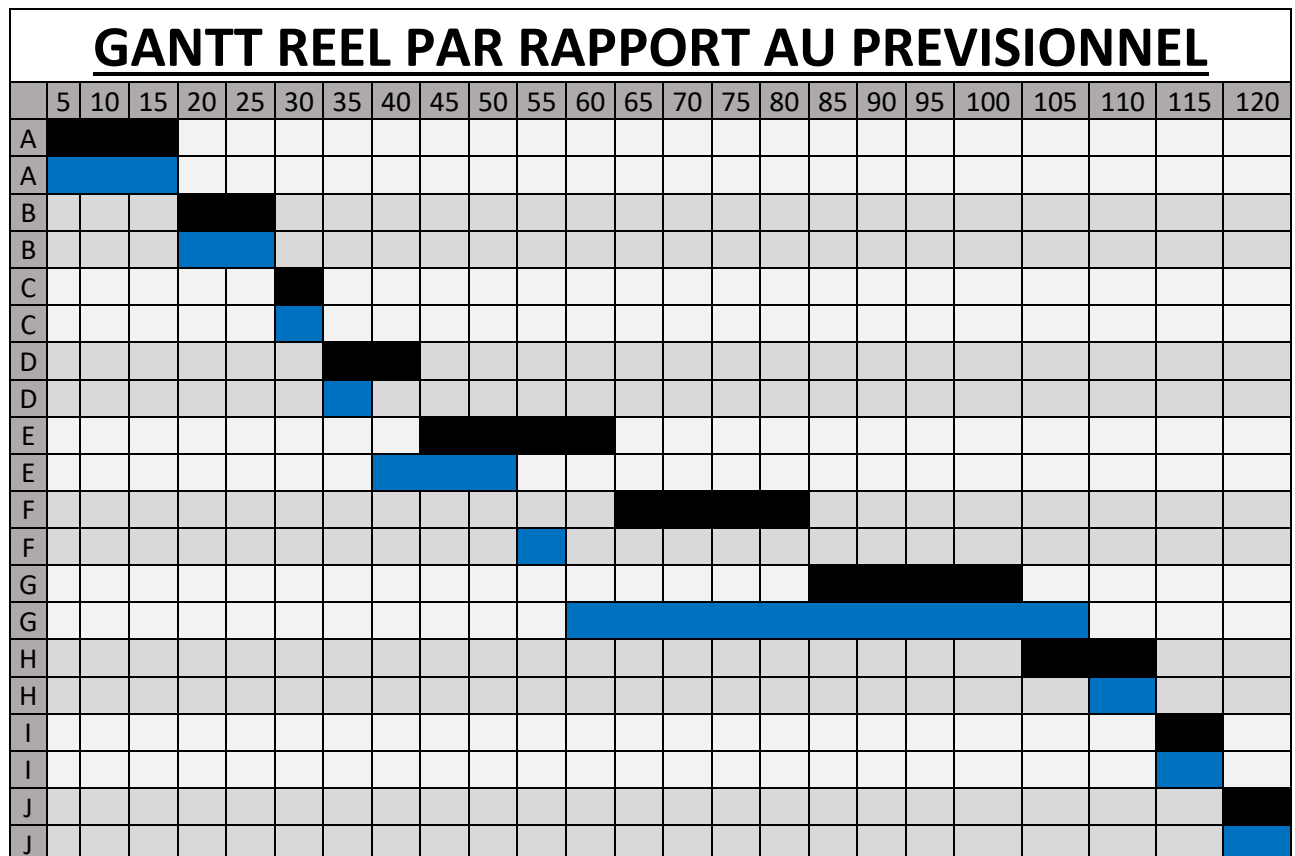
Le prix de revient est composé du prix du brut et de l'ensemble du processus de réalisation, la confection du couvercle du calibre(1) 3 destiné à CA24066 a coûté 3126,60 €.

## VIII/ Conclusion :

Suite à la réalisation de ce projet, nous avons obtenu des temps réels que nous pouvons donc comparer à la prévision réalisée plus tôt :

	Désignation des tâches	Durée (heures)	Antécédent
A	Définir le cahier des charges	15	/
B	Réaliser le 3D de la pièce	10	A
C	Choix du matériau	5	B
D	Réaliser le plan	5	C
E	Réaliser une gamme d'usinage	15	D
F	Réaliser les programmes FAO	5	E
G	Usiner	50	F
H	Contrôler	5	G
I	Tester l'outillage	5	H
J	Chiffrage	5	I

<b>LEGENDE</b>	
Chemin prévisionnel	
Chemin réel	



Nous pouvons noter la différence entre la prévision et le réel. L'usinage a été plus important que prévu, cependant, grâce à certaines tâches ayant été réalisés plus rapidement, le projet a pu être réalisé dans les 120 heures.

Pour conclure, le projet de conception du processus de réalisation du couvercle de calibreur<sup>(1)</sup> pour l'outillage CA24066 m'a permis de mobiliser l'ensemble des **compétences techniques et organisationnelles** acquises au cours de ma formation.

Ce travail, réalisé en plusieurs étapes clés, a nécessité une **rigueur particulière** pour répondre aux exigences du client tout en respectant les **contraintes techniques et économiques**.

Les phases clés du projet ont inclus :

- Analyse du cahier des charges
- Modélisation 3D et conception
- Rédaction des contrats de phase
- Choix des matériaux
- Mise en œuvre des méthodes d'usinage (fraisage, découpe au fil, polissage)
- Contrôles et validation

Elles ont été menées avec un souci de précision et de qualité, permettant de produire une pièce répondant aux tolérances et normes imposées par CJ PLAST.

Ce projet m'a également sensibilisé à la **gestion du temps et des ressources**, notamment à travers la planification par diagramme de Gantt et l'évaluation des coûts. Ces aspects m'ont permis de mieux comprendre les attentes industrielles en termes de compétitivité et de performance.

Les essais finaux réalisés sur l'extrudeuse ont validé les choix techniques effectués tout au long de la conception et de la fabrication, confirmant ainsi l'adéquation du couvercle avec les besoins de refroidissement et de calibrage du profil<sup>(4)</sup> plastique.

En conclusion, cette expérience a été très formatrice, tant sur le plan technique que professionnel. Elle m'a permis d'approfondir mes compétences en usinage et en modélisation 3D, de renforcer mes capacités en contrôle qualité, tout en consolidant mon aptitude à gérer un projet dans un cadre industriel.

## IX/ Annexes :

### 1/ Lexique :

Calibreur (1) : Outil utilisé pour guider, stabiliser et refroidir la pièce extrudée juste après sa sortie de la filière. Il permet de maintenir les dimensions souhaitées du profil.

Filière (2) : Outil qui donne la forme finale au produit extrudé. La matière fondue est poussée à travers cette ouverture pour obtenir un profil spécifique.

Extrusion (3) : Procédé de fabrication continu où une matière (souvent plastique ou métal) est chauffée puis poussée à travers une filière pour obtenir une pièce de section constante.

Profil (4) : Section transversale constante de la pièce extrudée, déterminée par la forme de la filière.

Rétreint (5) : Phénomène de retrait dimensionnel qui survient lors du refroidissement de la matière extrudée, à anticiper lors de la conception.

Électroérosion (6) : Procédé d'usinage non conventionnel qui permet de façonner des matériaux très durs (comme les aciers pour filières) à l'aide de décharges électriques. Très utilisé pour la fabrication d'outillages de précision.

Par soucis de volume, je n'ai joint à mon dossier que des extraits des programmes réalisés. J'ai ciblé les points importants de ma programmation.

## 2/ Programme : COUV.mcam

G54

T="FORET A CENTRER" D1

M6

T="FORET 4.8"

SOFT

S1000 M3

M8

G0 X-240. Y-12.

Z70.

F50

MCALL CYCLE81(70., 0., 2., -1.5,,0,0,0,12)

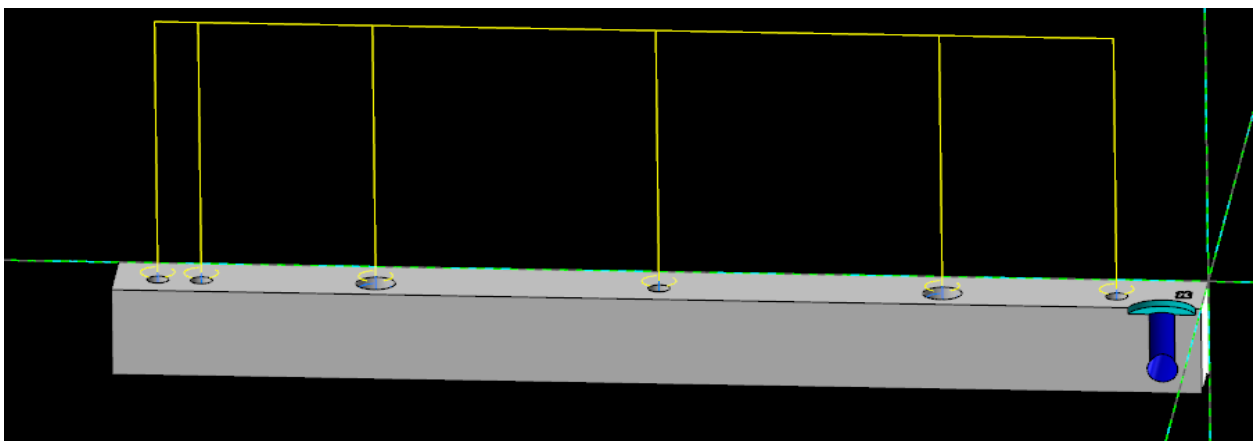
X-240. Y-12. F50

X-230. Y-12.

X-190. Y-12.

X-125. Y-12.

MasterCam va créer, pour le perçage, un cycle (MCALL CYCLE81) qui s'appliquera à chaque position sélectionnée. Il sera appliqué au moment où l'outil sera aux coordonnées désirées.



*Programmation CFAO COUVERCLE*

### 3/ Programme : COUVERCLE\_Profil.mcam

T="FRAISE BOULE 1" D1

M6

T="FRAISE CHF"

SOFT

S15000 M3

M8

G0 X20. Y-31.572

Z70.

X20. Y-31.572

Z3.45

G1 Z1.43 F600

Y-39.452

G3 Y-41.078 Z0.756 CR=2.3

G1 Y-48.169 Z-6.334

G2 Y-51.492 Z-8.011 CR=7.879

G1 Y-148.508

G2 Y-151.831 Z-6.334 CR=7.879

G1 Y-158.922 Z0.756

G3 Y-160.548 Z1.43 CR=2.3

G1 Y-168.428

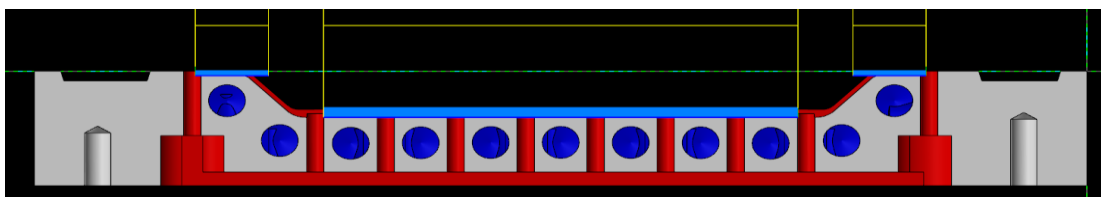
G0 Z10.

Y-31.572

Z3.43

G1 Z1.41

Pour les fentes de vide, l'usinage consiste en un contournage à l'axe de la fente à l'aide d'une fraise boule de diamètre 1mm, avec un incrément de 0.02mm de passe. L'usinage se fait en point par point.



Programmation CFAO COUVERCLE\_PROFIL

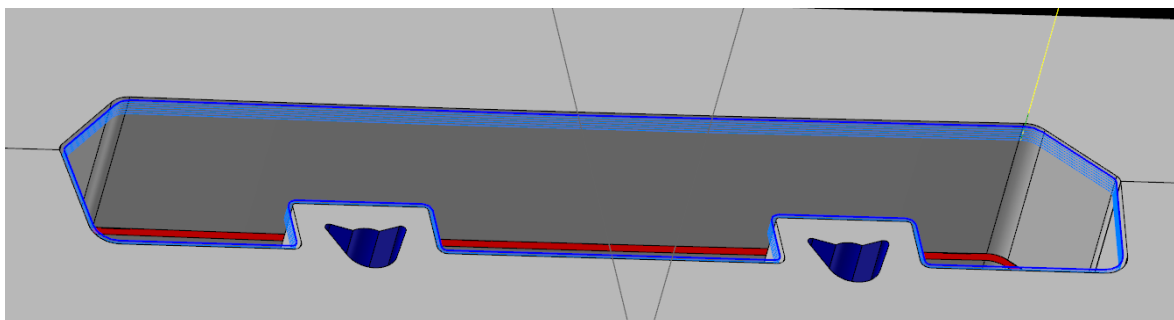
#### 4/ Programme : ENT.mcam

```

G54
T="FRAISE CHF 60" D1
M6
T="FRAISE CHF"
SOFT
S9000 M3
M8
G0 X49.62 Y39.3
Z70.
X49.62 Y39.3
Z2.
G1 Z-0.333 F50
G2 X-49.62 Y39.3 CR=4106.328 F500
G3 X-51.454 Y38.553 CR=2.55
G1 X-58.224 Y31.783
G3 X-58.396 Y31.294 CR=0.6
G1 X-57.157 Y19.972
G3 X-54.622 Y17.7 CR=2.55
G1 X-35.4
G3 X-34.85 Y18.25 CR=0.55
G1 Y23.75

```

La forme du profil côté « entrée » (entrée de la matière par rapport au sens d'extrusion) est usinée pour simplifier le passage du plastique lors de l'extrusion. Pour ce faire, une fraise chanfrein d'angle 60° est utilisée sur un contour du profil, l'outil va usiner à l'axe avec un incrément de 0.35mm de passe sur environ 3mm de profondeur.



*Programmation CFAO ENTREE*

## 5/ Programme : OPERA.mcam

```
G54
T="FRAISE BOULE 1" D1
M6
T="FRAISE CHF"
SOFT
S15000 M3
M8
G0 X-237.419 Y12.412
Z70.
X-237.419 Y12.412
Z2.
G1 Z-0.019 F600
X-240.471
Y7.762
X-237.419
G0 Z10.
Y12.412
Z1.981
G1 Z-0.039
X-240.471
Y7.762
X-237.419
```

Pour des gravures esthétiques, nous utilisons une fraise boule de diamètre 1mm, avançant à 600mm/mn et tournant à 15000 tr/mn. Ces gravures vont servir au client à repérer les différents branchements pour les circuits d'eau et d'air.

