

# S3 Light

## R3.07 - Production - Méthodes

### USINAGE D'UN MOULE D'INJECTION

#### Compétences ciblées

C2 – Développer - Niveau Intermédiaire - Proposer des solutions dans un cas complexe

C3 – Réaliser - Niveau Intermédiaire - Concrétiser une solution complexe en collaboration

#### Apprentissages critiques

AC22.01 : Situer les éléments d'un système complexe et leurs interactions, dans l'espace, dans le temps

AC22.02 : Proposer des solutions pertinentes au regard de la taille des séries et de l'aspect économique.

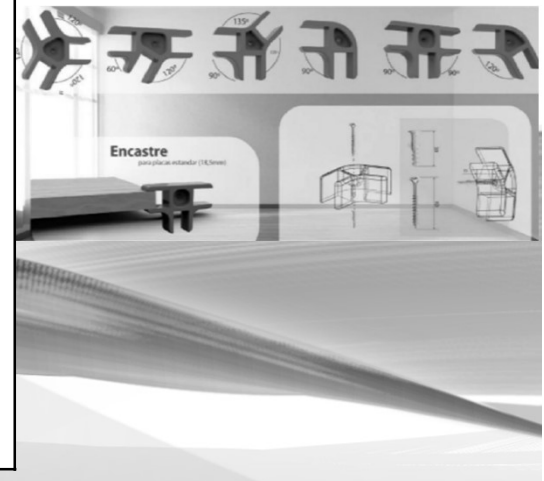
AC22.03 : Combiner des solutions élémentaires avec un encadrement limité.

AC22.04 : Classifier les solutions selon les critères du cahier des charges.

AC23.01 : Choisir les solutions techniques les plus adaptées aux contraintes de réalisation en intégrant l'influence des contraintes externes

AC23.02 : Mettre en œuvre les outils métiers adaptés pour produire une solution complexe, réelle ou numérique, qui répond aux spécifications et à la pré-étude

AC23.03 : Élaborer des documents métiers pour des pièces/systèmes complexes en mettant en œuvre les outils ad hoc



## TD Méthodes Préparation

4x2h  
En groupe TD  
Spécificités réalisation outillage  
Études des gammes de réalisation  
Choix des procédés et des machines  
Évaluation des besoins spécifiques de réalisation  
Stratégies d'usinage  
Planification  
Répartition des tâches

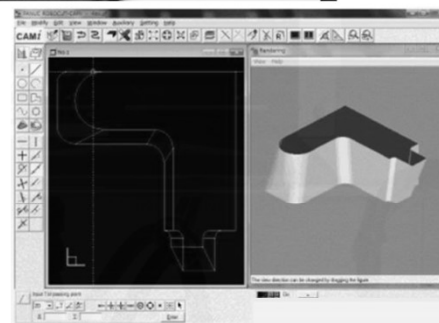
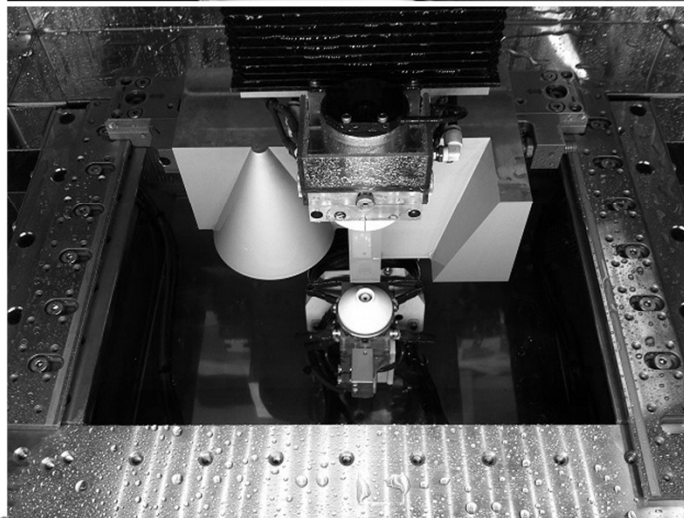
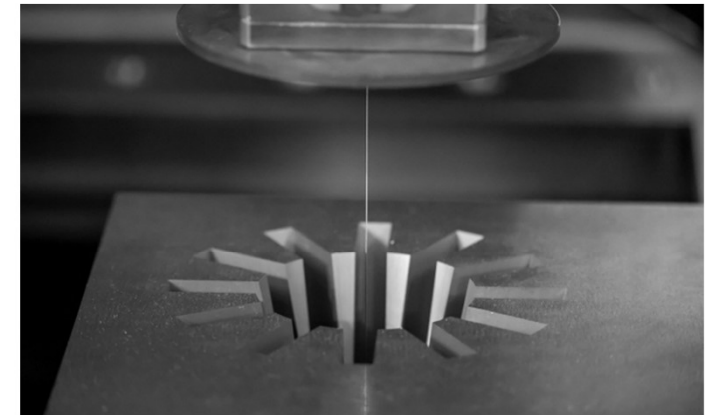
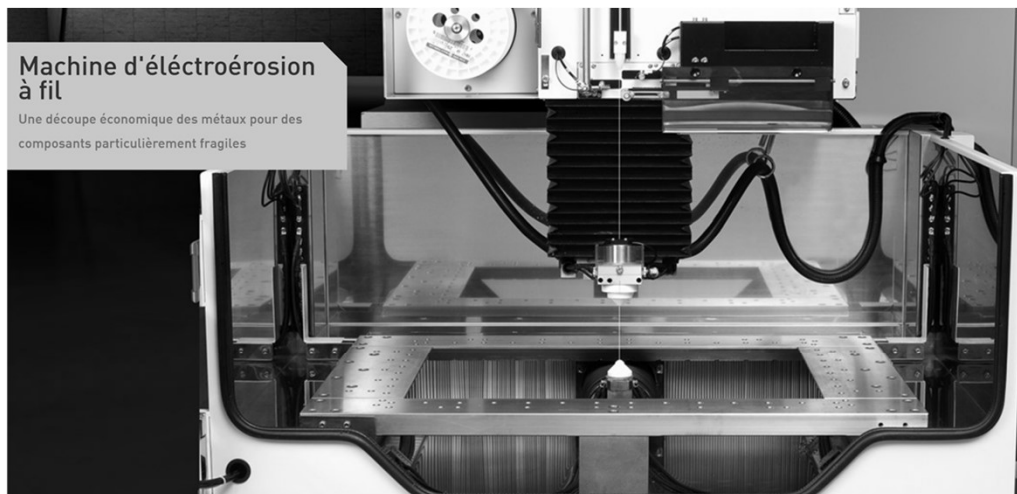
## TP Production

7x4h  
En groupe TP (12-14 étudiants)  
Choix des outils  
Choix des types d'opération  
Définition des MIP MAP  
Choix des conditions de coupe  
Réalisation des contrats de phase  
Réalisation de l'ensemble  
Mise en œuvre et contrôle  
FAO réalisées avant le TP selon planning (attention certaines séances sont très proches...)  
**Pas d'usinage hors des séances sauf érosion (réservation machine...)**  
**Contrats de phase faits avant usinage**

## Évaluation

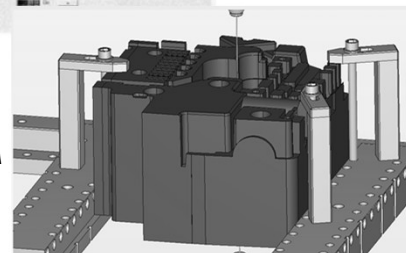
- Compte rendu de la réalisation du moule pour chaque pièce
- Justification de la gamme de réalisation
- Gamme de réalisation
- Justification de vos choix de mise en position et de maintien en position
- Justification de la position des origines programme
- Justification du choix des outils utilisés
- Justification du choix des opérations et stratégies d'usinage
- Contrat de phase
- Contrôle des pièces
- Conclusion critique des choix effectués, des améliorations possibles, etc...

Rendu d'un seul rapport pour le groupe pour évaluation finale  
Évalué à chaque séance de TP ( je respire, je suis noté!)  
Individualisation de la note finale possible



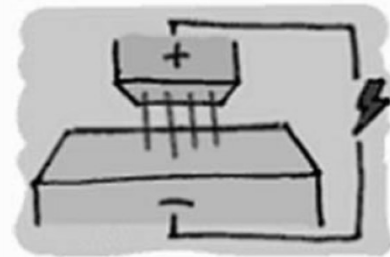
CAMi

OPTICAM



## L'électroérosion à fil

L'électroérosion est un procédé d'usinage qui consiste à enlever de la matière dans une pièce en utilisant des décharges électriques comme moyen d'usinage. Cette technique se caractérise par son aptitude à usiner tous les matériaux conducteurs de l'électricité (métaux, alliages, carbures, graphites, etc.) quelle que soit leur dureté. Pour usiner par électroérosion, 4 éléments sont nécessaires :



	Une électrode
	Une pièce
	Du diélectrique
	De l'électricité

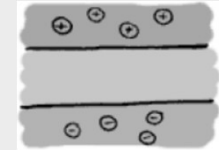
Le diélectrique (eau ou huile minérale) a comme tâche de réduire la température dans la zone d'usinage, d'enlever les particules métalliques résiduelles et de permettre la création de l'étincelle.



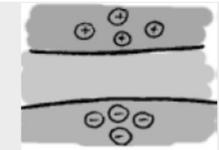
## L'électroérosion à fil

pour générer une étincelle entre les deux électrodes, une tension supérieure à la tension de claquage du GAP (espace électrode - pièce) doit être appliquée .cette tension de claquage dépend :

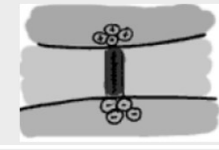
- de la distance électrode – pièce, - du pouvoir isolant du diélectrique, - de la pollution du gap



Il commence à se produire une concentration des ions positifs et négatifs à l'endroit où la distance électrode / pièce est la plus petite .



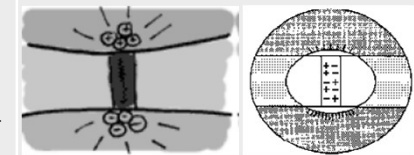
Sous l'action du champ électrique, des ions libres positifs et des électrons vont être accélérés, acquérir une grande vitesse et rapidement constituer un canal ionisé conducteur d'électricité.



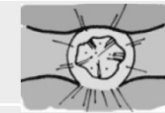
Le courant peut donc circuler et l'étincelle avoir lieu entre les « électrodes »

Dans le même temps une bulle de gaz due à la vaporisation du métal et du diélectrique se développe et sa pression s'accroît régulièrement jusqu'à devenir importante.

Une zone de plasma se forme. Elle atteint 8 à 12000°C et se développe sous l'effet de chocs qui entraînent la fusion locale et instantanée d'une certaine quantité de matière des deux conducteurs



Au moment de l'interruption du courant, le brusque abaissement de la température provoque l'implosion de la bulle, engendrant des forces dynamiques qui ont pour effet de projeter de la matière fondue à l'extérieur du cratère

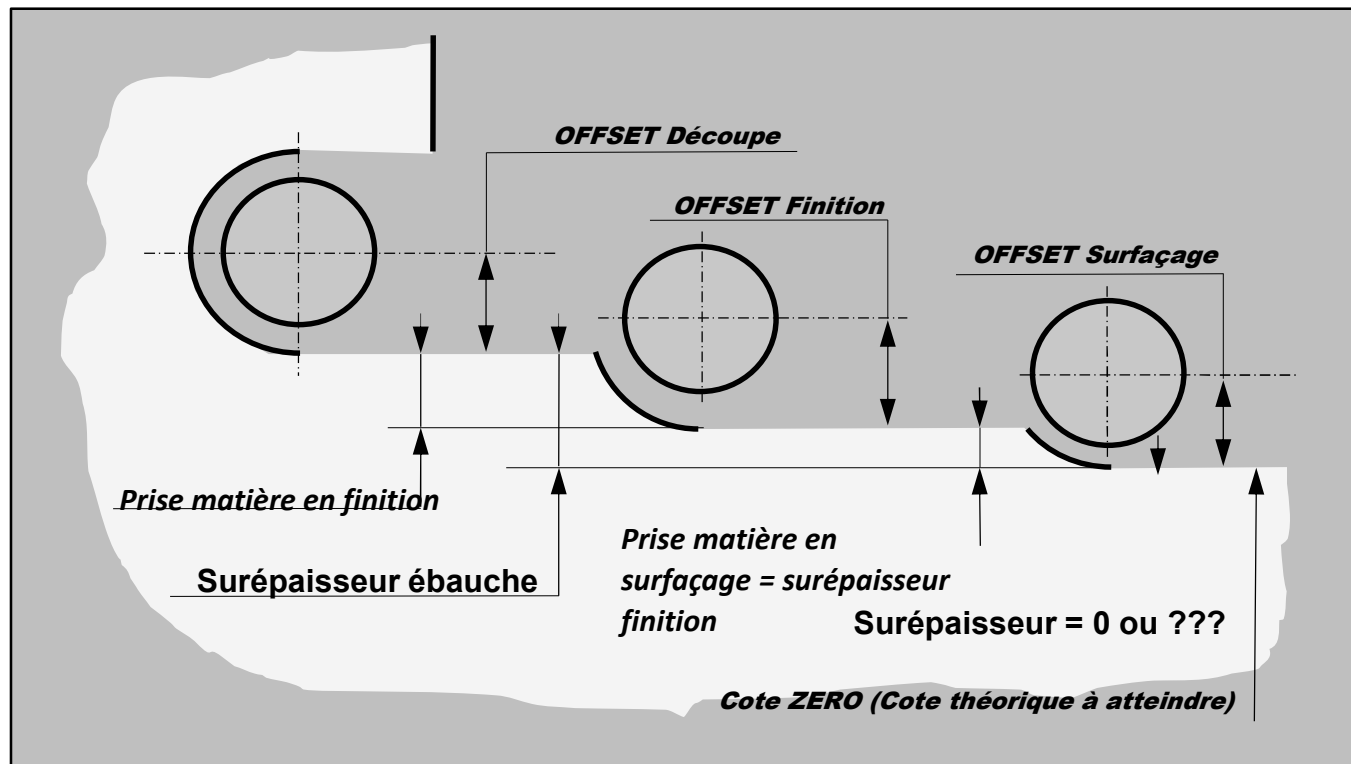


La matière « érodée » se solidifie dans le diélectrique sous la forme de petites sphères et est évacuée par ce dernier : on l'appellera « pollution »



## L'électroérosion à fil

Les prises matière entre les différentes passes (différents offsets) sont gérés directement par le logiciel de FAO en fonction des régimes définis.



### Questions à se poser:

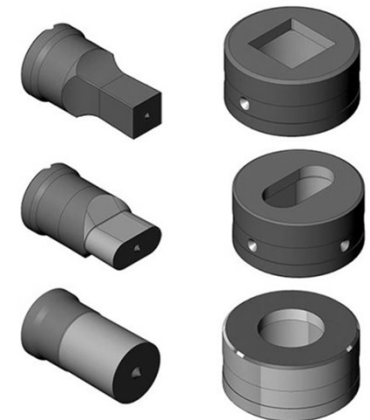
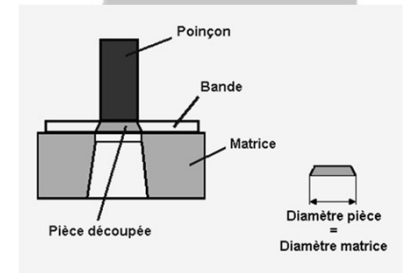
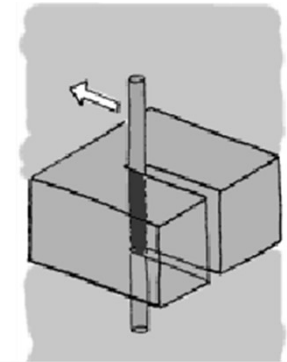
- Le modèle utilisé est-il à la cote théorique à atteindre (cote moyenne)
- Faut-il laisser une surépaisseur positive ou négative pour réaliser la cote moyenne par rapport au modèle 3d
- Faut-il créer un modèle 3d de fabrication en cote moyenne

## L'électroérosion à fil

L'électroérosion par fil découpe dans une pièce, à l'aide d'un fil métallique (électrode), un contour programmé.

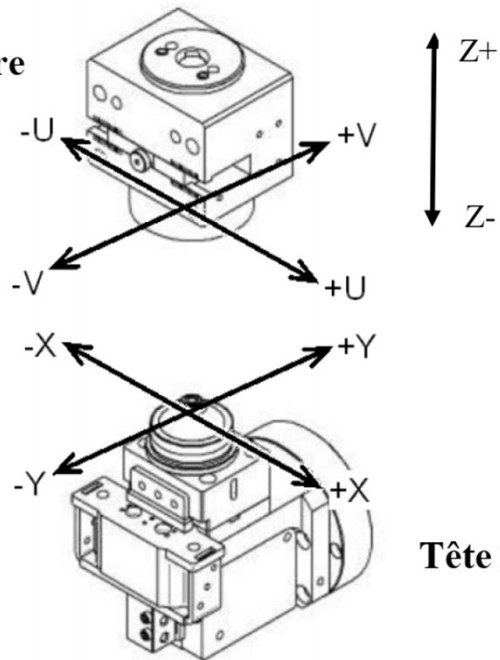
- Les matrices d'extrusion, les poinçons de découpe sont très fréquemment usinés au fil.
- La découpe est toujours traversante. Pour commencer un usinage il faut préalablement réaliser un trou dans la pièce ou débiter depuis le bord.
- Dans la zone d'usinage, chaque décharge crée un cratère dans la pièce (enlèvement de matière) et un impact sur le fil (usure de l'outil-électrode).
- Le fil peut s'incliner permettant ainsi de créer des pièces avec dépouilles ou avec des profils différents en haut et en bas de la pièce.
- Il n'y a jamais de contact mécanique entre l'électrode et la pièce.
- Le fil est le plus souvent en cuivre stratifié ou en laiton. Le fil mesure entre 0.02 et 0.3 mm de diamètre. (IUT 0.25mm)
- pour maintenir la pièce en place lors de l'usinage, l'absence d'efforts mécaniques en électroérosion abolit les systèmes de fixation complexes, et longs à mettre en œuvre, de l'usinage traditionnel.
- en électroérosion, aucune difficulté pour les angles vifs. (au rayon d'offset près...)

**En électroérosion, aucune limite de dureté, mais le matériau doit être conducteur.**

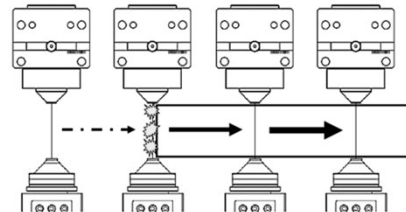


# L'électroérosion à fil

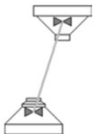

Tête supérieure



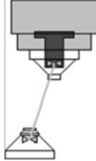

Tête inférieure



BUSES D'ARROSAGE ET ANGLES DE DEPOUILLE

		Diamètre de buse	Angle max. de dépouille
		$\phi 2$	2°
		$\phi 4$	5°
		$\phi 6.5$ (standard)	12°
		$\phi 12$	20°
		$\phi 20$ (buse supérieure) $\phi 12$ (buse inférieure)	30° (guides 30° pour dépouille)
		$\phi 20$ (buse supérieure) $\phi 12$ (buse inférieure)	45° (guides 45° pour dépouille)

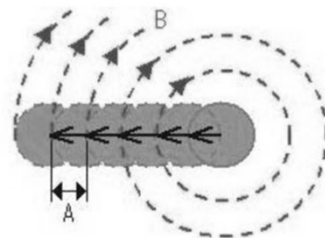
BUSES D'ENFILAGE ET ANGLES DE DEPOUILLE

		BUSES D'ENFILAGE ET ANGLES DE DEPOUILLE	
 		Diamètre de buse	Angle max. de dépouille
		φ0.5	2°
		φ0.8	5°
		φ1.0	8°
		φ1.5 (standard)	12°
		φ1.8	15°
		φ6	30° (guides 30° pour dépouille)
	Retirer la buse d'enfilage		45° (guides 45° pour dépouille)

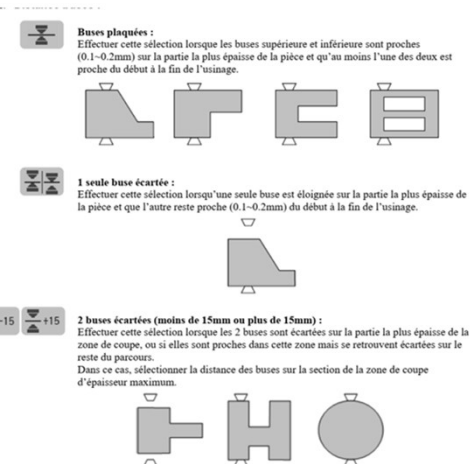
## L'électroérosion à fil

- Il faut gérer les attaches. (partie de matière que l'on laisse pour tenir la pièce ou la chute)
- Réaliser un usinage sans chute? (grignotage)
- À quel moment couper les attaches? (présence de l'opérateur)
- À quel moment réaliser les passes de finitions? (poinçon ou matrice)
- Il faut gérer la position de la buse supérieure pour la découpe des attaches.
- Choisir la position des attaches pour faciliter la rectification ou pour que leur position ne soit pas gênante.
- Choisir les points d'enfilage et les points d'attaque des contours.

Nombre de tours pour le grignotage du diamètre qui sera effectué au point de départ.

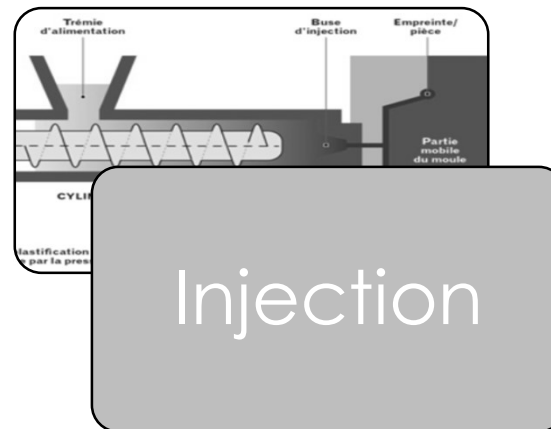
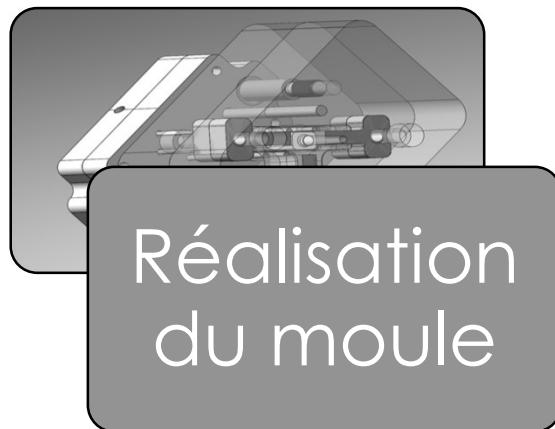
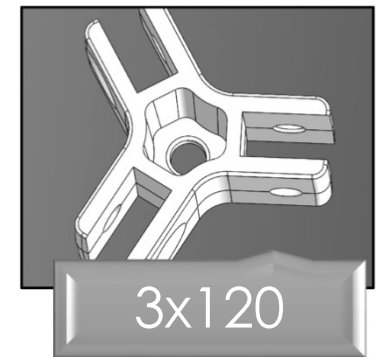
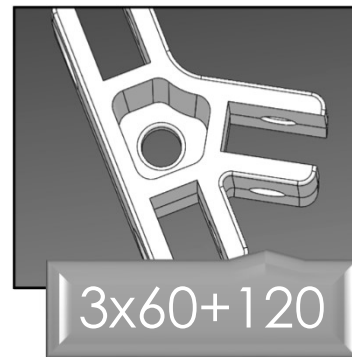
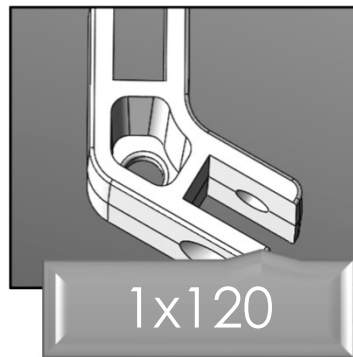


A : % diamètre fil  
B : Nombre de tours



## Sujet d'étude

### Éléments modulaires pour étagères



## Organisation des séances

---

7 séances pour la  
réalisation du moule,  
l'assemblage/ajustage  
et l'injection

Répartition des tâches rendu  
au plus tard au début de la  
séance 2

Plusieurs tâches peuvent être  
effectuées en parallèle,  
organisez votre groupe!

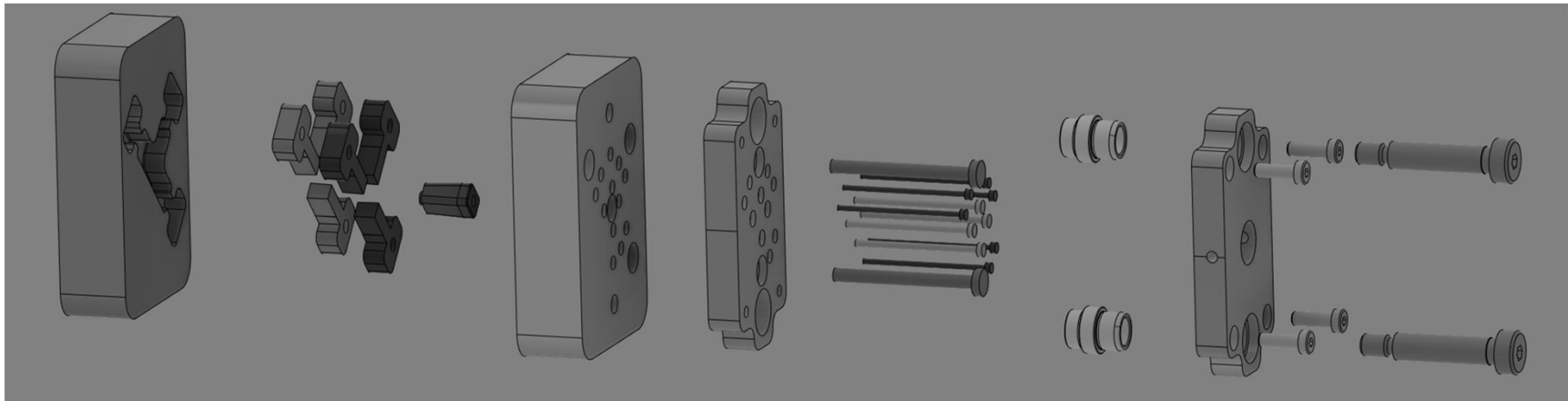
## Éléments du moule à usiner

Empreinte fixe

Noyau central

Contre plaque d'éjection

Plaque d'éjection



Noyaux rainures

Empreinte mobile

Douille de guidage

Vis épaulée



- Jeu d'infiltration 0.02mm
- Surfaces de références
  - Choix des origines
  - Gestion des surépaisseurs
- Qualité géométrique
  - Fraisage de finition
  - Rectification
  - Mise en position
- Qualité dimensionnelle
  - Stratégie 1ere pièce bonne
  - Ajustage/rectification
- Influences sur la gamme

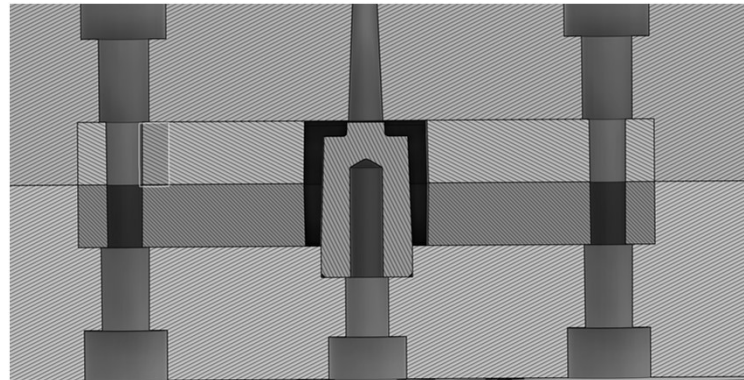
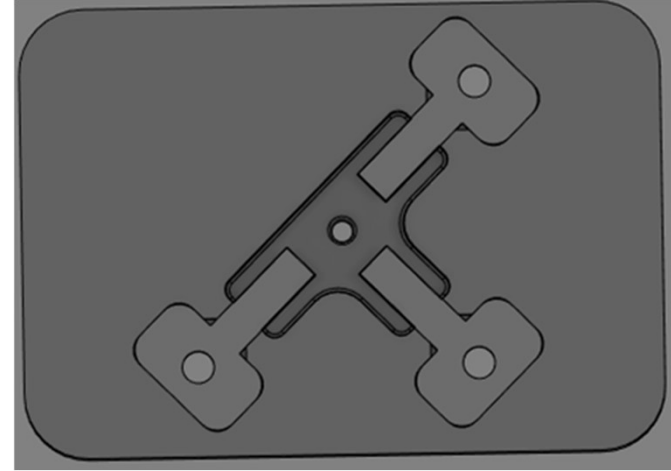
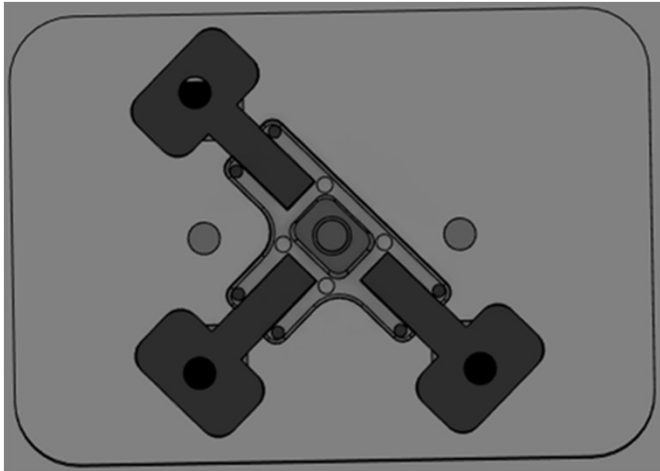
## Réalisation du moule

**La gamme de chaque pièce ne peut pas être établie sans considérer le moule dans son ensemble**

1. Les formes moulantes se trouvent dans deux empreintes ...
2. Les deux empreintes sont insérées dans une carcasse ...
3. Le plastique à l'état liquide passe à travers plusieurs pièces ...
4. Le plastique à l'état liquide remplit une cavité constituée de plusieurs pièces ...
5. Plusieurs pièces constituent le plan de joint, empreintes, noyaux rainures et carcasse ...
6. Les éjecteurs doivent être mobiles dans l'empreinte mobile ...
7. Les éjecteurs participent à la forme moulante ...
8. L'objectif est d'obtenir les premières pièces bonnes ...

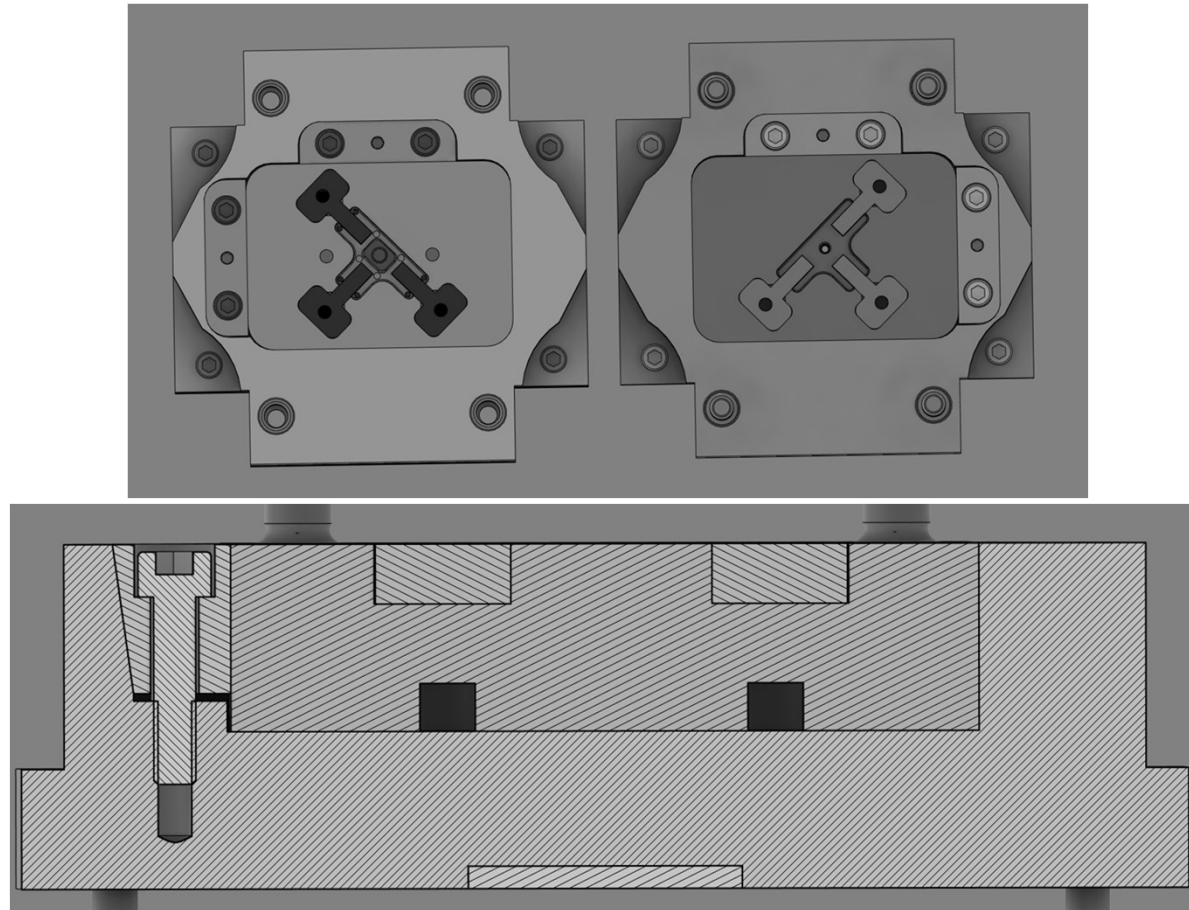
## Réalisation du moule

1. Les formes moulantes se trouvent dans deux empreintes donc...



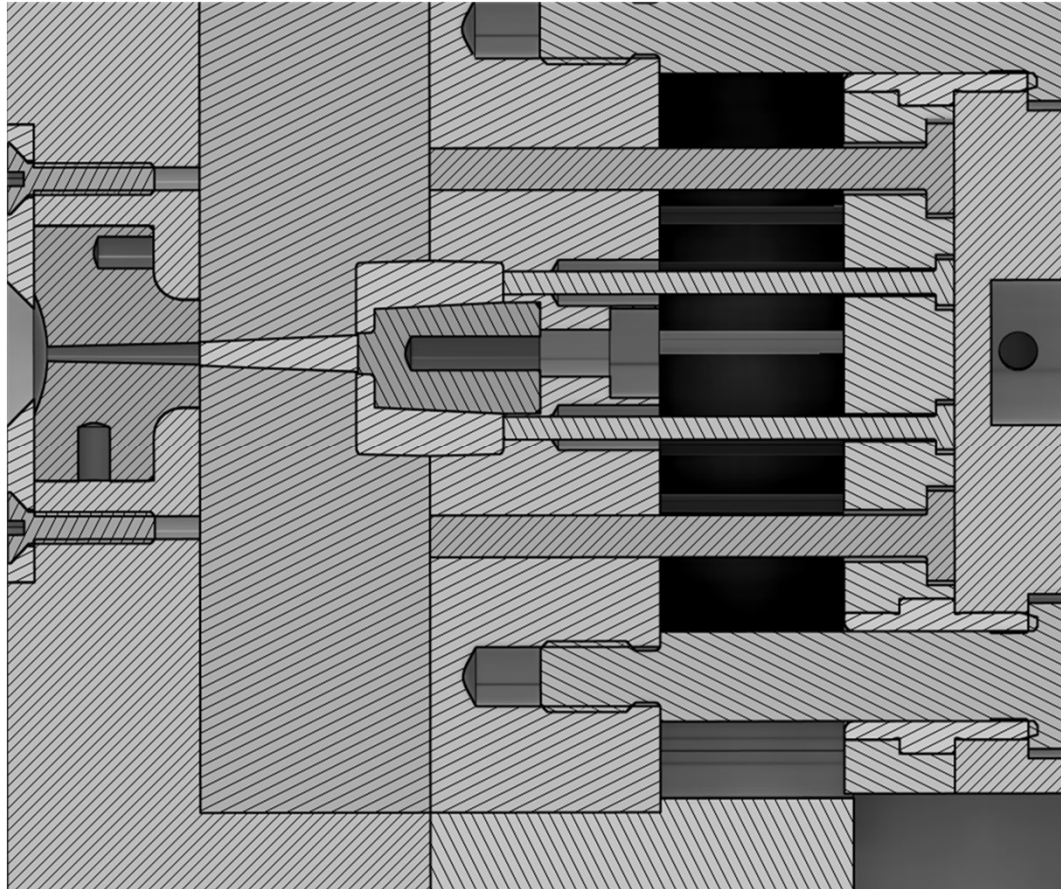
## Réalisation du moule

2. Les deux empreintes sont insérées dans une carcasse donc...



## Réalisation du moule

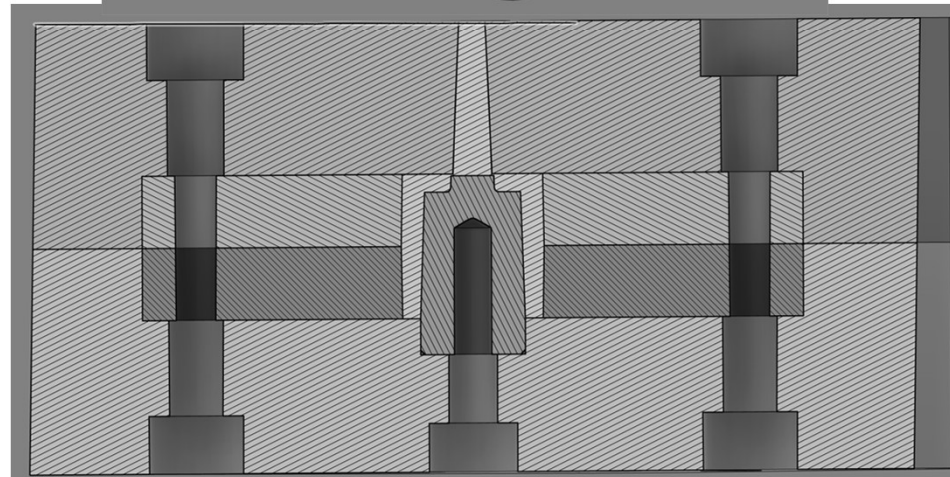
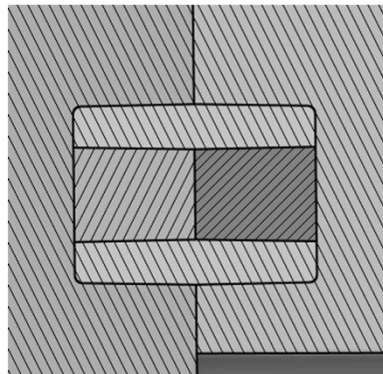
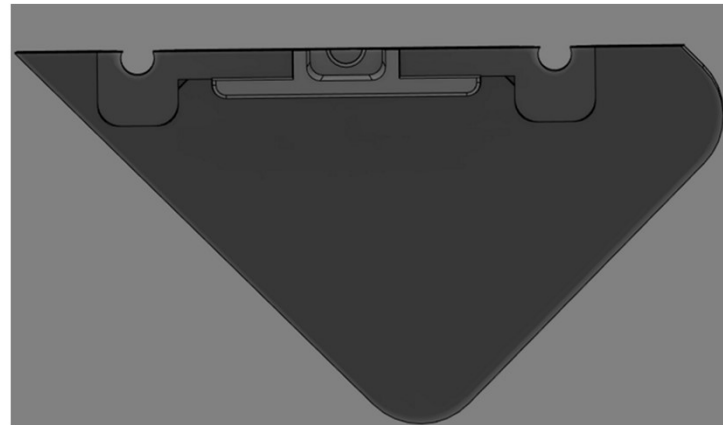
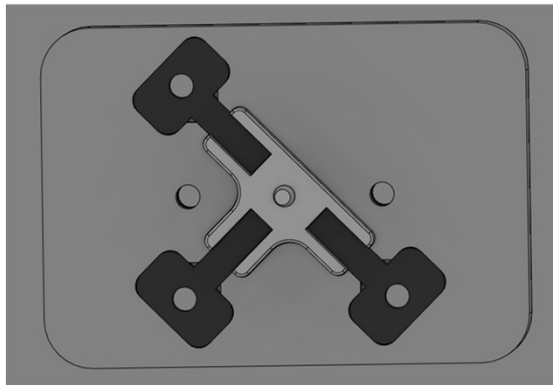
3. Le plastique à l'état liquide passe à travers plusieurs pièces donc...



## Réalisation du moule

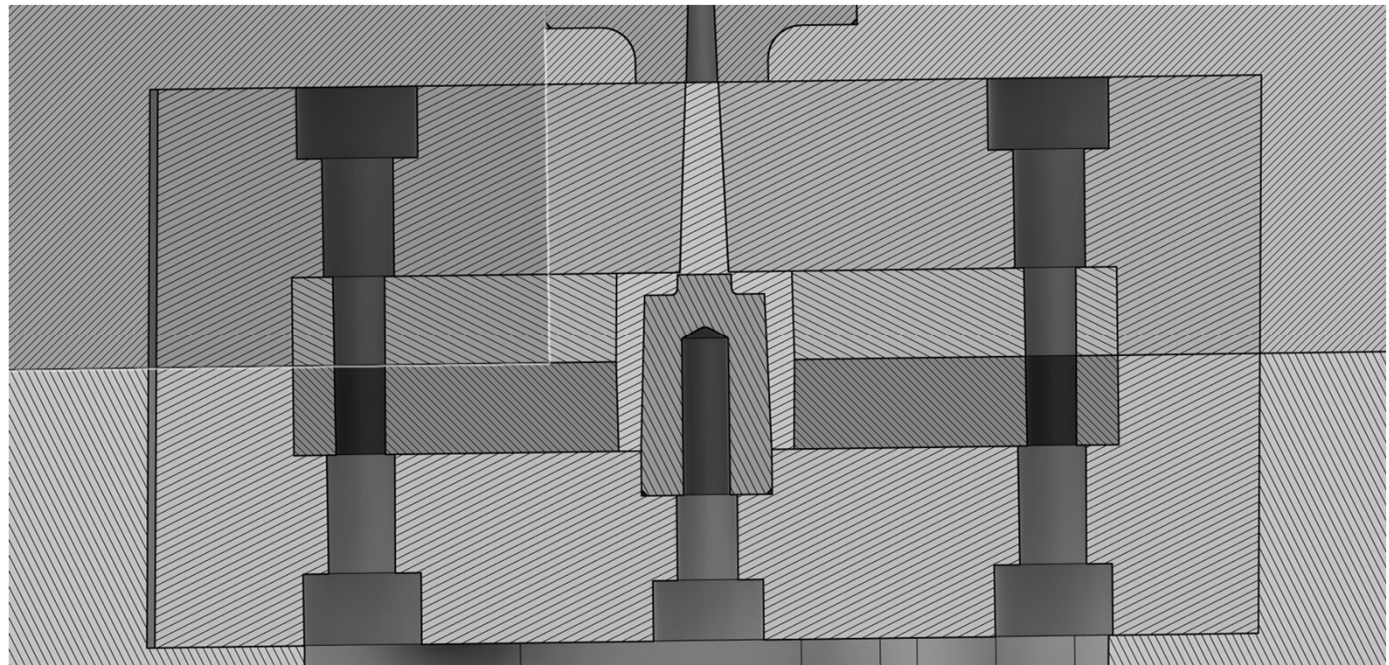
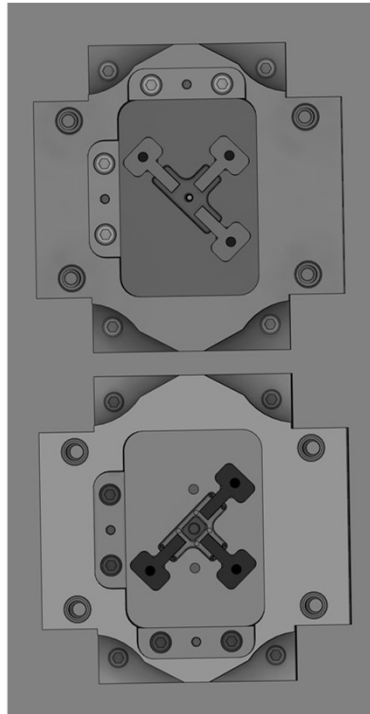
4. Le plastique à l'état liquide remplit une cavité constituée de plusieurs pièces

donc...



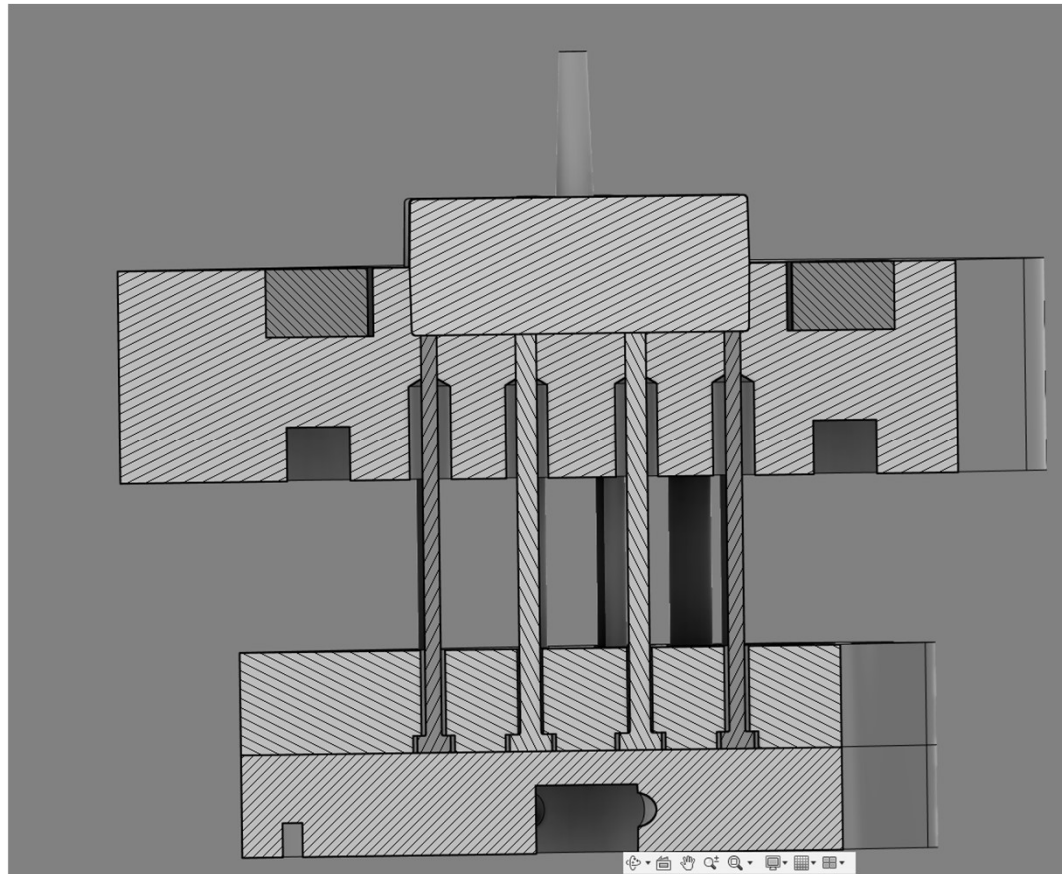
## Réalisation du moule

5. Plusieurs pièces constituent le plan de joint, empreintes, noyaux rainures et carcasse donc...



## Réalisation du moule

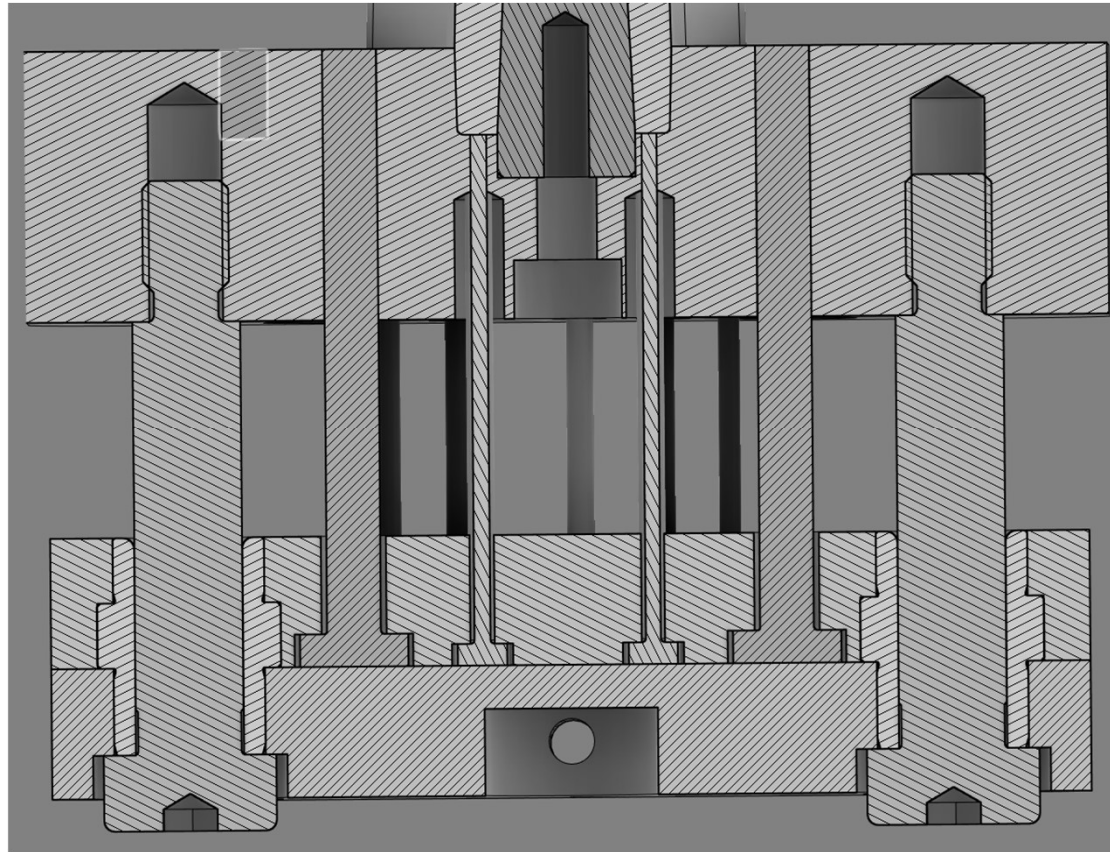
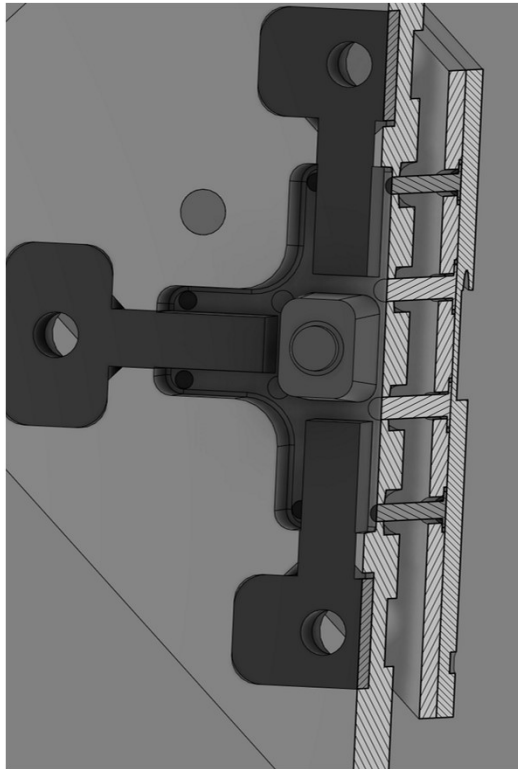
6. Les éjecteurs doivent être mobiles dans l'empreinte mobile donc...





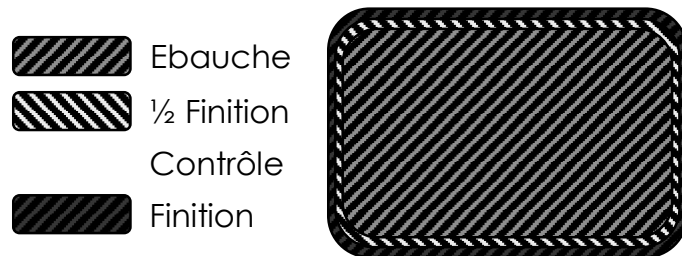
## Réalisation du moule

7. Les éjecteurs participent à la forme moulante donc...



## Réalisation du moule

8. L'objectif est d'obtenir les premières pièces bonnes donc...



- Rectification
- Ajustage (pierre, lime...)
- Appairage (ordre de réalisation des pièces)



## Réalisation du moule

Quelles surépaisseurs?

Ou? Quand?

Bavures

Pièces dépendantes

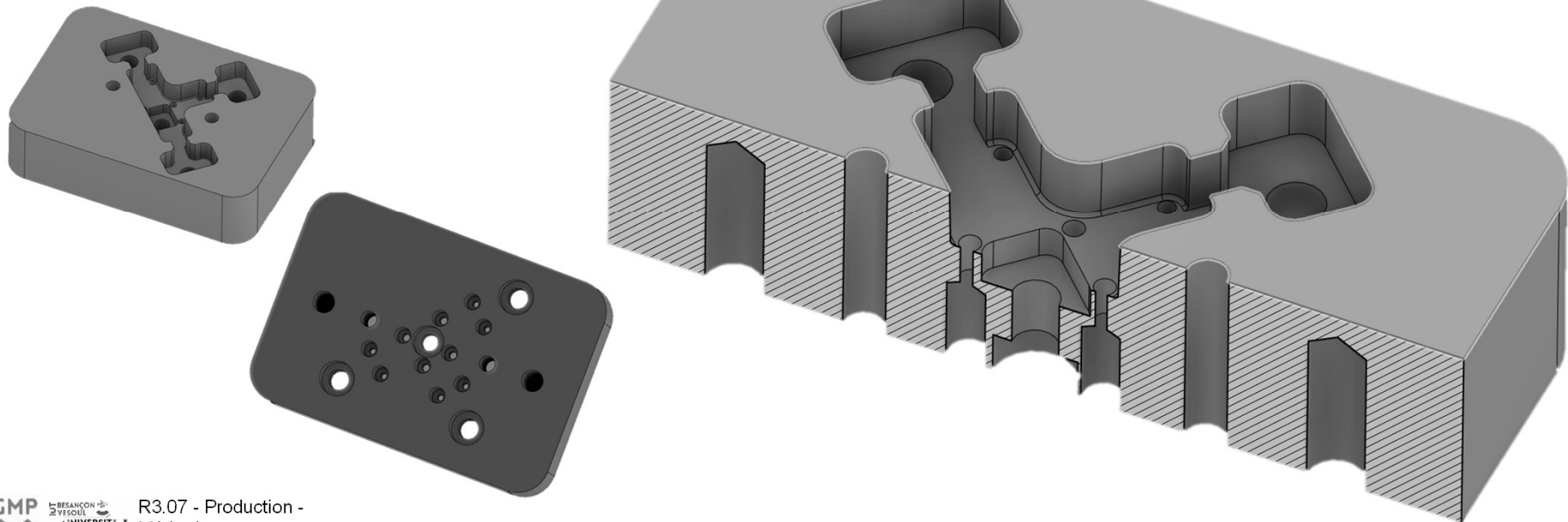
Moyens de réalisation

Tenue de la pièce

## Gamme des empreintes

**Brut** en C45  $100+4/+6 \times 78+/-1 \times 32+04/+0.45$  les deux faces dans le sens de l'épaisseur sont // avec une tolérance de 0.003

**Dimensions finales** 100x70x25.25





## Réalisation du moule

Quelles surépaisseurs?

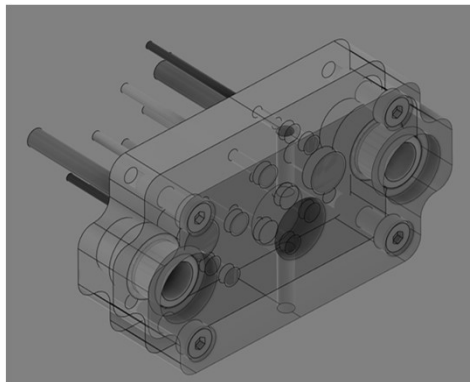
Ou? Quand?

Bavures

Pièces dépendantes

Moyens de réalisation

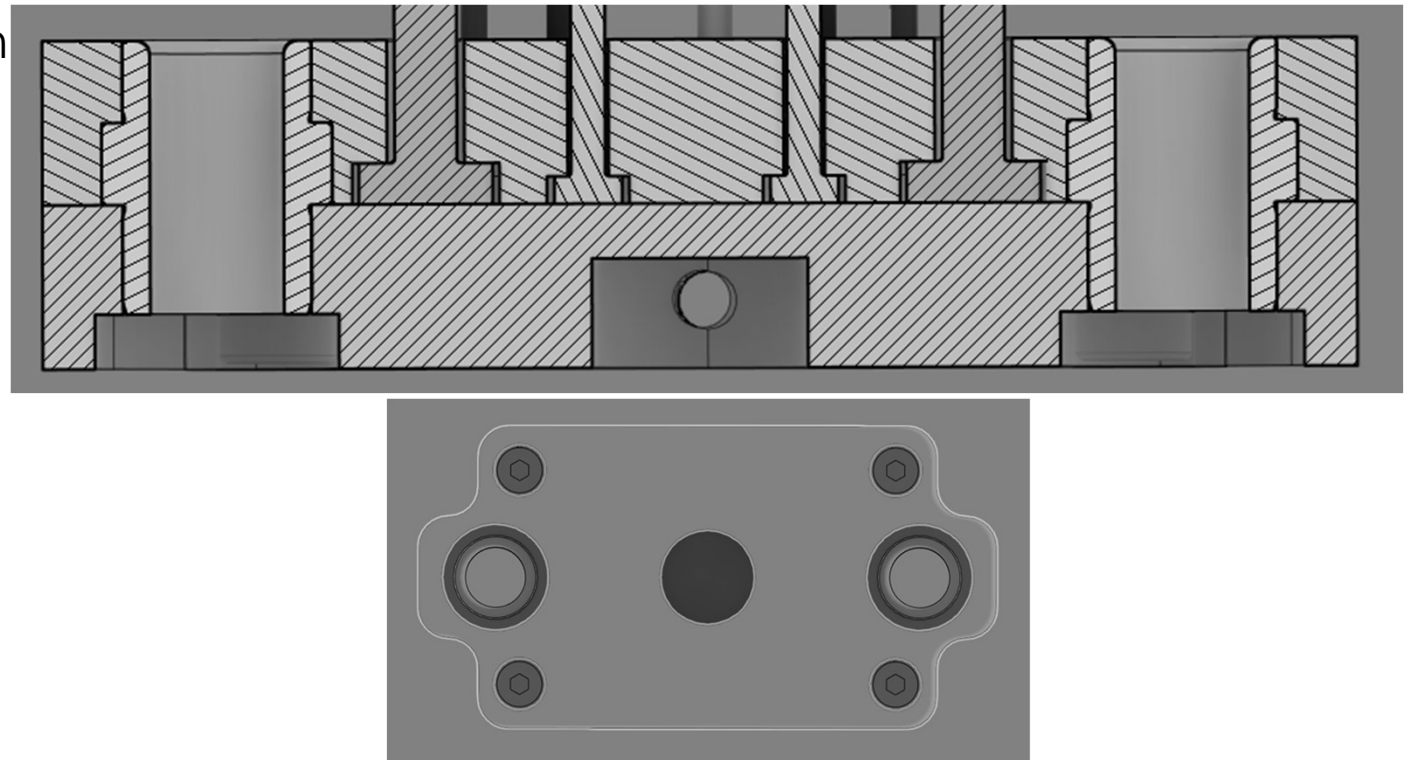
Tenue de la pièce



## Gamme de la batterie d'éjection



**Brut** en C45  $100+4/+6 \times 56+/-1 \times 12+0.4/+0.45$  les deux faces dans le sens de l'épaisseur sont // avec une tolérance de 0.003

**Dimensions finales** 96x50x12



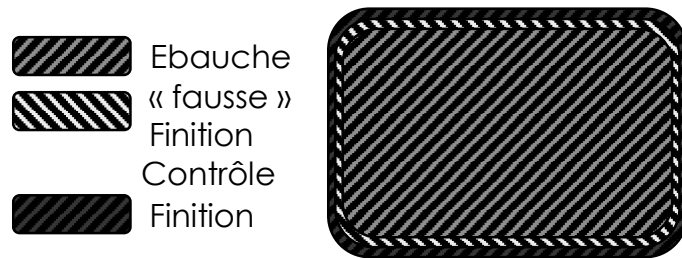
## Travail préalable

Moule:	Groupe:		
	taches	étudiants/machines	séance
empreinte mobile			
empreinte fixe			
plaque d'éjection	Répartition des tâches avant le début de la 2 <sup>ème</sup> séance de TP		
contre plaque d'éjection			
noyau central			
noyaux rainurés			
vis épaulées			
douille de guidage			
assemblage ajustage sélection		tous	7 au plus tard

<b>AVANT PROJET D'ETUDE DE FABRICATION</b>		Élément :	<b>BUREAU DES METHODES</b>	1 / 1
Ensemble :		Matière :	 	
Brut :		Désignation :		
<b>Phases</b>	<b>Machine, mise en position, outillages, opérations</b>	<b>Schéma de la phase</b>		
		<div style="text-align: center;"> <h1>Ensemble des gammas avant le début de la 2<sup>ème</sup> séance de TP</h1> </div>		

[illegible]

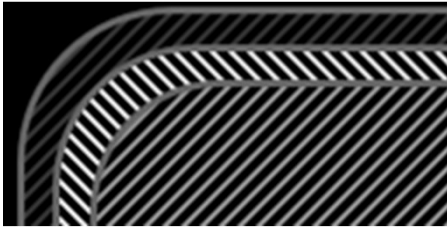
## Stratégies d'usinage



### Éléments modulaires pour étagères Stratégie première pièce bonne

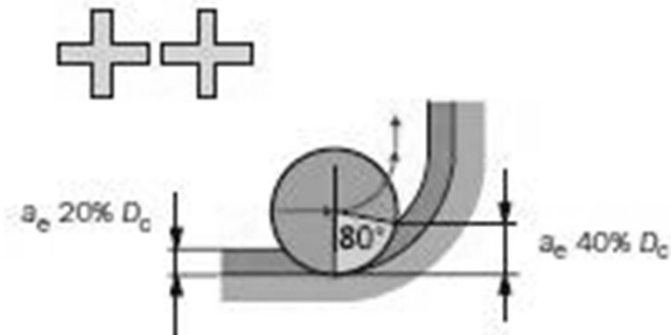
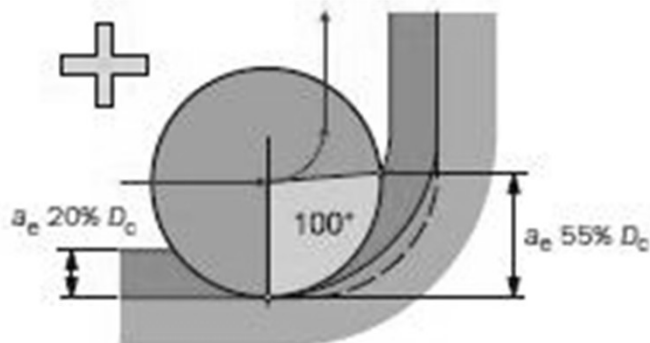
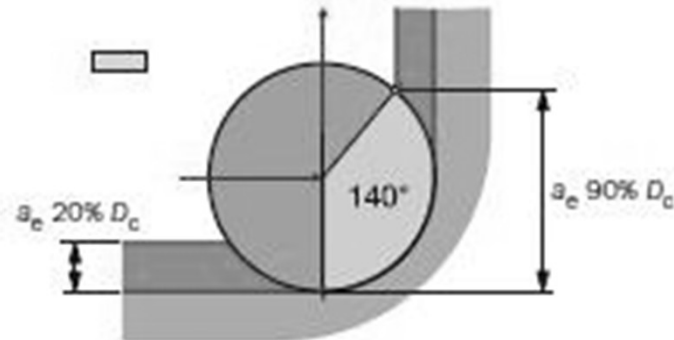
- Créer une opération d'ébauche avec une surépaisseur égale à 2 X la surépaisseur de finition
- Créer une opération pour la « fausse » finition en laissant la surépaisseur de finition
- Contrôler avec l'instrument adapté
- Modifier la surépaisseur dans l'opération de « fausse » finition pour obtenir la cote voulue
- Cote moyenne à obtenir - cote obtenue = surépaisseur à enlever (diviser par 2 si nécessaire...)
- La surépaisseur à enlever est sensiblement la même que celle enlevée lors de la « fausse » finition. Donc l'outil se trouve soumis aux mêmes contraintes en « fausse » finition qu'en finition! Nous pouvons alors obtenir des cotes au centième!

## Stratégies d'usinage



### Fraisage des angles intérieurs

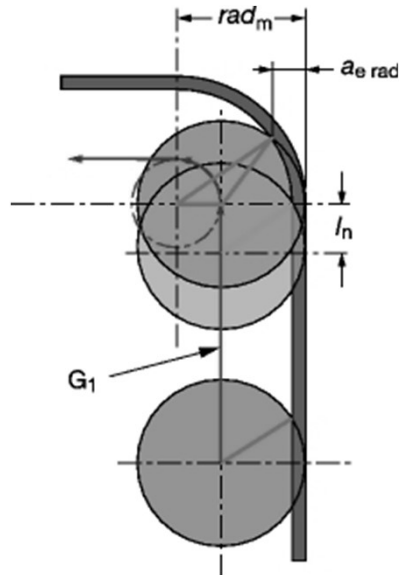
La fraise utilisée doit de préférence avoir un diamètre inférieur à  $1.5 \times$  le rayon à usiner





## Stratégies d'usinage

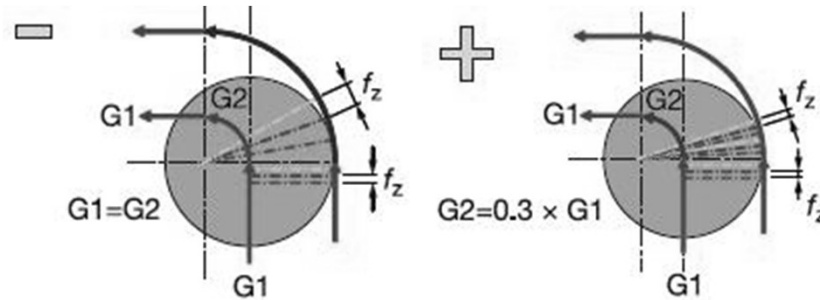
Sans réduction de l'avance centrale  $f_z$  augmente dans les angles.



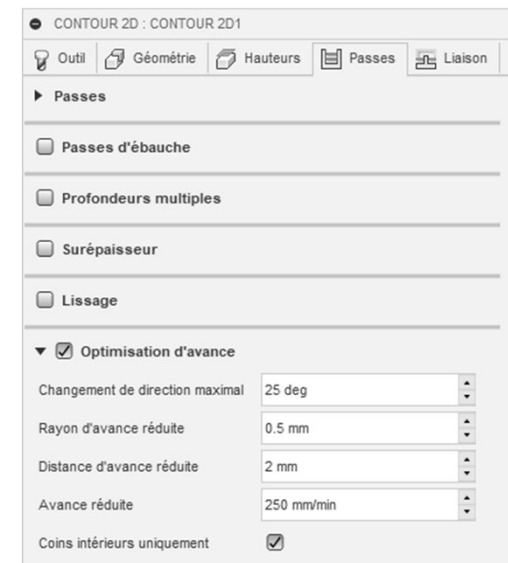
Il est essentiel de réduire l'avance à l'approche d'un angle

A l'approche d'un angle en ligne droite le long de la ligne G1, l'arc d'engagement commence à augmenter. Par conséquent, il faut réduire l'avance avant d'atteindre l'angle, dans la plage  $l_n$  qui représente 50% x  $D_c$ .

## Éléments modulaires pour étagères







Avec réduction de l'avance centrale  $f_z$  constant



## Stratégies d'usinage

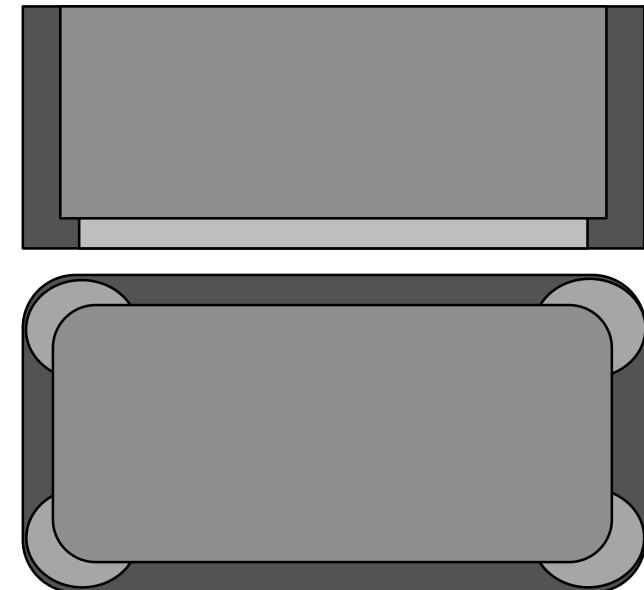
### Éléments modulaires pour étagères

#### Stratégie d'usinage d'une poche

- Réaliser une ébauche avec surépaisseur sur les cotés et le fond 
- Reprendre les angles si besoin avec une reprise d'ébauche 
- Finir le fond avec une surépaisseur sur les cotés supérieure à celle laissée en ébauche pour ne pas que la fraise frotte sur le coté 
- Finir les cotés 

Les stratégies premières pièces bonnes sont à intégrer dans la stratégie de poche!!!

En lien avec les deux diapos précédentes on privilégiera les stratégies d'ébauche adaptatives qui gardent un engagement constant



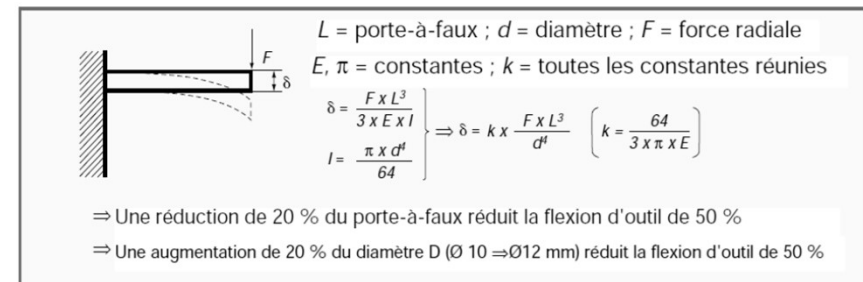
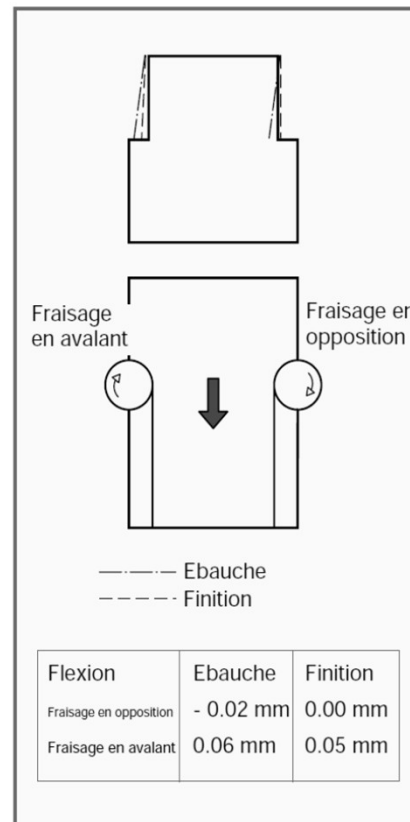
# Stratégies d'usinage

## Éléments modulaires pour étagères

### Fraisage de finition des parois et perpendicularité

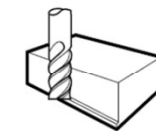
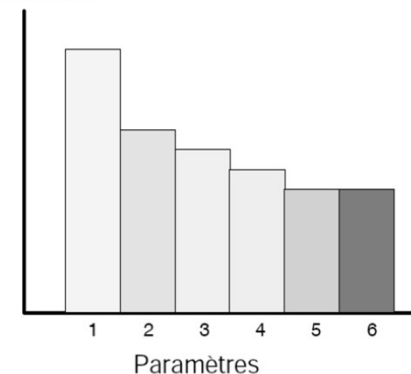


Valable  
uniquement pour  
les aciers, de  
préférence durs...



### Fraises à rainurer en carbure monobloc – Finition/flexion

Importance relative



- [1] Fraisage en opposition
- [2] Faible avance/dent
- [3] Faible profondeur de coupe radiale
- [4] Nombre de dents réduit
- [5] Dureté de la matière
- [6] Faible porte-à-faux

Les fraises à rainurer avec angle d'hélice important génèrent de faibles forces radiales et fonctionnent sans à coup. Par contre, les forces axiales sont élevées et les risques pour l'outil de sortir du porte-outil sont plus grands.

# Stratégies d'usinage

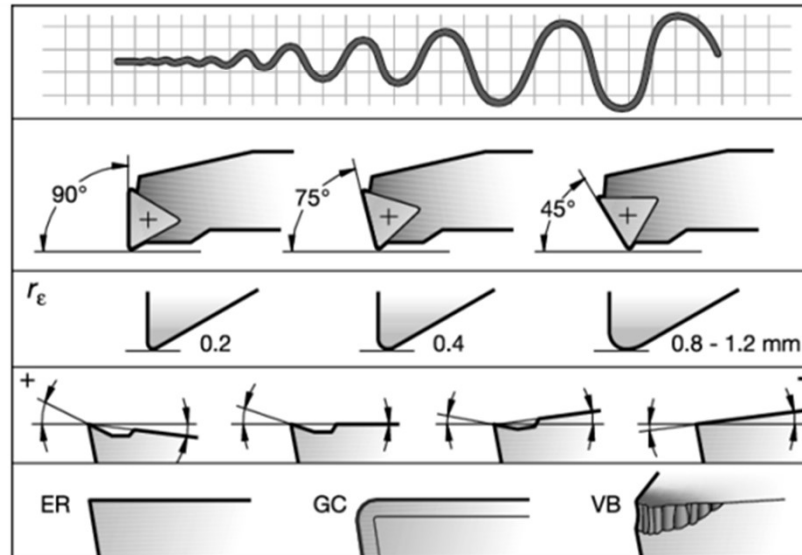
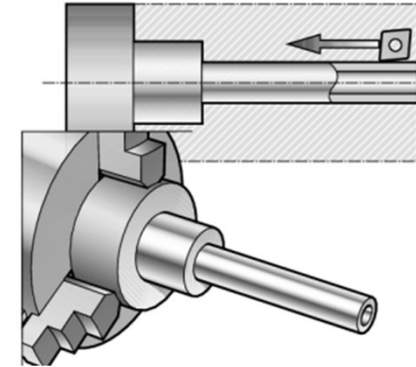
## Éléments modulaires pour étaqères

### Pièces longues et minces

En règle générale, un rapport longueur-diamètre de pièce de 2:1 est acceptable pour les pièces serrées à une seule extrémité. Avec une contrepointe, ce rapport peut être plus élevé.

Un alignement correct du mandrin et de la contrepointe contribue aussi à augmenter la stabilité et, par conséquent, la qualité des pièces.

Pour assurer la cylindricité et éviter les vibrations, utiliser un grand angle d'attaque (~93°), un petit rayon et des arêtes vives (nuances PVD).



Tendance aux vibrations

Angle d'attaque

Rayon de bec

Macro géométrie

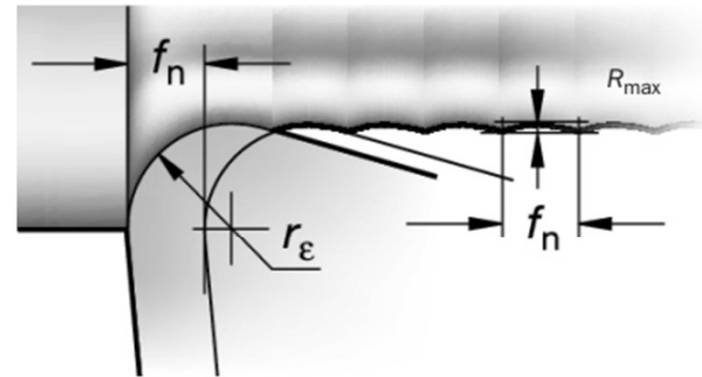
Micro géométrie

# Stratégies d'usinage

## Éléments modulaires pour étagères

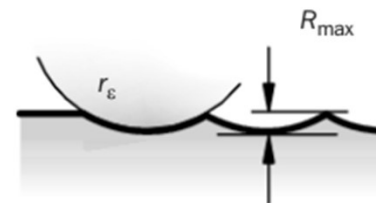
### Rayon de bec – état de surface et avance

L'état de surface généré est directement influencé par la combinaison du rayon de bec et de l'avance.



### Plaquettes conventionnelles

Les plaquettes conventionnelles ont un rayon de bec constant compris entre 0.1 et 2.4 mm. L'état de surface est directement lié à l'avance.

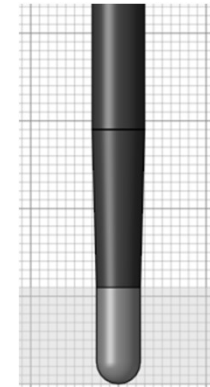
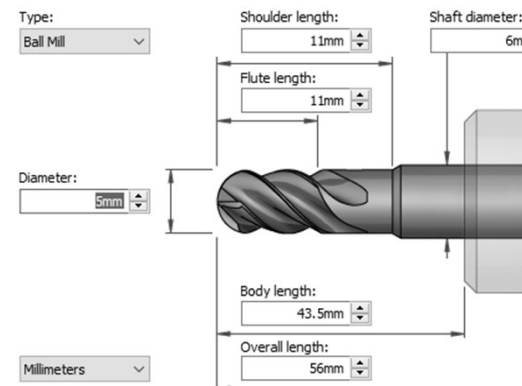
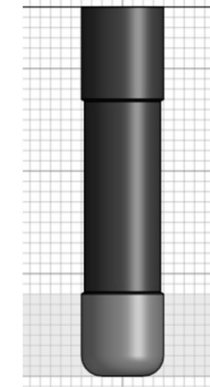
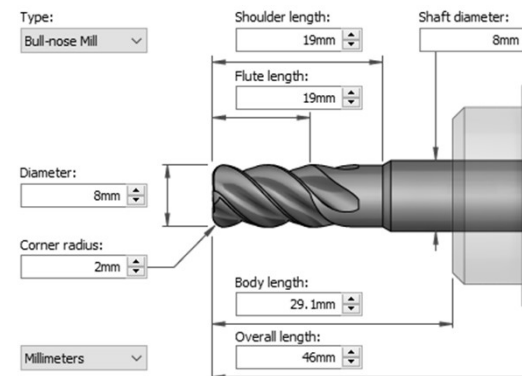
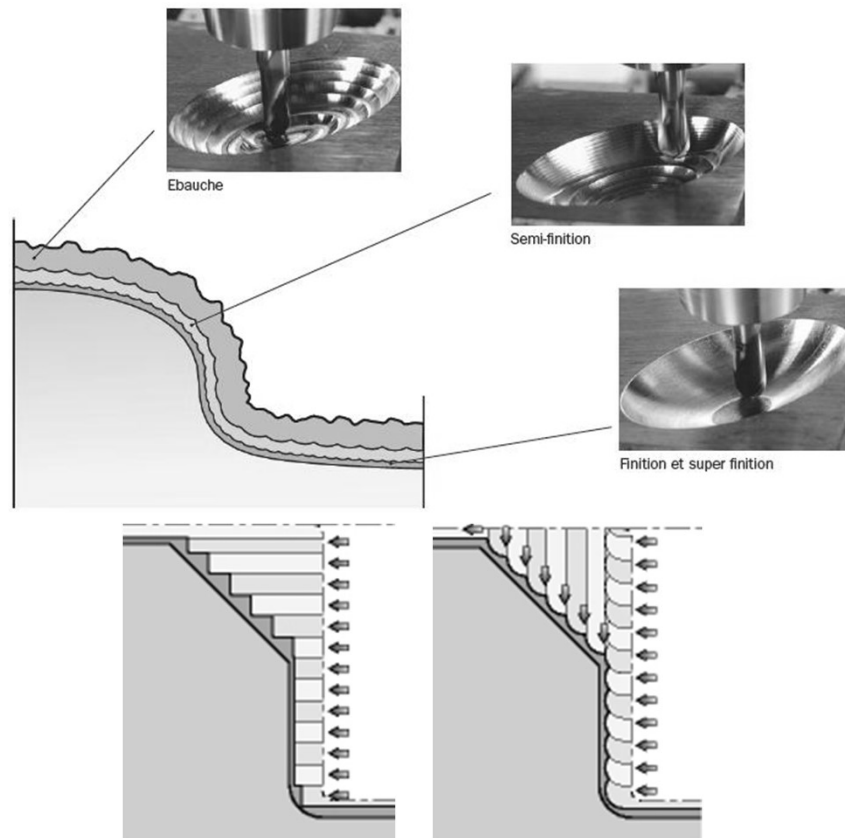


$$R_{\max} = \frac{f_n^2}{8 \times r_\epsilon} \times 1000$$

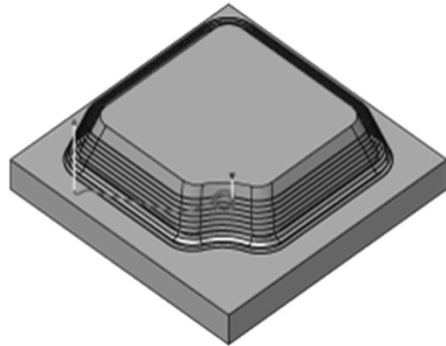
## Usinage 3D

### Éléments modulaires pour étagères

Pour la finition des usinages 3d on utilisera des fraises toriques ou hémisphériques



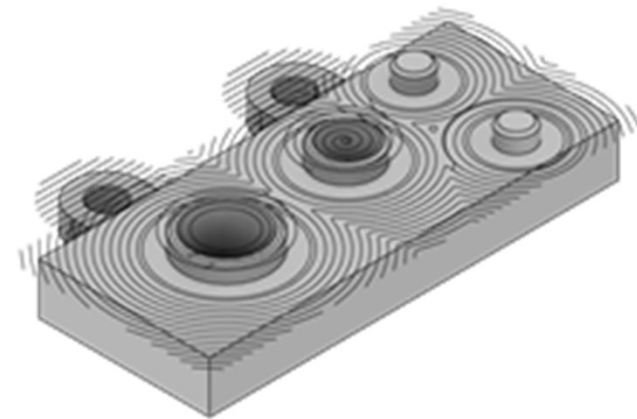
## Usage 3D



La trajectoire d'outil **Contour** peut être utilisée pour la semi-finition et la finition. Elle crée des découpes planes 2D autour du modèle. Également appelé coupes « de ligne d'eau ». Cette stratégie crée des contours XY autour d'une ligne d'eau projetée à plusieurs hauteurs Z. Elle est plus efficace lors de l'usinage de zones en pente et de parois proches de la verticale.



La trajectoire d'outil **Plat** est une trajectoire d'outil de finition qui détecte automatiquement les zones planes d'un modèle qui sont perpendiculaires à l'orientation de l'outil, et qui génère une trajectoire d'outil sur ces zones.



# Usinage 3D

Outil Géométrie Hauteurs Passes Liaison

▼ Géométrie

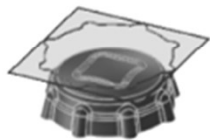
Limite d'usinage Sélection

Sélection de limite d'usinage Rien

Zone de limitation de l'outil Outil à l'extérieur de la limite

Décalage supplémentaire 0 mm

## Modes de limitation de l'outil:



Zone de délimitation



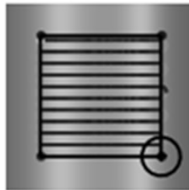
Silhouette



Sélection



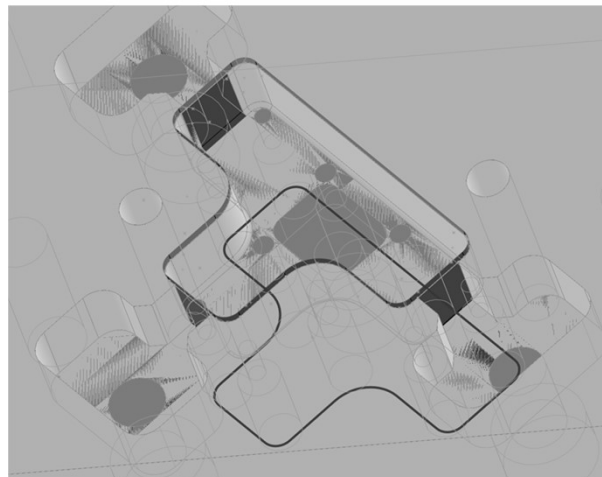
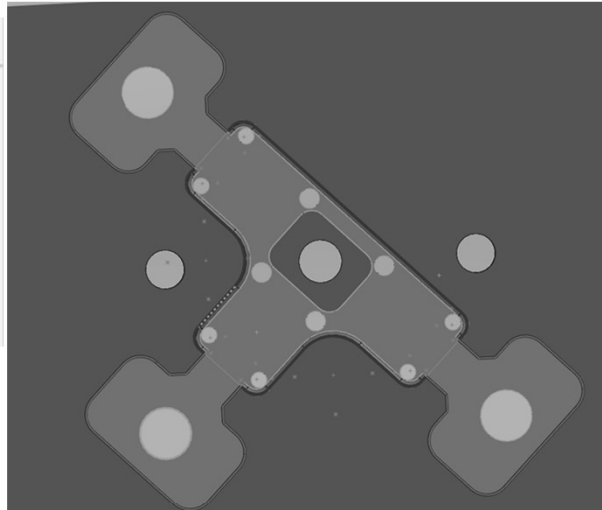
Intérieur



Centre



Extérieur



Outil Géométrie Hauteurs Passes Liaison

► Géométrie

☐ Inclinaison

☐ Usinage matière restante

☐ Orientation d'outil

▼ ☒ Modèle

Surfaces du modèle Rien

Inclure le repère du modèle ☒

▼ ☒ Surfaces à éviter/toucher

Surfaces à éviter/toucher Rien

Dégagement de surface à éviter/toucher 0.01 mm

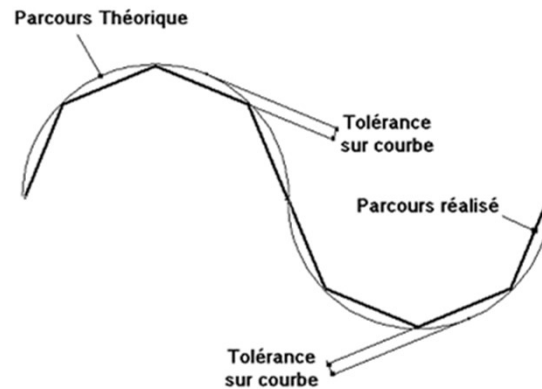
Surfaces à toucher ☐

OK Annuler



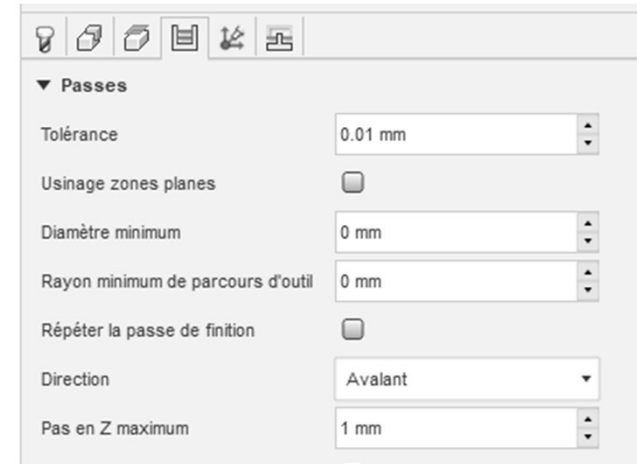
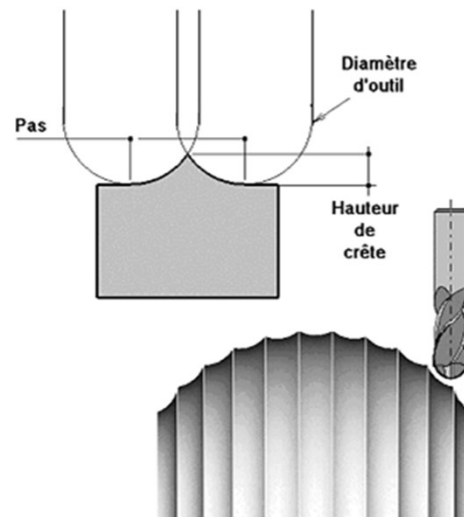
## Usinage 3D

La tolérance de facétisation de la forme 3D.  
Attention aux temps de calcul !!!



La hauteur de crête et le pas.

Attention aux temps de calcul !!!



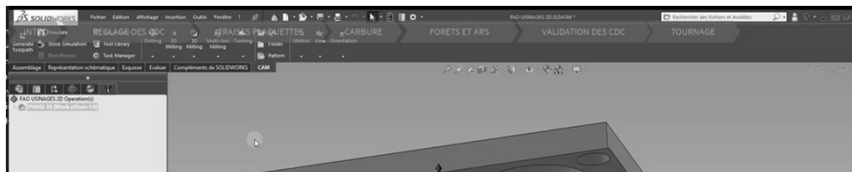
Il faut savoir calculer le pas en fonction de la hauteur de crête souhaitée et des dimensions de l'outil.

En fonction des opérations, le logiciel peut vous calculer directement la hauteur de crête obtenue mais peut également ne vous proposer qu'un nombre de passes ou un pas...

## Conditions de coupe

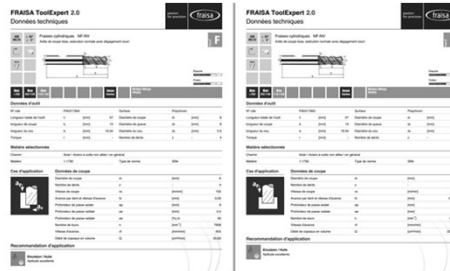
## Éléments modulaires pour étagères

Pour le tournage et le fraisage standard se reporter aux vidéos dédiées



Liens hypertextes en orange en haut de la vidéo pour avancer aux points qui vous intéressent

## Conditions de coupe



## Éléments modulaires pour étagères

Pour les fraises FRAISA en usinage standard



Si vous utilisez la fraise avec les deux cas d'application, vous référer à la vidéo Gestion des vitesses de coupe

### Cas d'application



### Données de coupe

Diamètre de coupe	$d_1$	[mm]	6
Nombre de dents	$z$	-	4
Vitesse de coupe	$vc$	[m/min]	150
Avance par dent et vitesse d'avance	$fz$	[mm]	0,03
Profondeur de passe axiale	$ap$	[mm]	9
Profondeur de passe radiale	$ae$	[mm]	2,4
Profondeur de passe radiale	$ae$	[%] $d_1$	40
Nombre de tours	$n$	[min <sup>-1</sup> ]	7958
Vitesse d'avance	$vf$	[mm/min]	955
Débit de copeaux en volume	$Q$	[cm <sup>3</sup> /min]	20,63

### Recommandation d'application



Emulsion / Huile  
Aptitude excellente

### Cas d'application



### Données de coupe

Diamètre de coupe	$d_1$	[mm]	6
Nombre de dents	$z$	-	4
Vitesse de coupe	$vc$	[m/min]	125
Avance par dent et vitesse d'avance	$fz$	[mm]	0,025
Profondeur de passe axiale	$ap$	[mm]	6
Profondeur de passe radiale	$ae$	[mm]	6
Nombre de tours	$n$	[min <sup>-1</sup> ]	6630
Vitesse d'avance	$vf$	[mm/min]	663
Débit de copeaux en volume	$Q$	[cm <sup>3</sup> /min]	23,868

### Recommandation d'application



Emulsion / Huile  
Aptitude excellente

Les PDF des conditions de coupe sont dans le dossier de l'étude

## Conditions de coupe

# **FRASA ToolExpert 2.0**

## Données techniques

panion  
for precision

fraisa

Fraises cylindriques  
Fraisage, exécution normale

Ecluse

Rm  
≤ 650

Rm  
650-1100

Rm  
1100-1500

Rm  
1500-2000

Rm  
2000-2500

Rm  
2500-3000

Rm  
3000-3500

Rm  
3500-4000

Rm  
4000-4500

Rm  
4500-5000

Rm  
5000-5500

Rm  
5500-6000

T1  
Titanium

GGG  
Copper

### Données d'outil

N° cde	P45300501		Surface	Polychrom		
Longueur totale de l'outil	h	[mm]	83	Diamètre de coupe	ds	[mm]
longueur de coupe	ls	[mm]	26	Diamètre de queue	ds	[mm]
longueur du cou	ls	[mm]	-	Diamètre du cou	ds	[mm]
Torçure	r	[mm]	-	Nombre de dents	z	-

### Matière sélectionnée

Chemin	Acier 1 Aciers à outils non alliés 1 en général		Type de norme	Sitr	
Matière	1.1730				

### Cas d'application

### Données de coupe

Diamètre de coupe	ds	[mm]	1
Nombre de dents	z	-	1
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	15
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.05
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	1
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	0
Profondeur de passe radiale	ae	[%] ds	0.83
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	290
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	71

### Recommandation d'application

Emulsion / Huile  
Aptitude excellente

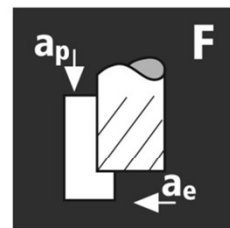
Utilisation à sec (air)  
Aptitude bonne à suffisante

Éléments modulaires pour étagères  
Pour les fraises FRAISA de Finition

## Matière sélectionnée

Chemin	Acier \ Aciers à outils non alliés \ en général		
Matière	1.1730	Type de norme	StNr

## Cas d'application



### Données de coupe

Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	12
Nombre de dents	z	-	6
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	150
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0,03
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	18
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	0,1
Profondeur de passe radiale	ae	[%] d <sub>1</sub>	0,833
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	3980
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	716

## Recommandation d'application



**Emulsion / Huile**  
Aptitude excellente



**Usinage à sec (air)**  
Aptitude bonne à suffisante

## Conditions de coupe

Éléments modulaires pour étagères  
Pour les fraises FRAISA haute performance

C'est un petit peu plus compliqué, 12 pages pour une fraise selon l'utilisation...

2 pages pour la descente en matière en interpolation hélicoïdale ou en rampe

2 pages pour l'usinage standard

2 pages pour ½ finition et finition

3 pages pour l'usinage dynamique (adaptatif trochoïdal) speed

3 pages pour l'usinage dynamique (adaptatif trochoïdal) performance

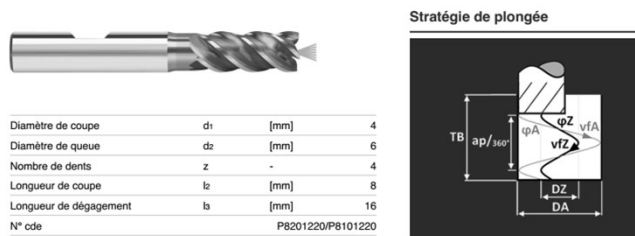


# Conditions de coupe

## Éléments modulaires

descente en matière en interpolation hélicoïdale  
ou en rampe

MFC (z4, exécution normale avec dégagement court)



Sélection du matériau



Conseil d'utilisation



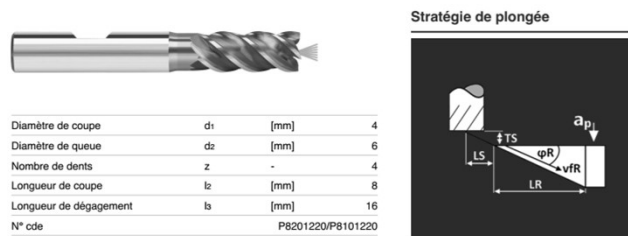
Cas d'application



Données de coupe

Diamètre de coupe	d1	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Diamètre extérieur de perçage	DA	[mm]	7.6
Diamètre de la trajectoire centrale	DZ	[mm]	3.6
Profondeur de perçage	TB	[mm]	8
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	180
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.035
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	14325
Vitesse d'avance de la trajectoire centrale	vZ	[m/min]	2005
Angle de plongée de la trajectoire centrale	phi Z	[°]	20

MFC (z4, exécution normale avec dégagement court)



Sélection du matériau



Conseil d'utilisation



Cas d'application



Données de coupe

Diamètre de coupe	d1	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	6
Stock de sécurité axial	TS	[mm]	2
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	145
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.023
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	11540
Vitesse d'avance de la rampe	vR	[mm/min]	1062
Angle de plongée de la rampe	phi R	[°]	20
Longueur de la rampe	LR	[mm]	16.485
Stock de sécurité radial	LS	[mm]	5.495

Général | Coupant | Corps d'outil | Porte-outil

+ ✎ 🗑

Données de coupe

finition

engagement total

engagement inf à 1/2 diam

trochoïdal

Speed

Spindle speed: 23873.2rpm = Surface speed: 299.999m/min

Ramp spindle speed: Ramp surface speed:

Feedrates

Cutting feedrate: 8594.37mm/min = Feed per tooth: 0.0900002mm

Lead-in feedrate: 8594.37mm/min

Lead-out feedrate: 8594.37mm/min

Ramp feedrate: Ramp feed per tooth:

## Conditions de coupe

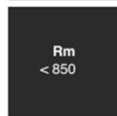
## Éléments modulaires pour étagères

### Usinage standard

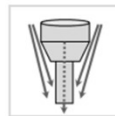


Si vous utilisez la fraise avec les deux cas d'application, vous référer à la vidéo Gestion des vitesses de coupe

#### Sélection du matériau



#### Conseil d'utilisation



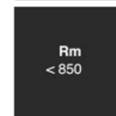
#### Cas d'application



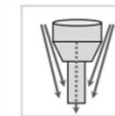
#### Données de coupe

Diamètre de coupe	$d_1$	[mm]	4
Nombre de dents	$z$	-	4
Vitesse de coupe	$vc$	[m/min]	180
Avance par dent et vitesse d'avance	$fz$	[mm]	0.035
Profondeur de passe axiale	$ap$	[mm]	7.2
Profondeur de passe radiale	$ae$	[mm]	1.6
Profondeur de passe radiale	$ae$	[%] $d_1$	40
Nombre de tours	$n$	[min <sup>-1</sup> ]	14325
Vitesse d'avance	$vf$	[mm/min]	2006
Débit de copeaux en volume	$Q$	[cm <sup>3</sup> /min]	23.1

#### Sélection du matériau



#### Conseil d'utilisation



#### Cas d'application



#### Données de coupe

Diamètre de coupe	$d_1$	[mm]	4
Nombre de dents	$z$	-	4
Vitesse de coupe	$vc$	[m/min]	145
Avance par dent et vitesse d'avance	$fz$	[mm]	0.023
Profondeur de passe axiale	$ap$	[mm]	6
Profondeur de passe radiale	$ae$	[mm]	4
Nombre de tours	$n$	[min <sup>-1</sup> ]	11540
Vitesse d'avance	$vf$	[mm/min]	1062
Débit de copeaux en volume	$Q$	[cm <sup>3</sup> /min]	25.5

# Conditions de coupe

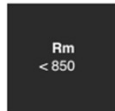
## Éléments modulaires pour étagères

½ finition et finition



Ne pas confondre la ½ finition pour une stratégie de première pièce bonne et les conditions de coupe en ½ finition.  
Les conditions de coupe pour la ½ finition de la stratégie première pièce bonne sont celles de la finition!

### Sélection du matériau



### Conseil d'utilisation



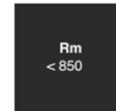
### Cas d'application



### Données de coupe

Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	215
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.035
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	8
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	0.1
Profondeur de passe radiale	ae	[%] d <sub>1</sub>	2.5
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	17110
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	2395

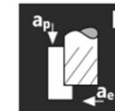
### Sélection du matériau



### Conseil d'utilisation



### Cas d'application



### Données de coupe

Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	215
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.018
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	8
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	0.05
Profondeur de passe radiale	ae	[%] d <sub>1</sub>	1.25
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	17110
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	1232



## Conditions de coupe

## Éléments modulaires pour étagères

**Machines hautement dynamiques avec puissance de broche limitée** **Speed**

Un maximum de productivité peut être atteint dans un environnement d'usinage varié en exploitant au mieux les vitesses d'avance et de coupe élevées. Ainsi, les machines d'usinage à grande vitesse, hautement dynamiques et déployant une plage de vitesses de rotation très large sont idéales. Grâce aux forces d'usinage par enlèvement de copeaux faibles lors du processus d'usinage il est possible de compenser une construction filigrane de la machine ou un faible serrage des pièces à usiner.

**Environnement de machine**


- Vaste plage de vitesses de rotation
- Dynamique de machine élevée (linéaire)
- Broche de fraisage à couple faible
- Structure filigrane de la machine (masse faible)

### Usinage dynamique

Exemple	
Machine :	5 axes
Serrage :	Dispositif lâche
Dispositif de serrage :	Contraction
Avancée :	longue

**Cas d'application**

**High Speed Dynamic Cutting**



Le choix se fait en fonction des capacités de la machine que vous allez utiliser

**Machines dynamiques et puissantes** **Performance**

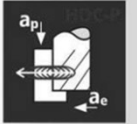
Comme pour la stratégie HPC, la productivité maximale peut être atteinte dans un environnement d'usinage conçu pour des forces d'usinage par enlèvement de copeaux élevées. Ainsi, les machines d'usinage haute performance sur lesquelles les pièces à usiner sont solidement fixées et qui sont équipées de porte-outils courts et par liaison de forme sont idéales.

**Environnement de machine**

- Broche de fraisage puissante
- Dynamique de machine moyenne (recirculation de la bille)
- Plage de vitesses de rotation moyenne
- Structure de machine solide (masse importante)

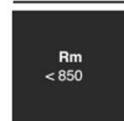
**Cas d'application**

**High Performance Dynamic Cutting**



Exemple	
Machine :	3 axes
Serrage :	Étau
Dispositif de serrage :	Weldon
Avancée :	courte

### Sélection du matériau



### Conseil d'utilisation



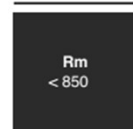
### Cas d'application



### Données de coupe

Cas d'application HDC			Dynamique faible 25%
Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	227
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.048
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	8
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	1
Profondeur de passe radiale	ae	[%] d <sub>1</sub>	25
Angle d'attaque de l'outil	ew	[°]	60
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	18070
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	3460
Débit de copeaux en volume	Q	[cm <sup>3</sup> /min]	27.7

### Sélection du matériau



### Conseil d'utilisation



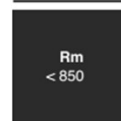
### Cas d'application



### Données de coupe

Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	145
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.023
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	6
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	4
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	11540
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	1062
Débit de copeaux en volume	Q	[cm <sup>3</sup> /min]	25.5

### Sélection du matériau



### Conseil d'utilisation



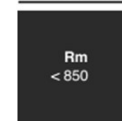
### Cas d'application



### Données de coupe

Cas d'application HDC			Dynamique faible 10%
Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	300
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.09
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	8
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	0.4
Profondeur de passe radiale	ae	[%] d <sub>1</sub>	10
Angle d'attaque de l'outil	ew	[°]	36.9
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	23875
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	8627
Débit de copeaux en volume	Q	[cm <sup>3</sup> /min]	27.6

### Sélection du matériau



### Conseil d'utilisation



### Cas d'application

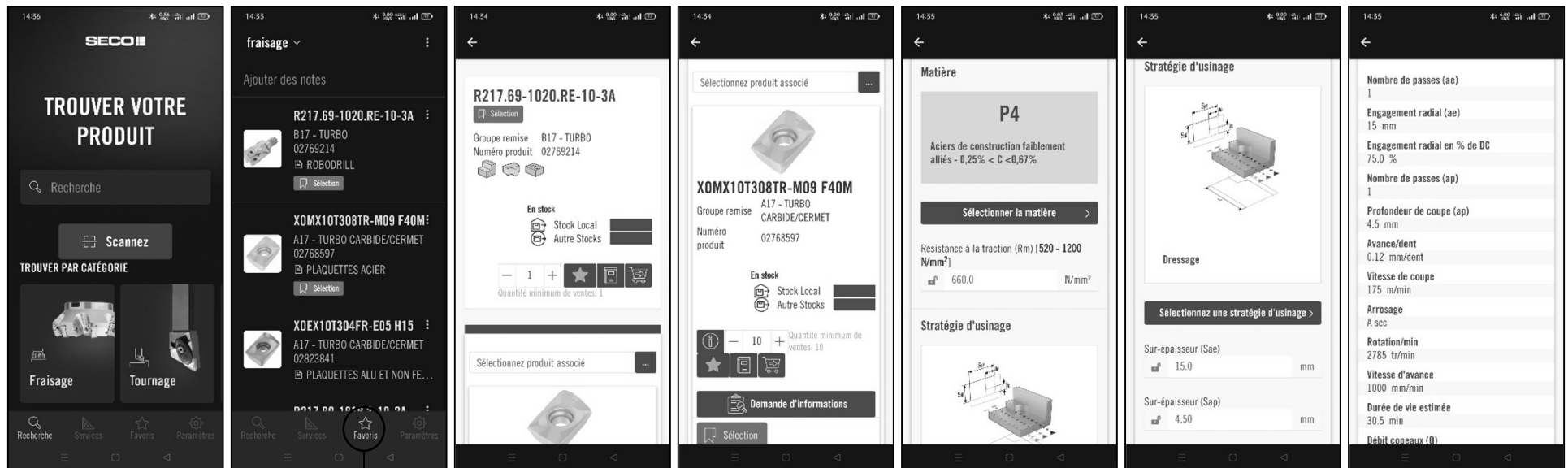


### Données de coupe

Diamètre de coupe	d <sub>1</sub>	[mm]	4
Nombre de dents	z	-	4
Vitesse de coupe	vc	[m/min]	180
Avance par dent et vitesse d'avance	fz	[mm]	0.035
Profondeur de passe axiale	ap	[mm]	7.2
Profondeur de passe radiale	ae	[mm]	1.6
Profondeur de passe radiale	ae	[%] d <sub>1</sub>	40
Nombre de tours	n	[min <sup>-1</sup> ]	14325
Vitesse d'avance	vf	[mm/min]	2006
Débit de copeaux en volume	Q	[cm <sup>3</sup> /min]	23.1

## Fraises à plaquettes SECO

Par le téléphone : application Seco Assistant



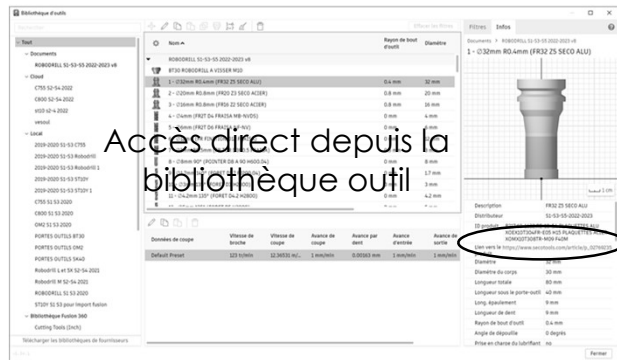
**Identifiant :** xavier.wallerand@univ-fcomte.fr  
**MDP :** Jcdaflu/12



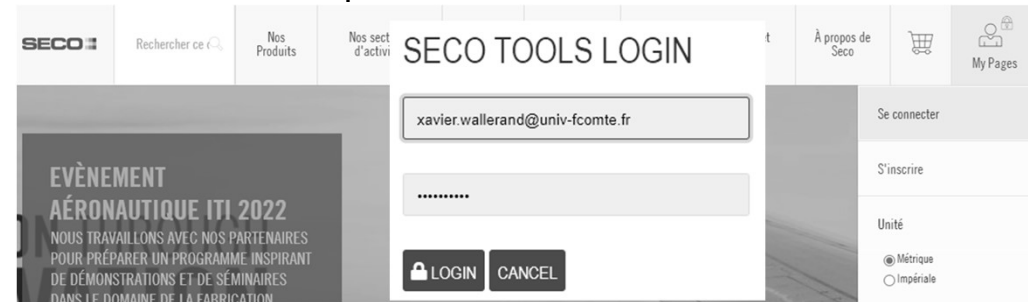
BESANCON  
UNIVERSITÉ  
FRANCHE-COMTÉ

R3.07 - Production -  
Méthodes

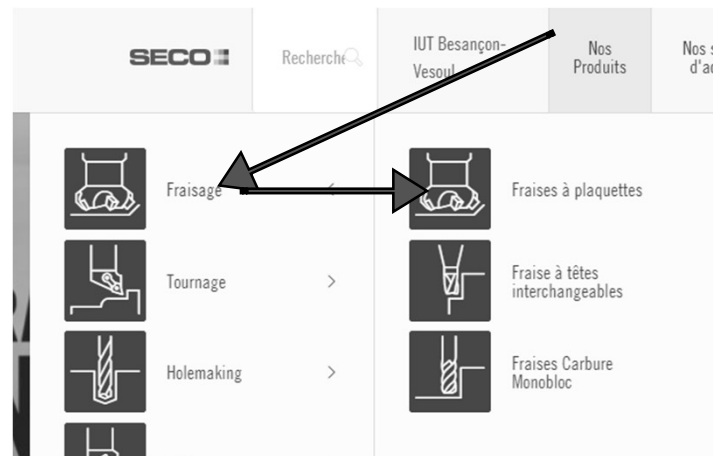
Par internet sur PC :



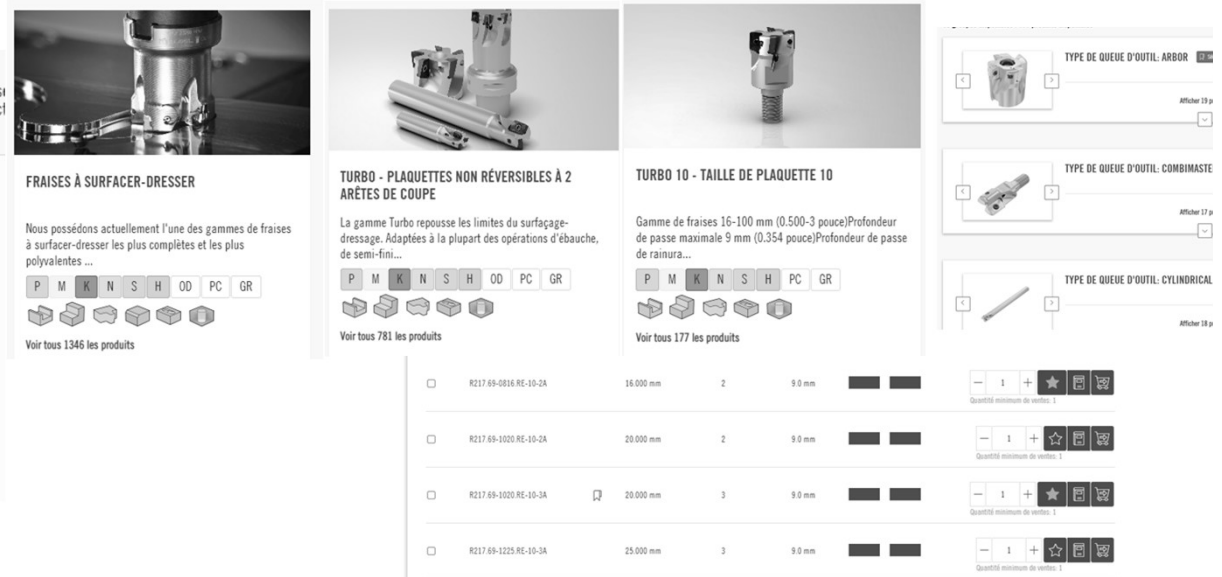
Depuis le site web <https://www.secotools.com/>



**Identifiant :** xavier.wallerand@univ-fcomte.fr  
**MDP :** Jcdaflu/12



**GMP** **UNIVERSITÉ** **FRANCHE-COMTE** **R3.07 - Production - Méthodes**



R217.69-1020.RE-10-3A

Sélection

Groupe remise B17 - TURBO

Numéro produit 02769214

En stock

Stock Local

Autre Stocks

1

+

★

📄

🛒

Quantité minimum de ventes: 1

Caractéristiques Détaillées

Conditions De Coupe


Côté Machine (38)

Côté Pièce À Usiner (104)

Accessoires / Pièces Détachées

Sélectionnez produit associé

...



XOMX10T308TR-M09 F40M

Groupe remise A17 - TURBO CARBIDE/CERMET

Numéro produit 02768597

En stock

Stock Local

Autre Stocks

10

+

★


📄

🛒


Quantité minimum de ventes: 10

Demande d'informations


Sélection




Rainurage



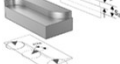
Dressage




Interpolation Circulaire, Externe




Interpolation Circulaire, Interne




Fraisage dynamique /




Surfaçage




Fraisage Trochoidal



Rainurage, tréflage



Contournage, tréflage



Plongée oblique

Conditions de coupe Matière: SMG P4 Dressage

Nombre de passes (ae)	Engagement radial (ae)	Engagement radial en % de DC	Nombre de passes (ap)
1	15 mm	75.0 %	1
Profondeur de coupe (ap)	Avance/dent	Vitesse de coupe	Arrosage
4.5 mm	0.12 mm/dent	175 m/min	A sec
Rotation/min	Vitesse d'avance	Durée de vie estimée	Débit copeaux (Q)
2785 tr/min	1000 mm/min	30.5 min	67.6 cm³/min

Données supplémentaires

+

Matière

P4

Aciers de construction faiblement alliés - 0.25% < C < 0.67%

Sélectionner la matière

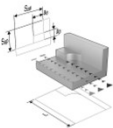
>

Résistance à la traction (Rm) [520 - 1200 N/mm²]

660.0

N/mm²

Stratégie d'usinage



Dressage

Sélectionnez une stratégie d'usinage

>

Sur-épaisseur (Sae)

15.0

mm

Sur-épaisseur (Sap)

4.50

mm

Autres données d'entrée

Nombre de passes souhaitée (ae)

[1 - 75]

1

Nombre de passes souhaitée (ap)

[1 - 19]

1

Avance souhaitée/dent [0.0746 - 0.149]

0.12

mm/dent

Vitesse de coupe souhaitée [113 - 262]

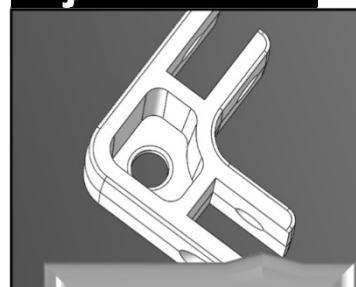
175

m/min

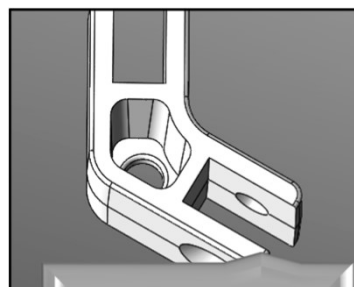
Recalculer

## Sujet d'étude

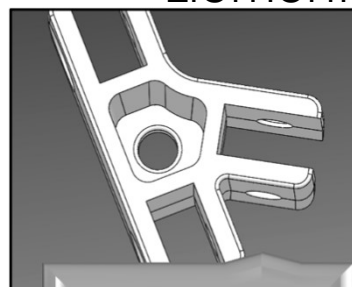
## Éléments modulaires pour étagères



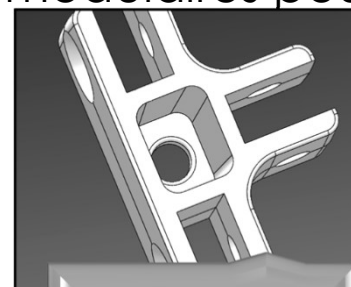
1x90



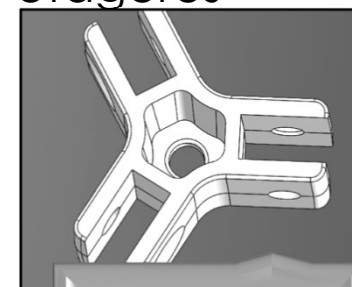
1x120



3x60+120



3x90



3x120

### GROUPE TP 311

GROUPE	1 3X90	2 3X60+120 SYM	3 1X90	4 1X120
ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	4 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS
	utiliser les programmes N° 3000 à 3040	utiliser les programmes N° 3041 à 3080	utiliser les programmes N° 3081 à 3120	utiliser les programmes N° 3121 à 3160

### GROUPE TP 312

GROUPE	1 3X120	2 3X60+120	3 1X90	4 1X120
ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS
	utiliser les programmes N° 3161 à 3200	utiliser les programmes N° 3201 à 3240	utiliser les programmes N° 3241 à 3280	utiliser les programmes N° 3281 à 3320

### GROUPE TP 321

GROUPE	1 3X60+120	2 1X90	3 1X120	4 3X90
ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS
	utiliser les programmes N° 3321 à 3360	utiliser les programmes N° 3361 à 3400	utiliser les programmes N° 3401 à 3440	utiliser les programmes N° 3481 à 3520

### GROUPE TP 322

GROUPE	1 3X120	2 1X90	3 1X120	4 3X90
ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS
	utiliser les programmes N° 3521 à 3560	utiliser les programmes N° 3561 à 3600	utiliser les programmes N° 3601 à 3640	utiliser les programmes N° 3641 à 3680

### GROUPE TP 332

GROUPE	1 1X90	2 1X120	3 3X90	4 3X120
ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	4 ETUDIANTS
	utiliser les programmes N° 3681 à 3720	utiliser les programmes N° 3721 à 3760	utiliser les programmes N° 3761 à 3800	utiliser les programmes N° 3801 à 3840

### GROUPE TP 331

GROUPE	1 3X60+120	2 3X90	3 3X120
ETUDIANTS	4 ETUDIANTS	3 ETUDIANTS	4 ETUDIANTS
	utiliser les programmes N° 3841 à 3880	utiliser les programmes N° 3881 à 3920	utiliser les programmes N° 3921 à 3960