

# R2.07 – PRODUCTION METHODES

## MACHINES CONVENTIONNELLES & TOURNAGE AVEC ASSISTANCE NUMERIQUE



**IUT CLERMONT  
AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

**SEMESTRE 2**



Génie  
Mécanique  
Productive  
Montluçon

<b>Nom de la ressource</b>	<b>R1.07 - Production - Méthodes</b>		
<b>Semestre</b>	Semestre 1		
<b>Compétence(s) ciblée(s)</b>			
<b>C1-Spécifier</b> Spécifier les exigences technicoéconomiques industrielles	<b>C2-Développer</b> Déterminer la solution conceptuelle	<b>C3-Réaliser</b> Concrétiser la solution technique retenue	<b>C4-Exploiter</b> Gérer le cycle de vie du produit et du système de production
<b>X</b>		<b>X</b>	
<b>Apprentissages critiques</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuler l'ensemble des attentes du client</li> <li>• Exprimer les exigences techniques d'un produit existant</li> <li>• Vérifier la conformité d'un produit grand public par rapport à l'usage auquel il est destiné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situer les éléments d'un système simple et leurs interactions, dans l'espace, dans le temps</li> <li>• Interpréter les spécifications en fonction de leur représentation pour un système simple</li> <li>• Choisir des solutions appropriées pour des cas simples en étant accompagné/guidé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les contraintes de réalisation à partir d'une pré-étude</li> <li>• Choisir des solutions techniques adaptées aux contraintes de réalisation</li> <li>• Mettre en œuvre les outils métiers pour produire une solution simple, réelle ou numérique, qui répond aux spécifications et à la pré-étude</li> <li>• Élaborer des documents métiers pour des pièces/systèmes simples en mettant en œuvre les outils ad hoc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire le fonctionnement du monde de l'entreprise et de ses services</li> <li>• Déterminer les objectifs de performance, les composants et les indicateurs de performance propres à chaque étape du cycle de vie d'un produit et du système de production</li> </ul>
<b>SAÉ concernée(s)</b>	SAÉ 2.1, SAÉ 2.3, SAÉ 2.4, SAÉ 2.23		
<b>Prérequis</b>	R1.07 - Production-Méthodes, R1.06 - Outils pour l'ingénierie, R1.08 - Métrologie		
<b>Descriptif détaillé</b>	<p>Interpréter un cahier des charges pour en extraire les contraintes</p> <p>Connaître et appliquer les règles métiers des procédés d'obtention de brut</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordre de grandeur des capacités des procédés</li> <li>• Cadence</li> <li>• Coûts en fonction de la série...</li> </ul> <p>Rédiger un dossier de fabrication</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer une gamme de fabrication simple</li> <li>• Élaborer un contrat de phase</li> <li>• Définir une MIP isostatique adaptée</li> <li>• Choisir un porte-pièces standard ou spécifique adapté à une MIP et au procédé de fabrication</li> <li>• Choisir un outil et éventuellement le porte outil en fonction de la famille de matière à usiner et de l'opération à réaliser</li> <li>• Sélectionner les conditions de coupe en fonction de l'outil et de la famille de matière de la pièce à usiner génération de surfaces...</li> </ul> <p>Produire une pièce sur une MOCN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier la cinématique d'une machine</li> <li>• Réaliser un programme sur une machine pour une pièce simple</li> <li>• Mettre en œuvre une machine</li> <li>• Contrôler la pièce réalisée et apporter une action corrective...</li> </ul> <p>Mise en œuvre d'une production stabilisée</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapter la gamme par rapport à la quantité à produire</li> <li>• Calcul simple du coût de production...</li> </ul> <p>Recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cette ressource doit développer la culture technologique</li> <li>• TP à 8 étudiants (si Travaux pratiques avec des matériels différents, fragiles, coûteux et comportant des risques)</li> </ul>		
<b>Mots clés</b>	Procédés de fabrication, élaboration de gamme, mise en position, outils de coupe, conditions de coupe, cinématiques des machines, programmation machine		

<b>Sécurité</b>	4
-----------------	---

**A- TOURNAGE CONVENTIONNEL**

<b>I. Filetage</b>	5
--------------------	---

**B- FRAISAGE CONVENTIONNEL**

<b>I. Positionnement de l'outil par rapport à la pièce</b>	8
--	---

<b>II. Entaille avec fraise 2 tailles</b>	8
---	---

1) Non symétrique : par compensation de jeu	8
---	---

2) Symétrique : par retournement	9
----------------------------------	---

**C- TOURNAGE AVEC ASSISTANCE NUMERIQUE**

**I. Vocabulaire**

1) Tour à assistance numérique	11
--------------------------------	----

2) Eléments particuliers à la machine	11
---------------------------------------	----

**II. Fonctions actives**

1) Origines et définition du brut	13
-----------------------------------	----

2) Vitesses et profondeurs de passes	14
--------------------------------------	----

3) Gestion des outils	16
-----------------------	----

**III. Usinage**

1) Principe d'un programme	19
----------------------------	----

2) Process	20
------------	----

3) Exécution et simulation d'un programme	24
---	----

**D-USINAGES**

**I. Tournage conventionnel**

1) Dessin de définition : Brut fileté	26
---------------------------------------	----

2) Phase	27
----------	----

**II. Fraisage conventionnel**

1) Dessin de définition : Cale étagée	28
---------------------------------------	----

2) Phases	29
-----------	----

**III. Tournage avec assistance numérique**

1) Dessin de définition : Diabolo	32
-----------------------------------	----

2) Phase	33
----------	----

## I. Sécurité

Les machines peuvent projeter des copeaux brûlants ou liquides (lubrifiant,...) et entraîner doigts ou cheveux. Il peut arriver également que certains éléments chutent par accident. Pour toutes ces raisons, vous devez :

- Protéger votre corps, en portant :

- **Une blouse** ou combinaison **en coton** (chaleur des copeaux), **ajustée et boutonnée**.
- Des **chaussures de sécurité**
- Des **lunettes de sécurité** et des protections auditives
- Des **gants** lorsque vous manipulez des outils, copeaux ou pièces avec des parties affûtées
- De quoi **attacher vos cheveux** (s'ils sont longs)



- Avec les machines :

- Utilisez obligatoirement les protections installées (écrans, capots,...)
- Utilisez obligatoirement le crochet pour dégager les copeaux de la machine
- Attention à bien retirer tous les outils de la machine avant de la mettre en fonctionnement : clé de mandrin, clés de serrage des outils, outillages divers,...
- Assurez-vous que les pièces et outillages sont bien positionnés et fixés
- Assurez-vous que les personnes à proximité sont elles-mêmes protégées
- Arrêtez la machine pour toute intervention
- Attention : une pièce qui vient d'être usinée peut être chaude
- **Nettoyez et rangez à la fin de chaque utilisation**

La soufflette n'est pas un jeu et peut être dangereuse si elle n'est pas manipulée avec précautions (projections de copeaux,...)



# A- TOURNAGE CONVENTIONNEL

## I. Filetage



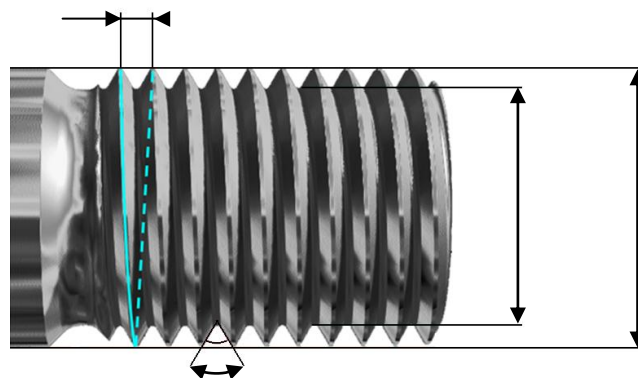
Le filetage est une opération d'usinage qui consiste à usiner une ou plusieurs rainures hélicoïdales profilées sur une surface cylindrique (voir conique dans de rares cas) extérieure ou intérieure.

Il permet par la suite d'assembler deux pièces (comme une vis et un écrou). Pour la vis, il s'agit d'un filetage extérieur. Pour l'écrou c'est un filetage intérieur, appelé taraudage.

La partie pleine est appelée le « filet » et la partie creuse le « sillon ».

L'hélice est obtenue par la combinaison d'un mouvement de translation et d'un mouvement de rotation. C'est donc l'avance qui détermine le pas.

Le profil est donné par la forme de l'outil.



Avant de fileter, le diamètre doit être usiné à la bonne cote. Pour un filetage ISO extérieur :

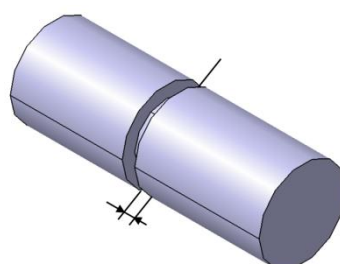
**$\varnothing$ nominal – 1/20 pas**

*Par exemple, pour un filetage M14 (pas de 2) :  $\varnothing$ exterieur = .....*

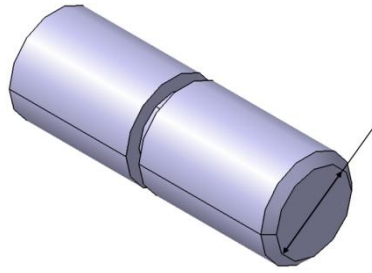
Pour le mouvement de translation, il est important de connaître le pas de la vis mère. Si le pas à réaliser est un sous-multiple du pas de la vis mère, vous aurez la possibilité de débrayer la vis mère n'importe quand. Vous retombez toujours dans le pas à réaliser. Sinon, vous ne devez en aucun cas débrayer l'avance de la machine avant d'être sûr que le filetage soit terminé.

*Par exemple pour une vis mère de 6 mm (c'est le cas de nos machines), les sous-multiples sont 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm, 1 mm, 1,5 mm, 2 mm, 3 mm. Ce qui signifie que la vis mère peut être débrayée n'importe où pour la réalisation de ces pas.*

Une gorge doit au préalable être usinée à l'emplacement où s'arrêtera le filetage. Celle-ci permettra le dégagement du filet, avec un arrêt de l'outil hors matière.



Pour rendre notre futur filetage opérationnel, il est nécessaire de réaliser un chanfrein d'entrée (celui-ci est également présent sur une vis).



Ensuite, nous allons pouvoir commencer l'usinage de notre filetage.

La vitesse de la broche N doit être la plus faible possible (environ 50tr/min), car l'avance sera très importante.

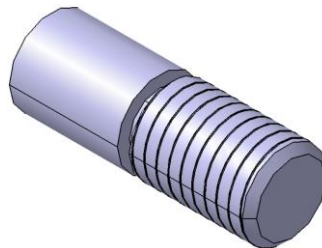
En effet, c'est l'avance qui détermine le pas, le pas est mis en mm/tr.

Exemple : Pour un filetage M14 :  $f =$  .....

Ensuite la vitesse d'avance est calculée d'après N et f est défini précédemment.

Exemple : Pour un filetage M14 dans de l'acier :  $V_f =$  .....

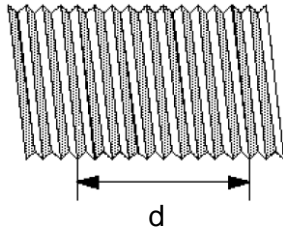
### 1ère opération : Le traçage



Cette première passe dite de "traçage" vous permet de vérifier que vous n'avez pas commis d'erreur lors du réglage de l'avance et que le pas tracé correspond bien à celui que vous voulez réaliser.

- La pointe de l'outil tangente le diamètre extérieur à usiner. Positionnez l'outil 5 mm devant la pièce sur l'axe Z.
- Déplacer l'outil sur l'axe X de -0.05 mm
- Embrayez l'avance (**le chariot longitudinal doit être entraîné par la vis mère et non par la barre de chariotage lors de l'opération de filetage**).
- Arrêtez la machine lorsque l'outil est dans la gorge
- Dégagez l'outil en X
- Inversez le sens de rotation et redémarrez la machine.
- Stoppez-la à nouveau dès que la pointe de l'outil est de nouveau positionnée sur le point de départ.

- Mesurez le pas obtenu sur la pièce (il est préférable de mesurer la distance entre plusieurs pics ou creux successifs du filet et de diviser la mesure par ce nombre de pics ou de creux pour plus de précision)

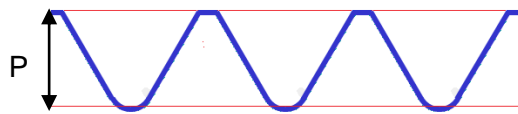


Exemple :  $Pas = d/10$

- Si vous avez commis une erreur : il n'est pas trop tard pour corriger

## 2ème opération : La prise de passe

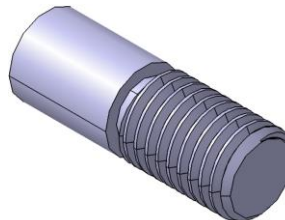
La hauteur du filet est :  $P = (1.227 \times pas) / 2$



Exemple : Pour un filetage M14 :  $P = \dots\dots\dots$

**P correspond à la prise de passe au rayon** : les verniers des tours actuels correspondent généralement à une prise de passe au diamètre. Dans ce cas il faut donc prendre la valeur suivante :  $\dots\dots\dots$

Ceci est une valeur théorique, il est toujours nécessaire **d'essayer le filetage si possible avec un écrou avant de démonter la pièce**. Il n'est pas anormal de plonger de 0.1 mm voire 0.2 mm de plus que la théorie.



La valeur de pénétration radiale par passe est donnée par le tableau suivant :

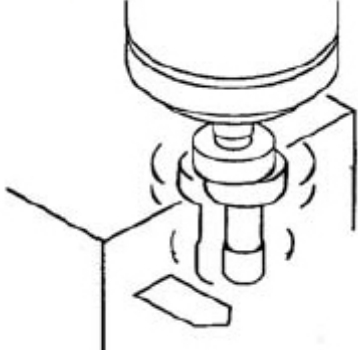
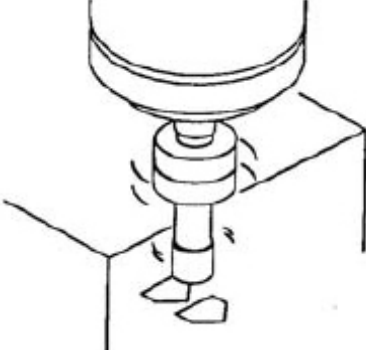
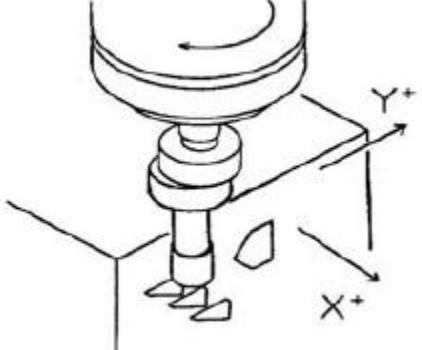
Pas \ Passe	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.75	1.5	1.25	1	0.75	0.5
1	0.43	0.39	0.34	0.34	0.28	0.27	0.25	0.22	0.24	0.20	0.19	0.17	0.11
2	0.40	0.36	0.32	0.31	0.26	0.25	0.24	0.21	0.23	0.19	0.17	0.15	0.09
3	0.32	0.29	0.25	0.25	0.21	0.20	0.18	0.16	0.17	0.14	0.13	0.11	0.07
4	0.27	0.24	0.22	0.21	0.18	0.17	0.16	0.14	0.14	0.12	0.11	0.07	0.07
5	0.24	0.22	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.12	0.10	0.08		
6	0.22	0.20	0.17	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.08	0.08			
7	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10					
8	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.08	0.08					
9	0.18	0.16	0.14	0.14	0.12	0.11							
10	0.17	0.15	0.13	0.13	0.11	0.08							
11	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10								
12	0.15	0.14	0.12	0.08	0.08								
13	0.15	0.13	0.12										
14	0.15	0.10	0.08										

## B- FRAISAGE CONVENTIONNEL

### I. Positionnement de l'outil par rapport à la pièce

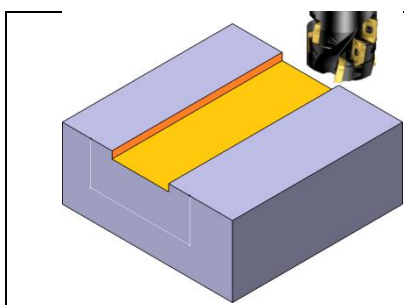
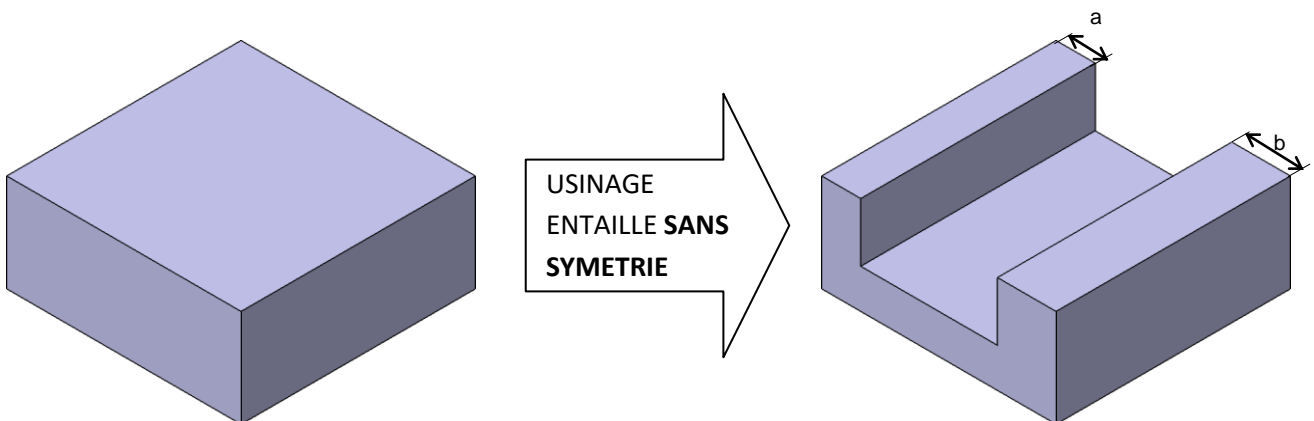
Avec l'outil lui-même : Il est possible de tangenter sur la pièce avec la génératrice de l'outil. En ajoutant le rayon de l'outil à la valeur lue sur le tambour gradué, on connaît la position de l'axe de la broche sur cet axe. Cette opération est rarement réalisée, car elle peut laisser une marque sur la pièce.

Avec une pinule de centrage mécanique : c'est un système de type « Zentrofix ». Elle est composée de deux parties tenues en contact l'une par rapport à l'autre par un ressort interne. Une partie est montée dans la broche de la machine et l'autre partie comporte une pige au diamètre très précis.

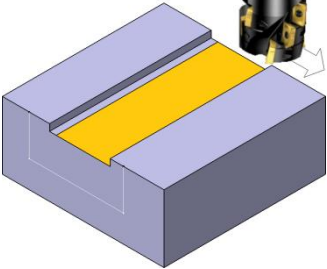
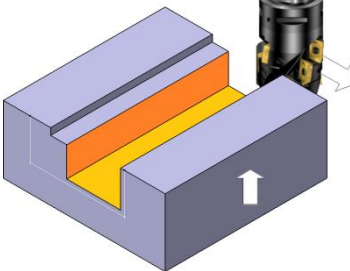
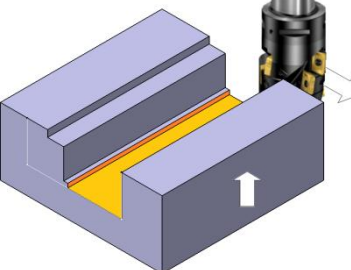
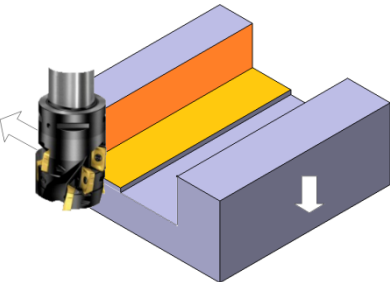
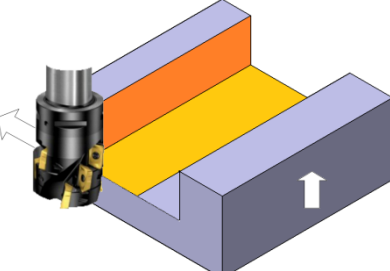
<p>a) La pinule doit être installée dans un mandrin à pince et tourner à une vitesse de 500 tr/min.</p> <p>La partie inférieure de la pinule est excentrée.</p>	<p>b) La pièce doit être approchée doucement de la pinule. Au contact de la surface de référence, la pinule aura une rotation de moins en moins excentrée jusqu'à ce qu'elle tourne dans l'axe de la broche.</p>	<p>c) Il faut continuer d'avancer la pièce contre la pinule le plus doucement possible.</p> <p>La pinule chassera soudainement perpendiculairement au sens de déplacement. A cet instant, la distance entre le centre, l'axe de la broche et la surface de référence est égale au rayon de la pinule.</p>
		

### II. Entaille avec fraise 2 tailles

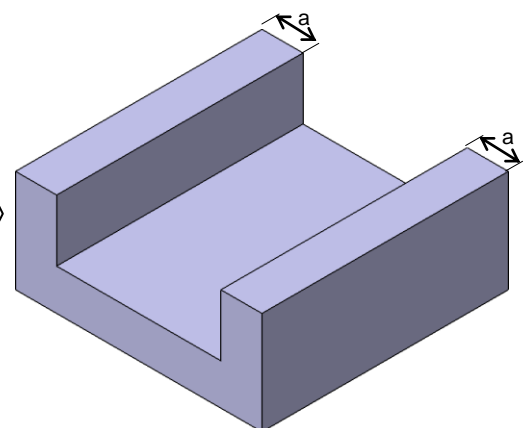
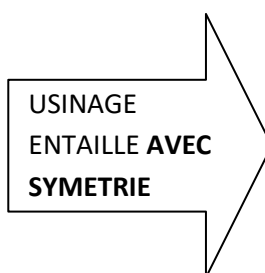
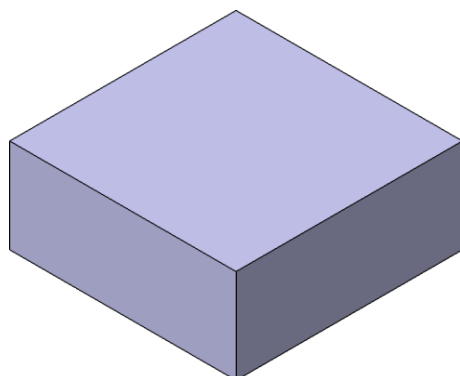
1) Non symétrique : par compensation de jeu

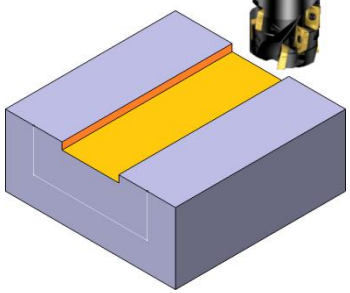
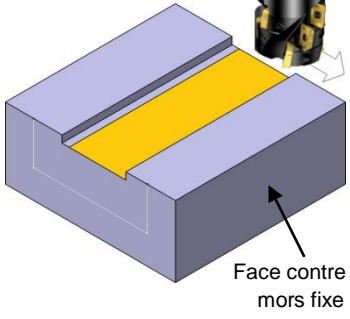
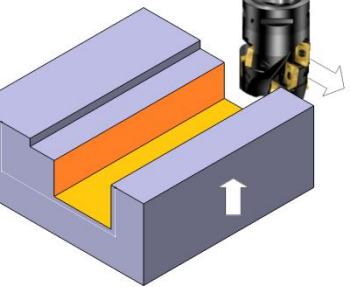
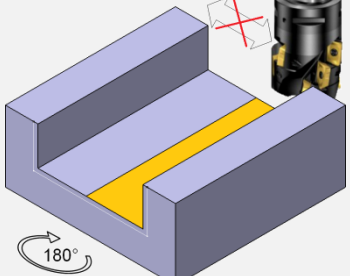
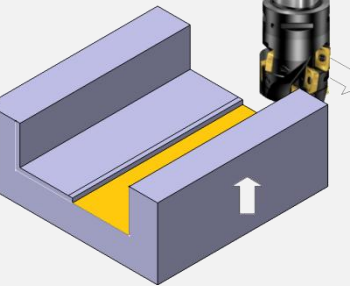
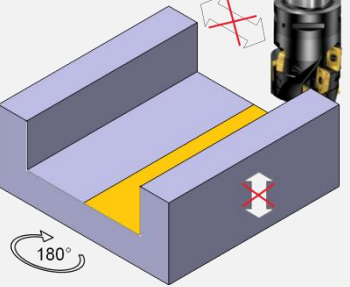


a) A l'aide d'une fraise 2 tailles d'un diamètre inférieur à la largeur de la rainure à réaliser, ébaucher une rainure centrée par rapport à la rainure finale souhaitée. Verrouiller l'axe de la table perpendiculaire à l'avance (pendant cet usinage la fraise travaille autant en opposition qu'en concordance : l'effort de coupe ne permet donc pas d'assurer la suppression des jeux) :

	<p>b) Usiner un côté de la rainure en opposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déverrouiller l'axe de la table verrouillé à l'étape précédente.</li> <li>- Décaler légèrement la fraise, <b>en rattrapant les jeux</b>, afin d'usiner un côté de la rainure en opposition.</li> </ul>
	<p>c) Après l'usinage b) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurer pour déterminer les passes à réaliser pour finir l'ébauche de cette face.</li> <li>- Finir l'ébauche de cette face (laisser une surépaisseur de 0,3mm).</li> </ul>
	<p>d) Réaliser la finition de cette face</p>
	<p>e) Ebauche de la face opposée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descendre la pièce de 0,3mm en Z, puis décaler la fraise, afin d'usiner l'autre côté de la rainure en opposition. <b>Attention : la valeur lue sur le tambour gradué sera décalée des jeux de la machine sur cet axe.</b></li> <li>- Pour travailler toujours en opposition, <b>le sens de l'avance doit être inversé.</b></li> <li>- Mesurer pour déterminer les passes à réaliser (<b>compenser l'erreur due aux jeux</b>) et finir l'ébauche de cette face (laisser une surépaisseur de 0,3mm).</li> </ul>
	<p>g) Réaliser la finition de cette face.</p>

## 2) Symétrique : par retournement



	<p>a) A l'aide d'une fraise 2 tailles d'un diamètre inférieur à la largeur de la rainure à réaliser, ébaucher une rainure centrée par rapport à la rainure finale souhaitée. Verrouiller l'axe de la table perpendiculaire à l'avance (pendant cet usinage. La fraise travaille autant en opposition qu'en concordance : l'effort de coupe ne permet donc pas d'assurer la suppression des jeux) :</p>
 <p>Face contre le mors fixe</p>	<p>b) Usiner un côté de la rainure en opposition :  - Déverrouiller l'axe de la table verrouillé à l'étape précédente.  - Décaler légèrement la fraise, <b>en rattrapant les jeux</b>, afin d'usiner un côté de la rainure en opposition.</p>
	<p>c) Après l'usinage b) :  - Mesurer pour déterminer les passes à réaliser pour finir l'ébauche de cette face.  - Finir l'ébauche de cette face (laisser une surépaisseur de 0,3mm).</p>
 <p>180°</p>	<p>d) En gardant la position de la fraise, démonter la pièce et la retourner afin d'ébaucher l'autre face.</p>
	<p>e) Réaliser la finition de celle-ci.</p>
 <p>180°</p>	<p>f) Démonter la pièce et la retourner afin de réaliser la finition de la face ébauchée en c).</p>

# C- TOURNAGE A ASSISTANCE NUMERIQUE

## I. Vocabulaire

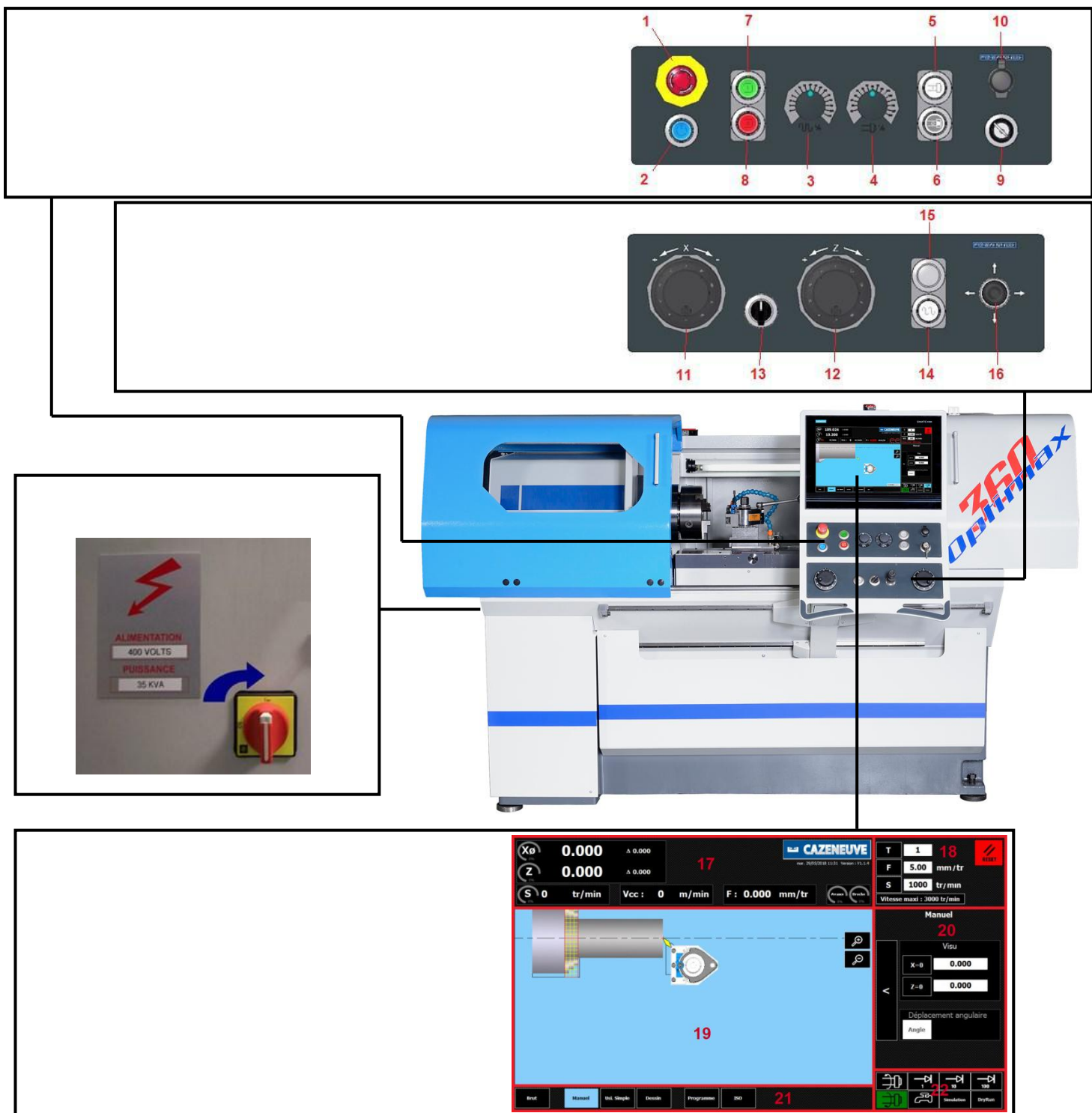
### 1) Tour à assistance numérique

Les tours à assistance numérique (ou tours par apprentissage) : destinés à la production de pièces unitaires, de prototypes ou de petites et moyennes séries.

L'avantage pour les opérateurs provient de la rapidité et de la précision de mise en exécution, sans pour autant bouleverser leurs habitudes de travail. En effet, aucune connaissance en programmation n'est exigée.

Ils peuvent être utilisés en mode manuel, en mode automatique avec des cycles d'usinage simples prédéfinis, ou en mode dessin avec l'usinage d'un profil pièce.

### 2) Eléments particuliers à la machine



## PUPITRE OPERATEUR SUPERIEUR

1	Bouton coup de poing « Arrêt d'urgence »
2	Bouton poussoir « Mise sous puissance »
3	Potentiomètre de l'avance (0 à 110 %)
4	Potentiomètre de la broche (50 à 125 %)
5	Bouton poussoir « Marche Broche »
6	Bouton poussoir « Arrêt Broche »
7	Bouton poussoir [Départ cycle]
8	Bouton poussoir [Arrêt cycle]
9	Sélecteur à clé deux positions : « Manuel » ou « Automatique
10	Port USB

## PUPITRE OPERATEUR INFERIEUR

11	Manivelle de l'axe transversal X (au diamètre)
12	Manivelle de l'axe longitudinal Z
13	Sélecteur des incréments (1, 10 ou 100 microns)
14	Bouton des avances rapides
15	Bouton des options
16	Manipulateur directionnel (4 positions : X- ; X+ ; Z- ; Z+)

## ECRAN TACTILE

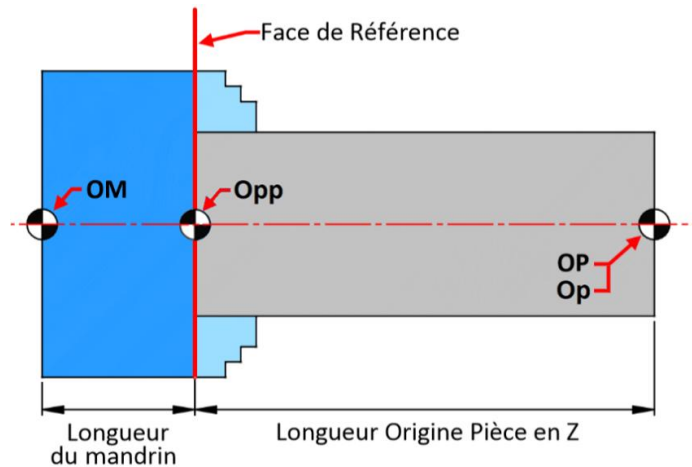
17	Etat machine (position des axes, vitesse de rotation de la machine et messages d'alarmes)
18	Fonctions actives (valeur active d'outil et des conditions d'usinage)
19	Ecran graphique (représentation virtuelle des éléments directement liés à la coupe : mandrin, mors, brut, tourelle et outils, etc.)
20	Zone de programmation (variable selon les cycles sélectionnés)
21	Fonctions de programmation (sélection du type de programmation)
22	Fonctions auxiliaires

## II. Fonctions actives

### 1) Origines et définition du brut

#### a) Origines

Une machine pilotée numériquement a besoin d'un point de référence pour positionner ses axes : l'origine machine. L'**Origine Machine (OM)** est définie par le constructeur lors de l'intégration de la machine. Sur nos machines à assistance numérique elle est positionnée sur le nez de la broche (point fixe de la machine) et n'est pas modifiable par l'utilisateur.

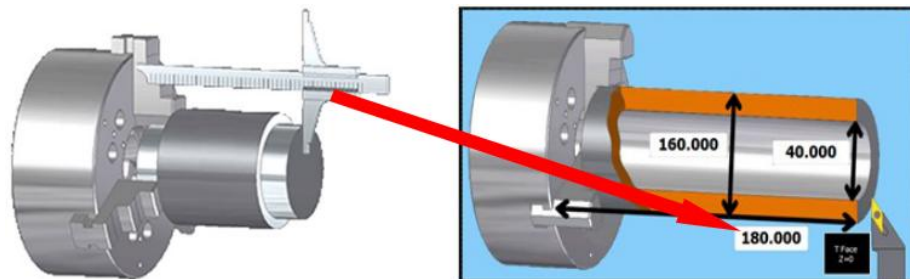


D'autres origines, elles-mêmes placées par rapport à l'origine machine, lui seront nécessaires :

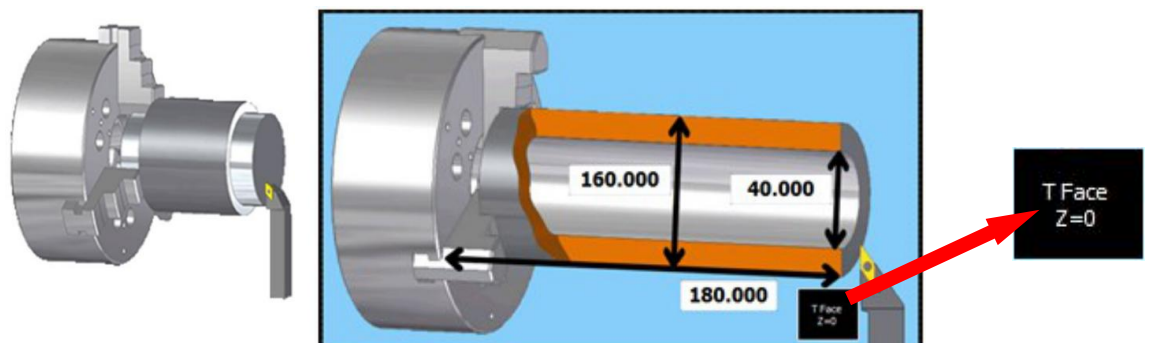
- L'**Origine porte pièce (Opp)** : point d'intersection de la face avant du mandrin (appelé « *Face de référence* » sur nos machines) et de l'axe de la broche.

- L'**Origine pièce (Op)** confondue sur ces machines avec l'**Origine Programme (OP)**. **Origine Programme (OP)** : origine du système de cotation des programmes. **Origine pièce (Op)** : L'origine sur la pièce, se situant généralement sur la face avant de celle-ci. Elle est définie par l'utilisateur de deux façons possibles :

- L'utilisateur peut régler manuellement l'origine de la pièce en mesurant la distance entre la face de référence (face du mandrin) et la face de la pièce :



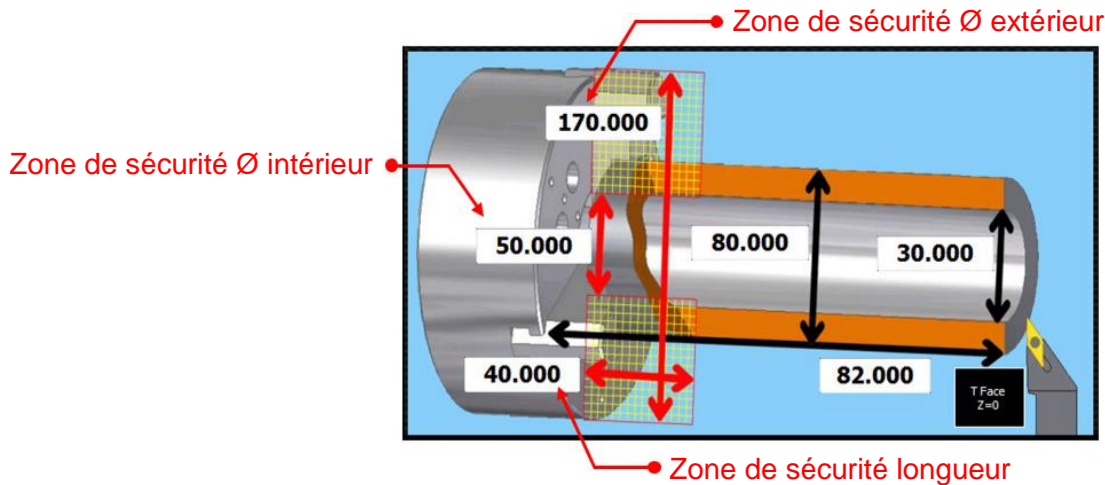
- L'utilisateur peut régler automatiquement en dressant la face du brut avec un outil réglé au préalable. Une fois le dressage terminé, et **avant de dégager l'outil en Z**, il doit appuyer sur la touche [T Face Z = 0] :



Le système calcule automatiquement la position de l'origine pièce en prenant en compte les réglages de l'outil. La position de l'axe en Z dans la zone « état machine » passe à 0.

Dans le réglage du brut, une **zone de sécurité** sera également créée pour éviter une collision entre l'outil et le mandrin en cas d'erreur dans le programme. Aucun **outil correctement réglé** ne pourra entrer dans cette zone.

Pour activer ou désactiver la zone de sécurité, appuyer sur la touche [Zone sécurité] :



- Pour ce TP :**
- Zone de sécurité Ø extérieur = **170.000** (protège les mors de notre mandrin)
  - Zone de sécurité Ø intérieur = **0.000** (aucun usinage intérieur piloté par la CN)
  - Zone de sécurité longueur = **33.000** (protège les mors de notre mandrin)
- **ATTENTION à sortir suffisamment le brut du mandrin**

## 2) Vitesses et profondeurs de passes

### a) Vitesse de coupe

Le réglage de la vitesse de rotation est accessible depuis la zone des fonctions actives :

L'utilisateur peut sélectionner une fréquence de rotation en tr/min (S) ou en m/min (VCC) par un simple appui sur « S » ou sur « VCC »

T	1	
F	0.30	mm/tr
VCC	150	m/min
Vitesse maxi : 1500 tr/min		

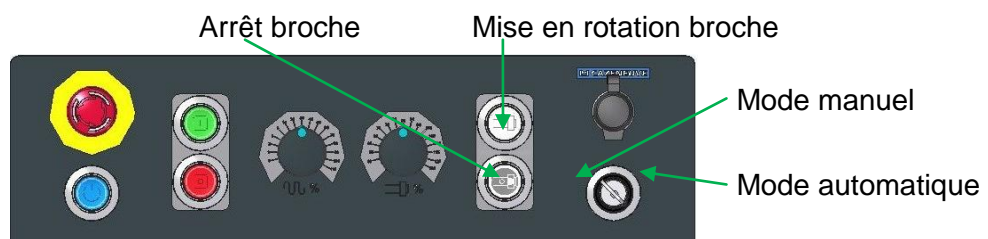
La valeur peut également être modifiée par un simple appui :



Cette vitesse est **toujours proportionnelle à la position du potentiomètre de broche** (50 % à 125 % de la vitesse programmée). Dans la zone « Etat machine », il est possible de lire la vitesse instantanée de la broche pendant sa rotation.



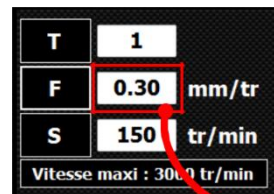
La mise en rotation et l'arrêt de la broche peuvent être effectués du pupitre opérateur supérieur (porte gauche fermée jusqu'à la flèche en mode manuel ou complètement fermée en mode automatique).



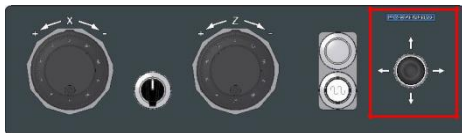
## b) Vitesse d'avance

Le paramétrage des avances « F » (travail ou rapide) est accessible depuis la zone des fonctions actives. En tournage, une avance travail est toujours exprimée en mm/tr, donc proportionnelle à la vitesse de rotation de la broche.

Pour saisir ou modifier une avance travail, il faut appuyer sur le champ des avances, entrer la valeur d'avance souhaitée puis confirmer avec la touche « Valider ». La nouvelle valeur s'affiche alors dans la zone des fonctions actives.



Cette vitesse est **toujours proportionnelle à la position du potentiomètre d'avance** (0 % à 130 % de la vitesse programmée). Dans la zone « Etat machine », il est possible de lire la vitesse instantanée d'avance.



La mise en route et l'arrêt de l'avance peuvent être effectués en mode manuel par l'intermédiaire du manipulateur directionnel du pupitre opérateur inférieur.

## c) Tableau des vitesses

	Tournage d'Extérieur : Vitesse de coupe Vc (m/min) (Valeurs indicatives moyennes)			
	Acier Rapide		Carbure	
	Ebauche	Finition	Ebauche	Finition
Avance f en mm/tr	0.1 à 0.2	0.05	0.2 à 0.3	0.05
Acier doux	40	50	200	250
Acier Fortement Allié	15	20	100	120
Acier inoxydable	20	25	130	150
Fonte	30	40	70	90
Aluminium	80	120	250	300

**Exceptions :**

- Tournage intérieur, rainurage et tronçonnage : diviser les valeurs du tableau par 2
- Réglage outil : N = 500 tr/min
- Foret à pointer : N = 1000 tr/min
- Foret HSS : Vc=15 m/min

## d) Profondeur de passe

Ap maxi (Valeurs indicatives)					
Chariotage		Alésage		Dressage	
Ebauche	Finition	Ebauche	Finition	Ebauche	Finition
2mm au rayon	0,3mm au rayon	1mm au rayon	0,3mm au rayon	1mm	0,3mm

### 3) Gestion des outils

La gestion des outils comprend la définition, la forme et la jauge des outils (position du point générateur de l'outil par rapport à l'Opo (Origine porte outil)). Le système permet de garder 99 outils en mémoire.

#### a) Sélection d'un outil

L'appel d'un outil déjà réglé peut se faire rapidement, en appuyant sur le champ du numéro d'outil, puis en sélectionnant l'outil souhaité à l'aide du pavé numérique ou du menu déroulant.



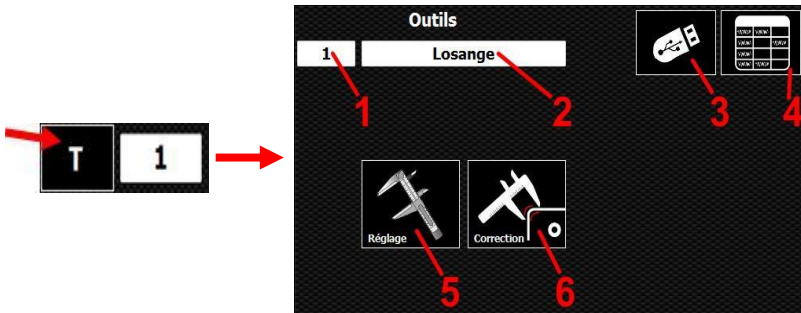
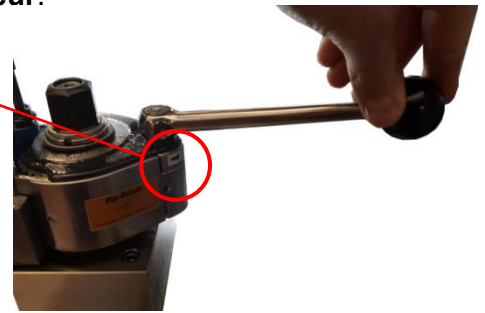
#### b) Montage et réglage d'un outil qui n'est pas en mémoire



Le réglage de l'outil à hauteur de pointe impose une **distance de 102mm entre le point générateur de l'outil et le chariot supérieur.**

Une fois l'outil réglé à hauteur de pointe, l'orienter convenablement et le serrer (sens de la flèche).

Ensuite, il faut le régler numériquement. Installer un brut adapté à l'outil à régler dans le mandrin. Appuyer sur la touche « T » à l'écran pour ouvrir le menu de gestion des outils :

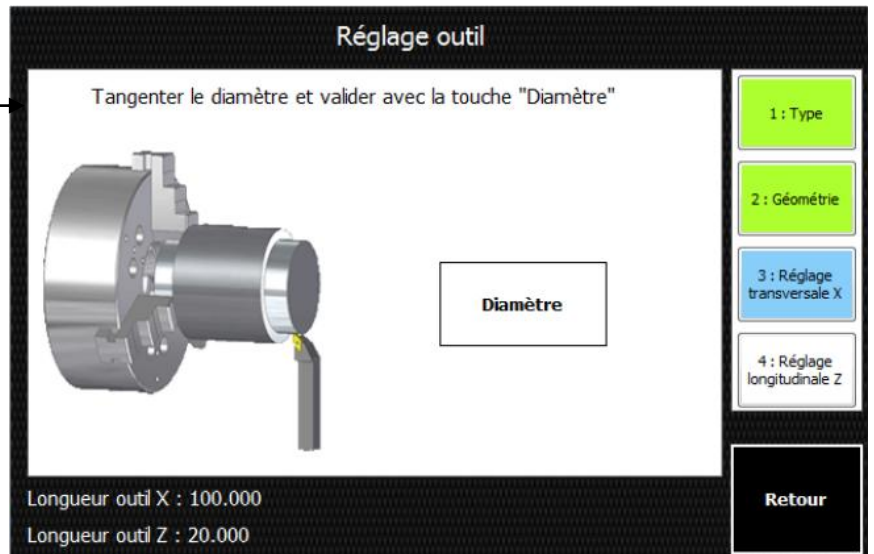


1	Numéro de l'outil
2	Nom de l'outil
3	Sauvegarde de l'outil sur clé USB
4	Tableau des outils
5	Réglage des outils
6	Correction des outils



L'opération de réglage d'un outil est alors décomposée en 4 étapes :

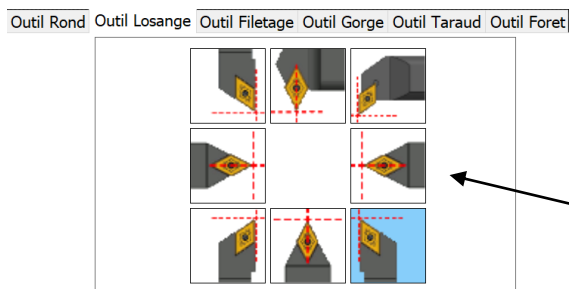
1. Type d'outil
2. Géométrie d'outil
3. Réglage transversal (Jauge X)
4. Réglage longitudinal (Jauge Z)



Ces 4 étapes peuvent être effectuées dans l'ordre proposé, ou à la convenance de l'opérateur. L'étape en cours s'affiche en bleu et passe en vert une fois terminée. Les 4 étapes doivent donc être vertes pour un réglage complet de l'outil.

## 1. Type d'outil

Le système dispose d'une bibliothèque d'outils prédéfinis :

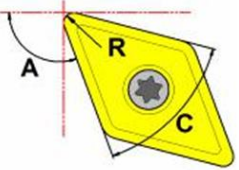



Le type d'outil détermine sa fonction ainsi que les données à définir.

Une fois le type d'outil sélectionné, il faut choisir son orientation.

## 2. Géométrie d'outil

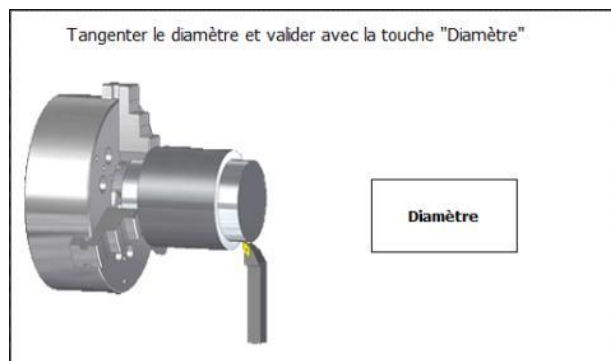
La géométrie des outils permet de définir les dimensions utiles des plaquettes. Les valeurs demandées par le système sont différentes suivant le type de plaquette. Pour ce TP nous aurons besoin de :

Type	Informations demandées
Losange 	Les outils à plaquette de type rhombique, triangulaire ou carré utilisés pour les opérations de tournage classique. R : Rayon de plaquette ( <b>0.8 pour ce TP</b> ) A : Angle d'attaque ( <b>93° pour ce TP</b> ) C : Angle de plaquette ( <b>80° pour ce TP</b> )
Gorge 	Les outils à gorge utilisés que pour les opérations d'usinage de gorge et de tronçonnage. R : Rayon de plaquette ( <b>0.2 pour ce TP</b> ) L : Largeur de plaquette ( <b>3mm pour ce TP</b> )

## 3. Réglage transversal (Jauge X)

Le réglage de la position de l'outil sur l'axe transversal (X) se réalise de la façon suivante :

- Régler la **vitesse de broche sur « S » = 500 tr/min (ne pas utiliser Vcc car la machine ne connaît pas encore la position réelle de l'outil en X, et calculera donc une vitesse de broche erronée).**
- Régler la vitesse d'avance (*ex :0.2mm/tr*)
- Faire un chariotage :
  - Démarrer la broche
  - Positionner l'outil grâce aux manivelles des axes X et Z
  - Appuyer sur « Diamètre » à l'écran pour mémoriser la position de l'outil
  - Démarrer l'avance à l'aide du manipulateur directionnel pour obtenir un usinage suffisamment important pour une prise de mesure. Arrêter l'avance.
  - Dégager l'outil et mesurer le diamètre usiné.
  - Saisir à l'écran la valeur mesurée.



#### 4. Réglage longitudinal (Jauge Z) : 2 méthodes possibles

##### • Réglage de la position de l'outil sur l'axe longitudinal (Z) par usinage :

- Régler la **vitesse de broche sur « S » = 500 tr/min.**
- Régler la vitesse d'avance (ex :0.2mm/tr)
- Faire un dressage :
  - Démarrer la broche
  - Positionner l'outil grâce aux manivelles des axes X et Z
  - Appuyer sur « Face » à l'écran pour mémoriser la position de l'outil
  - Démarrer l'avance à l'aide du manipulateur directionnel pour dresser la face. Arrêter l'avance.
  - Dégager l'outil et mesurer la distance entre la face de référence du mandrin et la face usinée, SANS tenir compte des mors
  - Saisir à l'écran la valeur mesurée.



##### • Réglage de la position de l'outil sur l'axe longitudinal (Z) à l'aide d'un ZOP 50 :

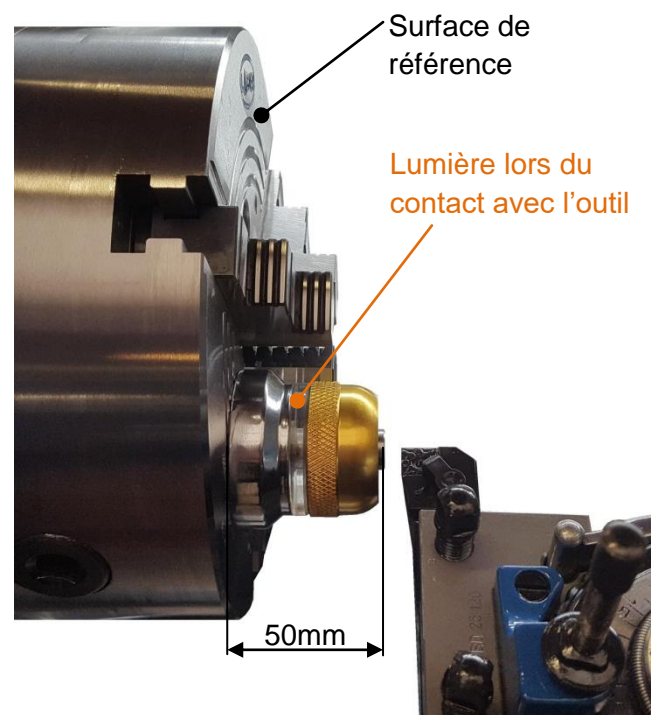
- Placer le ZOP sur la surface de référence (mandrin)

#### NE PAS FAIRE TOURNER LA BROCHE

- Déplacer l'outil pour le placer devant le ZOP



- S'approcher en Z avec un incrément de 100microns. Lorsque le ZOP s'allume, revenir un cran en arrière sur Z (il doit alors s'éteindre).
- S'approcher en Z avec un incrément de 10microns. Lorsque le ZOP s'allume, revenir un cran en arrière sur Z (il doit alors s'éteindre).
- S'approcher en Z avec un incrément de 1microns. Lorsque le ZOP s'allume, revenir un cran en arrière sur Z (il doit alors s'éteindre).
- L'outil est alors à 50.000mm de la surface de référence : entrer cette valeur à l'écran. Dégager l'outil et retirer le ZOP.



### c) Correction

Lors de l'usinage, il est important de laisser une surépaisseur avant la finition (ex : 0,3mm au rayon) afin de mesurer la pièce obtenue et **corriger l'outil si nécessaire avant la finition**.

Exemple :

On souhaite obtenir un  $\varnothing 30\text{mm}$ , une surépaisseur de 0,3mm au rayon est laissée. Une mesure est effectuée, et doit donner comme valeur 30,6mm ( $\varnothing 30\text{mm} + 0,3\text{mm au rayon}$ ). Si la valeur mesurée est différente de la valeur attendue, cliquer sur l'outil, puis sur correction. Il ne reste alors plus qu'à rentrer les valeurs des corrections et à valider (il est possible de corriger un seul axe, en laissant la valeur de « 0 » pour l'autre) :

The diagram shows the correction process flow. It starts with a button labeled 'T 1', followed by a 'Correction' icon (a wrench and caliper). This leads to a correction screen with the following content:

Formule = diamètre X demandé - diamètre X mesuré  
**0.000**  
 Correction total X : 0.000

Formule = longueur Z demandée - longueur Z mesurée  
**0.000**  
 Correction total Z : 0.000

A green 'Valider' button is located at the bottom right of the screen.

### III. Usinages

L'utilisateur peut utiliser ce tour en « conventionnel », réaliser quelques fonctions en automatique, ou encore créer un **programme complet enchainant ainsi plusieurs opérations en automatique**. Le mode automatique impose une fermeture impérative des portes (avec verrouillage). L'exécution et l'arrêt s'effectuent par l'intermédiaire des boutons « Départ cycle » et « Arrêt cycle » du pupitre opérateur inférieur.



#### 1) Principe d'un programme

Un programme est constitué d'une ou plusieurs opération(s) d'usinage appelée(s) « Process ». Chaque Process est composé :

- D'un outil avec les conditions d'usinage (avance et vitesse de rotation)
- D'un cycle d'usinage
- D'un point d'approche
- D'options (arrosage, gamme de broche, etc.).

Pour accéder au mode Programme, il suffit d'appuyer sur la touche « Programme » et de sélectionner un numéro de programme libre (apparaît en gris dans la liste).

The diagram shows the process of selecting a program. It starts with a 'Programme' button, followed by a screen showing 'Programme' and 'Programme n°1' with '1' selected. This leads to a keypad for selecting a number, and finally a list of programs.

N°	Nom
1	Programme n°1
2	Programme n°2
3	Programme n°3
4	Programme n°1
5	Programme n°5
6	Programme n°6
7	Programme n°7
8	Programme n°8

## 2) Process

L'ajout d'un process se fait en appuyant sur la touche « + » dans la zone de visualisation.

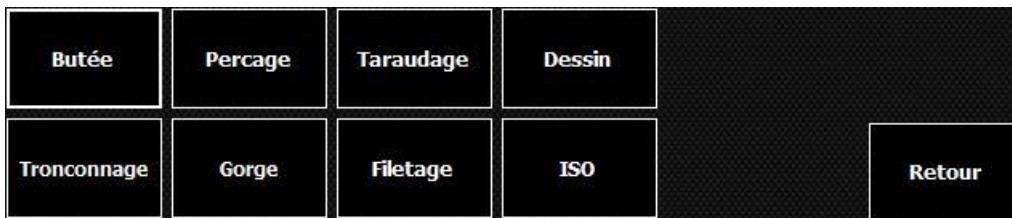
N°	Type	Process	Outils	Détails
+				

### a) brut

Le premier process créé s'appelle « BRUT ». Il est obligatoire dans tout programme et il est positionné impérativement en première ligne. Celui-ci contient :

- Les valeurs du brut de la pièce (voir page 15)
- Les valeurs de la zone de sécurité (voir page 15)
- Le point de changement d'outil : Quand un nouvel outil sera demandé dans un cycle, le programme reviendra automatiquement à ce point. Il sera alors demandé de changer l'outil.
- La vitesse de rotation maximum : à régler à 3000tr/min

Une fois le brut défini, l'ajout d'un nouveau process d'usinage est possible. Nous ne détaillerons que les process utilisés dans ce TP :

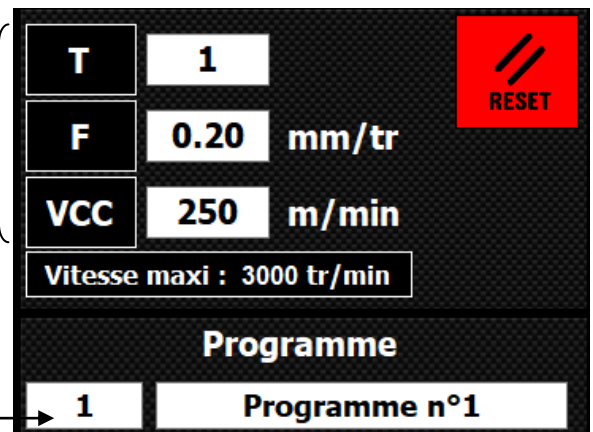


### b) Dessin

Le mode « Dessin » permet d'usiner les profils (extérieurs, intérieurs, normaux ou inversés) construits depuis l'éditeur.

- 1- Sélectionner un numéro de dessin libre (apparaît en gris dans la liste)
- 2- Sélectionner l'outil compatible avec l'usinage à réaliser.
- 3- Régler les vitesses de coupe et d'avance.

4- Puis cliquer sur



Dans le logiciel, un dessin est la reproduction graphique de la pièce à usiner. Les dimensions correspondent donc aux **cotes moyennes** du plan de définition. Le dessin est réalisé par un ensemble d'éléments permettant la réalisation de toutes les formes géométriques. Un dessin doit comporter le profil qui sera usiné et se construit dans l'éditeur sur le demi-plan XZ (attention : les dimensions sur l'axe X sont tout de même renseignées au diamètre). Il doit obligatoirement être constitué de 3 composants :

- Un **point de départ** (origine : point vert sur le dessin). Peut être placé à **Z = - 2mm** pour assurer l'usinage de l'extrémité du brut (ATTENTION toutes les cotes seront alors décalées de 2mm en Z)
- Des **éléments** (chariotage, dressage, cône ou rayon)
- D'une **droite de dégagement** qui constitue le point d'arrivée (Point rouge sur le dessin) **située à l'extérieur de la matière.**

Pour un dessin représentant un **usinage extérieur**, le point de départ doit se trouver sur un diamètre plus petit que le point d'arrivée.

Pour un dessin représentant un **usinage intérieur**, le point de départ doit se trouver sur un diamètre plus grand que le point d'arrivée.

Tableau récapitulatif      Informations sur le dessin      Nom du dessin

N°	Nom	Fin X	Fin Z	Angle	Rayon	I	K
5	Dressage	125.000	-50.000	...	...	...	...
6	Cercle	145.000	-60.000	...	10.000	125.000	-60.000
7	Chariotage	145.000	-78.000	...	...	...	...
8	Dressage	161.000	-78.000	...	...	...	...

OPTIMAX      Dessin n°38      RESET

Dessin Valide : 0 Inconnu    Type : Exterieur

Touches zoom

Les éléments

Navigation dans les éléments du dessin      Rendu 3D      Modifier éléments      Supprimer éléments      Copier éléments      Inverser éléments      Sélectionner fond gorge      Touches Quitter ou Sauvegarder

### - Les éléments

	Elément de forme transversale : dressage
	Elément de forme longitudinale : chariotage
	Elément de forme oblique : cône
	Elément de forme circulaire : cercle

Deux éléments peuvent être raccordés entre eux, si besoin, par des éléments de raccordement :

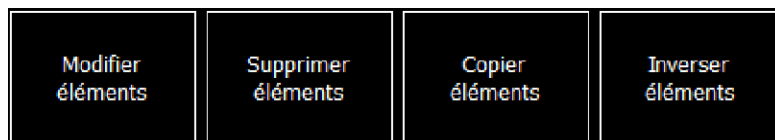
	Elément de raccordement oblique : chanfrein
	Elément de raccordement circulaire : congé


### - Tableau récapitulatif

Tous les éléments sont numérotés dans l'ordre croissant selon la position qu'ils occupent dans le dessin. Ce tableau ne permet pas de modifier les données. Il affiche 4 éléments maximum, mais une barre de navigation permet de faire défiler tous les éléments du dessin.

N°	Nom	Fin X	Fin Z	Angle	Rayon	I	K
6	Cercle	61.530	-61.820	...	15.000	80.000	-50.000
7	Cone	70.000	-65.129	52.000	...	...	...
8	Chariotage	70.000	-75.000	...	...	...	...
9	Dressage	82.000	-75.000	...	...	...	...

La ligne sur fond bleu signifie que le navigateur est positionné sur cet élément. La navigation dans les éléments du dessin permet de se déplacer (touches « - » et « + »). Il est ensuite possible d'agir sur l'élément à l'aide des touches de fonctions :





Une fois le dessin terminé il reste à cliquer sur , puis paramétrer l'usinage :

### Profondeurs de passes et surépaisseur :

Exemple :

Ebauche	
Prof. passe maxi :	<b>2.000</b>
Surépaisseur X :	<b>0.300</b>
Surépaisseur Z :	<b>0.300</b>



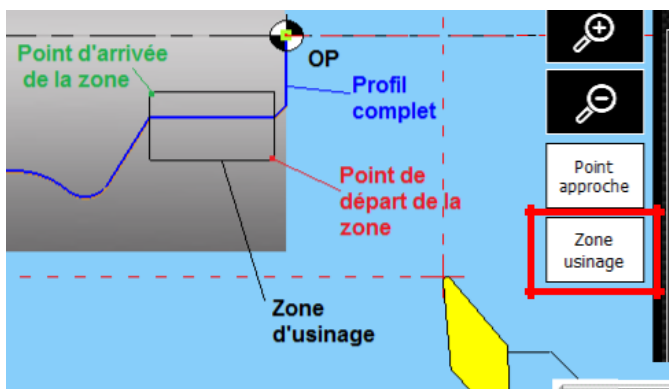
**Sens de l'usinage :**  dans le sens longitudinal (chariotage) OU  dans le sens transversal (dressage)



**Type d'usinage :** Ne pas utiliser « ébauche+ finition » pour ce TP. Créer un process « **ébauche** » avec tous ses paramètres, **puis** un nouveau process « **finition** » reprenant le même dessin, afin de bien différencier l'ébauche de la finition dans vos process.

**Poche :** « **inactive** », permet d'ignorer la gorge lors du profilage.

### Zone d'usinage (facultatif : à utiliser pour le rainurage) :



Cette fonction permet de définir l'usinage partiel d'un dessin au moyen d'un cadre défini par l'utilisateur.


Un premier appui sur la touche « Zone usinage » fait apparaître la fenêtre de définition de la zone de délimitation de l'usinage.

La touche « Zone usinage » passe alors en vert, ce qui signifie que l'utilisateur peut rentrer les valeurs du cadre de délimitation :

Coordonnées X et Z du point de départ de la zone d'usinage par rapport à l'origine pièce.

Coordonnées X et Z du point d'arrivée de la zone d'usinage par rapport à l'origine pièce.

Point départ limitation X	<b>21.000</b>
Point départ limitation Z	<b>-25.000</b>
Point final limitation X	<b>46.000</b>
Point final limitation Z	<b>-2.000</b>
<b>Retour</b>	

Cliquer sur  une fois le paramétrage terminé.

### c) Gorge

Le mode Gorge permet la réalisation de tout type de gorge (extérieure, intérieure, frontale) :

X départ : diamètre de départ de la gorge, en mm.

Z départ : point de départ longitudinal par rapport à l'OP, en mm.

Profondeur : profondeur de la gorge en mm.

**OU**

Arrivée : diamètre en fond de gorge, en mm.

X départ :	<input type="text"/>
Z départ :	<input type="text"/>
Largeur :	<input type="text"/>
Profondeur :	<input type="text"/>
Brise copeaux :	<input type="text"/>
Nombre gorge :	<input type="text"/>

Création de plusieurs gorges identiques.

Nombre > 1 : nouvelle case « Pas » permettant d'indiquer la distance entre ces gorges.

- Paramétrer l'usinage :


T	5	
F	0.10	mm/tr
VCC	80	m/min
Vitesse maxi : 3000 tr/min		

Ebauche
Finition
Ebauche + Finition

Exterieur
Interieur
Frontale

Gorge simple
Gorge complète



- Cliquer sur  une fois le paramétrage terminé.

### d) Tronçonnage

Le mode tronçonnage permet d'utiliser des outils à gorge pour tronçonner une pièce à un endroit voulu.

X départ : diamètre de départ du tronçonnage en mm ( $X \neq 0$ , car un tronçonnage ne peut pas démarrer à l'axe).

X arrivée : diamètre du fond du tronçonnage en mm

Z : en mm, position en longueur du tronçonnage par rapport à l'OP.

Chanfrein 45° : valeur du chanfrein à l'entrée du tronçonnage, en mm.

**OU**

Congé : valeur en mm du rayon à l'entrée du tronçonnage.

X départ :	<input type="text"/>
X arrivée :	<input type="text"/>
Z :	<input type="text"/>
Chanfrein :	<input type="text"/>
X réduit :	<input type="text"/>
Vitesse réduite :	<input type="text"/>
Avance réduite :	<input type="text"/>

Limitation en fin de tronçonnage :


X réduit : diamètre à partir duquel on souhaite diminuer l'avance et la vitesse de rotation

Vitesse réduite : fréquence de rotation dans la zone de réduction

Avance réduite : vitesse d'avance dans la zone de réduction

- Paramétrer l'usinage (outil, vitesse d'avance et fréquence de rotation).




- Cliquer sur  une fois le paramétrage terminé.

### 3) Exécution et simulation d'un programme

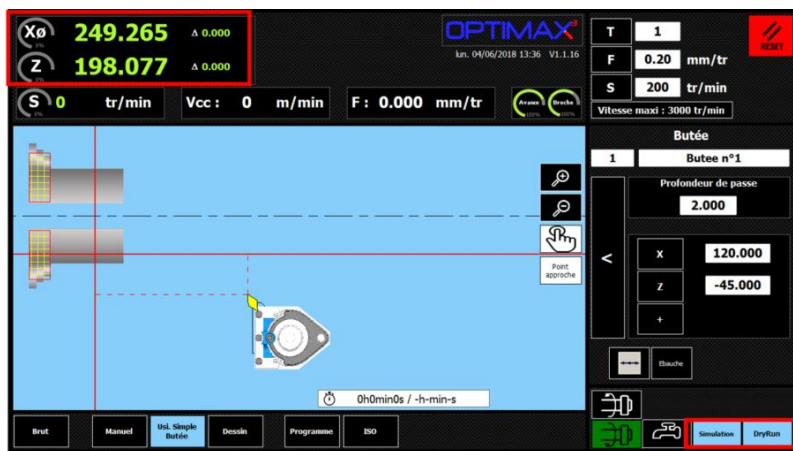
#### a) Simulation

Tous les usinages disposent d'une fonction permettant de simuler les déplacements programmés, et de visionner à l'écran les trajectoires qui seront exécutées par la machine lors d'usinages manuels ou automatiques. Cette fonctionnalité est donc très importante car elle permet **d'anticiper visuellement d'éventuelles erreurs**.

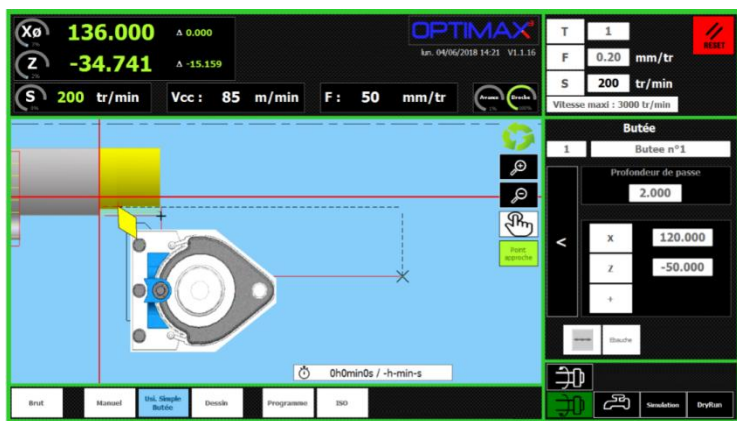
Appuyer sur la touche  , qui se trouve dans la zone des fonctions auxiliaires :

« Simulation » et « DryRun » s'activent, et les indicateurs de position des axes (X et Z) ainsi que la vitesse de broche passent en couleur verte.

« DryRun » = simulation en avance rapide.  
(la fonction DryRun peut être désactivée en appuyant sur la touche « DryRun »).



Pour exécuter la simulation, tout comme pour exécuter réellement un cycle d'usinage, il est nécessaire d'appuyer sur le bouton vert « Départ cycle » du pupitre opérateur (clé de sélection sur la position « Automatique »). **ATTENTION à ce que « Simulation » soit toujours actif à l'écran, car sinon la machine commencera l'usinage.**



Le changement de couleur (vert) permet à l'utilisateur de repérer une situation en mode simulé.

Pendant une simulation d'usinage, les valeurs vertes vont évoluer en tenant compte des paramètres réels programmés (conditions de coupe, positions,...), mais tous les organes resteront en position immobile dans la machine.

#### b) Usinage

L'exécution d'un usinage déclenche les mouvements de tous les organes de la machine, avant il est donc impératif de vérifier :

- La mise en sécurité de l'ensemble (serrage de la pièce, serrage de l'outil, clés de serrage enlevées,...)
- De vérifier la position « Manuel » ou « Automatique » du sélecteur à clé pour connaître le mode opératoire
- La cohérence du programme par une simulation d'usinage (voir ci-dessus)
- La **position du potentiomètre des avances à 0 % pour garantir la maîtrise du départ de l'usinage.**
- La **position du potentiomètre de fréquence de broche à 100 %.**

Pour exécuter un cycle d'usinage (clé de sélection sur la position « Automatique »), il est nécessaire d'appuyer sur le bouton vert « Départ cycle » du pupitre opérateur.



Le bouton poussoir « Marche Broche » s'allume. La broche et les axes (dès l'ouverture du potentiomètre des avances) s'exécuteront pour réaliser le cycle programmé.



**Même en mode automatique, il est formellement interdit de laisser une machine s'exécuter SANS surveillance directe de l'utilisateur. Celui-ci doit en effet être en mesure d'intervenir dans les meilleurs délais si nécessaire :**

**Interruption du cycle d'usinage ci-après ou activer le bouton ARRET d'URGENCE**

### c) Interruption d'usinage



Un premier appui sur le bouton rouge « Arrêt cycle » stoppe immédiatement le mouvement des axes. Cet état temporaire est matérialisé par le clignotement du bouton vert « Départ cycle » et des contours jaunes de l'écran tactile. Il autorise certaines opérations (stopper la broche, ouvrir une porte pour évacuer des copeaux, repositionner l'arrosage,...) mais le déplacement des axes grâce aux manivelles est interdit.



Un deuxième appui sur le bouton rouge « Arrêt cycle » autorise le déplacement des axes et mémorise le point d'arrêt initial. Cet état temporaire est matérialisé visuellement par le clignotement plus rapide du bouton vert « Départ cycle ».



Un reprise d'usinage après interruption d'un cycle (simple ou avec dégagement des axes) s'effectue en appuyant sur le bouton vert « Départ cycle » clignotant.

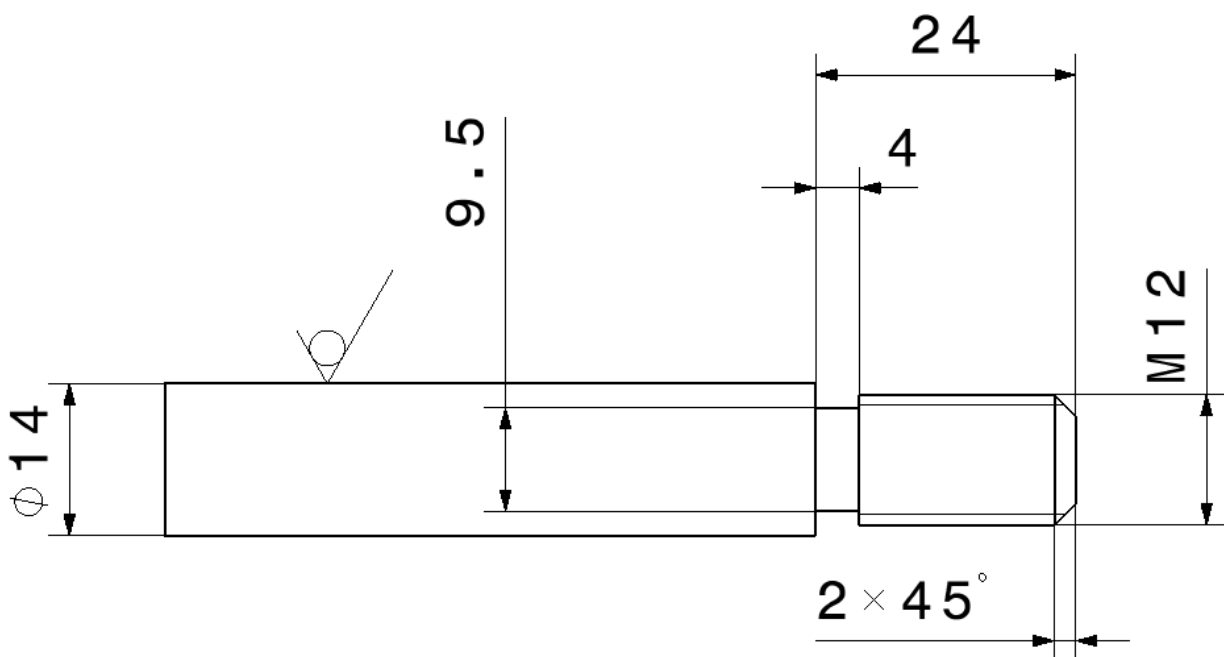


**Les fonctions stoppées manuellement par l'utilisateur pendant l'interruption du cycle d'usinage (rotation de la broche, arrosage,...) doivent être réactivées manuellement au moment de la reprise.**

## D-USINAGES

### I. Tournage

a) Dessin de définition : brut fileté



BRUT : LAMINÉ  $\phi 14 \times 80$

MATERIAU : C35  
(Acier à 0,35%C)

**BRUT FILETÉ**

ECHELLE 1 : 1

FEUILLE 1/1

SAUF INDICATION CONTRAIRE:

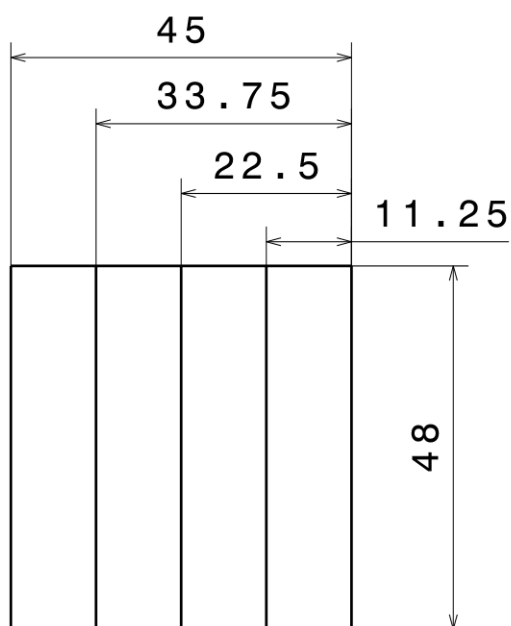
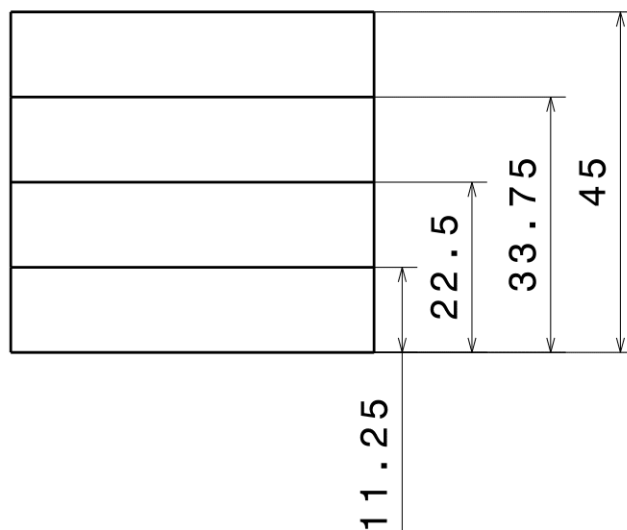
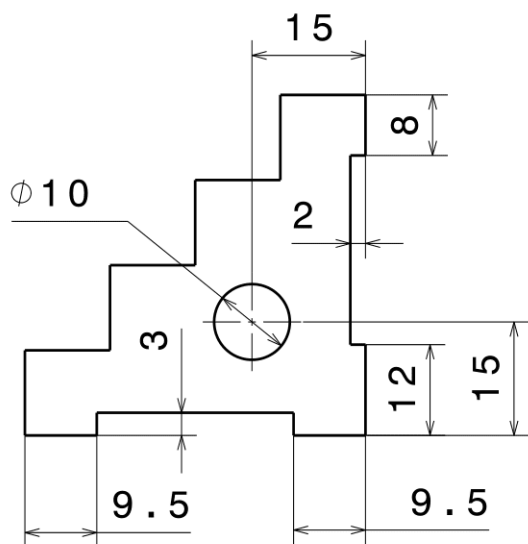
Les cotes sont en millimètres  
Etat de surface :  $\sqrt{Ra 3.2}$  partout  
Tolérances générales :  $\pm 0.2$

A4



## II. Fraisage : Cale étagée

### a) Dessin de définition



BRUT : CALE ÉTAGÉE  
RÉALISÉE  
AU SEMESTRE 1

**CALE ÉTAGÉE**

SAUF INDICATION CONTRAIRE:

Les cotes sont en millimètres

Etat de surface :  $\sqrt{Ra}^{3.2}$  partout

Tolérances générales :  $\pm 0.1$

MATÉRIAU : C35  
(Acier à 0,35%C)

ÉCHELLE 1 : 1

FEUILLE 1/1

A4

b) Phases

PHASE N°80	Nom de la pièce :
	Matière :
	Machine :
	Dimensions du brut :

Opérations	Outils	Vc m/min	N <sup>théorique</sup> tr/min	N <sup>machine</sup> tr/min	F mm/tr	a mm

PHASE N°90	Nom de la pièce :
	Matière :
	Machine :
	Dimensions du brut :

Opérations	Outils	Vc m/min	N <sup>théorique</sup> tr/min	N <sup>machine</sup> tr/min	F mm/tr	a mm

PHASE N°100	Nom de la pièce :
	Matière :
	Machine :
	Dimensions du brut :

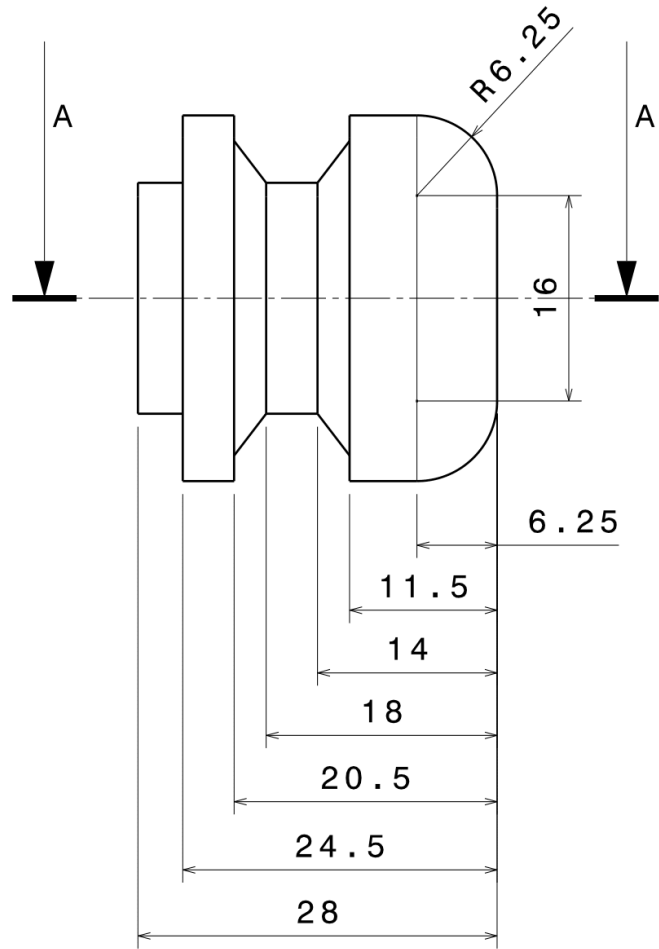
Opérations	Outils	Vc m/min	N <sub>théorique</sub> tr/min	N <sub>machine</sub> tr/min	F mm/tr	a mm

### III. Tournage à assistance numérique

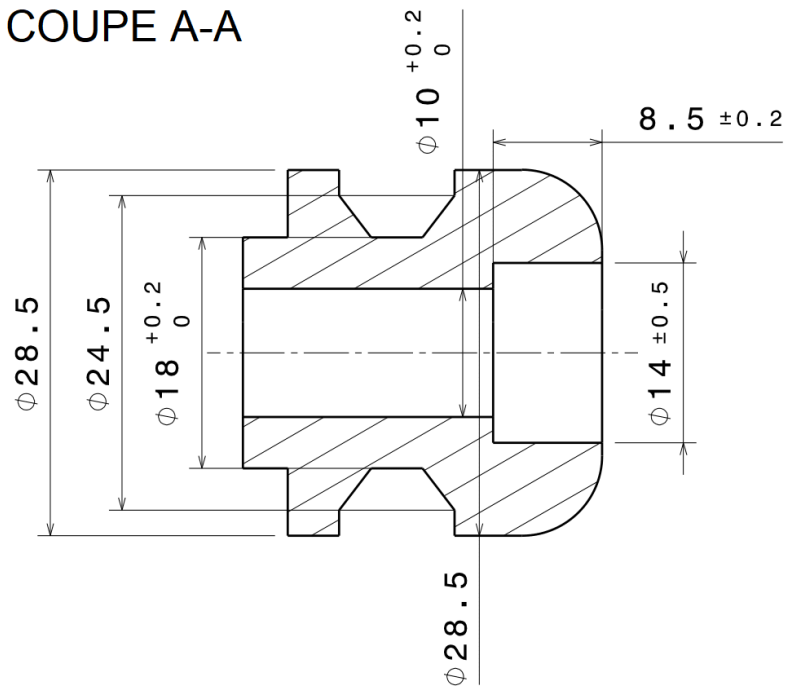
#### a) Dessin de définition : Diabolo

A réaliser en **2 exemplaires** :

- Exécution opération après opération
- Exécution du programme complet



COUPE A-A



BRUT : LAMINÉ Ø30

**DIABOLO**

SAUF INDICATION CONTRAIRE:

Les cotes sont en millimètres

Etat de surface :  $\sqrt{Ra 3.2}$  partout

Tolérances générales :  $\pm 0.04$

MATERIAU : C35  
(Acier à 0,35%C)

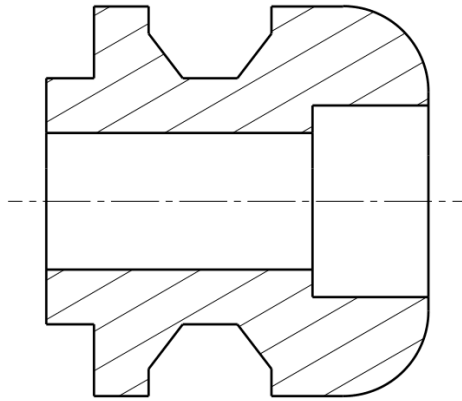
ECHELLE 2 : 1

FEUILLE 1/1

A4

b) Phase

PHASE N°10	Nom de la pièce :
	Matière :
	Machine :
	Dimensions du brut :



Opérations	Outils	Vc m/min	N tr/min	F mm/tr	a mm