

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

INTITULE

Amélioration de la gamme de fabrication d'une pièce mécano soudée : cas de
Racleur de décalaminage de tôle obtenue par laminage à chaud

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUE.

FILIERE : GENIE MECANIQUE.

SPECIALITE : FABRICATION MECANIQUE ET PRODUCTIQUE

FILIERE : MASTER.

PRESENTE PAR : **HAMIZI MOHAMED LARBI**

DIRECTEUR DU MEMOIRE : Prof : **AMIRAT A.**

DEVANT LE JURY

PRESIDENT : Prof. BOULANOUR L.

EXAMINATEURS : Dr. BENCHRSALLAH

Dr. BENCHIHEUB S.

Année : 2018

Remerciement

الحمد لله

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu qui m'a donné la force et la patience pour terminer mes études.

J'adresse ma reconnaissance particulière à mes parents qu'ils soient chéris, Pour leur soutien et aide sans faille qu'ils nous ont apporté durant tout le cycle de ma scolarité.

Je tiens à remercier mon encadreur :

Mr: AMIRATA qui a ménagé un grand effort afin de me permettre de mener à bien non modeste travail et à qui j'exprime ma gratitude et mes respects.

Un grand merci pour les responsables des ATCx qui m'ont facilité la tâche dans l'élaboration de ce mémoire, en particulier: Mrs. MALIKIA, BENDJRIOU BILEL ET BOUGOUFA AMINE

Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Merci.

Dédicaces

À l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce travail que Je dédie

A ma mère, à mon père

Pour leur bienveillance et leur abnégation de m'avoir encourager à terminer dans de bonnes conditions mon travail.

A mon frère

A mes sœurs

A tout les membres de ma famille

A tous mes ami(e)s chacun son nom

en particulier les compagnons du long chemin avec tous mes vœux de succès.

A tous ceux que j'aime .

A tous ceux qui m'aiment.

HAMIZI

MOHAMED LARBI

Résumé

Ce travail est une contribution à l'amélioration de la gamme de fabrication de l'ensemble racleur de finition des tôles laminées au niveau du laminoir à chaud du complexe sidérurgique d'El-Hadjar. Il a une double fonction d'une part : calibrer l'épaisseur à travers la largeur et tout le long de tôle et d'autre part, enlever la calamine générée par le processus de laminage. Le racleur est une pièce de rechange qui n'existe pas sur le marché, donc elle doit être sous-traitée. Le complexe sidérurgique d'El-Hadjar est doté d'unités de fabrication et de sous-traitance des pièces mécaniques comme les ateliers centraux et les ateliers maghrébins de mécanique, pour répondre au besoin en pièces de rechange des autres unités du complexe.

L'ensemble racleur est pièce mécano-soudée composée de la pièce maitresse appelée racleur, d'une bielle, de quatre chapes, de deux tourillons et de huit plaques d'équilibrages.

L'ensemble racleur est fabriqué au niveau des ateliers centraux de l'usine qui dispose de machines d'usinage de grosses pièces, de petites pièces et d'ateliers de tôles et chaudronnerie. La production est généralement une production unitaire ou de petite série. Les machines sont principalement des machines conventionnelles et datent d'au moins 40 ans et donc nécessitent un plan de rénovation ou de d'amélioration.

Donc, le principal objectif de ce travail est de proposer une méthodologie d'analyse du système de production de l'entreprise afin de procéder à la modernisation de ces ateliers de production. Cette méthodologie est réalisée à travers l'élaboration de la gamme de fabrication de l'ensemble racleur en fonction des nouvelles technologies. Les dessins de chaque pièce ont été repris et numérisés sous le logiciel Solid-Works. La gamme de fabrication de l'ensemble racleur a vue l'élaboration de chacune des pièces le composant. Les simulations des trajectoires des outils en usinage ou en oxycoupage sont réalisées sous le logiciel Wincam.

Les résultats montrent que l'entreprise pourrait adopter une stratégie suivante :

- Introduire des outils de CAO pour la numérisation des documents techniques
- Pour la petite mécanique, au moins un centre de tournage un centre d'usinage doivent figurer dans le parc machine compte tenu qu'il existe des contour complexe, gauche et sphérique qui sont difficilement ou pratiquement impossible à les fabriquer avec les machines existantes.

- Pour la grosse mécanique, il est fortement recommandé de déterminer les machines dont les mouvements d'avance en x, y et z doivent être automatisés par l'introduction de la commande numérique ;
- L'oxycoupage doit-être numérisé par commande numérique

Mots clés : Oxycoupage, Usinage, Commande Numérique, Pièce gauche, SolidWorks, Wincam

Liste des figures et tableaux

Liste des figures :

Chapitre I :Etude bibliographique sur les moyens de production en usinage

Figure I.1 : l'usinage dans une machine de tour et fraiseuse et perseuse	4
Figure I.2 : Matériaux des outils de coupe	10
Figure I.3 : Phénomènes relatifs à la coupe des matériaux à l'échelle mésoscopique	13
Figure I.4 : Les Zones de sollicitations en coupe orthogonale	14
Figure I.5 : Plan Référentiels les angles d'outil	15
Figure I.6 :Evolution de l'usure	16
Figure I.7 :condition de coupe	18
Figure I.8 : :Productivité comparée de diverses machines en fonction de leur degré d'automatisation	20
Figure I.9 : Changement automatique d'outil sur centre d'usinage	23.
Figure I.10 : Principe d'asservissement d'un organe mobile	26.
Figure I.11 : Exemple de bec électronique CN.....	28
Figure I.12 : Méthodes comparées de programmation.....	30

Chapitre II : Opportunité de modernier le parc machine des ATCx:

Figure II.1 : Division ATCx	33
Figure II.2 : Les machines en secteur usinage (tournage, fraisage, perçage).....	38
Figure II.3 : Le machines oxycoupage au niveau ATCx	39
Figure II.4 : soudages à l'électrode enrobée au niveau secteur soudeur et rechargement	39
Figure II.5 : réparation moteur électrique et machine-outil	40
Figure II.6: Principe d'asservissement d'un organe mobile.....	45

Chapitre III : Analyse de l'usinage de l'ensemble de racleur de décalaminage au niveau des ATCx:

Figure III.1 :Schéma de disposition des décalamineuse au niveau LAC	46
Figure III.2 : décalamineuse au niveau laminoir a chaud (LAC)	46
Figure III.3 : 3 a) croquis du Racleur (ATCx) b) Racleur en d'usinage	49
Figure III.4 : a) croquis du Racleur (ATCx) b) Racleur en d'usinage	56
Figure III.5 :a) croquis définition b) chape de guidage c) chape de guidage est fixation	64
Figure III.6 : a) croquis définition b) Tourillon.....	71
Figure III.7 : a) croquis définition b) plaque d'équilibrage.....	73
Figure III.8 : Racleur de décalaminage sous SolidWorks	

Chapitre IV : Amélioration de la gamme du procédé se fabrication d'ensemble de racleur :

Figure IV.1 : : Réglage des origines pièces (OP) et outils(OT) par rapport à l'origine OM. ..	.75.
Figure IV.2 : : Schéma de réglage de la programmation du dressage de face	76
Figure IV.3 : Schéma de réglage du chariotage de dégrossissage du profile de la bielle de racleur.....	77
Figure IV.4 : Schéma de réglage du chariotage de finition du profile de la bielle.....	78
Figure IV.5 : 1e Schéma de réglage tronçonnage de la bielle.....	79
Figure IV.6 : Figure 4.2 : Schéma de réglage des cotes pour l'usinage de la chape	84
Figure IV.7 : Usinage du trou Ø40 D10 par fra l s age de poche.....	85

Liste des tableaux:

Chapitre I : etude bibliographique sur les moyens de production en usinage :

Tableau I.1 : Défèrent type outils de tournage.....	6
Tableau I.2 : Défèrent type outils de fraisage (outils ARS).....	7
Tableau I.3: Défèrent type outils de fraisage (outils carbure).....	8
Tableau I.4 : Défèrent type outils de perçage	9
Tableau I.5 : généralités paramètres de coupe (tournage, fraisage.....	16

Chapitre II : opportunité de moderniser le parc ATCx

Tableau II.1 : moderniser les parcs machine des ATXc.....	45.
--	-----

Sommaire

Dédicace.....	
Remerciements.....	
Résumé.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des figures.....	
Introduction.....	

Chapitre I: Etude bibliographique sur les moyens de production en usinage

I.1 Généralité sur L'usinage	4
I.2 Les Différent Type de machines	5
I.2.1 Le tour :	5
I.2.2 La fraiseuse	5
I.2.3 Le perceuse	5
I.4 Les différents types de outils	5
I.4.1.les outils tournage	6
I.4.2.les outils fraiseage	7
I.4.2.1outilsARS	7
I.4.2.2 OUTILS Carbure	8
I.4.3 les outils perçage	8
I.5.1 Matériaux des outils de coupe.....	9
I.5.1.1 ARS	10
I.5.1.2 Carbures	10
I.5.1.3 Cermets	10
I.5.1.4 Céramiques	11
I.5.1.5 Nitrure de bore cubique (CBN).....	11
I.5.1.6 Diamant	11
I.6. Généralités sur la formation du copeau	11
I.6.1 Les principales zones de sollicitations	12
I.7.1 Géométrie de l'outil.....	14
I.7.2.1 Usure par effet mécanique	15
I.7.2.2 Usure par effet physico-chimique	15
I.7.2 La durée de vie	16

I.8.paramètres de coupe	16
I.8.1 principe	17
I.9.1 : commande numérique des machine outils	18
I.9.1 Généralité sur Commande numérique	18
I.9.2 Justification de la commande numérique	19
I.9.2.1 Automaticité.....	19
I.9.3 Constitution des MOCN	20
I.9.3.1 Influence de la CN sur la morphologie des machines.....	20
I.9.3.2 mouvements d’avance	20
I.9.3.3 approvisionnement en outil	21
I.9.3.4 approvisionnement en pièces	22
I.9.3.5 Évacuation des copeaux	22
I.9.3.6 Arrosage et soufflage	23
I.9.3.7 Guidages.....	23
I.9.3.8 Précision et contrôle.....	24
I.9.4.1Principe d’asservissement d’un organe mobile	25
I.9.4.2 Entraînement d’un organe mobile suivant un axe	25
I.10 Anatomie de la CN	26
I.10.1 Réalisation technologique	26
I.10.2 Bac électronique	27
I.10.3 Pupitre opérateur.....	28
I.11.1 Programmation des MOCN.....	29
I.11.2 Nature des instructions	30
I.11.3 Codification des instructions.....	31

Chapitre II: Opportunité de moderniser le Parc Machine des ATCx

II.1 présentation des ATCx	33
II.1.1 les ateliers d’usinage des ATCx	33
II.1.2 division ATCx	33
II.1.2.1 Service fabrication mécanique (FMC) :.....	34
II.1.2.2 Service fabrication métallique(FMT)	34
II.1.2.3. Service entretien électromécanique (EEM) :	34

II.1.2.3. Service entretien électromécanique (EEM) :	34
II.1.2.4.service technique (STE).....	34
II.1.2.5. Service contrôle qualité	34
II.1.2.6. Service gestion personnel	35
II.1.3 Le cahier des charges aux ATCx	35
II.1.3.1 clôture du dossier relatif à la commande	35
II.1.3.2 bureau de méthode	35
II.1.3.2 Bureau d'étude	36
II.1.3.3 Service de contrôle	36
II.1.4 Parc Machine	36
II.1.4.1 Principales action des ATCx	36
II.1.4.2 Équipements stratégiques des ATCx	37
II.1.4.3 Sécurité de travail	43
II.1.4.4: Analyse des Machines de découpe et d'usinage	44
II.1.4.5: 4Analyse du parc machine	45

Chapitre III : Analyse de l'usinage de l'ensemble Racleur de décalaminage au niveau des ATCx

III.1. Principe de fonctionnement de l'ensemble Racleur (décalamineuse).....	46
III.1.1 -Laveuse à brames (zone quarto)	47
III.1.1.1-Brise Oxyde (BO)	47
III.1.1.2décalamineuse secondaire (zone finisseuses).....	47
III.1.2 Élaboration de définition de l'ensemble Racleur sous SolidWorks	47
III.1.2. 1 Dessin de définition du Racleur	48
III.3.2.1.1Méthodologique de conception de Racleur sous SolidWorks.....	49
III. 1.2. 2 dessins de définition de bielle	56
III. 1.2. 3 dessins de définition de chape d'équilibrage et chape est de fixation	59
III.3.2.3.1Méthodologique de conception de chape de guidage et chape de guidage est fixation	60
III. 1.2. 4 dessins de définition tourillon	64
III.3.2.4.1Méthodologique de conception de Tourillon	64
III. 1.2. 5dessins de définition de plaque d'équilibrage.	69

III.3.2.5.1 Méthodologie de conception de plaque d'équilibrage	69
III.2. Analyse du dessin de définition de l'ensemble Racleur la pièce à fabriquer.....	71
III.2.1 Dessin de l'ensemble Racleur de décalaminage	71
III.4 construction de l'ensemble de racleur sous SolidWorks	73
III.4 construction de l'ensemble de racleur sous SolidWorks.....	73
III.5 : Mise en évidence de l'amélioration de la gamme d'usinage.....	74

Chapitre IV : Amélioration de la gamme du procédé de fabrication

d'ensemble de racleur

IV.1 : Gamme d'usinage de la bielle :.....	75
IV.2 Gamme d'usinage de la chape	83
IV.3 Gamme d'usinage de la Racleur.....	88

Sommaire

Introduction générale

Conformément au programme de formation de master en productique et fabrication mécanique, ce mémoire est réalisé en 2 phases.

La première phase consiste à effectuer un stage en entreprise de fabrication mécanique afin de prendre connaissance des moyens des différents produits fabriqués et des moyens de production. Elle consiste à acquérir les connaissances pratiques des procédés technologiques de fabrication, usinage, assemblage, soudage contrôle et autres, comprendre les procédures technico-économiques et l'organisation de la production de l'entreprise. L'objectif de cette première phase est de définir un sujet de fin d'études en relation avec l'entreprise.

La deuxième phase est de réaliser le projet de fin d'étude selon le plan de travail défini en fin de stages.

C'est dans ce contexte que le présent travail a été réalisé aux niveaux des ateliers centraux du complexe sidérurgique d'El-Hadjar.

Les ateliers centraux ont vu leur fonction avec la mise en service des principaux secteurs de productions du complexe sidérurgique en 1969. Ils sont aussi sollicités aussi pour sous-traiter avec des sociétés externes. Ils sont composés principalement de sections usinage, grosse mécanique et petite mécanique, de section de tôlerie et chaudronnerie (tôlerie-soudure-rechargement), de bureau d'étude et de méthode, de section de montage et démontage, de section de contrôle qualité.

Le parc de la section d'usinage est riche en machines conventionnelles comme les tours horizontaux, les tours verticaux, les fraiseuses, les aléseuses, les rectifieuses, les tailleuses d'engrenages, les perceuses radiales et à colonne les découpeuses et les scies mécaniques et les fours de traitements thermiques. Le parc de la section chaudronnerie est composée de 2 machines d'oxycoupage, de cintreuses, de cisaille de rouleuses, de grignoteuse de cisaille poinçonneuses de perceuses de 2 marteaux pillons, de soudeuse automatique et semi automatiques, de four de traitement thermique, et d'autres installations.

Aujourd'hui, le parc des ateliers centraux est appelé à être rénover et à moderniser eu égard aux différents progrès de la fabrication mécanique et des nouvelles technologies avancées de la fabrication mécanique. Donc, pour l'entreprise, il n'est pas question de procéder à cette

rénovation ou à cette modernisation sans une élaboration d'un plan d'action pour voir sa faisabilité progressivement, objectivement, à moindre coût et dans les meilleurs délais.

Le présent travail s'inscrit dans cette logique à travers l'étude de l'amélioration de la gamme de fabrication de l'ensemble racleur qui a été choisit en commun accord avec le personnel du bureau d'étude et de méthodes.

L'ensemble racleur est une pièce de finition de laminés au laminoir à chaud destiné à exécuter une opération de décapage pour éliminer la couche mince et adhérente d'oxydes formés à chaud à la sortie du train (calamine). Cette couche est décollée et dissoute dans des bains d'acide (sulfurique ou plus fréquemment chlorhydrique) dans lesquels la bande passe en continu avant d'être soigneusement rincée séchée et le plus souvent huilée. Elle permet aussi de calibrer l'épaisseur de la tôle laminée.

Le présent mémoire consiste donc à proposer une amélioration de la gamme de fabrication de l'ensemble racleur. Il est divisé en 4 chapitres.

Le premier chapitre est une étude bibliographique sur les moyens de fabrication des pièces mécaniques. Il renvoie vers les différentes méthodes d'usinage et les méthodes de découpage et de soudage des pièces. Il introduit aussi techniques d'automatisation par l'introduction de la commande numérique.

Le deuxième chapitre présente une étude sur l'opportunité de modernisation du parc machines des ateliers centraux. Il présente d'abord les objectifs et le rôle des ateliers centraux et il donne une liste des machines disponibles. Puis une analyse de ce parc a été réalisée afin de cerner les machines susceptibles d'être rénovées ou bien remplacées.

Le troisième chapitres présente une étude de conception et de numérisation des plans des pièces composants l'ensemble racleur. La conception a été réalisée sous le logiciel SolidWorks ; Chaque pièce a été conçu selon des techniques de conception bien définies. A titre d'exemple, bien que la bielle et le tourillon sont des pièces de révolution, simple à exécuter, la méthode de conception n'est pas la même. Autres exemples est la chape qui est une pièce prismatique et conçu avec des détails précis et concrets. Le racleur est conçu en respectant sa gamme de fabrication. Chacune des conceptions a été détaillée et expliquée. L'ensemble racleur a été réalisé en respectant la procédure et la chronologie de soudage des pièces.

Le quatrième chapitre est dédié à l'amélioration de la gamme de fabrication de l'ensemble racleur. Cette amélioration est réalisée dans la mesure du possible par l'introduction de la commande numérique. La gamme de fabrication est élaborée pour chaque pièce. Le grand avantage est que l'ensemble racleur offre différentes pièces dont la gamme d'usinage est élaborée différemment. On y trouve des pièces à usiner sur tour à commande numérique, des pièces à usiner sur centre d'usinage, des pièces d'oxycoupage et de grosses pièces à réaliser sur des fraiseuses spécifiques. Des programmes de simulations sont donnés sous le logiciel Wincam.

Enfin une conclusion ferme ces chapitres et une liste de références bibliographiques et données.

Deux annexes sur les normes des portes outils et plaquettes sont données.

Chapitre I

*Etude bibliographique sur les
moyens de production en
usinage*

I.1 Généralité sur L'usinage

L'usinage est une famille de techniques de fabrication de pièces mécaniques [1]. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision.

Lors de l'usinage d'une pièce, l'enlèvement de matière est réalisé par la conjonction de deux mouvements relatifs entre la pièce et l'outil : le mouvement de coupe (vitesse de coupe) et le mouvement d'avance (vitesse d'avance).

Il existe deux manières de générer la surface recherchée : par travail de forme ou par travail d'enveloppe. Dans le cas du travail de forme c'est la forme de l'arête tranchante de l'outil qui conditionne la surface obtenue. Dans le cas du travail d'enveloppe, c'est la conjonction des mouvements de coupe et d'avance qui définit la surface finale.

De nos jours, des machines-outils à commande numérique (MOCN), c'est-à-dire asservies par un système informatique (FAO), permettent d'automatiser partiellement ou totalement



Figure I.1 L'usinage dans une machine de tour et fraiseuse et peseuse [1].

I.2 Les Différent Type de machines

I.2.1 Le tour :

Cette machine sert principalement à usiner des pièces de révolution. La pièce est fixée dans le mandrin. Celui-ci est mis en rotation par le moteur de broche. L'outil suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux. Ces petits éléments de matière sont appelés les copeaux.[2].

I.2.2 La fraiseuse :

Dans le cas du fraisage: l'outil tourne, la pièce se déplace. Les centre de fraisage comportent généralement 3 axes (que l'on peut commander individuellement pour faire des formes complexe : hélices...) et un plateau tournant pour présenter toutes les faces de la pièce devant la broche.

On peut aussi imaginer de monter l'outil au bout un bras de robot. L'outil tourne, la pièce se déplace par rapport à l'outil. Cela permet de réaliser des formes planes, des moules.... .

I.2.3 Le perceuse

Le perçage est une forme de fraisage avec une caractéristique particulière: l'outil doit plonger dans la matière. IL faut donc qu'il soit capable de Couper au center (zone ou la vitesse de coupe est nulle).

Le foret le plus courant est en ARS, il peut être revêtu d'une Couche de carbure (couleur or), mais il existe des fraises à percer, l'arête de coupe étant formée de deux plaquette se chevauchant au centre, afin de pouvoir couper le centre du trouche.

I.4 Les différent types de outils

Les outil permettent d'enlever le copeau .la géométrie de l'outil directement sur les formes usinables sur la pièce [3]. .Ceci vous sera présenté plus loin. Tout d'abord, on va s'attarder sur les outils eux-mêmes.

I.4.1.les outils tournage

On choisit la forme de l'outil en fonction de l'opération à effectuer (ébauche ou finition) et de la forme de la pièce à réaliser.

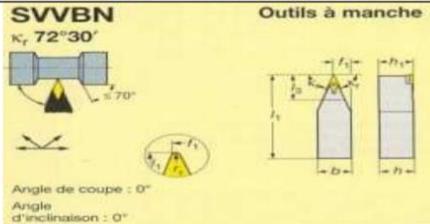
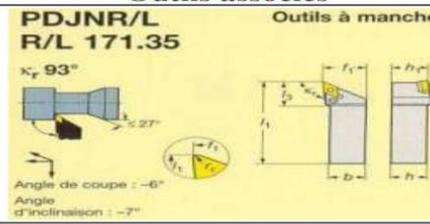
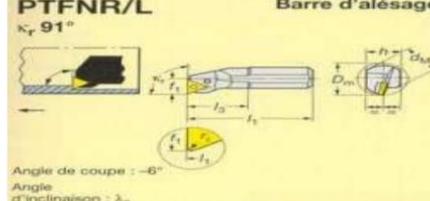
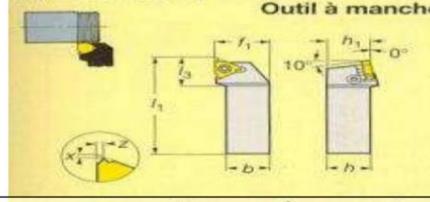
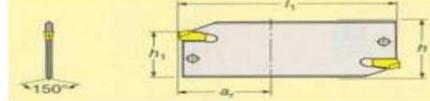
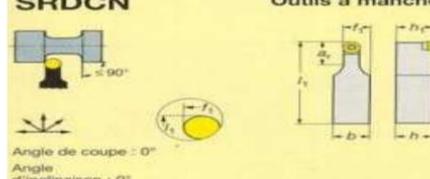
Type d'opération	Outils associés
<p>Finition pastille pointue Cet outil permet de réaliser des formes complexes telles que les sphères, des rainures des angles vifs. Cet outil est bien plus fragile qu'une pastille ronde, l'état de surface obtenu est souvent moins bon qu'avec une pastille ronde.</p>	<p>SVVBN $K_r 72^\circ 30'$ Outils à manche  Angle de coupe : 0° Angle d'inclinaison : 0°</p>
<p>Finition La finition est le dernier usinage d'une surface. On cherche le plus souvent une bonne qualité de surface : dimensions, forme et rugosité dans les tolérances de la fabrication. Les efforts sont plus faibles que pour une ébauche, l'outil est donc plus mince.</p>	<p>PDJNR/L R/L 171.35 $K_r 93^\circ$ Outils à manche  Angle de coupe : -6° Angle d'inclinaison : -7°</p>
<p>Perçage Cette opération définit l'obtention d'un trou quelconque dans une pièce. On y associe des outils de perçage : les forets.</p>	
<p>Alésage Cette opération définit l'obtention d'un trou de qualité dans une pièce. On y associe des outils de perçage bien précis : les alésoirs ou les outils à aléser et dresser.</p>	<p>PTFNR/L $K_r 91^\circ$ Barre d'alésage  Angle de coupe : -6° Angle d'inclinaison : 3_0</p> 
<p>Filetage / taraudage ou gorge intérieure / extérieure On utilise un porte outil commun pour réaliser des filetages (taraudages), seule la plaquette carbure change en fonction du pas de filetage à obtenir ou de la largeur de la gorge à réaliser.</p>	<p>R/L166.4FG Outil à manche </p>
<p>Tronçonnage Cet outil permet de couper une pièce en 2 parties. On utilise une lame à tronçonner.</p>	
<p>Finition pastille ronde Cet outil permet de réaliser des formes complexes telles que les sphères ou des rainures.</p>	<p>SRDCN Outils à manche  Angle de coupe : 0° Angle d'inclinaison : 0°</p>

Tableau I.2 Différent type outils de TOURNAGE

I.4.2.les outils fraisage

I.4.2.1 outilsARS

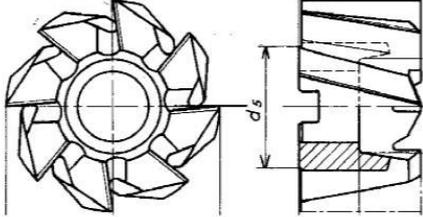
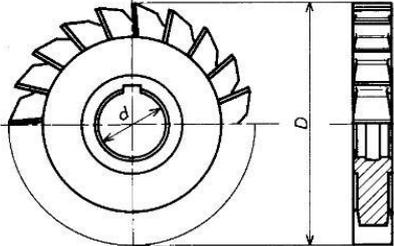
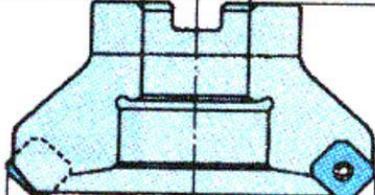
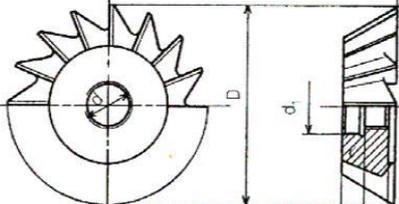
<p>Fraise deux tailles ARS</p>	<p>Usinages de plans. La fraise est en ARS. Cette fraise, une des plus courante, est remplacée par des fraises carbure.</p>	
<p>Fraise deux tailles à plaquettes rapportées</p>	<p>Fraise carbure, de défonçage. Cette fraise permet des ébauches rapides, mais ne permet pas de plonger dans la matière (pas de « coupe au centre »)</p>	
<p>Fraise 3 tailles</p>	<p>Fraise pour usiner les rainure. 3 plans sont usinés dans une seule passe.</p>	
<p>Fraise à surfacer</p>	<p>Fraise carbure à surfacer pour usiner des grands plans.</p>	
<p>Fraise conique de forme</p>	<p>Fraise de forme pour usiner des rainure de queue d'aronde.</p>	

Tableau I.3 Différent type outils de fraisage (outils ARS) [3].

I.4.2.2 OUTILS Carbure

Pour améliorer les performances des outils, l'arête de coupe est placée sur une plaquette amovible en carbure. Ce matériau est très résistant à l'ARS. La plaquette carbure est obtenue en comprimant différentes poudres de carbure. Dès que l'arête de coupe est usée, il suffit de changer la plaquette.

Dans l'atelier, les outils suivant sont à plaquette carbures : fraise à surfacer Ø63, fraise 2 tailles Ø16, outil de tournage d'ébauche et de finition.

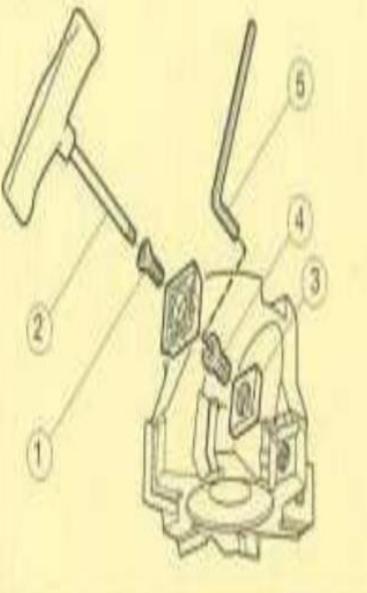
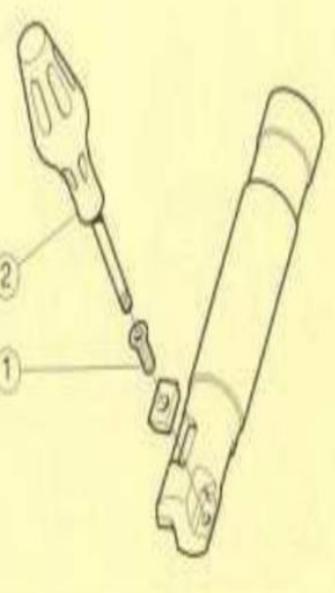
Fraise à surfacer	Fraise 2 tailles	Outil d'ébauche
<p>R/L290</p> 	<p>R215.44</p> 	<p>Pièces en option Vis U-Lock Vis Torx A B Plaquette Vis de cale-support Cale-support</p> 

Tableau I.3 Différent type outils de fraisage (outils carbure) [2].

I.4.3 les outils perçage

Cette opération définit l'obtention de tour quelconque dans une pièce .on associe des outils de perçage : les forets

Foret à centrer	Foret à pointer	Foret	Alésoir	Fraise à lamer
				
A utiliser pour situer l'axe d'une pièce en tournage	A utiliser pour positionner un perçage	Pour percer des trous (tolérance H10)	Pour la finition d'un trou de bonne qualité (tolérance H7)	Pour noyer une tête de vis Chc

Tableau I.4 Différent type outils de perçage [2].

I.5.1 Matériaux des outils de coupe

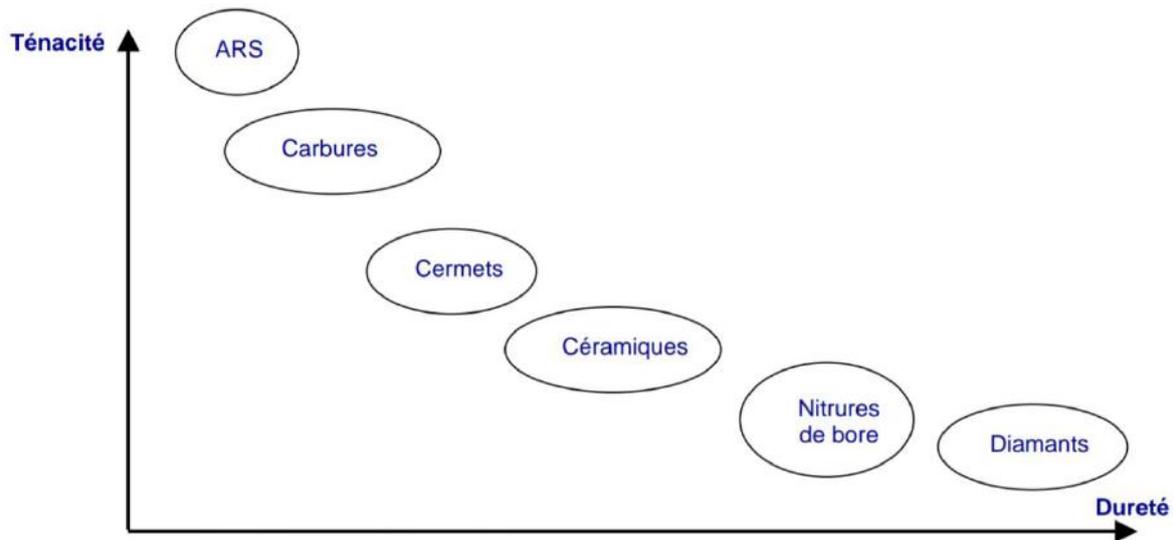


Figure I.2 Matériaux des outils de coupe [3].

I.5.1.1 ARS :

Les outils ARS (Acier Rapides Supérieurs) sont élaborés à partir d'un acier faiblement allié subissant un traitement thermique. IL est toujours utilisé pour certains types d'outils comme les forets, ou les outils nécessitant un angle de tranchant très faible.

ILS ne permettent pas une vitesse de coupe élevée car un échauffement trop important élimine la trempe de l'outil, et crée donc un effondrement rapide de l'arête de coupe.

Fabrication: par coulée en coquille ou par métallurgie des poudres Composition: 0,7 % de Carbone minimum .

4 % de Chrome environ Tungstène, Molybdène, Vanadium Cobalt pour les plus dures.

Dureté: de 63 à 66 Hrc

I.5.1.2 Carbures:

Les outils carbures sont les plus utilisés actuellement. IL en existe de toutes formes pour chaque type de matériau et pour chaque type d'usinage. ILS se présentent sous la forme d'une plaquette que l'on vient fixer sur un Porte outil. Le remplacement de la plaquette est donc très rapide. ILS sont souvent revêtus d'un carbure plus dur. On obtient ainsi une plaquette dont le noyau est tenace et dont la surface extérieure est très dure.

Fabrication: par frittage de poudre, puis revêtement

Composition: Noyau en carbure de tungstène (T° de fusion 2600°)

Ou en carbure de titane (3100°), ou tantale (3780°) ou niobium (3500°) Liant: cobalt: le plus courant ou nickel.

Revêtement en oxyde d'aluminium (céramique appelée corindon: Al_2O_3)

I.5.1.3 Cermets:

Ce nom vient de céramique-métal car il représente les carbures ayant des particules de Titane, de carbonitride de Titane ou de nitrure de Titane.

Ces outils doivent être alliés à du carbure de Molybdène pour augmenter leur ténacité.

Ils sont utilisés pour des grandes vitesses de coupe associées à de faibles avances, donc pour de la finition.

Le matériau étant fragile, IL ne faut pas d'interruption de coupe (plan de joint...).

I.5.1.4 Céramiques:

Ce sont, pour les outils de coupe, les oxydes et les nitrures: oxyde d'aluminium et nitrure de silicium.

Les céramiques ont une grande dureté (donc une faible ténacité) avec une grande stabilité à haute température et aucune réaction avec la matière usinée.

Les céramiques permettent un grand débit de matière, mais nécessitent une grande stabilité de la machine, un strict respect des conditions de coupe et une méthode d'usinage adaptée (approche de l'outil).

I.5.1.5 Nitrure de bore cubique (CBN)

Le CBN offre une très grande dureté, c'est le matériau le plus dur après le diamant. IL comporte l'avantage par rapport au diamant de ne pas s'oxyder à haute température. IL est aussi utilisé pour faire des meules de rectification, pour usiner les pièces dures...

Son utilisation requiert

- ❖ Une machine stable
- ❖ Une grande rigidité de la pièce et du Porte pièce
- ❖ Un arrosage

I.5.1.6 Diamant

L'utilisation du diamant est fortement répandue comme constituant des meules, ou des grains de ré-affûtage des meules.

IL a un faible coefficient de frottement Ce qui limite l'apparition d'arête rapportée (donc peut d'encrassage).

Par contre, son énorme inconvénient réside dans sa non-stabilité à haute température. Un diamant soumis à une température de plus de 650 ° se transforme en un vulgaire morceau de graphite... On ne peut donc pas l'utiliser pour les matériaux ferreux.

Par contre, il convient aux matériaux non ferreux s'usinant à base température: alliage d'aluminium, de cuivre, de magnésium, résines thermodurcissables.

I.6. Généralités sur la formation du copeau:

L'enlèvement de matière se fait par action mécanique d'un outil coupant. Dans le cas de La coupe orthogonale en régime stationnaire, la force exercée par l'outil lors de son Engagement dans la matière provoque, à l'échelle mésoscopique, une forte compression de la Matière (une déformation plastique et un échauffement considérable). Elle engendre des zone De cisaillement entre les faces de l'outil et la matière. [4]

La compréhension de ces phénomènes n'est pas aisée. Il s'agit d'un problème faisant Intervenir de nombreuses disciplines telles que :

- La métallurgie (transformations structurales, dislocations, fissuration) ;
- La thermodynamique (l'échauffement, écoulement) ;
- La tribologie (frottement, contact, usure) ;
- La métrologie (dimensionnelle, macro et micro géométrique, intégrité des surfaces)
- La mécanique des matériaux (loi de comportements de type viscoplastique à des Températures et des vitesses de déformation importantes) ;
- La mécanique des milieux continus (contraintes résiduelles, déformations, vitesse De déformation.) ;
- La mécanique des solides (efforts, dynamique, vibrations. . .).

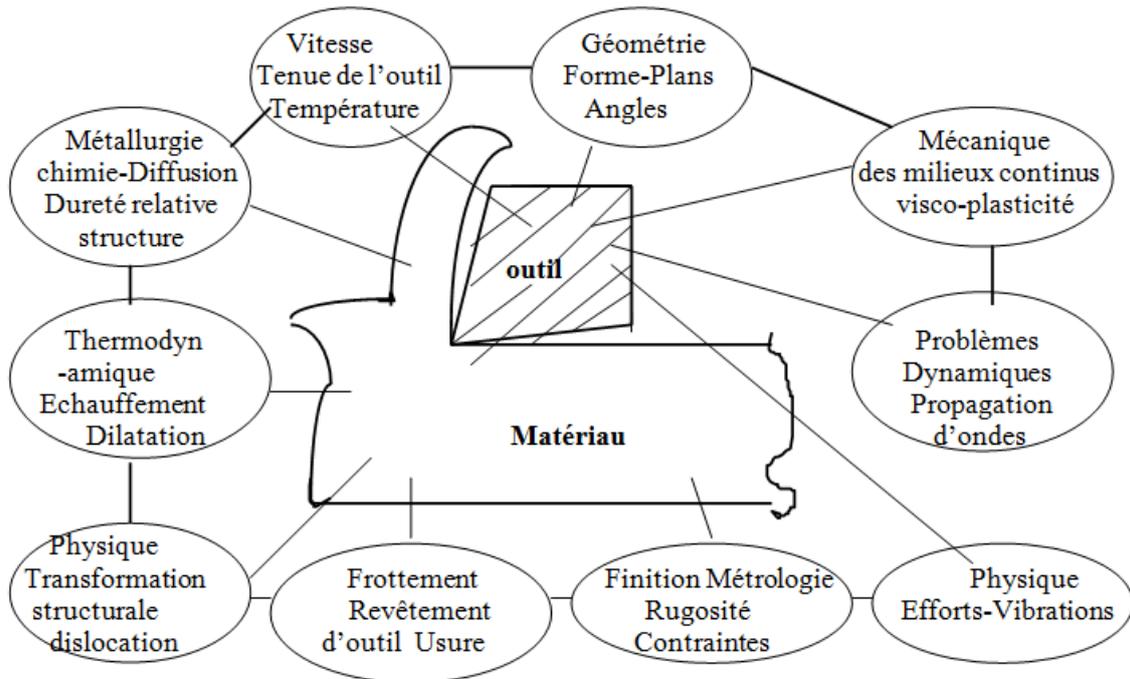


Figure I.3 Phénomènes relatifs à la coupe des matériaux à l'échelle mésoscopique (arête/matière). [4]

I.6.1 Les principales zones de sollicitations

De nombreuses études numériques et expérimentales ont montré que la formation de copeaux se caractérise par l'apparition des quatre zones de sollicitation de l'outil (Figure I.4). [5]

Zone 1 : C'est la zone de séparation en deux parties de la matière engendrée par l'arête de l'outil. C'est dans cette zone que peut se former une arête rapportée si la vitesse de coupe est insuffisante. Cette zone est appelée zone morte.

Zone 2 : Elle est dite zone de cisaillement primaire. C'est la zone de formation du copeau. La matière change de direction et passe de la vitesse de coupe VC à la vitesse d'écoulement du copeau V_{cop} . Elle est le siège de sollicitations intenses qui s'étendent de la pointe de l'outil jusqu'à la surface libre du copeau. Elle se manifeste sous forme d'importantes déformations plastiques créatrices de chaleur dont l'intensité conditionne une grande partie du flux de chaleur transmis à l'outil.

Zone 3 : D'un point de vue macroscopique, la vitesse de frottement du copeau sur la face de coupe est différente à celle de la coupe. En effet, le copeau possède une section h différente de l'épaisseur initiale f . Le rapport (h/f) correspond à celui d'une compression.

Concrètement ce rapport est généralement compris entre 2 et 3. Ceci donne une vitesse Copeau : $V_c/3$ et $V_c/2$. A l'échelle microscopique, les phénomènes d'adhésion ralentissent D'avantage l'écoulement de la matière donnant lieu à un cisaillement plastique de la matière Appelée zone de cisaillement secondaire. Dans cette dernière, la matière est soumise à de Forts taux de cisaillement donc elle subit une forte élévation de température en plus de celle d La zone de cisaillement primaire. Cette zone donne lieu à divers phénomènes d'usure : Usure par abrasion, causée par la présence des particules dures à l'interface outil copeau Usure par diffusion des composés de l'outil vers le copeau sous l'activation thermique. Ces deux usures sont responsables de l'apparition des cratères sur la face de coupe de l'outil.

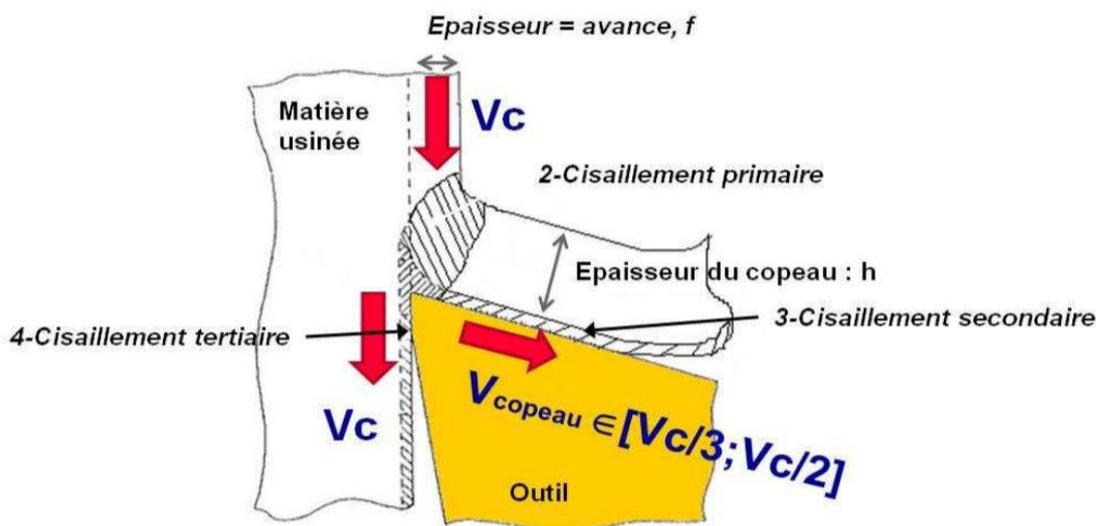


Figure I.4: Les Zones de sollicitations en coupe orthogonale [5].

Zone 4 : Au niveau du rayon d'arête et la face de dépouille de l'outil, il se produit les Phénomènes de frottement. Dans ce cas, la vitesse de frottement macroscopique est égale à la vitesse de coupe. À l'échelle microscopique, les phénomènes d'adhésion conduisent à un Cisaillement plastique important (cisaillement tertiaire). Ces derniers sont moins intenses par Rapport à la zone 3. Ils sont responsables de la qualité de la surface usinée, de sa rugosité et Des contraintes résiduelles.

Les contraintes mécaniques couplées avec l'élévation de la température sont des sources de Plusieurs phénomènes physiques et chimiques. Ces derniers conduisent à des modifications de structures.. Ces transformations dans les couches limites et les points de contact provoquent la Dégradation rapide de l'outil. On note que ces phénomènes dépendent des conditions de coup La température est gouvernée par les phénomènes tribologiques produits. L'évolution de L'usure d'un outil de coupe est liée étroitement à la distribution de la température le long de

L'interface outil/copeau.

I.7.1 Géométrie de l'outil

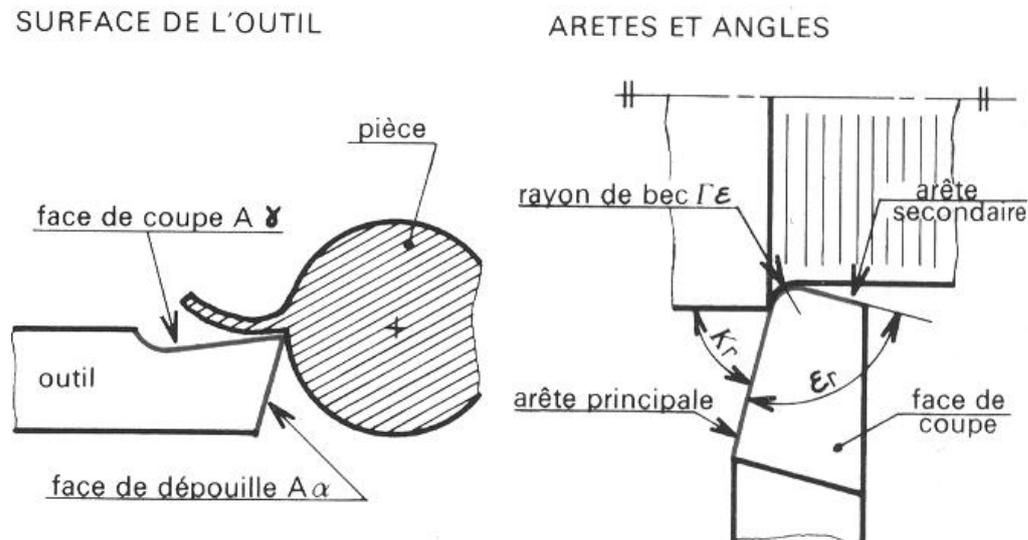


Figure I.5: Plan Référentiels les angles d'outil [3].

I.7.2.1 Usure par effet mécanique

Usure adhésive (régie par equation de Burwell et Strang). Soit « Ar » surface réelle de contact,

« Aa » surface apparent de contact, on peut avoir $A_r/A_a=10^{-5}$. Les pressions de contact sont donc très grandes et le risque d'avoir adhesion important.

Usure abrasive (à sec): les particules de métal se glissent entre l'outil et la pièce.

Usure érosive: même phénomène que précédemment, en présence d'un lubrifiant.

I.7.2.2 Usure par effet physico-chimique

Usure corrosive: au contacts de l'air, d'un lubrifiant, à haute temperature. Transfert des particules de l'outil vers le copeau.

Usure par diffusion: apparaît pour des vitesses élevées.

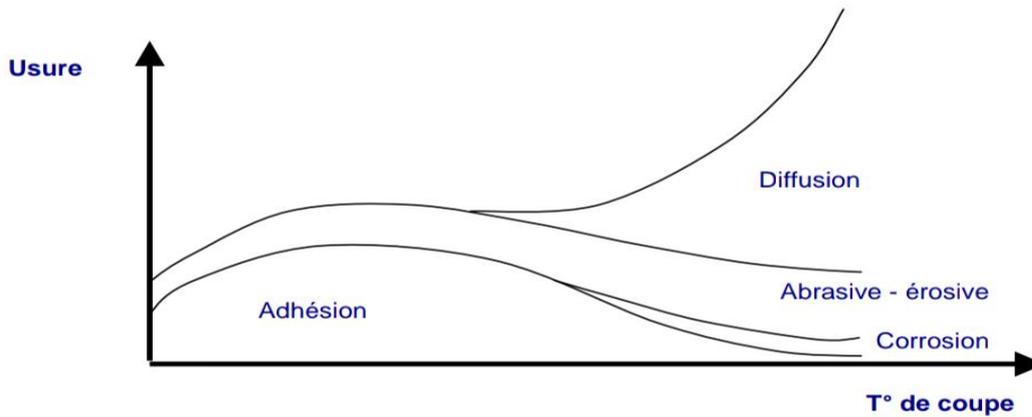


Figure I.6: Évolution de l'usure [3]

I.7.2 La durée de vie

Ce paramètre est déterminé par le travail d'un outil coupant entre :

- Deux affutages successifs d'un outil Monobloc d'un à plaquette brasée [2].
- Deux remplacements successifs d'un outil à plaquette amovible, suite à la détérioration des critères d'usinage établis.

Cette caractérisation est étroitement liée à l'usure.

La durée de vie représente un facteur très important qui limite la production. Il est donc nécessaire, dans la recherche des conditions de coupe optimales, de connaître les lois d'usure des outils de coupe.

I.8. paramètres de coupe

Tournage

symbole	Désignation	Unité	Calcul
V_c	La vitesse de coupe	m/min	Imposé par le fabricant d'outil
N	la vitesse de broche	trs/min	$V_c = \frac{\pi D N}{1000}$
f	l'avance par tour	mm/trs	Fonction de la rugosité désirée, du copeaux mini
a	la profondeur de passe radiale	mm	1/3 de la largeur de la plaquette maxi. Fonction du diagramme brise copeaux
h_m	Epaisseur moyenne du copeaux	mm	
D	Diamètre usiné		
T	le temps de coupe	min	$T = \frac{l}{fN}$

Fraisage

symbole	Désignation	Unité	Calcul
V_c	La vitesse de coupe	m/min	Imposé par le fabricant d'outil
V_f	Vitesse d'avance pour le fraisage	mm/min	$V_f = f * n * N$
N	la vitesse de broche	trs/min	$V_c = \frac{\pi D N}{1000}$
f	l'avance par dent	mm/dents	Fonction de la rugosité désirée, du copeau mini
n	Nombre de dents sur la fraise		
a	la profondeur de passe radiale	mm	1/3 de la largeur de la plaquette maxi. Fonction du diagramme brise copeaux
h_m	Epaisseur moyenne du copeaux	mm	
D	Diamètre usiné		
tc	le temps de coupe	min	$T = \frac{l}{fnN}$

I.5.tableau généralités paramètres de coupe (tournage, fraisage). [3]**I.8.1 principe**

Lors d'un usinage par enlèvement de matière, on se retrouve, dans la majorité des cas, dans la configuration suivant ;

Une lame d'outil pénètre dans la matière et enlève un copeau.

L'outil suit une trajectoire par rapport à la pièce à usiner .ces mouvement sont assurés par les éléments constitutifs de la machine-outil. [3]

Pour obtenir un travail satisfaisant (bon état de la surface usinée, rapidité de l'usinage, usure modérée de l'outil,...) on doit régler paramètres de la coupe.

Il y a plusieurs critères qui permettent de définir les paramètres de la coupe, notamment :

- Le type de machine (tournage, fraisage, perçage)
- La puissance de la machine
- La matière usinée (acier, aluminium)
- La matière de l'outil (ARS, carbure)
- Le type de l'opération (perçage, chariotage, surfaçage)

L'objectif final c'est d'obtenir une pièce usinée dans de bonnes conditions pour cela il faut déterminer certains paramètres spécifiques :

- La vitesse de coupe : V_c
- La vitesse d'avance : F
- La profondeur de passe : a

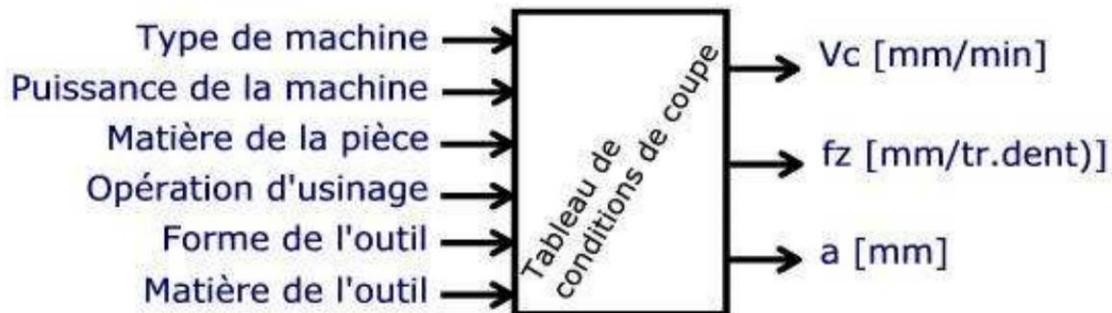


Figure I.7: conditions de coupe

I.9 COMMANDE NUMÉRIQUE DES MACHINES-OUTILS

est une Compte tenu du parc machines-outils des ATCx qui est initialement depuis un demi-siècle, principalement composé de machines conventionnelles destinées pour la fabrication de pièces mécaniques pour répondre au besoin du complexe sidérurgique d'El Hadjar en pièces de rechanges particulièrement les grosses pièces et les pièces mécano-soudées, en production unitaire et petite série, il existe aujourd'hui un réel besoin d'amélioration des moyens de production de l'entreprise soit en rénovant l'existant, soit en modernisant es machines soit en remplaçant des machines par des machines intelligentes, et ainsi assurés la production conformément aux normes internationales.

Aujourd'hui la commande numérique (CN) est une technologie bien intégrée dans le monde de l'usi Conçue pour piloter le fonctionnement d'une machine à partir des instructions d'un programme sans intervention directe de l'opérateur pendant son exécution, elle a, dans un premier temps, permis de franchir un pas important dans l'automatisation des machines-outils traditionnelles. Tours, fraiseuses, perceuses et aléseuses sont ainsi devenues capables

d'assurer, en quantité comme en qualité, une production à peine imaginable quelques années nage. Auparavant. La CN est également à l'origine de nouvelles conceptions de machines polyvalentes comme le centre d'usinage, le centre de tournage, la machine de découpage et les machines intelligentes et autres.

I.9.1 Généralité sur Commande numérique

La CN est une technique utilisant des données composées de codes alphanumériques pour représenter les instructions géométriques et technologiques nécessaires à la conduite d'une machine ou d'un procédé. [6]

C'est également une méthode d'automatisation des fonctions des machines ayant pour caractéristique principale une très grande facilité d'adaptation à des travaux différents. À ce titre, la CN constitue l'un des meilleurs exemples de pénétration du traitement de l'informations dans les activités de production.

Exploitant au maximum les possibilités de la micro-informatique, toutes les données sont traitées en temps réel, c'est-à-dire au moment où elles sont générées, de manière à ce que les résultats du traitement contribuent également à piloter le processus.

Après une première génération de CN à logique câblée sont apparues les commandes numériques par calculateur (CNC), ou par ordinateur, qui intègrent un ou plusieurs ordinateurs spécifiques pour réaliser tout ou partie des fonctions de commande.

Tous les systèmes de CN commercialisés actuellement contenant au moins un microprocesseur, les termes CN et CNC peuvent être considérés comme des synonymes. Pour des raisons de simplicité, le terme CN sera le seul utilisé tout au long de cet article.

I.9.2 Justification de la commande numérique

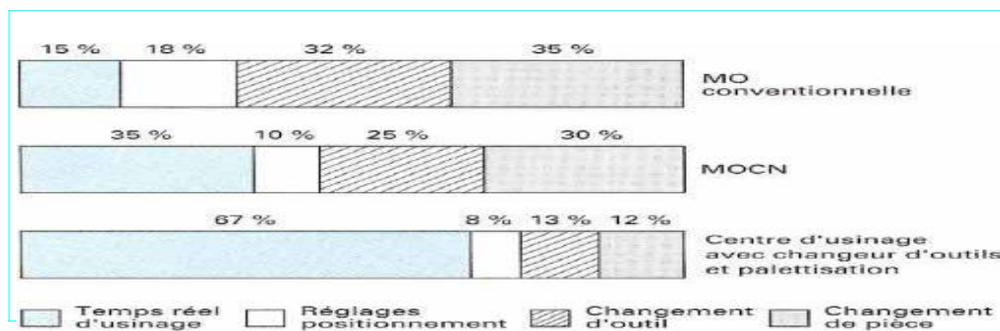
I.9.2.1 Automaticité

Le premier avantage d'une CN est d'offrir aux machines qui en sont équipées un **très haut niveau d'automaticité**. Sur de telles machines, l'intervention de l'opérateur nécessaire pour assurer la production de pièces peut être considérablement réduite voire supprimée.

De nombreuses MOCN peuvent ainsi fonctionner sans aucune assistance pendant toute la durée de leur cycle d'usinage, laissant l'opérateur libre d'accomplir d'autres tâches en dehors

du poste de travail. Cette caractéristique présente par ailleurs un certain nombre d'avantages moins palpables mais tout aussi importants, tels qu'une diminution notable de la fatigue de l'opérateur, moins d'erreurs d'origine humaine et un temps d'usinage constant et pré-visible pour chaque pièce d'une même série.

Si l'on compare une MO conventionnelle et une MOCN, on peut considérer que le temps copeau est assez voisin sur les deux types de machines. En revanche, la productivité comparée de diverses catégories de machines de niveaux d'automatisation différents, c'est-à-dire ce même temps copeau ramené au temps effectif de production, est très différente compte tenu de la réduction importante des temps non productifs que l'on enregistre sur les machines à fort taux d'automatisation.



Fuguer I. 8– Productivité comparée de diverses machines en fonction de leur degré d'automatisation. [6]

Il est par ailleurs admis que le niveau de performances très élevé atteint par les MOCN conduit les constructeurs à prévoir des dispositifs de protection très élaborés (contre les projections de copeaux ou de liquide d'arrosage, notamment) qui ne s'imposent pas nécessairement sur une MO conventionnelle.

I.9.3 Constitution des MOCN

I.9.3.1 Influence de la CN sur la morphologie des machines

Pour s'adapter à l'accroissement exceptionnel de productivité que permet la technologie CN, la constitution mécanique des MO a dû être totalement repensée. [7]

I.9.3.2 mouvements d'avance

L'asservissement précis, rapide et stable de la position des différents organes mobiles (pièce ou outil selon la machine), a conduit les constructeurs de machines à redessiner complètement leurs systèmes d'entraînement. Une attention particulière a notamment été apportée sur les notions de rigidité, de réduction des frottements et de maîtrise des forces d'inertie de manière à favoriser des mouvements fréquents à vitesses et accélérations élevées, sans **apparition d'usure intempestive ni perte de précision.**

La plupart des solutions retenues pour la réalisation des déplacements adoptent des solutions faisant appel à des **moteurs à faible inertie et fort couple**, des **vis à billes précontraintes** et des principes de **montage rigide sans jeu.**

I.9.3.3 approvisionnement en outil

L'automatisation de la gestion des outils est un facteur déterminant de la productivité des MOCN. C'est pourquoi la majorité d'entre elles sont équipées de **Mécanismes de changement automatique de leurs outils** qui apportent une très grande souplesse d'utilisation en permettant la réalisation d'opérations variées sans la présence d'un opérateur.

Un changeur automatique d'outils se compose d'une réserve d'outils (ou magasin) et d'un dispositif de transfert chargé de véhiculer l'outil du magasin vers le poste de travail de la machine et vice-versa, conformément aux instructions du programme d'usinage de la CN. Il existe plusieurs sortes de *magasins d'outils* :

- circulaire (à disque ou à tambour) ;
- à chaîne (simple, double ou triple) dont la capacité peut dépasser 100 outils ;
- à cartouche comportant plusieurs emplacements (ou cases).

La rotation du magasin peut s'effectuer dans un seul sens ou dans les deux, cette dernière solution permettant de sélectionner l'outil à changer par le chemin le plus

court. En fonction de la gestion d'outils adoptée sur la machine, l'outil peut être sélectionné dans un Ordre séquentiel fixe ou aléatoire. Dans ce cas, il est remplacé n'importe où dans le magasin, une codification étant prévue soit sur l'outil ou sur l'emplacement du magasin pour lever toute ambiguïté.

Le Mécanisme de transfert se présente généralement sous la forme d'un bras pivotant qui enlève simultanément les outils de la broche de la machine et du magasin d'outils et les dépose en sens inverse après une rotation à 180° (figure 16).

Le choix d'un changeur d'outils est lié à plusieurs facteurs :

- le temps de changement d'outil de copeau à copeau ;
- la possibilité d'extension du magasin d'outils ;
- la facilité de rechargement du magasin.

I.9.3.4 approvisionnement en pièces

Les temps de montage et de démontage de la pièce revêtent souvent une importance non négligeable dans la productivité d'une MOCN.

Les temps Sur les machines à pièces tournantes, les solutions retenues sont les suivantes :

- bras manipulateurs situés à l'extérieur de la machine ;
- robots au sol pouvant desservir plusieurs machines ;
- portiques conçus pour le transfert de pièces par la partie supérieure du poste de travail.

Sur les machines à outils tournants, les systèmes à palettes sont actuellement les équipements les plus répandus. Ils présentent l'avantage de monter et de démonter les pièces en temps masqué hors du poste de travail avant d'être transférées sur la table de la machine au moment opportun.

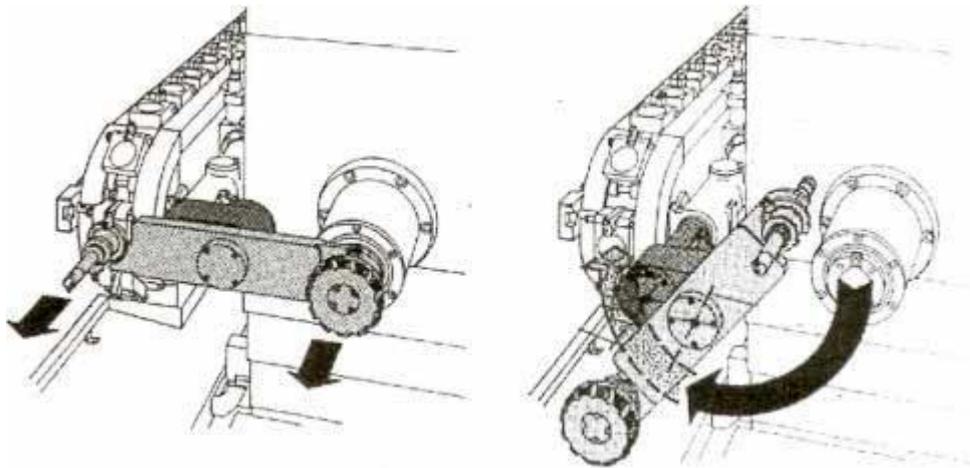


Figure I.9 – Changement automatique d’outil sur centre d’usinage [7].

I.9.3.5 Évacuation des copeaux

Le débit de copeaux très important qu’engendre un travail sur MOCN impose de prévoir des **dispositifs destinés à favoriser leur récupération et à automatiser leur évacuation :**

- bancs inclinés sur les tours horizontaux ;
- carénages conçus de manière à canaliser à la fois le liquide
- Arrosage abondant (parfois même surabondant) pour évacuer les copeaux par entraînement
- présence de buses de lavage orientées pour éviter l’accumulation des copeaux dans des endroits critiques de la machine ;
- fractionnement des copeaux pendant l’usinage (géométrie d’outil adaptée, présence de brise-copeau sur l’outil, régulation programmée du mouvement d’avance) ;
- adaptation d’un convoyeur mécanisé, à vis sans fin ou à chaîne, conçu pour évacuer les copeaux hors de la machine et les déverser dans un bac extérieur.

I.9.3.6 Arrosage et soufflage

Un arrosage abondant doit être prévu pour refroidir la pièce et faciliter l’évacuation des copeaux. Un débit minimal de 20 L/min et une pression supérieure à 2 bars sont souhaitables pour les opérations D’usinages courants. L’utilisation d’outils avec arrosage par le centre conduit à choisir des pressions plus élevées pouvant atteindre 10 Bar.

Le liquide est stocké dans un bac dont la contenance correspond à environ 5 fois le débit à la minute de la pompe. Les volumes du bac et son refroidissement contribuent dans une large mesure à la stabilité Thermique de la machine.

I.9.3.7 Guidages

Une MOCN se caractérise essentiellement par la précision de déplacement de ses organes mobiles et par des efforts d'usinage importants. [7] L'assurance d'un asservissement précis, rapide et stable de la position des différents chariots a donc conduit à concevoir de nouvelles solutions pour leurs guidages.

L'un des points les plus délicats à régler a été d'éliminer le phénomène de mouvement saccadé (stick-slip) qui se produit principalement lors de faibles avances des chariots de la machine.

Les remèdes apportés ont été les suivants :

— réalisation de surfaces grattées pour assurer un meilleur

Maintien du lubrifiant ;

— lubrification automatique et sous pression des guidages ;

— remplacement du glissement par un roulement en adoptant des

Patins à recirculation de rouleaux cylindriques ;

— adoption de matériaux à faible coefficient de frottement (matériaux Composites, notamment) ;

— utilisation de lubrifiants spéciaux ;

— développement de guidages hydrostatiques

I.9.3.8 Précision et contrôle

Les MOCN sont contrôlées suivant des normes françaises et internationales (cf. Pour en savoir plus, en ce chapitre qui spécifie leur précision de mise en position et leur précision géométrique.

Le contrôle de la précision de positionnement a pour but essentiel de vérifier la qualité de la CN et les performances des asservissements sur les axes.

Le moyen le plus utilisé pour effectuer ces contrôles successifs en un même point de la machine est l'Interféromètre laser. Compte tenu de la longueur d'onde de son rayon lumineux (laser hélium-néon), ce système offre, par sa résolution de $0,16 \mu\text{m}$, une possibilité de mesure de longueur d'une très grande précision.

Le contrôle de la précision géométrique est généralement effectué à partir des résultats obtenus lors de l'usinage d'une pièce type.

Le contrôle Capable de fournir des indications précieuses sur la géométrie de la machine et sur la capacité de réaction de ses asservissements, un procédé plus récent fait appel à un

dispositif appelé Ball-bar, que l'on peut traduire par tige instrumentée à boules (figure 6b). Un Ball bar est constitué d'une tige télescopique contenant un capteur qui mesure ses variations de longueur avec une précision de 1 μm .

La tige est terminée à ses deux extrémités par une boule sphérique de haute qualité, chaque boule étant placée sur un support dégageant trois points de contact qui fournissent une rotation sans jeu. L'un des supports est fixé magnétiquement sur la table, l'autre est pris en pince dans la broche de la MOCN. Le test de géométrie est réalisé en programmant un parcours circulaire de la broche dans un plan.

Le capteur enregistre les variations de ce parcours par rapport au parcours théorique programmé et transmet les informations correspondantes à un PC qui établit un diagnostic précis sur les principaux défauts de la géométrie de la machine et sur l'erreur de poursuite due aux asservissements [7].

I.9.4.1 Principe d'asservissement d'un organe mobile

La fonction principale d'une CN est de contrôler en permanence les déplacements des divers organes mobiles de la machine, en vitesse comme en position. **Chaque axe de déplacement est donc assujéti à un asservissement en boucle fermée**, dont le principe consiste à mesurer continuellement la position réelle du mobile et à la comparer avec la grandeur d'entrée, ou position de consigne, que délivre la CN pour atteindre la nouvelle position programmée. Dès que l'écart entre les deux mesures s'annule, le mobile s'arrête. Le déplacement de la table ou de l'outil d'un point à un autre implique la connaissance :

- de l'axe (X, Y, Z,...) sur lequel le déplacement doit s'effectuer ;
- des coordonnées du point à atteindre ;
- du sens de déplacement (+ ou -) ;
- de la vitesse de déplacement de la table ou de l'outil.

Les CN modernes permettent de contrôler simultanément plusieurs axes linéaires ou rotatifs (en général de 2 à 5) et de les interpoler entre eux afin de suivre avec précision une trajectoire quelconque dans l'espace.

I.9.4.2 Entraînement d'un organe mobile suivant un axe

Les éléments nécessaires pour entraîner un mobile sur une MOCN sont le moteur, le variateur électronique de vitesse et le mécanisme D'entraînement. La chaîne cinématique constituée par ces divers éléments se caractérise par les performances et les fonctionnalités suivantes :

- commande individuelle de chaque axe ;
- couples disponibles sur l'axe moteur compris entre 1 et 100 N · m ;
- possibilités de surcharges importantes pendant les périodes D'accélération et de freinage ;
- réponse à des demandes de déplacement très faible ($< 1\mu\text{m}$) ;

Des solutions de broches motorisées consistant à intégrer le moteur directement dans l'axe de la broche contribuent à simplifier considérablement la chaîne cinématique des machines.

Dans les applications d'usinage réclamant des vitesses de rotation de roche très élevées (Usinage à Grande Vitesse), on fait de plus en plus souvent appel à des *électro broches* entraînées par un moteur asynchrone à haute fréquence monté en bout de broche.

Précis et rigides (montage sur roulements hybrides à billes de céramique), ces équipements autorisent des vitesses de l'ordre de 30 000 à 50 000 tr/min dans des gammes de puissance pouvant atteindre 25 KW.

I.9.4.3 Variateurs électroniques de vitesse

Pour que la vitesse de déplacement d'un mobile reste constante quelle que soit la variation de charge qui lui est appliquée, il est indispensable de fermer la boucle d'asservissement.

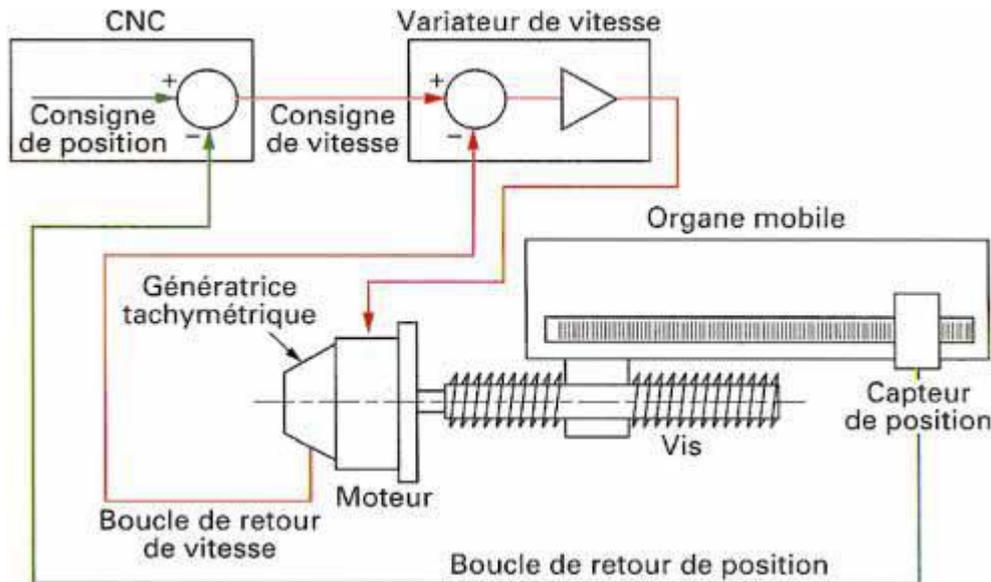


Figure I. 10– Principe d’asservissement d’un organe mobile [7]

I.10 Anatomie de la CN

I.10.1 Réalisation technologique

Après avoir longtemps été fabriquées en logique câblée, les CN sont aujourd’hui réalisées autour d’une architecture à base de microprocesseurs.

Leur évolution actuelle s’apparente d’ailleurs de plus en plus à celle de l’informatique.

Les structures classiques de CN sont, dans leur grande majorité, de type modulaire extensible.

La miniaturisation des automatismes Comme des composants électroniques a permis de concevoir des ensembles d’une grande compacité, capables de s’intégrer dans des Éléments de machine de taille réduite ou d’être incorporés dans un pendentif. [8]

Une CN est généralement composée d’un bac électronique et d’un pupitre opérateur connectables par liaison série ou par fibre optique.

I.10.2 Bac électronique

Le bac électronique contient les sous-ensembles électroniques sous forme de cartes enfichables (figure). La miniaturisation et les techniques récentes de fabrication CMS (composants à montage de surface) sont également à l’origine de systèmes monocraties réunissant, sur une seule platine, toutes les fonctions de base de la CN.

Ces cartes, ou modules, représentées sur le schéma d'organisation générale se raccordent, au même titre que l'alimentation générale, sur le bus d'interconnexion, ou bus système, placé à la Partie arrière du bac.

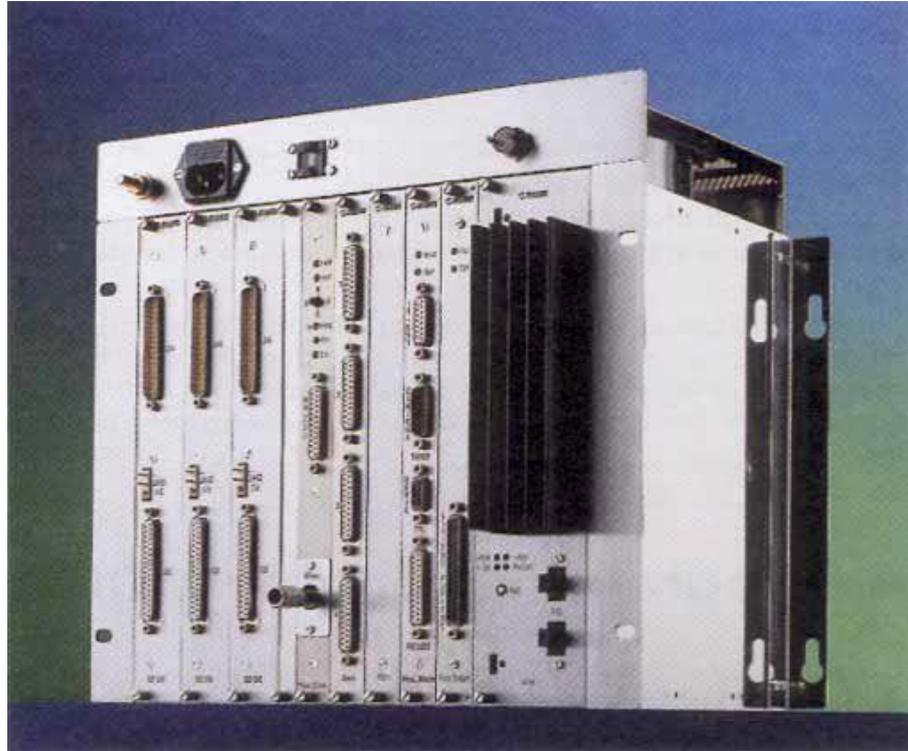


Figure I. 11 Exemple de bac électronique CN [8].

I.10.3 Pupitre opérateur

Contrairement au bac électronique qui est la plupart du temps incorporé dans l'armoire électrique de la machine, le pupitre opérateur est facilement accessible, car il fait office d'élément de dialogue comme-machine. Son ergonomie constitue, de ce fait, un facteur déterminant d'acceptation auprès des utilisateurs de MOCN.

Un pupitre opérateur est un terminal à partir duquel s'effectue l'exploitation de la CN. Conçu pour être intégré à la machine, encastré en armoire ou installé en pendentif, il regroupe essentiellement un clavier alphanumérique, un écran de visualisation et un certain nombre de touches de fonction d'aide à l'opérateur.

Le pupitre opérateur est généralement accompagné d'un pupitre orienté machine sur lequel figurent tous les éléments de commande nécessaires à la conduite de la MOCN (boutons poussoirs, potentiomètres de modulation des vitesses d'avance et de broche, commutateurs, manipulateurs de commande manuelle des axes, manivelle électronique, voyants d'états, clés de verrouillage, etc.)

Le **clavier alphanumérique** ne comporte la plupart du temps que les caractères correspondant aux lettres-adresses contenues dans les programmes d'usinage. Toutefois, le clavier de certaines CN est le reflet exact de celui que l'on trouve habituellement sur les matériels informatiques de type PC. Le clavier autorise l'intervention Del 'opérateur dans les cas suivants

- introduction manuelle du programme pièce ;
- introduction et modification des correcteurs d'outils ;
- localisation de la pièce dans le système de coordonnées de la machine ;
- localisation du point d'origine programme ;
- introduction des décalages d'origine ;
- choix du mode de conduite de la machine (manuelle, semi-automatique ou automatique).

L'**écran de visualisation**, de taille variable selon les besoins de l'utilisateur, est du type à tube cathodique (CRT), noir et blanc ou couleur, ou à cristaux liquides (écrans LCD). Cette dernière technologie, plus récente et encore relativement coûteuse, présente l'avantage d'un encombrement réduit (écran plat), ce qui simplifie d'autant son montage sur la machine.

Les principales informations d'affichage sur écran sont présentées sous forme alphanumérique ou graphique. Elles concernent :

- le programme courant ;
- la position du mobile ;
- les décalages ;
- les jauges et correcteurs d'outils ;
- l'état des variables et des paramètres ;
- les entrées/sorties CN ;
- les messages de diagnostic ;
- la valeur de l'erreur de poursuite ;
- les menus, croquis et zones d'accès pour la programmation conversationnelle ;
- la représentation graphique de la pièce en deux ou en trois dimensions ;

— la simulation statique ou dynamique de l'usinage programmé avec visualisation des trajectoires d'outils.

Un dispositif interne à la CN permet, en cas de besoin, une recopie D'écran sur une imprimante ou un traceur de courbes (fonction hard copy).

Il est important de souligner que les techniques de fenêtrage sont De plus en plus courantes sur les écrans des CN. Elles facilitent Notamment l'insertion de menus supplémentaires et l'introduction Interactive de données dans le cadre d'un programme en cours D'exécution.

I.11.1 Programmation des MOCN

La programmation est le travail de préparation qui consiste à transposer, sous forme de texte alphanumérique, la gamme d'usinage de la pièce en un ensemble ordonné d'instructions comprises et exécutées par la CN en vue de réaliser son usinage.

Ce travail peut être effectué manuellement (§ 4.3) *ou* avec l'assistance d'un ordinateur Utilisant un langage de programmation évolué (§ 4.4).

À titre indicatif, classe différentes méthodes de programmation en Fonction des compétences du programmeur et de la complexité des Machines à piloter.

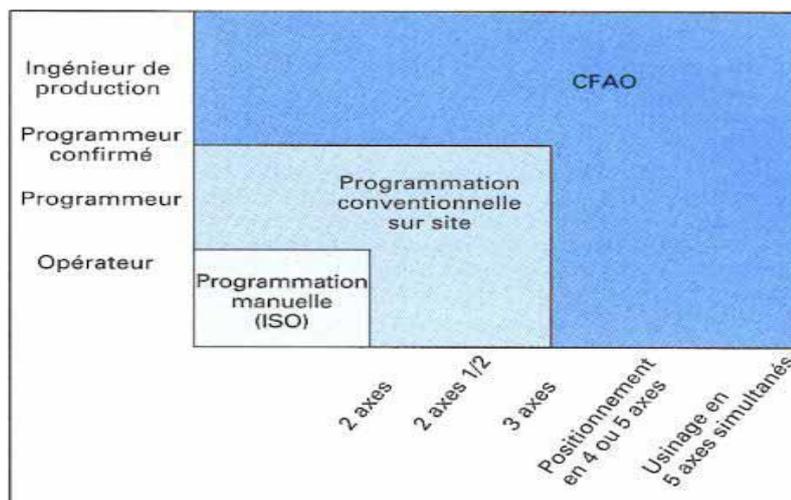


Figure I. 12 Méthodes comparées de programmation [8]

I.11.2 Nature des instructions programmées

Les instructions programmées doivent contenir toutes les données nécessaires à la commande et au séquençage des opérations à réaliser pour assurer l'usinage de la pièce sur la machine.

Elles regroupent : [8]

- les **données géométriques**, qui indiquent la forme et les dimensions de la pièce à usiner et permettent à la CN de calculer les positions successives de l'outil par rapport à la pièce pendant les diverses phases de l'usinage. Les positions sont définies par rapport à une origine connue. Certaines instructions viennent compléter les données géométriques en indiquant la nature du traitement numérique qu'elles doivent subir : le mode d'interpolation, le choix du mode de cotation, absolue ou relative, le choix du cycle d'usinage, le choix de l'outil, etc. ;
- les **données technologiques**, qui précisent, compte tenu des caractéristiques et des performances de la machine (puissance des moteurs d'entraînement, performances de la broche et des organes mobiles), les conditions de coupe optimales dans lesquelles pourra s'effectuer l'usinage. Elles concernent principalement la vitesse de rotation de la broche, les vitesses d'avance et la commande de l'arrosage.

I.11.3 Codification des instructions

Les instructions d'un programme sont écrites dans un langage codé appelé **langage machine** dont le format variable et les adresses répondent aux normes internationales : ISO 6983-1 (NF Z 68-035), NF Z 68-036 et NF Z 68-037.

Ce langage utilisé pour décrire les opérations d'usinage sur une MOCN comporte un certain nombre de lignes d'écriture appelées **Blocs d'information**, chaque ligne correspondant à une étape particulière du processus d'usinage. Chaque bloc, ou séquence d'usinage, contient plusieurs **mots** qui sont la combinaison de lettres d'identification appelées **adresses** et d'une série de chiffres accompagnés ou non d'un signe (+) ou (-).

La plupart des machines actuelles acceptent des blocs à format variable dans lesquels ne figurent que les seules instructions nécessaires à leur exécution. Celles déjà fournies et encore actives n'ont pas à être répétées. Chaque fabricant de CN spécifie dans son manuel de programmation la façon d'écrire les données numériques allouées aux différentes lettres-adresses (nombre de chiffres avant et après la virgule, mode de séparation des entiers et des décimales).

À titre d'exemple, les lettres-adresses usuelles retenues par NUM sont indiquées— les mots numéro *de bloc* (adresse *N* suivie d'un nombre de 1 à 5 chiffres) figurent obligatoirement au début de chaque bloc.

Un numéro de bloc précédé du signe/ permet de sauter le bloc correspondant si l'opérateur le désire ;

— les mots fonction préparatoire (adresse *G* suivie d'un nombre de 1 à 3 chiffres) définissent le déroulement de certaines fonctions De commande et préparent la CN à exécuter une action bien précise.

Ce sont généralement des ordres de déplacement, de décalage, d'appels de cycles spécifiques d'usinage, etc. Les fonctions *G* Peuvent être modales, c'est-à-dire auto maintenues tant qu'elles ne sont pas révoquées par une fonction contradictoire, ou non modales Lorsqu'elles ne sont actives que dans le bloc où elles sont programmées. Un bloc d'information peut contenir plusieurs fonctions préparatoires *G* si elles ne sont pas contradictoires ;

— les mots de *dimensions* ou d'ordre de déplacement,

Composés d'une adresse accompagnée de sa valeur formatée, sont

Les suivants :

- *X, Y, Z* pour les mouvements principaux,
- *U, V, W* pour les mouvements secondaires,
- *I, J, K* pour les paramètres d'interpolation,
- *A, B, C* pour les coordonnées angulaires ;

— les mots correspondant aux *fonctions diverses* sont appelés par les adresses :

- *S* pour la vitesse de rotation de la broche,
- *F* pour la vitesse d'avance demandée aux organes mobiles,
- *T* pour le numéro d'outil,
- *D* pour le numéro du correcteur d'outil,
- *R* pour la programmation d'un cercle par son rayon en interpolation Circulaire ; **[8]**

— les mots fonctions auxiliaires (adresse *M* suivie d'un nombre de 1 à 3 chiffres) servent essentiellement à la programmation des Onctions de commutation de la machine. Les

fonctions auxiliaires peuvent être modales ou non modales, ou encore des fonctions avant ou après selon qu'elles sont exécutées avant ou après le déplacement programmé dans le bloc.

Chapitre



II

Opportunité de moderniser le parc machine des ATCx

II.1 présentation des ATCx

Les ATCx ont été créés en 1969 avec un parc machines-outils très réduit, en même temps que ce démarrage en production du HF1 et de la TUS (tubes soudés). Son activité spécialisée en maintenance industrielle est divisée en deux segments principaux : la fabrication en pièces unitaires ou en série de pièces mécaniques et la réparation d'ensembles mécaniques qui sont assurées respectivement par ses deux unités : l'unité FABRICATION et l'unité REPARATION.

II.1.1 les ateliers d'usinage des ATCx

Dans cette partie, il est important de présenter les différentes machines que comportent les ATCx afin que l'étude de la gamme d'usinage soit basée sur les moyens de production des ATCx. Ceci va permettre de rentabiliser au mieux la production en respectant les dispositifs d'usinage, choix des outils, les conditions de coupe et autres.

II.1.2 division ATCx

La division des ATCx présentée service figure 1.2

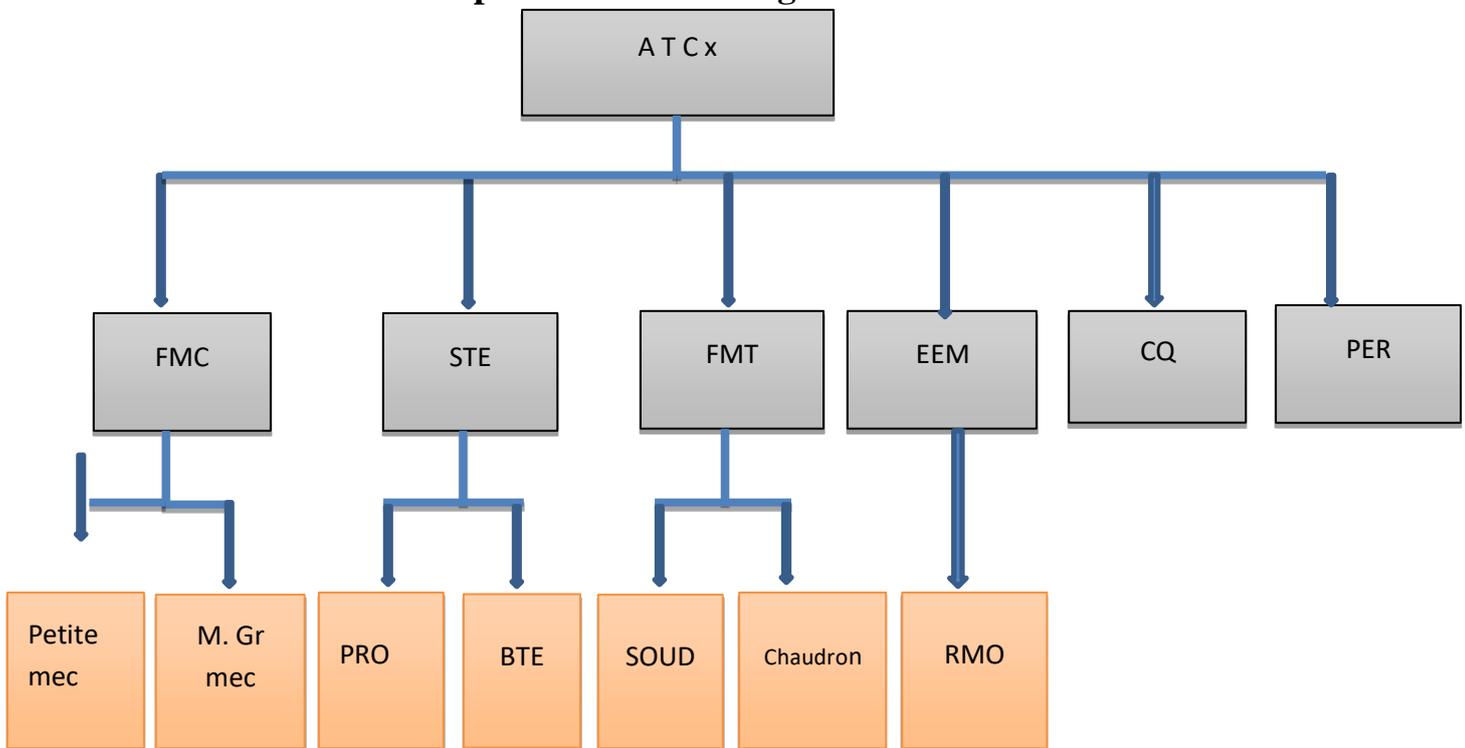


Figure II.1 Division ATCx

II.1.2.1 Service fabrication mécanique (FMC) :

Le service possède à la fabrication et la réparation des pièces de rechange destinées à la l'usinage d'après un plan et une gamme d'usinage établie par la préparation. Il comprend : secteur petit mécanique, secteur grosse et moyenne mécanique, secteur débitage, secteur contrôle qualité, secteur entretien.

II.1.2.2 Service fabrication métallique (FMT) :

S'occupe de la réparation et de la fabrication des pièces métalliques par formage et soudage ainsi que le rechargement des pièces de grande importance.

Il comprend : atelier de petite et moyenne tôle, atelier grosse tôle, atelier traitement thermique.

II.1.2.3. Service entretien électromécanique (EEM) :

Le service S'occupe de la réparation et de la maintenance des machines électriques ainsi que les machines-outils et pants roulants, machines électriques des différents secteurs du complexe. Il comprend : -Un secteur réparation machines électrique (RMO).

II.1.2.4. service technique (STE) :

Il a pour mission :

- Analyse tous les travaux confiés aux ATCx
- Assurer l'approvisionnement en outillage et matières premières
- Gérer les magasins et la logistique
- Contrôler et livrer le produit fini.

II.1.2.5. Service contrôle qualité :

Il a pour mission :

- Contrôle dimensionnel haute précision

- Contrôle non destructif

- Contrôle par ultra-son

- Contrôle par ressuage.

II.1.2.6. Service gestion personnel :

L'effectif des ATCx est d'environ 96 agents dont 80% travaillant dans les différents ateliers le service a pour mission de la gestion de ce personnel.

II.1.3 Le cahier des charges aux ATCx :

Dès la commande à travers une demande de travail, le traitement du dossier est traiter pour voir surtout la disponibilité de la matière, la faisabilité, et préparer les dossiers technique (dessin de définition, dessin d'ensemble, historique de la provenance ou de la fabrication de la pièce) pour la réalisation de la gamme d'usinage .souvent la quantité de la pièce à produire est unitaire ou en petite série. C'est ce qui donne un caractère très flexible aux ateliers des **ATCx** mais entrave la productivité parce que chaque pièce doit avoir un dossier de fabrication. Puis c'est au tour du bureau de méthodes de prépare la gamme d'usinage qui associe, les modes d'obtention des surfaces élémentaires, les machine outils, les outils de coupe, les traitements thermiques et autres .L'objectif est de répondre à un besoin en fabrication de pièces de qualité à moindre cout et dans les délais.

II.1.3.1 clôture du dossier relatif à la commande :

Le dossier de traitement de la commande client est clôture après avoir établie et remis la facture au client.

II.1.3.2 bureau de méthode :

A partir des dessins de définition et en tentant compte du programme de production disponible, le bureau des méthodes établit principalement :

- *les gammes d'usinage.

- *les dessins de définition des pièces.

- *la brut.

*les outils de coupe.

*les machines utilisée.

*les calculs des régimes de coupe (vitesse de coupe, vitesse d'avance, profondeur de passe).

II.1.3.2 Bureau d'étude :

A partir de la gamme de fabrication, ou étude de phase le bureau d'études étudie :

*Les montages d'usinage.

*Les montages de contrôle.

II.1.3.3 Usinage :

Dans l'atelier d'usinage on pose les détails finals du produit ou la pièce, le fabricant doit être usiné la pièce d'après les taille de la gamme d'usinage.

II.1.3.3 Service de contrôle :

Cette service va contrôler des pièces usinées avec des moyens spécialisés pour chaque opération pour éviter les erreurs,(pied à coulisse, micromètre, pied de profondeur ,, etc.).

II.1.4 Parc Machine :

II.1.4.1 Principales action des ATCx :

Les ATCx sont l'outil principal au niveau du complexe d'el hadjar. Ceci en ce qui concerne la maintenance et la réparation.

Ils regroupent des moyens de réparation et de fabrication électromécanique, en mesure de satisfaire les demandes exprimées par toutes les unités et de servir à moyen terme de centre de maîtrise et de développement des techniques de fabrication d'équipement industriels.

Ces ateliers constituent un ensemble industriel complet et homogène, équipe pour faire face aux besoins en réparation dans toutes les spécialités de l'industrie « électricité, contrôle régulation, usinage, chaudronnerie, soudure et rechargement, traitement thermique et traitement de surface ».

Il est à noter que dans la gamme exclusive des machines spéciales, les ateliers centraux d'el hadjar pourraient être prestataires de service aux près d'autres sociétés nationales en fonction des disponibilités.

II.1.4.2 Équipements stratégiques des ATCx :

LES équipements aux niveaux des ATCx sont répartis par secteur et chaque secteur a été équipé de machines qui ont été choisies pour répondre aux besoins du complexe. Donc chaque machine même si elle n'est pas chargée en travail le plus souvent, elle est restée une machine stratégique et doit être disponible au besoin d'une opération d'usinage requise. Dans ce qui suit, les équipements sont présentés par secteur. Il existe 4 secteurs et 1 parc à Machines-outils conventionnelles :

- a) Secteur Usinage,
- b) Secteur montage –démontage
- c) Secteur souder et rechargement
- d) secteur réparation machines électrique (RMO).
- e) secteur traitement thermique
- f) Parc des Machines conventionnelles.

a) Secteur Usinage :

Équipement : 41 tours parallèles jusqu'à HP500 EP 4000 , 1 tour parallèle jusqu'à HP700 EP 6000, 1 tour parallèle jusqu'à HP 800 EP 12000, 3 tour semi-automatiques et revolver , 1 tour vertical Ø6300 h 4000, 1 tour vertical Ø2500 h 2000, 2 aléseuses fraiseuses broche Ø180, 3 aléseuses fraiseuses broche Ø100 à 130, 2 rectifieuses planes Ø1000 et 1000 x320, 20 fraiseuses universelles jusqu'à 4000 x1500, 1 rectifieuse intérieure Ø900, 1 rectifieuse intérieure-extérieure HP500 EP 6000 , 1 rectifieuse intérieure-extérieure HP250 EP 2000, 3 perceuses radiales jusqu'à Ø85 maxi 3300, 1 perceuse aléuse à commande numérique Ø65 table 2000 x1600, 1 tailleuse d'engrenage coniques Ø1600, 1 tailleuse d'engrenage coniques Ø1600



Figure II. 3 Les machines en secteur usinage (tournage, fraisage, perçage).

b) Secteur Démontage – montage :

Surface couvertes : 3800 m²

1 presse horizontale 500 t. **1** presse verticale 100 t, **1** presse 50t , **1** four démontage 2000 x2000 x 2000, **outillage divers :** mécanique ;pneumatique ;électronique. **Matériels divers :** soudage ; oxycoupage ; manutention ; réparation des bondes transporteuse.



Figure II. 4 Le machines oxycoupage au niveau ATCx

c) Secteur souder et rechargement

Surface couverte : 8450 m².

Effectif : 120 personnes.

Équipement : - 2 machines d'oxycoupage Cp max 9000 table 2300*2550 ,1 cisaille guillotine 8*2000 ,1 presse plieuse 6*3100 fac 160T, 1 cintreuse à profils 8*3000, 1 perceuse radiale Ø30 Rayon maxi 1500,1parcause radiale Ø80 Rayon maxi 3300,4 perceuses à colonne Ø32,8 tourets d'ébarber, 2 marteaux pilons masse 100et 500kg,1four de forge 1300°,1 four de revenu à sole mobile 900° c 5000*45000*5000, 2 potences de soudage course longitudinale 20000,transversale 4000-verticale 4000, 2 machines de soudage automatique 1600A flux solide avec chariot automoteur, 2 machines de soudage semi-automatique 600 A , ,5 positionneurs ; 2 de 50-1 de 800-1 de 3000.



Figure II.5 soudages à l'électrode enrobée au niveau secteur soudeur et rechargement

d) secteur réparation machines électrique

Équipe de 50 techniciens et d'ingénieurs qualifiés, polyvalents et régulièrement formés, avec des spécialistes dans chaque domaine.

Sur tout type de machine dans tout secteur d'activité (Machines-outils/machines spéciales Mécanique, Installation électrique, Commande numérique, moteur électrique).

Le objectifs de ce secteur : 1) Augmenter vos volumes de production 2) Accroître votre productivité 3) Réduire vos coûts de production 4) Améliorer les conditions de travail de vos opérateurs 5) Améliorer la qualité de vos process 6) Optimiser l'architecture d'automatisation de vos équipements.



Figure II. 6 réparation moteur électrique et machine-outil

E) Parc des machines-outils conventionnelles

Il y a beaucoup de machines outil conventionnelles (tournage, fraisage, perçage, filetage) mais elles sont très faible de production, nous proposons donc de les mettre à jour avec des outils sophistiqués (machines à commande numérique).

Parce que la commande numérique peut remplacer de trois (3) à huit (8) machines-outils conventionnelles et augmente de **50%** la productivité des opérations d'usinage.

Comme elle peut induire une gaine de **50 à 70%** dans les temps de préparation et de fabrication des pièces à réaliser. Elle permet également de réaliser à hauteur de **40 à 70%** d'économie en dépenses de fabrication des dispositifs de fixation et des outils de coupe spécifiques.

L'atelier ATCx devrait être investi sur machines-outils conventionnelles et développé comme machine outils à commande numérique pour relever le défi de compétitivité et de productivité. Le parc des machines-outils conventionnelles est donné ci-dessous :

1) FRAISEUSE UNIVERSELLE HURON MU66

- **Course longitudinale - X : 1500 mm**
- **Course transversale - Y : 1000 mm**
- **Course verticale - Z : 550 mm**
- **Surface de la table : 2000x700 mm**
- **Poids approximatif : 5500 kg**



2) FRAISEUSE HURON UNIVERSELL A BANC FIXE PU 77

- **Course longitudinale - X : 1900 mm**
- **Course transversale - Y : 1000 mm**
- **Course verticale - Z : 1000 mm**
- **Surface de la table : 2240x700 mm**
- **Poids approximatif : 7900 kg**



3) FRAISEUSE UNIVERSELLE HURON MU6

- **Course longitudinale - X : 1500 mm**
- **Course transversale - Y : 700 mm**



- Course verticale - Z : 550 mm
- Surface de la table : 2000x460 mm
- Poids approximatif : 4000 kg

4) FRAISEUSE UNIVERSELLE HURON MU5

- Course longitudinale - X : 1000 mm
- Course transversale - Y : 700 mm
- Course verticale - Z : 1000 mm
- Surface de la table : 1635x460 mm
- Poids approximatif : 4500 kg



5) TOUR PARALLELE TAKISAWA TAL 730

- Ø max à usiner au-dessus du banc: 730 mm
- Ø max à usiner au-dessus du chariot : 440 mm
- Longueur maxi d'usinage : 1500 mm
- Alésage de broche : 76 mm
- Distance entre pointes : 4000 mm



II.1.4.3 Sécurité de travail :

Les accidents de travail, les problèmes qui en découlent influent directement, sur le plan financier Sur le plan productif, et surtout sur le plan humain les incidents dans une entreprise ne

Peuvent pas être sous-estimer ; ils affectent directement sur la gestion de l'entreprise. L'objectif sera donc, de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise.

Il existe pour cela plusieurs moyennes telles que les dispositifs, les enseignés, les compagnes de prévention ect....et le règlement dit de sécurité de travail ne peut être le seul fait de la direction du service de sécurité au du médecin attaché à l'entreprise, mais aussi c'est celle du personnel un véritable (esprit de sécurité) qui lui permettra de pouvoir agir et travailler de façon pleinement efficace.

Le complexe sidérurgique D'EL HAJAR, est bien équipé et organisé sur le plan technique de sécurité les compagnes de sécurité sont organisées et s'organisant au sien de toutes les divisions de la ATCx.

La division de sécurité se divise en deux, pour en donner la garde et la prévention incendie(P.V.I)

Qui à son tour se divise en deux groupe :

-la prévention (prévention des accidents)

-l'intervention (intervention en cas d'incendie d'accident)

Au niveau de chaque division il y'a un technicien de sécurité qui à ltripe role

- Technique
- psychologique
- administratif

Sur le plan technique qui est le plus important, le technicien de sécurité doit essayer d'améliorer les conditions de travail.

II.1.4.4: Analyse des Machines de découpe et d'usinage

L'analyse du parc machines des ATCx montrent qu'il est composé de sections de machines conventionnelles destinées pour la production unitaire et petite série. Les pièces à fabriquer sont des pièces de configuration diverses et variées. Elles peuvent être des pièces de révolutions, prismatiques, complexes de petites et grandes dimensions. C'est ce qui justifie la présence de section d'usinage des petites pièces où généralement les machines sont

composées de tours, fraiseuses horizontales et verticales, aléseuses et perceuses et rectifieuses et la section d'usinage de grosses pièces où les machines sont des tours verticaux, des aléseuses et fraiseuses de grandes configuration géométrique. Pour fabriquer les pièces, les ébauches peuvent être en barres laminées ou bien découpées de tôles minces ou épaisses par oxycoupage à œil optique.

La modernisation du parc machine des ATCx doit se faire en fonction des besoins urgents des ATCx. Il n'est pas possible de changer tout le parc parce que le coût est très élevé et le temps de réalisation est long. Cependant des actions e modernisation peuvent être introduites progressivement mais le problème est de cibler les machines à moderniser. La modernisation peut se faire en introduisant la commande numérique.

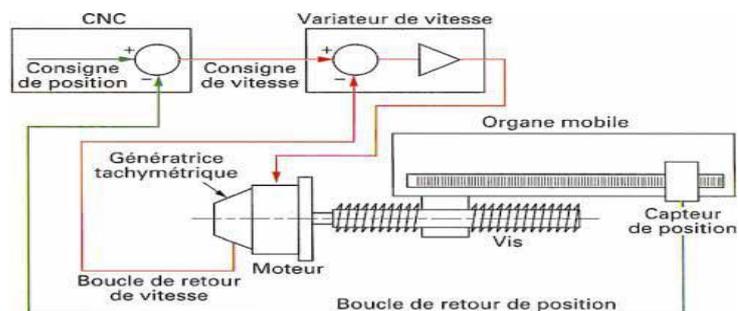
Compte tenu de la morphologie de la commande numérique qui a été présentée dans le chapitre 1, il est possible de moderniser les mouvements d'avances. Cette façon de faire est très répandue et simple à utiliser. Par contre l'approvisionnement automatique en outil et en pièces restent difficile sinon très onéreux. Sur les grosses machines

N°	Service	Configuration	Machines-outils	Nombre d'axes
	FMC	Petite Mécaniques	Fraiseuses,	X, Y et Z
			Tours	X et Z
			Acquisition d'un tour à CN	
			aléseuses	X, Y et Z
	FMC	Grosses Mécaniques	Tours verticaux	X, y
			Fraiseuses	X, y, z

II.1 moderniser les parc machine des ATCx

Pour automatiser un axe il faut changer les boites de vitesses par les éléments de la commande numérique (Figure 1.17) et amener les éléments de contrôle des déplacements comme :

1. Moteur pas à pas
2. Vis à billes
3. Capteur de position
4. Génératrice Tachymètre
5. Variateur de vitesse



6. Organe mobile
7. CNC
8. Variateur de vitesse

Figure I. 7 Principe d'asservissement d'un organe mobile

II.1.4.5 Analyse du parc machine

Après analyse du parc machine, on en déduit que la modernisation des ateliers est possible par l'introduction de la commande numérique. On retient les recommandations suivantes :

Introduire des outils de CAO pour la numérisation des documents techniques - Pour la petite mécanique, au moins un centre de tournage un centre d'usinage doivent figurer dans le parc machine compte tenu qu'il existe des contours complexes, gauche et sphérique qui sont difficilement ou pratiquement impossible à les fabriquer avec les machines existantes.

- Pour la grosse mécanique, il est fortement recommandé de déterminer les machines dont les mouvements d'avance en x, y et z doivent être automatisés par l'introduction de la commande numérique ; L'oxycoupage doit-être numérisé par commande numérique.

*Analyse de l'usinage de l'ensemble
Racleur de décalaminage au niveau
des ATCx*

III.1. Principe de fonctionnement de l'ensemble Racleur (décalamineuse)

La pièce à fabriquer est un racleur de décalaminage des tôles dans la section de finition du laminoir à chaud. La Figure III.1 montre le principe de laminage des tôles au laminoir à chaud. La Figure III.2 montre l'opération de décalaminage.

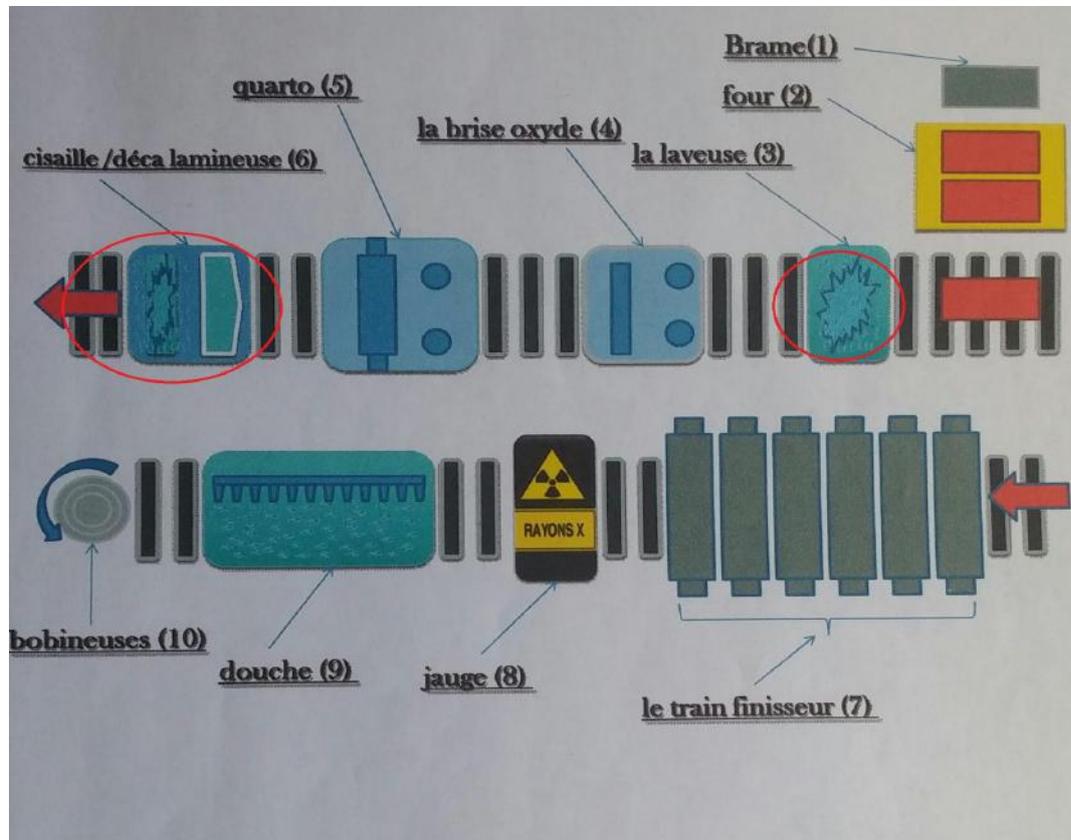


Figure III.1. Schéma de disposition des décalamineuses au niveau LAC [9].



Figure III.2 décalaminage au niveau laminoir à chaud (LAC)

- 1) Racleur ; 2) Tôle ; 3) Tombeur ; 4) 16 Gicleurs d'eau

III.1.1 -Laveuse à brames (zone quarto) :

destiné à éliminer la calamine primaire à l'aide d'un jet d'eau de pression de 140 bars, composé de **02 rampes supérieurs** et **02 rampes inférieur** dont chaque rampes est composé de 16 gicleurs sous un angle de 17° dans le sens inverse de déplacement de la brame [9].

III.1.1.1-Brise Oxyde (BO) :

Sert à briser la calamine et permettant ainsi de réduire (largeur=50 mm MAX et épaisseur = 12 % des brames en une seule passe [9], elle est composée de 02 cages (vertical et horizontal) et un déca lamineuse d'un jet d'eau de 140 bars qui sert à écarter la calamine brisée.

III.1.1.2décalamineuse secondaire (zone finisseuse)

Le décalamineuse sert à enlever la couche d'oxyde qui fait se forme sur l'acier au-delà de 560°C. la présence excessive de calamine entrainerait des défauts sur la bande finie, ce qui déclasserait le produit la décalamineuse travaille avec deux rames de gicleurs de chaque côté, projetant l'eau à une pression de de l'ordre de 140 bar pour une bonne amélioration de la surface de l'ébauche et l'augmentation de a durée de vie des cylindres de travail. [9].

Cette décalamineuse joue le rôle de rouleaux de spire à l'entrée du finisseur puisqu'il n'a pas de table à rouleau entre cisaille et première cage finisseuse.

III.1.2 Élaboration de définition de l'ensemble Racleur sous SolidWorks

Dans cette section nous procédons à l'analyse des documents de préparation de la pièce à l'usinage qui sont principalement composés de croquis d'usinage. L'objectif de ce travail est double :

- d'une part, il s'agit de mettre en évidence l'introduction des outils de DAO et CAO au niveau du bureau de méthodes
- d'autres part, il est indispensable de remédier au manque flagrant des documents technique comme le dessin de définition des pièces

De manière générale. Il s'agit de décrire les différentes étapes qui permettent d'appréhender la construction d'un racleur en respectant les formes la géométrie et la dimension. L'objectif de ce travail est de numériser les documents techniques en se basant sur les plans d'ensemble et des dessins de définitions des pièces en support papiers à des

fin de gestion électronique des documents techniques. Souvent, il est très difficile de retrouver ces plans surtout pour reproduire des pièces défaillantes. De plus, certains détails de construction ne sont pas évidents car ils demandent une précision dans la réalisation des dessins techniques. Avec l'apport de logiciels de conception assistée par ordinateur, quand on respecte les normes et les exigences de la construction mécanique, il est beaucoup plus facile d'élaborer des pièces pour réaliser des gammes de fabrication.

Dans ce travail nous proposons l'élaboration des documents techniques de l'ensemble racleur sous le logiciel SolidWorks de Dassault System. Les pièces composant l'ensemble racleur sont présentées séparément et puis assemblées de manière à assurer la précision des cotés lors du soudage.

- III.1.2. 1 Dessin de définition du racleur

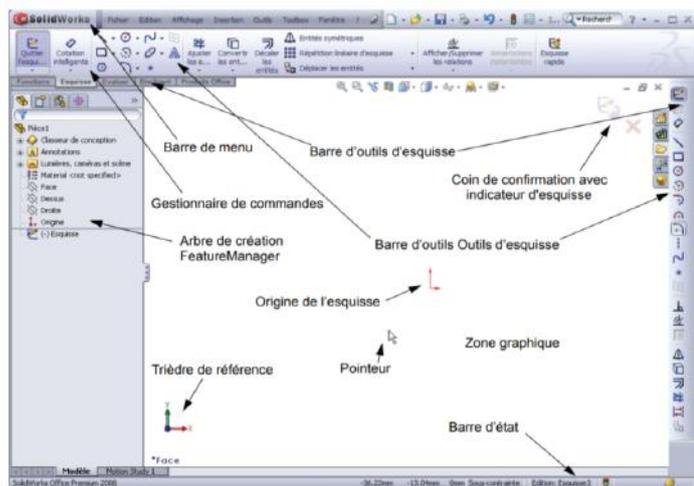
L'ensemble racleur est composé de 6 pièces mécano-soudées

1. Le racleur (Figure III.3)
2. Bielle (Figure III.4)
3. Chape de guidage et Chape de fixation (Figure III.5)
4. Tourillon (Figure III.6)
5. Plaque d'équilibrage (Figure III.7)*

La réalisation du dessin de définition sous SolidWorks suit la procédure décrite ci-dessous :

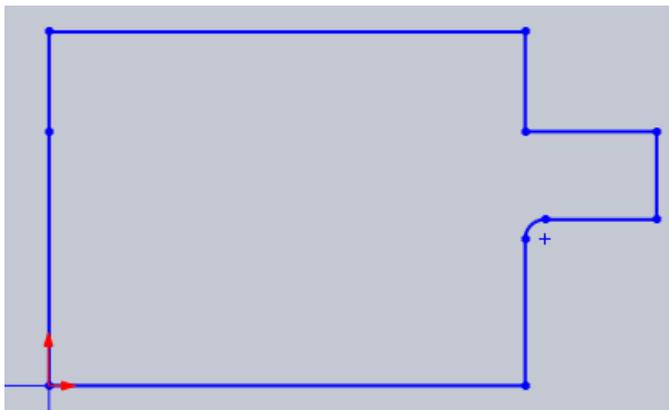
SW1)-Créer un nouveau doucement de pièce

- 1) Créez une nouvelle pièce .cliquez sur nouveau dans la barre d'outils standard.la boite de dialogue nouveau document SOLIDWORKS apparait
- 2) Cliquez sur l'icône pièce.
- 3) Cliquez sur OK. Un nouveau document de pièce apparait.



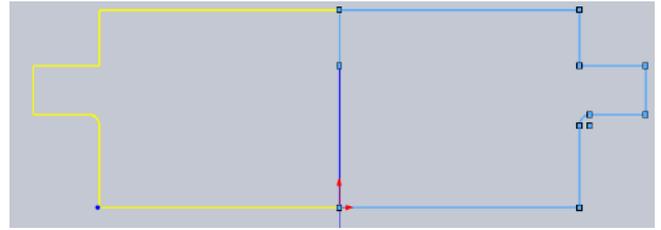
2) Esquisser le Ligne

- a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils d'esquisse. Pour tracer deux lignes.
- b) Cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils d'esquisse. Pour construction plan.



3) Esquisser le Entités symétrique

- a) Cliquer sur  dans barre d'outils esquisse.



4) Ajouter des cotes

- a) Cliquer sur **Cotation intelligente**  dans la barre D'outils Cotations/Relations
Le pointeur prend la forme. .

- b) Cliquer sur la ligne supérieure. Entrer la valeur **1500**.

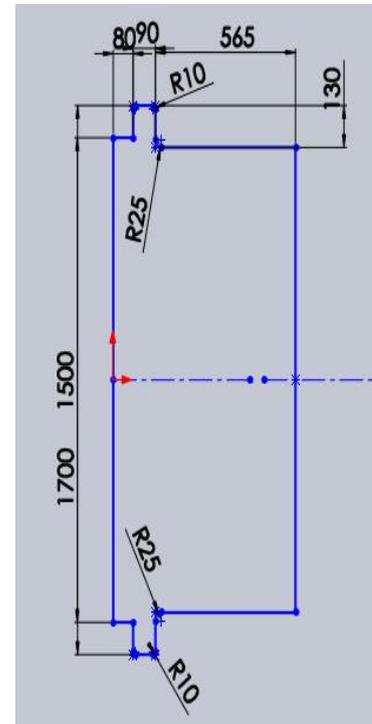
- c) Créer une cote horizontale. Entrer la valeur **1700**.

La même chose pour autre cote. . Entrer la valeur **130**.

- d) Créer une cote verticale. Entrer la valeur **565**.

La même chose pour autre cote. Entrer la valeur **80 et 90**.

- e) Créer une cote Royan **R10** et **R25**



5) Esquisser le cercle

- a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils D'esquisse.

- b) Placer le pointeur là où le centre du cercle sera Positionné. Cliquer sur le bouton gauche de la souris

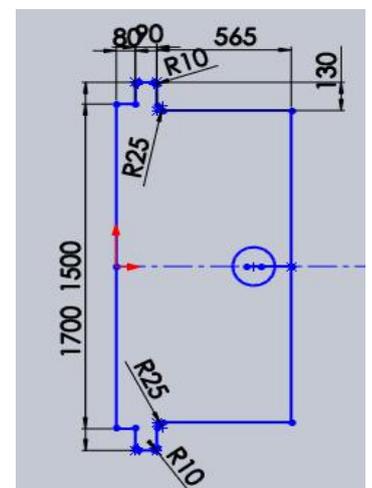
- c) Faire glisser le pointeur pour esquisser un cercle.

- d) Cliquer une deuxième fois sur le bouton gauche de la Souris pour terminer le cercle.

6) Coter le cercle

- a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/ Relations.

- b) Coter le diamètre. Cliquer sur la circonférence du Cercle. Cliquer dans le coin supérieur droit pour



Placer le texte de la cote. Entrer la valeur **60**.

c) Créer une cote horizontale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer sur l'arête Verticale la plus à gauche. Cliquer au-dessous de La ligne horizontale inférieure pour placer le texte De la cote. Entrer la valeur **720**.

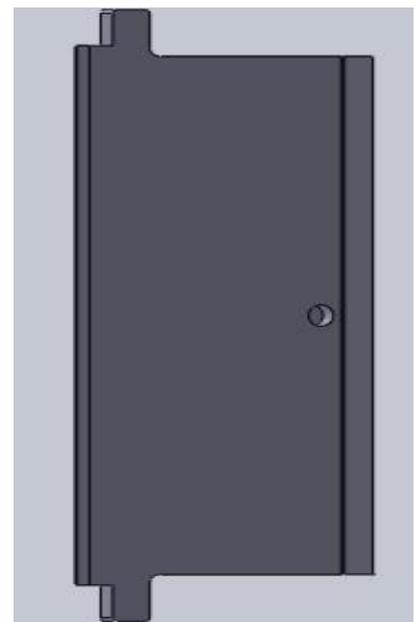
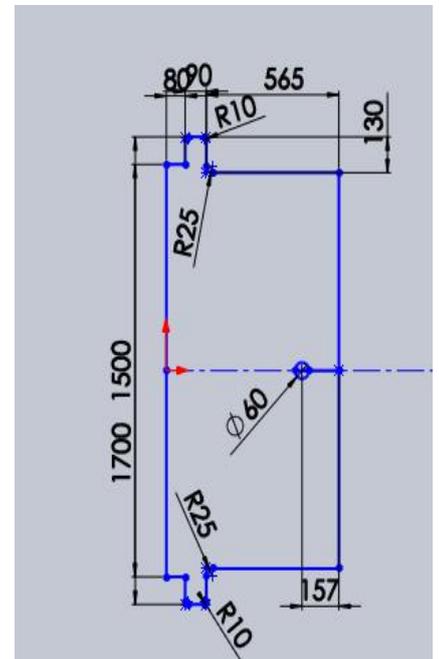
d) Créer une cote verticale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer ensuite sur la Première arête horizontale à partir du bas, puis cliquer sur un endroit à droite de L'esquisse pour placer le texte de la cote. Entrer la valeur **157**.

Esquisser le cercle

- 1 Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils D'esquisse.
- 2 Placer le pointeur là où le centre du cercle sera Positionné. Cliquer sur le bouton gauche de la souris
- 3 Faire glisser le pointeur pour esquisser un cercle.
- 4 Cliquer une deuxième fois sur le bouton gauche de la Souris pour terminer le cercle.

Coter le cercle

- 1 Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/ Relations.
- 2 Coter le diamètre. Cliquer sur la circonférence du Cercle. Cliquer dans le coin supérieur droit pour Placer le texte de la cote. Entrer la valeur **30**.
- 3 Créer une cote horizontale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer sur l'arête Verticale la plus à gauche. Cliquer au-dessous de La ligne horizontale inférieure pour placer le texte De la cote. Entrer la valeur **230**.
- 4 Créer une cote verticale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer ensuite sur la Première arête horizontale à partir du bas, Puis cliquer sur un endroit à droite de L'esquisse pour placer le texte de la cote. Entrer la valeur **10**.



3) Extruder l'esquisse

a) Cliquer sur **Base/Bossage extrudé**  dans la barre d'outils Fonction.

Le PropertyManager **Fonction extrusion** apparaît. L'esquisse S'affiche alors dans une vue trimétrique.

b) Réglages de la fonction extrusion.
Changer les réglages comme indiqué.

• Condition de fin = **Borgne**

• (Profondeur)  = 50.

Cliquer sur  **ok**

Extruder l'esquisse

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Fonctions.

b) Le PropertyManager **Enlèv. mat.-Extru.** apparaît

c) sélectionner **Borgne** •

Condition de fin = **Borgne**

• (Profondeur)  = 5.

Cliquer sur  **ok**

7) Esquisser le cercle

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils D'esquisse.

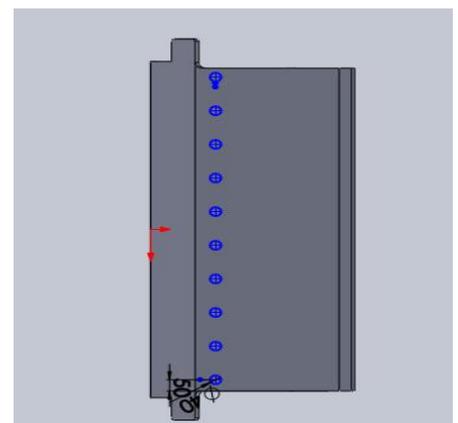
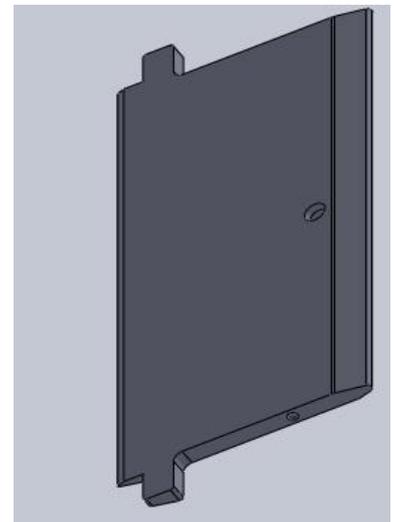
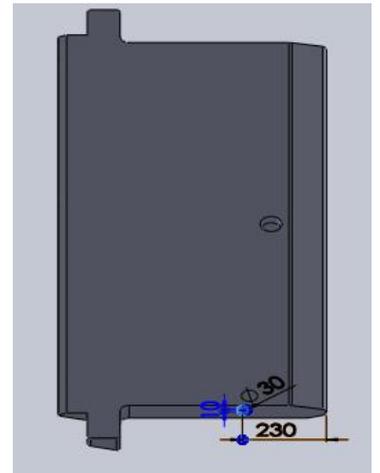
b) crée 10 cercle respectivement

8) Coter le cercle

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/ Relations.

b) Coter le diamètre. Cliquer sur la circonférence du Cercle. Cliquer dans le coin supérieur droit pour Placer le texte de la cote. Entrer la valeur **40**.

c) Créer une cote horizontale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer sur l'arête Verticale la plus à gauche. Cliquer au-dessous de La ligne horizontale inférieure pour placer le texte De la cote. Entrer la valeur **309.50**.



d) la cote entre cercle **150** et la cote entre cercle et la ligne de extrémité **45**.

Cliquer sur  **ok**

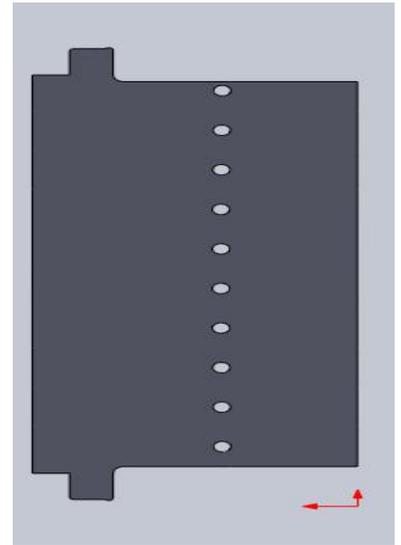
Extruder l'esquisse

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Fonctions.

b) Le PropertyManager **Enlèv. mat.-Extru.** apparaît

c) Sélectionner **A travers tout** comme condition de fin.

Cliquer sur  **ok**



1) Esquisser le Ligne

a) Cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils d'esquisse. Pour construction plan

2) Ajouter des cotes

a) Cliquer sur **Cotation intelligente**  dans la barre D'outils Cotations/Relations
Le pointeur prend la forme. .

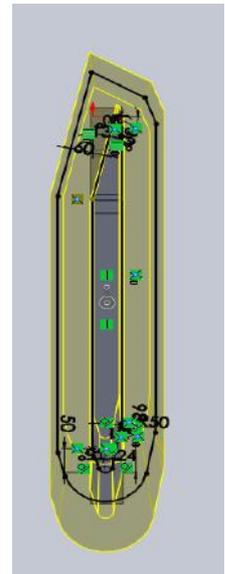
Extruder l'esquisse

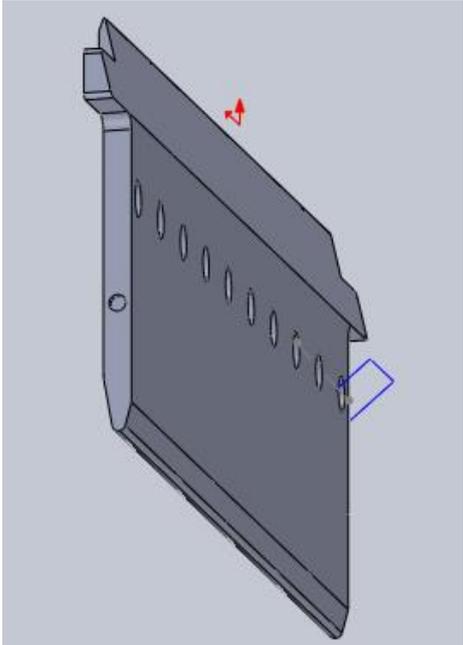
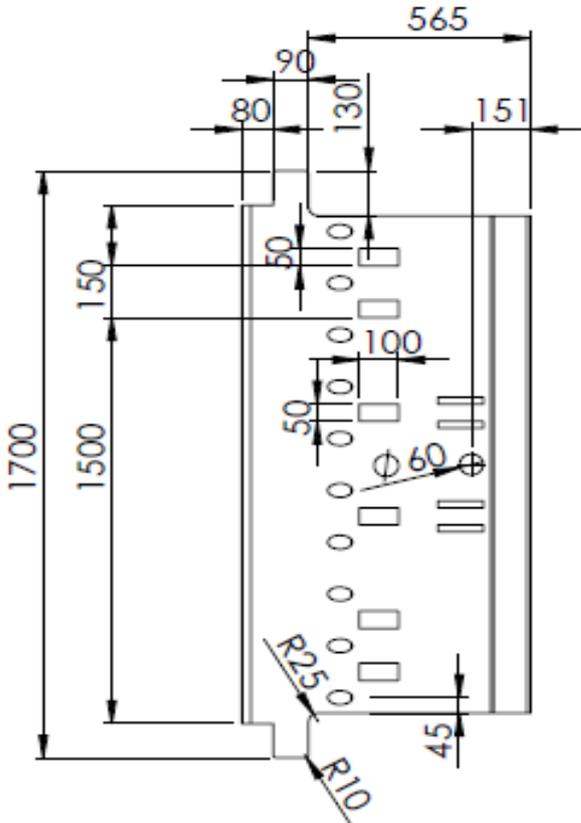
1 Cliquer sur  dans la barre d'outils Fonctions.

2 Le PropertyManager **Enlèv. mat.-Extru.** apparaît

2 Sélectionner **A travers tout** comme condition de fin.

3 Cliquer sur .





III. 1.2. 2 dessins de définition de bielle

III.3.2.2.1 Méthodologique de conception de bielle

La bielle est une pièce de révolution (Figure III.4 A) dont les dimensions sont données dans le croquis en Figure III.4 B) La méthodologie d'élaboration de la bielle sous SolidWorks suit la procédure décrite ci-dessous :

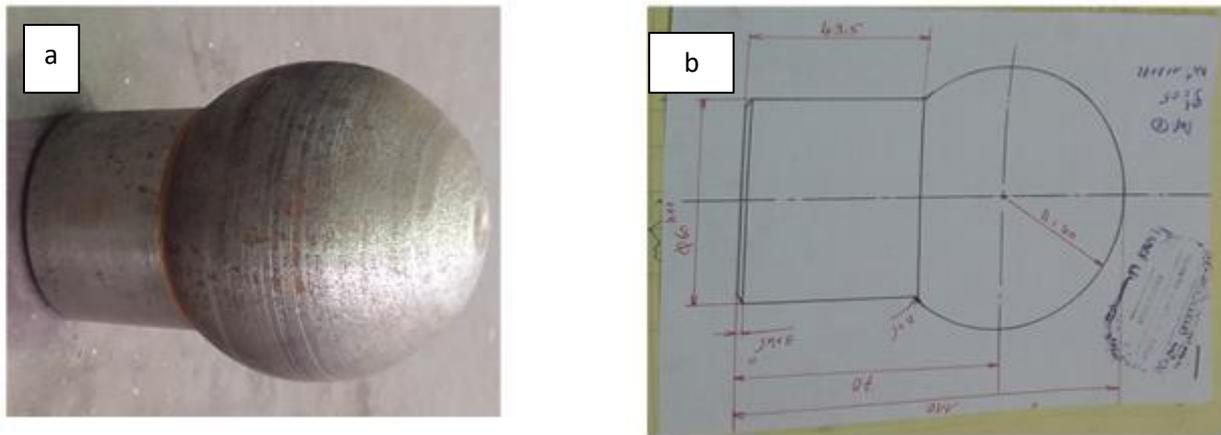


Figure III.4 a) bielle b) croquis définition

1) Esquisser une ligne

a) Cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils d'esquisse

b) constructions un plane

2) Esquisser une race

a) cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils d'esquisse

b) Cliquer sur  Chanfrein d'esquisse Dans la barre

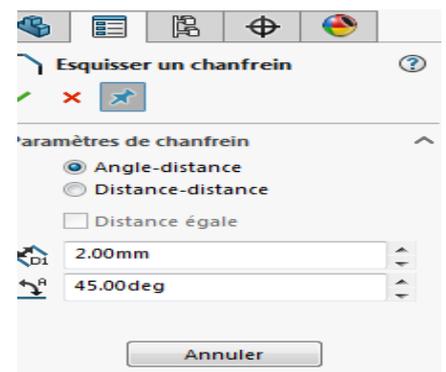
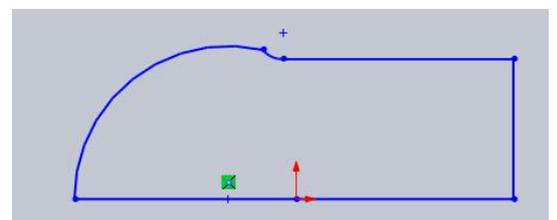
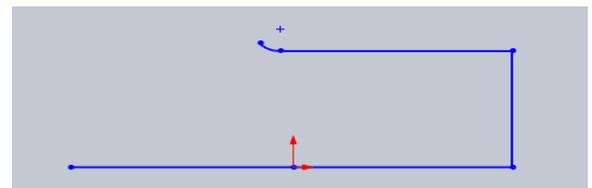
D'outils Outils d'esquisse.

c) Réglages de la fonction extrusion.
Changer les réglages comme indiqué

•  = 3

•  = 45

• Cliquer 

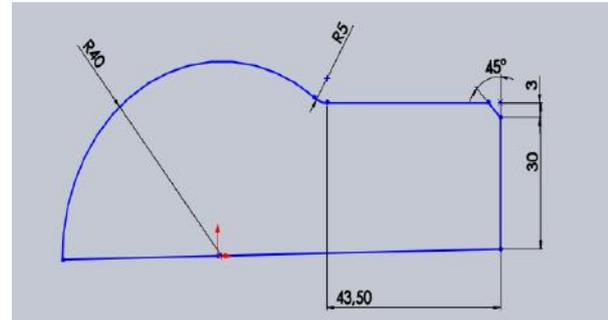


Ajouter des cotes

1) Cliquer sur **Cotation intelligente**  dans la barre D'outils Cotations/Relations
Le pointeur prend la forme.  - Cliquer sur arc.
Entrée valeur **R40**. le même chose autre arc entrée **R5**.

2) Cliquer au-dessous de La ligne horizontale inférieure pour placer le texte De la cote. Entrer la valeur **43.5**.

3) Créer une cote verticale. Entrer la valeur **30**.

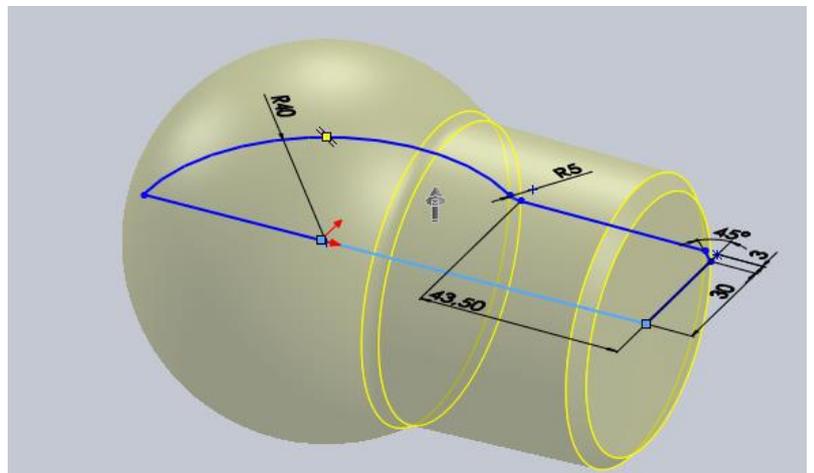


1 La fonction de bossage/base avec révolution  Dans la barre d'outils de fonction

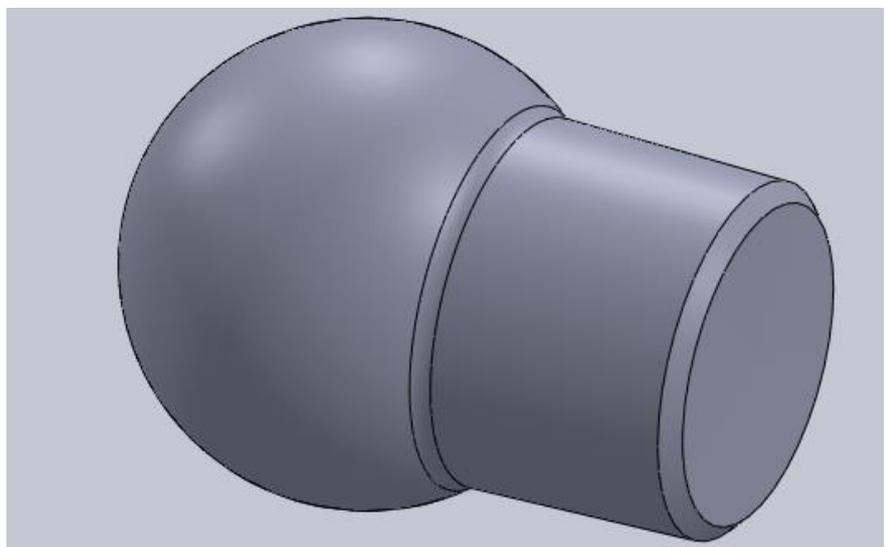
1 Sélectionner axe de révolution

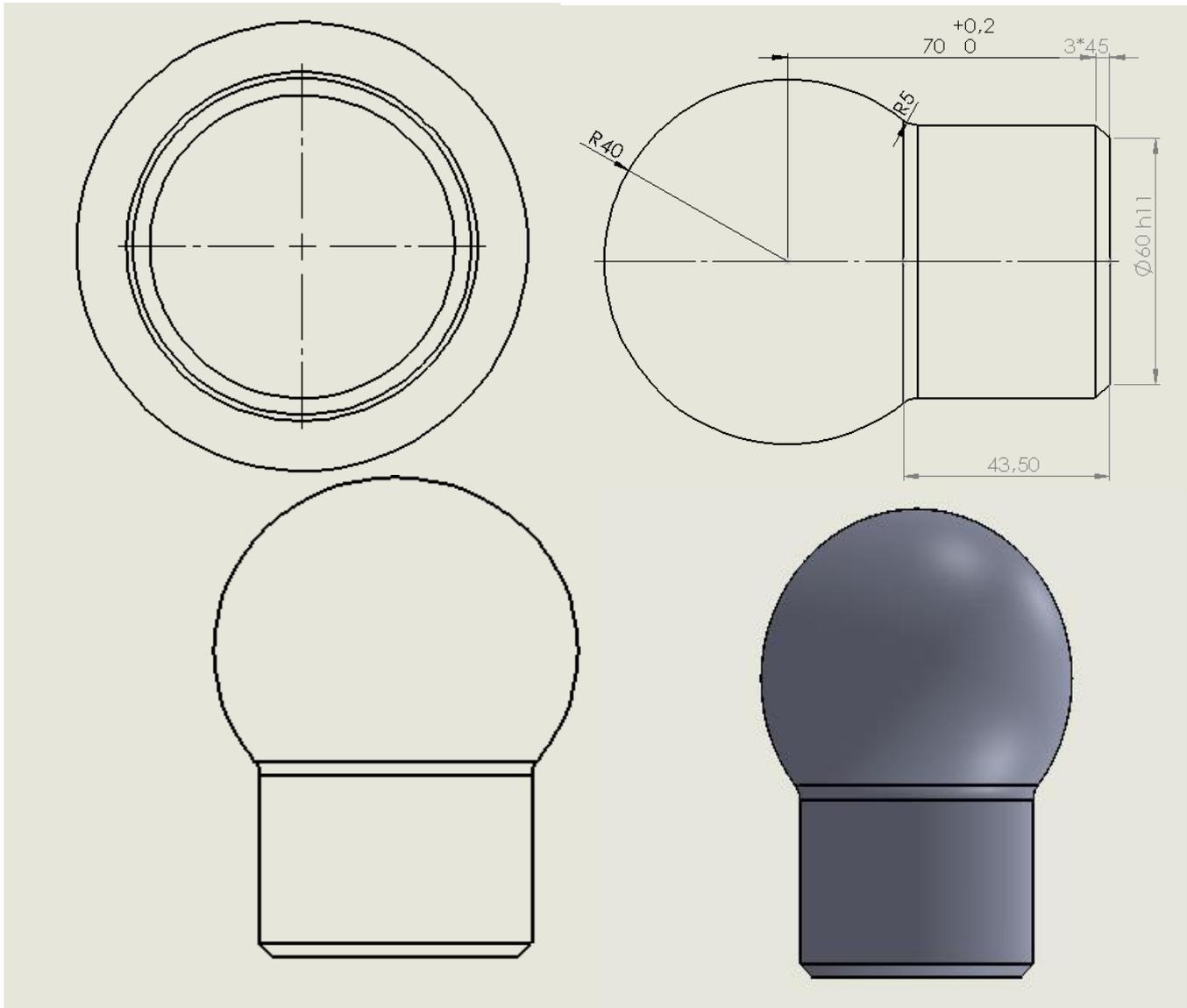
2 Cliquer sur  OK

2Aperçu graphique



3Résultats





Nome du plan : Bielle Ø80

Matière : 100 C6

Quantité : 1

Repère : 2

III. 1.2. 3 dessins de définition de chape d'équilibrage et chape est de fixation

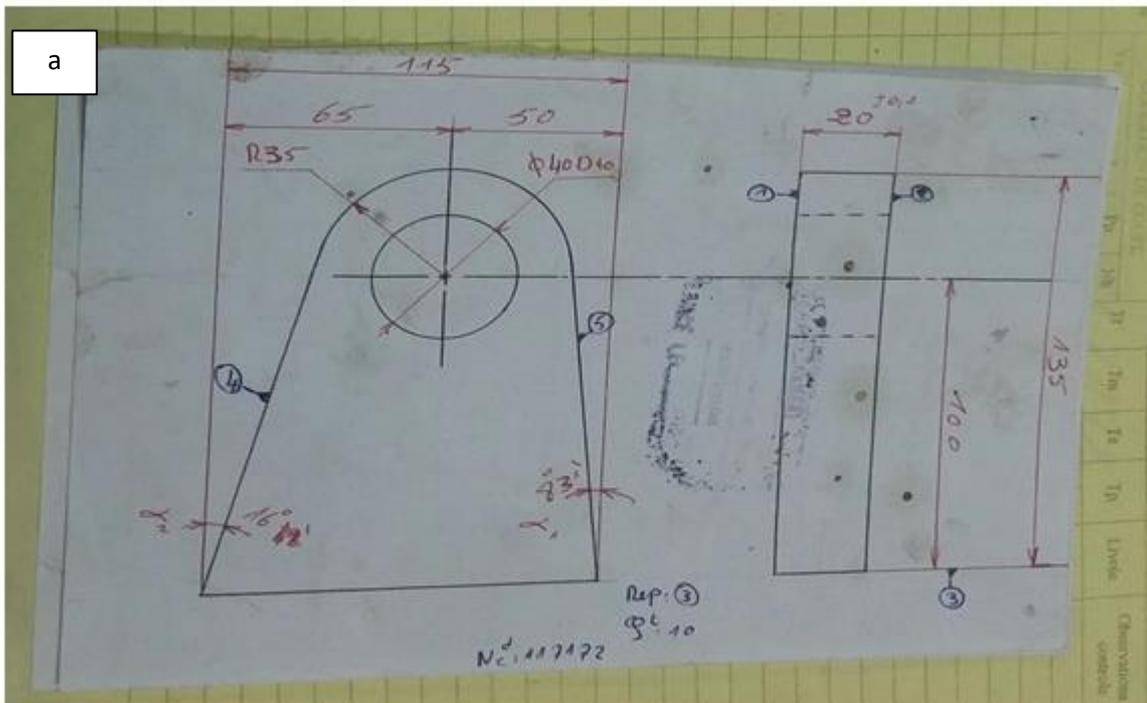


Figure III.5 a) croquis définition b) chape de guidage c) chape de guidage est fixation.

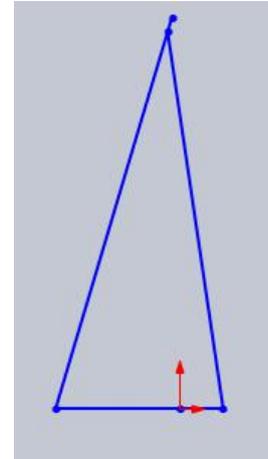
III.3.2.3.1 Méthodologique de conception de chape de guidage et chape de guidage est fixation

1) Esquisser une ligne

a) Cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils

Esquisse

b) Cree TRINGUL.



2) Coter les deux les angule

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/ Relations.

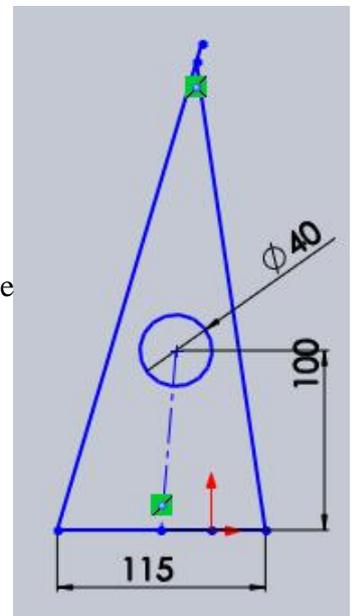
b) Cliquer sur  .OK

c) Coter le angule. Cliquer sur deux lignes cotées.

Entrer la valeur **16.42**. La même chose dans autre côté. Entrer la valeur **8.31**

d) Cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils esquisse. Entrée valeur **40**.

e) Créer une cote verticale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer ensuite sur la Première arête horizontale à partir du bas, puis cliquer sur un endroit à droite de L'esquisse pour placer le texte de la cote. Entrer la valeur **100**.



3) Extruder l'esquisse

a) Cliquer sur **Base/Bossage extrudé**  dans la barre d'outils Fonction.

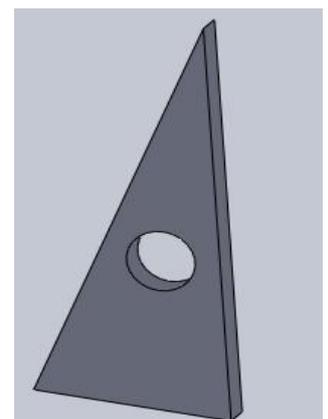
Le PropertyManager **Fonction extrusion** apparaît. L'esquisse S'affiche alors dans une vue trimétrique.

b) Réglages de la fonction extrusion. Changer les réglages comme indiqué.

• Condition de fin = **Borgne**

• (Profondeur)  = **20**.

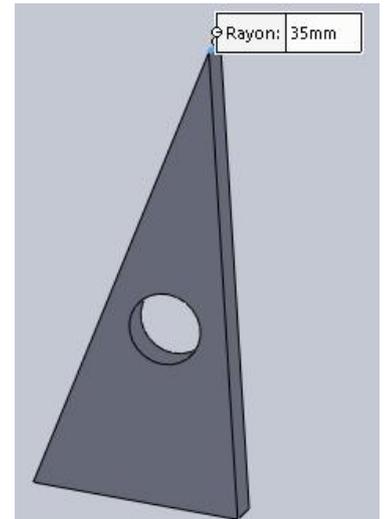
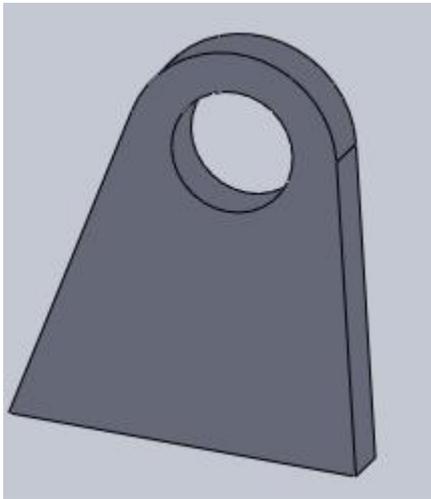
Cliquer sur  ok



4) Esquisser conge

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils de esquisse .entrée valeur **35**.

b) Résultats



Pour chape de guidage est de fixation

1) Esquisser une cercle

a) Cliquer sur  Dans la barre d'outils Outils esquisse.

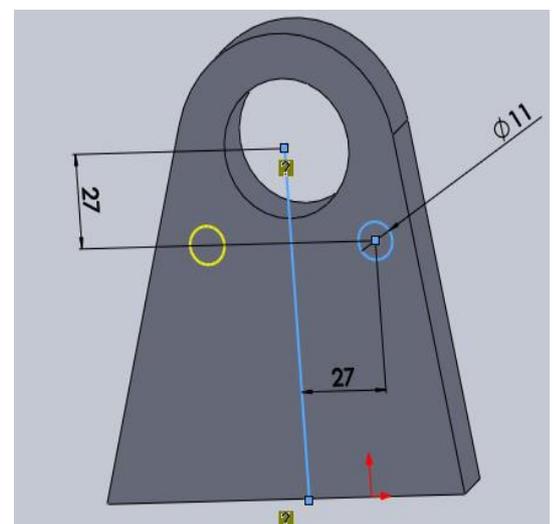
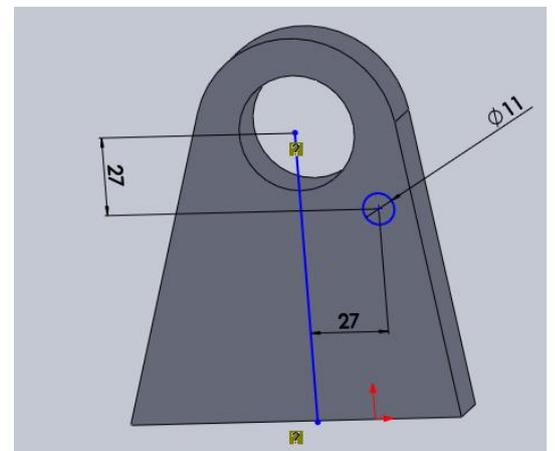
B). construction deux cercles symétriques.

2) Coter le cercle

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/ Relations.

b) Coter le diamètre. Cliquer sur la circonférence du Cercle. Cliquer dans le coin supérieur droit pour Placer le texte de la cote. Entrer la valeur **11**.

c) Créer une cote verticale. Cliquer sur la Ligne entre deux cercles .Entrer la valeur **27**
Créer une cote horizontale. Cliquer sur la Circonférence du cercle. Cliquer sur l'arête Verticale la plus à gauche. Cliquer au-dessous de La ligne horizontale inférieure pour placer le texte De la cote. Entrer la valeur **27**.

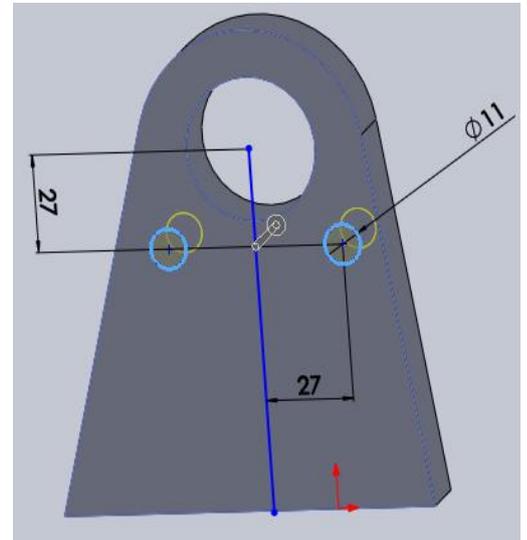


3). Esquisser le Entités symétrique

- a) Cliquer sur  dans barre d'outils esquisse.
- b) sélectionner le cercle et la ligne symétrique .cliquer ok.

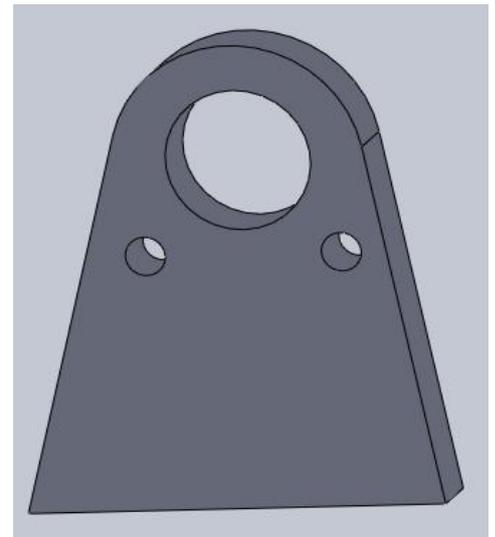
4) Extruder l'esquisse

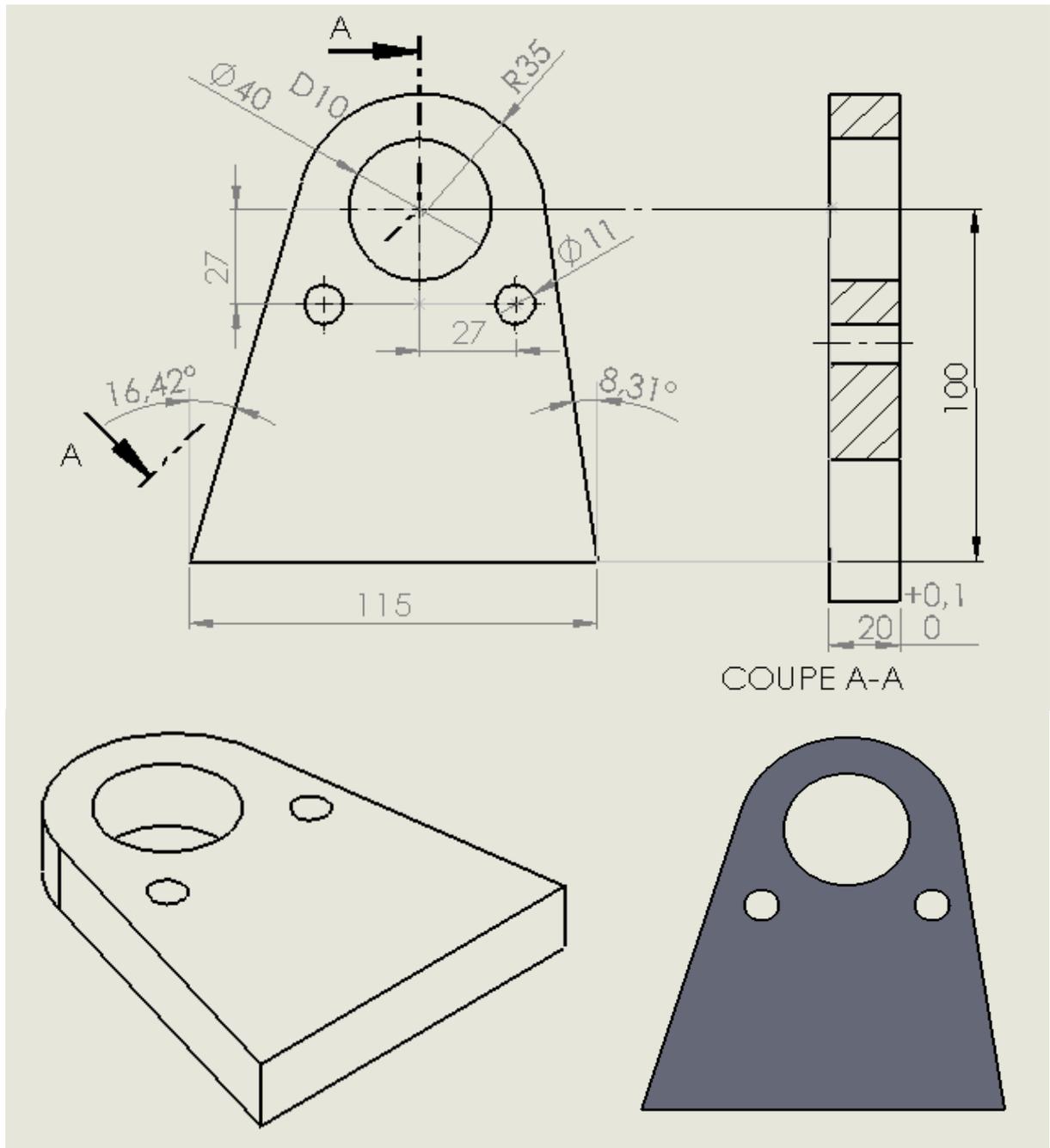
- a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Fonctions.
Le PropertyManager **Enlèv. mat.-Extru.** apparaît.
- b) Sélectionner **A travers tout** comme condition de fin.
- c) Cliquer sur .



d) Résultats

La fonction d'enlèvement de matière
S'affiche





Nome du plan : Chape de guidage et chape de guidage est de fixation

Matière : A50

Quantité : 4(2 chape de guidage et 2 chape de guidage est de fixation)

Repère : 3

III. 1.2. 4 dessins de définition tourillon

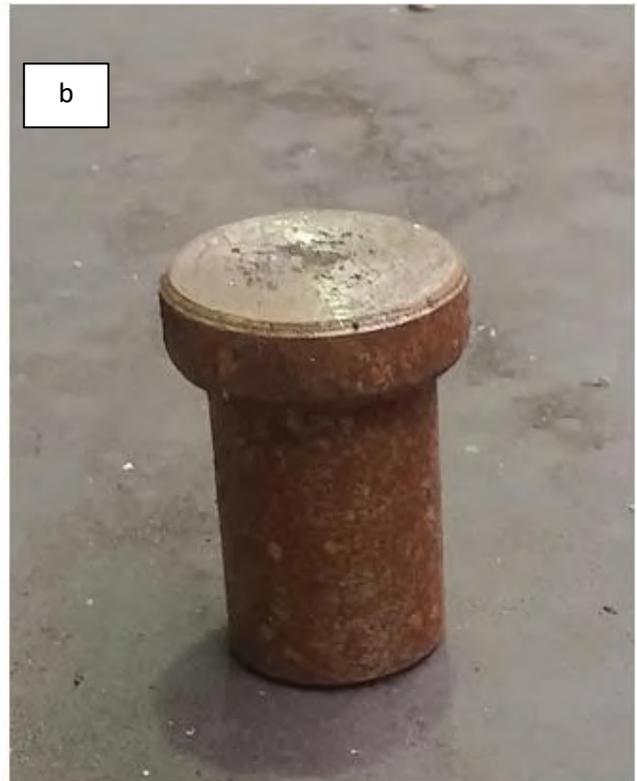
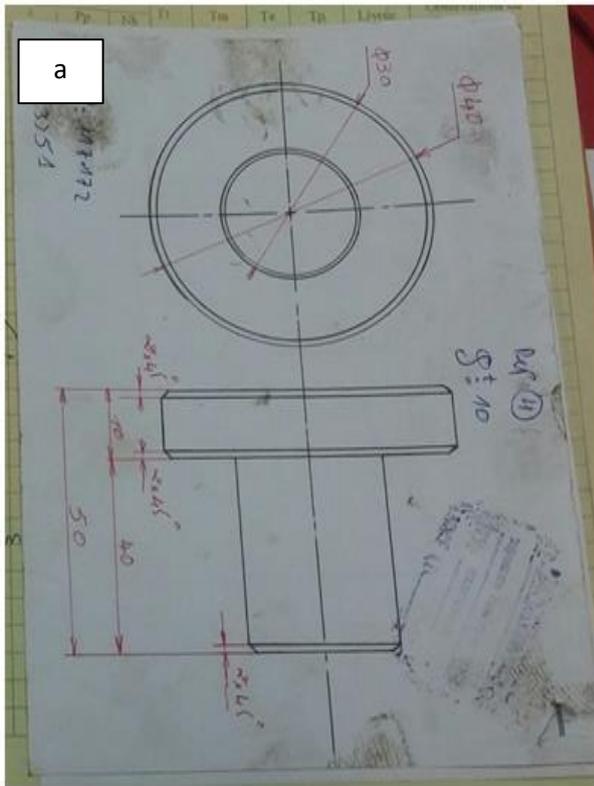


Figure III.6 A) croquis définition B) Tourillon

III.3.2.4.1 Méthodologique de conception de Tourillon

1) Esquisser le cercle

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils D'esquisse.

b) Placer le pointeur là où le centre du cercle sera Positionné. Cliquer sur le bouton gauche de la souris.

c) Faire glisser le pointeur pour esquisser un cercle.

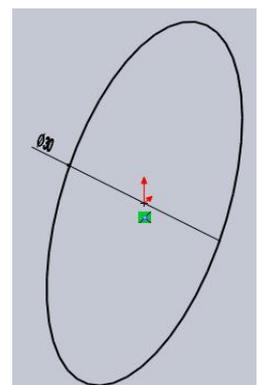
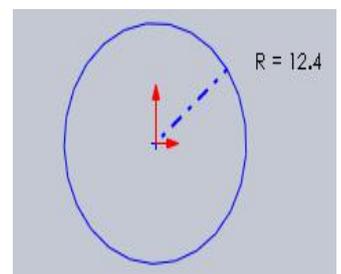
d) Cliquer une deuxième fois sur le bouton gauche de la Souris pour terminer le cercle

3) Coter le cercle

Coter le cercle pour définir sa taille et son emplacement.

1 Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/Relations.

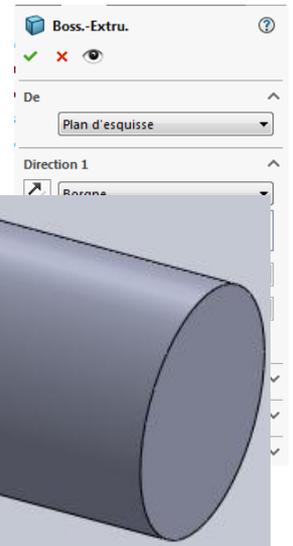
2 Coter le diamètre. Cliquer sur la circonférence du Cercle. Cliquer dans le coin supérieur droit pour Placer le texte de la cote. Entrer la valeur **30**.



4) Extruder l'esquisse

a) Cliquer sur **Base/Bossage extrudé**  dans la barre d'outils Fonction.

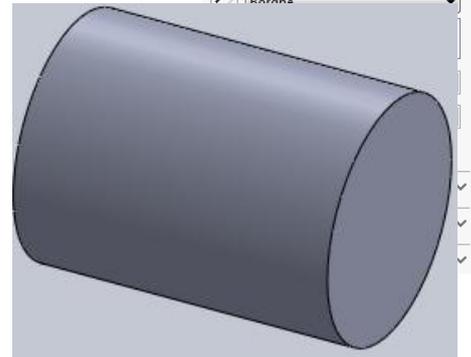
Le PropertyManager **Fonction extrusion** apparaît. L'esquisse S'affiche alors dans une vue trimétrique.



b) Réglages de la fonction extrusion. Changer les réglages comme indiqué.

- Condition de fin = **Borgne**
- (Profondeur)  = 40.

Cliquer sur  ok.



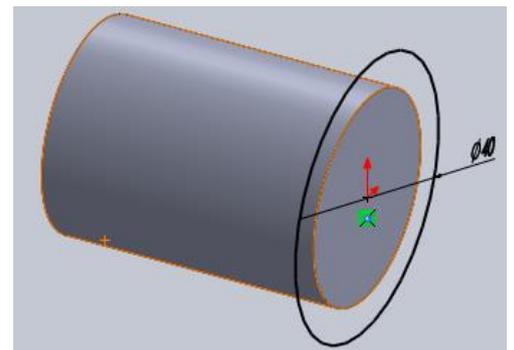
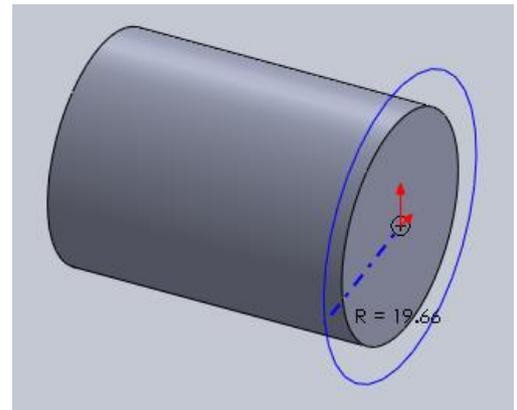
5) Esquisser le cercle

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils D'esquisse.

b) Placer le pointeur là où le centre du cercle sera Positionné. Cliquer sur le bouton gauche de la souris.

c) Faire glisser le pointeur pour esquisser un cercle.

d) Cliquer une deuxième fois sur le bouton gauche de la Souris pour terminer le cercle

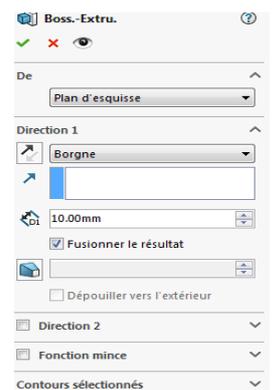


6) Coter le cercle

Coter le cercle pour définir sa taille et son emplacement.

a) Cliquer sur  dans la barre d'outils Cotations/Relations.

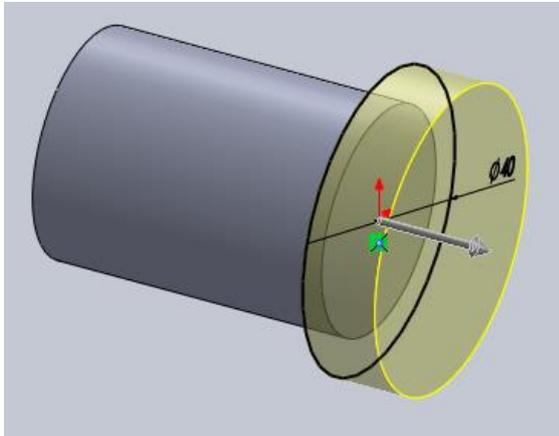
b) Coter le diamètre. Cliquer sur la circonférence du Cercle. Cliquer dans le coin supérieur droit pour Placer le texte de la cote. Entrer la valeur **30**



7) Extruder l'esquisse

a) Cliquer sur **Base/Bossage extrudé**  dans la barre d'outils Fonction.

Le PropertyManager **Fonction extrusion** apparaît. L'esquisse S'affiche alors dans une vue trimétrique.



b) Réglages de la fonction extrusion. Changer les réglages comme indiqué.

• Condition de fin = **Borgne**

• (Profondeur)  = **10**.

Cliquer sur  ok.

8) Arrondir les angles de la pièce

Arrondir les trois arêtes horizontales de la pièce box. Tous les Chanfrein ont le même (2*45). Utiliser une seule fonction Pour les créer.

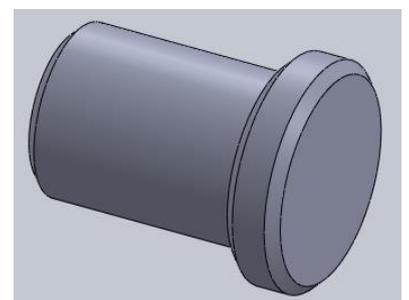
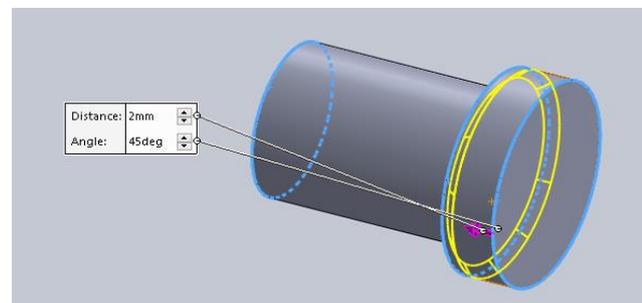
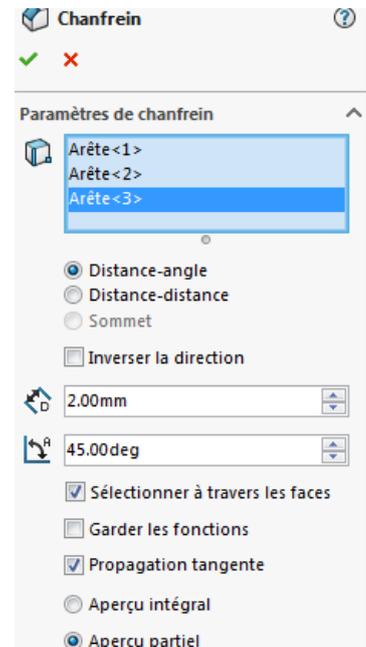
a) Cliquer sur  **chanfrein** dans la barre d'outils Fonctions.

Le PropertyManager **chanfrein** s'affiche.

b) Régler le **Rayon** à distance **2** et angule **45**.

Garder la valeur par défaut des autres paramètres

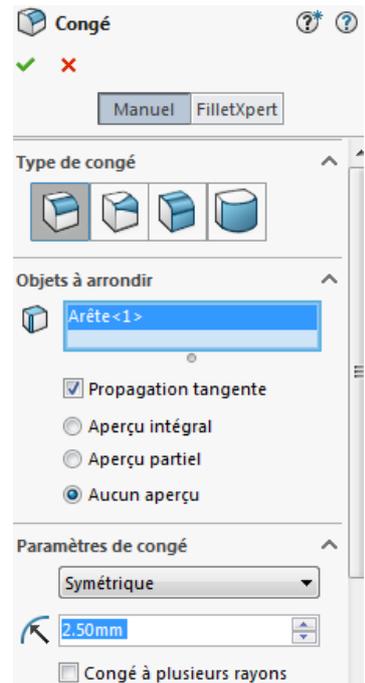
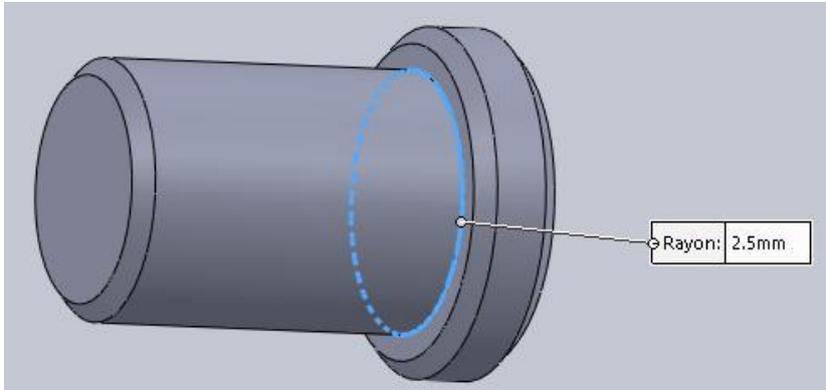
g) sélectionner les trois arêtes.



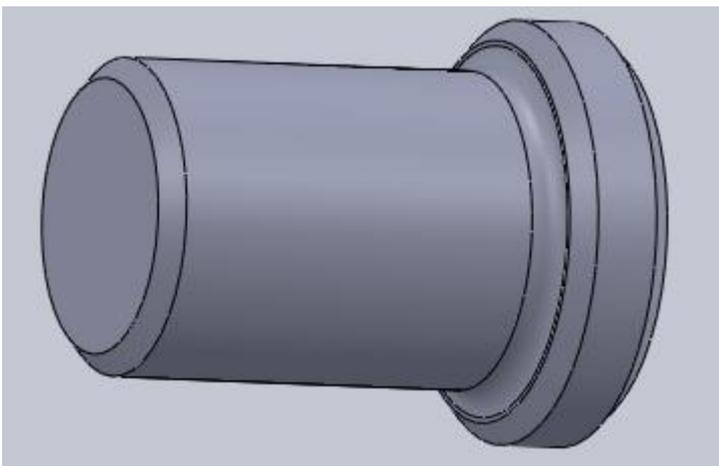
f) cliquer sur  **ok**.

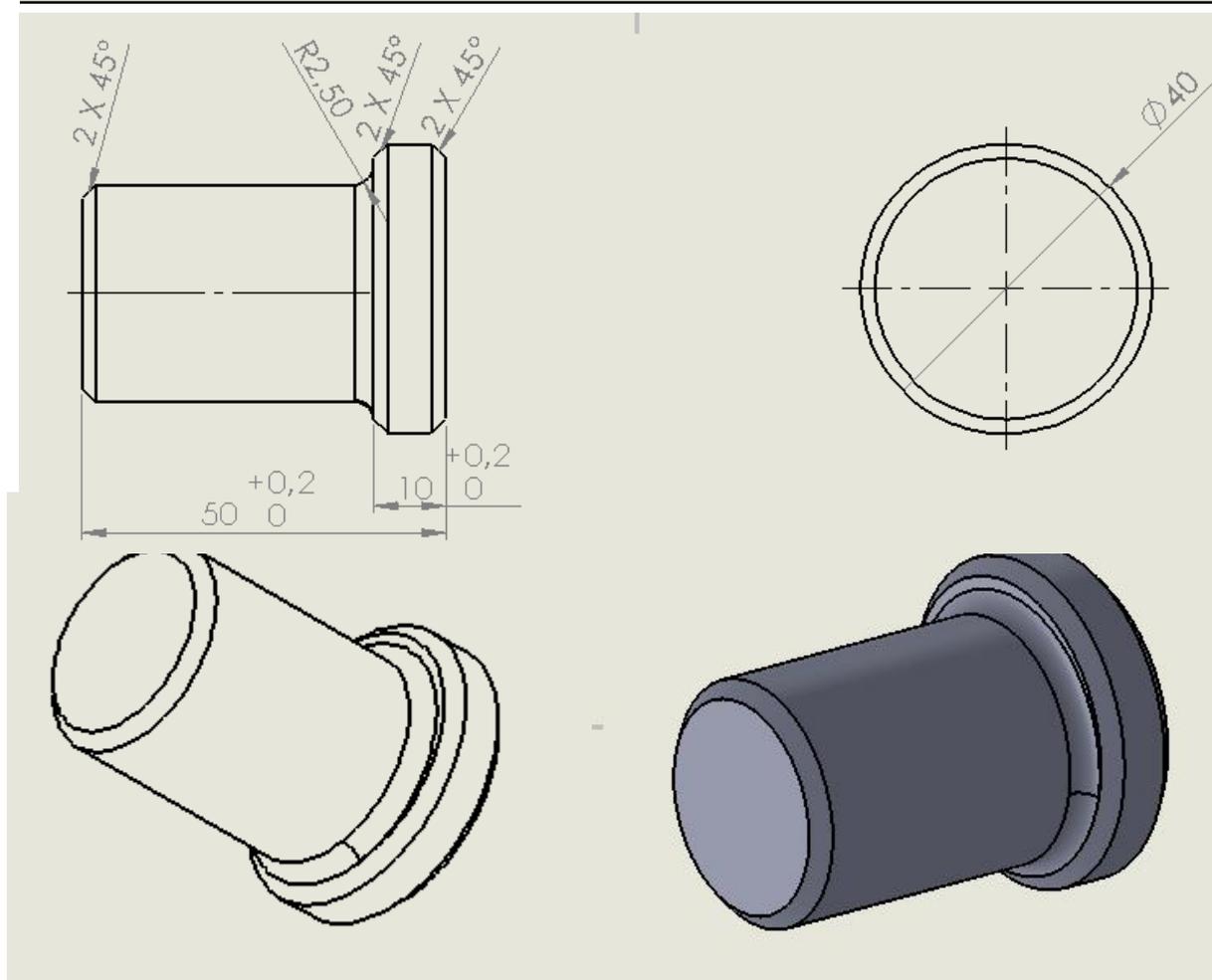
9) Cliquer sur **Congé**  dans la barre d'outils Fonctions.
Le PropertyManager **Congé** s'affiche.

a) Régler le **Rayon** à **2.5**.



b) cliquer sur  **ok**.





Nome du plan : Tourillon

Matière : A50

Quantité : 2

Repère : 4

III. 1.2. 5dessins de définition de plaque d'équilibrage.

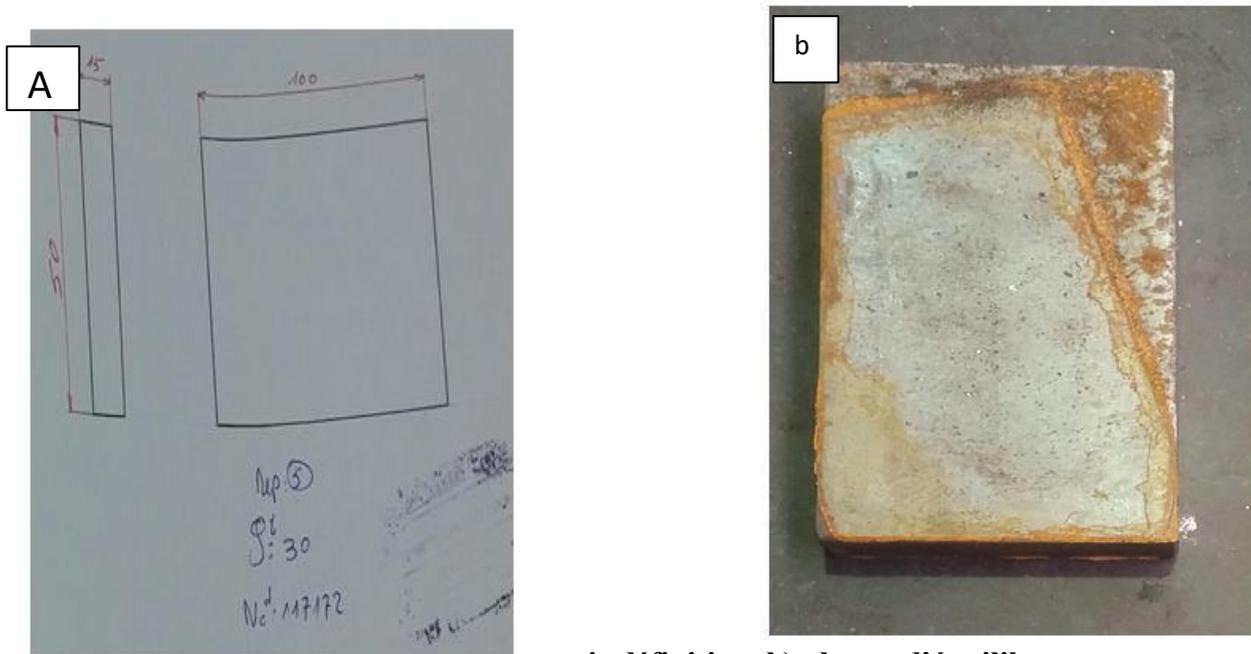
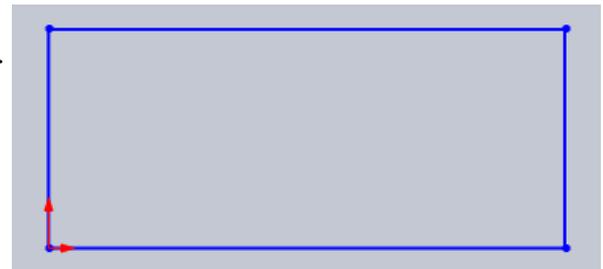


FIGURE III.1 a) croquis définition b) plaque d'équilibrage

III.3.2.5.1 Méthodologie de conception de plaque d'équilibrage.

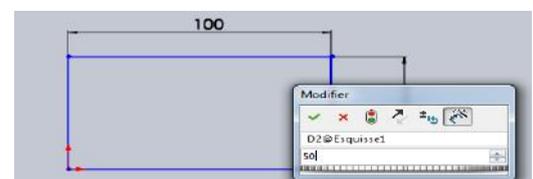
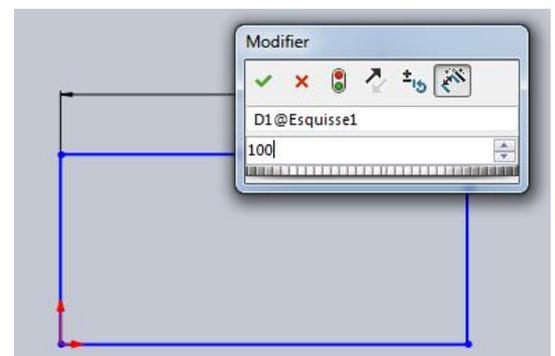
1) Esquisser un rectangle

- Cliquer sur  dans la barre d'outils Outils d'esquisse.
- Cliquer sur l'origine de l'esquisse pour commencer le rectangle.
- Déplacer le pointeur vers le haut et vers la droite Pour créer le rectangle.
- Cliquer une deuxième fois sur le bouton gauche de La souris pour terminer le rectangle



2) Ajouter des cotes

- Cliquer sur **Cotation intelligente**  dans la barre D'outils Cotations/Relation: Le pointeur prend la forme. 
- Cliquer sur la ligne supérieure du rectangle.
- Cliquer sur l'emplacement du texte de la cote au-dessus de la ligne supérieure. La boîte de dialogue **Modifier** apparaît.
- Entrer la valeur **100**. Cliquer sur  ou appuyer sur la touche Entrée.
- Cliquer sur l'arête droite du rectangle.
- Cliquer sur l'emplacement du texte de la Cote. Entrer la valeur **50**. Cliquer sur . Le segment supérieur et les sommets



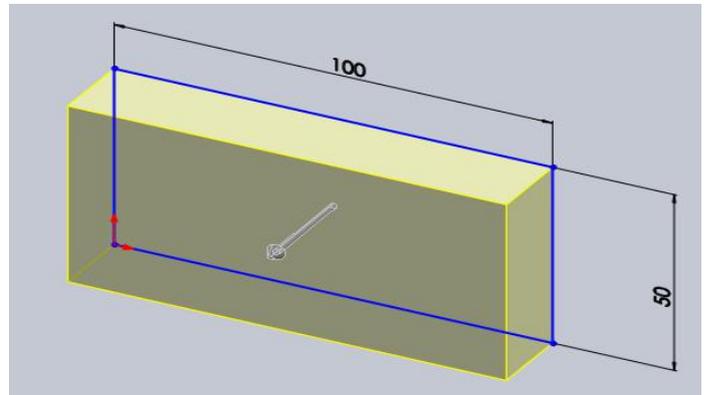
Restants sont affichés en noir. La barre D'état dans le coin inférieur droit de la Fenêtre montre que l'esquisse est Totalement contrainte

3) Extruder la fonction de base

a) Cliquer sur **Base/Bossage extrudé**  dans la barre d'outils Fonctions.

B) Aperçu graphique.

Un aperçu de la fonction est montré avec la Profondeur par défaut.

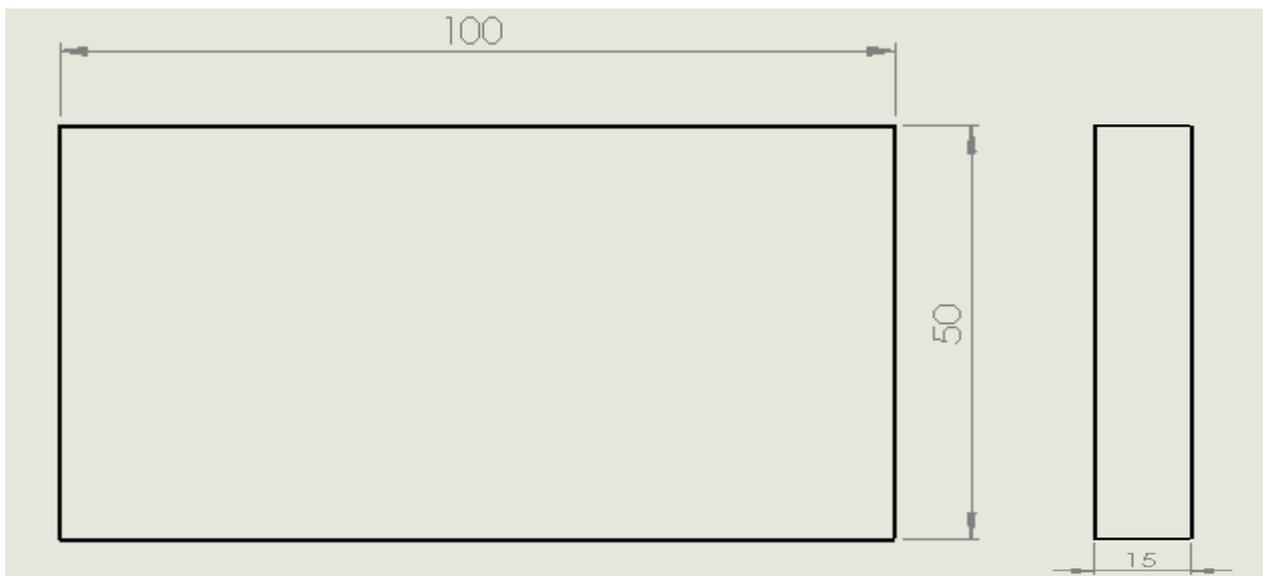


C) Réglages de la fonction extrusion. Changer les réglages comme indiqué.

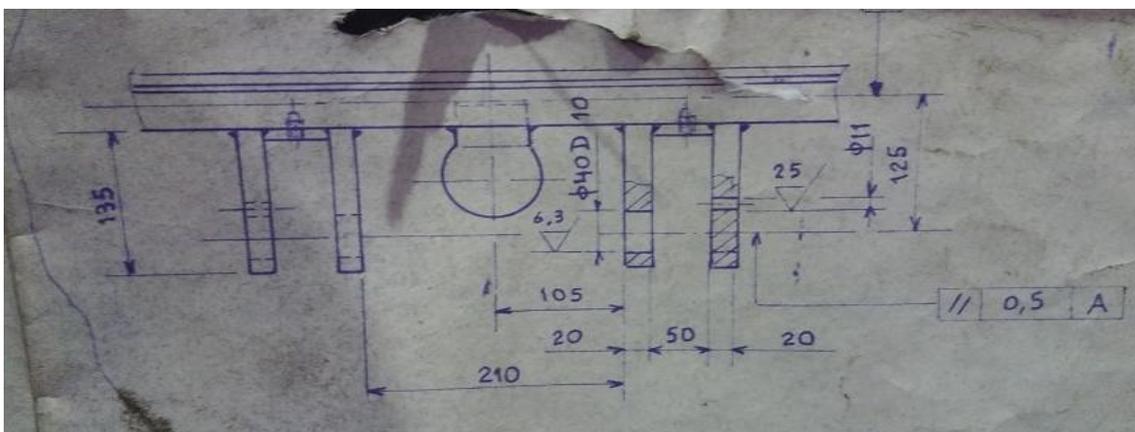
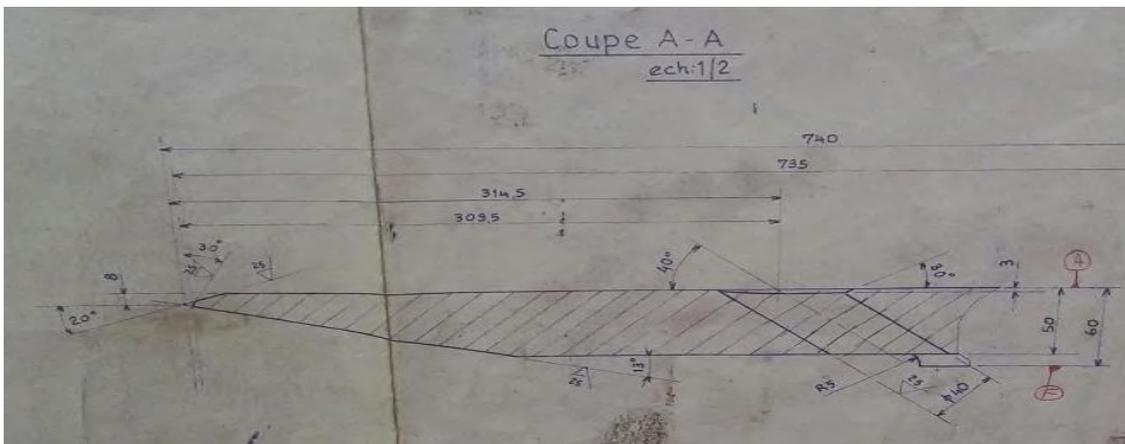
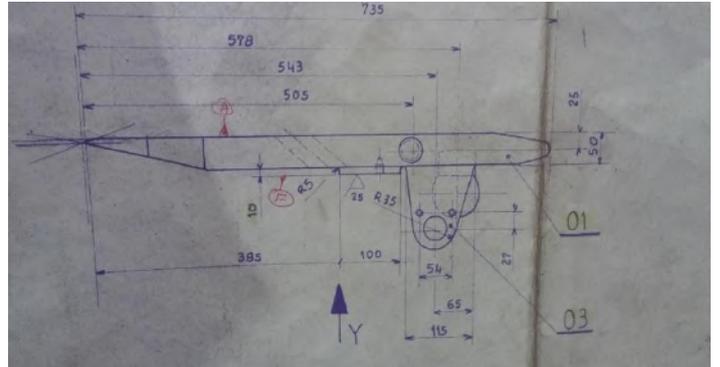
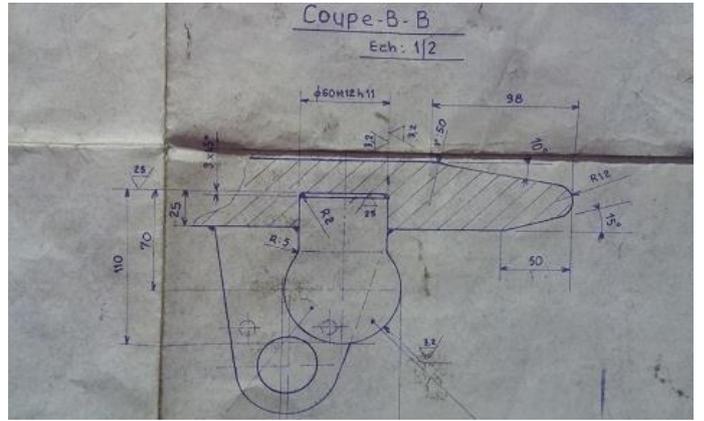
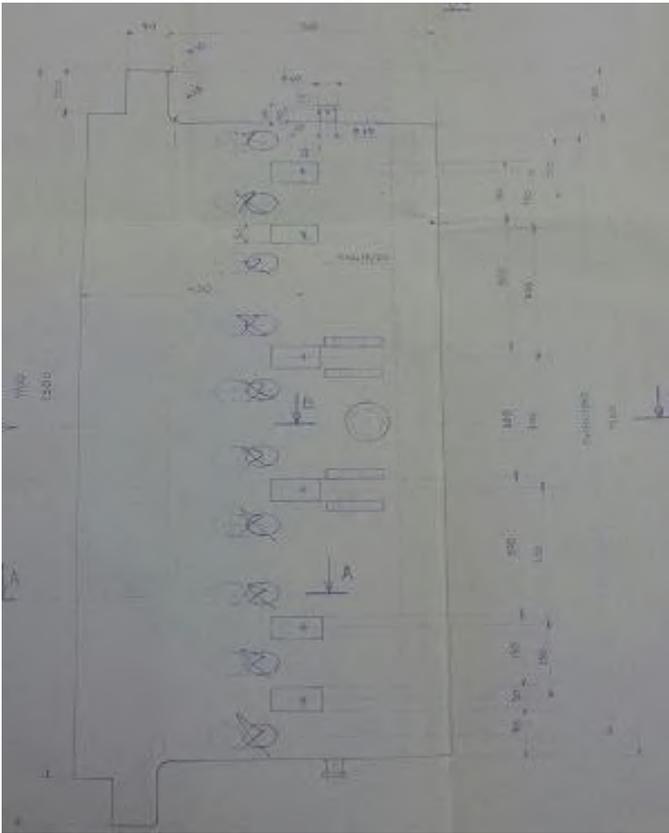
• Condition de fin = **Borgne**

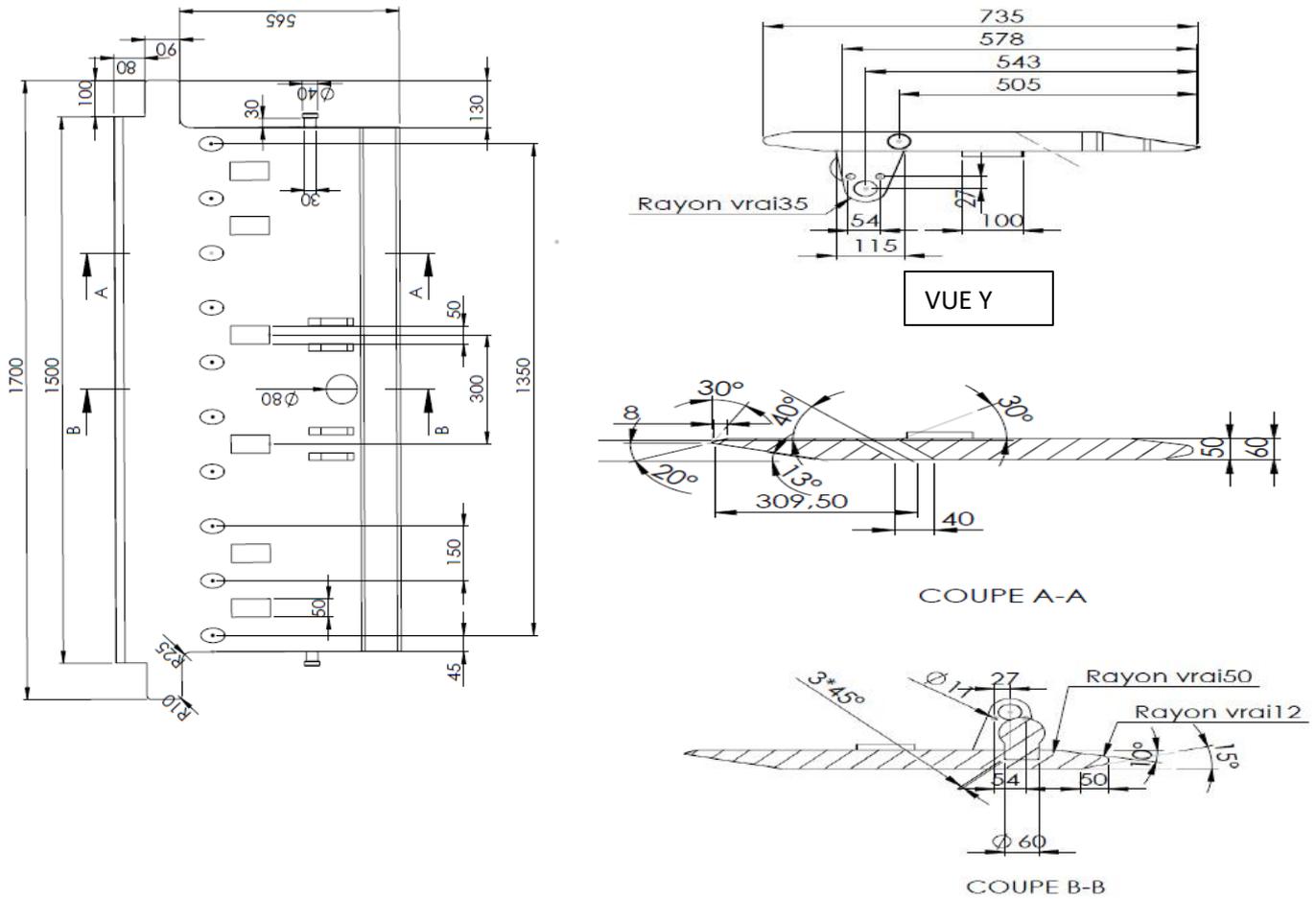
•  (Profondeur) = **15**

d) Créer l'extrusion. Cliquer sur **OK**.



Chapitre III Analyse de l'usinage de l'ensemble Racleur de décalaminage au niveau des ATCx





III.4 construction de l'ensemble de racleur sous SolidWorks

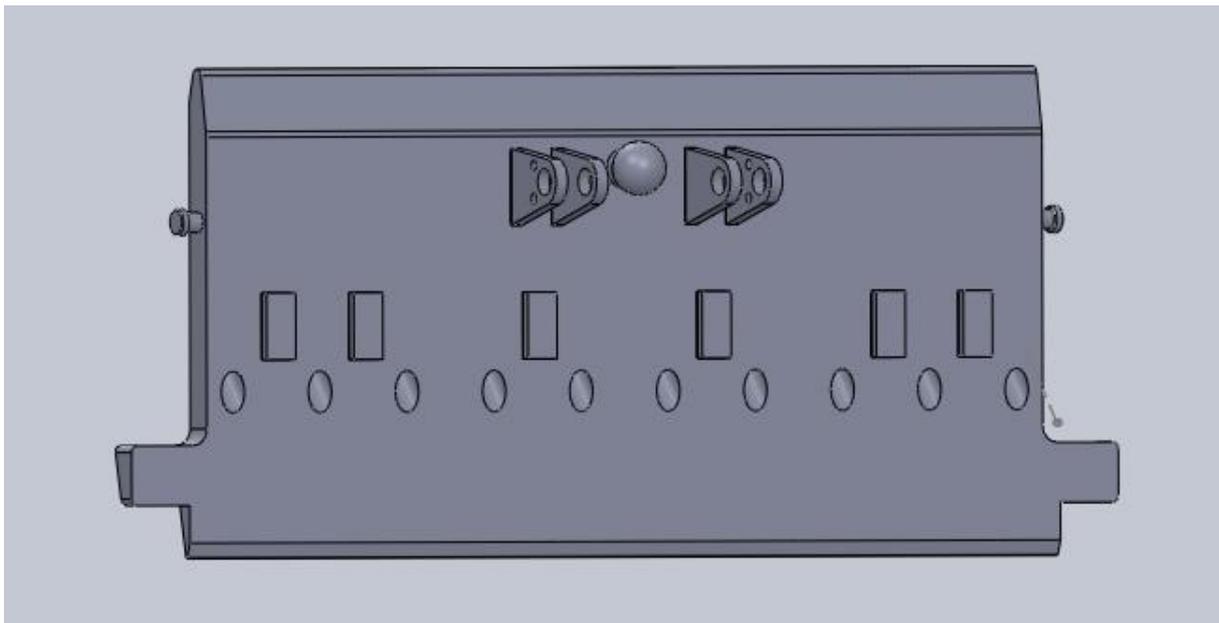


Figure III.10 Racleur de décalaminage sous SolidWorks

III.4 construction de l'ensemble de racleur sous SolidWorks

III.4. Elements de racleur sous SolidWorks

La construction de l'ensemble racleur nécessite les dessins des pièces les composant. Ces pièces sont réalisées sous SolidWorks et sont présentées dans les figures avec leur numéro dans le dessin d'ensemble. Dans ce travail nous présentons le processus de conception de racleur et autre pièces suivant le même principe.

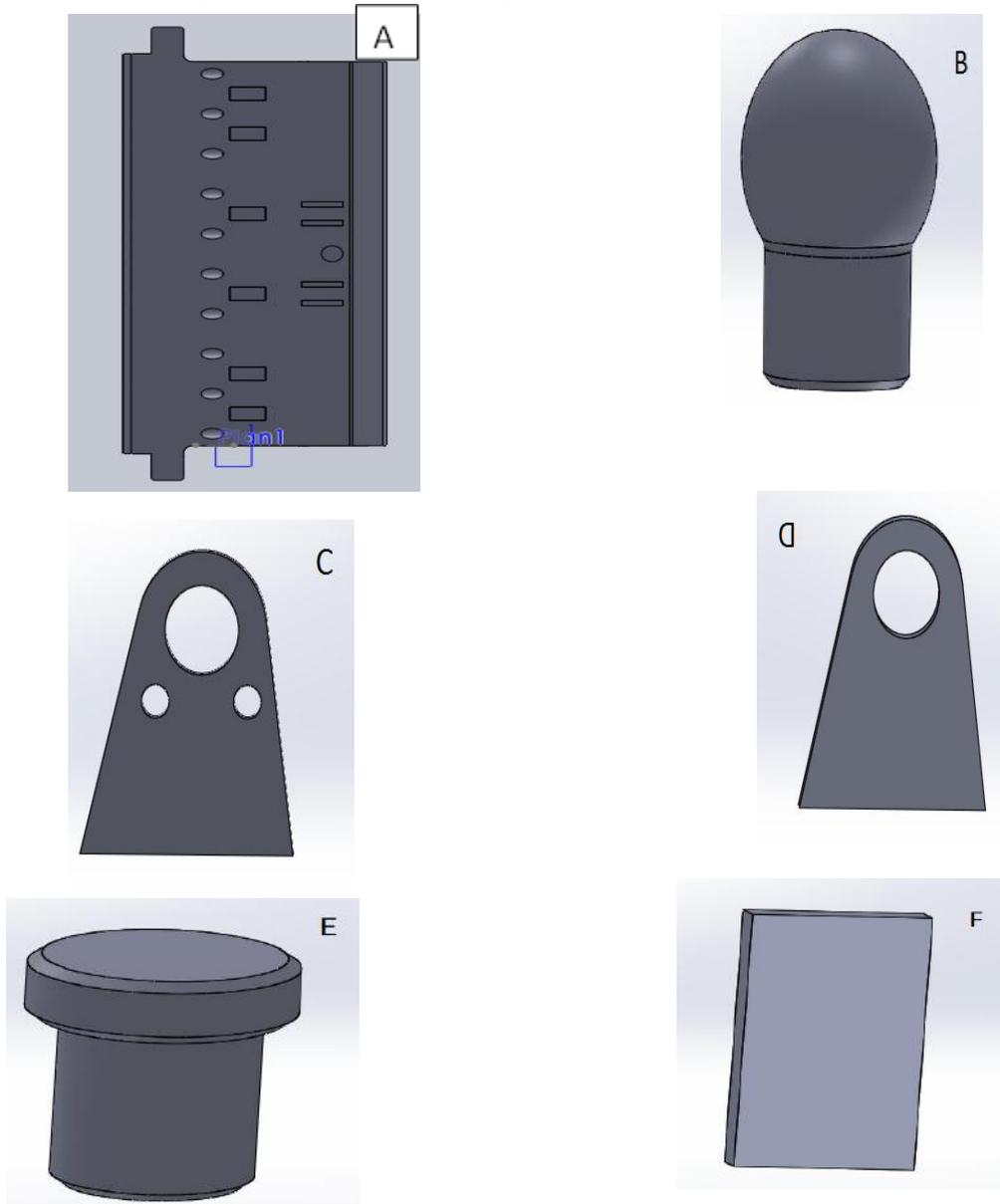


Figure III.9 Éléments de l'ensemble sous SolidWorks, A) racleur) bielle C) chape de guidage est de fixation D) chape de guidage E) tourillon F) plaque d'équilibrage.

Chapitre IV

*Amélioration de la gamme du
procédé de fabrication
d'ensemble de racleur*

IV.1 : Gamme d'usinage de la bielle :

La bielle est une pièce de révolution avec un contour sphérique et cylindrique. Elle peut donc être réalisée sur un tour à commande numérique en 1 seule phase contenant 4 opérations.

Le brute est choisi en fonction de la disponibilité des rond d'acier 100C6 : le diamètre le plus proche est de 86mm, et la longueur de l'ébauche est déterminée par simulation et montage de la pièce sur le tour et est égale à 155mm. La figure 4.1a montre une simulation de réglage des origines pièce (OP) et outil (OT) par rapport à l'origine machine (OM) sur tour à CN avant usinage. Les simulations des opérations d'usinage sont réalisées sous le logiciel Winam avant de transférer vers la commande numérique du tour. Le programme en code FANUC est donné en fin de la gamme d'usinage.

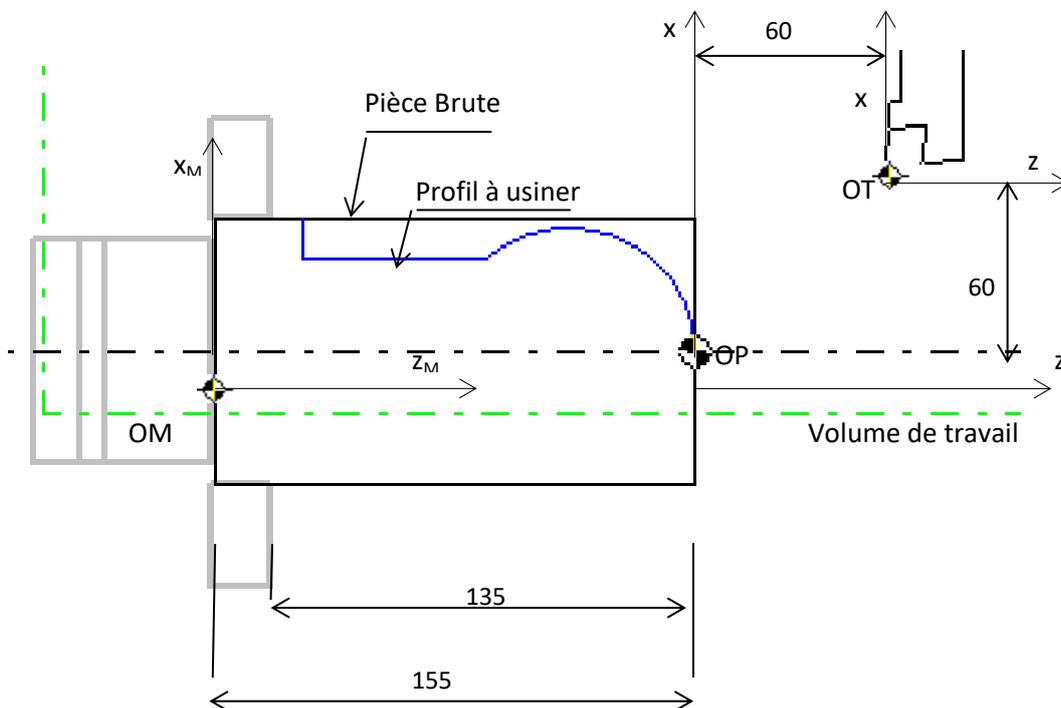


Figure 4.1a : Réglage des origines pièces (OP) et outils(OT) par rapport à l'origine OM

La gamme d'usinage est composée de trois phases :

Phase 10 : préparation de l'ébauche : Sciage d'un rond Ø86, longueur 155mm

Phase 20 : Tournage sur T à CN

La pièce est montée sur mandrin 3 Mors selon le réglage des cotes en Figure 4.1.

Opération 1 : Dressage de face

Porte-outil : P A L A L 25 25 M 12

Plaquette : A A M A A 12 04 06 L MM

Régimes de coupe : $V_c 100\text{m/min}$, $f=0.2\text{mm/t}$ et $a_p 1.5\text{mm}$

La Figure 4.1b montre le schéma de réglage de la cote de dressage de face

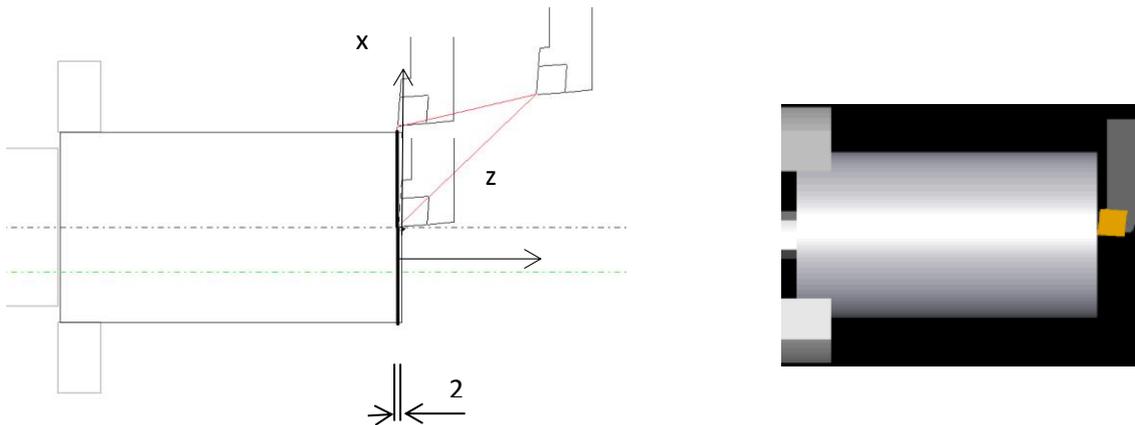


Figure 4.1b : Schéma de réglage de la programmation du dressage de face

Opération 2 : Chariotage de dégrossissage de profile de la bielle de racleur

Porte-outil : P K L B L 25 25 M 12

Plaquette : K B M A 12 08 06 E L MM

Régimes de coupe : $V_c 120\text{m/min}$, $f=0.2\text{mm/t}$ et $a_p 2.5\text{mm}$

La Figure 4.1c montre le schéma de réglage du chariotage de dégrossissage du profile de la pièce

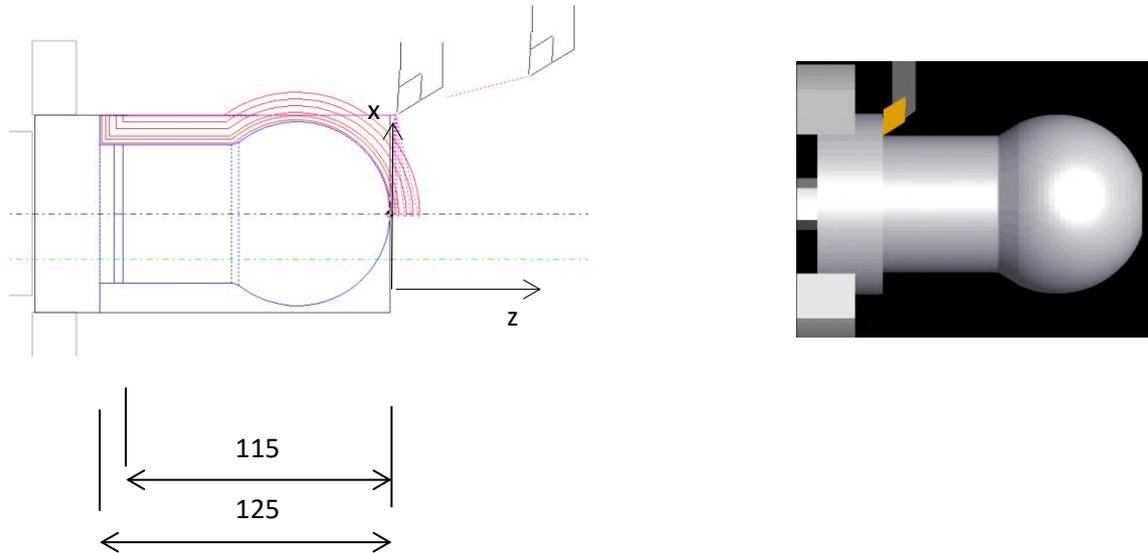


Figure 4.1c : Schéma de réglage du chariotage de dégrossissage du profile de la bielle de racleur

Le profile est réalisée jusqu'à la cote 125 pour permettre l'accès à l'outil à tronçonner pour découper la pièce à la cote 115.

Opération 3 : Chariotage de finition du profile de la bielle de racleur

Porte-outil : P V L B L 25 25 M 12

Plaquette : V B M A 13 02 06 F L MM

Régimes de coupe : $V_c 120 \text{ m/min}$, $f = 0.1 \text{ mm/t}$ et $a_p 0.8 \text{ mm}$

La Figure 4.1d montre le schéma de réglage du chariotage de finition du profile de la bielle

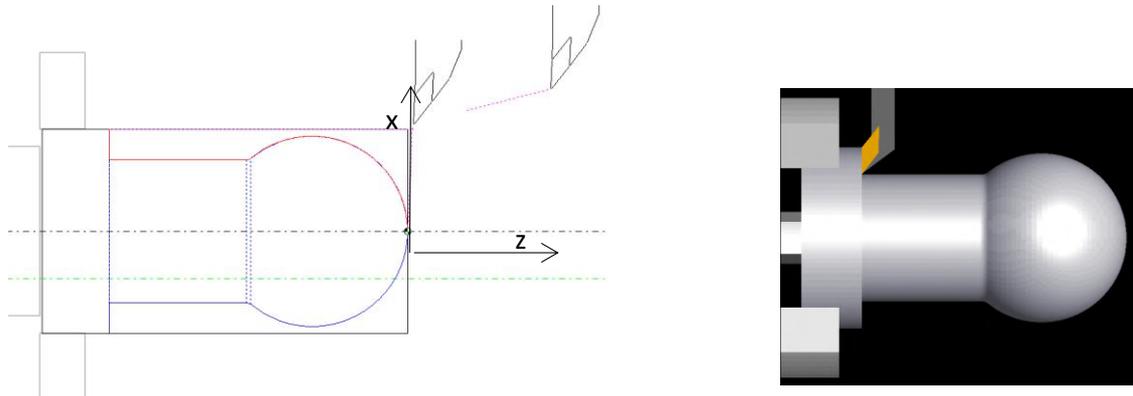


Figure 4.1d Schéma de réglage du chariotage de finition du profile de la bielle

Opération 4 : Tronçonnage avec réalisation du chanfrein 2x45°

Outil à saigner épaisseur 5mm

Régimes de coupe : $V_c 60\text{m/min}$, $f=0.1\text{ mm/t}$ et $a_p 5\text{mm}$

La Figure 4.1e montre le schéma de réglage du chariotage de finition du profile de la bielle

Le chanfrein $2 \times 45^\circ$ est réalisé après réalisation d'une gorge profonde de 5mm. L'outil à tronçonner est dégagé et puis il est déplacé par un angle de 45° sur une profondeur de 2mm.

Une fois le chanfrein réalisé, le tronçonnage peut continuer.

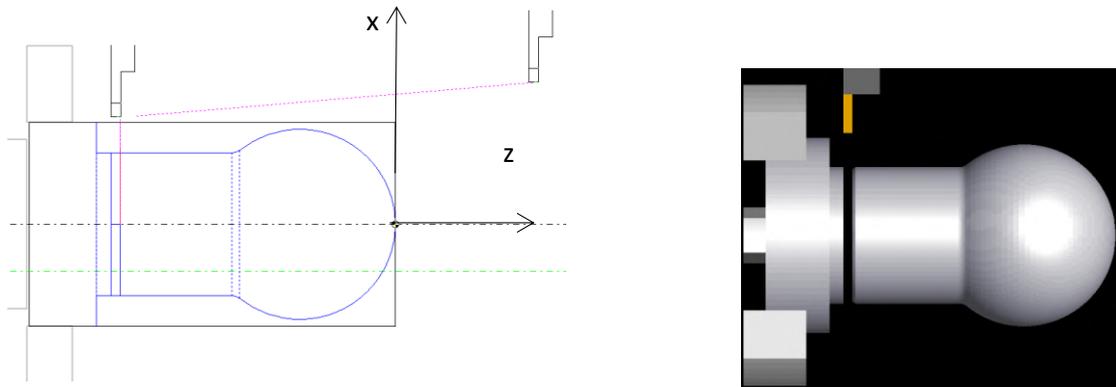


Figure 4.1e Schéma de réglage tronçonnage de la bielle

Phase 30 : Contrôle de la pièce

Programme Fanum :Bielle de racleur

000*Winam by EMCO [C] 1995-2001, Programme CN FANUC Séries 0/21T*)

N0005 G95 G96 S0

N0450 T0101 (* T1 (EBAUCHAGE) *)

N0455 G0 X90. Z0.

N0460 G1 X0. Z0.

N0465 G0 X120. Z60.

N0010 T0203 (* Outil de copiage *)

N0015 G0 X90. Z0.

N0020 M4

(**#00051 Cycle decontournage ébauche,, FANUC 0/21T **)

N0025 G95 F0.500 G96 S500

N0030 G0 X90. Z0.

N0035 G72 P45 Q70

N0040 M99 P75

N0045 G0 G42 X0. Z13.

N0050 G3 X86. Z-70.984 I0. K-53.

N0055 G1 X86. Z-112.

N0060 G1 X86. Z-112.

N0065 G0 G40 Z0.

N0070 X90.

N0075

(**#00051 Fin **)

(**#00051 Cycle contournage ébauche,, FANUC 0/21T **)

N0080 G95 F0.500 G96 S500

N0085 G0 X90. Z0.

N0090 G72 P100 Q125

N0095 M99 P130

N0100 G0 G42 X0. Z10.

N0105 G3 X80. Z-70. I0. K-50.

N0110 G1 X80. Z-115.

N0115 G1 X86. Z-115.

N0120 G0 G40 Z0.

N0125 X90.

N0130

(**#00051 Fin **)

(**#00051 Cycle decontournage ébauche,, FANUC 0/21T **)

N0135 G95 F0.500 G96 S500

N0140 G0 X90. Z0.

N0145 G72 P155 Q180

N0150 M99 P185

N0155 G0 G42 X0. Z7.

N0160 G3 X74. Z-68.983 I0. K-47.

N0165 G1 X74. Z-118.

N0170 G1 X86. Z-118.

N0175 G0 G40 Z0.

N0180 X90.

N0185

(**#00051 Fin **)

(**#00051 Cycle de contournée ébauche,, FANUC 0/21T **)

N0190 G95 F0.500 G96 S500

N0195 G0 X90. Z0.

N0200 G72 P210 Q240

N0205 M99 P245

N0210 G0 G42 X0. Z4.

N0215 G3 X68.444 Z-67.656 I0. K-44.

N0220 G2 X68. Z-68.284 I0.778 K-0.629

N0225 G1 X68. Z-121.

N0230 G1 X86. Z-121.

N0235 G0 G40 Z0.

N0240 X90.

N0245

(**#00051 Fin **)

(**#00051 Cycle de contournage ébauche,, FANUC 0/21T **)

N0250 G95 F0.500 G96 S500

N0255 G0 X90. Z0.

N0260 G72 P270 Q300

N0265 M99 P305

N0270 G0 G42 X0. Z2.5

N0275 G3 X66.111 Z-66.713 I0. K-42.5

N0280 G2 X65. Z-68.284 I1.944 K-1.571

N0285 G1 X65. Z-122.5

N0290 G1 X86. Z-122.5

N0295 G0 G40 Z0.

N0300 X90.

N0305

(**#00051 Fin **)

(**#00051 Cycle de contournage ébauche,, FANUC 0/21T **)

N0310 G95 F0.500 G96 S500

N0315 G0 X90. Z0.

N0320 G72 P330 Q360

N0325 M99 P365

N0330 G0 G42 X0. Z0.8

N0335 G3 X63.467 Z-65.644 I0. K-40.8

N0340 G2 X61.6 Z-68.284 I3.267 K-2.64

N0345 G1 X61.6 Z-124.2

N0350 G1 X86. Z-124.2

N0355 G0 G40 Z0.

N0360 X90.

N0365

(**#00051 Fin **)

N0370 G0 X120. Z60.

N0375 T0509 (* T2 FINITION *)

N0380 G0 X90. Z0.

(**#00051 Cycle de contournage finition , FANUC 0/21T **)

N0385 G95 F0.500 G96 S500

N0390 G0 X90. Z2.

N0395 G72 P405 Q435

N0400 M99 P440

N0405 G0 G42 X0. Z0.

N0410 G3 X62.222 Z-65.142 I0. K-40.

N0415 G2 X60. Z-68.284 I3.889 K-3.143

N0420 G1 X60. Z-125.

N0425 G1 X86. Z-125.

N0430 G0 G40 Z2.

N0435 X90.

N0440

(**#00051 Fin **)

N0445 G0 X120. Z60.

N0470 T0408 (* Pt.-outil de tronc. *)

N0475 G0 X90. Z-119.

N0480 G0 X64. Z-119.

N0485 G1 X50. Z-119.

N0490 G0 X64. Z-119.

N0495 G1 X40. Z-119.

N0500 G0 X50. Z-119.

N0505 G1 X30. Z-119.

N0510 G0 X40. Z-119.

N0515 G1 X20. Z-119.

N0520 G0 X30. Z-119.

N0525 G1 X10. Z-119.

N0530 G0 X20. Z-119.

N0535 G1 X0. Z-119.

N0540 G0 X90. Z-119.

N0545 G0 X120. Z60.

N0550 M30

IV.2 Gamme d'usinage de la chape :

La chape en acier A50, est usinée sur un centre d'usinage en une seule phase selon les opérations suivante :

L'ébauche est une pièce prismatique de longueur de 165 mm, largeur de 155 mm et profondeur de 20 mm. La pièce est montée sur un étau avec 3 points d'appui plan, 2 points d'appuis linéaire et une butée pour éliminer le 6^{ème} degré de liberté. Le schéma de réglage est montré sur la Figure 4.2 a.

Les origines pièce (OP) et (OT) sont indiquées relativement par rapport à l'origine machine (OM). Dans ce cas de figure, les cotes entre les points (OM) et (OT) et les points (OM) et (OP) ne seront indiquées qu'une fois que la machine est connue.

Opération 1 : usinage par cycle de poche du diamètre 40 mm

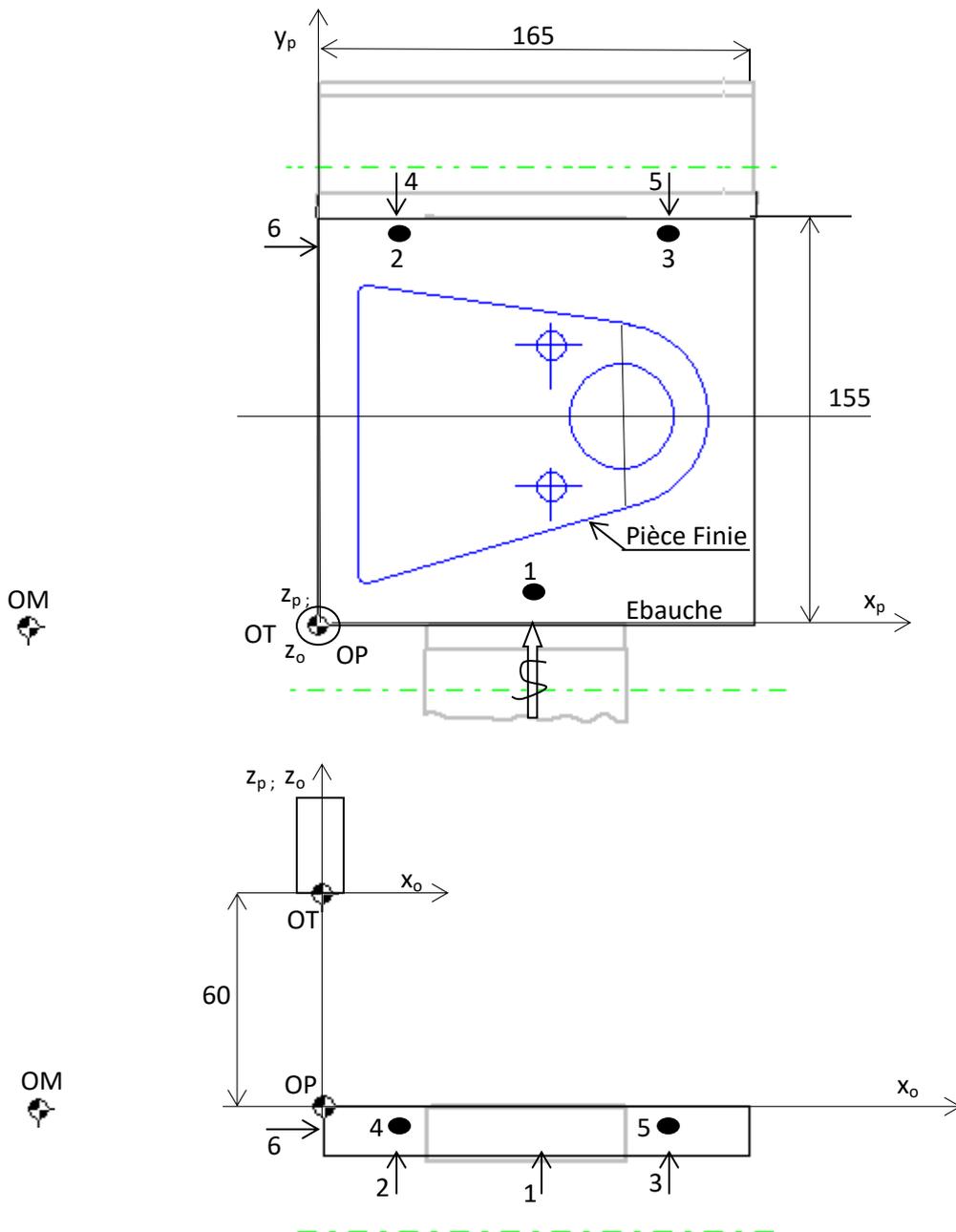


Figure 4.2 : Schéma de réglage des cotes pour l'usinage de la chape

La gamme d'usinage est composée de 3 phases

Phase 10 : Ébauchage brute : oxycoupage d'un rectangle de 180x190 mm² de profondeur 20mm

Phase 20 : préparation de l'ébauche chape : 155x165 mm² profondeur 20mm

Phase 30 : Usinage sur centre d'usinage

Opération1 : Réalisation du trou de diamètre 40mm par fraisage de poche

Porte outil :

Plaquette :

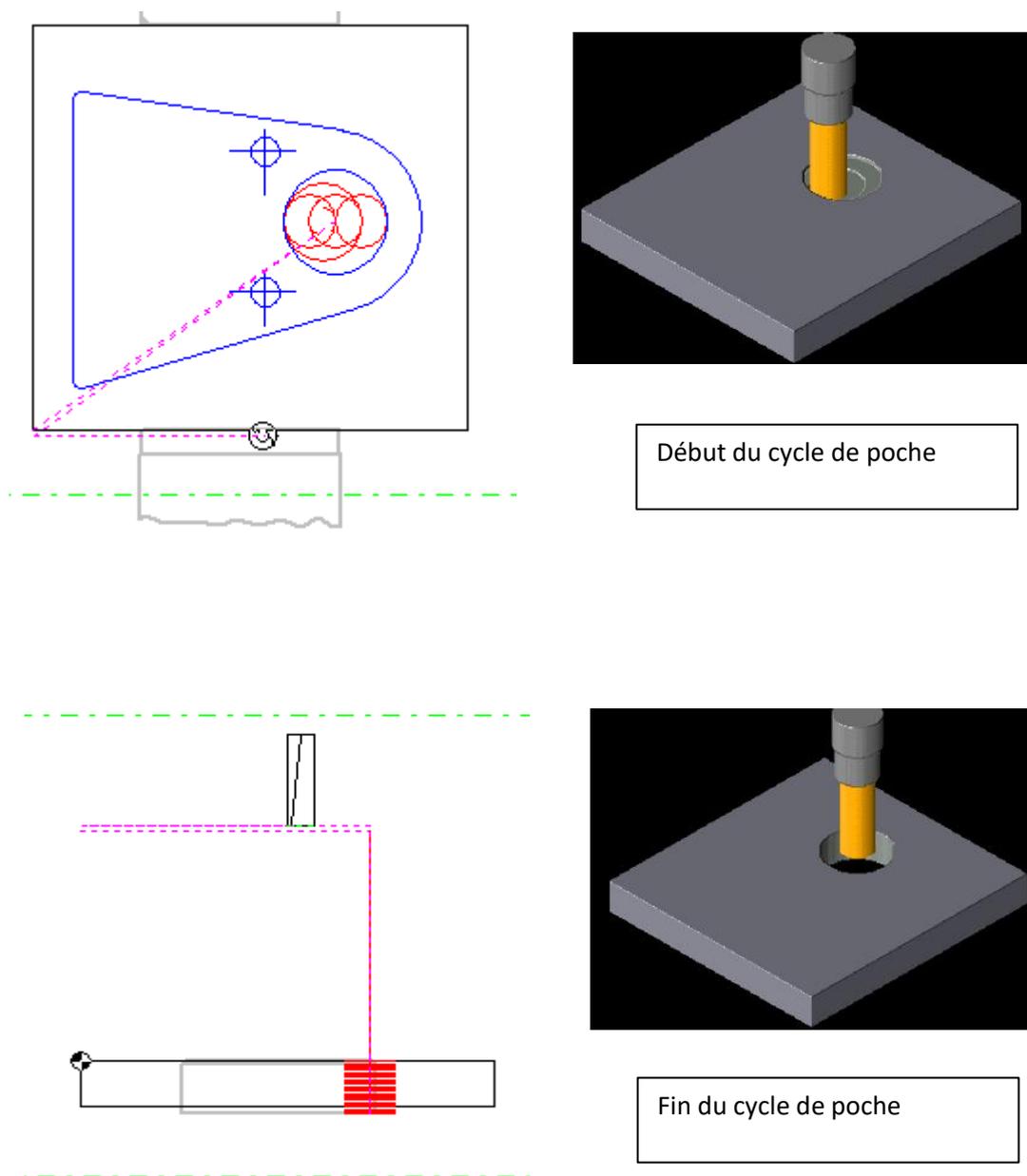
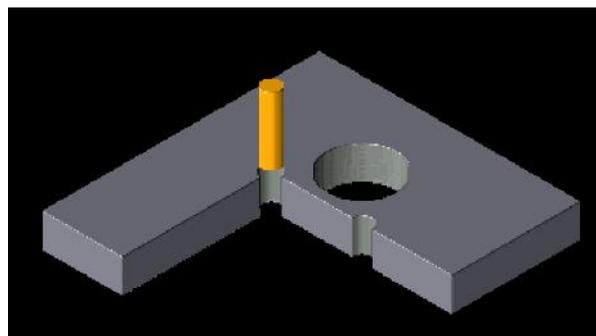
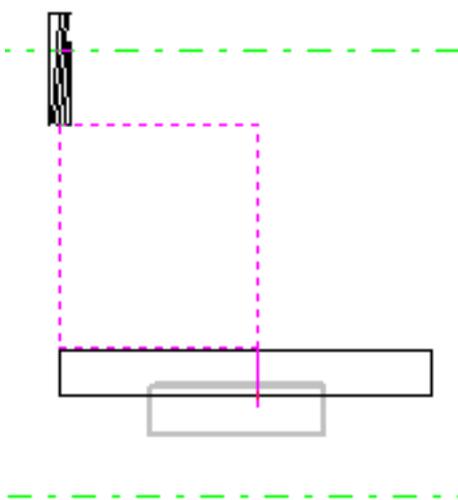
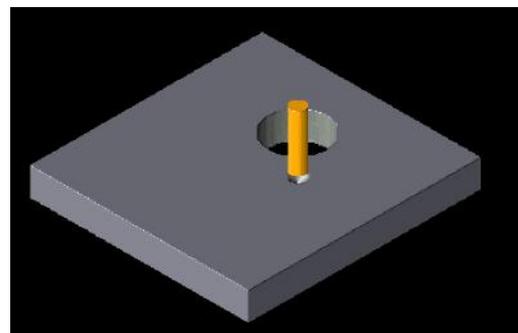
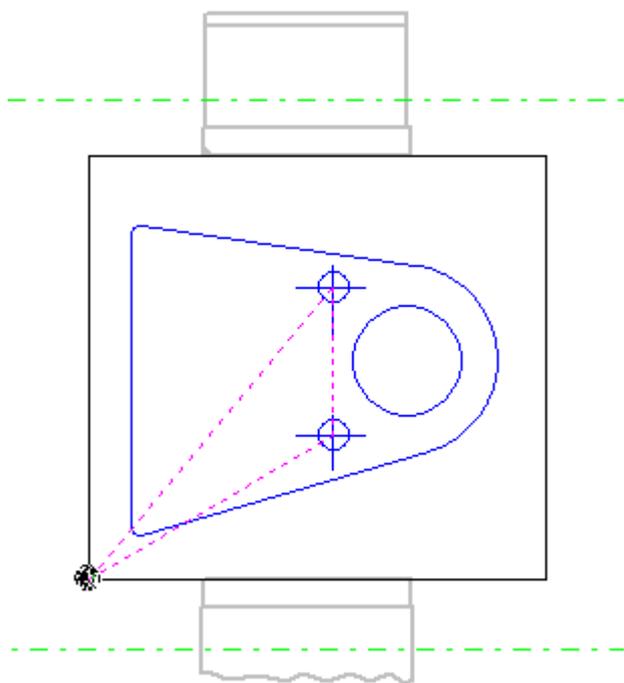


Figure 4.2a : Usinage du trou Ø40 D10 par fraisage de poche

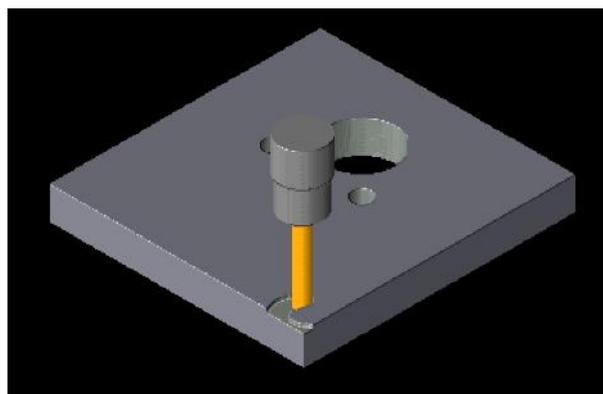
Opération1 : Réalisation du trou de diamètre 40mm par fraisage de poche

Porte outil :

Foret :

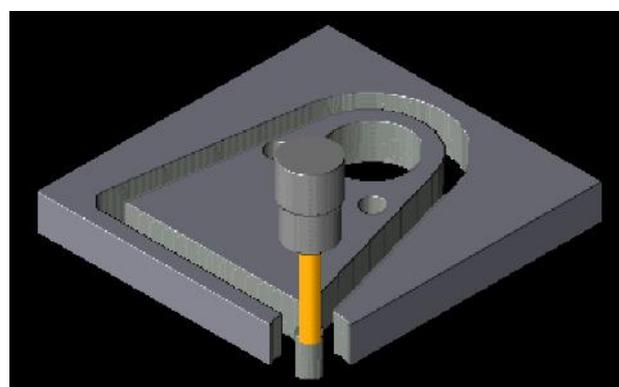
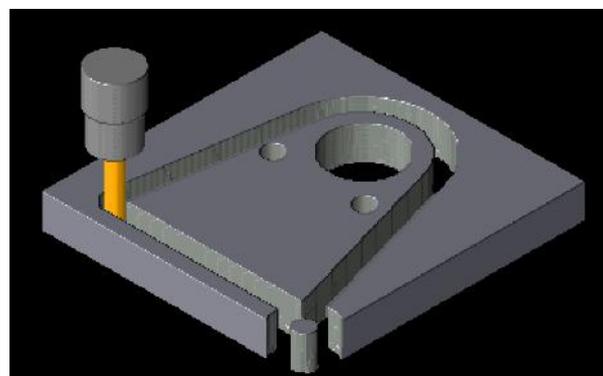
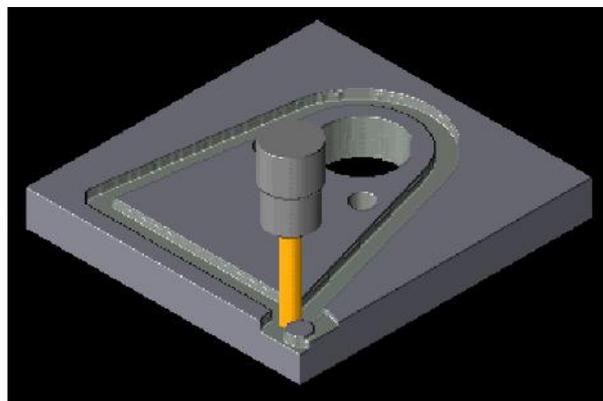
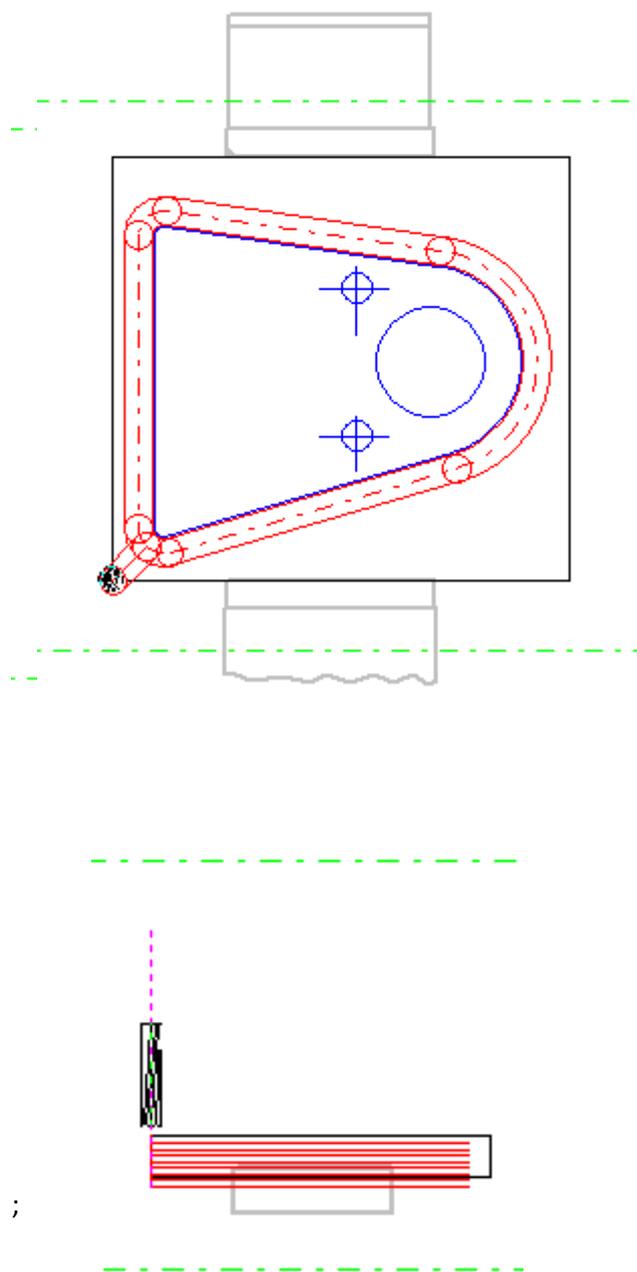


Opération 3 : Contournage de la chape



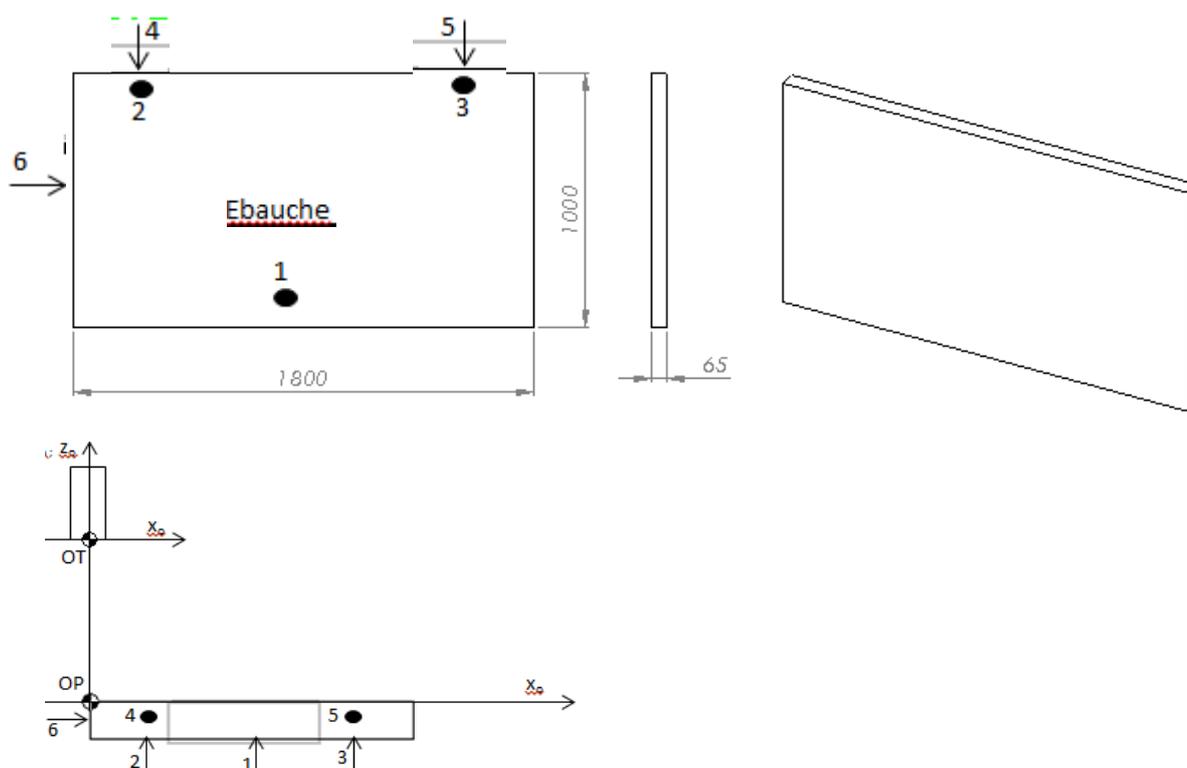
Porte outil

Plaquette

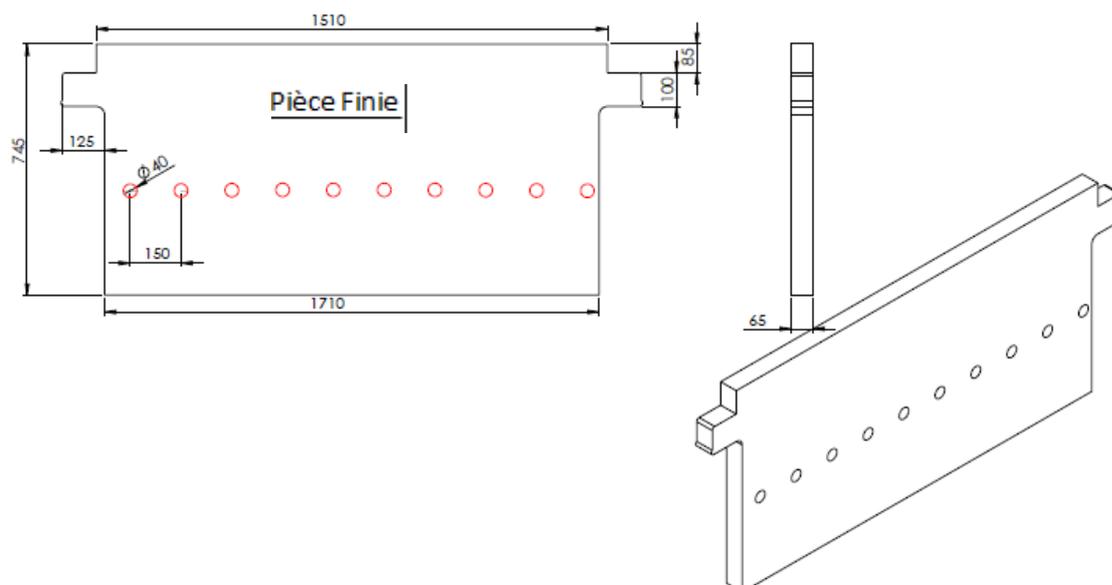


IV.3 Gamme d'usinage de la Racleur

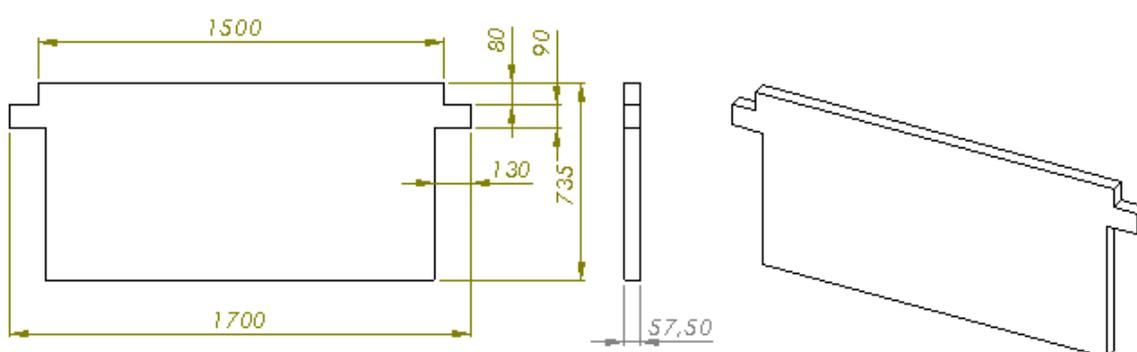
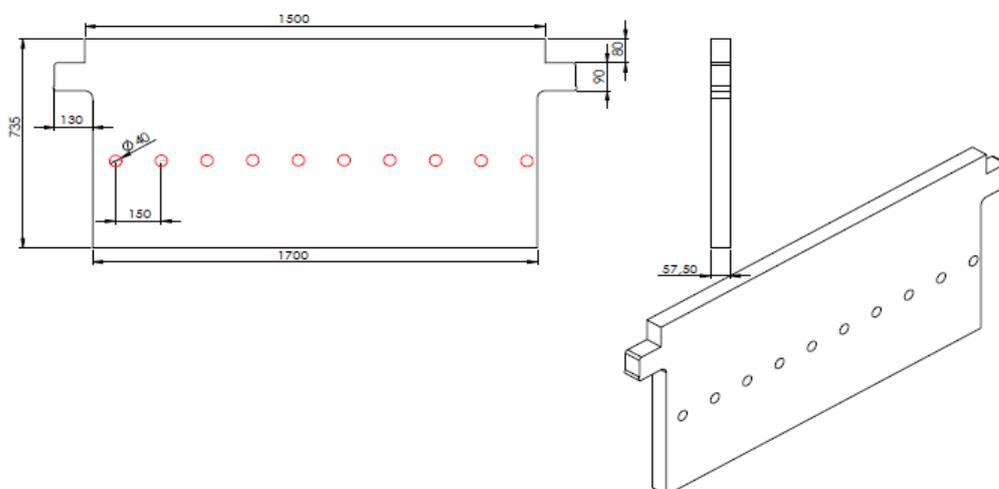
I.3PHASE 10 débitage :



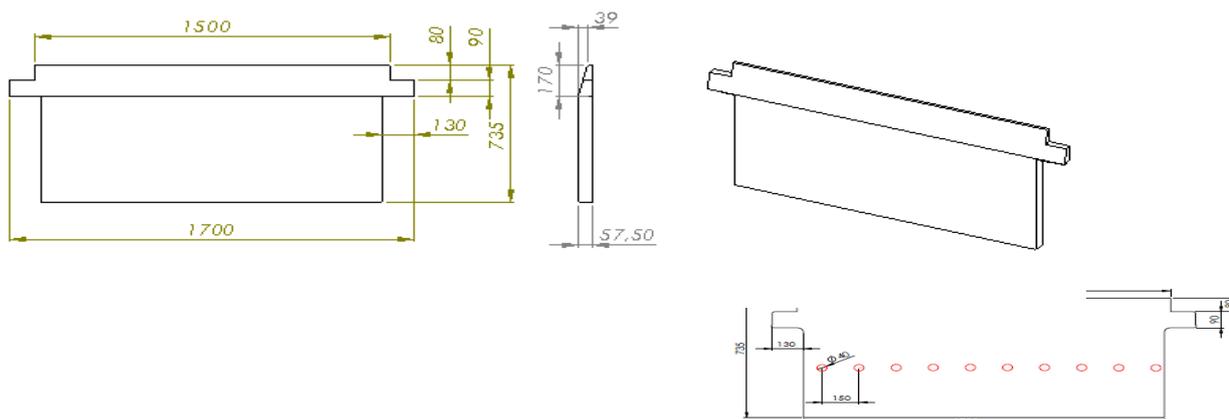
PHASE 20 : oxycoupage, il est recommandé de réaliser les trous diamètres 40mm par oxycoupage



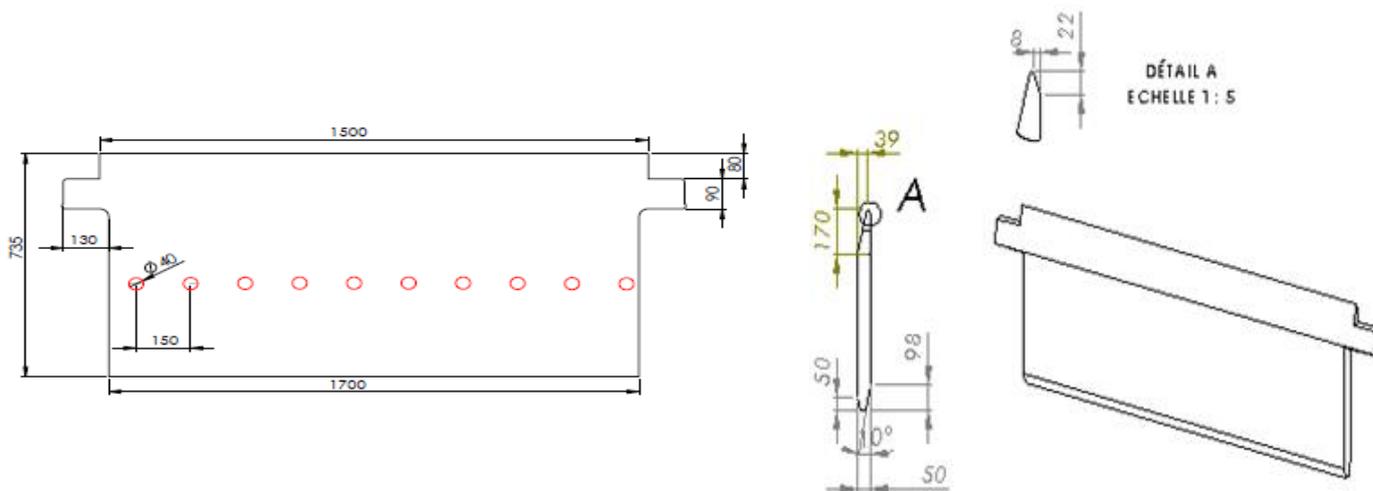
PHASE 30 opération 1 fraiseage surface 1 épaisseur 57,5mm avec fraise diamètre 300mm



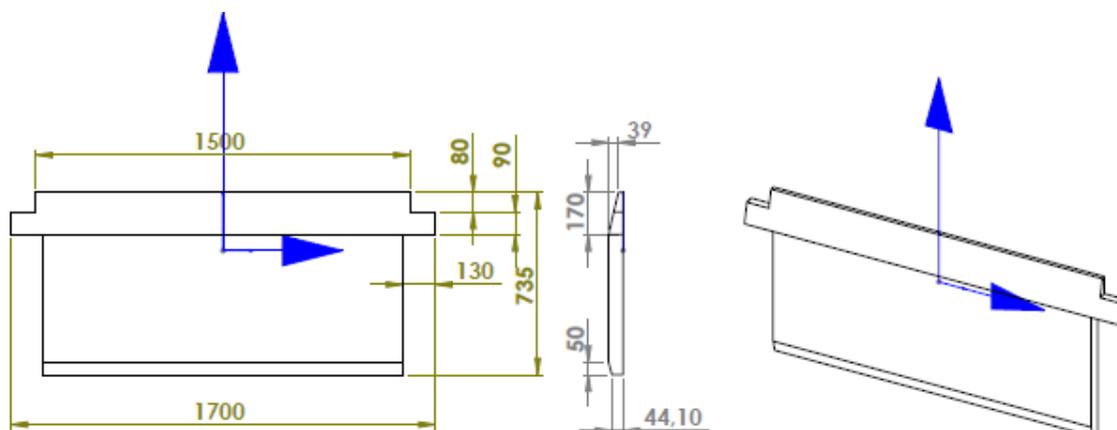
PHASE 30 opération 2 fraiseage surface.. Épaisseur 57,5mm avec fraise tourteau diamètre 80mm



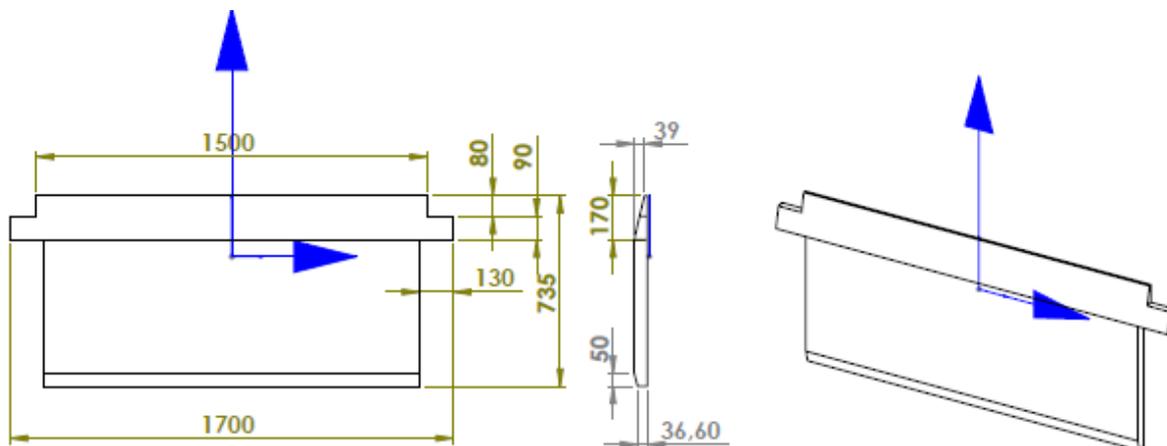
PHASE 30 opération 3 fraisage surface .. épaisseur 57,5mm avec fraise tourteau diamètre 80mm



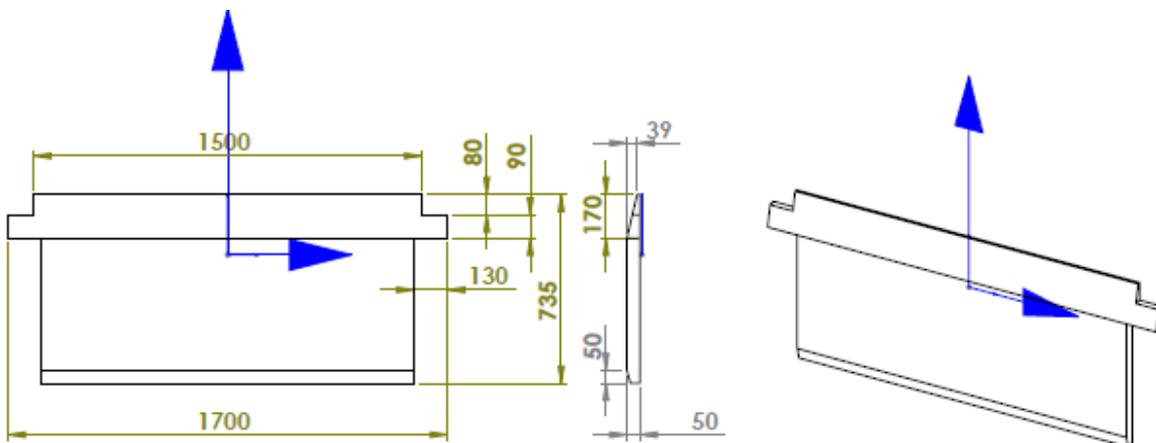
PHASE 30 opération 4 fraisage surface.. Épaisseur 57,5mm avec fraise tourteau diamètre 80mm



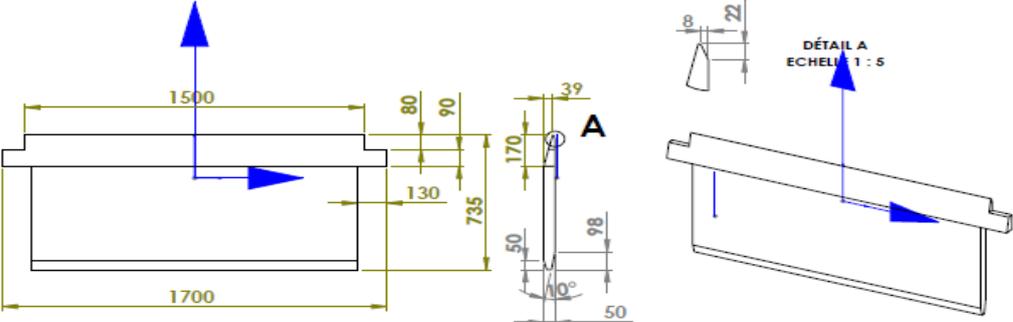
PHASE 30 opération 5 fraiseage surface.. Épaisseur 57,5mm avec fraise tourteau diamètre 80mm



PHASE 30 opération 6 fraiseage surface.. Épaisseur 57,5mm avec fraise tourteau diamètre 80mm



PHASE 30 opération 7 fraiseage surface.. Épaisseur 57,5mm avec fraise tourteau diamètre 80mm



CONCLUSION

Conclusion

Le présent travail est une contribution à l'amélioration de la gamme de fabrication de l'ensemble racleur de finition de laminés au laminoir à chaud du complexe sidérurgique d'El-Hadjar. L'objectif de ce travail est d'étudier l'opportunité de moderniser les moyens de fabrication des ateliers de sous-traitance qui sont indispensables pour répondre au besoin en pièce de rechange d'un complexe sidérurgique. L'ensemble racleur est une pièce mécano-soudée composée d'une pièce maitresse le racleur et de pièce de montage comme la bielle, les chapes, les calles d'équilibrages et les tourillons.

Les conclusions déduites proposent à l'entreprise :

- L'ensemble racleur est un bon cas d'étude pour étudier ce opportunité de modernisation des moyens de production. Il est composé de pièces de révolution, de pièces prismatiques, d'entités à usiner complexe comme des surfaces gauches
- Les documents techniques doivent impérativement être numérisés par l'introduction de logiciel de CAO et FAO.
- L'amélioration de la gamme de fabrication est possible par l'introduction de la commande numérique dans les machines outils.

Les résultats montrent que l'entreprise pourrait adopter une stratégie suivante :

- Introduire des outils de CAO pour la numérisation des documents techniques
- Pour la petite mécanique, au moins un centre de tournage un centre d'usinage doivent figurer dans le parc machine compte tenu qu'il existe des contours complexes, gauche et sphérique qui sont difficilement ou pratiquement impossible à les fabriquer avec les machines existantes.
- Pour la grosse mécanique, il est fortement recommandé de déterminer les machines dont les mouvements d'avance en x, y et z doivent être automatisés par l'introduction de la commande numérique ;
- L'oxycoupage doit-être numérisé par commande numérique

Références Bibliographies

Références Bibliographies

- [1] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Usinage>
- [2] METHODE & FABRICATION Par B. Vieille
- [3] FABRICATION MECANIQUE Par Philippe DEPEYER .Université de la Réunion
2004/2005.
- [4] W. Grzesik, Z. Zalisz, and P. Nieslony. Friction and wear testing of multilayer coatings
On carbide substrates for dry machining applications. *Surface and Coatings Technology*, 155
: 37–45, 2002.
- [5] G. Poulachon. Aspects phénoménologiques, mécaniques et métallurgiques en tournage
CBN des aciers durcis. Application : usinabilité de l'acier 100Cr6. PhD thesis, ENSAM de
Cluny, 1999. *Technique d'ingénieur* B 7 131
- [6] CYSSAU (J.D.). –Dictionnaire des abréviations usitées en CN. Sofetec (1994).*technique
de ingénieur* 7 131
- [7] MARTY (C.), CASSAGNES (C.) et MARIN (P.). La pratique de la commande numérique
des machines-outils. Tec Doc Lavoisier (1993). *Technique d'ingénieur* B 7 131
- .
- [8] LEPAGE (F.). – Les réseaux locaux industriels. Éd. Hermès (1991). *Technique
d'ingénieur* B 7 131.
- [9] Doucement de décalaminage LAC.

Annexes

External toolholders



PWLNR2525M06

P	W	L	N	R	25	25	M	06	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. Insert clamping

2. Insert shape

3. Tool type

4. Insert side clearance angle

External toolholders

5. Version

6. Shank height

12 = 12 mm
25 = 25 mm
32 = 32 mm
etc

7. Shank width

12 = 12 mm
25 = 25 mm
32 = 32 mm
etc

8. Tool length

A = 32 mm
C = 50 mm
D = 60 mm
E = 70 mm
F = 80 mm
H = 100 mm
K = 125 mm

M = 150 mm
P = 170 mm
R = 200 mm
S = 250 mm
T = 300 mm
V = 400 mm

Standard length as above

9. Cutting edge length

10. Internal designation

ISO norm for internal

Internal toolholders



A20Q-PWLNRO6

A	20	Q	-	P	W	L	N	R	06	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

1. Toolholder type

A = Steel with coolant passage
S = Solid steel
E = Solid carbide with brazed* cutting head and coolant passage

*Brazed or equivalent

2. Shank diameter

12 = 12 mm
20 = 20 mm
25 = 25 mm
etc

Tolerance on shaft: g7

3. Tool length

K = 125 mm
L = 140 mm
M = 150 mm
N = 160 mm
P = 170 mm
Q = 180 mm

R = 200 mm
S = 250 mm
T = 300 mm
U = 350 mm
V = 400 mm

Standard length as above

4. Insert clamping

5. Insert shape

Internal toolholders

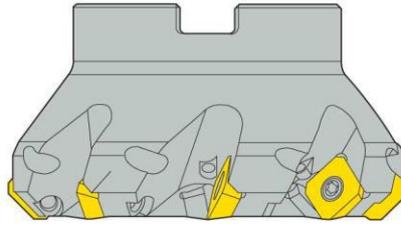
6. Tool type

7. Insert side clearance angle

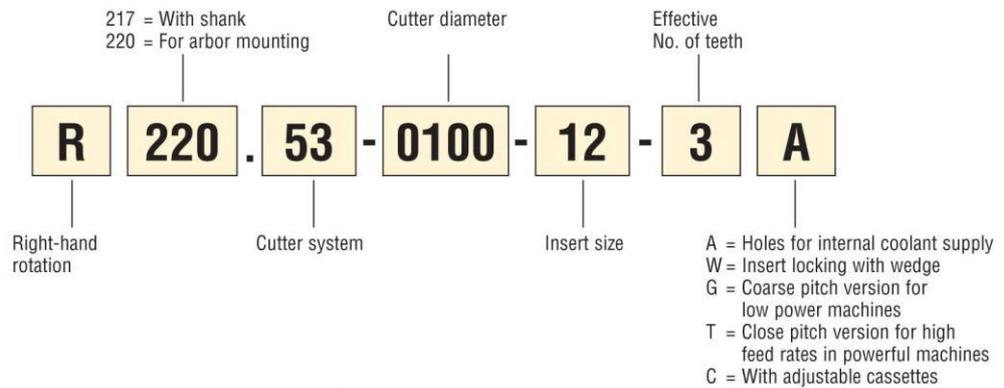
8. Version

9. Cutting edge length

10. Internal designation



Code key for face milling cutter 217/220.53



Note that parts of the code key can vary for different cutter systems.
The specific code keys are found in the cutter selection guidelines.

Note that parts of the code can vary for different cutters.

