

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTÉ DE LA TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : CONCEPTION MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

PAR :

CHEBI CELIA

Thème

Application informatique pour le calcul du temps et coût d'usinage
des pièces en fraisage et en tournage.

Soutenu le: **21 JUIN 2017** devant le jury composé de:

Mr. BRCHEUR. A Président

Dr. BELAMRI. A Rapporteur

Mm. HIMED. L Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2016-2017

Remerciements

Je remercie Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donné
durant tous ces années d'études.

Je souhaite remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin,
ont permis à l'aboutissement de ce travail. Je pense donc en particulier à mon promoteur
Dr BELAMRI Abdelatif.

Je remercie vivement de manière plus personnelle, mes pensées les plus profondes
et intimes vont vers ma famille: Ma mère (la voix de la sagesse et de l'amour)
à qui je dois beaucoup, malgré, je sais que je pourrais jamais te rendre
ce que tu m'as donnée. Mais, comme, tu le dis " notre réussite
c'est ton bonheur", Mon père, Ma sœur,
mes oncles, cousins et ami(e)s.

Liste des figures :

Figure 1. Composantes d'une fraiseuse standard.....	6
Figure 2. Fraisage de face	8
Figure 3. Fraisage de profil	9
Figure 4. Fraisage en avalant.....	10
Figure 5. Fraisage en opposition	11
Figure 6. Procédure de tournage.	13
Figure 7. Chariotage.....	14
Figure 8. Alésage.....	14
Figure 9. Dressage.....	14
Figure 10. Perçage.....	14
Figure 11. Rainurage.....	15
Figure 12. Filetage.....	15
Figure 13. Comparaison des matériaux de coupe	16
Figure 14. Les choix des paramètres de coupe	18
Figure 15. Vitesse de coupe V_c	19
Figure 16. Vitesse d'avance V_f	19
Figure 17. Les profondeurs de passe	20
Figure 18. Usinage en fraisage	21
Figure 19. Temps d'usinage en tournage	22
Figure 21. Ecran DELPHI 7	28
Figure 22. La palette des composants.	28
Figure 23. L'inspecteur d'objets de Delphi7	29
Figure 24. La fenêtre Unit1.pas.....	30
Figure 25. La fenêtre Unit1.....	31
Figure 26. La fenêtre Form1	31
Figure 27. Fichiers enregistrés au répertoire de DELPHI	32
Figure 28. Ajouter un bouton	33
Figure 29. Interface de Cetim TechniQuote	37
Figure 30. Bouton "Fichier"	40
Figure 31. Les composants du bouton "Fraisage"	41
Figure 32. Bouton "Affichage"	41

Figure 33. Bouton "A propos"	41
Figure 34 : Première interface de l'application.....	42
Figure 35. Interface du "Fraisage en bout"	43
Figure 36. Interface du "Fraisage en roulant"	43
Figure 37. Interface du "Tournage"	44
Figure 38. Exemple de calcul en surfacage d'une pièce en acier S235	45

Liste des tableaux:

Tableau 1. Opérations d'usinage en fraisage	5
Tableau 2. Les outils de fraisage en ARS	7
Tableau 3. Exemple de vitesses de coupe et avance pour le fraisage en bout.	12
Tableau 4. Exemple de vitesses de coupe et avance pour le fraisage en roulant.	13
Tableau 5. Exemple des vitesses de coupe et avances en tournage.	20
Tableau 6. Lignes de code générées par Delphi en (.pas)	32

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

CHAPITRE 1 PROCEDES D'USINAGE

Introduction	4
1.1.1 Le fraisage	4
1.1.2 Différents types de fraiseuses.....	4
1.1.3 Principes de base du fraisage	4
1.1.4 Les composants d'une fraiseuse	6
1.1.5 Les différents mouvements	7
1.1.6 Matières utilisées pour les fraises et leurs caractéristiques	7
1.1.7 L'affutage des fraises	8
1.1.8 Les principes généraux de fraisage	8
1.1.9 Le choix du mode de fraisage	9
1.1.10 Les éléments de coupe	11
1.2.1 Tournage	13
1.2.2 Principe de tournage.....	13
1.2.3 Différentes opérations de tournage	14
1.2.4 Les formules de coupe	15
1.2.5 Les matériaux des outils.....	15
1.2.6 Conditions de coupe	18
1.3.1 Temps et coût d'usinage	20
1.3.2 Les différentes catégorie de temps d'usinage	20
1.3.2.1 En fraisage.....	21
1.3.2.2 En tournage	22
1.3.3 Coût d'usinage Cu	23

CHAPITRE 2 ANALYSE DES BESOINS, METHODES ET OUTILS

PARTIE I ANALYSE DES BESOINS.....	24
Introduction	24
2.1.1 Travail demandé.....	24
2.1.2 Approche de la solution	24
2.1.3 Cycle de développement	25
Conclusion.....	25
PARTIE II METHODES ET OUTILS	26
Introduction	26
2.2.1 Choix des outils de conception	27
2.2.2 L'écran de Delphi	28
2.2.3 La palette des composants.....	28
2.2.4 L'inspecteur d'objets	29
2.2.5 L'éditeur de code	30
2.2.6 Premier projet.....	30
2.2.7 Première application avec Delphi	30
2.2.8 Une fiche avec un bouton.....	32
2.2.9 Attribuer une fonction à un bouton	33
2.2.10 Variables	33
2.2.11 L'instruction readln.....	35
2.2.12 Déclaration d'une variable	35
2.2.13 Où peut-on placer ces lignes de programme ?	35
2.2.14 Une boucle	35
2.2.15 Label.....	36
2.2.16 Conception et exécution	36
2.2.17 Les logiciels de devis d'usinage déjà existants.....	36
2.2.18 Cetim TechniQuot.....	37

2.2.19 Domaines d'application de Cetim TechniQuote	37
2.2.20 Chiffrage express à partir d'un modèle CAO.....	38
2.2.21 Chiffrage de pièces usinées à partir d'un plan 2D	38
2.2.22 Simulation performante de tous les facteurs de coût	38

CHAPITRE 3 REALISATION

Introduction	40
3.1.1 Présentation de l'application développée	40
3.1.2 Description de l'application.....	40
3.1.3 Les étapes du développement de l'application	40
3.1.4 Utilisation de l'application.....	42
3.1.5. Exemple traité par cette application.....	44

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale	46
Références bibliographique.....	47
ANNEXES	49

Introduction générale

L'usinage est un procédé de génération de surfaces. Il consiste à créer une nouvelle surface par enlèvement de matière (formation de copeaux) en utilisant un outil coupant. Les caractéristiques de cette surface dépendent du couple outil-matière, c'est-à-dire des paramètres mis en jeu pendant la coupe (vitesse de coupe, vitesse d'avance, profondeur de passe ...).

Depuis leur apparition, les techniques d'usinage ont subi de multiples améliorations. Les procédés de mise en forme des matériaux par enlèvement de matière n'ont cessé d'être remis en question afin de rester en phase avec les exigences industrielles, quelles soient économiques ou écologiques.

Cependant, l'ingénieur de fabrication se doit donc de pouvoir répondre à une multitude de questions afin de réaliser rapidement des pièces avec la qualité demandée et à moindre coût. Par exemple, dans le cas de l'usinage :

- Quel type de machine faut-il utiliser et suffira-t-elle en terme de puissance et de précision ?
- Quelles sont les conditions de coupe à utiliser pour minimiser l'endommagement des outils ou du matériau usiné ?
- Quelles sont les solutions à adopter lors de la conception des outils et dans quels matériaux doivent-ils être fabriqués pour améliorer leur durée de vie et/ou la qualité des états de surface des pièces usinées ?
- Quelles sont les propriétés mécaniques de la pièce après usinage ?
- Est-il possible d'usiner sans apport de lubrifiant ? ...

Il y aurait encore un nombre considérable de questions, dont il est difficile d'établir une liste exhaustive. L'état d'avancement des connaissances sur le plan fondamental ne peut apporter de réponse à toutes ces questions. En revanche, la technologie et les techniques d'usinage ont permis de faire évoluer et d'optimiser la production.

C'est dans cet objectif que ce travail est lancé, il a été constaté que de nombreux industriels de notre secteur économique ne se basent pas sur des calculs bien établies afin d'optimiser leur production ou bien même d'améliorer leur travaux d'usinage, par manque de formation et parfois par ignorance les opérateurs sur machine d'usinage tâtonne sur les conditions de coupes afin de trouver la bonne combinaison qui offre le meilleur usinage, cela engendre des perte de temps et de matière première, considérable. Parmi les objectif de ce travail c'est de rassembler dans le même fichier, le maximum de données de coups les mieux adaptées pour l'usinage en tournage et en fraisage.

Comme toutes les entreprises il est possible de faire un devis d'une pièce usinée et c'est très simple avec comme seul logiciel un tableur type Excel.

La plupart du temps ce logiciel est déjà intégré dans nos ordinateurs.

Cependant la création de ce genre de devis manuel prends énormément de temps et n'est souvent pas très précis et terme de retour sur investissement.

Optimisé le devis d'une pièce usinée à pour objectif:

- Etre plus proche du prix réel pour calculer sa marge réelle

- Fournir des chiffrages précis aux donneurs d'ordre

- Eviter les mauvaises affaires

- Négocier sur des bonnes bases

- Augmenter le nombre de devis émis

- Planifier la production sur des temps valides.

Actuellement il existe plusieurs applications de calculs de devis de pièces usinée, ce que nous avons remarqué c'est que ces applications sont parfois payante pour le téléchargement et utilisation, parfois leur utilisation est trop compliqué et nécessite des connaissances très poussées dans le domaine de l'ingénierie de l'usinage et parfois leurs utilisation ne correspond pas au besoin réel de nos entreprises de manière générale.

Ce travail rentre dans le cadre de création d'une application numérique simple d'utilisation, capable de prendre en compte les conditions de coupe d'usinage de divers matériaux, calculer les temps réels de l'opération d'usinage, de prendre en compte les divers temps intervenant lors de l'usinage d'une pièce et enfin traduire tous ces temps en un prix de l'opération en dinars.

Pour cela notre travail est partagé en trois chapitres:

Un premier chapitre qui traite les différents type d'usinage pour notre cas le tournage et le fraisage en donnant des définitions sur ces procédés suivit des conditions de coupe concernant chaque type d'usinage, par la suite les formules de calcul des temps d'usinage sont données ainsi que les différents temps intervenant dans la fabrication d'une pièce.

Un deuxième chapitre qui prend en compte l'analyse et la spécification des besoins pour concevoir et développer une application informatique qui permettra de calculer le temps et le coût des pièces usinées en fraisage et en tournage.

Le troisième chapitre est consacré au logiciel DELPHI couplé au langage programmation "Pascal", qui sont utilisé pour la création de la plateforme informatique qui englobe le traitement des données introduites. L'utilisateur donnera la matière à usiner ainsi

que l'outil utilisé, l'application donnera les conditions de coupes appropriées, plus si on introduit les dimensions de la pièce à usiner, du brut au produit fini, l'application donnera le temps alloué à cette opération.

Un quatrième chapitre qui décrit les étapes de la réalisation de notre application et présente les interfaces à utiliser pour le calcul du temps et coût d'usinage dans le cas du fraisage et tournage.

CHAPITRE 1

PROCEDES D'USINAGE

Introduction

L'usinage par enlèvement de matière consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement du métal à froid et sans déformation en utilisant un outil. La quantité de matière enlevée est dite copeaux et l'instrument avec lequel est enlevée la matière est appelé outil de coupe. L'opérateur utilise des machines dites machines-outils pour réaliser l'usinage d'une pièce. Dans ce chapitre nous présentons des généralités sur le fraisage et tournage, qui contient des définitions, les conditions de coupe et les outils utilisés en plus des temps d'usinage.

1.1.1 Le fraisage

C'est, dans son principe, un procédé de fabrication mécanique par coupe (enlèvement de matière) dont le rôle primordial est l'obtention de surfaces planes de forme concave ou convexe. L'outil employé pour effectuer ce travail est la fraise. Faisant intervenir, en coordination, le mouvement de rotation d'un outil à plusieurs arêtes (mouvement de coupe), en tournant, la fraise enlève sur la pièce des copeaux, et le mouvement d'avance de la table (dit mouvement d'avance).

1.1.2 Différents types de fraiseuses

- Fraiseuse horizontale : la fraiseuse horizontale utilise des fraises montées sur un arbre porte-fraise horizontal.
- Fraiseuse horizontale transformable: la fraiseuse horizontale peut se transformer occasionnellement en fraiseuse verticale grâce à l'utilisation d'une tête verticale rapportée.
- Fraiseuse universelle: la broche ou arbre porte-fraise peut occuper toutes les inclinaisons possibles par rapport à la table porte-pièce de la machine.
- Fraiseuse vertical : la broche est perpendiculaire à la surface de la table. Il en existe de différents types :
 - à tête porte-broche fixe.
 - à tête porte-broche inclinable dans le plan vertical parallèle à l'axe de la table [1].

1.1.3 Principes de base du fraisage

a. Les types d'opérations

Indépendamment du type de fraise choisie, l'opération de fraisage fera fondamentalement intervenir une des méthodes suivantes, représentées au tableau ci-dessous, ou une combinaison de celles-ci. Compte tenu du choix de méthodes qui s'offrent en fraisage, il est

important, au préalable, d'établir une distinction entre les différentes directions d'avance par rapport à l'axe de rotation de l'outil, à la direction axiale, à la direction radiale et à la direction tangentielle [1].

b. Les opérations d'usinage

Le tableau suivant résume les différents types d'usinage que l'on peut rencontrer dans un travail de fraisage





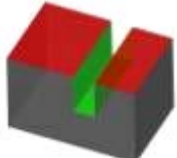



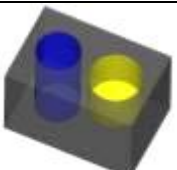

Dessin	Opération	Outils	
	Surfaçage: l'usinage d'un plan par une fraise. (Surface rouge)		Outil à surfacer
	Plans épaulés: L'association de deux plans perpendiculaires. (Surfaces vertes)		Fraise à deux tailles
	Rainure: L'association de trois plans, le fond est perpendiculaire au deux autres plans.(Surface vertes)		Fraise à deux tailles Fraise à trois tailles
	Poche: La poche est délimitée par des surfaces verticales quelconques (cylindre et plan). C'est une forme creuse dans la pièce. (Surface bleu)		Fraise à deux tailles
	Perçage: Ce sont des trous. Ils sont débouchant (Surface bleu) ou borgnes (Surface jaune)		Fraise à deux tailles Foret ARS Alésoir

Tableau 1. Opérations d'usinage en fraisage [1].

1.1.4 Les composants d'une fraiseuse

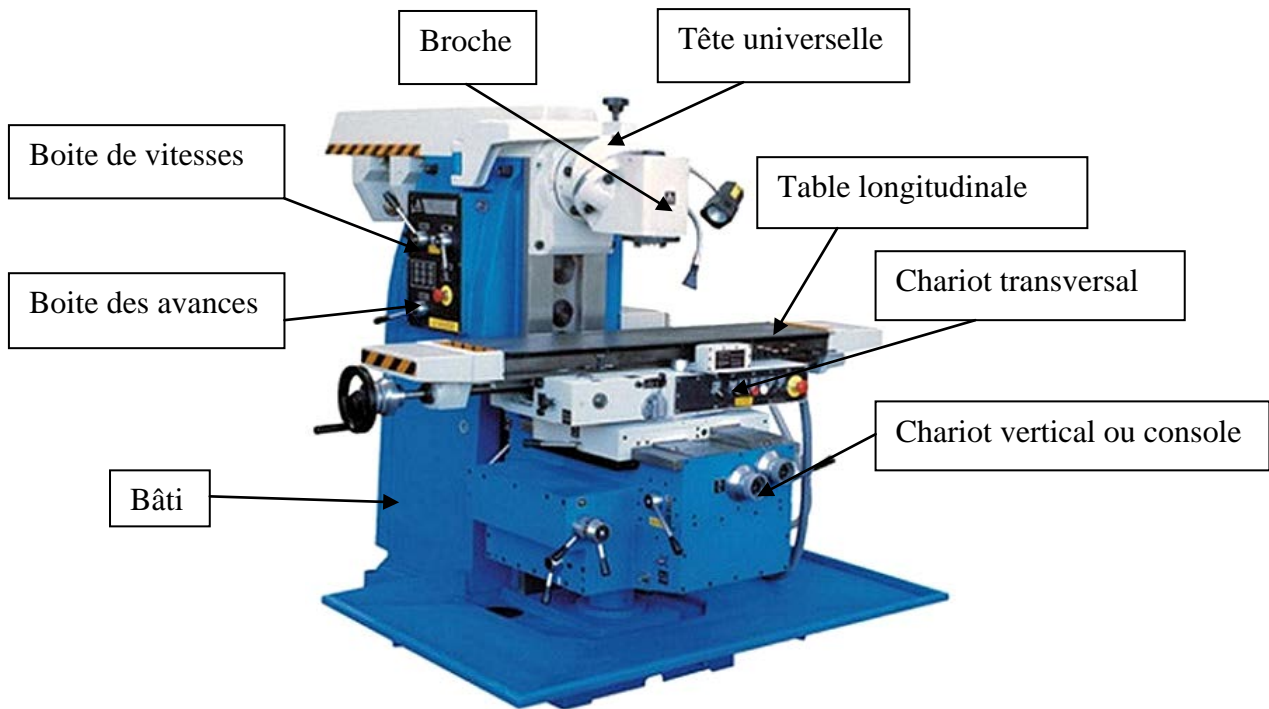


Figure 1. Composantes d'une fraiseuse standard.

La fraiseuse (figure 1) se compose de :

- Un bâti en fonte servant d'assise à la machine et supportant les différents organes.
- Une poupée fixe analogue à celle d'un tour qui transmet le mouvement à la fraise.
- L'arbre porte-fraise en acier spécial recevant son mouvement de la broche.
- Le support horizontal ou poutre en fonte de longueur réglable suivant les montages de fraises et pièces.
- Le support d'arbre : destiné à soutenir l'extrémité libre de l'arbre porte-fraises.
- Une console reliée au bâti par ses glissières et portant les différents chariots porte-pièces.
- Le chariot transversal coulisse sur les glissières transversales de la console.
- La table rectangulaire se déplace longitudinalement sur les glissières du chariot transversal.
- Le moteur électrique.
- La boîte des vitesses.
- La boîte des avances.

1.1.5 Les différents mouvements

a. Mouvement de rotation de la fraise : obtenue par le mouvement de rotation de l'arbre porte-fraise.

Cette rotation produite par un moteur électrique.

b. Mouvement d'avance : ce mouvement peut être communiqué à la table.

- Manuellement par la vis de la table actionnée par la fraiseuse qui agit sur la manivelle ou le volant.

- Automatiquement par la vis de la table qui est commandée par la boîte des avances.

C'est l'avance par dent qui détermine l'épaisseur du copeau.

c. Mouvement de pénétration : il est obtenu par le déplacement vertical de la console sur une fraiseuse horizontale ou par un déplacement latéral de la table sur une fraiseuse verticale c'est ce mouvement de positionnement qui permet de régler la profondeur de passe [1].

1.1.6 Matières utilisées pour les fraises et leurs caractéristiques

C'est l'acier à coupe rapide qui est utilisé sur un travail de production. Cette matière est la seule qui puisse en un outil monobloc, assurer des vitesses de coupes assez grandes.

L'alliage le plus utilisé est composé de :

18% de tungstène W, 4% de chrome (Cr), 1% de vanadium (Va), 1,2% de carbone (C). Le cobalt remplace aussi le tungstène pour environ 10 à 15%.

Ces aciers subissent :

- Une trempe à 1100/1300⁰, refroidissement dans l'air soufflé.

- Un revenu entre 350/600⁰ dans le plomb ou des sels fondus [1].

- Outil en Acier rapide supérieur (ARS)

Les outils en ARS sont constitués le plus souvent d'un barreau monobloc en acier rapide supérieur, l'arête de coupe est affûtée. Comme montre le tableau ci-dessous:




Foret ARS	Fraise 2 tailles ARS	Fraise 3 tailles ARS
		

Tableau 2. Les outils de fraisage en ARS [1].

- Outil en Carbure

Pour améliorer les performances des outils, l'arête de coupe est placée sur une plaquette amovible en carbure. Ce matériau est très résistant par rapport à l'acier. La plaquette carbure est obtenue en compressant différentes poudres de carbure. Dès que l'arête de coupe est usée, il suffit de changer la plaquette [1].

1.1.7 L'affûtage des fraises

Chaque outil s'use après une période de temps variable suivant la façon de l'employer et le travail à exécuter. L'outil doit être réaffûté afin de lui maintenir sa capacité de coupe. L'affûtage est une opération d'enlèvement de matière. Elle doit être exécutée par un outil plus dur que la matière de l'outil à affûter. L'outil utilisé pour l'affûtage est une meule [1].

1.1.8 Les principes généraux de fraisage

Les fraises peuvent présenter des arêtes tranchantes soit sur leur surface latérale, soit en bout, soit latéralement et en bout simultanément les fraises peuvent donc produire :

- Des surfaces planes parallèles à leur axe.
- Des surfaces planes obliques à l'axe de rotation.
- Des surfaces perpendiculaires à l'axe de la fraise.
- Des surfaces quelconques de forme indifféremment positionnées par rapport à l'axe.

Sur toutes les fraiseuses, la production de ces différentes surfaces est réalisée grâce à :

- Rotation de la fraise
- Avance de la pièce

Ces différentes possibilités font apparaître 2 grands principes de fraisage :

- **Fraisage de face (en bout)**: L'axe de rotation de l'outil est perpendiculaire au plan fraisé.

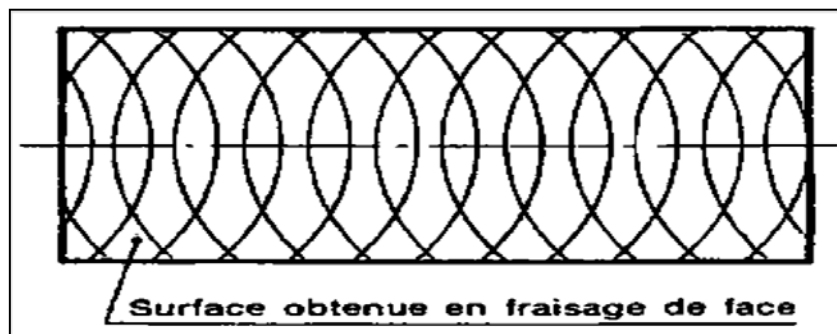


Figure 2. Fraisage de face [2].

- Série de courbes séquentes appelées cycloïde (traces laissées par les dents de la fraise sur la pièce).
- Intervalle compris entre deux cycloïdes représente l'épaisseur du copeau.
- Bonnes conditions de coupe (état de surface bon).

En conclusion, nous utiliserons le fraisage de face toutes les fois que ce sera possible [1].

- **Fraisage de profil ou fraisages en roulant:** L'axe de rotation de la fraise est parallèle à la surface usinée [1].

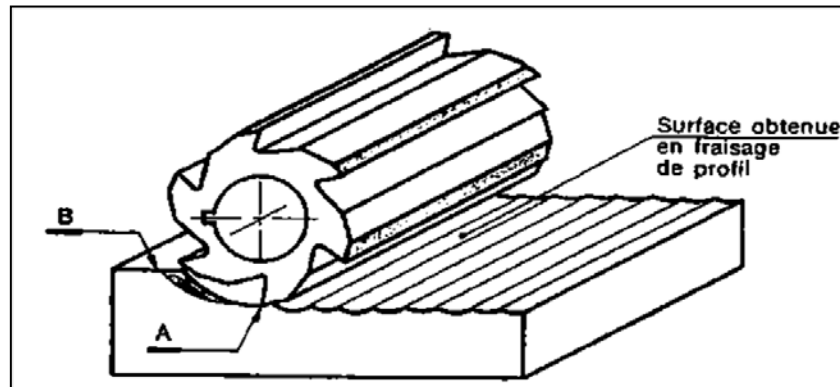


Figure 3. Fraisage de profil A arrête tranchante de la fraise, B la pièce usinée [2].

- Série d'ondulations (traces laissées par les dents de la fraise sur la pièce).
- Chaque dent de la fraise taille un copeau d'épaisseur soit croissant, soit décroissant.
- État de surface moins bon [1].

1.1.9 Le choix du mode de fraisage

Le mode de fraisage dépend de:

- l'état de surface exigé
- la spécification géométrique
- la tolérance demandée sur la dimension
- la machine utilisée ; etc..... [1].

On distingue deux modes de coupe dépendant du sens de rotation de l'outil et de la direction de déplacement de la pièce :

a. Le fraisage en avalant

Il s'agit de faire tourner l'outil dans le sens de déplacement de la pièce. Cela permet de donner des surfaces de bonnes qualités en coupant au point d'épaisseur maximal.

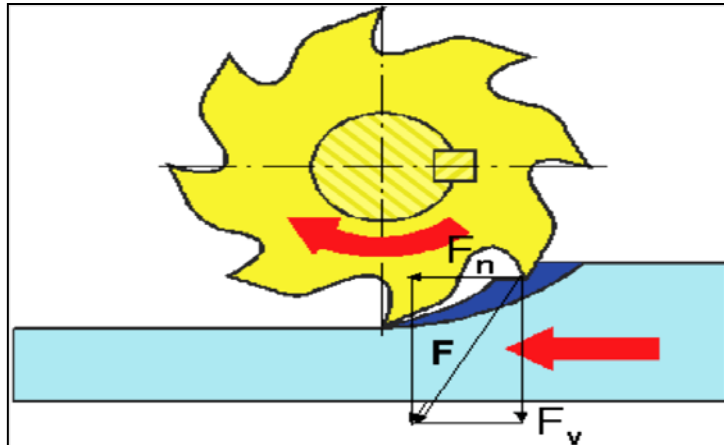


Figure 4. Fraisage en avalant avec illustration des forces de coupe que l'outil applique sur la pièce, F_n la force tangentielle, F_v force de pénétration de l'outil dans la matière, F est la résultante [3].

Principe : On dit que le fraisage se fait en avalant (ou en concordance) lorsque le sens de l'avance (flèches rouge dans la figure 4) est identique au sens de rotation de la fraise au niveau de la coupe. Ce mode de fraisage pourrait être représenté par ce petit croquis (figure 4) [3].

Formation du copeau : Au début de la coupe, le copeau est à son épaisseur maximale, pour diminuer au fur et à mesure et se terminer par une valeur nulle.

Avantage : L'effort de coupe pousse d'avantage la pièce sur la table et celle-ci sur ses glissières.

Inconvénients :

a. Il se produit une contrainte due aux chocs sur l'arête de coupe. Ceci implique l'utilisation d'une arête de coupe plus tenace.

b. Il importe de veiller à ce que le rapport entre le nombre de dents et la profondeur de passe soit tel qu'il n'y ait jamais une seule dent en prise.

c. Ce mode de fraisage demande un dispositif de rattrapage de jeu sur la machine [3].

b. Le fraisage en opposition

Le fraisage en opposition (ou fraisage conventionnel) consiste à faire tourner l'outil dans le sens inverse du déplacement de la pièce. La fraise coupe au point d'épaisseur minimale ce qui provoque un grand frottement et accélère l'usure de l'outil [4].

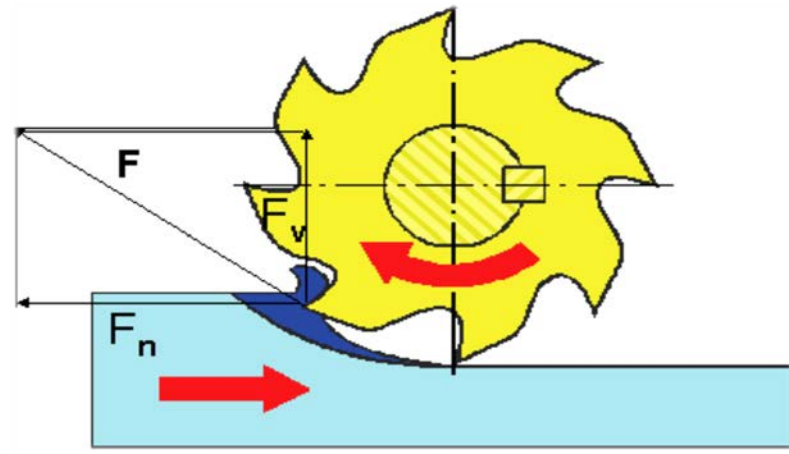


Figure 5. Fraisage en opposition avec illustration des forces de coupe que l'outil applique sur la pièce, F_n la force tangentielle, F_v force verticale à la surface de la pièce, F est la résultante [3].

Principe : On dit que le fraisage est en opposition (ou conventionnel, ou en roulant) lorsque le sens de l'avance est opposé au sens de rotation de la fraise au niveau de la coupe (figure 5) [3].

Formation du copeau : Au début de la coupe, le tranchant de la dent glisse sur la surface de la pièce, le copeau a alors une épaisseur nulle. Ensuite, la dent pénètre lentement dans la matière pour atteindre sa profondeur maximum à la fin de la coupe.

Avantages : Lors de l'écroutage, les dents de la fraise soulèvent les impuretés éventuelles.

Inconvénients :

- Lorsque la fraise entre en prise avec la matière, la dent refuse de tailler à cause du copeau minimum. Il s'ensuit que l'outil frotte exagérément sur la pièce, s'use et détériore la surface usinée.
- À la suite de cette usure, la pression devient trop importante et à chaque sortie de dent, l'outil plonge dans la matière. Il y a alors production de marques de broutage et l'état de surface n'est pas bon .
- L'effort de coupe tend à soulever la pièce et la table sur laquelle elle est fixée. Ce qui demande un blocage de la pièce beaucoup plus conséquent [3].

1.1.10 Les éléments de coupe [1]

a. La vitesse de coupe (V_c)

C'est la longueur de copeau débité pendant la durée d'une minute.

N : fréquence de rotation de la fraise définie par la formule :
$$N = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D}$$

V_c : vitesse de coupe (m/min)

D : diamètre de la fraise (mm)

N : vitesse de rotation broche (tour/min)

b. L'avance en fraisage [5]

L'avance s'exprime par le déplacement de la pièce en millimètres pour :

- une dent, c'est l'avance par dent, f_z ;
- un tour, c'est l'avance par tour, f ;
- une minute, c'est l'avance par minute, V_f ;

$$V_f = f_z \times Z \times N$$

Z : nombre de dents de la fraise ;

N : fréquence de rotation en tr/min.

c. Profondeur de passe en fraisage

La profondeur de passe ap dépend de la surépaisseur à usiner, ainsi que de la nature de l'opération (ébauche ou finition). Elle tend à diminuer, lorsque les exigences dimensionnelles, géométriques et d'état de surface deviennent plus rigoureuses. Elle ne doit pas être cependant inférieure au copeau minimum. La valeur maximale de ap est limitée par la rigidité de l'outil et la puissance de la machine [5].

Les valeurs de V_c et f sont indiquées dans le tableau ci-dessous ; elles dépendent principalement de la matière à usiner, du matériau de l'outil et du type de fraise utilisé:

Fraisage en bout : Surfaçage										
	Outils A. R. S					Outils Carbure				
	Ebauche			Finition		Ebauche			Finition	
Matières	V_c m/min	ap max mm	f mm/tr	V_c m/min	f mm/tr	V_c m/min	ap max mm	f mm/tr	V_c m/min	f mm/tr
Acier S235	29	2	0,11	40	>0,06	100	2	0,2	120	>0,07
Acier INOX	18	2	0,08	22	>0,05	72	2	0,15	92	>0,06
Acier 35CD4	20	2	0,06	25	>0,04	80	2	0,12	90	>0,06
PVC	200	4	0,2	300	>0,50	800	4	0,3	1000	>0,06
Bronze UE12P	23	1	0,07	31	>0,06	60	2	0,2	82	>0,16
Alliage d'Alu	150	1	0,07	190	>0,06	500	3	0,1	800	>0,08

Tableau 3. Exemple de vitesses de coupe et avance pour le fraisage en bout.

Fraisage en roulant : Rainurage, Combiné.....											
Matières	Outils A. R. S						Outils Carbure				
	Ebauche			Finition			Ebauche			Finition	
	Vc m/min	ap max mm	f mm/tr	Vc m/min	f mm/tr	Vc m/min	ap max mm	f mm/tr	Vc m/min	f mm/tr	
Acier S235	29	2	0,08	32	>0,05	100	2	0,15	120	>0,07	
Acier INOX	18	2	0,06	28	>0,04	72	2	0,1	92	>0,07	
Acier 35CD4	20	2	0,04	24	>0,03	80	2	0,1	90	>0,07	
PVC	200	4	0,15	300	>0,50	800	4	0,3	1000	>0,07	
Bronze UE12P	23	1	0,18	31	>0,03	60	2	0,1	82	>0,05	
Alliage d'Alu	150	1	0,07	190	>0,06	500	3	0,2	800	>0,08	

Tableau 4. Exemple de vitesses de coupe et avance pour le fraisage en roulant.

1.2.1 Tournage

Le tournage est un procédé de fabrication mécanique par coupe (enlèvement de matière) mettant en jeu des outils à arête unique . La pièce est animée d'un mouvement de rotation (mouvement de coupe), qui est le mouvement principal du procédé, l'outil est animé d'un mouvement complémentaire de translation (rectiligne ou non) appelé mouvement d'avance, permettant de définir le profil de la pièce. La combinaison de ces deux mouvements, ainsi que la forme de la partie active de l'outil, permettent d'obtenir des usinages de formes de révolution (cylindres, plans, cônes ou formes de révolution complexes) [4].

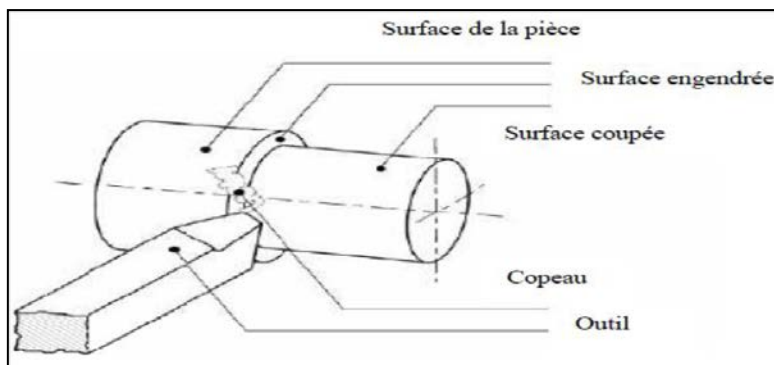


Figure 6. Procédure de tournage [5].

1.2.2 Principe de tournage

La pièce est animée d'un mouvement circulaire uniforme c'est le mouvement de coupe Me . L'outil est animé d'un mouvement de translation parallèle ou oblique par rapport à l'axe de rotation c'est le mouvement d'avance Mf . Dans son mouvement, la pointe de l'outil décrit une ligne appelée génératrice qui transforme la pièce en un solide de révolution, en faisant varier le déplacement de l'outil (mouvement radial) il sera possible d'obtenir tous les solides de révolution tels que cylindre, cône, sphère, etc.

Le tournage permet également le façonnage des formes intérieures par perçage, alésage, taraudage [7].

1.2.3 Différentes opérations de tournage

Chariotage: Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.

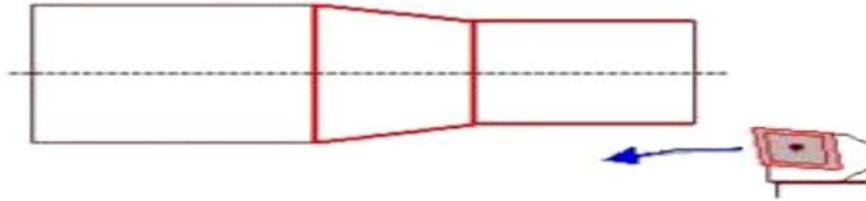


Figure 7. Chariotage [8].

Alésage : Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.

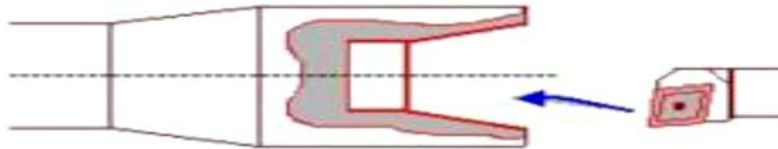


Figure 8. Alésage [8].

Dressage: Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.

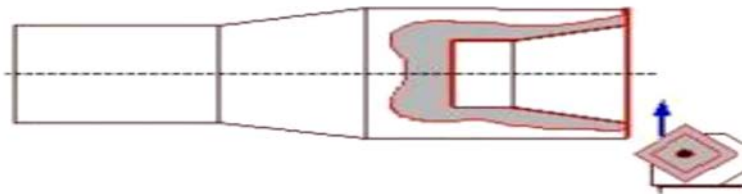


Figure 9. Dressage [8].

Perçage: Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'une forêt.

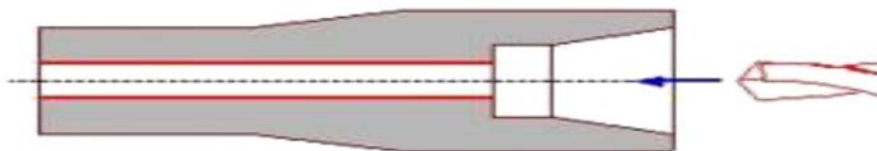


Figure 10. Perçage [8].

Rainurage: Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un circlips ou d'un joint torique par exemple.

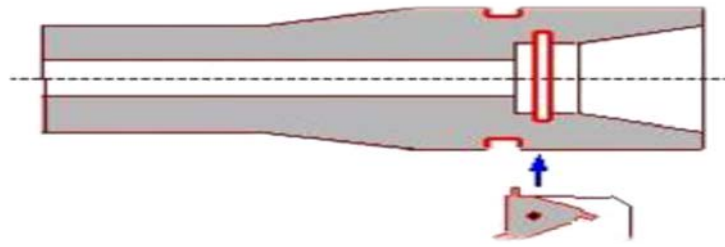


Figure 11. Rainurage [8].

Filetage: Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.

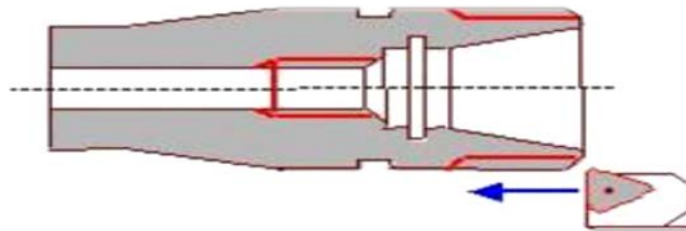


Figure 12. Filetage [8].

1.2.4 Les formules de coupe

Fréquence rotation de la broche :
$$N = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D} \quad [\text{tr/min}]$$

Vitesse d'avance en Tournage :
$$V_f = N \times f \quad [\text{mm/min}]$$

1.2.5 Les matériaux des outils

L'outil de coupe est l'élément qui enlève la matière. Il existe une très grande variété d'outils de coupe : différents type de géométries, de matériaux et de revêtements.

Les outils ont connu une évolution importante. L'industrie est passée de l'outil monobloc en acier rapide à l'outil à plaquettes carbures rapportées évitant ainsi les ré-affutages nombreux et coûteux. Après, ce sont les plaquettes carbures revêtues qui se développent.

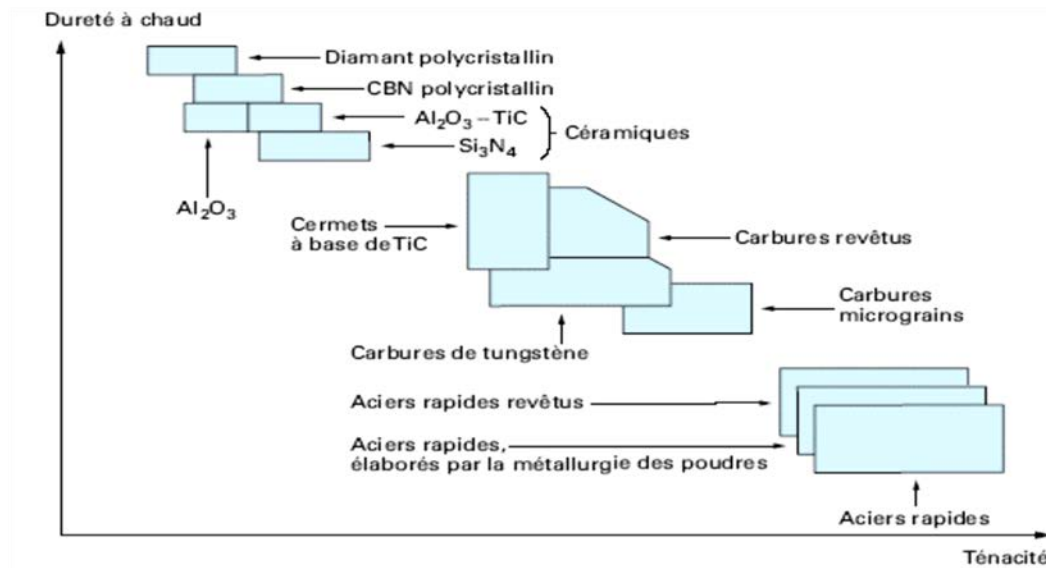


Figure 13. Comparaison des matériaux de coupe [9].

a. Acier Rapides Supérieurs (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 durs.

Dureté : de 63 à 66 Hrc [10].

b. 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) [10].

c. 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...) [10].

d. 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) [10].

e. Nitrure de Bore Cubique (CBN) [10]

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.

f. 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'encrassement).

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 basse température: alliage d'aluminium, de cuivre, de magnésium, résines thermodurcissables... [10].

1.2.6 Conditions de coupe

Avant de réaliser une opération de tournage, il est nécessaire de bien choisir les conditions de coupe pour obtenir un bon résultat (précision, état de surface ...) :

Il y a plusieurs critères qui permettent de définir les conditions de coupe notamment :

-Le type de la machine (mécanisme, gamme des vitesses,...)

-La puissance de la machine

La matière de l'outil (ARS, carbure...)

-La matière usinée (acier, aluminium...)

-Le type de l'opération (perçage, chariotage, surfaçage...)

-L'utilisation éventuelle de lubrification (destiné à refroidir ou/et à diminuer le frottement)

[11].

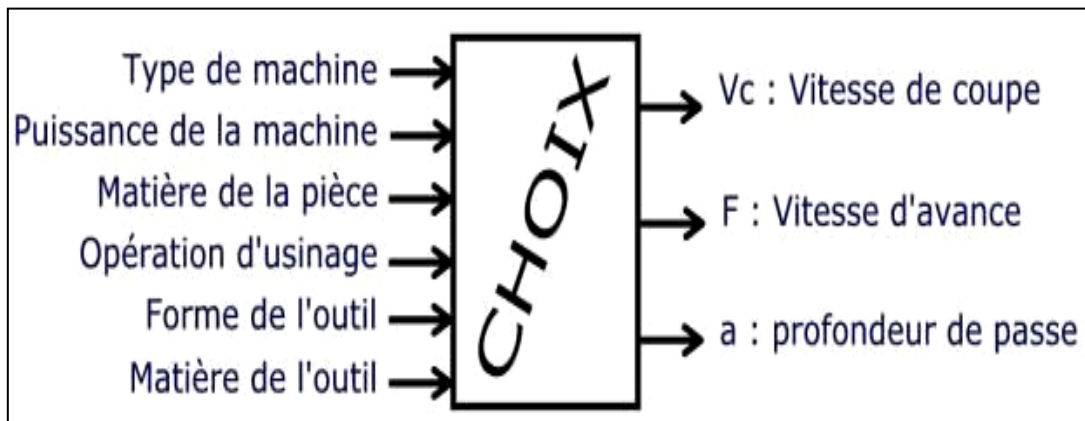


Figure 14. Les choix des paramètres de coupe [5].

a. Vitesse de coupe V_c

La pièce est entraînée sur le tour à une certaine vitesse angulaire ω , cette vitesse étant communiquée par la broche de la machine vers la pièce.

La vitesse relative de la pièce en ce point par rapport à l'outil est donnée par la

formule suivante : $V_c = \frac{D}{2} \times \omega$

Avec: V_c : [m/min]; $\frac{D}{2}$: [m]; ω : [rad/min]

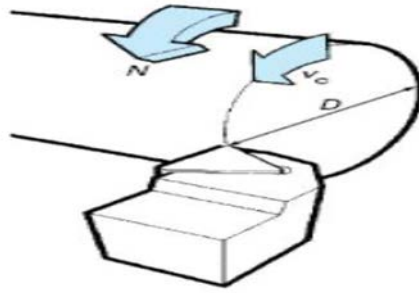


Figure 15. Vitesse de coupe V_c [12].

La vitesse de la broche est donnée par l'expression suivante :
$$N = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D}$$

Avec: N [tr/min]; V_c [m/mi]; D [mm]

b. Vitesse d'avance V_f et avance par tour f

La vitesse d'avance V_f (mm/min), est la vitesse à laquelle la machine déplace l'outil par rapport au bâti. L'avance par tour f (mm/tr) est la valeur du déplacement de l'outil, lorsque la pièce a effectué une révolution.

C'est une donnée clé pour la qualité de la surface usinée. L'avance influe non seulement sur l'épaisseur des copeaux, mais également sur la manière dont ils se brisent. La vitesse d'avance V_f est donnée par la formule suivante:
$$V_f = f \times N$$

Avec: V (mm); f (mm / tr); N (tr/min)

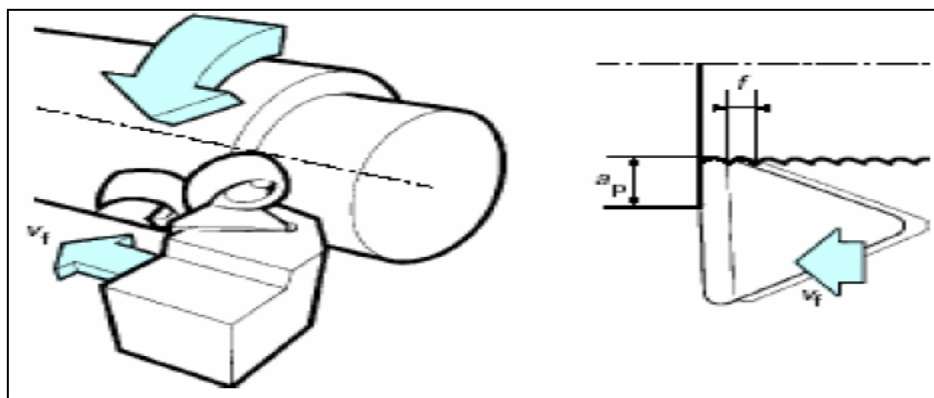


Figure 16. Vitesse d'avance V_f [12].

c. Profondeur de passe « a »

La profondeur de passe notée a en (mm), correspond à la longueur de l'arête de coupe engagée dans la matière, dans le cas de la coupe orthogonale, et à la différence entre le rayon de la pièce avant et après usinage, dans le cas du tournage. La profondeur de coupe

est toujours mesurée perpendiculairement à la direction de l'avance et non pas suivant l'arête de l'outil.

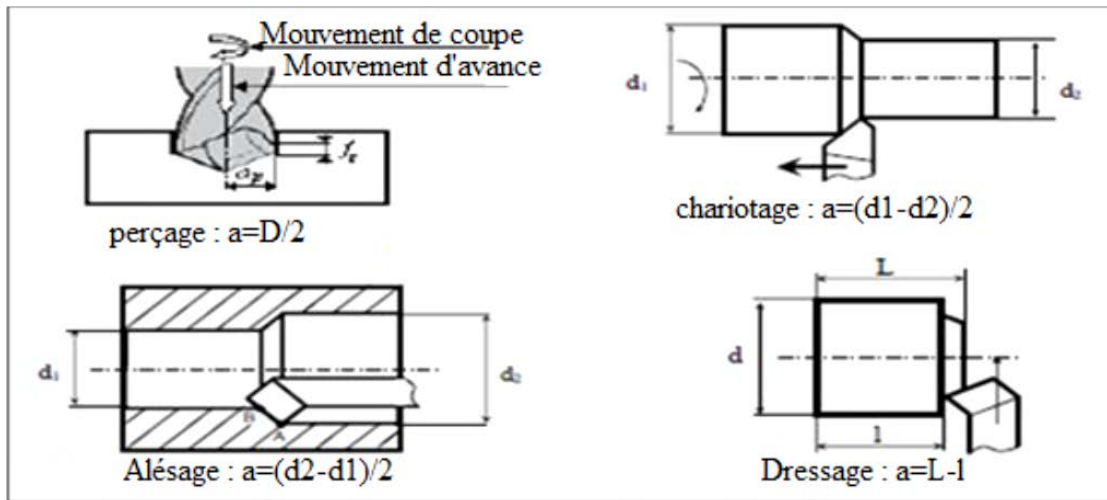


Figure 17. Les profondeurs de passe [8].

Matières	Tournage									
	Outils A. R. S					Outils Carbure				
	Ebauche		Finition			Ebauche		Finition		
Vc m/min	ap max mm	f mm/tr	Vc m/min	f mm/tr	Vc m/min	ap max mm	f mm/tr	Vc m/min	f mm/tr	
Acier S235	30	2	0,1	45	>0,04	150	2	0,2	250	>0,10
Acier INOX	27	2	0,1	32	>0,04	105	2	0,2	115	>0,10
Acier 35CD4	20	2	0,1	28	>0,04	100	2	0,2	160	>0,10
PVC	90	4	0,3	150	>0,10	100	4	0,3	150	>0,20
Bronze UE12P	32	2	0,2	43	>0,02	90	2	0,3	120	>0,10
Alliage d'Alu	200	2	0,3	250	>0,02	400	3	0,4	500	>0,10

Tableau 5. Exemple des vitesses de coupe et avances en tournage.

1.3.1 Temps et coût d'usinage

Pour un travail de réalisation en série, il est très important de connaître le temps de fabrication d'une pièce. Cela permet de :

- Déterminer la durée d'une production .
- Déterminer le coût d'une production .

1.3.2 Les différentes catégorie de temps d'usinage

On peut classer les temps dans plusieurs familles.

- Temps de préparation : noté T_s , c'est le temps nécessaire à la *préparation d'un poste d'usinage* en vue de la réalisation des pièces en série (installation, réglages,...)
- Temps technologique : noté T_t , c'est un temps pendant lequel *l'outil coupe la matière* (on comptabilise aussi les temps d'approche et de dégagement)

- Temps manuel : noté T_m , c'est un temps correspondant à un *travail intellectuel ou physique de l'opérateur* répété pour chaque pièce (montage, démontage, nettoyage,...)

- Temps techno-manuel : noté T_{tm} , c'est un temps correspondant à des *actions combinées de l'opérateur et de la machine* (perçage sur une perceuse sensitive par exemple)

- Temps masqué : noté T_z , c'est un temps correspondant à des *opérations réalisées pendant que la machine travaille seule* (contrôle d'une pièce par exemple) [13].

a. Temps manuels [13]

Ils sont déterminés par expérience, par chronométrage. On réalise plusieurs essais de manière à éliminer les aléas (opérateurs différents, problèmes pendant les opérations, ...).

b. Temps technologiques ou temps de coupe

Ce sont des temps qui peuvent être calculés à l'aide de la formule : $T_t = \frac{L}{V_f}$

- L = longueur de déplacement de l'outil
- V_f = vitesse d'avance (en mm/min)

c. Temps de production total

Le temps total de production est donc : $T = T_s + T_m + T_{tm} + T_t$

1.3.2.1 En fraisage [13]

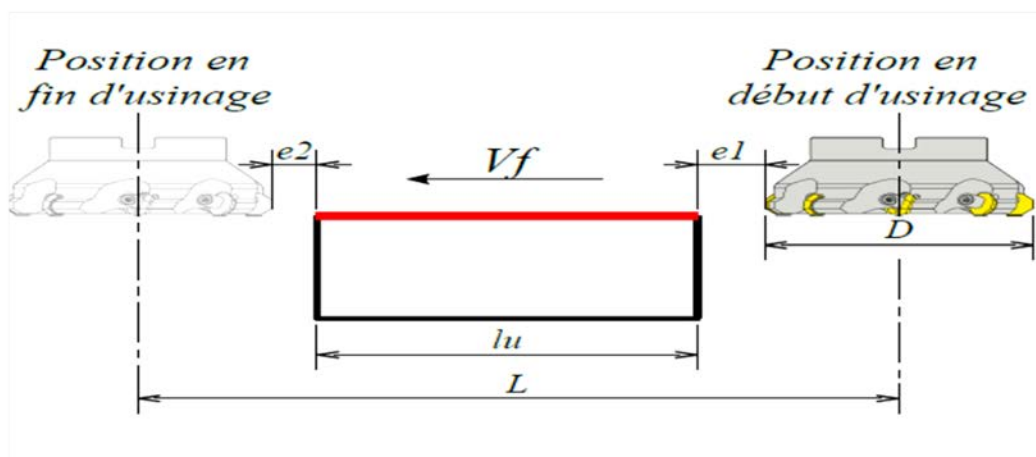


Figure 18. Usinage en fraisage [13].

L'usinage étudié est présenté à la figure (18) :

- lu = longueur usinée

- $e1 = \text{distance de sécurité en entrée}$
- $e2 = \text{distance de sécurité en sortie}$
- $D = \text{diamètre de la fraise}$
- $Vf = \text{vitesse d'avance}$

Longueur totale de déplacement de l'outil :

$$L = lu + e1 + e2 + D$$

Temps technologique (temps de coupe) d'usinage d'une pièce $Tt = \frac{L}{Vf}$

Vitesse d'avance de l'outil en fraisage : $Vf = f \times Z \times n$

Donc en fraisage le temps technologique d'usinage est donné par la formule :

$$Tt = \frac{lu + e1 + e2 + D}{f \times Z \times n}$$

On prend souvent ($e1 = e2 = e$) ce qui nous donne : $Tt = \frac{lu + 2e + D}{f \times Z \times n}$

1.3.2.2 En tournage [13]

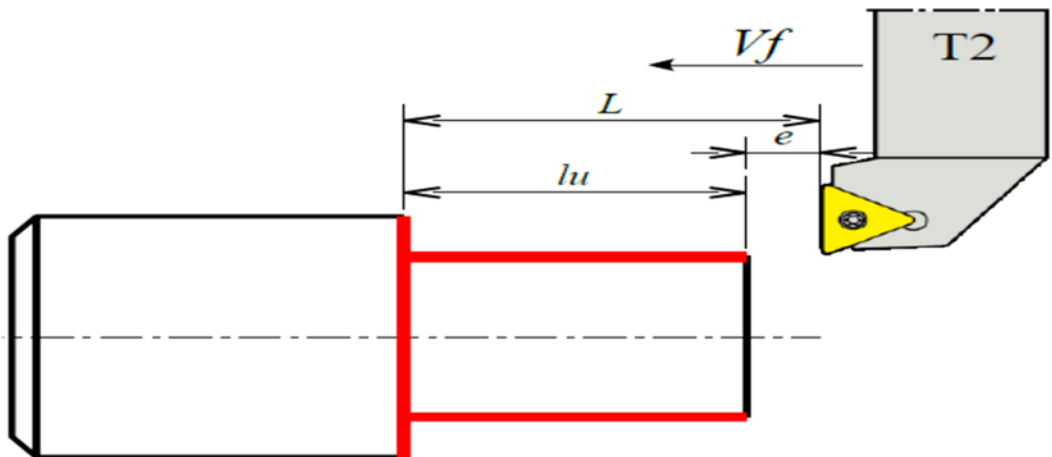


Figure 19. Temps d'usinage en tournage [13].

L'usinage étudié est présenté à la figure (19)

- $lu = \text{longueur usinée}$
- $e = \text{distance de sécurité}$
- $Vf = \text{vitesse d'avance}$

Longueur totale de déplacement de l'outil : $L = lu + e$

Temps technologique d'usinage d'une pièce : $Tt = \frac{L}{Vf}$

Vitesse d'avance de l'outil en tournage : $V_f = f \times n$

Donc en tournage le temps technologique d'usinage est donné par la formule : $T_t = \frac{lu+e}{f \times n}$

1.3.3 Coût d'usinage C_u [19]

Le coût d'usinage d'une pièce (en DA) peut être calculé à l'aide de la formule :

$$C_u = C_c + C_i + C_s + C_{cs} + C_f$$

C_c : Coût de coupe par pièce;

C_i : Coût improductif par pièce;

C_s : Coût outil par pièce;

C_{cs} : Coût de changement d'outil (d'arête) par pièce;

C_f : Coût fixe par pièce (éléments de manutention, outillage, matière, ...).

($C_m = C_c + C_i$: Correspond au coût machine par pièce)

On travail par rapport au rendement de la machine RM (en DA/jour) qui comprend en général au salaire de l'ouvrier, l'amortissement de la machine-outil et un coût d'exploitation lié directement à l'usinage (électricité, lubrifiant, air comprimé, entretien).

CHAPITRE 2

**ANALYSE DES BESOINS,
METHODES ET OUTILS**

PARTIE I ANALYSE DES BESOINS

Introduction

La définition du besoin d'une application est une étape cruciale dans la réalisation. Le futur d'un logiciel dépend beaucoup de cette phase, elle nous permet d'éviter le développement d'une application non satisfaisante. Pour cela le client et le développeur doivent être en étroites relations, voire avoir un intermédiaire entre eux s'il le faut.

Pour arriver à nos fins il nous faut prendre connaissance de :

- L'analyse et la définition des besoins : permet de trouver un commun accord entre les spécialistes et les utilisateurs.
- L'étude de la faisabilité : Le domaine d'application, les ressources disponibles, les performances attendues, etc.
- Etablissement du cahier des charges.

Le présent chapitre va nous donner un aperçu global de l'application.

2.1.1 Travail demandé

Notre travail consiste à concevoir et à développer une application informatique qui permettra de calculer le temps et le coût des pièces usinées en fraisage et en tournage, comme première étape cette application sera capable de prendre en charge une seule opération à la fois, en prenant en compte le type d'usinage à faire (ébauche ou finition), le type de matériaux à usiner doté d'une base de données donnant les vitesses de coupes adéquates à l'usinage de ce matériau, et la prise en compte des diamètres des pièces et outils utilisés pour cet usinage.

Nous intégrerons une partie d'introduction de données sur les temps d'usinage que l'opérateur va insérer tel que les temps de préparation et de mise en place des pièces sur la machine ces temps ne sont pas calculable mais reste à l'estimation de l'utilisateur. A la fin notre application traduira le temps globale de réalisation de cette étape d'usinage en un coût en dinars afin d'avoir une évaluation économique de cette phase.

2.1.2 Approche de la solution

Le calcul de devis d'une pièce mécanique peut se faire manuellement en prenant en compte les conditions d'usinage et les temps de préparations, cette tâche peut être répétée plusieurs fois par l'opérateur, elle se fait tout le temps de la même manière, d'où la solution de

l'informatiser, de concevoir et développer une application permettant de satisfaire au maximum possible le client.

Pour cela l'application doit répondre aux besoins suivants :

- Avoir un logiciel performant.
- Avoir un logiciel qui respecte les principes des Interfaces Homme/Machine tels que l'ergonomie et la fiabilité.
- Réduire les tâches manuelles qui nous permettraient de gagner en temps.
- Avoir un logiciel évolutif et paramétrable.

2.1.3 Cycle de développement [15]

Pour développer efficacement un programme nous suivons les étapes suivantes :

- Analyse du problème

Quelles sont les données d'entrée ?

Quelles sont les données à la sortie que le programme doit produire ?

Comment devons-nous traiter les données d'entrée pour arriver aux données à la sortie?

- Établissement d'un algorithme en utilisant un langage de programmation compris par le système.
- Exécution et vérification du programme

Conclusion

L'étude préalable et la spécification des besoins, constitue une phase capitale dans le cas où toute la suite du projet dépend d'elle, elle doit être faite avec beaucoup de rigueur et plus d'attention pour que le projet réussisse avec un grand succès.

Dans ce chapitre, on a exposé une approche de solution qui consiste à concevoir et à développer une application qui facilitera les tâches des calculs de devis.

Après avoir fixé nos objectifs, pour atteindre notre but on doit suivre plusieurs étapes ces dernières constituent une partie du cycle de vie de tout projet informatique. Ainsi dans l'étape suivante on va se consacrer sur le choix des méthodes et outils de la réalisation.

PARTIE II METHODES ET OUTILS

Introduction

Plusieurs langages existent et évoluent avec le temps. En voici quelques-uns.

Il y a quelques années, on utilisait :

- Le Basic ou GWBasic: Ce langage est assez facile à utiliser, mais il génère des applications limitées en taille, assez peu performantes et lentes.
- Le Pascal: Ce langage est bien structuré, d'une difficulté moyenne, il donne des applications rapides.
- Le C puis C++ : Ce langage laisse une grande liberté au programmeur, il est assez difficile à utiliser, il donne des applications performantes et rapides.

Ces langages généraient des exécutables pour l'environnement DOS.

Avec l'arrivée de Windows, chacun de ces langages a évolué, actuellement on utilise :

- Visual Basic: Assez facile à utiliser, ce langage génère des exécutables assez lents (cependant, une amélioration de la vitesse vient d'arriver avec la dernière version).
- C++ Builder: Semblable à Delphi, la syntaxe diffère, mais les possibilités sont voisines.
- Delphi: Ce langage offre beaucoup de possibilités, les exécutables sont très rapides. Il est utilisé par les professionnels [14].

Delphi est un système de développement visuel rapide sous Windows (Rapid Application Development) qui permet de créer des applications fenêtrées directement exécutables (.exe) et redistribuables librement sous Windows ou DOS. Sa simplicité d'emploi autorise une utilisation immédiate, car il suffit de cliquer-glisser des composants dans une fiche et de gérer quelques événements pour créer des applications simples. Des assistants, modèles et tuteurs interactifs facilitent la prise en main du logiciel.

Delphi utilise le langage Pascal Orienté Objet. Ce langage est facile à apprendre et beaucoup plus simple que le C++ traditionnel. Les objets utilisés ont des propriétés et des méthodes. Les propriétés sont les caractéristiques de l'objet (couleur, taille, ...) tandis que les méthodes sont les procédures (classiques ou événementielles) et fonctions qui y sont rattachées.

La création d'objets (visuels ou non) réutilisables est un gain de temps appréciable pour le développement. L'intégration des objets Active X peut compléter la bibliothèque existante.

Il existe d'autres systèmes de développement rapide sous Windows. Delphi est particulièrement bien placé:

- Moins de lignes de code et rapidité de compilation
- Notion de modèles réutilisables (fiches, menus, objets)
- Orientation objet totale et native
- Assembleur intégré, compilateur en ligne de commande
- Débogage facile au niveau du source et du processeur.
- Possibilité d'allocation dynamique de la mémoire en utilisant les pointeurs [16].
- Possibilité d'intégrer des bases de données dans le code source de l'application réaliser.

Il est évident que les méthodes et les outils choisis pour concevoir et développer une application doivent être en fonction de l'environnement et du domaine d'application de celle-ci. Cela est bien expliqué par le génie logiciel.

2.2.1 Choix des outils de conception

Cette conception consiste à scinder les tâches de l'application en différentes petites parties afin de mieux organiser et développer le logiciel. Ça se base sur la technique « Diviser pour mieux régner ».

Les retombés directs de cette technique ne sont pas négligeables, on peut mentionner quelques unes :

- Le développement de l'application peut être partagé par plusieurs groupes de travail.
- La possibilité de réutiliser les composants dans d'autres applications.
- La portabilité de l'application [17].

Pour la réalisation de notre application nous avons choisi la version 7 de Delphi car elle fournit tous les outils nécessaires pour développer, tester et déployer des applications, notamment une importante bibliothèque de composants réutilisables, une suite d'outils de conception, de modèles d'applications, de fiches et d'experts de programmation que les versions précédentes du logiciel ne possédaient pas [18].

Il existe d'autres systèmes de développement rapide sous Windows mais Delphi est particulièrement très bien placé grâce à ces propriétés [16].

2.2.2 L'écran de Delphi

Sur la figure suivante (figure 21) on voit la barre de titre, la barre des menus, la barre d'outils (à gauche), la palette des composants, la fenêtre principale, l'éditeur de code (en dessous) et l'éditeur de propriétés (et la vue arborescente des objets). Une fiche est créée d'office, c'est la fenêtre principale de l'application (modifiable) [17].

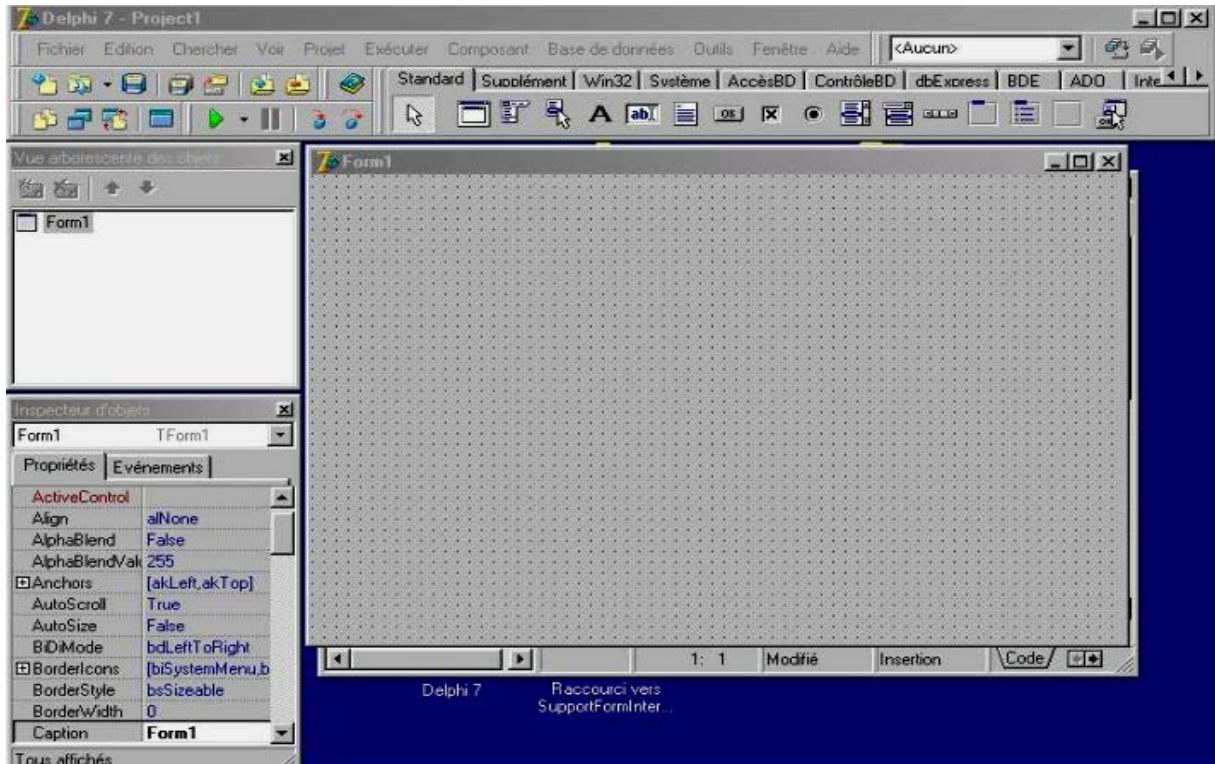


Figure 20. Ecran DELPHI 7 [17].

2.2.3 La palette des composants



Figure 21. La palette des composants [17].

C'est une barre d'outils de type particulier: on y trouve les objets qui existent déjà dans Delphi (figure 22). Les onglets correspondent aux catégories de composants: cliquer sur l'onglet pour changer de palette. Pour placer un composant dans la fiche, on peut cliquer sur un composant puis cliquer dans la fiche (cliquer-glisser pour redimensionner de suite). Il est également possible de double-cliquer sur un composant: il se mettra automatiquement au

centre de la fiche en cours. Pour placer plusieurs composants identiques, sélectionner le type avec maj-clic. Il existe divers types de composants :

- visuels: ils sont visibles à l'exécution (sauf indication contraire); certains d'entre eux peuvent prendre le "focus", c'est à dire être sélectionnés par l'utilisateur
- non-visuels: ne sont visibles qu'en phase de création; ils disparaissent à l'exécution [17].

2.2.4 L'inspecteur d'objets

L'inspecteur d'objets de Delphi est la passerelle entre l'aspect visuel de notre application et le code qui lui permet de fonctionner. L'inspecteur d'objets nous permet de :

- définir en mode conception les propriétés des composants que nous plaçons sur une fiche (ou de la fiche elle-même),
- créer les gestionnaires d'événements [17].

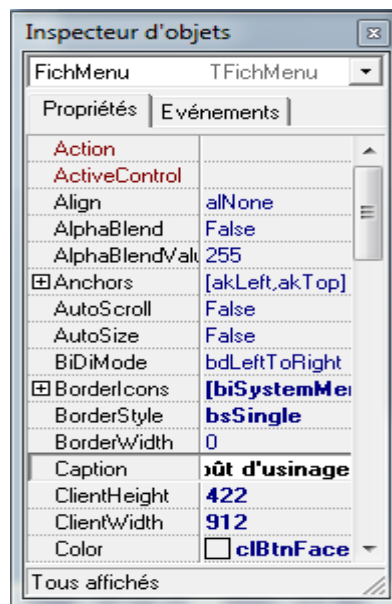


Figure 22. L'inspecteur d'objets de Delphi7

2.2.5 L'éditeur de code

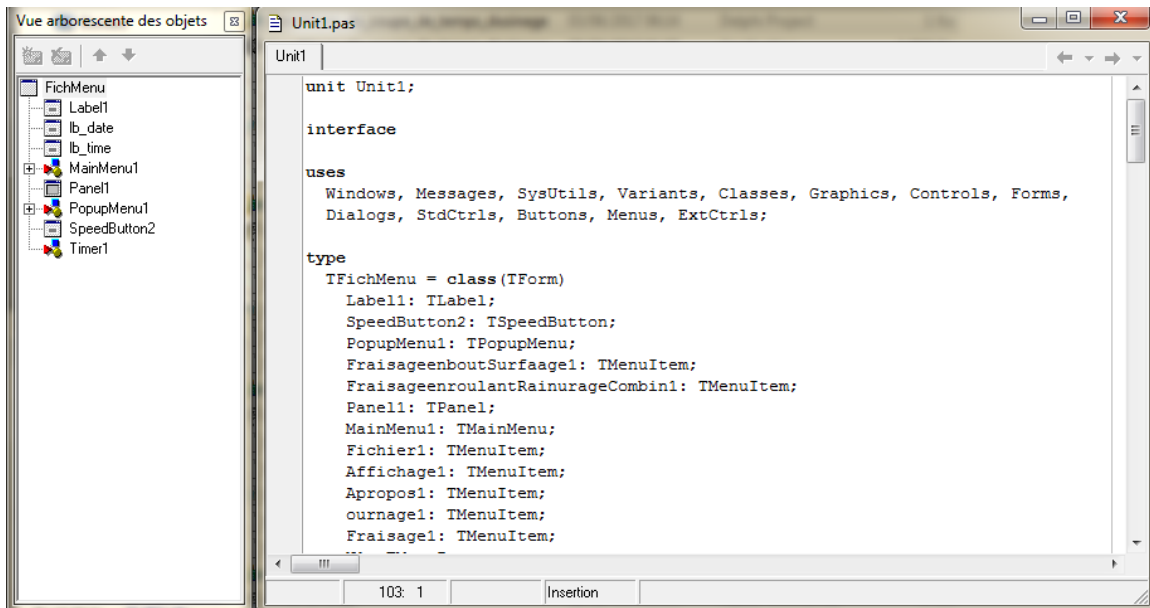


Figure 23. La fenêtre Unit1.pas

Dans certains cas, on voit dans la partie de gauche l'explorateur de code (figure 24). Il facilite la navigation dans nos fichiers. La fenêtre de l'explorateur de code contient une arborescence qui montre tous les types, classes, propriétés, méthodes, variables globales et routines globales définis dans notre unité. Il montre également les autres unités listées dans la clause "uses".

L'éditeur de code est un éditeur complet. Il nous permet d'accéder au code (source) des modules de notre projet. De nombreuses commandes sont disponibles dans le menu contextuel de l'éditeur de code. Pour personnaliser l'éditeur de code, nous utilisons la boîte de dialogue "Outils" - "Options d'environnement" [17].

2.2.6 Premier projet

Un projet est un l'ensemble des fichiers nécessaires au fonctionnement de l'application. Quand on charge Delphi, un projet de base est créé. Il comporte une fenêtre prête à recevoir différents objets [17].

2.2.7 Première application avec Delphi

Description des étapes permettant de créer une application :

- La création d'un répertoire dans lequel on peut enregistrer notre travail,
- Chargement de Delphi
- On enregistre "Unit1.pas" et "Project1.dpr" dans le répertoire déjà créé [14].

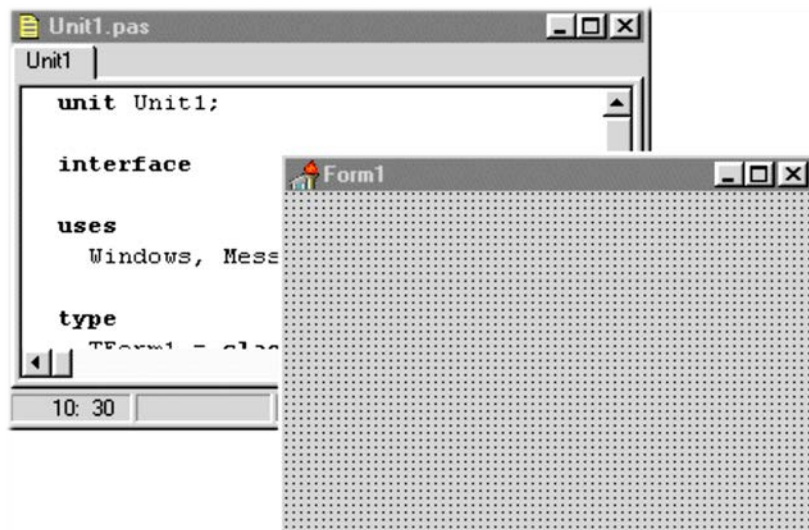


Figure 24. La fenêtre Unit1 [14].

et puis on exécute ce programme on obtient ainsi une fenêtre nommée "Form1" avec le programme Delphi en arrière-plan. On peut même voir notre programme, en réduisant la fenêtre Delphi.

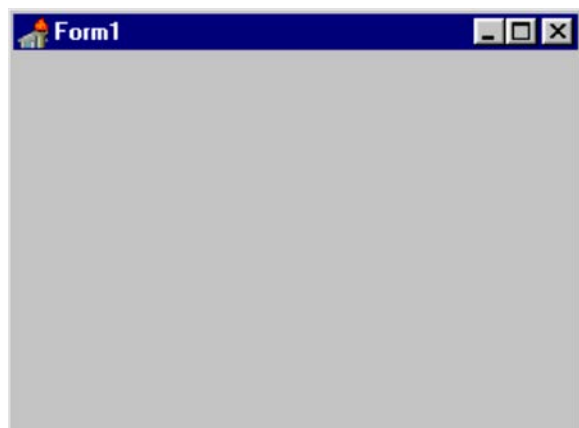


Figure 25. La fenêtre Form1 [14].

Comme avec presque tous les programmes Windows, on peut changer la taille de la fenêtre, la déplacer, cliquer sur le menu système... Dans ce cas lorsque on quitte notre programme, on reviens à Delphi.

Plusieurs fichiers ont été enregistrés dans notre répertoire lors de la sauvegarde et de la compilation :

Nom	Taille	Type
Project1.dof	1 Ko	DOF Fichier
Project1.dpr	1 Ko	Fichier projet Delphi
Project1.exe	156 Ko	Application
Project1.res	1 Ko	RES Fichier
Unit1.~df	1 Ko	~DF Fichier
Unit1.~pa	1 Ko	~PA Fichier
Unit1.dcu	2 Ko	Unité compilée Delphi
Unit1.dfm	1 Ko	Fichier fiche Delphi
Unit1.pas	1 Ko	Unité Pascal Delphi

Figure 26. Fichiers enregistrés au répertoire de DELPHI [14].

Voici le contenu de "Unit1.pas" mis automatiquement par Delphi

unit Unit1;	Nom du module source correspondant à la fiche "Form1" on peut changer son nom au moment de l'enregistrement;
Interface	Entête pour désigner la section qui sera "vue" par les autres modules;
uses Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs;	Permet d'inclure d'autres modules, nom des modules inclus;
type TForm1 = class (TForm)	Début de la déclaration du type des objets déclaration d'un nouveau type d'objet de type fenêtre;
private { Déclarations privées }	Propriétés et méthodes "publiques" du type d'objet;
Public { Déclarations publiques }	Propriétés et méthodes "privées" du type d'objet elles seront visibles par les autres modules;
end;	Fin de déclaration d'objet;
Var Form1: TForm1;	"Achat" de variables globales instantiation de l'objet: allocation de mémoire vive;
implementation { \$R *.DFM }	Dans cette section seront écrites les méthodes des objets manipulés directive de compilation permettant d'inclure les définitions des fenêtres (.DFM);
end.	Fin du module.

Tableau 6. Lignes de code générées par Delphi en (.pas) [16].

2.2.8 Une fiche avec un bouton

Pour améliorer le programme, des boutons sont ajoutés sur la fiche à l'aide de la palette d'outil. Le bouton comporte des poignées pour le dimensionnement et également pour le déplacer.

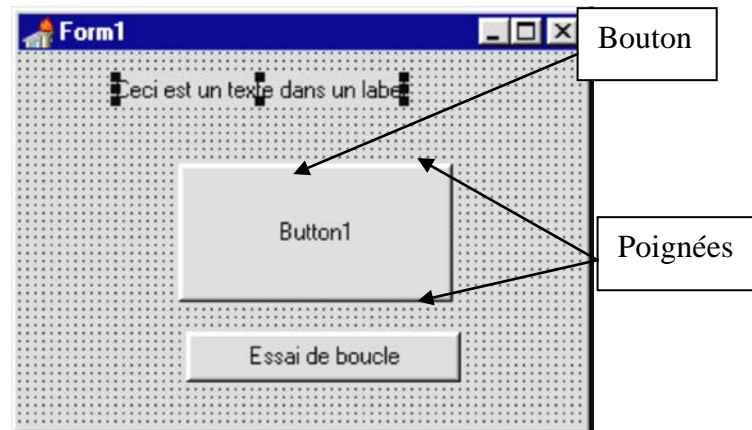


Figure 27. Ajouter un bouton [14].

L'exécution du programme, permet de voir la fenêtre nommée "Form1" avec notre bouton.

Ce bouton s'enfonce comme tous les boutons des programmes Windows.

Quitter le programme permet de revenir au mode conception et observer l'inspecteur d'objet.

2.2.9 Attribuer une fonction à un bouton

En mode conception, on a le bouton qui est sélectionné. Dans le volet "Événements" de l'inspecteur d'objet, on fait un double clic sur la zone placée juste à droite de "OnClick".

Delphi vient de créer une méthode. Dans notre cas il s'agit d'une procédure affectée à l'événement "OnClick" du bouton.

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);  
begin  
end;
```

Lorsque le programme sera exécuté, et qu'on fera un clic sur le bouton, Windows déclenchera un événement "OnClick" pour le bouton. Comme cet événement "OnClick" est associé à la méthode "Button1Click" que l'on vient de créer, Windows exécutera cette méthode. Ainsi cette méthode sera exécutée à chaque fois que l'utilisateur fera un clic sur le bouton [14].

2.2.10 Variables

Un concept fondamental de l'informatique est celui de la variable. Comme en mathématiques une variable représente une certaine valeur. Cette valeur peut être un nombre, une chaîne de caractères, un tableau, ...

Le nom d'une variable n'est pas limité à une seule lettre. Un nom de variable admissible

(accepté par le système) commence par une lettre et peut être suivi d'une suite de symboles qui peuvent être des lettres, des chiffres ou le blanc souligné « _ ». Un nom valable sera appelé identificateur dans la suite. Vu que le nombre de variables d'un programme peut être très grand, il est utile de choisir des identificateurs qui donnent une indication sur l'usage envisagé de la variable [15].

Exemples de déclarations :

var UneVariable : **integer**;

var UneAutre : **string**;

Les deux variables ainsi déclarées ne sont pas du même type, la première permet de retenir un nombre entier (positif ou négatif) alors que la deuxième est faite pour retenir une chaîne de caractères (c'est-à-dire une suite de caractères lettres, chiffres ou signes...).

Pour mettre une valeur dans une variable, il faut indiquer :

A gauche le nom de la variable, suivi du symbole **:=**

A droite une valeur du bon type (sous forme simple, ou sous forme à calculer) [14].

`<nom_de_variable> := <expression>;`

Par exemple [15]

`a:=45;`

`base:=12.34;`

`puissance:=3*3*3*3;`

`mot:='test';`

Pour que l'affectation soit possible, il faut que le résultat de l'expression de droite existe et soit du même type que la variable.

Ensuite le nom de la variable peut apparaître dans une expression.

Par exemple [15]

`nombre:=6;` la valeur 6 est affectée à la variable nombre

`writeln (nombre+2);` afficher nombre+2, c'est-à-dire afficher 8

L'expression de droite peut contenir aussi des variables y compris celle qui se trouve à gauche de l'affectation.

`nombre:=6 ;` la valeur 6 est affectée à la variable nombre

`nombre:=nombre+2;` effectuer le membre de droite : nombre+2=8 et affecter le résultat 8 comme nouvelle valeur à la variable nombre
l'effet de l'instruction est donc nombre:=8;

writeln (nombre); afficher la valeur actuelle de nombre, donc 8.

2.2.11 L'instruction readln

Il existe une autre méthode pour attribuer une valeur à une variable : la lecture de la valeur du clavier. L'instruction readln (nombre); attend que l'utilisateur introduise une valeur, suivie de « enter », au clavier, lit cette valeur et l'affecte à la variable nombre. Si la valeur n'est pas compatible avec le type de la variable, alors le système arrête le programme et affiche un message d'erreur. Pour éviter ce type de problème, il est utile d'informer l'utilisateur sur ce qu'il est censé introduire :

```
write ('Veuillez introduire un nombre: ');  
readln(nombre);
```

Il est important de remarquer qu'il faut introduire une valeur et non pas une expression à évaluer. Si le programme attend un nombre et que l'utilisateur introduit [15].

2.2.12 Déclaration d'une variable

Avant la première utilisation dans un programme, une variable doit impérativement être déclarée. Toutes les déclarations de variables suivent directement le mot réservé **var** et se présentent sous la forme [15].

```
var <ident_a1>,<ident_a2>,...,<ident_an>: <type_a>;  
<ident_b1>,<ident_b2>,...,<ident_bm>: <type_b>;
```

2.2.13 Où peut-on placer ces lignes de programme ? [14]

Les déclarations peuvent être placées dans une procédure ou une fonction, avant le mot **begin**.

Les affectations peuvent être placées dans une procédure ou une fonction, après le mot **begin** et avant le mot **end**;

Remarques :

- Sans oublier le point-virgule, il est nécessaire après chaque instruction pour la séparer de la suivante.

2.2.14 Une boucle

Une boucle permet de répéter une partie d'un programme un certain nombre de fois.

La syntaxe de la boucle est:

```
for nom de variable entière := première valeur to dernière valeur do
```

begin

ce qu'il faut faire plusieurs fois

end;

Le programme s'écrira donc comme suit:

```
procedure TForm1.ButtonBoucleClick(Sender: TObject);
```

```
var i : integer;
```

```
var S : string;
```

```
begin
```

```
for i:=1 to 5 do
```

```
begin
```

```
S := IntToStr(i);
```

```
ShowMessage ('Message n°' + S);
```

```
end;
```

```
end;
```

2.2.15 Label

Le composant "Label" permet d'écrire du texte dans une partie de la fiche. Dans la palette "Standard" des composants en choisissant le composant "Label" représenté par un bouton marqué **A** et Placer un label sur la fiche puis mettre une phrase dans sa propriété "Caption". La phrase tapée sera écrites.

2.2.16 Conception et exécution [14]

Une propriété peut souvent être modifiée lors de la conception du programme et par le programme lorsqu'il est exécuté. Pour modifier le texte (Caption) du label pendant l'exécution du programme il suffit d'ajouter la ligne :

```
Label1.Caption:='Le texte que l'on veut voir apparaître';
```

2.2.17 Les logiciels de devis d'usinage déjà existants

Face à la concurrence des pays développés, les entreprises de sous-traitance en usinage doivent réaliser de nombreux devis avec un taux de réussite de plus en plus problématique. Il leur est indispensable d'améliorer leur réactivité dans la réponse aux appels d'offres et de maîtriser la rentabilité de chaque affaire dès le stade du devis. Elles doivent aussi pouvoir simuler les alternatives techniques et évaluer les coûts, les temps de fabrication d'un produit en phase d'industrialisation voire de conception, et cadrer les propositions de leurs sous-

traitants. Pour les y aider, des logiciels et applications de calculs d'usinage sont mis à leur disposition pour un chiffrage rapide des gammes et des devis ainsi que l'estimation des temps techniques en usinage, exemple: Walter Machining Calculator, O-Devis Advance , Cetim TechniQuote... [20].

2.2.18 Cetim TechniQuot

C'est un logiciel pour l'estimation des temps, coût et prix des pièces usinées.

Cetim TechniQuote génère automatiquement le chiffrage détaillé d'une pièce usinée à partir de son fichier CAO grâce à la reconnaissance des données , règles intégrées dans le logiciel [20].

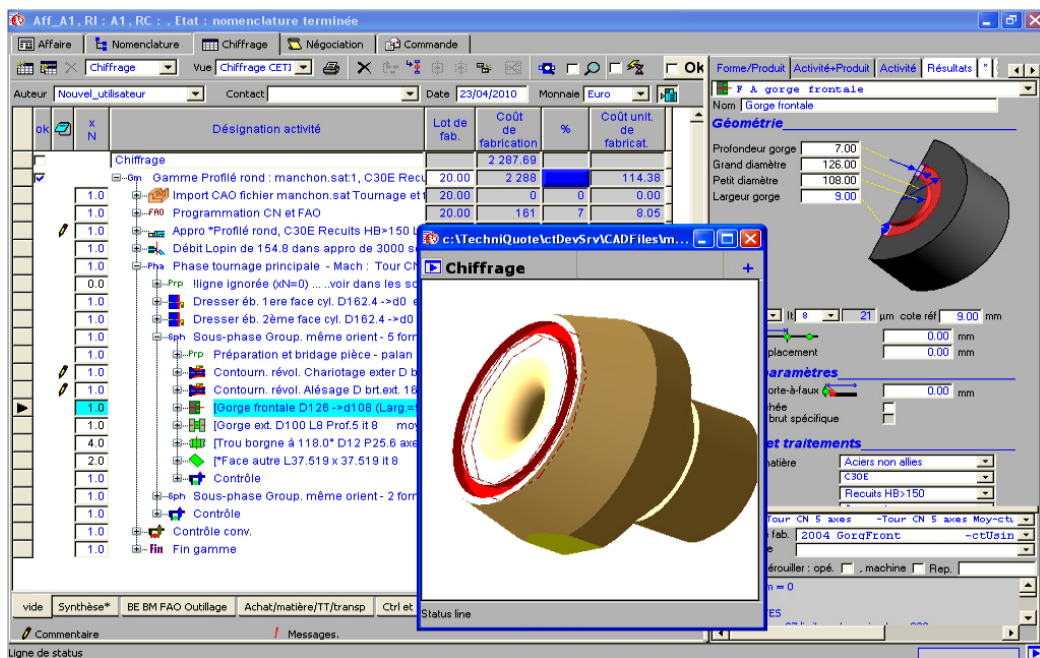


Figure 28. Interface de Cetim TechniQuote [20]

2.2.19 Domaines d'application de Cetim TechniQuote [20]

- Outil dédié aux problématiques de chiffrage ou "costing", TechniQuote répond aussi bien aux besoins des PME-PMI qu'à ceux des grands groupes et s'adapte aux spécificités des productions unitaires ou en grande série.
- Il est indifféremment utilisé dans les secteurs aéronautique, automobile, énergie, médical...
- TechniQuote aide à chiffrer rapidement tous types de pièces mécaniques, avec des alternatives de quantité, de stratégie, de matière voire de conception.

- Son architecture modulaire permet une adaptation spécifique aux besoins de chaque métier.
- Maillon essentiel de la chaîne numérique entre la CAO - FAO TechniQuote assiste dans la valorisation en temps et coût de processus de fabrication et permet de capitaliser les savoir-faire de fabrication et de chiffrage. Cetim TechniQuote peut travailler à partir de modèle CAO 3D volumiques ou de plan "papier" et est interfacé avec SolidWorks et de nombreux d'autres logiciels.

2.2.20 Chiffrage express à partir d'un modèle CAO

Une fois choisies la matière, la quantité de pièce à réaliser, Cetim TechniQuote génère automatiquement le chiffrage détaillé d'une pièce ou d'un ensemble à partir de son modèle CAO 3D.

C'est le résultat du couplage d'un module de reconnaissance de formes usinées et d'une base de règles et de données métiers. Cette bibliothèque de données technologiques est personnalisable pour constituer le référentiel des pratiques de fabrication et de chiffrage de l'entreprise. Des interfaces avec SolidWorks et Catia sont disponibles en option depuis les dernières versions [20].

2.2.21 Chiffrage de pièces usinées à partir d'un plan 2D

Dans le cas où on possède pas le fichier CAO, un éditeur graphique permet de définir les profils de pièces tournées-fraisées de manière simple et rapide par une décalque ou saisie directe de la géométrie [20].

2.2.22 Simulation performante de tous les facteurs de coût [20]

Ses fonctions de simulation en font un outil idéal pour optimiser l'ensemble des facteurs de coût: taille de lots, brut, machines, mode et conditions opératoires, outils, taux horaires, marge avec des résultats précis et fiables, la gamme opératoire détaillée générée par Cetim TechniQuote, plus des fonctions d'adaptation poussées, permettent d'obtenir des résultats fiables, précis, justifiables et vérifiables en atelier. Les nombreux modèles de présentation, de devis, d'édition, d'exportation des résultats peuvent être personnalisés. Les diverses bases de données sont régulièrement mises à jour dans les nouvelles versions afin d'assurer la pertinence des résultats face aux évolutions des technologies:

- Bibliothèque d'opérations et de formes en usinage, coupage, soudage....
- Bibliothèque de conditions technologiques de fabrication et de règles métier

- Bibliothèque de machines et d'outils
- Base de données matériaux, autant de données que l'utilisateur peut modifier et enrichir ...

Des bibliothèques de données d'usinage sont fournies :

- Base de données matières avec leurs conditions d'usinabilité;
- Plus de 30 opérations d'usinage;
- Près de 40 formes liées à des gammes paramétrées;
- Bibliothèque de machine-outil;
- Conditions de coupe associées aux couples outil-matière;

CHAPITRE 3

REALISATION

Introduction

Il nous reste à commencer à écrire notre code. Cela se fait en suivant des critères. On doit passer par plusieurs jalons pour avoir un produit de bonne qualité.

3.1.1 Présentation de l'application développée

Cette section comportera une description de l'application et des explications bien détaillées afin de permettre à l'utilisateur de connaître les étapes à suivre pour sa manipulation.

3.1.2 Description de l'application

Nom de l'application: Calcul du temps et le coût d'usinage (CTCU)

Outil de développement: Borland Delphi 7 personnel.

Version du logiciel: V 7.0

langage de programmation: Pascal

3.1.3 Les étapes du développement de l'application

L'exécution du programme Delphi (Annexe A) nous permet de créer notre simple première interface, d'abord les étapes de la création de la barre d'outils qui comporte les boutons "Fichier", "Affichage" et "A propos", figures (30-31-32-33)

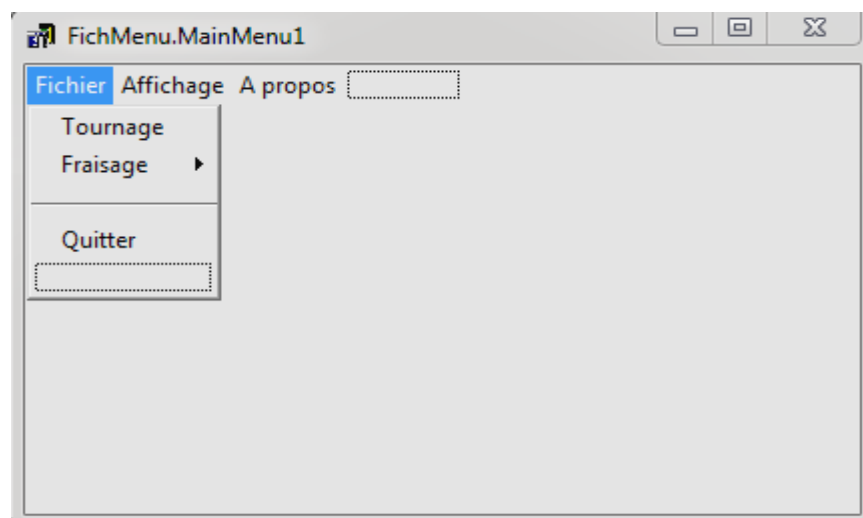


Figure 29. Bouton "Fichier"

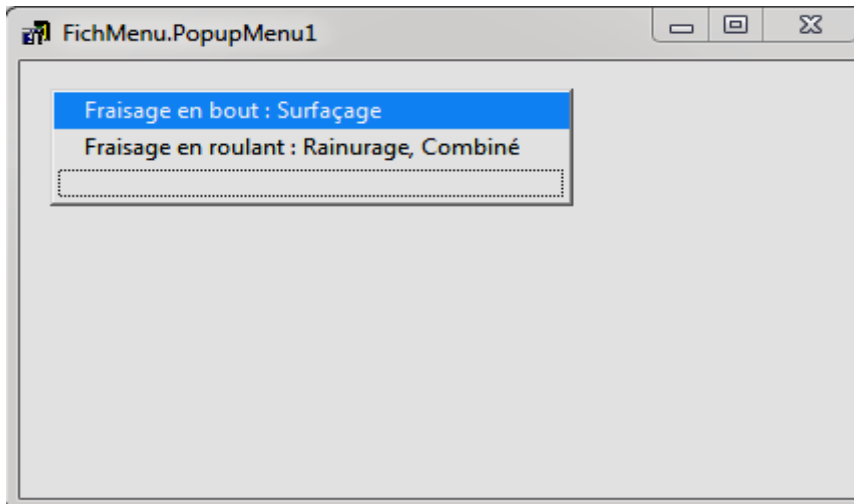


Figure 30. Les composants du bouton "Fraisage"

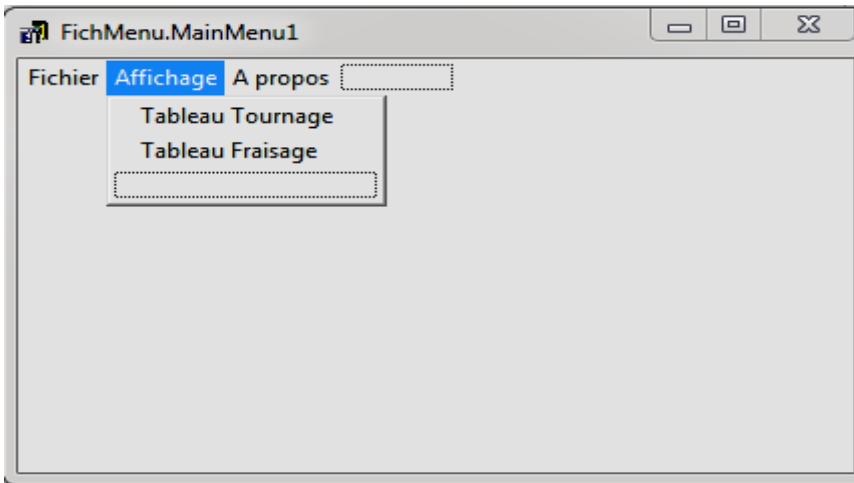


Figure 31. Bouton "Affichage"

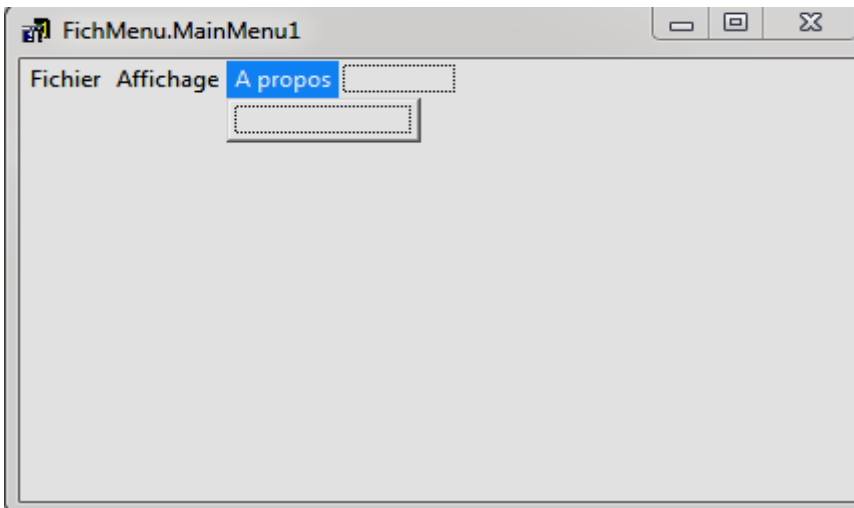


Figure 32. Bouton "A propos"

et puis l'exécution du programme total nous donne une première interface (figure 34). par la suite nous allons programmer d'autre interfaces "Fraisage" et "Tournage" et à l'aide du langage Pascal nous allons attribuer des fonction au bouton créer, qui vont nous aider au calcul du temps et devis d'usinage des pièces mécaniques.

3.1.4 Utilisation de l'application

Pour mieux se familiariser avec notre application, nous avons considéré utile de décrire, dans ce qui suit les principales fonctionnalités et fiches exploitées dans notre travail. Lors du lancement de l'application, la fenêtre ci-dessous apparaîtra. Elle contient le nom de l'application, une barre d'outil, deux boutons "Fraisage" et "Tournage" avec l'apparition de "L'heure" et "La date"

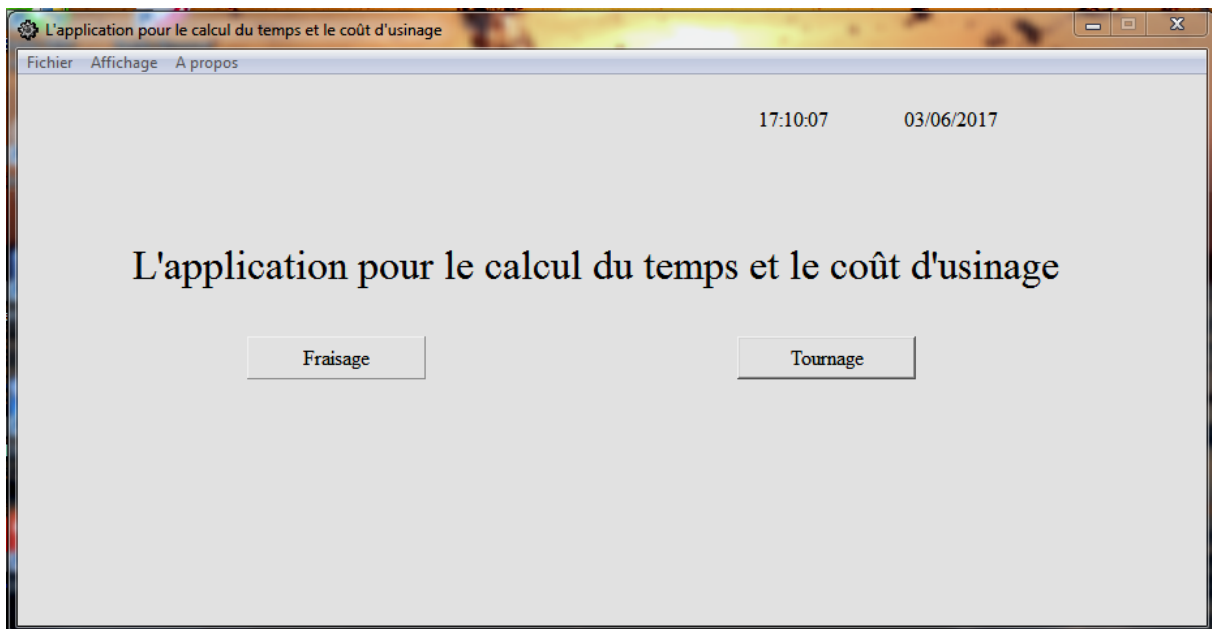


Figure 33 : Première interface de l'application

On clic sur le bouton droit de la souris sur le bouton "Fraisage" on aura à choisir entre deux choix: Fraisage en bout: Surfaçage et Fraisage en roulant: Rainurage, combiné..

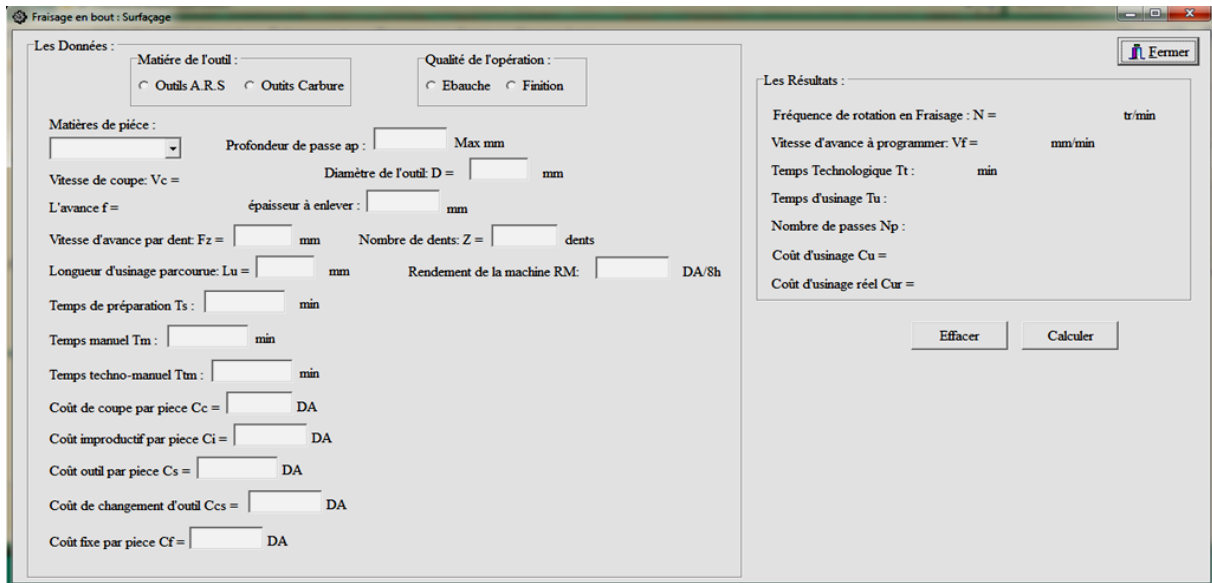


Figure 34. Interface du "Fraisage en bout"

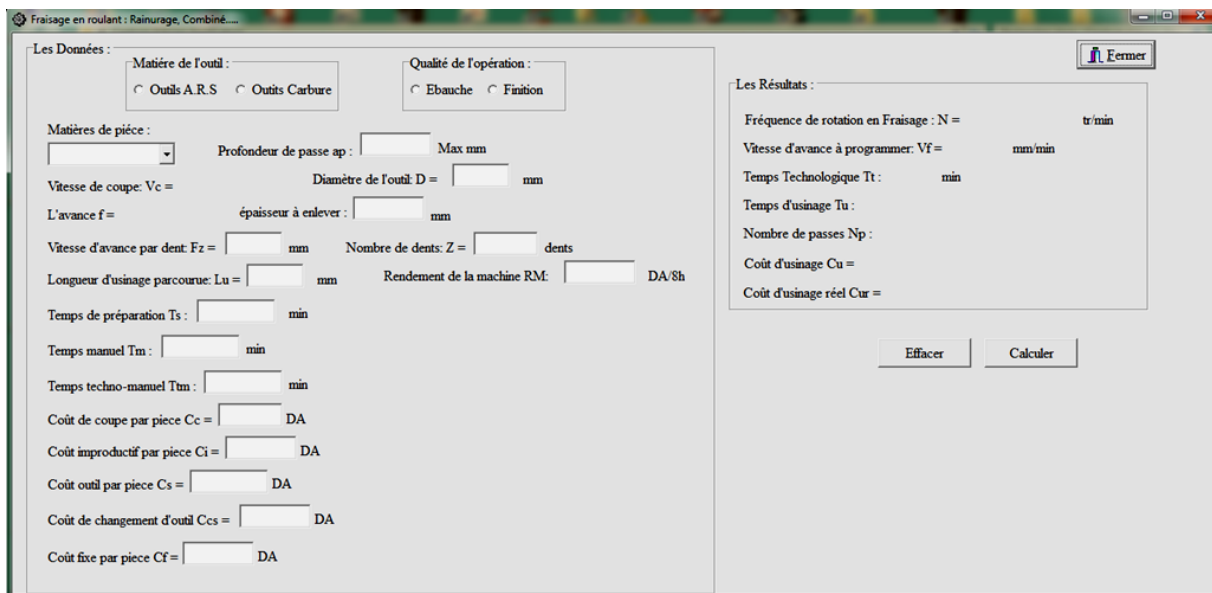


Figure 35. Interface du "Fraisage en roulant"

L'interfaces "Fraisage en bout", "Fraisage en roulant" et "Tournage" contiennent deux parties: "Les données" et "Les résultats"

La partie "Données": Comporte toutes les données qu'on doit introduire, comme:

Diamètre de l'outil, épaisseur à enlever, vitesse d'avance par dents, la longueur d'usinage, temps de préparation, temps manuel, temps techno-manuel, coût de coupe par pièce, coût improductif par pièce, coût outil par pièce et coût fixe par pièce.

Aussi les données à choisir: "Matière de l'outil", "Qualité de l'opération" et "Matière de la pièce".

On y trouve aussi des données déjà intégrer dans le code source de l'application comme base de données: Vitesse de coupe et l'avance, et c'est la qu'on trouve la différence entre les données du "fraisage en bout" et "fraisage en roulant".

La partie "Résultats": Calcul de la fréquence de rotation, vitesse d'avance, le temps technologique, temps d'usinage, nombre de passes, le coût d'usinage et le coût d'usinage réel. Avec les formules déjà intégrer dans les programmes déjà créer comme base de données. Ces interfaces sont réalisées avec un programme Delphi accoupler au langage de programmation Pascal, on prend l'exemple de l'interface du "Tournage" (Annexes B et C)

The screenshot shows a software interface for turning operations. It is titled "Tournage Outils A.R.S / Outils Carbure". The interface is split into two main panels. The left panel, "Les Données", contains several input fields and radio buttons for configuring the operation. The right panel, "Les Résultats", displays the calculated parameters. At the bottom right, there are two buttons: "Effacer" and "Calculer".

Section	Field / Label	Unit / Value
Les Données	Matière de l'outil	<input type="radio"/> Outils A.R.S <input type="radio"/> Outils Carbure
	Qualité de l'opération	<input type="radio"/> Ebauche <input type="radio"/> Finition
	Matières de pièce	[Dropdown]
	Profondeur de passe ap	[Input] Max mm
	Vitesse de coupe: Vc	[Input]
	L'avance f	[Input]
	Longueur d'usinage parcourue: Lu	[Input] mm
	Rendement de la machine RM	[Input] DA/8h
	Temps de préparation Ts	[Input] min
	Temps manuel Tm	[Input] min
	Temps techno-manuel Ttm	[Input] min
	Coût de coupe par pièce Cc	[Input] DA
	Coût improductif par pièce Ci	[Input] DA
	Coût outil par pièce Cs	[Input] DA
	Coût de changement d'outil Ccs	[Input] DA
Coût fixe par pièce Cf	[Input] DA	
Les Résultats	Fréquence de rotation en Fraisage: N	[Output] tr/min
	Vitesse d'avance à programmer: Vf	[Output] mm/min
	Temps Technologique Tt	[Output] min
	Temps d'usinage Tu	[Output]
	Nombre de passes Np	[Output]
	Coût d'usinage Cu	[Output]
Coût d'usinage réel Cur	[Output]	

Figure 36. Interface du "Tournage"

3.1.5. Exemple traité par cette application

Surfaçage d'une pièce en acier S235 de 100 mm de longueur à des profondeurs de passes de 2 mm, diamètre de l'outil $D = 6$ mm, nombre de dents $Z = 4$, et un avance f_z de 0.1 mm/dents, la vitesse de coupe serais de 29m/min, les temps et les coûts opérateurs sont comme suit:

Temps de préparation $T_s = 2$ min

Temps manuel $T_m = 2$ min

Temps techno-manuel $T_{tm} = 2$ min

Coût de coupe par pièce $C_c = 150$ DA

Coût improductif par pièce $C_i = 20$ DA

Coût outil par pièce $C_s = 50$ DA

Coût de changement d'outil $C_{cs} = 20$ DA

Coût fixe par pièce $C_f = 1$ DA

Le rendement de la machine utilisée est de 8000DA/jour

$$T_u = \frac{L}{V_f} = \frac{100}{615.7} = 4.16 \text{ min}$$

Le prix d'usinage 'opérateur' est de 241 DA, ajouté au prix d'usinage de la pièce qui est de

$$\frac{8000}{8 \times 60} \times T_u = 16,66 \times 4.16$$

prix d'usinage de la pièce = 69.30 DA

Le coût total est de $241 + 69.30 = 310.3$ DA

Les calculs avec notre application nous donne les résultats suivants:

Les Données :

Matière de l'outil : Outils A.R.S Outils Carbure

Qualité de l'opération : Ebauche Finition

Matières de pièce : Profondeur de passe ap : Max mm

Vitesse de coupe: $V_c = 29$ m/min Diamètre de l'outil: $D = 6$ mm

L'avance $f = 0.11$ mm/tr épaisseur à enlever : mm

Vitesse d'avance par dent $F_z = 0,1$ mm Nombre de dents: $Z = 4$ dents

Longueur d'usinage parcourue: $L_u = 100$ mm Rendement de la machine RM: DA/8h

Temps de préparation T_s : min

Temps manuel T_m : min

Temps techno-manuel T_{tm} : min

Coût de coupe par pièce $C_c = 150$ DA

Coût improductif par pièce $C_i = 20$ DA

Coût outil par pièce $C_s = 50$ DA

Coût de changement d'outil $C_{cs} = 20$ DA

Coût fixe par pièce $C_f = 1$ DA

Les Résultats :

Fréquence de rotation en Fraisage : $N = 1539,2781316348$ tr/min

Vitesse d'avance à programmer: $V_f = 615,71125$ mm/min

Temps Technologique $T_t = 0,162413793103448$

Temps d'usinage $T_u = 4,16241379310345$ min

Nombre de passes $N_p = 0,5$

Coût d'usinage $C_u = 241,00$ DA

Coût d'usinage réel $C_{ur} = 310,373563218391,00$ DA

Effacer Calculer

Figure 37. Exemple de calcul en surfaçage d'une pièce en acier S235

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion générale

Ce travail nous à permis de prendre connaissance en détail de l'usinage des pièces en tournage et en fraisage, nous avons vu les différents temps intervenant dans l'usinage d'une pièce mécanique, il existe des logiciels capable de prendre tout ces calculs répétitifs auxquels on peut ajouter une base de donnée, pour notre cas les conditions de coupes usuelles utilisée assez souvent lors de l'usinage de différent type de matériaux.

Nous avons assez travaillé avec un logiciel de création d'applications numérique qui est DELPHI, la création d'une application avec ce logiciel est un ensemble d'instructions écrite, et le programme une fois exécuté crée l'interface, le contenu et la connexion avec le langage de programmation PASCAL fait tout les calculs nécessaire, les communique à DELPHI et l'application affiche ainsi le résultat de l'opération.

Le résultat souhaité qui est le coût de l'opération est affiché par l'application par simple clique sur l'icône "calculer", ainsi l'utilisateur après avoir inséré toutes les données concernant le travail sur sa pièce, aura le devis de cette opération et elle est affichée en dinar en prenant en compte le rendement journalier de la machine utilisée.

Ce travail est de loin terminé, il reste à intégrer la possibilité de prendre en compte plusieurs opérations d'usinage à la fois, il faut aussi enrichir la base de données des matériaux utilisée et aussi ajouter d'autres opérations d'usinage tel que le perçage et la coupe à la scie mécanique et autres.

Références bibliographique

- [1]. **Ben Sellam Karim**, Technologie mécanique, École Normale Technique Moyenne, Mai 2010.
- [2]. **G. Souhir**, Cours interactif : Le Fraisage, Institut Supérieur des Études Technologiques de Nabeul, 2016.
- [3].**Brigitte REMACLE**, Formation ifpm Usinage tournage, fraisage, Bld Reyers 80, 1030-Bruxelles Édition septembre 2014.
- [4]. **Alain PASSERON**, « Tournage » , Article BM 7086, Technique de l'ingénieur, 1998.
- [5]. **A. Belloufi**, « Cours Procédés de Fabrication », Master Maintenance Industrielle, Université Kasdi Merbah Ouargla.2010.
- [6]. **Pr. O. AKOURRI**, Technologie de Fabrication Mécanique, Activités Pratiques Matériaux et Fabrication Mécanique, Université Abdelmalek Essaadi TANGER, 2009.
- [7]. **Passeron**, Tournage, Techniques de L'Ingénieur, BM7086, 1997.
- [8]. **Rocdacier**, « Cours sur le Tournage - Usinage Cours Technologie », 2011.
- [9]. **Slimane Benchiheub**, Etude de l'interaction « outil - pièce » lors de l'usinage des matériaux durcis, thèse doctorat, Université Badji Mokhtar - Annaba, 02 Mai 2010.
- [10]. **Philippe DEPEYRE**, Fabrication mécanique, Licence et Technologie et Mécanique – Université de la Réunion, 2005.
- [11]. **M. Madani, R. Ghouini**, Amélioration des Paramètres Technologiques de Coupe en Tournage, Mémoire de Master Université, kasdi Merbah de Ouargla, 2011.
- [12]. **M. Rahou, F. Sebaa**, Automatisation des Instruction d'Usinage Cas Paramètres de Coupe, Mémoire de Master Université, Abou Baker Belkaid, Tlemcen, 2007.
- [13]. **A. Debbache, M. Benglia**, Optimisation Multi-Passe des Régimes de Coupe En Chariotage, Mémoire de Master Université kasdi Merbah de Ouargla, 2011.
- [14]. **A.SAYER**, DELPHI Programmation dans l'environnement Windows Manuel du logiciel DELPHI.
- [15]. **H.GLESENER, J-C HEMMER, D.MANCINI, A.WAGNER**, Programmation avec DELPHI, Notes de cours, septembre 2005.
- [16].**Maurice GINDENSPERGER**. Delphi7 - Support de formation (1/3) - Initiation à Delphi, volume 5.1. 2009.

- [17]. **ISMAILA Mchangama**, Projet de Fin d'Etudes, Conception et développement d'un logiciel de gestion commercial, Université de Monastir, Institut Supérieur d'Informatique et de Mathématiques de Monastir, 2007.
- [18]. Guide d'utilisation, Borland Technical Publications, Prise en main de Delphi 7, 2002.
- [19] GUIDE, Changements et réglages des outils de coupe, TIPE 2014.
- [20] Fiche descriptive, Centre technique des industries mécanique, CETIM 2010.

ANNEXES

Annexe A Programme Delphi "fiche Menue"

```
unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants,
  Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, Buttons, Menus, ExtCtrls;

type
  TFichMenu = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    PopupMenu1: TPopupMenu;
    FraisageenboutSurfaage1: TMenuItem;
    FraisageenroulantRainurageCombin1:
    TMenuItem;
    Panel1: TPanel;
    MainMenu1: TMainMenu;
    Fichier1: TMenuItem;
    Affichage1: TMenuItem;
    Apropos1: TMenuItem;
    ournage1: TMenuItem;
    Fraisage1: TMenuItem;
    N1: TMenuItem;
    Quitter1: TMenuItem;
    ableauTournage1: TMenuItem;
    ableauFraisage1: TMenuItem;
    FraisageenboutSurfaage2: TMenuItem;
    FraisageenroulantRainurageCombin2:
    TMenuItem;
    lb_time: TLabel;
    lb_date: TLabel;
    Timer1: TTimer;
    procedure SpeedButton2Click(Sender:
    TObject);

    procedure
    FraisageenboutSurfaage1Click(Sender:
    TObject);

    procedure
    FraisageenroulantRainurageCombin1Click(Se
    nder: TObject);
    procedure Quitter1Click(Sender: TObject);
    procedure FormCloseQuery(Sender:
    TObject; var CanClose: Boolean);
    procedure ableauTournage1Click(Sender:
    TObject);
    procedure ableauFraisage1Click(Sender:
    TObject);
    procedure Apropos1Click(Sender:
    TObject);
    procedure ournage1Click(Sender: TObject);
    procedure
    FraisageenboutSurfaage2Click(Sender:
    TObject);
    procedure
    FraisageenroulantRainurageCombin2Click(Se
    nder: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure Label1Click(Sender: TObject);
    procedure lb_dateClick(Sender: TObject);
    procedure lb_timeClick(Sender: TObject);
    procedure Fichier1Click(Sender: TObject);
  private
    { Déclarations privées }
  public
    { Déclarations publiques }
  end;

var
```

```

FichMenu: TFichMenu;

implementation

uses FichTournage, FichFraisage,
FichFraisageb, FichTabTournage,
FichTabFraisage, FichAPropos;

{$R *.dfm}

procedure
TFichMenu.SpeedButton2Click(Sender:
TObject);
begin
    FTournage.ShowModal;
end;

procedure
TFichMenu.FraisageenboutSurfaage1Click(Se
nder: TObject);
begin
    FFraisage1.ShowModal;
end;

procedure
TFichMenu.FraisageenroulantRainurageCom
bin1Click(
    Sender: TObject);
begin
    FFraisage2.ShowModal;
end;

procedure TFichMenu.Quitter1Click(Sender:
TObject);
begin
close;
end;

```

```

procedure
TFichMenu.FormCloseQuery(Sender:
TObject; var CanClose: Boolean);
begin
    if messagedlg('voulez-vous quitter le
logiciel?',mtconfirmation,[mbytes,mbno],0)=m
ryes then
        begin
            canclose:=true;
            application.terminate;
        end else
            canclose:=false;
        end;

procedure
TFichMenu.ableauTournage1Click(Sender:
TObject);
begin
    FTabTournage.ShowModal;
end;

procedure
TFichMenu.ableauFraisage1Click(Sender:
TObject);
begin
    FTabFraisage.ShowModal;
end;

procedure
TFichMenu.Apropos1Click(Sender: TObject);
begin
    apropos.ShowModal;
end;

procedure TFichMenu.ournage1Click(Sender:
TObject);
begin

```

```
FTournage.ShowModal;
end;

procedure
TFichMenu.FraisageenboutSurfaage2Click(Se
nder: TObject);
begin
    FFraisage1.ShowModal;
end;
```

```
procedure
TFichMenu.FraisageenroulantRainurageCom
bin2Click(
    Sender: TObject);
begin
    FFraisage2.ShowModal;
end;
```

```
procedure TFichMenu.Timer1Timer(Sender:
TObject);
begin
    lb_time.caption:=TimeToStr(time);
    lb_date.caption:=dateToStr(date);
end;
```

```
procedure TFichMenu.Label1Click(Sender:
TObject);
begin

end;
```

```
procedure TFichMenu.lb_dateClick(Sender:
TObject);
begin

end;
```

```
procedure TFichMenu.lb_timeClick(Sender:
TObject);
begin
```

```
end;
```

```
procedure TFichMenu.Fichier1Click(Sender:
TObject);
begin
```

```
end;
```

```
end.
```


Annexe B Fiche Tournage programme Delphi

```
object FTournage: TFTournage
  Left = 26
  Top = 65
  Width = 1310
  Height = 656
  Caption = 'Tournage Outils A. R. S / Outils
Carbure '
  Color = clBtnFace
  Font.Charset = ANSI_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -16
  Font.Name = 'Times New Roman'
  Font.Style = [ ]
  OldCreateOrder = False
  Position = poDesktopCenter
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 19
  object SpeedButton3: TSpeedButton
    Left = 1080
    Top = 344
    Width = 105
    Height = 33
    Caption = 'Calculer'
   OnClick = SpeedButton3Click
  end
  object SpeedButton4: TSpeedButton
    Left = 960
    Top = 344
    Width = 105
    Height = 33
    Caption = 'Effacer'
    OnClick = SpeedButton4Click
  end
  object Donnee: TGroupBox
    Left = 16
    Top = 16
    Width = 777
    Height = 577
    Caption = 'Les Données : '
    TabOrder = 0
    object Label1: TLabel
      Left = 24
      Top = 91
      Width = 115
      Height = 19
      Caption = 'Matières de la pièce :'
    end
    object Label3: TLabel
      Left = 24
      Top = 155
      Width = 149
      Height = 19
      Caption = 'Vitesse de coupe: Vc = '
    end
    object lb_Vc: TLabel
      Left = 176
      Top = 155
      Width = 4
      Height = 19
    end
    object Label5: TLabel
      Left = 307
      Top = 146
      Width = 131
      Height = 19
      Caption = 'Diamètre initiale Di = '
    end
    object Label6: TLabel
      Left = 528
      Top = 146
```

```

Width = 22
Height = 19
Caption = 'mm'
end
object Label23: TLabel
Left = 24
Top = 187
Width = 79
Height = 19
Caption = 'L'avance f='
end
object lb_f: TLabel
Left = 120
Top = 185
Width = 4
Height = 19
end
object Label2: TLabel
Left = 216
Top = 115
Width = 151
Height = 19
Caption = 'Profondeur de passe ap :'
end
object Label9: TLabel
Left = 24
Top = 261
Width = 157
Height = 19
Caption = 'Temps de préparation Ts :'
end
object Label11: TLabel
Left = 24
Top = 301
Width = 117
Height = 19
Caption = 'Temps manuel Tm :'
```

```

end
object Label12: TLabel
Left = 24
Top = 341
Width = 167
Height = 19
Caption = 'Temps techno-manuel Ttm :'
```

```

end
object Label18: TLabel
Left = 24
Top = 221
Width = 217
Height = 19
Caption = 'Longueur d'usinage parcourue:
Lu ='
end
object Label19: TLabel
Left = 328
Top = 221
Width = 22
Height = 19
Caption = 'mm'
```

```

end
object Label37: TLabel
Left = 24
Top = 379
Width = 185
Height = 19
Caption = 'Coût de coupe par piece Cc ='
end
object Label44: TLabel
Left = 293
Top = 378
Width = 22
Height = 19
Caption = 'DA'
```

```

end
```

```
object Label38: TLabel
  Left = 24
  Top = 415
  Width = 193
  Height = 19
  Caption = 'Co'#251't improductif par piece
Ci ='
end
object Label45: TLabel
  Left = 309
  Top = 414
  Width = 22
  Height = 19
  Caption = 'DA'
end
object Label47: TLabel
  Left = 325
  Top = 491
  Width = 22
  Height = 19
  Caption = 'DA'
end
object Label40: TLabel
  Left = 24
  Top = 492
  Width = 205
  Height = 19
  Caption = 'Coût de changement d'outil Ccs
='
end
object Label46: TLabel
  Left = 277
  Top = 451
  Width = 22
  Height = 19
  Caption = 'DA'
end
```

```
object Label39: TLabel
  Left = 24
  Top = 452
  Width = 153
  Height = 19
  Caption = 'Coût outil par piece Cs ='
end
object Label41: TLabel
  Left = 24
  Top = 534
  Width = 147
  Height = 19
  Caption = 'Coût fixe par piece Cf ='
end
object Label48: TLabel
  Left = 261
  Top = 533
  Width = 22
  Height = 19
  Caption = 'DA'
end
object Label16: TLabel
  Left = 296
  Top = 259
  Width = 21
  Height = 19
  Caption = 'min'
end
object Label20: TLabel
  Left = 248
  Top = 299
  Width = 21
  Height = 19
  Caption = 'min'
end
object Label21: TLabel
  Left = 296
```

```

Top = 339
Width = 21
Height = 19
Caption = 'min'
end
object Label17: TLabel
Left = 307
Top = 183
Width = 126
Height = 19
Caption = 'Diamètre finale Df = '
end
object Label24: TLabel
Left = 510
Top = 177
Width = 22
Height = 19
Caption = 'mm'
end
object Label26: TLabel
Left = 464
Top = 112
Width = 54
Height = 19
Caption = 'Max mm'
end
object Label27: TLabel
Left = 406
Top = 221
Width = 185
Height = 19
Caption = 'Rendement de la machine RM:'
end
object Label28: TLabel
Left = 704
Top = 221
Width = 41
Height = 19
Caption = 'DA/8h'
end
object MP: TComboBox
Left = 24
Top = 115
Width = 145
Height = 27
ItemHeight = 19
TabOrder = 0
OnChange = MPChange
Items.Strings = (
'Acier S235'
'Acier INOX'
'Acier 35CD4'
'PVC'
'Bronze UE12P'
'Alliage d'Alu')
end
object ed_Di: TEdit
Left = 448
Top = 138
Width = 65
Height = 27
TabOrder = 1
end
object ed_Ts: TEdit
Left = 192
Top = 253
Width = 89
Height = 27
TabOrder = 2
end
object ed_Tm: TEdit
Left = 152
Top = 293
Width = 89

```

```

    Height = 27
    TabOrder = 3
end
object ed_Ttm: TEdit
    Left = 200
    Top = 333
    Width = 89
    Height = 27
    TabOrder = 4
end
object ed_Lu: TEdit
    Left = 248
    Top = 213
    Width = 65
    Height = 27
    TabOrder = 5
end
object ed_Cc: TEdit
    Left = 216
    Top = 370
    Width = 73
    Height = 27
    TabOrder = 6
end
object ed_Ci: TEdit
    Left = 224
    Top = 407
    Width = 81
    Height = 27
    TabOrder = 7
end
object ed_Ccs: TEdit
    Left = 240
    Top = 484
    Width = 81
    Height = 27
    TabOrder = 8
end
end
object ed-Cs: TEdit
    Left = 184
    Top = 445
    Width = 89
    Height = 27
    TabOrder = 9
end
object ed-Cf: TEdit
    Left = 176
    Top = 526
    Width = 81
    Height = 27
    TabOrder = 10
end
object MO: TRadioGroup
    Left = 112
    Top = 16
    Width = 241
    Height = 65
    Caption = 'Matière de l'outil : '
    Columns = 2
    Items.Strings = (
        'Outils A.R.S'
        'Outits Carbure')
    TabOrder = 11
end
object QO: TRadioGroup
    Left = 424
    Top = 16
    Width = 185
    Height = 65
    Caption = 'Qualité de l'opération : '
    Columns = 2
    Items.Strings = (
        'Ebauche'
        'Finition')

```

```

    TabOrder = 12
end
object ed_ap: TEdit
    Left = 376
    Top = 104
    Width = 81
    Height = 27
    TabOrder = 13
end
object ed_Df: TEdit
    Left = 440
    Top = 172
    Width = 65
    Height = 27
    TabOrder = 14
end
object ed_RM: TEdit
    Left = 609
    Top = 213
    Width = 81
    Height = 27
    TabOrder = 15
end
end
object BitBtn1: TBitBtn
    Left = 1192
    Top = 8
    Width = 89
    Height = 33
    TabOrder = 1
    Kind = bkClose
end
object Resultat: TGroupBox
    Left = 808
    Top = 48
    Width = 473
    Height = 265

```

```

    Caption = 'Les Résultats : '
    TabOrder = 2
object Label8: TLabel
    Left = 18
    Top = 40
    Width = 242
    Height = 19
    Caption = 'Fréquence de rotation en
Tournage : N ='
end
object lb_N: TLabel
    Left = 280
    Top = 40
    Width = 4
    Height = 19
end
object Label10: TLabel
    Left = 399
    Top = 40
    Width = 34
    Height = 19
    Caption = 'tr/min'
end
object Label15: TLabel
    Left = 16
    Top = 72
    Width = 228
    Height = 19
    Caption = 'Vitesse d'avance à programmer:
Vf = '
end
object lb_Vf: TLabel
    Left = 248
    Top = 72
    Width = 4
    Height = 19
end

```

```

object Label17: TLabel
    Left = 320
    Top = 72
    Width = 47
    Height = 19
    Caption = 'mm/min'
end
object Label13: TLabel
    Left = 16
    Top = 104
    Width = 159
    Height = 19
    Caption = 'Temps Technologique Tt : '
end
object lb_Tt: TLabel
    Left = 184
    Top = 104
    Width = 4
    Height = 19
end
object Label14: TLabel
    Left = 16
    Top = 136
    Width = 129
    Height = 19
    Caption = 'Temps d'usage Tu : '
end
object lb_Tu: TLabel
    Left = 152
    Top = 136
    Width = 4
    Height = 19
end
object Label42: TLabel
    Left = 17
    Top = 202
    Width = 124
    Height = 19
    Caption = 'Coût d'usage Cu ='
end
object lb_CU: TLabel
    Left = 153
    Top = 197
    Width = 4
    Height = 19
end
object Label22: TLabel
    Left = 240
    Top = 104
    Width = 21
    Height = 19
    Caption = 'min'
end
object lb_Np: TLabel
    Left = 168
    Top = 168
    Width = 4
    Height = 19
end
object Label4: TLabel
    Left = 16
    Top = 168
    Width = 145
    Height = 19
    Caption = 'Nombre de passes Np :'
end
object Label25: TLabel
    Left = 16
    Top = 235
    Width = 155
    Height = 19
    Caption = "Coût d'usage réel Cur ="
end
object lb_Cur: TLabel

```

```

Left = 184
Top = 233
Width = 4
Height = 19
end
end
end

```

Annexe C Fiche Tournage programme Pascal

```

unit FichTournage;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants,
  Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Buttons, StdCtrls, ExtCtrls;
type
  TFTournage = class(TForm)
    Donnee: TGroupBox;
    Resultat: TGroupBox;
    MP: TComboBox;
    Label1: TLabel;
    Label3: TLabel;
    lb_Vc: TLabel;
    Label5: TLabel;
    ed_Di: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Label8: TLabel;
    lb_N: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label23: TLabel;
    lb_f: TLabel;
    Label15: TLabel;
    lb_Vf: TLabel;
    Label17: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label9: TLabel;
    ed_Ts: TEdit;
    Label11: TLabel;
    ed_Tm: TEdit;
    Label12: TLabel;
    ed_Ttm: TEdit;
    Label18: TLabel;
    ed_Lu: TEdit;
    Label19: TLabel;
    Label13: TLabel;
    lb_Tt: TLabel;
    Label14: TLabel;
    lb_Tu: TLabel;
    Label37: TLabel;
    ed_Cc: TEdit;
    Label44: TLabel;
    Label38: TLabel;
    ed_Ci: TEdit;
    Label45: TLabel;
    Label47: TLabel;
    ed_Ccs: TEdit;
    Label40: TLabel;
    Label46: TLabel;
    ed_Cs: TEdit;
    Label39: TLabel;
    Label41: TLabel;
    ed_Cf: TEdit;
    Label48: TLabel;
    Label42: TLabel;
    lb_CU: TLabel;
    SpeedButton3: TSpeedButton;

```



```

SpeedButton4: TSpeedButton;
Label16: TLabel;
Label20: TLabel;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
MO: TRadioGroup;
QO: TRadioGroup;
BitBtn1: TBitBtn;
ed_ap: TEdit;
Label7: TLabel;
ed_Df: TEdit;
Label24: TLabel;
Label4: TLabel;
lb_Np: TLabel;
Label25: TLabel;
lb_Cur: TLabel;
Label26: TLabel;
ed_RM: TEdit;
Label27: TLabel;
Label28: TLabel;
procedure SpeedButton3Click(Sender:
TObject);
    procedure MPChange(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton4Click(Sender:
TObject);
    private
        { Déclarations privées }
    public
        { Déclarations publiques }
    end;
var
    FTournage: TFTournage;
implementation
{$R *.dfm}
    procedure
    TFTournage.SpeedButton3Click(Sender:
    TObject);
    var
    Di,Df,ap,Np,Cur,Vc,Lu,f,N,Vf,Ts,Tm,Ttm,Tt,
    Tu,Cc,Cs,Ci,Ccs,Cf,Cu,RM: real;
    begin
        Di:=strtofloat(ed_Di.Text);
    Lu:=strtofloat(ed_Lu.Text);
        Ts:=strtofloat(ed_Ts.Text);
    Tm:=strtofloat(ed_Tm.Text);
        Cc:=strtofloat(ed_Cc.Text);
    Ci:=strtofloat(ed_Ci.Text);
        Cs:=strtofloat(ed_Cs.Text);
    Ccs:=strtofloat(ed_Ccs.Text);
        Cf:=strtofloat(ed_Cf.Text);
    Df:=strtofloat(ed_Df.Text);
        ap:=strtofloat(ed_ap.Text);
    RM:=strtofloat(ed_RM.Text);
        // premiere partie Outils A. R. S
    (Ebauche)
        if (MP.ItemIndex=0) and
    (MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
    then
        begin
            N:=((1000*30)/(3.14*Di));
            lb_N.Caption:=floattostr(N);
            Vf:=(N*0.1);
            lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
            Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
            Np:=((Di-Df)/ap);
            lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
            Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
            lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
            Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
            lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
        end;
    end;
end;

```

```

Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
begin
N:=((1000*27)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.1);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
begin
N:=((1000*20)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.1);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';

```

```

Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
begin
N:=((1000*90)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.3);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
begin
N:=((1000*32)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.2);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';

```

```

Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
begin
N:=((1000*200)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.3);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
// deuxieme partie Outils A. R. S
(Finition)
if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
begin
N:=((1000*45)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.04);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';

```

```

Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
begin
N:=((1000*32)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.04);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+' ,00 DA';
end else
if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
begin
N:=((1000*28)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
Vf:=(N*0.04);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';

```

```

    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+ ',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*150)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.10);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+ ',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*43)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.02);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';

```

```

    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+ ',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*250)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.02);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+ ',00 DA';
    end else
    // premiere partie Outils Carbure (Ebauche)
    if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    N:=((1000*150)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.2);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);

```

```

    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    N:=((1000*105)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.2);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    N:=((1000*100)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.2);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);

```

```

    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    N:=((1000*100)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.3);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    N:=((1000*90)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.3);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);

```

```

    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    N:=((1000*400)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.4);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    // deuxieme partie Outils Carbure
(Finition)
    if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*250)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.10);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);

```

```

    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*115)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.10);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*160)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.10);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);

```

```

    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*150)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.20);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*120)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.10);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);

```

```

    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end else
    if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    N:=((1000*500)/(3.14*Di));
lb_N.Caption:=floattostr(N);
    Vf:=(N*0.10);
lb_Vf.Caption:=floattostr(Vf);
    Tt:=(Lu/Vf); lb_Tt.Caption:=floattostr(Tt);
    Np:=((Di-Df)/ap);
lb_Np.Caption:=floattostr(Np);
    Tu:=(Ts+Tm+Ttm+Tt);
lb_Tu.Caption:=floattostr(Tu)+ ',min';
    Cu:=(Cc+Ci+Cs+Ccs+Cf);
lb_Cu.Caption:=floattostr(Cu)+ ',00 DA';
    Cur:=(((RM/(60*8))*Tu)+Cu);
lb_Cur.Caption:=floattostr(Cur)+',00 DA';
    end ;
end;

procedure TFTournage.MPChange(Sender:
TObject);
begin
    // premiere partie Outils A. R. S
(Ebauche)
    if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then

```

```

begin
  lb_Vc.Caption:='30 m/min';
lb_f.Caption:='0.1 mm/tr';
  end else
  if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='27 m/min';
lb_f.Caption:='0.1 mm/tr';
  end else
  if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='20 m/min';
lb_f.Caption:='0.1 mm/tr';
  end else
  if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='90 m/min';
lb_f.Caption:='0.3 mm/tr';
  end else
  if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='32 m/min';
lb_f.Caption:='0.2 mm/tr';
  end else
  if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=0)
then
  begin

```

```

    lb_Vc.Caption:='200 m/min';
lb_f.Caption:='0.3 mm/tr';
  end else
    // deuxieme partie Outils A. R. S
(Finition)
    if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='45 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.04 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
  end else
  if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='32 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.04 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
  end else
  if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
  begin
    lb_Vc.Caption:='28 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.04 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
  end else
  if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
  begin

```



```

    lb_Vc.Caption:='150 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.10 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='43 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.02 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=0) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='250 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.02 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else

    // premiere partie Outils Carbure
(Ebauche)
    if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='150 m/min';
lb_f.Caption:='0.2 mm/tr';
    end else
    if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin

```

```

    lb_Vc.Caption:='105 m/min';
lb_f.Caption:='0.2 mm/tr';
    end else
    if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='100 m/min';
lb_f.Caption:='0.2 mm/tr';
    end else
    if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='100 m/min';
lb_f.Caption:='0.2 mm/tr';
    end else
    if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='90 m/min';
lb_f.Caption:='0.3 mm/tr';
    end else
    if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=0)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='400 m/min';
lb_f.Caption:='0.4 mm/tr';
    end else

    // deuxieme partie Outils Carbure
(Finition)
    if (MP.ItemIndex=0) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin

```

```

    lb_Vc.Caption:='250 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.10 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=1) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='115 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.10 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=2) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='160 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.10 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=3) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='150 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.20 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=4) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin

```

```

    lb_Vc.Caption:='120 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.10 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end else
    if (MP.ItemIndex=5) and
(MO.ItemIndex=1) and (QO.ItemIndex=1)
then
    begin
    lb_Vc.Caption:='500 m/min';
ed_ap.Visible:=false;
    lb_f.Caption:='>0.10 mm/tr';
Label2.Visible:=false;
    end ;
end;

procedure
TFTournage.SpeedButton4Click(Sender:
TObject);
begin
    ed_Di.Clear; ed_Lu.Clear; ed_Ts.Clear;
ed_Tm.Clear;
    ed_Ttm.Clear; ed_Cc.Clear; ed_Ci.Clear;
ed_Cs.Clear;
    ed_Ccs.Clear; ed_Cf.Clear; ed_Df.Clear;
ed_ap.Clear;
    ed_RM.Clear;
end;

end.

```