



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN-  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master  
En  
Génie Mécanique

**Option**

**Ingénierie des systèmes mécaniques productives**

**Présenté par**

**KEBLI Kamel**

**THÈME**

**Elaboration d'un dossier de fabrication d'un produit  
industriel illustré par une application**

**Soutenu en septembre 2013**

**Devant le jury :**

Président	HADJOUI Fethi	UABB Tlemcen
Encadreur	HAMOU Said	UABB Tlemcen
Examineur	CHEIKH Nassima	UABB Tlemcen
Examineur	KARA-Ali Djamel	UABB Tlemcen

Année universitaire 2012-2013

## **DEDICACES**

*Avant tout, je dédie ce travail avec toute ma gratitude et mon affection à vous chers parents, qui m'avez tant donné et encouragé. Ce mémoire est le fruit de tant d'années de sacrifice de votre part ainsi que de la mienne, c'est tout à votre honneur, mon amour et mon respect, en espérant vous satisfaire avec une réussite permanente.*

*A ma famille **KEBLI**: cher frère Khaled, chères sœurs Wassila et Nadjwa.*

*A mes oncles Amar, Houcine, Kader, Mimi et Bachir, pour m'avoir poussé à aller de l'avant.*

*Sans oublier mes oncles: Abdelmalek, Mohamed, Arbi, Tayeb, Ali ainsi que toutes mes tantes.*

*A ma belle famille **Bel Khouane**: Zoubire, Houcine et Soufiane.*

*A mes camarades Hamza, Habri, Ismail, Saleh, qui m'ont beaucoup aidé.*

*Egalement, à tous mes amis de parcours de master dont j'apprécie beaucoup leur amitié et sympathie.*

*A tous qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce modeste travail.*

**KEBLI Kamel**

## ***REMERCIEMENTS***

Tout d'abord, je remercie Dieu de m'avoir donné le courage et la volonté de terminer ce travail de fin de cycle d'étude.

Je tiens à adresser mes remerciements à mon encadreur monsieur **HAMOU Saïd** professeur au département de génie mécanique (faculté des sciences de l'ingénieur- université Abou Bekr BELKAID-Tlemcen) d'avoir accepté de diriger ce travail ainsi que pour son entière disponibilité et ses précieux conseils durant toute la période de l'élaboration de ce travail.

Aussi, à monsieur **HADJOUI Fethi** de m'avoir honoré en acceptant de présider le jury.

Je remercie également Madame **CHEIKH Nassima** et Monsieur **KARA-Ali Djamel** pour l'intérêt qu'ils ont donné à mon travail en acceptant d'en examiner le contenu.

Je tiens notamment à exprimer toute ma profonde gratitude à mes enseignants **CHEIKH Abdelmadjid** et **SEBAA Fethi** pour les conseils qui m'ont donnée.

Enfin, un grand merci à tous les enseignants de génie mécanique, et particulièrement à ceux que j'ai eu le plaisir d'avoir en parcours de Master qui n'ont ménagé aucun effort pour le bon déroulement de notre formation.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici ma gratitude.

***KEBLI Kamel***

# **SOMMAIRE**

LISTE DE FIGURE .....	VI
LISTE DES TABLEUX.....	VIII
LISTE DES ABREVIATION .....	X
ملخص.....	XI
RESUME.....	XI
ABSTRACT .....	XI
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>

## **CHAPITRE 1**

### **ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE**

1.1. Introduction .....	2
1.2. Organisation et fonctionnement de l'entreprise.....	2
1.3. Les principales fonctions de l'entreprise.....	2
1.4. La notion de structure.....	3
1.5. Caractéristiques d'une structure .....	4
1.6. Structures de l'Entreprise .....	4
1.6.1. La structure fonctionnelle.....	4
1.6.2 La structure divisionnelle .....	5
1.6.3. La Structure matricielle (multidivisionnelle) .....	6
1.7. Comparaison des différentes structures retenues .....	7
1.8. Bureau d'étude (BE).....	8
1.9. Bureau des méthodes (BDM).....	8
1.9.1 Documents exploités par le bureau des méthodes .....	8
1.9.2 Les différents services et bureaux des méthodes.....	9
1.9.3 Rôle du bureau des méthodes .....	10
1.10. Conclusion.....	11

## CHAPITRE 2

### CONCEPTION D'UN PRODUIT NOUVEAU

2.1. Introduction .....	12
2.2. Définition de conception d'un produit nouveau.....	12
2.3. Le processus de conception d'un produit.....	12
2.4. Le modèle hiérarchique de processus de conception .....	13
2.5. Une démarche possible pour la conception d'un produit.....	14
2.6. Les composants de la qualité en conception .....	15
2.7. Les étapes de la conception.....	16
2.8. Les enjeux de la conception d'un produit .....	17
2.9. Cycle de vie d'un produit .....	17
2.9.1. Activité A1 : Analyser le besoin.....	18
2.9.2. Activité A2 : Étudier la faisabilité.....	18
2.9.3. Activité A3 : Concevoir.....	18
2.9.4. Activité A4 : Définir.....	19
2.9.5. Activité A5 : Industrialiser .....	19
2.9.6. Activité A6 : Homologuer .....	19
2.9.7. Activité A7 : Produire.....	19
2.9.8. Activité A8 : Commercialiser.....	19
2.9.9. Activité A9 : Utiliser le produit.....	20
2.9.10. Activité A10 : Éliminer le produit.....	20
2.10. Cahier des charges fonctionnel (cdcf).....	21
2.11. Présentation du besoin.....	21
2.11.1. Le besoin et son marché .....	21
2.11.2. Les objectifs.....	21
2.11.3. Identification du service .....	21
2.12. Conclusion.....	22

## CHAPITRE 3

### DOSSIER DE FABRICATION

3.1. Introduction .....	23
3.2. Dessin d'ensemble et dessin de définition .....	23
3.3. Avant projet d'étude du brut .....	23
3.4. Avant projet d'étude de fabrication.....	24
3.5. Le contrat de phase prévisionnel .....	25
3.6. La fiche de réglage .....	27
3.7. La fiche d'instruction détaillée (étude de phase).....	28
3.8. Le dessin d'outillage .....	29
3.9. Montage d'usinage .....	29
3.9.1. Définition.....	29
3.9.2. Fonction.....	29
3.10. La fiche de contrôle.....	31
3.11. La carte de contrôle ou certificat de contrôle .....	31
3.12. Conclusion.....	31

## CHAPITRE 4

### APPLICATION DE CONCEPTION ET ETUDE DE FABRICATION

4.1 Application de conception.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.1 Analyse fonctionnelle .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.1.1 Définition .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.2 Identification des fonctions .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.3 Critère d'appréciation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.4 Procédure de conception.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.1.5 Représentation graphique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2-Conception d'un support de perceuse .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.1 Contrainte .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.2 Arbre fonctionnelle.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

4.2.2.4 Résumé des fonctions et de ventilation.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.2.5 Tir les fonctions par ordre décroissent.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.3-Etude de fabrication .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4. Processus de fabrication de support .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.1-Pièce01 (support).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.1.1- Analyse préparatoire de fabrication.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.1.2-Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.1.3-Tableau du niveau.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.2.1 Détailler les fonctions précédentes .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2.2.3 Valoriser et hiérarchie les fonctions.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.1.4-Groupement des phases .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.1.5-Processus de fabrication .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.2. Pièce 02 (Axe de guidage).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.2.1- Analyse préparatoire de fabrication.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.3.2-Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.2.3-Tableau du niveau.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.2.4-Groupement des phases .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4.2.5-Processus de fabrication. ....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.5- Conclusion .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## **CHAPITRE 5**

### **ETUDE COMPARATIVE ENTRE LA METHODE $\Delta L$ ET LA METHODE VECTORIELLE**

5.1- Simulation de processus.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.1.1- Simulation par la méthode $\Delta L$ .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.1.1.1- Pièce 01 (support).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.1.1.2- Pièce 02(axe de guidage) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.1.2- Simulation par la méthode vectorielle.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.1.2.1- pièce 01(support) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.1.2.2- pièce 02(axe de guidage) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.2-Gamme d'usinage .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

5.2.1-Pièce 01(support).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.2.2-Pièce 02(axe de guidage).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.3-Contrat de phase.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.3.1-Pièce 01(support).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.3.2-Pièce02 (axe de guidage).....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
5.4-Conclusion .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
 <b>CONCLUSION GENIRAL .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

# ***LISTE DES FIGURES***

## **CHAPITRE 1**

### **ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE**

**Figure 1-1 :** La structure fonctionnelle de l'Entreprise ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 1-2 :** La structure divisionnelle de l'Entreprise ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 1-3 :** la Structure matricielle (multidivisionnelle) de l'Entreprise.. **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 1-4 :** Les différents services et bureaux sont intimement liés, les échanges sont présent tout au long du processus ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 1-5 :** processus d'étude d'avant projet ..... **Erreur ! Signet non défini.**

## **CHAPITRE 2**

### **CONCEPTION D'UN PRODUIT NOUVEAU**

**Figure 2-1 :** processus de conception de produit..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 2-2 :** hiérarchique de processus de conception ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 2-3 :** organigramme d'une démarche possible pour la conception d'un produit **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 2-4 :** organigramme des étapes de la conception ..... **Erreur ! Signet non défini.**

## **CHAPITRE 3**

### **DOSSIER DE FABRICATION**

**Figure 3-1 :** gamme d'usinage..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 3-2 :** Contrat de phase ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 3-3 :** La fiche de réglage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 3-4 :** La fiche d'instruction détaillée..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 3-5 :** Les différents types de posage ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 3-6 :** Les différents modes de bridage..... **Erreur ! Signet non défini.**

## **CHAPITRE 4**

### **APPLICATION DE CONCEPTION ET ETUDE DE FABRICATION**

**Figure 4.1 :** diagramme de pieuvre d'un produit..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 4.2 :** diagramme de pieuvre d'un support de perceuse ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 4.3 :** (courbe ABC) ou (courbe de PARETO)..... **Erreur ! Signet non défini.**

## **CHAPITRE 5**

### **ETUDE COMPARATIVE ENTRE LA METHODE $\Delta L$ ET LA METHODE VECTORIELLE**

**Figure 5.1:** Processus de fabrication (Méthode  $\Delta L$ ) de la pièce(01)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 5.2 :** Processus de fabrication (Méthode  $\Delta L$ ) des pièces (02)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 4.3 :** Processus de fabrication (Méthode vectorielle) de la pièce(01)... **Erreur ! Signet non défini.**

**Figure 4.4 :** Processus de fabrication (Méthode vectorielle) de la pièce(02)... **Erreur ! Signet non défini.**

# ***LISTE DES TABLEAUX***

## **CHAPITRE 1**

### **ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE**

**Tableau 1-1** : Les principales fonctions de l'entreprise ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 1-2** : Comparaison des différentes structures retenues..... **Erreur ! Signet non défini.**

## **CHAPITRE 4**

### **APPLICATION DE CONCEPTION ET ETUDE DE FABRICATION**

**Tableau 4.1** : valorisation de la fonction..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4.2** : ventilation du % de fp1 ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4.3** : ventilation du % de fp2 ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4.4** : ventilation du % de fc1 ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4.5** : ventilation du % de fc2 ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4.6** : Résumé des fonctions et de ventilation..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4.7** : cumul du % des fonctions ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-8** : Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité de la pièce (01) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-9** : tableau du niveau de la pièce (01) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-10** : Groupement des phases de la pièce (01)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-11** : Processus de fabrication de la pièce (01)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-12** : Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité de la pièce (02) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-13 :** Tableau du niveau de la pièce (02)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-14 :** Groupement des phases de la pièce (02)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-15 :** Processus de fabrication de la pièce (02)..... **Erreur ! Signet non défini.**

## **CHAPITRE 5**

### **ETUDE COMPARATIVE ENTRE LA METHODE $\Delta L$ ET LA METHODE VECTORIELLE**

**Tableau 5-1 :** Représentation matricielle de l'avant-projet de la pièce (01).... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-2 :** Tableau d'optimisation et répartition de la pièce (01)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 5-3 :** optimisation des tolérances et répartition de la pièce (01) .. **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 5-4 :** côtes de fabrication moyenne de chaque phase de la pièce (01) **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-5:** Représentation matricielle de l'avant-projet de la pièce (02)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-6 :** Optimisation des tolérances et répartition de la pièce (02).. **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-7 :** Optimisation des tolérances et répartition de la pièce (02).. **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-8:** Côtes de fabrication moyennes de chaque phase de la pièce (02) **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-9 :** Représentation les chaines de côtes de la pièce (01) **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-10:** Côtes de fabrication moyennes de chaque phase de la pièce (01)..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-11 :** Représentation les chaines de côtes de la pièce(02) ..... **Erreur ! Signet non défini.**

**Tableau 4-12 :** Côtes de fabrication moyennes de chaque phase de la pièce(02)..... **Erreur ! Signet non défini.**

## ***LISTE DES ABRÉVIATIONS***

D	Dimension
$\Delta l$	Dispersion de fabrication
$\sum \Delta l_i$	Ecart de fabrication concernant une cote condition
$I_s$	Nombre de surfaces
$I_p$	Nombre de phases
j	Numéro de la cote condition, numéro de la chaîne de cotes
APEF	Avant-projet d'étude de fabrication
BE	Bureau d'études
BM	Bureau des méthodes
CBE	Cote condition bureau d'étude
CBM	Cote condition bureau des méthodes
CF	Cote de fabrication

i	Indice de la cote fonctionnelle dans une chaîne
IT	Intervalle de Tolérance
k	Répartition équitable du reliquat
l	Nombre de segments de tolérance pour une cote
T	Tolérance
V <sub>c</sub>	Vitesse de coupe (m/min)
a	Avance (mm/mn) ;(mm/dent)
N	Vitesse de rotation (tr/mn)
P	Profondeur de passe (mm)
n	Nombre de passe
L	La course (mm)
T <sub>t</sub>	Temps Technique (mn)
V <sub>f</sub>	Avance par minute ou vitesse d'avance (mm/min)
cdcf	cahier des charges fonctionnel

# ***INTRODUCTION GENERALE***

Elaboration d'un dossier de fabrication d'un produit industriel récent basé sur le processus de conception et de réalisation.

La conception est la recherche des concepts qui permettent d'atteindre les prestations que l'on souhaite offrir à sa clientèle.

La fabrication de pièce se fait par enlèvement de copeau sur les machines-outils conventionnelles. Cette fabrication prend beaucoup de temps pour la réalisation, et demande une grande expérience des opérateurs pour arriver à une qualité (précision) d'une pièce juste moyenne. Par contre, en utilisant une machine-outil à commande numérique, l'usinage est beaucoup plus précis et il ne demande pas beaucoup de temps sinon une maîtrise de la machine et de la programmation.

Dans ce contexte, ce travail a pour but de faire un dossier de fabrication, la conception et l'étude de fabrication d'un produit nouveau (support de perceuse).

Cette étude comprend quatre chapitres ; Le premier chapitre consacré à une recherche bibliographique sur l'organisation de l'entreprise et les différents type de structures. Dans le second chapitre, on a fait une recherche bibliographique la conception d'un produit industriel et le cycle de vie d'un produit. Alors que, le troisième chapitre est consacré a une recherche bibliographique sur le dossier de fabrication des pièces mécanique de dessin d'ensemble jusqu' au contrôle. Puis, dans le quatrième chapitre, on a étudié la fabrication de support par présentation de processus de fabrication, la simulation de processus par les deux méthodes : Simulation par la méthode  $\Delta L$  et Simulation par la méthode vectorielle, la gamme d'usinage, la préparation de poste de travail pour la réalisation les différentes composantes, l'application d'un support de perceuse.

# CHAPITRE 1

## ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE

---

### 1.1. Introduction

Une entreprise est une liaison entre le client et le produit fini ou semi-fini. La relation entre entreprise et client sera exprimée par « le cahier de charge ».

### 1.2. Organisation et fonctionnement de l'entreprise

Le mode d'organisation et de fonctionnement des entreprises repose sur certaines caractéristiques communes. Il est influencé par la stratégie, le métier, la taille, la maturité, l'histoire et la culture de l'organisation. L'activité d'une même entreprise est répartie au sein de diverses fonctions.

Toute entreprise est organisée autour de deux pôles d'activité opérationnelle : la production et le commerce [1].

- **La production** regroupe l'ensemble des fonctions qui produisent les biens et les services que l'entreprise commercialise.
- **Le commerce** regroupe l'ensemble des fonctions qui commercialisent les biens et les services que l'entreprise produit.

### 1.3. Les principales fonctions de l'entreprise

Fonction	Services	Attribution
Direction	état-major secrétariat général corps d'inspection services généraux	études, projets stratégie organisation contrôle
Financement	service de trésorerie services comptables budgets plans financiers	prévisions financières et budgétaires étude de rentabilité choix des modes de financement gestion des opérations financières

Approvisionnement	achats gestion des stocks magasins	politique d'approvisionnement relations fournisseurs commandes gestion des stocks
Production	études méthodes ordonnancement fabrication (ateliers) contrôle qualité	préparation technique du travail émission de documents de travail fabrication
Commercialisation	ventes administrations des ventes technico-commercial après-vente action commerciale marketing	estimation des besoins politique commerciale animation des réseaux réalisation des ventes
Ressources humaines	embauches traitements formation relations sociales	recrutement du personnel gestion du personnel négociations
Recherche & Développement	innovation gestion de la concurrence adaptation au marché	création de nouveaux produits s'adapter aux besoins offrir une image de dynamisme

**Tableau 1-1 : Les principales fonctions de l'entreprise [1]**

#### 1.4. La notion de structure

La structure organisationnelle d'une entreprise définit le mode d'organisation entre les différentes unités qui composent l'entreprise et le choix de répartition des moyens humains et matériels mis en œuvre entre ces différentes unités.

En conséquence, définir la structure organisationnelle d'une entreprise revient à répondre aux questions suivantes :

- comment sont mis en relation les différents éléments qui composent l'entreprise ?
- comment sont répartis les facteurs de production utilisés par l'entreprise ?

Il faut alors définir les tâches qui doivent être accomplies dans l'entreprise et concevoir une structure organisationnelle permettant la coordination de ces tâches entre les différents membres. La formalisation de la structure organisationnelle est souvent représentée par un organigramme

(Présentation de la répartition des responsabilités et du pouvoir, de l'organisation de la hiérarchie et de la distribution des tâches au sein d'une structure).

## 1.5. Caractéristiques d'une structure

La division des tâches au sein d'une structure organisationnelle suppose que celles-ci sont ensuite reliées par un ensemble de liens qui peuvent être :

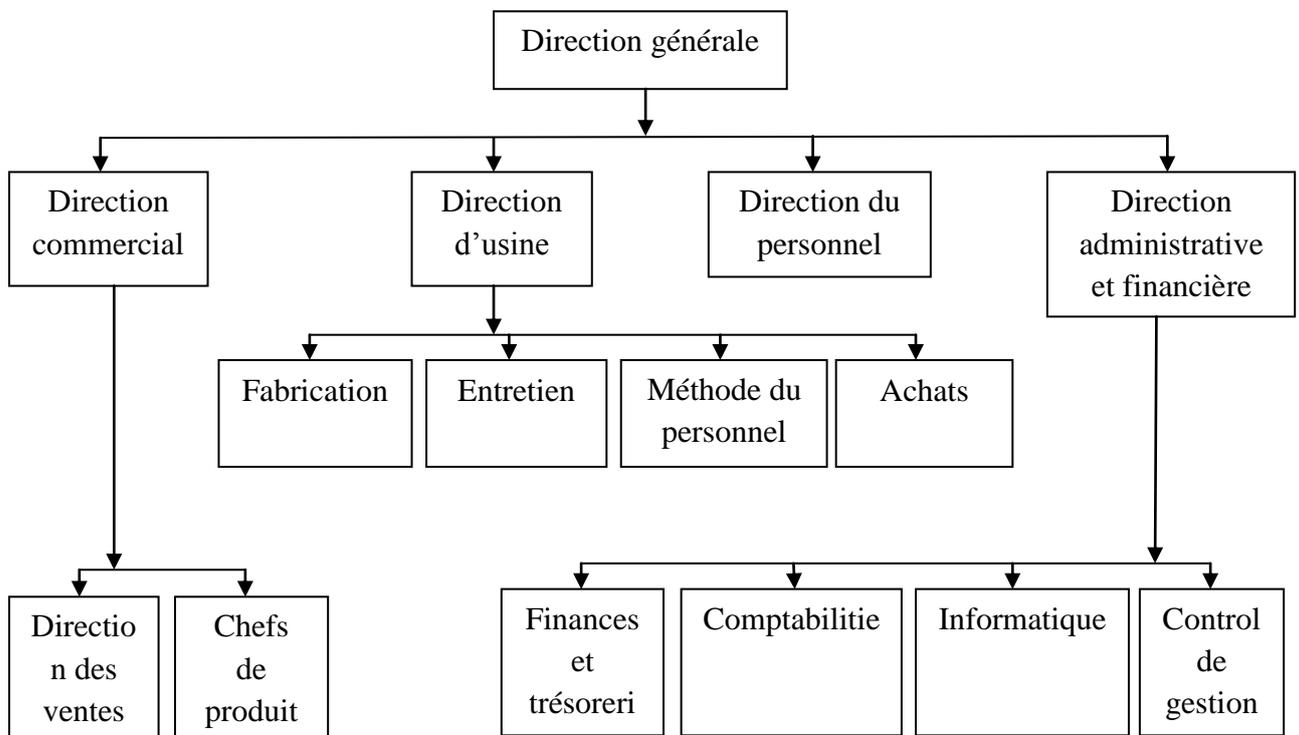
- **Des liens hiérarchiques** : qui impliquent alors la définition de liens de subordination entre les différents éléments.
- **Des liens fonctionnels** : les décisions d'un élément de la structure doivent pouvoir s'appliquer aux autres éléments dépendant de ce centre de compétence.
- **Des liens de conseil** : un élément de la structure peut contribuer au bon fonctionnement d'un autre élément.

## 1.6. Structures de l'Entreprise

Les entreprises peuvent adopter différents types de structures selon la manière dont elles organisent la division interne du travail (degré de départementalisation).

On distingue généralement deux grands types de structures qui se distinguent par le fait que l'une est centrée sur la notion de fonction alors que l'autre repose sur l'idée de produit [1].

### 1.6.1. La structure fonctionnelle



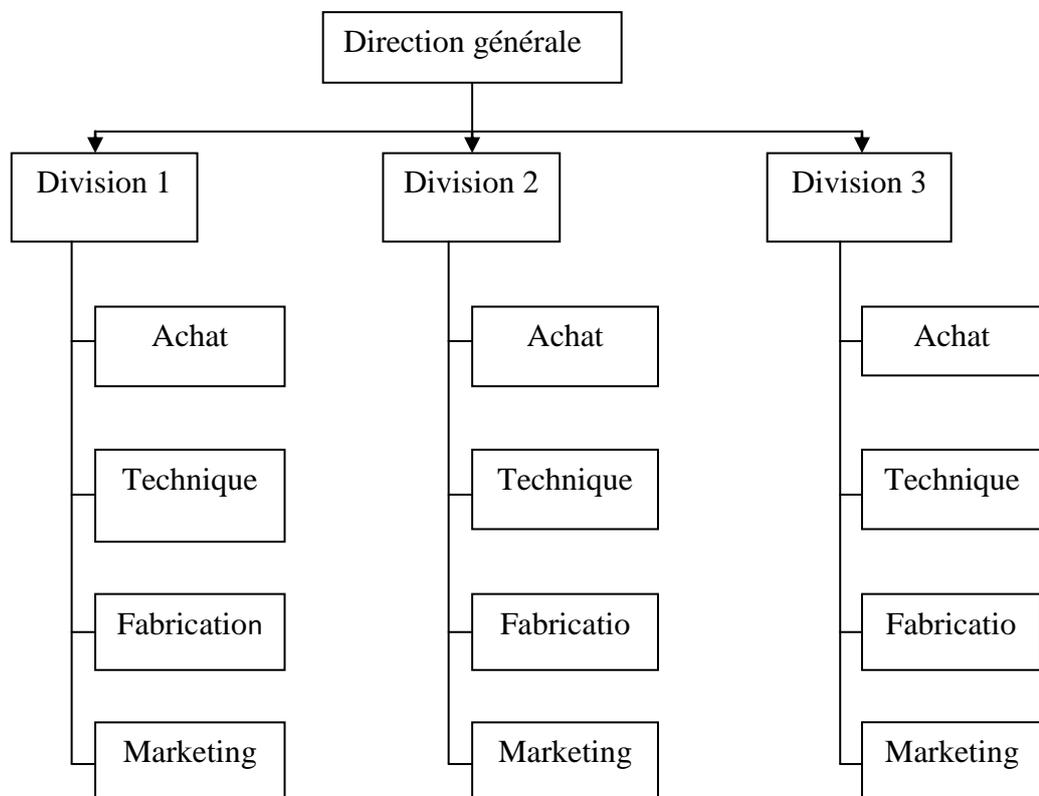
**Figure 1-1** : La structure fonctionnelle de l'Entreprise [1]

Ce type de structure repose sur deux principes essentiels :

- **Unité de commandement** : la voie hiérarchique constituée se traduit par le fait que tout membre de l'entreprise ne dépend que d'un seul supérieur
- **Modes de communication** : la communication entre les membres est à la fois verticale (Selon la voie hiérarchique définie) et horizontale (coopération entre les niveaux hiérarchiques parallèles).

### 1.6.2 La structure divisionnelle

L'entreprise est ici organisée autour du bien ou service final qu'elle produit. Chacune des divisions de la structure organisationnelle de l'entreprise peut à son tour être structurée selon le modèle de la structure fonctionnelle.



**Figure 1-2** : La structure divisionnelle de l'Entreprise [1]

Ce type de structure est de plus en plus utilisée par les grandes entreprises - qui dans le même ordre d'idée adoptent une structure organisationnelle géographique que l'on peut assimiler à une structure divisionnelle puisque les grandes fonctions sont dupliquées dans les différentes divisions géographiques.

Ce type de structure repose sur quatre principes essentiels :

- Focalisation de la structure sur le produit final : on regroupe sous une autorité unique l'ensemble des activités relatives à une gamme de produits homogènes.
- dissocier la gestion des diverses lignes de produits entre différents responsables.

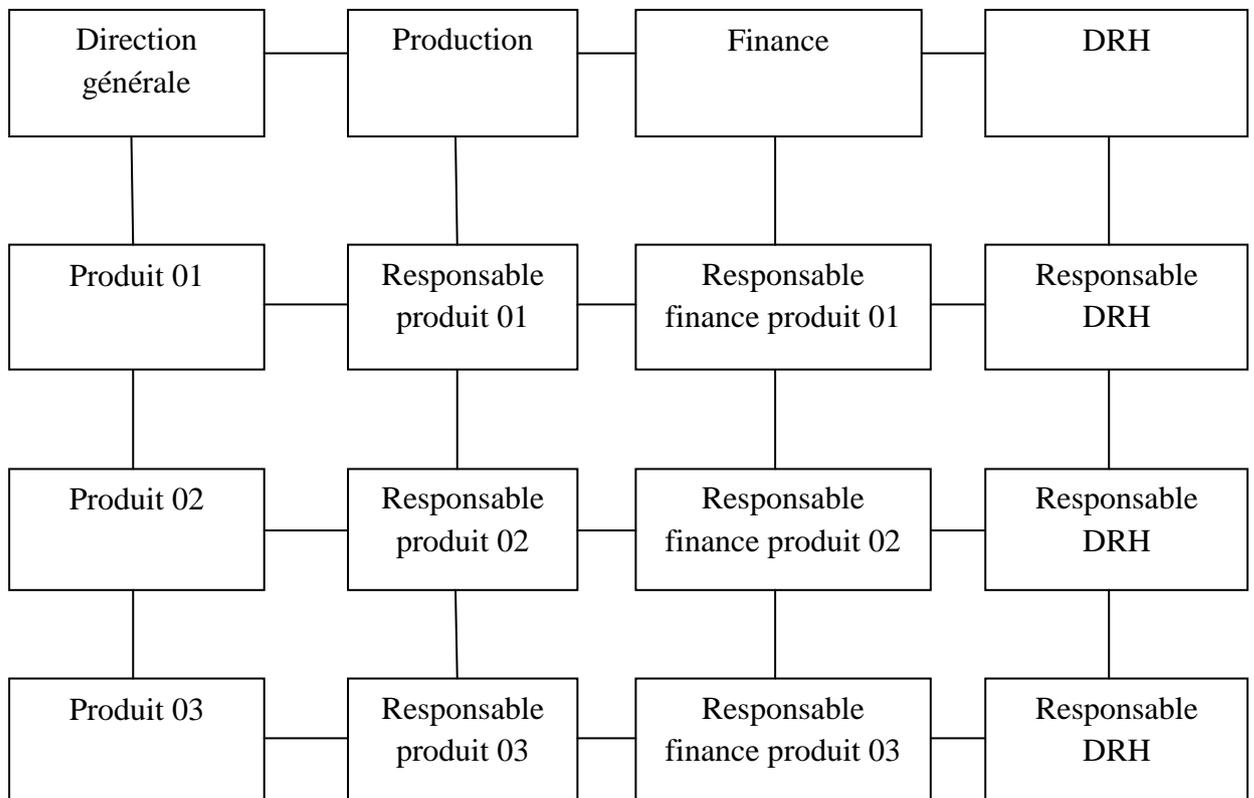
- déléguer le pouvoir de décision aux responsables de produits.
- faire de ces lignes de produits des centres de profits autonomes.

### 1.6.3. La Structure matricielle (multidivisionnelle)

Dans certains cas, l'entreprise peut adopter une structure organisationnelle qui combine à la fois une approche fonctionnelle et une approche divisionnelle.

Cette approche repose sur deux principes essentiels :

- **Dissocier le côté opérationnel** (l'activité proprement dite) des fonctions de gestion courante ce qui permet de lancer de nouvelles activités sans bouleverser la structure initiale.
- **Dualité de commandement** : un membre de l'entreprise se trouve de fait confronté à un double commandement exercé par un responsable fonctionnel et par un responsable de produit.



**Figure 1-3** : la Structure matricielle (multidivisionnelle) de l'Entreprise [1]

### 1.7. Comparaison des différentes structures retenues

Type de structure	Mode d'organisation	Avantages	Inconvénients
<b>fonctionnelle</b>	Spécialisation par fonction	<ul style="list-style-type: none"> <li>. organigramme simplifié et clair</li> <li>. ressources concentrées</li> <li>. économies d'échelle</li> <li>. responsabilité unique de chacun des membres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. centralisation forte</li> <li>. faible communication transversale</li> <li>. structure rigide et donc lente à réagir (modes de communication lourds)</li> </ul>
<b>divisionnelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. par produit</li> <li>. par marché</li> <li>. par zone géographique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. structure décentralisée</li> <li>. recentrage sur les activités</li> <li>. structure adaptable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. dispersion des ressources</li> <li>. déséconomies d'échelle</li> <li>. faible spécialisation</li> </ul>
<b>matricielle (multidivisionnelle)</b>	Séparation entre les tâches opérationnelles et la gestion des produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>. mise en commun des ressources affectées ensuite selon les projets</li> <li>. gestion souple des ressources disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. dualité de commandement</li> <li>. problèmes de coordination globale de l'action de la firme</li> <li>. coûts d'organisation</li> </ul>

**Tableau 1-2** : Comparaison des différentes structures retenues [1]

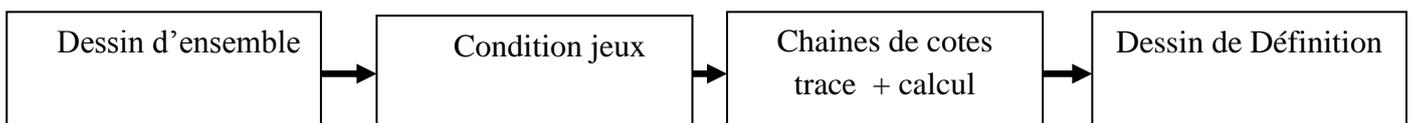
## 1.8. Bureau d'étude (BE) [2]



1. Étude du besoin (commande, auto équipement...)
2. Dessin de conception:
  - ✓ Schéma
  - ✓ Avant-projet
  - ✓ Projet (Dessin d'ensemble remonté)

Après calcul fait (RDM, Vibration, Dynamique, cinématique, ...), on obtient le dessin d'ensemble.

3. Dessin de Définition



Les cotes fonctionnelles sont des résultats d'un calcul (fonctionnel, RDM, etc....) Il faut les respecter

## 1.9. Bureau des méthodes (BDM) [2]

Le préparateur à la fabrication doit rechercher une solution à la fabrication de pièces « bonnes » en nombre donné, dans un délai déterminé et au prix de revient le plus bas.

### 1.9.1 Documents exploités par le bureau des méthodes

- Dessin de définition:
  - Il constitue pour le bureau des méthodes le contrat à remplir.
- Répertoire des moyens disponibles:
  - Nature du parc machines; leur état de charge et leur précision,
  - Équipement (outillage, moyen de contrôle, ...),
  - Type de main-d'œuvre disponible.
  - Gamme de fabrication prévisionnelle: (L'ordre chronologique des phases de fabrication).
- Dessin de la pièce brute
- Feuille d'étude de phase (contrat de phase):
  - Pour chaque phase, la feuille doit comporter tous les renseignements nécessaires aux réglages de la machine, d'outillage à utiliser, temps maximal alloué, etc....

1.9.2 Les différents services et bureaux des méthodes

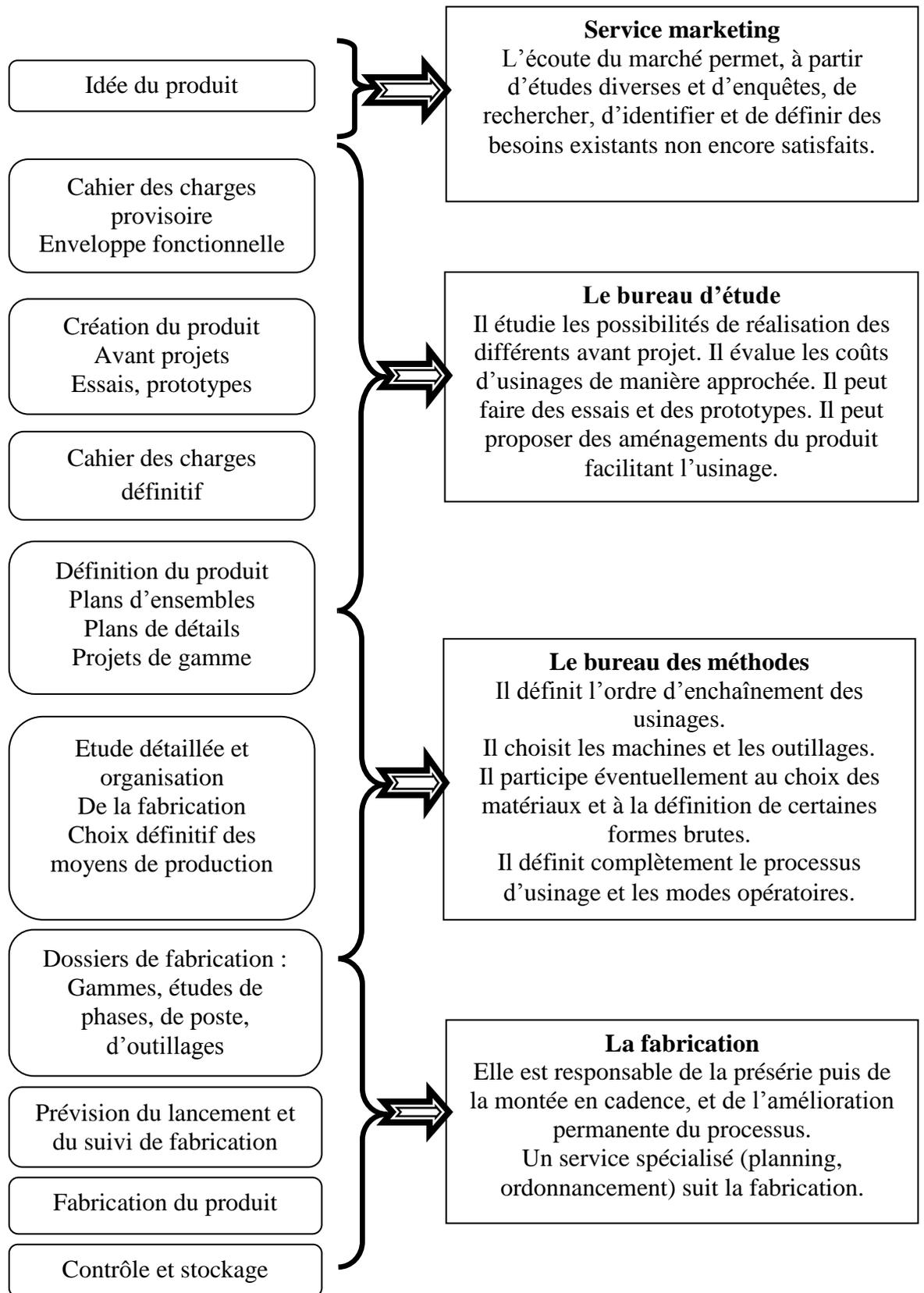


Figure 1-4 : Les différents services et bureaux sont intimement liés, les échanges sont présent tout au long du processus [3]

Le passage de l'idée à la réalisation d'une pièce mécanique fait intervenir quatre fonctions et secteurs principaux :

- L'étude de marché Marketing
- La conception construction le bureau d'étude
- L'étude et la préparation de la fabrication le bureau des méthodes
- La fabrication les ateliers de fabrication

### 1.9.3 Rôle du bureau des méthodes

Il est responsable de l'étude et de la préparation de la fabrication.

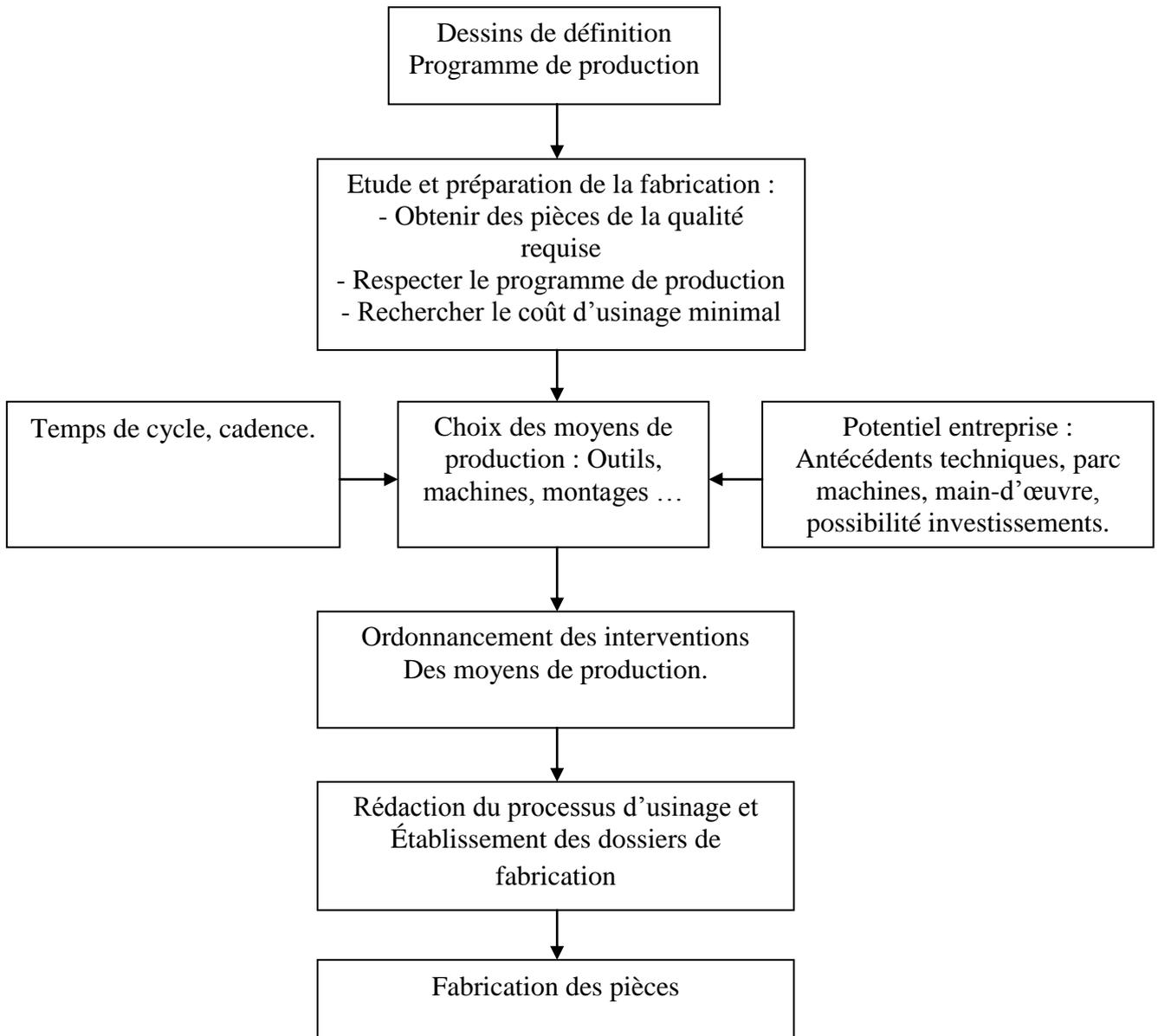


Figure 1-5 : processus d'étude d'avant projet [3]

**1.10. Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté une recherche bibliographique qui concerne l'organisation de l'entreprise.

Cette entreprise est structurée selon des données bien définies et adaptées à des situations évolutives dans le temps et l'espace.

## CHAPITRE 2

# CONCEPTION D'UN PRODUIT NOUVEAU

### 2.1. Introduction

Par le passé, la concurrence était connue et limitée. La durée de vie des produits industrialisés était grande, les délais étaient fixés par l'entreprise, ceci permettait une phase d'industrialisation sans contraintes. Le client n'avait guère le choix, de ce fait, la qualité n'était pas un critère de production.

Aujourd'hui, le besoin d'amélioration se fait primordiale sur les procédés que dans le domaine des processus et de leur mise en œuvre.

Dans ce chapitre on va présenter les différentes étapes de conception d'un produit nouveau

### 2.2. Définition de conception d'un produit nouveau

- La conception c'est la recherche des concepts qui permettent d'atteindre les prestations que l'on souhaite offrir à ses clients.
- La conception d'un produit fait appel à des connaissances dans des domaines divers, tels que la mécanique, l'électricité, l'électronique, physique, chimie, productique... mais aussi économie, et relations humaines.

### 2.3. Le processus de conception d'un produit

Un produit (ou objet produit) est fabriqué par l'homme par opposition à un objet naturel. Cet objet artificiel peut être très divers mais nous nous limiterons ici dans le cadre de la CAO à un objet 3D réel (produit mécanique : pièce mécanique, automobile, avion, mobilier, produit de design industriel).

Le processus de conception/réalisation est le passage de l'idée à l'objet. Plus l'objet à fabriquer est complexe, plus une méthodologie est nécessaire et plus les objets intermédiaires de conception, en particulier les plans, sont indispensables. On assiste ainsi à une rationalisation de la production qui permet de faire baisser le temps et le coût de la construction du produit.

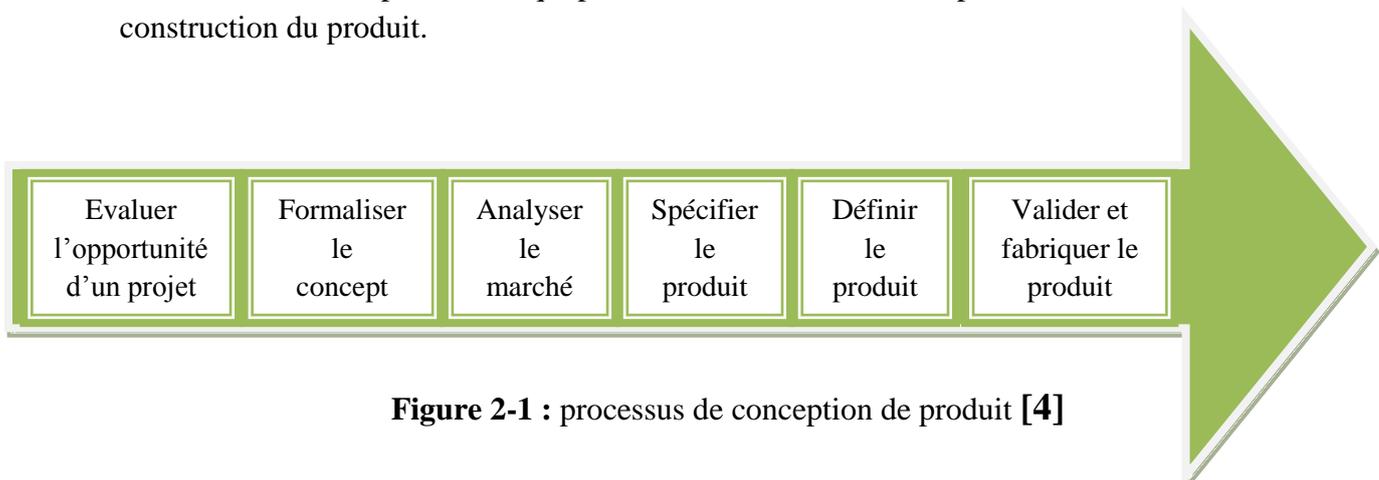


Figure 2-1 : processus de conception de produit [4]

### 2.4. Le modèle hiérarchique de processus de conception

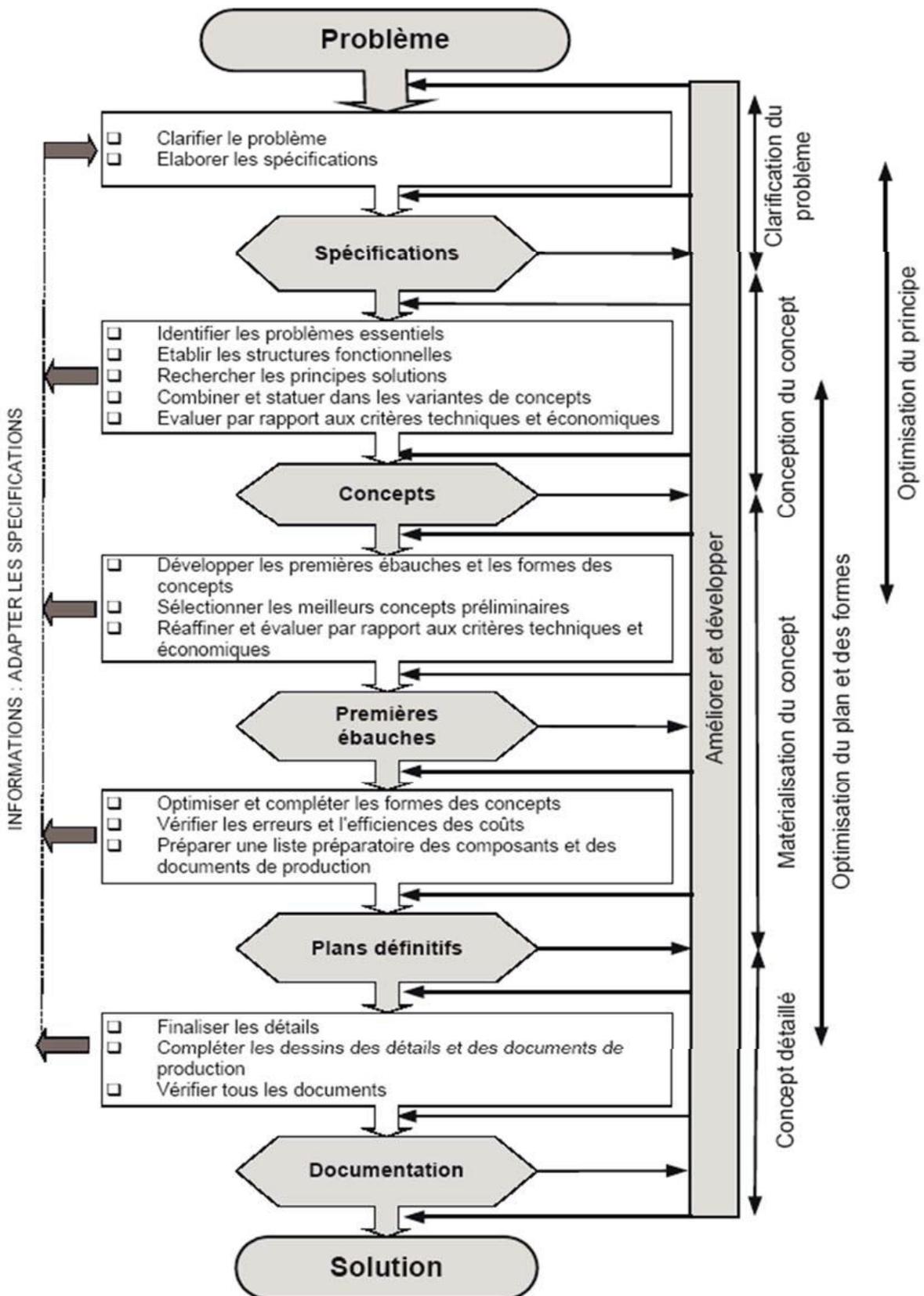
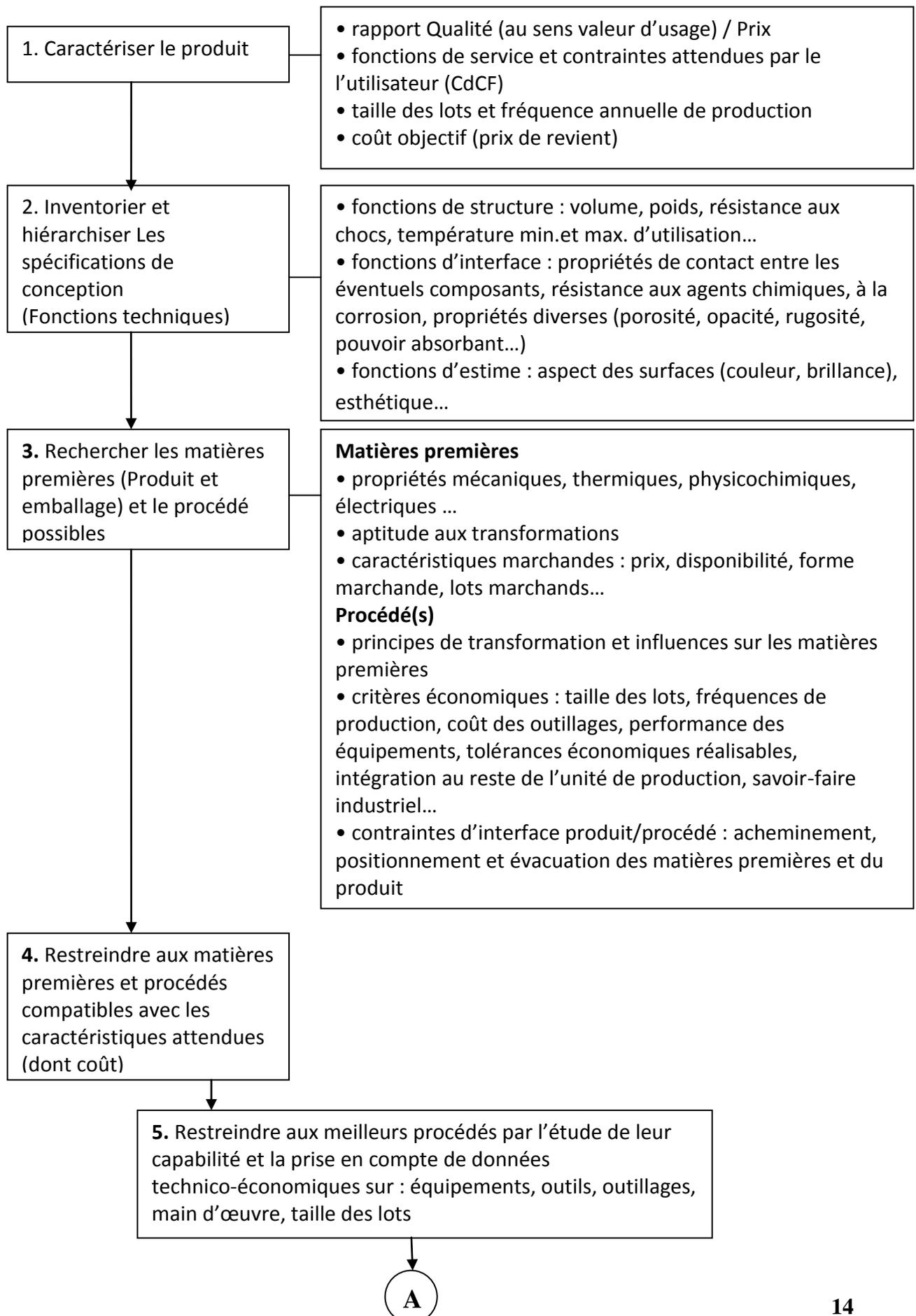
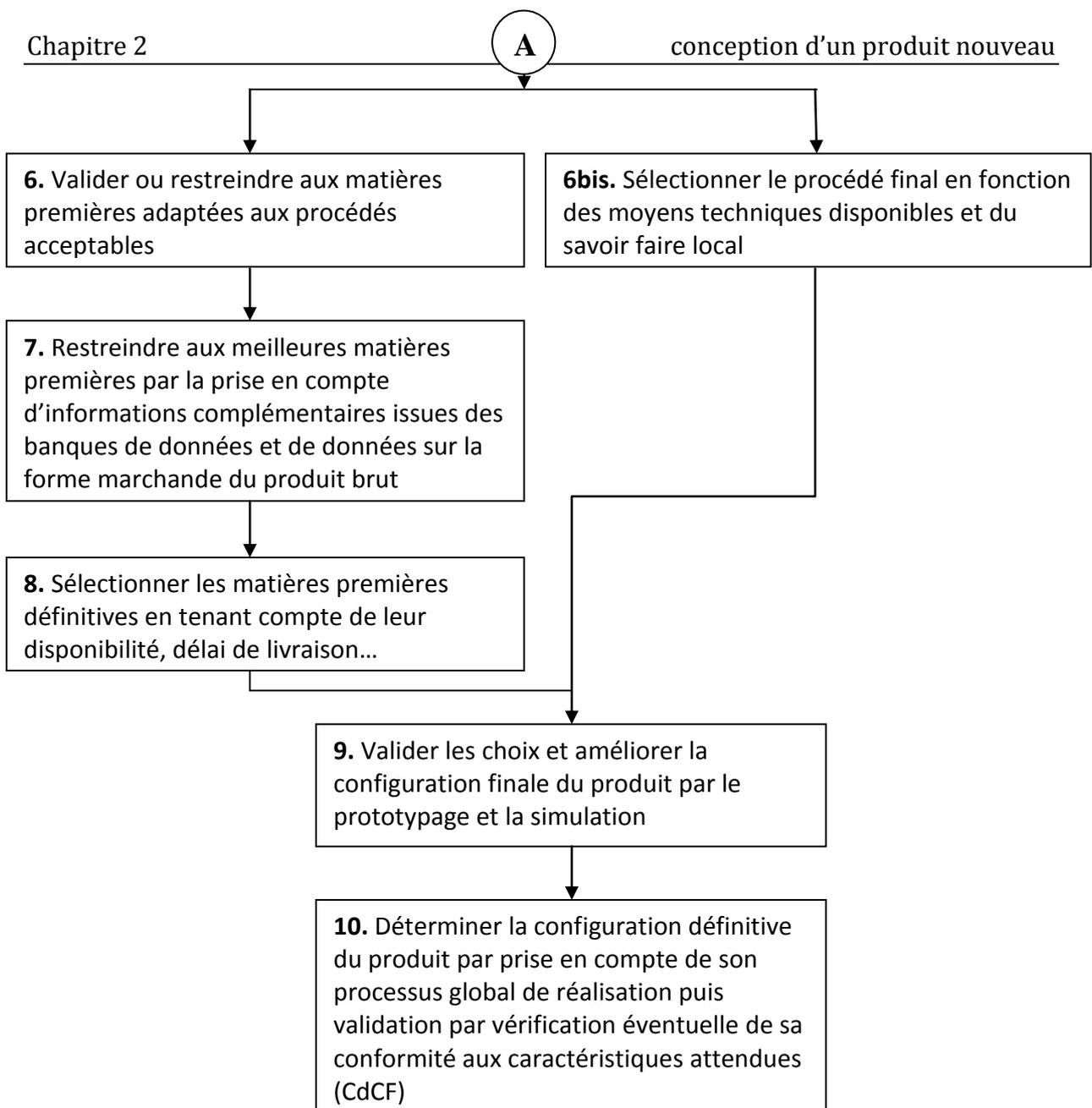


Figure 2-2 : hiérarchique de processus de conception [4]

## 2.5. Une démarche possible pour la conception d'un produit





**Figure 2-3 :** organigramme d'une démarche possible pour la conception d'un produit [4]

## 2.6. Les composants de la qualité en conception

### • Fiabilité

Aptitude d'un produit à accomplir une fonction requise, dans des conditions et un intervalle de temps donnés.

### • Maintenabilité

Aptitude d'un système à être maintenu ou rétabli, pendant un intervalle de temps donné, dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque l'exploitation et la maintenance sont accomplies dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

### • Aptitude au soutien

Aptitude du système de soutien à mettre en œuvre les processus de soutien (maintenance, ravitaillement) dans des conditions d'efficacité et de coût optimales.

• **Disponibilité**

Aptitude d'un système et de son système de soutien à disposer du produit, à un moment donné, pour accomplir une fonction requise dans des conditions données.

• **Sécurité**

Aptitude d'un système à respecter certaines exigences relatives aux risques d'accident pendant les tâches de production, d'essais, d'exploitation et de maintenance.

• **Ergonomie**

Aptitude d'un système à respecter certaines exigences dues aux limitations de capacité de l'opérateur humain.

**2.7. Les étapes de la conception**

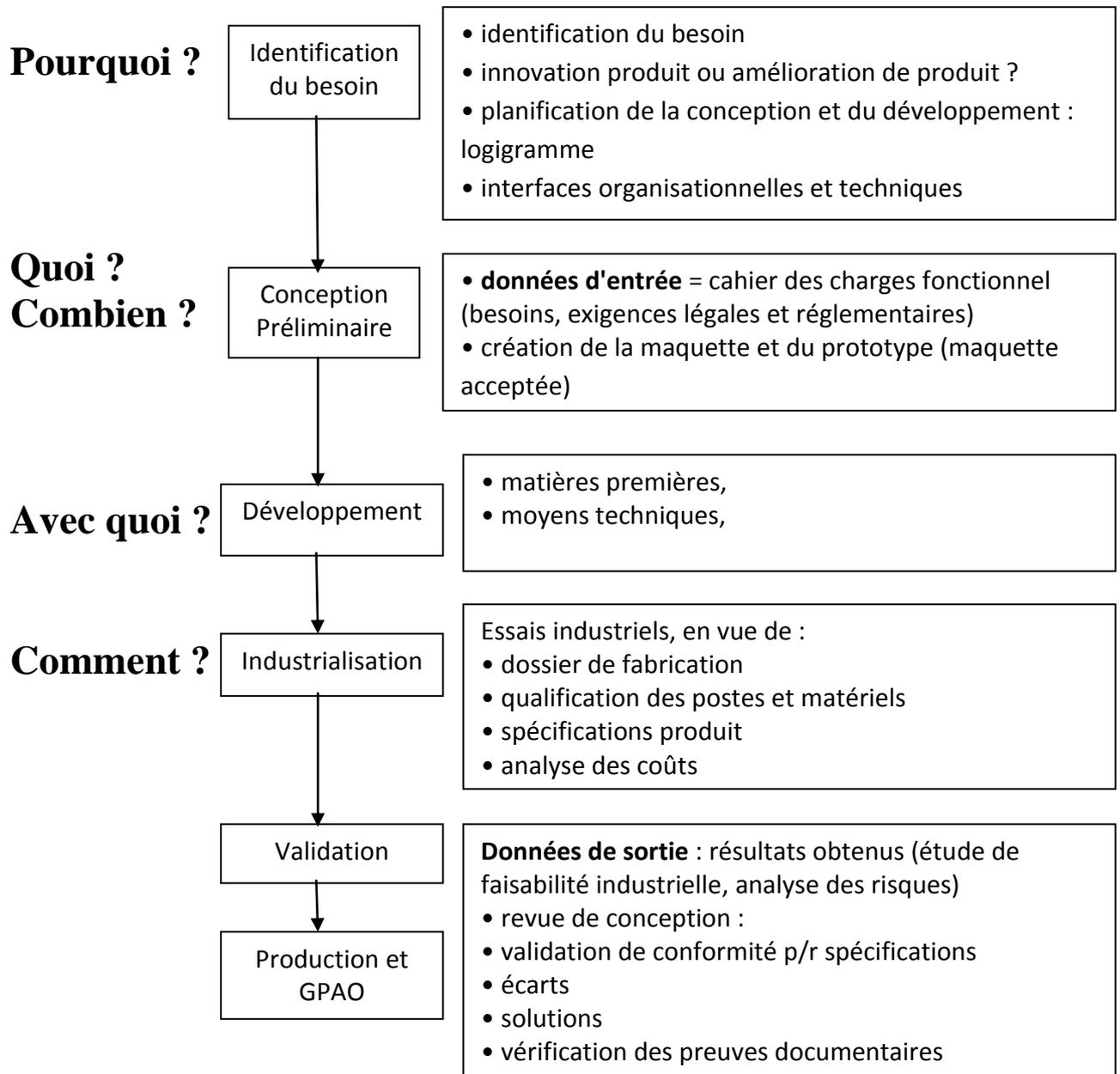


Figure 2-4 : organigramme des étapes de la conception [4]

## 2.8. Les enjeux de la conception d'un produit

Les enjeux aujourd'hui sont d'abord les délais, le coût et la qualité. Mettre sur le marché un produit au plus tôt pour être le premier devient un objectif majeur [4]. Le produit doit être à moindre coût et de bonne qualité. De plus, le cycle de vie d'un produit est de plus en plus court. L'innovation est constante pour renouveler l'offre sur le marché.

**Pour accélérer le processus de conception/fabrication dans l'industrie mécanique, on :**

- étend en aval le processus de conception aux processus de fabrication avec les concepts de « Design for Manufacturing » et de « Features » [4]
- intègre dans la conception les différents métiers qui interviennent ensemble. C'est l'ingénierie simultanée, concourante ou conception intégrée.
- remonte le plus en amont possible dans le processus de conception et d'intégrer la phase conceptuelle permettant ainsi une approche beaucoup plus globale.

## 2.9. Cycle de vie d'un produit

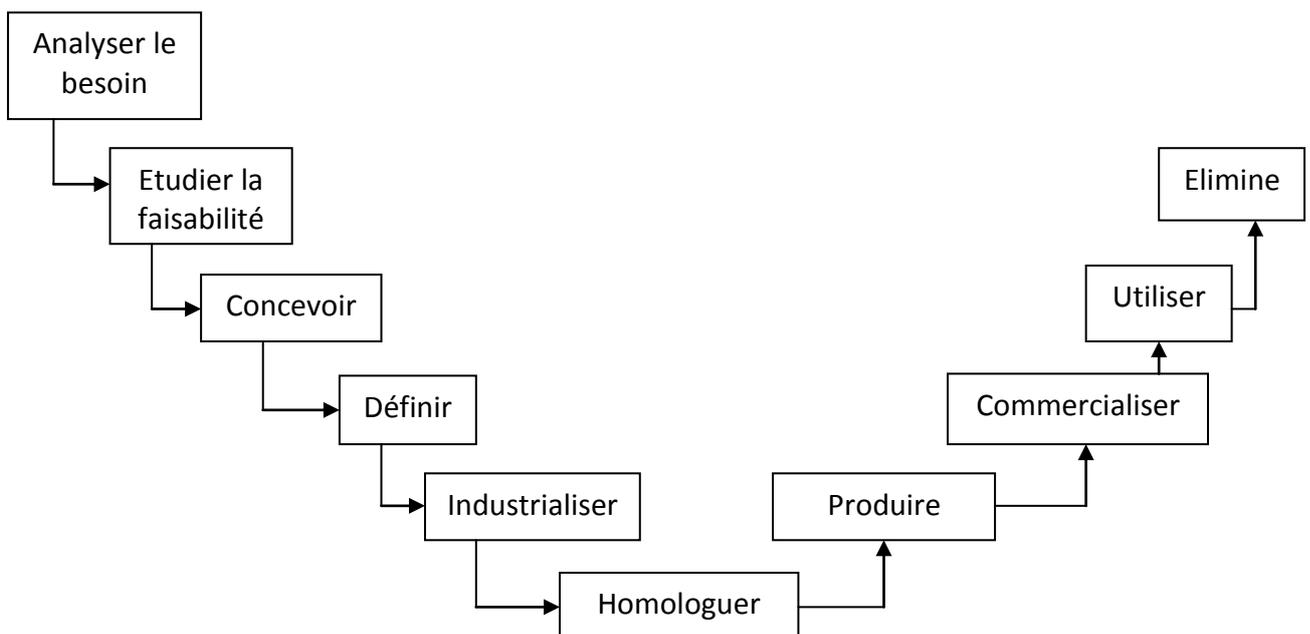
Le cycle de vie d'un produit est relativement comparable à celui d'un être vivant.

Tout d'abord il y a la naissance (c'est-à-dire l'idée), à laquelle fait suite la période de jeunesse et de développement (conception, définition, industrialisation), jusqu'à son épanouissement correspondant à l'âge adulte (utilisation) et enfin l'extinction (élimination).

Ce déroulement, bien que rapide, permet de s'apercevoir que la réussite de chacune des tâches dépend de qualités d'organisation, de planification, de décision,...., bref d'une maîtrise du rythme de développement du projet en limitant la part de hasard.

Il faut donc instituer une logique de raisonnement utilisant des méthodes et des techniques intellectuelles [5].

Ainsi le cycle de vie d'un produit se "découpe" en 10 activités fondamentales que nous nommerons :



### 2.9.1. Activité A1 : Analyser le besoin

L'objectif est de saisir et d'énoncer le besoin, c'est-à-dire l'exigence fondamentale nécessitant la création ou la reconception d'un produit.

Son initialisation provient de plusieurs sources telles que la perception d'un nouveau marché, une idée, des insatisfactions technico-commerciales ressenties par les utilisateurs.

Elle correspond à un des rôles de la fonction "mercatique" qui, à ce stade même des études et actions commerciales, a pour objet de

- saisir le besoin ;
- énoncer le besoin
- valider le besoin.

Nous observerons, par la suite, l'intérêt d'un travail en groupe pluridisciplinaire et l'apport de l'Analyse de la valeur.

### 2.9.2. Activité A2 : Étudier la faisabilité

C'est l'expression fonctionnelle du besoin, dont l'objectif est d'établir le document contractuel appelé Cahier des Charges Fonctionnel (C.d.C.F.).

Le besoin étant précédemment énoncé et validé, il s'agit de recenser et d'explicitier les satisfactions attendues par les utilisateurs lors de l'utilisation du produit. Autrement dit, cette activité impose de ne pas considérer ce produit comme un assemblage de composants, mais comme un générateur de services ; on dit qu'il assure des fonctions de service.

Elle contient les phases suivantes

- énoncer
- caractériser
- hiérarchiser
- établir le C.d.C.F



les fonctions de services

Comme pour l'activité précédente, l'Analyse de la Valeur apporte une aide fondamentale par l'intermédiaire d'une démarche rigoureuse et performante.

### 2.9.3. Activité A3 : Concevoir

A partir du Cahier des Charges Fonctionnel, cette activité a pour but d'établir le dossier avant-projet, donc le choix définitif du concept et des exigences fonctionnelles des performances attendues,

Les méthodes de créativité, de calcul, d'évaluation, les essais de spécifications technologiques, ainsi que les moyens mis en œuvre dans le Bureau d'études (dont la Conception Assistée par Ordinateur : CAO) constituent des aides précieuses pour parcourir les phases qu'elle contient, à savoir

- rechercher des idées et des solutions
- étudier les solutions
- évaluer les solutions.

#### **2.9.4. Activité A4 : Définir**

C'est l'aboutissement traditionnel du travail effectué par le Bureau d'Études. L'avant-projet est complété par une définition exacte de la solution finale ; en particulier, les composants à fabriquer font l'objet de dessins de définition. Mais il faut remarquer que ces derniers ne peuvent devenir définitifs qu'après concertation avec les services productifs (approvisionnements, préparation, fabrication et contrôles) ; ce dialogue a pour objet de mixer les compétences et les contraintes aux bons moments, il enrichit donc la connaissance réciproque des problèmes professionnels rencontrés par les participants opérationnels.

#### **2.9.5. Activité A5 : Industrialiser**

Cette activité a pour but d'établir le dossier industriel, le (ou les) prototype(s) et la présérie. Pour la parcourir il est nécessaire, à partir du dossier de définition, de :

- organiser les processus de production.
- prévoir les outillages et l'organisation des postes de travail.
- ordonnancer les approvisionnements.

Elle fait appel aux services du Bureau des Méthodes et de la fabrication.

#### **2.9.6. Activité A6 : Homologuer**

C'est l'acte de vérification donnant au produit la qualité d'assurer la mission qui lui est demandée (il s'agit donc de valider le C.d.C.F). Pour cela il est nécessaire de procéder aux essais de qualification et d'entériner les résultats, généralement auprès de services officiels.

#### **2.9.7. Activité A7 : Produire**

Cette activité a pour but de réaliser les produits en recueillant et en exploitant les données qualitatives et quantitatives de la production afin de maîtriser la qualité, les coûts, la quantité et les délais de livraison prévus.

Ces objectifs requièrent bien évidemment des compétences opérationnelles, mais il faut noter que l'information et l'implication des personnels sont nécessaires afin de décloisonner les tâches et favoriser la communication.

A partir du dossier d'industrialisation et de la matière d'œuvre approvisionnée, il est nécessaire de parcourir les tâches suivantes

- fabriquer.
- gérer.

Cette activité fait appel aux services de la qualité, de la fabrication. De l'ordonnancement et de la gestion de production.

#### **2.9.8. Activité A8 : Commercialiser**

Le produit étant réalisé, il est à présent nécessaire de procéder à son conditionnement et son emballage, son acheminement jusqu'à l'utilisateur final afin de le lui vendre ; ce dernier point induit la mise en œuvre d'une politique de communication.

Pour parcourir cette activité, il faut donc :

- concevoir et réaliser l'emballage.
- distribuer le produit en choisissant les points de vente et les méthodes de vente.
- pousser le produit vers le consommateur ou tirer celui-ci vers le produit.

Elle fait appel aux services commerciaux, ainsi qu'aux services techniques et financiers.

### **2.9.9. Activité A9 : Utiliser le produit**

D'une manière générale, cette activité peut être décrite selon deux volets : celui de l'utilisateur, celui du fournisseur.

Il s'agit d'assurer le suivi logistique du produit, de procéder à une évaluation permanente des performances de ce produit, et en conséquence de prendre les décisions qui s'imposent.

Pour parcourir cette activité, il est nécessaire de :

- procéder au suivi administratif et économique en étudiant plus particulièrement le règlement, la tenue du compte client, la garantie légale et la garantie contractuelle.
- assurer le suivi physique relatif au transport, à la livraison, à l'installation et à la mise en route, ainsi qu'à la maintenance.
- évaluer les performances grâce au chiffre d'affaires et à la marge sur le coût direct. L'ensemble de ces tâches sert de base à la prise de décisions s'insérant dans le cadre d'une politique de la qualité totale.

Cette activité fait appel aux services : d'après-vente, commercial et comptable.

La prise de décision relève de la direction générale.

### **2.9.10. Activité A10 : Éliminer le produit**

Cette dernière activité concerne l'action sur le produit au-delà de son utilisation.

Les solutions retenues pour éliminer le produit, portent sur :

- le recyclage des éléments récupérables constitutifs du produit.
- la destruction des éléments non récupérables.
- le stockage en sécurité des éléments non recyclables et non destructibles.

Elle est en général assurée par des entreprises spécialisées. Son rôle essentiel est la protection de l'environnement.

## 2.10. Cahier des charges fonctionnel (cdcf)

Le Cahier des Charges Fonctionnel d'un produit est un document établi entre le demandeur et le concepteur-utilisateur. Le demandeur, responsable du financement, exprime son besoin et les performances, coûts... attendus. Le CdCF n'exprime aucune idée technique.

C'est un document contractuel, qui engage la responsabilité des deux parties. Il ne peut être modifié sans accord mutuel.

La rédaction d'un cahier des charges s'appuie sur la structure ci-dessous.

## 2.11. Présentation du besoin

### 2.11.1. Le besoin et son marché

Origine du besoin, idée générale qui a créé le besoin.  
Produits déjà existant, s'il y en a, étude de marché.

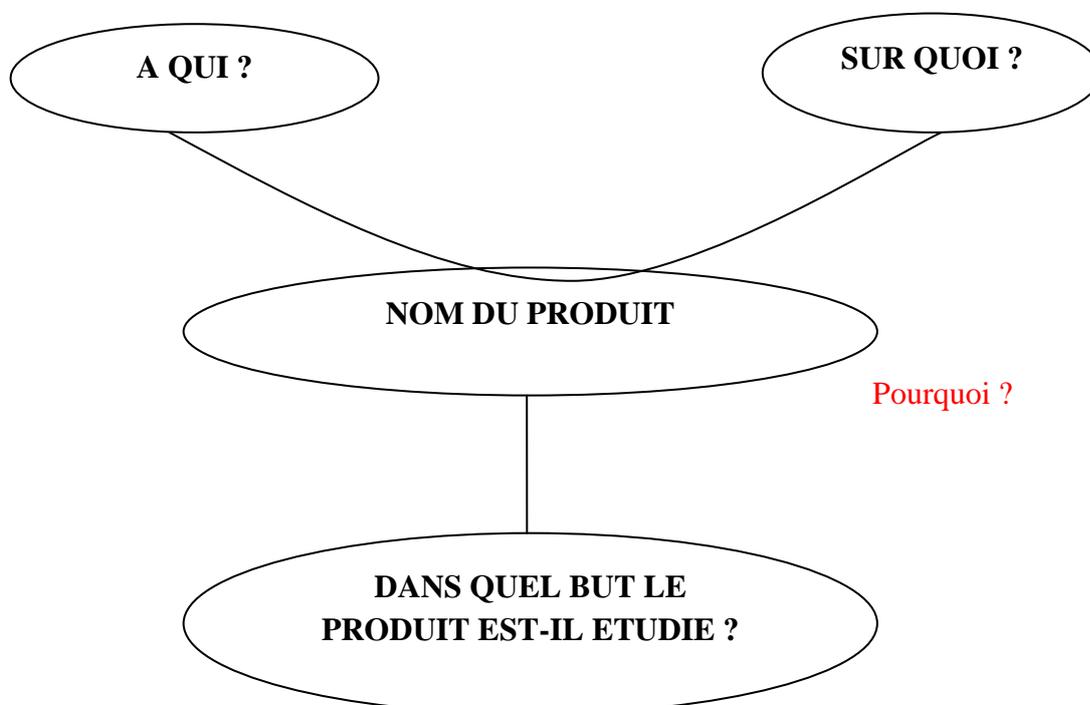
### 2.11.2. Les objectifs

Suite à donner lors de l'industrialisation (aspect économique, importance de la série...).

### 2.11.3. Identification du service

Le produit rendra service **à qui ?**

Agira **sur quoi ?**



## **2.12. Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté une recherche bibliographique sur la conception d'un produit nouveau industriel, et les différentes étapes de la conception et le Cycle de vie d'un produit.

---

# CHAPITRE 3

## DOSSIER DE FABRICATION

---

### 3.1. Introduction

La réalisation d'un produit nécessite la mise en œuvre de moyens précis qui, enchaînés, forment le processus de fabrication. Ce dernier est consigné dans un ensemble de document appelé dossier de fabrication.

Les relations internes entre les différents émetteurs des documents (relations BE/BM par exemple) ne seront pas développées ici.

Dans ce chapitre, on va présenter une recherche bibliographique sur le dossier de fabrication d'un produit industriel avec les normes et références.

Cours n... : version professeur Lycée P. Duez Cambrai.

### 3.2. Dessin d'ensemble et dessin de définition

- Le dessin d'ensemble représente la solution adoptée pour le mécanisme à réaliser. Il comporte Les conditions fonctionnelles et les dimensions essentielles.
- Le dessin de définition est relatif à une pièce d'ensemble et défini, sans ambiguïté, les surfaces fonctionnelles, à savoir : leurs formes, dimensions, positions, états de surface, matériaux, traitements, etc. Ce document sert de support pour le dialogue entre les différents intervenants du processus de fabrication. [5]

Le dessin de définition doit comporter les éléments suivants:

- Dessin complet de la pièce (minimum de vues et suffisantes).
- Cotation dimensionnelle
- Spécifications géométriques (Position, Orientation, Forme, Battements).
- Spécifications d'état de surface.
- Désignation de toutes les surfaces ( $B_1, B_2, B_3, 1, 2, 3, 4, \dots$ )
- Divers (Matière de la pièce, Procédés d'obtention du brut, Volume de la série «Cadence et série »).
- Cartouche (Identité du dessin)

### 3.3. Avant projet d'étude du brut

Document élaboré par le bureau des méthodes du brut qui permet de définir les formes et arrêter le procédé. Il peut amener à faire évoluer le dessin de définition.

Ce document se réfère aux cotes brutes avec tous renseignements comme les dépouilles, plan de joint, etc. [5]

### 3.4. Avant projet d'étude de fabrication

L'Avant Projet d'Etude de Fabrication est un document qui retrace la suite ordonnée possible des phases de fabrication. On retrouve pour chaque phase :

- La mise en position géométrique sur maquette.
- Le repère des surfaces à usiner.
- Les cotes de fabrication (non chiffrées).
- Les opérations à effectuer (avec la machine associée et les outils) [5]

*L'élaboration d'un APEF se fait :*

- Par la méthode générale (basée sur le cahier des charges, le dessin de définition, etc...)
- par la méthode de regroupement en famille (gammes type, etc...)

phase	désignation opération						mise en position	justification	outillage machine	schéma
	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>z</sub>	R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>z</sub>				

**Figure 3-1 : gamme d'usinage [5]**

### 3.5. Le contrat de phase prévisionnel

C'est un document établi par le bureau des méthodes qui sert à vérifier (car prévisionnel) le processus opérationnel de la phase considérée. Ce document est évolutif jusqu'à stabilisation du processus (Contrat de phase définitif ou stabilisé) [5]

Les informations contenues dans ce document sont :

- **Les informations générales :**
  - N° de phase, sa désignation et la machine
  - Les renseignements de la pièce (nom, ensemble, matière, cadence, etc...)
  - Les renseignements sur les opérations (porte-pièce, programme, etc...)
  
- **Le croquis de phase :**
  - Surfaces usinées(en trait fort et/ou de couleur)
  - La référentielle pièce (posage de la pièce)
  - Le référentiel machine (axes + OP et Op dans le cas de MOCN)
  - Le repérage des surfaces utiles (à usiner, cotes, mise en position, etc.)
  - Les cotes fabriquées (non chiffrées)
  
- **Les informations relatives à chaque opération :**
  - N° et désignation des opérations
  - Les Cf chiffrées
  - Les paramètres de coupe (CV, f, n, Vf, a, N, etc...)
  - Les outils d'usinage et de contrôle utilisés (désignation complète)

<b>Phase :</b>		<b>Contrat de phase</b>			<b>UABBT-DEPT-GM</b>						
<b>Pièce :</b>					<b>Série / Nbre : Unitaire</b>						
<b>Matière :</b>		<b>Machine :</b>			<b>Nbr1 :</b>						
<b>DESSIN DE FABRICATION</b>											
<b>Opération désignation</b>		<b>Eléments de coupe</b>			<b>Eléments de passe</b>					<b>Outillage</b>	
<b>N°</b>	<b>désigna tion</b>	<b>V C</b> m / mn	<b>a</b> mm /tr	<b>N</b> tr / mn	<b>P</b> m m	<b>n</b>	<b>A</b> mm/ mn	<b>L</b> mm	<b>Tt</b> mn	<b>Fabrica tion</b>	<b>Contr ol</b>

Figure 3-2 : Contrat de phase [5]

### 3.6. La fiche de réglage

C'est un document utilisé au poste de travail pour permettre la mise en place correcte des outils et appareillages. S'y trouvent comme informations : [5]

- Le n° de la phase et sa désignation
- La mise en position (sans silhouette de la pièce)
- Les outils, leurs trajectoires (+ n° et/ou jauges si utile)
- Les butées et les cotes de réglage (+ cales si utiles)

<b>FICHE DE REGLAGE</b>			
<b>N° de phase :</b>		<b>Désignation :</b>	
<b>Pièce :</b>	<b>N° :</b>	<b>Ensemble : support</b>	
<b>Machine :</b>			
<b>Désignation outils</b>	<b>Dimension outils</b>	<b>N° outils</b>	<b>vf</b>

**Figure 3-3** : La fiche de réglage [5]

### 3.7. La fiche d'instruction détaillée (étude de phase)

Elle contient tous les éléments concernant l'étude des temps de fabrication (Usinage, réglages, contrôle, etc...). [5]

<b>ETUDE DE PHASE</b>					
<b>Phase :</b>		<b>Machine :</b>		<b>Désignation :</b>	
<b>Matière :</b>			<b>Programme de production :</b>		
<b>Temps série (préparation)</b>					
Rep	Désignation de l'opération			Ts en cmn	
<b>Temps unitaire</b>					
opérations	Désignation des opérations	montage d'usinage ou control	Eléments de coupe	Eléments de passe	Tu en cmn
<b>Temps execution pour la phase = Ts + (nombre de pièce x Tu)</b>					

Figure 3-4 : La fiche d'instruction détaillée [5]

### 3.8. Le dessin d'outillage

Dessin d'ensemble précis qui définit la pièce, l'outil, le porte-outil ou un matériel de contrôle. [5]

### 3.9. Montage d'usinage

#### 3.9.1. Définition

Un montage d'usinage est un outillage utilisé pour fixer la pièce solidement à la bonne position dans l'espace de travail de la machine-outil. La conception du montage d'usinage joue un rôle important pour obtenir une pièce usinée de bonne qualité. Elle s'inscrit au sein d'un processus plus global de fabrication industrielle. Les contraintes que doit respecter un montage d'usinage sont les suivantes : [6]

- Garantir un libre accès des outils de coupe aux surfaces à usiner,
- Garantir la qualité de la pièce à usiner,
- Garantir la stabilité de la pièce sous les sollicitations dues aux efforts de coupe,
- Garantir un montage et un démontage aisé de la pièce,
- Permettre l'évacuation des copeaux et du fluide de coupe,
- Garantir la sécurité de l'opérateur pour la mise en œuvre du montage.

Il existe trois types de montage d'usinage qui sont montrés dans le tableau suivant :

standard	spécifique	modulaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mandrin (3mors,4mors)</li> <li>. table de fraiseuse</li> <li>. pence</li> <li>. étau</li> <li>. bride</li> </ul>	<p>Quand on crée un montage spécial n'existe pas dans le montage standard.</p>	<p>Par exemple le montage d'un avion il est plus que spécial ou le montage d'un bateau. Il sert pour des séries renouvelables et des montages fixes.</p>

#### 3.9.2. Fonction

Les fonctions principales que doit remplir le montage d'usinage sont : [6]

- **Positionner la pièce**  
Durant l'usinage, la pièce doit être positionnée précisément dans l'espace de travail de la machine-outil. Cette condition est nécessaire pour garantir un bon positionnement des usinages sur la pièce en respectant l'isostaticité et assurant le maximum de

précision et de stabilité. Pour cela, le posage est une combinaison d'appui prépondérant, secondaire et tertiaire qui peut être de type 3-2-1r (plan, linéaire, butée), de type 3-2-1c (plan, centreur, locating) ou de type 4-1-1 (pivot, butée, butée) (Figure 3.1).

- **Maintenir la pièce**

Durant l'usinage, la pièce doit être maintenue en position sur ses appuis pour éliminer tout risque de mouvement dû aux sollicitations mécaniques extérieures comme les efforts de coupe, le poids de la pièce et les forces d'inertie. Ce maintien est assuré par un bridage qui peut être de mode bride lorsque l'effort de bridage est opposé à l'appui plan prépondérant, de mode étau lorsque l'effort de bridage est opposé à l'appui linéaire d'orientation et de mode mandrin lorsque la géométrie d'appui participe aussi au bridage (Figure 3.2).

- **Soutenir la pièce**

Dans certains cas, il est nécessaire d'ajouter des soutiens pour éviter les déformations et/ou les vibrations indésirables de la pièce durant son usinage. Le soutien est assuré par des éléments réglables afin de ne pas perturber la qualité de la mise en position de la pièce dans l'espace de travail de la machine outil.

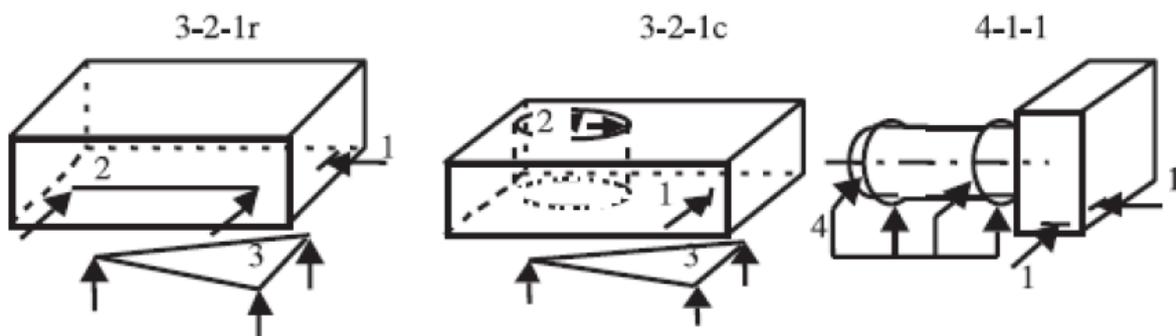


Figure 3-5 : Les différents types de posage. [6]

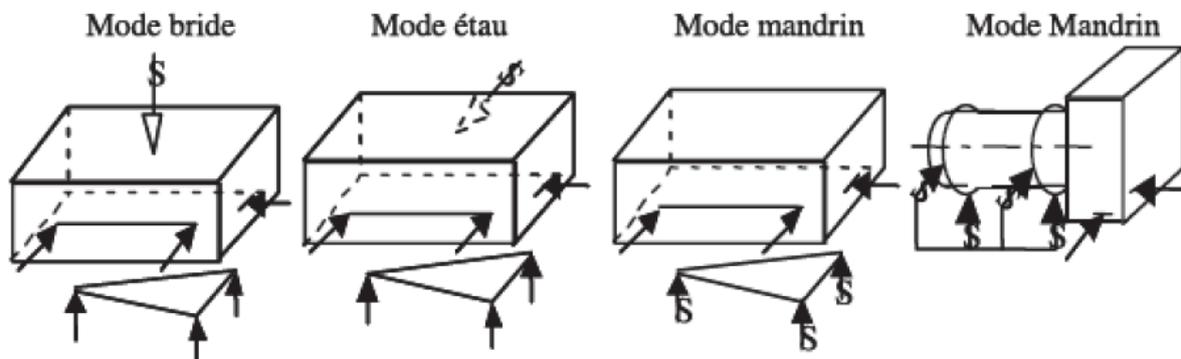


Figure 3-6 : Les différents modes de bridage. [6]

L'objectif premier du montage d'usinage est de situer précisément la pièce dans l'espace de travail de la machine outil par rapport à un référentiel afin d'assurer l'usinage au bon endroit sur la pièce. Cette mise en position ne doit pas être perturbée par les efforts de coupe, de bridage et d'inertie. De plus, les outils de coupe ne doivent pas entrer en collision avec les éléments du montage d'usinage tout au long de leurs trajectoires.

### **3.10. La fiche de contrôle**

La fiche de contrôle est utilisée au poste de travail et équivaut à un contrat de phase (dont la phase serait le contrôle). [5]

- Les données générales (nom pièce, n° phase, ...)
- Le croquis de contrôle
- Le matériel de contrôle (outillage ou montage)
- La liste des opérations de contrôle (+ Cf à contrôler)

### **3.11. La carte de contrôle ou certificat de contrôle**

Il s'agit d'un document sur lequel se trouvent les valeurs cotes réellement fabriquées. La carte de contrôle est utilisée lorsque le nombre de pièce fabriqué est trop important (impossibilité de contrôler toute les pièces). [5]

### **3.12. Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté une recherche bibliographique sur le dossier de fabrication des pièces mécanique de dessin d'ensemble jusqu' au contrôle.

---

# CHAPITRE 4

## APPLICATION DE CONCEPTION ET ETUDE DE FABRICATION

---

### 4.1 Application de conception

#### 4.1.1 Analyse fonctionnelle

##### 4.1.1.1 Définition

L'analyse fonctionnelle consiste à identifier, caractériser, ordonner, hiérarchie et valoriser les fonctions du produit demandées par le client ou le marché.

Pour un produit donné, l'analyse fonctionnelle utilise deux points de vue interdépendants :

- **Le point de vue externe** est celui de l'utilisateur qui attend du produit des services, ou des fonctions de service.
- **Le point de vue interne** est celui du concepteur qui réalise des fonctions techniques capables d'assurer les fonctions de service. [2]

##### 4.1.2 Identification des fonctions

- **Fonction de service** action demandée au produit afin de satisfaire le besoin de l'utilisateur.
- **Fonction technique** action de constituant ou action intervenant entre les constituants afin d'assurer les fonctions de service.
- **fonction principale** fonction pour laquelle le produit ou le constituant a été créé.
- **Fonction complémentaire** fonction autre que les fonctions principales. [2]

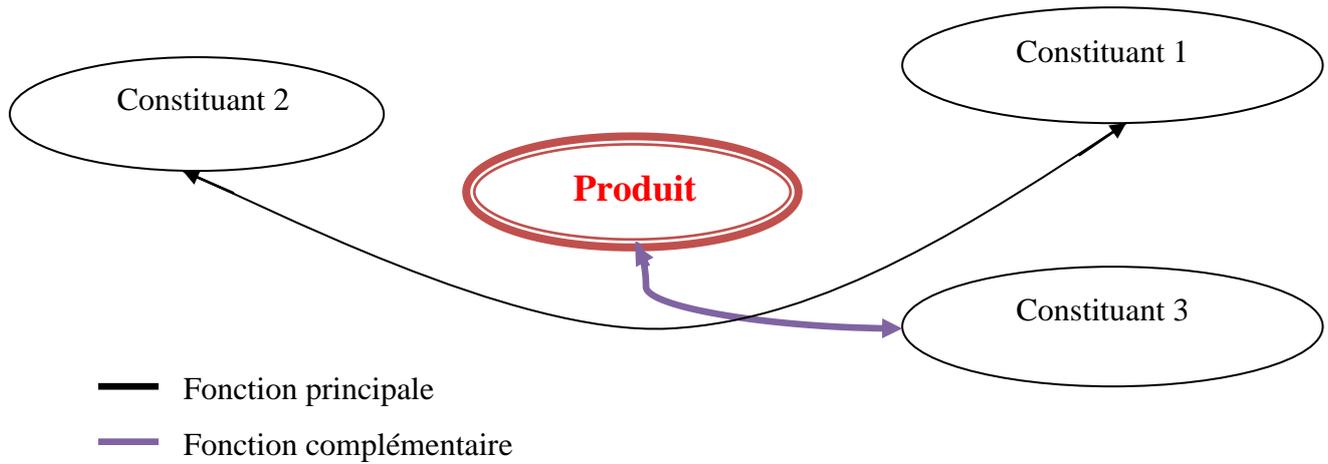
##### 4.1.3 Critère d'appréciation

Critère retenu pour apprécier la manière dont la fonction est remplie ou une contrainte est respectée. [2]

##### 4.1.4 Procédure de conception

- Inventaire des constituants.
- Recherche des fonctions et des constituants.
- Validation des fonctions.
- Valorisation et hiérarchiser les fonctions.

### 4.1.5 Représentation graphique



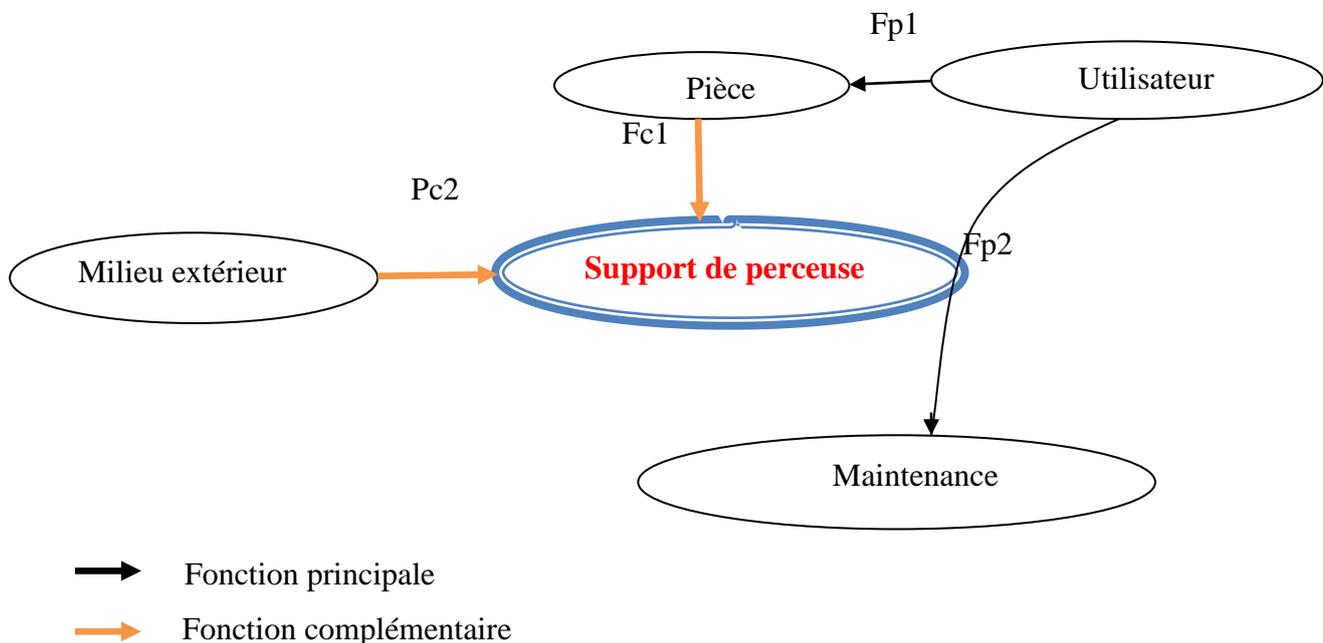
**Figure 4.1 :** diagramme de pieuvre d'un produit [2]

- Hiérarchiser les fonctions.
- Classer les fonctions par ordre de priorité.
- Identification du milieu environnement.

Il englobe l'ensemble des éléments physiques ou humains en relation avec le produit pendant son cycle de vie.

## 4.2-Conception d'un support de perceuse

### Recherche des fonctions et des contraintes diagramme de pieuvre



**Figure 4.2** : diagramme de pieuvre d'un support de perceuse

### 4.2.1 Contrainte

- Support pour minimiser l'effort à l'utilisateur.
- Sécurité.
- Délai livraison.
- Respect de l'environnement.
- Marché exigeance de conception pour un cout raisonnable\_

### 4.2.2 Arbre fonctionnelle

#### 4.2.2.1 Détailler les fonctions précédentes

**Fp1** : percer sur la pièce

**Fp1.1** : percer sans effort.

**Fp1.2** : avoir un bon alignement pendant le perçage.

**Fp1.3** : avoir un bon équilibrage de la perceuse.

**Fp1.4** : avoir une bonne mesure du trou.

**Fp2** : permettre la maintenance

**Fp2.1** : monter et démonter facilement.

**Fp2.2** : minimiser les manipulations.

**Fc1** : permettre le perçage**Fc1.1** : choisir la forme du support.**Fc1.2** : choisir la matière du support.**Fc1.3** : stabiliser la perceuse sur le support.**Fc2** : résister aux agressions extérieures**Fc2.1** : résister aux frottements.**Fc2.2** : résister aux vibrations.**Fc2.3** : résister aux efforts de l'utilisateur.**Fc2.4** : résister à l'eau et l'humidité.**4.2.2.2 Valider les fonctions**

-Reprend chaque fonction.

-Etudier les constituants de l'environnement en répondant aux questions suivantes :

- A quoi sert-elle ?
- Pour qui sert-elle ?
- Quand sert-elle ?
- Peut-on s'en passer ?

**4.2.2.3 Valoriser et hiérarchie les fonctions****Tableau 4.1** : valorisation de la fonction

<b>Valorisation des fonctions</b>	<b>%apprécie</b>
<b>Fp1</b> : percer sur la pièce	35
<b>Fp2</b> : permettre la maintenance	5
<b>Fc1</b> : permettre le perçage	40
<b>Fc2</b> : résister aux agressions extérieures	20
	100%

**Tableau 4.2 : ventilation du % de fp1**

Ventilation du % de fp1	%apprécie	Ventilation
<b>Fp1.1</b> : percer sans effort	35	12.25
<b>Fp1.2</b> : avoir un bon alignement pendant le perçage	20	7
<b>Fp1.3</b> : avoir un bon équilibrage de la perceuse	35	12.25
<b>Fp1.4</b> : avoir une bonne mesure du trou	10	3.5
	100%	35%

**Tableau 4.3 : ventilation du % de fp2**

Ventilation du % de fp2	%apprécie	ventilation
<b>Fp2.1</b> : monte et démonter facilement	60	3
<b>Fp2.2</b> : minimiser les manipulations	40	2
	100%	4%

**Tableau 4.4 : ventilation du % de fc1**

Ventilation du % de fc1	%apprécie	ventilation
<b>Fc1.1</b> : choisir la forme du support	35	14
<b>Fc1.2</b> : choisir la matière du support	40	16
<b>Fc1.3</b> : stabiliser la perceuse sur le support	25	10
	100%	4%

**Tableau 4.5 : ventilation du % de fc2**

Ventilation du % de fc2	%apprécie	ventilation
<b>Fc2.1</b> : résister aux frottements	30	6
<b>Fc2.2</b> : résister aux vibrations	30	6
<b>Fc2.3</b> : résister aux efforts de l'utilisateur	20	4
<b>Fc2.4</b> : a l'eau et l'humidité	20	4
	100%	20%

## 4.2.2.4 Résumé des fonctions et de ventilation

Tableau 4.6 : Résumé des fonctions et de ventilation

Fonctions	ventilation
Fp1.1	12.25
Fp1.2	7
Fp1.3	12.25
Fp1.4	3.5
Fp2.1	3
Fp2.2	2
Fc1.1	14
Fc1.2	16
Fc1.3	10
Fc2.1	6
Fc2.2	6
Fc2.3	4
Fc2.4	4

## 4.2.2.5 Tir les fonctions par ordre décroissant

Tableau 4.7 : cumul du % des fonctions

fonctions	Ventilations %	Cumul %
Fc1.2	16	16
Fc1.1	14	30
Fp1.1	12.25	42.25
Fp1.3	12.25	54.5
Fc1.3	10	64.5
Fp1.3	7	71.5
Fc2.1	6	77.5
Fc2.2	6	83.5
Fc2.3	4	87.5
Fc2.4	4	91.5
Fp1.4	3.5	95
Fp2.1	3	98
Fp2.2	2	100

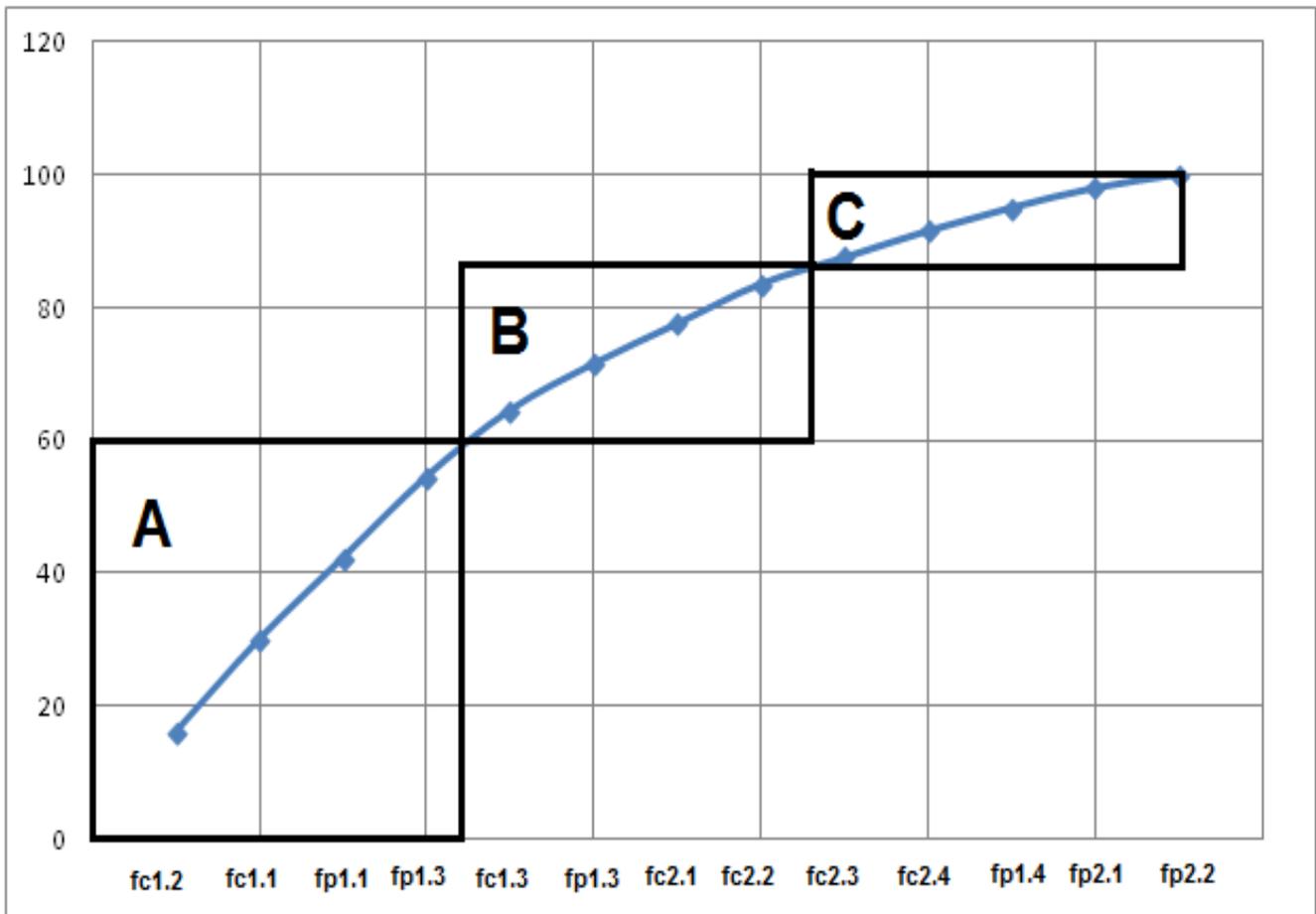


Figure 4.3 : (courbe ABC) ou (courbe de PARETO)

**Fonctions de grande importance pour le client**

- Fc1.2
  - Fc1.1
  - Fp1.1
  - Fp1.3
- } (A)

**Fonctions importance pour le client**

- Fc1.3
  - Fp1.3
  - Fc2.1
  - Fc2.2
- } (B)

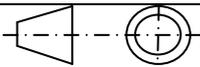
**Fonctions de relative importance pour le client**

- Fc2.3
  - Fc2.4
  - Fp1.4
  - Fp2.1
  - Fp2.2
- } (C)

### 4.3-Etude de fabrication

Les dessins de définition de toutes les pièces sont extraits à partir du dessin de l'ensemble. Pour chaque pièce, nous procédons à la méthode de matrice d'antériorité pour trouver son processus de fabrication, puis nous procédons à l'élaboration de son dossier de fabrication.

## Nomenclature

07	02	Ressort		Magasin
06	01	Vis Cs-M5x20		Magasin
05	01	Perceuse		Magasin
04	01	Ecrou H-M10x75		Magasin
03	01	Table	A5SI26	Magasin
02	02	Axe de guidage	A5SI26	
01	01	Support	A5SI26	
<b>Rp</b>	<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observation</b>
<b>UNIVERSITE-ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN</b>				
<b>ECHELLE 1:1</b>	<b>Département de Génie Mécanique</b>			<b>KEBLI KAMEL</b>
<b>2012-2013</b>	<b>SUPPORT DE PERCEUSE</b>			<b>PFE</b>
				<b>GM-ISM</b>



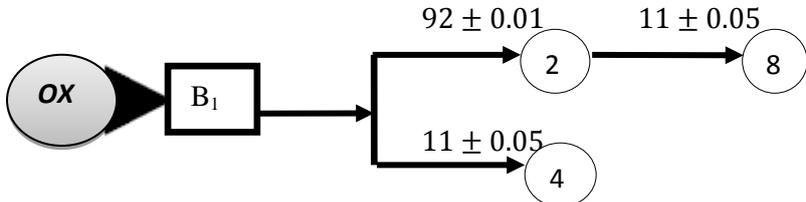
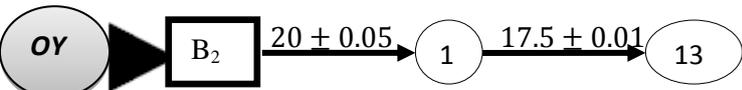
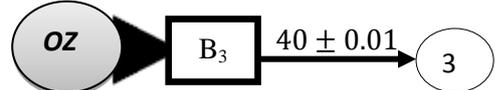


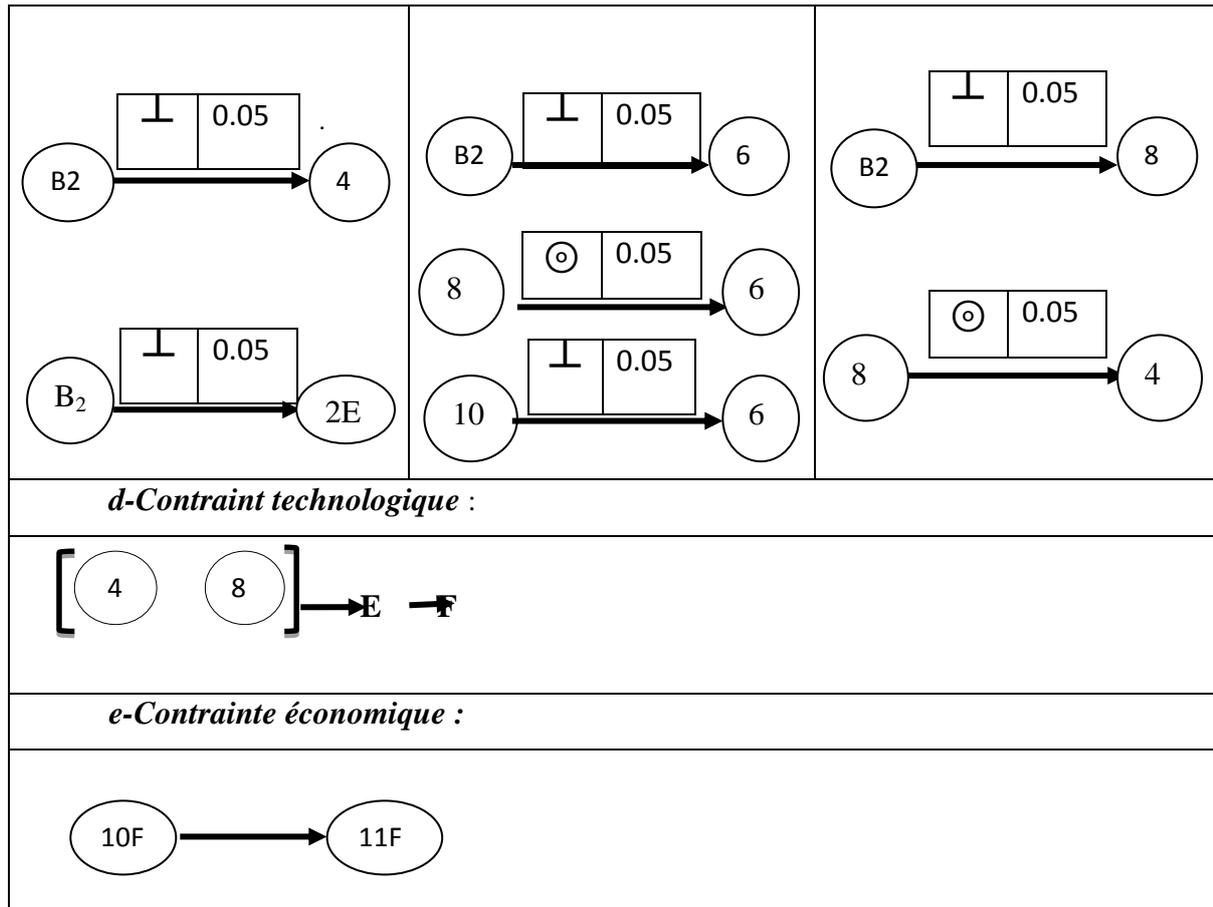


**4.4. Processus de fabrication de support.**

**4.4.1-Pièce01 (support).**

4.4.1.1- Analyse préparatoire de fabrication.

Faculté de Technologie département génie mécanique.	Analyse préparatoire de fabrication		ISM
Pièce : support	Série :	Cadence :	Matière : A5SI26
a- Groupement et association des surfaces :			
$\left[ \begin{matrix} \textcircled{14} \\ + \\ \textcircled{5} \end{matrix} \right] \rightarrow \textcircled{A}$ $\left[ \begin{matrix} \textcircled{17} \\ + \\ \textcircled{5} \end{matrix} \right] \rightarrow \textcircled{B}$	$\left[ \begin{matrix} \textcircled{15} \\ + \\ \textcircled{7} \end{matrix} \right] \rightarrow \textcircled{C}$ $\left[ \begin{matrix} \textcircled{18} \\ + \\ \textcircled{7} \end{matrix} \right] \rightarrow \textcircled{D}$	$\left[ \begin{matrix} \textcircled{16} \\ + \\ \textcircled{9} \end{matrix} \right] \rightarrow \textcircled{E}$ $\left[ \begin{matrix} \textcircled{19} \\ + \\ \textcircled{9} \end{matrix} \right] \rightarrow \textcircled{F}$	
<i>b-Contrainte de dimension :</i>			
			
			
			
<i>c- Contrainte géométrique :</i>			



4.4.1.2-Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité

Le tableau 4-1 représente l'analyse de contraintes d'antériorité de la pièce (01)

**Tableau 4-8 :** Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité de la pièce (01)

Faculté de Technologie département génie mécanique.			Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité				Nom : Prénom :	
Ensemble : support			Pièce : 01				Matière : A5SI26	
N <sup>0</sup>	Dimensionnelle			Géométrique		technologique	économique	
	OX	OY	OZ	⊥	⊙	Opération	Moindre usinage	
B	2F/4F	1F	3F	4E/ 6E/ 8E				
1F		13F						
2F	8F							
3F								

<b>4E</b>						<b>4F</b>	
<b>4F</b>							
<b>5F</b>							
<b>6E</b>						<b>6F</b>	
<b>6F</b>				<b>10F</b>			
<b>7E</b>							
<b>8E</b>						<b>8F</b>	
<b>8F</b>					<b>6F/4F</b>		
<b>9F</b>							
<b>10F</b>							<b>11F</b>
<b>11F</b>							
<b>12F</b>							
<b>13F</b>							

## 4.4.1.3-Tableau du niveau

Le tableau 4-9 représente le niveau de la pièce (01)



## 4.4.1.4-Groupement des phases

Le tableau 4-10 représente Groupement des phases de la pièce (01)

**Tableau 4-10** : Groupement des phases de la pièce (01)

<b>Groupement des phases</b>	
<b>niveaux</b>	<b>Opération</b>
<b>1</b>	<b>Brut</b>
<b>2</b>	<b>1F, 2F, 3F, 4E, 6E, 8E</b>
<b>3</b>	<b>8F, 13F</b>
<b>4</b>	<b>4F, 6F, 9F</b>
<b>5</b>	<b>5F, 7F, 10F</b>
<b>6</b>	<b>11F</b>
<b>7</b>	<b>12F</b>

## 4.4.1.5-Processus de fabrication

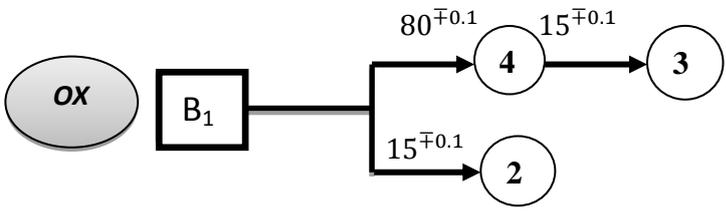
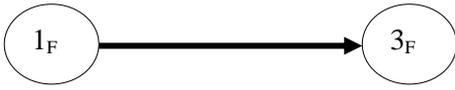
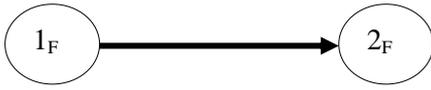
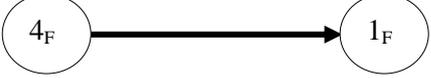
Le tableau 4-11 représente la Processus de fabrication de la pièce (01)

**Tableau 4-11** : Processus de fabrication de la pièce (01)

<b>Processus de fabrication</b>		
<b>N<sup>o</sup> PH</b>	<b>phase</b>	<b>Opération élément</b>
<b>PH00</b>	Brute	Contrôle
<b>PH10</b>	2	Fraisage
<b>PH20</b>	4, 6, 8, A, C, E	fraisage
<b>PH30</b>	17, 18, 19	fraisage

**4.4.2. Pièce 02 (Axe de guidage)**

4.4.2.1- Analyse préparatoire de fabrication

<p><b>Faculté de Technologie</b> <b>département génie</b> <b>mécanique.</b></p>	<p><b>Analyse perpétration de</b> <b>fabrication</b></p>		<p><b>ISM</b></p>
<p><b>Pièce 02 :</b></p>	<p><b>Série :</b></p>	<p><b>Cadence :</b></p>	<p><b>Matière : A5SI26</b></p>
<p><i>a-Contrainte de dimension :</i></p>			
			
<p><i>b- Contrainte technologique :</i></p>			
			
<p><i>c- Contrainte économique :</i></p>			
			

4.4.3.2-Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité

Le tableau4-12 représente l'analyse de contraintes d'antériorité de la pièce (02)

**Tableau 4-12 :** Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité de la pièce (02)

Faculté de Technologie département génie mécanique		Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité				Nom :
						Prénom :
Ensemble : support		Pièce02 :				Matière : AL
N <sup>0</sup>	Dimensionnelle		Géométrique		technologique	économique
	OX	OZ	⊥	⊙	Opération	Moindre usinage
B	4 <sub>F</sub> , 2 <sub>F</sub>					
1 <sub>F</sub>					3 <sub>F</sub> , 2 <sub>F</sub>	
2 <sub>F</sub>						
3 <sub>F</sub>						
4 <sub>F</sub>	3 <sub>F</sub>					1 <sub>F</sub>

4.4.2.3-Tableau du niveau

Le tableau 4-13 représente le niveau de la pièce (02)

**Tableau 4-13 :** Tableau du niveau de la pièce (02)

Faculté de Technologie département génie mécanique						Tableau des niveaux		Pièce : 02					
Matrice des antériorités :							Niveaux :						
	B	1 <sub>F</sub>	2 <sub>F</sub>	3 <sub>F</sub>	4 <sub>F</sub>	TOL	1	2	3	4	5	6	
B						0	B						
1 <sub>F</sub>					1	1	1	0	1 <sub>F</sub>				
2 <sub>F</sub>	1	1				2	1	1	0	2 <sub>F</sub>			
3 <sub>F</sub>		1			1	2	2	1	0	3 <sub>F</sub>			
4 <sub>F</sub>	1					1	0	4 <sub>F</sub>					

## 4.4.2.4-Groupement des phases

Le tableau 4-14 représente Groupement des phases de la pièce (02)

**Tableau 4-14** : Groupement des phases de la pièce (02)

<b>Coupage des phases</b>	
<b>niveaux</b>	<b>Opération</b>
<b>1</b>	<b>Brut</b>
<b>2</b>	<b>4<sub>F</sub></b>
<b>3</b>	<b>1<sub>F</sub></b>
<b>4</b>	<b>2<sub>F</sub> 3<sub>F</sub></b>

## 4.4.2.5-Processus de fabrication.

Le tableau 4-15 représente la Processus de fabrication de la pièce (02)

**Tableau 4-15** : Processus de fabrication de la pièce (02)

<b>Processus de fabrication</b>		
<b>N<sup>o</sup> PH</b>	<b>phase</b>	<b>Opération élément</b>
<b>PH00</b>	Brute	Contrôle
<b>PH10</b>	4. 3. 1	Tournage
<b>PH20</b>	2	Tournage

## **4.5- Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons procédé à une application de la conception d'un support de perceuse puis l'étude de fabrication.

# CHAPITRE 5

## ETUDE COMPARATIVE ENTRE LA METHODE $\Delta L$ ET LA METHODE VECTORIELLE

---

### 5.1- Simulation de processus

Dans cette partie, nous allons simuler le processus de fabrication de cette pièce par les deux méthodes.

- Simulation par la méthode  $\Delta L$ .
- Simulation par la méthode vectorielle.

#### 5.1.1- Simulation par la méthode $\Delta L$

La méthode  $\Delta L$  ou méthode des dispersions a été mise au point par [8].

Elle permet par simulation géométrique de la production, de déterminer systématiquement les cotes fabriquées et d'optimiser leurs intervalles de tolérance. Aussi elle donne des intervalles de tolérance sur les côtes fabriquées plus large que les autres méthodes.

Cette méthode est basée sur le concept fondamental des longueurs moyennes de base

Appelée modèle des  $\Delta L$ . Elle comporte trois procédures :

- \_ Vérification des avant-projets de fabrication
- \_ Optimisation des dispersions de fabrication
- \_ Calcul des cotes de fabrication

Dans la suite du paragraphe, nous allons détailler l'adaptation de ce 3 procédures de chaque pièce de support.

5.1.1.1- Pièce 01 (support)

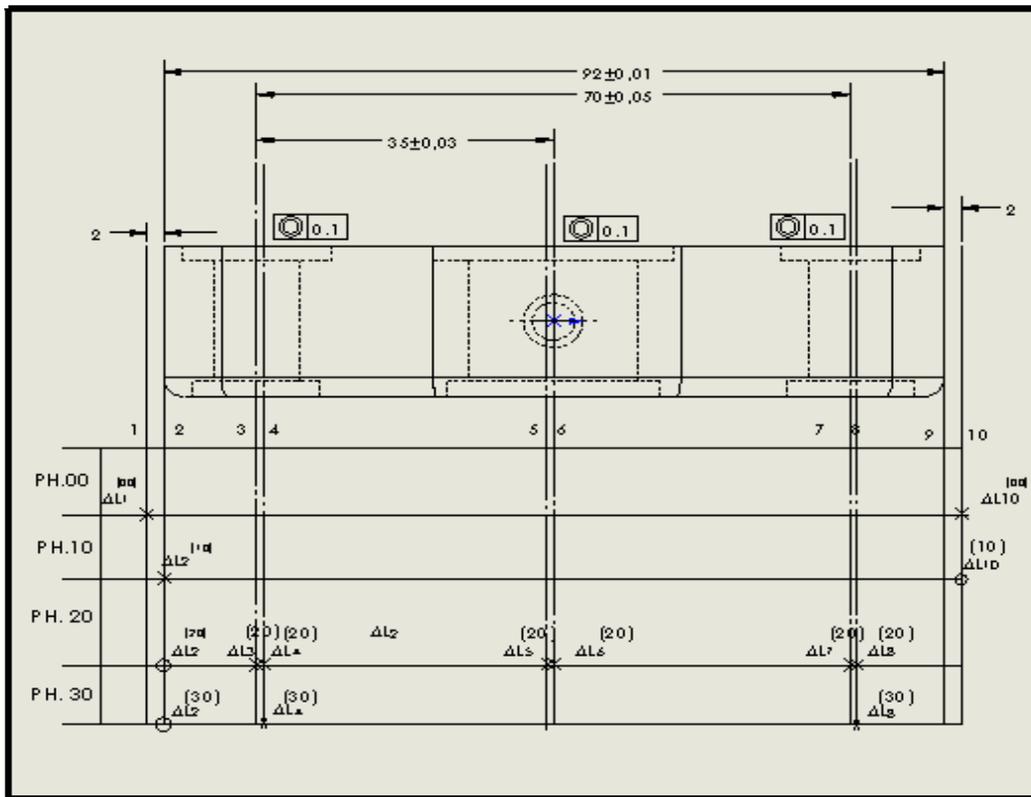


Figure 5.1: Processus de fabrication (Méthode  $\Delta L$ ) de la pièce(01)

*a - calcul des écarts de fabrication et vérification de la faisabilité des APEF*

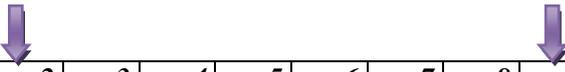
On a opté pour la méthode du transfert minimum. Pour sa simplicité. La présentation matricielle de l'avant-projet est donnée par le tableau 5- 1. [7]

Tableau 5-1 : Représentation matricielle de l'avant-projet de la pièce (01).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>PH00</b>	$\Delta l_1^{(00)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	$\Delta l_{10}^{(00)}$
<b>PH10</b>	0	$\Delta l_2^{(10)}$	0	0	0	0	0	0	0	$\Delta l_{10}^{(10)}$
<b>PH20</b>	0	$\Delta l_2^{(20)}$	$\Delta l_3^{(20)}$	$\Delta l_4^{(20)}$	$\Delta l_5^{(20)}$	$\Delta l_6^{(20)}$	$\Delta l_7^{(20)}$	$\Delta l_8^{(20)}$	$\Delta l_9^{(20)}$	0
<b>PH30</b>	0	$\Delta l_2^{(30)}$	0	$\Delta l_4^{(30)}$	0	0	0	$\Delta l_8^{(30)}$	0	0

$N^{\circ} 1 = CBE_{2,9} = 92 \pm 0.01$

La cote  $92 \pm 0.01$  est comprise entre la surface 2 et la surface 9.



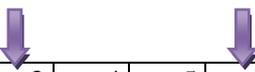
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH20	0	x	0	0	0	0	0	0	x	0
PH30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarter de fabrication de la cote  $BE\ 92^{\pm 0.01}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_9^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{2-9}$

$N^{\circ} 2 = CBE_{3-6} = 36^{\pm 0.2}$

La cote  $14^{\pm 0.1}$  est comprise entre la surface 2 et la surface 3.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH20	0	0	x	0	0	x	0	0	0	0
PH30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarter de fabrication de la cote  $BE\ 14^{\pm 0.1}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_3^{(20)} + \Delta l_6^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{3-6}$

$N^{\circ} 3 = CBE_{5-6} = 0,8^{\pm 0.02}$

La cote  $0,8^{\pm 0.02}$  est comprise entre la surface 5 et la surface 6.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH20	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0
PH30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarter de fabrication de la cote  $BE\ 27^{\pm 0.2}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_5^{(20)} + \Delta l_6^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{5-6}$

$N^{\circ} 4 = CBE_{2-7} = 70^{\pm 0.5}$

La cote  $70^{\pm 0.5}$  est comprise entre la surface 2 et la surface 7.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH20	0	x	0	0	0	0	x	0	0	0
PH30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarte de fabrication de la cote  $BE\ 70^{\pm 0.5}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_7^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{2-7}$

$N^{\circ}5 = CBE_{7-8} = 0,8^{\pm 0.02}$

La cote  $3^{\pm 0.05}$  est comprise entre la surface 7 et la surface 8.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH20	0	0	0	0	0	0	x	x	0	0
PH30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarte de fabrication de la cote  $BE\ 0,8^{\pm 0.02}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_7^{(20)} + \Delta l_8^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{7-8}$

$N^{\circ}8 = CBM_{9-10}$

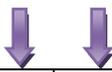
La cote BM est comprise entre la surface 9 et la surface 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PH00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PH10	0	x	0	0	0	0	0	0	0	x
PH20	0	x	0	0	0	0	0	0	x	0
PH30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarte de fabrication de la cote  $BM$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(10)} + \Delta l_{10}^{(10)}) + (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_9^{(20)})$

$N^{\circ}8 = CBM_{1-2}$

La cote BM est comprise entre la surface 1 et la surface 2.



	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<b>PH00</b>	x	0	0	0	0	0	0	0	0	x
<b>PH10</b>	0	x	0	0	0	0	0	0	0	x
<b>PH20</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PH30</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PH40</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L'écarte de fabrication de la cote  $BM$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_{10}^{(20)}) + (\Delta l_1^{(10)} + \Delta l_{10}^{(10)})$

***b - optimisation des dispersions***

L'optimisation des tolérances et la répartition des dispersions seront traitées par les tableaux suivants.



En trainant rang par rang suivant l'ordre du traitement, nous calculons pour chaque cote condition BE, la répartition  $K_j$  par la relation (5-1) suivante à chaque nouvelle itération.

$$K_j = \frac{T_{CBE_j} - \sum_{i=1}^n \Delta l_i}{n} \quad (5-1)$$

**Tableau 5-3** : optimisation des tolérances et répartition de la pièce (01).

$\Delta l_1^{(00)}$	$\Delta l_2^{(10)}$	$\Delta l_2^{(20)}$	$\Delta l_3^{(20)}$	$\Delta l_5^{(20)}$	$\Delta l_6^{(20)}$	$\Delta l_7^{(20)}$	$\Delta l_8^{(20)}$	$\Delta l_9^{(20)}$	$\Delta l_{10}^{(10)}$	$\Delta l_{10}^{(10)}$
0.5	0.5	0.025	0.1	0.2	0.2	0.0075	0.0075	0.025	0,5	0.5

Les tolérances des cotes de fabrication sont calculées en additionnant les  $\Delta l$  optimisée affectées aux surfaces qui délimitent la cote de fabrication, comme le montre la relation (5-2):

$$ITCBE_{i-j} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_i + \Delta l_j) \quad (5-2)$$

- $ITCBE_{2-9} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_9^{(20)}) = 0.05$
- $ITCBE_{3-6} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_3^{(20)} + \Delta l_6^{(20)}) = 0.4$
- $ITCBE_{5-6} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_5^{(20)} + \Delta l_6^{(20)}) = 0.4$
- $ITCBE_{2-7} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_7^{(20)}) = 0.1$
- $ITCBE_{7-8} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_7^{(20)} + \Delta l_8^{(20)}) = 0.04$
- $ITCBM_{9-10} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(10)} + \Delta l_{10}^{(10)}) + (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_9^{(20)}) = 1.2$
- $ITCBM_{1-2} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_1^{(00)} + \Delta l_{10}^{(00)}) + (\Delta l_2^{(10)} + \Delta l_{10}^{(10)}) = 2$

Calcul des tolérances de fabrication optimisées :

$$ITCF_{i-j} = ITCBE_{i-j} \quad (5-3)$$

- $ITCF_{1-10} = 0.5 + 0.5 = 1$
- $ITCF_{2-10} = 0.5 + 0.5 = 1$
- $ITCFB_{2-3} = 0.125$
- $ITC_{3-4} = 0.2$
- $ITCF_{2-5} = 0.225$
- $ITCF_{2-6} = 0.225$
- $ITCF_{2-7} = 0.2075$
- $ITCF_{7-8} = 0.015$
-

Une fois que toutes les cotes de fabrication de L'APE sont mises en place, nous calculons les longueurs de simulation  $L_i$  en utilisant les longueurs moyennes de base [8].

Nous construisons ainsi un système d'équation en utilisant les cotes condition moyennes CBE ET CBM par la relation (4-4), (4-5).

$$\mathbf{CBE}_{i-j \text{ moy}} = L_j - L_i \quad (5-4)$$

$$\mathbf{CBM}_{i-j \text{ moy}} = L_j - L_i \quad (5-5)$$

- $\text{CBE}_{2-9 \text{ moy}} = L_9 - L_2 = 92$
- $\text{CBE}_{3-6 \text{ moy}} = L_6 - L_3 = 35$
- $\text{CBE}_{5-6 \text{ moy}} = L_6 - L_5 = 0.05$
- $\text{CBE}_{3-7 \text{ moy}} = L_7 - L_3 = 70$
- $\text{CBE}_{7-8 \text{ moy}} = L_8 - L_7 = 0.05$
- $\text{CBE}_{3-4 \text{ moy}} = L_4 - L_3 = 0.05$
- $\text{CBE}_{2-3 \text{ moy}} = L_3 - L_2 = 11$
- $\text{CBE}_{8-9 \text{ moy}} = L_9 - L_8 = 11$

- *On a comme donnée : «  $\text{CBM}_{9-10 \text{ min}} = 2$  »*

$$\text{CBM}_{9-10 \text{ moy}} = \frac{\text{CBM}_{9-10 \text{ min}} + \text{CBM}_{9-10 \text{ max}}}{2}$$

- $\text{CBM}_{8,9 \text{ moy}} = L_{10} - L_9 = 2$

- *On a comme donnée : «  $\text{CBM}_{1-2 \text{ min}} = 2$  »*

$$\text{CBM}_{1-2 \text{ moy}} = \frac{\text{CBM}_{1-2 \text{ min}} + \text{CBM}_{1-2 \text{ max}}}{2}$$

- $\text{CBM}_{1-2 \text{ moy}} = L_2 - L_1 = 2$

Donc :

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| - $L_1 = 0$     | - $L_7 = 83$    |
| - $L_2 = 2$     | - $L_8 = 83.05$ |
| - $L_3 = 13$    | - $L_9 = 94$    |
| - $L_4 = 13.05$ | - $L_{10} = 96$ |
| - $L_5 = 47.95$ |                 |
| - $L_6 = 48$    |                 |

Une fois que les longueurs de simulation sont déterminées, nous calculons les cotes de fabrication moyennes par la relation suivante :

$$\mathbf{CF}_{i-j \text{ moy}} = L_j - L_i \quad (4-6)$$

- $CF_{1-10\text{moy}} = L_{10}-L_1 = 96 - 0 = \mathbf{96}$
- $CF_{2-10\text{moy}} = L_{10}-L_2 = 96-2 = \mathbf{94}$
- $CF_{2-3\text{moy}} = L_3-L_2 = 13-2 = \mathbf{11}$
- $CF_{2-9\text{moy}} = L_9-L_2 = 94-2 = \mathbf{92}$
- $CF_{3-8\text{moy}} = L_8-L_3 = 83.05-13 = \mathbf{70.05}$
- $CF_{2-8\text{moy}} = L_8-L_2 = 83.05-2 = \mathbf{81.05}$
- $CF_{3-4\text{moy}} = L_4-L_3 = 13.05-13 = \mathbf{0.05}$
- $CF_{2-4\text{moy}} = L_4-L_2 = 13.05-2 = \mathbf{11.05}$
- $CF_{3-6\text{moy}} = L_6-L_3 = 48-13 = \mathbf{35}$
- $CF_{2-6\text{moy}} = L_6-L_2 = 48-2 = \mathbf{46}$
- $CF_{8-9\text{moy}} = L_9-L_8 = 94-83.05 = \mathbf{10.95}$

***C - résultat de côtes de fabrication***

**Tableau 5-4 : côtes de fabrication moyenne de chaque phase de la pièce (01)**

<b>PHASE</b>	<b>COTATION DE FABRICATION MOYENNE</b>
<b>PH.00</b>	$CF_{1-10\text{moy}} = 96 \pm 0.01$
<b>PH.10</b>	$CF_{2-10\text{moy}} = 94 \pm 0.01$
<b>PH.20</b>	$CF_{2-3\text{moy}} = 11 \pm 0.062$ $CF_{2-6\text{moy}} = 46 \pm 0.112$ $CF_{2-9\text{moy}} = 92 \pm 0.025$ $CF_{8-9\text{moy}} = 10.95 \pm 0.062$ $CF_{3-4\text{moy}} = 0.05 \pm 0.1$ $CF_{3-6\text{moy}} = 35 \pm 0.2$ $CF_{3-8\text{moy}} = 70.05 \pm 0.01$
<b>PH.30</b>	$CF_{2-4\text{moy}} = 11.05 \pm 0.01$ $CF_{2-8\text{moy}} = 81.05 \pm 0.01$

5.1.1.2- Pièce 02(axe de guidage)

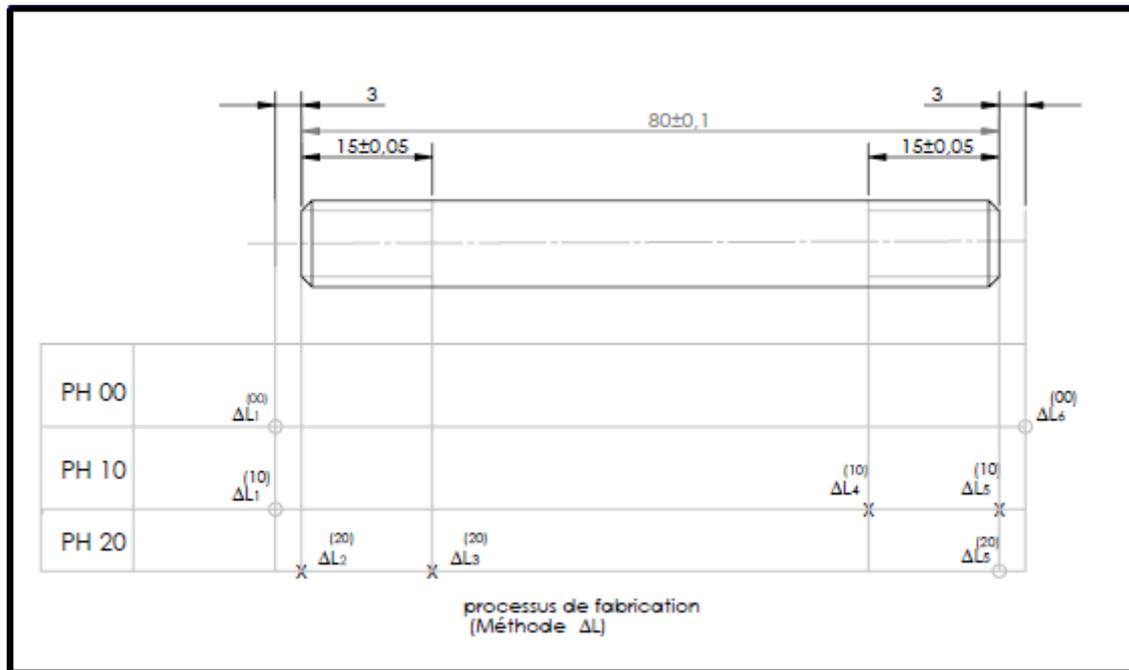


Figure 5.2 : Processus de fabrication (Méthode  $\Delta L$ ) des pièces (02)

a - calcul des écarts de fabrication et vérification de la faisabilité des APEF

On a opté pour la méthode du transfert minimum [7]. Pour sa simplicité. La présentation matricielle de l'avant-projet est donnée par le tableau 4-13.

Tableau 4-5: Représentation matricielle de l'avant-projet de la pièce (02)

	1	2	3	4	5	6
<b>PH00</b>	$\Delta l_1^{(00)}$	0	0	0	0	$\Delta l_6^{(00)}$
<b>PH10</b>	$\Delta l_1^{(10)}$	0	0	$\Delta l_4^{(10)}$	$\Delta l_5^{(10)}$	0
<b>PH20</b>	0	$\Delta l_2^{(20)}$	$\Delta l_3^{(20)}$	0	$\Delta l_5^{(20)}$	0

$N^{\circ} 1 = CBE_{2,3} = 15^{\pm 0.05}$

La cote  $15^{\pm 0.05}$  est comprise entre la surface 2 et la surface 3.

	1	2	3	4	5	6
<b>PH00</b>	0	0	0	0	0	0
<b>PH10</b>	0	0	0	0	0	0
<b>PH20</b>	0	x	x	0	0	0

L'écart de fabrication de la cote  $BE$   $15^{\pm 0.05}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_3^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{2-3}$ .

$N^\circ 2 = CBE_{2,5} = 80^{\pm 0.1}$

La cote  $80^{\pm 0.1}$  est comprise entre la surface 2 et la surface 5.

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>PH00</b>	0	0	0	0	0	0
<b>PH10</b>	0	0	0	0	0	0
<b>PH20</b>	0	x	0	0	x	0

L'écart de fabrication de la cote  $BE$   $80^{\pm 0.1}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_5^{(20)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{2-5}$ .

$N^\circ 3 = CBE_{4,5} = 15^{\pm 0.05}$

La cote  $15^{\pm 0.05}$  est comprise entre la surface 4 et la surface 5.

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>PH00</b>	0	0	0	0	0	0
<b>PH10</b>	0	0	0	x	x	0
<b>PH20</b>	0	0	0	0	0	0

L'écart de fabrication de la cote  $BE$   $50^{\pm 0.1}$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_4^{(10)} + \Delta l_5^{(10)})$

D'après la relation de la vérification dès L'APEF ( $ITCBE \geq \sum \Delta l_i$ ) donc L'APEF est faisable pour la cote  $CBE_{4-5}$ .

$N^\circ 4 = CBM_{1-2} =$

La cote  $BM$  est comprise entre la surface 1 et la surface 2.

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>PH00</b>		0	0	0	0	0
<b>PH10</b>	x	0	0	0	x	0
<b>PH20</b>	0	x	0	0	x	0

L'écart de fabrication de la cote  $BM$  est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_1^{(10)} + \Delta l_5^{(10)}) + (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_5^{(20)})$

$N^\circ 5 = CBM_{5-6} =$

La cote BM est comprise entre la surface 5 et la surface 6.

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>PH00</b>	x	0	0	0	0	x
<b>PH10</b>	x	0	0	0	x	0
<b>PH20</b>	0	0	0	0	0	0

L'écart de fabrication de la cote *BM* est :  $\sum \Delta l_i = (\Delta l_1^{(00)} + \Delta l_6^{(00)}) + (\Delta l_1^{(10)} + \Delta l_5^{(10)})$

**b - Optimisation des dispersions**

L'optimisation des tolérances et la répartition des dispersions seront traitées par les tableaux suivants.

**Tableau 4-6 : Optimisation des tolérances et répartition de la pièce (02)**

	$\Delta l_1^{(00)}$	$\Delta l_1^{(10)}$	$\Delta l_2^{(20)}$	$\Delta l_3^{(20)}$	$\Delta l_4^{(10)}$	$\Delta l_5^{(10)}$	$\Delta l_5^{(20)}$	$\Delta l_6^{(00)}$	TCBE	$K_1$	$K_2$	$K_3$
<b>1</b>			0.05	0.05					0.1	0.05	-	-
<b>2</b>			0.05				0.15		0.2	0.1	0.15	0.15
<b>3</b>					0.05	0.05			0.1	0.05	0.05	-
<b>4</b>		0.5	0.05			0.05	0.15		min	-	-	
<b>5</b>	0.5	0.5				0.05		0.5	min			

En trainant rang par rang suivant l'ordre du traitement, nous calculons pour chaque cote condition BE, la répartition  $K_j$  par la relation (4-1).

**Tableau 4-7 : Optimisation des tolérances et répartition de la pièce (02)**

$\Delta l_1^{(00)}$	$\Delta l_1^{(10)}$	$\Delta l_2^{(20)}$	$\Delta l_3^{(20)}$	$\Delta l_4^{(10)}$	$\Delta l_5^{(10)}$	$\Delta l_5^{(20)}$	$\Delta l_6^{(00)}$
0.5	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.15	0.5

Les tolérances des cotes de fabrication sont calculées en additionnant les  $\Delta l$  optimisée affectées aux surfaces qui délimitent la cote de fabrication, comme le montre la relation (4-2).

- $ITCBE_{2-3} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_3^{(20)}) = 0.1$
- $ITCBE_{2-5} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_5^{(20)}) = 0.2$
- $ITCBE_{4-5} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_4^{(10)} + \Delta l_5^{(10)}) = 0.1$
- $ITCBM_{1-2} = \sum \Delta l_i = (\Delta l_1^{(10)} + \Delta l_5^{(10)}) + (\Delta l_2^{(20)} + \Delta l_5^{(20)}) = 0.75$

$$- \text{ITCBM}_{5-6} = (\Delta l_1^{(00)} + \Delta l_6^{(00)}) + (\Delta l_1^{(10)} + \Delta l_5^{(10)}) = 1.55$$

Calcul des tolérances de fabrication optimisées, : comme le montre la relation (4-3).

$$- \text{ITCF}_{1-6} = \Delta l_1^{(00)} + \Delta l_6^{(00)} = 0.5 + 0.5 = 1$$

$$- \text{ITCF}_{1-5} = \Delta l_1^{(10)} + \Delta l_5^{(10)} = 0.05 + 0.5 = 1$$

$$- \text{ITCF}_{2-5} = \text{ITCBE}_{2-5} = 0.2$$

$$- \text{ITCF}_{2-3} = \text{ITCBE}_{2-3} = 0.1$$

$$- \text{ITCF}_{4-5} = \Delta l_4^{(10)} + \Delta l_5^{(10)} = 0.05 + 0.05 = 0.1$$

#### Calcul CBE<sub>moy</sub> et CBM<sub>moy</sub> :

Une fois que toutes les cotes de fabrication de L'APE sont mises en place, nous calculons la longueur de simulation  $L_i$  en utilisant les longueurs moyennes de base [5].

Nous construisons ainsi un système d'équation en utilisant les cotes condition moyennes CBE ET CBM par la relation (4-4), (4-5).

$$- \text{CBE}_{2-3\text{moy}} = L_3 - L_2 = 15$$

$$- \text{CBE}_{2-5\text{moy}} = L_5 - L_2 = 80$$

$$- \text{CBE}_{4-5\text{moy}} = L_5 - L_4 = 15$$

- On a comme donnée : «  $\text{CBM}_{1-2\text{min}} = 3$  »

$$\text{CBM}_{1-2\text{moy}} = \frac{\text{CBM}_{1-2\text{min}} + (\text{CBM}_{1-2\text{min}} + \text{ITCBM}_{1-2})}{2}$$

$$- \text{CBM}_{1-2\text{moy}} = L_2 - L_1 = 3.38$$

- On a comme donnée : «  $\text{CBM}_{6-7\text{min}} = 3$  »

$$\text{CBM}_{5-6\text{moy}} = \frac{\text{CBM}_{5-6\text{min}} + (\text{CBM}_{5-6\text{min}} + \text{ITCBM}_{5-6})}{2}$$

$$- \text{CBM}_{5-6\text{moy}} = L_6 - L_5 = 3.78$$

Donc :

$$- L_1 = 0$$

$$- L_2 = 3.38$$

$$- L_3 = 18.38$$

$$- L_5 = 83.38$$

$$- L_4 = 68.38$$

$$- L_6 = 87.38$$

Une fois que les longueurs de simulation sont déterminées, nous calculons les cotes de fabrication moyennes par la relation (4-6):

- $CF_{1-6\text{moy}} = L_6 - L_1 = 87.38 - 0 = \mathbf{87.38}$
- $CF_{1-5\text{moy}} = L_5 - L_1 = 83.38 - 0 = \mathbf{83.38}$
- $CF_{2-5\text{moy}} = L_5 - L_2 = 83.38 - 3.38 = \mathbf{80}$
- $CF_{4-5\text{moy}} = L_5 - L_4 = 83.38 - 68.38 = \mathbf{15}$
- $CF_{2-3\text{moy}} = L_3 - L_2 = 18.38 - 3.38 = \mathbf{15}$

***C - Résultat de côtes de fabrication***

**Tableau 4-8:** Côtes de fabrication moyennes de chaque phase de la pièce (02)

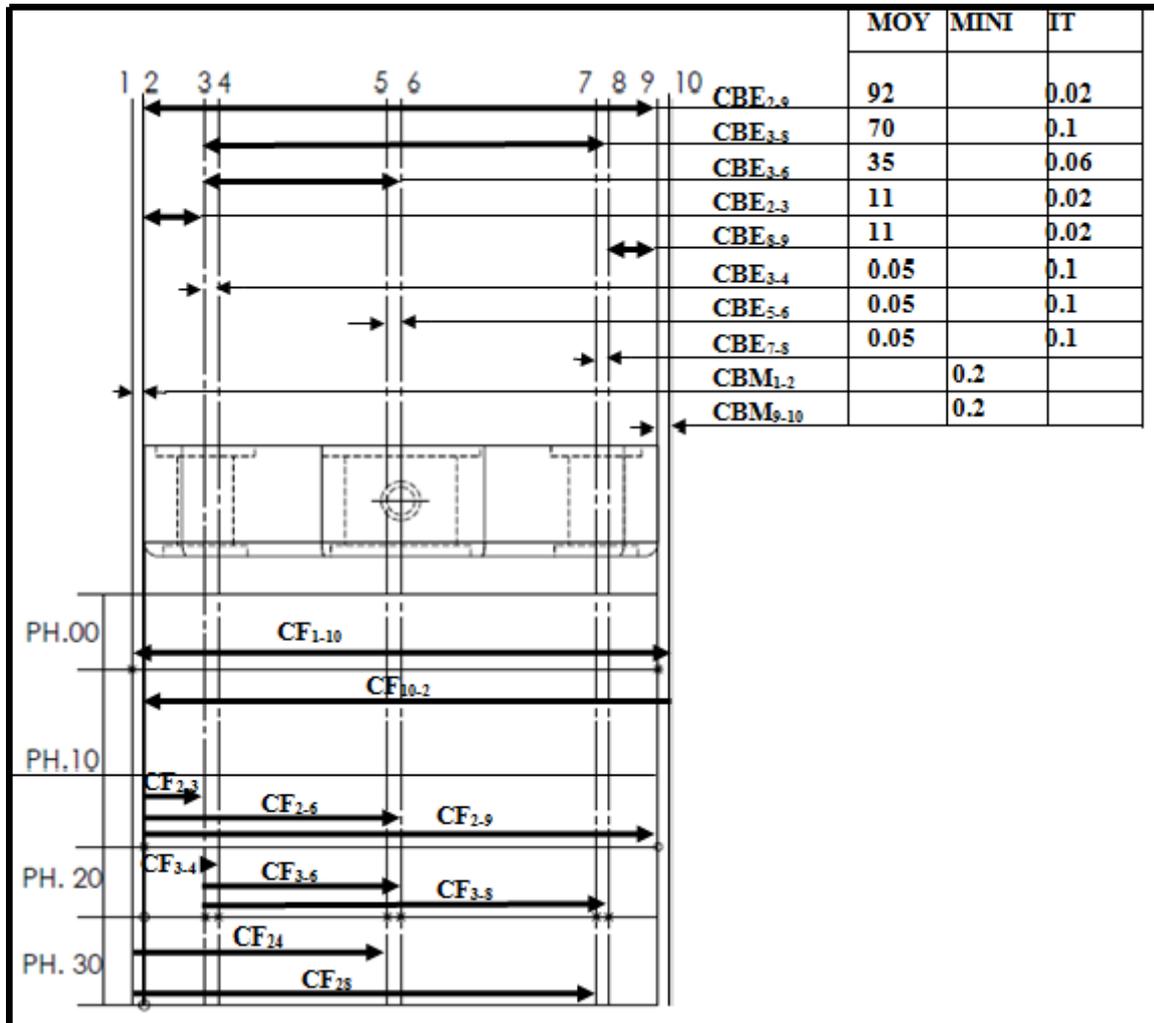
<b>PHASE</b>	<b>COTATION DE FABRICATION MOYENNE :</b>
<b>PH.00</b>	$CF_{1-6\text{moy}} = 87.38 \pm^{0.5}$
<b>PH.10</b>	$CF_{1-5\text{moy}} = 83.38 \pm^{0.5}$ $CF_{4-5\text{moy}} = 15 \pm^{0.05}$
<b>PH.20</b>	$CF_{2-5\text{moy}} = 80 \pm^{0.1}$ $CF_{2-3\text{moy}} = 15 \pm^{0.05}$

**5.1.2- Simulation par la méthode vectorielle.**

Calculer les cotes de fabrication en vue de la fabrication de la pièce.

Avec cette méthode, on pose les CF .A priori, On essaie de faire coïncider les CF avec les CBE, ce qui n'est forcément une bonne chose.

5.1.2.1- pièce 01(support)



**Figure 4.3 :** Processus de fabrication (Méthode vectorielle) de la pièce (01)

**Tableau 4-9** : Représentation les chaînes de côtes de la pièce (01)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		MOY →	MOY ←	IT
		→								CBE <sub>2-3</sub>		<b>11</b>	<b>0.01</b>
		→								CF <sub>2-3</sub>	<b>11</b>		<b>0.01</b>
		→	→	→	→	→	→	→	→	CBE <sub>2-9</sub>		<b>92</b>	<b>0.02</b>
		→	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>2-8</sub>	<b>81</b>		<b>0.01</b>
		→	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>8-9</sub>	<b>11</b>		<b>0.01</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CBE <sub>3-6</sub>		<b>35</b>	<b>0.06</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>3-2</sub>		<b>11</b>	<b>0.01</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>2-6</sub>	<b>46</b>		<b>0.05</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CBE <sub>3-8</sub>		<b>70</b>	<b>0.06</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>3-2</sub>		<b>11</b>	<b>0.01</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>2-8</sub>	<b>81</b>		<b>0.01</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CBE <sub>3-4</sub>		<b>0.05</b>	<b>0.02</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>3-2</sub>		<b>11</b>	<b>0.01</b>
		←	→	→	→	→	→	→	→	CF <sub>2-4</sub>	<b>11.05</b>		<b>0.01</b>
								→	→	CBE <sub>8-9</sub>		<b>11</b>	<b>0.01</b>
								→	→	CF <sub>8-9</sub>	<b>11</b>		<b>0.01</b>

**Tableau 4-10**: Côtes de fabrication moyennes de chaque phase de la pièce (01)

PHASE	COTATION DE FABRICATION MOYENNE
<b>PH.00</b>	CF <sub>1-10moy</sub> = 96±0.005
<b>PH.10</b>	CF <sub>2-10moy</sub> = 94±0.01
<b>PH.20</b>	CF <sub>2-3moy</sub> = 11±0.005 CF <sub>2-6moy</sub> = 46±0.025 CF <sub>2-9moy</sub> = 92±0.01 CF <sub>8-9moy</sub> = 10.95±0.005 CF <sub>3-4moy</sub> = 0.05±0.01 CF <sub>3-6moy</sub> = 35±0.03 CF <sub>3-8moy</sub> = 70.05±0.03
<b>PH.30</b>	CF <sub>2-4moy</sub> = 11.05±0.005 CF <sub>2-8moy</sub> = 81.05±0.005

5.1.2.2- pièce 02(axe de guidage)

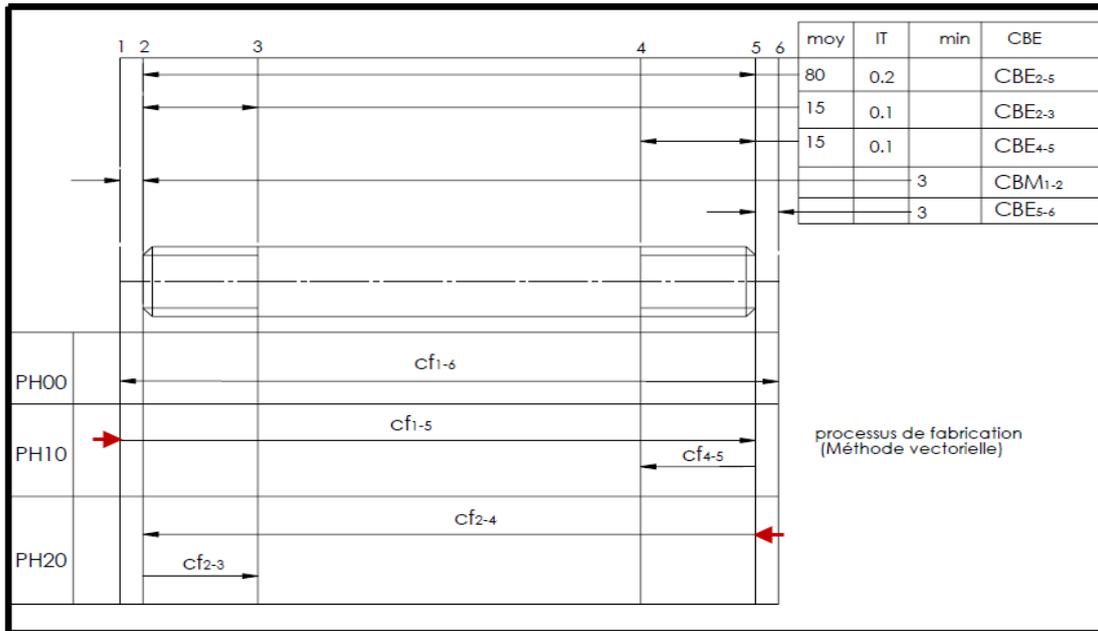


Figure 4.4 : Processus de fabrication (Méthode vectorielle) de la pièce(02)

Tableau 4-11 : Représentation les chaines de côtes de la pièce (02)

1	2	3	4	5	6		MOY →	MOY ↔	IT
						CBE <sub>2-5</sub>		80	0.2
						CF <sub>2-5</sub>	80		0.1
						CBE <sub>4-5</sub>		15	0.1
						CF <sub>4-5</sub>	15		0.1
						CBE <sub>2-3</sub>		15	0.1
						CF <sub>2-3</sub>	15		0.1
						CBE <sub>5-6</sub>		3	2
						CF <sub>1-5</sub>		82.6	1.15
						CF <sub>1-6</sub>	85.6		0.85

**Tableau 4-12** : Côtes de fabrication moyennes de chaque phase de la pièce (02)

<b>PHASE</b>	<b>COTATION DE FABRICATION MOYENNE</b>
- <b>PH.00</b>	- $CF_{1-6 \text{ moy}} = 85.6 \pm^{0.43}$
- <b>PH.10</b>	- $CF_{1-5 \text{ moy}} = 82.6 \pm^{0.58}$ - $CF_{4-5 \text{ moy}} = 15 \pm^{0.05}$
- <b>PH.20</b>	- $CF_{2-5 \text{ moy}} = 80 \pm^{0.05}$ - $CF_{2-3 \text{ moy}} = 15 \pm^{0.05}$

## 5.2-Gamme d'usinage

### 5.2.1-Pièce 01(support)

ENSEMBLE : support Pièce : 01		MATIERE : A5SI26			FEUILLE D'ANALYSE DE FABRICATION
N	Désignation	Machine	Outillage	contrôle	Croquis
100	Contrôle du brut	Atelier de contrôle			92±0.01 X 40±0.2 X 20±0.01
200	<p><b>Fraisage:</b> Une pièce en montage référentiel défini par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Appui plan (1, 2,3) Sur B2.</li> <li>-Appuis linéaire (4,5) sur B3</li> <li>-Appuis ponctuel (6) sur B1</li> </ul> <p><b>301</b> : surface (2) en finition. CF=92 ± 0.01 Ra= 3.2√</p>	FCN	Fraise 2TØ 40	CMD 92±0.01	
300	<p><b>Fraisage :</b> Une pièce en montage référentiel défini par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Appui plan (1, 2,3) Sur B2.</li> <li>-Appuis linéaire (4,5) sur B3.</li> <li>-Appuis ponctuel (6) sur B1.</li> </ul> <p><b>301</b> : surface (1) en finition. CF=20±0.01 CF=92±0.01</p> <p><b>302</b>: Centrer (4), (6), (8). CF=35±0.03 CF=70±0.01</p> <p><b>303</b> : perçage(4), (8), en finition. CF=Ø10H7</p> <p><b>304</b>:perçage(6) en finition.</p>		Fraise 2TØ40 en ARS	CMD 107	
			Forer centre Ø11 en ARS	TLD	
			Forer Ø 10 en ARS	TLD 10H7	

	<p>CF= Ø 20H8</p> <p><b>305</b> : lamer (5), (9), en finition.</p> <p>CF= Ø15</p> <p><b>306</b> : lamer (7), en finition.</p> <p>CF= Ø25</p>		<p><b>Forer Ø 10 en ARS</b></p> <p>TLD 10H8</p> <p><b>Fraise lamé Ø15</b></p> <p>TLD 15</p> <p><b>Fraise lamé Ø25</b></p> <p>TLD 25</p>		
400	<p><b>Fraisage :</b></p> <p>Une pièce en montage référentiel défini par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Appui plan (1, 2,3) Sur B2.</li> <li>-Appuis linéaire (4,5) sur B3.</li> <li>-Appuis ponctuel (6) sur B1.</li> </ul> <p><b>401</b> : lamer (17), (19), en finition.</p> <p>CF= Ø15</p> <p><b>402</b> : lamer (18), en finition.</p> <p>CF= Ø25</p>		<p><b>Fraise lamé Ø15</b></p> <p>TLD 15</p> <p><b>Fraise lamé Ø25</b></p> <p>TLD 25</p>		
500	<p><b>Fraisage :</b></p> <p>Une pièce en montage référentiel défini par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Appui plan (1, 2,3) Sur B3.</li> <li>-Appuis linéaire (4,5) sur B2.</li> <li>-Appuis ponctuel (6) sur B1.</li> </ul> <p><b>501</b> : surface (3) en finition. CF=40±0.2</p> <p><b>502</b> : Centrer(10) CF=Ø5 CF=40±0.2</p> <p><b>503</b> : perçage(10), en finition. CF=Ø5</p> <p><b>504</b> : chanfreiner</p>		<p><b>Fraise 2TØ40 en ARS</b></p> <p>CMD 107</p> <p><b>Forer centre Ø5 en ARS</b></p> <p>TLD</p>		

	(11) F. Cm=R2.5 <b>505:</b> Taraudage (12) F. CF=M5X0.8 CF=40±0.2		<b>Taraud</b> <b>M5x0.8</b>	VIS M10	
<b>600</b>	<b>Contrôle finale</b> <b>601</b> : dimensionnelle <b>602</b> : géométrique <b>603</b> : état de surfaces	<b>Poste de controle</b>			

5.2.2-Pièce 02(axe de guidage)

ENSEMBLE :		MATIERE : A5SI26			FEUILLE D'ANALYSE DE FABRICATION
support Pièce : 02					
N	Désignation	Machine	Outillage	contrôle	Croquis
<b>100</b>	Contrôle du brut	Atelier de contrôle			Ø12x83.4 <sup>±0.5</sup>
<b>200</b>	<p><b>Tournage :</b></p> <p>Une pièce en montage référentiel défini par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (1, 2,3 ,4)</li> </ul> <p>Centrage Long sur B2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-(5) appui ponctuel sur B1</li> </ul> <p><b>201</b> : Dresser 4F CF= 83.4±<sup>0.5</sup></p> <p><b>202</b> : centrer</p>	T.P	Outil coudé à 45° en carbure	CMD 83.4± <sup>0.5</sup>	

<p><b>300</b></p>	<p><b>Tournage</b>                  Une pièce en montage référentiel défini par :                  - Centrage court (1, 2) sur B2.                  -Orientation (3,4) sur 4.                  -Butée (5) sur B1.  <b>301</b> : Charioter (A)                  CF= <math>65 \pm 0.1</math>                  CF= 10f7  <b>302</b> : Chanfreiner (6) F.                  CF = <math>2 \times 45^\circ</math>  <b>303</b> : Fileté (3) F                  M10x1.25                  CF= <math>15 \pm 0.05</math></p>	<p>T.P</p>	<p>Foret <math>\varnothing 10.5</math>                   Alésoir <math>\varnothing 11H8</math>                   Outil fileter <math>60^\circ</math></p>	<p>Pige <math>\varnothing 10.5</math>                   TLD <math>\varnothing 11H8</math>                   Ecrou M10</p>	
-------------------	---	------------	--	---	--

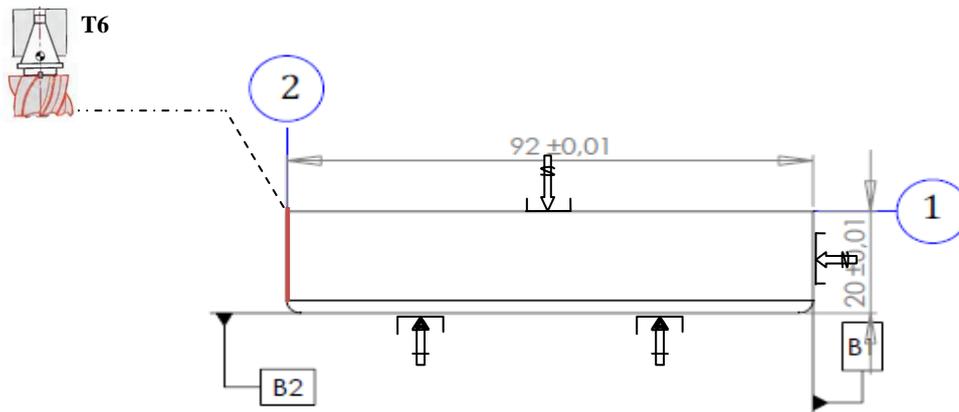
<p><b>400</b></p>	<p><b>Tournage :</b>                  Une pièce en montage référentiel défini par :                  - (1, 2,3 ,4)                  Centrage Long sur B2                  -(5) appui ponctuel sur B1  <b>401 :</b> Dresser 7F                  CF= <math>80 \pm 0.1</math>  <b>301 :</b> Charioteer 2F                  CF= <math>15 \pm 0.1</math>                  CF= 10  <b>402 :</b> Chanfreiner (8) F.                  CF = <math>2 \times 45^\circ</math>  <b>403 :</b> Fileté (2) F                  M10x1.5                  CF= <math>15 \pm 0.05</math></p>	<p>TP</p>	<p>Outil couder à <math>45^\circ</math> en carbure</p> <p>Outil fileter <math>60^\circ</math></p>	<p>CMD <math>80 \pm 0.1</math></p> <p>Ecrou M10</p>	
<p><b>500</b></p>	<p><b>Contrôle finale</b>                  501 : dimensionnelle                  502 : géométrique                  503 : état de surfaces</p>	<p><b>Poste de controle</b></p>			

### 5.3-Contrat de phase :

Cette étude donne une explication sur l'usinage de la pièce, par le montage de la pièce sur la machine (ISOSTATISME) et tous l'opération chacune par sons éléments de (coupe, passe) ainsi leur outils qui fait usinage de notre pièce.

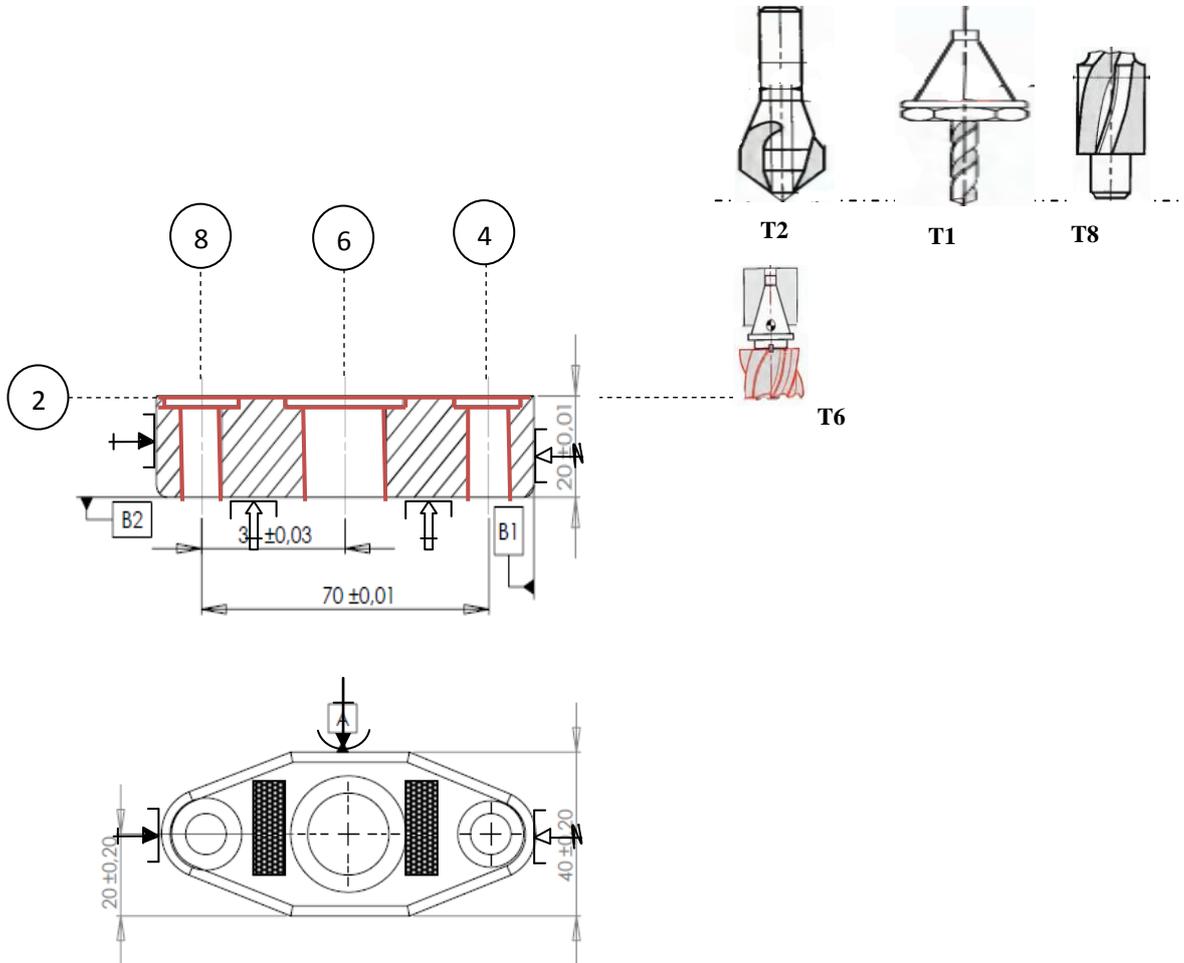
#### 5.3.1-Pièce 01(support)

<b>Phase 200</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 01</b>		<b>Série : Petite Série</b>
<b>Matière : A5SI26</b>	<b>Machine : FCN</b>	<b>Ensemble: support</b>



Opération désignation		Eléments de Coupe			Eléments de passe					Outillage	
N°	désignation	VC m /mn	a mm /tr	N tr /mn	P mm	n	A mm/mn	L mm	Tt mn	Fabrication	Control
<b>201</b>	surface (2) en finition. CF=92±0.01	<b>80</b>	<b>0.1</b>	<b>637</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>24.8<sub>x</sub></b>	<b>94</b>	<b>0.36</b>	Fraise 2T Ø40	<b>CMD</b> 92±0.01

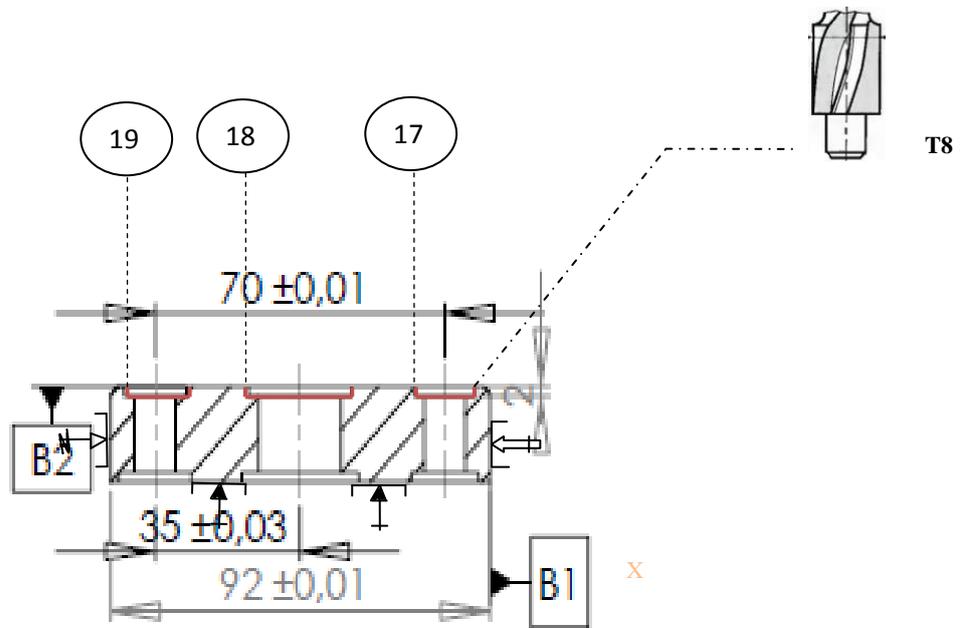
<b>Phase 300</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 01</b>		<b>Série / Nbre : Unitaire</b>
<b>Matière : A5SI26</b>		<b>Machine : FCN</b>



Opération désignation		Eléments de coupe			Eléments de passe					Outillage	
		VC	a	N	P	n	A	L	Tt	Fabrication	Control
N°	désignation	m / mn	mm / tr	tr / mn	mm		mm/mn	mm	mn		
<b>301</b>	surface(2)en finition. CF=20±0.01 CF=92±0.01	<b>80</b>	<b>0.1</b>	<b>636</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>254</b>	<b>151</b>	<b>059</b>	Fraise 2T Ø40	<b>CMD</b> CF=20±0.01

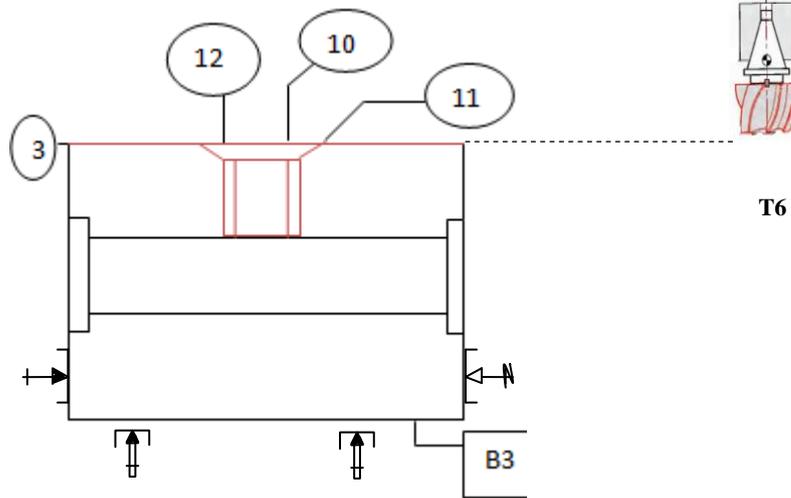
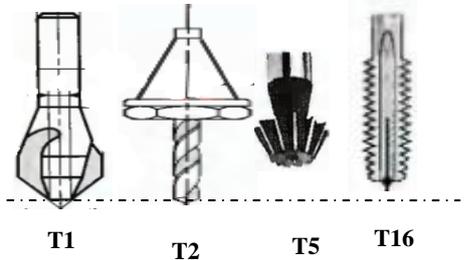
<b>302</b>	Centrage (4), (6), (8), en finition. CF=35±0.03 CF=70±0.01	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>2547</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>407</b>	<b>49</b>	<b>0.12</b>	Forer centrer Ø10	<b>TLD</b>
								<b>29</b>	<b>0.07</b>		
								<b>20</b>	<b>0.05</b>		
								<b>86</b>	<b>0.21</b>		
<b>303</b>	perçage(4),(8),en finition. CF=Ø10H7	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>637</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>102</b>	<b>57</b>	<b>0.55</b>	Forer Ø10	<b>TLD</b> 10H7
								<b>36</b>	<b>0.35</b>		
								<b>28</b>	<b>0.27</b>		
<b>304</b>	perçage(6),en finition. CF= Ø 20H8	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>637</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>102</b>	<b>57</b>	<b>0.55</b>	Forer Ø20	<b>TLD</b> 20H8
								<b>36</b>	<b>0.35</b>		
								<b>28</b>	<b>0.27</b>		
<b>305</b>	lamer(5), (9), en finition. CF= Ø15	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>398</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>127</b>	<b>63</b>	<b>0.5</b>	Outil lamé Ø15	<b>TLD</b> 15
								<b>42</b>	<b>0.33</b>		
<b>306</b>	lamer (7), en finition. CF= Ø25	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>398</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>127</b>	<b>63</b>	<b>0.5</b>	Outil lamé Ø25	<b>TLD</b> 25
								<b>12</b>	<b>0.33</b>		

<b>Phase 400</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 01</b>		<b>Série / Nbre : Unitaire</b>
<b>Matière : A5SI26</b>	<b>Machine :FCN</b>	<b>Nbr1 :</b>



Opération désignation		Eléments de coupe			Eléments de passe					Outillage	
N°	désignation	VC m /mn	a mm /tr	N tr /mn	P mm	n	A mm/mn	L mm	Tt mn	Fabrication	Control
401	lamer (17), (19), en finition.  CF= Ø15	20	0.16	398	12	1	127	63	0.5	Outil lamé Ø15	TLD 15
								12	0.33		
402	lamer (18), en finition.  CF= Ø25	20	0.16	398	12	1	127	63	0.5	Outil lamé Ø25	TLD 25
								42	0.33		

<b>Phase 500</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 01</b>		<b>Série / Nbre : Unitaire</b>
<b>Matière : A5SI26</b>		<b>Nbr1 :</b>

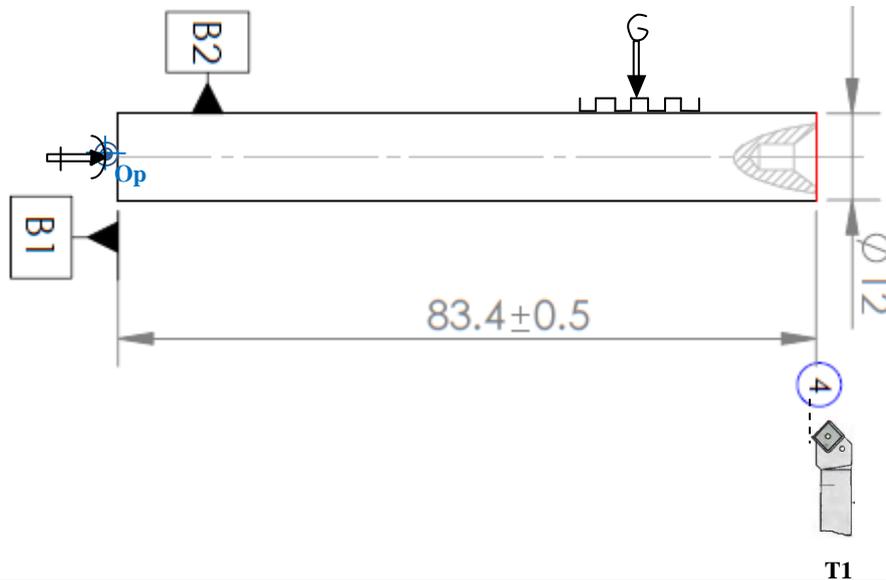


Opération désignation		Eléments de coupe			Eléments de passe					Outillage	
		VC m /mn	a mm /tr	N tr /mn	P mm	n	A mm/mn	L mm	Tt mn	Fabrication	Control
<b>501</b>	surface (3) en finition. CF=40±0.2	<b>80</b>	<b>0.1</b>	<b>636</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>254</b>	<b>94</b>	<b>0.37</b>	Fraise 2T Ø40	<b>CMD</b> CF=40±0.2
<b>502</b>	Centrage (10) CF=Ø5 CF=40±0.2	<b>20</b>	<b>0.16</b>	<b>2547</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>407</b>	<b>49</b>	<b>0.12</b>	Forer centrer Ø10	<b>TLD</b>

503	perçage(10), en finition. CF=Ø5	20	0.16	637	20	1	102	57	0.55	Forer Ø5	TLD 5H8
504	chanfreiner(11) F. Cm=R2.5	80	0.1	636	1	3	254	54	0.125	Fraise 2T Ø5	Calibre d'angle
505	Taraudage (12) F. CF=M5X0.8	15	0.5	398	1.5	1	199	41	0.2	Taraud M5x0.8	Vis M5

5.3.2-Pièce02 (axe de guidage)

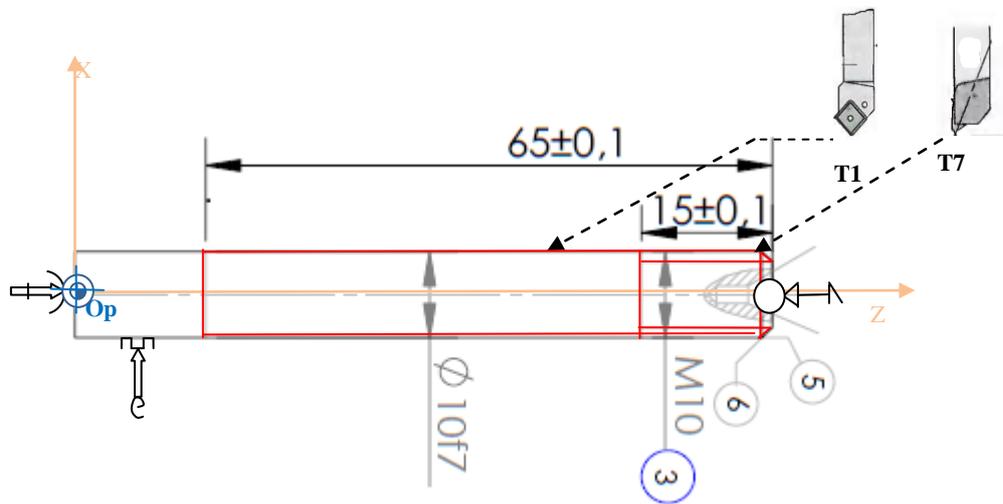
<b>Phase 200</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 02</b>		<b>Série / Nbre : Unitaire</b>
<b>Matière : A5SI26</b>	<b>Machine : TOURNAGE</b>	<b>Nbr1 :</b>



Opération désignation		Eléments de coupe			Eléments de passe					Outillage	
N°	désignation	VC	a	N	P	n	A	L	Tt	Fabrication	Control
		m /mm	mm /tr	tr /mm	mm		mm/mm	mm	mn		

<b>201</b>	Dresser 4F $CF_1 = 83.4 \pm 0.5$	80	0.1	2123	4	2	212	12	0.05	Outil coudé à 45°	CMD
------------	-------------------------------------	----	-----	------	---	---	-----	----	------	-------------------	-----

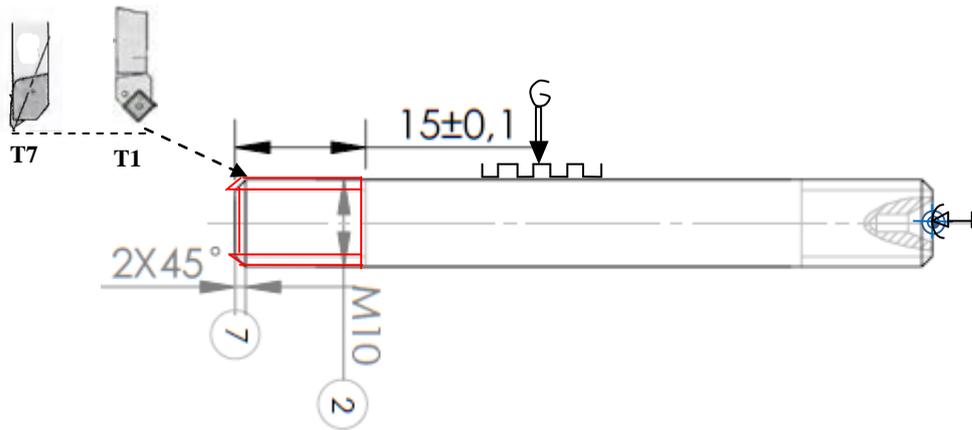
<b>Phase 300</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 02</b>		<b>Série / Nbre : Unitaire</b>
<b>Matière : A5SI26</b>	<b>Machine : TOURNAGE</b>	<b>Nbr1 :</b>



Opération désignation		Eléments de coupe			Eléments de passe					Outillage	
N°	désignation	VC m /mn	a mm /tr	N tr /mn	P mm	n	A mm/mn	L mm	Tt mn	Fabrication	Control
<b>301</b>	Charioter et dresser (A) $CF_2 = 65 \pm 0.01$ $CF_3 = 10f7$ $Ra = \sqrt[1.6]{}$	80	0.1	2123	1	1	212	110	0.51	Outil coudé à 45°	CMD $65 \pm 0.01$
<b>302</b>	Chanfreiner 6F $CF_4 = 2 \times 45$	80	0.1	2123	4	1	212	4	0.01	Outil coudé à 45°	ecrou

<b>303</b>	Fileté 2F CF <sub>5</sub> =M10x1.5 CF <sub>6</sub> = 15± <sup>0.1</sup>	10	0.05	265	0.9	1	13	33	2.5	Outil Filetage à45°	Ecrou M10
------------	---	----	------	-----	-----	---	----	----	-----	------------------------	--------------

<b>Phase 400</b>	<b>Contrat de phase</b>	<b>UABBT-DEPT-GM</b>
<b>Pièce : 02</b>		<b>Série / Nbre : Unitaire</b>
<b>Matière : A5SI26</b>	<b>Machine : TOURNAGE</b>	<b>Nbr1 :</b>



Opération désignation		Eléments de coupe			Eléments de passe					Outillage	
N°	désignation	VC m /mn	a mm /tr	N tr /mn	P mm	n	A mm/mn	L mm	Tt mn	Fabrication	Control
<b>401</b>	Dresser 7F CF <sub>7</sub> = 80± <sup>0.1</sup>	80	0.1	2123	3	1	212	9	0.06	Outil coudé à 45°	<b>CMD</b> 136.6
<b>402</b>	Charioter 2F CF <sub>8</sub> = 15± <sup>0.1</sup> CF <sub>9</sub> =10	80	0.1	2123	1	1	212	110	0.5	Outil couder à45°	<b>CMD</b> 15± <sup>0.1</sup>
<b>403</b>	Chanfreiner 12F CF <sub>10</sub> = 2 x 45	80	0.1	1415	4	1	141	4	0.03	Outil coudé à 45°	Calibre d'angle

<b>404</b>	Fileté 2F CF <sub>11</sub> =M10x1.5 CF <sub>12</sub> = 15± <sup>0.1</sup>	10	0.05	265	0.9	1	13	33	2.5	Outil Filetage à45°	Ecrou M10
------------	---	----	------	-----	-----	---	----	----	-----	------------------------	--------------

## 5.4-Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude comparative entre les deux méthodes de la simulation d'un processus de fabrication. Nous avons opté pour la méthode de cotation de fabrication la plus optimisée qui est la méthode des  $\Delta L$ . Et la gamme d'usinage avec un contrat de phase.

## 2.12. Processus de la fabrication d'un produit

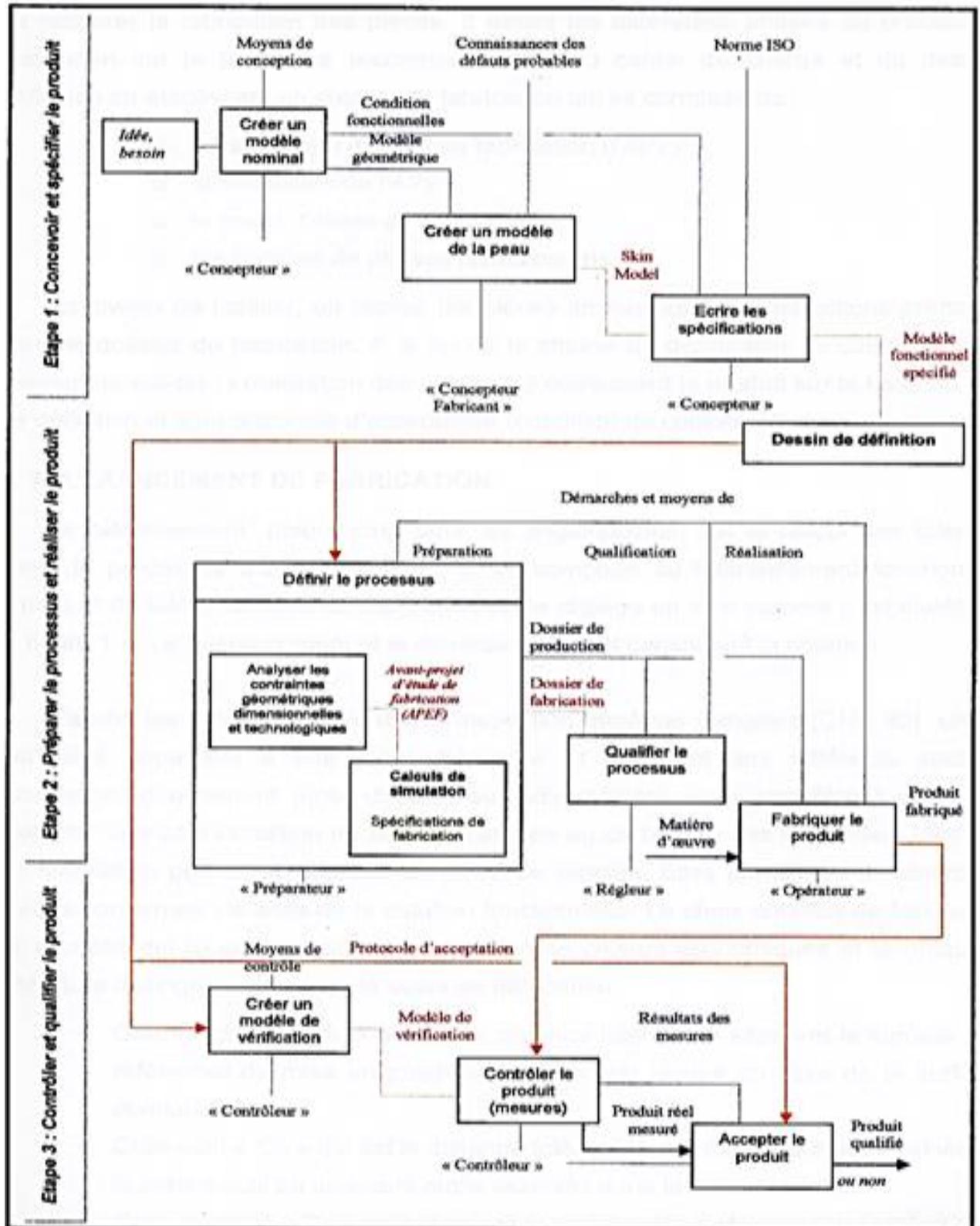


Figure 2-5 : processus d'industrialisation d'un produit [6]

La première étape, création d'un modèle nominal, composé de surfaces parfaites (ou idéales), liées entre elles par des conditions géométriques parfaitement définies et répandant fonctionnellement au besoin :

- L'élaboration, à partir du modèle nominal, d'un modèle non parfait de la peau du produit, définit en tenant compte des défauts possibles sur la pièce réelle permettant d'extraire des surfaces non idéales qui supporteront des conditions dimensionnelles entre elles.
- La traduction et l'écriture de ces conditions à l'aide d'un langage ISO, univoque.

La deuxième étape correspond à l'étude du processus retenu ainsi qu'à la production des produits :

- analyse les spécifications fonctionnelles définies par le concepteur.
- propose un processus (machines, outillages, réglages) capable de respecter ce contrat fonctionnel. Au cas où le processus défini l'oblige à considérer de nouvelles dimensions ou de nouvelles spécifications (transferts de côtes, simulations, calculs de bruts), il est parfois amené à restreindre les zones de tolérances proposées par le concepteur, donc à complexifier la réalisation du produit et à en augmenter son coût.

Une bonne coopération au niveau de l'industrialisation du produit (relation produit, procédé) permet d'optimiser la spécification fonctionnelle en fonction du procédé et de limiter les restrictions d'éventuelles spécifications de fabrication.

La dernière étape permet de contrôler et de qualifier le produit réalisé :

- analyser les spécifications fonctionnelles et de fabrication ;
- créer un modèle géométrique de vérification, tenant compte des moyens de mesurage disponibles et de la précision attendue. Cette phase se fait en utilisant une démarche similaire à celle ayant permis la spécification, mais en partant du produit réel ;

Élaborer un protocole d'acceptation des produits, intégrant, si nécessaire, un volet «assurance qualité ». [AUBLIN 1999]

## **2.13. Chronologie des opérations d'usinage**

L'analyse de fabrication, méthode d'étude de gamme d'usinage, détermination d'APEF. [HAMOU 2010]

### **2.13.1. Dessin de définition de la pièce**

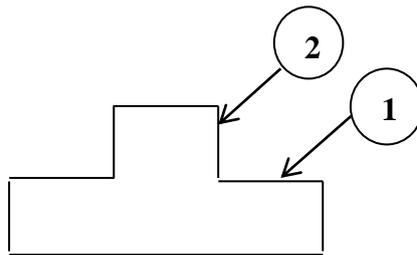
Ce document doit comporter les éléments suivants :

- a) Dessin complet de la pièce
- b) Cotation dimensionnelle

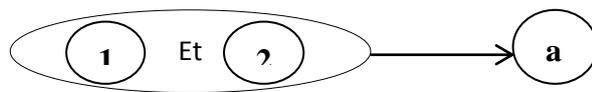
- liaison brute
- les cotes fonctionnelles
- ajustements
- c) Spécification géométrique (  $\perp$ ,  $\parallel$ ,  $\odot$ ,  $\equiv$ , ... )
- d) Spécification d'état de surface (  $\sqrt{\text{Ra}}$  )
- e) Désignation de toutes les surfaces (1, 2, 3,..., A, B, C,...)
- f) Divers
  - Matière de la pièce
  - Procédé d'obtention de brut
  - Volume de la série

### 2.13.2. Tableau de définition des opérations élémentaires

Une opération élémentaire est l'action d'un outil ou plusieurs outils associés sur une surface élémentaire.



On peut travailler la surface **1** et **2**



Repère de groupement	Surface groupée	Outillage et motif	Symbole
<b>a</b>	<b>1</b> et <b>2</b>	Fraise 2 tailles	$a_F$

### 2.13.3. Analyse des contraintes d'antériorité

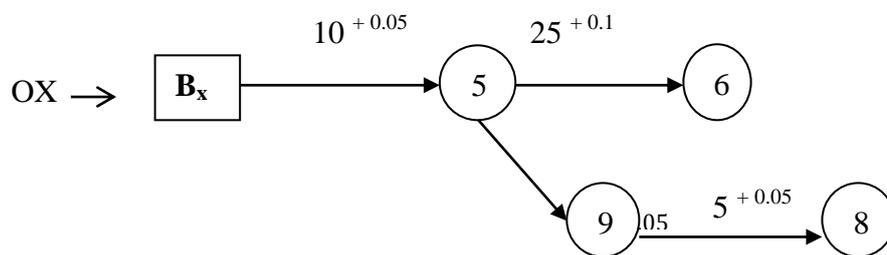
#### 2.13.3.1. Étude préliminaire suivant les différents cas d'antériorité

##### 2.13.3.1.1. Contraintes d'ordre métrologique

##### 2.13.3.1.1.1. Contrainte dimensionnelle

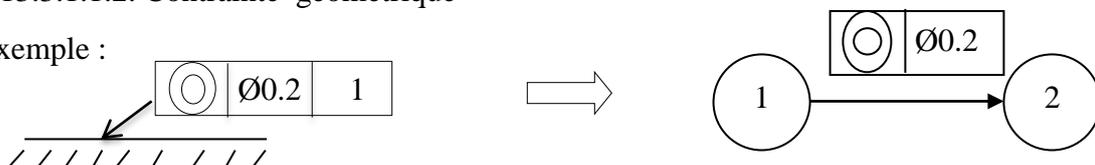
On fait l'analyse dans les trois directions (ox, oy, oz)

Exemple :

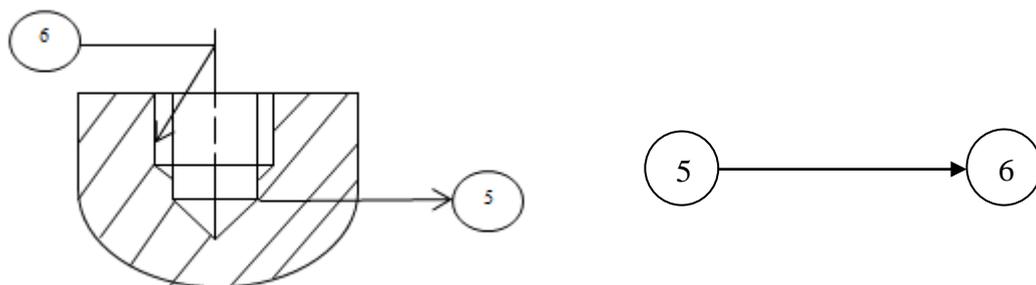


##### 2.13.3.1.1.2. Contrainte géométrique

Exemple :

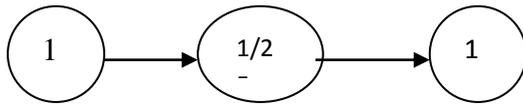


##### 2.13.3.1.2. Contrainte technologique



❖ Rainure après alésage

❖ Pour réaliser l'alésage  $\varnothing 18 H7$  il faut



❖ Etat de surfaces

$Ra \geq \sqrt[6.4]{\quad}$        $\Rightarrow$       F (Finition directe)

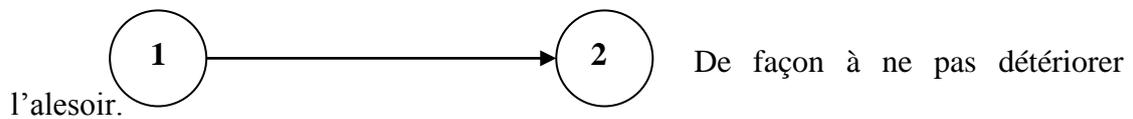
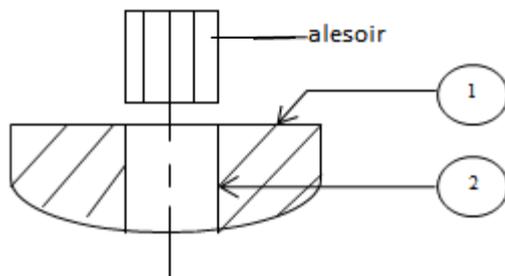
$\sqrt[3.2]{\quad} \leq Ra \leq \sqrt[6.4]{\quad}$        $\Rightarrow$       E (Ebauche puis Finition)

$Ra \leq \sqrt[3.2]{\quad}$        $\Rightarrow$       E  $\rightarrow$  1/2F  $\rightarrow$  F

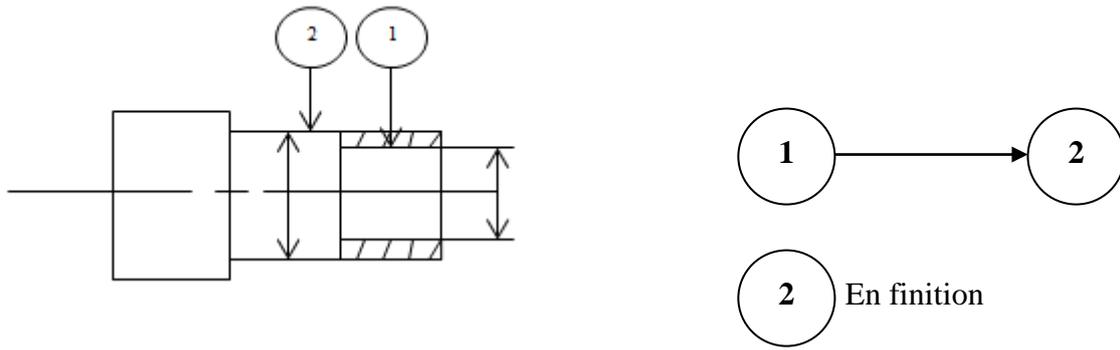
2.13.3.1.3. Contrainte économique

Le coût de la fabrication ,La dureé de l'usinage ,le debit minimum et l'usure des outils conditionnent un choix précis la fabrication de la façon à ce que le coût soit le mini possible .

2.13.3.1.3.1. Usure des outils



2.13.3.1.3.2. Moindre usinage



2.13.3.2. Tableau d'analyse de contraintes d'antériorité

Faculté des sciences de l'ingénieur, D <sup>t</sup> de G. MECANIQUE		TABLEAU D'ANALYSE DE CONTRAINTES D'ANTERIORITE		Nom		
Ensemble :			Pièce :		Matière :	
Dimensionnelle			Géométriques		Technologiques	Economique

N°

	B	5 <sub>E</sub>	5 <sub>1/2F</sub>	5 <sub>F</sub>	T CBE	1	2	3	4		
	OX	OY	OZ	OB	//	⊥	⊕	≡		Opération	Moindre usinage
B							3F			5E	
5F											

**Tableau 2-1** : Tableau d'analyse de contraintes d'antériorités

2.13.4. Tableau des niveaux

Ce document se présente sous forme d'une matrice qui permet de résoudre systématiquement le problème de la technologie des opérations (voir exemple d'application).

<b>B</b>					<b>0</b>	<b>B</b>	/	/	/
<b>5<sub>E</sub></b>	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5<sub>E</sub></b>	/	/
<b>5<sub>1/2F</sub></b>		<b>1</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5<sub>1/2F</sub></b>	/
<b>5<sub>F</sub></b>			<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5<sub>F</sub></b>

**Tableau 2-2 : Tableau des niveaux**

### 2.13.5. Groupement des phases

Ce travail vise à regrouper les phases qui peuvent se faire sur un seul poste : on détermine ensuite un ordre chronologique des différentes phases (processus de fabrication)

		opérations	niveaux
Phase Fraisage	}	9F	1
		2E, 9F	2
Phase Tournage	}	4F	3
			4
		6E, 8F	5

**Tableau 2-3 : Tableau de groupement des phases**

D'où la présentation des processus de fabrication :

Phase 10      fraisage      9F      2E

Phase 20

tournage

9F

4F

6E

8F

## 2.4-Gamme d'usinage

### 2.4.1-Pièce 01(support)

ENSEMBLE : support Pièce : 01		MATIERE : A5SI26			FEUILLE D'ANALYSE DE FABRICATION
N	Désignation	Machine	Outillage	contrôle	Croquis
100	Contrôle du brut	Atelier de contrôle			92±0.01 X 20±0.01
200	<p><b>Fraisage:</b> Une pièce en montage référentiel défini par : -Appui plan (1, 2,3) Sur B2. -Appuis linéaire (4,5) sur B3 -Appuis ponctuel (6) sur B1 <b>301</b> : surface (2) en finition. CF=92 ± 0.01  Ra= <math>3.2\sqrt{\quad}</math></p>	FCN	Fraise 2TØ 40	CMD 92±0.01	
300	<p><b>Fraisage :</b> Une pièce en montage référentiel défini par : -Appui plan (1, 2,3) Sur B2. -Appuis linéaire (4,5) sur B3. -Appuis ponctuel (6) sur B1. <b>301</b> : surface (1) en finition. CF=20±0.01 CF=92±0.01 <b>302</b>: Centrer (4), (6), (8). CF=35±0.03 CF=70±0.01 <b>303</b> : perçage(4), (8), en finition. CF=Ø10H7 <b>304</b>:perçage(6) en finition. CF= Ø 20H8</p>				

	<p><b>305</b> : lamer (5), (9), en finition.</p> <p>CF= Ø15</p> <p><b>306</b> : lamer (7), en finition.</p> <p>CF= Ø25</p>				
400	<p><b>Fraisage :</b> Une pièce en montage référentiel défini par : -Appui plan (1, 2,3) Sur B2. -Appuis linéaire (4,5) sur B3. -Appuis ponctuel (6) sur B1.</p> <p><b>401</b> : lamer (17), (19), en finition.</p> <p>CF= Ø15</p> <p><b>402</b> : lamer (18), en finition.</p> <p>CF= Ø25</p>				
500	<p><b>Fraisage :</b> Une pièce en montage référentiel défini par : -Appui plan (1, 2,3) Sur B3. -Appuis linéaire (4,5) sur B2. -Appuis ponctuel (6) sur B1.</p> <p><b>501</b> : surface (3) en finition. CF=40±0.2</p> <p><b>502</b> : perçage(10), en finition. CF=Ø5</p> <p><b>502</b> : chanfreiner (11) F. Cm=R2.5</p> <p><b>503</b> : fileté (12) F. CF=M5 CF=40±0.2</p>				

<b>600</b>	<b>Contrôle finale</b>  <b>601</b> : dimensionnelle  <b>602</b> : géométrique  <b>603</b> : état de sur faces				
------------	--	--	--	--	--

<p><b>600</b></p>	<p><b>Fraisage :</b>          Une pièce en montage référentiel défini par :          -Appui plan (1, 2,3) Sur B2.          -Appuis linéaire (4,5) sur 8.          -Appuis ponctuel (6) sur 16.</p> <p><b>601 :</b> surface (15) en finition.          CF=20±<sup>0.1</sup>          CF=107±<sup>0.2</sup></p> <p><b>602:</b> Centrer (2), (3), (9), (11) .          CF=14±<sup>0.1</sup>          CF=42.5±<sup>0.1</sup>          CF=22±<sup>0.1</sup>          CF=79±<sup>0.15</sup>          CF=14±<sup>0.05</sup>          CF=47±<sup>0.1</sup></p> <p><b>603 :</b>          perçage(2), (9), (9), (11 en finition.          CF= Ø 10H8</p> <p><b>604 :</b>          lamer(2) (11) en finition.          CF=Ø16</p>	<p>FCN</p>	<p>Fraiseuse 2T          Ø 40 en ARS</p> <p>Forer centre Ø 11 en ARS</p> <p>Forer Ø 10 en ARS</p> <p>Fraiseuse lamé</p>	<p>CM          D          107</p> <p>TL          D</p> <p>TL          D          10          H8</p> <p>TL</p>	<p>The technical drawing consists of two views: a cross-section (top) and a top view (bottom).  <b>Cross-section:</b> Shows a rectangular part with a central slot. Dimensions include a total width of 107±0.2, a distance of 79±0.15 from the left edge to the start of the slot, and a distance of 42.5±0.1 from the left edge to the center of the slot. The slot width is 14±0.1, and the distance from the center of the slot to the right edge is 22±0.1. A vertical dimension of 20± is shown on the right side. Callouts 1, 11, 2, and 3 point to specific features. A reference B2 is indicated at the bottom right.  <b>Top view:</b> Shows a rectangular part with a central slot. Dimensions include a total width of 67±0.15, a distance of 47±0.1 from the left edge to the center of the slot, and a distance of 14±0.05 from the center of the slot to the right edge. Callouts 4, 12, and 2 point to specific features.</p>
-------------------	--	------------	---	---	---

			$\varnothing$ 16	D 16	
5 00	<b>Contrôle finale</b> 501 : dimensionnelle 502 : géométrique 503 : état de surfaces	<b>Poste de controle</b>			

Tableau 4-9 : tableau du niveau de la pièce (1)

Faculté de technologie département génie mécanique																	Tableau des niveaux							Pièce : 01						
Matrice des antériorités :																	Niveaux :													
	B	1F	2F	3F	4E	4F	5F	6E	6F	7 F	8E	8F	9F	10F	11F	12F	13F	TOL	1	2	3	4	5	6	7					
B	■																	0	B											
1F	1	■																1	0	1F										
2F	1		■															1	0	2F										
3F	1			■														1	0	3F										
4E	1				■													1	0	4E										
4F	1				1	■					1							3	2	2	0	4F								
5F						1	■											1	1	1	1	0	5F							
6E	1							■										1	0	6E										
6F								1	■			1						2	2	2	0	6F								
7F									1	■								1	1	1	1	0	7F							
8E	1										■							1	0	8E										
8F			1								1	■						2	2	2	8F									
9F												1	■					1	1	1	0	9F								
10F									1					■				1	1	1	1	0	10F							
11F														1	■			1	1	1	1	1	0	11F						
12F															1	■		1	1	1	1	1	1	0	12F					
13F		1															■	1	1	1	13F									

## ***CONCLUSION GENERALE***

Ce travail consiste à l'élaboration d'un dossier de fabrication d'un produit industriel.

Tout d'abord, on a été amené à faire une application de la conception d'un support de perceuse, puis une analyse de fabrication des différentes pièces qui composent ce support pour déterminer les processus de fabrication, ensuite on a déterminé les dossiers de fabrication de chaque pièce (Simulation de fabrication, la Gamme d'usinage et Contrats de phase).

D'ailleurs, ce projet nous a amené à faire l'application de la conception de n'importe quelle pièce.

Par conséquent, ce travail nous a permis de maîtriser l'établissement des dossiers de fabrication, ainsi la maîtrise de la cotation de fabrication par la méthode de dispersion dite des méthodes  $\Delta L$  et comment en fait une gamme d'usinage avec un contrat de phase.

**Tableau 4-2 : Tableau d'optimisation et répartition de la pièce (01)**

	$\Delta l_1^{(00)}$	$\Delta l_2^{(10)}$	$\Delta l_2^{(20)}$	$\Delta l_2^{(30)}$	$\Delta l_3^{(20)}$	$\Delta l_4^{(20)}$	$\Delta l_4^{(30)}$	$\Delta l_5^{(20)}$	$\Delta l_6^{(60)}$	$\Delta l_7^{(20)}$	$\Delta l_8^{(20)}$	$\Delta l_8^{(30)}$	$\Delta l_9^{(20)}$	$\Delta l_{10}^{(00)}$	$\Delta l_{10}^{(10)}$	TCBE	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>
<u>1</u>			0.02 5										0.02 5			0.05	0.02 5	-	-	-	-	-	-	-
<u>2</u>					0,1				0.2							0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	-	-	-	-
<u>3</u>								0.2	0.2							0.4	0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	-
<u>4</u>			0.02 5							0,00 75						0.1	0.05	0.025	-	-	-	-	-	-
<u>5</u>										0,00 75	0,00 75					0.04	0.02	0,0075	-	-	-	-	-	-
<u>6</u>	0,5	0,5												0,5	0,5	min	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>7</u>		0,5	0.02 5										0.02 5		0,5	min	-	-	-	0.05	-	-	-	-

# ***LISTE DES FIGURES***

## **CHAPITRE 1**

### **ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE**

<b>Figure 1-1</b> : La structure fonctionnelle de l'Entreprise [1] .....	4
<b>Figure 1-2</b> : La structure divisionnelle de l'Entreprise [1].....	5
<b>Figure 1-3</b> : la Structure matricielle (multidivisionnelle) de l'Entreprise [1] .....	6
<b>Figure 1-4</b> : Les différents services et bureaux sont intimement liés, les échanges sont présent tout au long du processus [3].....	9
<b>Figure 1-5</b> : processus d'étude d'avant projet [3] .....	10

## **CHAPITRE 2**

### **CONCEPTION D'UN PRODUIT NOUVEAU**

<b>Figure 2-1</b> : processus de conception de produit [4] .....	11
<b>Figure 2-2</b> : hiérarchique de processus de conception [4].....	12
<b>Figure 2-3</b> : organigramme d'une démarche possible pour la conception d'un produit [4] ...	14
<b>Figure 2-4</b> : organigramme des étapes de la conception [4] .....	15

## **CHAPITRE 3**

### **DOSSIER DE FABRICATION**

<b>Figure 3-1</b> : gamme d'usinage [5] .....	23
<b>Figure 3-2</b> : Contrat de phase [5] .....	25
<b>Figure 3-3</b> : La fiche de réglage [5] .....	26
<b>Figure 3-4</b> : La fiche d'instruction détaillée [5] .....	27
<b>Figure 3-5</b> : Les différents types de posage. [6].....	29
<b>Figure 3-6</b> : Les différents modes de bridage. [6] .....	29



# ***LISTE DES TABLEAUX***

## **CHAPITRE 1**

### **ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE**

**Tableau 1-1** : Les principales fonctions de l'entreprise [1]..... 3

**Tableau 1-2** : Comparaison des différentes structures retenues [1] ..... 7

# ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

- [1] Patrick Monassier (cours entreprise organisation et fonctionnement).
- [2] M.hamou, «organisation de l'entreprise»,  
Cours de 3<sup>ème</sup> année, département de génie mécanique, UBB Tlemcen, 2013.
- [3] D. Duret, « Bureau de Méthode », Edition marketing, paris,  
Mars 1995.
- [4] Robert Lane, « président de la kellogg of management, 2003»,
- [5] M. RICHARD «Le dossier de fabrication 1pco05v3.doc Révisé le 07 oct. 2004»,  
Cours n... : version professeur Lycée P. Duez Cambrai.
- [6] Saïd ZIRMI « thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de grenoble  
Délivré par l'institut polytechnique de grenoble spécialité : « génie industriel:  
Conception et production »», présentée et soutenue publiquement le 14/10/2010 Henri  
PARIS.
- [7] D. Duret, « simulation de gamme d'usinage », revue de l'ingénieur et du  
Technicien de l'enseignement technique, n°229,1981, pp. 34-37.
- [8] P. Bourdate, « les chaines de côtes de fabrication », revue de l'ingénieur et du  
Technicien de l'enseignement technique, n°191, Mai-juin1973, PP.15-23.