

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MUSTAPHA BENBOULAIID BATNA 2 FACULTE
DE TECHNOLOGIE**

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

Master 1 : Maintenance des Machines Thermiques et Hydrauliques

MATIERE : Bureau d'études

Option

Ingénierie des systèmes mécaniques productives

Réalisé par

Dr. Benlahmidi Said

Objectifs de l'enseignement

- Apprendre les méthodes d'organisation des bureaux des études.
- Etudes des Cahiers des charges définissant un projet.

Connaissances préalables recommandées

Construction mécanique, Dessin Technique, Dessin Assistée par Ordinateur.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Organisation générale du Bureau d'études (3 semaines)

- 1.1- Introduction générale
- 1.2- Etude de marché
- 1.3 - Principales fonctions d'un Bureau d'études

Chapitre 2 : Application pratique (4 semaines)

- 2.1- Choix d'une unité de fabrication mécanique
- 2.2 - Etablissement de l'organigramme de l'unité
- 2.3 - Localisation du B.E. dans l'unité
- 2.4 - Relation BE avec les autres services
- 2.5 - Documentation du Bureau d'études

Chapitre 3 : Conception d'un mécanisme de Transmission de Puissance (4 semaines)

- 3.1- Définition des paramètres d'entrée et de sortie
- 3.2- Choix du mode de transmission
- 3.3 - Conception et Dimensionnement des pièces
- 3.4 - Normalisation des pièces
- 3.5 - Assemblage et mise en plan du produit.

Chapitre 4 : Etudes et Gestion de Projets (4 semaines)

- 4.1- Définition du projet
- 4.2 - Etude de l'environnement
- 4.3 - Etude de la rentabilité du projet
- 4.4- Choix de l'implantation du projet
- 4.5 - Conception du projet
- 4.6 - Répartition des tâches sur les services du Bureau d'études.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen : 60 %.

I. ORGANISATION GENERALE DU BUREAU D'ETUDE

I.1 Introduction

Dans un monde en perpétuelle évolution, les industries de la mécanique doivent s'adapter aux contraintes de la mondialisation qui entraînent une concurrence accrue. Les critères de choix du client sont la qualité, le prix et la disponibilité du produit (figure 1). Si les prix et la disponibilité sont des critères chiffrables et ne prêtent pas de confusion, la qualité reste dans notre société, autant pour le consommateur que pour le fabricant, une notion très vague et complexe. L'ouverture des frontières aux produits et service, imposée par l'économie de marché, fait que le champ de compétition entre les entreprises ne va plus se limiter à une région ou à un pays, mais s'étendra à l'échelle mondiale. La plus grosse part du marché reviendra incontestablement à l'entreprise qui saura le mieux satisfaire les exigences du client sur les caractéristiques techniques et le prix du produit proposé.



Figure 1.1 : Triangle de qualité

I.2 Généralités

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

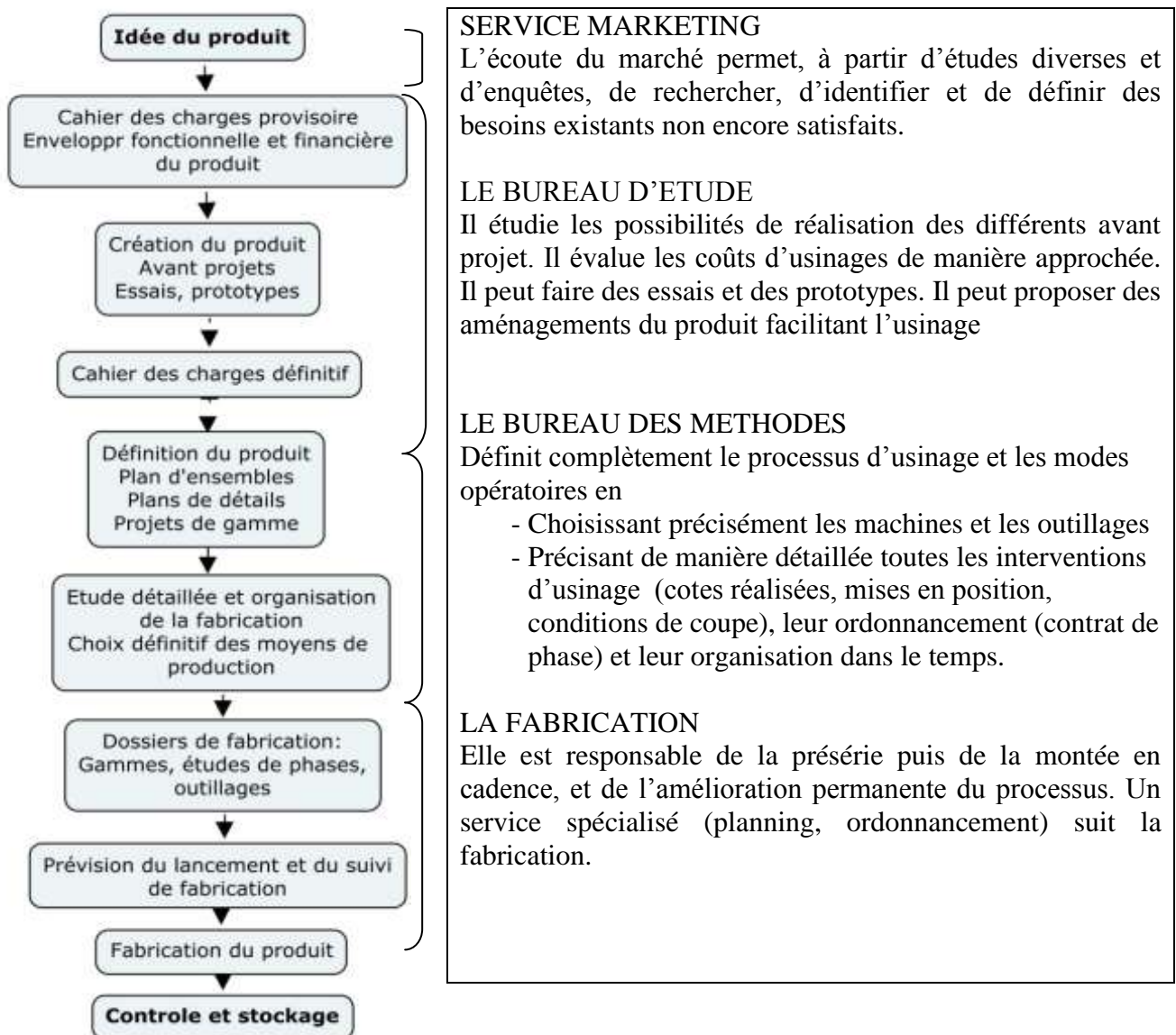


Figure 1.2 : Les différents services et bureaux

L'élaboration d'un projet demande la mise en place de moyens (Humains et Matériels) permettant de faire un suivi correcte et efficace. Ce qui implique que, les ingénieurs et techniciens des Bureaux d'Etudes et Méthodes doivent être formés au courant de l'état d'avancement de la technologie. Ils doivent disposer d'un matériel moderne et complet, d'instruments perfectionnés et précis ainsi qu'une documentation abondante, moderne, variée, complète et précise pour une bonne gestion de projet (figure 3).

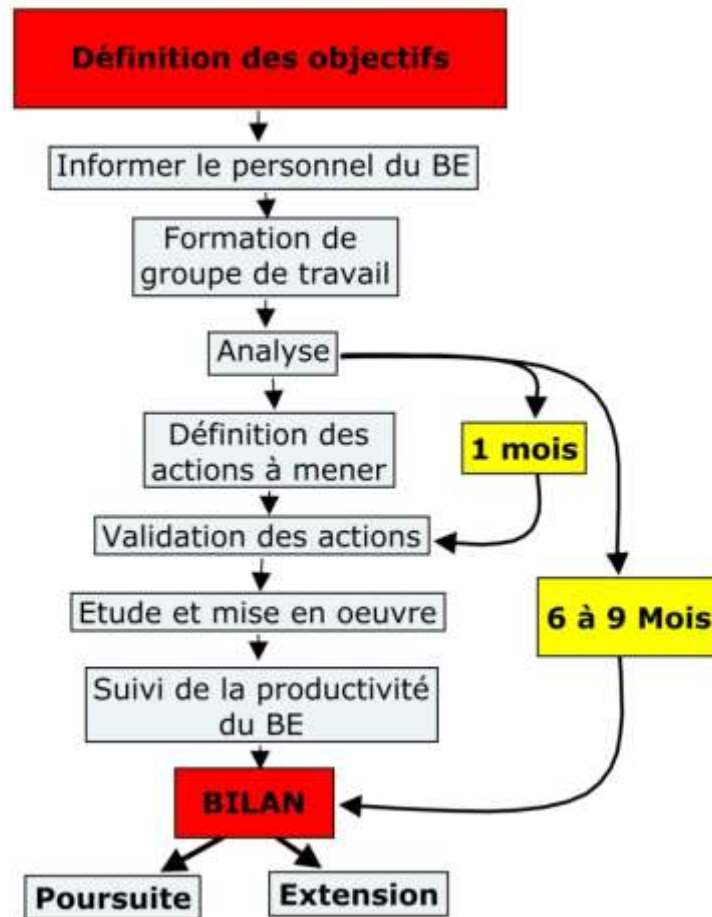


Figure 1.3 : Les différentes étapes du projet

Cela ne peut se faire du jour au lendemain c'est un travail de longue durée continu avec une volonté et un vouloir faire de tous acteurs présents dans le secteur économique.

I.3 Les principales fonctions

I.3.1 Fonction conception

La tâche principale de la fonction conception est de répondre aux besoins des clients en faisant l'étude et la réalisation de documents techniques sur la base du cahier des charges préalablement établi.

I.3.2 Fonction gestion de production

Elle comporte notamment :

- **La planification stratégique** : Elle gère les délais et les stocks des produits finis. Elle reçoit les commandes des clients ainsi que les prévisions et elle fournit le plan directeur de production.
- **La planification des composants** : Elle gère les délais et les stocks des composants. Elle reçoit le plan directeur de production et les nomenclatures et elle fournit les ordres de fabrication et d'achats.
- **L'ordonnancement** : Il gère les postes de travail au niveau des ateliers. Il reçoit les gammes, temps, ordre et disponibilités des postes de travail. Il fournit l'engagement des postes d'ateliers.

I.3.3 Fonction Méthodes

Le Bureau des Méthodes énumère et ordonne les opérations nécessaires à l'obtention de chaque pièce par une rédaction de gamme de fabrication ainsi qu'il prépare les moyens de production et de contrôle additivement à cela il :

- Conçoit et fait réaliser les outillages ;
- Aménage les postes de travail ;
- Programme et règle les machines ;
- Planifie la fabrication ;
- Suit l'exécution et modifie si nécessaire le planning pour respecter les délais.

I.3.4 Fonction Production (Fabrication)

Elle comporte en particulier :

- **Le suivi de production** : Il a pour tâche le suivi et la surveillance de l'exécution des ordres. Il reçoit les documents et programmes de fabrication et il fournit les données de suivi.
- **Les ateliers et les postes de fabrication** : Ils exécutent les différentes opérations de réalisation des pièces. Ils reçoivent les ordres de fabrications (O.F.) et les données techniques (contrats de phase, programmes CN, fiches de réglage,...etc.). Ils fournissent différents états, notamment celui de l'avancement des travaux.

- **La maintenance :** En plus des actions de maintenance, elle contribue à la fabrication des moyens. Elle reçoit les messages des postes de fabrication et elle fournit les données de l'état de la maintenance.

Pour la Bibliographie , voir le 3^{ème} chapitre

II. APPLICATION PRATIQUE

II.1 La notion de structure d'une entreprise

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).

II.1.1. 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.

II.1.2 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.

a. La structure fonctionnelle

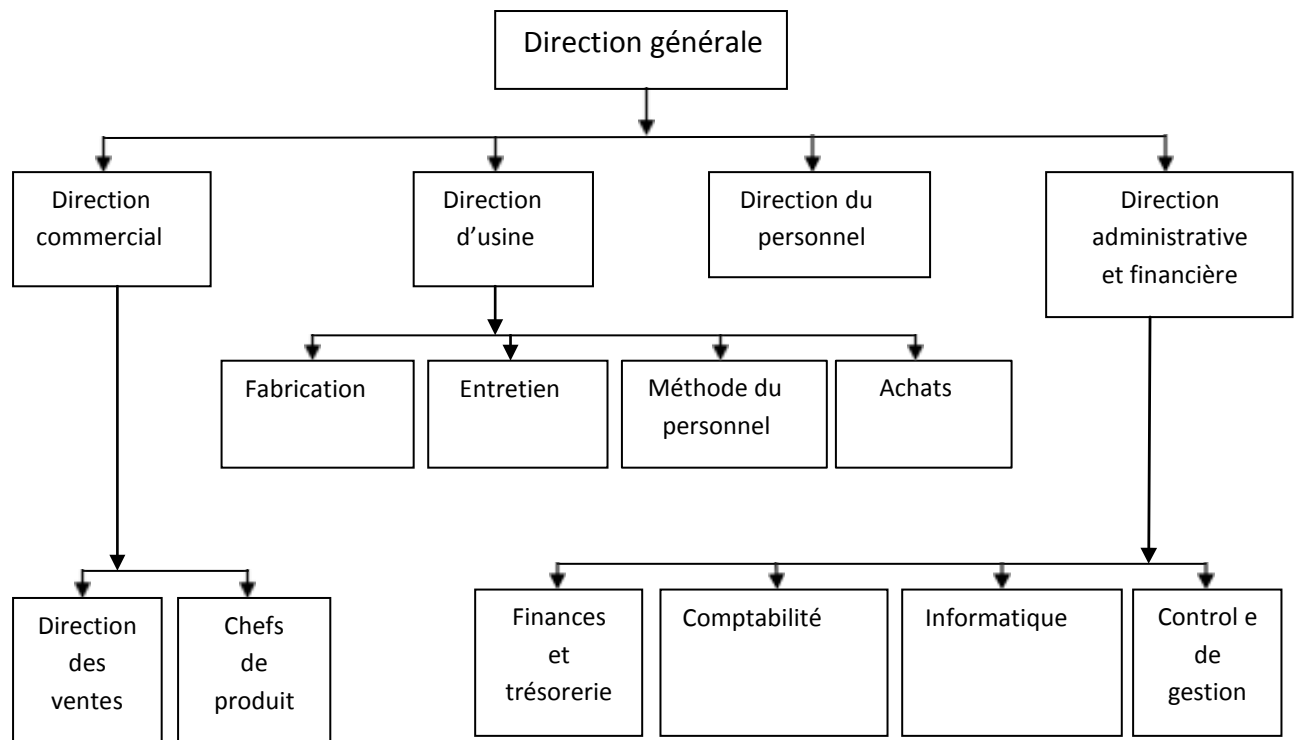


Figure 2-1 : La structure fonctionnelle de l'Entreprise

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).

b. 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.

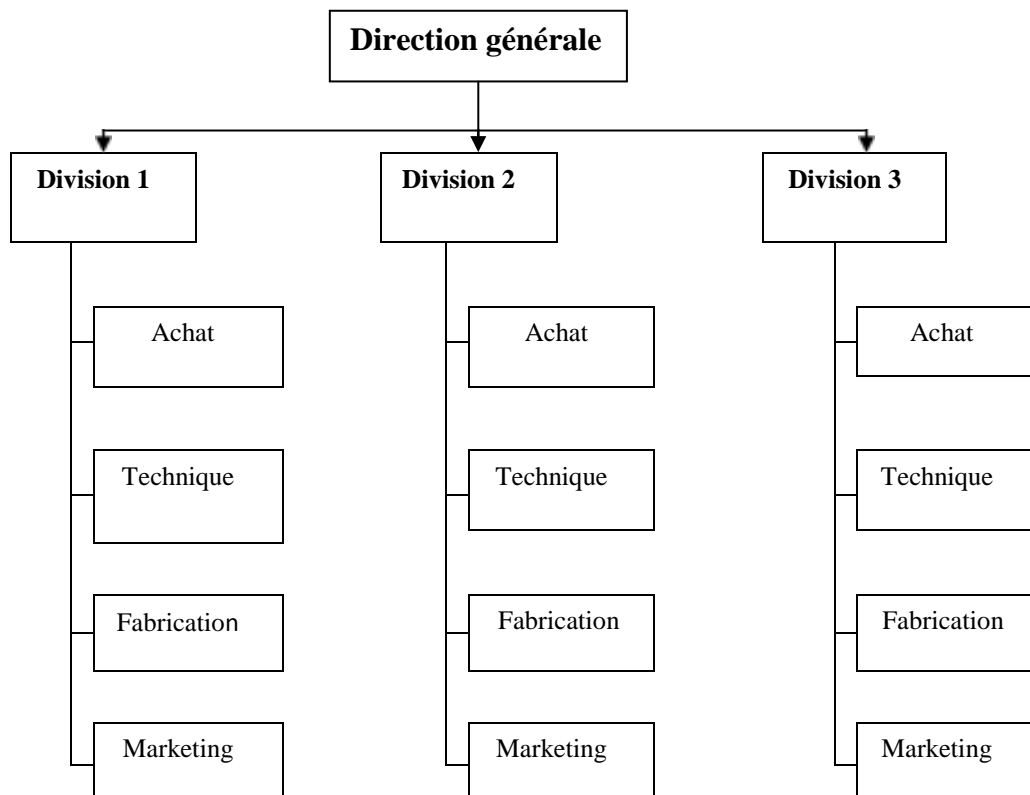


Figure 2-2 : La structure divisionnelle de l'Entreprise

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.

c. 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.

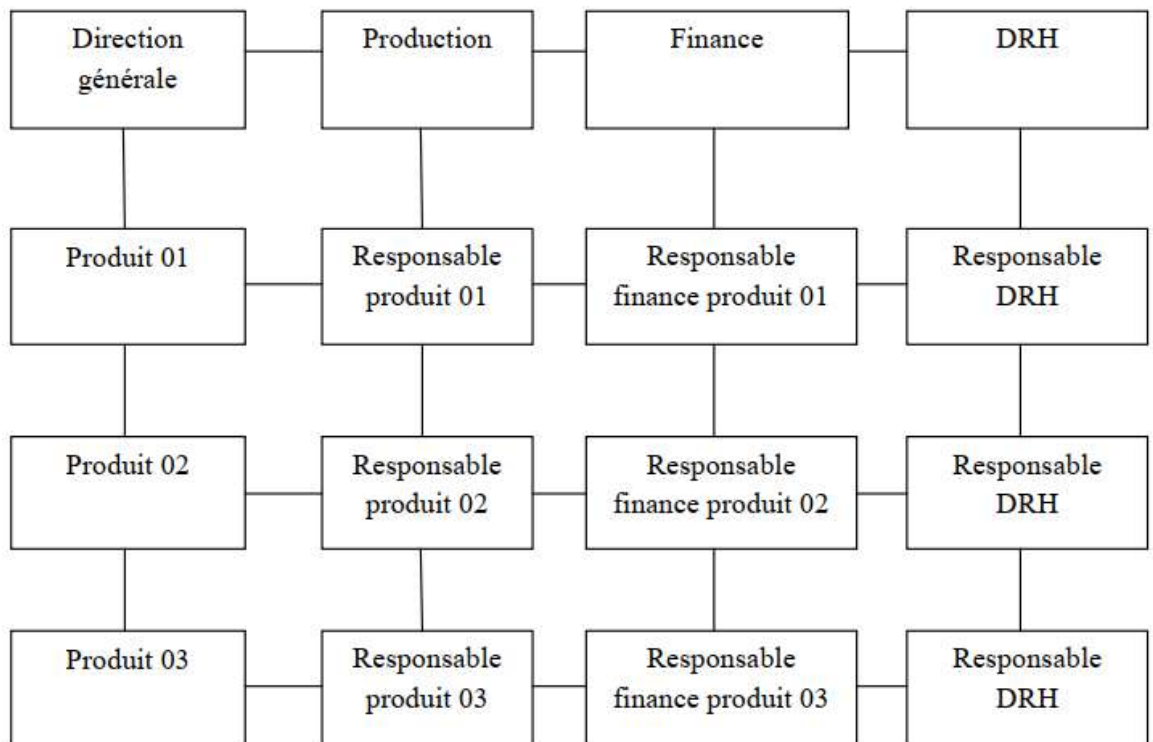


Figure 2-3 : la Structure matricielle (multidivisionnelle) de l'Entreprise

II.2 Conception d'un produit nouveau

II.2.1 Généralités

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.

II.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.

II.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.

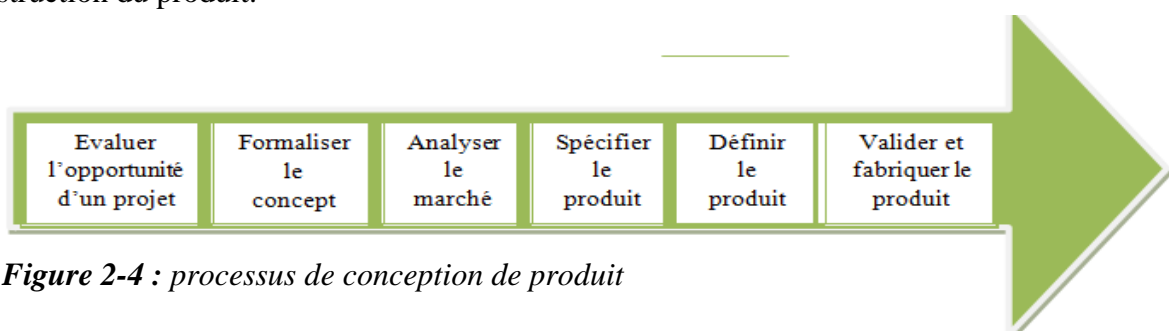


Figure 2-4 : processus de conception de produit

II. 2.4. Le modèle hiérarchique de processus de conception

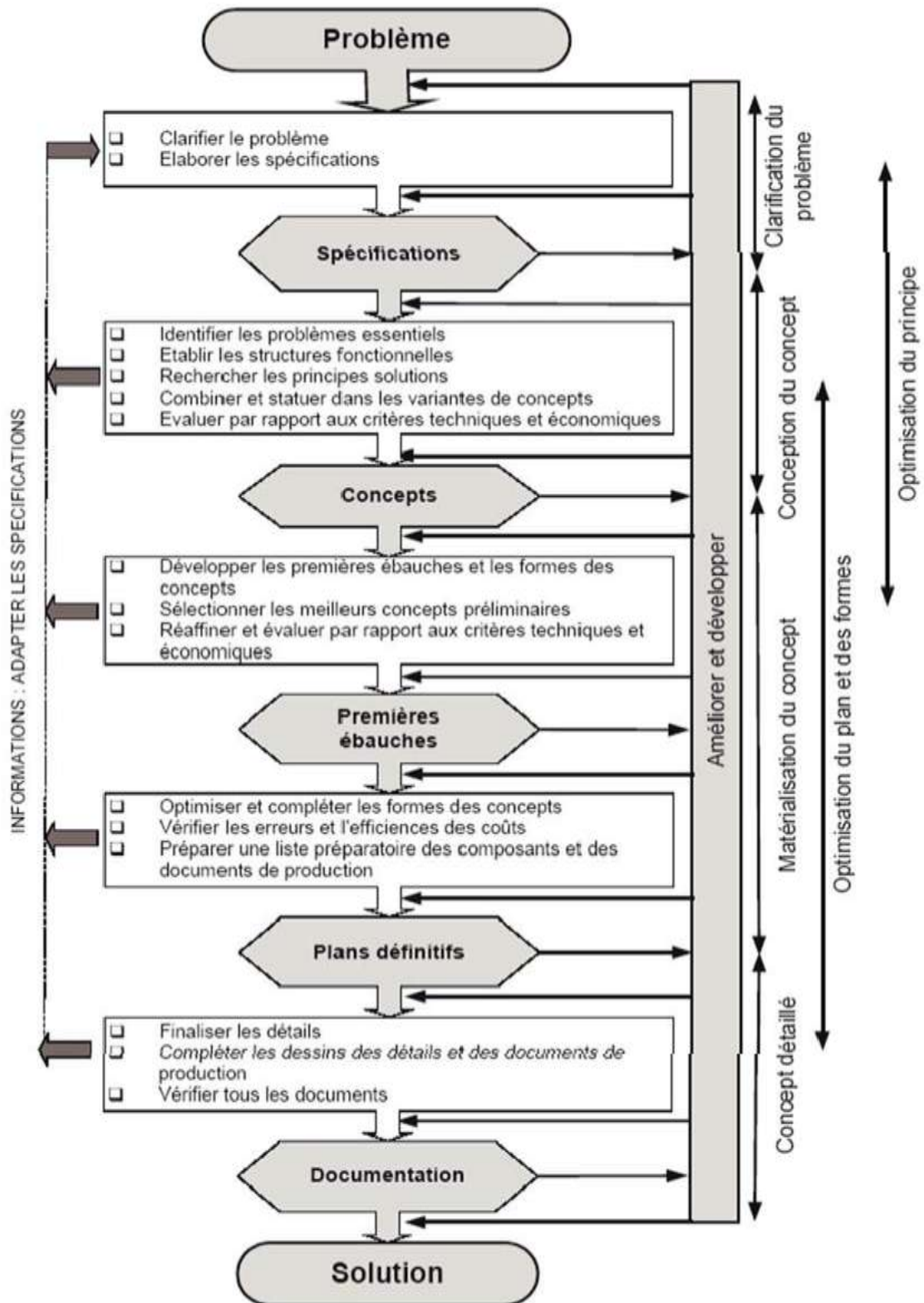
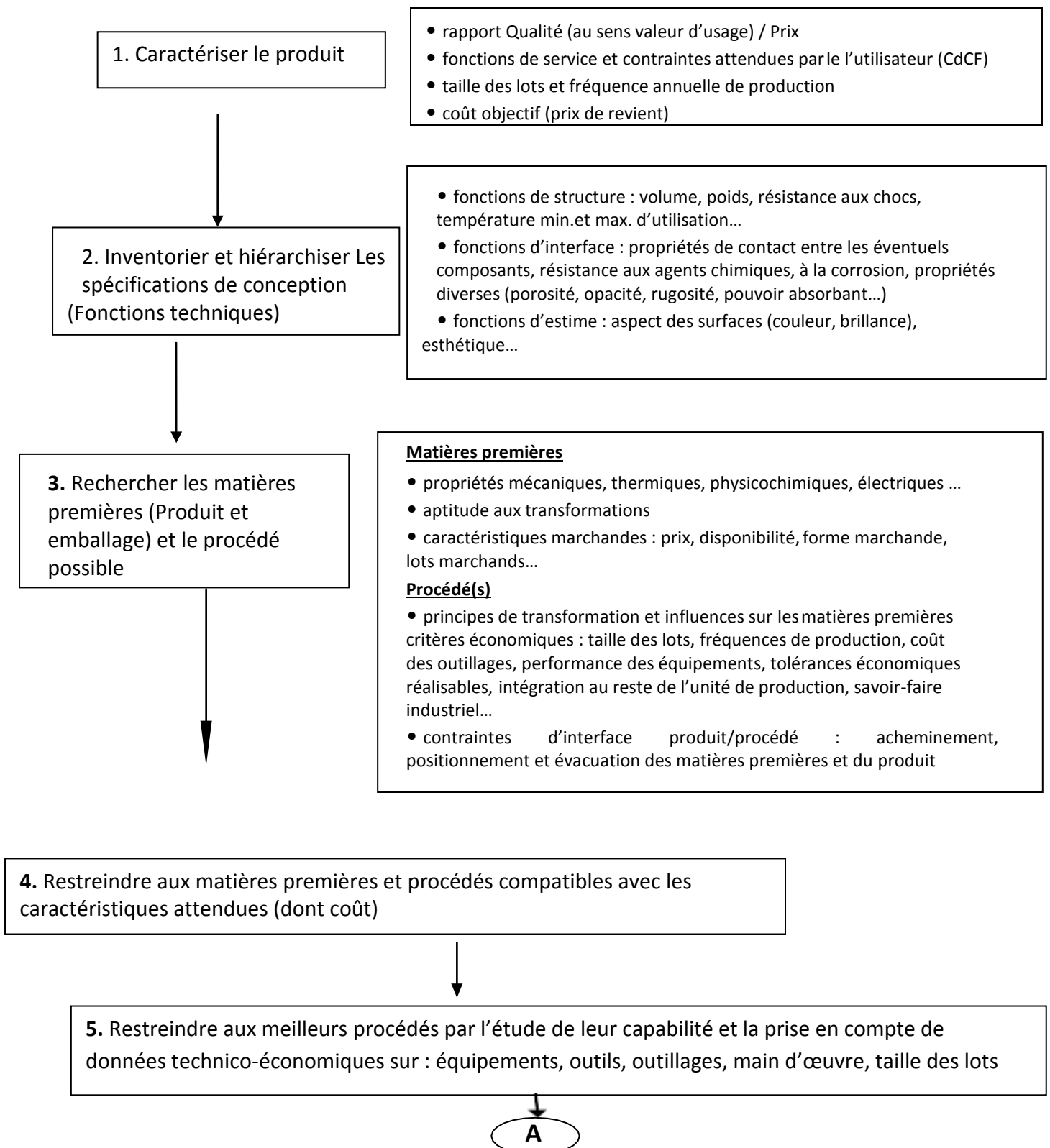


Figure 2-5 : hiérarchique de processus de conception

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



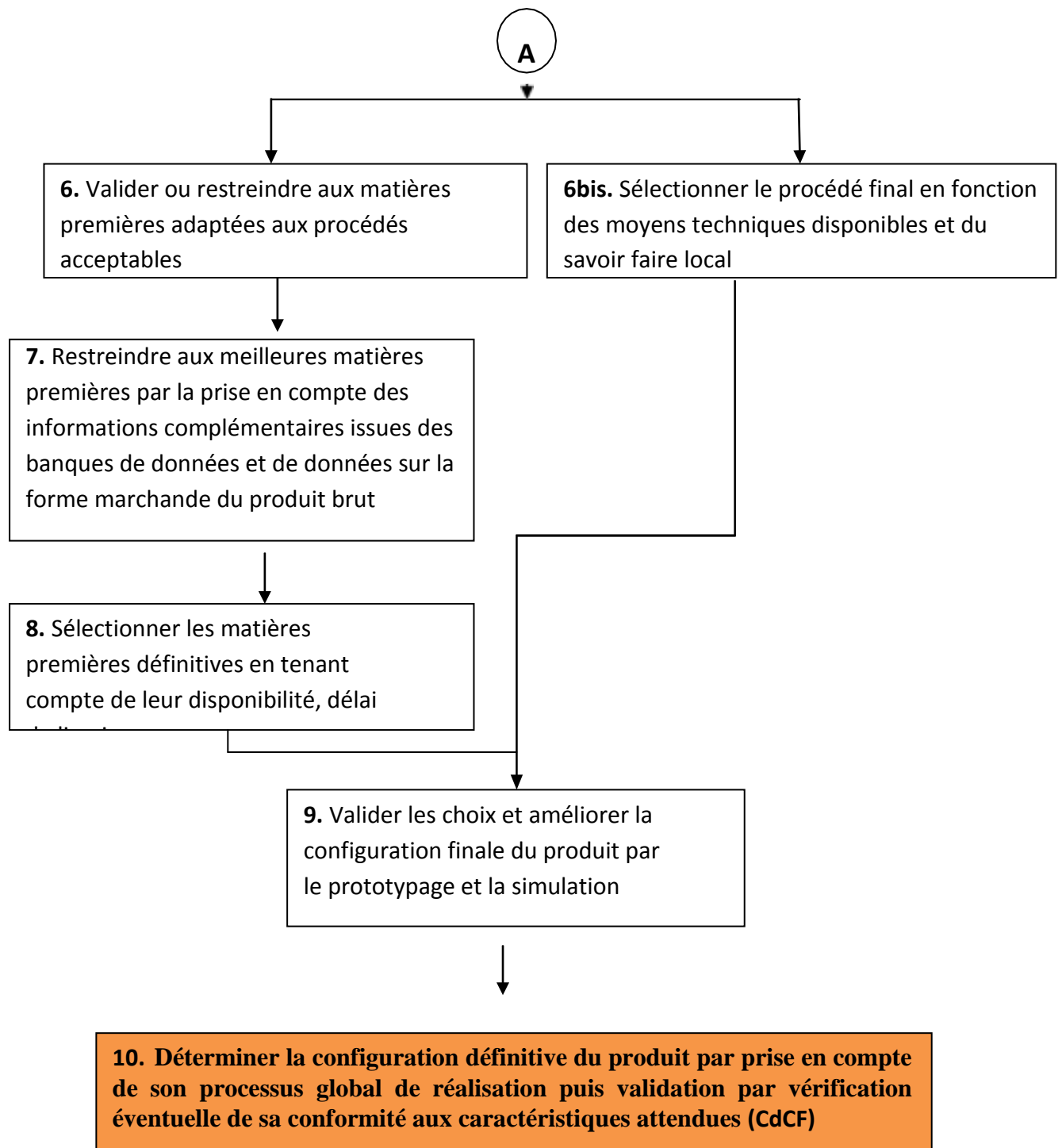


Figure 2-6 : organigramme d'une démarche possible pour la conception d'un produit

II.2.6 Les étapes de la conception

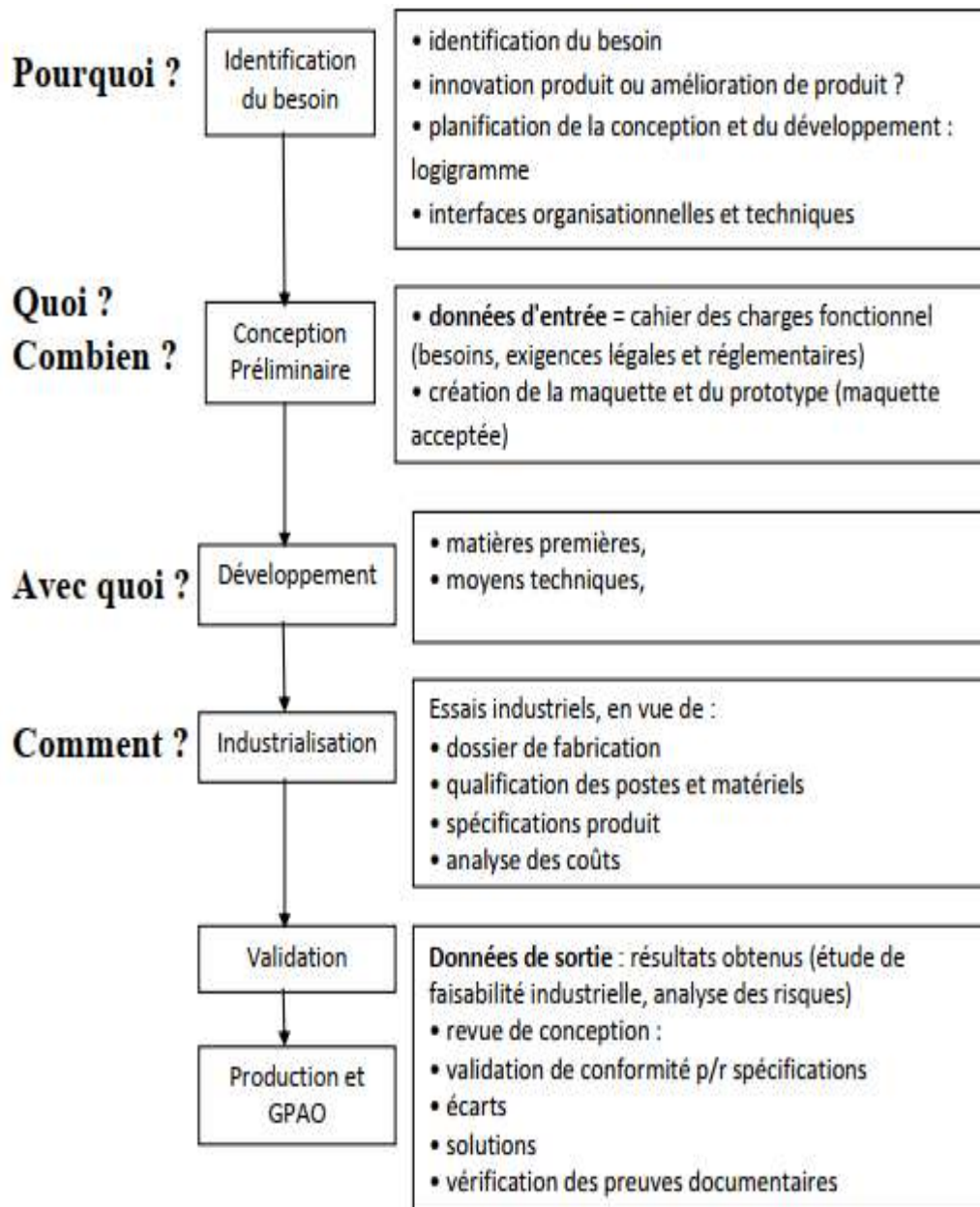


Figure 2-7 : organigramme des étapes de la conception

II.3 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.

II.3.1 Présentation du besoin

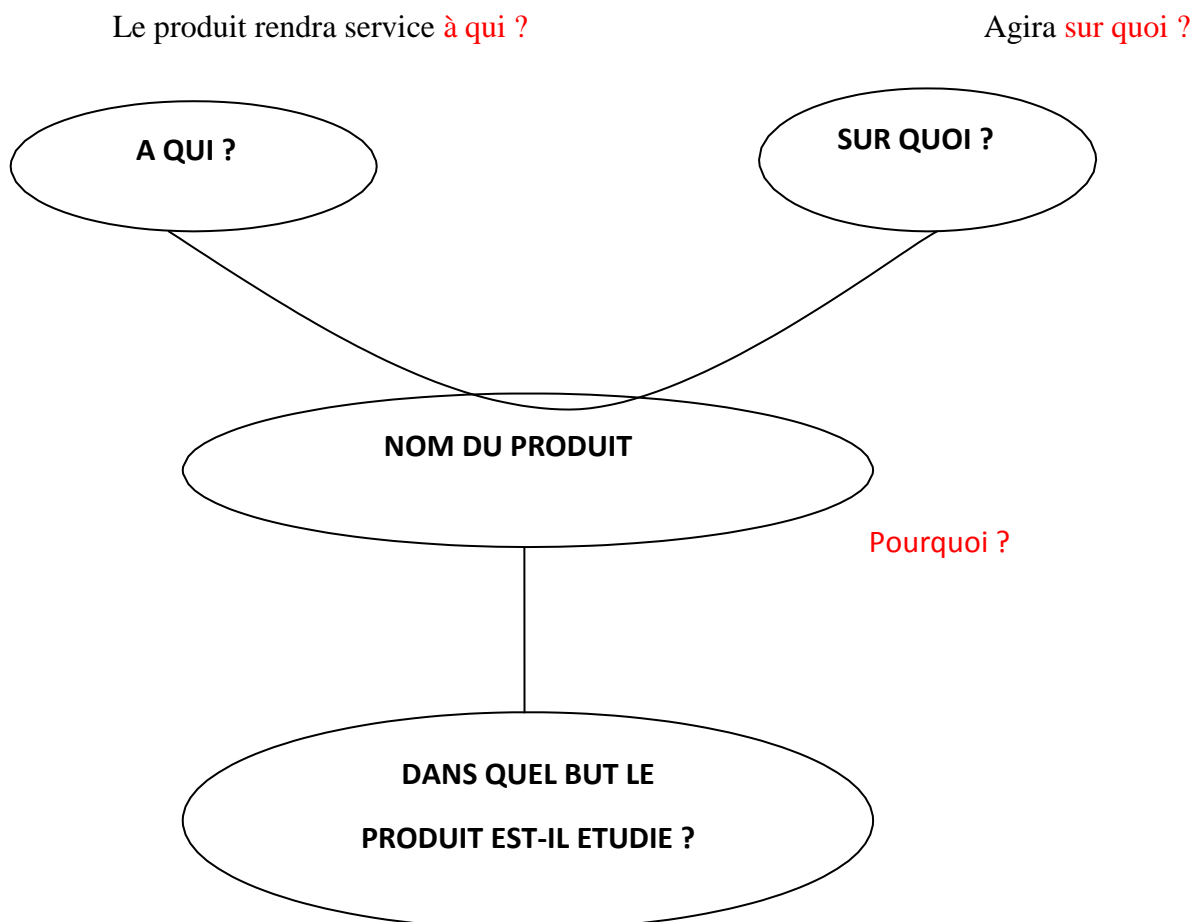
➤ Le besoin et son marché

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

➤ Les objectifs

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

➤ Identification du service



II.3.2 Structure du cahier des charges type

Il est indispensable de partager certaines informations avec les fournisseurs et sous-traitants potentiels afin de leur permettre de répondre de la manière la plus adéquate possible à la demande et d'augmenter les chances de succès. Ce cahier des charges type doit être pris comme une checklist des postes à prendre en compte, des données à transmettre et des questions à ne pas omettre.

➤ **Ressources disponibles**

Ressources humaines

Ressources matérielles

➤ **Profil du public cible** : le public visé par le cahier de charges

➤ **Analyse des besoins**

L'analyse des besoins (souvent couplée à une analyse de l'existant) consiste à évaluer les forces et faiblesses du projet en regard des objectifs poursuivis, du profil du public cible et de divers paramètres (contexte du projet et contraintes multiples: institutionnelles, économiques, politiques, techniques, etc.). Les résultats de l'analyse des besoins sont déterminants dans la réussite ou l'échec du projet puisqu'ils vont permettre de l'orienter, d'identifier les priorités et d'effectuer le choix technique opportun.

➤ **L'étude de l'existant**

L'étude de l'existant consiste à mettre à plat, de façon aussi claire que possible, l'analyse qualitative et quantitative du fonctionnement actuel. Une analyse de l'existant comprend trois parties distinctes :

1. La première consiste à recueillir les informations ; elle est réalisée à partir d'entretiens ou de questionnaires, tableaux de bords, catalogues, études, données statistiques etc.
2. La seconde consiste à analyser, classer et donner une vue synthétique de l'ensemble des informations collectées par domaine fonctionnel.
3. La troisième consiste à esquisser une modélisation à grosses mailles des données et des traitements. L'état des lieux peut aboutir à une critique de l'existant qui analyse les points positifs et négatifs.

➤ **L'analyse des besoins**

Selon Bénard (1990), le besoin c'est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur. Ce besoin peut être explicite ou implicite, potentiel, avoué ou inavoué.

➤ **. Les caractéristiques fonctionnelles**

Dans le cahier des charges le service de documentation a exprimé ses besoins et ses attentes. Il attend en retour une réponse du prestataire. Le cadre de réponse est l'appellation globale des tableaux que le prestataire doit remplir : tableaux cadre des caractéristiques fonctionnelles et techniques. Ces tableaux seront des instruments très utiles à trois niveaux :

1. Pour comparer et sélectionner le prestataire ou la solution.

2. Pour obliger le prestataire à s'engager sur toutes les questions.

3. Pour permettre de réaliser la vérification d'aptitude (recette).

Le cadre de réponse est souvent mis en annexe au cahier des charges, mais dans le cadre d'un appel d'offre il est préférable de l'annexer à l'acte d'engagement, premier document constituant le marché.

➤ **Le cadre juridique**

Tout projet, une fois lancé, possède un caractère contractuel. Ce contrat engage client et prestataire sur la base du cahier des charges.

Si la prestation est externalisée, le cahier des charges intégrera un cadre juridique contraignant et spécifique : un contrat de droit privé si le projet est lancé par une entreprise, un marché dans le cadre du Code des Marchés Publics s'il s'agit d'un établissement public.

Le professionnel de l'information n'a pas à formaliser le contrat, ceci sera affaire du service administratif ou juridique. Néanmoins, quelques notions lui seront utiles pour bien préparer le cahier des charges et pour choisir la procédure la plus adéquate:

L'objet du contrat, Les lieux d'exécution et de livraison, La durée du contrat/marché, les caractéristiques principales, les critères d'attribution du marché , appel d'offres ouvert , appel d'offres restreint.

II.4 Indications

➤ rôle du bureau des méthodes

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

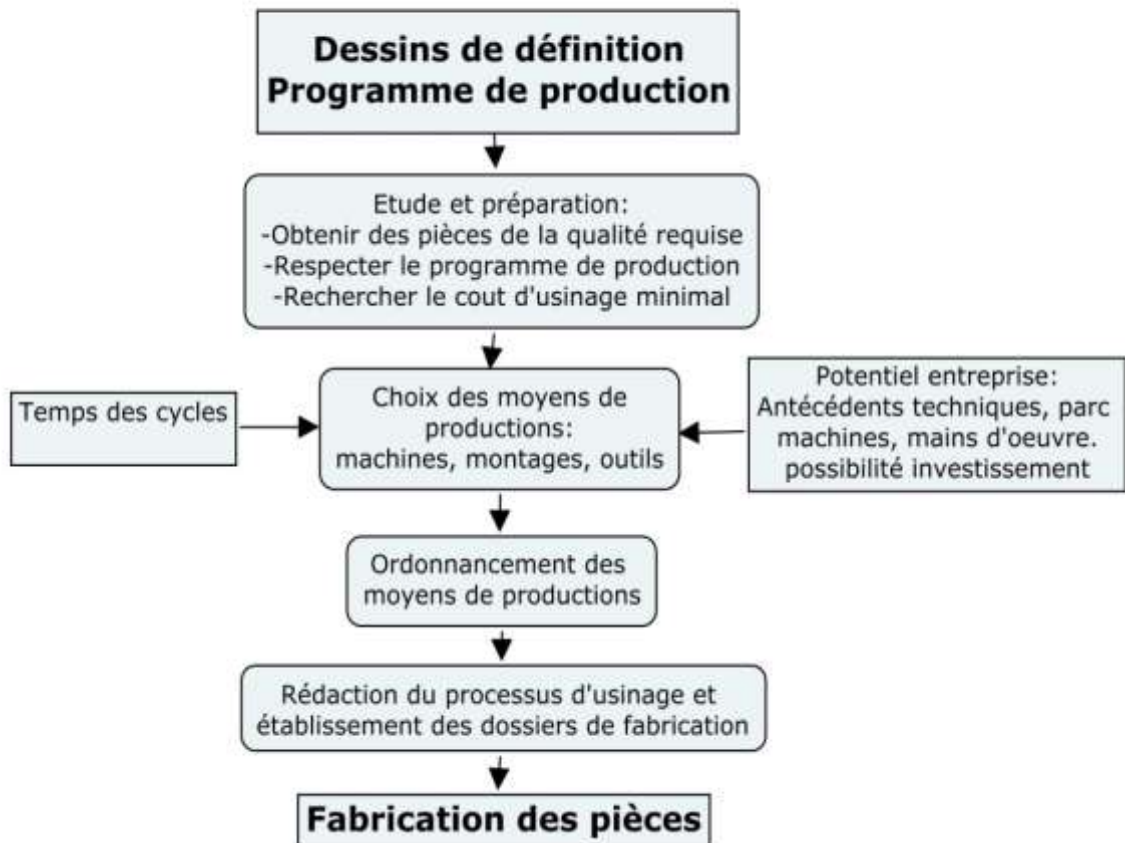


Figure 2.8 Les différentes étapes dans le BDM

➤ Le prix forfaitaire d'une étude

Le prix forfaitaire de revient d'une étude est calculé sur la base suivante :

$$X_{cout} = K. \left[(p. t_p + d. t_d) + r. \left(\frac{n}{N} \right) . F_g + F_o \right]$$

Avec :

k : coefficient de correction (1,1 : 1,5)

n : nombre de jours ouvrables nécessaires pour faire l'étude

N : nombre de jours ouvrables dans l'année

p : charge payé par jours ouvrables pour un projeteur (ingénieur)

d : charge payé par jours ouvrables pour un dessinateur (Technicien Supérieur)

r : coefficient de réajustement de la conception (0 : 1)

Fg : somme totale des frais généraux pour une année (N : jours ouvrables)

Fo : frais occasionnels ou spéciaux (déplacement, mission, documentation particulière,...etc.)

tp, td : temps totale de l'étude pour le projeteur et le dessinateur.

Cependant, on ne peut pas évaluer la productivité du Bureau d'Etude et Méthode par des formules ou des procédés mathématiques, c'est un travail purement intellectuel, long et intensif car sa valeur n'est pas liée simplement à une quantité mais à la qualité. Tandis que, ce que l'on peut évaluer c'est l'accroissement de la productivité qui dépend de:

- d'une organisation rigoureuse (répartition des taches, collaboration,etc.)
- le comportement et compétence du personnel
- les moyens matériels (quantité, diversité, qualité,...etc.)

Néanmoins, il est à souligner que la maîtrise du coût dépend en grande partie de la clairvoyance avec laquelle ces implications seront comprises et gérées.

II.5 Exemple de réalisation d'un cahier de charges fonctionnelles

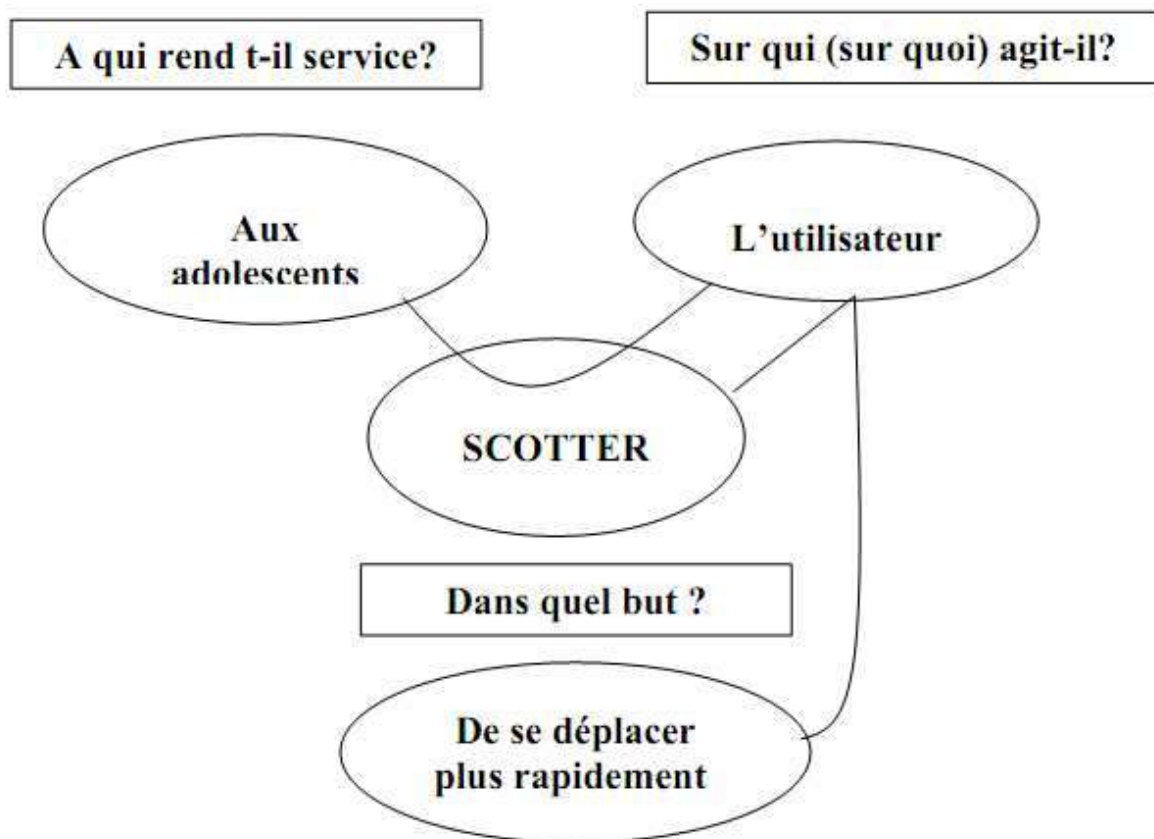
II.5.1 Elaboration du cahier des charges fonctionnel

Avant de rédiger un cahier des charges, il faut suivre différentes étapes :

- Etablir la « bête à corne » pour énoncer le besoin
- Placer le produit dans son environnement
- Représenter le diagramme pieuvre

II.5.2 Enoncer du besoin

Pour identifier le besoin principal ou le but de l'étude on utilise un outil « la bête à corne ».



II.5.3 Expression fonctionnelle du besoin

Pour formuler les différentes fonctions que doit satisfaire le produit, on peut utiliser la méthode de la pieuvre.

Pour cela on doit :

1. Placer le produit dans son environnement :

Faire la liste de tout ce qui entoure le produit.

Exemple : LE SCOOTER

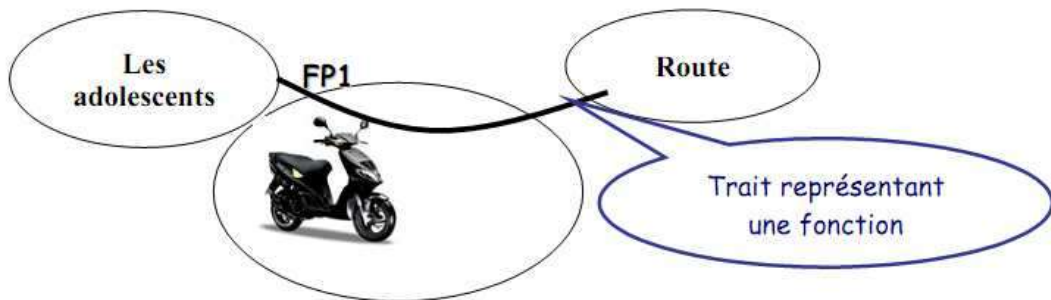


2. Les fonctions principales

Elles correspondent aux actions qui peuvent être réalisées grâce au produit.

Exemple : le scooter doit permettre aux adolescents de se déplacer sur la route.

Représentation des fonctions principales sur le diagramme pieuvre



Exemple :

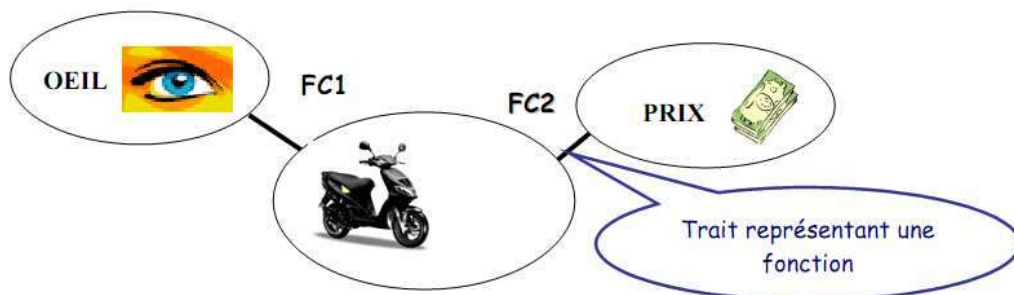
- **FP1** « fonction principale n°1 » : le scooter doit permettre aux adolescents de se déplacer sur la route.

3. Les fonctions complémentaires

Elles correspondent aux relations que le produit entretient avec son environnement.

Exemple : le scooter doit satisfaire l'œil de l'utilisateur.

Représentation des fonctions complémentaires sur le diagramme pieuvre



Exemple :

- **FC1** « fonction complémentaire n°1 » : le scooter doit satisfaire l'œil de l'utilisateur.
- **FC2** « fonction complémentaire n°2 » : le scooter doit correspondre au prix fixé.

2.5.4 Le Cahier des Charges Fonctionnel

Le CDCF, rédigé par le demandeur, est destiné à guider le concepteur dans la création d'un nouveau produit ou dans l'adaptation d'un produit existant.

Fonction	Désignation	Critères	Niveau
FP1	<i>Le scooter doit permettre aux adolescents de se déplacer</i>	Vitesse Qualité de la route Confort Conducteur	60 km/h Irréprochable Adolescent
FC1	<i>Le scooter doit satisfaire l'œil de l'utilisateur</i>	Forme Couleur	Discret (arrondi) Au choix (différentes couleurs)
FC2	<i>Le scooter doit correspondre au prix fixé</i>	Dinars	120.000 DA

Pour la Bibliographie , voir le 3^{ème} chapitre