

Chapitre.1. Analyse fonctionnelle

1.1. Intérêt et but de l'analyse fonctionnelle

L'analyse descriptive d'un équipement consiste à répertorier, souvent à partir d'un schéma qui doit être connu à l'avance, ses différents organes en précisant leurs rôles respectifs afin d'en déduire le principe de fonctionnement et ses conditions d'utilisation.

Dans l'analyse fonctionnelle d'un équipement, l'objet technique remplit une fonction déterminée qui répond au besoin d'un utilisateur lui-même conditionné par différents facteurs (techniques, économiques, réglementaires, sociologiques...). La fonction ainsi déterminée est décomposée en sous - fonctions de plus en plus simples auxquelles on apportera des solutions techniques. Ces fonctions sont définies en termes de finalités sans aucun a priori de solutions. La diversité des solutions techniques possible déterminera l'ampleur du choix d'appareils ayant la même fonction globale.

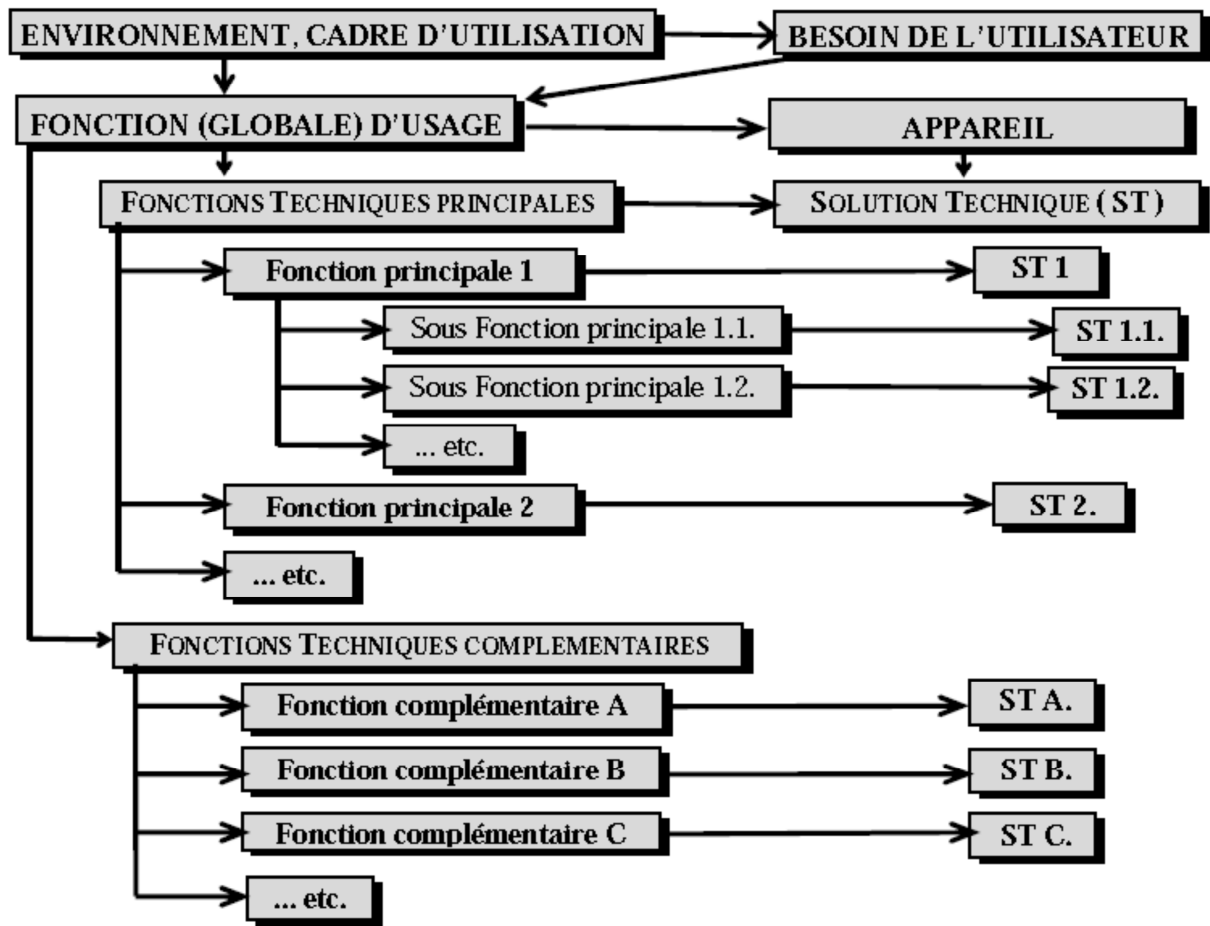
Pédagogiquement, l'approche fonctionnelle s'inscrit dans une démarche inductive. Elle répond à la question de comment garantir une culture minimale des solutions techniques sans réaliser une approche exhaustive des équipements.

L'approche par fonction, dans la conception des systèmes, met en œuvre un raisonnement inductif (causes / conséquences) qui impose, avant tout diagnostic ou recherche de solution, de définir des finalités. Elle permet ainsi de :

- S'assurer de répondre à un besoin et d'identifier les degrés de liberté
- remettre en cause les solutions existantes et d'élargir les champs des possibilités
- Mieux circonscrire les zones d'étude et d'optimiser localement les solutions sans perdre de vue l'ensemble.

L'objet de la démarche fonctionnelle peut être un produit technologique ou non, mais aussi un service, un processus, un projet, une organisation, une entreprise ... Il est possible de mener l'étude fonctionnelle d'un logement, de son installation de chauffage, de la conception de son éclairage, de son système de ventilation, du réfrigérateur ou du four qui équipe sa cuisine mais aussi de la distribution d'eau potable d'une ville, d'une crèche municipale ... etc, voire même d'un groupe ou d'une organisation sociale.

L'analyse fonctionnelle en équipements est montrée par la démarche générale qui présentée par la figure(1).



Figure(1) : Démarche générale de l'analyse fonctionnelle

Chaque objet technique (appareil) ou système étudié remplit une fonction globale d'usage (ou fonction de service) pour répondre à un besoin spécifique de l'utilisateur. Dans un contexte donné, ce besoin est déterminé par des contraintes matérielles, techniques, réglementaires, économiques, sociologiques ... qu'il convient de préciser. Par exemple :

Contraintes matérielles : alimentation en énergie, alimentation en eau, évacuations, dimensions, conception du local...

Contraintes techniques : performances, capacité, consommation d'énergie, calorifugeage, durée de vie, robustesse, dimensions, bruit ...

Contraintes économiques : coûts d'achat, de fonctionnement, des accessoires indispensables, de l'entretien et de la maintenance ...

Contraintes professionnelles : type et importance de la production, concept et process de production, méthode de travail, types de produits utilisés, nombre de repas, fréquence d'utilisation, certification et respect des normes, formation et adaptation des utilisateurs ou du personnel ...

Contraintes d'hygiène, de sécurité et d'ergonomie : respect des réglementations en vigueur, respect de la marche en avant, facilité d'entretien, limitation et traitement des nuisances et des émissions de polluant, ambiances thermique, lumineuse et sonore, conditions de travail ... etc. Cette fonction d'ensemble est décomposée en fonctions techniques principales qui sont indispensables à la réalisation du service attendu et en fonctions techniques complémentaires (ou secondaires) qui, elles, ne lui sont pas absolument nécessaires mais qui améliorent les performances de l'appareil ou apportent à l'utilisateur confort et simplicité d'utilisation, sécurité, facilité d'entretien ... etc.

Les solutions techniques sont la traduction matérielle (dispositifs ou organes de l'appareil) de chaque fonction technique.

Chacune de ces fonctions techniques (principales ou secondaires) peut être plus ou moins complexe, elle peut alors être décomposée, dans une analyse descendante sur autant de niveaux que nécessaire, jusqu'à des fonctions techniques élémentaires qui seront remplies par des solutions techniques simples (organe précis et identifié)

1.2. Principes de l'analyse fonctionnelle

1.2.1. Notion de système

Un système peut être défini de plusieurs façons :

- 1- Ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés en fonction d'un but (la plus générale).
- 2- Outil de modélisation permettant de représenter et d'analyser des complexes d'éléments (matériels, abstrait ou conceptuels) caractérisés par leur nombre et un réseau de relations imbriquées.
- 3- Ensemble fini, borné, caractérisé par des relations le reliant à son environnement et aux autres systèmes.

A chaque instant, un système est caractérisé par un état (ensemble des valeurs prises à une époque par tous les éléments composant le système) :

- 1- la variété d'un système est l'ensemble des états possibles d'un système (par exemple : cycles du lave-linge).
- 2- l'état d'un système se définit par rapport au temps.
- 3- en théorie, la variété est indépendante du temps (cas des équipements) ; en pratique, la variété peut se modifier (si le système se transforme dynamiquement).

1.2.2. Types d'analyse fonctionnelle

Les types d'analyse fonctionnelle sont :

1.2.2.1.L'analyse fonctionnelle du besoin ou analyse fonctionnelle externe

Elle met en évidence chacune des fonctions de service (ou fonctions principales) qu'elles soient *d'usage* ou *d'estime* (*Pourquoi l'objet a-t-il été créé ?*) ainsi que chacune des fonctions contraintes (*Quelles sont les contraintes auxquelles l'objet doit satisfaire ?*). Outil de dialogue avec l'utilisateur, elle permet d'obtenir les données nécessaires à la conception du système et le cahier des charges fonctionnel qui doit être validé par le client - utilisateur.

1.2.2.2.L'analyse fonctionnelle du produit ou analyse fonctionnelle interne

Elle dégage, après validation du besoin, chaque fonction technique principale et complémentaire et permet la matérialisation des concepts de solutions techniques.

Elle caractérise le fonctionnement interne de l'objet ou système technique et consiste à :

- Définir le système, sa fonction globale, sa frontière, les entrée - sorties de matières d'œuvre avec l'environnement.
- Rechercher les fonctions techniques, les décomposer en sous – fonctions.
- Etablir et caractériser les liens entre éléments de l'objet ou système technique étudié.

1.2.3. Notion de fonction

1.2.3.1.Caractéristiques des fonctions

D'après la norme **AFNOR NF X 50-151**, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit (matériel, logiciel, processus, service) attendues par l'utilisateur.

Une **fonction** est l'action d'un élément constitutif d'un système exprimée exclusivement en termes de finalité (par ce qu'il « fait »).

1.2.3.2.Les différentes fonctions

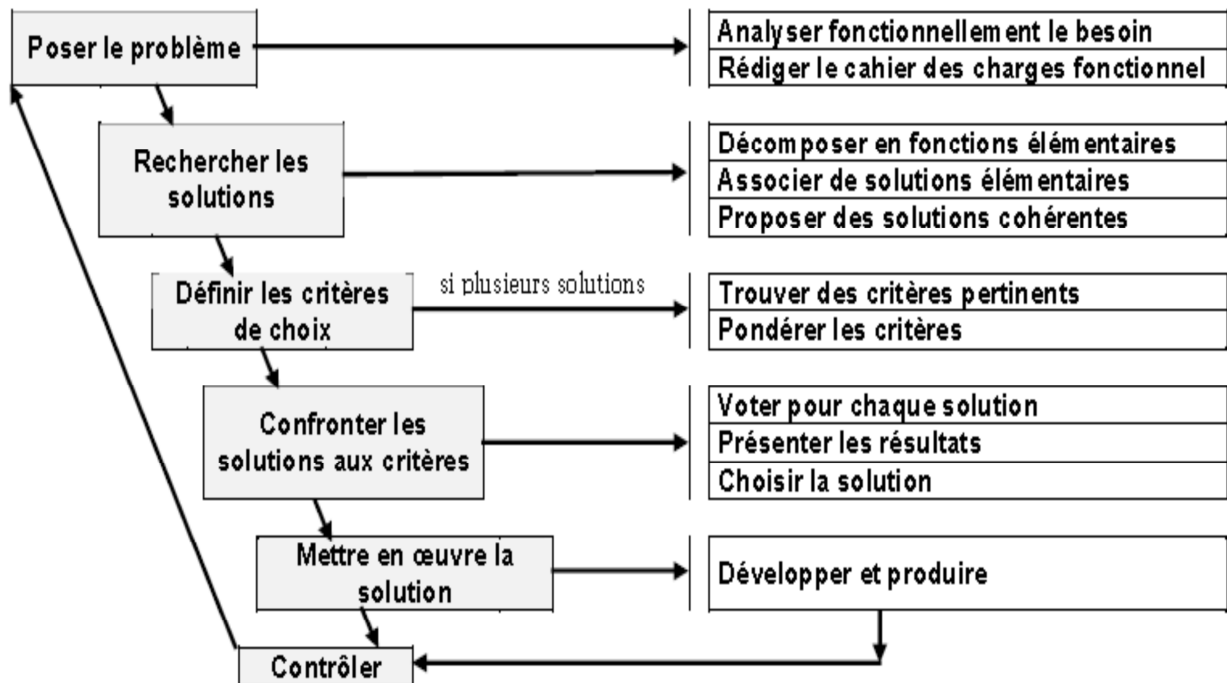
Il existe plusieurs types de fonction tels que :

- **Fonction principale** (ou **fonction de service**) : fonction attendues d'un produit pour répondre à un besoin ou un élément du besoin (matériel, physiologique, psychologique, socioculturel) de l'utilisateur. Elle peut être une **fonction d'usage** (*service rendu*) ou une **fonction d'estime** (*conditions du service rendu*)
- **Fonction technique** : fonction interne au produit nécessaire aux solutions retenues pour assurer les fonctions de service.
- **fonction technique principale ou élémentaire**: permet de remplir une fonction d'usage, de rendre un service attendu.

- **fonction technique complémentaire ou secondaire** : permet de remplir une fonction d'estime (sécurité, ergonomie, confort, environnement, législation ...)

1.3. Outils d'analyse fonctionnelle

1.3.1. Démarche du projet



1.3.2. La Bête a corne : Recherche de la fonction globale

Cet outil (qui est un des éléments de la méthode APTE) définit le besoin auquel répond le système. Souvent les acteurs d'un projet privilégient des solutions déjà connues sans analyser concrètement le besoin qui justifie le projet.

Avant d'imposer un « comment » ou une solution, il faut se tourner vers l'utilisateur et/ou le demandeur, pour aboutir de manière structurée à la solution, car un projet n'a de sens que s'il satisfait le besoin.

Il convient donc d'exprimer le besoin et rien que le besoin dès le lancement d'un projet. Il s'agit d'explicitier l'exigence fondamentale qui justifie la conception, ou la reconception d'un produit.

1.3.3. La Pieuvre

Cet outil (issu de la méthode APTE) identifie les fonctions d'un système ou d'un produit, recherche les fonctions attendues et leurs relations dans *l'analyse fonctionnelle du besoin* (ou *analyse fonctionnelle externe*).

Fonctions principales : *Quelles sont les raisons pour lesquelles l'objet a été créé ?* Pour chaque phase de son cycle de vie, il s'agit d'identifier les relations créées par l'objet entre deux

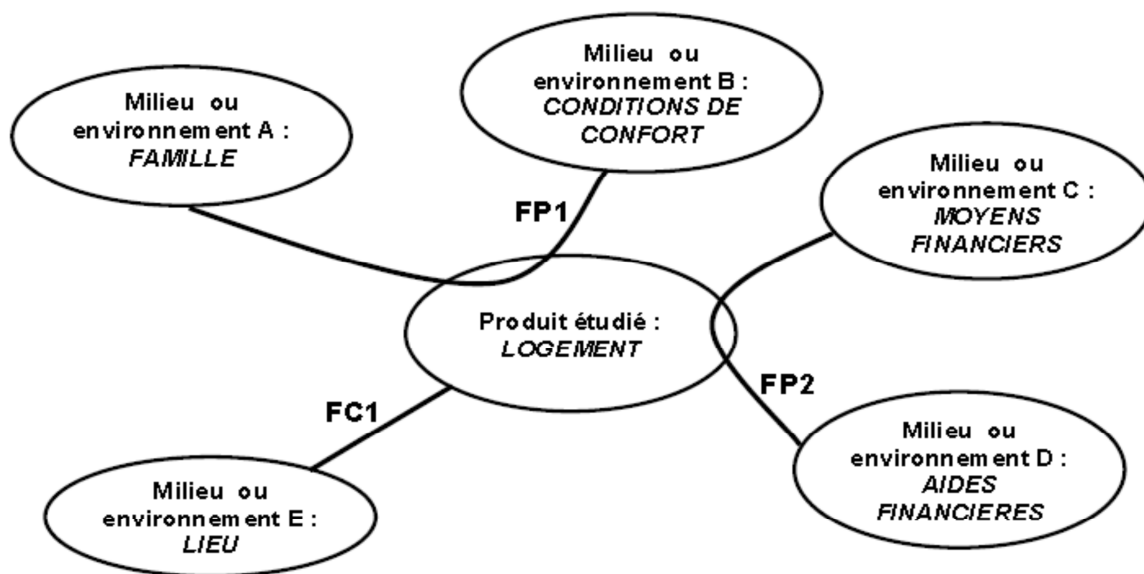
ou plusieurs éléments de son milieu d'utilisation (extérieur à l'objet). Il faut ensuite exprimer le but de chaque relation créée, chaque but détermine ainsi une fonction principale :

Une fonction principale est exprimée par 2 milieux extérieurs et un verbe.

Fonctions contraintes: *Quelles sont les contraintes auxquelles l'objet doit satisfaire ?* Pour chaque position d'utilisation, il s'agit de définir les contraintes imposées au produit par son milieu extérieur d'utilisation. Cela revient à identifier les relations entre l'objet et un élément du milieu d'environnement. Le but de ces relations est appelé fonction de contrainte.

Une fonction de contrainte est exprimée par 1 milieu extérieur et un verbe.

L'ensemble des relations entre les fonctions et l'objet vont être représentées dans « *la pieuvre* »:



L'identification des fonctions est très importante dans la vie d'un projet. D'une part, elles reflètent la description du besoin.

D'autre part, elles donneront des pistes d'orientation sur le choix des différents scénarios à analyser.

1.3.4. Le tableau fonctionnel

Il permet une caractérisation des fonctions principales ou de contraintes.

Critères d'évaluation : paramètre retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée

Echelle d'évaluation ou niveau : repère dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction

Tolérance acceptée :

- **flexibilité :** indication sur les possibilités de moduler un niveau pour un critère

- **limites:** niveau de critère d'appréciation au-delà ou en-deçà duquel le besoin est non satisfait (minimum, maximum)

1.3.4 LE F.A.S.T. : de la fonction globale à la solution

Recenser et identifier les fonctions : Voir plus haut l'exemple du séchoir

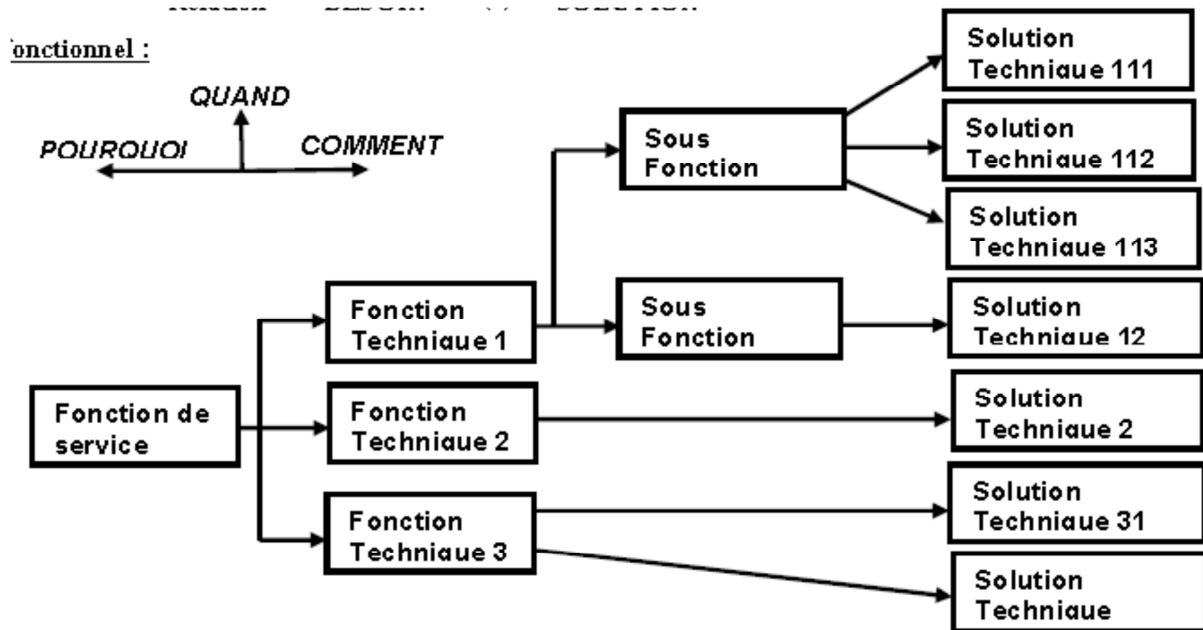
Analyse Fonctionnelle des systèmes techniques (Function Analysis System Technic)

Fonction globale → décomposition fonctionnelle → solutions techniques

Technique interrogative : Pourquoi ? Comment ? Quand ?

Intérêt : Relation BESOIN ↔ SOLUTION

Diagramme fonctionnel :



1.3.5 LE S.A.D.T. : Analyse descendante et liens inter - fonctionnelle

Technique structurée d'analyse et de modélisation des systèmes (Structured Analysis Design Technic)

- Modéliser pour comprendre
- Discipliner la démarche d'analyse (descendre, grouper, hiérarchiser)
- Séparer le quoi du comment
- Modéliser la réalité (*actigramme, datagramm*)
- Formaliser de manière graphique (progression, concision, langage)
- Travailler en équipe (cycle auteur / lecteur)
- Consigner par écrit (documentation et mise à jour permanente)

Cette méthode fonctionnelle trouve son origine dans les langages procéduraux. Elle met en évidence les fonctions à assurer et propose une approche hiérarchique descendante et modulaire

1.3.6 C.D.C.F. Cahier des charges fonctionnel (apte)

Le Cahier des Charges Fonctionnel (CDCF) d'un projet est un document par lequel la maîtrise d'ouvrage exprime son **besoin** pour le projet. Ce besoin doit être formulé en termes de **fonctions** que le futur utilisateur aura à accomplir, ou que le système devra accomplir pour lui.

Le CDCF permet en outre :

- de provoquer chez le concepteur /réalisateur (prestataire) la conception et la réalisation du produit le plus efficient,
- de faciliter le dépouillement des propositions des prestataires,
- de favoriser le dialogue entre les partenaires.

Définition AFNOR : Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en terme de fonctions de services et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux.

Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité.

Le CDCF doit être rédigé indépendamment des concepts de solutions envisageables afin de laisser le plus grand éventail de concepts de solutions possibles. Le CDCF doit permettre au maximum l'expression du besoin dans les termes des différents utilisateurs selon les phases de l'état vivant du produit.