Les outils de l'analyse fonctionnelle

Plan *(Cliquer sur le titre pour accéder au paragraphe)*

****

1 Analyse fonctionnelle et Analyse de la Valeur 2
1.1 Présentation de l'analyse de la valeur 2
1.1.1 Définition 2
1.1.2 Notions fondamentales....2
1.1.3 Plan de travail de l'analyse de la valeur....2
1.1.4 L'analyse fonctionnelle....3
2 Pratiquer l'analyse fonctionnelle....3
2.1 Enoncer le besoin fondamental 3
2.1.1 Rédiger l'expression du besoin....3
2.1.2 Valider le besoin 3
2.2 Rechercher les fonctions de service 3
2.2.1 La notion de fonction de service....4
2.2.2 Typologie de fonctions....4
2.2.3 Rechercher et exprimer les fonctions de service....4
2.2.3.1 La méthode de la rosace des milieux extérieurs 5
2.2.4 La méthode reseau 6
2.2.4.1 Recherche intuitive 6
2.2.4.2 Etude du cycle de vie et de l'environnement 7
2.2.4.3 Séquential Analysis of Functional Elements (SAFE)....7
2.2.4.4 Examen des mouvements et des efforts 7
2.2.4.5 Analyse d'un produit de référence....8
2.2.4.6 Utilisation des normes et règlements 8
2.2.5 La méthode FAST....8
2.2.5.1 Règles de syntaxe de l'outil FAST 8
2.2.5.2 Exemple d'analyse sous forme de FAST....8
2.2.5.3 Remarques sur l'utilisation de l'outil FAST 9
2.2.6 La méthode SADT 10
2.2.6.1 Représentation graphique du SADT 10
2.2.6.2 Règles de syntaxe de SADT....11
2.2.6.3 Sémantique de la méthode SADT....12
2.2.6.4 Exemple d'analyse sous forme de S.A.D.T. 12
2.3 Valider les fonctions....13
2.3.1 Méthode 13
2.3.2 Tableau de validation des fonctions de service 14
2.4 Déterminer les critères, niveaux et flexibilités des fonctions de service 14
2.4.1 Critères d'appréciation des fonctions de service 14
2.4.2 Niveau d'un critère d'appréciation 14
2.4.3 Flexibilité d'un niveau associé à un critère 14
2.4.4 Un exemple de présentation....14
2.5 Hiérarchiser les fonctions....16
2.5.1 La méthode dite du " tri croisé "....16
2.5.2 Le cahier des charges fonctionnel (C.D.C.F.)....16

****

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

1 ANALYSE FONCTIONNELLE ET ANALYSE DE LA VALEUR

1.1 Présentation de l'analyse de la valeur

1.1.1 DEFINITION

L'Association Française de l'Analyse de la Valeur en donne la définition suivante :

« C'est une méthode qui permet de concevoir un produit de telle sorte qu'il assure au mieux la satisfaction du client et la rentabilité du produit ».

L'analyse de la valeur est un outil méthodologique qui permet à l'entreprise d'améliorer les performances de ses produits, et d'éliminer les coûts " inutiles ". De cette manière, l'entreprise abaisse ses coûts de revient tout en proposant des biens ou des services de qualité.

L'analyse de la valeur repose sur le fonctionnement d'un groupe pluridisciplinaire. Bien que les prémices de l'analyse de la valeur datent de 1947 aux U.S.A., les premières tentatives françaises d'application de la méthode ont eu lieu en 1958-1960, le véritable décollage datant de 1968.

1.1.2 NOTIONS FONDAMENTALES

L'Analyse de la Valeur utilise les quatre concepts fondamentaux suivants :

Besoin	Exigence fondamentale qui nécessite la création du produit : c'est l'expression du juste nécessaire.
Fonction	Est définie comme rôle caractéristique d'un produit ou par les services qu'il rend. Peut s'exprimer par les services que le produit rend à son utilisateur en répondant à son besoin.
Coût	Le coût d'un produit est l'ensemble des dépenses engendrées pour l'obtenir (production) et pour le vendre (distribution). L'analyse de la valeur s'intéresse essentiellement au premier.
Valeur	La notion de valeur ne répond pas uniquement à la valeur d'échange que possède l'argent. Par exemple, pour un utilisateur elle est déterminée par son degré d'utilité (valeur d'usage) ou sa qualité en fonction de l'utilisation (valeur utile).

1.1.3 PLAN DE TRAVAIL DE L'ANALYSE DE LA VALEUR

Les différents concepts d'A.V. existant s'appliquent soit au développement, soit à la production et à l'industrialisation des biens ou services. Cependant, chaque méthode utilise la logique suivante : **A** pour Responsabilité et **B** pour Participation.

N°	Phases	Décideur	Animateur	Groupe de travail	Services Opératio.
1	Orientation de l'action	A	B		
2	Recherche de l'information		A		B
3	Analyse fonctionnelle conduisant au CDCF		A	A	B
4	Recherche de solutions		A	A	B
5	Etude et évaluation des solutions		B		A
	1 Bilan prévisionnel		A	B	A
6	2 Proposition de choix		A	A	
	3 Décision	A	B		
	1 Application		B		A
7	2 Suivi de coordination		B		A
	3 Bilan définitif		A		B

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

1.1.4 L'ANALYSE FONCTIONNELLE

Il apparaît que l'analyse fonctionnelle constitue une phase de l'AV, qui succède à la recherche d'informations (économiques, commerciales, sociales, réglementaires, techniques...).

Comme toutes ces phases, elle repose sur un travail de groupe.

2 PRATIQUER L'ANALYSE FONCTIONNELLE

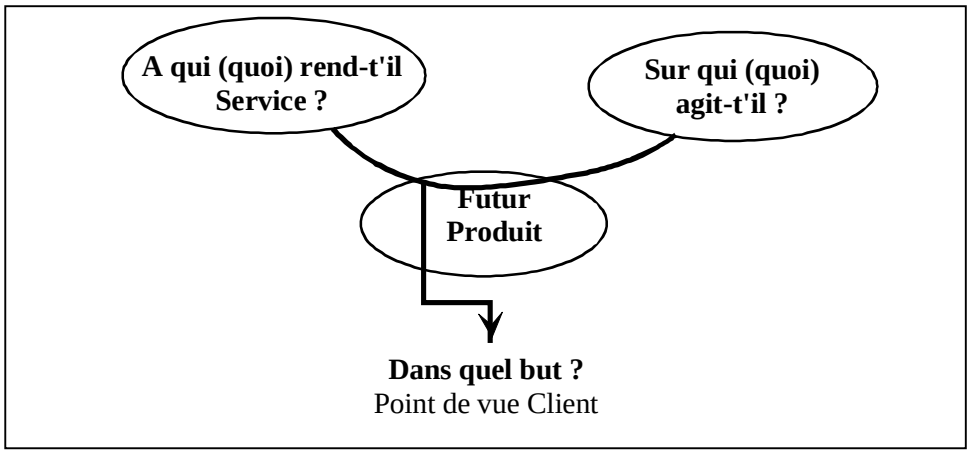
La pratique de l'analyse fonctionnelle repose sur une méthode dont les étapes sont les suivantes :

1. **Enoncer le besoin fondamental.**
2. **Rechercher les fonctions de service.**
3. **Valider les fonctions.**
4. **Déterminer les critères, niveaux et flexibilités.**
5. **Hiérarchiser les fonctions.**

2.1 Enoncer le besoin fondamental

2.1.1 REDIGER L'EXPRESSION DU BESOIN

On utilise la " Bête à cornes ", outil de réflexion emprunté au cabinet APTE.



2.1.2 VALIDER LE BESOIN

Elle se fait en répondant aux questions suivantes, le but étant de cerner l'espérance de vie commerciale du produit :

- Pourquoi ce besoin existe-t-il ?
- Qu'est-ce qui pourrait le faire évoluer ?
- Existe-t-il un risque de le voir évoluer ?
- Qu'est-ce qui pourrait le faire disparaître ?
- Existe-t-il un risque de le voir disparaître ?

2.2 Rechercher les fonctions de service

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

2.2.1 LA NOTION DE FONCTION DE SERVICE

La notion de fonction de service est limitée par les normes X50 150 et X50 151.

Elle permet de définir chacun des services attendus par le client en termes de finalités et non de solutions. Pour le concepteur, la fonction est donc un but à atteindre, indépendant des moyens possibles pour y répondre.

- Les fonctions de service sont indépendantes des solutions.
- Les fonctions de service sont indépendantes entre elles.
- Le raisonnement fonctionnel favorise la créativité
- Le raisonnement fonctionnel favorise l'objectivité.

2.2.2 TYPOLOGIE DE FONCTIONS

Les normes provisoires X50 150 et X50 151 constituent notre référence. Elles n'ont pas été remodelées, alors que c'est le souhait de ceux qui pratiquent l'analyse fonctionnelle, en particulier l'A.F.A.V. En effet, elles présentent une ambiguïté terminologique qu'il s'agit de lever.

Voici un schéma qui tente de clarifier la typologie des fonctions citées dans la norme X50 150 intitulée " AV Vocabulaire ".

		Fonction principale Fonction pour laquelle un produit est créé	**Fonction contrainte** Traduit des réactions ou des résistances du milieu extérieur
Fonction de service Fonction attendue pour répondre pour répondre au besoin d'un utilisateur	**Fonction d'usage** Correspond à l'utilité du produit	Souvent la fonction principale est une fonction d'usage	Une fonction contrainte est liée aux divers modes l'utilisation du produit.
	Fonction d'estime Correspond à l'esthétique et à la signification sociale du produit	Il arrive qu'une fonction d'estime soit principale (produit de luxe)	Une fonction d'estime s'entend souvent comme une fonction contrainte.

Fonction

Fonction technique
Action entre les constituants d'un produit définie par le concepteur dans le cadre d'une solution

Remarque : La norme X50 150 distingue la fonction contrainte de la " contrainte ". Cette dernière est une " limitation à la liberté du concepteur-réalisateur d'un produit ".

Concrètement, les contraintes viennent de l'environnement, de la technologie, du marché (délais, indisponibilité d'un matériau, d'un matériel, respect d'un standard ou d'une norme, législation interdisant certaines solutions...). Comme les deux termes sont très proches, l'AFAV a pris le parti de parler de fonction d'adaptation pour désigner la fonction contrainte, avec l'objectif de changer la norme. Aujourd'hui, chaque entreprise utilise plus ou moins le vocabulaire de la norme. L'évolution des pratiques est trop rapide pour que des personnes fasse évoluer la norme avec la même rapidité.

2.2.3 RECHERCHER ET EXPRIMER LES FONCTIONS DE SERVICE

Cette recherche peut s'effectuer grâce à différentes méthodes :

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

- la rosace des milieux extérieurs (méthode développée par la société APTE)
- la méthode RESEAU (non au programme de C.P.G.E.)
- la méthode FAST.

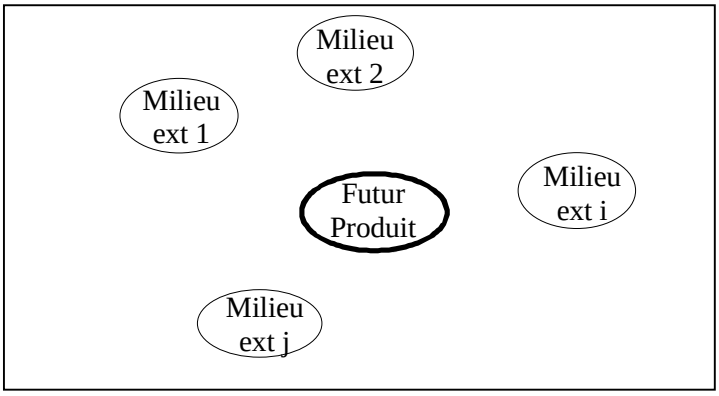
2.2.3.1 La méthode de la rosace des milieux extérieurs

Recherche des milieux extérieurs

Il faut :

1- Placer le produit dans son contexte d'utilisation : il est nécessaire de construire une rosace pour chaque condition d'utilisation (fonctionnement normal, rangement, maintenance...)

2- Rechercher tous les éléments de ce milieu d'utilisation : il s'agit d'éléments concrets, en contact réel ou virtuel avec le futur produit.



2.2.3.1.1Caractériser avec précision les milieux extérieurs

Exemple : L'atmosphère environnante se caractérise par :

- la luminosité,
- l'hygrométrie,
- les poussières, les courants d'air
- les vibrations, la pollution chimique, etc.…

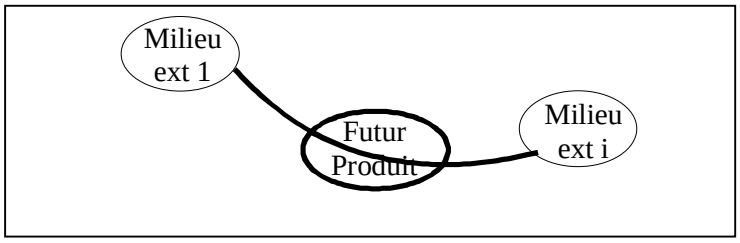
2.2.3.1.2Mettre en évidence les relations entre le futur produit et les différents milieux

Schématiser les fonctions de service

Fonction principale

Le futur produit établit une relation entre deux éléments de son milieu extérieur pour en modifier l'état dans le but de répondre au besoin de l'utilisateur.

Un produit a rarement plus d'une fonction principale.



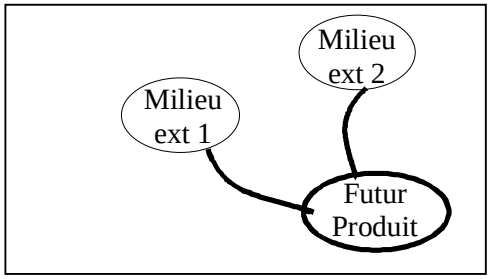
 © EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

Fonction contrainte

Le produit peut être agressé ou risquer d'agresser certains éléments du milieu extérieur. La fonction contrainte établit une relation entre le futur produit et un élément de son milieu extérieur.

Une fonction contrainte se distingue d'une contrainte (voir supra). Il n'y a pas lieu de schématiser les contraintes, elles seront mentionnées dans le cahier des charges.



2.2.3.1.3Rédiger les fonctions

Il faut :

- **un verbe**, si possible à l'infinitif, qui exprime l'action.
- **un ou des compléments** du verbe, qui décrivent les éléments du milieu extérieur concernés par l'action (deux pour une fonction principale, deux pour une fonction adaptation).

Une fonction doit être aussi exacte que possible, claire et admise par le groupe de travail. De cela dépend la qualité des raisonnements ultérieurs.

2.2.4 LA METHODE RESEAU

Cette méthode est proposée par R. Tassinari, sur la base d'une large expérience. C'est une **méthode assez complexe**, qui consiste à utiliser divers moyens de recherche de fonctions afin de diminuer les risques d'omission et les erreurs de caractérisation. Lourde à utiliser dans son intégralité., elle respecte le plan de travail suivant :

- **R**echerche intuitive
- **E**tude du cycle de vie et de l'environnement
- **S**équential Analysis of Functional Elements (SAFE)
- **E**xamen des mouvements et des efforts
- **A**nalyse d'un produit de référence.
- **U**tilisation des normes et règlements

2.2.4.1 Recherche intuitive

Elle comporte plusieurs phases :

- Rappel des objectifs (cahier des charges marketing)
- Consultation des informations des études préalables
- Recherche des fonctions : cette phase ressemble à un brainstorming. Le groupe recherche des fonctions dans toutes les directions, situant le produit sous différents éclairages.
- Critique : il s'agit de mettre de l'ordre dans les fonctions trouvées (redondances, inutilité, insuffisances)
- Formulation des fonctions (claire, précise)
- Définition des caractéristiques : critères, niveau, flexibilités (voir infra) la hiérarchisation ayant lieu à la fin de la méthode (voir infra)
- Inscription d'une première liste de fonctions au CDCF.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

2.2.4.2 Etude du cycle de vie et de l'environnement

Il faut découvrir l'influence du milieu environnant sur chaque étape du cycle de vie du produit.

Le cycle de vie s'entend ici de la naissance industrielle du produit (sortie des chaînes de production pour les produits de série) pour se terminer à la fin de son usage (éventuellement à sa destruction).

Exemple : sortie de chaîne ; emballage ; stockage ; transport ; magasinage, ; exposition en rayon, …

On remarquera une analogie avec les éléments de la méthode APTE qui envisage d'étudier autant de rosace de milieux extérieurs qu'il y a de situations importantes pour le produit.

L'environnement peut être habituel, occasionnel, exceptionnel. En général, on cherche à donner satisfaction aux deux premiers cas.

L'environnement comporte divers types d'éléments : personnes, éléments physiques (objets, courant électrique, ambiance...), éléments immatériels (règlements, normes, tendances, mode...).

Il peut être externe ou interne (pour un emballage par exemple).

Bien sûr il faut fixer des limites à l'environnement pour fixer le cadre de l'étude : c'est le groupe qui les définit.

Adaptation, interaction

C'est la phase d'identification et de formulation des fonctions contraintes (adaptation à l'environnement) et principales (interaction entre deux éléments et le produit).

Sur ce point la méthode RESEAU s'apparente à la méthode APTE, avec toutefois une acception différente de l'environnement.

2.2.4.3 Séquential Analysis of Functional Elements (SAFE)

Cette méthode américaine, recherche les fonctions d'un produit à travers l'étude des séquences de son cycle de vie : elle présente donc des points communs avec la phase précédente.

Mise au point terminologique :

Une tâche est un ensemble de séquences

Une séquence est une suite d'opérations

Une opération est un ensemble de phases, qui sont les unités d'action.

Méthode :

On donne priorité aux séquences d'utilisation du produit.

Il faut identifier toutes les opérations ayant un rapport direct avec l'usage du produit, afin de déterminer les fonctions qui s'y rapportent : on se met à la place de l'utilisateur sans oublier l'environnement où il se trouve.

Lorsque le produit existe, on peut utilement se procurer le mode d'emploi. Lorsque le produit n'existe pas il faut en imaginer l'emploi et les différentes séquences qui en résultent.

On établit un graphe des séquences, de la droite vers la gauche (pour se familiariser avec la logique du diagramme FAST :)

Le groupe recherche alors les fonctions qui s'y rapportent.

2.2.4.4 Examen des mouvements et des efforts

La méthode est à éviter car la tentation est grande d'évoquer précisément des solutions techniques.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

2.2.4.5 Analyse d'un produit de référence

L'examen d'un produit similaire à celui que l'on veut concevoir peut être utile pour contrôler, situer les analyses déjà menées, éventuellement identifier des fonctions oubliées.

2.2.4.6 Utilisation des normes et règlements

Respecter les normes préalablement identifiées. Il est indispensable, quelle que soit la méthode employée, de les mentionner dans le cahier des charges.

2.2.5 LA METHODE FAST

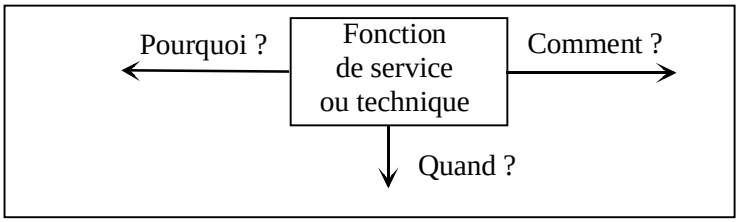
2.2.5.1 Règles de syntaxe de l'outil FAST

Le F.A.S.T. (Function Analysis System Technic) est un outil graphique de description fonctionnelle. Avant de construire un F.A.S.T., il est souvent nécessaire d'utiliser la méthode APTE (la rosace des milieux extérieurs ou des interacteurs). Ainsi, il permet de situer le produit au milieu de ses **fonctions recherchées et classées préalablement puis de répondre graphiquement aux questions suivantes** :

Pourquoi cette fonction est-elle remplie ?

Comment cette fonction doit-elle être remplie ?

Quand cette fonction doit-elle être remplie ?



Il permet d'aller de la fonction principale jusqu'aux solutions techniques qui réalisent les fonctions élémentaires. Cet outil est donc particulièrement intéressant pour analyser un système existant, donc tout à fait dans le programme des filières PSI et MP.

2.2.5.2 Exemple d'analyse sous forme de FAST

L'exemple présenté est le suivant : *« Suspension à contrôle actif de roulis du véhicule Xantia Activa »*

Dans un véhicule automobile, la suspension contribue principalement à assurer :

- la tenue de route et la stabilité du véhicule, notamment en maintenant permanent le contact entre les pneumatiques et la route.

- le confort vibratoire et postural des passagers quelles que soient les conditions de circulation (état de la route, comportement du conducteur, charge du véhicule, etc).

Chaque fonction de service est décomposée en fonctions composantes, puis en fonctions élémentaires.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

Le vocable "Fonction de service" est un abus de langage car il est inutile économiquement de distinguer la fonction de service des fonctions principale, d'adaptation, ou technique.

Une analyse de la suspension a permis d'élaborer le F.A.S.T. ci-dessous.

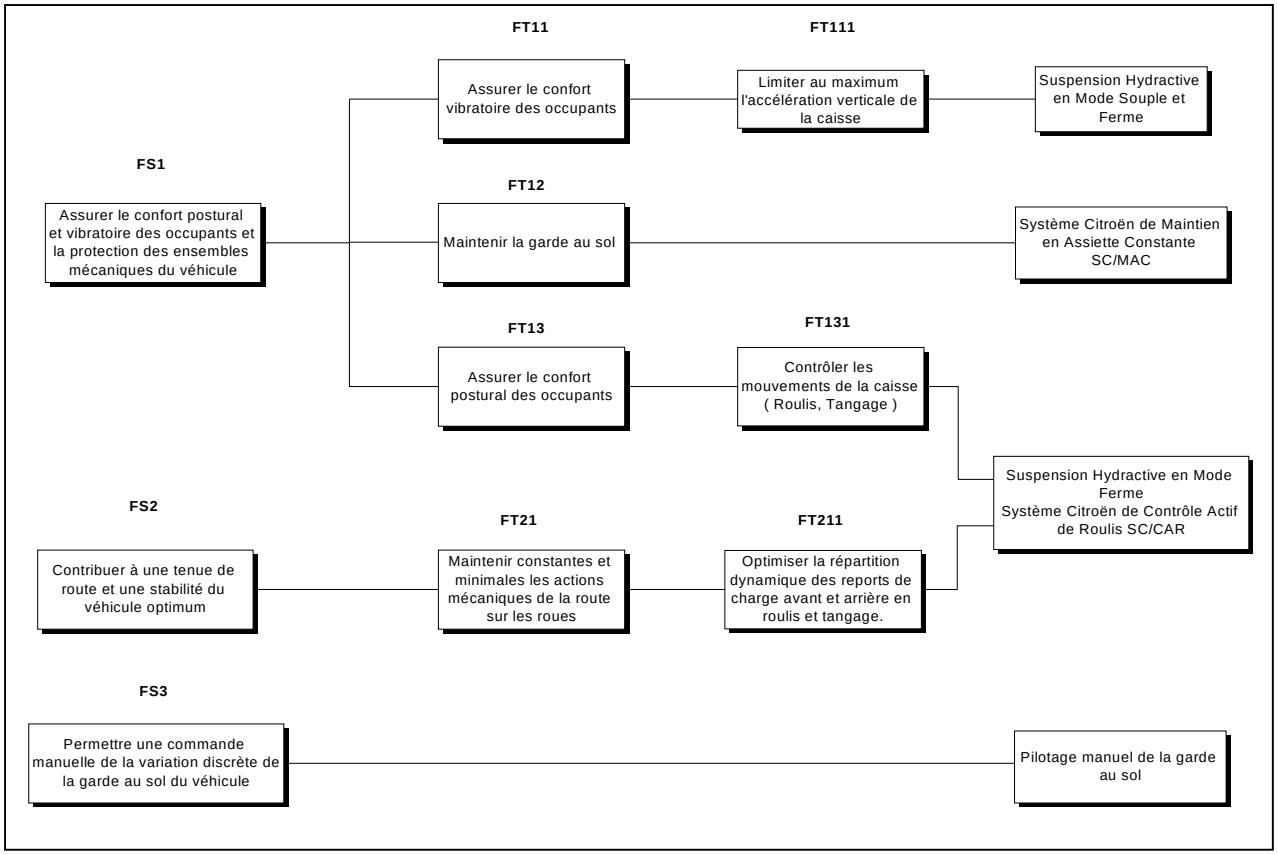
Le F.A.S.T. résultat dépend du point de vue adopté (fonctionnement normal, maintenance, transport, etc.…). Le fonctionnement normal décrit ici les principales fonctions du système. La représentation respecte les règles de F.A.S.T. et celle de l'analyse descendante.

De la gauche vers la droite, la description va du général au particulier. Le nombre de lignes et de colonnes n'est pas fixé, il dépend du système à étudier et du point de vue retenu. En prenant une fonction composante, on peut vérifier que la structure graphique est respectée.

Il est intéressant de noter les fonctions par des verbes à l'infinitif pour s'assurer que ce qui est décrit est bien une fonction.

On peut remarquer que la rubrique QUAND n'est pas renseignée ce qui est généralement le cas pour une description fonctionnelle.

La solution technique est définie succinctement, le but est de se repérer par un sous-ensemble fonctionnel sur le système.



2.2.5.3 Remarques sur l'utilisation de l'outil FAST

L'outil FAST ne permet pas a priori d'évacuer complètement les solutions techniques donc ne traduit pas seulement l'analyse fonctionnelle du

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

besoin. Certains auteurs (R. Tassinari), préconisent son utilisation pour classer les fonctions identifiées par d'autres méthodes.

La matière d'œuvre n'est pas représentée et donc la valeur ajoutée non plus. Le FAST ne distingue pas les fonctions de services des fonctions techniques au sens de la norme X50-150 et 151.

Le FAST est un outil très pratique pour rapidement présenter un système complexe des fonction de service aux solutions techniques

2.2.6 LA METHODE SADT

SADT est un outil graphique associé à une méthode d'analyse descendante modulaire et hiérarchisée (Design se traduit ici par conception). Il permet de représenter un modèle (image de la réalité) du système réel.

SADT est un produit industriel supporté par un logiciel informatique de la société IGL technologie.

La «méthode» de modélisation est organisée autour des concepts de base suivants :

Modéliser pour comprendre.
Discipliner la démarche d'analyse.
Séparer le QUOI du COMMENT
(rester au niveau fonctionnel).
Modéliser la réalité en la décomposant en sous-ensembles.
Formaliser graphiquement dans un but de communication entre les différents acteurs de la conception ou de la maintenance du futur produit.

Le modèle de représentation peut prendre deux formes :

Actigramme : basé sur les activités ou les fonctions du système représentées par des rectangles.

Datagramme : basé sur les données existant dans le système représentées alors par des rectangles.

Dans le cadre du programme, on se limite aux actigrammes. Chaque modèle obtenu correspond à un point de vue : utilisateur, concepteur. opérateur, mainteneur,...

2.2.6.1 Représentation graphique du SADT

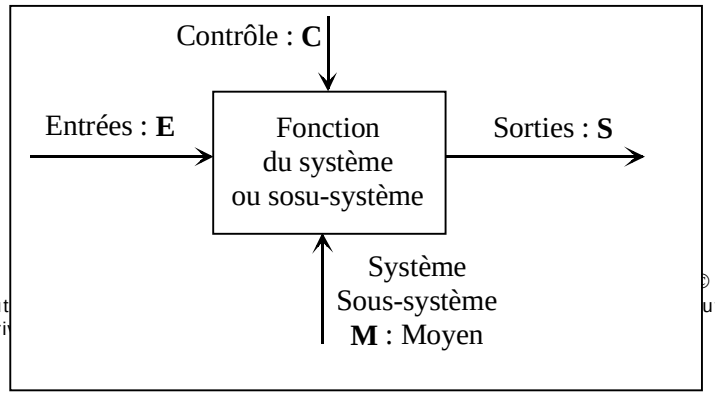
La représentation graphique des actigrammes (forme de S.A.D.T. la plus utilisée) met en œuvre le code M.E.C.S.

M : MOYENS (matériel, logiciel, personnels). C'est la réponse à QUI fait l'activité.

E : ENTRÉES (matières, énergies, données, services). C'est la réponse à SUR QUOI porte ou agit l'activité.

C : CONTRÔLES (Données de contrôles : informations, dossiers). Il s'agit des paramètres qui modulent et paramètrent l'activité.

S : SORTIES (voir entrées). C'est la réponse à QUE DEVIENNENT les entrées une fois l'activité exercée.



L'outil d'analyse SADT est un outil de communication entre des personnes d'origines différentes.

Tous droits de l'aut © EduKlub S.A.
consultation individuelle et pri ute utilisation des œuvres autre que la
Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

Il permet de décrire dans un langage commun la vision de synthèse qu'ils ont d'un même projet.

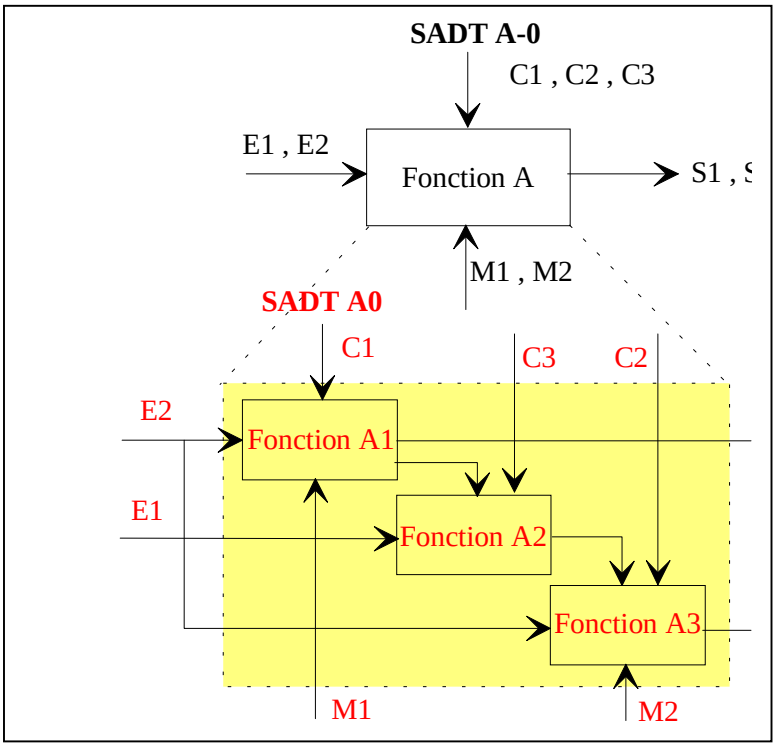
La notion même de cycle de lecture suppose que plusieurs personnes compétentes qui rédigent un modèle selon la méthode SADT obtiennent des résultats différents. Ce qui est tout à fait normal, car il s'agit d'un résultat de conception qui ne comporte pas une et une seule solution.

Comme toute analyse de systèmes, le résultat final du SADT n'est pas unique. L'important est que l'équipe de travail soit d'accord sur tous les termes utilisés afin que tous comprennent bien le même sens du futur produit, afin de distribuer la "bonne parole" dans les différents services de l'entreprise.

La méthode **SADT** est en fait une méthode au sens industriel, c'est-à-dire un guide de travail en équipe. En revanche, elle ne fournit pas à un auteur seul une ligne de conduite qui va le mener au résultat (c'est-à-dire au modèle). Il s'agit plutôt d'un outil de représentation du résultat de l'activité de modélisation possédant une syntaxe forte qui permet à l'auteur (et évidemment au lecteur) de s'approprier le système et aussi de contrôler la validité de la conception. Le respect de la syntaxe est évidemment nécessaire mais ne préjuge en rien du résultat final.

2.2.6.2 Règles de syntaxe de SADT

La décomposition descente de la représentation est faite par emboîtement. La numérotation des boîtes permet de connaître le niveau d'emboîtement



- La première boîte distingue la fonction principale du système (ce qui suppose qu'il n'y en a qu'une, ce qui n'est pas le cas pour les autres méthodes), elle est codée **A-0 (A moins zéro)** ;
- La décomposition de cette boîte en trois a six boîtes (recommandée par le concepteur de la méthode, cependant une décomposition en sept ou huit boîtes ne peut être considérée comme erronée par principe, ne pas exagérer tout de même). Chaque boîte porte un numéro Ai, A2,..., A6.Le cadre ce cette description porte le repère **A0 (A zéro)** ;
- Les **MECS** de la boîte A-0 sont celles de la description AO regroupant les boîtes A1 à Ai ;
- La décomposition peut être poursuivie par emboîtement successif jusqu'à un niveau de détail jugé nécessaire par l'auteur du modèle.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

2.2.6.3 Sémantique de la méthode SADT

La complétude (rien n'est oublié) de la description suppose que :

- toutes les fonctions soient nommées (par un verbe à l'infinitif et de compléments liés aux entrées-sorties) ;
- tous les MECS des activités soient renseignées et aussi caractérisés avec précision (il peut se présenter des exceptions, par exemple (les boîtes sans entrée)
- les relations entre les fonctions (rectangles) soient nommées et caractérisées.

L'équipe -auteur d'un modèle SADT se trouve donc dans l'obligation de baptiser un grand nombre d'objets qu'elle est la seule à connaître. Le nom (le baptême, s'il est bien choisi, permet peut-être de rendre des objets reconnaissables par le lecteur, mais ce n'est pas toujours évident. Il convient alors de fournir un dictionnaire des activités et des données avec le modèle.

Nota : Si vous avez des difficultés à rédiger ce dictionnaire pour un modèle que vous avez conçu, il faut en conclure que ce sera incompréhensible par une autre personne que vous, et il faut alors modifier la rédaction.

Remarque

La méthode (outil ou modèle) SADT est principalement utilisée dans le domaine du génie logiciel, elle est donc bien adaptée pour spécifier fonctionnellement les parties commande de système automatisé.

C'est une méthode puissante appliquée sur de gros systèmes possédant au moins quatre ou cinq niveaux d'emboîtement. Elle s'applique difficilement sur de petits systèmes ou à la description très fine des fonctions.

Les différents niveaux d'emboîtement ne définissent pas de hiérarchie puisqu'il n'existe pas de liaisons fonctionnelles entre niveaux d'emboîtement. La méthode ne supporte pas la hiérarchie, c'est-à-dire que les aspects hiérarchiques d'une description ne peuvent être représentés par SADT (ce n'est pas l'objectif recherché).

Les blocs représentent des fonctions, il n'y a aucun aspect temporel dans l'organisation des fonctions.

2.2.6.4 Exemple d'analyse sous forme de S.A.D.T.

L'exemple choisi est le «Système de Contrôle d'Attitude et d'Orbite (SCAO) du satellite HOT BIRD™ 4 »

Les modes de fonctionnement du S.C.A.O. sont les suivants :

Mode de transfert :

Transfert de l'orbite GTO vers l'orbite géostationnaire GO et mise en place du satellite à la longitude de stationnement provisoire.

Mise en place du satellite à la longitude de stationnement définitive.

Mode normal :

Vérification du fonctionnement correct des équipements de HOT BIRD™ 4

Mise en service du satellite HOT BIRD™ 4 en assurant la mise à poste et le maintien à poste indépendamment des perturbations extérieures pouvant intervenir.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

Mode de secours :

Prise de décision en cas de perte de l'attitude du satellite

Mode de mise en orbite cimetière :

Evacuation de l'orbite géostationnaire pour fin de durée de vie.

Organisation fonctionnelle du S.C.A.O.

L'organisation du S.C.A.O. installé sur HOT BIRD™ 4 peut être modélisée par le SADT A0 suivant :

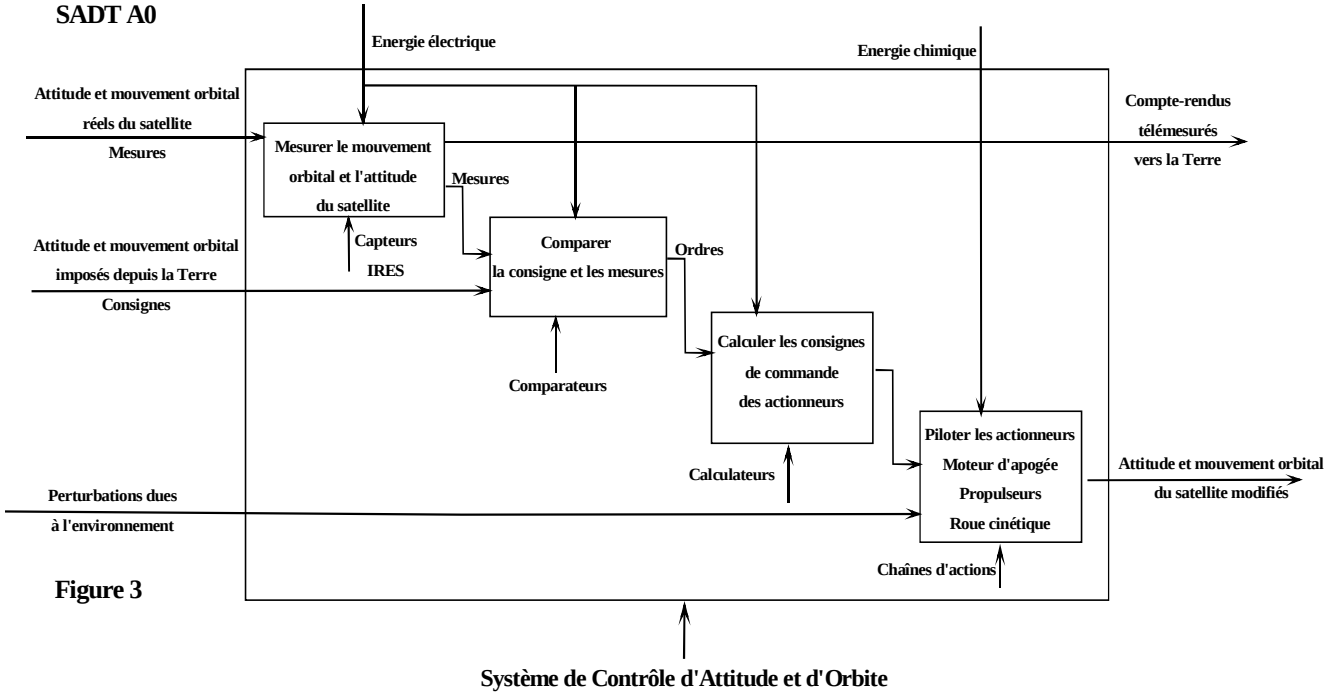


Figure 3

Le **mouvement orbital** traduit le mouvement du centre d'inertie du satellite par rapport à un référentiel galiléen.

L'**attitude** est l'orientation du satellite autour de son centre d'inertie ; l'évolution de l'attitude au cours du temps peut être découplée du mouvement orbital du satellite.

Les **capteurs** utilisés sur les satellites géostationnaires sont des senseurs d'horizons IRES (Infra Red Earth Sensor). Le signal électrique produit par l'élément de détection est proportionnel à l'effet thermique reçu du rayonnement infrarouge distinct entre la Terre et l'espace. Les performances sur la mesure d'attitude, intrinsèques aux capteurs, sont de l'ordre de 0,1° à 0,04°.

2.3 Valider les fonctions

2.3.1 METHODE

La validation des fonctions repose sur la réponse à deux questions, comme celle du besoin :

Pourquoi cette fonction existe-t-elle ?

Cette question amène à remonter la chaîne des " pourquoi ", à partir du système étudié, jusqu'à en atteindre le but premier.

Qu'est-ce qui peu la faire disparaître ou évoluer ?

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

Ceci confirme la durabilité du service, durabilité d'autant plus menacée que le produit offert est loin des besoins humains fondamentaux.

2.3.2 TABLEAU DE VALIDATION DES FONCTIONS DE SERVICE

FONCTION	Dans quel but la fonction existe-t-elle ?	A cause de quoi ?	Qu'est-ce qui la ferait disparaître ou évoluer ?	La fonction est-elle stable ?

2.4 Déterminer les critères, niveaux et flexibilités des fonctions de service

2.4.1 CRITERES D'APPRECIATION DES FONCTIONS DE SERVICE

Les critères sont retenus pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée. La fonction est le but à atteindre, les critères d'appréciation sont des caractéristiques qualitatives et quantitatives de tous les paramètres qui ont une influence sur le service rendu par la fonction.

Ils comportent :

- les propriétés du verbe de la fonction,
- les caractéristiques des éléments du milieu extérieur concerné par la fonction.

2.4.2 NIVEAU D'UN CRITERE D'APPRECIATION

Une fois définis, les critères de valeur devront, chaque fois que possible, être assortis d'un niveau. Le niveau est exprimé dans une unité correspondant aux propriétés et caractéristiques préalablement identifiées Ce niveau peut être celui recherché en tant qu'objectif ou celui atteint par une solution proposée.

2.4.3 FLEXIBILITE D'UN NIVEAU ASSOCIE A UN CRITERE

Le niveau pourra être modulé par des indications de flexibilité si l'on souhaite rechercher une certaine optimisation du rapport qualité/prix. Ces indicateurs sont pondérés par les trois chiffres 1, 2, 3.

1 : très important quel que soit le prix ;

2 : très important mais avec un coût réduit ;

3 : très important mais avec un coût très réduit voir nul.

En CPGE, la flexibilité est très peu utilisée car très difficile à chiffrer sans connaissance des coûts de conception variant d'une entreprise à l'autre.

2.4.4 UN EXEMPLE DE PRESENTATION

Le système de contrôle d'attitude et d'orbite (ou S.C.A.O) du satellite HotBird permet de gérer la mise à poste et le maintien à poste du satellite.

Une analyse partielle, suivant la démarche explicitée dans ce document, des fonctions de service nécessaires à l'étude a permis d'élaborer l'extrait de cahier des charges suivant :

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

	Fonction de service	Critère	Niveau
FS1	Atteindre l'orbite géostationnaire depuis la séparation du lanceur en mode de transfert.	Minimiser la consommation de propergols afin d'augmenter la durée de vie du satellite.	Masse de propergols consommée pour ΔV donné . $m_p = m_0\left[1-\exp(-\frac{\Delta V}{g_0 I_{sp}})\right]$ Caractéristiques du moteur d'apogée : $\frac{\text{erreur en } \Delta V}{\Delta V} = \text{constante}$
FS2	Contrôler l'orbite géostationnaire depuis la mise à poste en mode normal.	Maintenir le centre d'inertie du satellite dans la fenêtre de positionnement même en cas de défaillance du réseau de propulseurs.	Dimensions : Longitude $l_S = 13° \pm 0{,}05°$ Latitude $\lambda_S = 0° \pm 0{,}05°$
FS3	Maintenir l'attitude souhaitée en mode normal.	Asservir les positions angulaires $\theta_L, \theta_T, \theta_R$ du satellite par rapport au repère de consigne R_C, quelles que soient les perturbations extérieures. Contrôler l'attitude du satellite depuis la Terre en mode normal par l'intermédiaire des variables d'état θ_T, θ_R et de leurs dérivées $\dot{\theta}_T, \dot{\theta}_R$. Maîtriser le couplage de θ_L, θ_R .	- Stabilité : Marge de gain 10 dB - Précision de pointage $0 \le \theta_T \le 0{,}05°$ $0 \le \theta_R \le 0{,}05°$ $0 \le \theta_L \le 0{,}3°$ - Amortissement : dépassement autorisé - Temps de réponse inférieur à 20 s
FS4	Modifier l'attitude du satellite si sa survie le requiert en mode de secours.	Avec un temps de réponse inférieur à 30 mn	Fonction non étudiée dans ce document.
FS5	S'adapter à l'environnement extérieur en mode normal.	Les perturbations agissant sur le satellite sont dues à : - la non-sphéricité de la Terre - la pression de radiation solaire - l'influence luni-solaire	Les couples maxima pris en compte ont les valeurs suivantes : $C_{LMAX} = 2\,10^{-5}$ N.m $C_{TMAX} = 2\,10^{-5}$ N.m $C_{RMAX} = 2\,10^{-5}$ N.m

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

2.5 Hiérarchiser les fonctions

2.5.1 LA METHODE DITE DU " TRI CROISE "

Cette méthode n'est pas détaillée dans ce document.

2.5.2 LE CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (C.D.C.F.)

Le cahier des charges fonctionnel est normalisé par la norme X50-151.

Il récapitule certains éléments des études préliminaires et de l'analyse fonctionnelle selon le plan suivant :

- La présentation générale du contexte

Le produit et son marché
Le contexte du projet - les objectifs

- La description fonctionnelle du produit

Enoncé du besoin
Eléments de l'environnement
Les fonctions et les contraintes physiques
Les contraintes légales
Appel à variantes.

Remarques :

- Les données présentes dans le cahier des charges fonctionnel ont toutes été trouvées au cours des phases parcourues depuis l'orientation de l'action.
- La phase de recherche d'information permet de documenter la première partie, l'analyse fonctionnelle, documente la deuxième partie.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021