

1. Analyse fonctionnelle

Definition

Selon la norme NF x50-151¹ « L'analyse fonctionnelle (AF) est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions du produit attendu par l'utilisateur », C'est une étape clés de tout processus de conception.

Il faut distinguer entre analyse fonctionnelle externe et interne. La première vise à décrire exhaustivement le besoin du client à travers les fonctions du produit. Elle a pour but de relier fonctions du système et besoins de l'utilisateur.

La deuxième permet de caractériser les fonctions internes du produit afin d'en améliorer les performances brutes.

Les deux approches sont complémentaires, dans le processus de conception préliminaire, l'analyse fonctionnelle externe est souvent utilisée.

Diagramme bêtes à cornes

Le diagramme bête à cornes est un outil d'analyse fonctionnelle qui permet de faire le lien entre l'utilisateur (a qui rend il le service), le produit (sa fonction) et le besoin.



Diagramme Pieuvre

Le diagramme pieuvre est la représentation visuelle du lien entre le produit et son environnement à travers ses fonctions.

On distingue entre deux types de fonctions :

- Fonctions principales ou fonction d'usage dont le but est la satisfaction du besoin de l'utilisateur.
- Fonctions contraintes

Selon la norme NFX50-151², "Une contrainte est une limitation de la liberté de choix du concepteur-réalisateur d'un produit".



¹ <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-16271/management-par-la-valeur-expression-fonctionnelle-du-besoin-et-cahier-des-c/fa164075/1322>

² <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-16271/management-par-la-valeur-expression-fonctionnelle-du-besoin-et-cahier-des-c/fa164075/1322>

2. Analyse Eco-fonctionnelle

Description

L'analyse éco-fonctionnelle est une méthode d'éco-conception préliminaire combinant l'analyse fonctionnelle avec les impacts environnementaux sur tout le cycle de vie.

Le produit de référence est analysé par composants, l'objectif est d'identifier les paramètres clés à optimiser pour réduire les impacts environnementaux du produit.

1. Identification des composants

La première étape consiste à identifier les composants du produit/système. Un composant est un sous-système contribuant à la finalité du système global.

	Nom	Description	Catégorie
C1	Circuit imprimé 1		Electronique
C2	Circuit intégré		Electronique
C3	Fil de connexion		Electronique
C4	Ecran cristaux liquide		Ecran
C5	Coque moulée plastique		Boitier
C6	Composant en caoutchouc		Boitier
C7	Composant métallique		Boitier
C8	Circuit imprimé 2		Batterie
C9	Composant plastique		Batterie
C10	Batterie		Batterie
C11	Coque plastique		Emballage
C12	Boite carton		Surremballage



2. Identification et hiérarchisation des fonctions

Ensuite, il s'agit de définir les fonctions du système et de les prioriser selon une échelle d'importance de 0 à 2, 2 signifiant une fonction essentielle à la finalité du produit, 1 une fonction secondaire, 0 une fonction annexe. Les fonctions peuvent être reprises du diagramme pieuvre.

Inventaire des fonctions			
Nom	Description	Importance	
F1	Transformer des ondes radio-téléphoniques en ondes sonores et réciproquement	2	
F2	Enregistrer des impulsions du doigt de l'utilisateur	1	
F3	Diffuser la voix du correspondant	1	
F4	Visualiser les paramètres d'appel	1	
F5	Recevoir/capter les ondes téléphoniques	1	
F6	Respecter la réglementation	1	
F7	Protection du produit	1	
F8	Plaire à l'utilisateur	1	

3. Interaction composants/cycle de vie

Une fois les fonctions identifiées et hiérarchisées, la prochaine étape est de décrire la contribution de chaque composant aux différentes étapes du cycle de vie du produit. Une matrice composants/étapes du cycle de vie est construite, chaque composant est mis en lien avec le cycle de vie du produit avec une légende descriptive de la contribution. (voir exemple ci-dessous)

		P1	P2	P3	P4	
		Production des composants + Assemblage	Transport	Utilisation	Fin de vie	
C1	Electronique (circuits imprimés)	1	2	3		
C2	Ecran	1	2	3		5
C3	Boitier	4	2			5
C4	Batterie	1	2	3		5
C5	Boîte carton	4	2			5
C6	Coque plastique	4	2			5

- 1Le type de batterie et de composants électroniques et écran influencent sur le procédé de fabrication mis en jeu
- 2La masse du composant (changement de matériaux, optimisation du poids) influence sur le transport
- 3Le type de batterie, composants électroniques, écran influencent au niveau des performances réalisées lors de l'utilisation
- 4Le type de matériaux des composants du boitier et emballage influencent leurs procédés de fabrication
- 5Le type de matériaux des composants influence leurs scénarios de fin de vie

4. Matrice fonctions/composants

Il s'agit ici de décrire la contribution de chaque composant aux fonctions du produit.

Fonctions	Composants					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Electronique	écran	Boîtier	Batterie	Boite carton	Cocotte plastique
F1 Transformer des ondes radio-téléphoniques en ondes sonores et réciproquement	++	0	0	+		0
F2 Enregistrer des impulsions du doigt de l'utilisateur	++	0	++	0	0	0
F3 Diffuser la voix du correspondant	++	0	+	0	0	0
F4 Visualiser les paramètres d'appel	0	++	0	0	0	0
F5 Recevoir/capter les ondes téléphoniques	0	0	0	++	0	0
F6 Respecter la réglementation	++	++	0	++	0	0
F7 Protection du produit	0	0	++	0	++	+
F8 Plaire à l'utilisateur	0	0	++	0	+	0

Description de l'échelle de quantification des fonctions
+ contribution à la fonction
++ contribution essentielle à la fonction
0 pas de contribution à la fonction
- dégradation de la fonction

5. Matrice final F-C-IE

Le résultat final est la matrice présentée ci-dessous.

Cette matrice combine les impacts environnementaux de chaque composant avec leur contribution aux fonctions, elle permet de savoir en un seul visuel, les composants les plus impactants et leur criticité face aux fonctions du système. Les composants les moins critiques, c'est-à-dire contribuant aux fonctions les moins significatives **ET** ayant des impacts environnementaux élevés sont à optimiser en priorité. De l'autre côté, les fonctions les moins significatives induisant un impact élevé peuvent être supprimées ou repensées.

Nom du produit : Shampoing	Composants						
	Electronique	écran	Boîtier	Batterie	Emballage	Suremballage	Consommation élec
Listes des fonctions	Score						
Transformer des ondes radio-téléphoniques en ondes sonores et réciproquement	2	++	0	0	+		++
Enregistrer des impulsions du doigt de l'utilisateur	1	++	0	++	0	0	+
Diffuser la voix du correspondant	1	++	0	+	0	0	+
Visualiser les paramètres d'appel	1	0	++	0	0	0	0
Recevoir/capter les ondes téléphoniques	1	0	0	0	++	0	++
Respecter la réglementation	1	++	++	0	++	0	0
Protection du produit	1	0	0	++	0	++	+
Plaire à l'utilisateur	0	0	0	++	0	+	0
Changement climatique	5,34E+01	2,35E+00	1,21E+00	2,99E+01	1,42E+00	3,36E+00	8,33E+00
Santé humaine	5,68E+01	1,24E+00	4,93E-01	3,25E+01	9,40E-01	2,14E+00	5,91E+00
Ressources	5,95E+01	1,36E+00	9,41E-01	2,08E+01	1,49E+00	4,28E+00	1,17E+01

3. Conception assistée par ordinateur (CAO)

La conception assistée par ordinateur permet d'élaborer des modèles 2D/3D du produit final et de les tester via des simulations mécaniques et thermiques. Il existe de nombreux outils de CAO dont les plus célèbres : Catia¹, Solidworks².

Par ailleurs, pour faciliter l'éco-conception, solidworks permet l'intégration des données d'analyse de cycle de vie.

Pour en savoir plus : Solidworks sustainability³.

¹ <https://www.3ds.com/fr/produits-et-services/catia/>

² <https://www.solidworks.com/>

³ <https://www.solidworks.com/fr/solutions/sustainability>