

Sûreté de fonctionnement des systèmes 1

HSI M1



Dr. BACHA Sidali UFMC-1- DGT

Table des matières



I - Qu'est ce-que l'analyse fonctionnelle ?	3
1. Objectifs du chapitre I	3
2. Étapes principales de l'analyse fonctionnelle	3
2.1. <i>Analyse fonctionnelle externe</i>	4
2.2. <i>Analyse fonctionnelle interne ou analyse fonctionnelle technique (A.F.T.)</i>	8
Glossaire	17
Abréviations	18
Références	19

Qu'est ce-que l'analyse fonctionnelle ?



1. Objectifs du chapitre I

A la fin de ce chapitre l'étudiant sera capable de :

- Exprimer graphiquement le besoin d'une fonction de service en tenant compte de son milieu extérieur (système) ;
- Représenter la relation logique (ET et OU) entre les fonctions techniques d'un même niveau ou importance fonctionnelle ;
- Proposer une solution technologique pour une fonction (situation-problème) en passant de la hiérarchie fonctionnelle d'un produit.

2. Étapes principales de l'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle consiste à rechercher (recenser) et à caractériser les **fonctions** offertes par un **produit** placé dans un **système** pour satisfaire les **besoins** de son utilisateur.

- **Besoin** : Les besoins peuvent être de natures **objectifs** ou **subjectifs**.
- **Système** : Un système est un ensemble d'éléments formant un **tout structuré** satisfaisant plusieurs besoins cohérents.
- **Produit** : Le mot produit est pris au sens large du terme. Il peut s'agir d'un objet, d'un matériel, d'un processus administratif ou technique, d'un service, d'un logiciel, d'un système.
- **Fonction** : Les fonctions nécessaires à la satisfaction des besoins peuvent être :
 1. Des fonctions de service ou d'estime ;
 2. Des contraintes imposées par un client, un milieu environnant particulier ou par certains règlements.

L'analyse fonctionnelle s'utilise pour :

- Concevoir des produits nouveaux,
- Reconcevoir des produits.

Elle sert de référence tout au long de la conception du produit. Par ailleurs au sein d'une entreprise, l'Analyse fonctionnelle permet de :

- Créer une synergie autour du produit ;
- Élaborer une connaissance collective ;
- Insuffler une dynamique à l'équipe-projet.

La démarche d'analyse fonctionnelle s'articule principalement sur deux étapes principales : l'analyse fonctionnelle externe et l'analyse fonctionnelle interne.

2.1. Analyse fonctionnelle externe

L'analyse fonctionnelle externe vise à définir le produit au travers des services qu'il devra rendre. Lorsque l'analyse fonctionnelle concerne l'**usage** d'un produit, c'est à dire les fonctions qu'il doit assurer pour satisfaire le **besoin** du client, le produit peut être considéré comme une boîte noire* et seules les fonctions qui « sortent » de la boîte vers l'extérieur sont à prendre en considération.

Cette forme d'analyse est intitulée analyse fonctionnelle externe ou **expression fonctionnelle du besoin**. Elle exprime le point de vue du client utilisateur et met en évidence les fonctions de service ou d'estime.

2.1.1. Analyse du Besoin ou Bête à corne

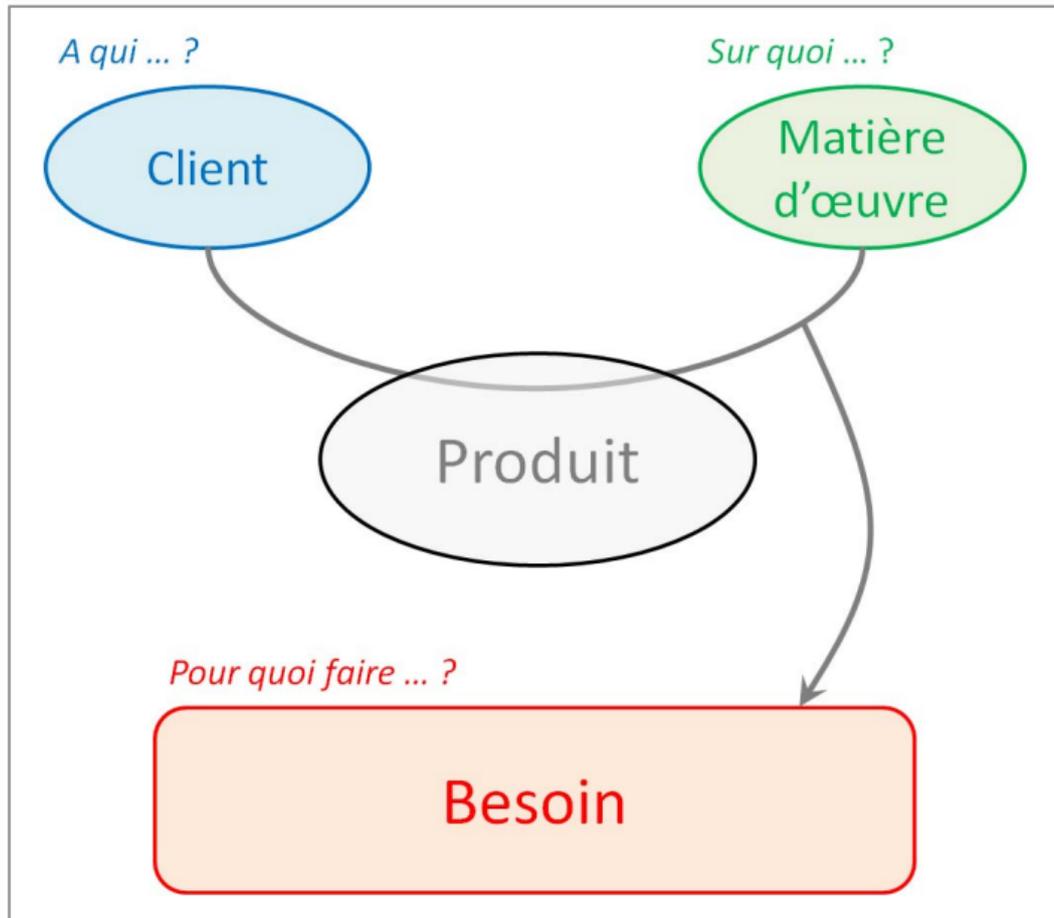
Définition

Selon AFNOR : « Un besoin est un désir (ou une nécessité) éprouvé par l'utilisateur d'un système » ; Pour verbaliser le besoin, il faut se poser trois questions (... et y répondre !) :

Questions	Réponse (à détailler)
« A qui le produit rend-il service ? »	Au client(à préciser)
Sur quoi le produit agit-il ? »	Sur la matière d'œuvre(préciser)
« Dans quel but ? » (pour_quoi faire ?)	Pour satisfaire le besoin(préciser)

Méthode : Le schéma du besoin

Traditionnellement, on représente le besoin grâce à un outil graphique : le schéma du besoin (la « **Bête à cornes** ») :



L'architecture de ce graphe est inspirée de la forme donnée par un tête d'un animal ayant des cornes.



Les réponses aux trois questions du graphe "bête à cornes" aboutissent à un énoncé du besoin, qui doit être rédigé de la façon suivante :

« Le produit rend service au client en agissant sur la matière d'œuvre pour satisfaire le besoin »

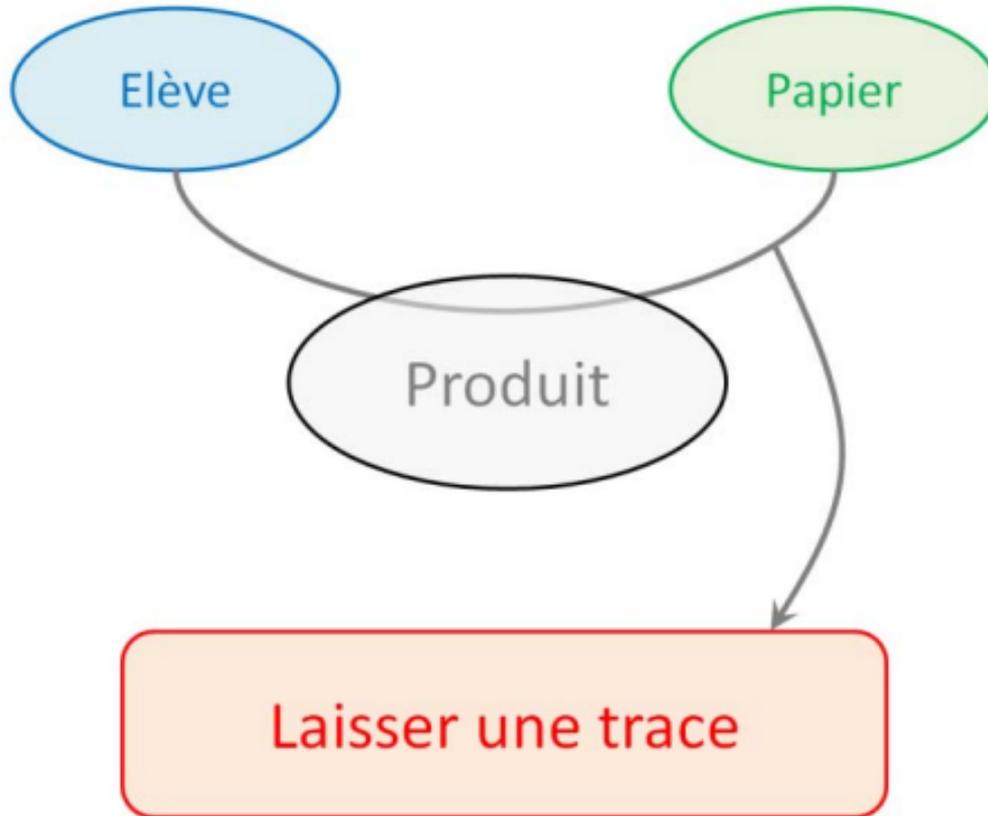
Exemple

Besoin exprimé : « *On souhaite permettre à un élève de laisser une trace sur un support papier* »

Les trois questions :

Questions	Réponse (à détailler)
« A qui le produit rend-il service ? »	A l' élève
Sur quoi le produit agit-il ? »	Sur le papier
« Dans quel but ? » (pour_quoi faire ?)	Pour y laisser une trace

Le schéma du besoin :



Le besoin énoncé : « Le **produit** rend service à l'**élève** en lui permettant de **laisser une trace** sur du **papier** ».

2.1.2. Analyse Fonctionnelle du Besoin (A.F.B.)

Définition

L'analyse fonctionnelle du besoin permet de traduire le besoin par des fonctions à réaliser : les Fonctions de Service. L'Analyse Fonctionnelle du Besoin est aussi appelée Analyse Fonctionnelle Externe.

Une fonction de service peut se définir comme une « *Action du produit avec son milieu extérieur, qui contribue à la satisfaction du besoin (identifié et caractérisé lors de l'A.B.)* » .

Fondamental : Classification des Fonctions de Service

- **Fonctions Principales** : « *Fonction de service qui met en relation deux Éléments du Milieu Extérieur (EME ou plus), via le produit* » Les fonctions principales traduisent obligatoirement des **actions réalisées par le produit**. Il peut être nécessaire de mettre en relation plus de deux EME par une seule fonction principale, mais c'est un cas à éviter dans la mesure du possible.
- **Fonctions Contraintes (F.C)**: « *Fonction de service qui met en relation le produit avec un seul* » * « *EME* ». **Chaque EME doit être relié au produit par au moins une fonction contrainte**. Les fonctions contraintes traduisent la plupart du temps une **adaptation du produit à son milieu extérieur**.

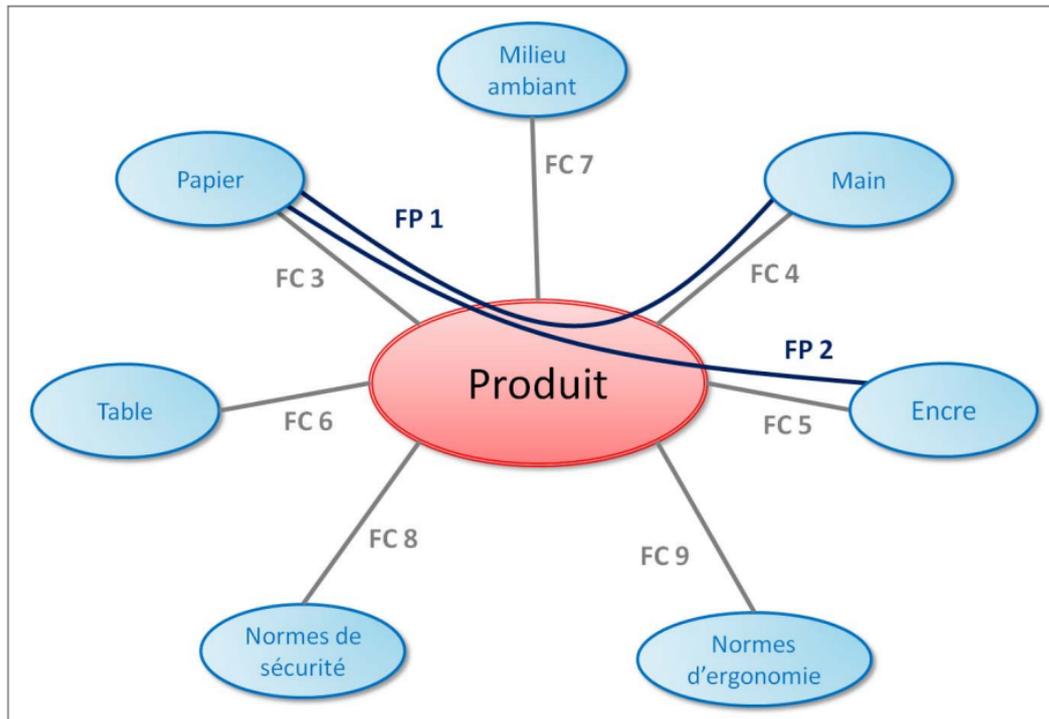
[cf. Analyse Fonctionnelle]

Méthode

L'analyse Fonctionnelle du Besoin (A.F.B.) est une extension du graphe « *bête à cornes* » et s'appelle le diagramme de pieuvre.



☞ *Exemple*



Quelques énoncés possibles (le verbe est en **rouge**, les EME sont en **bleu**) FP1 :

FP1 : **Reproduire** les mouvements de la **main** sur le **papier** ;

FP2 : **Transférer l'encre** sur le **papier** ;

FC3 : **S'adapter** au **papier** ;

FC4 : **S'adapter** à la **main**.

N.B : La formulation de la fonction doit être indépendante des solutions susceptibles de la réaliser, par exemple :

FP2 : Transférer l'encre sur le papier **grâce à une bille** / « Grâce à une bille » implique une solution.

2.2. Analyse fonctionnelle interne ou analyse fonctionnelle technique (A.F.T.)

L'analyse fonctionnelle interne vise à optimiser l'architecture du produit par rapport aux services que celui-ci doit rendre. L'Analyse Fonctionnelle Technique (A.F.T.) permet de faire la transition entre l'Analyse Fonctionnelle du Besoin (qui reste étrangère aux préoccupations d'ordre technologiques) et la conception détaillée, qui entre de plain pied dans les considérations technologiques. Elle n'est plus considérée comme une boîte noire, mais au contraire l'analyse va porter sur l'intérieur de la boîte pour comprendre ses fonctionnalités internes. Le produit est considéré comme un assemblage de constituants dont chacun remplit certaines fonctions vis-à-vis des autres. Elle exprime le point de vue du concepteur réalisateur du produit et met en évidence les fonctions techniques.

- Intérêts de l'AFT

L'AFT permet :

- Une approche systémique de la recherche de solutions technologiques.
- Aux concepteurs d'associer immédiatement (grâce à son nom) toute Fonction Technique (F.T.) et toute Solution Technologique (S.T.) à la Fonction de Service (F.S.) qui la justifie.

2.2.1. Le diagramme FAST (acronyme de « Fonctionnal Analysis System Technique »)

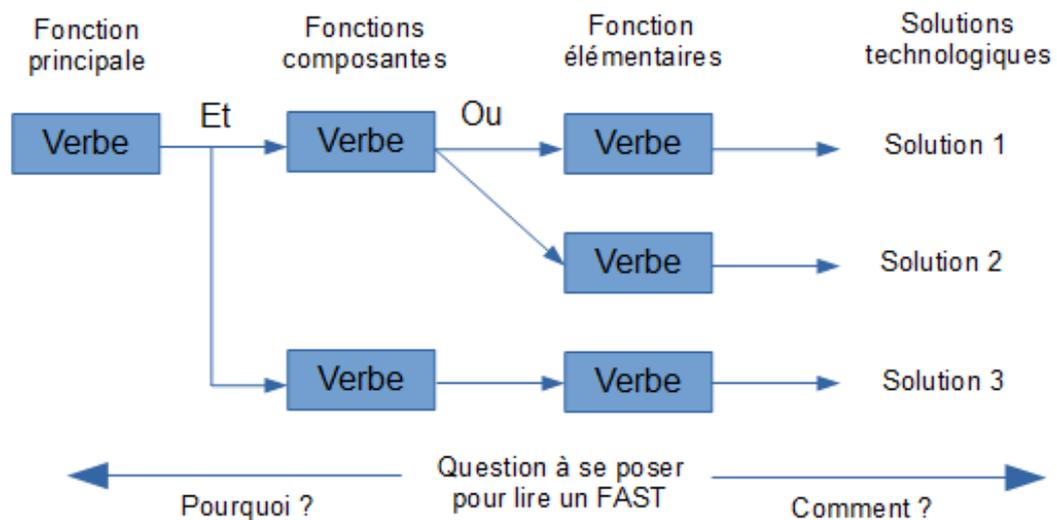
🔑 Définition

Une Fonction Technique est une fonction contribuant à réaliser une fonction de service par un moyen technique. Une FT* s'énonce **nécessairement** avec un **verbe à l'infinitif**. Ce verbe doit être, autant que possible, un verbe d'action.

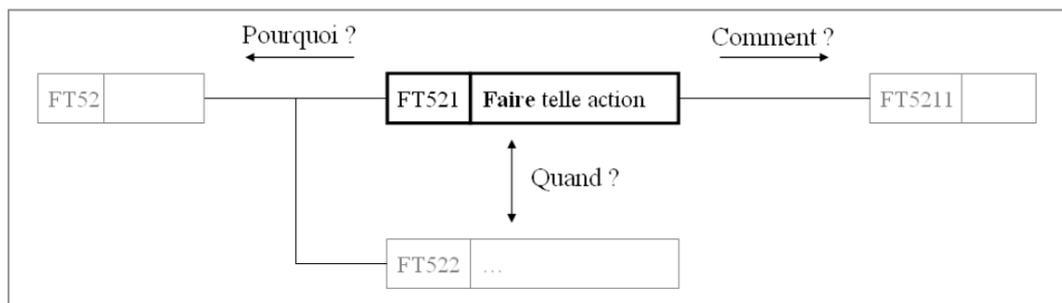
✂ Méthode : Construction de l'arbre

Les fonctions, représentées par des blocs rectangulaires, sont liées entre elles par des traits droits, qui les ordonnent. Les fonctions techniques sont nommées $FT_{ijk}...$ où i est le numéro de la FS* développée (FS_i). j et k indiquent la position de la fonction technique dans l'arborescence de FS_i .

- Lecture du FAST



- **Pourquoi ?** pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?
- **Comment ?** comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- **Quand ?** Quand cette fonction doit-elle être assurée ?*



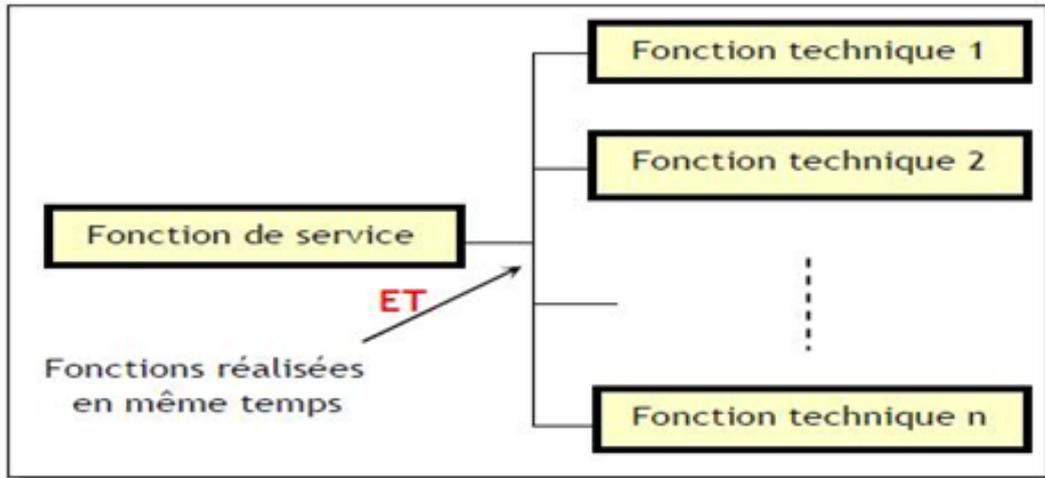
- Pourquoi FT521 existe-t-elle ? → Pour réaliser FT52 (et seulement FT52) ;

- Comment FT521 est-elle réalisée ? → Grâce à FT5211 (il peut y en avoir d'autres) ;
- « Quand » FT521 intervient-elle ? → « En même temps que » FT522.

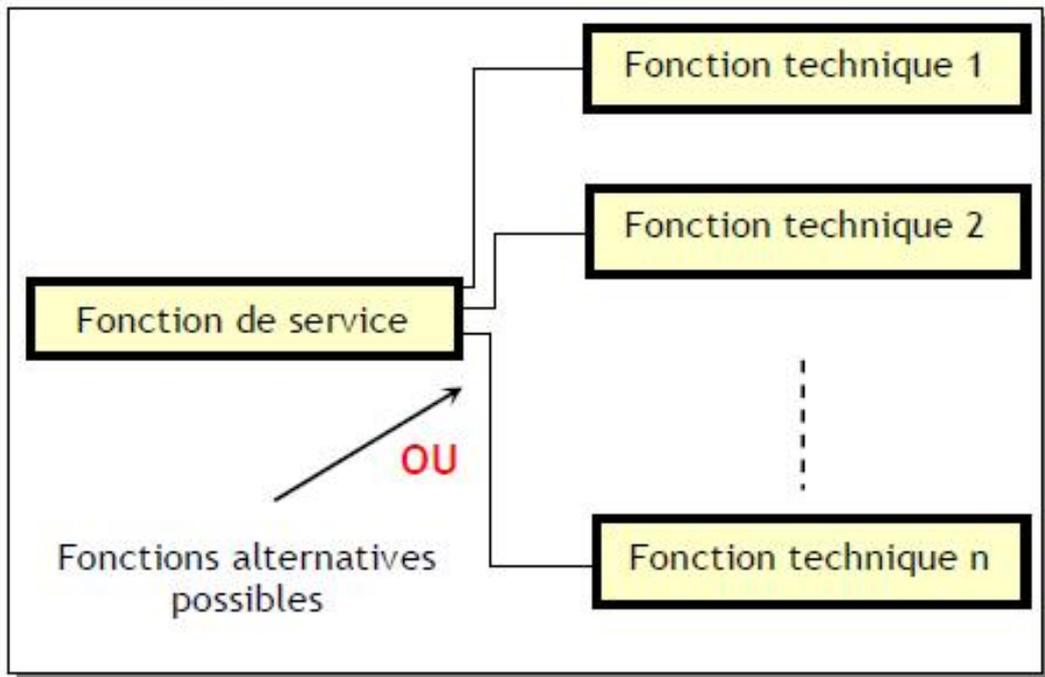
⚠ *Attention*

NB : Deux fonctions techniques de même

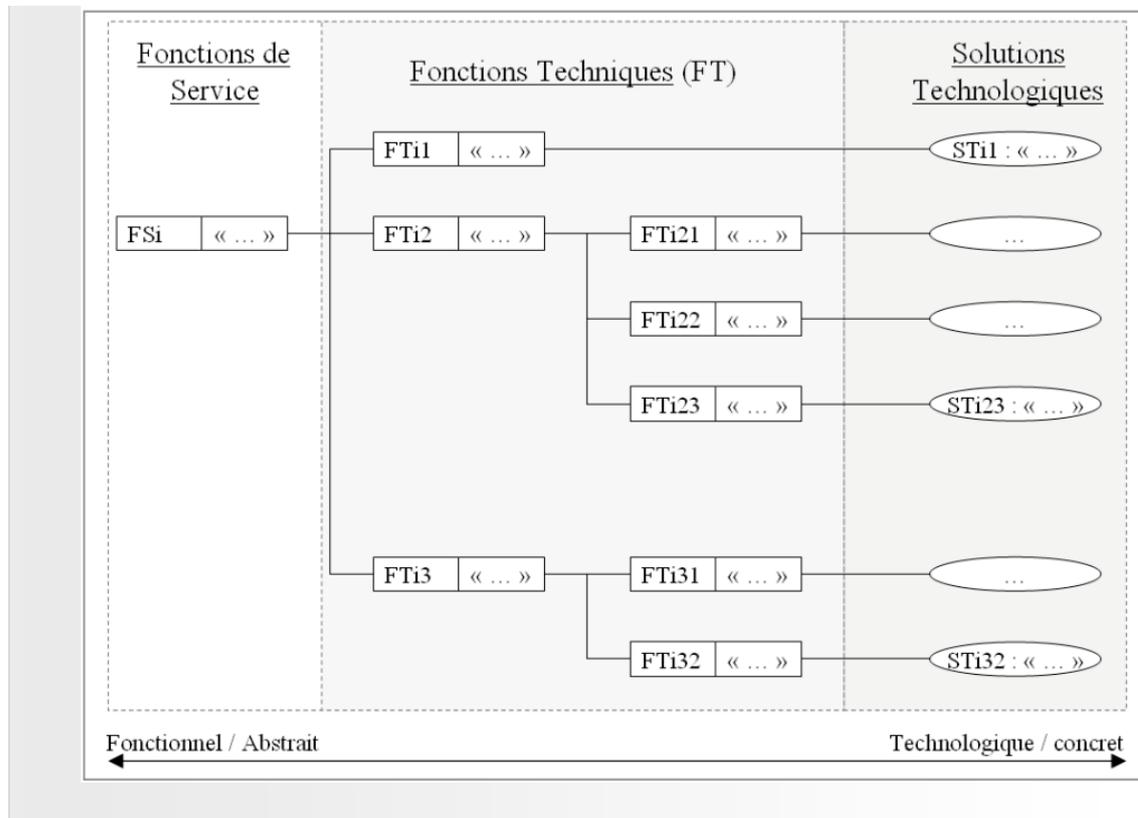
ne sont pas réalisées « au même instant », mais ont la **même importance fonctionnelle**. La simultanéité du FAST peut être interprétée comme un « ET » logique.



Tandis qu'une porte « ou » se représente comme suit :



Le diagramme FAST se termine avec les solutions techniques représentées par des cercles comme il est montré sur la figure ci-dessous :



2.2.2. La méthode SADT (Structured - Analysis - Désign - Technique)

La méthode SADT* a été mise au point aux Etats Unis en 1977 par Doug Ross pour la société Softech. Encore appelée analyse fonctionnelle descendante, c'est une méthode graphique qui part du général pour aller au particulier.

Elle permet de décrire des systèmes ou objet technique complexes par l'étude :

- Des actions qu'ils exercent sur leur environnement.
- De leur organisation fonctionnelle et structurelle.

a) Objectifs d'une analyse S.A.D.T

✿ *Fondamental*

La S.A.D.T doit mener les **intervenants** (ingénieurs, techniciens, opérateurs) à un tout qui soit cohérent et homogène avec le système à étudier. Elle fournit une vision globale du système et permet de préciser de plus en plus finement le rôle de chacun des éléments du système par une analyse des **niveaux successifs**.

✂ *Méthode*

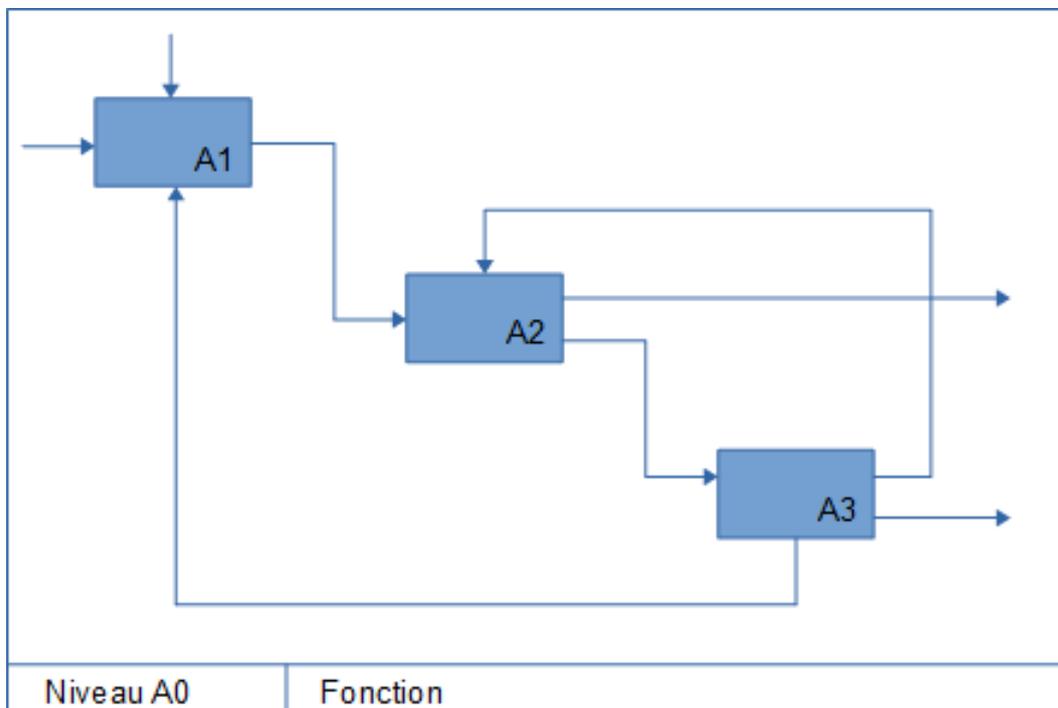
Cette analyse descendante traduit la hiérarchie des activités réalisées par le système. De fait, le premier niveau reste très abstrait et ce n'est qu'en descendant dans la hiérarchie que les solutions techniques et les moyens nécessaires à leur réalisation sont précisés et détaillés.

En général, on utilise 3 à 6 boîtes par niveau.

Il faut toujours au moins une contrainte (celle qui déclenche l'action).

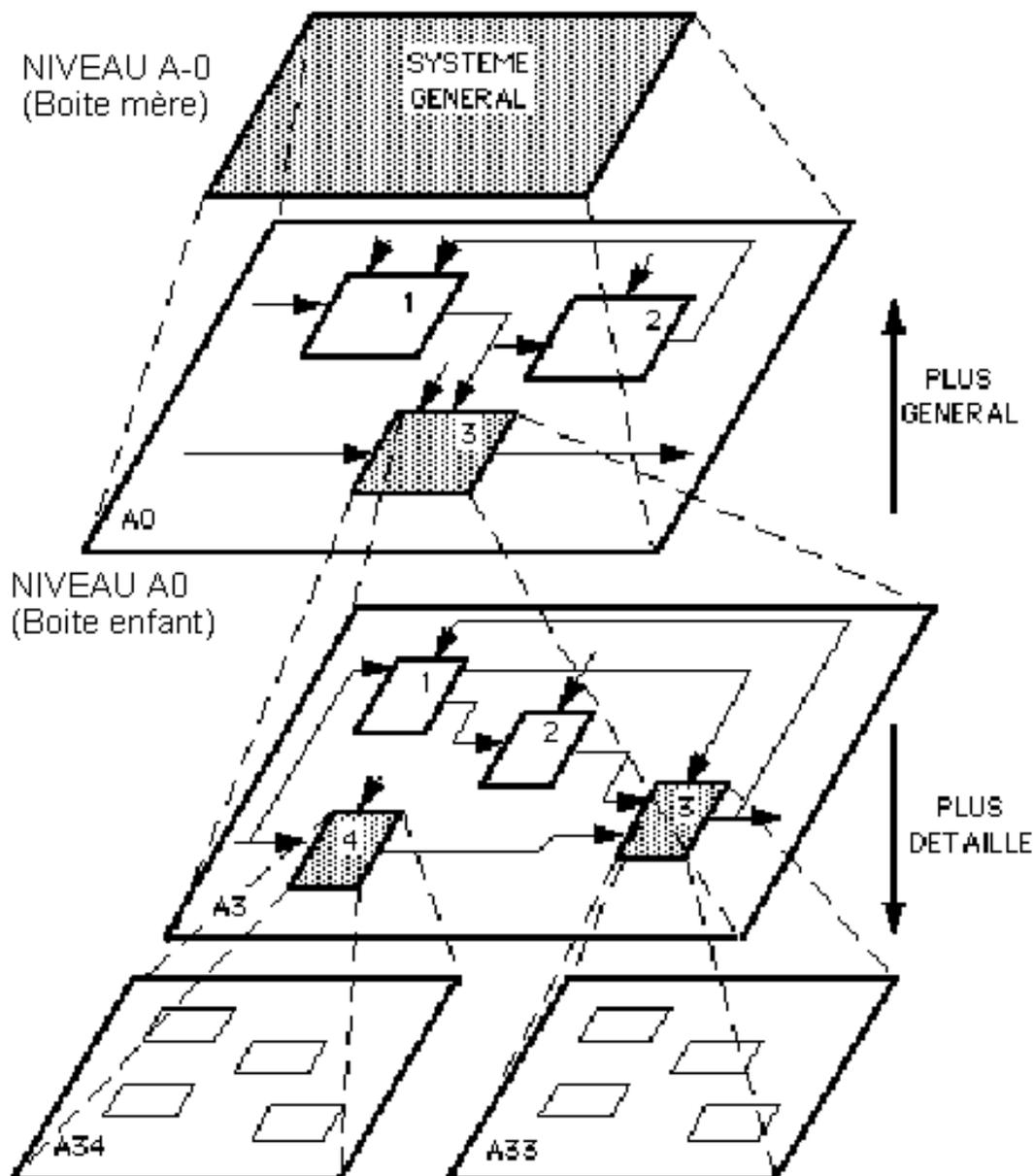
- **Niveau A0 (A zéro)**

Chaque boîte représente une action que doit réaliser un constituant du système pour lui permettre de satisfaire la fonction globale. Ce niveau est très abstrait mais il permet d'observer les flux d'énergie et d'information entre les différentes boîtes nommées A1, A2, A3...



- **Niveaux inférieurs**

Ils permettent de décrire en détail les fonctions globales comme il est montré sur la figure ci-dessous.



Remarque

Tout ce qui franchit les frontières d'une boîte doit se retrouver à l'identique au niveau suivant.

b) Type de diagramme S.A.D.T

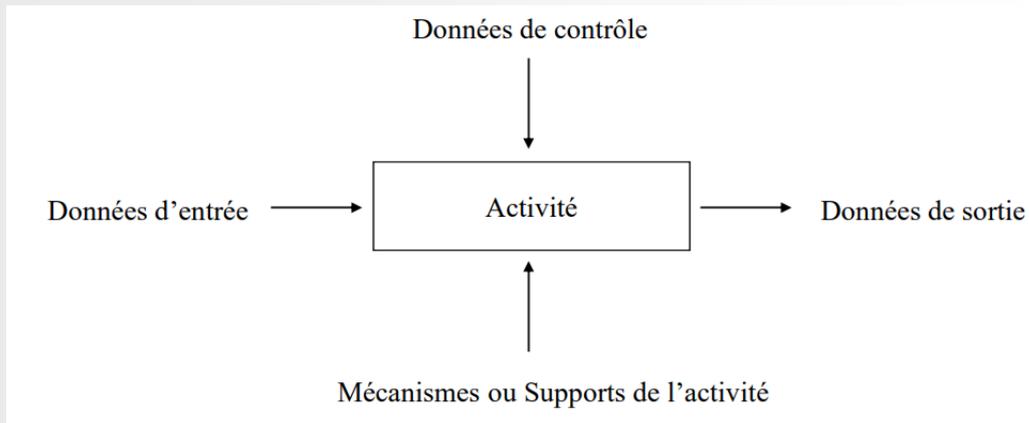
Dans une analyse SADT, on peut modéliser deux types d'analyse. L'analyse par des actigrammes (boîtes d'action) et l'analyse par des datagrammes (boîtes de donnée).

i Diagramme d'activité (ou actigramme).

Fondamental

Il vise la modélisation de l'ensemble des activités du système.

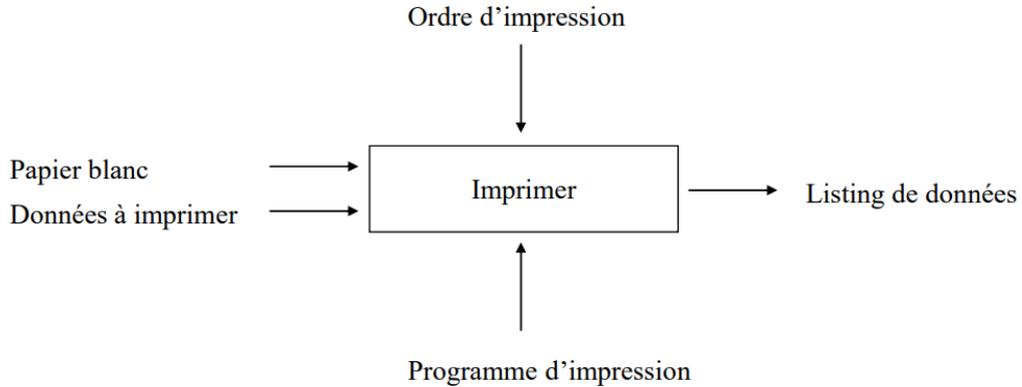
Identifié par un verbe d'action, il gère des données d'entrée désignées par des noms à partir de directives de contrôle (désignés par des noms aussi) en s'appuyant sur les potentialités des mécanismes. Il génère des données en sortie par création ou par modification des données en entrée.



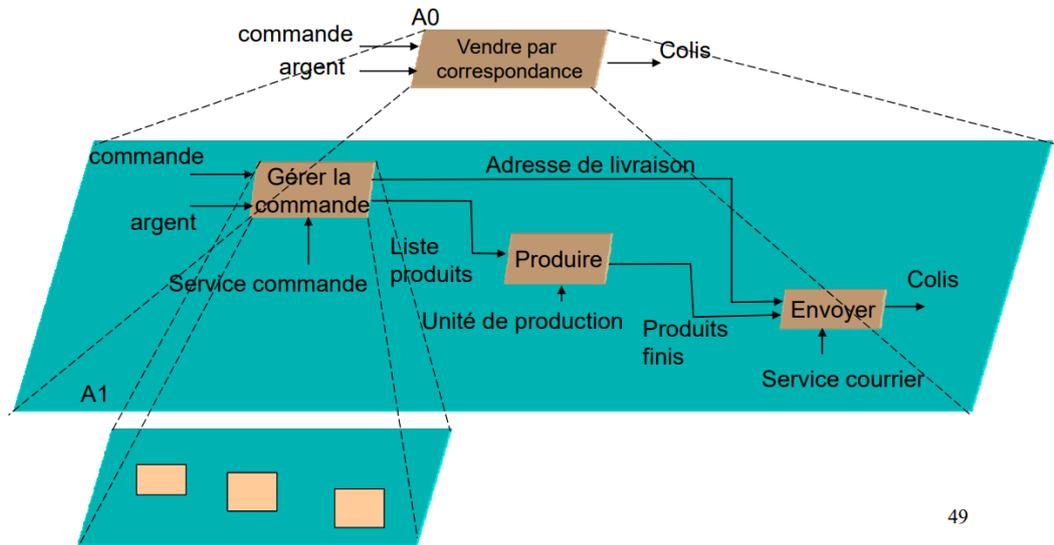
- **Mécanismes ou Supports de l'activité** (« qui ? » et/ou « comment ? ») : acteur principal de l'activité (organisme, individu, machine, ...) ou comment s'effectue l'activité ;
- **Données d'entrée** : données transformées par l'activité, nécessaires à son fonctionnement ;
- **Données de contrôle** : données non modifiées qui imposent une contrainte à l'activité ou la déclenche ;
- **Données de sortie** : données créées par l'activité.

Exemple

Imprimer une liste sur du papier blanc.



La vente par correspondance.



49

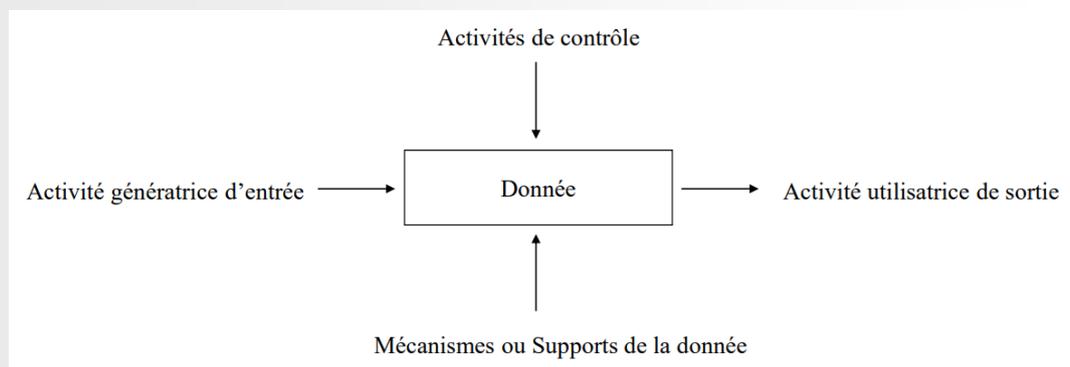
ii Diagramme de données (ou Datagramme)

Fondamental

Il vise la modélisation de l'ensemble des données du système.

Représente des données désignées par un nom créées par des activités génératrices (en entrée) et consommées par des activités utilisatrices (en sortie), sous le contrôle d'activités de contrôle. Les activités sont identifiées par des verbes.

Pour une donnée, les mécanismes expriment le support de stockage (physique ou logique) de la donnée.



Activité génératrice d'entrée : activité qui crée la donnée ;

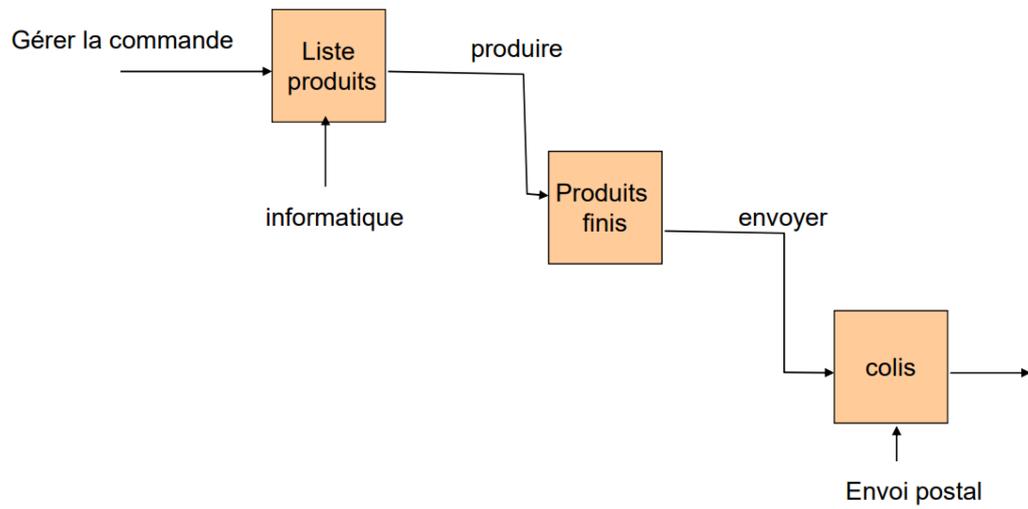
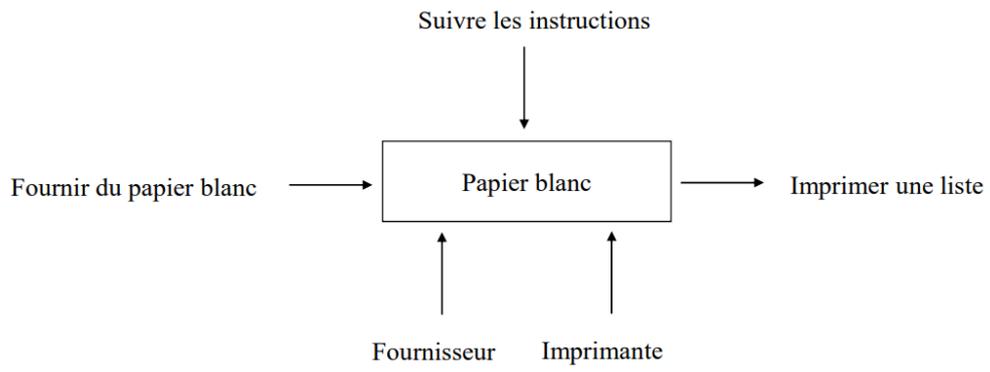
Activité utilisatrice de sortie : activité qui utilise la donnée ;

Activité de contrôle : activité qui influe sur la création ou l'utilisation de la donnée ;

Mécanismes ou Supports de la donnée : unité de stockage de la donnée.

Exemple

Revenant au mêmes premiers exemples d'actigrammes qui étaient "**Imprimer une liste sur du papier blanc**" et "**La vente par correspondance**", le datagramme correspondant se donne comme suit :



Glossaire



boîte noire

Absence de l'aspect technique des fonctions.



Références

*Olaf DE HEMMER,
L'analyse fonctionnelle :
décrire un besoin pour
définir une solution,
Technique de l'ingénieur,
2011*

Solutions technologiques FAST