Méthode d'analyse des systèmes techniques

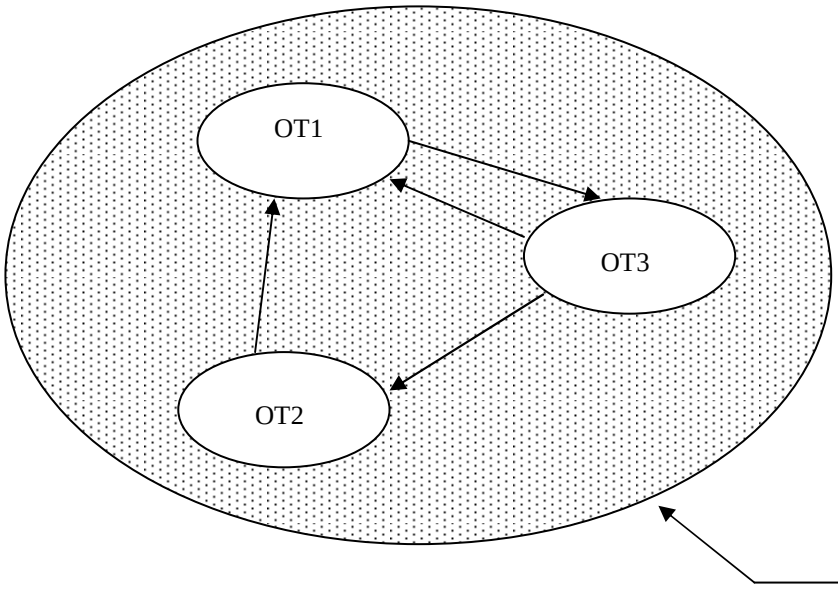
De nos jours, l'électronicien se trouve confronté à des systèmes de plus en plus complexes. Ainsi, il ne peut répertorier et étudier l'ensemble des situations technologiques susceptibles d'être rencontrées du fait :

- du nombre et de la diversité des applications de l'électronique,
- de la quantité des composants et de la complexité de certains,
- des performances diverses et en constante évolution de ces mêmes composants.

L'électronicien doit disposer d'une méthode de travail qui lui permet d'intervenir sur des systèmes ou des objets techniques, plus ou moins complexes, indépendamment des solutions technologiques rencontrées.
Cette méthode est la **SYSTÈMIQUE**. Elle constitue la première approche dans l'étude d'un système et/ou d'un objet technique et ne doit en aucun cas être négligée ! Le plus souvent, cette méthode offre une vision globale, une compréhension plus rapide et facilite l'étude.

1. SYSTEME ET OBJET TECHNIQUE

En règle générale, étudier un système c'est étudier un ensemble d'éléments, matériels ou non, en relation le uns avec les autres et formant un tout.
Parmi tous les systèmes qui nous environnent, il faut distinguer la famille des systèmes techniques. Chacun de ces derniers est conçu, organisé, exploité pour la satisfaction d'un besoin humain, individuel ou collectif. Les éléments constitutifs d'un système technique sont des objets techniques. Un objet technique est doté de sa propre identité fonctionnelle et il est soumis, comme le système auquel il appartient, aux contraintes de ses quatre milieux associés environnants : milieu humain, milieu physique, milieu économique et milieu technique.



Ce système technique est composé de 3 objets techniques distincts :

OT1 : Objet technique n°1
OT2 : Objet technique n°2
OT3 : Objet technique n°3

Réalisant chacun une fonction propre, le tout aboutissant à la satisfaction d'un besoin.

Considérons l'objet technique suivant : le lave-linge. Les contraintes imposées à ce dernier par les quatre milieux sont :

Milieu humain	Milieu physique	Milieu économique	Milieu technique
Simplicité d'emploi	Niveau sonore en fonctionnement	Coût de revient	Fabrication en grande série
Qualité de lavage du linge	Stabilité sur le sol	Réseau de distribution	Fiabilité
Facilité d'utilisation	Tenue mécanique lors du fonctionnement	Service après-vente	Esthétique

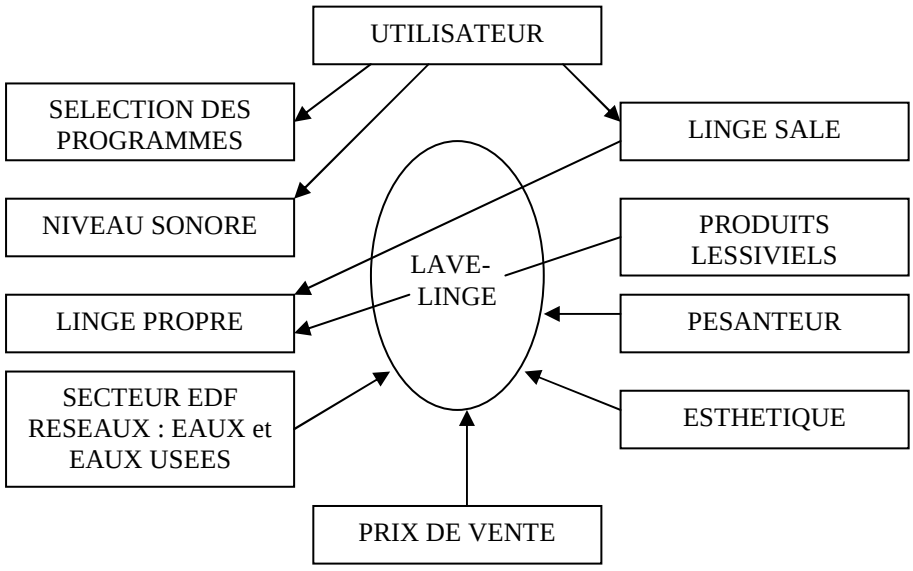
2. MISE EN SITUATION DU SYSTÈME : RELATION AVEC LES COMPOSANTES DES MILIEUX ASSOCIÉS

Un système est obligatoirement en relation avec les composantes de ces milieux.
Par rapport à une des composantes des milieux environnants, un système peut :

- assurer, en la modifiant, sa relation avec une autre composante,
- ou la subir pour devoir s'y adapter,
- ou agir sur elle pour la modifier.

Exemple : Pour un lave-linge, inventaire des composantes des différents milieux environnants et établissement du graphe de leurs relations :

Milieu humain : les utilisateurs,…
Milieu physique : l'action chimique des produits lessiviels, pesanteur,…
Milieu économique : esthétique, prix de vente,…
Milieu technique : alimentation en énergie électrique, réseaux de distribution d'eau et d'évacuation des eaux usées, sélection des programmes, lot de linge sale à laver…



3. IDENTIFICATION DES ELEMENTS DU SYSTEME ET REPRESENTATION DE LEURS RELATIONS

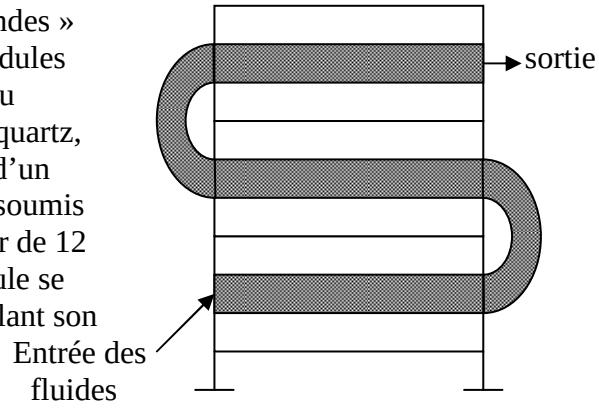
Pour satisfaire au mieux, par rapport aux milieux associés :

- aux contraintes et conditions d'environnement,
- ainsi qu'à la nature des relations entre composantes,

Le système met en œuvre un certain nombre d'éléments. Un diagramme (ou graphe) sagittal permet de représenter leurs relations.

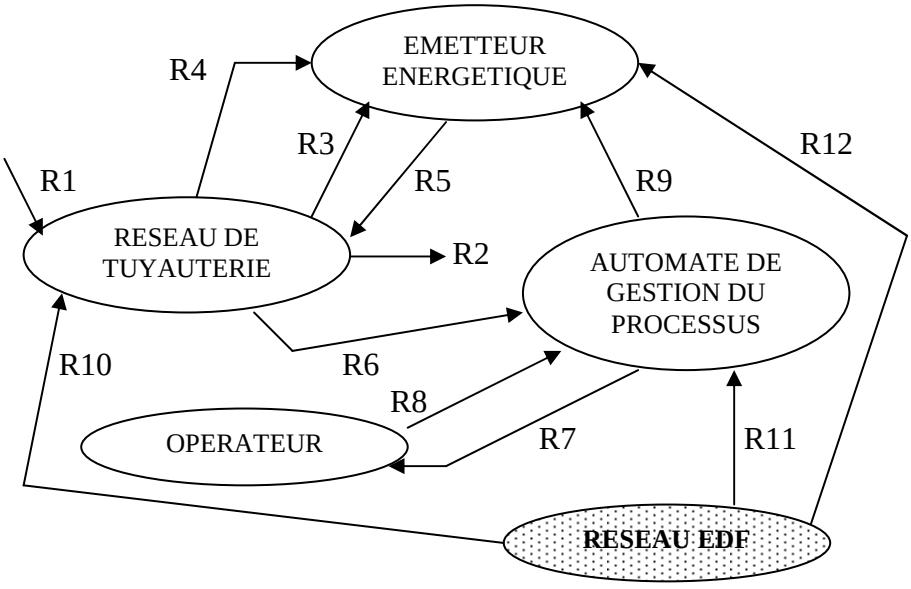
Exemple : Système de traitement thermique des fluides alimentaires par micro-ondes (d'après SFAMO – CIDELCEM INDUSTRIES).

L'ensemble « réseau de tuyauterie - cavités micro-ondes » constitue le four tunnel qui est composé de trois modules superposés, traversés chacun par un tube en matériau perméable aux micro-ondes (polypropylène, Pyrex, quartz, silice ou Téflon). Le fluide alimentaire est véhiculé d'un module à l'autre en suivant un parcours en « S » et soumis au rayonnement électromagnétique sur une longueur de 12 mètres (3 tubes de 4 mètres). L'accès à chaque module se fait par une porte équipée d'un micro-rupteur contrôlant son verrouillage.



Disposition schématique du four

L'étude du système et l'identification de ses éléments et de leurs relations permet l'établissement progressif de diagrammes sagittaux de plus en plus renseignés.



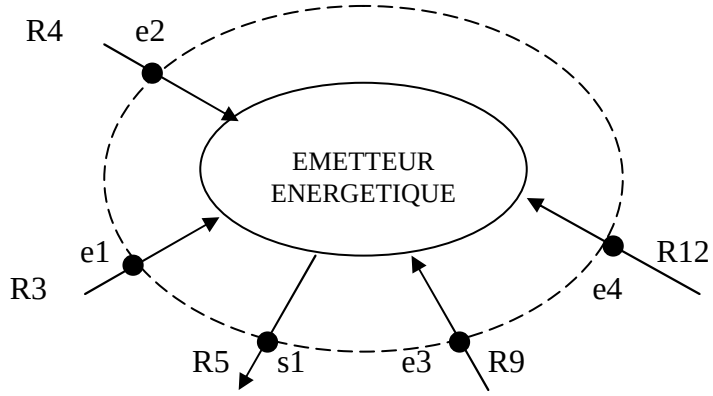
Définition des relations entre les éléments :

R1 : entrée du fluide alimentaire non traité
R2 : sortie du fluide traité
R3 : contrôle de l'accès aux modules
R4 : commande de l'émission énergétique
R5 : Rayonnement électro-magnétique (flux de µondes)
R6 : température de fluide alimentaire en différents points du processus
R7 : valeur de référence
R8 : compte-rendu des différentes températures
R9 : information représentative de l'écart ε
R10, R11, R12 : énergie électrique

4. EMERGENCE DES FONCTIONS DES ELEMENTS

A partir du diagramme sagittal global, il est possible d'isoler un élément considéré comme un des objets techniques du système, ayant une fonction bien spécifiée.

Exemple :



L'émetteur énergétique est isolé avec ses entrées e1, e2, e3, e4 et sa sortie s1.
L'étude de l'objet technique ainsi isolé doit définir les différentes actions qu'il doit assurer pour élaborer ses sorties à partir de ses entrées.
L'ensemble de ces actions est représentatif de la fonction de l'objet technique.

L'objet technique, centre de nos études, sera choisit en fonction :

- de l'importance de sa fonction dans le système technique global,
- de son intérêt,
- de sa complexité,
- de sa composition technologique (des fonctions électroniques dont il dispose).

5. DEFINITION FONCTIONNELLE D'UN OBJET TECHNIQUE

a. Fonction globale d'un objet technique

Si l'utilisateur parle d'un objet technique en terme de service(s) rendu(s), le technicien peut définir l'objet technique par rapport à son action sur une matière d'œuvre qui peut être :

- matérielle : pièce, linge, composant…
- informationnelle : information, donnée numérique, programme…
- énergétique : énergie électrique, énergie solaire, énergie thermique…

L'objet technique se justifie par rapport à un besoin de modification d'une matière d'œuvre, c'est sa fonction globale qui confère une certaine valeur ajoutée à la matière d'œuvre.

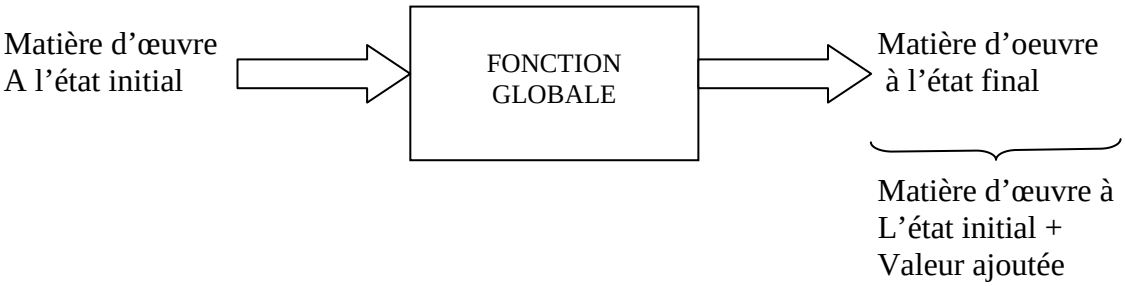
Exemple :
L'émetteur énergétique transforme l'énergie électrique en un rayonnement hyperfréquences (ou micro-ondes) nécessaire au chauffage du fluide alimentaire.
Sa fonction globale est ……
Sa matière d'œuvre est ……

Le lave-linge rend propre le linge sale.
Sa fonction globale est ……
Sa matière d'œuvre est ……

L'expression de la fonction globale doit être générale pour s'appliquer à une famille d'objets techniques.

✋ Proposer d'autres objets techniques ayant la même fonction globale que :
- l'émetteur énergétique :
- le lave-linge :

La fonction globale peut être décrite par un schéma fonctionnel de niveau 1.



✋ Donner les schémas fonctionnels de niveau 1 de l'émetteur énergétique et du lave-linge.

b. <u>Fonction d'usage d'un objet technique</u>

Un objet technique satisfait à un certain nombre de fonction de service qu'il doit réaliser pour répondre aux besoins d'un utilisateur donné.

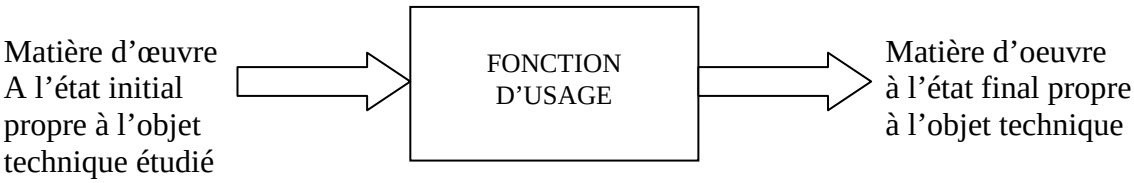
Exemple : un lave-linge offre à un utilisateur les fonctions de service suivantes :

- laver le linge,
- laver tous types de linge,
- rincer le linge lavé,
- essorer le linge,
- faire gagner du temps,
- faciliter l'utilisation,
- être économique à l'usage,
- être disponible au moindre coût,
- fonctionner sans surveillance,
- …

Dans bien des cas, l'expression de ce que veut l'utilisateur traduit dans une forme plus globale, plus synthétique, cet agencement organisé de fonctions de service.
En fait l'utilisateur exprime une fonction d'usage qui correspond à ce qu'il veut et pour laquelle il serait tout disposé à payer.
Cette fonction d'usage regroupe les fonctions de service perçues directement par l'utilisateur.

Exemple :
Suivant les utilisateurs, la fonction d'usage d'un lave-linge peut s'exprimer par :
- laver, rincer, essorer tous types de linge,…
- ou laver, rincer, essorer tous types de linge avec le minimum de consommation d'énergie électrique et d'eau,…

La fonction d'usage peut être décrite par un schéma fonctionnel de niveau 2



Dans la plupart des cas, la fonction d'usage n'est valable que pour l'objet technique étudié.

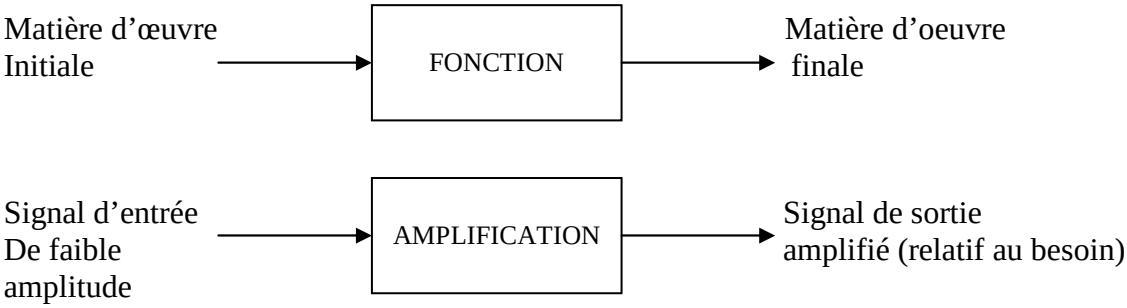
Donner les schémas fonctionnels de niveau 2 de l'émetteur énergétique et du lave-linge.

6. ORGANISATION FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE D'UN OBJET TECHNIQUE

Les fonctions globale et d'usage de l'objet technique étant correctement définies, il y a lieu à présent d'analyser son organisation interne.

L'étude fonctionnelle approfondie de l'objet technique s'organise autour de schémas explicatifs relativement simple destiné à faire comprendre le fonctionnement. Ces schémas décrivent le rôle et l'organisation des fonctions de l'objet technique.
Une fonction se traduit très souvent par un mot parfaitement choisit qui puisse décrire explicitement son rôle.

Exemple :

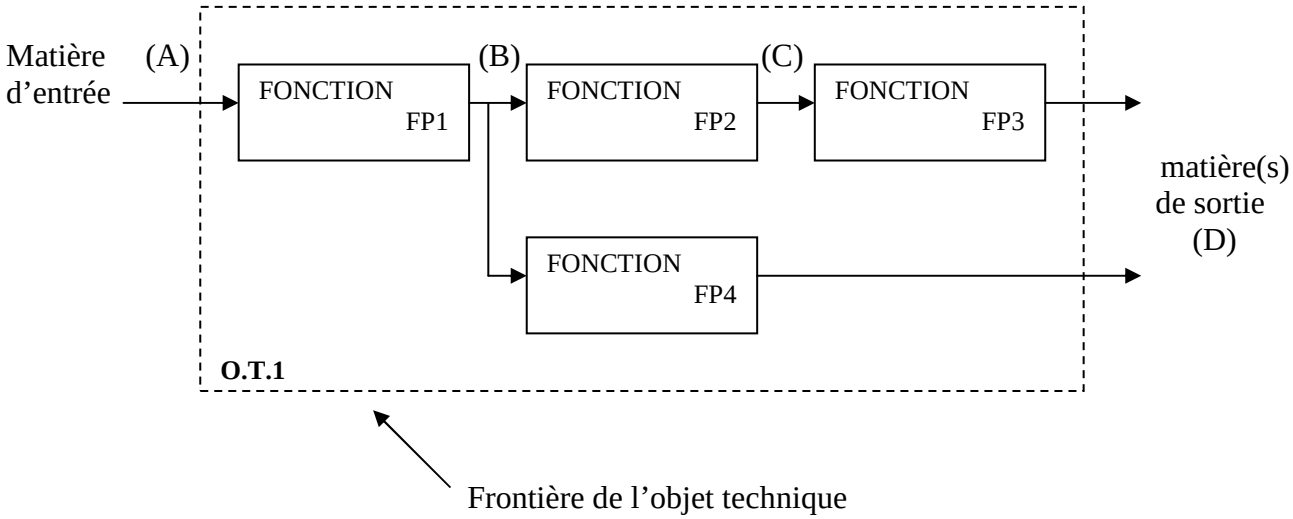


a. Schéma fonctionnel de premier degré

Ce schéma fonctionnel doit faire apparaître l'ensemble des fonctions principales (FP..) de l'objet technique, avec leurs relations. Ce schéma est, soit disponible, soit élaboré par identification sur le schéma structurel.
Règles d'écriture :

- Chaque fonction principale doit être : repérée, désignée fonctionnellement,
- Les entrées et sorties doivent être repérées (et si possible identiques au schéma structurel),
- Le schéma doit s'écrire à l'intérieur d'un cadre qui représente la « frontière » de l'objet technique.

Exemple :

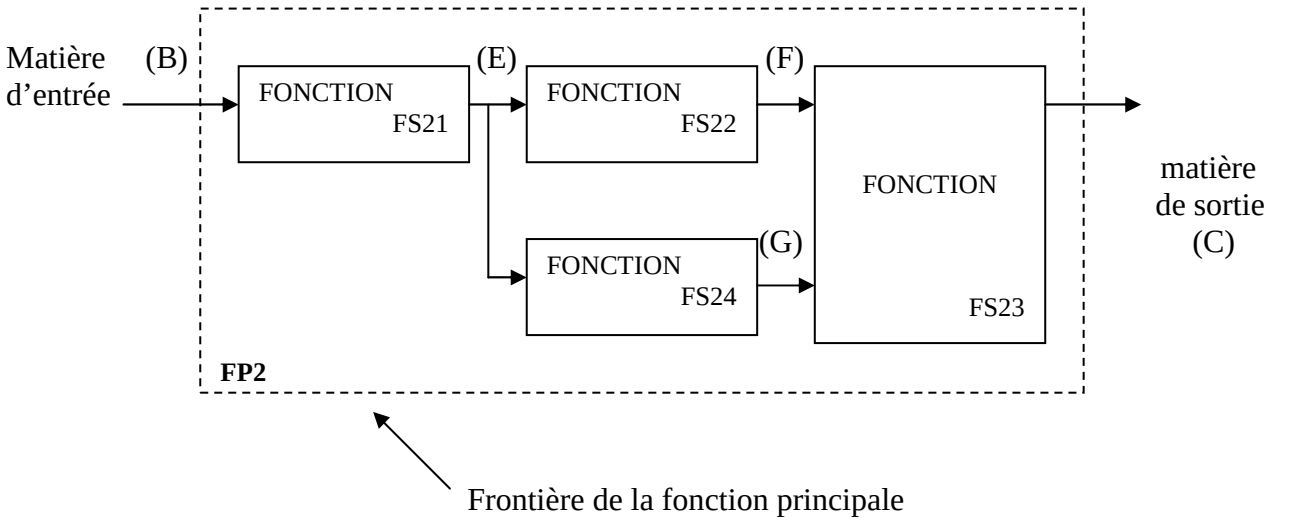


Rem : L'agencement des fonctions principales FP1 à FP4 (dans cet exemple) doit satisfaire à la fonction d'usage énoncée dans le schéma fonctionnel de niveau 2.

b. Schéma fonctionnel de deuxième degré

Il représente en fait le schéma fonctionnel de premier degré approfondi. Il doit faire apparaître l'ensemble des fonctions secondaires (FS…) organisant chaque fonction principale c'est à dire FS11, FS12, FS13… pour FP1 ; FS21, FS22,… pour FP2 ; FS31, FS32, FS33… pour FP3 …etc. Mêmes règles d'écriture que précédemment.

Exemple :



c. Schéma structurel

Une fois l'étude fonctionnelle réalisée, l'étude structurelle peut être entreprise fonction par fonction grâce au schéma structurel qui précise l'organisation des différents constituants de l'objet technique sans tenir compte de leurs dimensions réelles et de leur position relative.