

# ETUDE DES SYSTEMES

- I- GENERALITES ..... 1
  - I-1- SYSTÈME: DEFINITION ..... 1
  - I-2- SYSTÈME TECHNOLOGIQUE ..... 1
  - I-3- NOTIONS DE FONCTION ET DE NIVEAU DE PERFORMANCE ..... 2
  - I-4- BLOC FONCTIONNEL - MATIÈRE D'OEUVRE - VALEUR AJOUTÉE ..... 5
  - I-6- CLASSIFICATION DES SYSTEMES TECHNOLOGIQUES ..... 6
- II- MODÉLISATION FONCTIONNELLE ..... 7
  - II-1- DESCRIPTION FONCTIONNELLE D'UN SYSTEME ..... 7
  - II-2- ANALYSE DESCENDANTE DIAGRAMME S.A.D.T. .... 8
  - II-3- ARBRE FONCTIONNEL DIAGRAMME F.A.S.T. .... 10
  - II-4- CORRESPONDANCES ENTRE LES MODELISATIONS SADT ET FAST ..... 13
  - II-5- PANORAMA SUCCINCT SUR L'ANALYSE FONCTIONNELLE ..... 14
- III- LES SYSTEMES AUTOMATISES ..... 15
  - III-1- STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE ..... 15
  - III-2- NOTION DE CHAÎNE FONCTIONNELLE ..... 15
  - III-3- REPRÉSENTATION D'UNE CHAÎNE FONCTIONNELLE ..... 16

## -I- GENERALITES

### -I-1- SYSTÈME: DEFINITION

Voici plusieurs définitions du mot «**SYSTÈME**» lorsqu'il est employé dans le cadre de l'étude de phénomènes :

Dictionnaire Le ROBERT : «*Ensemble d'éléments qui fonctionnent ensemble et forment un tout organisé*»

Dictionnaire HACHETTE : «*Ensemble organisé de règles, de moyens tendant à une même fin*»

Dictionnaire LAROUSSE : «*Combinaison de parties qui se coordonnent pour concourir à un résultat, ou de manière à former un ensemble*»

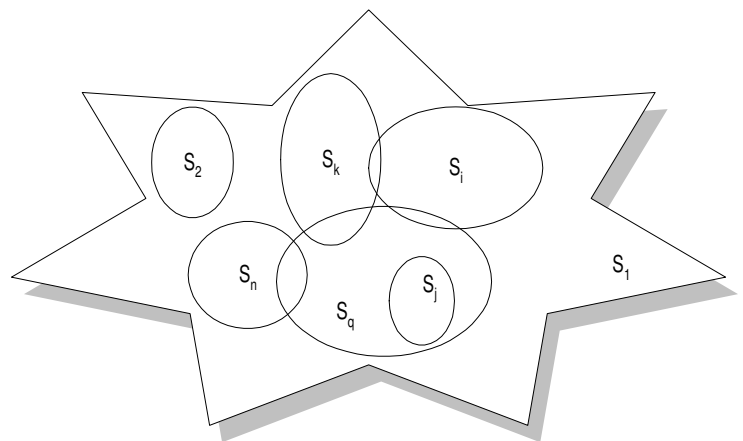
**Exemples:** en chimie: pile électrique ; en technologie: une automobile

**Remarque:** On a un système à chaque fois que l'on réussit à isoler un ensemble d'éléments de leur contexte pour les étudier, et lorsque des relations de dépendances existent entre eux *pour assurer des fonctions*

#### Systemes et sous-systemes :

Tout système est inclus dans un système plus vaste et en constitue un sous-système.

Deux systèmes différents peuvent avoir une partie commune qui est un sous-système de chacun d'eux.



#### Exemple :

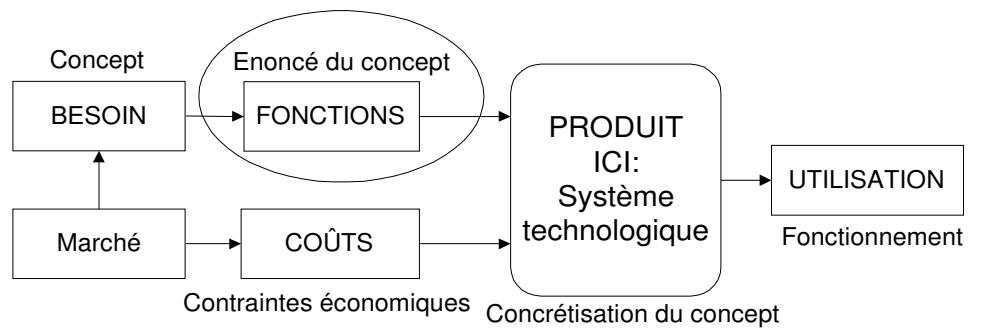
### -I-2- SYSTÈME TECHNOLOGIQUE

(ou entité Technico-Economique)

En technologie un système est une totalité organisée, destinée à répondre à un besoin.

Dans le domaine des S.T.I. les systèmes sont des entités **Technico-Economiques**. En effet, un **système technologique** répond à un **BESOIN** d'un ou plusieurs utilisateurs. Il remplit des **FONCTIONS** pour satisfaire ce besoin, et ces Fonctions concrétisées par le fonctionnement du système ont un certain **COÛT**. (*Pour l'utilisateur : Coûts d'acquisition, d'installation, de fonctionnement, de maintenance, ...*)

Ce système est alors un **PRODUIT** : **PRODUIT = (Norme Qualité ISO):**



Pour un utilisateur, l'intérêt (ou la valeur) d'un Produit réside dans son aptitude à *satisfaire le Besoin et au moindre Coût*. Ces 2 exigences poussées à l'extrême sont contradictoires :

- besoin trop bien satisfait → coût élevé (sur-qualité)
- coût faible → besoin mal satisfait (sous-qualité)

Cette notion est très importante. Toute étude de système dans le domaine industriel est obligatoirement soumise à cette «*loi du compromis*», entre la satisfaction du BESOIN (appelée qualité du Produit), et le COUT. En d'autres termes il ne s'agit pas de limiter l'étude d'un produit à la recherche de records en terme de performance technique. Le choix d'un axe d'étude, le choix d'une solution, doit se faire sous la double exigence de FAISABILITE TECHNIQUE et ECONOMIQUE en cherchant à **rendre maximal le rapport QUALITE / COÛT**.

Dans le cadre de notre programme nous n'aborderons pas le problème des Coûts, mais il faudra constamment avoir à l'esprit cette **notion de compromis**. C'est souvent pour des raisons économiques qu'on ne pousse pas suffisamment loin les études théoriques ou qu'on limite par exemple la précision d'évolution d'un système.

### -I-3- NOTIONS DE FONCTION ET DE NIVEAU DE PERFORMANCE

#### -I-3-1- Fonction :

Action d'un produit ou de l'un de ses composants. Elle est exprimée par un verbe d'action, suivi par un complément sur qui ou sur quoi agit le produit. Les fonctions sont indépendantes des solutions qui les réalisent.

**Exemple :** « transporter le conducteur » est l'une des fonction d'une automobile. Cette fonction peut être réalisée par un véhicule hippomobile, automobile, etc...

**Application :** Lampe dite de bureau : énumération de quelques fonctions

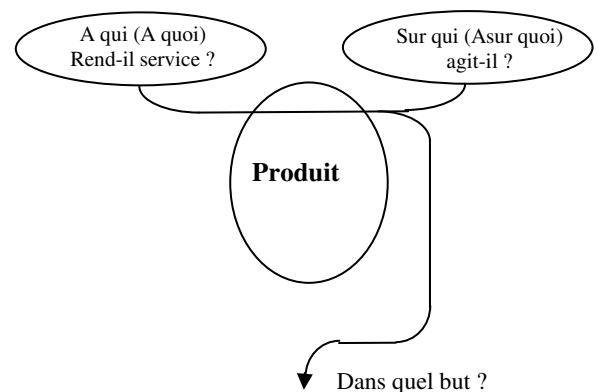
- F1 = Eclairer une table de travail à l'aide d'énergie électrique domestique
- F2 = Protéger l'utilisateur des chocs électriques, des blessures
- F3 = Se fixer à une table
- F4 = Protéger l'oeil des rayons directs
- F5 = Permettre les échanges thermiques

#### -I-3-2- Methode APTE diagramme "pieuvre" ou diagramme des intérateurs.

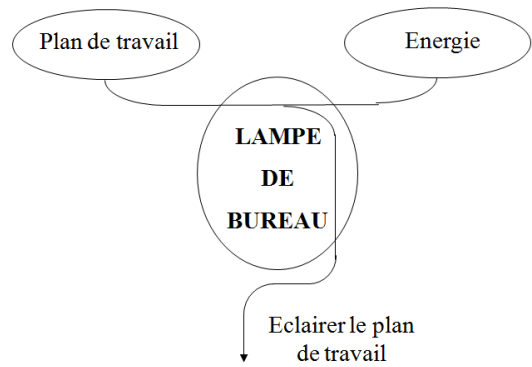
Cette méthode d'inventaire systématique du milieu environnant, déposée par la société APTE (APTE= Applications des techniques d'entreprises Paris), comporte trois étape :

##### 1<sup>ère</sup> étape :

**La recherche et la caractérisation du besoin** par l'outil dit "bête à cornes" et **l'identification de la fonction globale.**

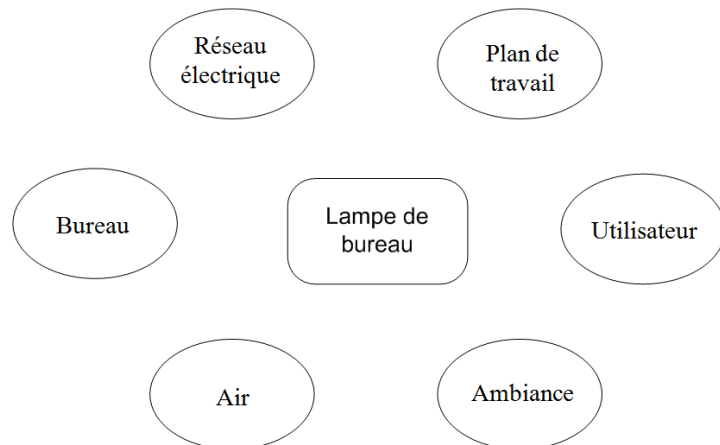


Exemple : lampe de bureau



2<sup>ème</sup> étape

**La recherche de l'environnement du produit :** l'identification et la caractérisation des interacteurs du système (les entités en relation avec le système pendant son cycle de vie). Le système est pris comme une entité évoluant dans son environnement. La description de l'environnement (direct) commence par la liste des **milieux extérieurs** :

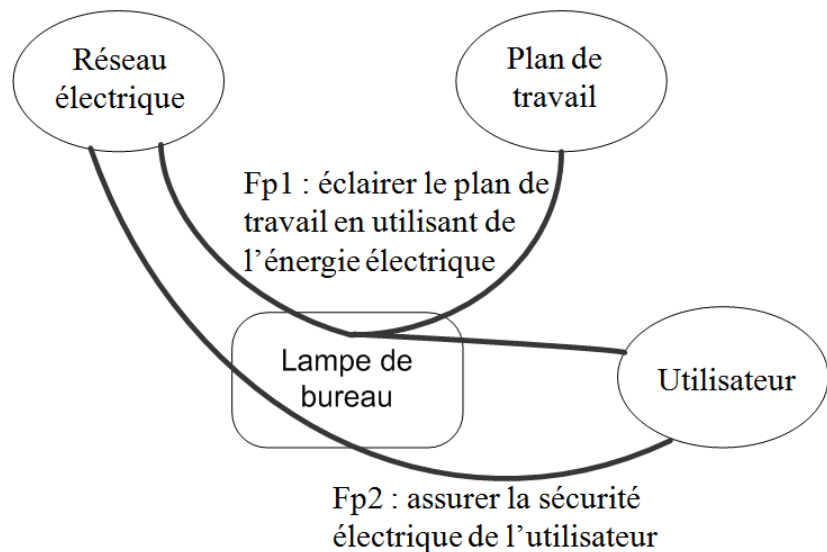


3<sup>ème</sup> étape

**La recherche des fonctions et des contraintes :** Une fonction représente une relation entre le système et un ou plusieurs interacteur(s). Ces fonctions qui traduisent en langage parlé le «service rendu» par le produit s'appellent tout naturellement : **fonctions de service**

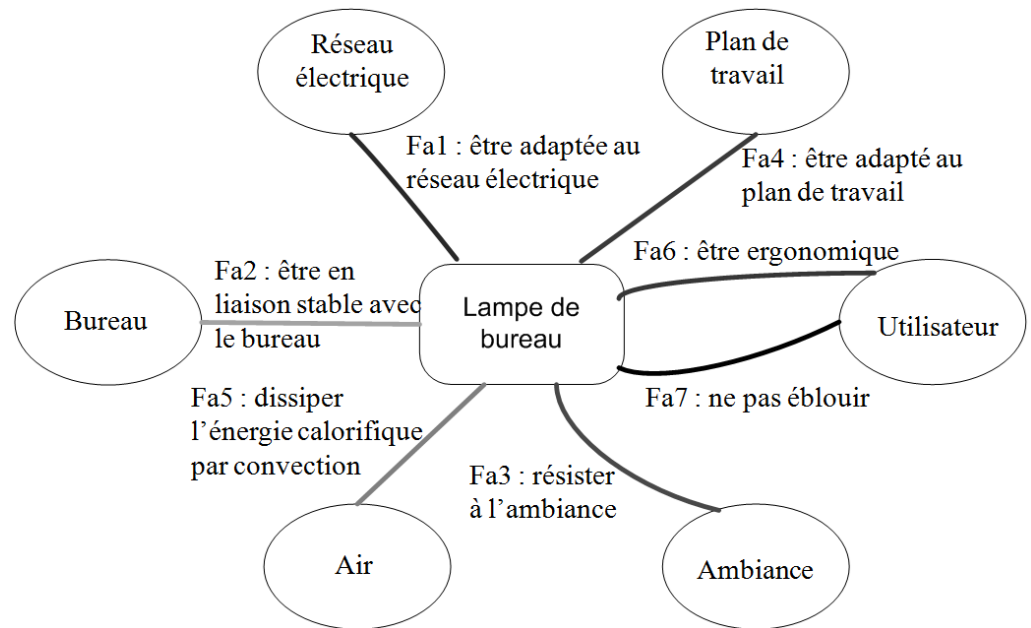
On remarque sur cet exemple qu'il existe 2 types de fonctions de service :

- celles mettant en relation **plusieurs milieux extérieurs** par l'intermédiaire du système, ce sont les **fonctions principales**, expressions des relations entre interacteurs, à travers le système.



**Fonction d'interaction ou principale de la lampe de bureau**

- Les **fonctions contraintes**, celles mettant en relation le système et **un milieu extérieur**, « réponses ou réactions » du système à un interacteur.



#### Fonction d'adaptation du complémentaire de la lampe de bureau

Le diagramme pieuvre complet regroupe l'ensemble des fonctions principales et secondaires.

Dans les fonctions principales, on retrouve les fonctions les plus importantes du système, ce sont celles pour lesquelles le produit a été élaboré.

On remarquera que dans la présentation fonctionnelle d'un système, on ne parle pas de solution technologique : par exemple **on ne dit pas !!!**

«lampe à bras articulé par parallélogramme» ; « réflecteur conique »  
«interrupteur isolé en polyéthylène» ; «ampoule halogène»

#### **Intérêt de la description fonctionnelle d'un système :**

En phase **d'analyse** :

- ne pas «diluer» l'analyse dans l'examen des propriétés technologiques des composants du système
- clarifier la compréhension : comprendre la structure et le fonctionnement du système en terme d'objectifs à atteindre.

En phase **de conception** :

Comprendre le besoin en termes généraux afin de ne pas étouffer la créativité du concepteur avec des éléments de solution pré-élaborés.

#### **-I-3-3- Niveau d'une fonction ; performances**

*Niveaux d'une Fonction* =valeurs ou indication des grandeurs liées aux critères retenus pour qualifier une Fonction. Lorsque ces grandeurs sont mesurables on les appelle les *performances* du système

#### **Remarque:**

Pour la plupart des fonctions les niveaux sont mesurables par des appareils. Pour certaines,comme les fonctions d'ordre esthétique, on ne peut que décrire les propriétés en rapport avec des références culturelles.

Différents types de niveaux peuvent être définis en fonction de la phase de vie du produit : exigé (besoin) ; conçu (conception) ; réalisé (production) ; installé et mesuré (en utilisation)

**Exemple:** lampe de bureau

«Eclairer une table de travail»: critères retenus pour qualifier la fonction et leurs niveaux

Critères	Niveaux
Intensité lumineuse	... candelas
Flux lumineux	...lumens
Couleurs , nuance	Spectre
Rayonnement	80% direct ; 20% indirect

**-I-4- BLOC FONCTIONNEL - MATIÈRE D'OEUVRE - VALEUR AJOUTÉE**

**-I-4-1- Notion de matière d'oeuvre :**

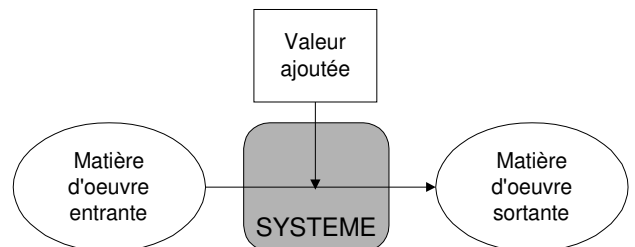
Lorsqu'un système assure une fonction principale, il agit sur quelque chose provenant d'un milieu extérieur 1 vers un milieu extérieur 2. Ce «quelque chose» s'appelle de la **Matière d'oeuvre**.

Dans tous les systèmes quels qu'ils soient on constate **qu'il n'existe que 3 types de Matière d'oeuvre :**

- Matière au sens commun du terme
- Energie
- Information

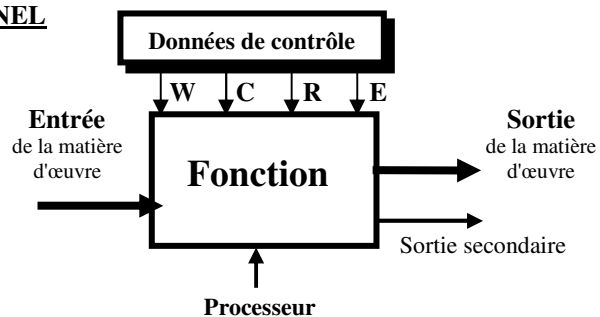
**-I-4-2- Notion de VALEUR AJOUTÉE**

« C'est la **modification des caractéristiques de la Matière d'oeuvre** après passage dans le système» En d'autres termes, une fonction PRINCIPALE ajoute une *valeur à la matière d'oeuvre entrante*.



**Rem.:** La transformation de la matière d'oeuvre par le système ne change pas le type de MO mais seulement certaines de ses caractéristiques.

**-I-4-3- BLOC FONCTIONNEL**



La représentation graphique de la figure 4 précédente peut être transformée pour mettre en évidence tous les paramètres liés à la réalisation d'une *fonction* donnée.

Pour faciliter la recherche des données de contrôle, on les classe en 4 types :

- W** = données de contrôle d'alimentation en énergie
- C** = données de contrôle de configuration  
(ex : installation d'un programme, position/environnement,... )
- R** = données de contrôle de réglage (avant marche)  
(ex : vitesse, dosage,... )
- E** = données de contrôle d'exploitation  
(ex : mise en marche, pilotage, arrêt d'urgence,... )

## -I-6- CLASSIFICATION DES SYSTEMES TECHNOLOGIQUES

Les systèmes technologiques recouvrant des domaines très vastes, il n'est pas forcément aisé de les classer, d'où les critères de classement suivants qui sont tous défendables, selon le point de vue privilégié.

### Intérêt d'une classification :

Il se retrouvera dans la constitution de **familles** relatives à la structure générale du système et donc dans l'**économie de moyens** pour concrétiser les fonctions du système.

#### -I-6-1- Selon le Domaine d'application

- systèmes «grand public» *ex :*
- systèmes de production destinés aux entreprises *ex :*
- systèmes spécifiques *ex :*

#### -I-6-2- Selon la nature des flux d'énergie

- Flux **mécanique** (*transmission d'automobile*)
- Flux **électrique** (*alimentation stabilisée*)
- Flux **thermique** (*congélation d'un aliment*)
- Flux **hydraulique** (*barrage, arrosage*)
- Flux **pneumatique** (*soufflerie, VMC*)

#### -I-6-3- Selon les critères technico-économiques

- importance de la **valeur ajoutée** *ex: VTT comparé à la fusée Ariane*
- durée de vie *ex: matériel amateur et professionnel*
- maintenance *ex: système démontable ou non*
- Coûts d'achat et de maintenance
- fiabilité ( !!! ↑ durée de vie ) *ex: ordinateurs PC et ordinateurs de surveillance du ciel*
- quantité produite *ex: voitures : CLIO et Ferrari*

#### -I-6- 4 - Selon le type de la matière d'œuvre et le type de fonction principale (= fonction globale)

Cette classification semble couvrir l'ensemble des systèmes technologiques. Elle consiste à croiser les 2 familles de critères «type de Matière d'œuvre» et «type de Fonction Globale». Nous avons vu **3 types de matière d'œuvre**, le petit tableau met en évidence qu'il existe **3 types de fonctions globales** liés aux critères physiques **temps, espace** (géométrie externe au système), **forme** (géométrie interne au système)

Fonction globale liée ↓	Matière d'œuvre		
	Matière	Energie	Information
au temps	<b>STOCKER</b> <b>DEPLACER</b> <b>TRANSFORMER</b>		
à l'espace			
à la forme			

Fonction Globale ↓	Matière d'œuvre		
	Matière	Energie	Information
<b>STOCKER</b>	Magasins Stocks	Réservoirs Piles Condensateurs	Mémoires
<b>DEPLACER</b>	Convoyeurs Chariots Transports Filtrage/dosage	Transports Pipe-line Câbles Ondes	Bus Ondes (optiques, hertziennes, Laser)
<b>TRANSFORMER</b>	Ateliers Industries	Centrales/barrages Actionneurs Préactionneurs	Codage Décodage

## -II- MODÉLISATION FONCTIONNELLE

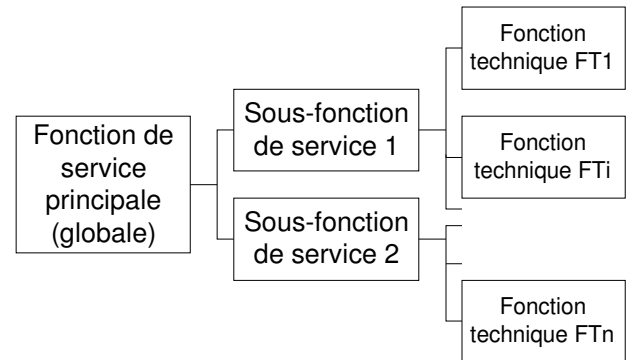
### -II-1- DESCRIPTION FONCTIONNELLE D'UN SYSTEME

#### -II-1-1- Démarche descendante

Nous avons vu dans le chapitre précédent «Généralités», que la **vision fonctionnelle globale** d'un système permettait de comprendre l'intégration de celui-ci dans son environnement (entrées, sorties, matière d'oeuvre transformée, ...). On peut pousser plus loin l'approche fonctionnelle en disséquant la fonction globale sous forme de **sous-fonctions** que l'on peut encore développer en sous-fonctions ....

La démarche consiste donc à partir du plus général (f<sup>n</sup> globale) pour aller vers le détail, par paliers successifs que l'on appellera des **niveaux d'analyse**. C'est une **démarche descendante**. Plus on avance dans l'analyse, plus on descend vers la **solution technologique qui concrétise le système**.

Le point de départ est une **fonction de service principale (= fonction globale)**. Elle peut posséder des Sous-Fonctions de Service au niveau immédiatement inférieur. Les sous-fonctions qui suivent commencent à préciser les choix de solutions technologiques : ce sont les **fonctions techniques**.



#### II-1-2- Modèle Fonctionnel

L'ensemble des fonctions trouvées et leur agencement relatif constitue un *modèle* du système. Il faut bien être conscient du fait que ce modèle n'est qu'une image de la réalité; il est par définition imparfait. La description fonctionnelle des systèmes, aussi simples soient-ils, ne peut se faire que par le *langage graphique*. Dans ce qui suit on présente 2 types de modèles fréquemment utilisés en **analyse fonctionnelle** (de systèmes existants) :

- Le 1er (**S.A.D.T.**) éclate le Bloc de la Fonction Globale et utilise pour chaque **sous-bloc**, les **conventions graphiques du bloc fonctionnel** lié à la Fonction Globale et étudié précédemment. Dans ce modèle figure donc tout ce qui transite dans le bloc avec l'aide de la Fonction (entrées, sorties de MO, données de contrôle, ..).

⇒ Voir le diagramme de la figure 8.

- Le 2ème (**F.A.S.T.**) est simplement une arborescence des Sous-Fonctions sans mentionner la nature des entrées et sorties de chaque Bloc Fonctionnel.

⇒ C'est un diagramme du type de la figure ci-dessus

#### -II-1-3- Points-clés d'une modélisation fonctionnelle :

1- Procéder généralement de **manière descendante**. Le 1er niveau est celui du concept de la fonction globale. Progressivement les fonctions réellement mises en oeuvre dans la solution technologique finale sont exposées.

2- Délimiter la **cadre exact de l'analyse** :

- **Frontière** du système avec l'environnement, = **isoler** le système de son environnement.

- **Objectif** de l'analyse ; ex : installation de serrage de pièce :

→ *Est-ce qu'on étudie : le vérin tout seul, le vérin + la pièce, ou le vérin + la pièce + la table support ?*

→ *Doit-on mettre en évidence les fonctions détaillées de chaque composant ou limite-t-on l'analyse aux principes physiques de la solution ?*

- **Point de vue** de l'analyse ; ex : système automatisé

*L'analyse est-elle faite : d'un point de vue «partie opérative», «partie commande» ou «ensemble du système» ?*

Remarque : le point de départ pour une étude de système est le cahier des charges fonctionnel (Cdcf), qui définit l'ensemble des fonctions à réaliser, les critères d'évaluation des fonctions et leur niveau ( pour les critères qui peuvent être caractérisés par un niveau)

**-II-2- ANALYSE DESCENDANTE DIAGRAMME S.A.D.T.**

**S.A.D.T. = Structured Analysis and Design Technic = technique (méthode) structurée d'analyse et de modélisation (des systèmes)**

Diagramme à boîte descendante, part du général → particulier. Est particulièrement adapté aux systèmes décomposables en sous systèmes parcourus par divers flux de matières d'œuvre. Les systèmes automatisés par exemple rentre dans cette catégorie.

L'aboutissement de la méthode est la construction d'un diagramme. Il en existe 2 types :

- les **actigrammes** ou diagrammes d'activité: Ils sont issus du bloc de la fonction globale
- les **datagrammes** ou diagrammes de données

Nous n'utiliserons que les **ACTIGRAMMES** ou apparaîtront donc les **fonctions**

Ci-contre le principe de l'éclatement des Blocs Fonctionnels.

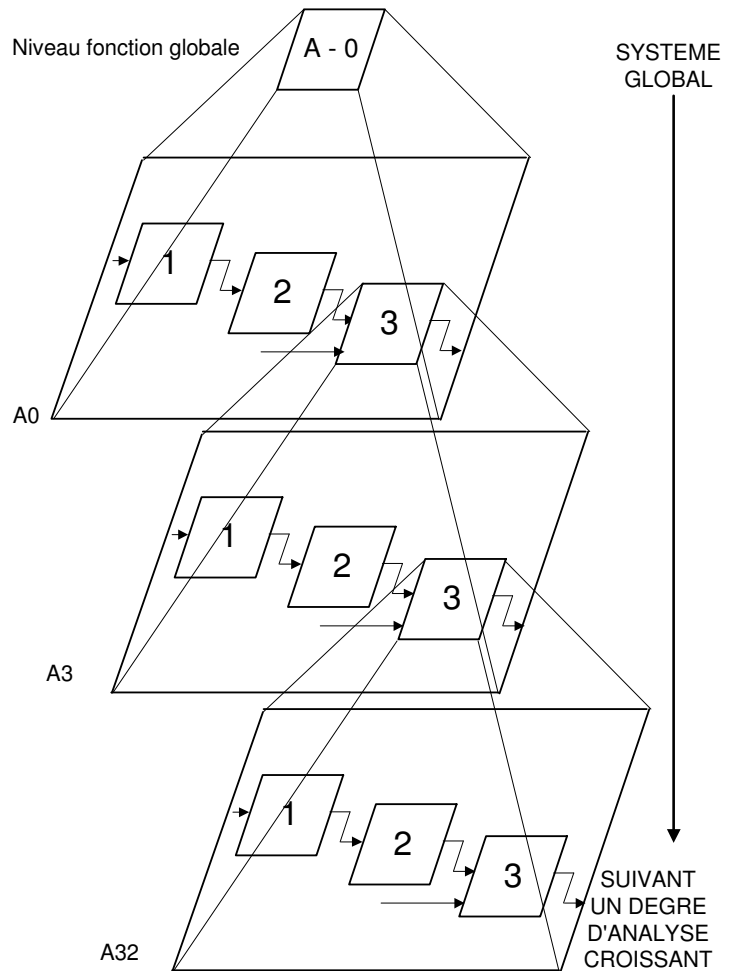


Fig.8

Ci-contre la construction rigoureuse de l'actigramme de départ nommé **A-0** (Lire A moins zéro)

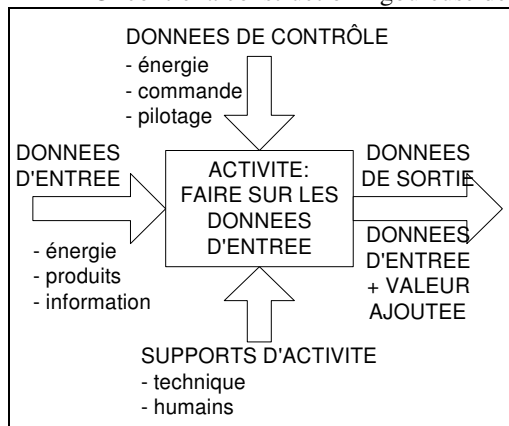


fig. 8a Modèle général d'actigramme

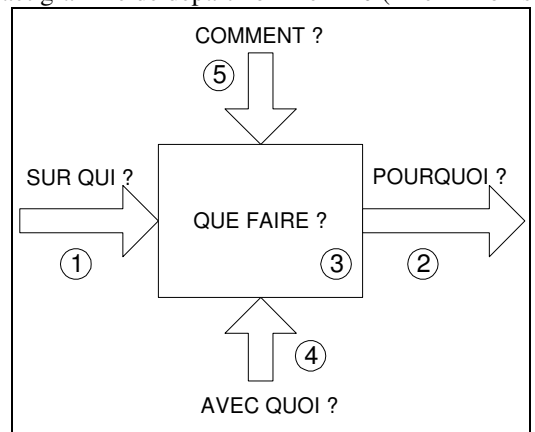


fig. 8b Les cinq questions de l'actigramme



**La lampe de bureau**

Diagramme A-0

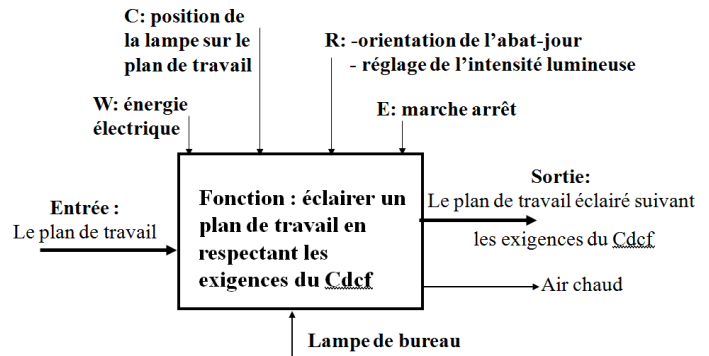
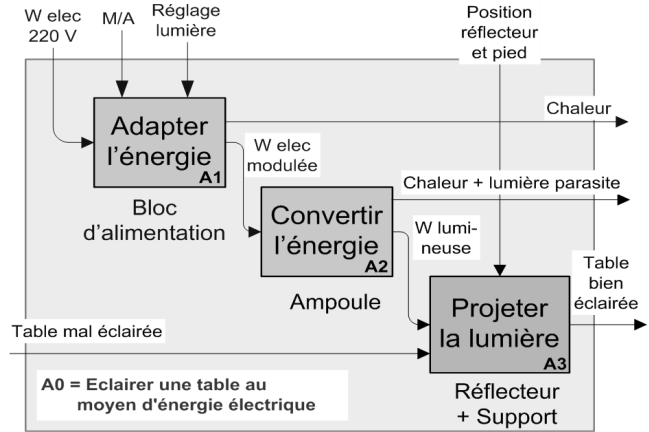
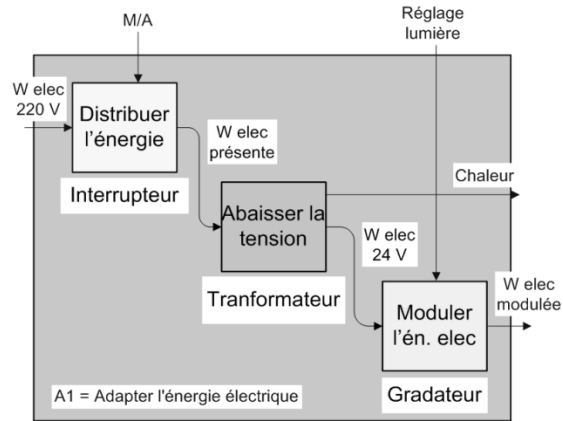


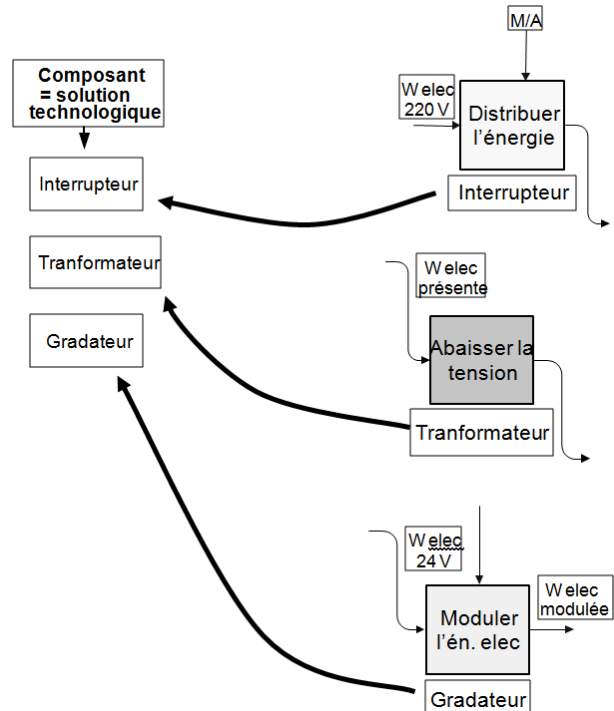
Diagramme A0



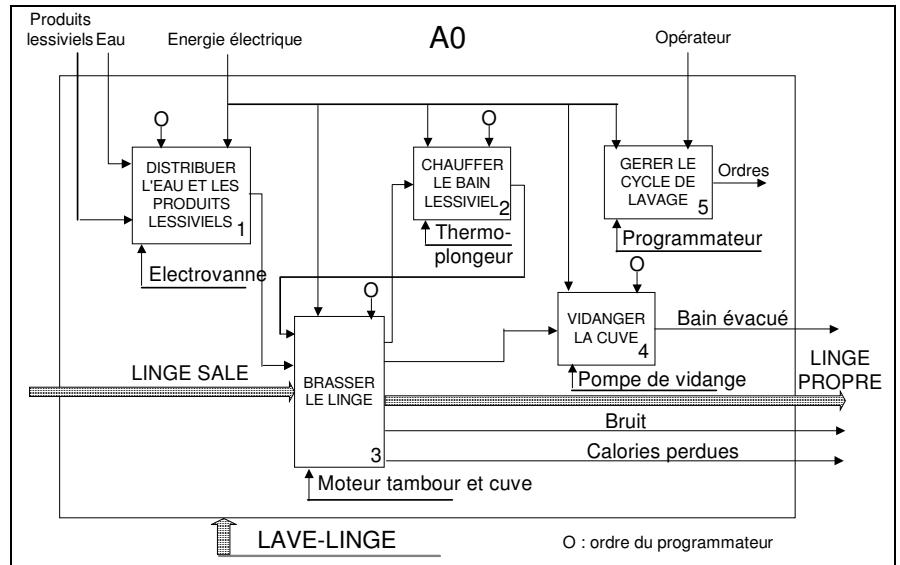
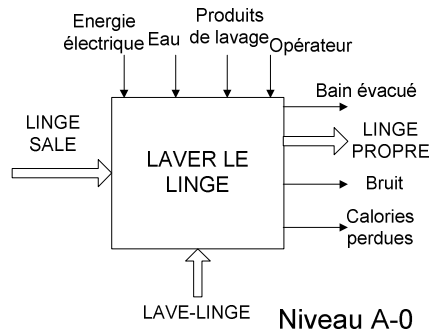
Bloc A1



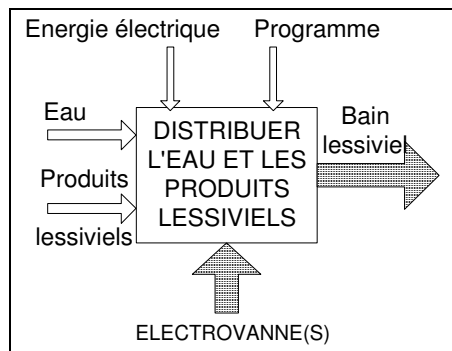
Les solutions technologiques



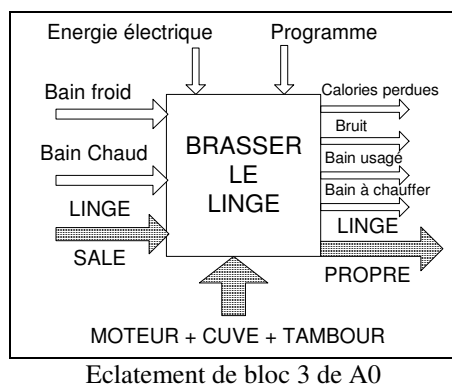
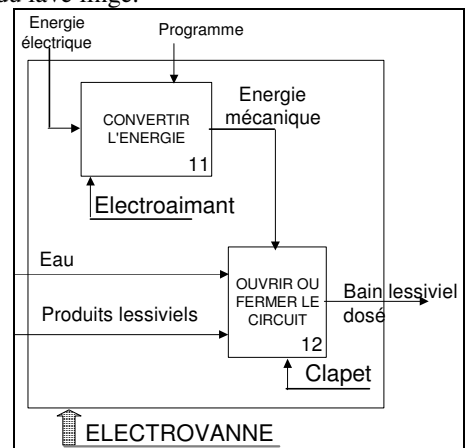
**Systeme plus complexe: lave linge**



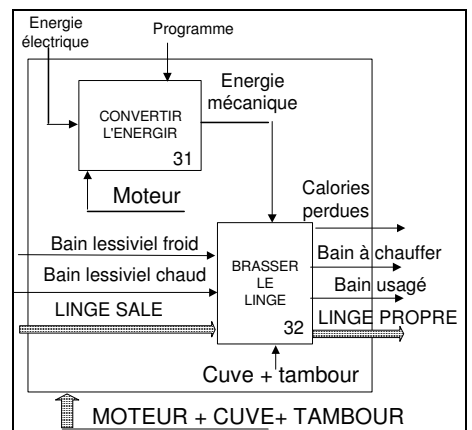
Niveau A0 du lave-linge.



Eclatement de bloc 1 de A0



Eclatement de bloc 3 de A0



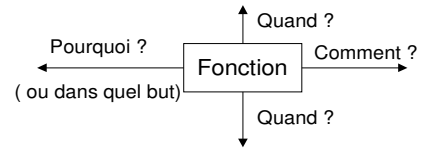
**-II-3-ARBRE FONCTIONNEL DIAGRAMME F.A.S.T.**

**F.A.S.T. = Function Analysis System Technic = Technique d'Analyse Fonctionnelle et systématique.**

Lorsque les fonctions sont identifiées, cette méthode les ordonne et les décompose logiquement pour aboutir aux solutions techniques de réalisation. Le diagramme permet de représenter de façon synthétique l'enchaînement hiérarchisé des fonctions technique.

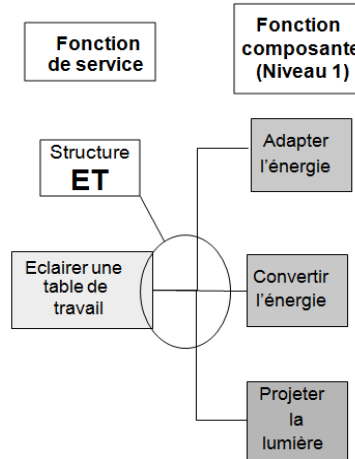
En partant d'une fonction principale, elle présente les fonctions dans un enchaînement logique en répondant aux trois questions :

- Pourquoi cette fonction doit-elle être ?
- Comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- Quand cette fonction doit-elle être assurée ?

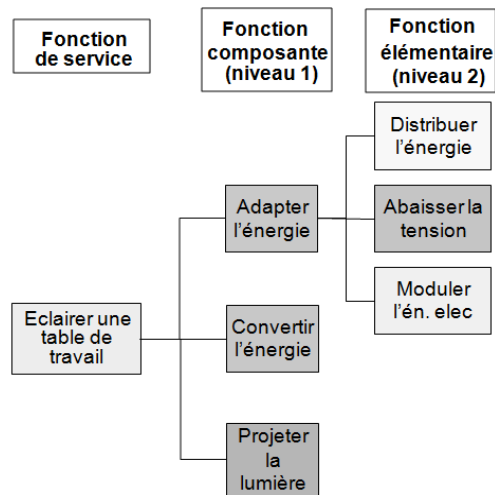


**La lampe de bureau**

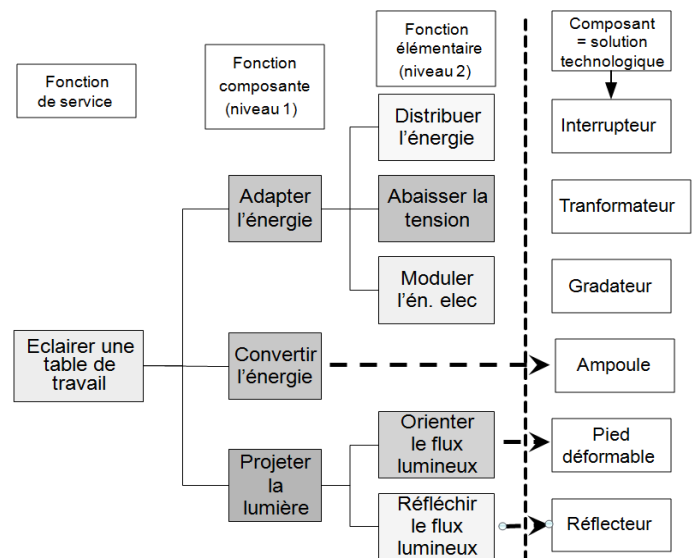
Niveau 1



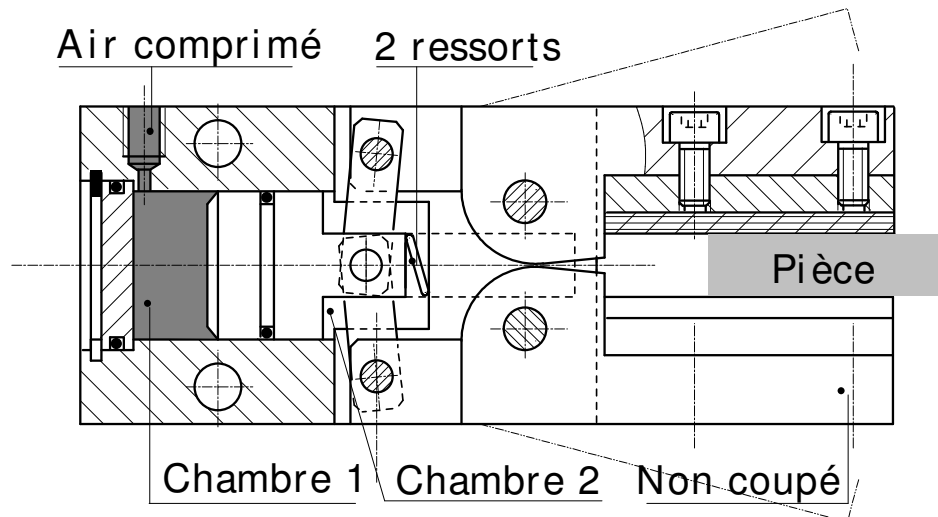
Niveau 2



Solutions technologiques



**Exemple plus complexe : pince pour manipulateur**

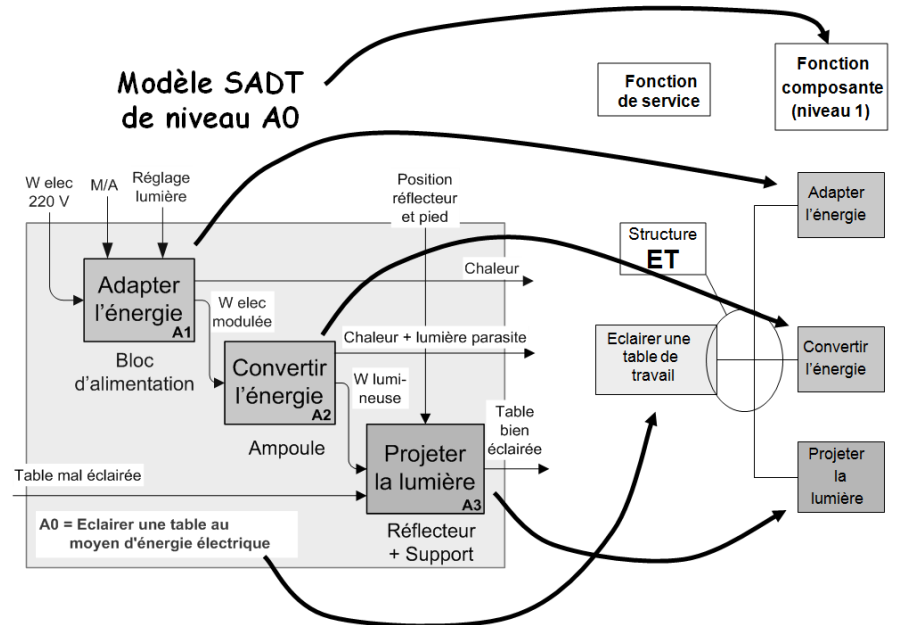


Extérieur du produit	Intérieur du produit				Extérieur du produit
Fonction de service	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Élément du milieu extérieur
Pincer une pièce	Transformer l'énergie pneumatique en énergie mécanique	Déplacer une paroi	Établir une différence de pression	Réaliser une chambre 1 pression $p_1$	Air pression $p_1$
		Réaliser une liaison glissière	Maintenir la différence de pression	Adapter l'orifice d'admission	Air pression $p_a$
Pincer une pièce	Transmettre l'énergie mécanique	Amplifier l'effort transmissible	Utiliser un système de levier et de bielles	Réaliser une chambre 2 pression $p_a$	Pièce à serrer
				Adapter l'orifice d'évacuation	
				Adapter les doigts aux formes des pièces	
Pincer une pièce	Transmettre l'énergie mécanique	Amplifier l'effort transmissible	Utiliser un système de levier et de bielles	Ne pas marquer les pièces	Absence de pièce à serrer
				Buter en fin de course	

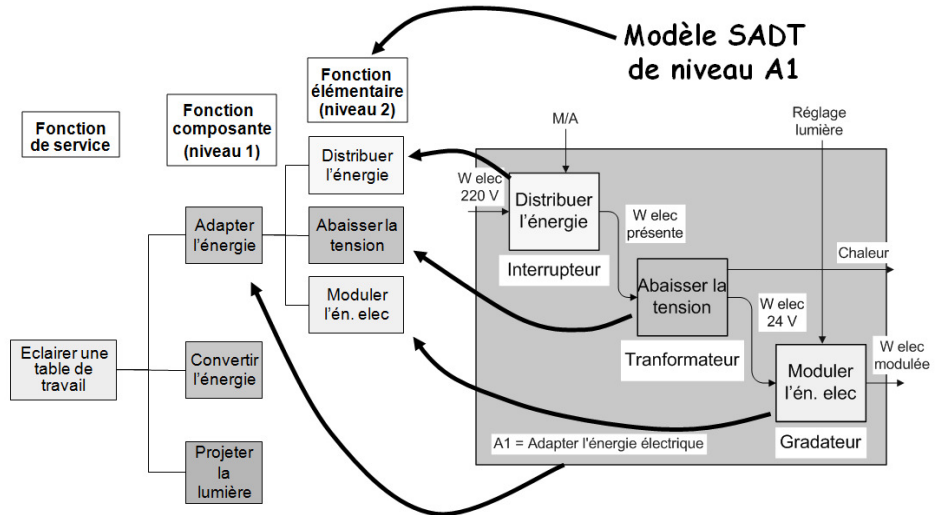
fig. 12 Diagramme FAST de la pince de manipulateur

## -II-4- CORRESPONDANCES ENTRE LES MODELISATIONS SADT ET FAST

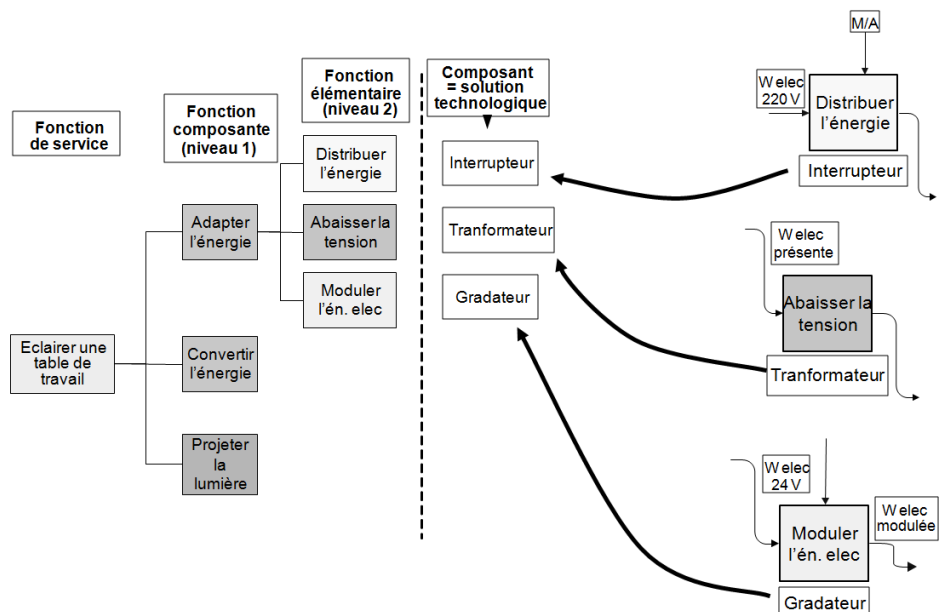
### Correspondance entre le niveau A0 et le niveau 1 du fast



### Correspondance entre le niveau A1 et le niveau 2 du fast

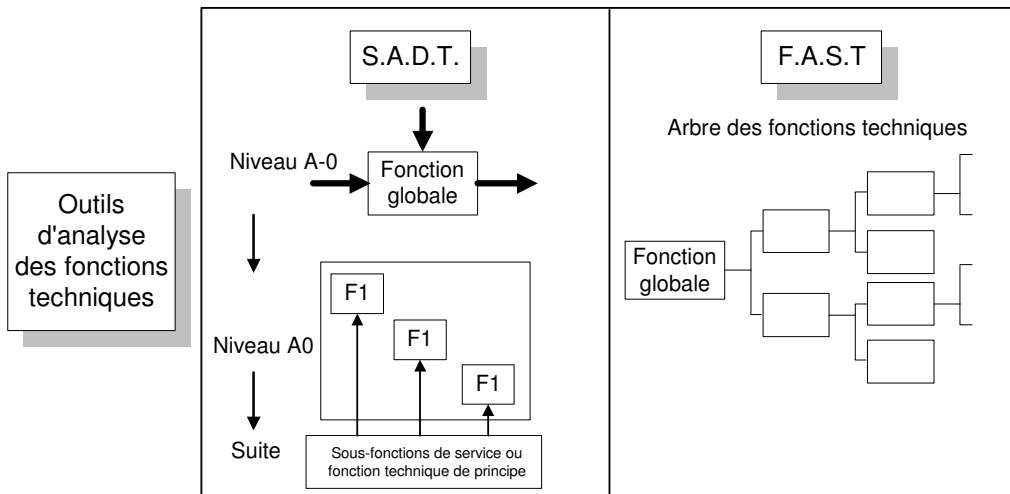
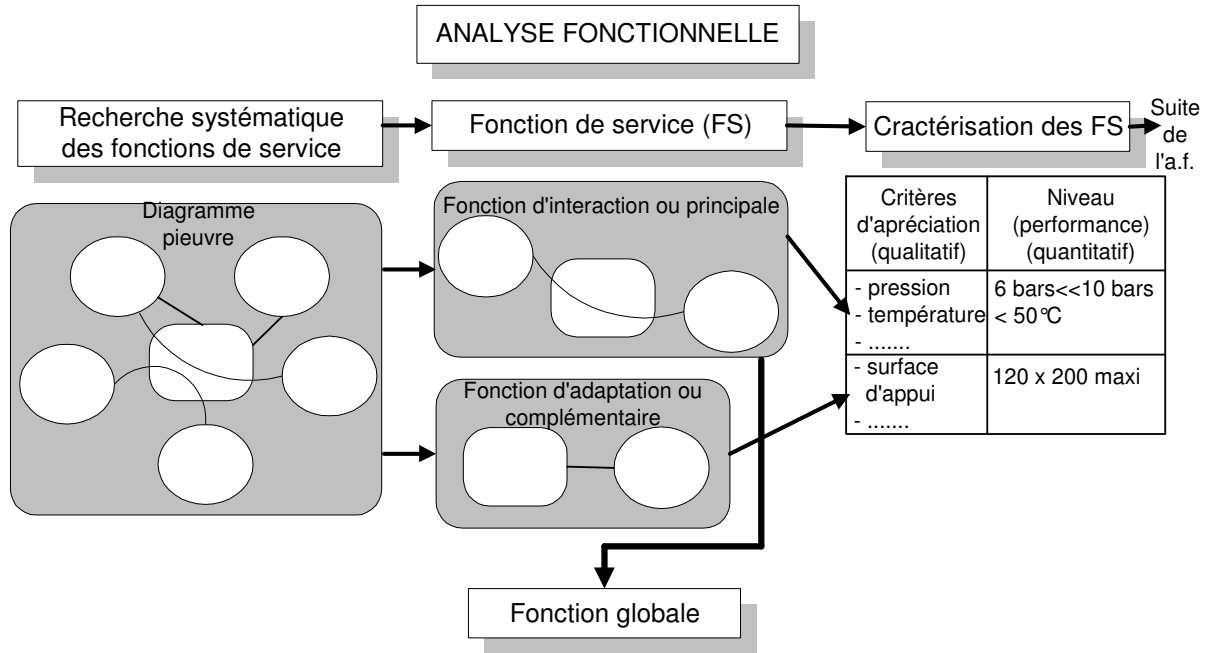


### Solutions technologiques



**-II-5- PANORAMA SUCCINCT SUR L'ANALYSE FONCTIONNELLE**

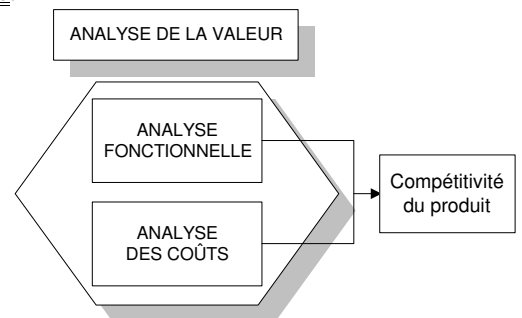
Dans le cadre du programme, nos investigations sont très limitées à la **description fonctionnelle** (qualitative et quantitative) des fonctions principales d'un système (celles qui transforment ou transfèrent de la Matière d'oeuvre).



Dans le domaine industriel où le Système (Produit) est une entité technico-économique, l'analyse fonctionnelle est une démarche très vaste et très complète, composante d'une grande méthode : l'**ANALYSE de la VALEUR**. Schématiquement l'analyse de la valeur fait la synthèse de 2 démarches : l'analyse fonctionnelle et l'analyse des coûts. L'objectif final de l'analyse de la valeur est d'**améliorer la COMPETITIVITE** d'un produit.

L'analyse fonctionnelle s'appuie sur des concepts et des outils rigoureux. Cependant sa matière d'oeuvre est un système réel, intégré à un environnement complexe. Le **problème** posé est **multidimensionnel** et la solution n'est pas unique.

Aussi, dans le domaine industriel, pour cibler au mieux le produit répondant au besoin, **l'analyse fonctionnelle est confiée obligatoirement à un groupe (6 à 10 personnes)**, dont les compétences sont pluridisciplinaires (techniciens, commerciaux, ..)



### -III- LES SYSTEMES AUTOMATISES

#### -III-1- STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE

##### Définition

Un système automatisé est un ensemble organisé de *moyens techniques* interconnectés à des *moyens de commande et de contrôle*, qui lui assurent un fonctionnement reproductible plus ou moins indépendant des interventions humaines. Un système automatisé comporte donc, 2 parties:

- une *partie opérative (PO)* : Elle permet d'apporter la valeur ajoutée à la matière d'oeuvre en effectuant directement le processus de leur transformation :

→ **partie «muscles»** du système → énergie importante / PC

- une *partie commande (PC)* : Ensemble de moyens de traitement de l'information qui assure le pilotage et la coordination des tâches du processus :

→ **Partie «cerveau»** du système → Énergie faible / PO

##### Relations internes et externes au système:

###### **- Relations PC ↔ PO**

(interne)

- **PC → PO** : émission d'ordre via des interfaces de puissance ou *préactionneurs*

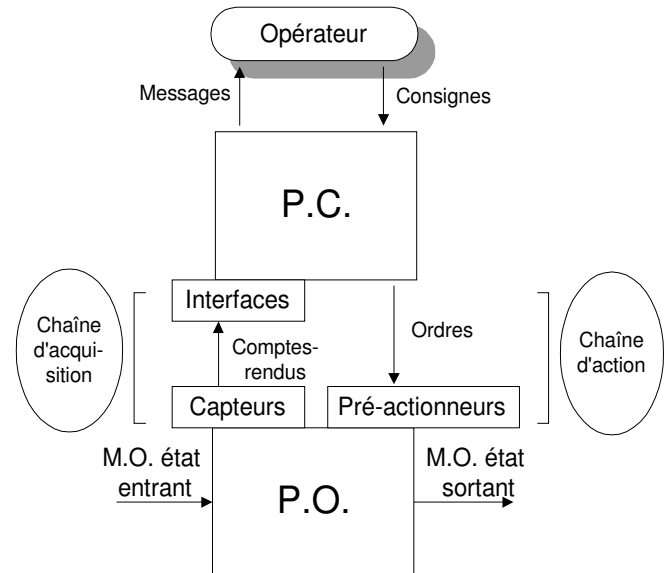
- **PO → PC** : réception de comptes-rendus par l'intermédiaire de *capteurs*

###### **- Relations PC ↔ Opérateur**

(externe). Se fait en général par l'intermédiaire de pupitres équipés de boutons-poussoirs, potentiomètres, voyants, indicateurs divers, écrans,...

- **Opérateur → PC** : Consignes (mise en marche, réglages, arrêt,...)

- **PC → Opérateur** : messages sur l'état du système.



#### -III-2- NOTION DE CHAÎNE FONCTIONNELLE

##### Définition

Une chaîne fonctionnelle représente une unité élémentaire de conception et d'étude d'un système automatisé. Elle est caractérisée par un agencement fonctionnel de constituants sous forme de chaîne qui regroupe tous les éléments de la PC et de la PO concourant à la réalisation d'une tâche opérative.

##### Modélisation d'une chaîne fonctionnelle par schéma bloc

###### Règles de construction :

Chaque bloc représente un constituant de la chaîne et peut avoir deux significations :

- en termes de constituants (capteur, préactionneur, ...),

- en termes de fonctions d'automatisme (acquies et transmettre, distribuer l'énergie, ...).

Chaque liaison représente une relation entre deux blocs et visualise l'information et/ou la grandeur physique échangée entre les deux constituants. Une liaison peut avoir également deux significations :

- topographique (nécessité d'une liaison physique pour l'échange des signaux.

Exemples : fil électrique, tuyau, ...

- fonctionnelle (nature et sens de l'échange).

Exemple : le capteur adresse un compte-rendu au module d'entrées de l'A.P.I.

A un actionneur correspond une chaîne fonctionnelle. Pour les chaînes fonctionnelles comprenant un actionneur réalisant deux actions (Exemples : vérin double effet, moteur avec deux sens de marche, ...), il est recommandé pour une modélisation détaillée d'utiliser deux schémas blocs (un par action). Une chaîne fonctionnelle comporte en générale trois parties :

- la chaîne d'information,

- la chaîne de traitement.

- la chaîne d'énergie,

**Abréviations souvent utilisées pour la modélisation par schéma bloc :**

Pour les flux d'énergies :

- WP.C : énergie d'alimentation de la partie commande
- Wcp : énergie commande de puissance
- WS : énergie de puissance stockée
- Wdis : énergie de puissance distribuée
- Wadap : énergie de puissance adaptée
- WR : énergie résiduelle
- Went : énergie d'entrée A.P.I.

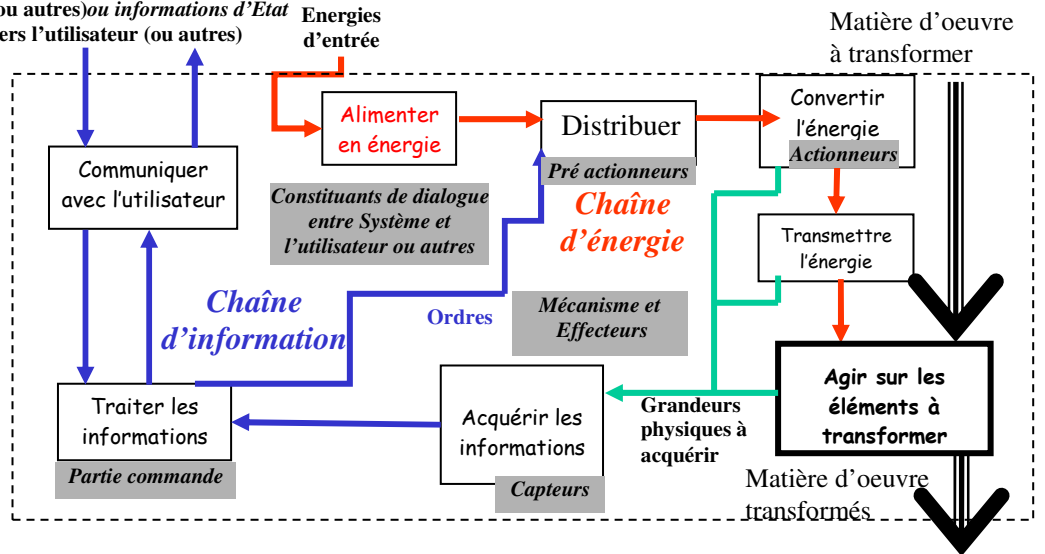
Pour les flux de matière d'œuvre :

- MOe : matière d'œuvre entrante
- MOs : matière d'œuvre sortante

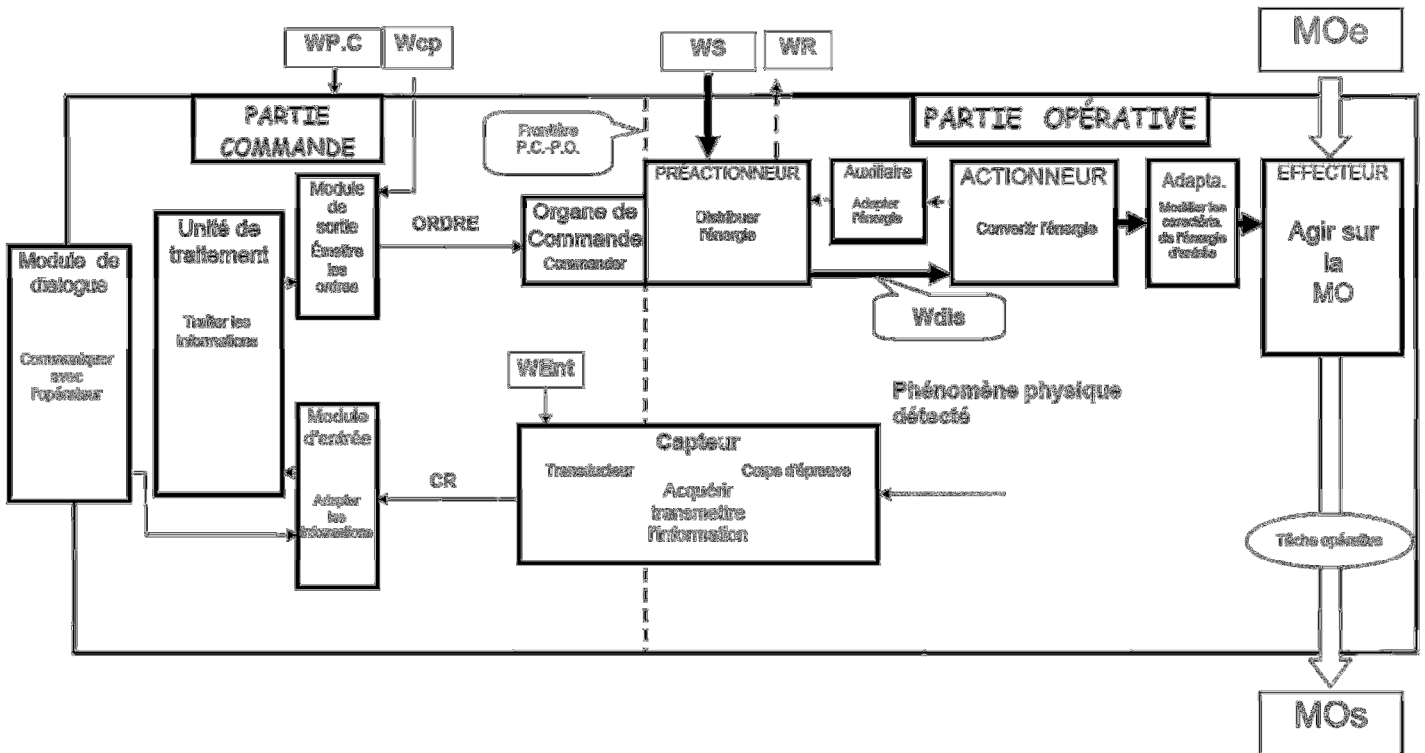
**-III-3-- REPRÉSENTATION D'UNE CHAÎNE FONCTIONNELLE**

Représentation générale :

Consignes issues de l'utilisateur  
(ou autres) ou informations d'Etat  
vers l'utilisateur (ou autres)



Représentation détaillée





Autre présentation très courante d'une chaîne fonctionnelle

