

# Analyse Fonctionnelle

## Détails

Écrit par SG

Tweet

 Share

Dans la vie quotidienne, on utilise des produits qui répondent à nos besoins. Par exemple, on utilise Le store pour satisfaire le besoin de se protéger, des rayons solaires intenses du soleil. L'analyse fonctionnelle est une approche scientifique qui raisonne en termes de fonctions devant être assurées par un produit : elle consiste à recenser, caractériser, et hiérarchiser les fonctions d'un système. Selon qu'on s'intéresse aux fonctions de service ou qu'on s'intéresse aux fonctions techniques, on parle d'analyse fonctionnelle externe ou interne.



## Analyse fonctionnelle externe :

L'analyse fonctionnelle externe, décrit le point de vue de l'utilisateur et ne s'intéresse au produit qu'en tant que "boîte noire" capable de satisfaire son besoin en fournissant des services dans son environnement.

### Besoin et produit

#### Définitions :

Le besoin est une nécessité ou un désir éprouvé par un utilisateur. Il permet de justifier l'existence d'un produit.

Un produit est ce qui est fourni à un utilisateur pour satisfaire à un besoin.

Un besoin peut être explicite ou implicite ;

Un produit peut être un matériel, un service ou un processus complexe.

#### Notion de système :

Le terme "système" est souvent utilisé à la place de celui de "produit". En effet, Le concept de système a une signification ou connotation plus riche : il regroupe tous les types de produits (matériel, service et processus).

C'est le terme qui sera donc utilisé, en général, dans la suite de l'ouvrage. Il est défini, en général, comme suit :

Un système est un ensemble d'éléments organisé en fonction d'un but à atteindre ou pour satisfaire un besoin.

#### Exemple : Micro-ordinateur

Le Micro-ordinateur est un système :

C'est un ensemble d'éléments liés : unité centrale, écran, souris, clavier, etc. ;

Il satisfait au besoin ou but de traiter les données.

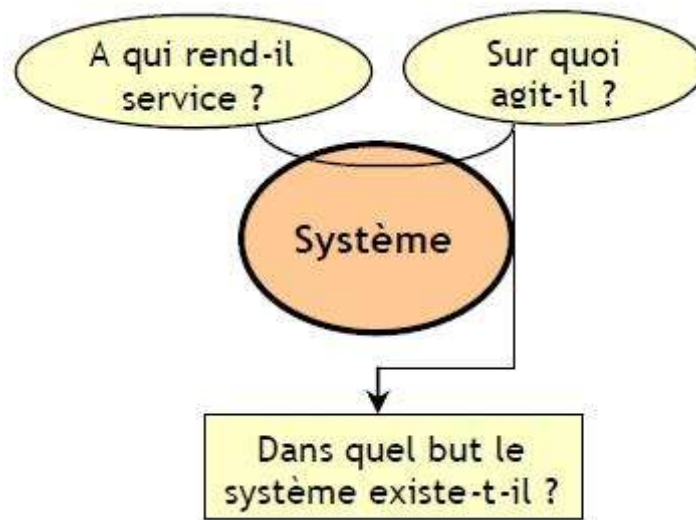
### Réponse au besoin

#### Finalité d'un produit :

Pour répondre au besoin, on définit l'action d'un système en termes de sa finalité, c'est à dire en termes de ses fonctions qui rendent service à l'utilisateur. On entame alors la recherche des fonctions devant être assurées par ce produit. Pour ce faire, on utilise des outils graphiques qui rendent un système plus facile à assimiler.

#### Recherche et formulation du besoin : Diagramme de "Bête à cornes" :

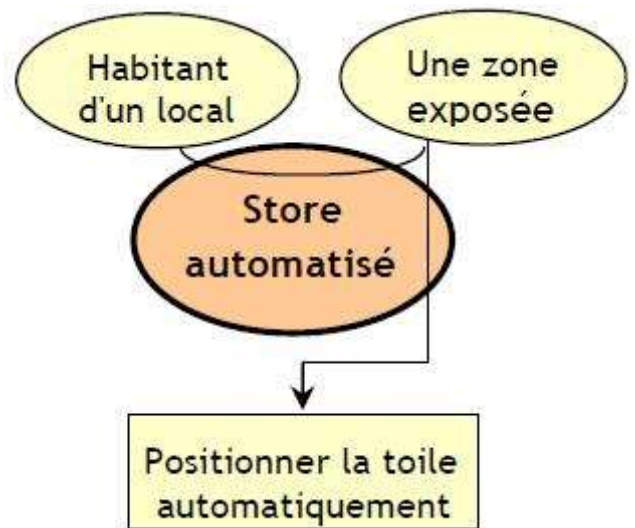
Pour énoncer le besoin fondamental d'un produit, on utilise l'outil ou diagramme de "bête à cornes", qui pose 3 questions fondamentales comme l'indique la figure ci-contre :



**Exemple :** Store automatisé



La toile



### Recherche des fonctions de service :

#### Définitions :

##### Fonctions de service :

Les fonctions de service sont les actions attendues d'un produit pour répondre à un besoin. Une fonction de service est caractérisée par ce qui suit :

Elle est décrite par un verbe à l'infinitif suivi d'un complément ;

Elle peut être une fonction :

- d'usage, car elle justifie le pourquoi de l'utilisation du système ;
- d'estime, car elle concerne l'aspect d'esthétisme, de qualité, de coût, etc.

Elle doit faire abstraction de la solution technique qui pourrait la matérialiser.

**Exemple :** Formulation de quelques fonctions de service d'un store automatisé.

Changer automatiquement la position d'une toile de store (fonction d'usage) ;

S'adapter à l'architecture de la façade sur laquelle il sera monté (fonction d'estime).

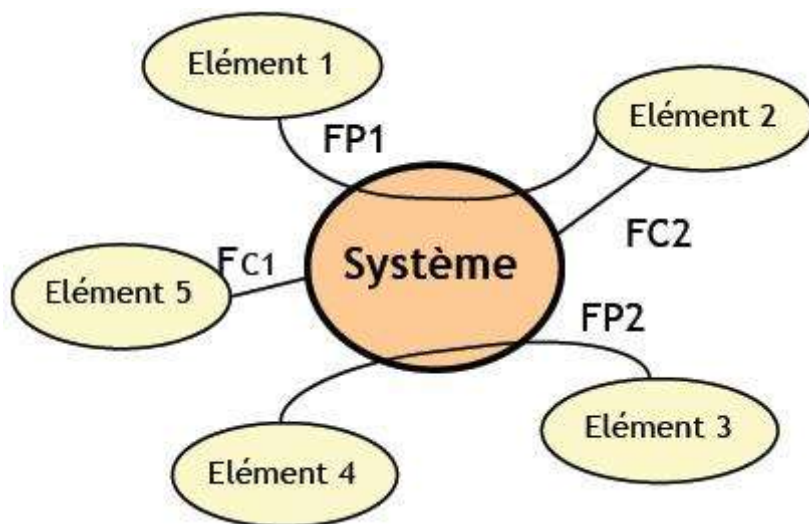
##### Fonctions techniques :

Une fonction technique représente une action interne au système, pour assurer une ou des fonctions de service ; elle est définie par le concepteur. On la qualifie aussi de fonction constructive, parce qu'elle participe à construire techniquement le système.

### **Diagramme Pieuvre :**

#### Définition :

Ce diagramme recense tous les éléments de l'environnement du système (humain, physique, etc.), qui sont en interaction avec lui. Ce diagramme est défini et caractérisé par ce qui suit. Il permet de visualiser toutes les relations possibles du système avec les éléments de son milieu ou environnement extérieur (humain physique, économique et technique) ; ces relations sont en fait les fonctions de service ; un tableau accompagnant le diagramme décrit ces fonctions. On distingue :



**Les fonctions principales (FP) :** Elles créent des relations entre plusieurs éléments de l'environnement qui expriment les services offerts par le système pour satisfaire le besoin ; dans le schéma général, on trouve FP1 et FP2 ;

**Les fonctions contraintes (FC) :** Elles adaptent le système à un ou plusieurs éléments de son environnement. Dans le schéma général, on trouve FC1 et FC2. Elles contraignent le concepteur à respecter certaines exigences de l'utilisateur, normes de sécurité, etc.

#### Caractérisation des fonctions de service :

La caractérisation consiste à énoncer pour chaque fonction de service (principale ou de contrainte) les critères d'appréciation avec des niveaux et une certaine flexibilité. Cette opération se fait en général sous forme d'un tableau, qu'on appelle "tableau fonctionnel" et qui a le format suivant :

| Fonction        | Critère d'appréciation | Niveau d'un critère d'appréciation | Flexibilité d'un niveau |
|-----------------|------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| <i>FP ou FC</i> |                        |                                    |                         |

**Critère d'appréciation d'une fonction :** Caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte est respectée. Une échelle doit être utilisée pour apprécier le niveau.

**Niveau d'un critère d'appréciation :** Grandeur repérée dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction. Cette grandeur peut être celle recherchée en tant qu'objectif. Elle aura des valeurs chiffrées avec tolérance (dimensions, paramètres de fonctionnement, coût, niveau sonore, etc.).

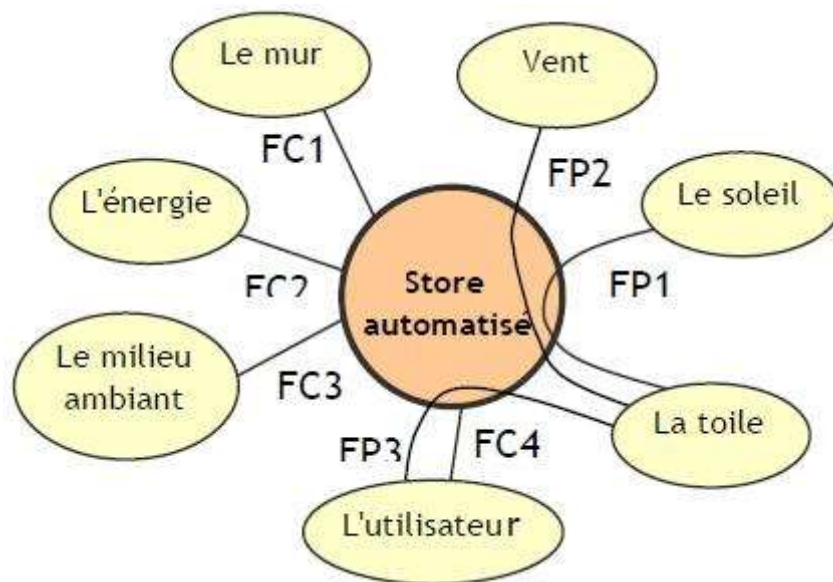
**Flexibilité d'un niveau :** C'est l'ensemble des indications exprimées par le demandeur avec des limites d'acceptation. Ces limites sont précisées sous forme de classe de flexibilité:

- **Classe F0 :** flexibilité nulle, niveau impératif ;
- **Classe F1 :** flexibilité faible, niveau peu négociable ;
- **Classe F2 :** flexibilité moyenne, niveau négociable ;
- **Classe F3 :** flexibilité forte, niveau très négociable.

#### Exemple : Diagramme Pieuvre et tableau fonctionnel du Store automatisé

Cet exemple permet d'illustrer la construction du diagramme Pieuvre, ainsi que la formulation des fonctions de service dans le tableau fonctionnel accompagnant le diagramme. La caractérisation des fonctions de service n'est pas étudiée dans cet exemple pour des raisons de simplicité. On considère que la matière d'oeuvre du store est la toile, donc c'est un élément extérieur.

#### Tableau fonctionnel



| FONCTION | DESCRIPTION                                      |
|----------|--|
| FP1      | Protéger contre les rayons intenses du soleil    |
| FP2      | Empêcher la détérioration du store par le vent   |
| FP3      | Prendre en compte les consignes de l'utilisateur |
| FC1      | S'adapter aux supports                           |
| FC2      | Utiliser l'énergie électrique du secteur         |
| FC3      | Résister à l'environnement                       |
| FC4      | Etre d'un usage aisé et esthétique               |

## 2- ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE :

L'analyse fonctionnelle interne, décrit le point de vue du concepteur en charge de fournir le produit devant répondre au besoin de l'utilisateur. Lors de cette phase de conception, les fonctions de service ou d'usage vont être obtenues à l'aide de fonctions techniques. Pour ce faire, on utilise une analyse descendante ; Il s'agit d'une démarche qui utilise des outils graphiques. Elle part de la fonction globale et décortique un système pour en sortir les différentes fonctions élémentaires. Elle part donc du général pour aboutir au particulier.

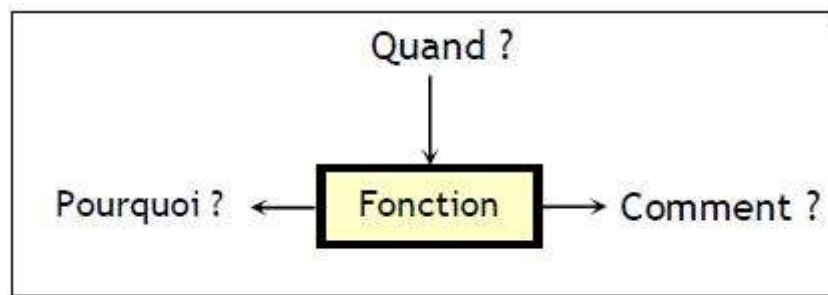
### 2.1- LE DIAGRAMME FAST :

Le diagramme FAST (Function Analysis System Technique) est un diagramme d'analyse fonctionnelle des systèmes techniques. Il a pour méthode d'ordonner les fonctions de service et les composer logiquement pour aboutir aux solutions techniques de réalisation, appelées aussi solutions constructives parce qu'elles aboutissent à la construction du système. En partant d'une fonction principale ou de contrainte, le diagramme FAST présente les fonctions techniques associées dans une organisation logique répondant aux 3 questions suivantes :

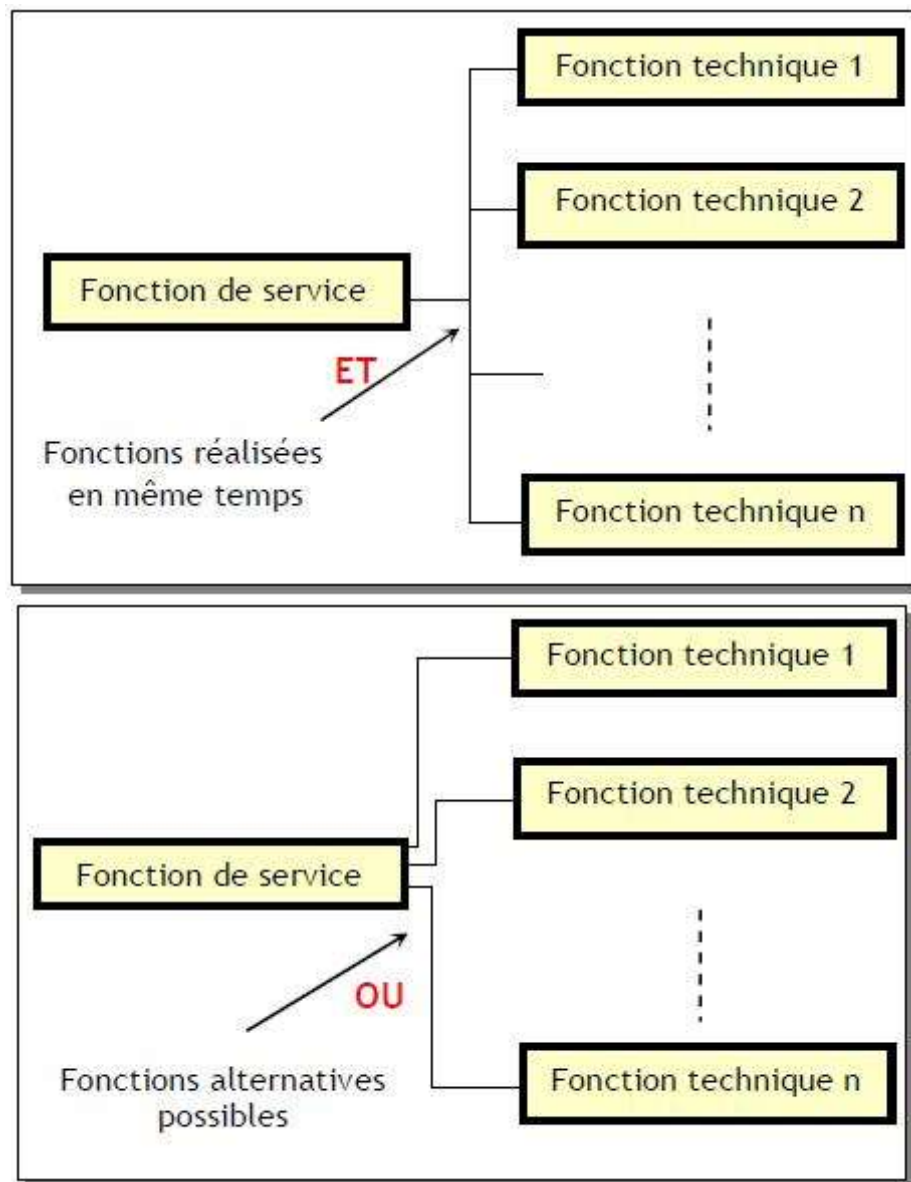
**Pourquoi** cette fonction doit-elle être assurée ?

**Comment** cette fonction doit-elle être assurée ?

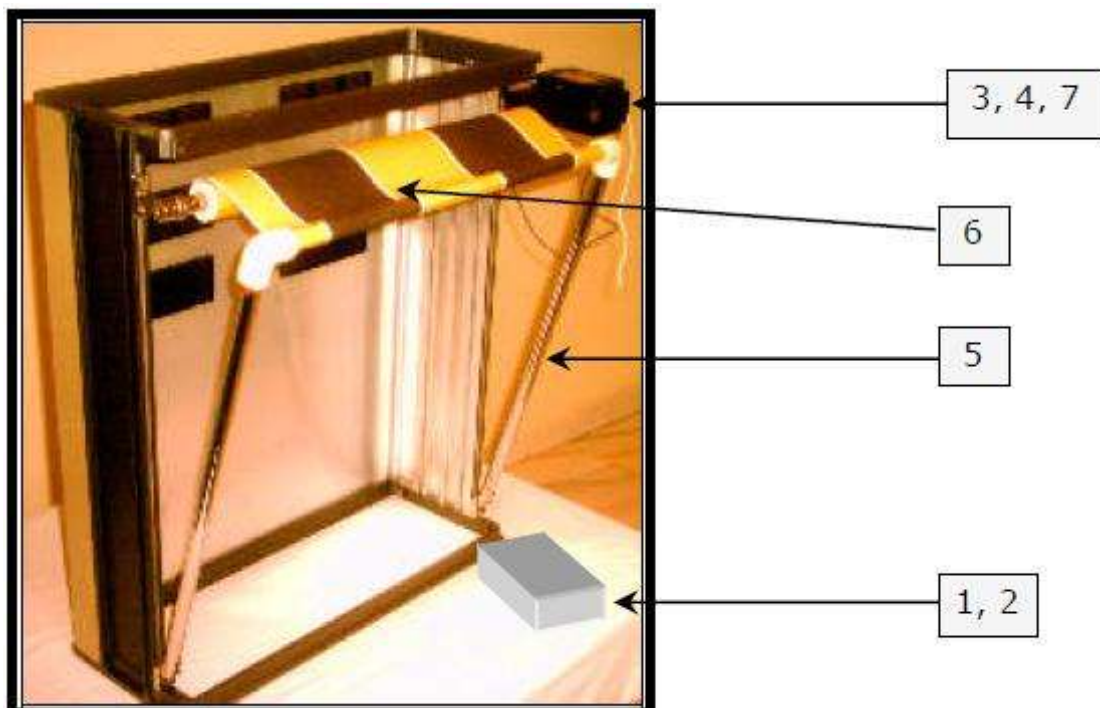
**Quand** cette fonction doit-elle être assurée ?

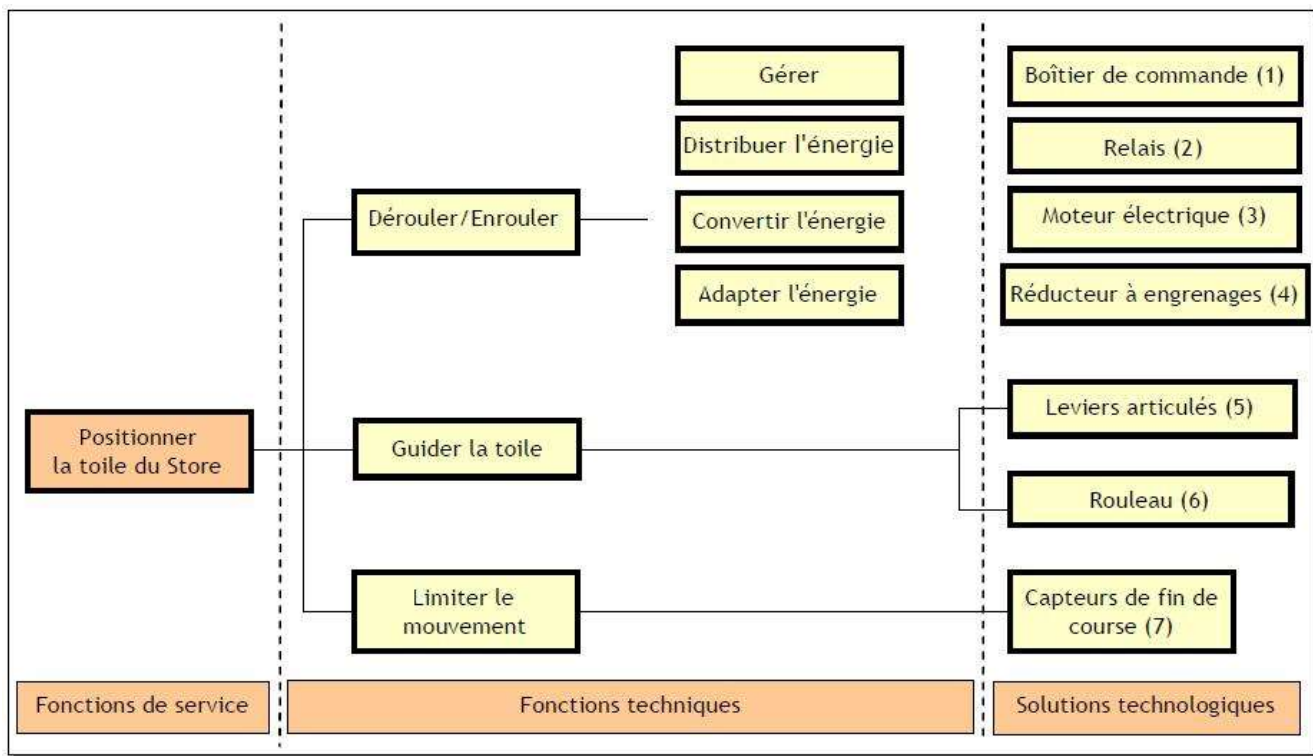






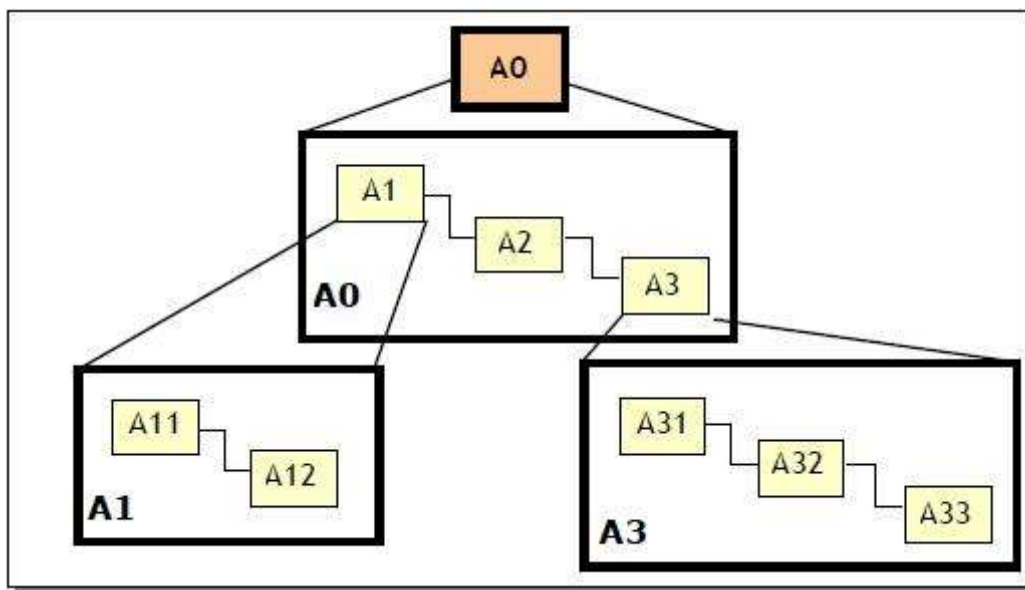
**Exemple :** Diagramme FAST partiel du store automatisé





## 2.2- DIAGRAMME SADT :

La représentation SADT (Structured Analysis and Design Technic) est la technique de modélisation avec analyse structurée. Elle reprend les principes précédents du diagramme FAST, mais utilise des règles précises ce qui la rend plus complexe. Le diagramme est alors un ensemble d'actigrammes ou diagrammes d'activité. Un diagramme SADTest structuré en niveaux comme suit :



L'actigramme de niveau le plus élevé, noté A-0 correspond à la finalité ou la fonction globale du système ; Ce diagramme de niveau A-0 se décompose en n diagrammes : A1 à An ;

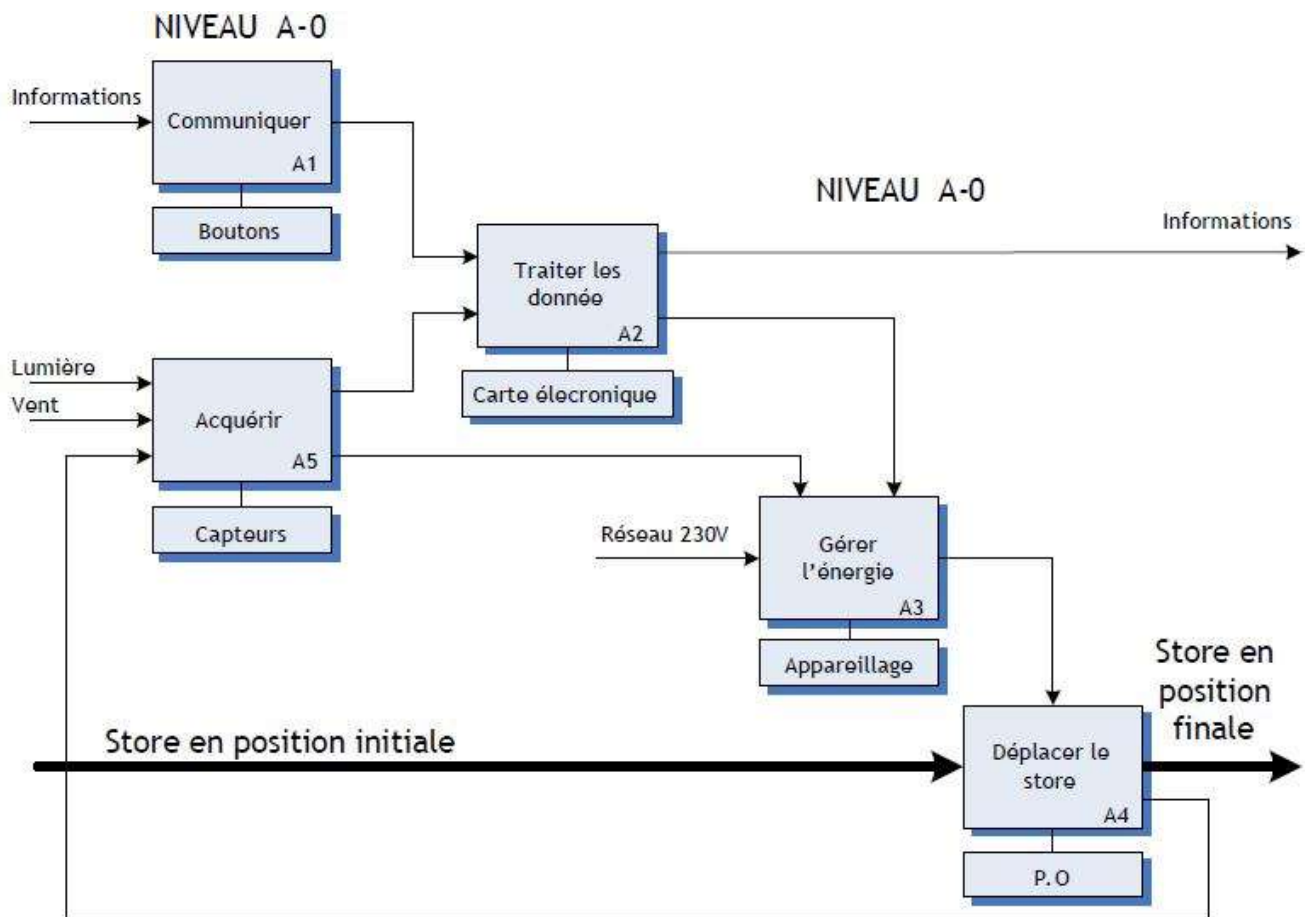
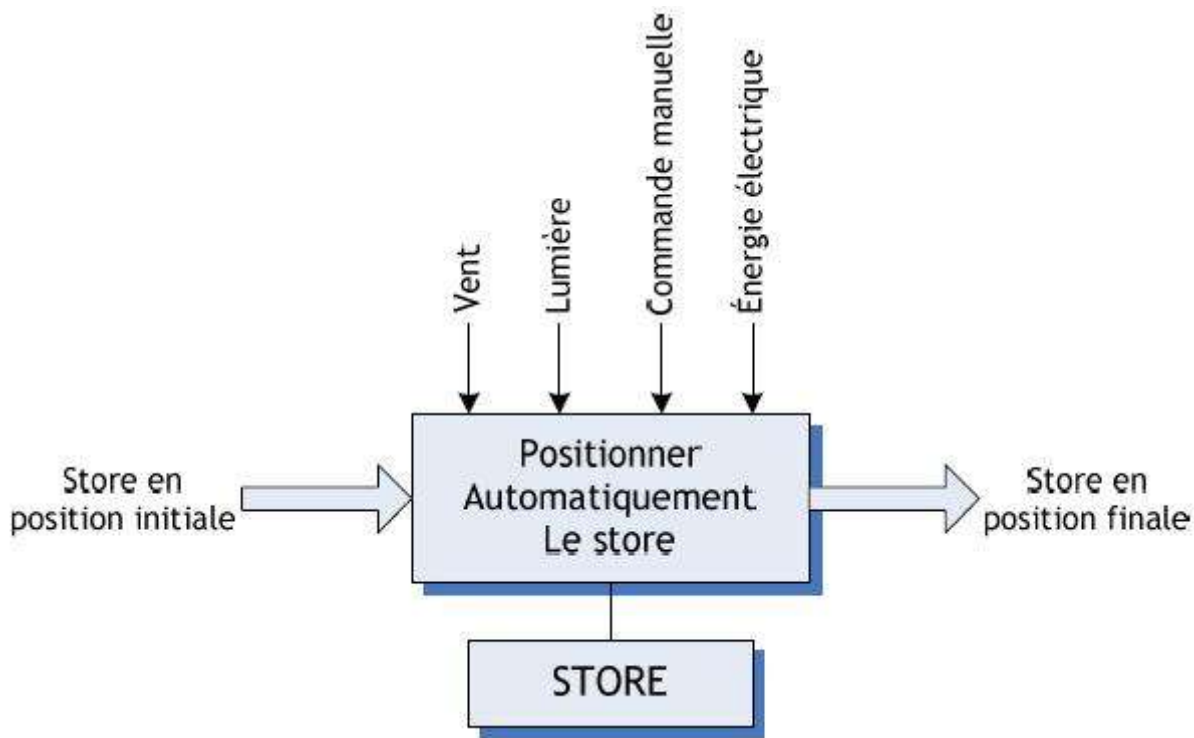
Chacun des diagrammes A1 à An est décomposé à son tour suivant le même principe. Dans l'exemple ci-dessous :

- A0 représente le niveau 0, donc la fonction globale du système ; elle se décompose en 2 sous-systèmes A1 et A2 et A3 ;
- A1 se décompose en A11 et A12 ;
- Et ainsi de suite.

La décomposition se termine si le niveau souhaité pour atteindre l'objectif est atteint ;

Dans chaque diagramme ou niveau, on définit les relations entre les sous systèmes et les données de contrôle.

**Exemple :** Diagramme SADT partiel du store automatisé

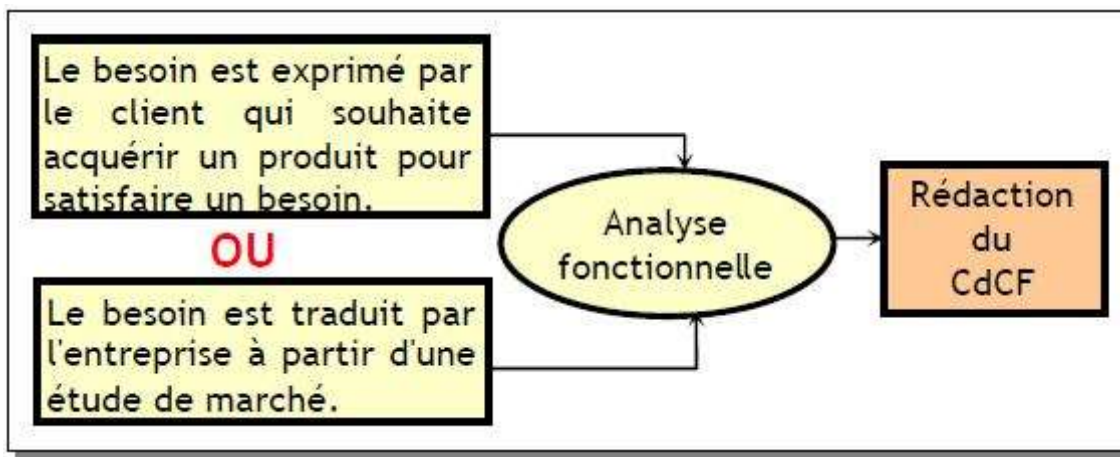


## 2.3. LE CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL :

### 2.3.1- Définition :

Le cahier des charges fonctionnel (CdCF) est un document contractuel par lequel le demandeur exprime son besoin en terme de fonctions de service. Pour chacune des fonctions et des contraintes sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux, chacun de ces niveaux étant assorti d'une flexibilité. Il nécessite un travail en groupe, afin de tenir compte des points de vue des différents intervenants concernés par le système : l'utilisateur, le concepteur, le distributeur, etc.

D'après la définition, on remarque que le CdCF est l'aboutissement de l'analyse fonctionnelle :



### 2.3.2- Contenu du CdCF :

Le CdCF contient donc les éléments suivants :

L'expression du besoin : fonction globale ;

La définition des fonctions de service (fonctions principales et fonctions contraintes) ;

L'énumération des critères d'appréciation (Satisfaction, coût, performances, sécurité, etc.) ;

Le diagramme FAST permet de définir les fonctions secondaires qui permettront d'affiner les critères d'appréciation. Il sera utile de le pousser jusqu'à l'apparition d'une syntaxe OU qui donne des pistes de recherche et offre des choix.

### 3- STRUCTURE FONCTIONNELLE D'UN SYSTEME

Les systèmes sont d'une grande variété ; on pourrait les classer ainsi :

**Classe des systèmes industriels de production** : Les systèmes de cette classe ne sont pas habituels à l'environnement quotidien, mais ils ont une structure dont les composants sont relativement simples : identifiables, ouverts et standard, ce qui facilite leur étude.

**Exemple** : Machine de remplissage et bouchage, machine de tri de pièces, etc.

**Classe des systèmes "grand public"** : Ils font partie de l'environnement quotidien et représentent la technologie actuelle, mais ils ont un degré d'intégration de fonctions un peu élevé, ce qui les rend parfois difficile à étudier.

**Exemple** : Machine à laver, Store automatique, etc.

#### 3.1. STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE :

Un système automatisé est un ensemble d'équipements qui permet à partir d'énergie, et de produits bruts ou non finis, de fabriquer des produits finis ; et ce, d'une façon automatique où l'intervention humaine est réduite au minimum, notamment pour les tâches difficiles. La modélisation d'un système automatisé permet de l'étudier d'une manière rationnelle.

#### 3.2. Modélisation simple (Partie Opérative/Partie Commande) :

Un système automatisé est un système bouclé, qu'on peut, modéliser par le schéma simple suivant ; il est alors structuré autour :

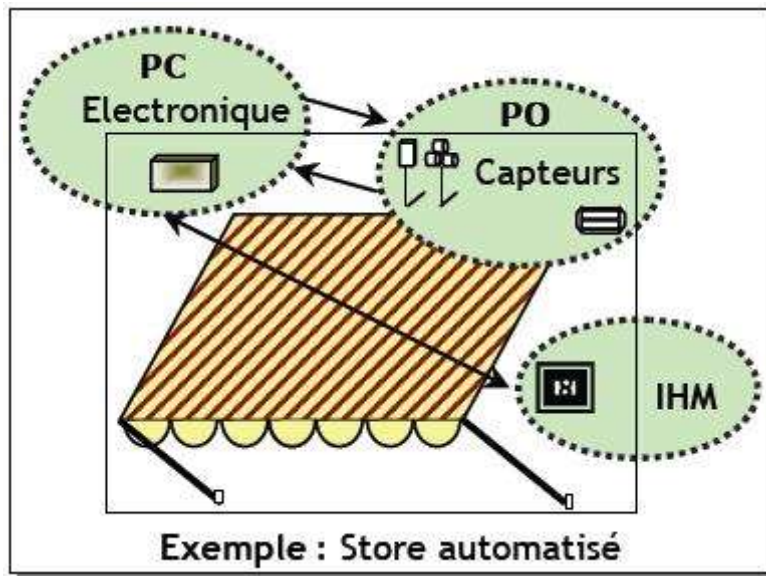
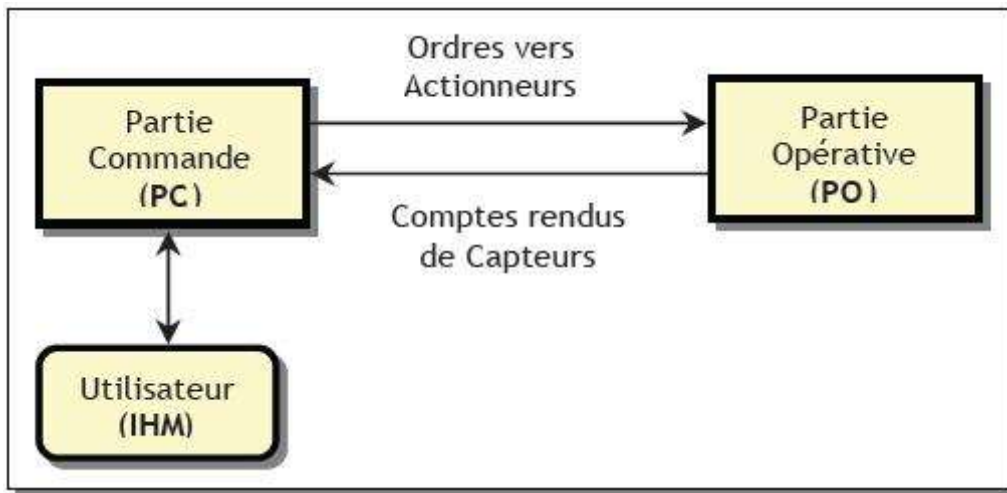
D'une **Partie Opérative (PO)**, formée par :

- Les capteurs qui représentent les organes d'observation du système ;
- Les actionneurs qui représentent les organes de puissance du système ;

D'une **Partie Commande (PC)**, qui en fonction des comptes rendus des capteurs, fait les traitements nécessaires et donne des ordres aux actionneurs.

D'une Interface Homme Machine (IHM) permettant à l'utilisateur de configurer et superviser le système ; il communique avec lui grâce aux moyens de dialogue (boutons, voyants, etc.).





Pour l'exemple du Store automatisé :

La **PO** est constitué :

- Des capteurs de vent et du soleil qui observent les conditions climatiques ;
- D'un moteur électrique qui agit sur la toile, en l'enroulant ou la déroulant sur un tambour.

La PC est constituée d'un organe électronique qui lit les informations des capteurs, traite ces informations et donne des ordres au moteur.

On peut remarquer, à partir du schéma général et de l'exemple du store automatisé, qu'un système automatisé met en œuvre deux chaînes d'opérations :

L'une agissant sur les flux des informations, appelée chaîne d'information ;

L'autre agissant sur les flux de matière et d'énergie, appelée chaîne d'énergie.

### 3.3. Modélisation avancée (Chaîne d'énergie/Chaîne d'information) :

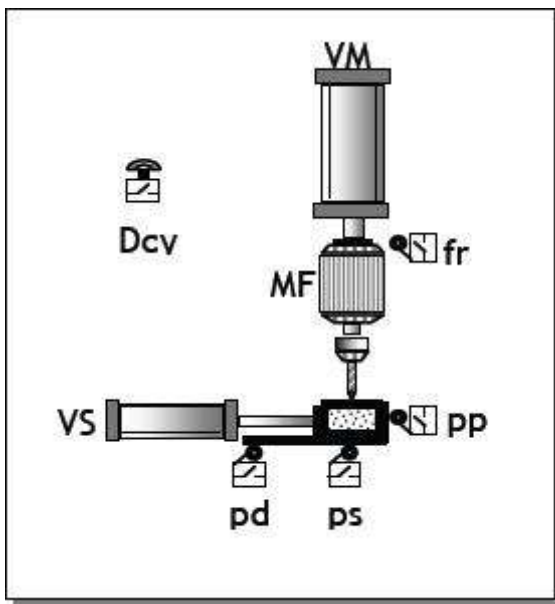
#### 3.3.1- Introduction :

Cette modélisation est plus rigoureuse que la première ; elle introduit beaucoup plus de concepts ; elle est donc plus compliquée. Cette modélisation est basée sur la notion de **chaîne fonctionnelle** (chaîne de fonctions). Pour bien l'aborder, on commence par l'analyse d'un exemple, une perceuse automatisée :

#### 3.3.2- Tâche et sous-ensemble fonctionnel :

Dans ce système, on distingue principalement 2 sous-systèmes qui concourent à la réalisation de la fonction globale du système :

- Sous-système (SE1) de serrage de la pièce ;
- Sous-système (SE2) de perçage de la pièce ;



Chacun de ces 2 sous-systèmes est appelé "**sous-ensemble fonctionnel**", car :

C'est un sous-ensemble de l'ensemble du système ;

Il réalise une tâche qui consiste en un certain nombre d'opérations sur la matière d'œuvre.

**Exemple** : Le SE1 a pour tâche de déplacer et serrer la pièce.

Pour réaliser sa tâche, chaque sous-ensemble fonctionnel effectue une certaine succession d'opérations : acquérir les informations sur l'état des capteurs, traiter ces informations et agir sur la matière d'œuvre. Cette succession d'opérations s'exécute en chaîne de fonctions ; on parle alors de **chaîne fonctionnelle**.

### 3.4. CHAÎNE FONCTIONNELLE :

#### 3.4.1- Définition :

Tout système automatisé, plus ou moins complexe, peut être décomposé en chaînes fonctionnelles.

Une chaîne fonctionnelle est l'ensemble des constituants organisés en vue de l'obtention d'une tâche opérative, c'est-à-dire d'une tâche qui agit directement sur la matière d'œuvre.

**Exemples** : Serrer une pièce, percer une pièce, prendre un objet, déplacer une charge, etc.

Les constituants d'une chaîne fonctionnelle participent :

Soit à des opérations de gestion de l'énergie (Chaîne d'énergie) ;

Soit à des opérations de gestion des informations (chaîne d'information) ;

#### 3.4.2- Chaîne d'énergie/chaîne d'information :

On peut remarquer donc que chaque chaîne fonctionnelle comporte généralement une chaîne d'énergie et une chaîne d'information en relation comme le montre le schéma fonctionnel suivant :

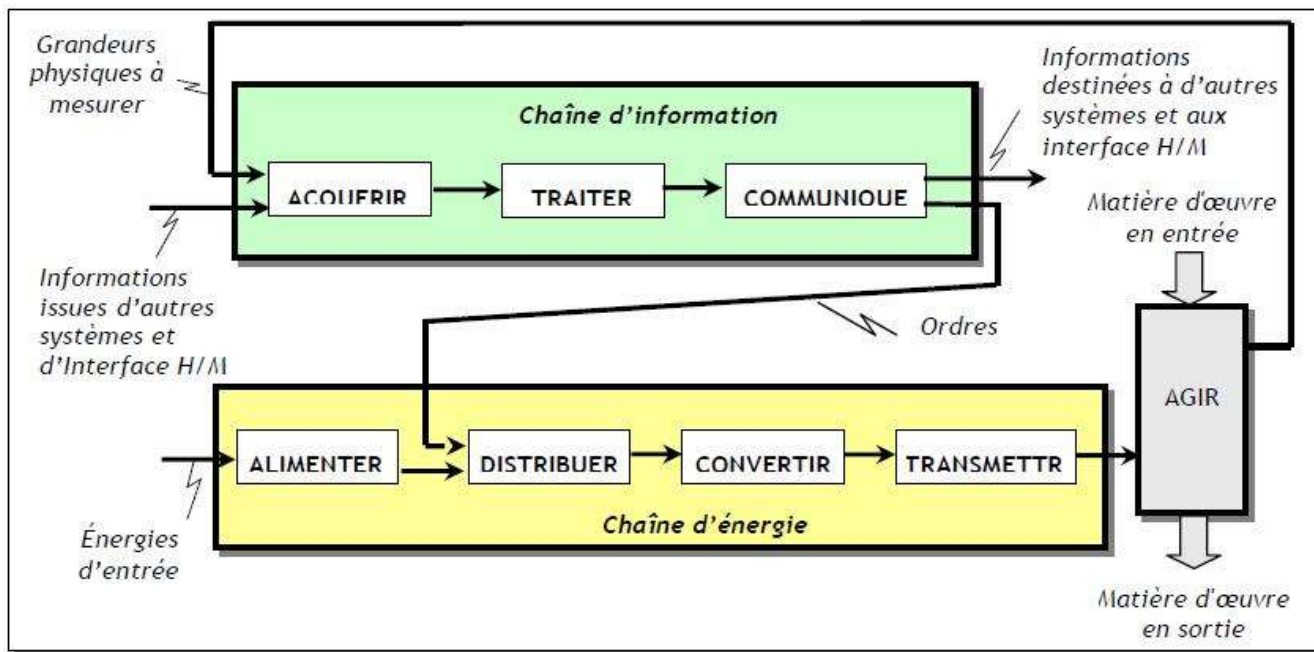
Une chaîne d'énergie constituée des fonctions :

- Alimenter ;
- Distribuer ;
- Convertir ;
- Transmettre.

Une chaîne d'information constituée des fonctions :

- Acquérir ;
- Traiter ;
- Communiquer.

Ces fonctions sont **génériques**, c'est à dire qu'elles s'appliquent en principe à presque tous les systèmes, notamment les systèmes automatisés.



### 3.5- Action sur la matière d'œuvre (Effecteur) :

La chaîne d'énergie et la chaîne d'information concourent ensemble, harmonieusement pour "agir" finalement sur la matière d'œuvre. On appelle généralement l'élément responsable de cette dernière opération, "effecteur", du mot effet.

Un effecteur est l'élément terminal de la chaîne d'action, convertissant l'action de l'actionneur en un **effet** ou une opération sur la partie opérative.

#### Exemples :

- Forêt de perceuse pour effectuer des trous ;
- Convoyeur pour effectuer un déplacement de pièce sur un tapis roulant ;
- Pince de robot pour effectuer une force de préhension sur des pièces ;
- Tambour de store pour enrouler ou dérouler une toile.

## EXERCICES RESOLUS

### EXERCICE N° 1 :

Indiquer à côté des fonctions génériques les constituants correspondant, pour le système Store automatisé.

### EXERCICE N° 2 :

Donner l'actigramme de la fonction globale d'une Cafetière électrique.



### EXERCICE N° 3 :

Donner le diagramme Pieuvre d'une souris de micro-ordinateur, avec le tableau fonctionnel. On considère les éléments de son environnement suivants : utilisateur, micro-ordinateur, support (meuble, etc.).



## CORRIGE :

### EXERCICE N° 1 :



***EXERCICE N°2 :***



***EXERCICE N°3 :***

