**Objectifs :**

*Modéliser, analyser les différentes fonctions d'un système.*

## Savoirs

### Je connais :

- les noms des différents outils d'analyses fonctionnelles ;
- les formes de représentation ;

## Savoir-faire

### Je sais :

- lire/interpréter les différents outils ;
- formuler les différentes fonctions (Principale, contrainte, technique) ;

## Sommaire

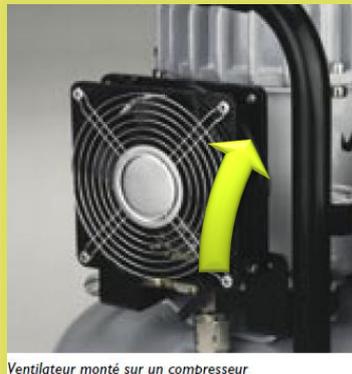
1 - Généralités sur les systèmes .....	3
2 -Analyse fonctionnelle interne .....	3
2.1 - Définition fonction technique .....	3
2.2 - Choisir des fonctions techniques .....	3
2.2-1- Le besoin, c'est quoi ? .....	4
2-2-2- Recherche des fonctions (Analyse fonctionnelle Externe) .....	4-7
2-3- Le diagramme FAST (Function Analysis System Technic ) .....	7-8
3- Approche globale des systèmes : .....	9
3.1- Chaîne d'énergie- Chaîne d'information .....	10-11
3-2- SADT .....	12-14

## 1) Généralités sur les systèmes

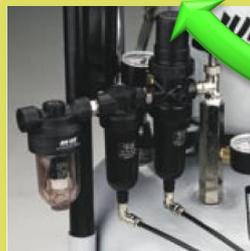
Toujours conçu dans le but de répondre à un besoin, un système est une **association structurée de constituants** ayant des relations entre eux. Ces constituants et ces éléments peuvent être nombreux et les interactions de formes différentes (échanges de matières, énergies ou informations) : on parle alors de **système complexe pluri-technologiques**.



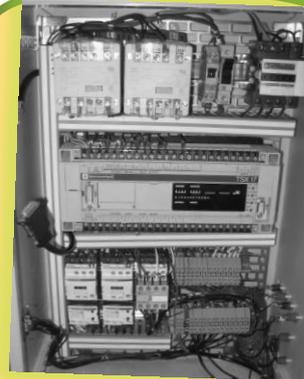
Compresseur JUN AIR



Ventilateur monté sur un compresseur



Filtres montés sur le compresseur



Armoire de commande du compresseur (Automate, Contacteur, ....)



Vidange automatique



Moteur

## 2) Analyse fonctionnelle interne

### 2.1) Définition : fonction technique

Nous venons de voir qu'un système est une association de constituants dont le rôle est de réaliser tout ou partie des actions du processus de la valeur ajoutée.

Ces actions internes, qui permettent donc d'assurer la réalisation des fonctions de service, sont appelées **fonctions techniques**.

### 2.2) Objectif de l'analyse fonctionnelle interne : « choisir les solutions techniques »

L'Analyse Fonctionnelle interne permet de s'intéresser aux constituants du système appelés « **solutions techniques** » et de prévoir leurs degrés de performance dans la réalisation des **fonctions de service** et donc dans la satisfaction du **besoin**. Avant d'aller plus loin finalisons ces différents termes

### 2.2-1- LE BESOIN, C'EST QUOI ?

Le besoin est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur. Il exprime tout produit ou service en termes de **services attendus** : **pas en termes de solutions techniques !**

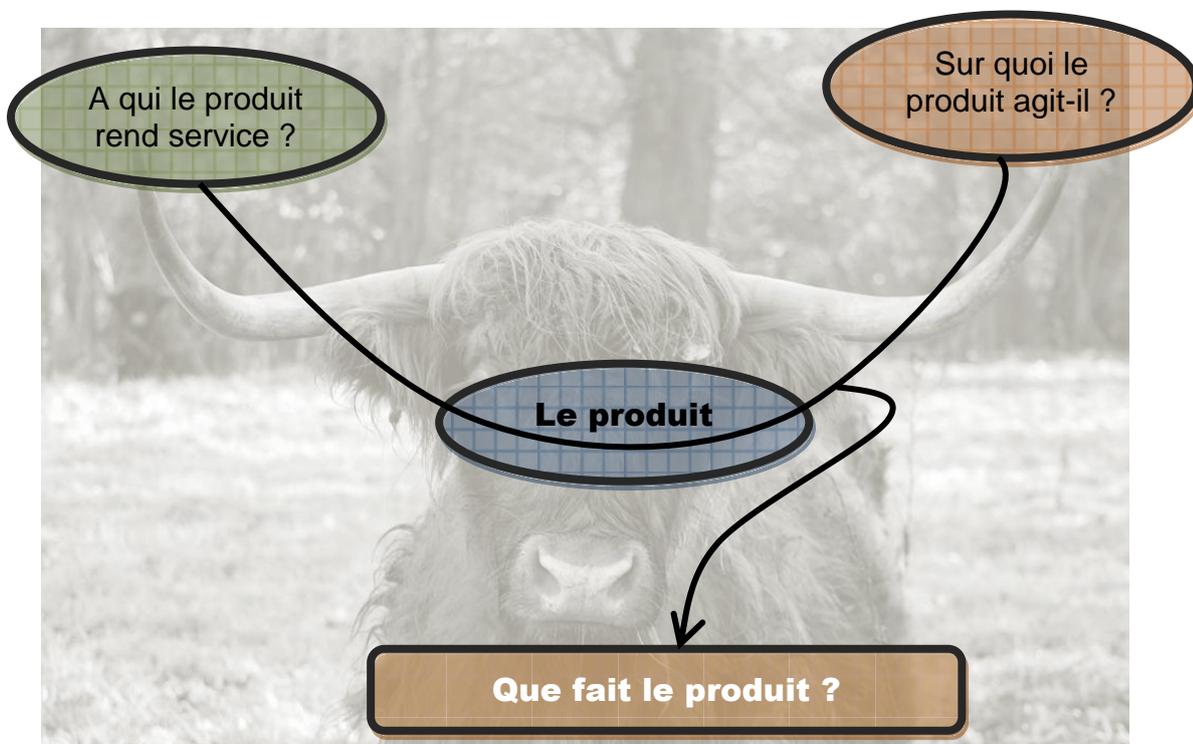
Exemple : j'aurai besoin d'un système capable de lier des documents ensemble.

Piège : énoncer un besoin en orientant la solution retenue, peut nuire à la créativité. Ex. : Agrafes, coller, relier -> spirale, réglette, ... etc., il faut rester assez généraliste.



### EXPRESSION ET CARACTÉRISATION DU BESOIN, LA BÊTE À CORNES.

L'expression et la caractérisation du besoin se fait en utilisant la méthode APTE (Application des Techniques d'Entreprise), sous la forme d'un diagramme, appelé Bête à Cornes.



### Validation du besoin

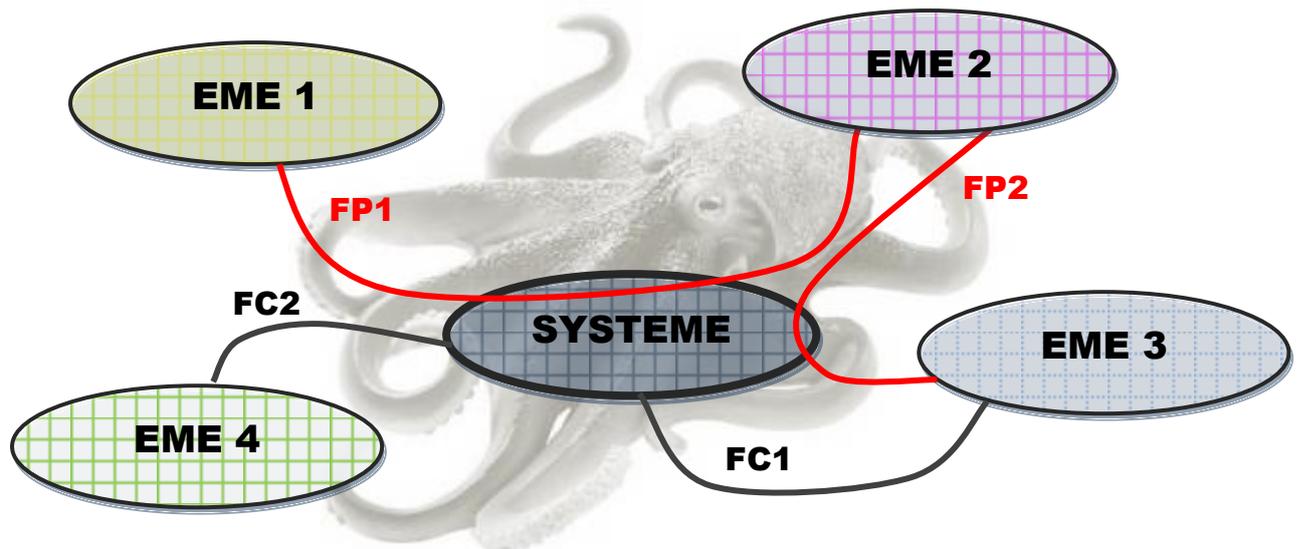
Pour valider le besoin, il faut se poser les questions :

- Pourquoi le produit existe-t-il ?
- Qu'est-ce qui pourrait le faire évoluer ?

### 2-2-2- RECHERCHE DES FONCTIONS (ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE)

Pour réaliser ce diagramme, il faut se placer dans une phase de vie du système, dans la phase de vie d'utilisation, il faut alors appréhender les **Éléments du Milieu Extérieurs** au système (EME). L'ensemble des EME constitue l'environnement dans lequel évolue le produit.

Le nom de cet outil est le **diagramme pieuvre**, il est spécifique à chaque étape du cycle de vie du produit et se présente sous la forme suivante :

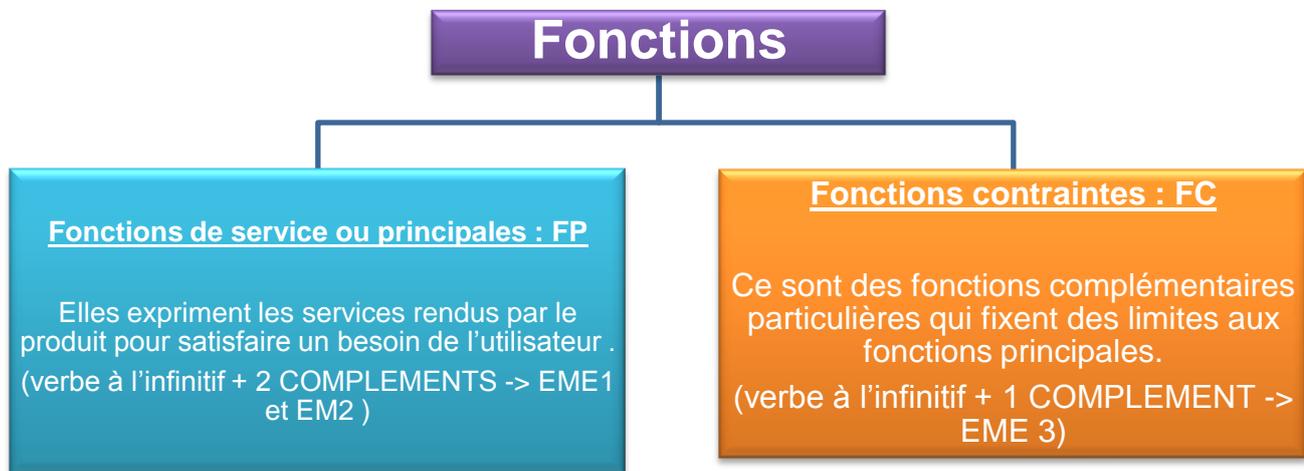


Les relations entre les EME et le système sont les Fonctions de Service. On en distingue trois types :

- FP1 et FP2 : **permettre à l'EME1 de modifier l'état de l'EME2**
- FC1 : **modifier l'état de l'EME3**
- FC2 : **modifier l'état de l'EME4**

Souvent ces exigences enfin je devrais dire ces fonctions sont formulées à partir d'un verbe à l'infinitif traduisant une contrainte à satisfaire.

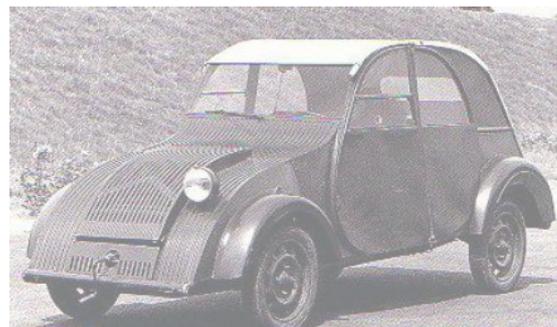
Ces fonctions peuvent se classer pour faire simple suivant deux catégories :



### Exemple 1 :

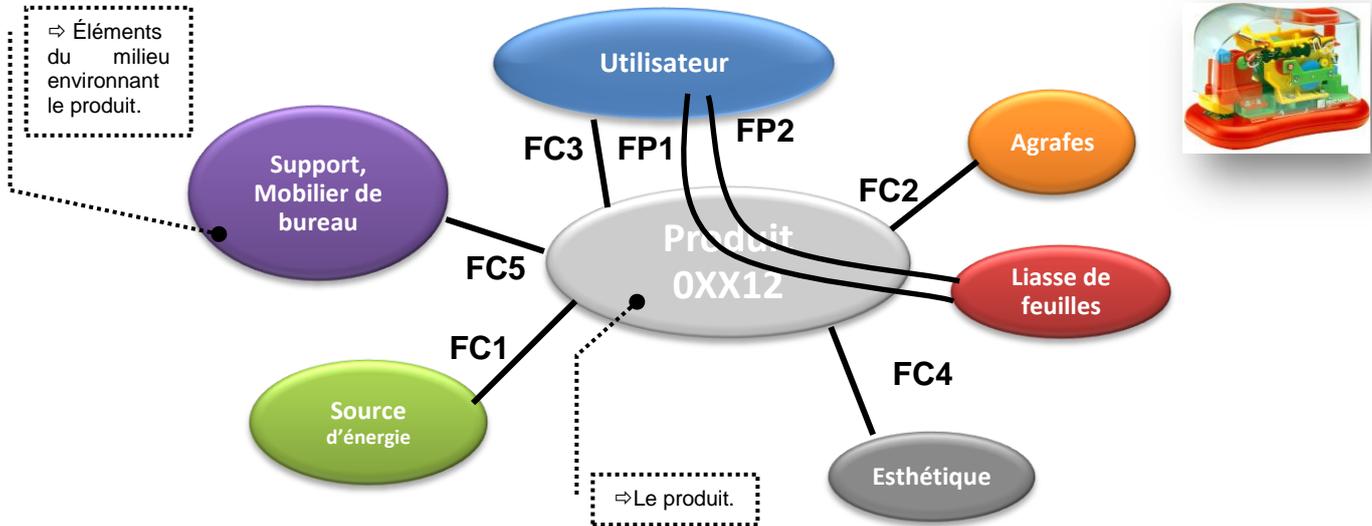
#### **Un peu d'Histoire**

Voici le cahier des charges relatif à la 2CV établi par Monsieur BOULANGER (responsable de CITROËN) à Monsieur BROGLY, directeur du Bureau d'Études en 1936 :  
*«Faites étudier par vos services une voiture pouvant transporter 2 cultivateurs en sabots, 50 kg de pommes de terre ou un tonnelet à une vitesse maximum de 60 km/h, pour une consommation de 3 litres au cent.  
 La voiture pourra passer dans les plus mauvais chemins ; elle devra pouvoir être conduite par une conductrice débutante et avoir un confort irréprochable. Son prix devra être inférieur au tiers de celui de la traction avant 11CV.*



**Exemple 2 :**

Ce diagramme cherche à faire figurer sur un graphique circulaire, les éléments de l'environnement du produit et les liens qui les lient. Ces différentes fonctions permettent d'établir le cahier des charges qui devra être respecté par le concepteur du futur produit (réalisé en étroite collaboration avec le client).



- FP1 : Relier une liasse de feuilles en minimisant l'effort de l'utilisateur
- FP2 : Faciliter la mise en place des feuilles par une seule main de l'utilisateur
- FC1 : S'adapter à une source d'énergie autonome
- FC2: Stocker les agrafes
- FC3: Protéger l'utilisateur
- FC4: Plaire
- FC5: S'intégrer au milieu environnant

Quelque fois la règle peut être difficile à appliquer dans ce cas la fonction doit garder tout son sens.  
Ex. : FC4 plutôt que être Esthétique

**Extrait du cahier des charges fonctionnel de l'agrafeuse**

Fonctions	Caractéristiques (paramètres retenus)	Critères (grandeur recherchée)	Niveaux	Flexibilité (*)
<b>FP1</b> Relier une liasse de feuilles en minimisant l'effort de l'utilisateur	Capacité d'agrafage Temps d'agrafage	Nombre de feuilles Rapide	≤ 12 feuilles de 80 g/m <sup>2</sup> ≤ 1s	1 1
<b>FP2</b> Faciliter la mise en place des feuilles par une seule main de l'utilisateur	Stabilité Détection liasse	Pas de dérapage possible Par contact	Maximal Le plus simple possible	0 1
<b>C1</b> S'adapter à une source d'énergie autonome	Alimentation continu autonome Fiabilité	Volts Nombre d'utilisations	6V Piles 1,5 Volts type LR6 * 3000 agrafages	0 2
<b>C2</b> Stocker les agrafes	Capacité stockage agrafes	Agrafes 26/6	* 100 agrafes	1
<b>C3</b> Protéger l'utilisateur	Sécurité	Norme ISO CE	totale	0

C4 Plaire à l'utilisateur	Couleurs Formes Aspect ludique	Audit	L = 160 l = 100 h = 120	2
		Audit		2
		Transparence du capot		2
C5 S'intégrer au milieu environnant	Espace disponible	Peu encombrant		1

**Définition – Réf: AFNOR- Norme X50-151**

Le cahier des charges fonctionnel est un document par lequel le demandeur exprime son besoin en terme de fonctions principales (FP) et de contraintes (FC).

Pour chacune d'elles sont définies les critères d'appréciations et leurs niveaux..

Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité (F0 => F3)

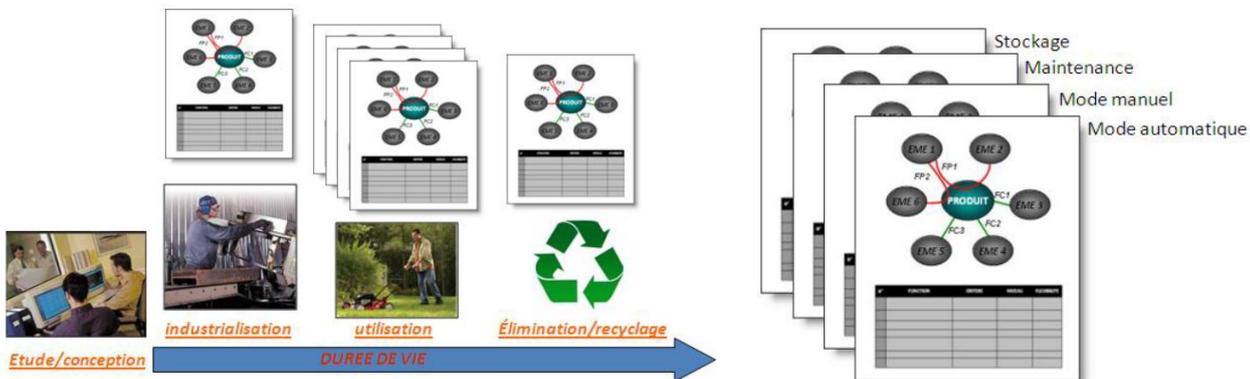
0 : flexibilité nulle => impératif

1 : flexibilité faible => peu négociable

2 : flexibilité moyenne => négociable

3 : flexibilité forte => très négociable

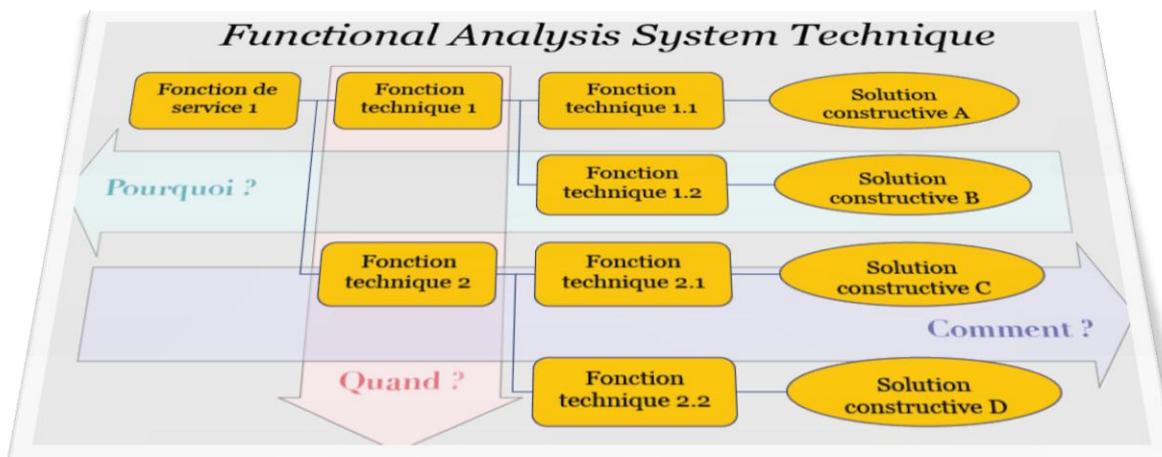
Mais aussi pour chacune des étapes de la vie du système.



**2-3- LE DIAGRAMME FAST (FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIC)**

L'outil de description des solutions techniques est :

- le diagramme F.A.S.T. (Function Analysis System Technic) et se lit de la manière suivante :



Au tout début d'un projet, le client a fixé ses exigences (cahier des charges), les ingénieurs vont rechercher les solutions techniques capables de répondre à chacune

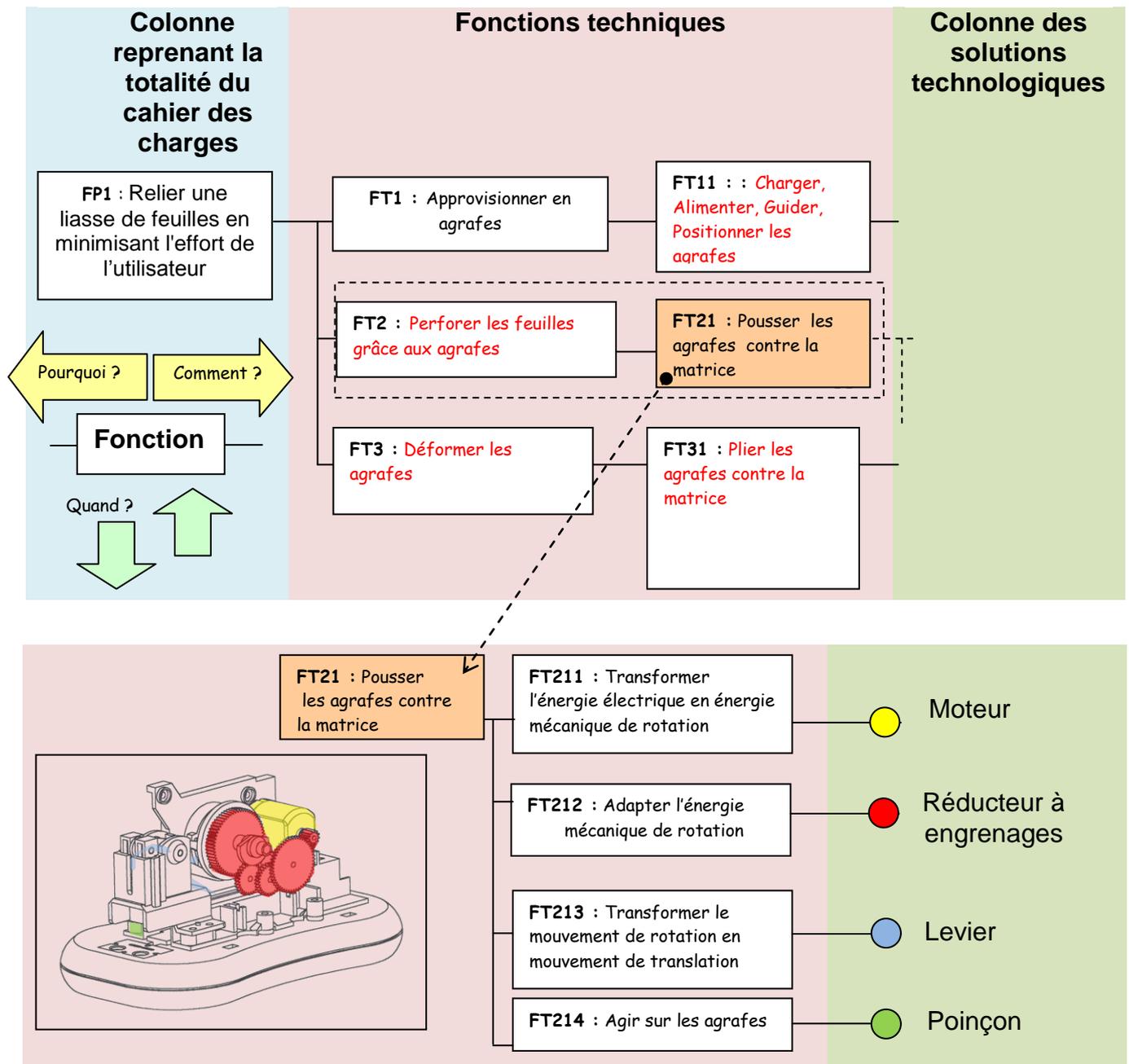
d'elles.

Ce premier outil d'analyse permet de :

- classer les fonctions en leur attribuant un ordre hiérarchique,
- les décomposer pour définir des fonctions techniques débouchant sur des **solutions technologiques**.

Il se présente sous forme d'un tableau à 3 colonnes où sont répertoriées les exigences du cahier des charges à gauche, les fonctions techniques permettant d'y répondre au centre et les solutions retenues à droite.

**Exemple 1 :**



### 3- Description globale d'un système

Cette description peut se faire au travers de deux outils différents mais qui ont la même finalité, décrire le système dans ses moindres détails en segmentant celui-ci :

- Premier outil : **Chaîne d'énergie et chaîne d'information.**
- Deuxième outil : **SADT (Structured Analysis and Design Technic)**

#### 3.1- Premier outil : chaîne fonctionnelle

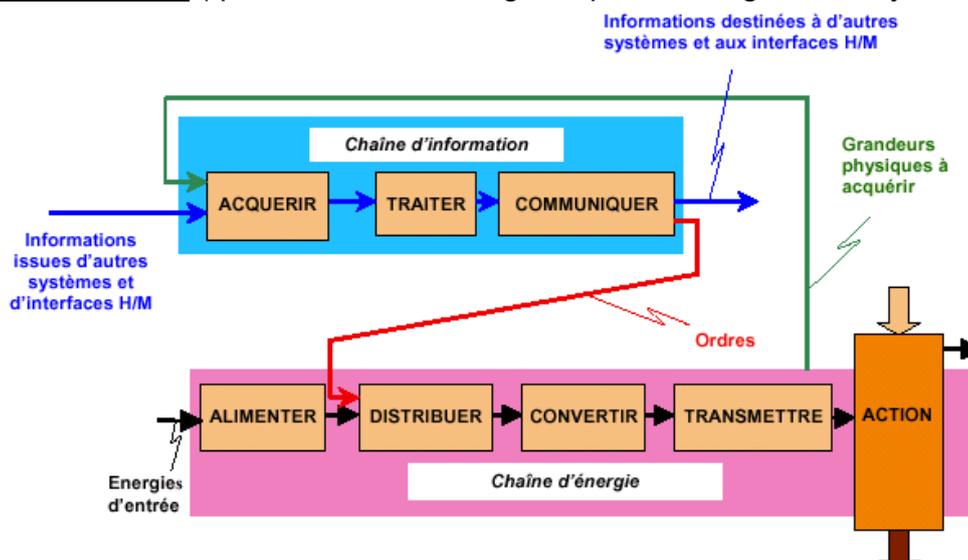
##### 3.1.1- Chaîne d'énergie et chaîne d'information

Le processus de transformation de la matière d'œuvre par un système industriel complexe comporte plusieurs activités successives ou simultanées.

Ces activités correspondent souvent à une fonction technique ou une fonction de service à réaliser.

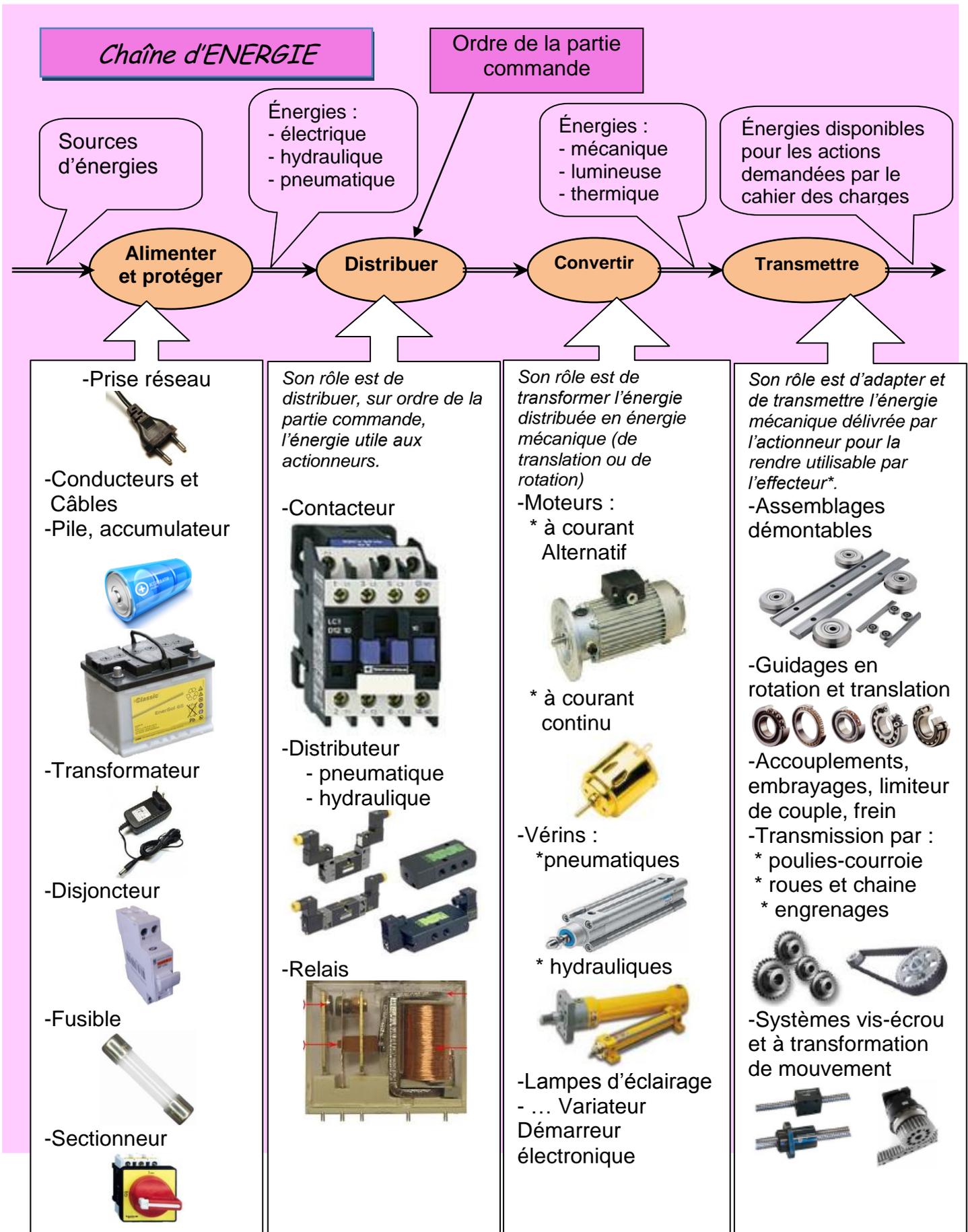
L'étude globale des systèmes conduit à distinguer 2 entités :

- la **chaîne d'information** (qui transfère, stocke, transforme l'information) ;
- la **chaîne d'énergie** (qui transforme l'énergie et permet d'agir sur le système physique )

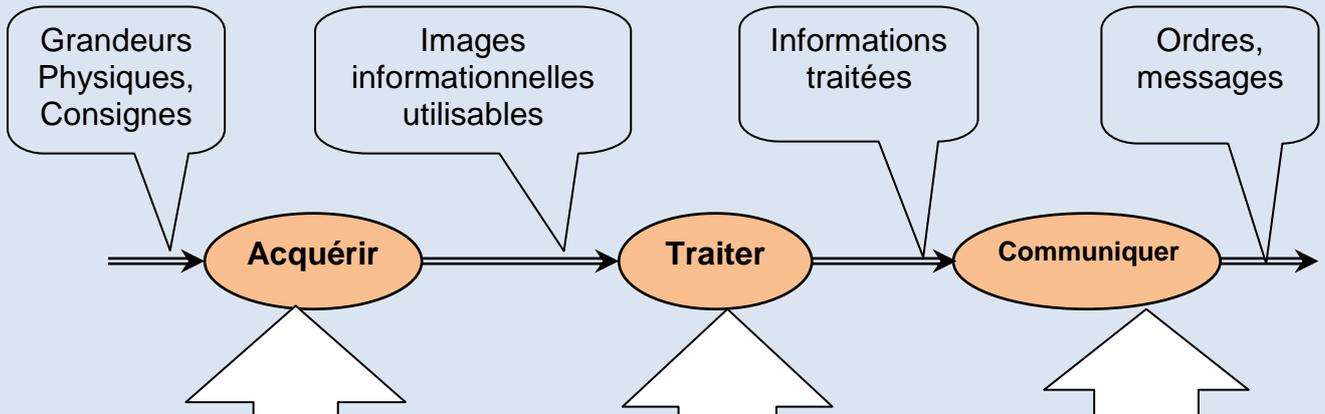


**Remarque :** Tous les systèmes n'utilisent forcément pas la totalité des fonctions seulement les plus complexes.

Une analyse plus fine de ces 2 chaînes nous conduit à distinguer les différents constituants qui vont faire l'objet d'une étude concrète :



**Chaîne d'INFORMATION**

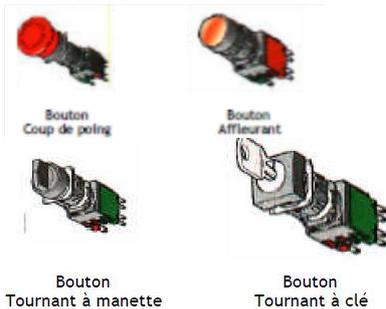


Son rôle est de prélever une grandeur physique et d'en produire une image exploitable par la partie commande.



**Interface H/M**

Son rôle est de traduire la consigne d'un utilisateur en une image exploitable par la partie commande.



Son rôle est, à l'aide du programme implanté, de traiter les informations en provenance des capteurs et de l'interface H/M afin d'émettre les ordres destinés aux pré-actionneurs des différentes chaînes d'énergie.

Elle envoie aussi des signalisations à l'interface M/H qui seront traduits en signaux lumineux et/ou sonores

-Automates programmables

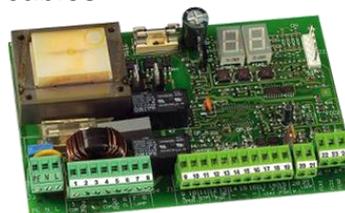


-Ordinateurs  
-Microcontrôleurs



-Modules logiques programmables

-Circuits de commande câblés



Son rôle est de permettre à l'opérateur d'être informé sur l'état du système.

-Commandes TOR



-Interfaces homme-machine



-Liaison utilisant le mode de transmission série

-Liaison utilisant le mode de transmission parallèle



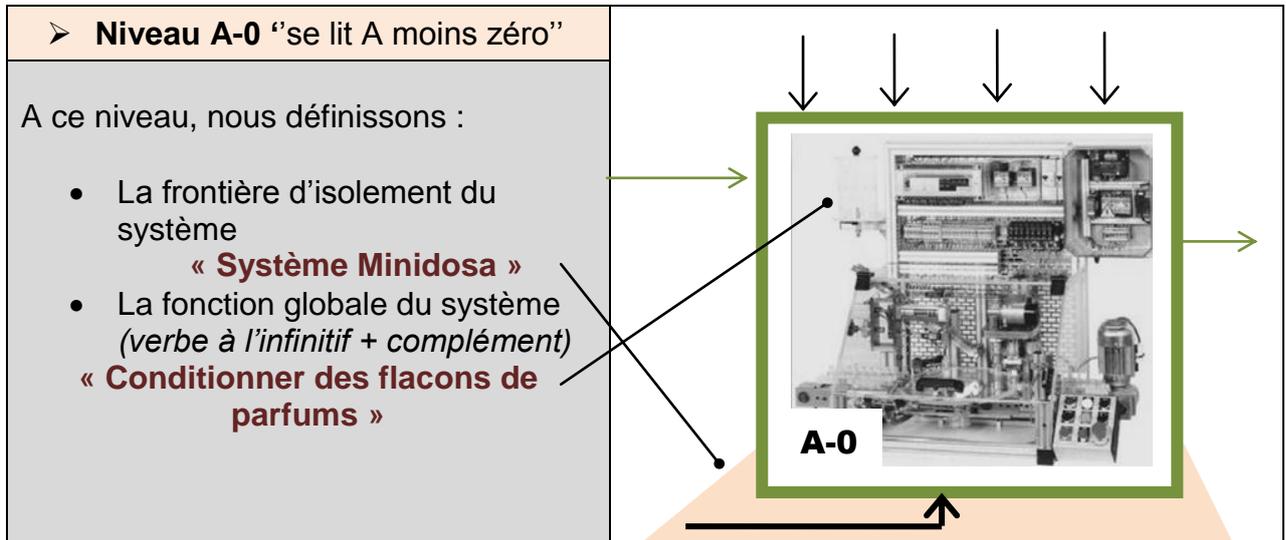
-Réseau



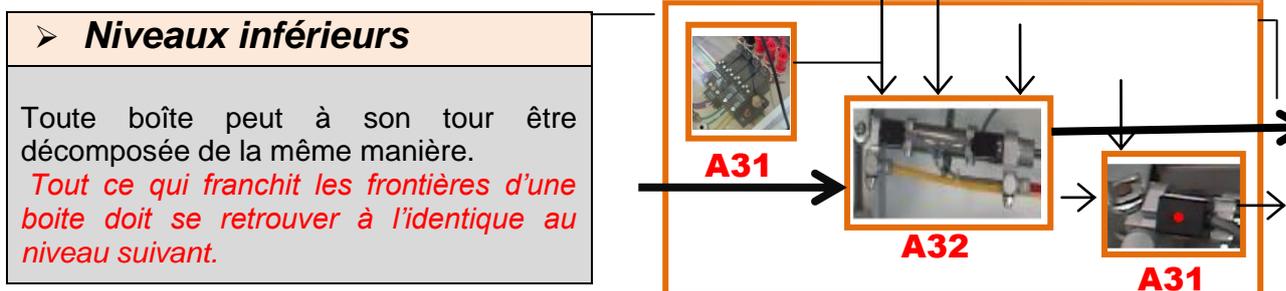
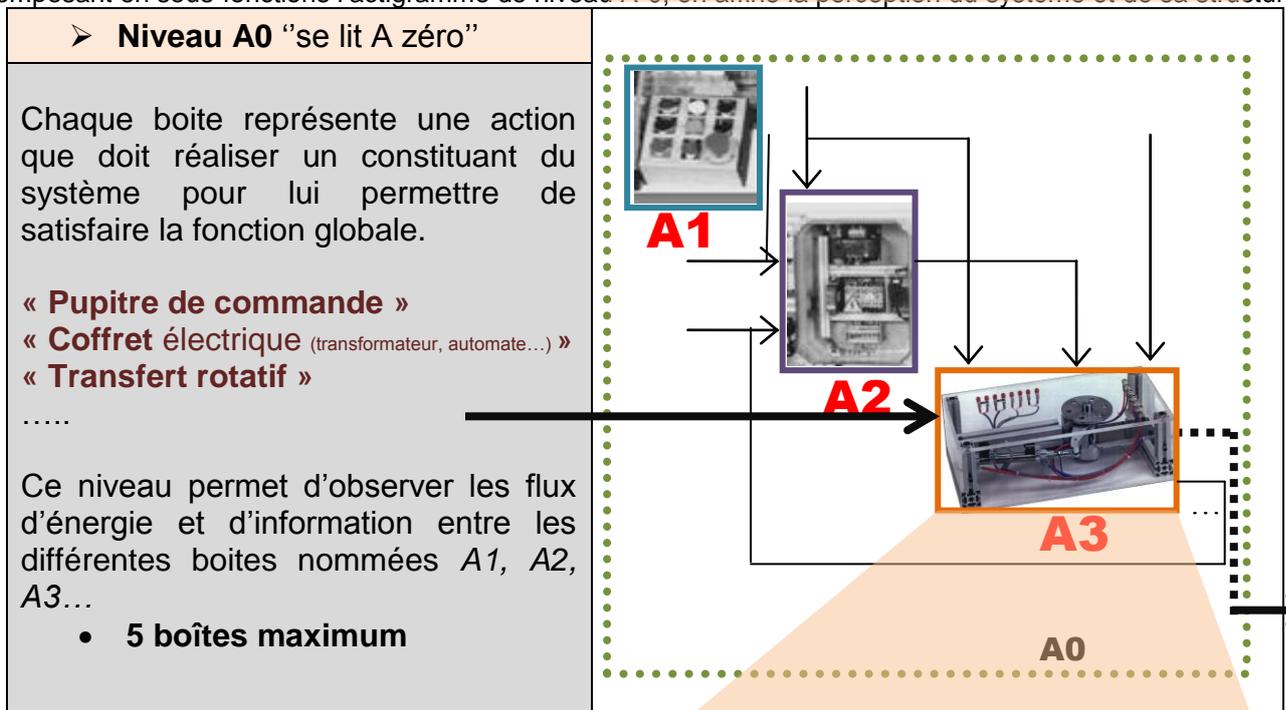
**3.2- METHODE SADT (Structured Analysis and Design Technic)**

Ce troisième outil d'analyse permet de modéliser et de décrire graphiquement des systèmes à l'aide de diagrammes les flux de matière d'œuvre afin de déboucher sur **des fonctions élémentaires**. Elle est bien adaptée aux systèmes automatisés intégrant notamment l'informatique.

On procède par analyses successives descendantes, c'est-à-dire en allant **du plus général** vers **le plus détaillé**.



En décomposant en sous-fonctions l'actigramme de niveau A-0, on affine la perception du système et de sa structure.



**Frontière d'isolement d'un système**

C'est la limite (*fictive ou matérielle*) entre le système et son environnement (*milieu extérieur*).

**MATIÈRE D'ŒUVRE (MO)**

C'est **le PRODUIT, l'ÉNERGIE** ou **l'INFORMATION** qui subit l'intervention du système.

**VALEUR AJOUTÉE (VA)**

C'est la modification apportée à la matière d'œuvre.

Trois types de valeur ajoutée : **DÉPLACER, TRANSFORMER, STOCKER**

**Fonction d'usage ou fonction globale**

La fonction d'usage d'un système caractérise l'action sur la matière d'œuvre. Elle est exprimée par un **verbe à l'infinitif + complément**.

**Processeur ou système**

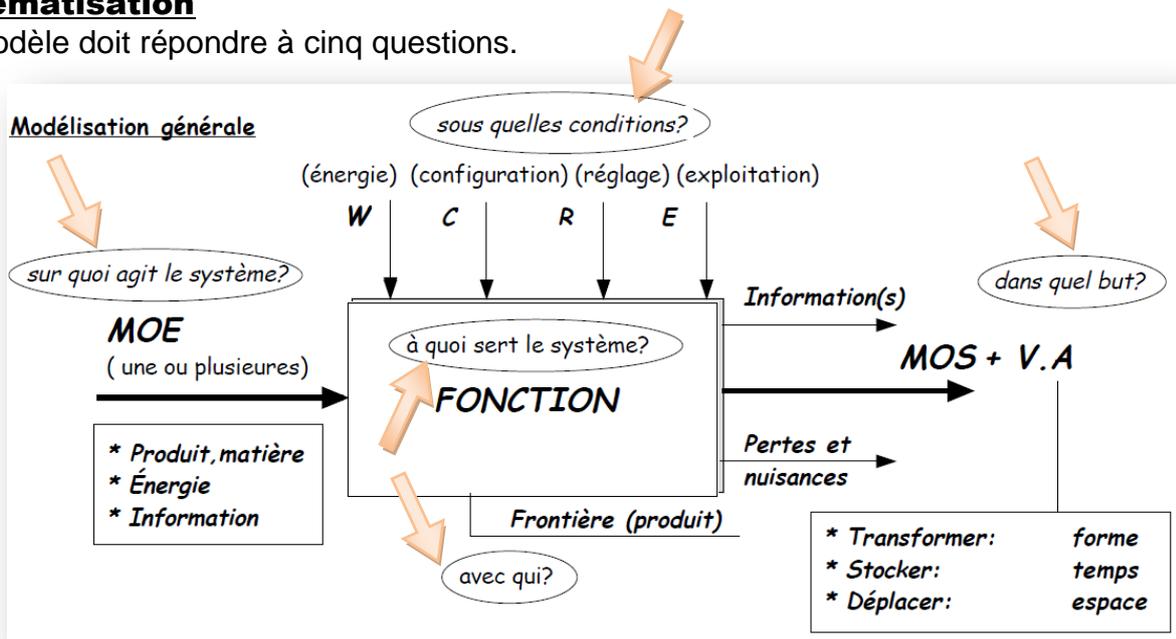
C'est une association de composants qui permet de réaliser la fonction d'usage.

**Données de contrôle : W,C ,R et E.**

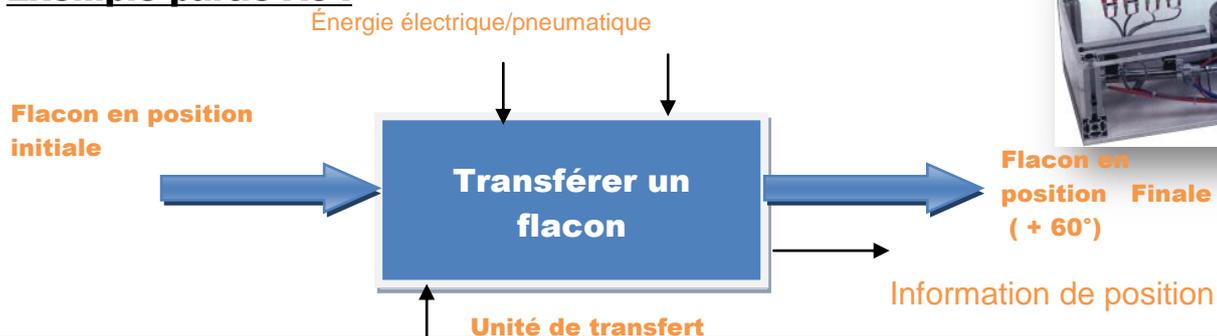
Provoquer ou modifier la mise en œuvre de la fonction.

**Schématisation**

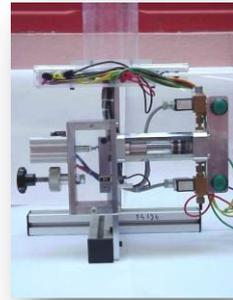
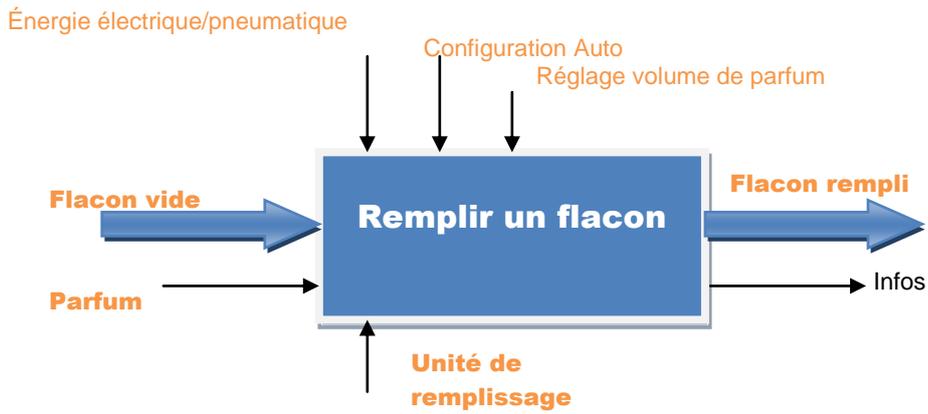
Le modèle doit répondre à cinq questions.



**Exemple partie A3 :**



**Exemple partie A4 :**



**Exemple partie A5 :**

