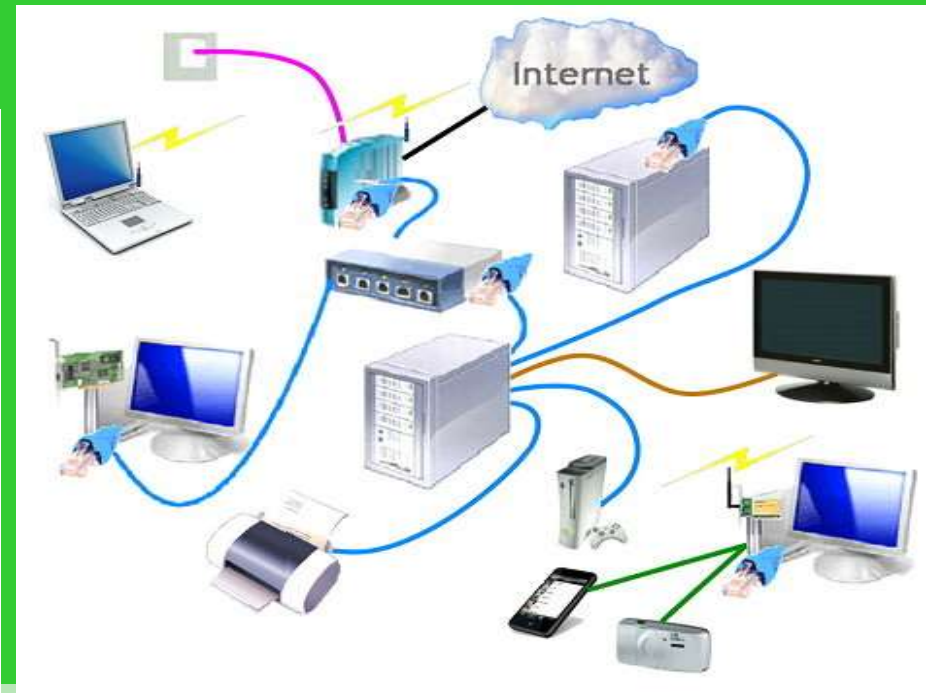
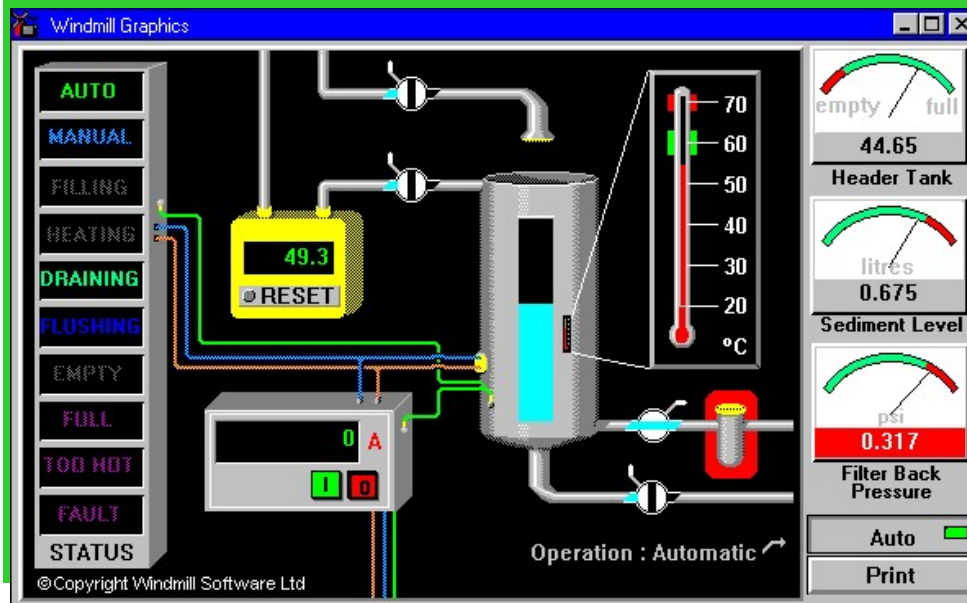
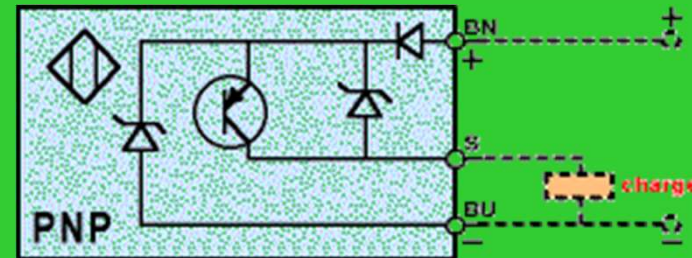


# SYSTEMES AUTOMATISES



A. KAIHANI



## **Systèmes Automatisés (SA)**

### ***Définition d'un système:***

**Un système est un ensemble d'éléments fonctionnels interagissant entre eux, selon un certain nombre de principes ou règles, en vue d'atteindre une finalité ou un but.**

### ***Définition d'un système automatisé:***

**Dans un système automatisé, l'énergie nécessaire à la transformation du produit est fournie par une source extérieure.**

**Un « automate » dirige la succession des opérations.**

**L'homme surveille le système et peut dialoguer avec lui par l'intermédiaire d'un « pupitre ».**



# Systemes Automatisés (SA)

## *Exemples de SA:*



*Distributeur de boissons*



*Feux carrefour*



*Barrière automatique*



*GAB*



*Cafetière*



*Robot*



*GPS*



*Portail de garage*



*Radar automatique*



## Systemes Automatisés (SA)

### *Objectif de l'automatisation:*

✓ *Visant le personnel :*

Améliorer ses conditions de travail en supprimant les tâches les plus pénibles et en augmentant la sécurité;

✓ *Visant le produit :*

Améliorer sa faisabilité, sa qualité par rapport au cahier des charges, sa fiabilité dans le temps;

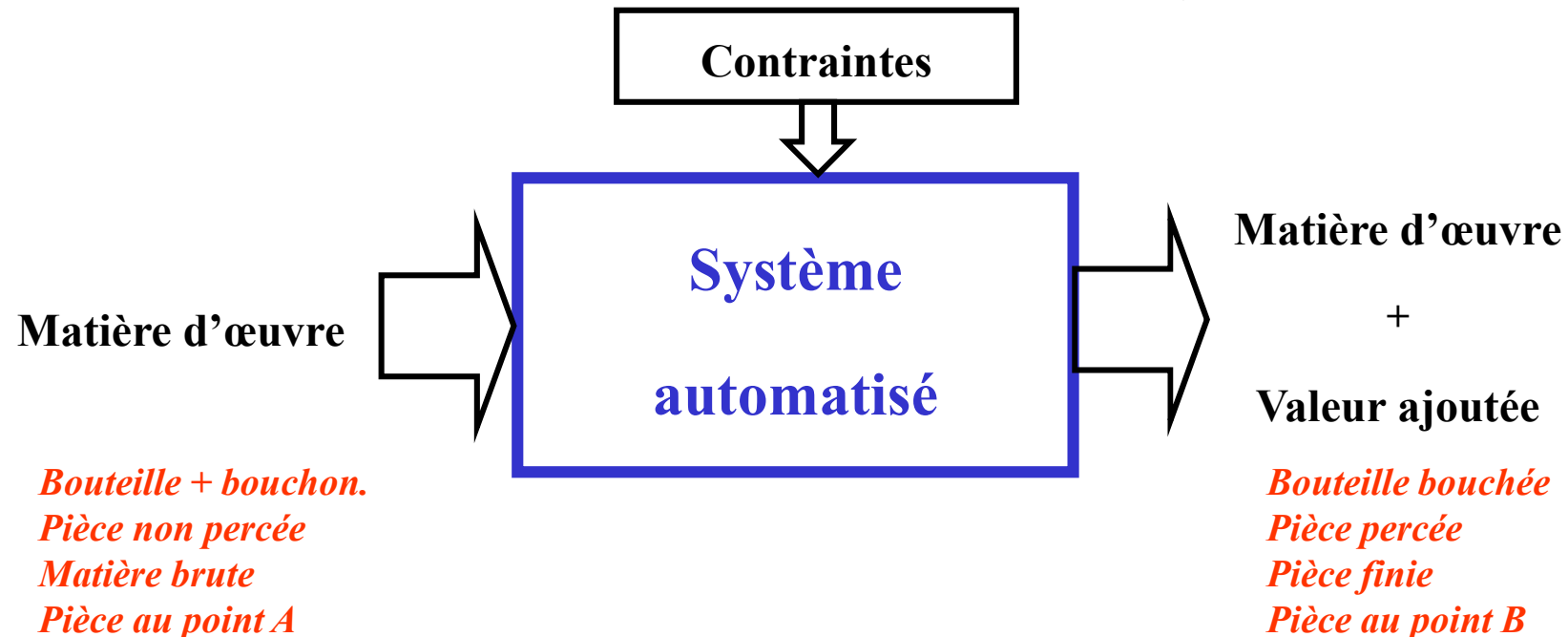
✓ *Visant l'entreprise :*

Améliorer sa compétitivité (en diminuant les coûts de production), sa productivité, la qualité de production, la capacité de contrôle, de gestion , de planification.

# Systemes Automatisés (SA)

## *Description d'un SA :*

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

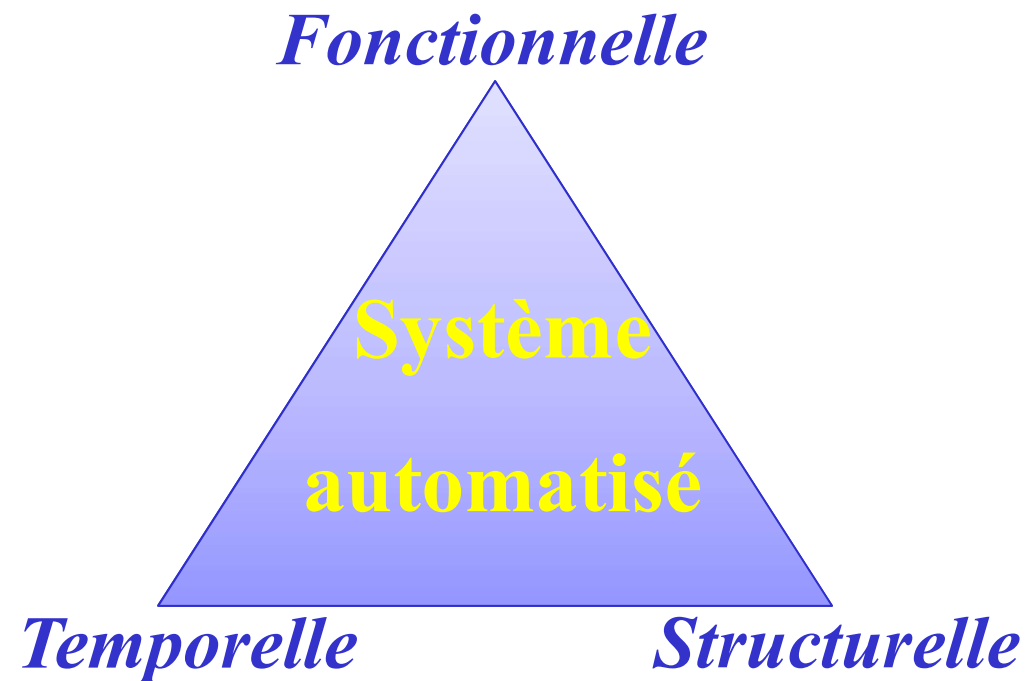




# Systemes Automatisés (SA)

## *Description d'un SA:*

Une triple approche descriptive :







# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche fonctionnelle:*

Les concepts clés liés au fonctionnement:

↳ *La valeur ajoutée* : désigne le but de la fonction

↳ *La matière d'œuvre* : est « ce sur quoi » la fonction agit

↳ *La fonction* : définit l'action sur la matière d'œuvre

↳ *Les contraintes* : définissent les conditions d'exécution de la fonction

↳ *Le support* : correspond à la solution technologique



# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche fonctionnelle:*

Les trois types de matière d'œuvre :

↳ *Type matière* : chariot, caisse, barre métallique, ...

↳ *Type énergie* : électrique, pneumatique, ...

↳ *Type information* : position de la caisse, ...





# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche fonctionnelle:*

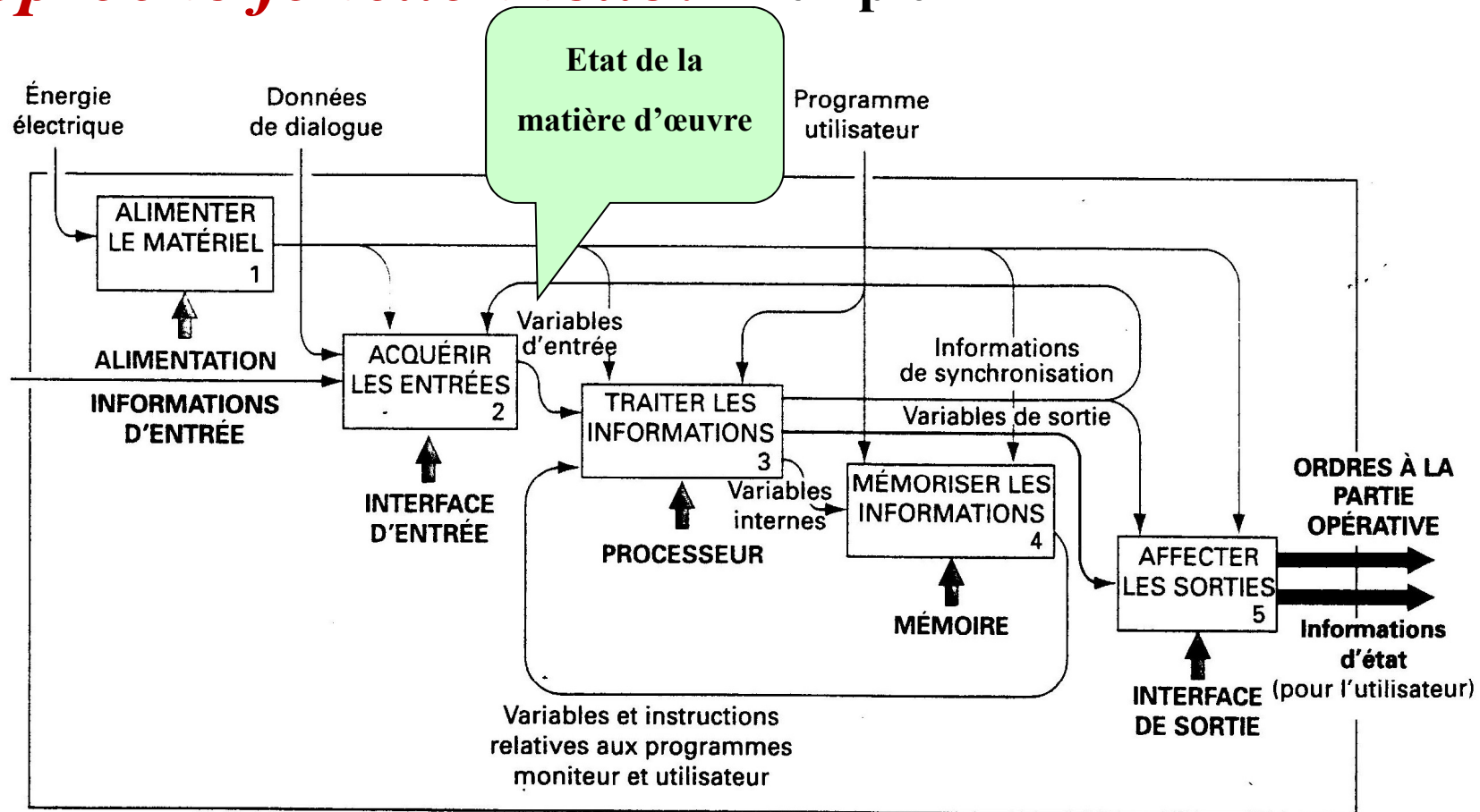
**La décomposition fonctionnelle est un outil d'aide au dialogue avec le client.**

**C'est un outil de communication qui :**

- ↪ Pose les bonnes questions au niveau fonctionnel**
- ↪ Garantit une vision globale**
- ↪ Assure une cohérence lorsque la décomposition est menée avec rigueur**
- ↪ Définit le niveau de décomposition avec le client**

# Systemes Automatisés (SA)

## Approche fonctionnelle: Exemple



5b Structure fonctionnelle interne d'un constituant programmable (niveau A-0).



# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche temporelle:*

**Trois outils :**

↳ *Le chronogramme :*

il représente l'évolution dans le temps d'une grandeur physique qui caractérise le système automatisé

↳ *Le grafcet :*

il décrit le fonctionnement séquentiel et cyclique du système automatisé.

↳ *Le schéma-bloc :*

il décrit les boucles de régulation d'une ou de plusieurs grandeurs physiques.



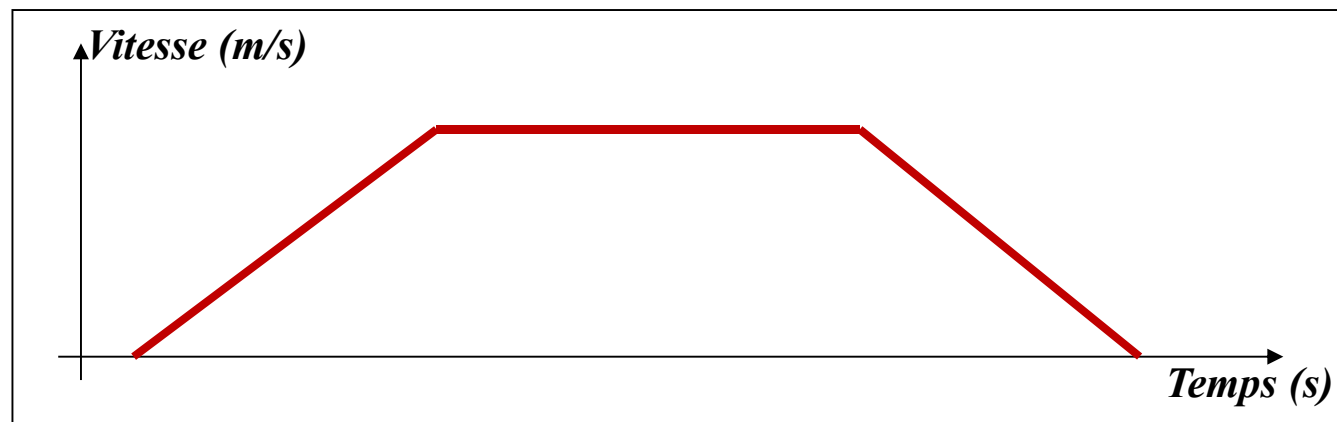
# Systèmes Automatisés (SA)

## *Approche temporelle:* Le chronogramme

Décrit l'évolution d'une grandeur physique en fonction du temps.

### *Exemple :*

L'évolution de la vitesse lors d'un déplacement linéaire.



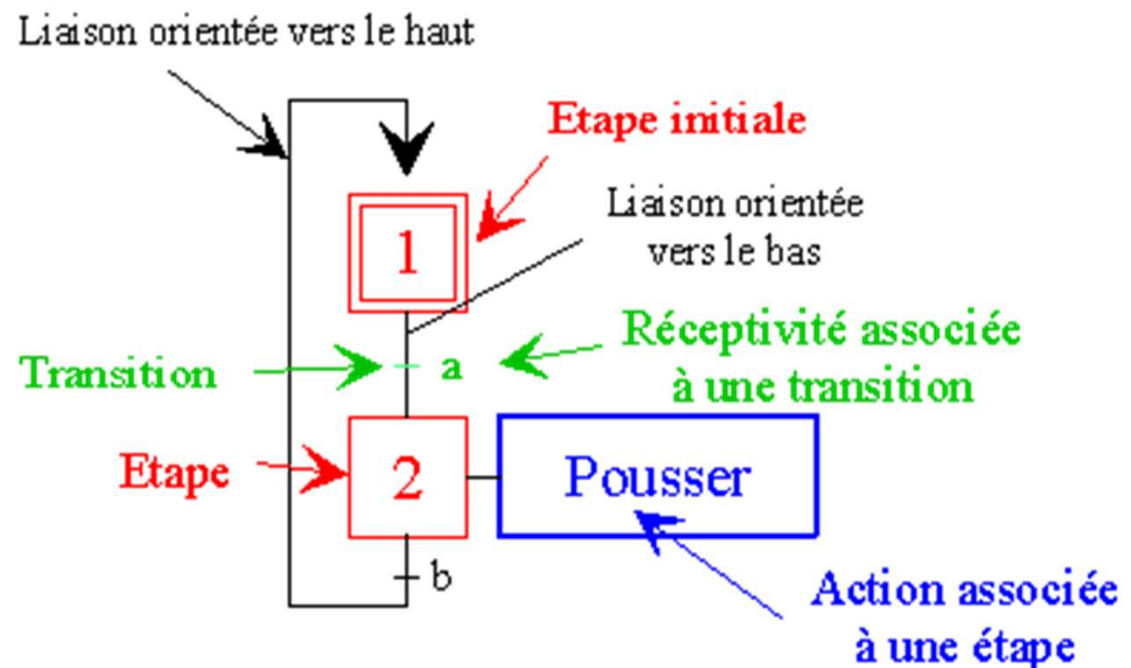
# Systèmes Automatisés (SA)

## Approche temporelle: Le Grafcet

**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande des **E**tapes et **T**ransitions

C'est l'outil de représentation graphique d'un cahier des charges.

*Exemple :*

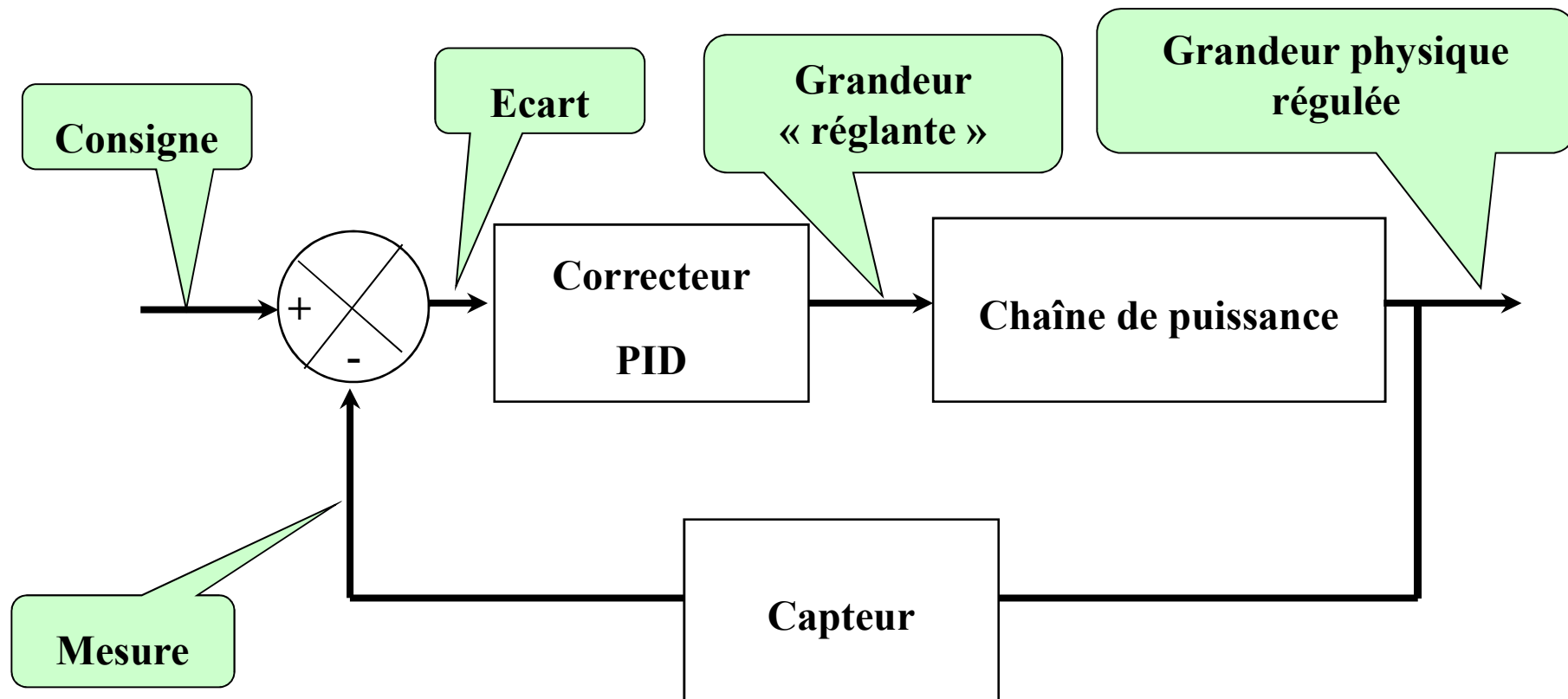




# Systemes Automatisés (SA)

## Approche temporelle: Le schéma bloc

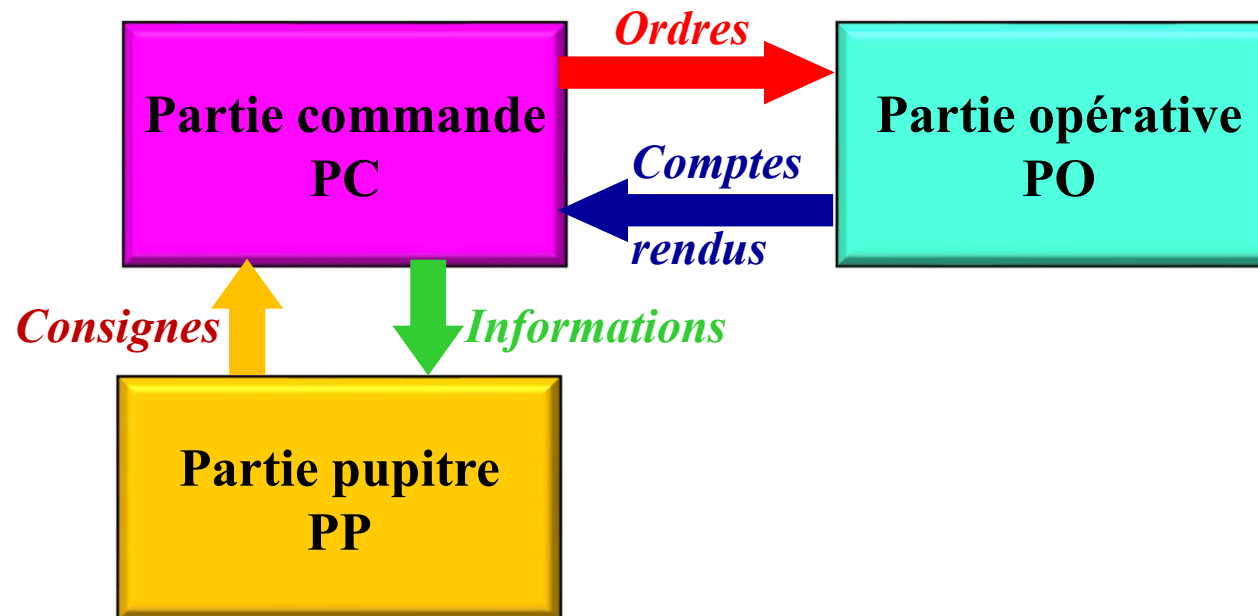
### Structure de base :



# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche structurelle:*

Un SA se représente généralement sous la forme d'un schéma identifiant trois parties (P.O, P.C, P.P) du système et exprimant leurs interrelations (Informations, Ordres, Comptes-rendus, Consignes).







## **Systèmes Automatisés (SA)**

### ***Approche structurelle:*** Partie opérative

La partie opérative comprend le procédé qui agit sur la matière , la chaine d'énergie qui alimente les actionneurs et la chaine d'information qui transmet les données sur l'état du système et lui envoie les ordres.

Elle comprend:

- ✓ La partie mécanique : chariots, glissières, engrenages, poulies, broches...
- ✓ Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.
- ✓ Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.



## Systemes Automatisés (SA)

### *Approche structurelle:* Partie commande

La partie commande correspond à la chaîne d'information. Elle traite les informations de différentes formes provenant du procédé et de sources externes.

Elle génère et envoie les ordres en fonction des consignes reçues pour que le système fonctionne selon les besoins de l'exploitation. Ce traitement comprend de la logique combinatoire, des séquences, des opérations mathématiques et de la régulation.

Trois technologies sont actuellement utilisées :

- électromécanique,
- pneumatique,
- électronique.



## Systemes Automatisés (SA)

### *Approche structurelle:* Partie pupitre

Le pupitre permet à l'opérateur de dialoguer et de commander la partie opérative.

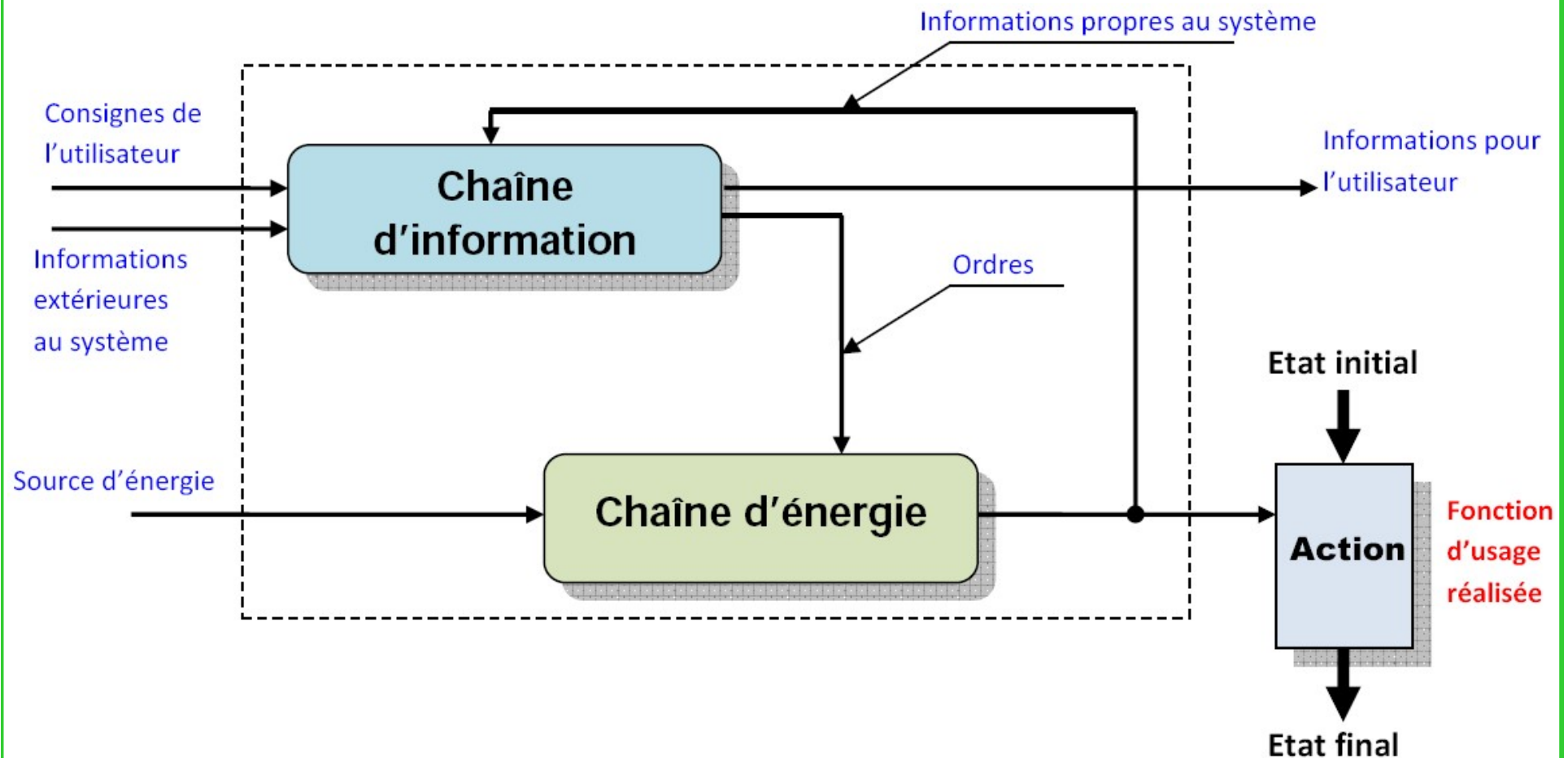
Il comporte :

- Des capteurs de commande (marche, arrêt, arrêt d'urgence...).
- Des voyants de signalisation (mise sous tension, fonctionnement anormal, buzzer...), des terminaux de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).
- Des appareils de mesure de pression (manomètre) , de tension (voltmètre) , d'intensité (ampèremètre) .



# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche structurelle:* Structure typique

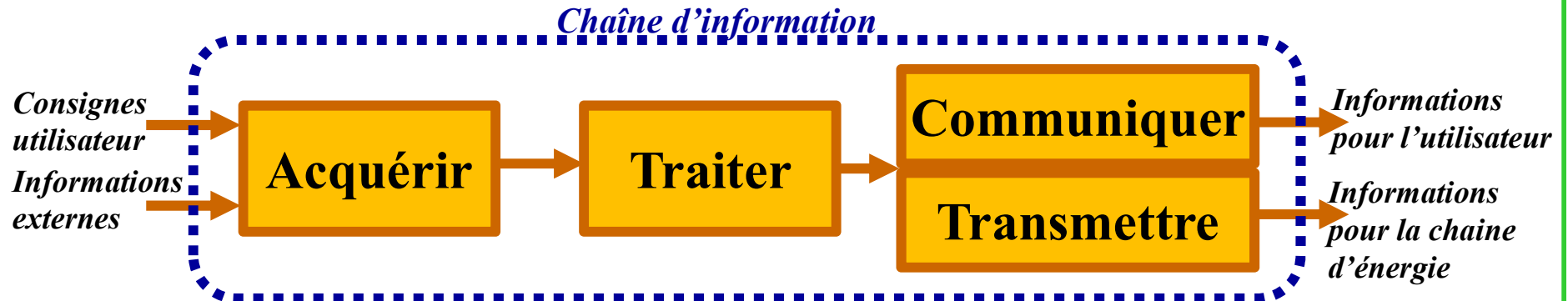


# Systemes Automatisés (SA)

## *Approche structurelle:* Structure typique

### ➤ *Chaîne d'information:*

Partie du système automatisé qui capte l'information et qui la traite.  
On peut découper cette chaîne en plusieurs blocs fonctionnels.



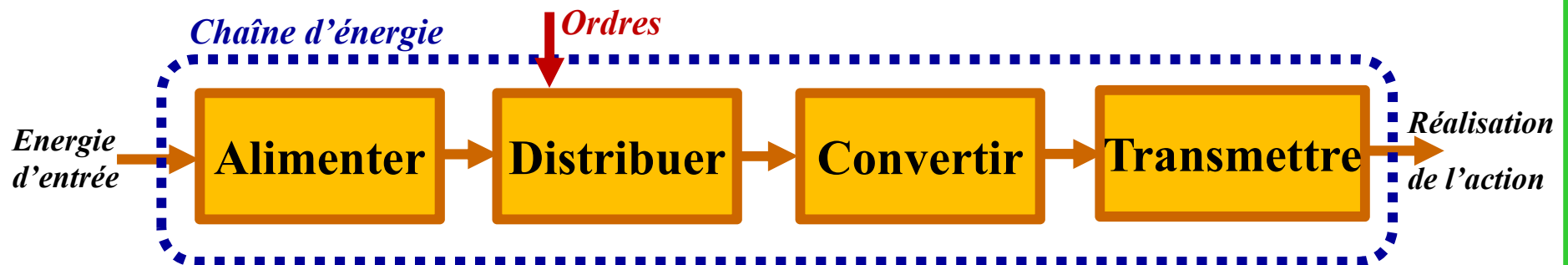
- **Acquérir** : Fonction qui permet de prélever des informations à l'aide de capteurs.
- **Traiter** : C'est la partie commande composée d'un automate ou d'un microcontrôleur.
- **Communiquer** : Cette fonction assure l'interface l'utilisateur et/ou d'autres systèmes.
- **Transmettre** : Cette fonction assure l'interface avec l'environnement de la partie commande.

# Systemes Automatisés (SA)

## Approche structurelle: Structure typique

### ➤ Chaîne d'énergie:

Ensemble des procédés qui vont réaliser une action:



- **Alimenter** : Mise en forme de l'énergie externe en énergie compatible pour créer une action.
- **Distribuer** : Distribution de l'énergie à l'actionneur réalisée par un distributeur ou un contacteur.
- **Convertir** : L'organe de conversion d'énergie appelé actionneur peut être un vérin, un moteur...
- **Transmettre** : Cette fonction est remplie par l'ensemble des organes mécaniques de transmission de mouvement et d'effort : engrenages, courroies, accouplement, embrayage.....

## Systemes Automatisés (SA)

### Actionneurs:

Le processus à contrôler comporte généralement des organes (ventilateurs d'un tunnel, circuit d'une chaîne de montage, vérin d'une presse hydraulique...) dont les mouvements sont coordonnés par des actionneurs associés à des adaptateurs mécaniques de mouvements.





# Systemes Automatisés (SA)

## Actionneurs:

Les actionneurs transforment une énergie (électrique, pneumatique ou hydraulique) en une énergie mécanique associée à un mouvement.

Les actionneurs électriques sont des moteurs pour l'immense majorité.

On trouve aussi quelques vérins électriques.



moteur électrique



# Systemes Automatisés (SA)

## Actionneurs:

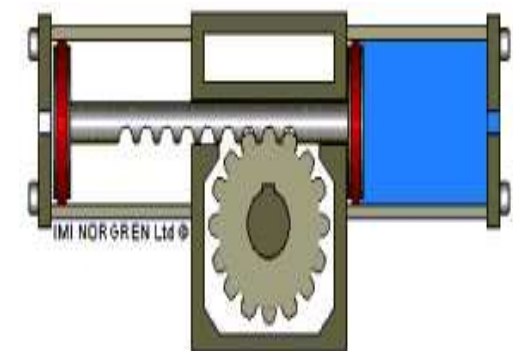
Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques sont des vérins linéaires pour l'immense majorité. On trouve aussi quelques vérins rotatifs.



**vérin pneumatique**



**Vérin linéaire**

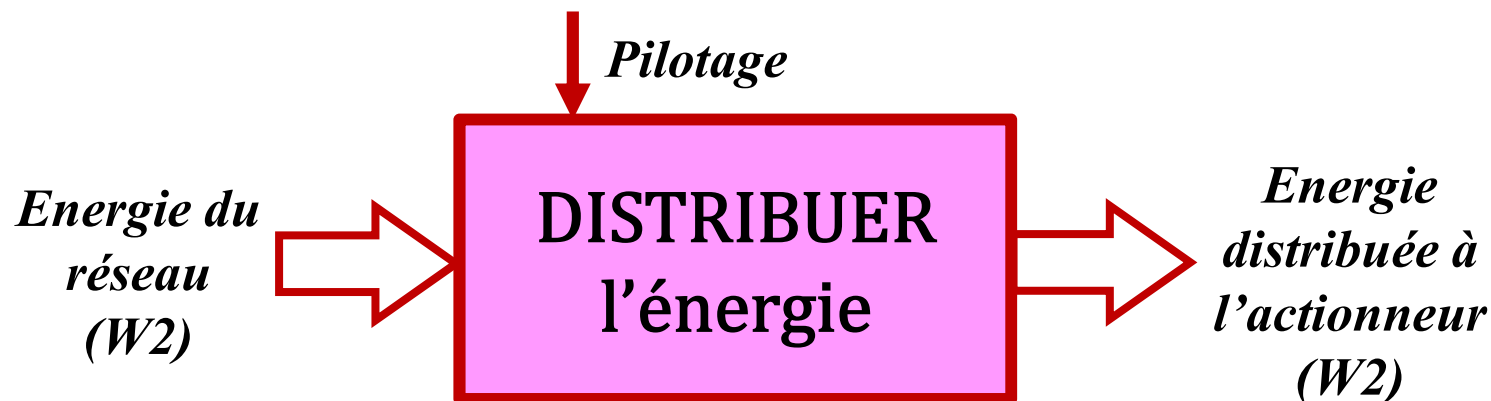


**Vérin rotatif**

## Systemes Automatisés (SA)

### Pré-actionneurs:

Ces actionneurs sont commandés par des systèmes électriques de commande (pré-actionneurs) mettant en œuvre des circuits d'électronique de puissance, d'électronique du signal analogique et d'électronique numérique.



## Systemes Automatisés (SA)

### Pré-actionneurs:

Pour les moteurs électriques, les pré-actionneurs sont des contacteurs ou, couramment aujourd'hui, des variateurs de vitesse.



contacteur et variateur de vitesse

## Systemes Automatisés (SA)

### Pré-actionneurs:

Les pré-actionneurs respectifs des vérins pneumatiques et hydrauliques sont les distributeurs électropneumatiques et électro-hydrauliques.



distributeurs électro-pneumatiques



## **Systèmes Automatisés (SA)**

### **Pré-actionneurs:**

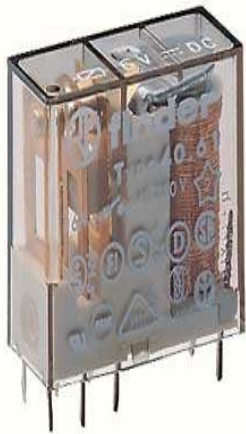
**Les relais se sont des interfaces de commande Il est chargé de transmettre un ordre de la partie commande à la partie puissance d'un appareil électrique et permet, entre autres, un isolement galvanique entre les deux parties.**

**Type :**

- **Relais électromécanique**
- **Relais statique**

# Systèmes Automatisés (SA)

## Pré-actionneurs:



Relais électromécanique

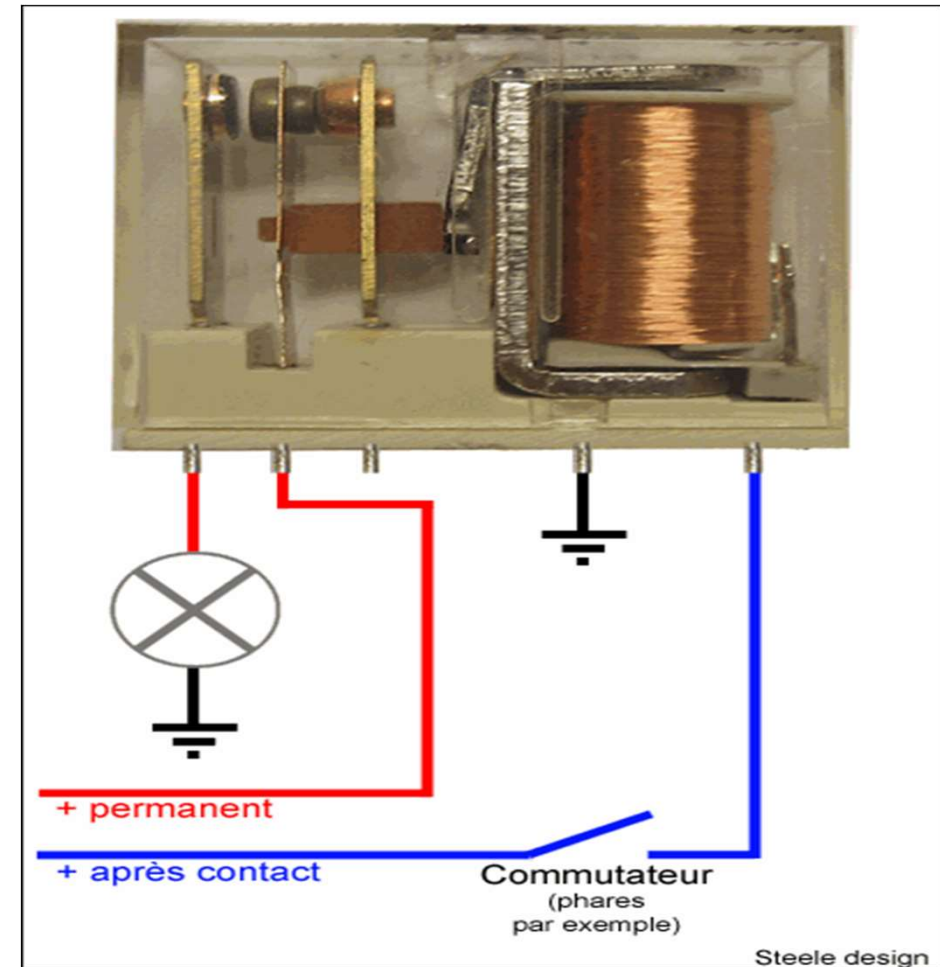


Schéma de principe



# Systèmes Automatisés (SA)

## Pré-actionneurs:

Les relais statique : relais électronique à base de Photo-coupleur qui assure l'isolement électrique des deux parties électrique.

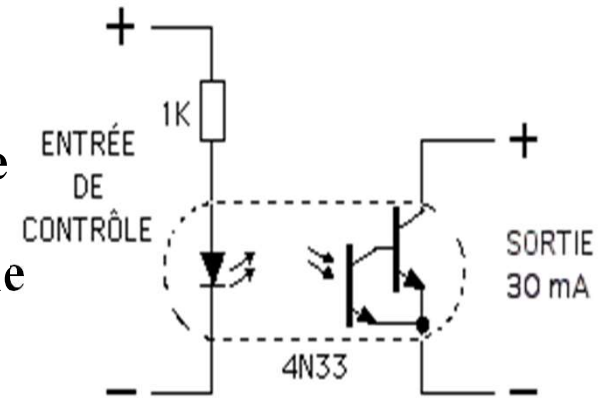


FIGURE 1

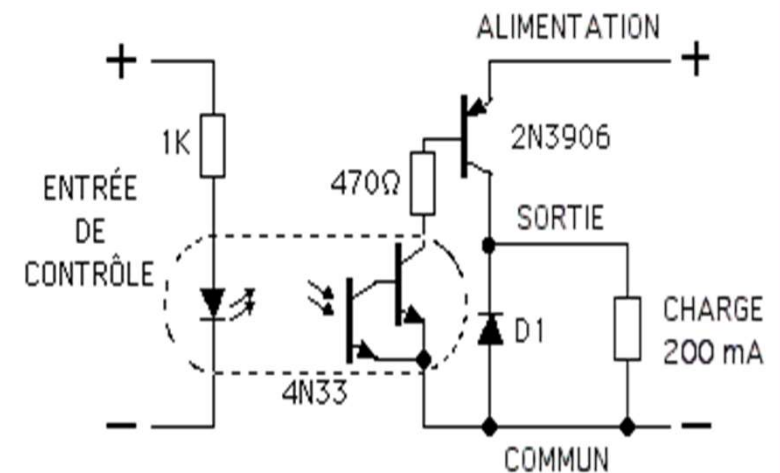


FIGURE 2

## Systemes Automatisés (SA)

### Capteurs:

La partie opérative envoie des informations sur son état à la partie commande, via les capteurs. Un capteur a pour fonction de délivrer une grandeur électrique, image d'une grandeur physique.



# Systemes Automatisés (SA)

## Capteurs:



capteurs (codeur incrémental, caméra, détecteur inductif, détecteurs photoélectriques, détecteur de contact)

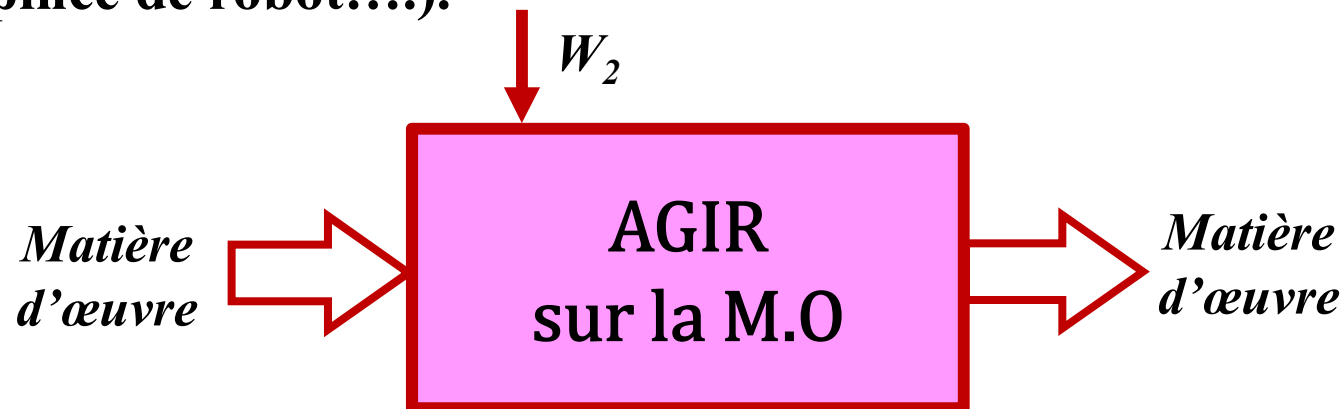
Les signaux issus de capteurs placés sur le processus sont parfois conditionnés par une électronique d'interface (traitement d'image, mise en forme des signaux, amplification...)

## Systemes Automatisés (SA)

### Effecteurs:

Les effecteurs sont multiples et variés et sont souvent conçus spécialement pour s'adapter à l'opération qu'ils ont à réaliser sur la Matière d'œuvre.

Ils reçoivent leur énergie des actionneurs. (Fraise, Foret, Mors d'étau, pince de robot....).



## Systemes Automatisés (SA)

### Interface Homme-Machine:

L'opérateur local par l'intermédiaire d'une Interface Homme-Machine peut envoyer des commandes ou des paramètres à la partie commande.

On trouve parmi ces interfaces hommes machines les simples boutons et voyants et les plus complexes écrans (tactile, avec ou sans clavier).



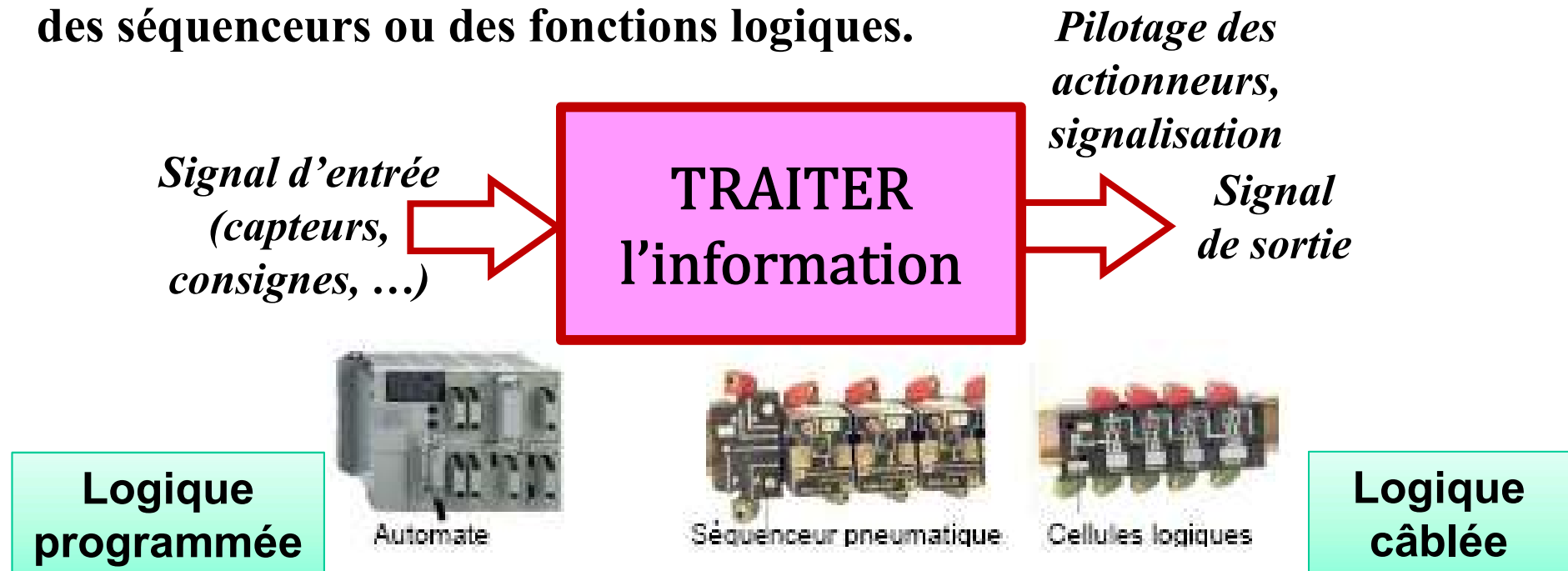
boutons, voyants et écran tactile



# Systemes Automatisés (SA)

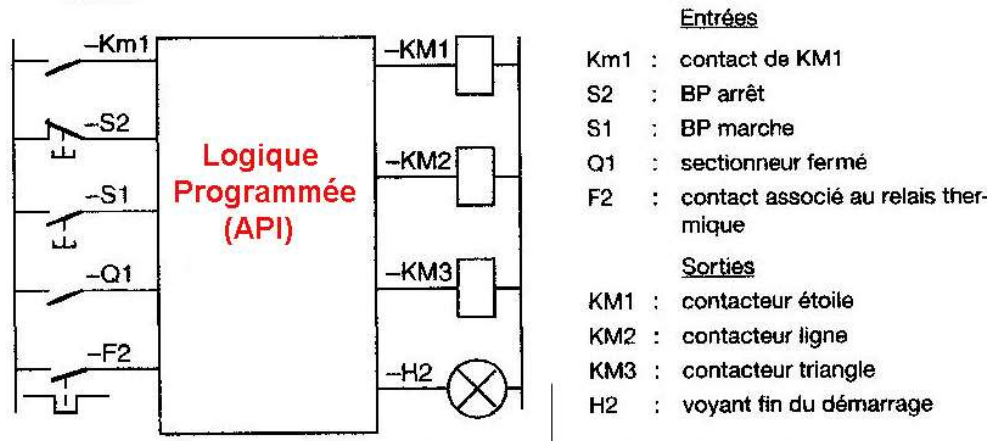
## Traitement:

Dans les systèmes modernes, l'API assure de plus en plus cette fonction.  
Certains systèmes purement pneumatiques peuvent être contrôlés par des séquenceurs ou des fonctions logiques.



# Systèmes Automatisés (SA)

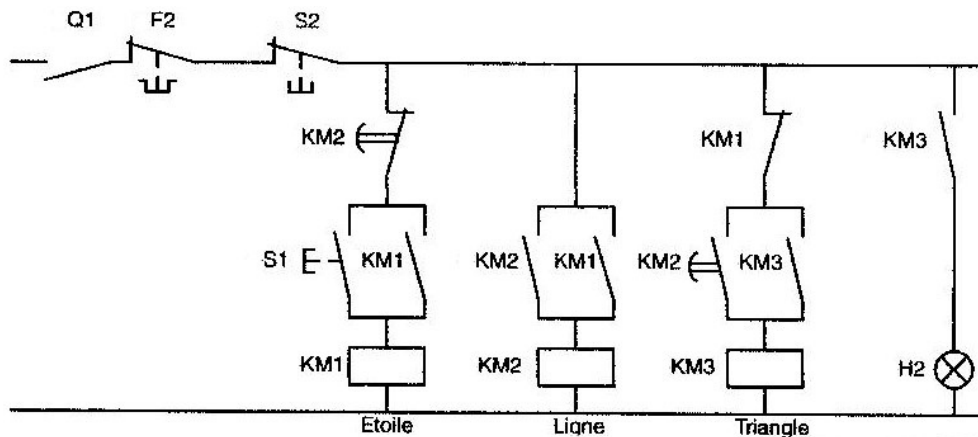
## Logique programmée vs logique câblée:



Le rôle d'un automate est de réagir aux changements d'état de ses entrées en modifiant l'état de ses sorties selon une loi de contrôle déterminée a priori par un programme.

**Programme combinatoire:** pas d'effet mémoire

**Programme séquentiel:** tient compte de l'évolution du système



Réalisation de la loi de contrôle en interconnectant judicieusement des opérateurs matériels électriques, pneumatiques, hydrauliques) réalisant des fonctions logiques de base.

**Opérateurs logiques de base:** AND, OR, NOT, NAND, NOR, Relais normalement ouvert / normalement fermé





# Systèmes Automatisés (SA)

## logique câblée:

### Inconvénients:

- ✓ Volume du contrôleur proportionnel à la complexité du problème
- ✓ Des modifications de la commande implique des modifications de câblage

### Avantages:

- ✓ Vitesse car fonctionnement simultané des opérateurs
- ✓ Obligatoire pour le traitement d'arrêt d'urgence et de sécurité.



# Systemes Automatisés (SA)

## logique programmée:

### Avantages:

- ✓ Moins de place utilisée dans l'armoire (pour la logique)
- ✓ Moins de câblage interne,
- ✓ Réalisation des modifications facilitée,
- ✓ Récupération des modifications effectuées facile, il suffit de lire le programme pour voir les modifications. Certains logiciels permettent même de faire des comparaisons de programmes et indiquent précisément les différences.
- ✓ Coût moindre (par rapport aux relais). Ceci est même vrai pour des applications simples (quelques dizaines de relais).



## Systemes Automatisés (SA)

### logique programmée:

#### Avantages: (suite)

- ✓ Réalisation simple et peu coûteuses d'applications similaires il suffit de "recopier" le programme.
- ✓ Maintenance facilitée : l'API par lui-même est relativement fiable et peut aider l'homme dans sa recherche de défauts (Voyants, bits indicateurs, messages, écrans de dialogue, ...).
- ✓ Possibilité de prévoir une maintenance à distance (Modem téléphonique, Internet, ...).
- ✓ Possibilités de communication avec l'extérieur (ordinateur, autre API) que n'ont pas les relais.
- ✓ Evolution du métier de l'automaticien



# Systemes Automatisés (SA)

## logique programmée:

### Inconvénients:

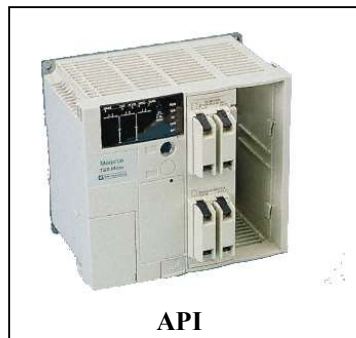
- ✓ Vitesse inversement proportionnelle à la complexité du problème. Ceci peut être une limitation pour des processus électromécaniques rapides
- ✓ "Boîte noire" on ne voit pas directement ce qui se passe à l'intérieur,
- ✓ Diversité des marques et de modèles qui entraîne une diversité des langages et des repérages des variables, malgré l'existence d'une norme CEI 1131 (qui comme toutes les normes laisse beaucoup de possibilités de divergences, donc de choix différents)
- ✓ Comptabilité entre familles d'automates.
- ✓ Besoin de formation (est-ce un inconvénient ou une évolution du métier ?).

## Exemple de SAP: chaîne de palettisation.

Acquérir des informations



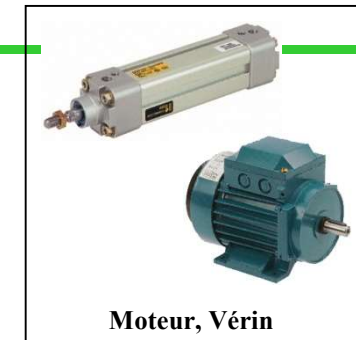
Traiter les données  
émettre des ordres



Communiquer  
localement et à distance



Transformer l'énergie



Agir sur la matière d'œuvre



Distribuer l'énergie

