
Chapitre 1 Introduction aux systèmes automatisés

1.1 Définition d'un système

Un système permet de conférer une valeur ajoutée à un ensemble de matières d'œuvre dans un environnement ou un contexte donné.

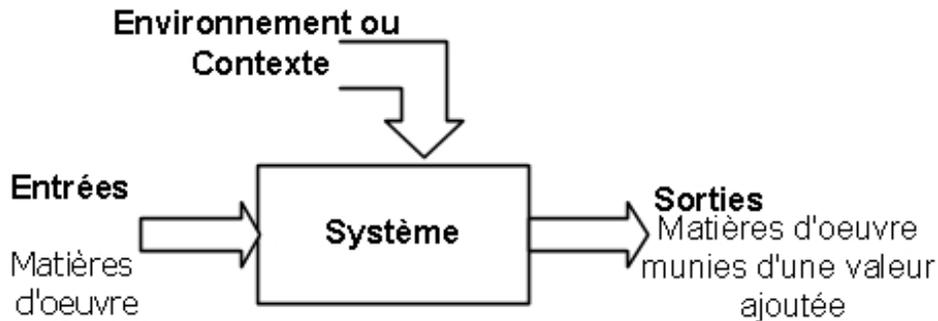


Figure 1-1- Présentation d'un système

- La matière d'œuvre peut se présenter sous plusieurs formes à savoir :
 - Produit : liquide, solide, gazeux,
 - Énergie : électrique, thermique, mécaniques, etc.
 - Information : physique, audiovisuel, etc.
 - etc.
- La valeur ajoutée est caractérisée par sa nature, sa quantité et sa qualité. Elle peut être soit:
 - Une modification physique: conversion d'énergie, mécanique, etc.
 - Un arrangement particulier: montage, assemblage, etc.
 - Un prélèvement d'information : mesure, contrôle, etc.
- Environnement ou contexte : c'est le contexte physique, social, économique, politique, etc. qui joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du système et influe sur la qualité et/ou la quantité de la valeur ajoutée.

1.2 Définition d'un système de production

Un système de production est un système à caractère industriel possédant les caractéristiques suivantes :

- L'obtention de la valeur ajoutée présente un caractère reproductible.
- La valeur ajoutée peut être exprimée et quantifiée en termes économiques.

Un système de production répond au besoin d'élaborer des produits, de l'énergie ou de l'information à un coût rentable pour l'utilisateur du système. L'élaboration de la valeur ajoutée sur les matières d'œuvre est obtenue :

- Au moyen d'un ensemble de dispositifs opératifs appelés **partie opérative (PO)**.
- Par l'action d'opérateurs humains et/ou de dispositifs de commande pour assurer la coordination des dispositifs opératifs.

Tout système de production possède une structure semblable au schéma suivant :

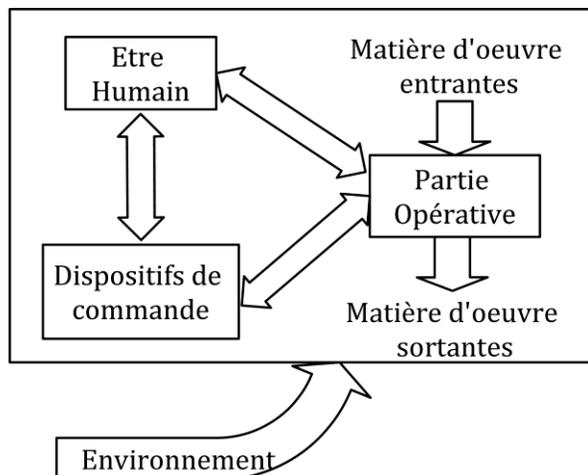


Figure 1-2- Structure d'un système de production

1.3 Définition des systèmes automatisés de production

Devant la compétitivité sans cesse croissante et de plus en plus dure demandée aux industries, qu'elles soient mécaniques, de transformation de produit ou de grande consommation, les industriels doivent garder leur outils de production, performant et fiable.

Dans ce domaine, l'automatisation tient une place très importante. Aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les systèmes automatisés de production. Il faut cependant noter que les moyens de production malgré les avantages qu'ils présentent, peut engendrer certains inconvénients qu'il ne faut pas négliger.

1.3.1 L'automatisation

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objet technique appelé **Partie Commande (PC)**.

La partie commande mémorise le savoir-faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative (PO) pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaités.

Le schéma suivant détaille le principe de l'automatisation.

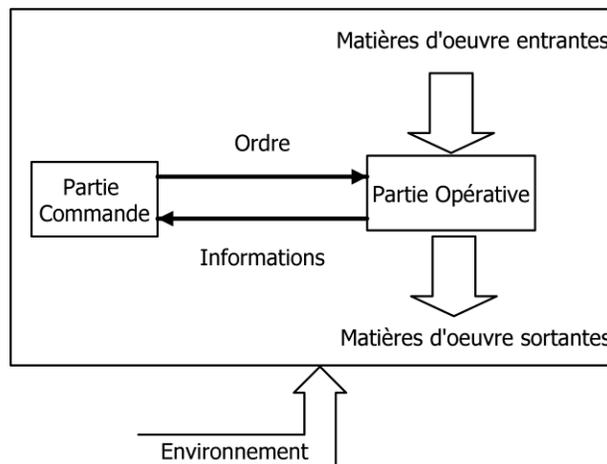


Figure 1-3- Principe d'automatisation

1.3.2 Objectifs de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs:

- La recherche des coûts plus bas pour le produit par la réduction des frais de main d'œuvre, d'économie d'énergie, d'économie de la matière, etc. ...
- La recherche d'une meilleure qualité du produit en limitant le facteur humain et multipliant les contrôles automatisés.
- L'amélioration de la flexibilité de la production.
- La suppression des travaux dangereux ou pénibles et l'amélioration des conditions de travail.
- La réalisation d'opérations impossibles à contrôler manuellement, pas exemple des assemblages miniatures, des opérations très rapides, des coordinations complexes.

1.3.3 Conduites et surveillance d'un système automatisé

Il est difficile, dans la pratique, d'intégrer dans une partie de commande (PC) la totalité des savoir-faire humains. En effet, l'automatisation reste souvent partielle c'est-à-dire certaines tâches restent confiées à des intervenants humains. Ces tâches peuvent être classées en deux catégories: **Conduite et Surveillance.**

- **Conduite** : Cette catégorie regroupe les opérations de mise en marche du système, d'initialisation, de spécifications des consignes de fonctionnement, etc.
- **Surveillance** : Le modèle de fonctionnement de la partie commande (PC) (choisi par le concepteur) correspond à un ensemble de situations prévues c'est-à-dire retenues par le concepteur parmi un ensemble de situations possibles. De ce fait, il est indispensable de pouvoir faire face à des situations non prévues (non retenues pour des raisons économiques compte tenu de leur faible probabilité d'apparition). A ce niveau, seul l'opérateur est appelé à intervenir et à prendre les décisions requises par cette situation. Il assure donc une fonction de surveillance.

Remarque:

Le concepteur devra, donc:

- Fournir à l'intervenant toutes les informations nécessaires à l'analyse de la situation
- Lui permettre d'agir sur le système.

Certaines tâches restent donc manuelles et l'automatisation devra donc prendre en compte la spécification du travail humain, en particulier :

- Assurer le dialogue entre l'être-humain et le système automatisé.
- Assurer la sécurité de ces intervenants lors de l'exécution de leurs tâches manuelles.

1.4 Structure d'un système automatisé de production

Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes.

Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles que l'on nomme [BLUE01].

- Partie opérative (**PO**);
- Partie commande (**PC**);
- partie relation (pupitre de dialogue) [**PR**].

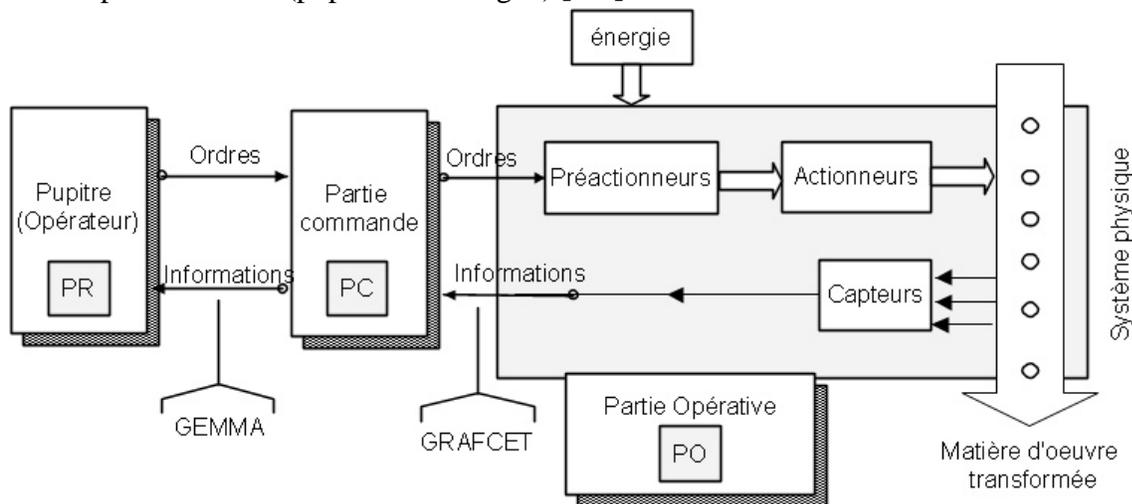


Figure 1-4 - Structure d'un système automatisé

1.4.1 Description des différentes parties

1.4.1.1 La partie opératives (PO)

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments mécaniques du mécanisme avec :

- des **pré-actionneurs** (distributeurs, contacteurs), lesquels reçoivent des ordres de la partie commande;
- des **actionneurs** (vérins-moteurs) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique. Ils se présentent sous différentes formes comme :
 - Moteurs: hydraulique, pneumatique, électriques,
 - vérins : linéaires (1 ou 2 tiges) rotatifs, sans tige;
- des **capteurs** qui informent la partie commande de l'exécution du travail. Ils existent sous différents types comme :
 - Capteurs mécaniques, pneumatiques ou électriques;
 - Capteurs magnétiques montés sur es vérins,
 - Capteurs pneumatiques à chute de pression.

Dans un système automatisé de production, ce secteur de détection représente le service de surveillance et renseignement du mécanisme. Il contrôle, mesure, surveille et informe la PC sur l'évolution du système.

1.4.1.2 **La partie commande (PC)**

Ce secteur de l'automatisme gère dans la suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs situés dans la PO, et les restitue vers cette même PO en direction des pré-actionneurs (distributeurs).

L'outil de description s'appelle GRAFCET (Graphe de Commande Étape et Transaction).

1.4.1.3 **La partie Relation (PR)**

Sa complexité et sa taille dépendent de l'importance du système. Il regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé : marche-arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, marche cycle/cycle...

L'outil de description s'appelle « GEMMA » (Guide d'Étude des Modes de Marche set Arrêts).

Ces outils graphiques (GRAFSET et GEMMA) sont utilisés également par les techniciens de maintenance, pour la recherche des pannes sur les SAP (Système Automatisé de Production).

Pendant le fonctionnement, un dialogue continu s'établit entre les trois secteurs du système, permettent ainsi le déroulement correct du cycle défini dans le cahier de charges.

1.5 Différents types de commande

Ils existent sur les SAP différents types de commandes.

1.5.1 Système automatisé combinatoire

Ces système n'utilisent aucun mécanisme de mémorisation (ils n'ont pas de mémoire) et à une combinaison des entrées correspond une seule combinaison des sorties. La logique associée est appelée *logique combinatoire*. Les outils utilisés pour les concevoir sont *l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de KARNAUGH*.

Les systèmes automatisés utilisant la technique du «combinatoire» sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils peuvent encore se concevoir sur *des mécanismes simples* où le nombre d'actions à effectuer est limité. Ils présentent en plus l'avantage de n'utiliser que très peu de composants (vérins, distributeurs, capteurs, cellules).

Exemple de système fonctionnant en combinatoire

Pour ce système présenté dans la figure 1.4., il fonctionne comme suit :

- Si la présence d'objet à transférer est détectée par le capteur « p », alors le vérin-poussoir P entrera en fonction
- Si l'opérateur du poste 1 ou celui du poste 2 appuie sur le bouton-poussoir correspondant (BP1 ou BP2)

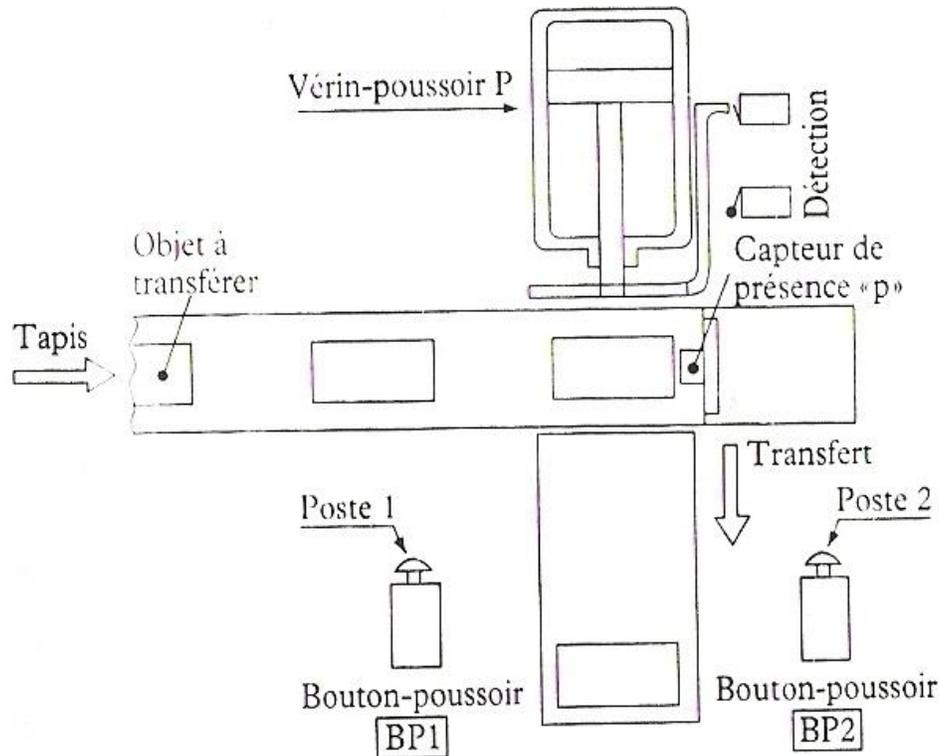


Figure 1-5 - Exemple fonctionnement système combinatoire

1.5.2 Système automatisé séquentiel

Ces systèmes sont les plus répandus sur le plan industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape.

A une situation des entres peut correspondre plusieurs situations de sortie. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif. La logique associée est appelée « *logique séquentielle* ». Elle peut être :

- avec commande pneumatique : **logique câblée**;
- avec commande électrique : **logique programmée**.

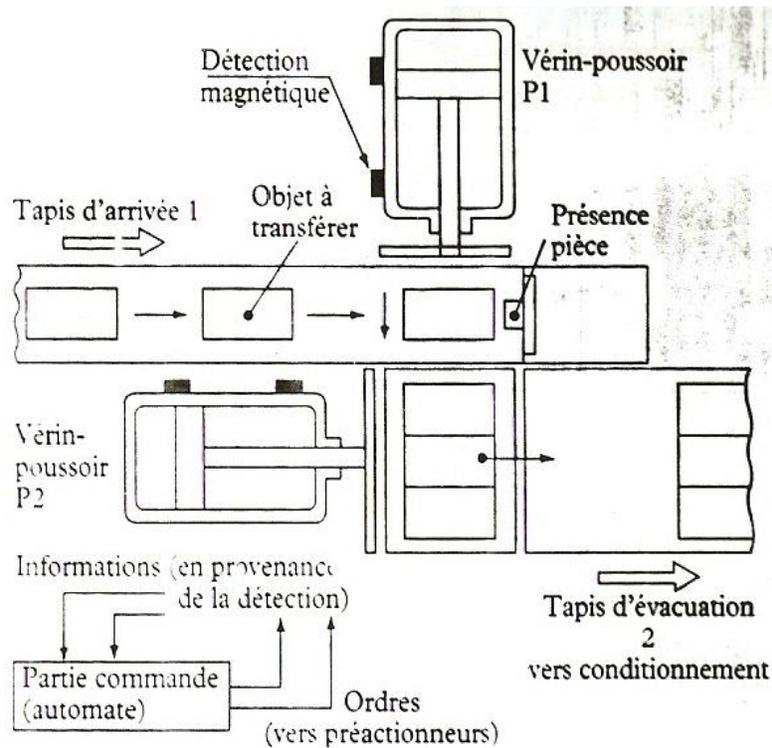
Exemple de système fonctionnant en séquentiel

Figure 1-6- Exemple fonctionnement système séquentiel

Ce système place les objets côté 3 par 3 sur un tapis d'évacuation 2. Ainsi placés, les objets sont emmenés vers un dispositif de conditionnement sous film plastique rétractable.

1.5.2.1 La logique câblée

La technologie câblée consiste à raccorder des modules par des liaisons matérielles selon un schéma fourni par la description. Ces modules peuvent être électromagnétiques, électriques, pneumatiques ou fluidiques.

En électricité ou en électronique, les liaisons sont faites par câble électrique. En pneumatique et fluide, il s'agit de canalisations reliant les différents composants.

Les outils câblés sont utilisés dans l'industrie où l'on apprécie leurs qualités éprouvées; à savoir la **rapidité** et le **parallélisme**. Ils souffrent cependant d'un certain nombre de limitations parmi lesquelles nous citons:

- Leur encombrement (poids et volume),

- leur manque de souplesse vis-à-vis de la mise au point des commandes et de l'évolution de celles-ci (améliorations, nouvelles fonctions, modification, etc.): Toute modification impose la modification de câblage voire un changement de composants,
- Leur difficulté de maîtriser des problèmes complexes,
- La complexité de recherche des pannes et donc du dépannage,
- Leur coût élevé pour les systèmes complexes.

1.5.2.2 La logique programmée

La technologie programmable consiste à substituer le fonctionnement de l'automatise par un programme chargé sur un constituant programmable c'est-à-dire des machines destinées à traiter de l'information. Leur utilisation en gestion et en calcul scientifique est connue. Alors, les applications techniques relèvent de l'informatique industrielle.

L'informatique industrielle est une discipline conjuguant les théories de l'automatique et les moyens de l'informatique dans le but de résoudre des problèmes de nature industrielle.

L'informatique offre donc une alternative technologique à l'automaticien et lui ouvre des possibilités nouvelles liées à la puissance de traitement et aux facilités de mémorisation de l'information. En termes d'avantage, nous citons:

- Moins de câble et d'encombrement
- Fiabilité de l'automatisme.
- Facilité de modification
- Flexibilité
- Résolution des problèmes complexes.

Cependant, elle souffre de problème de **parallélisme**. Le constituant programmable peut être soit un micro-ordinateur, soit une carte électronique ou bien un automate programmable.

1.5.3 **Choix de la logique de réalisation des SAP**

Pour choisir la meilleure technologie pour un automatisme donné, on utilise généralement deux critères: la **faisabilité** et l'**optimisation**.

Critère 1: Faisabilité :

« La réalisation avec une technologie donnée est-elle possible ou non ? »

Critère 2: Optimisation :

« La réalisation avec une technologie donnée conduit-elle au coût global le plus bas ? »

La réponse à ces deux questions est illustrée sur le graphe suivant :

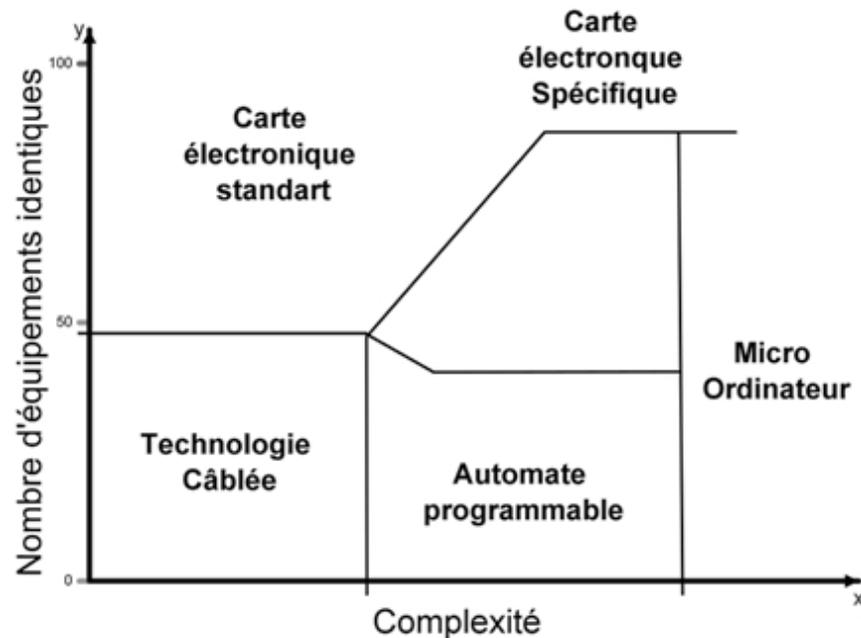


Figure 1-7 -Graphe choix PC pour SAP

Le choix de la technologie peut être résumé comme suit :

- Le micro-ordinateur est utilisé surtout dans les cas des systèmes complexes (nombre d'E/S assez grand, calculs sur les réels, etc.).
- Les cartes électriques spécifiques sont utilisées pour résoudre un problème bien défini. Elles sont appelées uniquement dans le cas où le nombre d'exemplaire est supérieur à 100 car leur coût est assez élevé.
- Les cartes électroniques standards sont utilisées dans les automatismes grand public : distributeurs, parking, etc.
- Les automates programmables sont utilisés dans les cas des systèmes complexes, flexible et évolutifs.