

Introduction Générale

L'être humain, par sa nature, a toujours recherché le moyen d'économiser ses efforts. Il n'a jamais cessé de mettre son intelligence et son imagination au service de ce but et ceci afin de créer un partenaire qui "fera" le travail à sa place. L'arrivée récente des systèmes automatisés et appareils électroménagers tel que les robots, les lave-linges, les lave-vaisselles, les aspirateurs, ... (devenant de plus en plus familiers) permettent d'éliminer bon nombre de travaux pénibles et de réaliser des tâches répétitives et fastidieuses. Signalons également que face au défi économique auquel l'industrie mondiale est confrontée ces derniers temps, la mutation de l'appareil productif s'avère nécessaire : automatiser, par exemple, devient indispensable pour obtenir une compétitivité meilleure des produits fabriqués et assurer des performances optimales.

Notons aussi à l'occasion que si l'homme (la créature la plus extraordinaire au monde) qui est doté d'intelligence et de divers organes a inventé des machines merveilleuses et complexes, celles-ci ne sont rien sans lui : elles ne sont qu'un outil de travail et de progrès, certes encore une fois merveilleuses, mais dépendant du vouloir de ceux qui s'en servent. Ne nous laissons pas dominer ou déconcerter par leur complexité !

I° LES SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISES

1° Qu'est ce qu'un système de production industriel ?

Un **Système de Production Industriel** "SPI" est un ensemble d'équipements qui permet, à partir d'énergie et des produits bruts (matériaux, pièces initiales, ...) d'élaborer des objets de valeur supérieure qui peuvent être soit directement commercialisés ou des produits intermédiaires servant à la réalisation par la suite des produits finis. La figure suivante donne le schéma synoptique d'un système de production industriel recevant le flux de matière d'œuvre et générant le flux de produits élaborés.

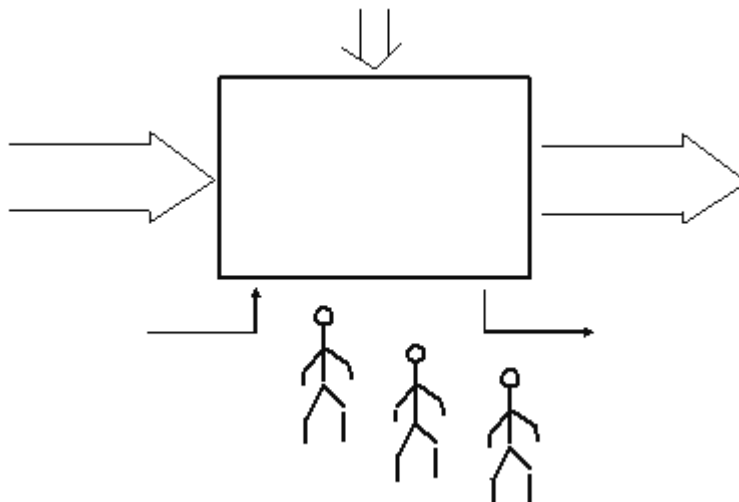


Figure 1 : Schéma synoptique d'un Système de Production Industriel

Le SPI est alimenté en énergies (électrique, pneumatique, ...) et approvisionné en consommables auxiliaires : lubrifiants, eau de refroidissement, etc. Il génère aussi un flux de déchets : eaux sales,

fumées polluantes, chutes de coupes, ... D'autre part, l'exploitation et le fonctionnement du Système de Production Industriel nécessitent l'intervention de trois catégories du personnel :

→ Des agents d'exploitation ayant pour tâche :

La surveillance des machines automatisées ;

Le chargement, contrôle et déchargement de ces machines ;

La participation au procédé de production, dans le cas des postes de travail.

→ Des agents de réglage ayant pour mission :

Le démarrage d'une nouvelle campagne de production ou l'intervention pour obtenir la qualité recherchée pour un produit donné.

→ Des spécialistes de la maintenance qui interviennent soit :

D'une façon régulière (afin de procéder aux opérations de maintenance préventive) ou lorsque le "SPI" se trouve en défaillance.

2° Définition d'un Système Automatisé

Ce nouveau concept : Système Automatisé paraît, à première vue, assimilé par la majorité des gens. Cependant, ce n'est pas tout à fait vrai. On peut d'ailleurs interroger, par exemple, différentes catégories de personnes sur ce thème en leur posant la question suivante : *Pour vous, qu'est-ce qu'un système automatisé ?* Et l'on a toutes les chances d'être édifié par la variété des réponses obtenues, surtout si l'on s'adresse à des gens du métier. Il est vrai que l'étude de la notion d'Automatisme ou de Système Automatisé recouvre des domaines aussi vastes que variés, tant en ce qui concerne les connaissances de base que les différents champs d'application. L'ensemble des thèmes concernés est largement approfondi dans un grand nombre d'ouvrages spécialisés auxquels l'intéressé peut se référer pendant ses études et/ou au cours de sa vie professionnelle.

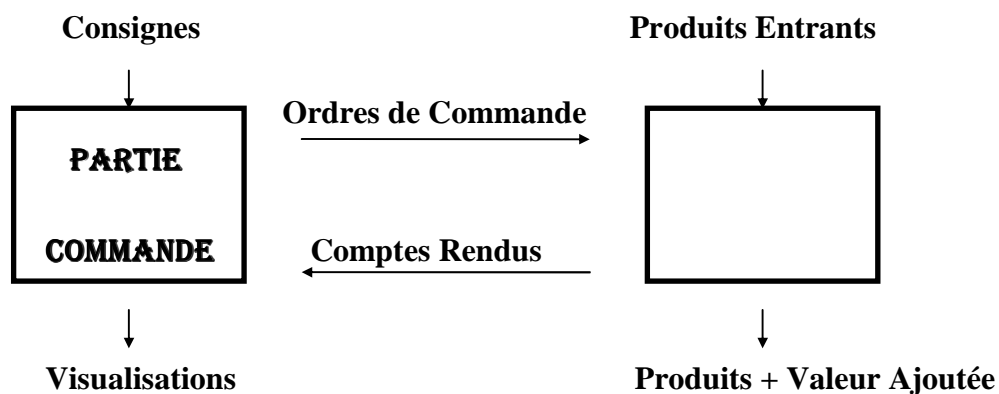


Figure 2 : Décomposition d'un Système Automatisé

D'une façon tout à fait générale, un Système Automatisé "SA" est composé fonctionnellement de deux parties (voir la figure ci-dessus).

- *Grosso modo, la Partie Opérative “PO” est le processus physique à automatiser. Elle opère sur la matière et les produits entrants en transformant, par exemple, des pièces brutes en pièces usinées ou en effectuant des mouvements de translation d’une cage d’ascenseur de l’étage de départ à celui d’arrivée. Les opérations sont obtenues lorsque les ordres donnés par la Partie Commande sont exécutés dans de bonnes conditions. La “PO” comporte en général d’une part, les outillages et moyens divers mettant en œuvre le processus d’élaboration (par exemple, moules, poinçons, outils de coupe, pompes, têtes de soudure, têtes de marquage, ...) et d’autre part, les différents actionneurs destinés à mouvoir ou à mettre en œuvre ces moyens (par exemple, moteur électrique pour actionner une pompe, vérin pneumatique pour mouvoir une tête de marquage, ...).*
- *La Partie Commande “PC” élabore d’une part, des ordres qui seront destinés à la “PO” et d’autre part, des signaux de visualisation en fonction des comptes rendus venant du processus physique commandé et des consignes qu’il reçoit en entrée et ceci afin de coordonner toutes ces actions à effectuer.*

2.1 Notion d'Automatisme

Le concept d'Automatisme n'est rien que la partie commande d'un système automatisé. Parmi les définitions que nous avons sélectionnées de la littérature scientifique et technique, nous pouvons citer :

Déf. 1 *Un automatisme est un système capable de réaliser certaines fonctions de manière totalement autonome, c'est à dire sans aucune intervention de l'extérieur.*

Déf. 2 *Un automatisme est un ensemble productif qui, une fois mis en mouvement, fonctionne de lui-même sous le contrôle d'un programme unique à chaque instant.*

Déf. 3 *Un automatisme est un dispositif gérant l'information d'une machine ou d'une installation automatique en vue de sa commande.*

2.2 Notion d'Automatisation

D'une façon très simplifiée, l'automatisation désigne tout moyen propre à éviter bon nombre d'efforts pénibles, de tâches répétitives et fastidieuses. C'est l'un des moyens qui contribuent à la réussite des objectifs des entreprises. Les systèmes automatisés sont actuellement omniprésents dans la vie collective ou individuelle : les appareils et engins de surveillance, les différents systèmes de régulation, les distributeurs automatiques de billets, les systèmes de pilotage automatique des avions, les processus de conduite des usines par ordinateur, etc.

3° **L'automatisation au service de la compétitivité**

Dans un monde industriel en pleine évolution et face au défi socio-économique auquel l'industrie marocaine est confrontée (notamment après la ratification de l'accord du GATT à Marrakech en 1994), la modernisation de l'appareil productif s'avère nécessaire. Automatiser devient

indispensable pour obtenir une **compétitivité** et **qualité** meilleures des produits fabriqués (la compétition industrielle s'est considérablement durcie depuis ces dernières années). Ceci conduit à un besoin d'adaptation continu des procédés aux nouvelles techniques et parfois à la modification des produits fabriqués.

3.1 Notion de compétitivité

La compétitivité d'un produit final, résultant d'un projet d'automatisation, peut être définie comme sa capacité à être bien vendu sur le marché national ou international auquel est destiné. Comme le schématise la figure ci-dessous, la compétitivité dépend de quatre facteurs essentiels qui sont : le coût de production, la qualité des objets fabriqués, leur disponibilité et l'innovation dans la gamme des produits.

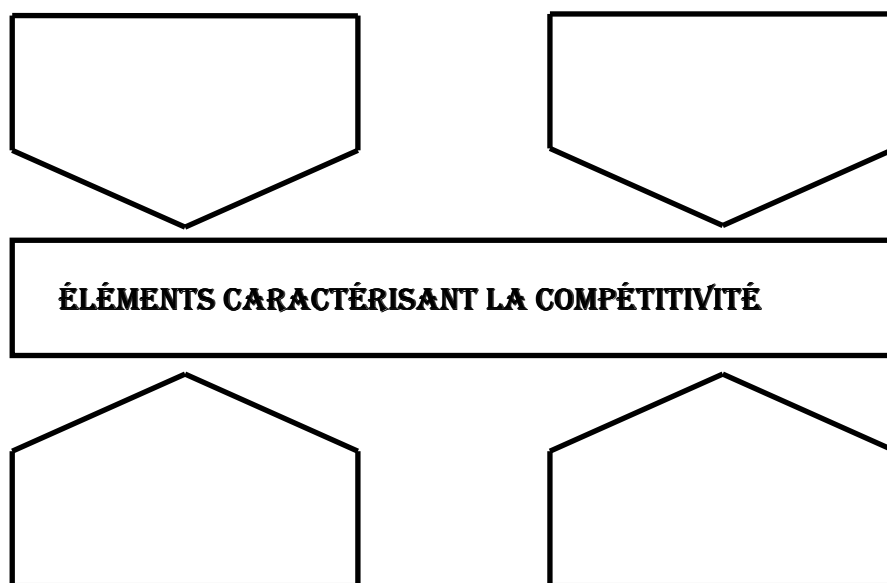


Figure 3 : Éléments caractérisant la compétitivité

3.2 Notion du coût de production

Le coût de production constitue un facteur prépondérant pour la compétitivité. Il doit être optimisé et maîtrisé. Les procédés automatisés permettent de réduire les temps morts et d'éviter les goulots d'étranglement. Citons à titre d'exemple, une maintenance automatisée entre les machines alimentant celles-ci à des cadences identiques entre elles. Cette démarche permet d'optimiser le taux d'engagement de chaque machine (voir la figure ci-dessous).

D'autre part, les pertes importantes au niveau de l'utilisation des matières premières peuvent être réduites grâce à l'exploitation, par exemple, d'un algorithme d'optimisation. Enfin, la consommation d'énergie par un système de production industriel automatisé peut être optimisée et le rendement énergétique sera sans doute amélioré.

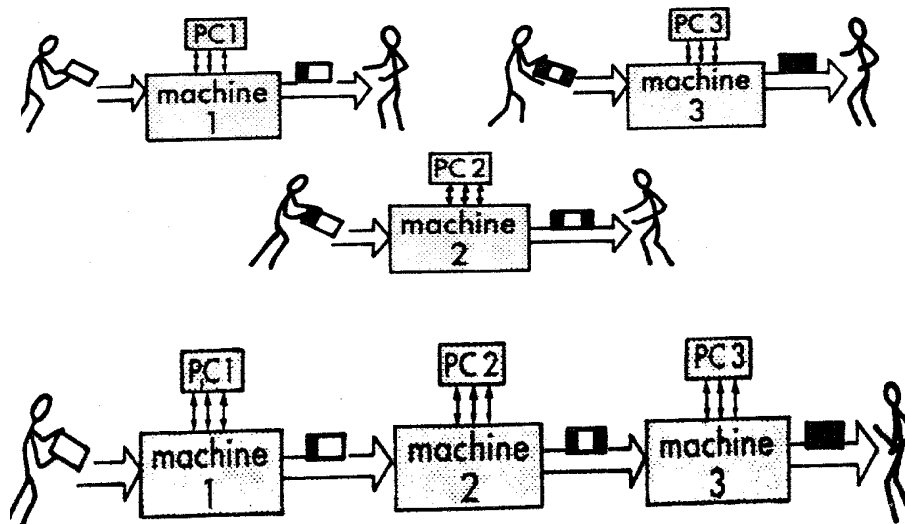


Figure 4 : Intérêt de la manutention automatisée

3.3 Notion de la qualité des produits fabriqués

Grosso modo, la qualité est l'aptitude d'un produit fini ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs. Ceci représente pour une entreprise donnée, un moyen économique très important. En effet, les coûts de la non-qualité peuvent atteindre jusqu'à 30% du chiffre d'affaires. Ils ont une conséquence directe sur la compétitivité de l'entreprise. Les machines automatisées sont souvent précises et fidèles. Le contrôle correspondant permet de tester chaque produit durant sa fabrication par des capteurs disposés parfois à des endroits inaccessibles manuellement. La qualité est connue dans ce cas systématiquement alors qu'auparavant, elle était estimée statistiquement.

3.4 Notion de disponibilité et de délai de livraison

La commande d'un produit ou d'un service quelconque se fait toujours avec l'expression de la disponibilité et du délai de livraison ou de réalisation. Si une entreprise ou un fournisseur ne respecte pas un délai de livraison, ceci entraînera sans doute une dégradation de son image de marque du fait de la perte de confiance des utilisateurs potentiels. Ceci peut causer des pertes d'argent et conduire à des pénalités si les articles ou les marchandises ne sont pas livrés à temps.

3.5 Notion d'innovation dans la gamme des produits

Toute entreprise doit investir continuellement pour améliorer ses produits et/ou services, diversifier la gamme de ses produits, etc. Car sans innovation, elle ne peut pas prospérer.

3.6 Remarques

La modernisation des systèmes de production par automatisation, constitue à la fois une opportunité pour ceux qui la saisissent et une menace pour ceux qui la négligent, car elle creuse l'écart de la

compétitivité. Il s'agit donc de ne pas se laisser distancer. Le plus difficile est d'amorcer le phénomène qui sera ensuite expansif.

Aujourd'hui, qu'il s'agisse pour les industries d'engager le processus d'automatisation ou de l'actualiser, elles doivent investir. Cependant, la démarche correspondante doit être insérée dans un contexte humain et économique.

→ **Humain** pour deux raisons principales :

-1- *Les conditions psychologiques du travail changent et créent des craintes et des résistances qui se transforment très vite en véritable opposition si on n'établit pas, dès le départ, une concertation avec le personnel.*

-2- *Toute tâche doit être facilitée, et ceci du concepteur à l'exploitant afin de concourir à l'œuvre de collectivité que constitue toujours un système automatisé.*

→ **Economique** : les coûts globaux de production doivent être raisonnables. Le temps et les moments non productifs de la vie d'un système automatisé comme sa conception, sa mise au point, sa maintenance doivent être raccourcie, rendus plus rationnels et moins coûteux.

4° Technologie de la commande des systèmes automatisés

Pour résoudre un problème d'automatisation industriel ou pour élaborer un système de commande automatisé, l'Automaticien dispose de trois techniques principales qui sont : la logique à relais, la logique électronique câblée et la logique programmée.

Les deux premières familles nécessitent une adaptation au projet élaboré par modification du câblage. Quant à la troisième, l'adaptation au problème posé se fait par élaboration d'un programme. C'est donc une technique qui s'apparente à celle d'un ordinateur.

4.1 Technologie de la commande câblée

L'automatisme correspondant à ce mode de commande est réalisé par des modules raccordés entre eux (cellules ET, OU, NON, ... ; fonction mémoire ; ...). Le fonctionnement obtenu résulte du choix de ces modules et du câblage qui les relie. Dans tous les cas, le système de commande obtenu est entièrement personnalisé par sa réalisation matérielle (chaque partie de commande est conçue pour une application donnée). Rappelons que les éléments permettant de réaliser les systèmes de commande câblés sont :

→ ***Les relais électromagnétiques** qui restent intéressants pour les automatismes très simples (leur schéma principe est rappelé ci-dessous),*

→ ***Les modules logiques pneumatiques** qui sont homogènes avec de nombreuses machines de production équipées de vérins pneumatiques (voir l'annexe N° 1),*

→ *Les cartes ou modules électroniques spécifiques ou standards. Une grande partie de cette technologie ainsi que des exemples de mise en application seront traités dans le chapitre suivant.*

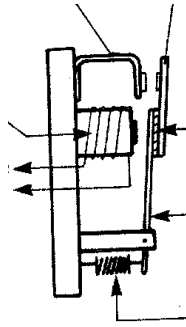


Figure 5 : Schéma d'un Relais Electromagnétique

4.2 Technologie de la commande programmée

Avec une telle technologie, le système de commande est réalisé par la programmation de constituants prévus à cet effet : Automates Programmables Industriels, Microprocesseurs, Microordinateurs, etc. L'automatisme correspondant est personnalisé par le choix du matériel, mais aussi par la programmation. Une partie de cette technologie sera traitée cette année dans le troisième chapitre et l'autre l'année prochaine en cours d'Informatique Industrielle. Sur la figure ci-dessous, est donné le schéma d'une cage d'ascenseur gérée par un Automate Programmable. Ces deux systèmes existent au laboratoire d'Informatique Industrielle, ils feront l'objet d'une manipulation.

N.B. Les critères de choix d'une technologie de commande appropriée Seront présentés dans le quatrième chapitre.

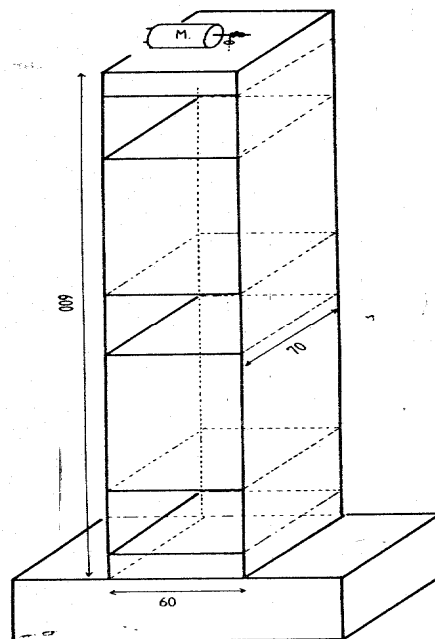


Figure 6 : Gestion d'un ascenseur par Automate Programmable

5° Etude de cas : Analyse d'un système automatisé

L'exemple suivant correspond à l'automatisation par étapes successives d'un atelier de confection.

Le P.D.G d'un atelier de confection avait la volonté **d'innover, d'automatiser** pour **se démarquer**. Son problème principal étant d'économiser la matière première qui représente environ 60 % du prix de vente du produit. Les tissus utilisés étant extensibles, de fortes rétractions peuvent survenir au matelassage et à la découpe, augmentant ainsi le nombre de chutes. La première étape fut l'automatisation du matelassage, il y a un an et demi environ. Dans le même temps, un constructeur de la région proposa une machine automatisé (par une école d'ingénieurs également régionale) permettant de ré enrouler le tissu sans tension tout en enregistrant automatiquement la largeur, longueur de la pièce de tissu et la position des défauts. Cet analyseur de laize permet donc de **contrôler la qualité** des pièces fournies et d'éviter les chutes dues à la rétraction du tissu. Troisième fonction automatisée depuis quelques mois : la découpe du patron par laser aux différentes tailles, commandées par un micro-ordinateur, à partir du modèle de base.

Six mois après, les renseignements fournis par l'analyseur de laize ont été exploités pour stocker le tissu visité par famille de laizes. Celles-ci ont été ensuite utilisées aux mieux par une recherche optimale de placement (au moins d'un micro-ordinateur). **L'objectif était de supprimer totalement la visite des pièces après la coupe, travail fastidieux et onéreux en temps et main d'œuvre**. Ajoutons à tous ces postes automatisés la « **GPAO** », cette petite entreprise d'une centaine de personnes dont trois cadres, s'est bientôt donnée tous les moyens de **sa stratégie** : « **je fais ce que vous me demandez avec des temps de réponses très courts** ». Ce qui signifie, dans leur domaine, beaucoup de catégories et en petites quantités. Compétitivité, cette entreprise l'est de plus en plus **en économisant sa matière première, en diminuant les rebuts, en augmentant la qualité et en réduisant** considérablement **le temps** demandé par certaines opérations.

En même temps, l'entreprise s'est agrandie et **il n'ya pas eu de débauchage**. Seules quelques personnes ont été mutées sur d'autres postes. La plus grosse appréhension a été ressentie par les deux personnes qui s'occupent de la découpe des patrons au laser. Mais leur crainte de ne pas être « à la hauteur » s'est vite estompée avec **les stages de formation**. La machine est devenue leur machine. *Un bel exemple de dynamisme d'une entreprise traditionnelle*. Après la lecture minutieuse du texte ci-dessus, on vous demande de :

- *Décrire les constituants de la PO et de la PC,*
- *Donner la liste des ordres de commande exécutés par la PO,*
- *Donner la liste des informations et signaux reçus par la PC,*
- *Décrire la nature du dialogue existant entre l'opérateur et le système automatisé,*
- *Donner la liste des moyens mis en œuvre pour la réalisation du projet d'automatisation,*
- *Décrire les objectifs atteints,*
- *Evaluer la qualité de l'emploi,*
- *Donner un bilan du projet d'automatisation ainsi que toute remarque, critique et/ou observation que vous jugez utile.*