

# Chapitre

1

Introduction, systèmes de  
commande, systèmes de  
supervision, MES

## Objectifs du chapitre

- Définir l'automatisation et le contrôle et expliquer les différences dans le sens des termes
- Expliquer la relation entre l'automatisation et la technologie de l'information
- Souligner les objectifs de base d'une industrie manufacturière et expliquer comment les technologies de l'automatisation et du contrôle concernent ces
- Introduire le concept de cycle de vie du produit et expliquer comment l'automatisation et les technologies de contrôle concernent les différentes phases du cycle
- Classer les usines de fabrication et les différentes classes de systèmes d'automatisation appropriés pour ces usines

## Comprendre le titre du cours

Définissons d'abord les mots clés du titre, à savoir,

### Industrie

Dans le sens général, le terme "industrie" est défini comme suit.

**Définition : activité économique systématique pouvant être liée à la fabrication / service / commerce.**

Dans ce cours, nous serons concernés uniquement par les industries manufacturières.

### Automatisation

Le mot "Automation" est dérivé de mots grecs "auto" (auto) et "Matos" (en mouvement). L'automatisation est donc le mécanisme de systèmes qui "se déplacer en soi". Cependant, à part de ce sens original du mot, les systèmes automatisés réalisent également des performances significativement supérieures à ce qui est possible avec des systèmes manuels, en termes de puissance, de précision et de vitesse de fonctionnement.

**Définition : Automation est un ensemble de technologies qui entraîne un fonctionnement de machines et de systèmes sans intervention humaine significative et atteignant une performance supérieure à l'opération manuelle.**

## Control

Il est peut-être correct de s'attendre à ce que l'apprenant de ce cours ait déjà été exposé à un cours sur les systèmes de contrôle, qui est généralement introduit dans l'année finale ou la dernière année d'un cours de premier cycle. Le contrôle de mot devrait donc être familier et défini comme sous.

***Définition : Le contrôle est un ensemble de technologies qui permet de réaliser des modèles souhaités de variations de paramètres opérationnels et de séquences pour les machines et les systèmes en fournissant les signaux d'entrée nécessaires.***

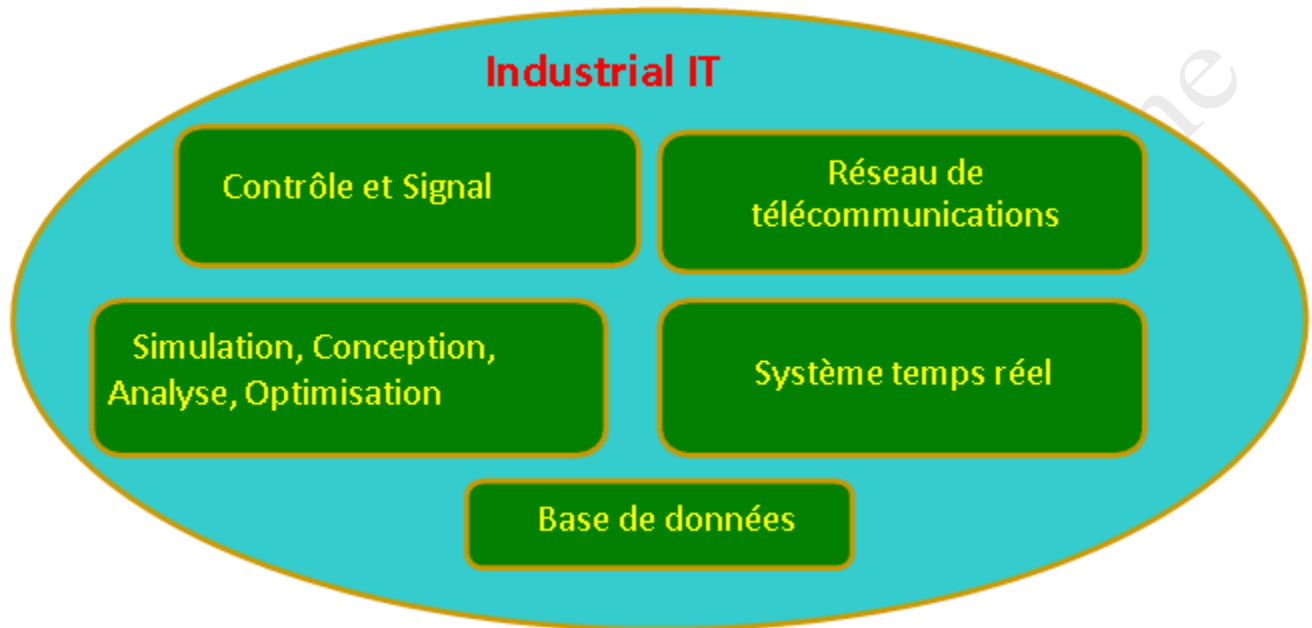
Il est important à ce stade de comprendre certaines des différences entre les sens que ces deux termes sont généralement interprétés dans des contextes techniques et spécifiquement dans ce cours. Ceux-ci sont donnés ci-dessous.

1. Les systèmes d'automatisation peuvent inclure des systèmes de contrôle, mais l'inverse n'est pas vrai. Les systèmes de contrôle peuvent être des parties des systèmes d'automatisation.
2. La fonction principale des systèmes de contrôle est de s'assurer que les sorties suivent les points de consigne. Cependant, les systèmes d'automatisation peuvent avoir beaucoup plus de fonctionnalités, telles que les points de consigne de calcul des systèmes de contrôle, la performance du système de surveillance, le démarrage des plantes ou l'arrêt, la planification des travaux et des équipements, etc..

Les systèmes d'automatisation sont essentiels pour la plupart des industries modernes. Il est donc important de comprendre pourquoi ils sont donc, avant de les étudier en détail dans ce cours.

## Automatisation industrielle contre la technologie de l'information industrielle

L'automatisation industrielle effectue une utilisation intensive des technologies de l'information. Figure 1 ci-dessous montre certains des principaux domaines des technologies de l'information utilisés dans le contexte de l'automatisation industrielle.



**Fig. 1. Les principaux domaines utilisés dans le contexte de l'automatisation industrielle.**

Cependant, l'automatisation industrielle en est distincte dans les sens suivants :

- A. L'automatisation industrielle implique également une quantité importante de technologies matérielles, liées à l'instrumentation et à la détection, à l'actionnement et aux entraînements, aux appareils électroniques pour le conditionnement du signal, la communication et l'affichage, les systèmes informatiques intégrés et autonomes, etc.
- B. Comme les systèmes d'automatisation industrielle se développent plus sophistiqués en termes de connaissances et d'algorithmes qu'elles utilisent, car ces systèmes englobent de plus grandes zones d'opération comprenant plusieurs unités ou l'ensemble d'une usine, voire plusieurs d'entre eux, et comme elles intègrent la fabrication avec d'autres domaines d'activité. , tels que les ventes et les services à la clientèle, les finances et l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement de l'entreprise, l'utilisation de celui-ci augmente considérablement. Toutefois, les systèmes d'automatisation de niveau inférieur qui ne traitent qu'individuellement ou, au mieux, un groupe de machines, en font moins d'utilisation et plus de matériel, d'électronique et d'informatique intégrée.

Outre ce qui précède, il y a d'autres caractéristiques distinctives pour l'usine qui la différencie avec ses homologues plus omniprésents utilisés dans les bureaux et autres affaires.

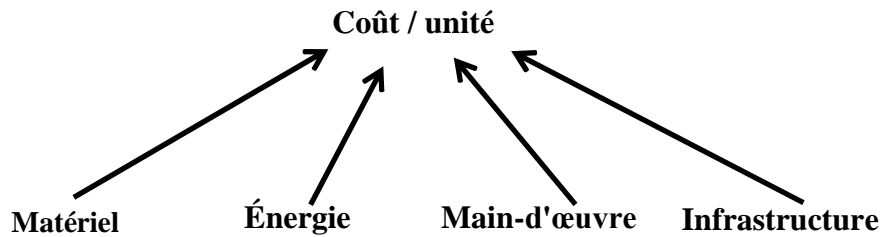
- A. Les systèmes d'information industrielle sont généralement réactifs en ce sens qu'ils reçoivent des stimuli de leur univers de discours et produisent à son tour des réponses qui stimulent son environnement. Naturellement, une composante cruciale d'un système d'information industriel est son interface au monde.
- B. La plupart des systèmes d'information industrielle doivent être en temps réel. Nous voulons dire que le calcul doit non seulement être correct, mais doit également être produit à temps. Un résultat précis, qui n'est pas opportun peut être moins préférable qu'un résultat moins précis produit à temps. Par conséquent, les systèmes doivent être conçus avec des considérations explicites sur la réunion des délais de compatibilité.
- C. De nombreux systèmes d'information industrielle sont considérés d'avoir des missions critiques, en ce sens que le dysfonctionnement peut entraîner des conséquences catastrophiques en matière de perte de la vie humaine ou de la propriété. Les soins extraordinaires doivent donc être exercés pendant leur conception pour les rendre sans faille. Malgré cela, des mécanismes élaborés sont souvent déployés pour que toutes circonstances imprévues puissent également être traitées de manière prévisible. La tolérance à la faute aux situations d'urgence dues au matériel et aux défauts logiciels doit souvent être intégrée.

### Rôle de l'automatisation dans l'industrie

- ✓ Les processus de fabrication, fondamentalement, produisent des produits finis à partir de matériaux bruts / inachevés à l'aide d'énergie, de main-d'œuvre et d'équipement et d'infrastructure.
- ✓ Étant donné qu'une industrie est essentiellement une «activité économique systématique», l'objectif fondamental de toute industrie est de tirer profit.
- ✓ À peu près parlant,

$$\text{Bénéfice} = (\text{prix / unité} - \text{coût / unité}) \times \text{Volume de production} \quad (1)$$

Le profit peut donc être maximisé en produisant des produits de bonne qualité, qui peuvent vendre à des prix plus élevés, en volumes plus importants avec moins de coûts et de temps de production. La figure 2 montre les principaux paramètres qui affectent le rapport coût / unité d'un produit industriel fabriqué en masse.



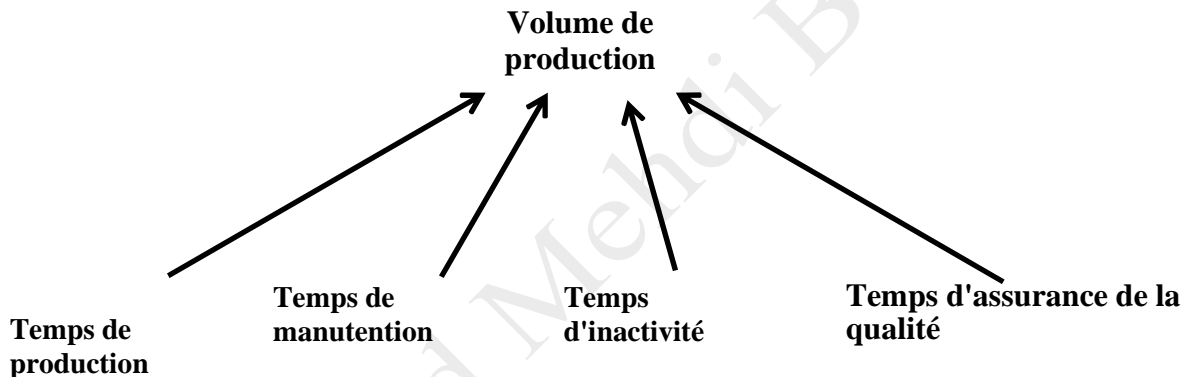
**Fig. 2 Les composants du coût de la fabrication par unité**

L'automatisation peut les atteindre de la manière suivante,

- ✓ La figure 4 montre la manière dont le temps de production global d'un produit est affecté par divers facteurs. L'automatisation affecte tous ces facteurs. Premièrement, les machines automatisées ont des moins temps de production significative. Par exemple, dans les machines-outils, pour la fabrication d'une variété de pièces, des temps d'installation significatifs sont nécessaires pour définir la configuration et les paramètres opérationnels chaque fois qu'une nouvelle pièce est chargée dans la machine. Cela peut conduire à une improductivité importante pour les machines coûteuses lorsqu'une variété de produits est fabriquée. Dans les centres d'usinage commandés par ordinateur (CNC: Computer numerical control), francisé en « commande numérique par ordinateur », le temps de configuration est réduit de manière significative à l'aide de changeurs automatisés d'outils, contrôle automatique des machines à partir d'un programme de pièce chargé dans l'ordinateur de la machine. Une telle machine est illustrée à la figure 3. L'augmentation conséquente du temps de coupe du métal réel entraîne une réduction des coûts d'investissement et une augmentation du volume de production.



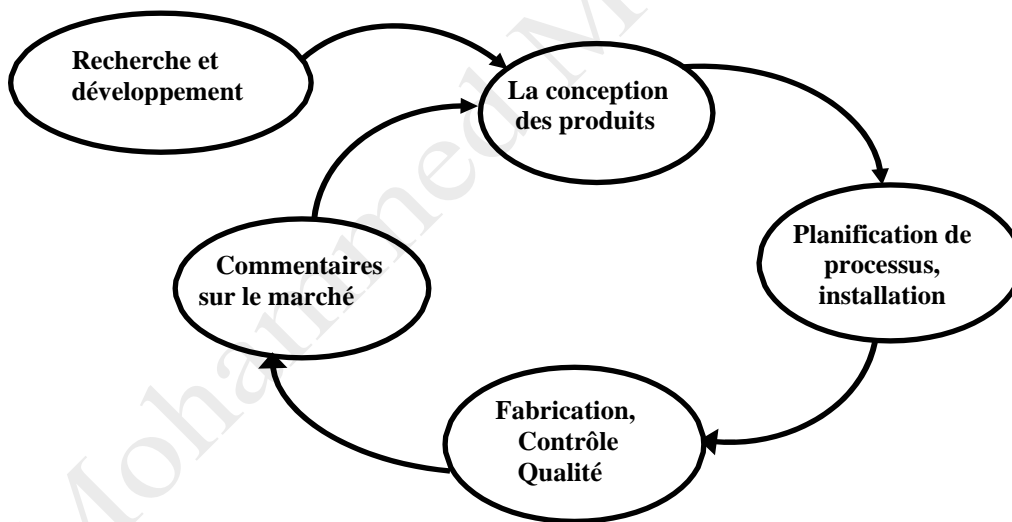
**Fig. 3 Une machine CNC avec un changeur d'outils automatisé et la console d'opérateur avec affichage pour la programmation et le contrôle de la machine**



**Fig. 4 Les principaux facteurs qui contribuent au temps de production global**

- ✓ De même, des systèmes tels que des véhicules guidés automatisés, des robots industriels, des systèmes automatisés et des systèmes de convoyeurs réduisent le temps de manutention des matériaux.
- ✓ L'automatisation réduit également le coût de production de manière significative par une utilisation efficace de l'énergie, de la main-d'œuvre et du matériel.
- ✓ La qualité du produit pouvant être obtenue avec des machines de précision automatisées et des processus ne peut être obtenue avec des opérations manuelles. De plus, étant donné que l'opération est automatisée, la même qualité serait réalisée pour des milliers de pièces avec peu de variation.
- ✓ Les produits industriels passent à travers leurs cycles de vie, qui consistent en différentes étapes.

- Au début, un produit est conçu sur la base des retours de marché, ainsi que des activités de recherche et développement.
- Une fois conçu le produit est conçu. La fabrication de prototypes est généralement nécessaire pour prouver la conception.
- Une fois que la conception est prouvée, la planification de la production et l'installation doivent être effectuées pour garantir que les ressources et les stratégies nécessaires pour la fabrication de masse sont en place.
- Ceci est suivi par les activités de fabrication et de contrôle de la qualité par lesquelles le produit est produit en série.
- Ceci est suivi d'un certain nombre d'activités commerciales à travers lesquelles le produit est réellement vendu sur le marché.
- L'automatisation réduit également le cycle de vie sur tout le produit c.-à-d., le temps nécessaire pour terminer (i) Conception de produits (II) Planification et installation de processus (III) Différentes étapes du cycle de vie du produit sont présentées comme dans la figure 5.



**Fig. 5 Un cycle de vie typique du produit industriel**



## Économie d'échelle et d'économie d'envergure

Dans le contexte de l'automatisation de la fabrication industrielle, l'économie d'échelle est définie comme suit.

### Économie d'échelle

**Définition** : réduction du coût par unité résultant d'une production accrue, réalisée par l'efficacité opérationnelle. Les économies d'échelle peuvent être accomplies car la production augmente, le coût de la production de chaque unité supplémentaire tombe.

De toute évidence, l'automatisation facilite l'économie d'échelle, car, comme expliqué ci-dessus, elle permet une production efficace à grande échelle. Dans le scénario industriel moderne, cependant, un autre type d'économie, appelé économie d'envergure suppose une signification.

### Économies d'envergure

**Définition** : La situation qui se présente lorsque le coût de pouvoir fabriquer plusieurs produits simultanément s'avère plus efficace que celui de pouvoir fabriquer un seul produit à la fois.

L'économie d'envergure survient dans plusieurs secteurs fabrication, mais peut-être la fabrication la plus principalement dans les produits électroniques où le cycle de vie total du produit, de la conception au marché, est exécuté en quelques mois, sinon des semaines. Par conséquent, pour réduire considérablement le temps de commercialiser l'utilisation des outils automatisés est mandaté dans toutes les phases du cycle de vie du produit. De plus, étant donné qu'une grande variété de produits doit être fabriquée dans la période de vie d'une usine, une programmation rapide et une reconfigurable des machines et des processus devient une exigence essentielle pour le succès commercial. Un tel système de production automatisé permet également à l'industrie d'exploiter un marché beaucoup plus vaste et se protège également contre les fluctuations de la demande d'une classe de produits donnée. En effet, il est motivé par l'économie d'envergure est activé par la technologie de l'automatisation industrielle que la fabrication flexible (c'est-à-dire de produire divers produits avec la même machine) a été conçue pour augmenter la portée de la fabrication.

Ensuite, laissez-nous voir les divers types de systèmes de production, ou des usines, existent. Cela serait suivi d'une discussion sur les différents types de systèmes d'automatisation adaptés à chacune

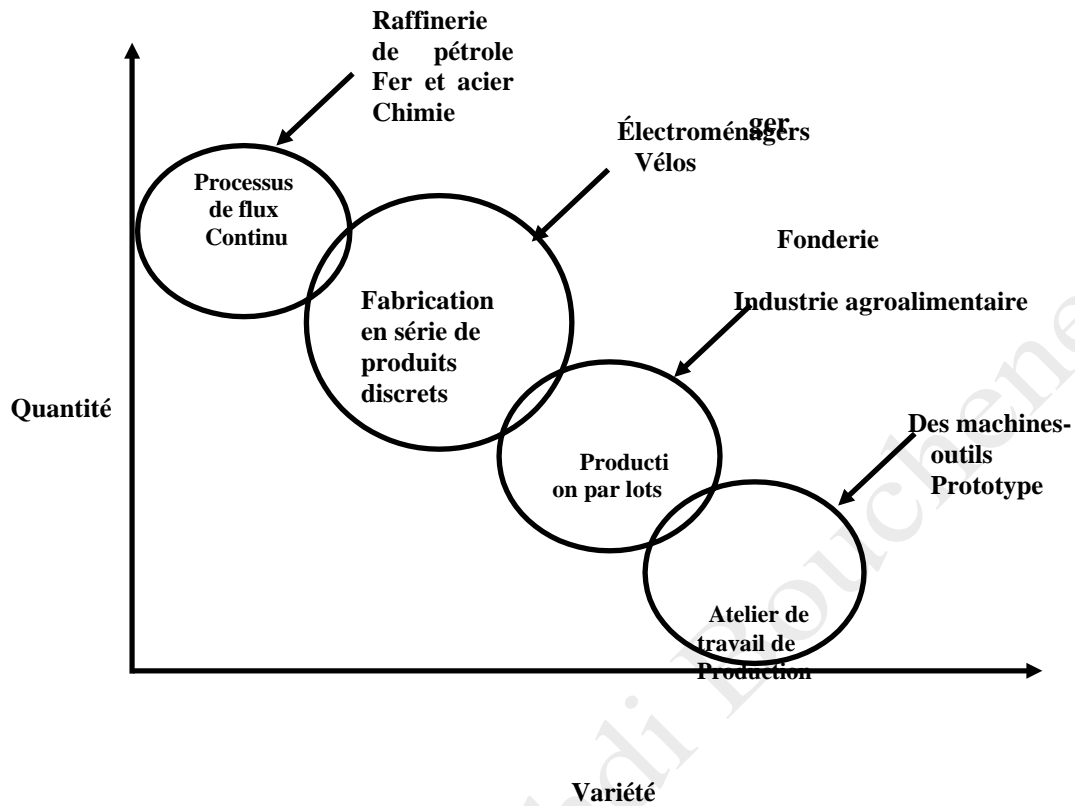
de ces catégories.

## Types de systèmes de production

Les principaux processus industriels peuvent être classés comme suit en fonction de leur échelle et de leur portée de la production.

- *Processus de flux continu : Le produit fabriqué est en quantité continue, c'est-à-dire que le produit n'est pas un objet discret. De plus, pour de tels procédés, le volume de production est généralement très élevé, tandis que la variation du produit est relativement faible. Des exemples typiques de ces processus comprennent les raffineries d'huile, les plantes en fer et en acier, ciment et plantes chimiques.*
- *Fabrication de masse de produits discrets : les produits sont des objets distincts et fabriqués en gros volumes. La variation du produit est très limitée. Des exemples typiques sont des appareils, des automobiles, etc.*
- *Production de lots: dans un processus de production de lots, le produit est discrète ou continu. Cependant, la variation des types de produits est plus grande que dans les processus de débit continu. Le même ensemble d'équipements est utilisé pour fabriquer tous les types de produits. Toutefois, pour chaque lot d'un type de produit donné, un ensemble distinct de paramètres de fonctionnement doit être établi. Cet ensemble est souvent appelé «recette» pour le lot. Des exemples typiques ici seraient des produits pharmaceutiques, des fonderies de coulée, de moulage en plastique, d'impression, etc.*
- *Production de la boutique d'emploi: Généralement conçu pour la fabrication de petites quantités de produits discrets, construits sur mesure, généralement selon des dessins fournis par les clients. Toute variation du produit peut être faite. Les exemples incluent des magasins de machines, des installations de prototypage, etc.*

Les types de systèmes de production ci-dessus sont illustrés à la figure 6 classée en fonction des volumes de production et de variabilité des types de produits. En général, si la quantité de produit est davantage, il y a peu de variation du produit et plus de variétés de produit est fabriquée si la quantité de produit est moindre.



**Fig. 6 Types de systèmes de production**

## Types de systèmes d'automatisation

Les systèmes d'automatisation peuvent être classés en fonction de la flexibilité et du niveau d'intégration dans les opérations de processus de fabrication. Divers systèmes d'automatisation peuvent être classés comme suit:

- *Automatisation fixe : elle est utilisée dans une production à volume élevé avec des équipements dédiés, qui a un ensemble de fonctionnement fixe et conçu pour être efficace pour cet ensemble. Flux continu et systèmes de production de masse discrets utilisent cette automatisation. Par exemple. Processus de distillation, convoyeurs, magasins de peinture, lignes de transfert, etc.*

*Un processus utilisant des machines mécanisées pour effectuer des opérations fixes et répétitives afin de produire un volume élevé de parties similaires.*

- *Automatisation programmable : il est utilisé pour une séquence de fonctionnement et de la configuration variable des machines à l'aide de commandes électroniques. Cependant, des efforts de programmation non triviaux peuvent être nécessaires pour reprogrammer la machine ou la séquence des opérations. L'investissement sur les équipements*

*programmables est inférieur, car le processus de production n'est pas changé fréquemment. Il est généralement utilisé dans le processus de lot où la variété de travail est faible et le volume de produit est moyen à élevé et parfois en production de masse également. par exemple. En acier laminé, moulins à papier, etc.*

- *Automatisation flexible : elle est utilisée dans les systèmes de fabrication flexibles (FMS) qui sont invariablement contrôlés par ordinateur. Les opérateurs humains donnent des commandes de haut niveau sous la forme de codes entrés dans l'ordinateur identifiant le produit et son emplacement dans la séquence et les changements de niveau inférieur sont effectués automatiquement. Chaque machine de production reçoit des paramètres/instructions de l'ordinateur. Ceux-ci chargent/déchargent automatiquement les outils nécessaires et exécutent leurs instructions de traitement. Après le traitement, les produits sont automatiquement transférés vers la machine suivante. Il est généralement utilisé dans les ateliers de travail et les processus par lots où les variétés de produits sont élevées et les volumes de travail sont moyens à faibles. Ces systèmes utilisent généralement des machines CNC polyvalentes, des véhicules à guidage automatique (AGV), etc.*
- *Automatisation intégrée : désigne l'automatisation complète d'une usine de fabrication, tous les processus fonctionnant sous contrôle informatique et sous coordination grâce au traitement numérique de l'information. Il comprend des technologies telles que la conception et la fabrication assistées par ordinateur, la planification des processus assistée par ordinateur, les machines-outils à commande numérique par ordinateur, les systèmes d'usinage flexibles, les systèmes automatisés de stockage et de récupération, les systèmes automatisés de manutention de matériaux tels que les robots et les grues et convoyeurs automatisés, la planification informatisée et contrôle de production. Il peut également intégrer un système d'entreprise via une base de données commune. En d'autres termes, il symbolise la pleine intégration des processus et des opérations de gestion utilisant les technologies de l'information et de la communication. Des exemples typiques de telles technologies sont vus dans Advanced Process Automation Systems et Computer Integrated Manufacturing (CIM)*

Comme on peut le voir ci-dessus, de l'automatisation fixe au CIM, la portée et la complexité des systèmes d'automatisation augmentent. Le degré d'automatisation nécessaire pour une installation de fabrication individuelle dépend des spécifications de fabrication et d'assemblage, des conditions de travail et de la

pression concurrentielle, du coût de la main-d'œuvre et des exigences de travail. Il ne faut pas oublier que l'investissement en automatisation doit être justifié par l'augmentation conséquente de la rentabilité. À titre d'exemple, les contextes appropriés pour l'automatisation fixe et flexible sont comparés et contrastés.

L'automatisation fixe est appropriée dans les circonstances suivantes.

- A. Faible variabilité dans le type de produit ainsi que dans la taille, la forme, le nombre de pièces et le matériau
- B. Demande prévisible et stable pour une période de 2 à 5 ans, de sorte que les besoins en capacité de fabrication soient également stables
- C. Volume de production élevé souhaité par unité de temps
- D. Pressions importantes sur les coûts en raison des conditions de marché concurrentielles. Les systèmes d'automatisation doivent donc être réglés pour fonctionner de manière optimale pour le produit particulier.

L'automatisation flexible, d'autre part, est utilisée dans les situations suivantes :

- A. Variabilité significative du type de produit. Le mélange de produits nécessite une combinaison de différentes pièces et produits à fabriquer à partir du même système de production
- B. Les cycles de vie des produits sont courts. Les mises à niveau fréquentes et les modifications de conception modifient les exigences de production
- C. Les volumes de production sont modérés et la demande n'est pas aussi prévisible

## Résumé de la leçon

Dans cette leçon, nous avons traité les sujets suivants :

- A. Définition de l'automatisation et de ses relations avec les domaines du contrôle automatique et des technologies de l'information : On constate que le contrôle et les technologies de l'information sont utilisés dans les systèmes d'automatisation pour réaliser une ou plusieurs de ses fonctionnalités. De plus, tandis que la technologie de contrôle est utilisée pour le fonctionnement des machines et des équipements individuels, l'informatique est utilisée pour la coordination, la gestion et l'exploitation optimisée de l'ensemble des installations.
- B. Le rôle joué par l'automatisation dans la réalisation de l'objectif fondamental de rentabilité d'une industrie manufacturière : on voit que l'automatisation peut augmenter la rentabilité de plusieurs manières en réduisant les besoins en main-d'œuvre, en matériaux et en énergie, en améliorant la qualité ainsi que la productivité. On voit également que l'automatisation n'est pas seulement essentielle pour réaliser une économie d'échelle, mais aussi pour une économie de portée.
- C. Types d'usines et de systèmes d'automatisation qui leur conviennent : les usines ont été classées en quatre grandes catégories en fonction des volumes et de la variété des produits. De même, les systèmes d'automatisation sont également classés en quatre types et leur adéquation aux différentes catégories d'usines est expliquée.

## Exercices

- A. Décrire le rôle de l'automatisation industrielle pour assurer la rentabilité globale d'un système de production industrielle. Soyez précis et répondez par points. Donnez des exemples, le cas échéant.
- B. Énoncez les principaux objectifs d'une industrie moderne (au moins cinq) et expliquez le rôle de l'automatisation pour aider à les atteindre.
- C. Expliquez à l'aide d'exemples les termes « économie d'échelle » et « économie de portée ». Comment l'automatisation industrielle aide-t-elle à atteindre ces objectifs ? Citez des exemples.
- D. Différencier un atelier de travail et un atelier de flux avec un exemple, quels sont leurs

analogues « usine de traitement » ? Donne des exemples.

- E. Exécutez n'importe quel moteur de recherche Internet et tapez « Historique de l'automatisation » pour préparer une dissertation sur le sujet.
- F. Certains aspects de l'automatisation n'ont pas été traités dans la leçon. Consultez des références et préparez des dissertations sur l'impact de l'automatisation sur une.
  - 1. Aptitude environnementale pour les industries
  - 2. Certification de normalisation industrielle telle que ISO 9001
  - 3. Sécurité industriel

