



Faculté de technologie  
de Tlemcen



# Logique programmée et Automatismes (API)

# ***Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes automatisés***

# 1.1 Définition

Quel est la différence entre **automatique** et **automatisme** ?



# 1.1 Définition

**L'automatisme** cela traite plus l'aspect séquentiel d'un système(le système de déroule étape par étape suivant une logique prédéterminée).On traduit souvent un système séquentiel par un grafcet(composé d'étapes et de transitions). Par exemple une ligne d'embouteillage de bouteilles est un automatisme.

**L'automatique** cela se réfère souvent au contrôle-commande à l'asservissement ou à la régulation. Le système n'est pas forcément séquentiel mais est conditionné par une consigne. Le système de pilotage des avions, les systèmes de régulation de température dans les chaudières industrielles sont un bon exemple.

# 1.1 Définition

Un système automatisé est un ensemble de composants matériels et logiciels interconnectés, conçu pour exécuter des tâches de manière autonome, sans intervention humaine continue. Il est largement utilisé dans l'industrie pour améliorer la productivité, réduire les coûts, garantir la qualité, et assurer la sécurité des processus.

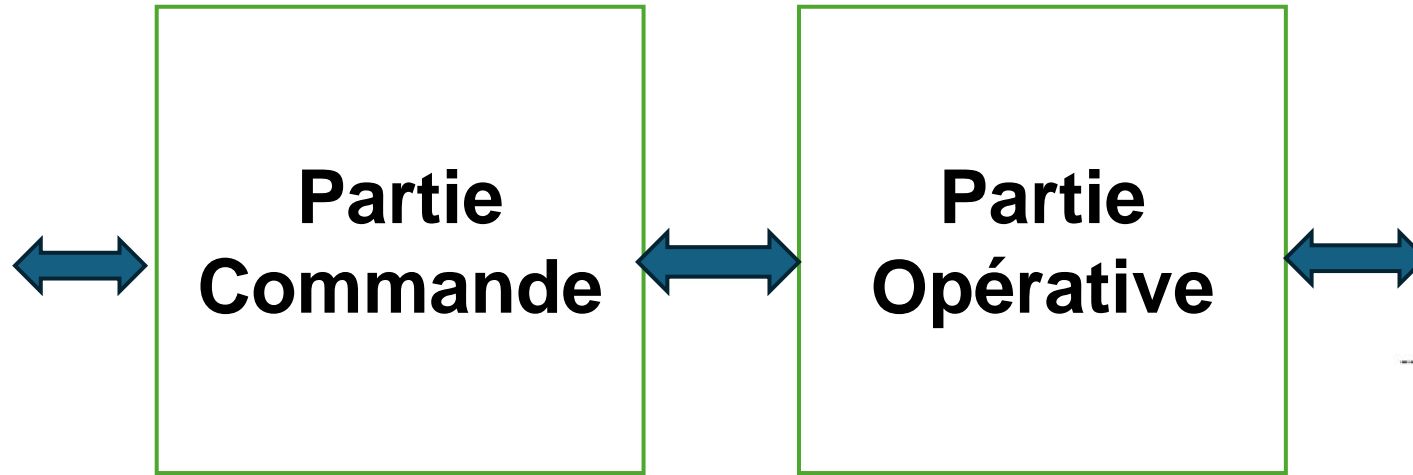
# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

Un système automatisé est divisé en trois parties principales : la partie opérative, la partie commande, et l'interface homme-machine (IHM).

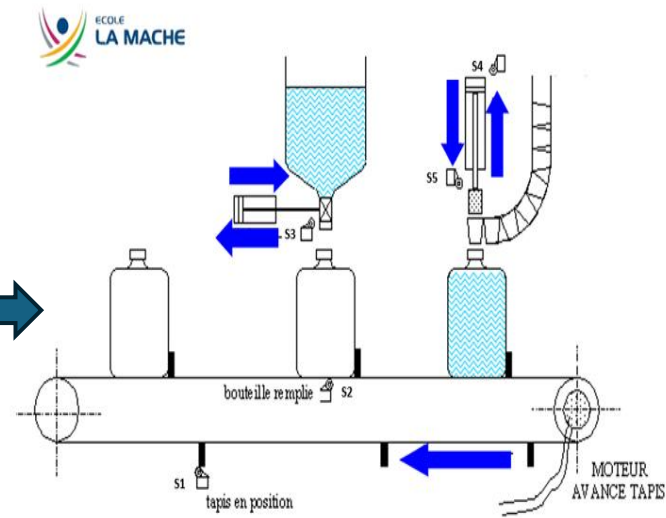


IHM



PC

PO



Processus

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

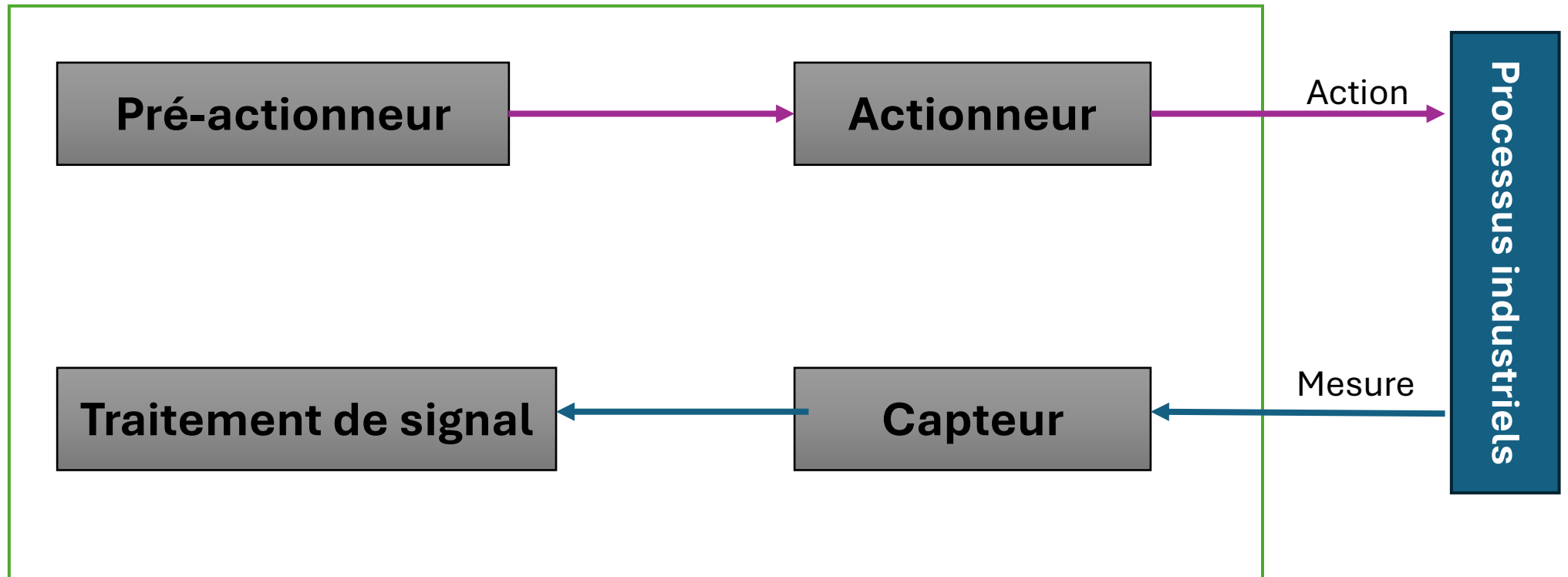
## Partie opérative

La partie opérationnelle concerne la partie physique ou mécanique du système. Cette partie interagit directement avec l'environnement en effectuant des actions comme déplacer, transformer ou manipuler un produit.



# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Partie opérative



# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Composants typiques de la partie opérative

### 1. Actionneurs :

Systèmes qui convertissent l'énergie reçue en une action mécanique, électrique ou pneumatique.

- **Exemples :**

- Moteurs électriques utilisés pour alimenter des systèmes de convoyage ou des outils de découpe.
- Vérins hydrauliques et pneumatiques utilisés pour effectuer des mouvements linéaires.
- Pompes (pour déplacer des liquides).

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Composants typiques de la partie opérative

### 2. Capteurs :

Dispositifs qui détectent des paramètres physiques ou chimiques dans l'environnement et les convertissent en signaux exploitables par la partie commande.

#### ◦ Exemples :

- Capteurs de position (interrupteurs fin de course, codeurs).
- Capteurs de température (thermocouples, RTD).
- Capteurs de pression ou de débit.

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Composants typiques de la partie opérative

### 3. Éléments de transmission :

Systemes mécaniques qui communiquent la puissance ou le mouvement des actionneurs à d'autres parties du système.

- **Exemples :**

- Engrenages, courroies, chaînes, et arbres de transmission.

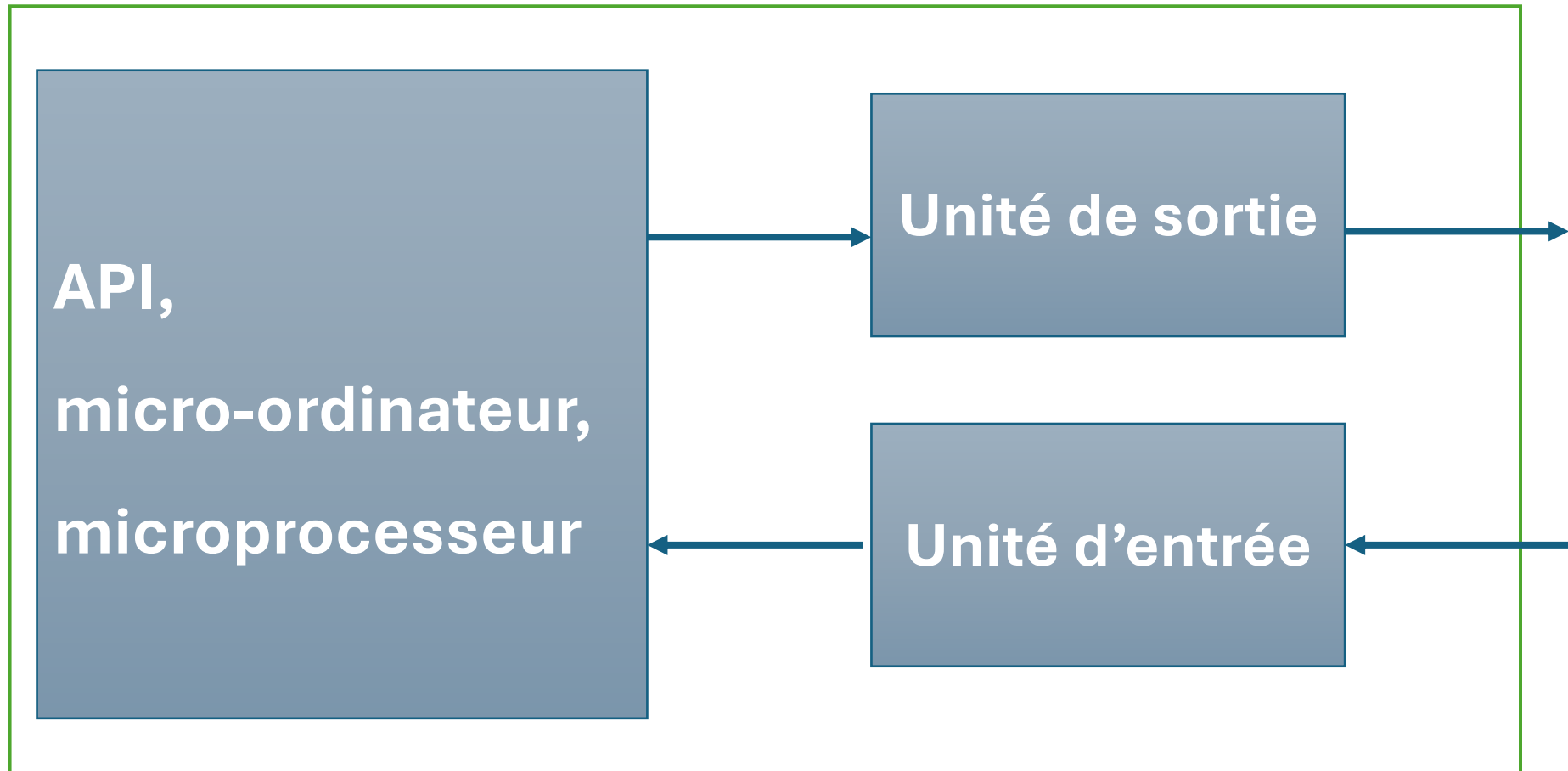
## 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

### Partie commande :

La partie commande est le cerveau du système automatisé. Elle collecte les données fournies par les capteurs, les traite selon un programme prédéfini, et envoie des instructions aux actionneurs pour réaliser les tâches souhaitées.

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Partie commande



# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Composants typiques de la partie commande

### 1. Automate Programmable Industriel (API) :

- Le composant central de la partie commande.
- Fonctionne comme un micro-ordinateur conçu spécifiquement pour l'automatisation des processus industriels.
- Capable de lire les signaux des capteurs, d'exécuter un programme logique et de commander les actionneurs en conséquence.
- **Exemple** : API Siemens S7-300.

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Composants typiques de la partie commande

### 2. Unité de contrôle ou régulateur :

- Système de contrôle utilisé dans les systèmes en boucle fermée.
- Maintient les paramètres du système (comme la température ou la pression) à une valeur de consigne en utilisant des lois de régulation.



# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Composants typiques de la partie commande

### 3. Modules d'interface (E/S) :

- Dispositifs qui permettent de connecter les capteurs et les actionneurs au système de contrôle.
- **Entrées** : Permettent de lire les signaux des capteurs.
- **Sorties** : Permettent de transmettre des ordres aux actionneurs.

## 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

### Interfaces homme-machine (IHM)

L'IHM est la partie visible du système automatisé qui facilite l'interaction entre l'opérateur humain et la machine pour superviser, commander manuellement et diagnostiquer les problèmes.

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Interfaces homme-machine (IHM)



**Consigne**



**Visualisation**



**Partie de dialogue**

# 1.2 Description des différentes parties d'un système automatisé

## Fonctions principales de l'IHM

### 1. Supervision :

- Visualisation des données relatives à l'état du système (température, pression, état des actionneurs, etc.).
- Contrôle des alarmes en cas de problèmes.

### 2. Commande :

- Permet de démarrer, arrêter ou modifier le comportement du système via des boutons, des écrans tactiles ou des claviers.

### 3. Diagnostic :

- Identification des erreurs ou des dysfonctionnements en utilisant des messages d'alerte ou des journaux d'événements.

# 1.3 Domaines d'application des systèmes automatisés

## 1.3 Domaines d'application des systèmes automatisés

### • Industrie manufacturière

L'automatisation joue un rôle crucial dans l'amélioration de l'efficacité et la réduction des erreurs dans les usines de production.

- **Chaînes d'assemblage** : Assemblage de pièces
- **Usinage** : Commande numérique pour le perçage, le fraisage ou le découpage laser.
- **Emballage** : Systèmes automatisés pour emballer, étiqueter et peser les produits.
- **Contrôle qualité** : Caméras et capteurs détectant les défauts sur les produits.



## 1.3 Domaines d'application des systèmes automatisés

### • Agroalimentaire

L'automatisation est employée dans l'industrie agroalimentaire pour assurer la sécurité, l'hygiène et la conformité des produits.

- **Transformation** : Mélange et cuisson automatisés des ingrédients.
- **Emballage** : Mise en bouteille, scellage et étiquetage des produits alimentaires.
- **Contrôle qualité** : Détection des contaminants ou des produits défectueux.



## 1.3 Domaines d'application des systèmes automatisés

### • Industrie pharmaceutique

Dans ce secteur, l'automatisation est utilisée pour garantir la précision et la conformité réglementaire.

- **Production automatisée** : Mélange et conditionnement des produits pharmaceutiques.
- **Contrôle qualité** : Vérification de la pureté et de la composition des médicaments.
- **Traçabilité** : Suivi automatisé des lots de production.



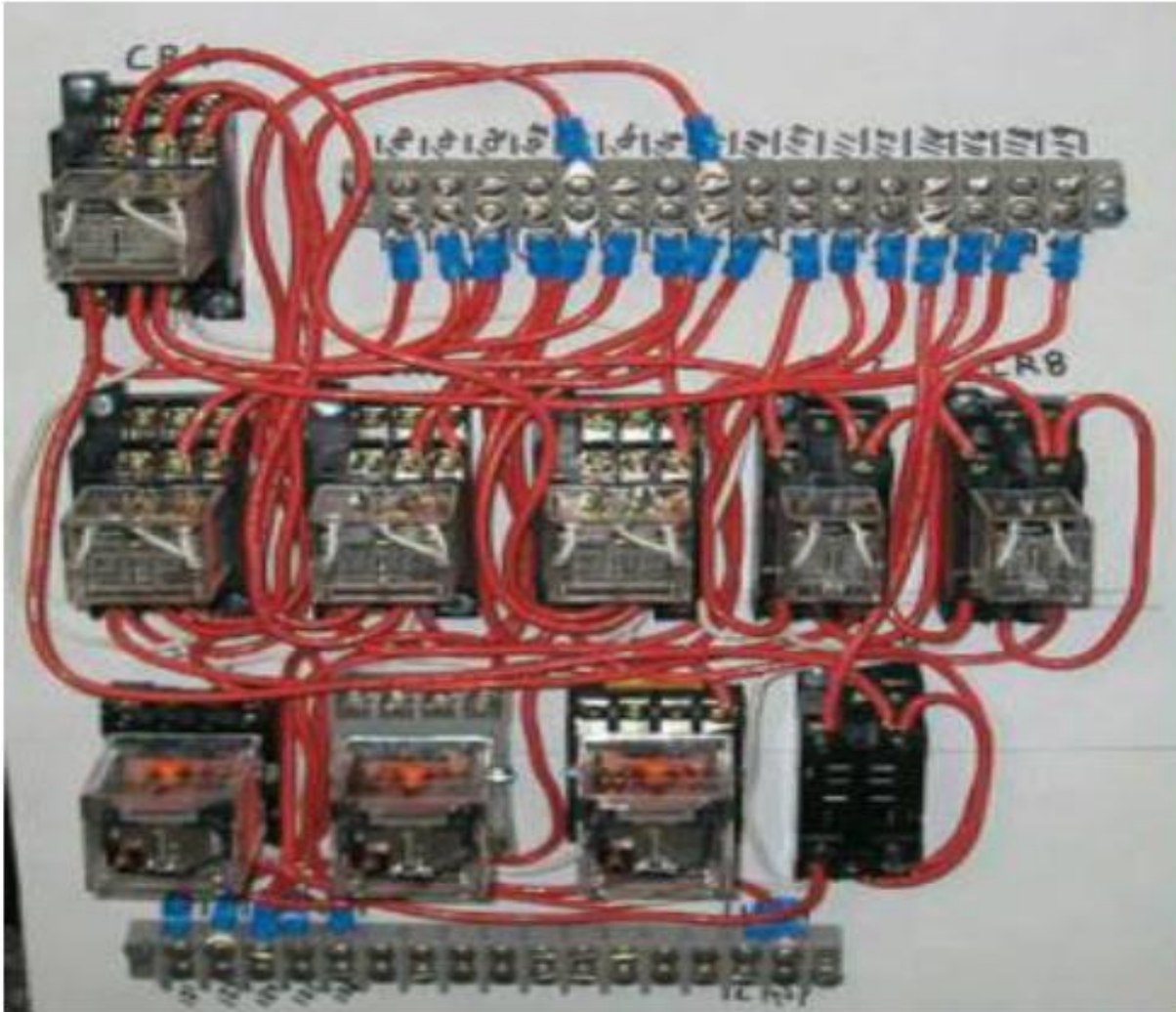


# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels

## 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (**API**)

- Un **API** est un ordinateur spécialisé conçu pour surveiller et contrôler des processus industriels.
- L'**API** réagit aux signaux émis par les capteurs (entrées).
- L'**API** traite ces informations selon un programme prédéfini.
- L'**API** envoie des commandes aux actionneurs (sorties) pour exécuter des actions.
- Les **API** présentent plusieurs avantages par rapport aux circuits de contrôle conventionnels à base de relais.

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)



**Armoire à relais**



**Armoire à API**

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

## • Objective de l'API

L'objectif principal de l'API est de remplacer les systèmes de commande câblés par une solution programmable, plus flexible et plus simple à mettre à jour.

- Automatiser le processus de production.
- Améliorer la qualité et la productivité.
- Réduire les erreurs humaines.
- Limiter les couts de main d'œuvre.
- Simplifier la maintenance et le diagnostic des systèmes.
- Adapter le travail à des contextes particuliers.

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

## •Avantage de l'API: Flexibilité et coûts

### • Programmabilité :

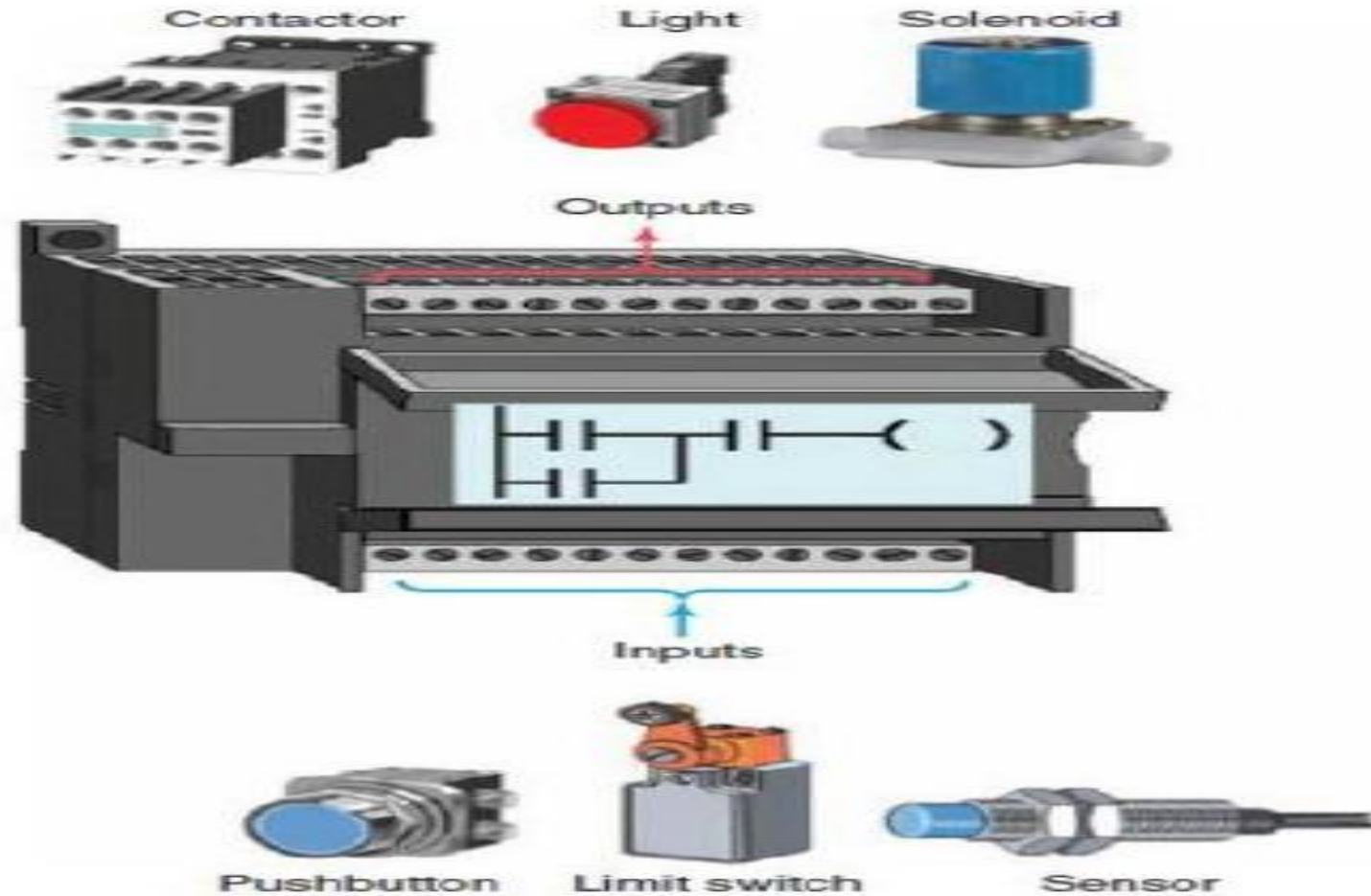
- ✓ Contrairement aux systèmes à relais électromécaniques où toute modification nécessite un recâblage, un API permet de modifier le fonctionnement d'un système simplement en modifiant le programme.
- ✓ Possibilité d'ajuster rapidement les paramètres pour s'adapter aux nouvelles exigences de production.

### Réduction de coût grâce aux API:

- ✓ Les API remplacent un grand nombre de relais électromécaniques, simplifiant ainsi le câblage et réduisant le coût des composants physiques. Moins de panneaux électriques encombrants et une installation plus rapide.
- ✓ Un API détecte et signale les pannes grâce à des systèmes de diagnostic intégrés. Cela facilite la maintenance préventive et évite les arrêts de production imprévus.
- ✓ Contrairement aux relais mécaniques, qui s'usent avec le temps, un API fonctionne sans pièces mobiles, ce qui réduit le risque de défaillance et les coûts de remplacement.

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

- Avantage de l'API: **Flexibilité et coûts**



Les API/Entrées/Sorties sont définies par un programme.

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

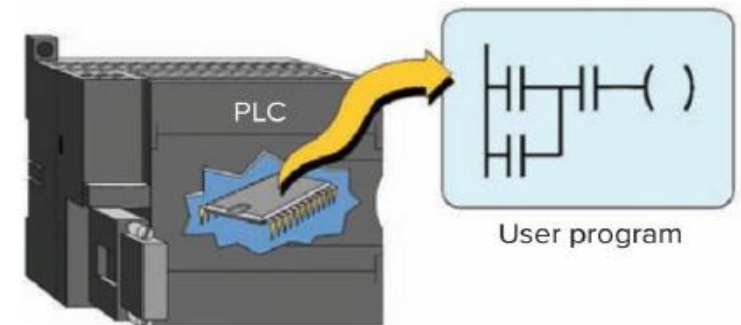
## •Avantage de l'API: Fiabilité

- **Robustesse et Durabilité:** Conçus pour fonctionner en milieu industriel sévère (résistance aux températures extrêmes, vibrations, humidité, poussière et interférences électromagnétiques).
- **Fonctionnement en Temps Réel:** Temps de réponse court garantissant une synchronisation parfaite avec les équipements industriels.
- **Redondance et Tolérance aux Pannes:** Sauvegarde automatique des programmes et des données en cas de coupure d'alimentation.
- **Protection Contre les Pannes Électriques:** Intégration de systèmes de protection contre les surtensions, les coupures de courant et les fluctuations électriques.

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

## •Avantage de l'API: Fiabilité

- Les API se distinguent par leur grande fiabilité : une fois le programme écrit et testé, il peut être aisément transféré vers d'autres automates. Toute la logique étant stockée en mémoire, le risque d'erreurs de câblage est totalement éliminé.
- De plus, les API ne possèdent pas de système d'exploitation au sens classique du terme. Cela signifie qu'aucune tâche ne s'exécute en arrière-plan, éliminant ainsi les risques de bogues et autres problèmes couramment associés aux systèmes d'exploitation conventionnels.





## 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

### •Avantage de l'API: Communication

- **Communication entre API et Périphériques:** Les API reçoivent des signaux de capteurs, envoient des commandes aux actionneurs et interagissent avec les IHM pour afficher les informations de production et piloter le système.
- **Communication entre API:** Dans une usine, plusieurs API peuvent être interconnectés pour travailler ensemble via des réseaux industriels.
- **Communication entre API et Systèmes Informatiques:** Les API peuvent être reliés à des systèmes comme **SCADA** pour la supervision, la surveillance et la gestion en temps réel des installations.

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

## •Avantage de l'API: Communication

- Les API assurent une communication efficace avec les capteurs, actionneurs, autres API et systèmes informatiques via divers protocoles industriels, optimisant ainsi le contrôle, la supervision et l'interconnectivité des processus automatisés.



**Module de communication intégré et séparé dans l'API Siemens**

# 1.4 Introduction aux automates programmables industriels (API)

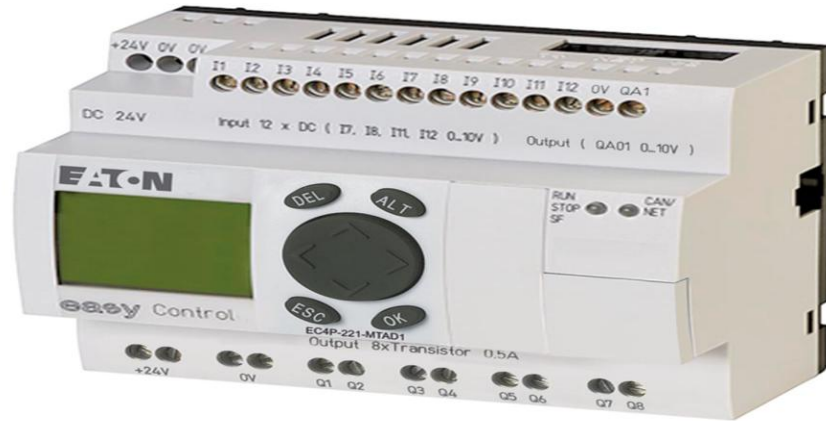
## Principales marques d'API



# 1.5 Composant d'un API

# 1.5 Composant d'un API

## Type des APIs



**API Compact**

un automate avec une structure intégrée et des composants fixes, adapté pour des applications simples où l'espace et le coût sont des facteurs importants.



**API modulaire**

un automate flexible composé de plusieurs modules indépendants, permettant d'ajouter ou de retirer des fonctions en fonction des besoins spécifiques de l'application.

## 1.5 Composant d'un API

- **API compacte**

**Avantage:**

- ❖ Être petite et facile à utiliser.
- ❖ Rapide à mettre en service.
- ❖ Pas cher.

**Inconvénient:**

- ❖ Ils sont très limités en termes de puissance de calcul.
- ❖ Limité en nombre d'entrées et de sorties.



## 1.5 Composant d'un API

- **API modulaire**

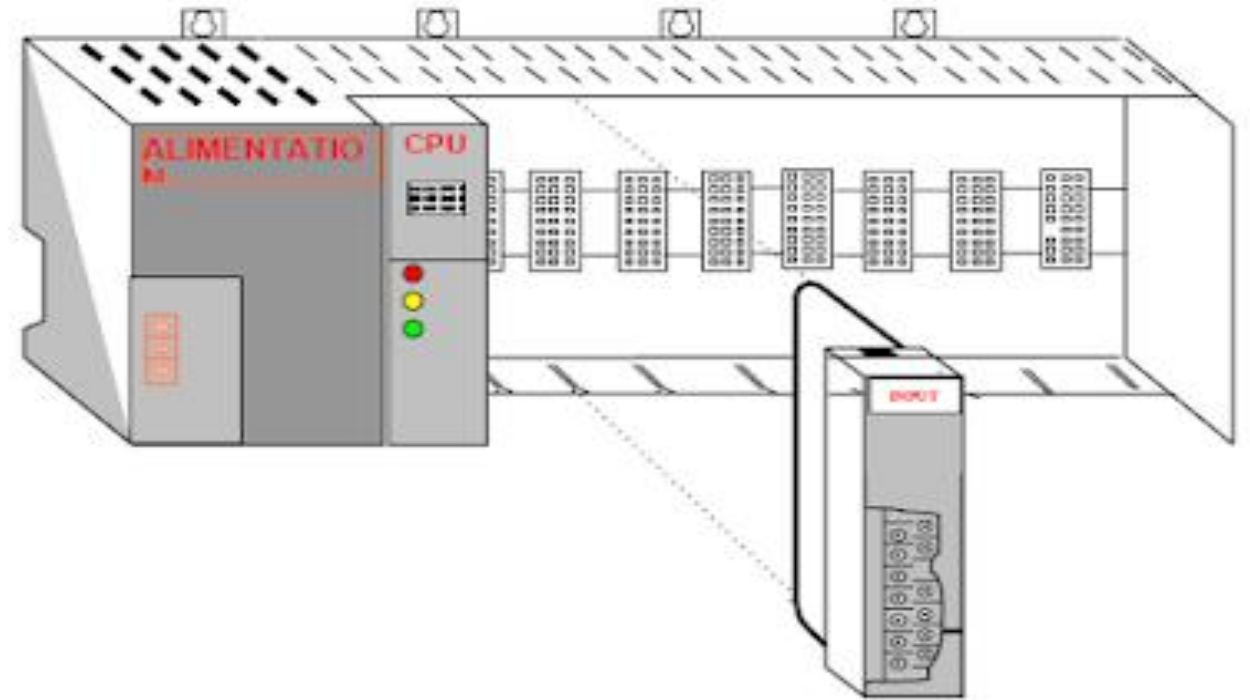
**Avantage:**

- ❖ **Ajouter ou supprimer des modules.**

**Inconvénient:**

- ❖ **Indispensables sur des systèmes complexes qui demande un traitement d'information plus important.**

- ❖ **Très cher.**



## 1.5 Composant d'un API

- **API safety**

L'API Safety conçus pour assurer la sécurité des machines et des opérateurs, en intégrant des fonctionnalités de surveillance, d'arrêt d'urgence et de gestion des risques conformément aux normes de sécurité industrielles.





# 1.5 Composant d'un API

Les composants typiques d'un API incluent:

- **Unité centrale de traitement (CPU)**: Gère le traitement des données, l'exécution des programmes et la logique de contrôle du système automatisé.
- **Modules d'entrées/sorties (E/S)**: Interfaces qui permettent à l'API de recevoir des informations externes (entrées) et de contrôler des dispositifs (sorties), comme des capteurs et des actionneurs.
- **Alimentation**: Fournit l'énergie nécessaire pour faire fonctionner l'API et ses composants.
- **Module de communication**: Permettent à l'API de se connecter à d'autres systèmes, dispositifs ou réseaux via des protocoles industriels (Modbus, Profibus, Ethernet, etc.).
- **Outils de programmation**: est un logiciel utilisé pour développer, tester, et déployer des programmes de contrôle sur l'API.

# 1.5 Composant d'un API

## Outils de programmation: Ordinateur (PC)

- Un ordinateur utilisé pour l'API joue un rôle central dans le développement, la gestion, la modification et le contrôle des systèmes automatisés.
- L'ordinateur sert de plateforme pour installer des logiciels de programmation spécifiques (ex. TIA Portal, Studio 5000, CoDeSys) qui permettent de développer des programmes pour les API.
- Il est connecté à l'API via différents moyens comme Ethernet, USB ou RS-232, selon les spécifications de l'automate (fabriquant).
- L'ordinateur peut être utilisé pour simuler le programme de l'API avant de le transférer sur l'automate réel. Cela permet de tester et d'optimiser la logique sans risquer de perturber le fonctionnement du système.
- Une fois le programme développé et testé sur l'ordinateur, il peut être téléchargé dans la mémoire de la CPU de l'API via une connexion physique ou réseau.
- La communication entre l'API et le PC se fait généralement via un adaptateur RS232/USB (comme pour le Siemens Simatic S7 300) ou une connexion Ethernet.

# 1.5 Composant d'un API

Outils de programmation: Ordinateur (PC)



**Adaptateur RS 232/USB**



**Cable RS 232**

# 1.5 Composant d'un API

## Outils de programmation: Logiciel de programmation

The screenshot displays the Siemens TIA Portal S7 300 software interface. The main window shows a ladder logic program for a motor control system. The program is organized into two networks:

- Network 1:** A normally open contact labeled "%I0.0 \*Start\*" is connected to a normally closed contact labeled "%I0.1 \*Stop\*". This network is connected to a coil labeled "%Q0.0 \*Motor\*".
- Network 2:** A normally open contact labeled "%M0.0 \*Send\*" is connected to the EN (enable) input of a MOVE instruction block. The MOVE block has an IN input labeled "%MW1 \*Input\*" and an OUTI output labeled "%MWB \*Output\*".

The interface includes a Project tree on the left, a menu bar at the top, and a right-hand pane with various toolbars and instruction lists. The status bar at the bottom indicates "Loading completed (errors: 0; warning...)".

Logiciel de simulation d'API Siemens: Tia portal S7 300

# 1.5 Composant d'un API

## Outils de programmation: Logiciel de programmation

Language de programmation sous Tia Portal

1. **Ladder** ou langage contact.
2. **Grafcet** ou SFC (Sequential Function Charts).
3. **Logigramme** ou FBD (Function Block Diagram).
4. **Instruction List** (IL).
5. **Structured Text** (ST).

# Reference:

- Bolton, W. (2009) Programmable Logic Controller. 5th Edition, Newnes, Oxford.
- Brixi Nigassa, MA. Cours sur les automates programmables industrielles API.
- Frank ,D, Petruzella. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS. 4th Edition, McGraw Hill.
- Frank, D, Petruzella. Programmable logic controllers, Fifth edition. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2017.
- Ridha,M. Methodes de programmation des API. Chapitre 2.