

Université de djillali Bounaama Khemis Miliana
Faculté des Sciences et de Technologies
Département de Génie Electrique

Master 1
Electrotechnique

Cours
Technologie en Automatique Industriel

Chapitre 1
Généralités sur l'automatisme et les systèmes de production
industriels

Enseigné par : Mme KARA MOSTEFA. C

Année Universitaire : 2019 / 2020

1.1. GENERALITES SUR L'AUTOMATISME

1.1.1. DEFINITION :

Automatique : ensemble des disciplines scientifiques et des techniques utilisées pour la conception et l'emploi des dispositifs qui fonctionnent sans l'intervention d'un opérateur humain.

On peut revenir sur les trois expressions soulignées de cette définition.

1. disciplines scientifiques : ceci suggère que l'Automatique requiert quelques activités théoriques afin de réaliser : – une modélisation mathématique d'un dispositif. – une analyse de ses propriétés sur la base du modèle. – la conception d'une loi de commande toujours sur la base du modèle.

2. conception et emploi de dispositifs : ceci relève en fait de la mise en œuvre pouvant faire intervenir des disciplines telles que l'électronique, l'informatique...

3. sans l'intervention d'un opérateur humain : cette dernière expression fait apparaître la notion de systèmes automatisés qui permettent : – d'améliorer les performances d'un dispositif, son confort (exemples : climatisation, direction assistée). – d'améliorer la sécurité (exemples : pilote automatique, freinage ABS).

A. MOTIVATIONS :

- ❖ Les systèmes automatisés remplacent l'homme dans des opérations dangereuses répétitives ou pénibles (robot aspirateur, boîte de vitesse automatique, pilote automatique, allumage automatique des phares).
- ❖ Les systèmes automatisés permettent d'augmenter la précision et la productivité.

B. OBJECTIF :

L'objectif de l'automatique est d'étudier le comportement du système (ce qu'il fait) en fonction de l'évolution du système (consignes, informations), de l'environnement extérieur et du temps.

C. METHODOLOGIE :

En Automatique, la méthodologie utilisée peut se diviser en plusieurs étapes qui sont les suivantes :

1. Cahier des charges : l'automaticien doit prendre connaissance du problème et des diverses spécifications. Il doit, à cette occasion, clairement définir le système (avec ses entrées et ses sorties) et les performances attendues pour ce dernier.

2. Modélisation : l'automaticien doit décrire le comportement du procédé (c'est-à-dire le système en boucle ouverte) grâce aux lois de la physique et obtenir un ensemble d'équations algébriques et différentielles. Ensuite, il doit reformuler celles-ci de manière à obtenir un modèle classique en Automatique (une fonction de transfert par exemple).

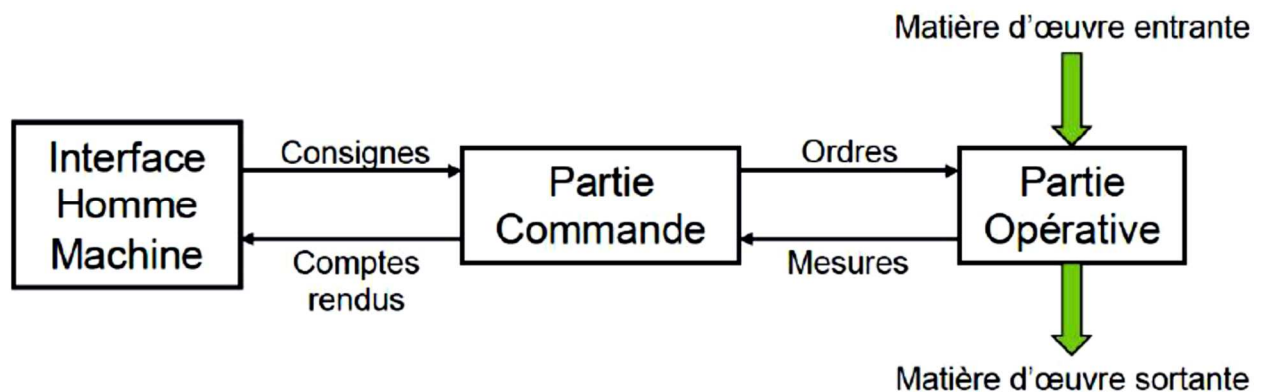
3. Analyse : il convient dans cette phase d'utiliser des techniques de l'Automatique pour juger des performances du système (stabilité, temps de réponse, oscillations, précision...) à partir du modèle.

4. Synthèse : la dernière phase consiste à concevoir une loi de commande c'est-à-dire une boucle "intelligente" qui confère au système ainsi bouclé les performances souhaitées si cela est possible.

1.1.2. STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE :

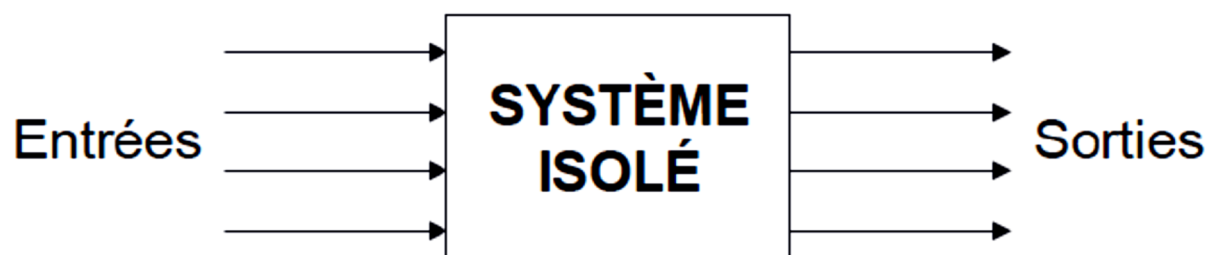
Un système automatisé peut être décomposé en trois grandes parties :

- Une partie opérative (PO) assurant la conversion de puissance et l'action sur la matière d'œuvre.
- Une partie commande (PC) assurant la mesure en continu sur le processus, le traitement des données par comparaison aux consignes et le pilotage de la partie opérative.
- Une interface homme / machine (IHM) permettant de définir les consignes et de surveiller l'évolution.



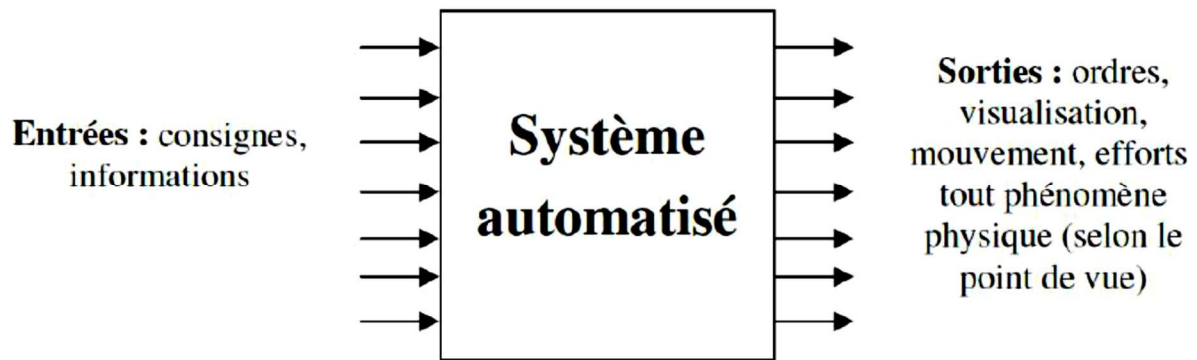
Typologie des entrées / sorties

La zone d'étude (frontière d'isolement) du système étant définie, on peut analyser les flux entrants et sortants du système.



Ces flux entrants et sortants peuvent être de types « énergie », « matière » ou « information ».

En automatisme, on va s'intéresser aux flux d'informations.



Selon le type d'entrées et de sorties et selon la manière dont évoluent les sorties en fonction des entrées, on distingue différentes familles (ou différents points de vue) de systèmes automatisés.

1.1.3. LES DIFFERENTES APPROCHES DE L'AUTOMATISME :

A. LES SYSTEMES LOGIQUES :

On désire étudier le comportement global du système automatisé, et ainsi, décrire l'ordre dans lesquels le système effectue les différentes tâches (actions = sorties).

Alors, toutes les chaînes d'actions et d'acquisition (sorties et entrées) sont représentées par des variables de type logique (signal binaire 0 ou 1).

Chaque grandeur ne connaît que deux états différents, on ne tient pas compte des régimes transitoires : allumé/éteint, ouvrir/fermer, présent/absent, à l'arrêt/en mouvement...

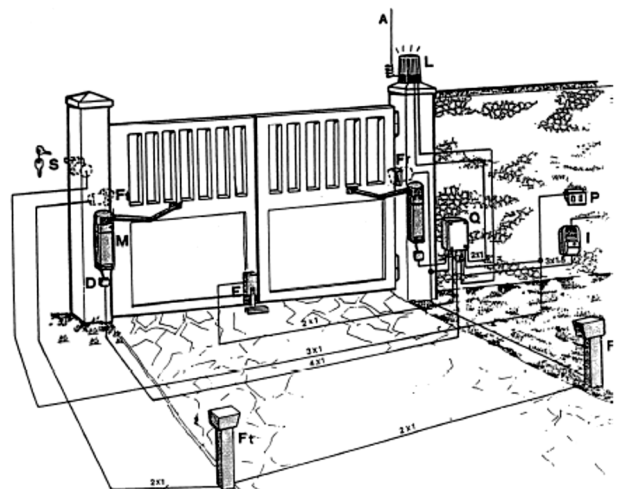
Exemple de système logique :

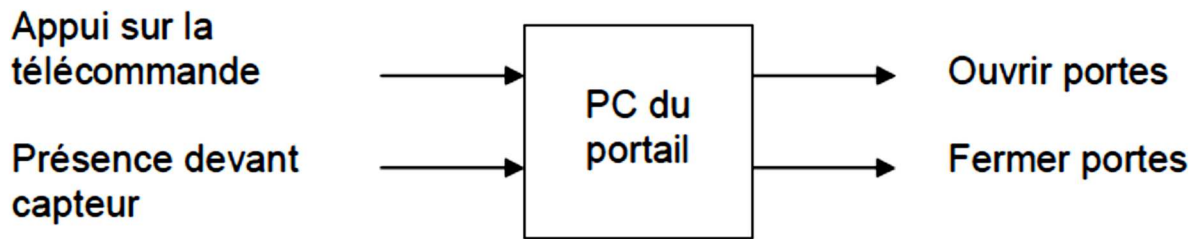
Le portail automatisé.

Pour simplifier, on s'intéresse aux éléments suivants :

- ❖ Les 2 portes
- ❖ Les 2 moteurs
- ❖ La télécommande
- ❖ La cellule photo électrique

Entrées/sorties de la Partie commande (PC) du portail : (les entrées sont les informations, les sorties sont les ordres)





Les entrées et les sorties sont sous la forme tout ou rien (1 ou 0) (vrai ou faux), on les appelle des variables logiques.

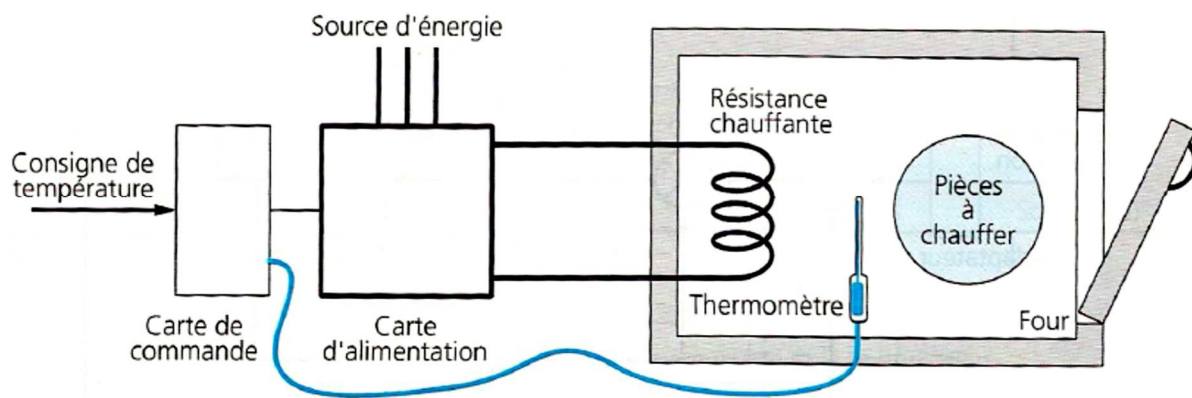
B. LES SYSTEMES CONTINUS :

On désire étudier le comportement temporel d'une seule chaîne d'action.

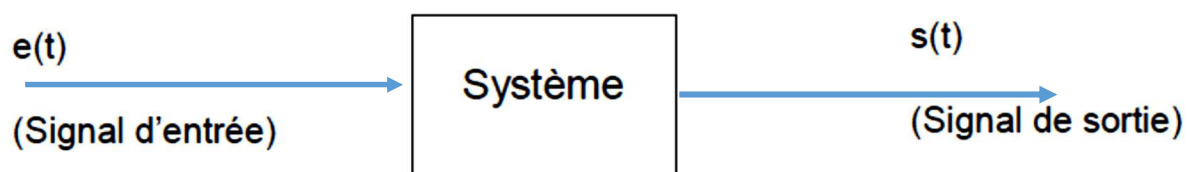
On prend en compte les régimes transitoires.

Les grandeurs d'entrées et de sortie ne sont plus binaires : elles sont analogiques.

Exemple de système continu : un four

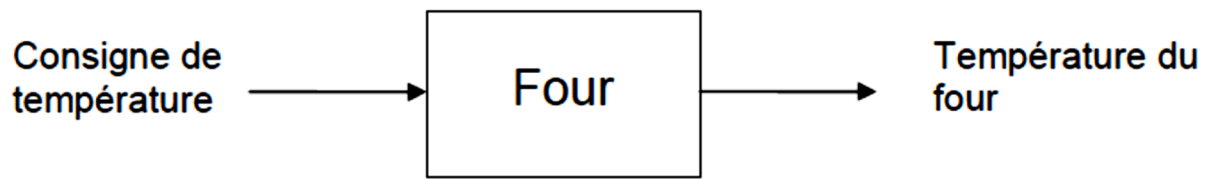


Convention : En automatique, on représente très souvent un système sous forme de bloc.



Remarques : On peut avoir plusieurs signaux d'entrée et de sortie.

Dans le cas du four, on va étudier le signal de sortie en fonction de signal d'entrée.

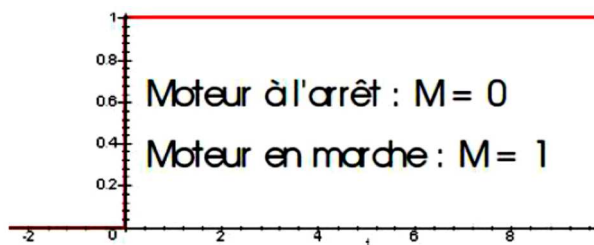


C. EXEMPLE DU MOTEUR ELECTRIQUE :

Aspect logique :

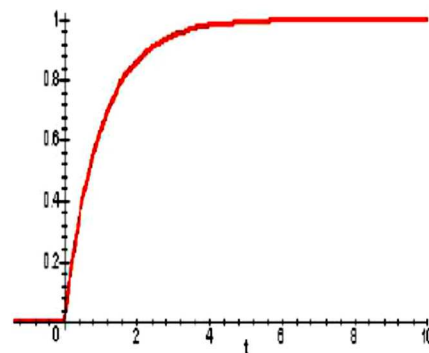
On ne tient pas compte du régime transitoire du moteur.

L'état du moteur peut alors être décrit par la variable M :



Aspect continu :

On tient compte du régime transitoire du moteur.

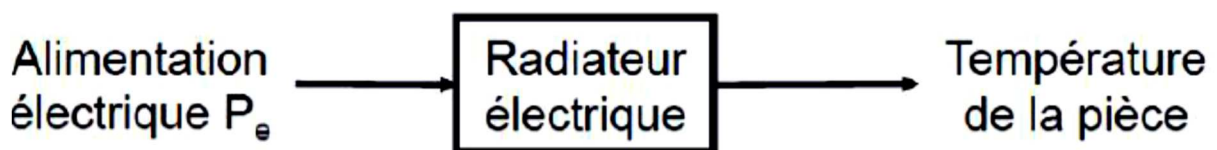


1.1.4. STRUCTURE D'UN SYSTEME ASSERVI :

Un système asservi est un système continu donc la commande a une structure particulière.

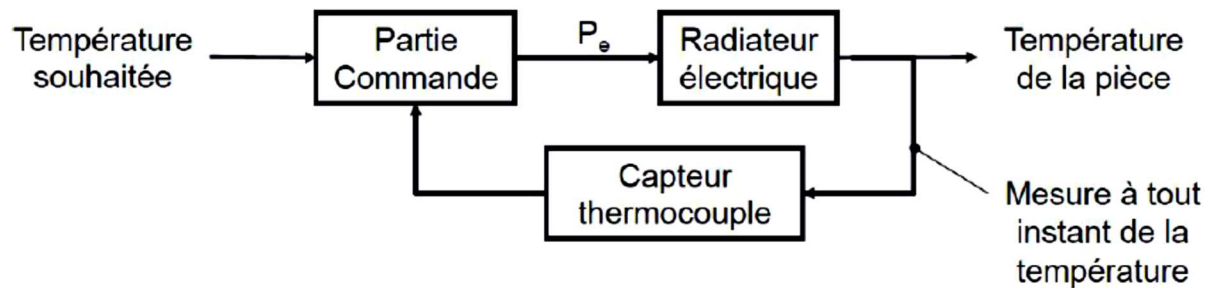
On peut en effet commander un système de deux manières :

➤ EN CHAÎNE DIRECTE :



L'évolution du système est alors naturellement stable (elle ne diverge pas) mais lente et très sensible à l'environnement ... et donc peu performante.

➤ **PAR RETOUR D'INFORMATION (OU EN BOUCLE, OU PAR FEEDBACK) :**

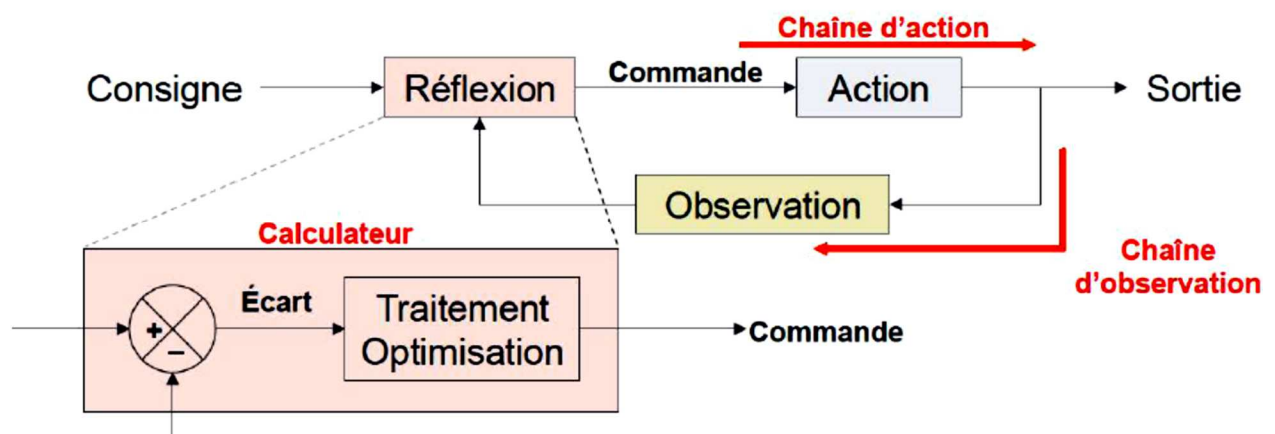


Pour améliorer les performances du système, on mesure en temps réel la sortie et on ajuste la commande du processus commandé.

Structure d'un système asservi

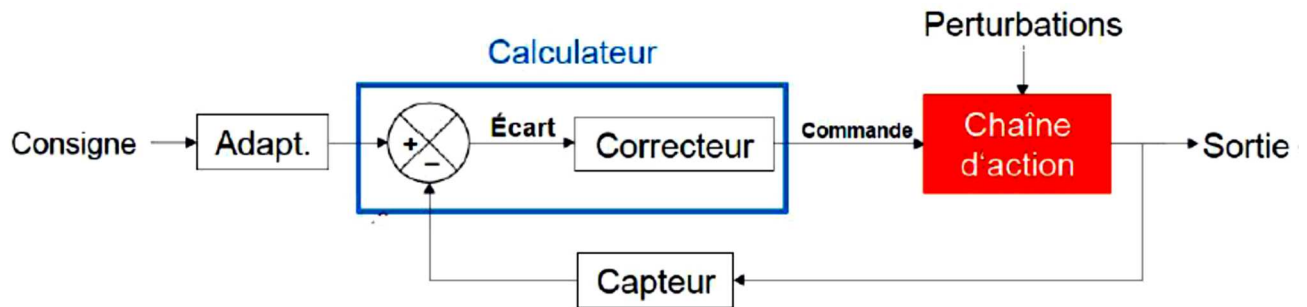
Un système asservi est un système automatisé qui :

- Comporte au moins un capteur permettant l'observation en continu de l'évolution de la sortie.
- Compare en continu l'évolution de l'image de cette sortie et de l'image de la consigne pour créer un signal d'écart.
- Traite le signal d'écart pour modifier en continu le signal commande afin d'atteindre l'objectif défini par la consigne.



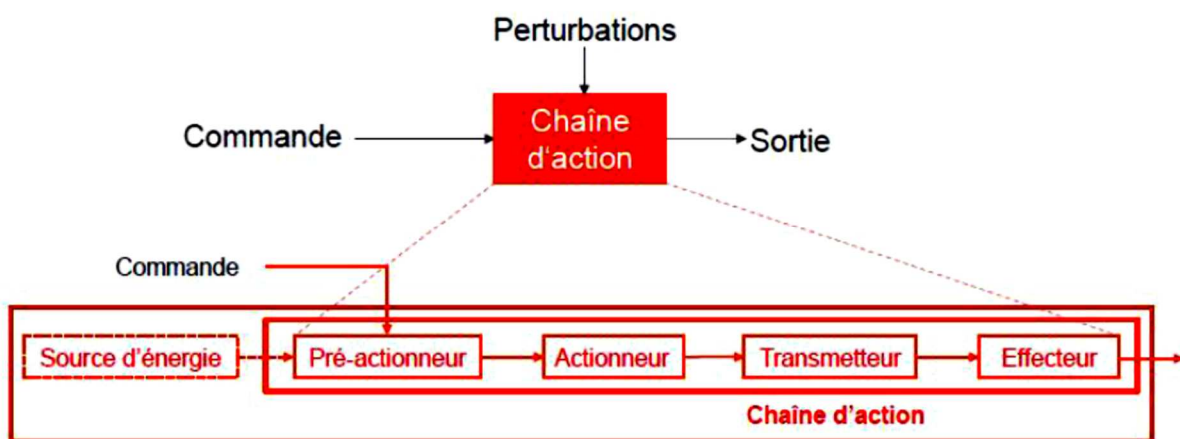
Modélisation par schéma fonctionnel

Le schéma fonctionnel, basé sur la structuration en chaînes fonctionnelles, est utilisé pour modéliser un système asservi.



- **Le capteur** : Il mesure la sortie (la mesure peut se faire en n'importe quel endroit de la chaîne d'action et pas seulement à la fin).
- **Le calculateur** : Il est constitué d'un comparateur et d'un correcteur.
- **Le comparateur** : Il élabore l'écart ϵ entre la consigne et la mesure.
- **Le correcteur** : Il élabore le signal de commande à partir de l'écart afin d'améliorer les performances de l'asservissement.
- **L'adaptateur** : Élément de l'interface homme/machine, il converti la consigne de l'opérateur en grandeurs compréhensibles par le calculateur.

La chaîne fonctionnelle correspond à la chaîne d'énergie :



Construction du schéma fonctionnel

Le schéma fonctionnel est une représentation structurée et topographique du système asservi.

On y retrouve donc tout ou partie des éléments des chaînes fonctionnelles :

- Chaîne d'énergie : pré-actionneur, actionneur, etc.

- Chaîne d'information : capteur(s), calculateur, etc.

Sa construction doit se faire « pas à pas » en observant les éléments et leur positionnement relatif. Dans un système, certains éléments sont assez faciles à repérer ... d'autres moins !

Il existe deux types d'asservissement :

- On parle de régulation lorsque le système asservi est commandé par une grandeur physique constante et qu'il doit maintenir une sortie constante quelles que soient les perturbations qu'il subit (par exemple : une installation de chauffage).
- On parle de système suiveur lorsque la commande (la consigne) varie dans le temps. Le système doit ajuster en permanence le signal de sortie au signal d'entrée (exemple : un robot, un radar de poursuite, une imprimante).

1.2. GENERALITES SUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION INDUSTRIELS :

Les systèmes de production industriels dirigent les opérations des lignes de production comme : Quantité, Prix, Qualité, Délai ;

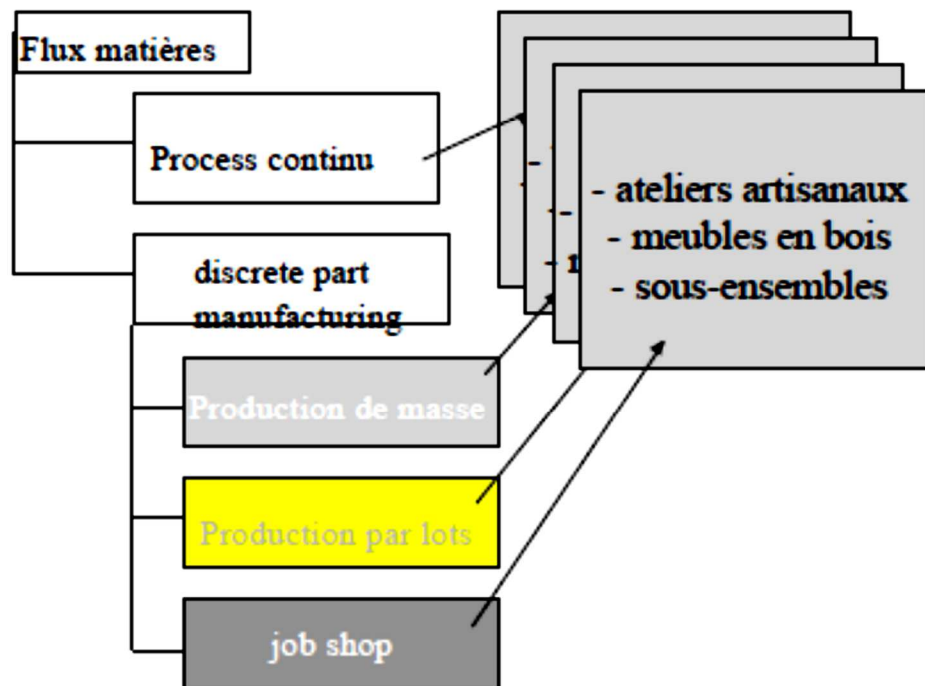
Ainsi que leurs facteurs principales comme :

- La structure : le nombre et la nature des éléments.
- L'organisation : interaction entre les éléments.
- Les flux de fonctionnement

La mise en service des installations dont il assure les flux de production et le fonctionnement sont :

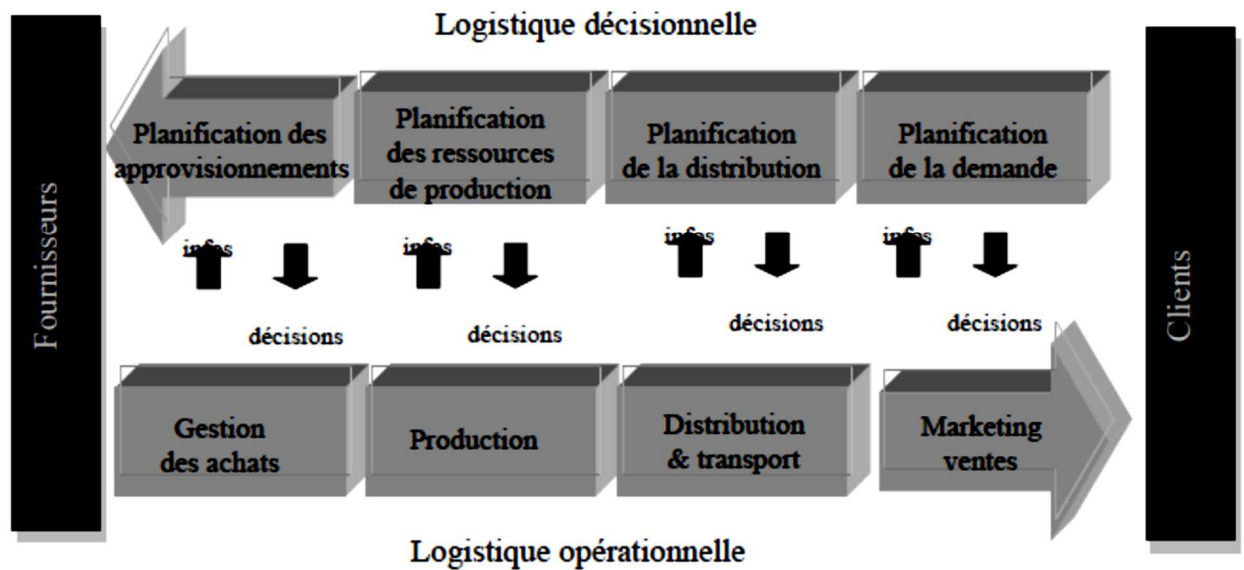
- Interactions entre les éléments = règles de fonctionnement :
 - Flux de matière : nature, débit, volume, délai, déclenchement, etc.

Classification des SP par les flux de matière

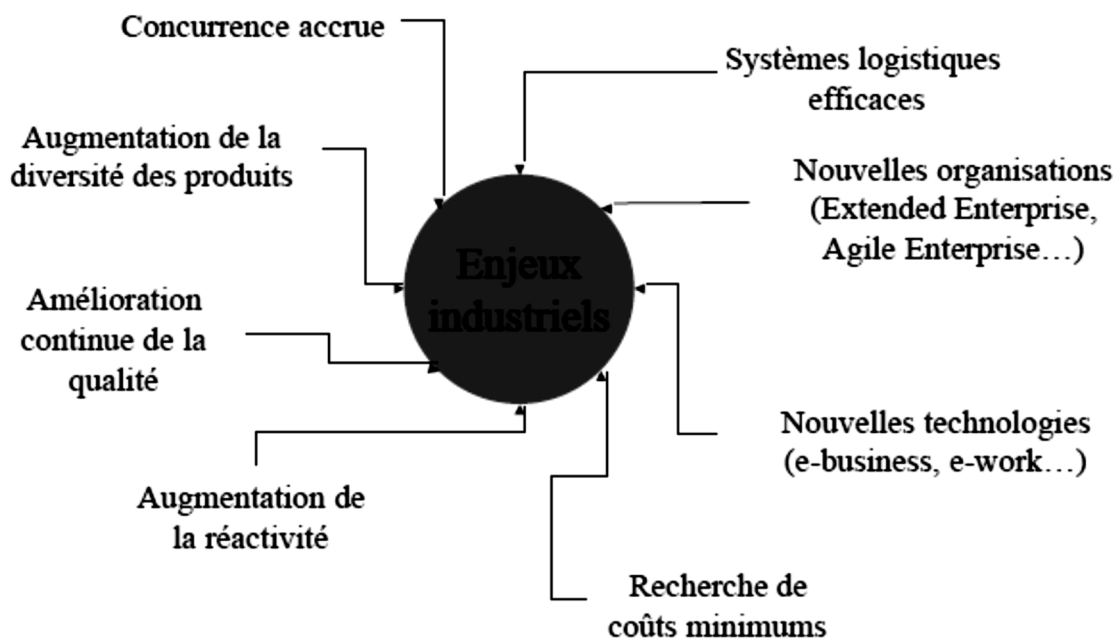


- Flux d'information : nature, fréquence, déclenchement, etc.
- Flux financiers : quantité, fréquence, déclenchement, etc.
- Mais aussi...
 - Les procédures d'échange et de communication.
 - Les règles de gestion inter et intra-systèmes.
- L'organisation évolue de manière discontinue, par étapes ou événements discrets.
- Les flux de fonctionnement évoluent de manière continue, en temps réel (réalité des systèmes industriels).

Le système logistique



Contraintes et enjeux



1.2.1. MISSION PRINCIPALE DU SYSTEME DE PRODUCTION INDUSTRIEL

Le système de production industriel met en service des installations et coordonne l'activité de sa ligne de production. Le système de production industriel encadre un groupe d'opérateurs et assure le bon fonctionnement des machines.

PROCESSUS DE PRODUCTION INDUSTRIEL :

Il est formé par un ensemble d'actions élémentaires :

- **Opération** : action de transformation ajoutant de la valeur. Cette action sera faite à travers les : machines, outillages, opérateurs, inspecteurs,...etc.
- **Transport** : action de déplacement agissant sur la localisation de la matière. Cette action nécessite : chariots, convoyeurs, robots, ...etc.
- **Stockage** : action d'attente ou de non-flux. Cette action est représentée par : magasins, en cours, magasiniers,...etc.

Ces trois actions nécessitent un dimensionnement : le combien ? la capacité ? le temps ?....

- **Transaction** : action de modification des données de gestion.

L'accomplissement de ces actions rencontre plusieurs contraintes substituées par :

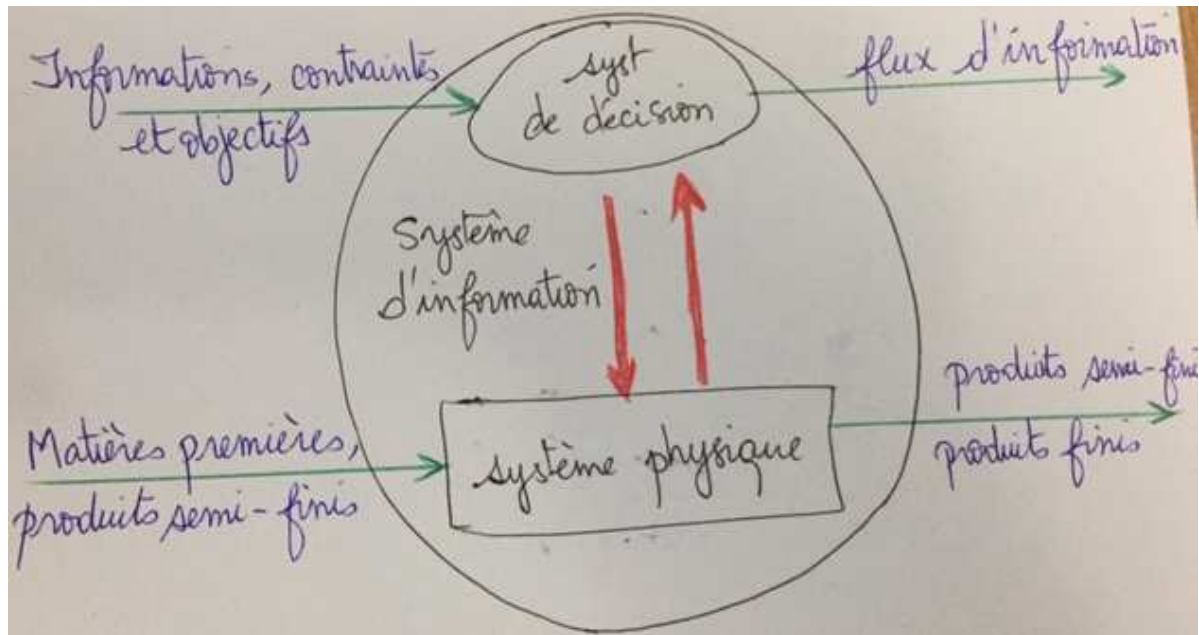
- Gamme et nomenclatures.
- Durée d'usinage et vitesse de moyens de transport.
- MTTF (Mean Time To Failure), MTBF (Mean Time Between Failure).
- Capacité de stockages.

CARACTERISTIQUES DE GESTION DE SYSTEMES DE PRODUCTIONS :

- Grand nombre de processus (fabrication, transport, stockage,...).
- Forte interaction entre éléments (employés, ressources, stocks,...).
- Manque d'information pour la gestion (marché, fournisseurs, concurrences,).
- Phénomènes aléatoires (pannes, arrivée des approvisionnements).
- Nature incertaine des décisions à prendre (pas de règle unique et claire).
- Grande variété et hétérogénéité des critères d'appréciation.

NOTION DE CADRE CONCEPTUEL :

- Faciliter la compétence du système à partir de son modèle.
- Structurer l'ensemble par sa synoptique.



ELEMENT DU CADRE CONCEPTUEL :

- **Système physique de production** : ensemble de fonction ayant pour but la transformation des matières en produits.
- **Système de décision** : modifie l'évolution du système physique en fonction de l'objectif, de l'environnement, du comportement du système physique, etc.
- **Système d'information** : collecte, transmet, traite et mémorise les informations, données et décisions.
- **Système de décision + système d'information** : forme le système de gestion de production qui élabore et transmet les décisions.

1.2.2. ACTIVITES DE SYSTEME DE PRODUCTION INDUSTRIEL

- Assure la conduite d'installations de production
- Anime un groupe d'opérateurs de production.
- Réalise la maintenance.
- Participe à l'amélioration de la production.

1.2.3. COMPETENCES DES SYSTEMES DE PRODUCTION INDUSTRIELS

- Suit et contrôle le flux de production et la qualité ou système de production ainsi d'organisation des moyens nécessaires.

- Accompagne le personnel de production dans la mise en place des plans d'actions
- Assure la maintenance préventive et/ou curative.
- Identifie des sources d'amélioration et formule des propositions.

1.2.4. COMPETENCES TRANSVERSES DES SYSTEMES DE PRODUCTION INDUSTRIELS

- Maîtrise les logiciels de Fabrication Assistée par Ordinateur FAO.
- Maîtrise les logiciels de Gestion de Production Assistée par Ordinateur GPAO.
- Maîtrise les logiciels de Gestion Intégrée PGI, Enterprise Resource Planning ERP
- Apporte un appui technique aux services qualité, maintenance et méthodes.
- Sensibilise les équipes à la démarche et au respect des procédures HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement).

1.2.5. CONSEQUENCES

- Influence des variables de décisions sur les performances difficiles à prédire.
- Comportement non linéaire des systèmes.
- L'optimisation d'un système n'est pas réductible à un ensemble d'optimisations élémentaire.
- Système difficile à dimensionner et à optimiser (nécessité d'une approche globale).
- Risques d'échecs importants pour les décisions.