

Sûreté de Fonctionnement des Systèmes Automatisés

Chapitre I

Présentation des Systèmes Automatisés

Objectif :

- Structurer la démarche de découverte d'un SA.
- Connaître les outils de description d'un SA.
- Identifier les composants d'un SA.
- Identifier la fonction de chaque partie d'un SA.
- Connaître les modes de fonctionnement d'un SA.
- Identifier les boucles de fonctionnement d'un SA

Plan :

- I – Exemples de SA.
- II – Description Fonctionnelle d'un SA.
- III – Chaîne Fonctionnelle de Commande d'un SA.
- IV – Les Modes de Fonctionnement d'un SA.
- V – Les Enjeux de l'Automatisation.

Références Bibliographiques :

[1] : Les Automates Programmables. Collection Automatisation Production. CEPADUES EDITIONS.

[2] : La Sûreté des Machines et des Installations Automatisées. APAVE – TELEMECANIQUE. SADAVE éditeur.

[3] : Automatique et Informatique Industrielle. Outils de Description. G. Colombari, M. Lauzier. Collection Technologie Industrielle. Editions Foucher.

[4] : Conception des Systèmes. G. Colombari, M. Lauzier. Collection Technologie Industrielle. Editions Foucher.

[4] : Les Automatismes Electropneumatiques et Pneumatisques. P. Bertrand, D. Bouteille, R. Collot, J.C. Garnier, J.F. Hénau. Editions de l'Usine Nouvelle.

I – Exemples de Systèmes Automatisés.

Dans la vie courante ou en situation professionnelle, on rencontre de plus en plus de systèmes automatisés (SA) et l'on peut citer pelle mêle :

- les distributeurs de boissons chaudes et/ou froides.
- les photocopieurs, les fax,...
- les magnétoscopes et caméscopes...
- les machines à laver le linge ou la vaisselle...
- les avions, fusées et autres satellites...
- les robots industriels ou d'exploration.
- les systèmes de chauffage régulé...
- les portails automatiques...
-

Bien que les applications des ces systèmes soient très variées, il existe 2 approches qui permettent d'analyser les systèmes automatisés :

- Approche Fonctionnelle : Quelle fonction doit remplir le système et chacune de ses parties ?
- Approche Structurelle : Comment sont réalisées et reliées chacune des parties ou composantes du système ?

Ces deux approches sont complémentaires et doivent être menées en parallèle pour appréhender efficacement un SA.

II – Description Fonctionnelle d'un SA :

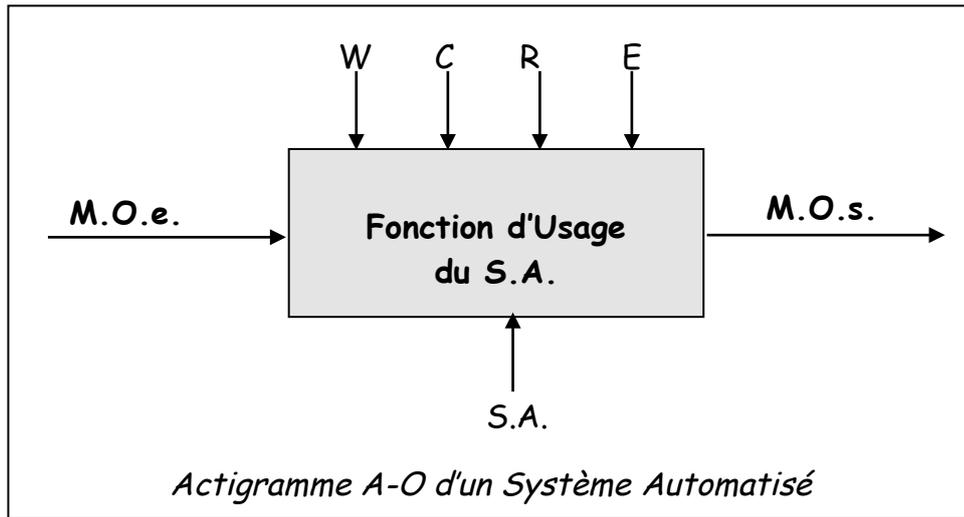
1 – Fonction Globale d'un SA.

Cette approche permet de répondre à la question **pourquoi** le SA est conçu ? Elle s'appuie sur la définition des éléments suivants :

- **La Matière d'Œuvre (M.O.)** qui désigne ce sur quoi œuvre ou agit le SA.
- **La Fonction** qui désigne le rôle du SA. **Apporter une Valeur Ajoutée (V.A.) à la Matière d'Œuvre.**

$$M.O.s = M.O.e + V.A.$$

Le résultat global de cette analyse fonctionnelle est représenté sous la forme d'un graphique appelé *Actigramme de niveau A-0* :

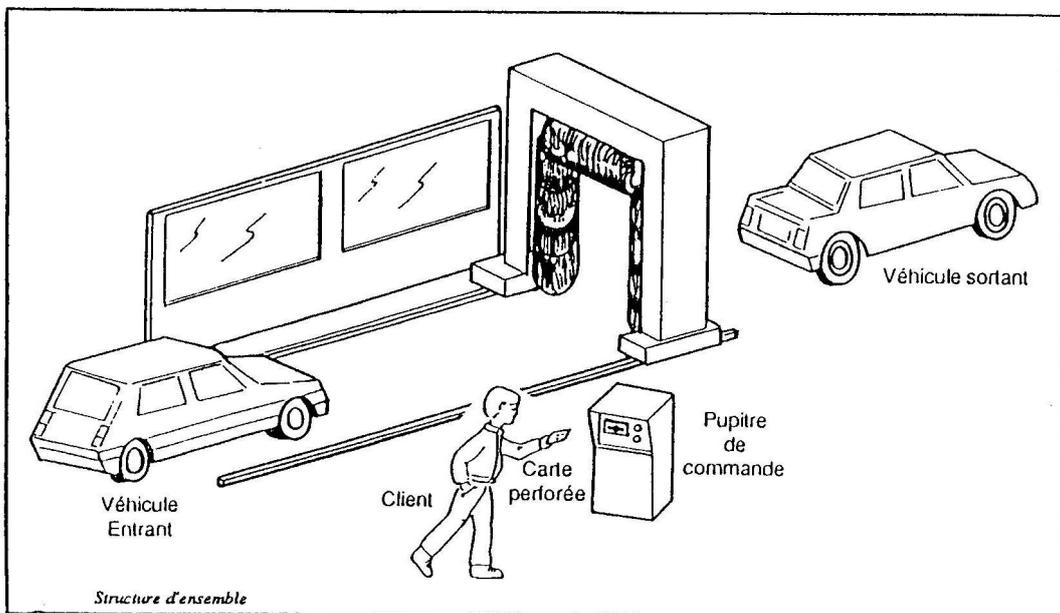


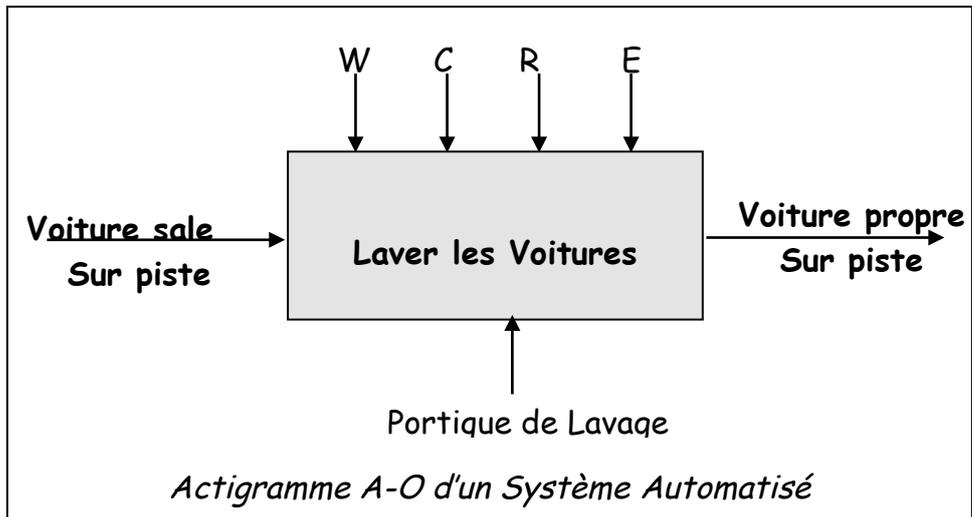
Avec les contraintes d'utilisation du système qui sont les suivantes :

- W : Contraintes Energétiques.
- C : Contraintes de Configuration.
- R : Contraintes de Réglage.
- E : Contraintes d'Exploitation.

Exemple 1 :

L'application de cette approche au système suivant permet de préciser ce pourquoi le SA a été réalisé :



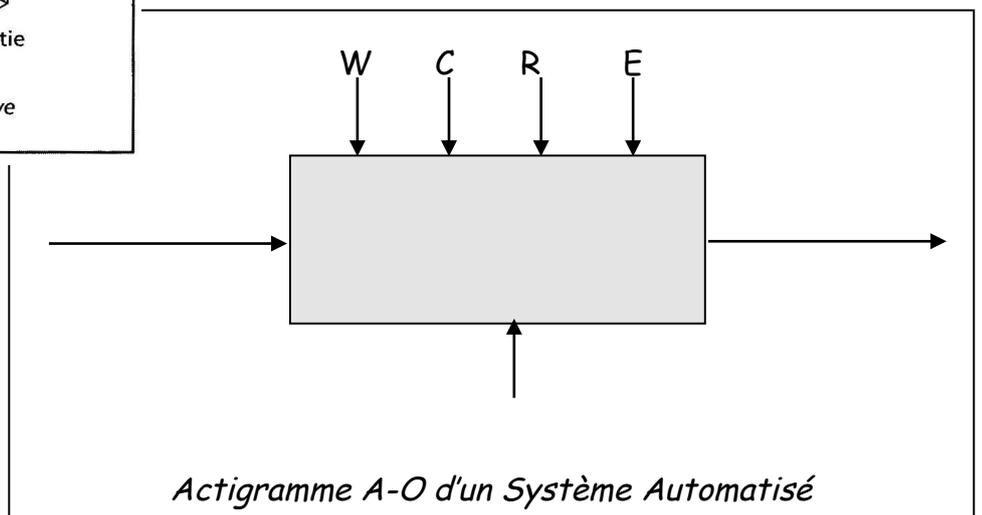
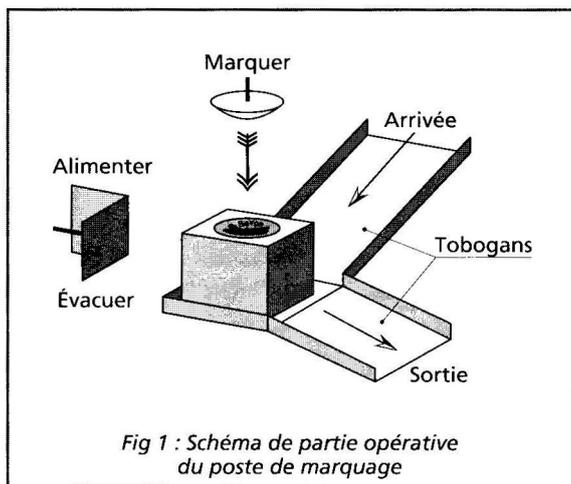


Contraintes d'utilisation du système :

- W : Energie électrique à fournir au SA.
- C : Programmes de lavages.
- R : Réglage des durées, quantités, vitesses, positions initiales,...
- E : Choix du lavage, ordres de marche et d'arrêt.

Exemple 2 :

Compléter l'Actigramme de niveau A-0 du système suivant.

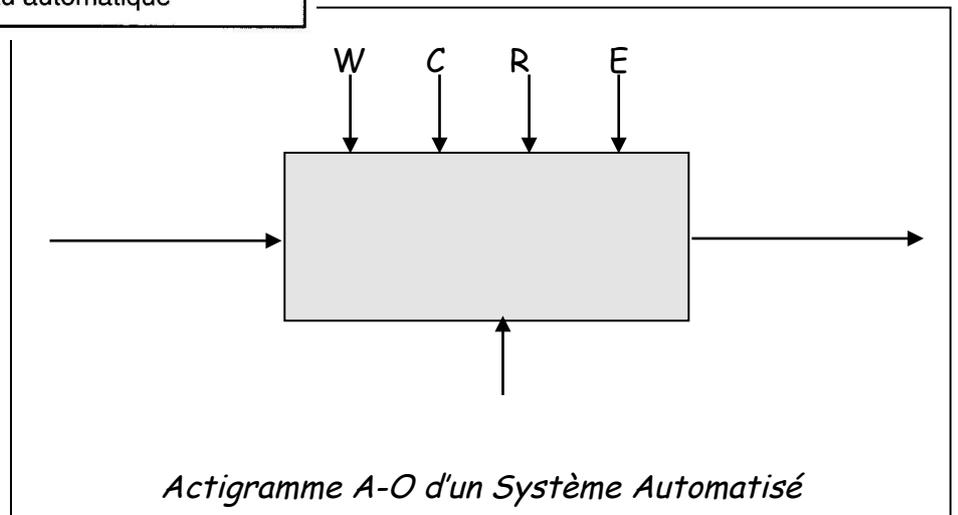
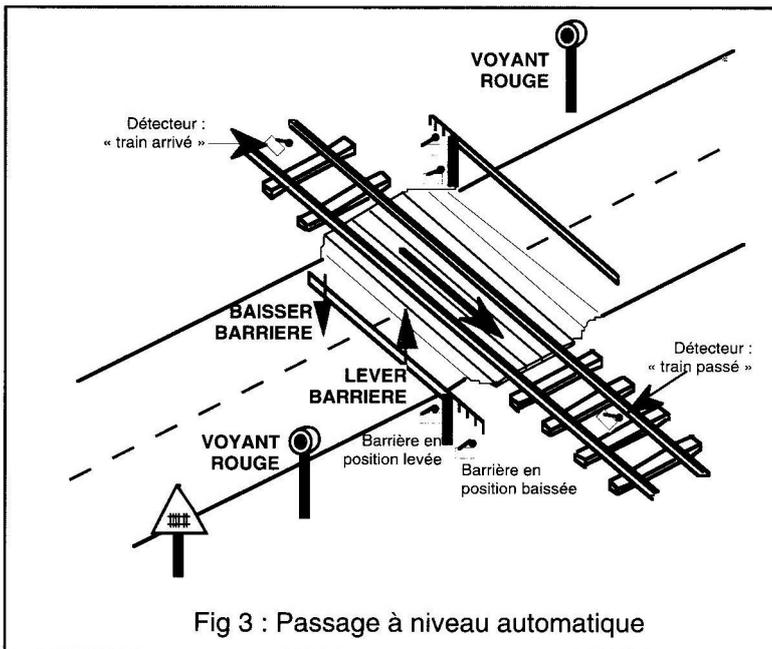


Contraintes d'utilisation du système :

- W :
- C :
- R :
- E :

Exemple 3 :

Compléter l'Actigramme de niveau A-0 du système suivant.

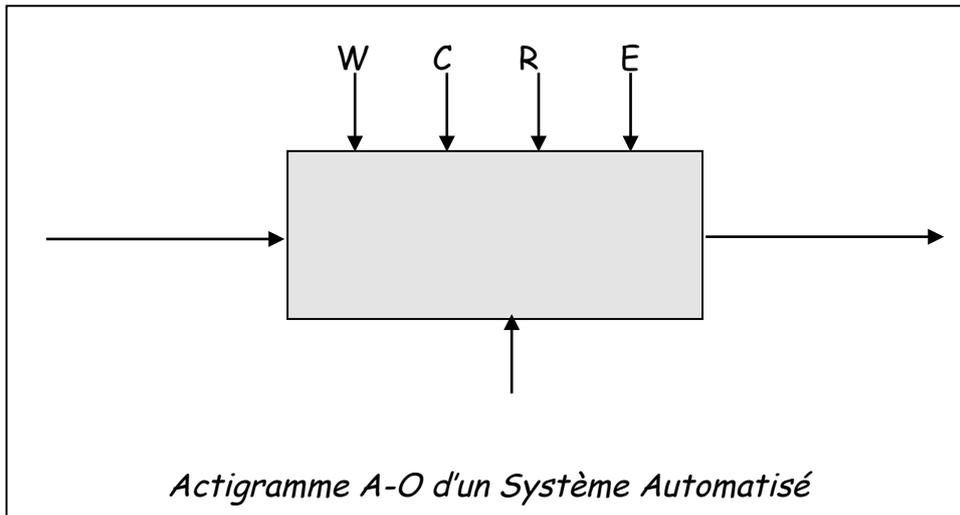
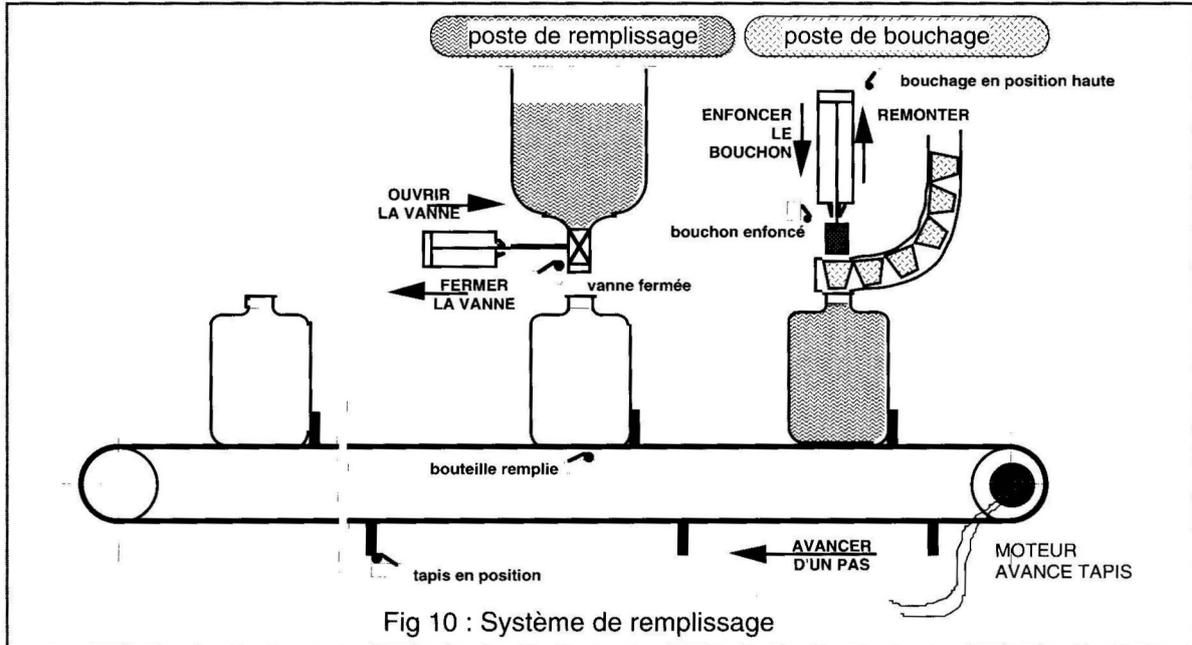


Contraintes d'utilisation du système :

- W :
- C :
- R :
- E :

Exemple 4 :

Compléter l'Actigramme de niveau A-0 du système suivant.



Contraintes d'utilisation du système :

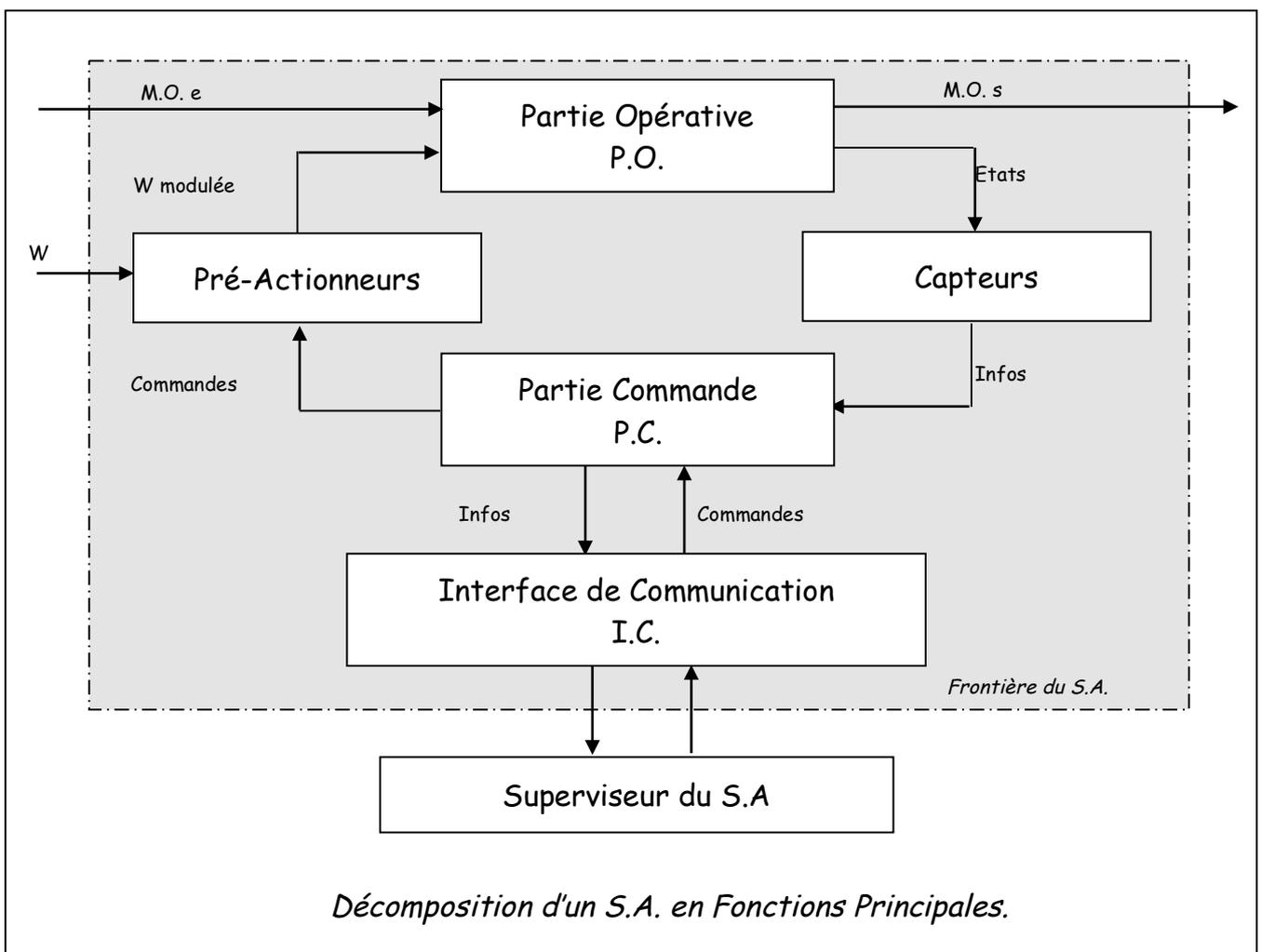
- W :
- C :
- R :
- E :

2 – Enchaînement des Sous Fonctions d'un S.A.

L'analyse fonctionnelle globale permet de définir pourquoi le SA existe (fonction d'usage). Si l'on veut ensuite le réaliser, il est presque systématiquement nécessaire de faire appel aux sous fonctions suivantes :

- Positionner, Maintenir, Percer, Arroser, => Rôle de la **Partie Opérative**.
- Mesurer, Détecter, Convertir, ... => Rôle des **Capteurs**.
- Commander, Synchroniser, Rythmer, => Rôle de la **Partie Commande**.
- Relayer, Amplifier, Moduler,... => Rôle des **Pré Actionneurs**.
- Communiquer le superviseur,... => Rôle de l'**Interface de Communication**.

Il est alors commode d'utiliser une décomposition des SA en parties réalisant chacune l'un des ensembles de fonctions techniques précédentes. Le schéma qui en résulte est alors le suivant :



Une décomposition de ce type permet d'identifier les sous-ensembles fonctionnels d'un SA.

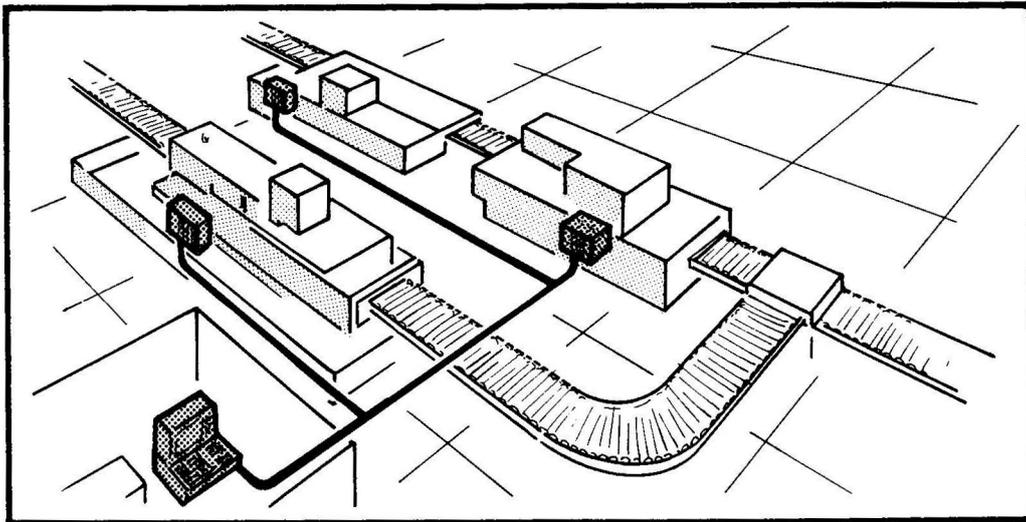
Pour le Portique de lavage il vient :

S.A.	P.O.	P.C.	Capteurs	Pré-Act.	I.C.
Portique de lavage automatique	Piste, rail, portique, balais, pompes, moteurs, ...	Automate sous le pupitre.	Présence, forme du véhicule, débit mètre, chronomètre...	Relais, régules. des pompes et moteurs,...	Pupitre de commande, lecteur de carte perforée

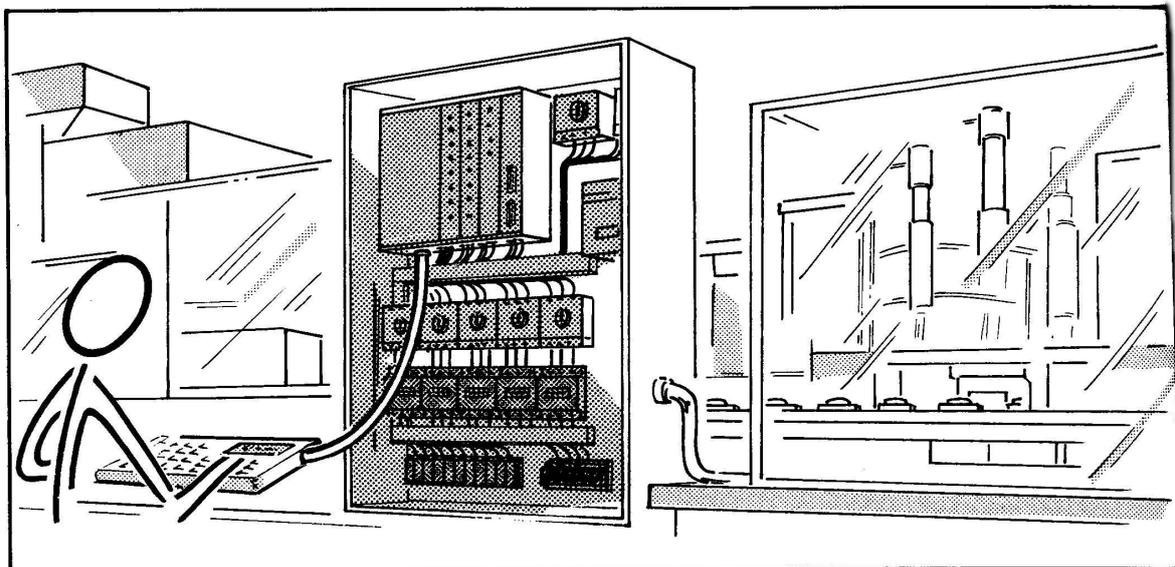
Repasser en couleurs les différentes Parties du SA :

- Rouge : Partie Opérative.
- Bleu : Pré Actionneurs
- Violet : Interface de Communication
- Vert : Partie Commande.
- Jaune : Capteurs.

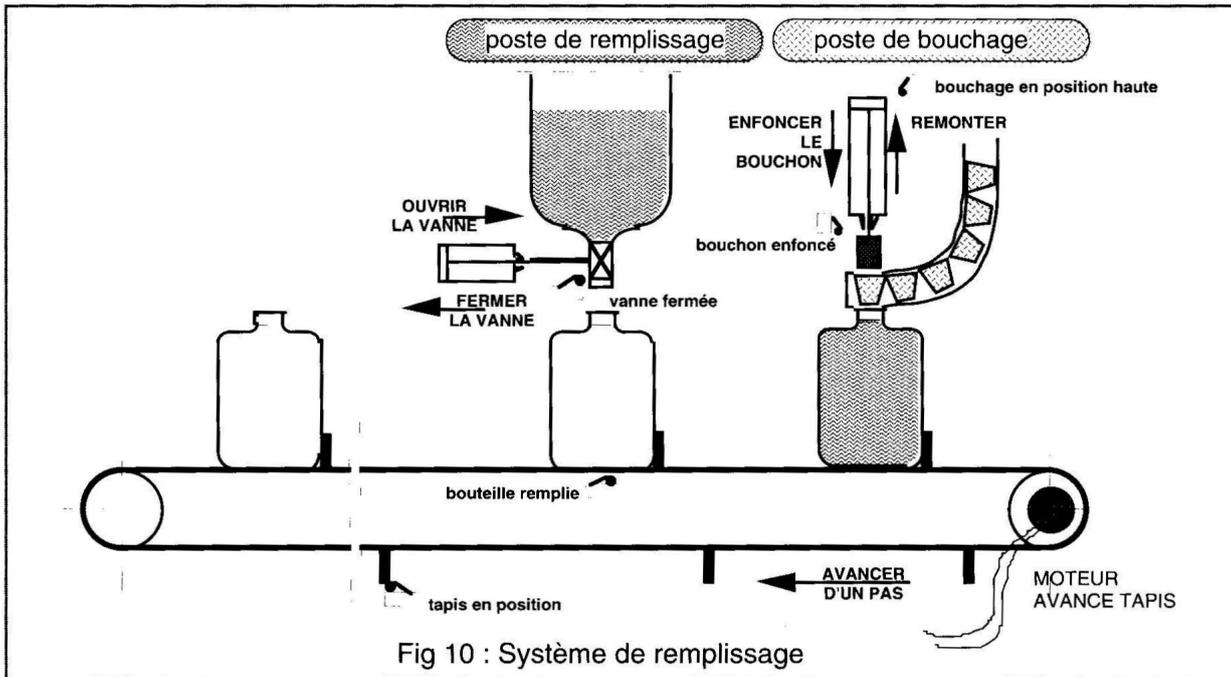
Exemple 4 : Repasser en couleurs les différentes Parties du SA :



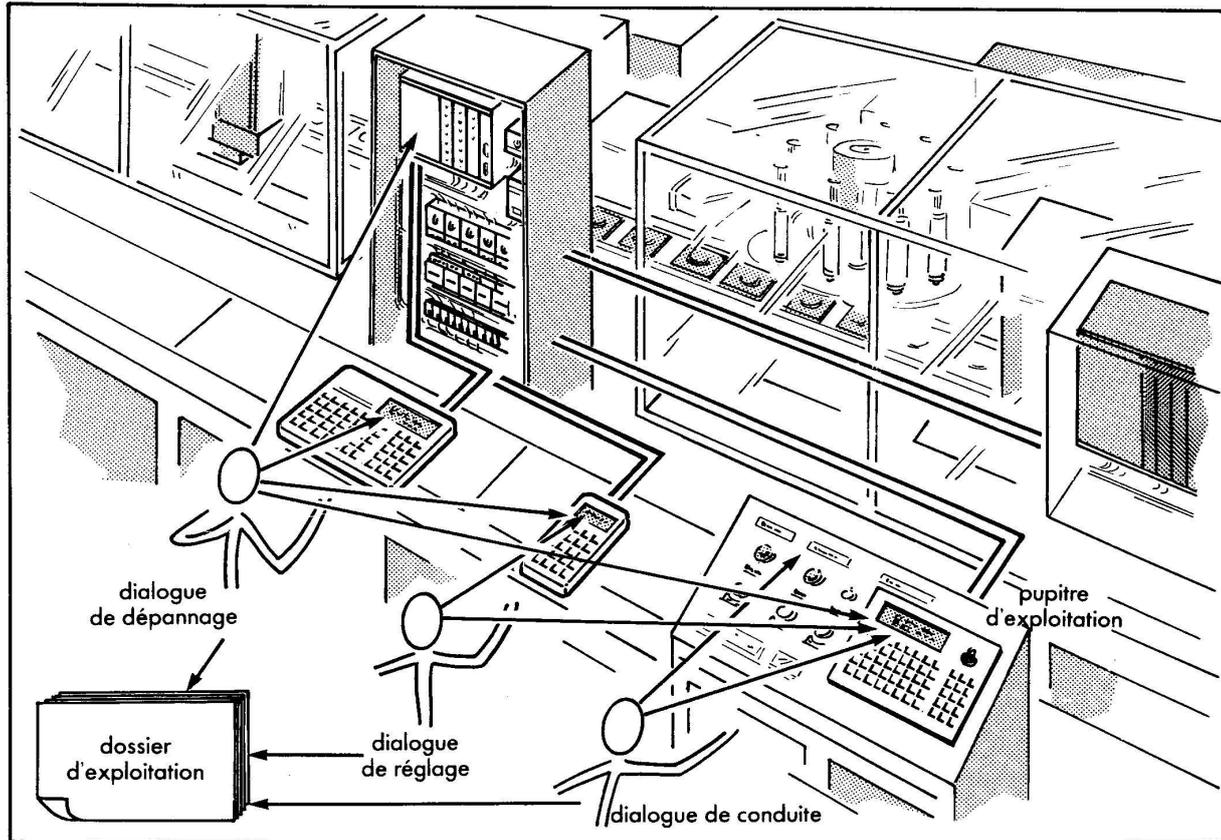
Exemple 5 : Repasser en couleurs les différentes Parties du SA :



Exemple 6 : Repasser en couleurs les différentes Parties du SA :



Exemple 7 : Repasser en couleurs les différentes Parties du SA :



III – TECHNOLOGIES USUELLES DES SYSTEMES AUTOMATISES.

Les technologies les plus employées pour réaliser chacune des parties d'un S.A. sont :

1 – Technologies de la Partie Opérative :

Mécanique : pince, bras, portique, rail, glissière, mandrin, bâti, carter, ...

Hydraulique : vérin, pompes, moteurs, ...

Pneumatique : vérin, compresseurs, moteurs, ventouses, soufflette, ...

Thermique : Moteur à explosion, chauffage, refroidissement,...

Electrique : Moteur électrique, électro-aimant, ...

2 - Technologies de la Partie Commande.

Electrique : carte à microprocesseur, automate programmable industriel, circuits logiques, ...

Pneumatique : cellules logiques, séquenceurs, ...

Hydraulique : cellules logiques, séquenceurs, ...

Mécanique : cames, tambours de programmation, ...

3 – « Technologies » des Capteurs.

Les capteurs et les détecteurs étant des éléments qui fournissent à la P.C. des informations sur l'état de la P.O. et de la M.O., ils sont très souvent constitués d'une combinaison des technologies de la P.O. et de la P.C. De plus la très grande variété des phénomènes physiques exploités par les capteurs rend leur classification technologique complexe. Il est plus souvent utilisé une classification par grandeur physique mesurée par le capteur.

- **Température** : thermocouple, thermomètre à mercure (interdit), caméra infrarouge, ...

- **Position** : détecteur de proximité, détecteur à contact, codeurs, ...

Vitesse : tachymètre, radar, ...

Accélération : piedzo électrique, pendule, ...

Temps : horloge à quartz, chronomètre,

...

4 – « Technologies » des Pré-Actionneurs.

Les pré-actionneurs sont les éléments qui modulent le flux d'énergie W fournie aux actionneurs de la P.O., en fonction des commandes de la P.C.. Ils sont donc très souvent constitués d'une combinaison des technologies de la P.O. et de la P.C.. Cependant on retrouve régulièrement les mêmes pré-actionneurs :

Electrique : relais, carte d'axe, variateurs de vitesse, ...

Pneumatique : distributeur, limiteur de débit, de pression, ...

Hydrauliques : distributeurs, limiteurs de débit, de pression, ...

Electropneumatique : distributeur et régulateur pneumatique à commande électrique, ...

Electrohydraulique : distributeur et régulateur hydraulique à commande électrique, ...

5 – « Technologies » des Interfaces de Communication.

Les I.C. ont 2 fonctions principales :

- Permettre au superviseur de donner ses ordres au S.A. : Interface d'Entrée
- Permettre au superviseur de s'informer sur l'état du S.A. et de la M.O. : Interface de Sortie.

Interface d'Entrée : clavier, pupitre à boutons, lecteur de K7 ou disquettes, écran tactile, ...

Interface de Sortie : écran, voyant lumineux, alarme sonore, enregistreur de K7 ou disquette, ...

On se rend compte que les technologies les plus utilisées pour réaliser un S.A. sont les technologies mécanique, électriques, pneumatiques, hydrauliques voir thermiques. Ce qui justifie la place prépondérante de celles-ci dans les enseignements de **Génie Industriel et Maintenance**.