

## B. - ÉTUDE DES SYSTÈMES TECHNIQUES INDUSTRIELS

### *B1- Automatique et informatique industrielle*

#### **I. OBJECTIFS DU PROGRAMME D'AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE**

L'automatique est la science des méthodes et démarches permettant l'étude et la réalisation des automatismes industriels.

C'est une discipline qui privilégie l'aspect « système » dans les démarches qu'elle utilise. Elle impose de s'intéresser aux fonctions des objets qui constituent :

- les parties **commande** ;
- les parties opératives ;
- les interfaces de **commande**, de dialogue et de puissance, et aux contraintes physiques, économiques et humaines de l'environnement.

L'informatique industrielle est étroitement associée à l'automatique, dans la réalisation des fonctions caractéristiques des objets de **commande** et de traitement.

L'enseignement de l'automatique et de l'informatique industrielle vise essentiellement à **faire** acquérir aux élèves, par l'assimilation des principaux concepts de base, une formation d'esprit leur permettant de **bien appréhender** le fonctionnement des systèmes automatisés.

Il doit en particulier leur permettre de décrire **avec** une précision **suffisante** les relations et les interactions **entre** le système et le milieu extérieur d'une **part, entre** les constituants de ce système d'autre **part**.

Il s'intéresse aux « modèles » qui décrivent :

- l'évolution temporelle du fonctionnement en réponse aux informations, consignes qu'il reçoit et aux perturbations qu'il subit ;
- l'organisation structurelle et fonctionnelle du système.

Cet enseignement permet l'exploration de quelques solutions technologiques relatives aux constituants qui coopèrent dans l'automatisme.

#### **II. PROGRAMME**

##### **1. Objectifs de l'automatisation des systèmes**

- Coûts et qualité.
- Critères d'exploitation (sécurité, disponibilité, maintenance, ...).
- Flexibilité et évolutivité.

#### **2. Approche structurée des systèmes automatisés**

##### **2.1. Décomposition organisationnelle et temporelle d'un système automatisé**

- Concept de tâche :
  - définition,
  - flux associés (matière d'œuvre, énergie, information),
  - contraintes,
  - moyen(s) associé(s) à une tâche.

##### **2.2. Structuration en fonctions principales d'automatisme**

- 2.2.1. — Fonction « Acquérir des informations ».
  - Fonction « Traiter les informations ».
  - Fonction « Commander la puissance ».
- 2.2.2. — Relations **entre** le système automatisé et son environnement.
  - Fonction « Communiquer » :
    - dialogue homme/machine,
    - communication **entre** systèmes.
- 2.2.3. — **Chaîne** fonctionnelle associée à une fonction opérative ou à une tâche.

#### **3. Représentation de l'information**

##### **3.1. Nature d'une information**

- Caractère d'une information : logique, numérique, analogique.
- Correspondance **entre** le phénomène physique et l'image informationnelle.
- Evolution temporelle d'une information : chronogramme.

##### **3.2. Fonctions logiques**

###### **3.2.1. — Outils de description d'une fonction logique :**

- table de vérité,
- équations booléennes,
- logigramme.

###### **3.2.2. — Théorème de Morgan.**

###### **3.2.3. — Opérateurs logiques.**

###### **3.2.4. — Fonction mémoire :**

- concept d'état,
- table de vérité et équation(s) logique(s),
- priorité d'une entrée,
- principe d'obtention d'un effet mémoire:
  - par **boucle** interne,
  - par maintien physique de l'état,
  - applications: **bascule(s)** R S - relais,
- fonction mémoire intégrée dans divers constituants.

3.2.5. — Fonction comptage.

3.2.6. — Fonction retard ou temporisation.

3.2.7. — Transcodage: exemple: BCD - 7 segments.

### 3.3. **Numération et représentation des nombres**

— Système de numération :

. base 10; base 2 ; base 16 ;

. représentation hexadécimale des nombres binaires.

— Représentations codées binaires : binaire pur, BCD, GRAY, ASCII.

## 4. **Commande des systèmes**

### 4.1. **Commande à effet direct: traitement combinatoire**

— Définition : information (entrée) → ordre ou commande (sortie);

— Notion de sensibilité des ordres aux entrées.

— Expression logique des ordres.

— Cas d'application.

### 4.2. **Commande fonction de l'état** : traitement séquentiel

— Définition : information + état → ordre.

— Evolution de l'état: graphe des états.

— Non univocité de la relation entrée/sortie (exemple d'illustration : télérupteur).

— Notion de variable interne.

— Notion d'état réceptif à une entrée : réceptivité. Expression logique des ordres.

— Cas d'application.

### 4.3. **Commande en boucle fermée**

— Principe.

— Qualité d'un asservissement ou d'une régulation :

. précision,

• rapidité.

— Mise en évidence qualitative de l'influence du gain dans un asservissement.

— Cas d'application : régulation de température - axe asservi.

## 5. **Outils de description du fonctionnement d'un automatisme**

### 5.7. **Concepts de base**

— Bloc.

— Alternative.

— Répétition.

— Parallélisme.

## 5.2. **Représentations littérales structurées**

— Structures de base : SI..... ALORS..... SINON  
FAIRE..... JUSQU'À  
TANT QUE..... FAIRE  
POUR..... FAIRE

### 5.3. **GRAF CET**

Concepts et structures de base :

— trois premières règles d'évolution ;

— étape :

• ordre associé à une étape,

• variable associée à l'état d'une étape;

— transition et réceptivité associée :

• variables associées : niveau logique, front ;

— structures de base: aiguillage, parallélisme structural ;

— prise en compte du temps, explicite (t/étape/durée) ou implicite (comptes rendus de capteurs) ;

— macro-étape.

Remarque : on montrera la correspondance entre les concepts GRAFCET et la représentation littérale structurée.

### 5.4. **Représentations temporelles**

— Chronogrammes:

• exploitation d'un chronogramme.

— Diagramme de Gantt.

## 6. **Description du fonctionnement des systèmes automatisés**

### 6.1. **Description fonctionnelle**

6.1.1. — Eléments du cahier des charges fonctionnel.

6.1.2. — Notion de point de vue :

• système, frontière d'isolement,

• partie opérative-partie commande,

• outils de description (GRAFCET, ...).

6.1.3. — Modes de marche et d'arrêt d'un système.

6.1.3.1. — Cas d'étude : boucles opérationnelles associées à :

• la marche normale,

• une marche de réglage,

• un arrêt de sécurité.

6.1.3.2. - Outil graphique de représentation (Gemma, ...).

### 6.2. **Description technologique**

6.2.1. — Représentation des solutions technologiques câblées :

• logigramme;

• schéma à contacts.

**Nota:** il s'agit de représenter des solutions technologiques relatives à une **partie** du système pour laquelle une **solution câblée** a été retenue.

6.2.2. — Représentation des solutions technologiques programmées :

- langage orienté application :
- programmation des fonctions logiques,
- programmation du GRAFCET,
- assistance informatique à la programmation.

## 7. Réalisations technologiques

### 7.1. Fonction acquisition de données

— Structure générale d'une chaîne d'acquisition de données et fonctions associées : détection, transduction, adaptation, transmission. Caractéristiques principales du signal.

— Détecteurs industriels pour automatismes pneumatiques et électriques.

- Capteurs analogiques et numériques.
- Exemples d'utilisation.

### 7.2. Fonction traitement

— Traitement des données: logiques, numériques, analogiques.

— Moyens de traitement : typologie, domaines d'utilisation.

— Automates programmables industriels:

- principe de fonctionnement, notion de temps de cycle,
- entrées/sorties modulaires,
- implantation d'un programme sur automate programmable.

### 7.3. Fonction commande de puissance

7.3.1. — Circuits de puissance pneumatique.

— Structure d'un circuit de distribution pneumatique (alimentation et puissance) : fonction et schématisation des constituants :

- actionneurs,
- préactionneurs pneumatiques et électropneumatiques,
- constituants de modulation de l'énergie : fonction et schématisation des principaux constituants.

7.3.2. — Circuits de puissance électrique.

— Actionneurs électriques : typologie, principaux domaines d'emploi (vitesse constante ou variable).

— Structure d'un circuit de distribution (alimentation et puissance) d'un moteur asynchrone : fonction et schématisation des constituants, intégration des fonctions.

— Variation de vitesse.

### 7.4. Fonction dialogue

— Nécessité du dialogue homme/machine: de conduite, de réglage, de maintenance.

— Moyens techniques associés.

## 7.5. Fonction communication entre systèmes

— Nécessité des communications.

— Mode de transmission des données : série ou parallèle.

## 8. Comportement des systèmes réels

### 8.1. Comportements des constituants

— Défaillance des constituants.

— Notion de discordance.

— Dualité entre situation de la partie commande et état de la partie opérative.

### 8.2. Sûreté de fonctionnement

— Notion de risque (sécurité et disponibilité).

— Prévention intrinsèque ou par disposition - types de sécurités.

— Surveillance du fonctionnement combinatoire de sécurité.

## III. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

La mise en œuvre du programme implique d'associer étroitement :

— l'observation et la mise en œuvre de systèmes automatisés industriels permettant l'analyse fonctionnelle, la prise en compte des facteurs influents sur le fonctionnement d'un système automatisé et nécessaires à la conduite et à l'étude du comportement des systèmes réels ;

— des activités pratiques portant sur tout ou partie d'un système automatisé permettant pour chacune des fonctions caractéristiques d'un automate l'identification des paramètres fonctionnels ;

— des travaux pratiques utilisant des matériels spécifiques, des maquettes, etc., dédiés à des apprentissages parfaitement identifiés ;

— des séquences permettant :

• la présentation et/ou l'approfondissement des connaissances à acquérir,

• des leçons de synthèse;

— des évaluations s'appuyant sur les compétences attendues ou sur des objectifs intermédiaires que le professeur aura définis.

L'enseignement visera à respecter un équilibre entre les approches à caractère systémique nécessaires à la compréhension des relations internes et externes à un système et les activités centrées sur des connaissances ou des concepts pour lesquels une approche analytique et plus ponctuelle est une garantie d'efficacité.

L'ensemble des activités **devra** se caractériser par une cohérence interne à **chaque** cycle de travaux pratiques et par une relation étroite **avec** le **cours** (cycle : **durée** au **bout** de **laquelle** tous les élèves d'un groupe **ont** réalisé un ensemble de travaux pratiques). Il peut **être** efficace de rattacher un cycle de travaux pratiques à un **centre d'intérêt** à caractère **cognitif** ou **méthodologique**, différent de ce **que** serait un **centre d'intérêt** orienté sur le matériel ou une **famille** de solutions techniques. A ce **centre d'intérêt** s'attachent des éléments de réalisation permettant la confrontation **avec** le réel.

Les concepts de base qui sous-tendent les techniques de l'automatique ne peuvent **être** intégrés en une **seule** séquence. Leur assimilation par l'élève requiert d'y revenir constamment **dans** des contextes différents et à des degrés croissants de difficulté.

La classe de Première sera principalement réservée à la « lecture » : identification des fonctions, analyse des phénomènes et des systèmes, **lecture** des modèles.

La classe de Terminale permettra d'aborder l'« écriture » **dans** le **cadre** d'activités de synthèse.

Il convient de **noter** que la présentation des programmes ne correspond en **aucun cas** à une présentation chronologique des connaissances et compétences à **faire** acquérir **aux** élèves. En particulier il est indispensable de **mener** parallèlement, et non séquentiellement, les chapitres 3, 4 et 5.

#### IV. COMPÉTENCES ATTENDUES

On trouvera **dans** ce chapitre pour chacun des paragraphes du programme d'automatique et informatique industrielle, la compétence **que** l'on attend des élèves à l'issue des **classes** de Première et Terminale STI, spécialité : **Génie mécanique**.

##### 1. Objectifs de l'automatisation des systèmes

Aucune compétence spécifique n'est requise pour ce chapitre.

##### 2. Approche structurée des systèmes automatisés

En présence d'un système automatisé en situation de fonctionnement ou de sa représentation **complète**, en possession des éléments de description du fonctionnement et de la réalisation technologique :

- pour le système :
  - désigner les **tâches** opératives exécutées en fonctionnement normal,
  - identifier les moyens techniques associés **aux** fonctions **principales** ;
- pour une **tâche** ou une fonction :
  - caractériser les **flux** et les moyens associés.

#### 3. Représentation de l'information

##### 3.2. Fonctions logiques

Tout ou partie d'un circuit logique d'E/S ou d'un constituant de traitement logique, réel, étant **donné** ou défini par un mode de représentation adapté :

- identifier les opérateurs et fonctions élémentaires utilisées ;
- écrire les équations logiques associées ;
- **valider** le comportement réel du **circuit** ou du constituant en réponse à des entrées spécifiées.

Une fonction mémoire étant utilisée **dans** un système :

- l'identifier et reconnaître la nature de la priorité pour **cette** fonction mémoire.

**Dans** le **cadre** de la mise en œuvre de tout ou partie d'un système automatisé :

- modifier et adapter les paramètres de comptage **et/ou** de temporisation.

##### 3.3. Numération et représentation des nombres

Effectuer une conversion **entre** les **bases** 2, 10 et 16.

#### 4. Commande des systèmes

##### 4.1. Commande à effet direct: traitement combinatoire

Un système automatisé étant **donné** et défini par **tout** ou partie du dossier technique :

- établir les expressions logiques réduites des ordres,
- des expressions logiques réduites des ordres étant données, les réaliser par **câblage** ou programmation.

##### 4.2. Commande fonction de l'état : traitement séquentiel

Une chaîne fonctionnelle de commande associée à une tâche étant définie :

- établir le graphe des états successifs.

##### 4.3. Commandes en boucle fermée

Une chaîne fonctionnelle de commande en boucle fermée d'un équipement réel étant identifiée et schématisée :

- définir à **partir** du **schéma** la fonction des principaux éléments constitutifs de la **chaîne** de **commande** en **boucle** fermée ;
- mettre en **œuvre** un système réel comportant une régulation de température et interpréter la **courbe**  $\theta = f(t)$  (régime établi, réponse à une perturbation) ;
- mettre en **œuvre** un asservissement en **vitesse** ou en position et indiquer qualitativement l'influence du réglage du **gain** et de la **charge** sur la précision et la rapidité.

## 5. Outils de description du fonctionnement d'un automatisme

### 5.7. Concepts de base

#### 5.2. Représentations littérales structurées

A partir de l'observation du fonctionnement d'un système simple dont les tâches principales sont définies:

— mettre en évidence, sous forme d'une liste ou d'un programme, l'enchaînement structuré des tâches.

#### 5.3. GRAFCET

Le fonctionnement normal et la conduite d'une partie commande étant définis par :

- un grafcet complet, selon un point de vue précisé ;
- l'ensemble des éléments et documents requis:
  - lister et caractériser les entrées-sorties associées,
  - comprendre et justifier une structure ou un élément spécifié du grafcet,
  - établir l'expression d'une réceptivité associée à une transition,
  - décrire les actions associées à une étape.

Etant donné :

- tout ou partie d'un cahier des charges fonctionnel d'un système de production ;
  - une description partielle (littérale, chronogramme, grafcet, ...) du fonctionnement attendu ;
  - les documents et éléments nécessaires :
    - lister et classer :
      - d'une part, les informations en entrée de la partie commande (comptes rendus issus de la partie opérative, consignes, messages, ...).
      - d'autre part, les ordres émis par la partie commande (ordres continus ou mémorisés, vers la partie opérative, le pupitre, ...).
      - éventuellement les informations d'état de la partie commande (activités d'étapes, durées t, ...)
  - construire le grafcet conforme au cahier des charges fonctionnel et au fonctionnement attendu à partir des données listées précédemment.

#### 5.4. Représentations temporelles

Un chronogramme (ou un diagramme de Gantt) relatif à quelques variables étant fourni :

— lire et exploiter les informations en vue de leur utilisation dans une autre forme de description.

## 6. Description du fonctionnement des systèmes automatisés

### 6.1. Description fonctionnelle

Un système automatisé étant défini par:

- un cahier des charges fonctionnel ;
- une analyse selon un point de vue spécifié (sous forme de grafcet, de représentation littérale, ...);
- des spécifications complémentaires ;
- des documents annexes (schémas, ...).

Compléter le grafcet par la prise en compte des spécifications.

### 6.2. Description technologique

Une analyse selon un point de vue partie opérative et le choix des préactionneurs étant donné :

— établir le grafcet selon le point de vue partie commande.

Un grafcet étant fourni selon un point de vue partie commande, le choix de la P.C étant fait, les modules d'entrées/sorties et les langages de réalisation définis:

— établir le grafcet adapté au matériel choisi.

A partir d'une bibliothèque de symboles fournie:

— identifier sur un schéma les composants représentés (en puissance et commande).

Pour la partie du système pour laquelle une solution câblée a été retenue, à partir de l'expression logique :

— établir le logigramme ou le schéma à contacts.

## 7. Réalisations technologiques

### 7.1. Fonction acquisition de données

Une chaîne d'acquisition de données étant définie :

— caractériser les signaux transmis (nature physique et informationnelle).

Un besoin d'information tout ou rien étant parfaitement défini tant au point de vue partie opérative que partie commande, un ensemble de détecteurs étant présélectionnés, un outil de choix étant donné :

— choisir un type de détecteur.

### 7.2. Fonction traitement

En possession des affectations des entrées-sorties et du grafcet établi, pour le matériel choisi, selon un point de vue « partie commande » ;

— implanter un programme sur automate avec ou sans mise en œuvre d'un progiciel d'assistance.

### 7.3. Fonction commande de puissance

Une partie commande étant définie, des documentations techniques étant fournies :

- définir tout ou partie du circuit de distribution d'un vérin pneumatique ;
- câbler la chaîne d'action (jusqu'à la commande).

Un moteur asynchrone étant choisi à partir de caractéristiques techniques connues (vitesse constante ou variable), les documentations techniques étant fournies :

- définir les fonctions des constituants de la ligne de distribution du moteur ;
- identifier les composants standard réalisant ces fonctions ;
- un schéma étant fourni, câbler la chaîne d'action (jusqu'à la commande).

### 7.4. Fonction dialogue

Un besoin de dialogue homme-machine étant défini par un ensemble de documents :

- analyser et expliquer tout ou partie de l'organisation du pupitre.

### 7.5. Fonction communication entre systèmes

Une transmission de données étant réalisée entre constituants programmables, le message à transmettre étant défini :

- identifier le mode de transmission des données.

## 8. Comportement des systèmes réels

En présence d'un système automatisé :

- réaliser la mise en fonctionnement normal dans le respect des règles de sécurité.

Après un arrêt de sécurité du système :

- observer l'état de la partie opérative et en analysant le GEMMA décrire les opérations préparatoires à la remise en fonctionnement du système.

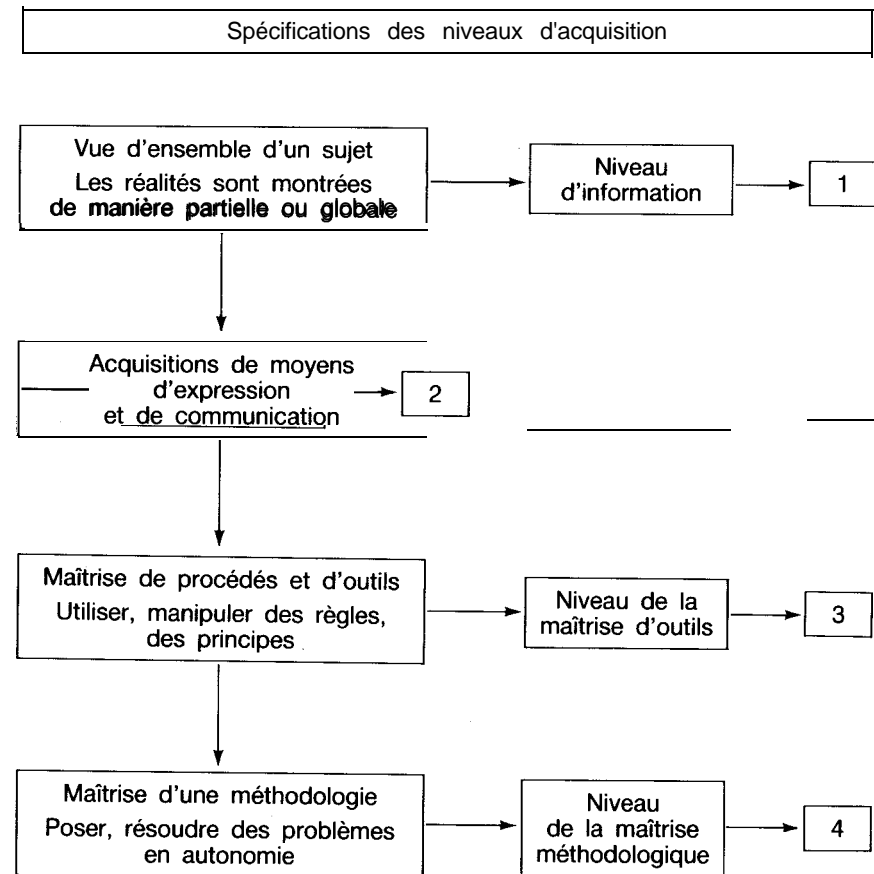
En présence d'un système automatisé en situation de dysfonctionnement dans une situation déterminée :

- analyser la situation de la partie commande et l'état de la partie opérative, et identifier la chaîne fonctionnelle en cause ou l'action non effectuée ;
- décrire la discordance constatée ;
- rechercher la réceptivité attendue.

## V. SPÉCIFICATIONS DES NIVEAUX D'ACQUISITION

Afin de préciser le niveau des différentes questions à traiter dans le programme, en relation avec les compétences attendues, le tableau ci-après spécifie les niveaux d'acquisition à attendre à l'issue de la classe de Terminale.

Il doit permettre de guider le professeur dans le développement de son enseignement. A chaque point du programme est associé un niveau repéré de 1 à 4.



	1	2	3	4
1. Objectifs de l'automatisation des systèmes	+			
2. Approche structurée des systèmes automatisés				
2.1. Décomposition organisationnelle et temporelle d'un système automatisé		+		
2.2. Structuration en fonctions principales d'automatisme		+		
3. Représentation de l'information				
3.1. Nature d'une information			+	
3.2. Fonctions logiques			+	
3.3. Numération et représentation des nombres		+		
4. Commande des systèmes				
4.1. Commande à effet direct: traitement combinatoire			+	
4.2. Commande fonction de l'état : traitement séquentiel			+	
4.3. Commande en boucle fermée		+		
5. Outils de description du fonctionnement d'un automatisme				
5.1. Concepts de base			+	
5.2. Représentations littérales structurées		+		
5.3. GRAFCET			+	
5.4. Représentations temporelles				+
6. Description du fonctionnement des systèmes automatisés				
6.1. Description fonctionnelle				
6.1.1. Eléments du cahier des charges fonctionnel	+			
6.1.2. Notion de point de vue			+	
6.1.3. Modes de marche et d'arrêt d'un système			+	
6.2. Description technologique			+	
7. Réalisations technologiques				
7.1. Fonction acquisition de données				
– Structure générale d'une chaîne d'acquisition de données			+	
– Détecteurs pour automatismes pneumatique! et électriques			•t	

1. Le niveau 3 est exigible pour la rémunération et la représentation hexadécimale des nombres binaires.

2. Le niveau 4 est exigible pour l'identification PO PC.

3. Pour l'outil graphique de représentation et le cas d'étude correspondant à l'arrêt de sécurité seul le niveau 2 est exigible.

4. Le niveau 3 est exigible pour SI... ALORS, TANT QUE... FARE.

5. Le niveau 3 est exigible pour étape, transition, structures de base.

	1	2	3	4
– Capteurs analogiques et numériques		+		
– Exemples d'utilisation	+			
7.2. Fonction traitement				
– Traitement des données		+		
– Moyens de traitement		+		
– Automates programmables industriels			+	
7.3. Fonction commande de puissance				
7.3.1. Circuits de puissance pneumatique				+
7.3.2. Circuits de puissance électrique				
– Actionneurs électriques		+		
– Structure d'une ligne d'alimentation d'un moteur asynchrone			+	
– Variation de vitesse		+		
7.4. Fonction dialogue		+		
7.5. Fonction communication entre systèmes	+			
8. Comportement des systèmes réels				
8.1. Comportements des constituants				
– Défaillance des constituants		+		
– Notion de discordance			+	
– Dualité entre situation de la PC et état de la PO			+	
8.2. Sûreté de fonctionnement	+			

## VI. COMMENTAIRES

Il est important d'observer que ce programme s'inscrit dans la continuité de celui de « technologie des systèmes automatisés (TSA) » de la classe de Seconde.

L'enseignement en classe de Première implique donc la prise en compte des connaissances et des compétences acquises en classe de Seconde.

Comme cela est précisé dans le paragraphe traitant des aspects méthodologiques l'aspect « travaux pratiques » sera privilégié. A cet effet les élèves devront disposer d'un ensemble de systèmes automatisés industriels, maquettes, platines didactiques, simulateurs et composants permettant d'illustrer les différents chapitres du programme.

Ces différents supports de travaux pratiques sont susceptibles d'une utilisation différente selon les objectifs fixés pour la manipulation ou pour l'évaluation.

La publication par la Direction des Lycées et Collèges d'un « guide d'équipement du laboratoire d'automatique et d'informatique industrielle » est de nature à aider au choix de supports adaptés.

## Chapitre 1: Objectifs de l'automatisation des systèmes

Il s'agit de montrer que l'automatisation des systèmes répond à des objectifs précis, en prenant en compte un grand nombre de contraintes (sociales, financières, techniques, ...).

## Chapitre 2: Approche structurée des systèmes automatisés

Ce chapitre se propose d'aborder un système automatisé selon deux approches :

a) une approche basée sur la description des tâches et sur l'analyse structurée descendante ;

b) une approche basée sur la description des fonctions principales d'un système automatisé.

Le paragraphe « compétences attendues » précise que ces approches doivent se faire en présence d'un système automatisé en situation de fonctionnement.

## Chapitre 3: Représentation de l'information

Ce chapitre classique dans une formation en automatique n'appelle que quelques commentaires :

— il s'agit bien de faire comprendre à l'élève, et cette notion est fondamentale pour un automaticien, la différence qui existe entre le phénomène physique et l'image informationnelle que l'on va utiliser (par exemple en extensométrie le phénomène physique est un déplacement et l'image informationnelle un signal électrique) ;

— l'ensemble du chapitre fait appel à des connaissances fondamentales qui doivent être bien identifiées par les élèves. Elles concernent principalement l'information à caractère logique.

## Chapitre 4: Commande des systèmes

Ce chapitre impose de bien discriminer les trois modes de commande proposés en identifiant ce qui caractérise chacun d'entre eux.

En particulier le phénomène de sensibilité des ordres aux entrées pour le traitement combinatoire et la notion d'état réceptif à une entrée (réceptivité) pour le traitement séquentiel devront faire l'objet d'une étude très rigoureuse.

En ce qui concerne la commande en boucle fermée, que l'on rencontre dans de nombreux systèmes industriels, l'approche s'organisera autour de travaux pratiques et ne fera pas appel aux outils mathématiques utilisés pour l'étude des asservissements à un niveau supérieur.

Le schéma fonctionnel du système sera fourni et la manipulation devra permettre d'apprécier les performances globales en relation avec des modifications de paramètres, faisant ainsi apparaître les qualités d'un asservissement.

## Chapitre 5: Outils de description du fonctionnement d'un automatisme

Ce chapitre vise à la connaissance d'outils de description et tout particulièrement du GRAFCET.

Il convient de rappeler que seules les trois premières règles d'évolution du GRAFCET seront traitées.

## Chapitre 6: Description du fonctionnement des systèmes automatisés

Une attention particulière sera apportée à la notion de point de vue (paragraphe 6.1.2.) et aux répercussions de cette notion sur la description du système.

## Chapitre 7: Réalisations technologiques

La fonction acquisition de données sera traitée de telle sorte qu'une relation étroite s'établisse entre l'information (voir chapitre 3) et son exploitation. En particulier la dualité entre : ordre et effet d'une part, compte rendu et état d'autre part, devra être mise en évidence.

## Chapitre 8: Comportement des systèmes réels

Il s'agit de faire prendre conscience aux élèves dans des cas simples et sur des systèmes en fonctionnement des éventuelles discordances qui peuvent exister entre la situation de la partie commande et l'état de la partie opérative (par exemple le signal délivré par une cellule inhibition utilisée comme capteur de fin de course n'indique pas « à coup sûr » que le vérin a terminé son déplacement).

De la même manière la sûreté de fonctionnement sera abordée par la définition des concepts de sécurité et de disponibilité. Il s'agit plus d'acquiescer un comportement qui intègre très tôt les problèmes de sécurité que d'aborder dans le détail les méthodes et outils d'analyse de la sûreté.