

ÉI. 4° R

4394

PREMIÈRE

TERMINALE STI

# Automatique et Informatique industrielle

*Cours et Travaux dirigés*

*Y. Monpeurt  
M. Oudjedi*

 HACHETTE  
Technique

DL 197734-50744

67

Avant-propos

1794823

PREMIÈRE

TERMINALE STI

# Automatique et Informatique industrielle

Cours et Travaux dirigés

Y. Monpeurt 475 176

M. Oudjedi 475 177

EL4°R

7394



HACHETTE  
Technique

DL-19071994-20744

Maquette : Evelyn AUDUREAU

Mise en pages : MEDIAMAX

ISBN 2-01166675-9

© Hachette Livre, 1994, 79, boulevard Saint-Germain - F 75006 PARIS

*Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.*

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite ». (Alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (3 rue Hautefeuille, 75006 Paris), constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.





## Avant-propos

**C**et ouvrage s'adresse aux élèves et aux enseignants des classes de Première et Terminale STI en Automatique et Informatique Industrielle.

Il reprend tous les titres et sous-titres de chapitres définis par les programmes officiels.

Comme dans les programmes officiels, l'ordre des chapitres ne constitue pas un ordre chronologique.

Il s'agit d'un ouvrage à compléter par les élèves avec l'aide de leur professeur.

**C**haque partie pourra être complétée :

- avant un ou des travaux pratiques, pour acquérir les connaissances nécessaires à leur réalisation ;
- pendant les travaux pratiques, pour compléter des connaissances insuffisantes ;
- après les travaux pratiques, pour rassembler des connaissances, les structurer et constituer une synthèse.

**L'**élève disposera, à l'issue de ce cycle d'études de deux ans, d'un document qui constituera une base solide pour poursuivre ses études dans l'Enseignement supérieur, puisqu'il sera le lien entre les différents travaux qu'il aura effectués en Automatique et Informatique Industrielle.

**L**e professeur pour sa part, pourra utiliser ce manuel avec une grande souplesse, en fonction des parties opératives et des matériels dont dispose son établissement.

# TABLE DES MATIÈRES

---

## 1

### OBJECTIFS DE L'AUTOMATISATION DES SYSTÈMES

---

|   |   |
|---|---|
| 1 GÉNÉRALITÉS .....                                 | 7 |
| 2 OBJECTIFS DE L'AUTOMATISATION .....               | 7 |
| 2.1. Compétitivité du produit .....                 | 7 |
| 2.2. Exploitation de la machine de production ..... | 9 |

## 2

### APPROCHE STRUCTURÉE DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

---

|  |    |
|--|----|
| 1 DÉCOMPOSITION ORGANISATIONNELLE D'UN SYSTÈME AUTOMATISÉ .....                  | 10 |
| 1.1. Concept de tâche .....  | 11 |
| 1.2. Décomposition d'une tâche en sous-tâches .....                              | 11 |
| 2 STRUCTURATION EN FONCTIONS PRINCIPALES D'AUTOMATISME .....                     | 12 |
| 2.1. Fonctions et relations internes au système .....                            | 12 |
| 2.2. Relation entre le système et son environnement .....                        | 15 |
| 2.3. Chaîne fonctionnelle associée à une fonction opérative ou à une tâche ..... | 17 |

## 3

### REPRÉSENTATION DE L'INFORMATION

---

|  |    |
|--|----|
| 1 NATURE D'UNE INFORMATION .....                             | 18 |
| 1.1. Capteur logique (ou capteur « tout ou rien » TOR) ..... | 18 |
| 1.2. Capteur analogique .....                                | 19 |
| 1.3. Capteur numérique .....                                 | 19 |
| 2 FONCTIONS LOGIQUES .....                                   | 20 |
| 2.1. Outils de description d'une fonction logique .....      | 20 |
| 2.2. Théorème de De Morgan .....                             | 21 |
| 2.3. Fonctions logiques de base .....                        | 22 |
| 2.4. Fonction mémoire .....                                  | 24 |
| 2.5. Fonction comptage .....                                 | 28 |
| 2.6. Fonction retard ou temporisation .....                  | 29 |
| 2.7. Transcodage .....                                       | 31 |
| 3 NUMÉRATION ET REPRÉSENTATION DES NOMBRES .....             | 33 |
| 3.1. Systèmes de numération .....                            | 34 |
| 3.2. Représentations codées binaires .....                   | 35 |

## 4

## COMMANDES DES SYSTÈMES

|  |    |
|--|----|
| 1 COMMANDES À EFFET DIRECT (traitement combinatoire) .....   | 39 |
| 1.1. Définition .....  | 39 |
| 1.2. Expression logique des ordres .....                     | 39 |
| 1.3. Applications des commandes à effet direct .....         | 41 |
| 2 COMMANDES FONCTION DE L'ÉTAT (traitement séquentiel) ..... | 41 |
| 2.1. Définition .....  | 41 |
| 2.2. Exemple : télérupteur .....                             | 42 |
| 3 COMMANDES EN BOUCLE FERMÉE (asservissement) .....          | 43 |
| 3.1. Schéma de principe .....                                | 43 |
| 3.2. Qualité d'un asservissement (pour un régulateur) .....  | 43 |
| 3.3. Influence du gain .....                                 | 44 |

## 5

OUTILS DE DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT  
D'UN AUTOMATISME

|  |    |
|--|----|
| 1 CONCEPTS DE BASE .....                             | 45 |
| 2 REPRÉSENTATIONS LITTÉRALES STRUCTURÉES .....       | 46 |
| 2.1. Structure : SI ALORS SINON .....                | 46 |
| 2.2. Structure : RÉPÉTER JUSQU'À .....               | 47 |
| 2.3. Structure : TANT QUE RÉPÉTER .....              | 47 |
| 2.4. Structure : POUR RÉPÉTER .....                  | 47 |
| 3 GRAFCET .....                                      | 48 |
| 3.1. Les éléments graphiques de base (rappels) ..... | 48 |
| 3.2. Règles d'évolution .....                        | 52 |
| 3.3. Structures de base .....                        | 56 |
| 3.4. Macro-étapes .....                              | 60 |
| 3.5. Prise en compte du temps .....                  | 60 |
| 4 REPRÉSENTATIONS TEMPORELLES .....                  | 64 |
| 4.1. Chronogrammes .....                             | 64 |
| 4.2. Diagramme de GANTT .....                        | 65 |

## 6

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT  
DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

|   |    |
|---|----|
| 1 DESCRIPTION FONCTIONNELLE .....                     | 66 |
| 1.1. Éléments du cahier des charges fonctionnel ..... | 66 |
| 1.2. Notion de point de vue .....                     | 67 |
| 1.3. Modes de marche et d'arrêt d'un système .....    | 74 |



|  |    |
|--|----|
| 2 DESCRIPTION TECHNOLOGIQUE .....                                  | 84 |
| 2.1. Représentation des solutions technologiques câblées .....     | 85 |
| 2.2. Représentation des solutions technologiques programmées ..... | 86 |

# 7

## RÉALISATIONS TECHNOLOGIQUES

|   |     |
|---|-----|
| 1 FONCTION ACQUISITION DE DONNÉES .....                             | 91  |
| 1.1. Structure générale d'une chaîne d'acquisition de données ..... | 91  |
| 1.2. Les capteurs .....   | 92  |
| 2 FONCTION TRAITEMENT .....   | 96  |
| 1.2. Traitement des données .....                                   | 96  |
| 2.2. Moyens de traitement .....                                     | 97  |
| 2.3. Automates programmables industriels .....                      | 99  |
| 3 FONCTION COMMANDE DE PUISSANCE .....                              | 102 |
| 3.1. Circuit de puissance pneumatique .....                         | 102 |
| 3.2. Circuit de puissance électrique .....                          | 108 |
| 4 FONCTION DIALOGUE .....   | 116 |
| 4.1. Nécessité du dialogue homme/machine .....                      | 116 |
| 4.2. Moyens techniques associés .....                               | 117 |
| 5 FONCTION COMMUNICATION .....                                      | 118 |
| 5.1. Nécessité des communications .....                             | 119 |
| 5.2. Mode de transmission des données .....                         | 120 |

# 8

## COMPORTEMENTS DES SYSTÈMES RÉELS

|   |     |
|---|-----|
| 1 COMPORTEMENTS DES CONSTITUANTS .....  | 122 |
| 1.1. Défaillance des constituants .....   | 122 |
| 1.2. Dualité entre situation de la partie commande et état de la partie opérative ..... | 122 |
| 2 SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT .....  | 124 |
| 2.1. Sécurité et disponibilité .....  | 124 |
| 2.2. Prévention intrinsèque ou par disposition .....                                    | 125 |
| 2.3. Types de sécurité .....  | 126 |
| 2.4. Surveillance du fonctionnement .....   | 127 |

# OBJECTIFS DE L'AUTOMATISATION DES SYSTÈMES

## 1 GÉNÉRALITÉS

Les productions industrielles sont de plus en plus automatisées.

Les progrès concernent :

- l'automatisation d'opérations autrefois entièrement manuelles, par exemple les emballages, les contrôles, etc.
- l'automatisation plus poussée d'opérations déjà partiellement automatisées, par exemple :
  - le passage en automatique de machines semi-automatiques,
  - le remplacement de machines rigides (ne fabriquant qu'un seul type de produit) par des machines susceptibles d'opérer sur plusieurs variantes de produits.

## 2 OBJECTIFS DE L'AUTOMATISATION

Les objectifs poursuivis par une automatisation peuvent être assez variés.

Il existe deux catégories d'objectifs :

- les objectifs concernant la compétitivité du produit,
- les objectifs concernant l'exploitation de la machine de production.

### 2 1 *Compétitivité du produit*

La compétitivité du produit final peut être définie par :

.....

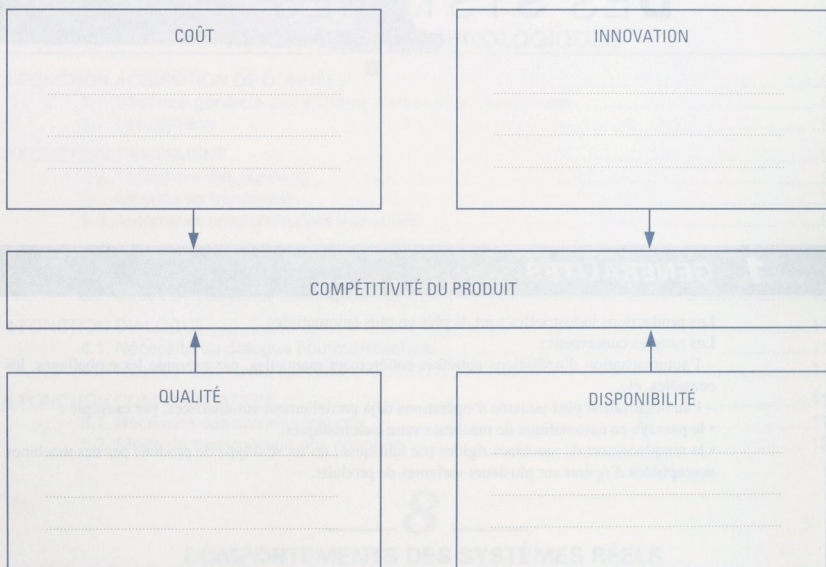
.....

.....



La compétitivité résulte essentiellement des résultats obtenus sur les facteurs suivants :

- coût,
- qualité,
- innovation,
- disponibilité.



L'automatisation permet d'améliorer la compétitivité du produit en influant sur :

- les coûts :

.....

.....

.....

- la qualité :

.....

.....

.....

– la disponibilité :

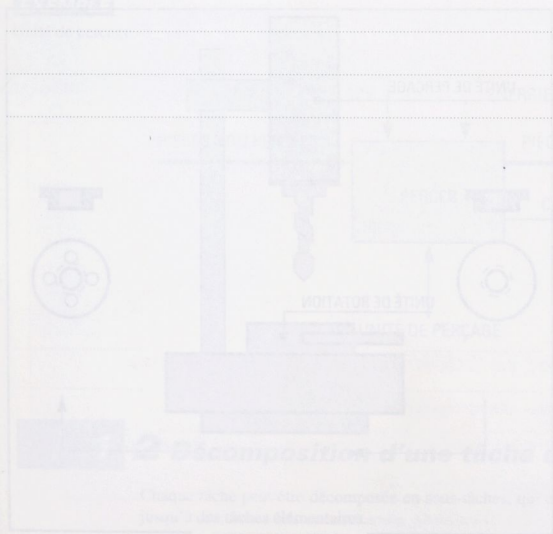
– l'innovation :

## 2 Exploitation de la machine de production

L'exploitation de la machine de production doit permettre d'assurer :

- la sécurité des opérateurs,
- une maintenance rapide du système.

L'automatisation doit permettre d'assurer ces objectifs en :



EXEMPLE  
Plan de projet

# APPROCHE STRUCTURÉE DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

## 1 DÉCOMPOSITION ORGANISATIONNELLE D'UN SYSTÈME AUTOMATISÉ

### RAPPEL

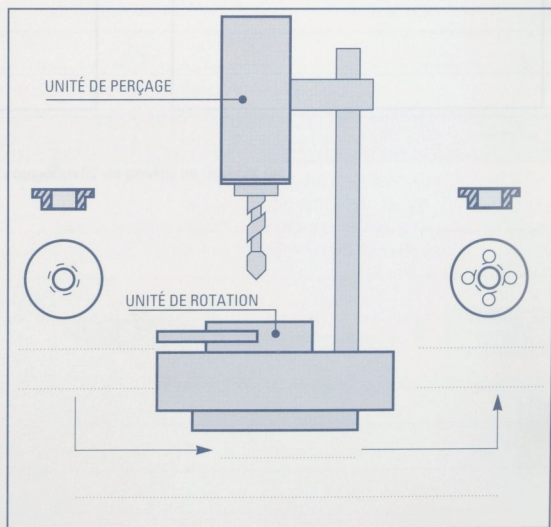
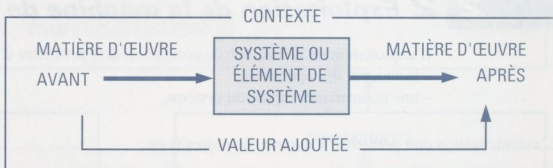
Un système ou élément de système de production a pour but d'apporter une valeur ajoutée à de la matière d'œuvre dans un contexte donné. En partant de matériaux, pièces, sous-ensembles..., il élabore des produits de valeur supérieure et qui peuvent être :

– soit des produits finis directement commercialisés,

– soit des produits intermédiaires, servant à la réalisation de produits finis.

### EXEMPLE

Unité de perçage



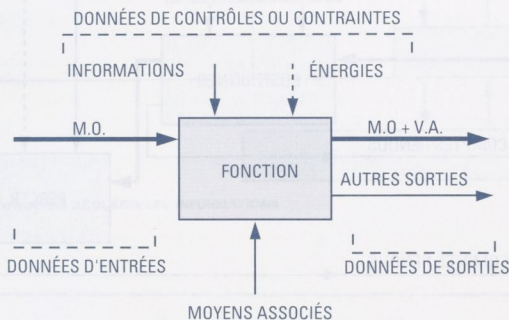


## 1 1 Concept de tâche

Une machine automatisée est conçue pour réaliser une ou plusieurs tâches.

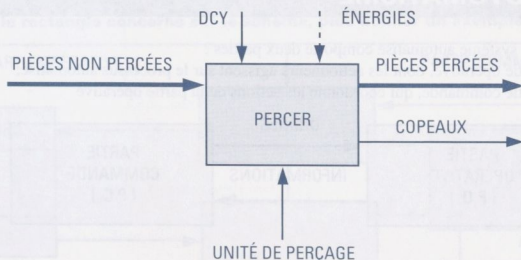
Chaque tâche peut être définie par :

- sa fonction,
- les flux associés,
- ses contraintes,
- les moyens associés à une tâche.



### EXEMPLE

Unité de perçage

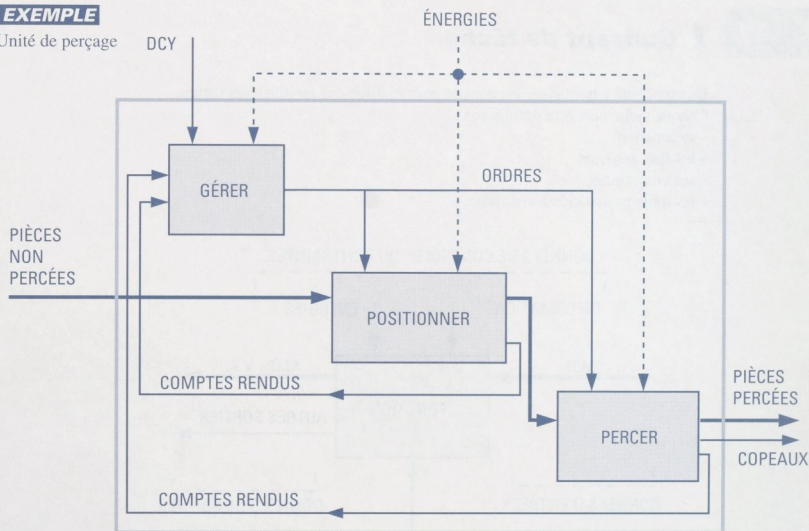


## 1 2 Décomposition d'une tâche en sous-tâches

Chaque tâche peut être décomposée en sous-tâches, qui elles-mêmes peuvent être décomposées... jusqu'à des tâches élémentaires.

**EXEMPLE**

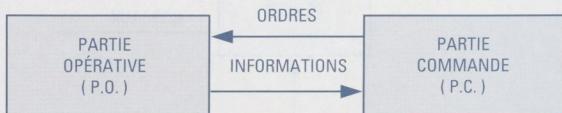
Unité de perçage



**2**

**STRUCTURATION EN FONCTIONS PRINCIPALES D'AUTOMATISME**

- Chaque système automatisé comporte deux parties :
- la partie opérative, dont les actionneurs agissent sur le processus automatisé,
  - la partie commande, qui coordonne les actions de la partie opérative.



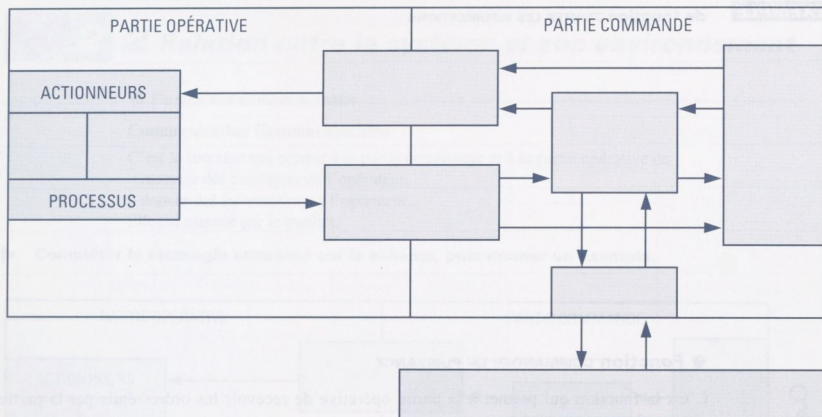
**2**

**1 Fonctions et relations internes au système**

● **Fonctions ACQUÉRIR LES INFORMATIONS**

C'est la fonction qui permet de renseigner la partie commande sur l'état des actionneurs de la partie opérative.  
Elle est assurée par les capteurs.

► **Compléter le rectangle concerné sur le schéma, puis donner un exemple.**

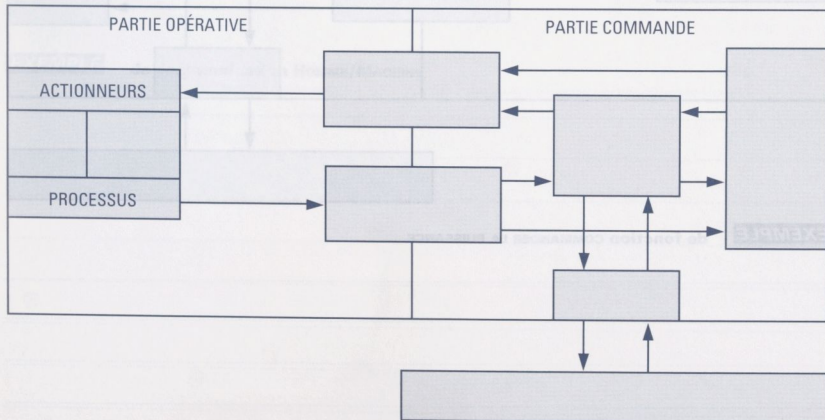


**EXEMPLE** de fonction ACQUÉRIR LES INFORMATIONS

● **Fonction TRAITER LES INFORMATIONS**

C'est la fonction qui permet à la partie commande de générer les signaux de commande envoyés à la partie opérative.

► **Compléter le rectangle concerné sur le schéma, puis donner un exemple.**





# Automatique et Informatique industrielle

Cours et Travaux dirigés

Cet ouvrage, mis à jour sous une nouvelle présentation, destiné aux classes de Première et Terminale STI, traite l'ensemble du programme rénové d'Automatique et Informatique Industrielle.

Il propose des documents à compléter, des exemples à imaginer suivant une démarche active et motivante pour les élèves.

Ce livre permet au professeur d'adapter son enseignement en fonction du matériel et des parties opératives dont il dispose dans le laboratoire de son établissement.

Une double préoccupation a dirigé la conception de cet ouvrage :

- doter l'élève d'outils indispensables pour appréhender au mieux les notions essentielles,
- organiser et structurer l'ensemble de ces connaissances afin d'acquérir le savoir-faire de l'Automatique et Informatique Industrielle.



Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des éditeurs. Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique et prive les auteurs d'une juste rémunération.

En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite.

**A. CHEVALIER**  
Guide du dessinateur industriel

**A. CHEVALIER, J. BOHAN**  
Guide du technicien en productique

**D. SPENLÉ, R. GOURHANT**  
Guide du calcul en mécanique

**G. DELAFOLLIE**  
Analyse de la valeur



Imprimé en France  
S.S.Q.I. - PARIS

16/6675/9



**HACHETTE**  
Technique

Participant d'une démarche de transmission de fictions ou de savoirs rendus difficiles d'accès par le temps, cette édition numérique redonne vie à une œuvre existant jusqu'alors uniquement sur un support imprimé, conformément à la loi n° 2012-287 du 1<sup>er</sup> mars 2012 relative à l'exploitation des Livres Indisponibles du XX<sup>e</sup> siècle.

Cette édition numérique a été réalisée à partir d'un support physique parfois ancien conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal. Elle peut donc reproduire, au-delà du texte lui-même, des éléments propres à l'exemplaire qui a servi à la numérisation.

Cette édition numérique a été fabriquée par la société FeniXX au format PDF.

La couverture reproduit celle du livre original conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal.

\*

La société FeniXX diffuse cette édition numérique en vertu d'une licence confiée par la Sofia – Société Française des Intérêts des Auteurs de l'Écrit – dans le cadre de la loi n° 2012-287 du 1<sup>er</sup> mars 2012.

Avec le soutien du

