

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE FERHAT ABBAS -SETIF
Faculté de Technologie
Département d'Electrotechnique



جامعة فرحات عباس سطيف
كلية التكنولوجيا
قسم : الالكتروتقنية

Mémoire de Master

No. Réf. : MAC21/JUIN/2014

Présenté au Département d'Electrotechnique

Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Automatique
Spécialité : Commande des processus industriels

Réalisé par :

MOHAMED LAMINE DILMI

Thème

***Contribution à la modélisation des systèmes automatisés
par un outil graphique.***

Soutenu le 24/06/2014 devant la commission d'examen composée de :

| | | | |
|----------------------|-----|-------------------------|----------------------|
| D. SAIT Belkacem | MCA | à l'Université de Sétif | Président |
| D. LAMAMRA Athmane | MCA | à l'Université de Sétif | Directeur du Mémoire |
| M. MOKADEM Diab | MCB | à l'Université de Sétif | Examineur |
| M. BADOUD Abdessalem | MAA | à l'Université de Sétif | Examineur |

Dédicace

Ma mère la source et l'espoir !

Mon père le repère et l'exemplaire !

*A vous je dédis ce modeste mémoire pour
avoir m'ont encouragé et poussé à atteindre l'idéal, m'ont soutenu
tout au long de mes études.*

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes seconds parents Papa El Hadj et la défunte maman
ARDJOUNA.*

Mes frères SAMIR, FARES, HALIM et CHAOUKI

Mes sœurs AFAF, ASMA, AMINA et HANANE.

Les anges de la famille ASSIL, IYAD et SIRADJ

Toute ma famille.

Tous mes fidèles amis :

*Abdenour, Amine, Adibou, Hakim et particulièrement mon frère
Aboubaker*

Ma chère amie KAOUTHER

*Tout les enseignants et étudiants du département
électrotechnique et particulièrement les étudiant de MAC2
promotion 2014*

*Je dédie enfin ce mémoire à toute personne ayant contribué de près
ou de loin à sa concrétisation.*

Med Lamine Dilmi

Remerciements

*Après le louange à **ALLAH** le tout puissant, pour la croyance et la patience, pour la santé et la volonté qu'il m'a données durant toutes ces longues années.*

*Je tiens à exprimer mes chaleureux remerciements à **Mr A.LAMAMRA** pour avoir avant tout accepté d'être mon guide et encadreur en me proposant ce thème et m'assuré un suivi continuél sans relâche durant la réalisation de ce médiocre mémoire.*

*Mes professeurs et repères **Mrs. SAIT, BADOUD** et **MOKADEM** sont vivement remerciés de leur participation à la valorisation de ce travail.*

Je tiens à remercier également et vivement toute personne qui m'a aidé à élaborer et réaliser cet effort, ainsi à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à l'achever convenablement.

Pour leur soutien moral et matériel, mes collègues et amis méritent eux aussi un remerciement particulier et une reconnaissance considérable ...

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| <i>Chapitre 01</i> | <i>2</i> |
| LES SYSTEMES AUTOMATISES..... | 2 |
| 1.1. Introduction | 2 |
| 1.2. Historique..... | 3 |
| 1.3. Définition d'un système automatisé..... | 4 |
| 1.3.1. Définition 1 | 4 |
| 1.3.2. Définition 2 | 4 |
| 1.4. Décomposition des systèmes automatisés..... | 4 |
| 1.4.1. Partie Commande (PC)..... | 5 |
| 1.4.2. Partie Opérative (PO) | 5 |
| 1.4.3. Frontière PC – PO | 5 |
| 1.4.4. Interface Homme Machine | 5 |
| 1.5. Principe de fonctionnement d'un système automatisé..... | 6 |
| 1.5.1. Echange d'information..... | 6 |
| 1.6. Exemples des systèmes automatisés..... | 7 |
| 1.7. Objectifs de l'automatisation..... | 8 |
| 1.8. Conséquences de l'automatisation..... | 9 |
| 1.8.1. Avantages de l'automatisation..... | 9 |
| 1.8.2. Inconvénients de l'automatisation..... | 9 |
| 1.9. Conclusion | 9 |
| <i>Chapitre 02</i> | <i>10</i> |
| LES OUTILS DE MODELISATION GRAPHIQUE | 10 |
| 2.1. Introduction | 10 |
| 2.2. Définition de la modélisation | 10 |
| 2.3. Outils de la modélisation..... | 11 |
| 2.3.1. Bond Graph..... | 11 |
| 2.3.2. Réseaux de Pétri | 12 |
| 2.3.3. Grafcet..... | 13 |
| 2.4. Conclusion | 20 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Chapitre 03</i> | 21 |
| MODELISATION GRAPHIQUE D'UN SYSTEME : APPLICATION A UN ASCENSEUR | 21 |
| 3.1. Introduction | 21 |
| 3.2. Définitions..... | 22 |
| 3.2.1. Ascenseur | 22 |
| 3.2.2. Monte-charge | 22 |
| 3.3. Les catégories d'ascenseurs..... | 22 |
| 3.3.1. Les ascenseurs hydrauliques..... | 23 |
| 3.3.2. Les ascenseurs à traction à câble..... | 25 |
| 3.4. Les critères du choix du type d'ascenseur..... | 27 |
| 3.5. Différentes parties d'un ascenseur à traction..... | 28 |
| 3.6. Modélisation | 31 |
| 3.6.1. Cahier des charges fonctionnel..... | 31 |
| 3.6.2. Table mnémonique..... | 32 |
| 3.6.3. Le Grafcet..... | 33 |
| 3.6.4. Le logiciel AUTOMGEN | 38 |
| 3.7. Conclusion | 40 |
| CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES | 41 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1-1: reconstitution d'une clepsydre | 3 |
| Figure 1-2 : régulateur de Watt | 3 |
| Figure 1-3 : Structure générale d'un système automatisé..... | 4 |
| Figure 1-4 : structure interne de la partie opérative..... | 5 |
| Figure 1-5 : schéma de principe d'un système automatisé..... | 6 |
| Figure 1-6 : échange d'information dans un système automatisé..... | 7 |
| Figure 1-7 : exemple d'un passage à niveau | 7 |
| Figure 1-8 : exemple d'un distributeur de billets | 7 |
| Figure 1-9 : exemple des feux de carrefour..... | 7 |
| Figure 1-10 : exemple d'un ascenseur | 8 |
| Figure 2-1 : les créateurs de Bond Graph..... | 11 |
| Figure 2-2 : exemple d'un model bond graph pour un circuit RLC | 12 |
| Figure 2-3 : exemple du RDP simple | 13 |
| Figure 2-4 : les éléments d'un Grafcet..... | 14 |
| Figure 2-5 : structure et interprétation du Grafcet. | 15 |
| Figure 2-6 : les étapes | 16 |
| Figure 2-7 : les deux types d'étapes | 16 |
| Figure 2-8 : les deux critères des actions | 17 |
| Figure 2-9 : les transitions..... | 17 |
| Figure 2-10 : la réceptivité..... | 18 |
| Figure 2-11 : les liaisons orientées | 18 |
| Figure 2-12 : franchissement d'une transition | 19 |
| Figure 2-13 : évolution des étapes actives | 19 |
| Figure 3-1 : les deux types d'ascenseur | 23 |
| Figure 3-2 : principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique..... | 23 |
| Figure 3-3 : les différents modèles des ascenseurs hydraulique | 24 |
| Figure 3-4 : les deux types d'ascenseur à traction à câble..... | 26 |
| Figure 3-5 : les différentes parties d'un ascenseur à traction..... | 28 |
| Figure 3-6 : table mnémotechnique des entrées et sorties | 32 |
| Figure 3-7 : Grafcet principal | 33 |
| Figure 3-8 : Grafcet de démarrage..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Figure 3-9 : Grafctet de la commande manuelle | 35 |
| Figure 3-10 : palette de commande manuelle | 35 |
| Figure 3-11 : Grafctet d'afficheur..... | 36 |
| Figure 3-12 : un afficheur intégré à la palette de commande intérieure | 36 |
| Figure 3-13 : Grafctet de sécurité..... | 37 |
| Figure 3-14 : Palette des défauts pour verifier la sécurité | 37 |
| Figure 3-15 : la fenêtre principale d'AUTOMGEN | 38 |
| Figure 3-16 : exemple d'un pupitre de commande d'un ascenseur | 39 |
| Figure 3-17 : exemple d'un pupitre 3D..... | 39 |

INTRODUCTION GENERALE

L'automatisation sert à remplacer un système à logique câblé par un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneur et d'actionneur à partir d'information logique, analogique ou numérique, et la surveillance des processus industriels.

Dans le domaine de l'automatisation, comme dans d'autres techniques, l'informatique a révolutionné beaucoup de choses. La connexion d'automates à un ordinateur a permis de franchir une étape de plus dans la voie du progrès technologique.

Ce travail est une contribution à l'étude du système homme-machine, dont l'avènement est le postulat que l'homme est d'une certaine manière, contraint de cohabiter avec un partenaire trop discipliné et algorithmique. L'homme et la machine sont côte à côte pour gérer et contrôler les systèmes que l'on utilise dans la vie de chaque jour, surtout des systèmes de grandes complexités, où l'état d'esprit "homme-machine" est bien clair. Les activités de l'homme, montrant son rôle et sa place, se matérialisent soit par l'accomplissement du travail "homme-machine" est bien clair.

De nos jours, on trouve les systèmes automatisés un peu partout, on peut citer comme exemple bien spécifié les ascenseurs qui font l'objet du modeste travail de notre projet de fin d'étude.

Notre projet sera composé de trois chapitres :

- Dans le premier chapitre on donne une description théorique sur les systèmes automatisés.
- Le deuxième chapitre consiste la présentation des différents outils de modélisation graphique.
- En fin le troisième chapitre sera consacré à la simulation et la supervision de notre système choisie (ascenseur), en d'autre terme la création du projet dans le logiciel Automgen.

Chapitre 01

LES SYSTEMES AUTOMATISES

1.1. Introduction

Depuis toujours l'homme est en quête de bien être". Cette réflexion (qui rejoint la notion de besoin) peut paraître bien éloignée d'un cours de sciences industrielles, pourtant c'est la base de l'évolution des sciences en général, et de l'automatisation en particulier. L'homme a commencé par penser, concevoir et réaliser. Lorsqu'il a fallu multiplier le nombre d'objets fabriqués, produire en plus grande quantité, l'automatisation des tâches est alors apparue : remplacer l'homme dans des actions pénibles, délicates ou répétitives.

Dans ce cadre citons quelques grands hommes, avec les premiers développements de l'ère industrielle au 18^{ème} siècle, Watt, avec ses systèmes de régulation à vapeur, Jacquard et ses métiers à tisser automatiques... Une liste exhaustive serait bien difficile à établir !

Enfin, le développement des connaissances, et des outils mathématiques, ont conduit à un formidable essor des systèmes automatisés, et des systèmes asservis, dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle. Certains se hasardent à rapprocher l'automatique et la philosophie,

Observant d'étranges similitudes entre les processus propres à l'homme et l'approche technologique.

Mais au fait qu'est-ce qu'un système ? Bien difficile de répondre à une telle question ! Notre point de vue porte sur les systèmes de production et les systèmes pluri-techniques en général, nous pouvons néanmoins en donner une définition plus large.

Système : toute structure dont la fonction globale est de conférer une valeur ajoutée à un ensemble de matières d'œuvre, dans un contexte donné. [1]

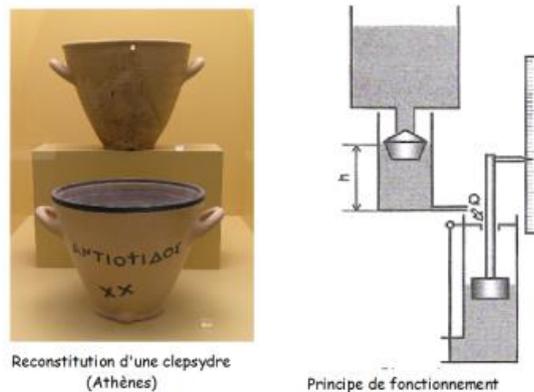
Simple ou complexes, les systèmes automatisés sont partout dans notre environnement quotidien.

Ils vont probablement se développer de plus en plus et prendre une place plus importante dans la manière de travailler, tant dans les ateliers de production que dans les divers bureaux des entreprises. Connaître leur fonctionnement permet aussi de mieux comprendre notre environnement.

1.2. Historique

L'automatique a pour étymologie le mot automate, mais pour origine scientifique la régulation et les techniques utilisées pour mettre en œuvre la régulation. De l'antiquité jusqu'au 19ème siècle, on rencontre des mécanismes construits de manière intuitive. On peut citer l'exemple :

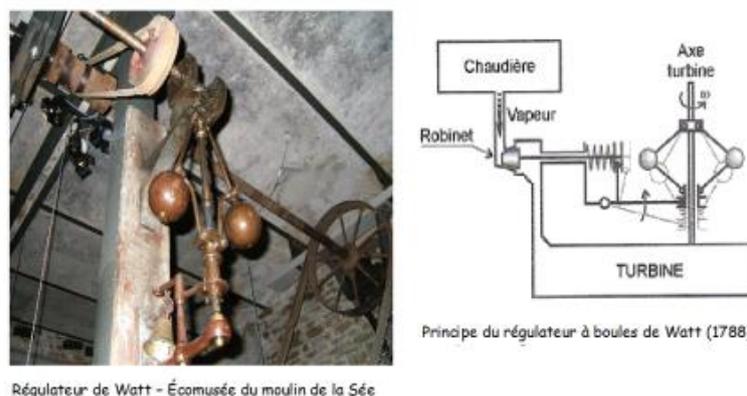
- De la Clepsydre (horloge à eau servant à mesurer des intervalles de temps et inventée par Ctesybios)
- Du régulateur de Watt ayant pour but de maintenir constante la vitesse de rotation d'une turbine à vapeur...



Reconstitution d'une clepsydre
(Athènes)

Principe de fonctionnement

Figure 1-1: reconstitution d'une clepsydre



Régulateur de Watt - Écomusée du moulin de la Sée

Principe du régulateur à boules de Watt (1788)

Figure 1-2 : régulateur de Watt

Du 19ème siècle jusqu'au milieu du 20ème siècle, est mise en place la théorie du bouclage (Maxwell) et des algèbres mathématiques de description (Nyquist, Bode, Black).

Depuis le milieu du 20ème siècle, c'est l'ère de l'automatique moderne avec l'apparition de calculateurs numériques. La représentation d'état est introduite et est particulièrement adaptée à la commande des systèmes complexes (Kalman). Des méthodes d'étude des systèmes non-linéaires et des systèmes échantillonnés sont mises en place. [2]

1.3. Définition d'un système automatisé

1.3.1. Définition 1

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage.

Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision. [1]

1.3.2. Définition 2

Un système technique automatisé est un ensemble de constituants conçu pour effectuer une ou certain nombre de tâches. Le processus est l'ensemble ordonné des tâches effectuées par le système.

On appelle tâche un ensemble d'opérations regroupées selon un critère fonctionnel (Partie Commande). Chaque tâche confère une partie de la valeur ajoutée à la matière d'œuvre.

Au cours du processus, le système agit sur une (ou plusieurs) matière d'œuvre : il lui confère ainsi une valeur ajoutée.

Toute l'énergie nécessaire à la transformation du produit est fournie par une source extérieure; le constituant automate (communication Homme-Machine) dirige la succession des opérations.

L'homme surveille le système et peut dialoguer avec lui par l'intermédiaire du pupitre. [3]

1.4. Décomposition des systèmes automatisés

Les systèmes automatisés sont constitués de deux parties ayant de fortes interactions entre elles:

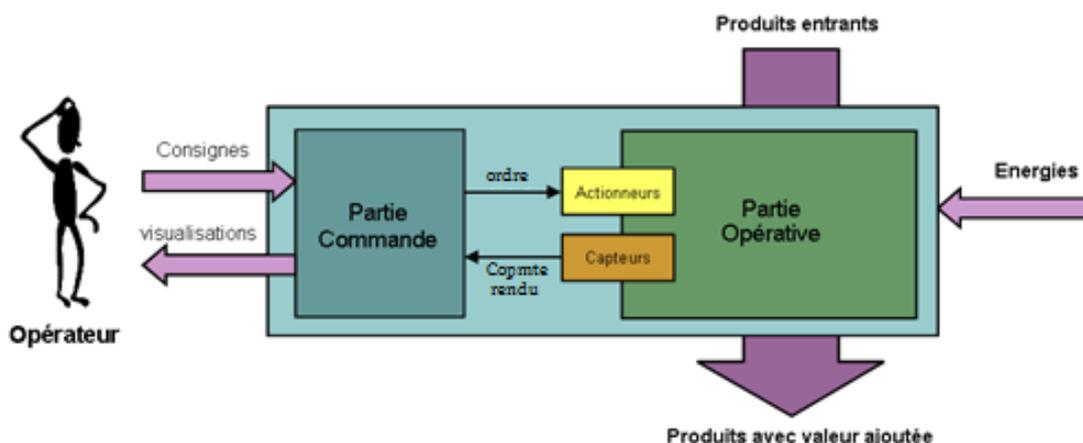


Figure 1-3 : Structure générale d'un système automatisé

1.4.1. Partie Commande (PC)

Elle joue le rôle du « cerveau » du système, elle pilote la partie opérative et reçoit des informations venant des capteurs.

1.4.2. Partie Opérative (PO)

Elle exécute les ordres qu'elle reçoit de la partie commande grâce aux **actionneurs** (moteurs, feux, sonneries...). Elle possède aussi des **capteurs** qui permettent de recueillir des informations. [4]

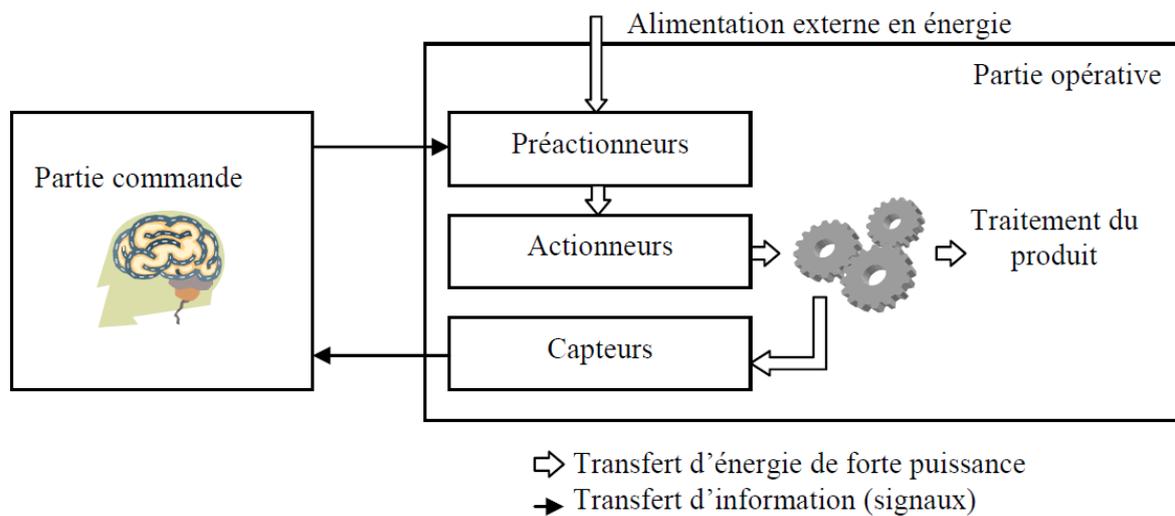


Figure 1-4 : structure interne de la partie opérative

1.4.3. Frontière PC - PO

Les échanges d'informations entre la PC et la PO sont de deux types :

- ✓ Emission d'ordres ou de signaux de commande vers des pré-actionneurs de la PO.
- ✓ Réception de comptes rendus par la PC par l'intermédiaire d'organes de saisie de l'information (capteurs).

1.4.4. Interface Homme Machine

Par ailleurs, la Partie Commande est en interaction avec son milieu extérieur par des liaisons informationnelles avec l'environnement humain à travers l'Interface Homme Machine.

1.5. Principe de fonctionnement d'un système automatisé

La partie commande envoie des ordres aux actionneurs, elle reçoit des informations d'état en provenance des capteurs. Il y a donc une chaîne de transmission entre la partie opérative et la partie commande. Chaque partie doit aussi être alimentée en énergie, on parle donc d'une chaîne d'énergie.

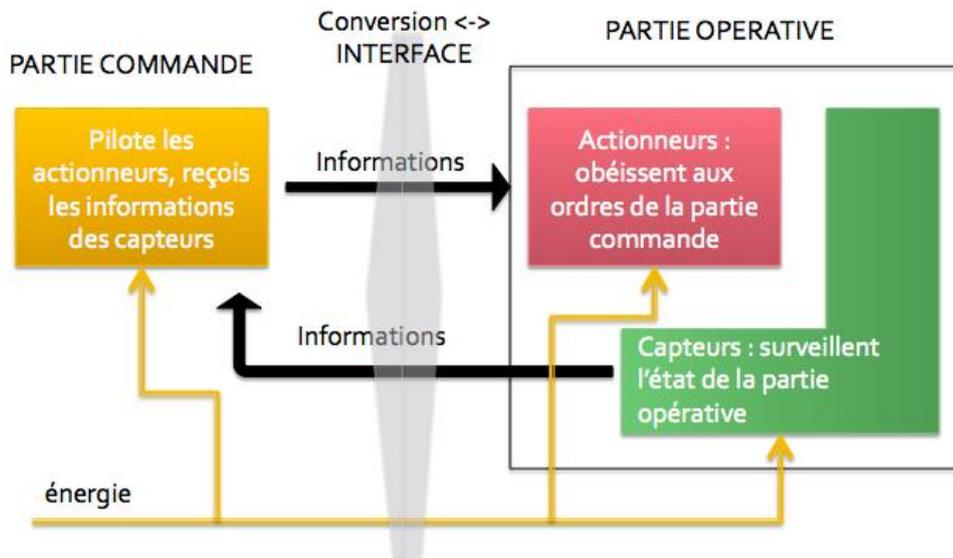


Figure 1-5 : schéma de principe d'un système automatisé

Chaque composant d'un système automatisé à sa propre façon de décoder les informations et d'être alimenté en énergie. Afin qu'ils puissent se comprendre et fonctionner ensemble il est nécessaire d'adapter les informations et convertir les énergies. C'est le rôle des interfaces. [4]

1.5.1. Echange d'information

L'ensemble des échanges d'informations est contrôlé par le programme de la partie commande :

- ✓ L'opérateur donne des consignes à la partie commande.
- ✓ La partie commande adresse des ordres à la partie opérative.
- ✓ Les actionneurs exécutent les ordres reçus : production d'un phénomène physique.
- ✓ Les capteurs réagissent à une variation d'état : détection d'un phénomène physique.
- ✓ La partie opérative adresse des comptes-rendus à la partie commande.
- ✓ La partie commande envoie à l'opérateur des signaux sur l'état du système ou de son environnement.

Il s'établit un dialogue d'exploitation entre l'opérateur et la partie commande, et un dialogue de fonctionnement entre la partie commande et la partie opérative. [5]

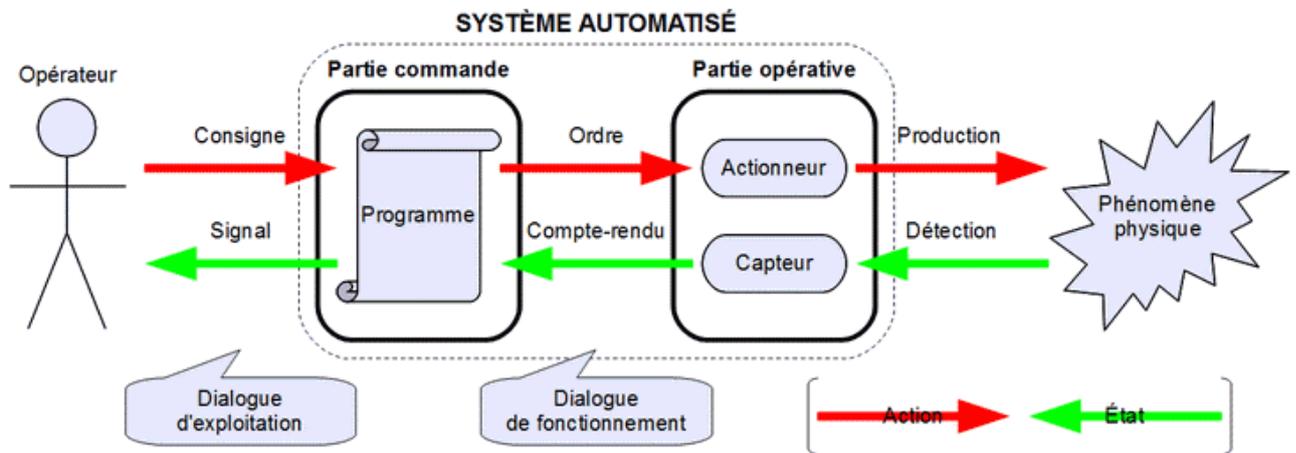


Figure 1-6 : échange d'information dans un système automatisé

1.6. Exemples des systèmes automatisés

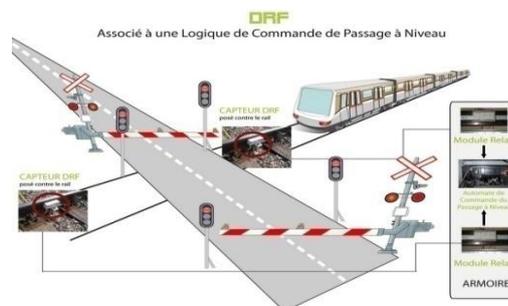


Figure 1-7 : exemple d'un passage à niveau



Figure 1-8 : exemple d'un distributeur de billets



Figure 1-9 : exemple des feux de carrefour

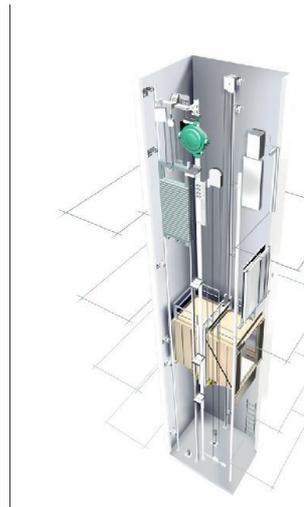


Figure 1-10 : exemple d'un ascenseur

1.7. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système.

Ces éléments sont exprimables en termes objectifs par :

- ✓ Accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenté la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :
 - d'une meilleure rentabilité,
 - d'une meilleur compétitivité,... etc.
- ✓ Améliorer la flexibilité de production ;
- ✓ Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée ;
- ✓ S'adapter à des contextes particuliers
 - adaptation à des environnements hostiles pour l'homme
 - (milieu marin, spatial, nucléaire,... etc.),
 - adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme.
- ✓ Augmenter la sécurité, etc....

D'autres objectifs, à caractères sociaux, financiers,... peuvent s'ajouter à ceux-ci. [6]

1.8. Conséquences de l'automatisation

1.8.1. Avantages de l'automatisation

- ✓ Améliorer les conditions de travail (effectuer des tâches pénibles, dangereuses et répétitives)
- ✓ Sécurité
- ✓ Précision
- ✓ Réduire les coûts de fabrications (produit plus compétitif)
- ✓ Augmenter la productivité (réduire le temps de travail nécessaire à la production, donc augmenter les cadences de travail)
- ✓ Flexibilité (une machine peut s'adapter à plusieurs productions)
- ✓ Confidentialité (une machine ne peut pas parler)
- ✓ Un S.A. peut travailler 24h sur 24h
- ✓ Pas de grèves !!!!!

1.8.2. Inconvénients de l'automatisation

- ✓ Incidence sur l'emploi (licenciement –chômage : la mise en place d'une machine se substituant à 10 salariés n'aboutit pas à la création de 10 emplois)
- ✓ Investissement pour l'achat de machines
- ✓ Coût de maintenance
- ✓ Pannes
- ✓ Consommation d'énergie
- ✓ Formation d'un personnel plus qualifié (technicien de maintenance, de contrôle...)

1.9. Conclusion

Les systèmes automatisés ont été utilisés pour remplacer l'homme et sur tout dans des opérations dangereuses répétitives ou pénibles, ils sont partout dans notre environnement, et sont tellement nombreux et différents, en effet ils ont tous comme point commun de pouvoir accomplir une tâche sans la présence d'un humain.

Dans ce chapitre on a donné une description des systèmes automatisés et de leurs différentes parties, la décomposition des systèmes et l'explication de leurs fonctionnements, et en fin on a présenté les objectifs et les conséquences de l'automatisation.

Chapitre 02

LES OUTILS DE MODELISATION GRAPHIQUE

2.1. Introduction

Comment réussir à appréhender le comportement des systèmes technologiques de plus en plus complexes, afin de les concevoir, de les réaliser et/ou de les commander à partir d'un cahier des charges !Celui-ci est en général défini par différents intervenants, intéressés par les aspects fonctionnels du produit, les besoins du consommateur, les contraintes de coût, le marketing etc.. Du fait de la complexité de plus en plus forte des systèmes technologiques, il apparaît de plus en plus nécessaire de disposer de méthodes et d'outils de conception, de réalisation et/ou de commande qui soient particulièrement efficaces. Au centre de ces méthodes et de ces outils, se trouve en général la modélisation des processus.

La mise en place des feux de signalisation d'un carrefour ou la planification du processus de développement d'une pièce dans une usine demande la modélisation du problème afin de pouvoir le simuler, l'analyser et le vérifier. Ces vérifications peuvent mettre en évidence des dysfonctionnements non visibles. Il existe plusieurs méthodes de modélisation et les outils qui les implémentent. Ces outils, selon les modèles qu'ils représentent, permettent de simuler et de vérifier certaines propriétés. Ceci permet de suivre le fonctionnement du système pour détecter les faiblesses. [7]

2.2. Définition de la modélisation

Robert Vallée nous offre gracieusement cette définition.

“ Le but de la modélisation est de fournir une image ou représentation d'un phénomène réel. S'il est possible, à partir de la représentation, de trouver parfaitement le phénomène dans son évolution, il y a isomorphisme. Il est évident que ce cas extrême n'est jamais réalisé. Dans le cas général, il y a dégradation dans le passage & la représentation et finalement simplement Homomorphisme dans le meilleur des cas.

L'utilité de la modélisation se mesure en fonction de but visé .il y a des modélisations pour aider à comprendre (elles doivent être assez simples), d'autres pour aider à agir, elles peuvent accepter une plus grande complexité (on ne s'adresse pas aux mêmes personnes). '' [8]

2.3. Outils de la modélisation

La modélisation et l'analyse des modèles permettent d'étudier des phénomènes réels et de prévoir des résultats à un niveau d'approximation donné. Les modèles mathématiques peuvent être complexes et difficiles à interpréter. Pour cette raison, dans les dernières décades plusieurs outils graphiques ont été développés, parmi lesquels on peut trouver: les schémas blocs , les graphes de fluence, le Graphe Informationnel Causal (GIC), les Bond Graphs (BG) ,Les Réseaux de Pétri , le Grafcet

2.3.1. Bond Graph

Le Bond Graph est une technique graphique utilisée pour modéliser les systèmes avec un langage unifié pour tous les domaines des sciences physiques. Le Bond Graph que l'on peut traduire par « graphe à liens » ou « graphe de liaisons » a été créé il y a un peu plus d'un demi-siècle. En avril 1955, le « père fondateur » des Bond Graphs, Henry M. Paynter du MIT de Boston (Etats-Unis), fût sa première conférence sur les Bond Graphs. Six ans plus tard, il publia son premier ouvrage. Le Bond Graph fût formalisé par la suite dans les années 1970 par deux de ces doctorants, Dean C. Karnopp et Ronald C. Rosenberg, et par Jean U. Thoma. Vers la fin des années 1970, le Bond Graph arriva au Pays Bas à l'université de Twente et en France dans la société Alsthom. De nos jours de nombreuses entreprises et de nombreux établissements universitaires utilisent ce langage graphique de type « réseau ».



Figure 2-1 : les créateurs de Bond Graph

Le Bond Graph permet de représenter graphiquement les transferts énergétiques au sein d'un système physique entre les composantes de celui-ci. La « puissance » de cet outil réside dans un langage unique, fondé sur la notion d'analogie, qui se veut multi physique (mécanique, électrique,

hydraulique, thermodynamique...). Des systèmes physiques de natures différentes peuvent ainsi être représentés par une même méthode.

Grâce à sa multidisciplinarité, de nombreux travaux d'études telles que l'analyse des systèmes ont été réalisés. Les applications phares de cet outil sont de type mécanique. Dans le domaine du génie électrique, quelques applications électromécaniques, surtout lié à une modélisation fine ou à de la conception, ont été développées. Le Bond Graph a donc été créé plus dans le but d'une conception et d'une modélisation que dans un objectif de contrôle. À ce jour, aucune commande n'a été clairement définie à l'aide de cet outil graphique. Le Bond Graph peut toutefois mener à un modèle d'état qui peut lui-même mener à une loi de commande globale. [9]

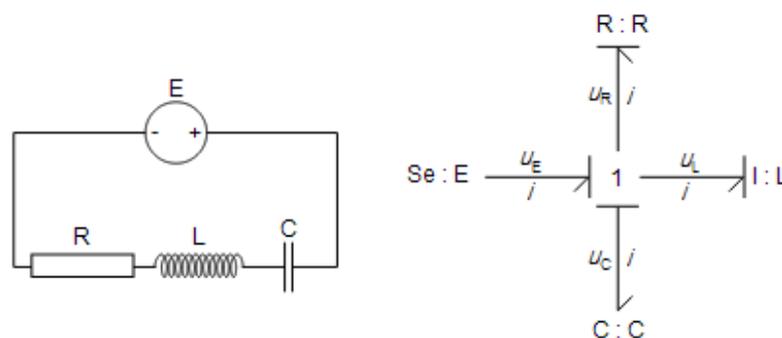


Figure 2-2 : exemple d'un model bond graph pour un circuit RLC

2.3.2. Réseaux de Pétri

Les Réseaux de Pétri ont été inventés par Carl Maria Pétri au début des années soixante. Des travaux ultérieurs ont permis de développer les Réseaux de Pétri comme un outil de modélisation des systèmes à variables d'entrée, de sortie et d'état discrètes. C'est aussi un outil de modélisation pour les systèmes à variables logiques puisque ceux-ci sont un cas particulier des systèmes à variables discrètes.

Un caractère très intéressant est que les modèles Réseaux de Pétri sont sous la forme d'une représentation mathématique graphique. Ce point est important car le fait d'écrire sous forme graphique un modèle plutôt que sous forme d'équations peut permettre de le rendre lisible par des personnes dont la formation scientifique n'est pas forcément poussée.

Le formalisme des réseaux de Pétri est un puissant outil mathématique et son expression graphique constitue un bon outil de modélisation. Un réseau de Pétri simple (sans objet) est un graphe composé de place, de transitions et d'arcs orientés (les flèches). Ces derniers relient

obligatoirement une Place et une Transition, il ne peut donc pas y avoir de nœud (place ou Transition) liée à un nœud du même type par un arc (normal ou inhibiteur). [10]

L'état d'un réseau est défini par son marquage. Un marquage associe à chaque place un nombre entier positif, que l'on représente graphiquement par des jetons.

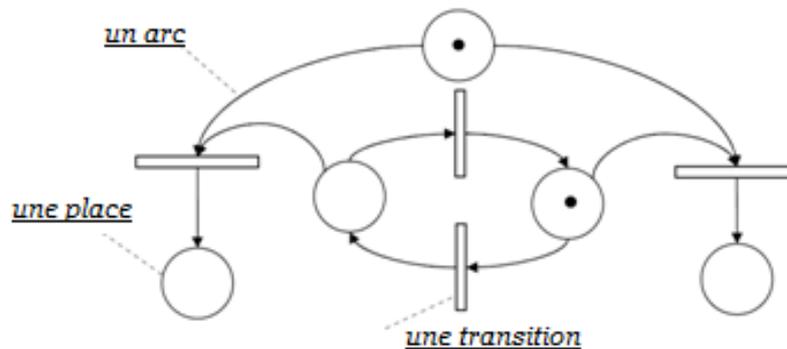


Figure 2-3 : exemple du RDP simple

Les réseaux de Pétri sont généralement utilisés pour modéliser des systèmes qui sont asynchrones, distribués, non-déterministes et/ou stochastiques. L'évolution du marquage (les jetons) est utilisée pour simuler les activités dynamiques et concurrentes de systèmes.

2.3.3. Grafcet

Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions) est un outil graphique qui permet de décrire le fonctionnement d'un automate séquentiel. Il peut être utilisé pour représenter l'automatisme dans toutes les phases de la conception : de la définition du cahier des charges, à la mise en œuvre (programmation d'un automate programmable industriel, utilisation de séquenceurs ou autres technologies) en passant par l'étude des modes de marches et d'arrêts.

Le Grafcet repose sur l'utilisation d'instructions précises, l'emploi d'un vocabulaire bien défini, le respect d'une syntaxe rigoureuse et l'utilisation de règles d'évolutions. Il permet, entre autre, d'adopter une démarche progressive dans l'élaboration de l'automatisme. Il décrit les relations entre les sorties et les entrées booléennes du système de commande.

Le Grafcet est une représentation alternée d'étapes et de transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes.

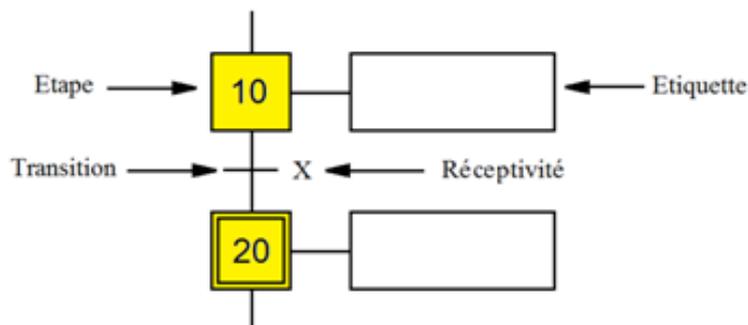


Figure 2-4 : les éléments d'un Grafcet

Une étape correspond à une situation dans laquelle les variables de sorties conservent leur état.

Les actions associées aux étapes sont inscrites dans les étiquettes.

Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes successives. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité

2.3.3.1. Domaine d'application du Grafcet

Le diagramme fonctionnel est indépendant des techniques séquentielles «tout ou rien», pneumatique, électrique ou électronique, câblées ou programmées, pouvant être utilisées pour réaliser l'automatisme de commande. Mais l'utilisation de séquenceurs, d'une part, et d'automates à instructions d'étapes d'autre part, permet une transcription directe du diagramme fonctionnel.

Cette représentation graphique concise et facile à lire est aisément compréhensible par toute personne en relation avec le système automatisé, du concepteur à l'utilisateur sans oublier l'agent de maintenance.

Utilisé industriellement, le Grafcet est aussi enseigné dans les options techniques et l'enseignement supérieur.

Depuis les premières publications le concernant et surtout depuis la norme française NF C03-190 de 1982, cet outil a été travaillé et enrichi par le groupe systèmes logiques de l'AF CET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique). [11]

2.3.3.2. Principe d'un Grafcet

Pour visualiser le fonctionnement de l'automatisme, le Grafcet utilise une succession alternée d'étapes et de transition.

A chaque étape correspond une ou plusieurs actions à exécuter. Une étape est soit active, soit inactive. Les actions associées à cette étape sont effectuées lorsque celle-ci est active.

Les transitions indiquent avec les **laissons orientées**, les possibilités d'évolution entre étapes.

A chaque transition est obligatoirement associée une condition logique pouvant être vraie ou fausse. Cette condition de transition est appelée **réceptivité**. L'évolution d'une étape à une autre ne peut s'effectuer que par le franchissement d'une transition.

Une transition ne peut être franchie, donc activer l'étape suivante que :

-Si elle est validée par l'étape antérieure active.

-Et que les conditions de réceptivité soient satisfaites. [11]

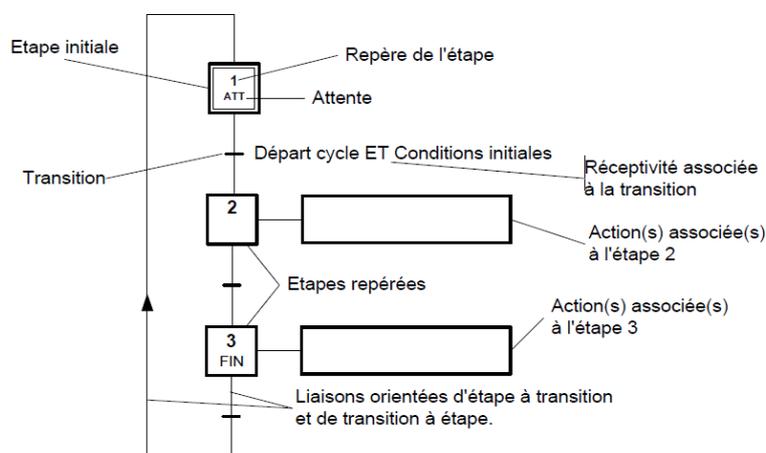


Figure 2-5 : structure et interprétation du Grafcet.

- Etape initiale : Représente une étape qui est active au début du fonctionnement. Elle se différencie de l'étape en doublant les côtés du carré.
- Transition : La transition est représentée par un trait horizontal
- Réceptivité : Les conditions de réceptivité sont inscrites à droite de la transition
- Etape : Chaque étape est représentée par un carré repéré numériquement
- Action(s) : Elles sont décrites littéralement ou symboliquement à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles reliés par un trait à la partie droite de l'étape.
- Liaisons orientées : indique le sens du parcours. [11]

2.3.3.3. Les constituants graphiques du Grafcet

Le Grafcet est défini par un ensemble constitué d'éléments graphiques de base :

- ✓ Les étapes
- ✓ Les actions associées aux étapes,

- ✓ Les transitions
- ✓ Les réceptivités associées aux transitions
- ✓ Les liaisons orientées

a. Les étapes

Une étape est une période de temps permettant de réaliser complètement une ou plusieurs actions. Chaque étape est représentée par un carré numéroté. La numérotation est réalisée par des chiffres ou des nombres entiers positifs dans un ordre croissant. Deux étapes différentes ne doivent jamais porter le même numéro

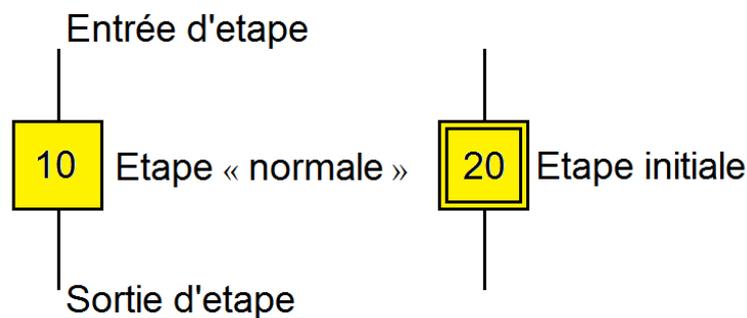


Figure 2-6 : les étapes

Il existe deux types d'étapes :

Une étape initiale est active au début du cycle, c'est une étape activée sans condition au démarrage. Par convention, une étape peut être active ou inactive. Si une étape est active, toutes les actions associées à celle-ci seront exécutées. Si une étape est inactive, les actions qui lui sont associées ne peuvent en aucun cas être lancées. On peut associer à chaque étape une variable binaire exprimant son activité (cette dernière appelé variable interne de l'étape) :

$X_i = 1$ si i est active

$X_i = 0$ si i est inactive

Remarquez, que l'on remplace le numéro d'étape par un

i dans le cas présent. Le X étant le symbole d'une étape.

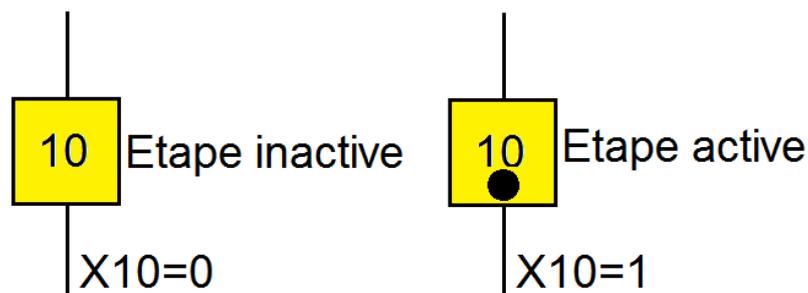
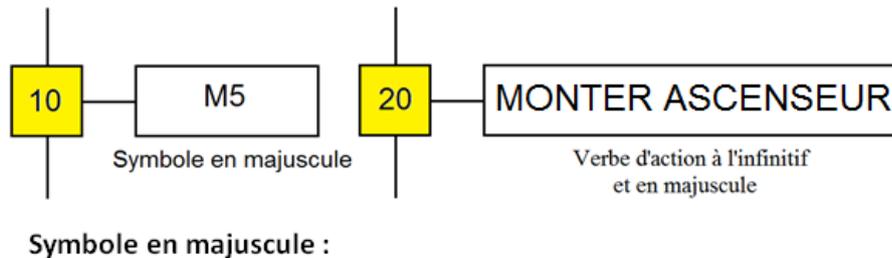


Figure 2-7 : les deux types d'étapes

b. Les actions

Une action est toujours associée à une étape. Elle n'est commandée que si l'étape est activée.

Les actions sont décrites de façon littérale ou symbolique à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles reliés au symbole de l'étape à laquelle elles sont associées.



| Symbole | Désignation |
|---------|--------------------|
| M5 | Moteur d'ascenseur |

Figure 2-8 : les deux critères des actions

c. Les transitions

Est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens Vrai ou Faux). Elle peut être considérée comme une porte entre deux étapes, et la réceptivité comme la clé ou le code nécessaire pour ouvrir la porte

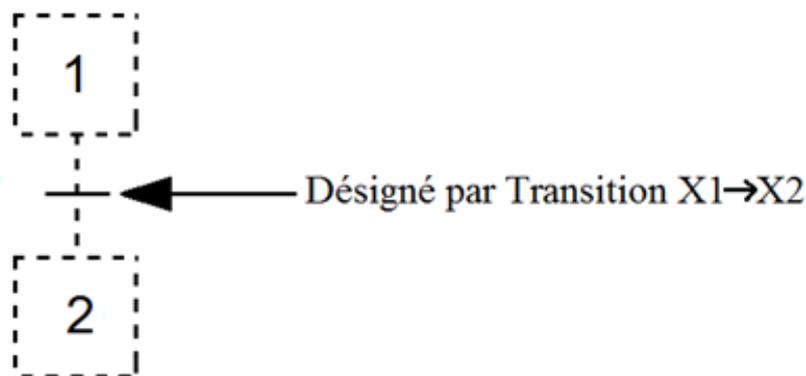


Figure 2-9 : les transitions

d. Les réceptivités

La réceptivité associée à une transition est une fonction logique des entrées, des variables auxiliaires et/ou de l'activité d'étapes du GRAFCET. Elle peut s'écrire sous forme littérale ou sous forme logique (expression booléenne). La réceptivité regroupe toutes les conditions et uniquement celles qui sont nécessaires au franchissement de la transition. Une réceptivité est dite vraie si la condition ou l'équation booléenne, associée est vérifiée et égale à 1, et inversement.

Les réceptivités associées sont décrites de façon littérale ou symbolique à droite de la transition à laquelle elles sont associées.

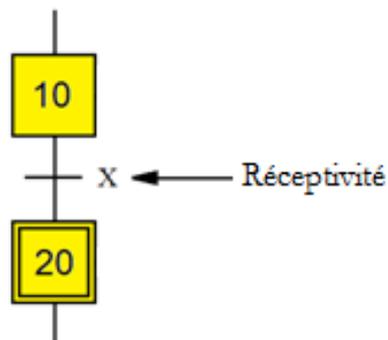


Figure 2-10 : la réceptivité

e. Les liaisons orientées

Les liaisons relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

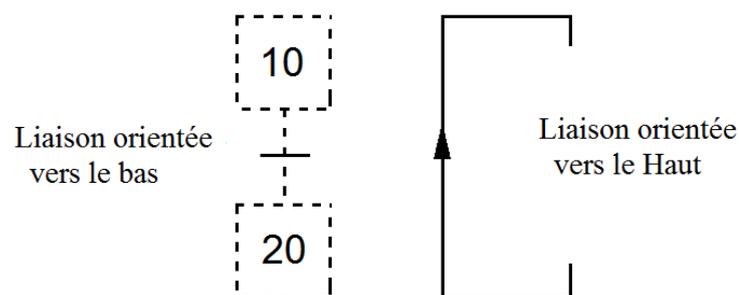


Figure 2-11 : les liaisons orientées

Par convention, le sens naturel d'évolution est du haut vers le bas. Dans un cas différent, il faut montrer le sens d'évolution par une flèche.

2.3.3.4. Les règles du Grafcet

a. Situation initiale

Un Grafcet commence par une étape initiale qui représente la situation initiale avant évolution du cycle.

L'initialisation précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le Grafcet en doublant les côtés des symboles correspondants.

b. Franchissement d'une transition

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées.

Le franchissement d'une transition ne peut se produire que :

- Si la transition est validée (étapes immédiatement précédentes actives)
- Si la réceptivité associée est vraie (équation logique associée égale à 1)

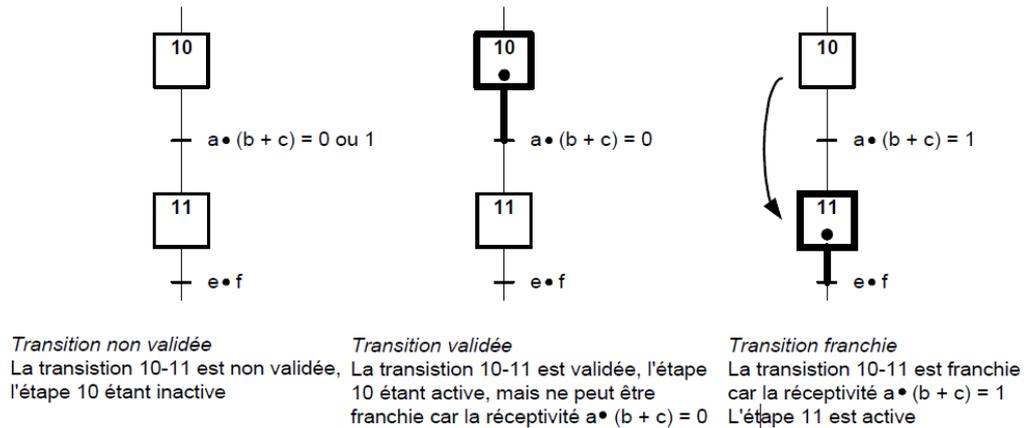


Figure 2-12 : franchissement d'une transition

c. Évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition provoque simultanément :

- La désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition.
- L'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes reliées à cette transition. [11]

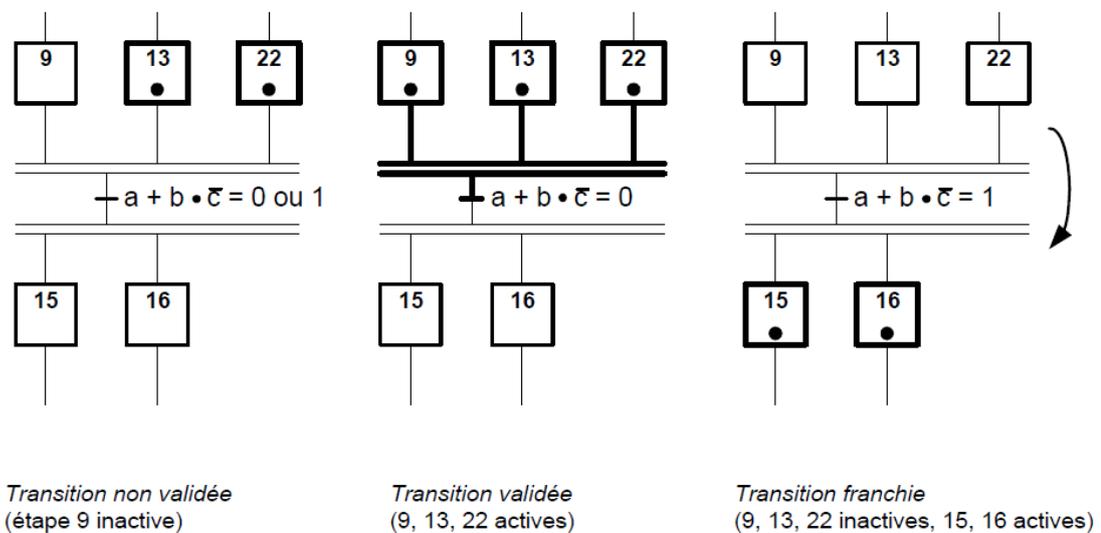


Figure 2-13 : évolution des étapes actives

d. Transitions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

e. Activation et désactivation simultanées

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée. L'activation doit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

2.4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était tout d'abord de présenter les différents outils de modélisation graphique, tel que les réseaux de pétri, le bond graph et le Grafcet, ce dernier devenu un langage de programmation graphique qui est aujourd'hui exploitable par la plupart des automates programmable industriel existants sur le marché. Il permet la transcription immédiate du Grafcet en programme ou le langage organigramme basé sur des représentations inspirées de l'informatique industriel.

Dans ce chapitre on a donné les définitions et les règles de base de l'outil choisi (Grafcet) pour la conception de la partie de commande de notre système choisi (ascenseur).

Chapitre 03

MODELISATION GRAPHIQUE D'UN SYSTEME : APPLICATION A UN ASCENSEUR

3.1. Introduction

Depuis la plus haute antiquité les hommes ont cherché un moyen de favoriser le déplacement vertical des charges. La construction des pyramides, l'architecture romaine et leurs vestiges nous en laissent les preuves.

Jusqu'à la Renaissance c'est surtout le transport et le levage des marchandises qui préoccupent les inventeurs, puis au XVIIème et XVIIIème siècles apparaissent de nouveaux besoins en matière de transports des personnes, mais c'est au XIXème siècle que le transport des personnes et des charges prend toute son importance.

C'est en 1853 que naît véritablement le concept d'ascenseur moderne grâce à l'invention du parachute.

Au fil des expositions universelles les inventeurs présentent leurs innovations qui vont accompagner la révolution de l'architecture du XXème siècle.

Au cours de ce XXème siècle et surtout à compter des années 50 l'ascenseur passe d'un produit artisanal et architectural de luxe à un équipement s'industrialisant progressivement favorisant ainsi la démocratisation de l'ascenseur y compris dans les immeubles d'habitations.

La forte urbanisation des années 1960-70 stimule la demande, entraînant la standardisation des produits.

Chaque décennie suivante voit son lot d'innovations (portes automatiques, manœuvre électronique, micro-processeur,).

Au fil de l'évolution des normes et des technologies l'ascenseur devient plus sûr, plus performant, plus confortable et plus esthétique.

Ces dernières années, de nouvelles innovations favorisant la compacité des équipements permettent une meilleure intégration architecturale. L'ascenseur sans local de machine s'impose progressivement sur le marché.

L'ascenseur devient plus intelligent pour anticiper et mieux gérer le trafic, plus confortable et plus communicant pour limiter le stress et permettre l'assistance en toute circonstance. Il est aussi plus respectueux de l'environnement et se trouve au cœur du concept d'accessibilité pour tous.

3.2. Définitions

3.2.1. Ascenseur

Appareil élévateur installé à demeure, desservant des niveaux définis, comportant une cabine, dont les dimensions et la constitution permettent manifestement l'accès des personnes, se déplaçant, au moins partiellement, le long de guides verticaux, ou dont l'inclinaison sur l'horizontale est supérieure à 15 degrés. [12]

3.2.2. Monte-charge

Appareil élévateur installé à demeure, destiné exclusivement au transport des charges, desservant des niveaux définis, comportant une cabine inaccessible aux personnes par ses dimensions et sa constitution ou accessible uniquement pendant les opérations de chargement, se déplaçant, au moins partiellement, le long de guides verticaux ou dont l'inclinaison sur la verticale est inférieure à 15 degrés. [12]

3.3. Les catégories d'ascenseurs

On distingue deux grandes familles d'ascenseur :

- Les ascenseurs à traction à câble
- Les ascenseurs hydrauliques

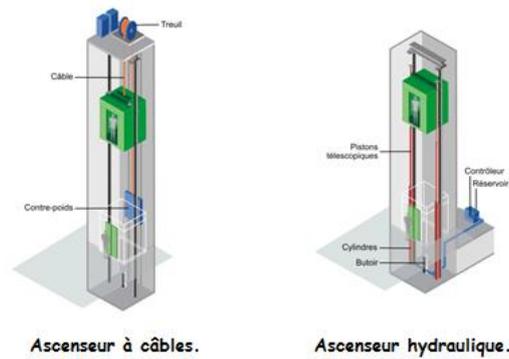


Figure 3-1 : les deux types d'ascenseur

En général, ces deux types utilisent l'énergie électrique pour déplacer verticalement la cabine d'ascenseur, cependant, les ascenseurs hydrauliques sont nettement moins utilisés que les ascenseurs à treuil. [13]

3.3.1. Les ascenseurs hydrauliques

3.3.1.1. Principe

Comme toute machine hydraulique la pompe met sous pression l'huile qui pousse le piston hors du cylindre vers le haut. Lorsque la commande de descente est programmée, le by-pass (vanne) de la pompe permet de laisser sortir l'huile du cylindre vers le réservoir.

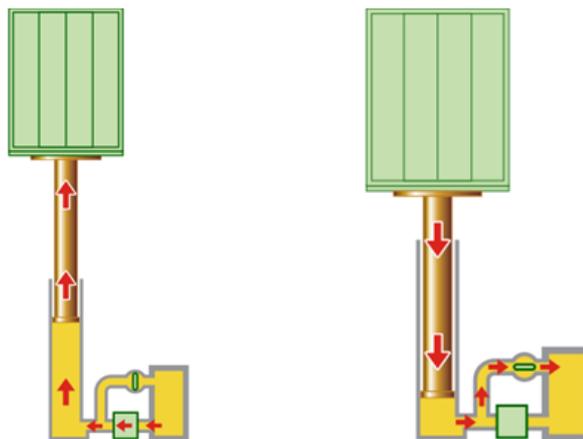


Figure 3-2 : principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique

3.3.1.2. Description

Les ascenseurs hydrauliques sont utilisés en général pour satisfaire des déplacements relativement courts de l'ordre de 15 à 18 m maximums.

Plusieurs modèles existent sur le marché. On citera les ascenseurs hydrauliques :

- à cylindre de surface,
- à cylindre enterré,
- télescopiques à cylindre de surface.

Ce type d'ascenseur n'est pas très présent sur le marché.

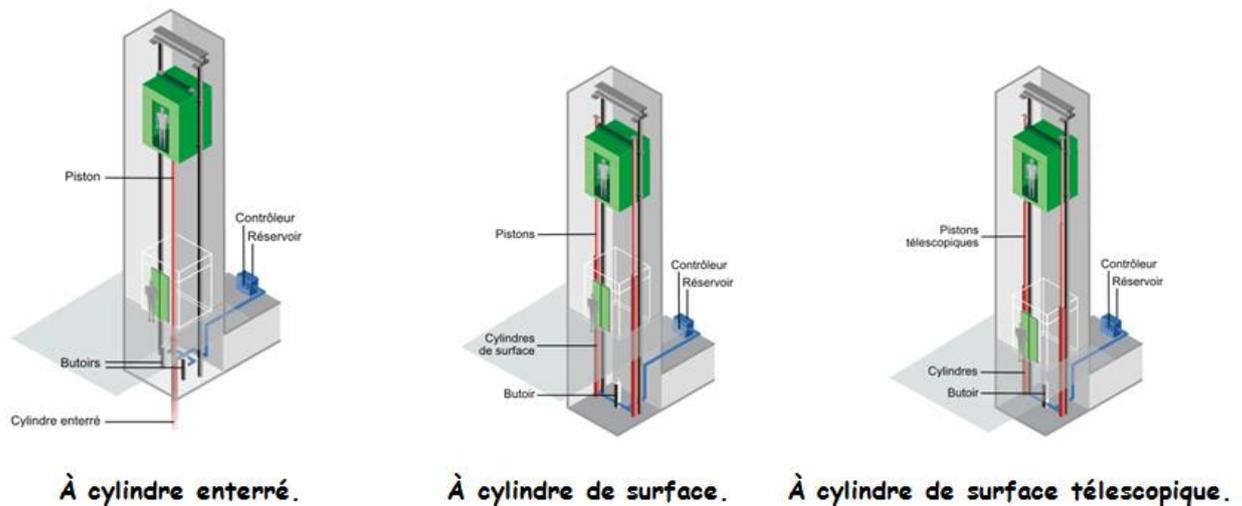


Figure 3-3 : les différents modèles des ascenseurs hydrauliques

Les ascenseurs hydrauliques se composent principalement de :

- d'une cabine,
- de guides,
- d'un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur,
- d'un réservoir d'huile,
- d'un moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique,
- d'un contrôleur,
- ...

Les différents modèles permettent de tenir compte de critères :

- de place,
- de hauteur d'immeuble à desservir,
- de stabilité de sol et de sous-sol,
- de risque de pollution par rapport au sol et plus spécifiquement aux nappes phréatiques,
- d'esthétique,
- ...

3.3.1.3. Énergie

Énergétiquement parlant les ascenseurs hydrauliques posent un problème dans le sens où il n'y a pas de contrepoids qui équilibre la cabine comme dans les systèmes à traction à câble par exemple. [13]

3.3.1.4. Avantages et inconvénients

Ci-dessous, on trouvera les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs hydrauliques [13]:

(+)

- Précision au niveau du déplacement (mise à niveau).
- Réglage facile de la vitesse de déplacement.
- Ne nécessite pas de cabanon de machinerie.
- Implantation facile dans un immeuble existant.
- ...

(-)

- Course verticale limitée à une hauteur entre 15 et 18 m.
- Risque de pollution du sous-sol.
- Consommation énergétique importante.
- Nécessiter de renforcer la dalle de sol.
- ...

3.3.2. Les ascenseurs à traction à câble

3.3.2.1. Description

Les ascenseurs à traction à câbles sont les types d'ascenseurs les plus fréquemment utilisés, notamment dans les bâtiments tertiaires. Ils se différencient entre eux selon le type de motorisation :

- à moteur-treuil à vis sans fin,
- à moteur-treuil planétaire,
- à moteur à attaque directe (couramment appelé "Gearless" ou sans treuil),
- ...

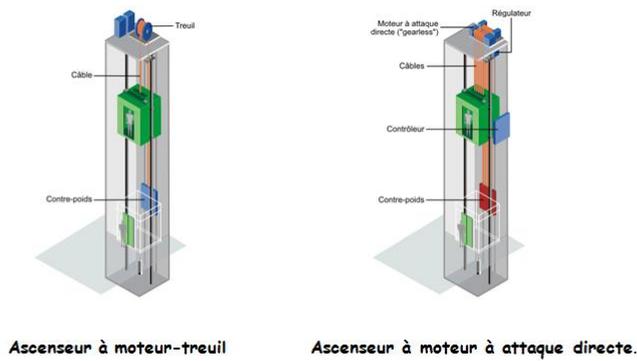


Figure 3-4 : les deux types d'ascenseur à traction à câble

Quel que soit le type, les ascenseurs à traction à câbles comprennent généralement :

- une cabine,
- un contre-poids,
- des câbles reliant la cabine au contre-poids,
- des guides,
- un système de traction au-dessus de la cage de l'ascenseur,
- ...

3.3.2.2. *Énergie*

Énergétiquement parlant les ascenseurs à traction à câbles sont plus intéressants que les ascenseurs hydrauliques dans le sens où le contre-poids réduit fortement la charge quelle que soit le type de motorisation. Les consommations et les courants de démarrages sont réduits par rapport aux ascenseurs hydrauliques. [13]

3.3.2.3. *Avantages et inconvénients*

Ci-dessous, on trouvera les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs hydrauliques [13]:

(+)

- Course verticale pas vraiment limitée.
- Suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement.
- Rapidité de déplacement.
- Efficacité énergétique importante.
- Pas de souci de pollution.
- ...

(-)

- En version standard, nécessite un cabanon technique en toiture.
- Exigence très importante sur l'entretien.
- ...

3.4. Les critères du choix du type d'ascenseur

En général, les dépenses énergétiques des ascenseurs ne sont pas la priorité des gestionnaires de bâtiments tertiaires. En effet, la préoccupation première reste avant tout : emmener un maximum de monde en toute sécurité et avec un maximum de confort.

On retrouve des critères de choix :

- **Constructifs** : hauteur de bâtiment, espace disponible au niveau des étages, possibilité de placer une salle des machines au sommet de la gaine, stabilité du terrain de sécurité.
- **Organisationnels** : comme le type de fonction du bâtiment, son occupation et son type de fonctionnement en garantissant une performance de confort et de trafic (rapport vitesse/charge)
- **Energétiques** : basées essentiellement sur la consommation et les appels de puissance de la motorisation. [13]

3.5. Différentes parties d'un ascenseur à traction

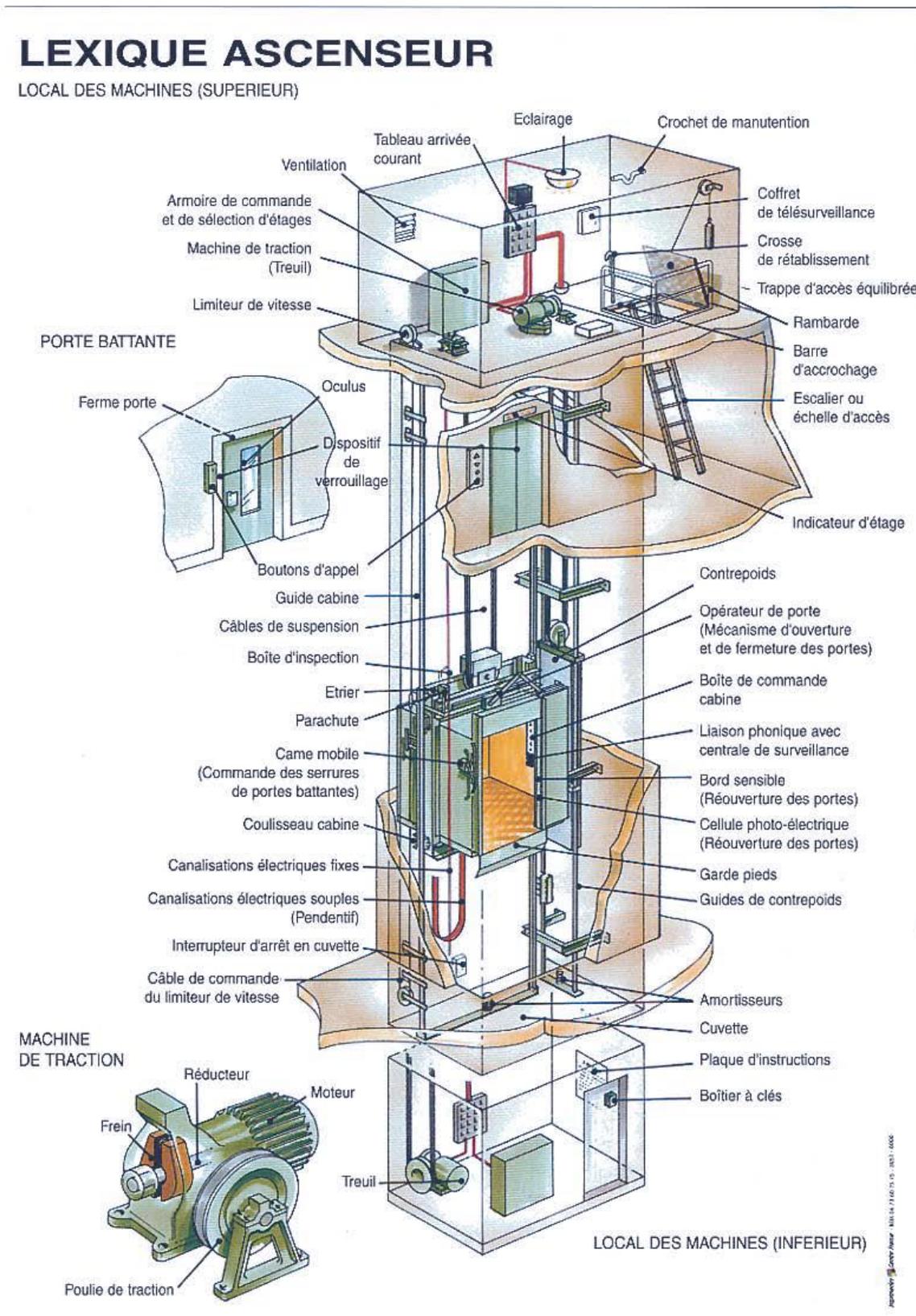


Figure 3-5 : les différentes parties d'un ascenseur à traction

On se limite aux composants d'un ascenseur à traction car il représente la majorité des ascenseurs

qui existent sur le marché.

- ✓ **Cabine d'ascenseur** : Elément composé d'un plancher, de parois et d'un toit destiné à accueillir les personnes et les marchandises (La partie visible de l'ascenseur) Cet élément est inséré et fixé dans un cadre appelé suspension cabine.
- ✓ **Porte de cabine** : Porte à fermeture généralement automatique destinée à confiner l'utilisateur dans la cabine pendant le déplacement de celle-ci, lui interdisant tous contact avec les parties extérieures à la cabine.
- ✓ **Porte palière** : C'est la porte externe de l'ascenseur. Chaque ascenseur est équipé d'autant de porte palière que de nombre d'étage. Elles peuvent être battantes et commandées manuellement ou automatiques et coulissantes (à ouverture centrale ou latérale). Elles doivent être équipées d'un dispositif empêchant leurs ouvertures si la cabine n'est pas sur le niveau et bloquant le départ pendant leur ouverture.
- ✓ **Boutons d'appels** : On nomme boutons d'appels les boutons installés aux paliers.
- ✓ **Boutons d'envois** : Les boutons d'envois sont installés dans la cabine.
- ✓ **Charge utile** : Capacité maximum en Kg qu'une cabine d'ascenseur peut contenir.
- ✓ **Contrepoids** : Elément destiné à contre balancer le poids de la suspension cabine augmenté de la moitié de la charge utile.
- ✓ **Gaine d'ascenseur** : Gaine verticale dans laquelle se déplacent l'ascenseur et son contrepoids. Celle-ci est équipée de guides en acier destinés à guider la suspension de cabine et le contrepoids.
- ✓ **Cuvette** : Partie la plus basse de la gaine de l'ascenseur contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs.
- ✓ **Amortisseurs** : Ressorts puissants placés en cuvette et destinés à ralentir la suspension cabine ou le contrepoids en cas de dépassement des "fin de course" de sécurité. Dans le cas d'un ascenseur à grande vitesse, on utilise des amortisseurs à huile.
- ✓ **Fin de course** : Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale.
- ✓ **Câble de sélecteur d'étage** : Généralement, les sélecteurs d'étages mécaniques sont entraînés par le treuil ou le limiteur de vitesse.
- ✓ **Machinerie** : Local généralement placé au-dessus de la gaine et destiné à contenir l'appareillage et le système de traction. Aussi appelé "salle des machines".
- ✓ **Appareillage** : Armoire placée en machinerie et contenant les relais, et autres équipements destinés à commander l'ascenseur.

- ✓ **Treuil** : Machine composée d'un dispositif de freinage et d'un moteur et destinée à actionner les câbles de traction de l'ascenseur.
- ✓ **Réducteur** : Le réducteur du treuil est une boîte de vitesse. Son rôle consiste à démultiplier la vitesse du moteur électrique pour la rendre compatible avec les conditions d'utilisation de l'ascenseur.
- ✓ **Poulie de traction** : fait lors de sa rotation se déplacer l'ensemble cabine et contrepoids.
- ✓ **Volant de dépannage** : Dans le but d'assurer le déplacement manuel de l'ascenseur, un volant de dépannage est généralement fixé soit sur l'arbre du moteur de traction soit sur l'axe du treuil.
- ✓ **Électro-frein** : Électroaimant puissant destiné à assurer le dé freinage des mâchoires de frein. Dans le but de permettre un dé freinage manuel.
- ✓ **Tambour de frein** : Pièce cylindrique fixée solidement sur l'axe de la vis du treuil. Lors de l'arrêt de l'ascenseur, les mâchoires de frein sont appliquées fermement sur celui-ci pour immobiliser l'ascenseur.
- ✓ **Poulie de renvoi** : Poulie tournant librement et destinée à guider les câbles entre la cabine et le contrepoids.
- ✓ **Limiteur de vitesse** : Organe mécanique, Si la vitesse dépasse anormalement la vitesse maximale autorisée, les masselottes se lèvent et coupent un contact de sécurité.
- ✓ **Câble de limiteur** : Câble en acier fixé au parachute de l'ascenseur et se déplaçant avec lui. Lorsqu'en descente, le câble est bloqué par le limiteur de vitesse, il provoque la levée du parachute et le blocage de la cabine.
- ✓ **Parachute** : Organe mécanique placé sur la suspension de cabine et commandé par un câble de limiteur. En cas de rupture des câbles de traction ou de survitesse exagérée en descente, le mécanisme du parachute assure un blocage mécanique de la suspension dans les guides évitant la chute libre de la cabine.
- ✓ **Commande de rappel** : Dans le cas d'une grosse installation, il existe en machinerie un boîtier de manœuvre de rappel destiné à ramener l'ascenseur au niveau d'un palier pour dégager une personne bloquée dans la cabine.
- ✓ **Machine** : ensemble des organes moteurs assurant le mouvement et l'arrêt de l'ascenseur.

3.6. Modélisation

3.6.1. Cahier des charges fonctionnel

On considère un ascenseur desservant quatre étages et dont la boîte d'appel contient deux boutons de demande. Le principe de ce type d'ascenseur consiste à optimiser la demande d'ascenseur et à améliorer l'utilisation en permettant la demande et la mémorisation de la demande de la cabine quand elle est en marche. Et il est nécessaire d'établir une priorité entre la montée et la descente par le Grafset de commande du moteur.

Il y a des boutons d'appels intérieurs (de 1 à 4) et des boutons d'appels extérieurs 'pour monter' de 1 à 3 et 'pour descendre' de 2 à 4. Il y a aussi un afficheur pour informer l'utilisateur de l'étage où se trouve la cabine.

Un utilisateur désirant « Monter » appuie sur le bouton dont la flèche est dirigée vers le haut, un utilisateur désirant « Descendre » appuie sur le bouton dont la flèche est dirigée vers le bas. Si la direction de l'ascenseur est la même que celle demandée, et que l'étage d'où provient la demande n'est pas encore atteint, l'ascenseur s'arrête au passage pour prendre le passager.

Au fonctionnement normal, dans la perspective d'un appel ou envoi s'effectuent, le déplacement de la cabine commence à petite vitesse puis déclenchement de la grande vitesse ; avant l'arrêt, l'ascenseur ralentie (petite vitesse) puis l'arrête à l'étage destiné,

L'ouverture des portes est automatique et leur fermeture suite à une demande ne peut s'effectuer que 30s après l'ouverture pour permettre l'évacuation aisée de la cabine.

A la fermeture des portes : si vous voulez maintenir la porte ouverte, appuyez sur le bouton ré-ouvrir ou en cas d'actionnement de détecteur photoélectrique.

A chaque étage un afficheur affiche le numéro d'étage

Nous pouvons passer en mode manuel pour monter ou descendre la cabine par appui sur des boutons monter ou descendre en mode manuel.

- Pour la sécurité :

- L'énergie est coupée en cas d'arrêt d'urgence, ou survitesse de la cabine.
- L'interphone qui fonctionne :
 - lorsque le moteur de l'ascenseur n'est pas alimenté.
 - lorsqu'on utilise l'arrêt d'urgence ARU.
- En cas de surcharge, le déplacement de la cabine est impossible.

3.6.2. Table mnémonique

| Symboles | Variables | Commentaires |
|------------|-----------|-------------------------------------|
| bi3 | U205 | BIT intérieur étage 3 |
| be3h | U207 | BIT extérieur étage 3 haut |
| be3b | U206 | BIT extérieur étage 3 bas |
| bi4 | U208 | BIT intérieur étage 4 |
| be4b | U209 | BIT extérieur étage 4 bas |
| bi2 | U202 | BIT intérieur étage 2 |
| be2h | U204 | BIT extérieur étage 2 haut |
| be2b | U203 | BIT extérieur étage 2 bas |
| bi1 | U200 | BIT intérieur étage 1 |
| be1h | U201 | BIT extérieur étage 1 haut |
| s | I8 | Surcharge |
| ovrport | O3 | moteur ouverture des portes |
| féméport | O4 | moteur fermeture des portes |
| M | O33 | monter ascenseur |
| fc1 | I110 | capteur presence ascenseur etage 1 |
| D | O22 | descendre ascenseur |
| fc4 | I114 | capteur presence ascenseur etage 4 |
| fc2 | I112 | capteur presence ascenseur etage 2 |
| fc3 | I113 | capteur presence ascenseur etage 3 |
| cpf | I5 | capteur porte fermé |
| ob | I6 | decteur d'obstacle |
| rov | I7 | Bouton réouverture des portes |
| le1 | I1 | Bouton intérieur étage 1 |
| le2 | I2 | Bouton intérieur étage 2 |
| le3 | I3 | Bouton intérieur étage 3 |
| le4 | I4 | Bouton intérieur étage 4 |
| BE1M | I10 | Bouton extérieur étage 1 haut |
| BE2M | I12 | Bouton extérieur étage 2 haut |
| BE3M | I14 | Bouton extérieur étage 3 haut |
| BE4D | I15 | Bouton extérieur étage 4 bas |
| BE3D | I13 | Bouton extérieur étage 3 bas |
| BE2D | I11 | Bouton extérieur étage 2 bas |
| dcy | I20 | Bouton depart cycle |
| mnt | I21 | Bouton de commande manuel "Monter" |
| dsc | I22 | Bouton commande manuel "Descente" |
| ovpm | I23 | Bouton ouverture de port -manuel- |
| fpm | I24 | Bouton fermeture de port -manuel- |
| man | I25 | Bouton d'activation de mode manuel |
| sv | I26 | survitesse |
| aru | I27 | Arret d'urgence |
| PAR | O22 | Parachute |
| LA1 | O5 | Voyant indique l'etat de survitesse |
| INTERPHONE | O6 | |
| 5S/X48%T | T0 | |
| 5S/X3%T | T1 | |
| 5S/X12%T | T2 | |
| 5S/X14%T | T3 | |
| 5S/X21%T | T4 | |
| 5S/X23%T | T5 | |
| 5S/X25%T | T6 | |
| 5S/X7%T | T7 | |
| 5S/X31%T | T8 | |
| 5S/X33%T | T9 | |
| 5S/X37%T | T10 | |
| 5S/X39%T | T11 | |

Figure 3-6 : table mnémonique des entrées et sorties

3.6.3. Le Grafcet

3.6.3.1. Le Grafcet principal

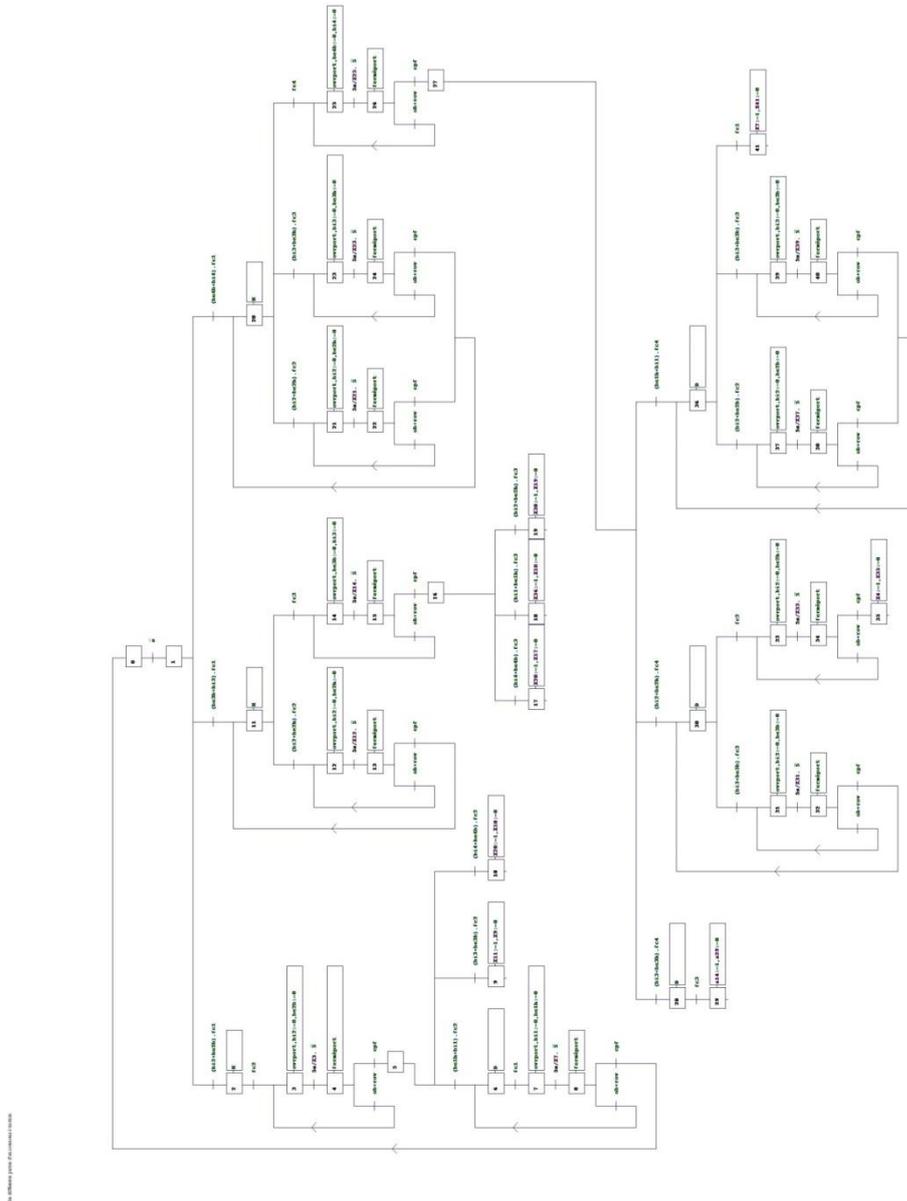


Figure 3-7 : Grafcet principal

3.6.3.2. Grafcet de démarrage

Pour mettre le système en fonctionnement il faut appuyer sur le bouton départ cycle, il faut aussi que le mode automatique soit activé et qu'il n'existe pas une surcharge dans la cabine.

Après le démarrage du système le Grafcet de démarrage cherche la position initiale de la cabine grâce à des capteurs placés à chaque étage. Après avoir su la position de la cabine, le Grafcet de démarrage active l'étape relative à l'étage détectée dans le Grafcet principale.

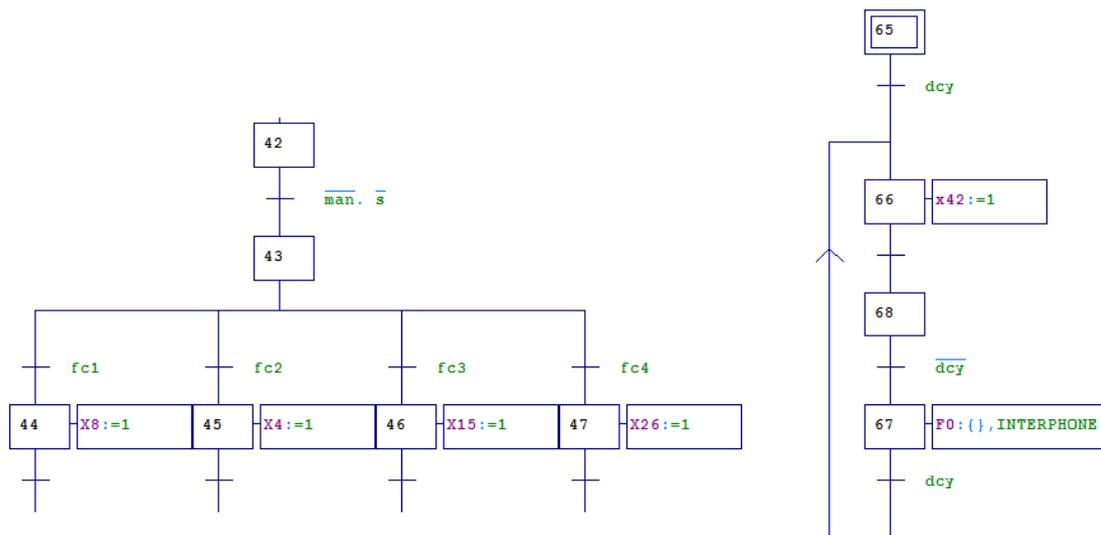


Figure 3-8 : Grafcet de démarrage

3.6.3.3. Grafcet de commande manuelle

Si on veut commander l'ascenseur manuellement, il faut juste activer le mode de commande manuelle par le bouton 'AUTO/MAN', pour passer d'un fonctionnement normal au fonctionnement manuel l'ascenseur doit être en arrêt total.

Si on appuis sur le bouton monté manuellement et on le maintient actionné, la cabine monte, si ce dernier est relâché ou le détecteur de l'étage 4 est actionné, l'ascenseur s'arrête.

Le même principe pour la descente manuellement avec le bouton descente manuel et le détecteur de l'étage 1.

On peut ouvrir et fermer les portes de la cabine manuellement grâce aux boutons « OVR PORT » et « FRM PORT » placés dans la palette de commande manuelle.

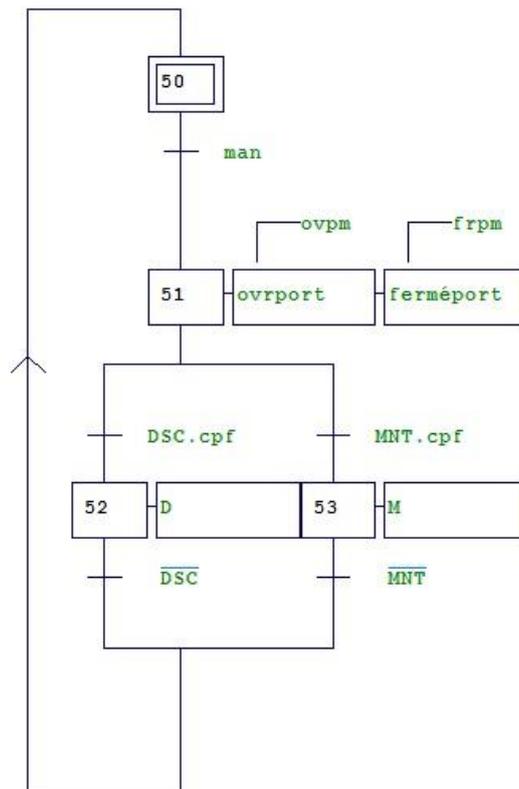


Figure 3-9 : Grafcet de la commande manuelle

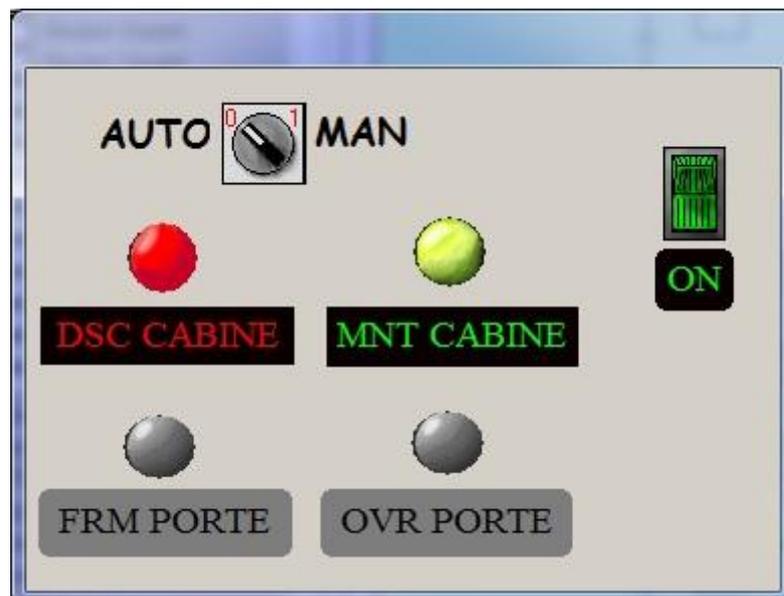


Figure 3-10 : palette de commande manuelle

3.6.3.4. Grafset de l'afficheur

Pour mieux informer l'utilisateur de la position de la cabine, il faut intégrer un afficheur à la cabine et à chaque étage.

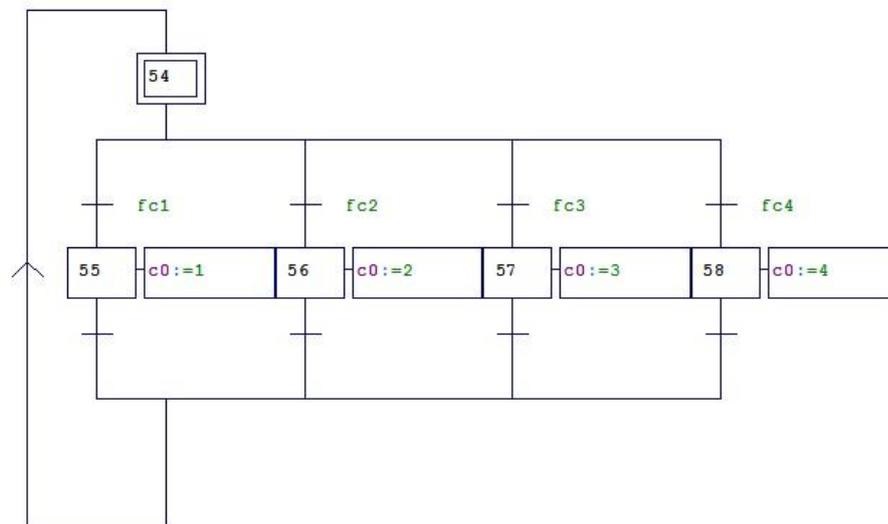


Figure 3-11 : Grafset d'afficheur



Figure 3-12 : un afficheur intégré à la palette de commande intérieure

3.6.3.5. Grafset de sécurité

En cas d'arrêt d'urgence, l'alimentation sera coupée, alors que l'interphone s'active et devient opérationnel.

En cas de survitesse de la cabine, l'alimentation sera coupée ce qui entraine l'ouverture des parachutes.

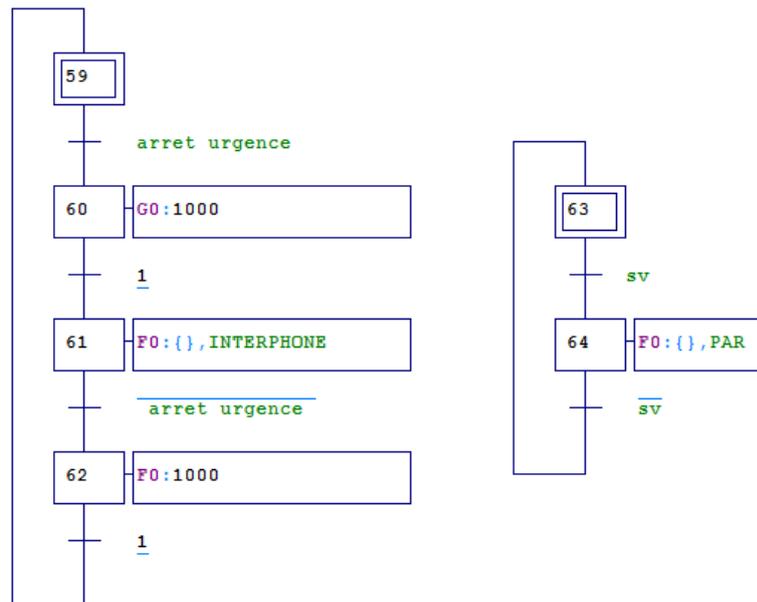


Figure 3-13 : Grafset de sécurité

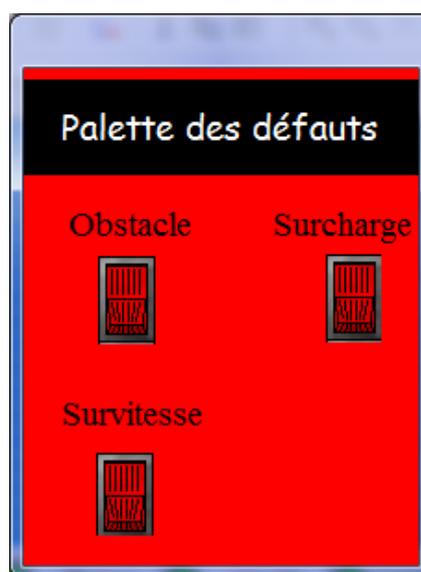


Figure 3-14 : Palette des défauts pour vérifier la sécurité

3.6.4. Le logiciel AUTOMGEN

La société française IRIA a créé et développé un logiciel appelé AUTOMGEN (AUTO : Automatisation, GEN : Général). Un logiciel standard qui peut piloter une gamme assez importante des automates.

AUTOMGEN est un logiciel de conception d'application d'automatisme. Il permet de programmer des systèmes pilotés par des automates programmables industriels, microprocesseurs et ordinateurs équipé de cartes d'entrée-sortie.

Il peut fonctionner avec plusieurs outils de représentation graphiques tel que Grafcet, Logigramme, Ladder, Organigramme... etc.

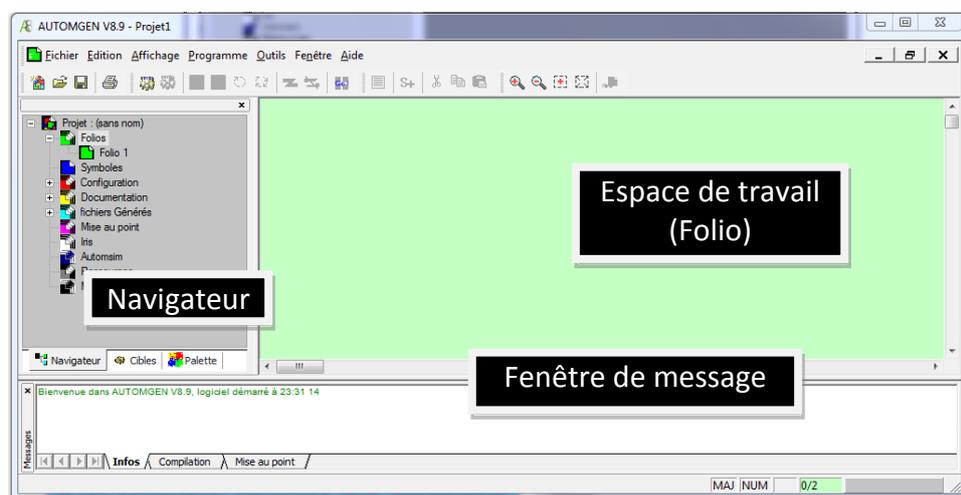


Figure 3-15 : la fenêtre principale d'AUTOMGEN

3.6.4.1. Le navigateur

Le navigateur permet un accès rapide aux différents éléments d'une application : folios, symbole, configuration, fichier générale

3.6.4.2. Espace de travail (Folio)

Un folio est une page sur laquelle est dessinée un ou des GRAFCET ou une partie de GRAFCET.

3.6.4.3. IRIS 2D

Dans un système automatisé, le pupitre représente l'interface Homme-Machine permettant à l'utilisateur de dialoguer avec le système.

Pour ajouter un pupitre ou un objet IRIS 2D, sélectionner le dossier « IRIS » dans le navigateur puis cliquer sur le bouton droit de la souris et choisir d'ajouter un objet.



Figure 3-16 : exemple d'un pupitre de commande d'un ascenseur

3.6.4.4. IRIS 3D

IRIS 3D permet de concevoir des applications de simulation de partie opératives en 3D, les objets peuvent être créés dans un modèleur standard "Solidworks" et importés des ressources du projet AUTOMGEN, des comportements sont ensuite appliqués aux objets pour créer les animations 3D. Des objets 3D évolués peuvent également être utilisés.



Figure 3-17 : exemple d'un pupitre 3D

3.6.4.5. Solidworks

SolidWorks est un logiciel de conception assisté par ordinateur 3D fonctionnant sous Microsoft Windows. SolidWorks est un modèleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de

fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés.

3.7. Conclusion

L'automatisation d'un système quelconque nécessite une bonne modélisation assurant le bon fonctionnement de ce système ainsi que la commande et la supervision, parmi les différents systèmes existants on trouve l'ascenseur qui s'agit d'un moyen de déplacement vertical très utilisé et de plus en plus répandu, ce qui met en œuvre le rôle important de la bonne gestion de cet appareil ainsi que la meilleure sécurité des usagers.

Dans ce chapitre j'ai tout d'abord fait une présentation générale des ascenseurs, leurs différents types et modes de fonctionnement , puis on a présenté un cahier de charges d'un ascenseur desservant quatre étages ou le principe de la modélisation de ce dernier est à optimiser la demande d'ascenseur et à améliorer l'utilisation, et en fin on a pu créer et simuler le model graphique associé a ce cahier de charges à laide du Logiciel Automgen.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET PERSPECTIVES

Sur le plan personnel, travailler sur ce projet m'a permis d'approfondir mes connaissances, et de mettre en pratique mes connaissances théoriques dans le domaine des automatismes industriels. Il m'a également permis de bien comprendre le fonctionnement des systèmes automatisés,

En premier lieu, on a abordé une étude théorique sur les systèmes automatisés et montré les performances de ces systèmes. Ensuite on a présenté les différents outils de modélisation graphique, puis on a appliqué la modélisation d'un cahier de charges d'un ascenseur, ce dernier répond au besoin du client. Pour automatiser le processus on a proposé une solution programmée basée sur l'élaboration d'une plate forme de modélisation pour commander l'ascenseur et superviser son fonctionnement par un pupitre sous AUTOMGEN.

Le choix de ce système était bénéfique puisqu'il est un système automatisé très intéressant, et que sa réalisation fait appel à plusieurs domaines technologiques, de plus, c'est un moyen de déplacement très utilisé et de plus en plus répandu comme on vient de le souligner, ce qui met en œuvre le rôle important de la maintenance dans l'optimisation de la sécurité des usagers et la disponibilité de l'appareil.

Ce projet de fin d'études m'a été d'un grand apport d'une part, la connaissance et la maîtrise de nouveaux logiciels de contrôle et d'automatisation qui sont très répandus à l'échelle mondiale et d'autre part la réalisation d'un projet en cours d'automatisation portant sur un thème d'actualité et d'avenir.

Vu l'importance de cette étude pour l'automatisation d'un ascenseur, le manque de moyens m'a pas permis d'appliquer le modèle graphique sur une maquette assimilant le fonctionnement de notre système, donc essayer de valider les résultats trouvés sur un banc d'essai réel améliorera beaucoup cette étude au futur.

J'espère enfin que mon projet peut être une phase éducative pour les travaux pratiques des systèmes automatisés à notre département et rend service à tous ceux qui aborderont le même sujet et obtient la satisfaction de mon encadreur et les jurys.

Références Bibliographiques

- **Les fichier PDF**

- [1] PRESENTATION DES SYSTEMES AUTOMATISES, *Ch.1 – Systèmes automatisés - Systèmes bouclés.*
- [3] M. LEMSYEH, Systèmes automatisés, *Dossier référence - 1 -, Lycée Technique ER-RAZI El jadida.*
- [4] Synthèse, Qu'est ce qu'un système automatisé, *Approche acquisition et transmission de l'information.*
- [7] N.Bennis, "Les Réseaux de Petri", Notes de Cours, Théorie, propriétés et applications.
- [8] Jacques AIAHCE, Jean-Marc CHEREU, "les systèmes automatisé", *cours science industriel.*
- [9] LHOMME Walter, "Gestion d'énergie de véhicules électriques hybrides basé sur la représentation énergétique macroscopique", *Thèse pour obtenir le grade de Docteur, Ecole Doctorale des Sciences Pour l'ingénieur, l'Université des Sciences et Technologies de Lille, nov, 2007*

- **Les cite Web**

- [2] http://www.upsti.fr/scenari/module_formation_SLCI/co/Contenu13.html, 2014
- [5] <http://www.techno-logique.com/AUT-systemes-automatiques.shtml>, 2014
- [6] <http://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm>, 2014
- [12] <http://www.ascenseurs.fr>. 2014
- [13] <http://www.energieplus-lesite.be>. 2014

- **Mémoires / Theses**

- [10] R. FRITAS, Modélisation et analyse par réseaux de Petri d'un système de production GERE EN KANBAN, *mémoire de magister, 2005.*
- [11] Dr Mohamad KHALIL, Automates et Informatique industrielle *Centre Universitaire de Technologie Franco-Libanais - CUT.*

ملخص:

الموضوع المعالج في مذكرة التخرج هذه يتمحور حول نمذجة الأنظمة الأوتوماتيكية باستعمال أداة بيانية, مما يسمح لنا بتقوية معارفنا في هذا المجال. العمل المقدم يحوي وصف للأنظمة الأوتوماتيكية ومختلف أدوات النمذجة بالرسوم البيانية. تمكنا في هذه المذكرة من نمذجة دفتر شروط لمصعد آلي باستعمال أداة النمذجة "قرافات" , هذه الأخيرة تعتبر أداة قوية لنمذجة نظام معقد كالمصعد الآلي. هذا العمل يحتوي أيضا على محاكاة لهذا النظام باستعمال برنامج "اوتومجان".

كلمات مفتاحية: الأنظمة الأوتوماتيكية ، نمذجة، لمصعد آلي، قرافات، اوتومجان .

Résumé :

Le sujet traité dans ce mémoire de fin d'étude porte sur la modélisation des systèmes automatisés par un outil graphique, ce qui nous a permis de creuser nos connaissances dans ce domaine. Le travail présenté constitue une description des systèmes automatisés, et de leurs différents outils de modélisation graphique. On a pu modéliser un cahier des charges d'un ascenseur à travers un outil de modélisation graphique "Grafcet", ce dernier est un outil puissant pour faire la modélisation d'un système complexe tel que l'ascenseur. Ce travail constitue aussi la simulation de ce système par le logiciel "Automgen".

Mots Clés : Système automatisé, Modélisation, Ascenseur, Grafcet, Automgen.

Abstract:

In this dissertation, we have dealt with a subject about modeling of automated systems with a graphical tool, which allowed us to reinforce our knowledge in this field. The presented work contains a description of automated systems and their different graphical modeling tools. We were able to model specifications of an elevator through a graphical modeling tool "Grafcet", the latter is considered as very powerful tool for modeling a complex system such as the elevator. This work dealt also with simulation of this system by "Automgen" software.

Key Words : Automated Systems , Modeling ,Elevator, Grafcet, Automgen.