

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique industrielle

*Présenté par*

**CHABBI NADJAT  
BOUDELLAL THANINA**

# Commande d'un ascenseur trois niveaux par un Automate Programmable Industriel S7-300

*Mémoire soutenu publiquement le 25/06/ 2024 devant le jury composé de :*

**M Boualem SALHI**

MCB, UMMTO, Président

**M Ahcene TRIKI**

MCB, UMMTO, Encadrant

**M Hocine KHATI**

MAB, UMMTO, Examineur

**Mme Fatima CHEBALLAH**

MAA, UMMTO, Examinatrice

## Remerciements

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier très profondément :*


*Monsieur TRIKI A. pour nous avoir proposé le sujet et accepté de diriger notre travail.*

*Nous remercions également les membres du jury qui ont accepté d'examiner ce mémoire de fin d'étude.*

*Sans oublier nos remerciements et notre reconnaissance les plus profonds envers nos familles, pour leur soutien et leur grande patience.*

*Enfin nos sincères gratitudes sont destinées à ceux qui ont participés de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste document.*

*A tous, merci*





## Dédicaces

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,*

*A Mes très chers parents ;*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours ;*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie.*

*A Ma binôme THANINA et sa famille ;*

*A Mes collègues : ZAHIA, OUASSILA, YASMINE*

## *NADJAT*



## Dédicaces

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,*

*A Mes très chers parents ;*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours ;*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie.*

*A Ma binôme NADJAT et sa famille ;*

*A Mes collègues : ZAHIA, OUASSILA, YASMINE*

## *THANINA*

# SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des figures & Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1

## CHAPITRE I : Généralités sur les ascenseurs

I-1 Introduction .....	3
I-2 Définition d'un ascenseur.....	3
I-3 Différents types d'ascenseurs .....	3
I-3-1 Ascenseur de charge .....	3
I-3-2 Ascenseur pour personne .....	4
I-3-3 Ascenseurs pour personnes à mobilité réduite .....	4
I-3-4 Monte voitures .....	5
I-4 Catégories d'ascenseurs .....	5
I-4-1 Ascenseurs hydrauliques .....	5
I-4-1-1 Description .....	5
I-4-1-2 Avantages d'ascenseur hydraulique .....	6
I-4-1-3 Inconvénients d'ascenseur hydraulique .....	7
I-4-2 Ascenseurs à traction à câbles .....	8
I-4-2-1 Description .....	8
I-4-2-2 Avantages de l'ascenseur à traction à câble .....	9
I-4-2-3 Inconvénients de l'ascenseur à traction à câble .....	9
I-5 Constituants d'un ascenseur à traction à câbles.....	10
I-6 Critère de choix des ascenseurs .....	14
I-7 Risques dans les ascenseurs.....	15
I-8 Sécurité dans les ascenseurs .....	15
I-9 Conclusion .....	16

# **CHAPITRE II : Généralités sur les Automates Programmables Industriels**

II-1 Introduction .....	17
II-2 Généralités sur les systèmes automatisés .....	17
II-2-1 Définition d'un système automatisé .....	17
II-2-2 Objectifs des systèmes automatisés .....	18
II-2-3 Décomposition des systèmes automatisés .....	18
II-3 L'automate programmable Industrielle (API) .....	21
II-3-1 Définition .....	21
II-3-2 Caractéristiques générales des APIs .....	21
II-3-3 Structure interne d'un API .....	21
II-3-4 Cycle de Fonctionnement.....	22
II-3-5 Critères de choix d'un Automate.....	23
II-3-6 Avantages .....	23
II-3-7 Inconvénients.....	24
II-4 Présentation de l'automate programmable S7-300.....	24
II-4-1 Définition .....	24
II-4-2 Architectures d'un Automate programmable S7-300.....	24
II-4-2-1 Module d'alimentation.....	25
II-4-2-2 Unité centrale de traitement CPU.....	25
II-4-2-3 Modules de signaux « SM » .....	25
II-4-2-4 Modules de fonction « FM ».....	26
II-4-2-5 Modules de communication « CP ».....	26
II-4-3 Avantages d'un automate S7-300.....	26
II-5 Logiciel step7 .....	27
II-5-1 Définition .....	27
II-5-2 Fonctions du logiciel de base .....	27
II-5-3 Différents langages de programmation.....	28
II-5-3-1 Langages littéraux .....	28
II-5-3-1-1 Langage Liste d'Instructions.....	28
II-5-3-1-2 Langage Liste Structuré (ST).....	28
II-5-3-2 Langages graphiques .....	29
II-5-3-2-1 Langage Ladder.....	29

II-5-3-2-2 Langage FBD .....	30
II-5-3-2-3 Langage Grafcet .....	30
II-5-3-2-3-1 Définition .....	30
II-5-3-2-3-2 Concepts de base du Grafcet.....	31
II-5-3-2-3-3 Règles d'évolution d'un Grafcet .....	33
II-5-3-2-3-4 Structures de base.....	33
II-5-3-2-3-5 Niveau d'un Grafcet .....	36
II-6 Conclusion.....	37

### **CHAPITRE III : Programmation de l'ascenseur**

III-1 Introduction.....	38
III-2 Description de l'ascenseur à commander .....	38
III-3 Cahier des charges.....	40
III-4 Câblage réalisé sur FLUIDSIM .....	41
III-5 Fonctionnement de l'ascenseur .....	42
III-6 Commande de l'ascenseur avec STEP 7 .....	44
III-6-1 Programme Ladder .....	44
III-6-2 Grafcet .....	47
III-6-2-1 Descente de l'ascenseur vers l'étage 1 .....	49
III-6-2-2 Montée et descente de l'ascenseur vers l'étage 2 .....	50
III-6-2-3 Montée de l'ascenseur vers l'étage 3 .....	51
III-6-3 Exemple de simulation .....	52
III-6-3-1 Manipulation 1 .....	52
III-6-3-2 Manipulation 2 .....	61
III-7 Conclusion .....	68
Conclusion générale .....	69
Références Bibliographiques .....	70
Annexe A	
Annexe B	
Résumé & Mots clés	

# Liste des figures

## *Chapitre I*

Figure I.1 : Ascenseur de charge .....	3
Figure I.2 : Ascenseur pour personne .....	4
Figure I.3: Ascenseur pour personne à mobilité réduite .....	4
Figure I.4 : Exemple d'une monte voitures .....	5
Figure I .5 : Principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique .....	6
Figure I.6 : Modèles d'ascenseurs hydrauliques .....	6
Figure I.7 : Ascenseur à traction à câble .....	8
Figure I.8 : Différentes parties d'un ascenseur .....	13

## *Chapitre II*

Figure II.1 : Synthèse d'un système automatisé de production .....	17
Figure II.2 : Schémas de fonctionnement d'un capteur .....	19
Figure II .3 : Schémas de fonctionnement d'un pré-actionneur .....	20
Figure II.4 : Schémas de fonctionnement d'un actionneur .....	20
Figure II.5 : Structure interne d'un API .....	21
Figure II.6 : Cycle de Fonctionnement d'un l'API .....	23
Figure II.7: Automate S7-300 .....	24
Figure II .8: Architecture d'un API S7-300.....	24
Figure II .9 : Module d'alimentation.....	25
Figure II .10 : Logiciel Step 7.....	27
Figure II .11: Composants graphiques élémentaires d'un diagramme LD .....	29
Figure II.12 : Schéma de la structure des différents blocs du langage FBD .....	30
Figure II.13 : Symbolisation du Grafcet.....	31
Figure II.14 : Situation des étapes d'un grafcet .....	31
Figure II.15 : Actions associées aux étapes .....	32
Figure II.16 : Transition.....	32

Figure II.17 : Liaison orientées .....	32
Figure II.18: grafcet à séquence unique.....	33
Figure II.19 : Divergence et convergence en ET .....	34
Figure II.20 : Divergence et convergence en OU (aiguillage) .....	35
Figure II.21 : Exemple de saut et reprise d'étape .....	36
Figure II.23 : Grafcet de niveaux 1 et 2.....	37

### ***Chapitre III***

Figure III.1 : Schéma de l'ascenseur de trois niveaux .....	39
Figure III.2 : Schéma de bronchement sur FLUIDSIM.....	40
Figure III.3 : Lampe de bouton de démarrage.....	44
Figure III.4 : Lampe de bouton d'étage 1 et la lampe de bouton cabine.....	44
Figure III.5 : Lampe de bouton d'étage 2 et bouton cabine 2 .....	45
Figure III.6 : Lampe de bouton d'étage 3 et bouton cabine 3 .....	45
Figure III.7 : Lampes indiquant l'étage atteint.....	46
Figure III.8 : Fonctionnement du moteur .....	46
Figure III.9 : Première partie de grafcet .....	47
Figure III.10 : Condition de démarrage est satisfaite .....	48
Figure III.11 : Grafcet de l'ascenseur « vers l'étage 1 » .....	49
Figure III.12 : Grafcet de l'ascenseur « vers l'étage 2 » .....	50
Figure III.13 : Grafcet de l'ascenseur « vers l'étage 3 » .....	51
Figure III.14 : L'ascenseur est dans l'étage 1 .....	52
Figure III.15 : Étape 1 .....	53
Figure III.16 : Étape 2 .....	54
Figure III.17 : Étape 3 .....	55
Figure III.18 : Étape 4 .....	56
Figure III.19 : Étape 5 .....	57
Figure III.20 : Étape 6 .....	58
Figure III.21 : Étape 7 .....	59

Figure III.22 : Étape 8 .....	60
Figure III.23 : L'ascenseur se trouve à l'étage 1 .....	61
Figure III.24 : Monter de l'étage 1 vers l'étage 2 .....	62
Figure III.25 : Monter de l'étage 1 vers l'étage 3 .....	62
Figure III.26: Arrêt à l'étage 2 .....	63
Figure III.27 : Arrêt à l'étage 2 avec demande de monter à l'étage 3 .....	63
Figure III.28 : Demande de la montée vers l'étage 3 depuis l'étage 2 .....	64
Figure III.29: Arrêt à l'étage 3 .....	64
Figure III.30 : L'ascenseur se trouve à l'étage 2 .....	65
Figure III.31 : Demande de monter vers ET3 et de descendre vers ET1 depuis l'étage 2 .....	66
Figure III.32 : Arrêt à l'étage 3 avec une demande de descendre vers l'étage 1 ...	66
Figure III.33 : descente vers l'étage 1 depuis l'étage 3 .....	67
Figure III .34 : Arrêt à l'étage1 .....	67

## **Liste des tableaux**

Tableau 2.1: Instructions de base en langage List .....	28
Tableau 2.2: Les opérateurs en langage ST .....	29
Tableau 3.1 : Les entrées .....	40
Tableau 3.2 : Les mnémoniques .....	41
Tableau 3.3 : Les sorties .....	41

# *Introduction Générale*

L'automatique est une discipline qui étudie la conception, l'analyse et le contrôle des systèmes dynamiques pour les rendre autonomes ou semi-autonomes. Elle trouve des applications dans de nombreux domaines tels que l'ingénierie, la robotique, les processus industriels et même les systèmes biologiques.

L'automatisation des ascenseurs à plusieurs étages est devenue indispensable dans les structures modernes pour assurer un transport efficace et sécurisé des passagers.

L'objectif de notre travail est de commander un ascenseur de trois niveaux par un Automate Programmable Industriel (*API*) en utilisant deux langages de programmation le Ladder et le Grafcet. Ce projet de fin d'études permet à l'étudiant de synthétiser l'ensemble des connaissances obtenues lors de sa formation mais également d'enrichir ces acquis notamment en ce qui concerne l'informatique industrielle.

L'ascenseur est l'un des dispositifs les plus couramment utilisés dans les bâtiments à plusieurs étages, offrant un moyen pratique et efficace de déplacer les personnes et des marchandises verticalement. Sa conception et son fonctionnement ont évolué au fil du temps pour répondre aux exigences croissantes en matière de sécurité, de confort et d'efficacité. Dans cette optique, l'utilisation d'automates programmables pour la commande des ascenseurs représente une avancée technologique majeure.

Les automates programmables, souvent désignés sous le sigle *API* ou *PLC* en anglais, sont des dispositifs électroniques spécialisés utilisés pour automatiser les processus industriels. Ces appareils sont conçus pour exécuter des tâches de contrôle, de régulation et de surveillance dans des environnements industriels. Ils sont largement utilisés dans divers secteurs.

Dans le paysage industriel et technologique contemporain, les automates programmables sont les piliers invisibles qui orchestrent une grande partie des processus de fabrication et de contrôle. Leur présence discrète cache une puissance impressionnante, permettant la gestion efficace et précise de machines et de systèmes complexes dans un large éventail d'applications industrielles. Depuis leur invention dans les années 1960, les automates programmables ont parcouru un chemin remarquable, passant d'appareils rudimentaires à des systèmes sophistiqués capables de gérer des processus de production de haute technologie avec une précision sans précédent. Cette évolution a été rendue possible par les avancées constantes dans les domaines de l'électronique, de l'informatique et de l'ingénierie logicielle.

Notre mémoire est scindé en 3 chapitres :

- Chapitre I : Généralités sur les ascenseurs
- Chapitre II : Généralités sur les Automates Programmables Industriels
- Chapitre III : Programmation de l'ascenseur

# *Chapitre I*

*Généralités sur les ascenseurs*

## I-1 Introduction

Lorsque l'homme a dû se déplacer en hauteur, il a commencé à envisager un moyen de se déplacer rapidement, réduisant ses efforts et garantissant une sécurité maximale. C'est ainsi qu'il a développé les ascenseurs.

Les ascenseurs figurent parmi les dispositifs de transport vertical les plus silencieux. Ils sont devenus un élément essentiel de la vie moderne, garantissent une accessibilité optimale et une facilité d'utilisation. Il facilite ainsi les déplacements des individus et tout particulièrement le transport des personnes handicapées.

À travers ce chapitre, nous allons nous familiariser de cet appareil de déplacement révolutionnaire en étudiant de plus près ses composants, les différents types ainsi que les catégories d'ascenseurs existants de nos jours et en tirer les avantages et les inconvénients de chaque catégorie. Enfin, nous verrons les critères de choix d'un ascenseur.

## I-2 Définition d'un ascenseur

Le terme « *Ascenseur* » est réservé aux appareils qui permettent de transporter verticalement des personnes entre différents niveaux, comportant une cabine, dont les dimensions et la constitution permettent manifestement l'accès des personnes en les déplaçant, au moins partiellement, le long des guides verticaux [1].

## I-3 Différents types d'ascenseurs

On distingue quatre (04) types d'ascenseurs selon leur utilisation :

### I-3-1 Ascenseur de charge

Appelé aussi ascenseur accompagné, c'est un type particulier d'ascenseur dont les dimensions et la constitution de la cabine sont suffisamment grandes pour permettre le transport des marchandises lourdes et des personnes. Un exemple de ce type d'ascenseur est représenté dans la *figure I.1*.



Figure I.1 : Ascenseur de charge

### I-3-2 Ascenseur pour personnes

Destiné exclusivement au transport de personnes, ce type d'ascenseur présente une plus grande sécurité et un meilleur confort. Il est présenté aussi bien dans les bâtiments à intérêt public que dans le milieu privé, où il dessert par exemple les occupants d'une maison individuelle. La *figure I.2* représente un exemple d'ascenseur pour personnes.



**Figure I.2 : Ascenseur pour personnes**

### I-3-3 Ascenseurs pour personnes à mobilité réduite

Également appelé ascenseur « handicapé », c'est un ascenseur spécialement dédié au transport de personnes handicapées, debout ou en fauteuil roulant, avec ou sans accompagnateur.

Ce type d'ascenseur se caractérise par des dimensions spécifiques :

La largeur des portes de l'ascenseur est d'environ 0,80 mètre afin que le fauteuil puisse passer facilement. La cabine mesure environ 1,40 m de profondeur et au moins 1,10 m de largeur afin que les personnes en fauteuil roulant puissent se déplacer confortablement et profiter de leur compagnie. La hauteur des boutons de commande, que ce soit dans le palier ou dans la cabine d'ascenseur, est de 1,30 mètre pour un accès facile. Le diamètre de la surface est de 1,0 m devant l'ascenseur [3].

La *figure I.3* représente un exemple d'ascenseur pour personnes à mobilité réduite.



**Figure I.3: Ascenseur pour personnes à mobilité réduite**

### I-3-4 Monte voitures

Cet ascenseur dont la cabine est dimensionnée pour le transport de véhicules automobiles de tourisme. Un exemple d'une monte voiture est présenté dans la *figure I.4*.



**Figure I.4 : Exemple d'une monte voiture**

## I-4 Catégories d'ascenseurs

On distingue deux (02) catégories d'ascenseurs :

- Les ascenseurs hydrauliques.
- Les ascenseurs à traction à câble.

### I-4-1 Ascenseurs hydrauliques

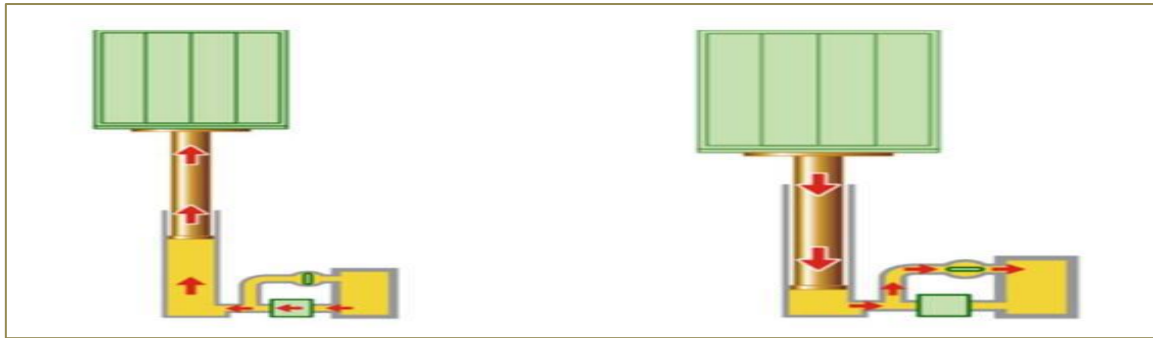
#### I-4-1-1 Description

Les ascenseurs hydrauliques répondent au besoin de transporter des charges lourdes sur une hauteur peu importante. Ils sont utilisés en général pour satisfaire les déplacements relativement courts de l'ordre de 15 à 18 m environ.

Le déplacement de la cabine d'un ascenseur hydraulique se fait grâce à un système de vérin. La cabine est propulsée par le piston d'un vérin alimenté par de l'huile sous pression provenant d'une centrale hydraulique (pompe).

L'huile sous pression pousse le piston hors du cylindre, ce qui engendre le déplacement de la cabine vers le haut. Pour redescendre, la vanne (by-pass) de la pompe s'enclenche, permettant ainsi l'évacuation de l'huile du cylindre vers un réservoir fonctionnant en cycle fermé. Cette action fait diminuer la pression et donc permet la descente de la cabine [6].

La *figure I.5* nous décrit le principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique.

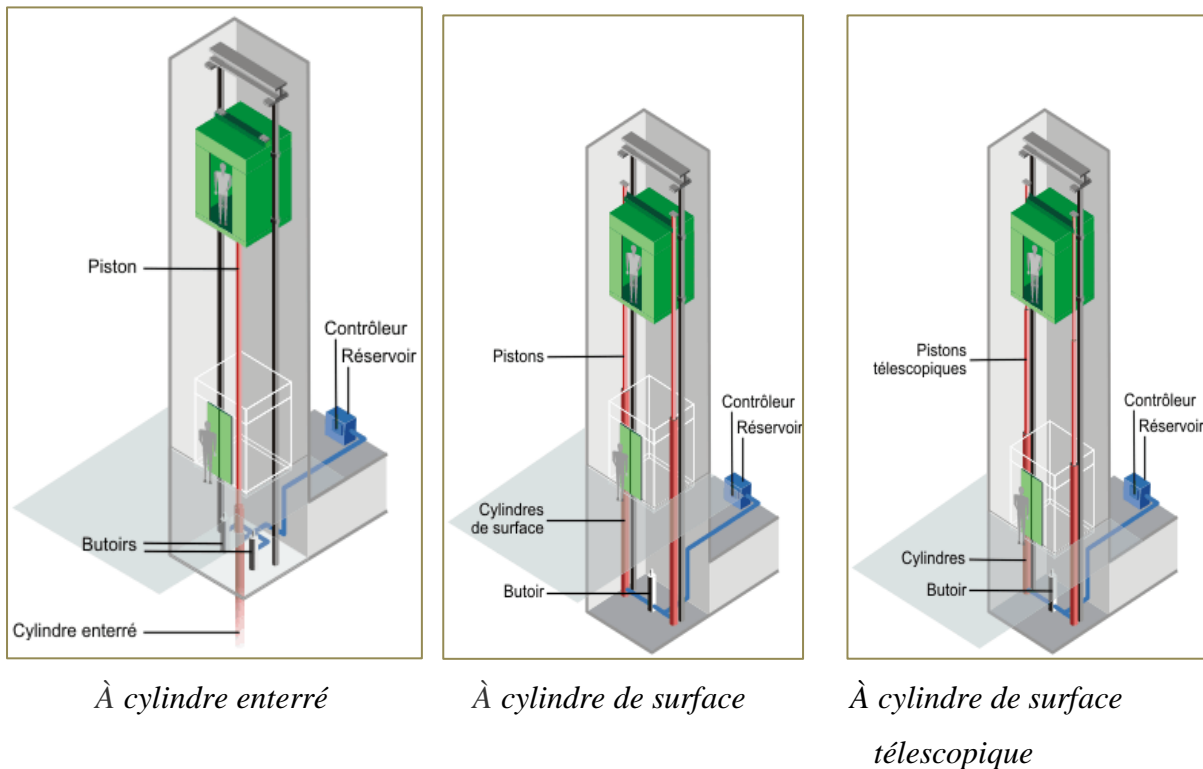


**Figure I.5 : Principe de fonctionnement d'un ascenseur hydraulique**

L'ascenseur hydraulique peut être installé à l'intérieur d'une gaine maçonnée ou à l'intérieur d'un pylône métallique, dans ce cas, il s'agit d'un ascenseur hydraulique autoportant. 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.

La **figure I.6** représente trois modèles d'ascenseurs hydrauliques sont :

- À cylindre enterré ;
- À cylindre de surface ;
- Télescopiques à cylindre de surface.



**Figure I.6 : Modèles d'ascenseurs hydrauliques**

L'ascenseur hydraulique est composé notamment de :

- Une cabine.
- Un réservoir d'huile.
- Un moteur électrique.
- Un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur.
- Une pompe hydraulique
- Guides.
- Un contrôleur.

Les différents modèles permettent de tenir compte de certains critères tels que :

- La place.
- La hauteur d'immeuble à desservir vu que la hauteur est limitée.
- La sensibilité du sol et du sous-sol.
- Le risque de pollution par rapport au sol, spécifiquement aux nappes phréatiques.
- L'esthétique.

#### **I-4-1-2 Avantages d'ascenseur hydraulique [4]**

- Implémentation facile, notamment dans un immeuble existant.
- Les déplacements de la cabine sont précis et s'effectuent en douceur.
- Entretien relativement simple.
- Capacité de charge importante.
- Réglage facile de la vitesse de déplacement.
- Ne nécessite pas de local de machinerie.

#### **I-4-1-3 Inconvénients d'ascenseur hydraulique [2]**

- Consommation importante en énergie.
- Consommation importante d'huile, ce qui complique la sécurité incendie.
- Vitesse de déplacement relativement lente.
- Le nécessaire renforcement de la dalle de sol lors de son installation.
- Risque de pollution des sous-sols.
- Possède une élévation limitée.

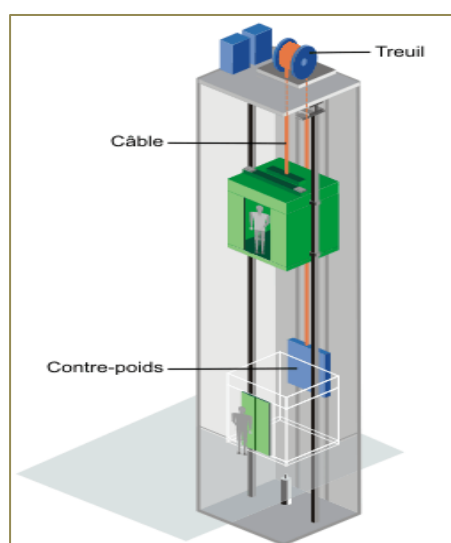
## I-4-2 Ascenseurs à traction à câbles

### I-4-2-1 Description

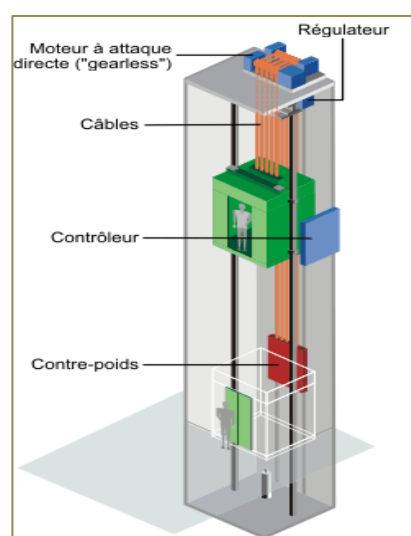
Les ascenseurs à traction à câbles sont les types d'ascenseurs que l'on rencontre le plus, notamment dans les bâtiments tertiaires. Selon la motorisation, on distingue plusieurs types d'ascenseurs à traction à câbles :

- À moteur-treuil planétaire.
- À moteur sans treuil ou « Gearless ».
- À moteur-treuil avec une vis sans fin.

Deux exemples sont illustrés dans la *figure I.7*.



*Ascenseur à moteur-treuil*



*Ascenseur à moteur à attaque directe*

**Figure I.7 : Ascenseur à traction à câble**

Suspendus dans la gaine, la cabine et son contrepoids sont reliés par des câbles de tractions. Le déplacement de l'ensemble cabine-contrepoids se fait grâce à un moteur électrique qui actionne une poulie. Cette dernière entraîne les câbles de traction, ce qui provoque le déplacement dans des sens contraires de la cabine et du contrepoids.

Selon le mode de traction, deux variantes existent [2] :

- **Direct** : le treuil à tambour tracte directement la cabine. Ce mode de traction garantit un encombrement réduit, mais est limité aux applications avec de petites capacités de charge.
- **Mouflet** : ce mode de traction est utilisé dans le cas de grandes charges, nécessitant des vitesses de traction importantes.

De manière générale, les ascenseurs à traction à câbles sont tous constitués de :

- Une cabine.
- Un contrepoids.
- Câbles reliant la cabine au contrepoids.
- Guides.
- Un système de traction.
- Un système antichute.

En termes d'énergie, les ascenseurs à traction à câbles sont moins énergétiques que les ascenseurs hydrauliques du fait de la présence du contrepoids qui équilibre le poids de la cabine et donc réduit grandement la consommation en énergie et en puissance, et ceci indépendamment du type de motorisation.

#### **I-4-2-2 Avantages d'ascenseur à traction à câble [3]**

- Effectue des déplacements rapides et précis.
- Rapidité de déplacement.
- Efficacité énergétique importante.
- Simplifier le déplacement des utilisateurs.
- Large plage de variation des vitesses.
- La limitation des consommations et des appels de puissance.

#### **I-4-2-3 Inconvénients de l'ascenseur à traction à câble [5]**

- Un entretien régulier doit être respecté pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil, mais surtout pour la sécurité des utilisateurs.
- Peut imposer un volume construit inesthétique visible sur le toit.
- Problème d'accessibilité.
- La version standard des ascenseurs nécessite l'installation d'un cabanon technique en toiture.
- Compacité de la gaine réduite par la présence de la cabine et du contrepoids, et par conséquent, réduction de la surface utile dans les étages du bâtiment.
- Nécessite de tenir compte du poids de la cabine, des câbles, du contrepoids, de la structure de la salle des machines, et des équipements de la salle des machines. Le poids total repose sur la structure du bâtiment et se reporte au niveau des fondations.

### I-5 Constituants d'un ascenseur à traction à câbles

Les ascenseurs à traction à câbles sont en général constitués de :

- **La cabine** : c'est la plate-forme où les passagers ou les marchandises sont transportés d'un étage à un autre. La cabine est suspendue par les câbles de traction et peut être fabriquée dans différents matériaux, tels que l'acier inoxydable ou le verre.
- **Gaine de l'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.
- **Porte de cabine** : La porte cabine permet aux passagers d'entrer et de sortir de la cabine de l'ascenseur en toute sécurité. Elle est conçue pour s'ouvrir et se fermer automatiquement ou manuellement de manière synchronisée avec les mouvements de la cabine, ou en fonction des besoins spécifiques de l'ascenseur et du bâtiment, assurant ainsi un accès facile et sécurisé.
- **Des portes palières** : Les portes palières, également appelées portes d'étages ou portes d'accès, sont des portes situées aux niveaux des étages dans lesquels l'ascenseur s'arrête. Elles servent de barrière entre l'ascenseur et le palier de l'étage lorsqu'il n'est pas en service, et elles s'ouvrent automatiquement lorsque l'ascenseur arrive à un étage pour permettre aux passagers d'entrer ou de sortir de la cabine.
- **Boutons d'appels** : les boutons d'appels sont des dispositifs situés à l'extérieur des portes des étages dans un bâtiment, permettant aux utilisateurs de demander l'ascenseur à leur étage.
- **Boutons d'envoi** : également appelés boutons de sélection de destination, sont situés à l'intérieur de la cabine de l'ascenseur, permettant aux passagers de sélectionner l'étage de destination vers lequel ils souhaitent se rendre.
- **Contrepoids** : le contrepoids est un élément essentiel dans le système de traction des ascenseurs. Il est constitué d'une suspension métallique contenant des gueuzes en fonte ou en béton.
- **Guides et rails** : les guides et rails sont des structures fixes installées le long de la cage de l'ascenseur pour maintenir la cabine alignée pendant son déplacement vertical. Ils peuvent avoir différentes formes selon le type d'ascenseur. Les formes les plus courantes sont les rails en T, les rails en U et les rails en guide de glissement.

- **Tableau de commande** : également appelé panneau de contrôle, il est un élément central dans le fonctionnement et la gestion des ascenseurs. Il permet aux usagers d'appeler ou de diriger la cabine. Les principaux éléments que l'on trouve généralement sur un tableau de commande sont :
  - ✚ Boutons d'étages : ils sont disposés généralement en colonnes verticales le long du panneau avec un bouton pour chaque étage desservi par l'ascenseur. Ils permettent aux usagers de sélectionner l'étage où ils souhaitent se rendre.
  - ✚ Boutons de commande de porte : ces boutons permettent aux passagers de commander l'ouverture et la fermeture de la porte cabine. Ils peuvent être situés à côté des boutons d'étages ou regroupés dans une sélection distincte du panneau.
  - ✚ Indicateur d'étage : ces indicateurs visuels affichent le numéro de l'étage où se trouve actuellement la cabine. Ils permettent aux passagers de savoir à quel étage ils se trouvent et de suivre le déroulement du trajet.
  - ✚ Indicateur de direction : il indique la direction dans laquelle la cabine se déplace, représenté par des flèches montantes ou descentes.
  - ✚ Indicateur de surcharge : certains tableaux de commande sont équipés d'un indicateur de surcharge qui s'allume lorsque la capacité maximale de charge de l'ascenseur est atteinte.
- **Armoire de commande** : l'armoire de commande est le cerveau de l'ascenseur. Elle est à la fois récepteur d'informations et transmetteur d'ordres. Des capteurs présents sur la cabine lui indiquent, par exemple, quand la cabine arrive à proximité de l'étage de sa destination afin qu'elle commande au moteur de ralentir la course de la cabine avant son arrêt à l'étage prévu.
- **Une machinerie** : La machinerie d'un ascenseur fait référence à l'ensemble des composants mécaniques et électriques responsables du mouvement de la cabine. Sa place peut être sur le toit de l'immeuble, dans le sous-sol du bâtiment, à l'intérieur ou bien sur un côté de la gaine. Elle est chargée de piloter la montée ou la descente de la cabine, avec ou sans charge. Ces composants sont :
  - ✚ Un moteur de traction : le cœur de la machinerie, il est chargé de fournir la puissance nécessaire pour déplacer la cabine de l'ascenseur le long des câbles de traction. Il peut être de différents types, tels que des moteurs à courant continu ou des moteurs à courant alternatif.

- ✚ Poulie de traction : elle est une roue dentée autour de laquelle les câbles de traction sont enroulés. Son rôle est de transmettre le mouvement du moteur de traction aux câbles, permettant ainsi le déplacement de la cabine.
  - ✚ Un contrepoids : attaché à l'extrémité opposée de la cabine par rapport aux câbles de traction, son objectif est de réduire la charge exercée sur le moteur de traction en compensant une partie du poids de la cabine et de sa charge utile.
  - ✚ Des câbles de traction.
  - ✚ Un réducteur de vitesse.
- **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. Ce dispositif peut, dans certains cas, équiper le contrepoids.
  - **Fin de course** : Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale. La fin de course peut aussi se trouver en machinerie. Dans ce cas, il est actionné soit par le tambour de traction soit par le câble du limiteur.
  - **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.

La *figure I.8* représente les différentes parties d'un ascenseur.

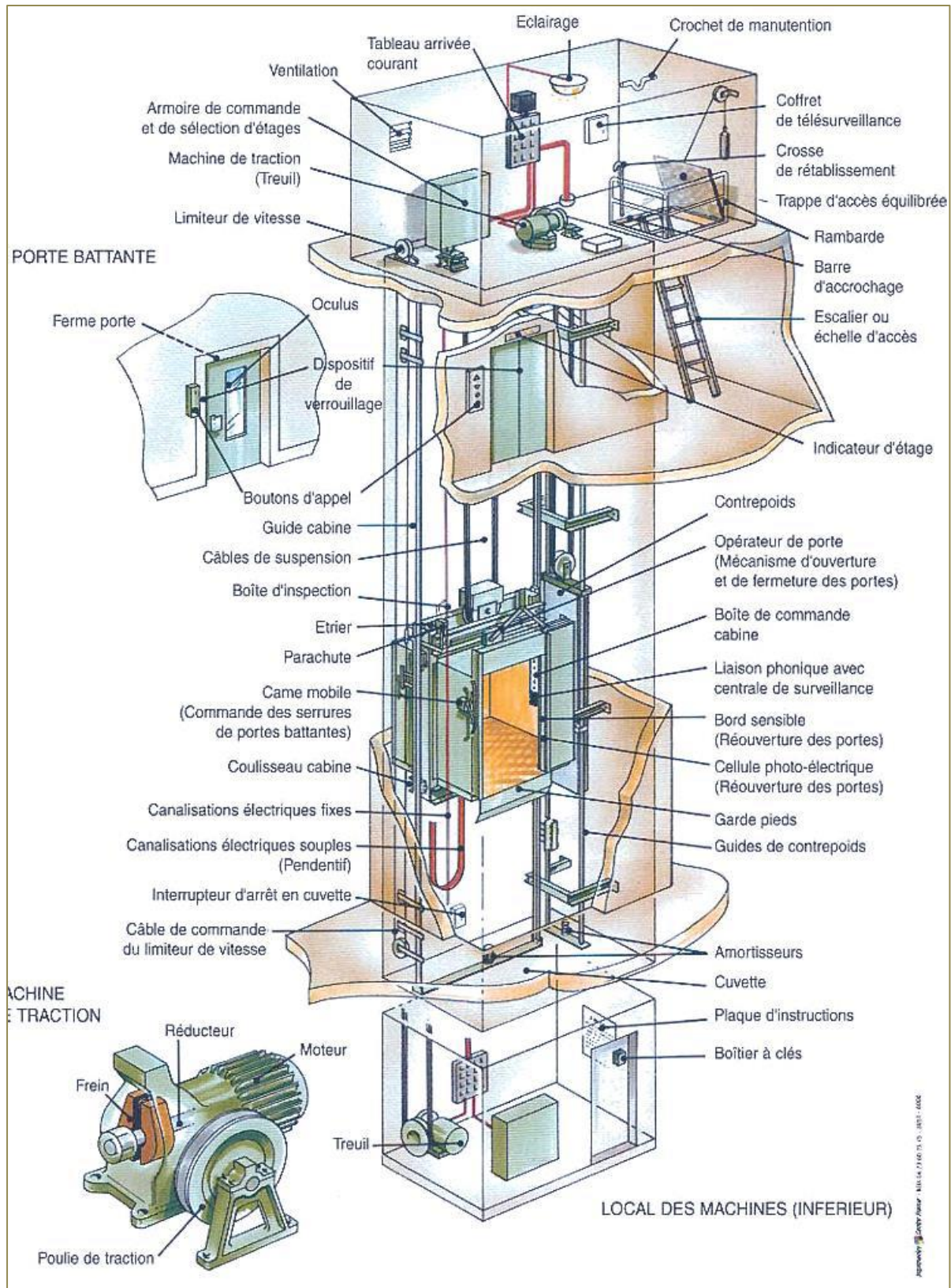


Figure I.8 : Différentes parties d'un ascenseur

### I-6 Critère de choix des ascenseurs

Le choix d'un ascenseur dépend de plusieurs critères qui doivent être évalués, voici quelques-uns :

✓ *Capacité de charge :*

La capacité de charge de l'ascenseur doit être adaptée à la taille et à la densité de population du bâtiment. Il est important de choisir un ascenseur qui peut transporter confortablement le nombre attendu de passagers ou de marchandises.

✓ *Vitesse de déplacement :*

La vitesse de déplacement de l'ascenseur dépend des exigences de circulation du bâtiment. Dans les bâtiments à usage commercial ou résidentiel, une vitesse plus élevée peut être souhaitable pour réduire les temps d'attente et améliorer l'efficacité du transport vertical.

✓ *Espace disponible :*

Les contraintes d'espace dans la machinerie de l'ascenseur peuvent influencer le choix du type et de la taille de l'ascenseur.

✓ *Hauteur de levage :*

La hauteur de levage nécessaire détermine la longueur des câbles de traction et peut influencer le type de moteur et de système de suspension requis pour l'ascenseur.

✓ *Efficacité énergétique :*

Il est important de choisir un ascenseur qui offre une performance énergétique optimale pour réduire la consommation d'énergie et les coûts d'exploitation à long terme.

✓ *Confort et sécurité :*

L'ascenseur doit offrir un niveau élevé de confort et de sécurité pour les passagers. Cela inclut des fonctionnalités telles que des démarrages et des arrêts en douceur, des systèmes de freinage d'urgence.

### I-7 Risques dans les ascenseurs

- Pannes mécaniques : défaillance des composants mécaniques tels que les câbles, les poulies ou les systèmes de freinage.
- Arrêts soudains : interruption brusque du mouvement de l'ascenseur, pouvant causer des blessures aux passagers.
- Problèmes électriques : court-circuit, surtensions ou défaillances électriques qui peuvent entraîner un dysfonctionnement de l'ascenseur.
- Surcharge : excès de poids dans l'ascenseur, pouvant provoquer une panne ou un accident.
- Mauvaise utilisation : utilisation incorrecte de l'ascenseur, comme sauter dans l'ascenseur en mouvement ou bloquer les portes, pouvant entraîner des accidents.

### I-8 Sécurité dans les ascenseurs

La sécurité constitue la première qualité exigée pour tout ascenseur. En effet, l'ascenseur fait l'objet de démarches et d'améliorations successives. Les innovations apportées ont en fait un appareil de référence pour le quotidien. Les éléments assurant la sécurité dans les ascenseurs actuels sont [2] :

- Systèmes pour ventilation et aération permanentes de la cabine.
- Portes coulissantes automatiques des cabines (butée en ouverture et fermeture, etc.).
- Dispositif d'alerte en cas de blocage de la cabine entre deux étages (téléphone, bouton d'alarme, caméras, etc.).
- Détecteurs d'obstacle (cellule empêchant la fermeture de la porte en présence d'objets ou lors du passage d'une personne).
- Dispositif conçu pour chaque type d'ascenseur, lui permettant de ne pas démarrer si la charge maximale (poids de la cabine et celui des personnes) est dépassée.
- Frein parachute, limiteur de vitesse, dispositif antichute et de secours (descente manuelle en cas de panne de courant).
- Cabines opaques (protection contre le vertige).

## **I-9 Conclusion**

En conclusion, ce chapitre présente un ensemble d'informations nécessaires à la réalisation de notre projet de fin d'études, à savoir la commande d'un ascenseur par un automate programmable.

Nous avons commencé par la description d'un ascenseur en tant que système de transport vertical. En plongeant dans ses différents types et catégories, nous avons vu qu'il existe deux catégories d'ascenseurs, et aux vues des avantages et des inconvénients de chaque catégorie. Nous avons aussi constaté d'après ces avantages et inconvénients illustrés que les ascenseurs à traction à câbles sont plus performants et moins coûteux que les ascenseurs hydrauliques, ce qui les rend les plus utilisés, aussi nous avons eu l'occasion de comprendre le principe de fonctionnement de chaque élément d'un ascenseur.

Et comme étant la sécurité l'un des paramètres les plus primordiaux dans un ascenseur, nous avons listé les risques auxquels ses utilisateurs pourraient être confrontés, et pour y remédier à cela, nous avons cité quelques dispositifs de sécurité que les normes de sécurité exigent pour la conformité des ascenseurs et leur mise en marche.

# *Chapitre II*

*Généralités sur les Automates*

*Programmables Industriels*

## II-1 Introduction

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1996 ou ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués, et offrent une meilleure qualité de travail, une rapidité d'exécution et leurs fait gagné en espace et même sur le plan économique car comparé à la logique câblée les entreprises utilisent une main-d'œuvre réduite donc un moindre coût et un résultat plus fiable et plus précis et ne nécessite pas une maintenance quotidienne.

À ce jour, les automates programmables se trouvent partout et dans toutes les industries. Ils s'adaptent aisément aux besoins des clients et répondent à toutes sortes de problèmes, du plus simple au plus complexe.

Ce chapitre sera divisé en deux parties. Dans la première, nous verrons les généralités sur les automates programmables, leur structure interne et externe, leurs avantages et inconvénients, ainsi que les fonctions principales réalisées par les API. Dans la seconde partie, nous aborderons les différents langages de programmation des API.

## II-2 Généralités sur les systèmes automatisés

### II-2-1 Définition d'un système automatisé

Un système est un ensemble d'éléments permettant de répondre à un besoin qui est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur. Il est automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli, qui se décompose en séquences ou en étapes comme le montre la *figure II.1*.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, qui exécute des tâches ou des processus sans intervention humaine. Ces systèmes utilisent souvent des algorithmes, des capteurs, et des dispositifs de contrôle pour effectuer des actions programmées de manière autonome [4].



Figure II.1 : Synthèse d'un système automatisé de production

### II-2-2 Objectifs des systèmes automatisés

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- La recherche d'un coût minimal en réduisant l'effectif.
- Faciliter les conditions de travail.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit.
- Augmenter la sécurité, etc...

### II-2-3 Décomposition des systèmes automatisés

Tout système automatisé comporte trois parties importantes [7] :

➤ *Une partie commande (PC)*

Elle joue le rôle de cerveau de notre système, et pilote la partie opérative. Elle reçoit des informations venant des capteurs de la partie opérative, et les transmet vers cette même partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs (elle coordonne les différentes actions de la partie opérative).

La partie Commande se compose des ensembles suivants :

- Les interfaces d'entrée qui transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatible avec les caractéristiques technologiques du système.
- Les interfaces de sortie qui transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des pré-actionneurs d'une part, des visualisations et avertisseur.
- L'unité de traitement (automates programmables industriels API, ordinateur, microprocesseurs) qui élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

➤ Une partie opérative(PO)

Elle comporte essentiellement les capteurs et les actionneurs (moteurs électriques, vérins hydrauliques, etc.) qui effectuent l'essentiel du système automatisé.

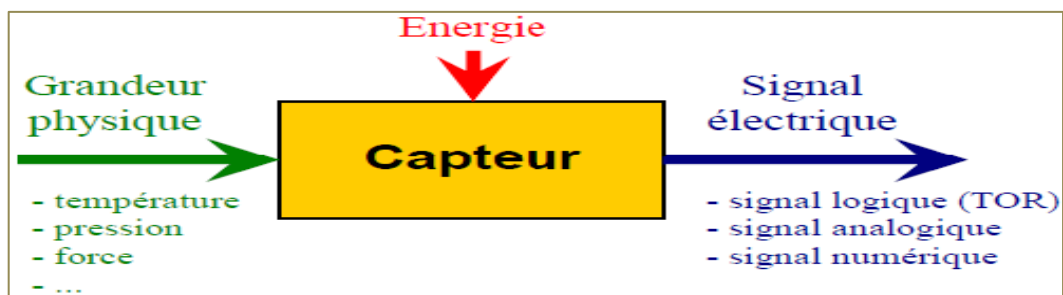
- Elle exécute les ordres qu'elle reçoit de la partie commande grâce aux actionneurs.
- Elle possède des capteurs qui permettent de recueillir des informations.
- Elle reçoit des messages et envoie des consignes vers la partie de commande.

**A. Capteurs :**

Ce sont des éléments de la partie opérative capables de détecter un phénomène physique dans son environnement (température, présence d'un objet...), et d'en rendre compte à la partie commande sous forme d'un signal électrique. On distingue trois (03) catégories de capteurs:

1. Les capteurs T.O.R. (Tout Ou Rien), qui délivrent un signal de sortie logique, c'est-à-dire 0 ou 1.
2. Les capteurs numériques, ou « incrémentaux », qui associés à un compteur, délivrent des signaux de sortie numériques.
3. Les capteurs analogiques, ou « proportionnels », qui permettent de prendre en compte la valeur réelle d'une grandeur physique.

Le principe de fonctionnement d'un capteur est représenté sur la *figure II.2*.



**Figure II.2 : Schémas de fonctionnement d'un capteur**

**B. Pré-actionneurs :**

Ce sont des interfaces de puissance entre la partie commande et la partie opérative, comme illustré dans la *figure II.3*, qui laisse passer l'énergie source à l'actionneur sur ordre de la partie commande, l'énergie utile aux actionneurs (ils génèrent l'énergie de commande de l'actionneur). Les pré-actionneurs les plus utilisés sont les contacteurs (pour les moteurs électriques) et les distributeurs (pour les vérins).

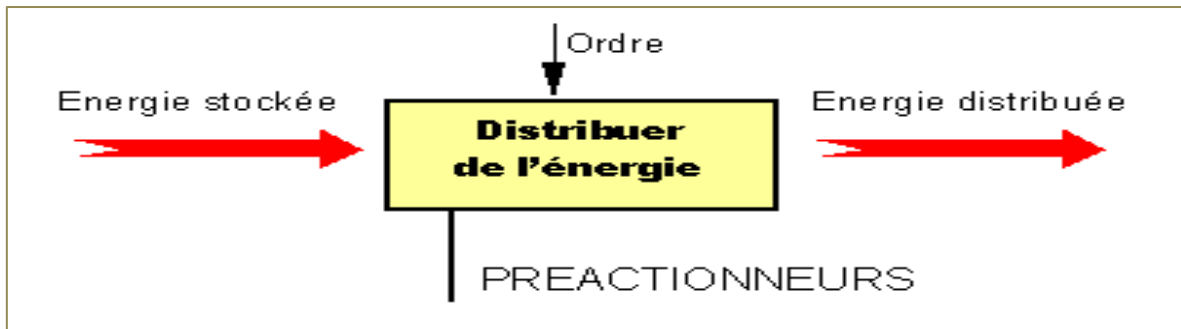


Figure II.3 : Schémas de fonctionnement d'un pré-actionneur

C. Actionneurs :

Ce sont des éléments qui convertissent l'énergie d'entrée disponible sous une certaine forme (électrique, pneumatique, hydraulique) en une énergie utilisable sous une autre forme, comme il est représenté dans la *figure II.4*, par exemple sous forme de:

- Energie thermique destinée à chauffer un four (l'actionneur étant alors une résistance électrique).
- Energie mécanique destinée à provoquer une translation de chariot (l'actionneur pouvant être un vérin hydraulique ou pneumatique).
- Energie mécanique destinée à provoquer une rotation de broche (l'actionneur pouvant être alors un moteur électrique).

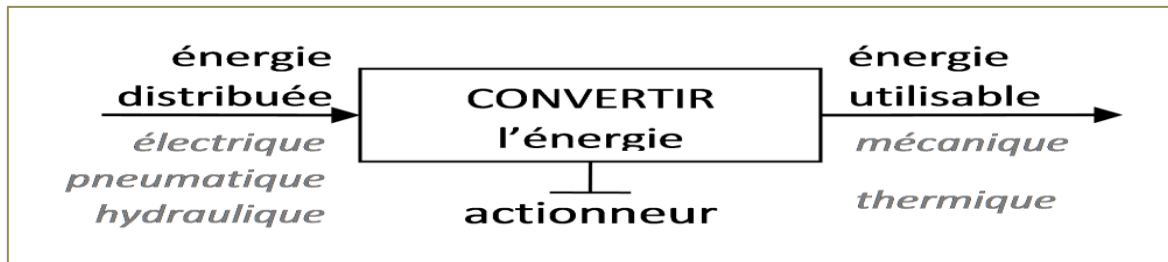


Figure II.4 : Schémas de fonctionnement d'un actionneur

➤ Une partie de dialogue

Outre le dialogue entre la partie opérative et la partie commande, cette dernière échange des informations avec l'extérieur du système, cette partie est réservée à l'opérateur, elle lui permet de transmettre des informations, des commandes, des réglages aux moyens de dispositifs adaptés.

## II-3 L'automate programmable Industriel (API)

### II-3-1 Définition

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande du système à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

### II-3-2 Caractéristiques générales des APIs

Les caractéristiques principales d'un automate programmable industriel (*API*) sont [12]:

- coffret, rack, baie ou carte ;
- Compact ou modulaire ;
- Tension d'alimentation ;
- Taille mémoire ;
- Sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...) ;
- Nombre d'entrées/sorties ;
- Modules complémentaires (analogique, communication...)
- Langage de programmation.

### II-3-3 Structure interne d'un API

Les API comportent quatre parties principales [10]:

- Une mémoire.
- Une unité de traitement (un processeur CPU)
- Des interfaces d'Entrées/Sorties.
- Une alimentation.

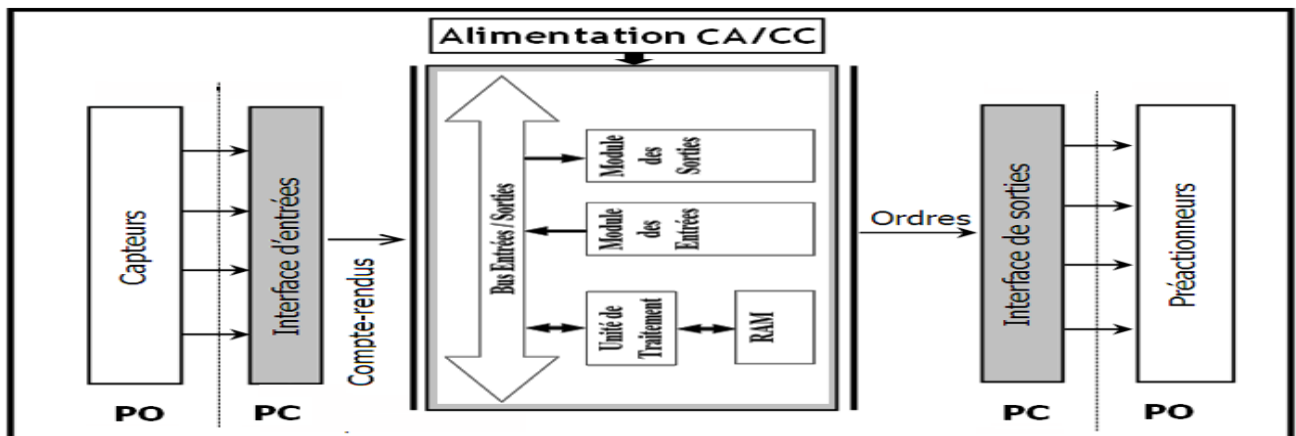


Figure II.5 : Structure interne d'un API

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple. L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions du programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

On trouve deux types de mémoire :

- **Mémoire Programme** : ou est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est-à-dire en lecture seulement. (ROM mémoire morte).
- **Mémoire de données** : utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement c'est la RAM (mémoire vive). Elle fait partie du système entrée-sortie. Elle fige les valeurs (0 ou 1) présentes sur les lignes d'entrées, à chaque prise en compte cyclique de celle-ci, elle mémorise les valeurs calculées à placer sur les sorties.

#### II-3-4 Cycle de Fonctionnement

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique comme il est figuré sur la *figure II.6*. Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS', qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties.

Le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle, puis les instructions du programme sont exécutées une à une pour déterminer l'état des sorties. A la fin, les états des sorties obtenues sont reportés sur les modules de sorties [12].

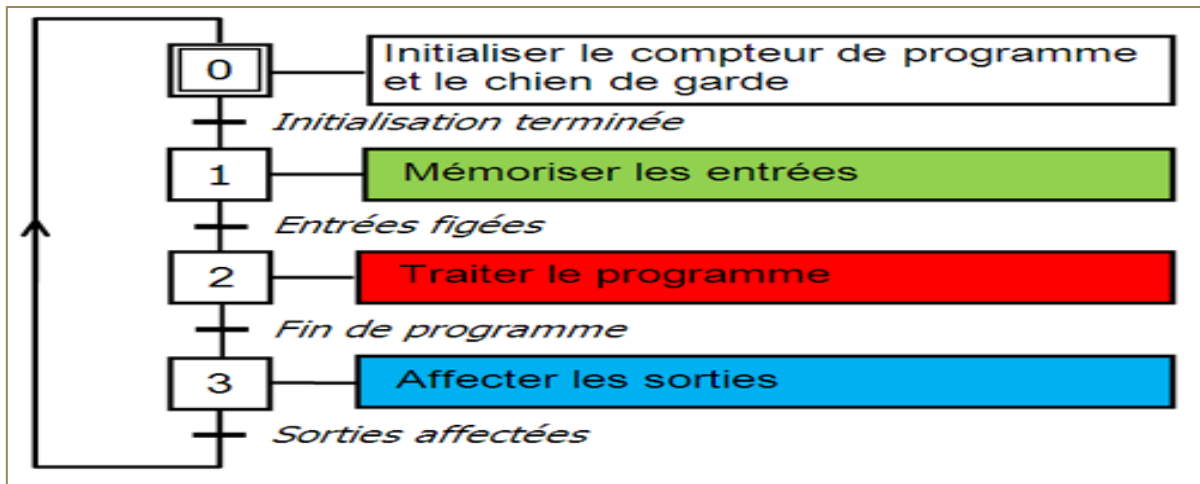


Figure II.6 : Cycle de Fonctionnement d'un l'API

### II-3-5 Critères de choix d'un Automate [8]

- Le nombre et la nature d'entrées /sorties.
- Le personnel de maintenance et le logiciel de programmation (achat du logiciel et formation du personnel).
- La communication avec les autres systèmes
- La fiabilité et la robustesse.
- Temps de traitement (vitesse).
- La capacité de la mémoire

### II-3-6 Avantages

- Améliorer les conditions de travail en éliminant les travaux répétitifs et les tâches pénibles.
- Améliorer la productivité en augmentant la production.
- Amélioration de la qualité des produits et réduction des coûts de production.
- Simplification du câblage.
- Facilité de maintenance (ils sont très fiables).
- Augmenter la sécurité en effectuant les tâches dangereuses.
- La précision, et la flexibilité.

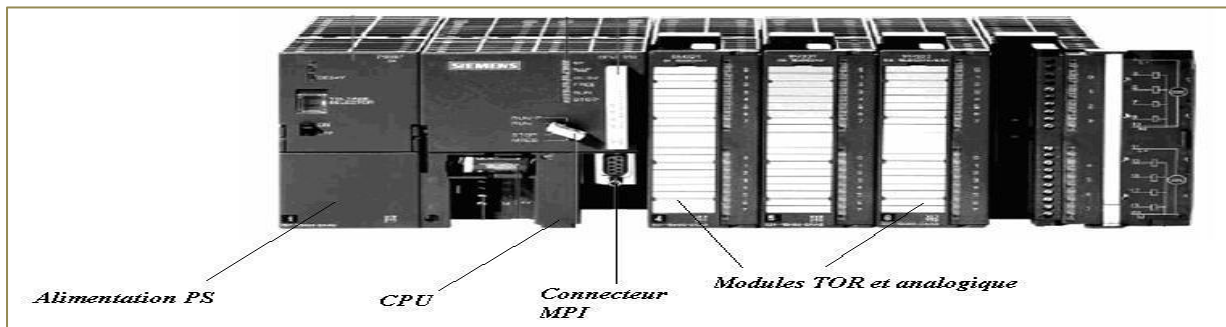
**II-3-7 Inconvénients [9]**

- L'API ne supprime pas tout le câblage, il reste celui de puissance.
- Besoin de formation d'un personnel plus qualifié.
- Une même fonction n'a pas nécessairement le même effet, d'un API à l'autre.
- Sa vitesse d'exécution peut être insuffisante dans certains cas.

**II-4 Présentation de l'automate programmable S7-300**

**II-4-1 Définition**

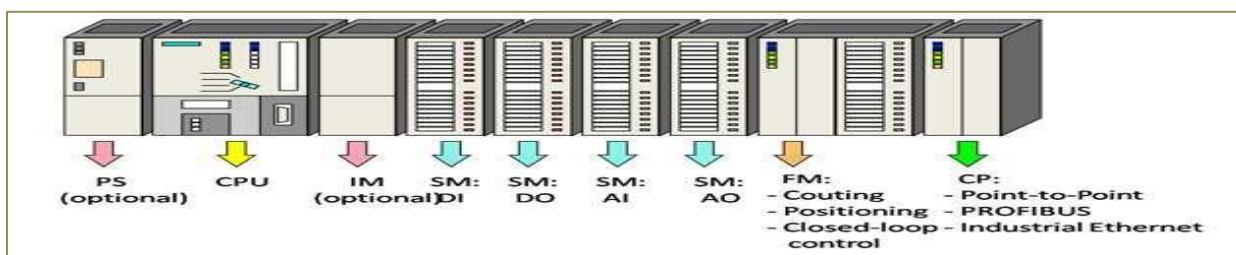
L'automate programmable Siemens S7-300 est un contrôleur logique programmable (PLC) utilisé dans de nombreuses applications industrielles pour automatiser des processus industriels complexes, possédant une gamme régulière de CPU, qui offre un niveau très élevé de performances, avec une grande vitesse de traitement. Il est connu pour sa fiabilité, sa robustesse et sa facilité de programmation. Le S7-300 peut être programmé à l'aide du logiciel STEP 7, qui offre des fonctionnalités avancées pour la conception, la mise en service et la maintenance des automates Siemens. Un exemple d'Automate S7-300 est représenté sur la *figure II.7*.



**Figure II.7 : Automate S7-300**

**II-4-2 Architectures d'un Automate programmable S7-300**

Un automate programmable industriel se présente sous la forme d'un ou plusieurs profils support (rack) dans lesquels viennent s'enficher les différents modules fonctionnels comme nous le voyons dans la *figure II.8*.



**Figure II.8 : Architecture d'un API S7-300**

### II-4-2-1 Module d'alimentation

Le module d'alimentation joue un rôle important dans le fonctionnement global du système pour fournir la puissance nécessaire et une protection bien régulée pour les autres composants du système. Le S7-300 peut être alimenté avec une tension de 24V, cette dernière est assurée via le module d'alimentation par conversion de la tension secteur 380/220 V(AC) comme nous le voyons dans la *figure II.9*. Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe [10].

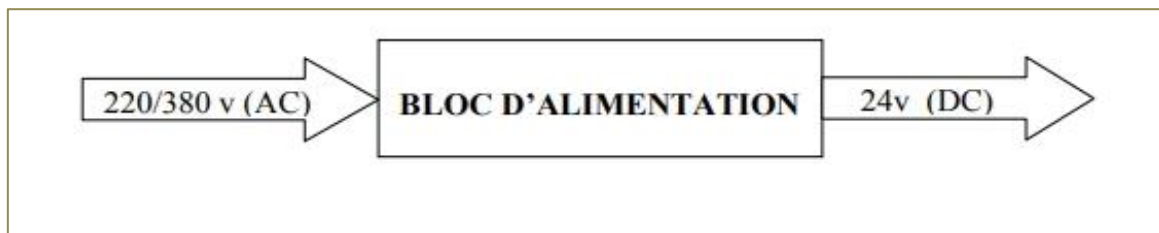


Figure II.9 : Module d'alimentation

### II-4-2-2 Unité centrale de traitement CPU

La CPU est le cerveau de l'automate, il exécute les programmes utilisateurs, gère les entrées et les sorties, et contrôle le fonctionnement global de l'automate. Il existe plusieurs types de CPU avec des vitesses de traitement et des capacités mémoire différentes en fonction des besoins de l'application.

### II-4-2-3 Modules de signaux « SM »

Assurant une liaison entre la CPU de l'automate et le processus à commandé. On a différents modules de signaux :

➤ Modules d'Entrées/Sorties (E/S)

Les modules d'E/S permettent à l'automate de communiquer avec le monde extérieur, en recevant des signaux d'entrée (capteurs, interrupteurs, etc.) et en envoyant des signaux de sortie (actionneurs, relais, etc.). Ces modules peuvent être numériques ou TOR.

- *Modules TOR ou logique :*

Permettant à l'automate de recevoir des informations sur l'état des différents capteurs liés aux entrées de l'API comme un bouton poussoir, un détecteur...etc. L'information ne peut prendre que deux états (vrai ou faux, 0 ou 1).

▪ *Modules analogiques :*

Des modules d'entrées analogiques, assurant la conversion des signaux analogiques du système à commander en signaux numériques, qui peuvent être traités par l'API S7-300. Ce type d'information délivrée par un capteur, par exemple le capteur de débit, de température... Les modules d'Entrées/Sorties analogiques réalisent les deux fonctions, la conversion Analogique-Numérique, et Numérique-Analogique.

#### **II-4-2-4 Modules de fonction « FM »**

Ce module est utilisé dans les fonctions spéciales, par exemple : le comptage, le module de régulation et dans les moteurs pas à pas.

#### **II-4-2-5 Modules de communication « CP »**

Il utilise un canal technique pour assurer une communication avec plusieurs récepteurs. Ils peuvent aussi établir des liaisons point à point avec des commandes robots et avec des automates SIMATIC S7-300, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

#### **II-4-3 Avantages d'un automate S7-300**

L'automate programmable Siemens S7-300 offre plusieurs avantages spécifiques en raison de ses caractéristiques et de sa conception [10] :

- Il offre des performances élevées en termes de vitesse de traitement et de temps de réponse, ce qui le rend adapté à des applications nécessitant une réponse rapide.
- Offre une conception modulaire, permet une configuration flexible pour s'adapter à différents besoins du marché et utilisable en architecture centralisée ou décentralisée.
- Il intègre des fonctions de sécurité avancées pour protéger les opérateurs et les processus.
- Le S7-300 possède une microcarte mémoire utilisée en tant que carte mémoire de données et de programme, rend superflue l'utilisation d'une pile de sauvegarde et économise les coûts de maintenance.

## II-5 Logiciel step7

### II-5-1 Définition

Step7 est un logiciel utilisé pour la programmation des automates SIEMENS SIMATIC S7. Il permet de développer, tester, diagnostiquer et configurer des programmes pour ces automates. C'est un outil essentiel pour l'automatisation industrielle, notamment dans les secteurs de la fabrication, de la production et de la logistique. La *figure II.10* représente la vue initiale de logiciel STEP7.

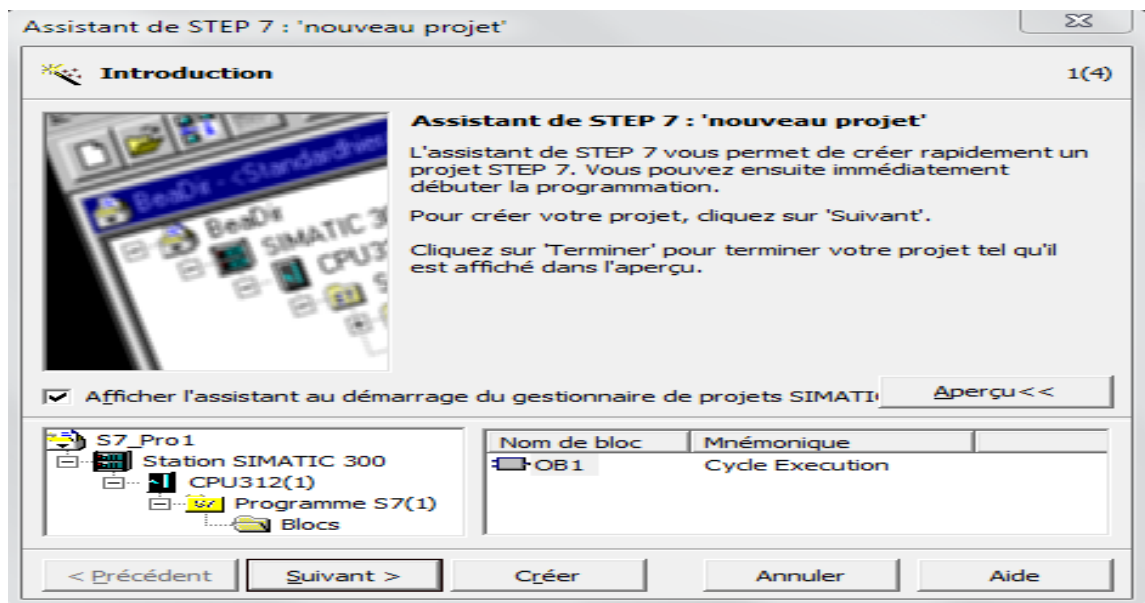


Figure II.10 : Logiciel Step 7

### II-5-2 Fonctions du logiciel de base

Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de solutions d'automatisation. Le logiciel STEP7 propose plusieurs fonctions, notamment [9] :

- La création et la gestion de projets,
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication
- La gestion des mnémoniques
- La création de programmes, par exemple pour les systèmes cible S7
- Le chargement de programmes dans des systèmes cibles.
- Le test de l'installation d'automatisation
- Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC.

### II-5-3 Différents langages de programmation

L'écriture d'un programme consiste à créer une liste d'instructions permettant l'exécution des opérations nécessaires au fonctionnement du système. Il existe différents types de langages de programmation :

#### II-5-3-1 Langages littéraux

##### II-5-3-1-1 Langage Liste d'instructions

Langage liste d'instructions est un langage de programmation pouvant être utilisé pour la création d'instructions des blocs de code. La synthèse des instructions ressemble à celle du langage assembleur, les opérations sont suivies d'opérandes. Il permet aussi de résoudre quelques calculs numériques, et la réalisation de fonctions d'automatisme telles que la temporisation, le comptage... etc.

**Tableau 2.1 : Instructions de base en langage List**

<i>Instruction de teste</i>	
Désignation	Fonctions
LD	Le résultat est un égal à l'opérande (load : lire la valeur.
LDN	Le résultat est un égal à l'inverse de l'opérande (contacte ouverture).
AND	ET logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande.
ANDN	ET logique entre le résultat et précédent et l'état inverse de l'opérande.
OR	OU logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande.
ORN	OU logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande.
XOR XORN	OU exclusif
<i>Instruction d'action</i>	
ST	L'opérande associé prend la valeur de la zone de test.
STN	L'opérande associé prend la valeur inverse de la zone de test.
S	L'opérande associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone de test est à 1.
R	L'opérande associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone de test est à 1.

➤ Dans le tableau 2.1 nous avons présenté les instructions de base en langage List.

**II-5-3-1-2 Langage Liste Structuré (ST)**

Langage structuré est un langage textuel de haut niveau dédié aux applications d’automatisation. Il permet la programmation de tous types d’algorithmes plus ou moins complexes, c’est le langage le plus efficace quant à l’utilisation de la mémoire de l’automate et la réduction de la durée de temps de cycle, il permet d’utiliser toutes les ressources de Step7, il est riche [7].

**Tableau 2.2 : Les opérateurs en langage ST**

Opérande	Description	Opérateur	Description
<b>Fonctions logiques</b>			
NOT	NON	OR	OU
AND	ET	XOR	OU Exclusif
<b>Opérateurs arithmétiques</b>			
+	Addition	-	Soustraction
mod	Reste de la division entière	/	Division
		*	Multiplification
<b>Opérateurs de comparaison</b>			
=	Egale à	<>	Différent de
>	Supérieur à	>=	Supérieur ou égale à
<	Inférieur à	<=	Inférieur ou égale à

➤ Dans le tableau 2.2 nous avons présenté les opérateurs en langage ST.

**II-5-3-2 Langages graphiques**

**II-5-3-2-1 Langage Ladder**

Pour l’habitude des schémas électriques, le langage Ladder est un langage de programmation graphique qui sert à la programmation des API avec l’utilisation des symboles électriques qui assemblés forment les programmes. Un programme Ladder se lit de haut en bas et l’évaluation des valeurs se fait de gauche à droite. Il permet de transformer rapidement un ancien programme fait à base de relais électromagnétiques. Et elle a l’avantage d’être facilement compréhensible. Il se compose de trois éléments :

- Les entrées : qui permettent de lire la valeur d’une variable booléenne.
- Les sorties : qui permettent d’écrire la valeur d’une variable booléenne.
- Les blocs fonctionnels : qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

La **figure II.11** représente les Composants graphiques élémentaires d’un diagramme Ladder.

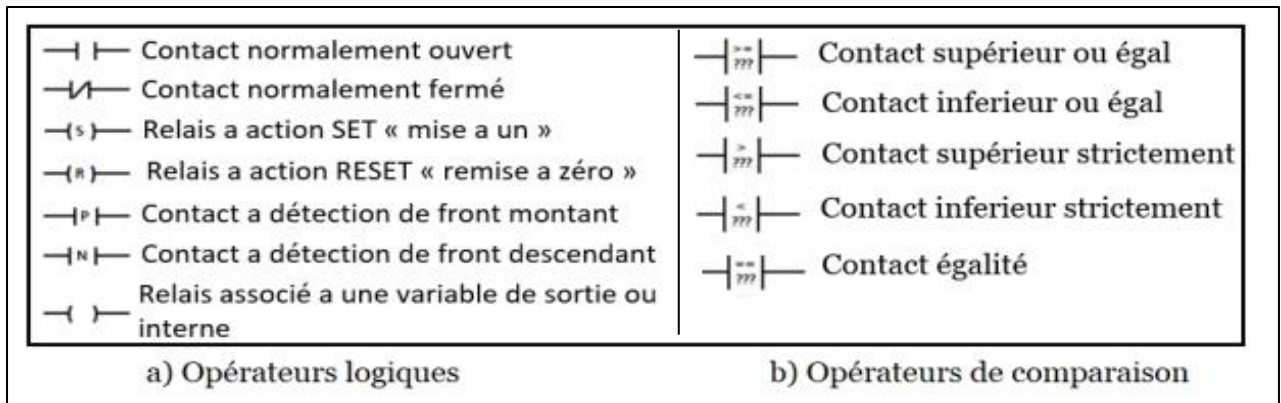


Figure II.11 : Composants graphiques élémentaires d’un diagramme Ladder

II-5-3-2-2 Langage FBD

Le langage FBD (Functional Block Diagram) est un langage graphique. Il permet la construction de procédures complexes à partir de fonctions existantes de la librairie standard ou de la section des fonctions ou des blocs fonctionnels.

Le diagramme FBD décrit une fonction entre des variables d’entrée et des variables de sortie. Une fonction est décrite comme un réseau de blocs élémentaires. Les variables d’entrée et de sortie sont connectées aux blocs par des arcs de lien. Une sortie d’un bloc peut aussi être connectée sur une entrée d’un autre bloc [13].

La figure II.12 représente un schéma de la structure des différents blocs du langage FBD.

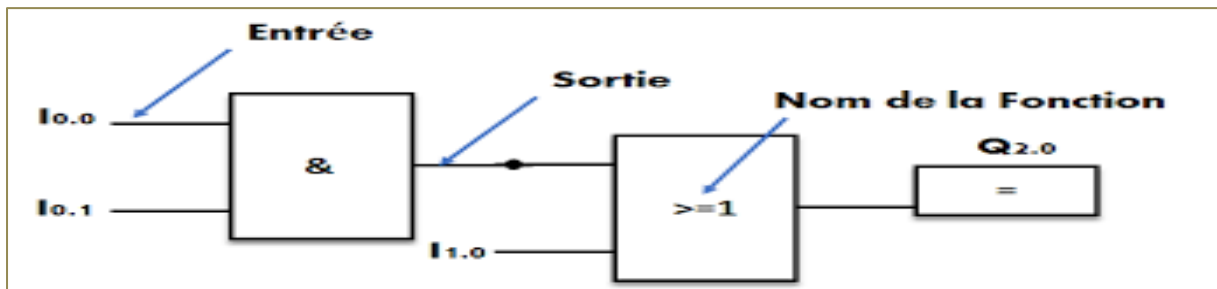


Figure II.12 : Schéma de la structure des différents blocs du langage FBD

II-5-3-2-3 Langage Grafcet

II-5-3-2-3-1 Définition

Le grafcet est un diagramme fonctionnel graphique il représente le fonctionnement de la partie opérative, donc les actions effectuées par le système. Il nous servira ensuite à décrire le fonctionnement de la partie commande. Il aide à la réalisation, à la description et à l’étude des automates. Il apporte une aide appréciable lors de l’exploitation de la Machine pour les

dépannages et les modifications, comme il simplifie la programmation des API. Le Grafcet représente l'évolution d'un cycle comprenant des étapes, des transitions et des liaisons.

La *figure II.13* représente le symbolisme du Grafcet.

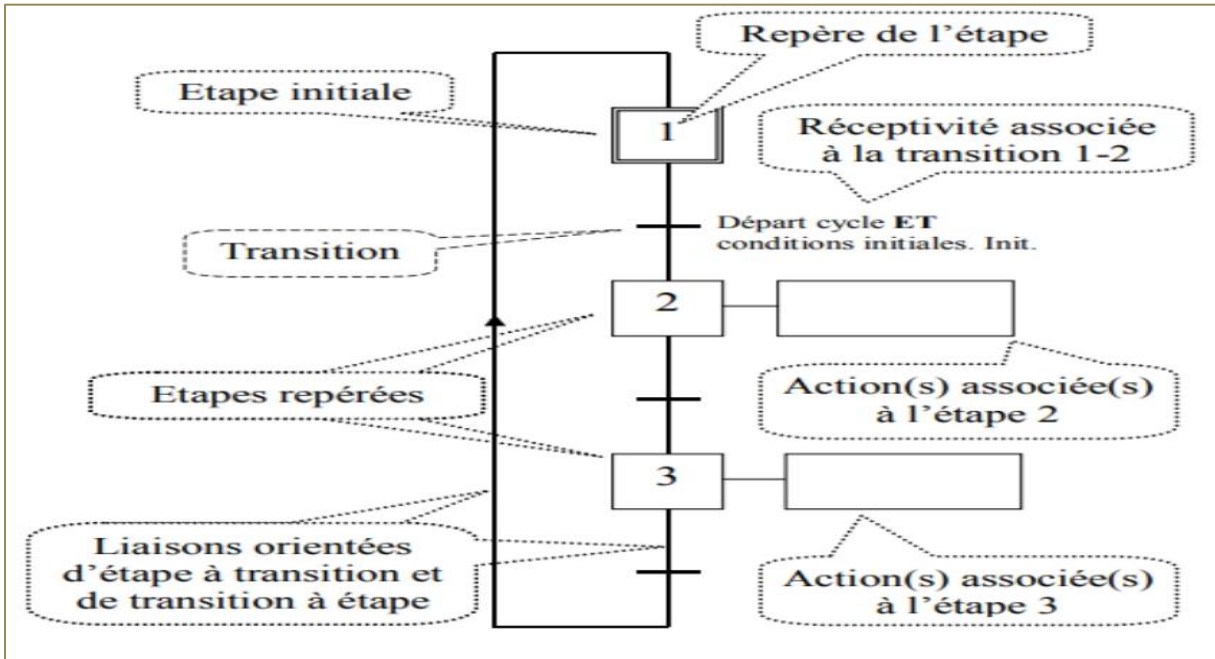


Figure II.13: Symbolisation du Grafcet

II-5-3-2-3-2 Concepts de base du Grafcet

- **Etape** : une étape symbolise un état ou une partie de l'état du système automatisé. L'étape possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. Une étape correspond à une situation élémentaire ayant un comportement stable du système. Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étape est associée une ou plusieurs actions, c'est-à-dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres Grafcets. L'étape se représente par un carré repéré par un nombre.
- **Etape intaille** : elle représente le système à l'état de repos initial. Elle est représentée par un carré double au début du cycle.

La *figure II.14* représente les situations des étapes d'un grafcet.

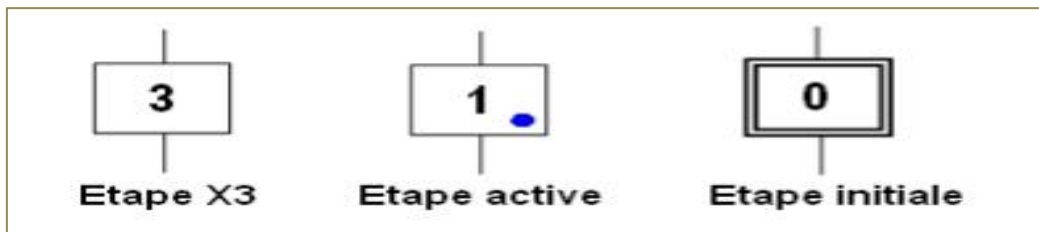


Figure II.14 : Situation des étapes d'un grafcet

- **Action associée à l'étape** : on précise pour chaque étape les actions à effectuer et leur enchaînement lorsque l'étape est active. Les actions à effectuer sont décrites de façon littérale ou symbolique, à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles de dimension quelconque reliés à la partie droite de l'étape, comme illustré dans la **figure II.15**.

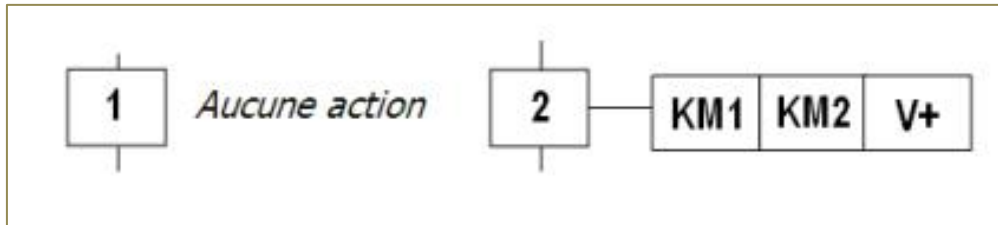


Figure II.15 : Actions associées aux étapes

- **Transition** : une transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante qui existe. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre, comme illustré dans la **figure II.16**.

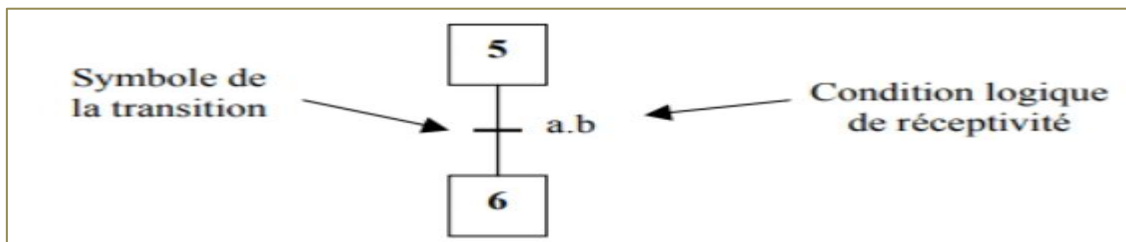


Figure II.16 : Transition

**Liaisons orientées** : elles sont des simples traits verticaux constitués de flèches qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes et indiquent les voies d'évolution du grafcet. Dans le cas général les liaisons qui se font du haut vers le bas ne comportent pas de flèches, dans les autres cas il faut utiliser les flèches dans le cas contraire.

La **figure II.17** représente les liaisons orientées.

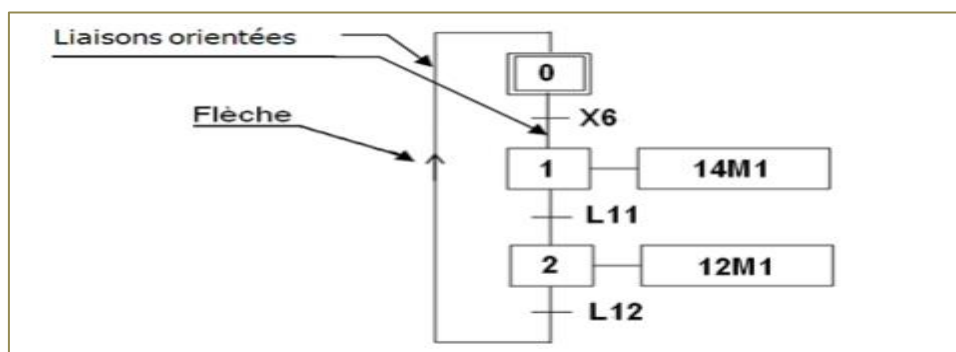


Figure II.17 : Liaison orientée



➤ Séquences simultanées

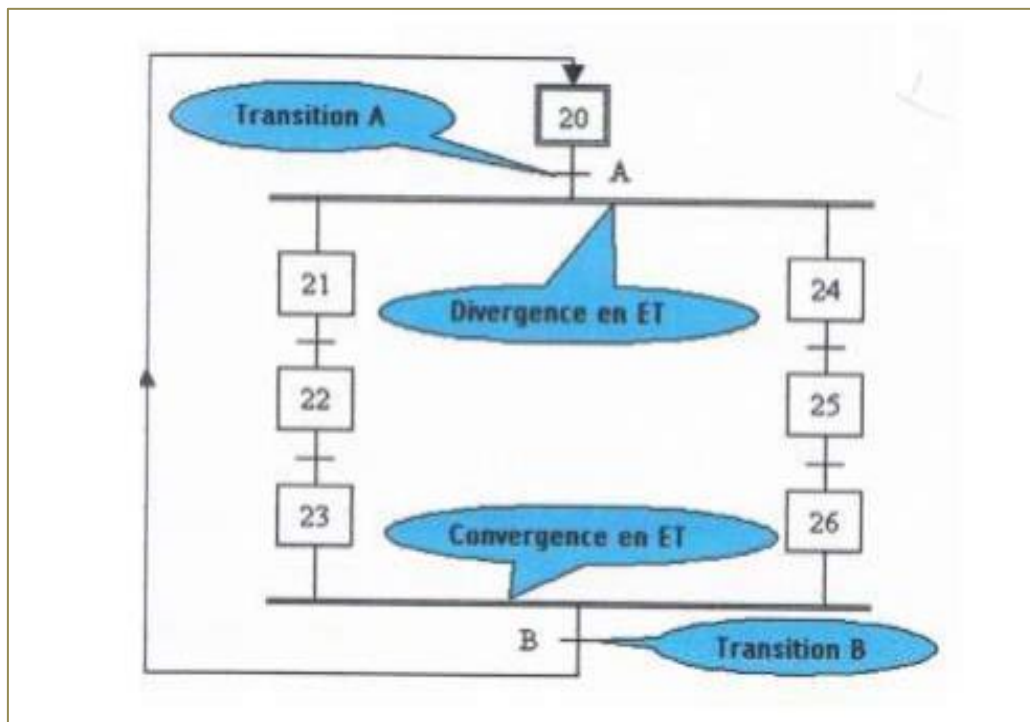
On utilise cette structure lorsque l'on souhaite réaliser plusieurs séquences en même temps. Elle est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont, après l'activation simultanée de ces séquences les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent indépendantes. Le début d'une divergence en ET, et la fin d'une convergence en ET d'un parallélisme structurel sont représentés par deux traits identiques et parallèles, le nombre de branches parallèles peut-être supérieur à 2, comme illustré dans la *figure II.19*.

*Divergence en ET* : lorsque la transition A est franchie, les étapes 21 et 24 sont actives.

*Convergence en ET* : la transition B sera active lorsque les étapes 23 et 26 seront actives. Si la réceptivité associée à cette transition est vraie, alors elle est franchie.

**Remarque :**

- En pratique les étapes de fin de parallélisme ne comportent pas d'action.
- La transition de fin de parallélisme est souvent imposée  $a = 1$ .



**Figure II.19 : Divergence et convergence en ET**

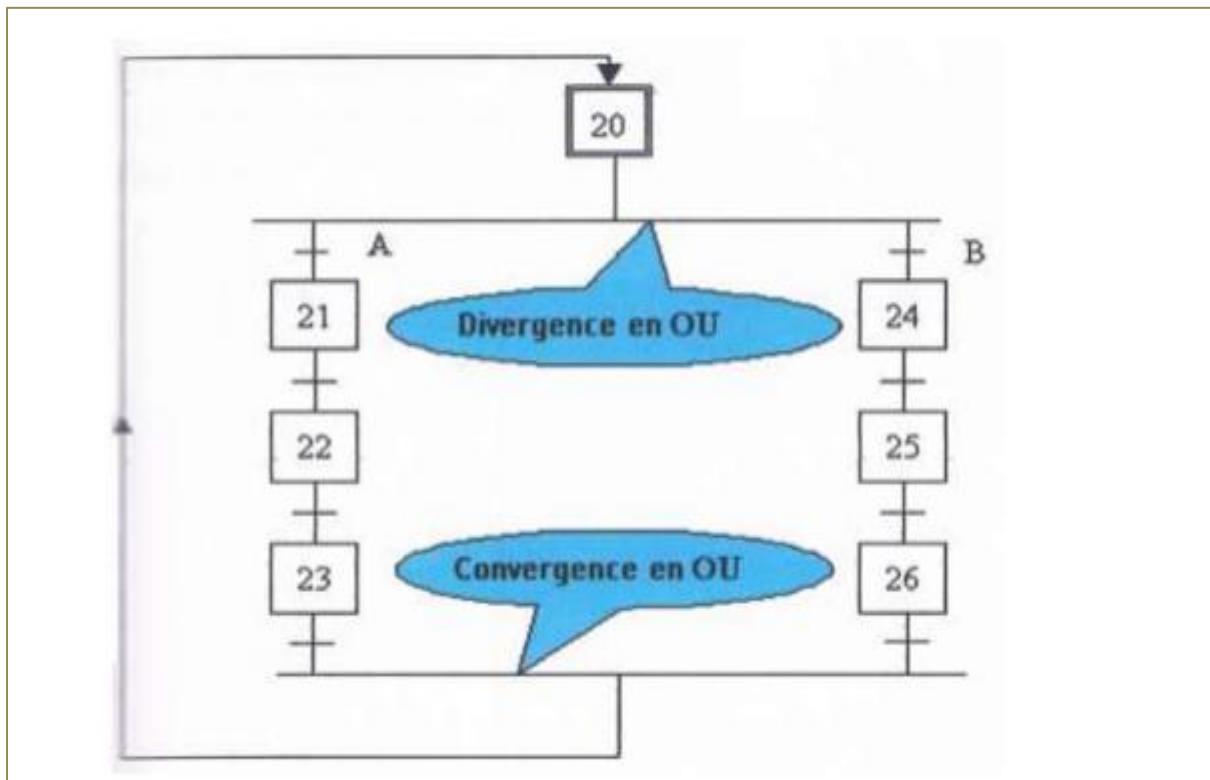
➤ Séquence exclusive

Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettent le choix de la séquence. Dans ce type de choix une seule séquence peut être activée à un moment donné en fonction des conditions, les autres séquences ne peuvent pas être exécutées même si leurs conditions sont également vraies. Elle se représente par un simple trait horizontal. Le nombre de branches peut être supérieur à 2, comme illustré dans la *figure II.20*.

- Divergence en OU : l'évolution du système vers une branche dépend des réceptivités A et B associées aux transitions.
- Convergence en OU: après une divergence en OU on trouve une convergence en OU vers une étape commune.

**Remarque :**

- A et B ne peuvent pas être vrais simultanément (conflit).
- La convergence de toutes les branches ne se fait pas obligatoirement au même endroit.

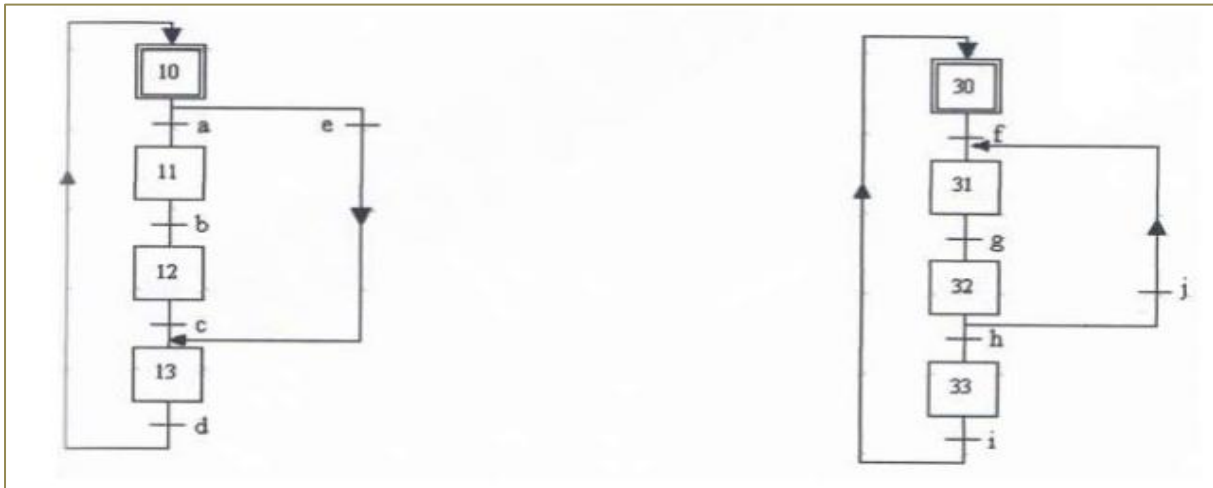


**Figure II.20 : Divergence et convergence en OU (aiguillage)**

➤ Saut d'étape et reprise de séquence

- Saut d'étape (saut en avant) : permet de sauter plusieurs étapes en fonction des conditions d'évolution.
- Reprise d'étape (Saute en arrière) : permet de reprendre une ou plusieurs fois la même séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.

Un exemple de saut et reprise d'étape est représenté dans la *figure II.21*.



*Saut d'étape (saut en avant)*

*Reprise d'étape (Saute en arrière)*

**Figure II.21 : Exemple de saut et reprise d'étape**

### II-5-3-2-3-5 Niveau d'un Grafcet

#### 1. Grafcet de niveau 1

C'est le niveau le plus basique de la représentation, le système sera décrit sous forme littérale, sans tenir compte de la technologie utilisée. On décrira dans ce grafcet les actions et les événements en termes généraux. Il est l'outil idéal pour expliquer un système à des non professionnels ou établir un cahier des charges.

#### 2. Grafcet de niveau 2

C'est la description complète de l'automatisme qui tient compte de toutes les contraintes du procédé. Il est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés. Il décrit la partie opérative et s'adresse à des spécialistes. Le langage est codé, il reçoit des informations et émet des ordres, le choix technologique est retenu [10].

La *figure II.22* représente deux Grafcets un de niveaux 1 et l'autre de niveau 2.

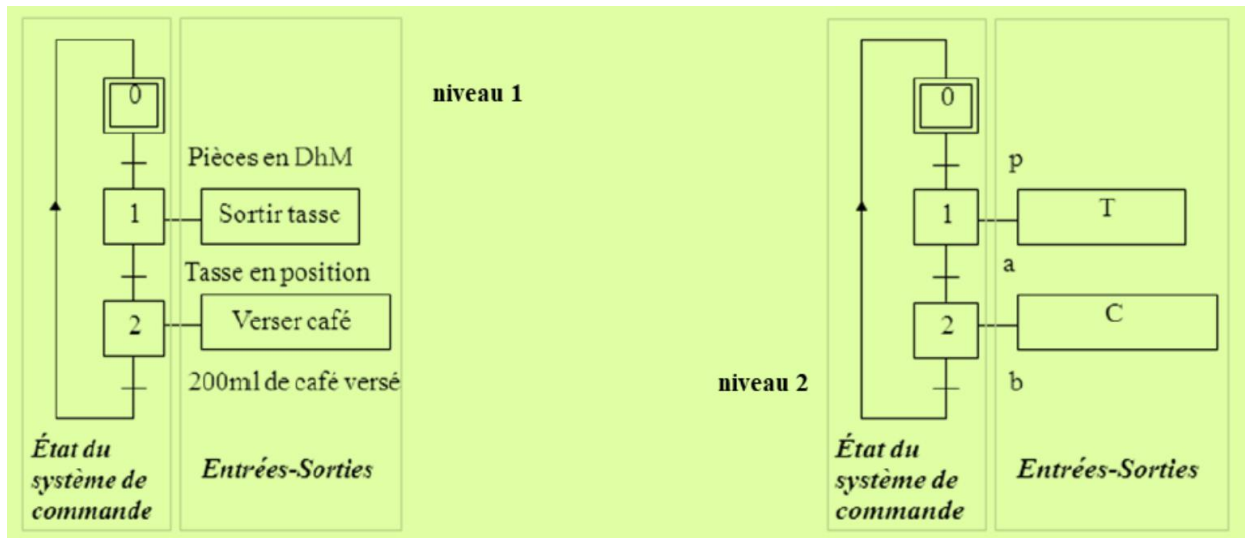


Figure II.22 : Grafcet de niveaux 1 et 2

## II-6 Conclusion

Les automates programmables industriels sont de nos jours présents dans tous les secteurs de l'industrie. Ils sont essentiels pour améliorer l'efficacité et la fiabilité des processus industriels et aussi offrent une bonne sécurité pour les procédés et pour eux-mêmes.

À travers ce chapitre, nous avons abordé de plus près des notions de base de ces unités de commande, nous avons défini les APIs, mettant en évidence leurs avantages et inconvénients, leurs structure interne et externe, et leurs classifications ainsi que le cycle de fonctionnement et leurs multiples critères de choix.

Comme, nous avons fait une présentation détaillée de l'automate S7-300 et de tous les modules accessoires (entrées, sorties et alimentation). Ensuite, une vision générale du logiciel Siemens STEP7, plongeant dans les différents langages de programmation, nous avons présenté l'outil de programmation Grafcet, en donnant quelques concepts de base, ses règles d'évolution, ses niveaux.

# *Chapitre III*

*Programmation de l'ascenseur*

### **III-1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons appliquer l'ensemble des notions abordées dans les sections précédentes pour faire l'automatisation de l'ascenseur trois niveaux avec l'API sous le logiciel de programmation STEP7.

Dans un premier temps, nous élaborerons un descriptif de l'ascenseur à commander et de son fonctionnement, puis nous réaliserons un schéma de branchement sur FLUIDSIM duquel nous tirerons un cahier des charges fonctionnel. Grâce à ce dernier, nous pourrions déterminer les éléments matériels nécessaires à notre projet.

D'autre part, la programmation de l'ascenseur sera développée avec deux langages graphiques différents (le Ladder et le Grafset) qui seront implantés dans l'API.

A la fin, un exemple de simulation sera établi par les deux langages de programmation.

### **III-2 Description de l'ascenseur à commander**

L'installation à commander correspond à une maquette d'un ascenseur de trois étages. Comme illustré en *Figure III.1*, cette maquette est composée de :

- Une cabine trainée par un moteur électrique à courant continu,
- Sept boutons poussoirs,
  - ✓ Trois boutons placés sur les étages pour demander l'utilisation de l'ascenseur (les boutons d'appels).
  - ✓ Un boîtier de 3 boutons qui correspond aux boutons internes de la cabine.
  - ✓ Un bouton de démarrage pour mettre le système en marche.
- Sept lampes incorporées aux sept boutons. Chaque bouton est muni d'une lampe LED qui indique si le bouton est appuyé.
- Trois fins de course pour détecter la position de la cabine.
- Trois voyants indiquant l'étage atteint par la cabine.

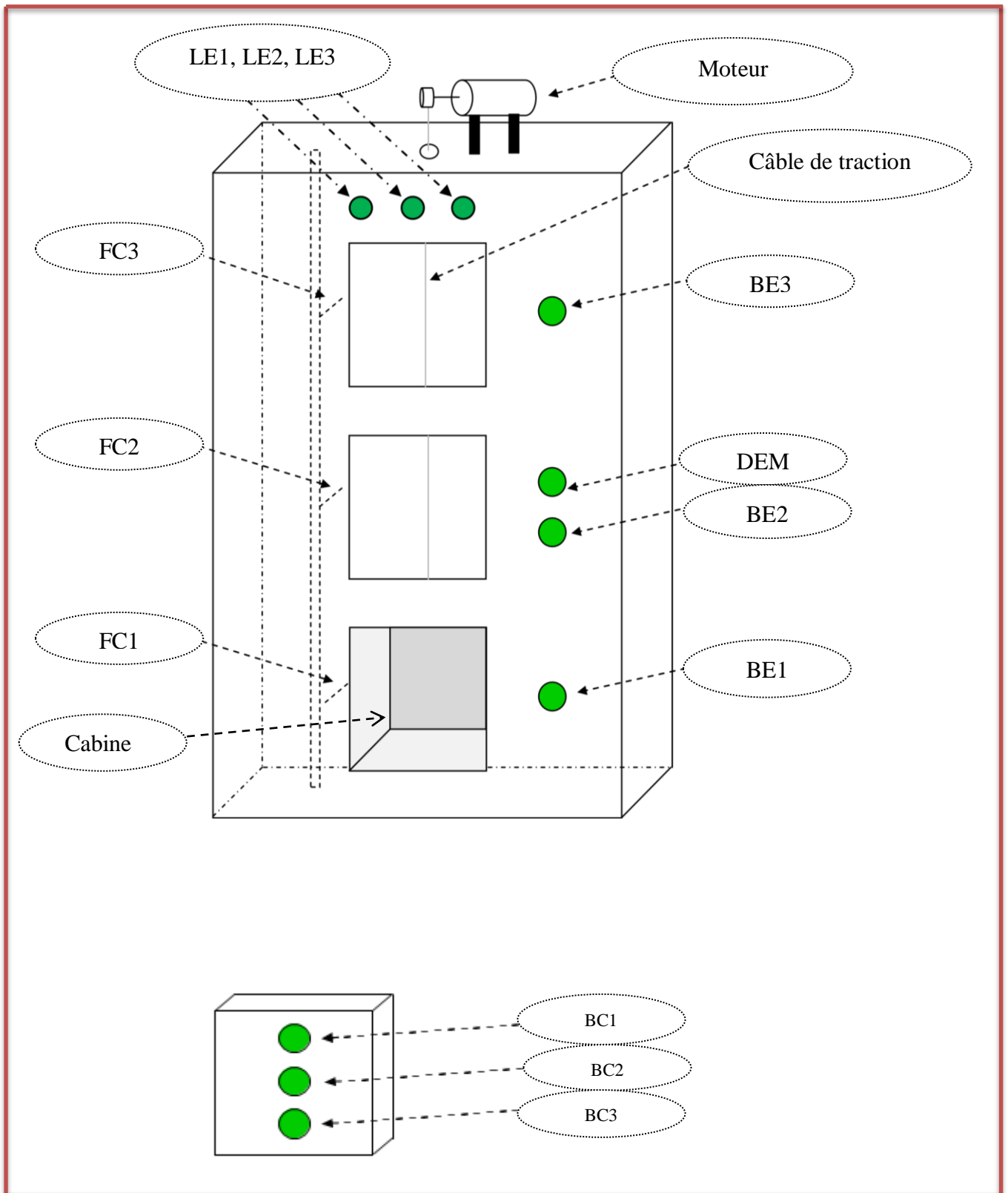


Figure III.1 : Schéma de l'ascenseur de trois niveaux

## III-3 Cahier des charges

À partir de la description de l'ascenseur, nous avons considéré les boutons poussoirs et les fin de cours comme des entrées et les lampes comme des sorties, comme illustré dans les trois tableaux ci-dessous.

Tableau 3.1 : Les entrées

<i>Notation</i>	<i>Désignation</i>	<i>Branche</i>	<i>Le rôle</i>
DEM	Démarrage	E0.0	Bouton démarrage
BE1	Bouton d'étage 1	E0.1	Bouton d'appel au 1 <sup>er</sup> étage
BE2	Bouton d'étage 2	E0.2	Bouton d'appel au 2 <sup>ème</sup> étage
BE3	Bouton d'étage 3	E0.3	Bouton d'appel au 3 <sup>ème</sup> étage
BC1	Bouton cabine 1	E0.4	Bouton de demande de l'étage 1 dans la cabine
BC2	Bouton cabine 2	E0.5	Bouton de demande de l'étage 2 dans la cabine
BC3	Bouton cabine 3	E0.6	Bouton de demande de l'étage 3 dans la cabine
FC1	Fin de cours d'étage 1	E1.0	Il détecte l'arrivée de la cabine au 1 <sup>er</sup> étage
FC2	Fin de cours d'étage 2	E1.1	Il détecte l'arrivée de la cabine au 2 <sup>ème</sup> étage
FC3	Fin de cours d'étage 3	E1.2	Il détecte l'arrivée de la cabine au 3 <sup>ème</sup> étage
RT	Relais thermique	E1.3	La protection de moteur
STOP	L'arrêt d'urgence	E1.4	La protection du système

- Dans le tableau 3.1 nous avons donné la désignation, le branchement et le rôle de chaque composant d'entrée.

Tableau 3.2 : Les mnémoniques

<b>ET1</b>	Mo.0	les conditions sur les boutons d'appel d'étage, qui doivent être vérifiées pour que l'ascenseur se dirige vers l'étage 1, 2, 3.
<b>ET2</b>	Mo.1	
<b>ET3</b>	Mo.2	
<b>PO</b>	Mo.3	Les portes ouvertes

- Dans le tableau 3.2 nous avons donné les mnémoniques des conditions sur les boutons d'appel et les portes ouvertes.

Tableau 3.3 : Les sorties

<i>Notation</i>	<i>Désignation</i>	<i>Branche</i>
LDEM	Lampe de bouton de démarrage	A4.0
LBE1	Lampe de bouton d'étage 1	A4.1
LBE2	Lampe de bouton d'étage 2	A4.2
LBE3	Lampe de bouton d'étage 3	A4.3
LBC1	Lampe de bouton cabine 1	A4.4
LBC2	Lampe de bouton cabine 2	A4.5
LBC3	Lampe de bouton cabine 3	A4.6
LE1	Lampe d'étage 1	A4.7
LE2	Lampe d'étage 2	A5.0
LE3	Lampe d'étage 3	A5.1
M	La montée	A5.2
D	La descente	A5.3
KM1	Le sens de la montée	A5.4
KM2	Le sens de la descente	A5.5

- Dans le tableau 3.3 nous avons donné la désignation, l'adresse de chaque composant de sortie.

III-4 Câblage réalisé sur FLUIDSIM

Le câblage réalisé pour relier l'ascenseur à l'automate est détaillé à la *figure III.2* :

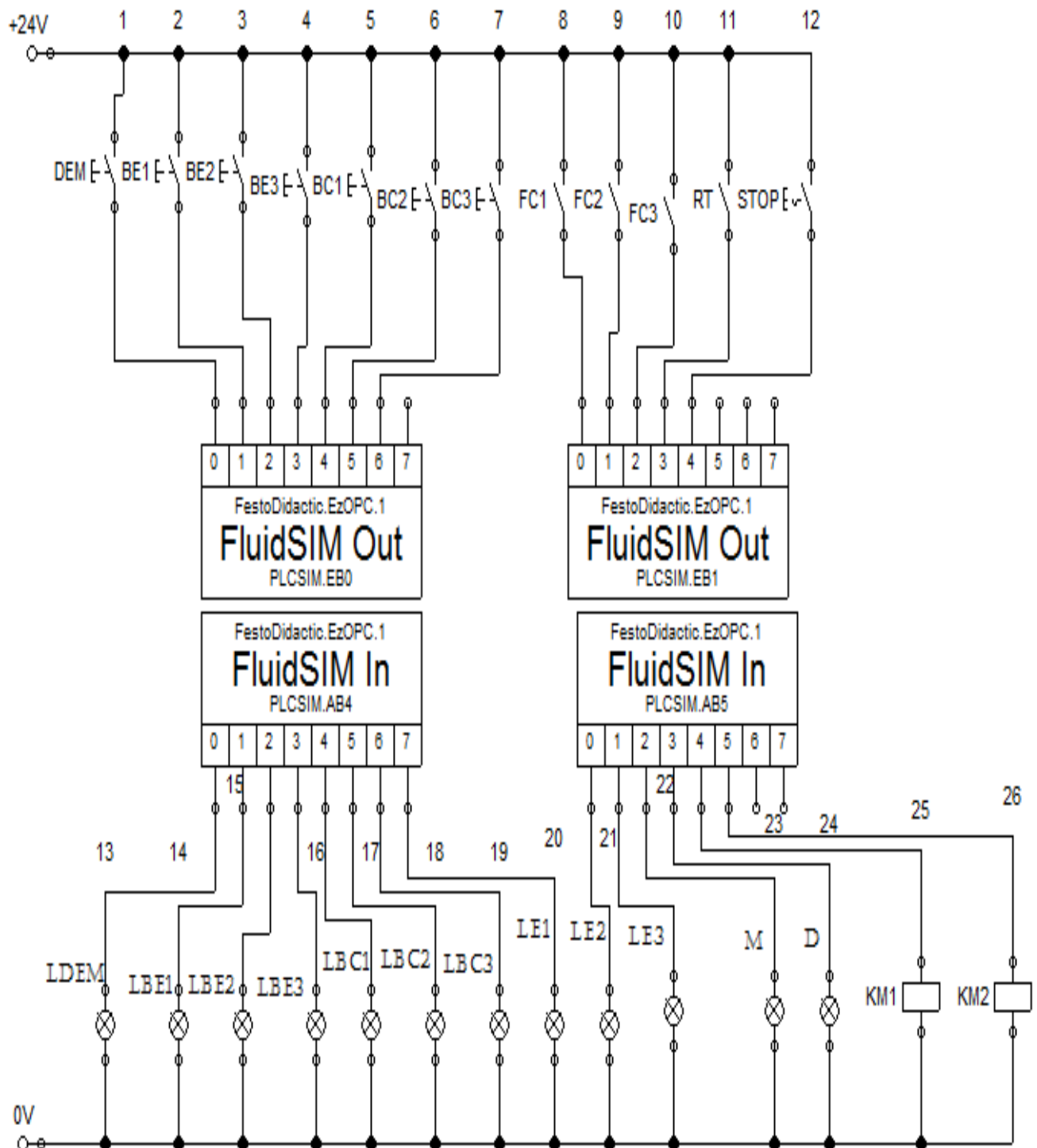


Figure III.2 : Schéma de branchement sur FLUIDSIM

**III-5 Fonctionnement de l'ascenseur**

L'ascenseur dont nous allons étudier le fonctionnement est un ascenseur desservant 3 niveaux. Il dispose d'un bouton « DEM » pour sa mise en fonction, puis l'utilisateur provoque la mise en route de l'ascenseur soit par un appui sur un bouton cabine d'appel d'étage {BC1, BC2, BC3} ou par un appui sur un bouton palière d'appel cabine {BE1, BE2, BE3} et selon sa position, la cabine monte ou descend. Arrivée à l'étage demandé, le détecteur de position de la cabine à l'étage {FC1, FC2, FC3} s'enclenche et la cabine s'arrête. Ce même capteur de position active l'ouverture des portes et une temporisation qui va durer 10 secondes, cette temporisation permettra aux usagers de sortir ou de se pénétrer à l'intérieur de la cabine en toute sécurité. Une fois le temps écoulé (10 secondes) les portes se referment et l'ascenseur se dirige vers une nouvelle destination selon l'ordre reçu par un appui sur les boutons d'appel.

Si l'ascenseur est en train de monter vers un étage défini et qu'il reçoit un appel extérieur pour monter depuis un étage se trouvant sur son chemin, ce dernier est pris en compte et l'ascenseur s'arrête à cet étage. Néanmoins, pour éviter les arrêts brusques de l'ascenseur. La même procédure est effectuée lors de la descente et prend en compte les appels extérieurs pour descendre depuis un étage.

La prise en compte des appels d'étages s'effectue seulement pendant une temporisation de 5 secondes. Cependant, les appels effectués après la fin de la temporisation seront mémorisés pour une prise en compte ultérieure.

D'autre part, tant qu'un étage demandé n'est pas atteint, les appels le concernant sont mémorisés, et cette mémorisation ne se désactive que lorsque l'ascenseur s'arrête à cet étage et les portes s'ouvrent.

Si arrivée à un étage, aucune demande n'est effectuée les portes se referment et l'ascenseur s'arrête à cet étage. Deux cas peuvent se présenter :

**Cas 1 :** Un usager appelle l'ascenseur depuis un autre étage. Une temporisation de 5 secondes est lancée pour prendre en compte les éventuels appels qui pourraient survenir. Une fois la temporisation écoulée, l'ascenseur se dirige vers l'étage demandé.

**Cas 2 :** un ou plusieurs usagers sont au même étage que l'ascenseur et veulent descendre ou monter, ils actionnent l'ouverture des portes de l'ascenseur par appui sur le bouton d'appel d'étage qui se trouve à l'extérieur des portes. Une fois les portes ouvertes, une temporisation de 10 s s'enclenche pour prendre en compte l'ensemble des demandes, puis un choix de priorité sera effectué.

### III-6 Commande de l'ascenseur avec STEP 7

Pour la commande de l'ascenseur, nous utiliserons deux langages graphiques, le Ladder et le Grafcet, le Ladder pour la commande des lampes des boutons d'ascenseur et pour la commande du moteur et le Grafcet pour le fonctionnement.

#### III-6-1 Programme Ladder

La *figure III.3* représente le programme qui allumera la lampe LDEM si nous appuyons sur le bouton DEM, qui s'éteindra si un étage est demandé ET1 ou ET2 ou ET3 {appui sur les boutons BE1 ou BC1 ou BE2 ou BC2 ou BE3 ou BC3}.

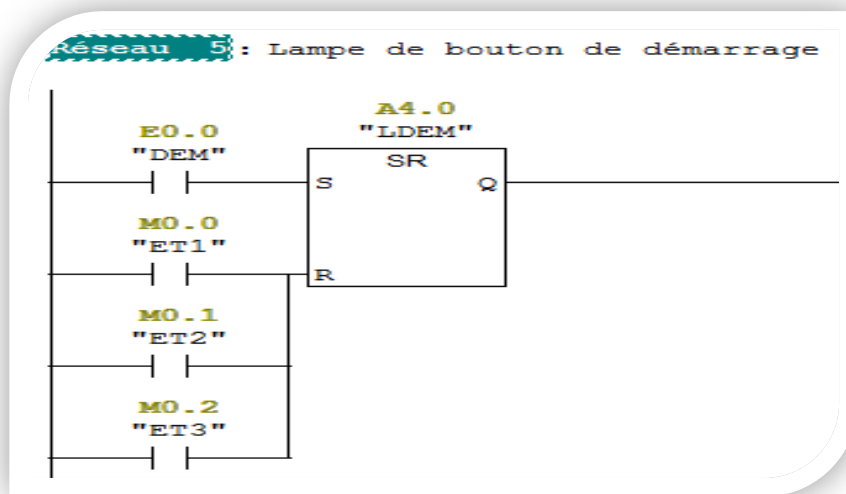


Figure III.3 : Lampe de bouton de démarrage

La *figure III.4* représente le programme dans lequel les lampes LBE1 et LBC1 seront allumées si nous appuyons sur le bouton BE1 ou le bouton BC1 respectivement, et les deux s'éteindront si l'on actionne sur le fin de cours FC1.

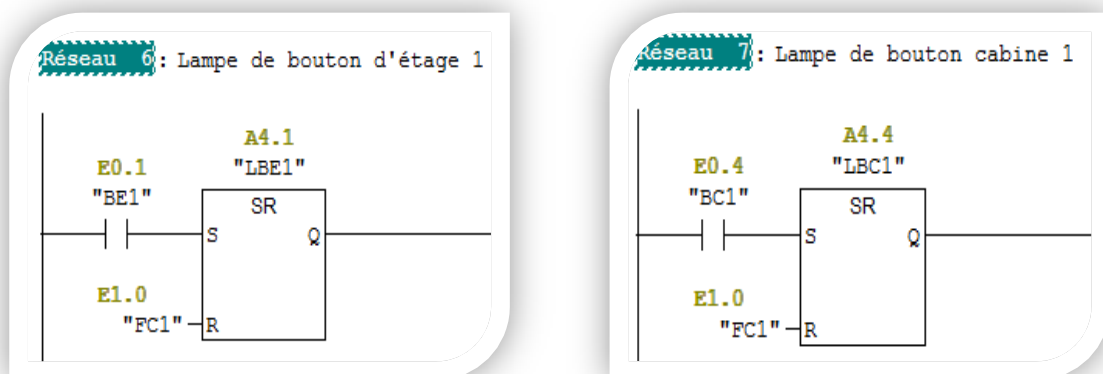


Figure III.4 : Lampe de bouton d'étage 1 et lampe de bouton cabine 1

La *figure III.5* représente le programme dans lequel les lampes LBE2 et LBC2 seront allumées si nous appuyons sur les boutons BE2 et BC2 respectivement, et les deux s'éteindront si l'on actionne sur le fin de cours FC2.

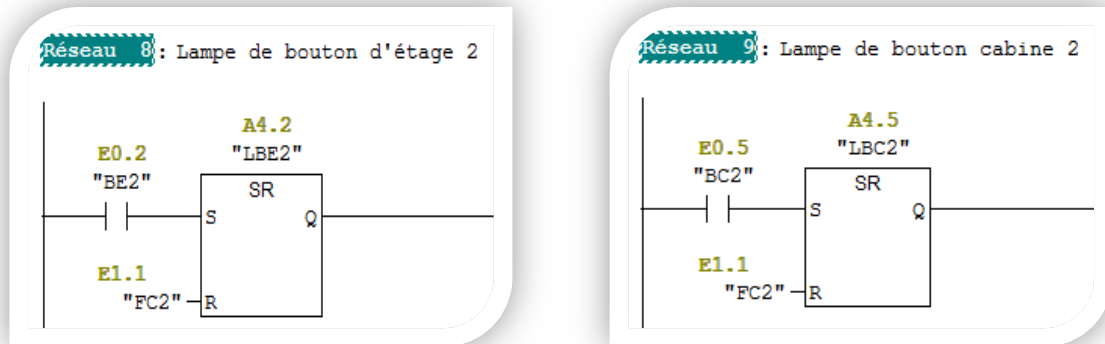


Figure III.5 : Lampe de bouton d'étage 2 et lampe de bouton cabine 2

La *figure III.6* représente le programme dans lequel les lampes LBE3 et LBC3 seront allumées si nous appuyons sur les boutons BE3 et BC3 respectivement, et les deux s'éteindront si l'on actionne sur le fin de cours FC3.

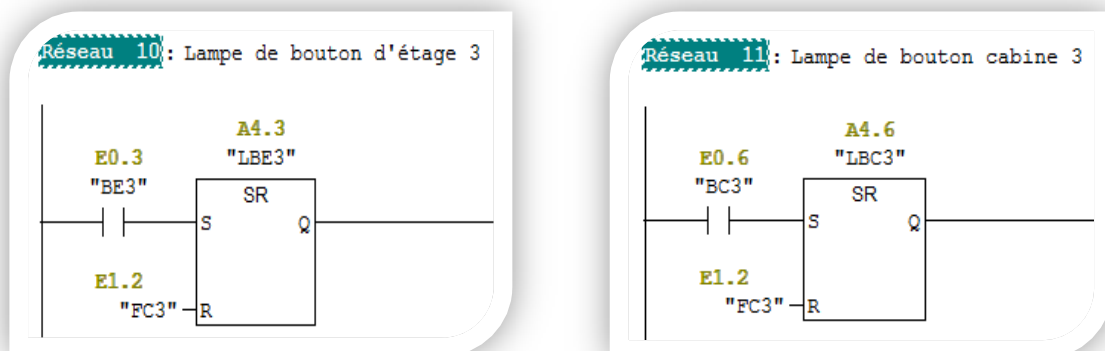


Figure III.6 : Lampe de bouton d'étage 3 et lampe de bouton cabine 3

La *figure III.7* représente le programme qui :

- Allumera la lampe LE1 si le FC1 est actionné, qui s'éteindra si le fin de cours FC2 ou FC3 est actionné.
- Allumera la lampe LE2 si le FC2 est actionné, qui s'éteindra si le fin de cours FC1 ou FC3 est actionné.
- Allumera la lampe LE3 si le FC3 est actionné, qui s'éteindra si le fin de cours FC1 ou FC2 est actionné.

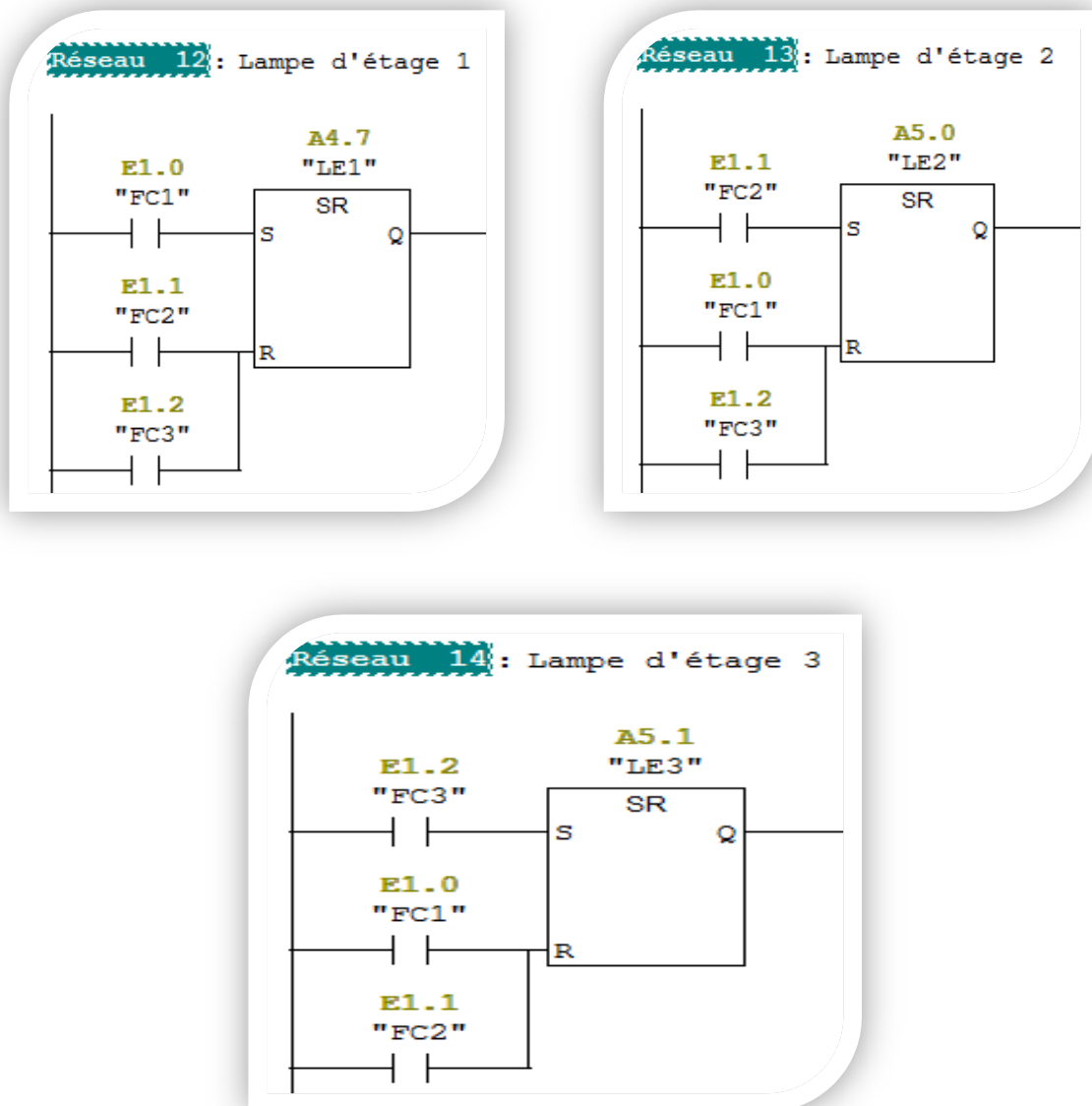


Figure III.7 : Lampes indiquant l'étage atteint

La Figure III.8 représente le programme qui fera tourner le moteur dans deux sens.

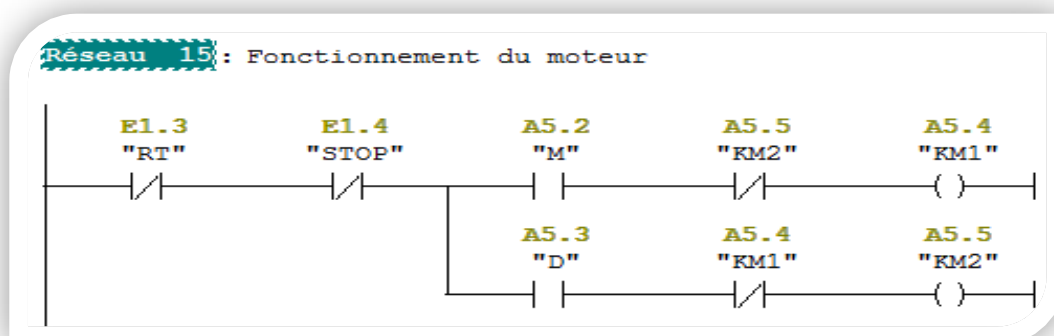


Figure III.8 : Fonctionnement du moteur

III-6-2 Grafcet

En se basant sur le mode de fonctionnement de l'ascenseur à trois niveaux d'écrit dans le paragraphe précédent, et son cahier des charges, nous programmons un Grafcet composé de 28 étapes en plus de l'étape initiale S1.

En premier lieu, nous présentons la **figure III.9** qui est la première partie de Grafcet pour dire que nous avons utilisé la fonction ET représentée par les deux traits pour mettre les trois étages en marche simultanément, et pour que l'ascenseur démarre, il faut que la condition du démarrage soit satisfaite {Appui sur DEM}.

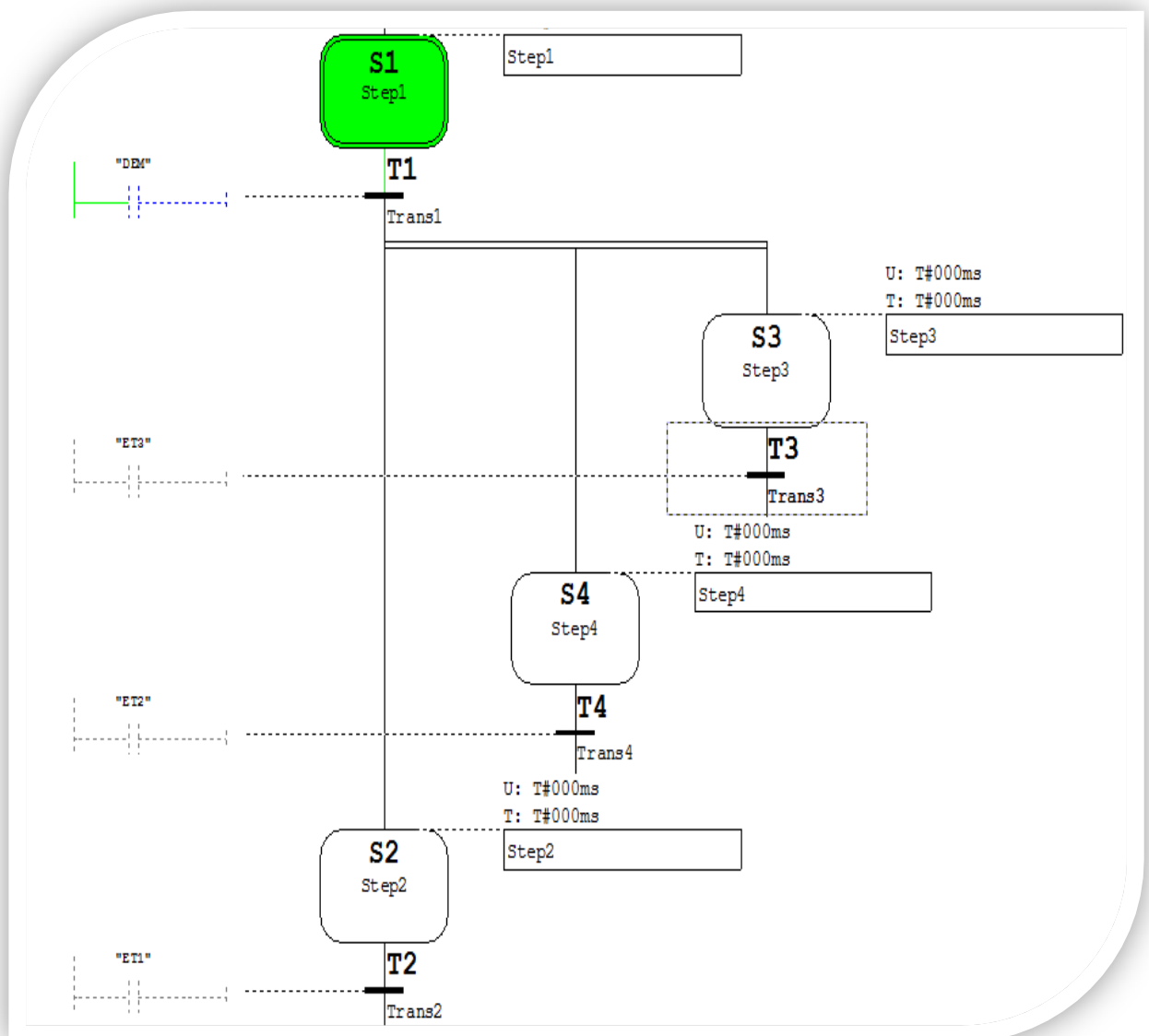


Figure III.9 : Première partie de Grafcet

L'appui sur le bouton « DEM » active les étapes S2, S3, S4 en même temps, comme illustré sur la **figure III.10**, puis un choix d'étage est effectué en prenant en compte la position actuelle de la cabine et les demandes des usagers de manière à garantir un déplacement minimal ainsi qu'un temps d'attente moindre. Une fois le choix d'étage effectué, une des conditions ET1, ET2, ET3 est mise à un et active de ce fait une étape prochaine de chaque condition.

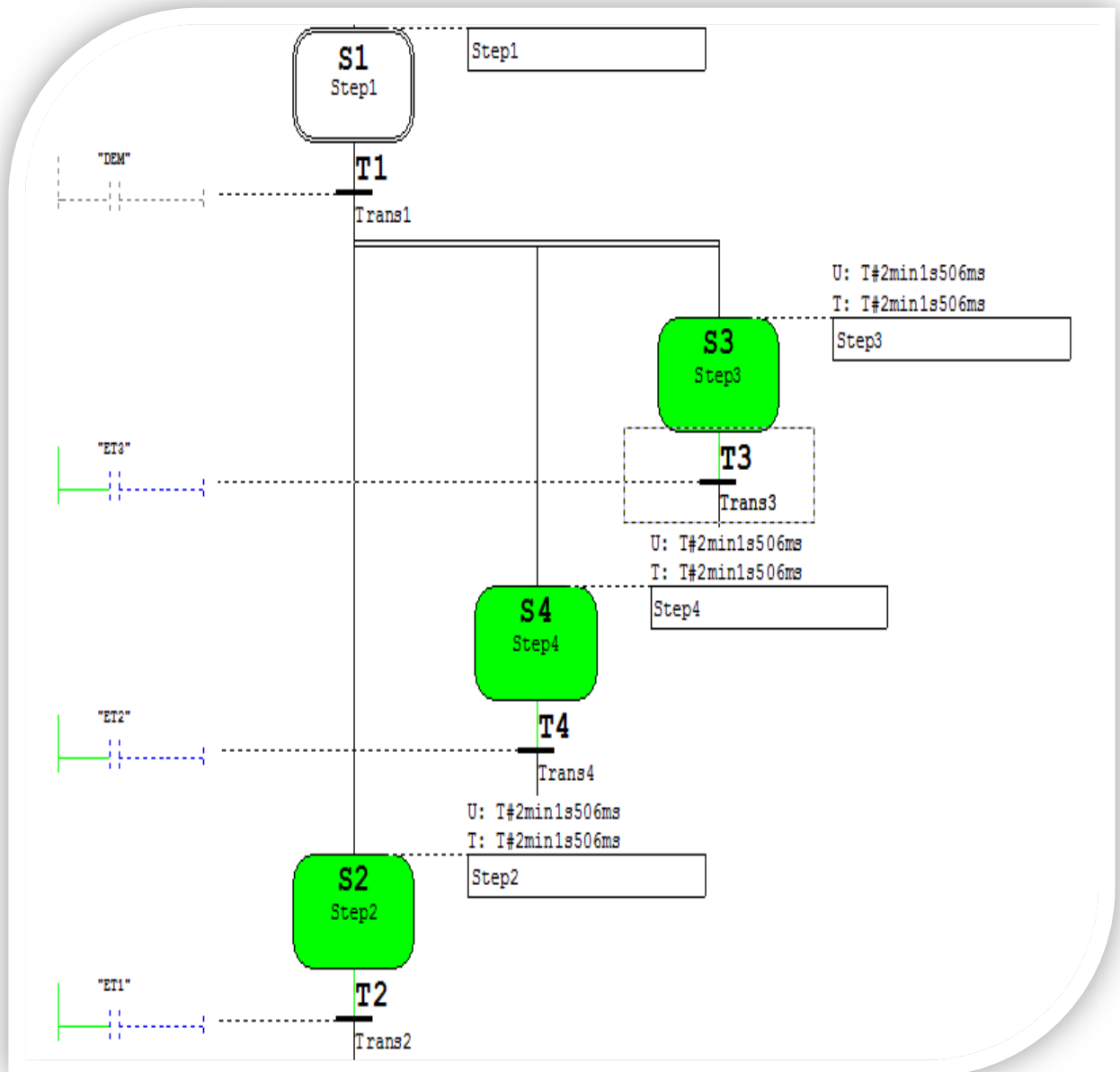


Figure III.10 : Condition de démarrage est satisfaite

III-6-2-1 Descente de l'ascenseur vers l'étage 1

La figure III.11 représente le Grafcet de la descente vers l'étage 1.

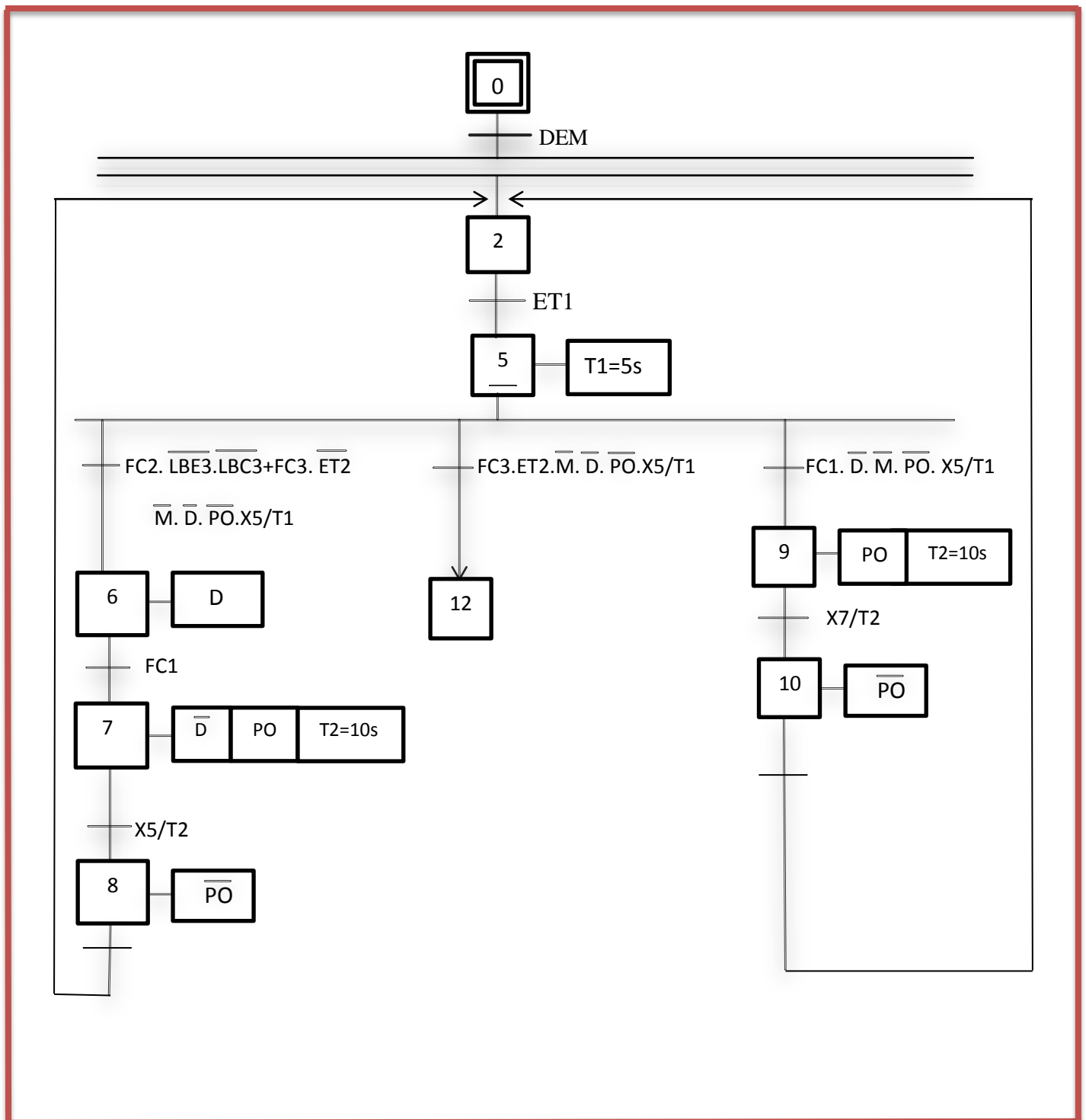


Figure III.11 : Grafcet de l'ascenseur « vers l'étage 1 »

III-6-2-2 Montée et descente de l'ascenseur vers l'étage 2

La figure III.12 représente le Grafcet de la montée et la descente vers l'étage 2.

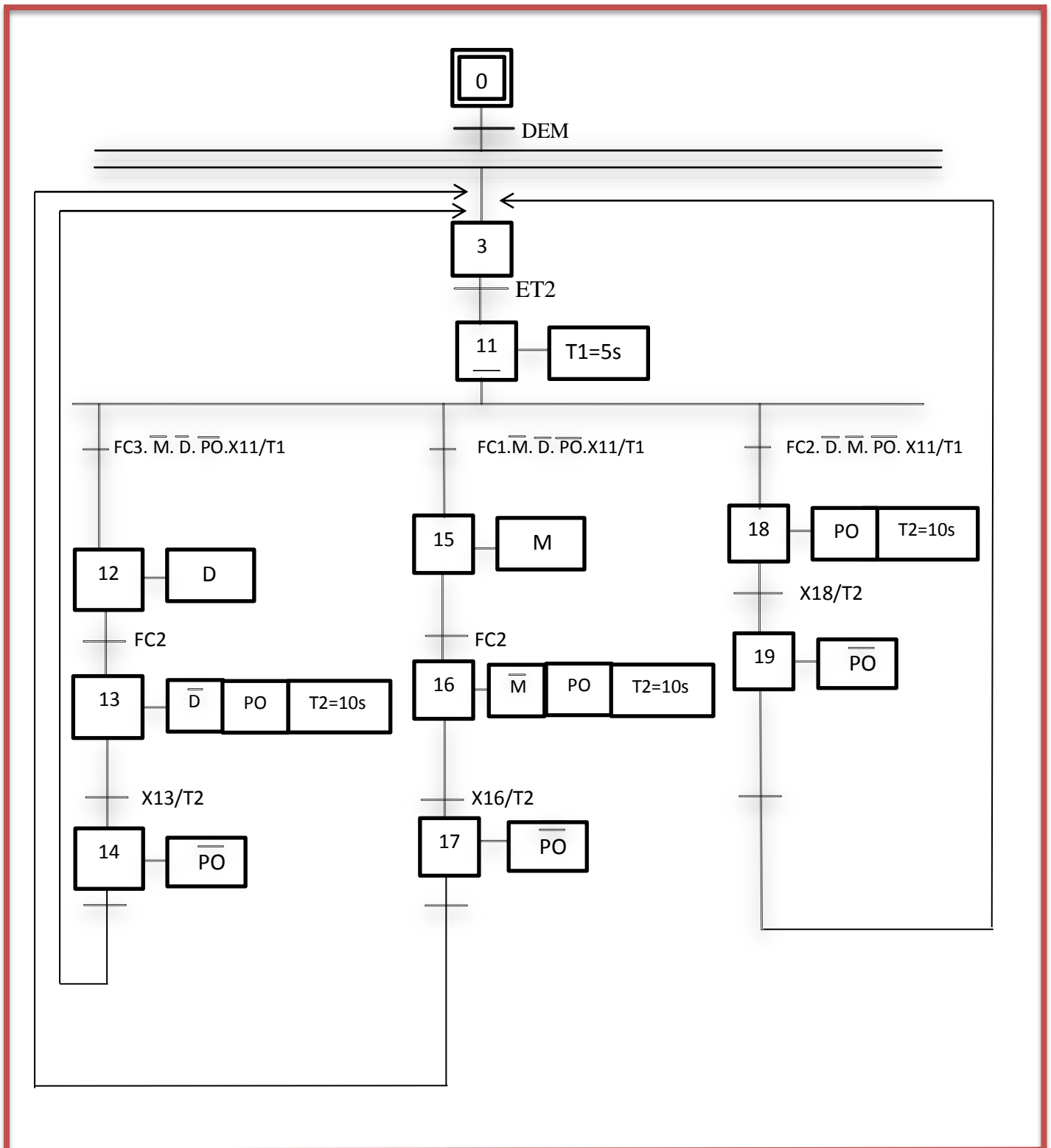


Figure III.12 : Grafcet de l'ascenseur « vers l'étage 2 »

III-6-2-3 Montée de l'ascenseur vers l'étage 3

La figure III.13 représente le Grafcet de la montée vers l'étage 3.

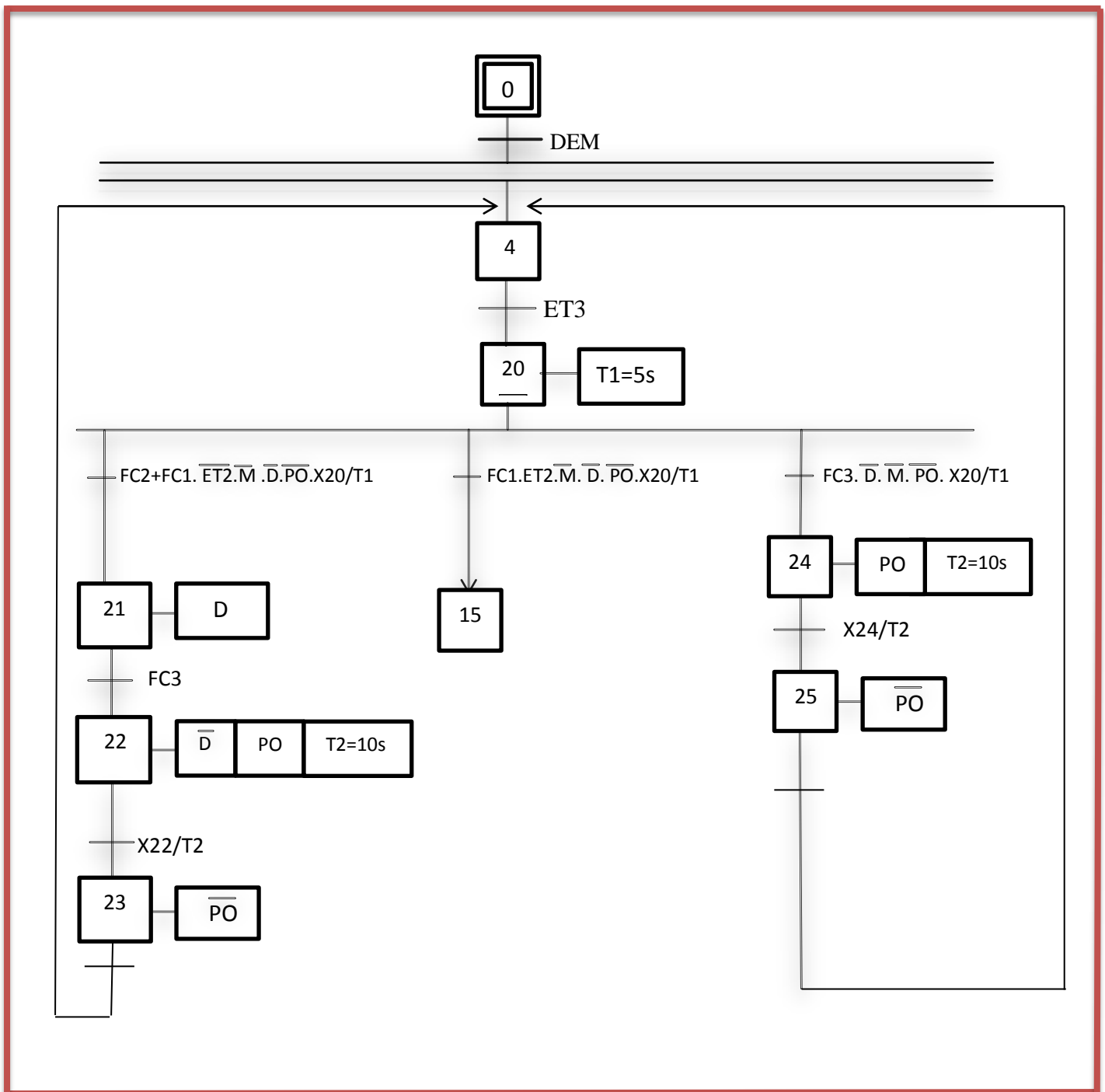


Figure III.13 : Grafcet de l'ascenseur « vers l'étage 3 »

III-6-3 Exemple de simulation

III-6-3-1 Manipulation 1

L'objet de cette manipulation est de commander le moteur de l'ascenseur, donc la montée ou la descente de la cabine si elle se trouve au début à l'étage 1, suivant l'algorithme ci-après :

1. Monter la cabine jusqu'à l'étage 2,
2. Arrêter la cabine pendant 10 s,
3. Monter la cabine jusqu'à l'étage 3,
4. Arrêter la cabine pendant 10 s,
5. Descendre la cabine jusqu'à l'étage 2,
6. Arrêter la cabine pendant 10 s,
7. Descendre la cabine jusqu'à l'étage 1,
8. Arrêter la cabine pendant 10 s.

La **figure III.14** représente la vue sur FLUIDSIM (à gauche) et la vue sur le programme Ladder (à droite) pour allumer la lampe « LE1 » qui indique que l'ascenseur se trouve à l'étage 1, le « FC1 » est actionné alors la lampe « LE1 » s'allume.

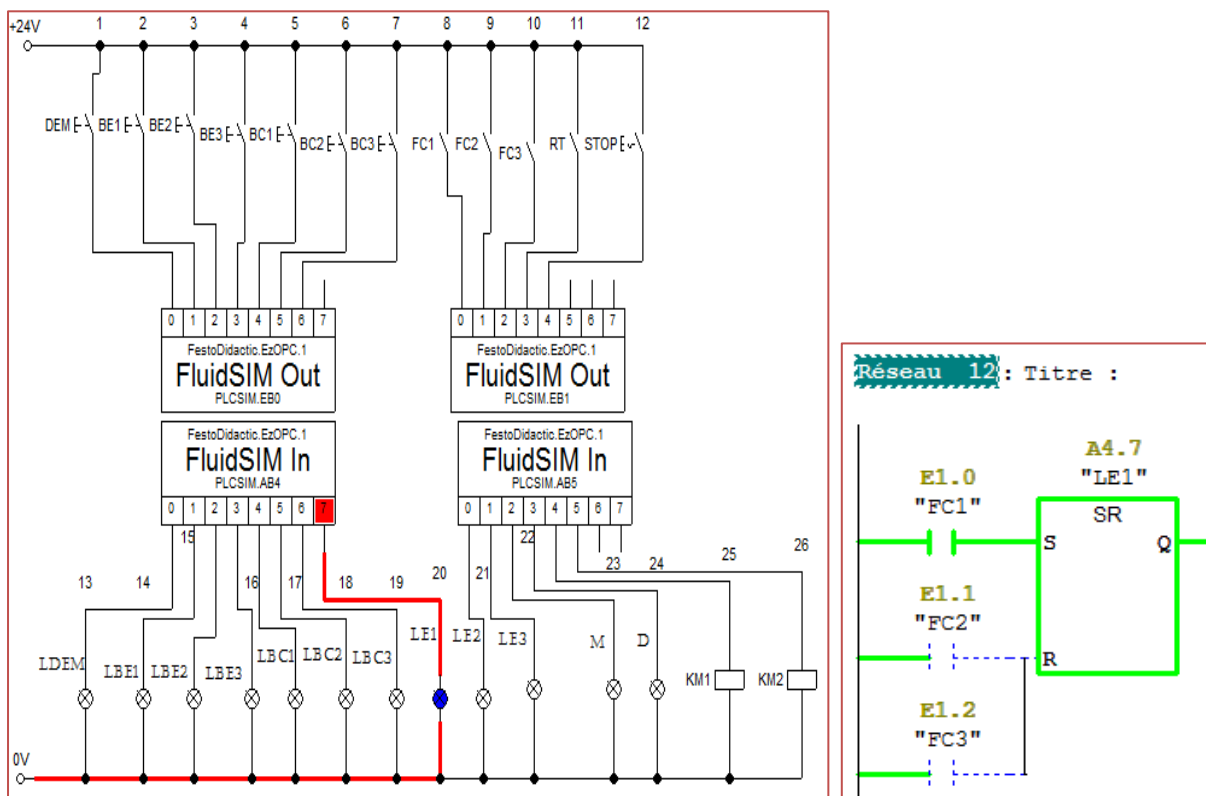


Figure III.14 : L'ascenseur est dans l'étage 1

La **figure III.15** représente la vue sur FLUIDSIM, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de la montée vers l'étage 2, après un appui sur le BE2 la led « LBE2 » s'allume ainsi que la led indiquant la montée « M », alors la montée est activée et le moteur tourne dans le sens de la montée « KM1 », et elle ne se désactive qu'avec l'arrivée à l'étage 2 (activation de FC2). (Le même fonctionnement s'effectue en utilisant BC2).

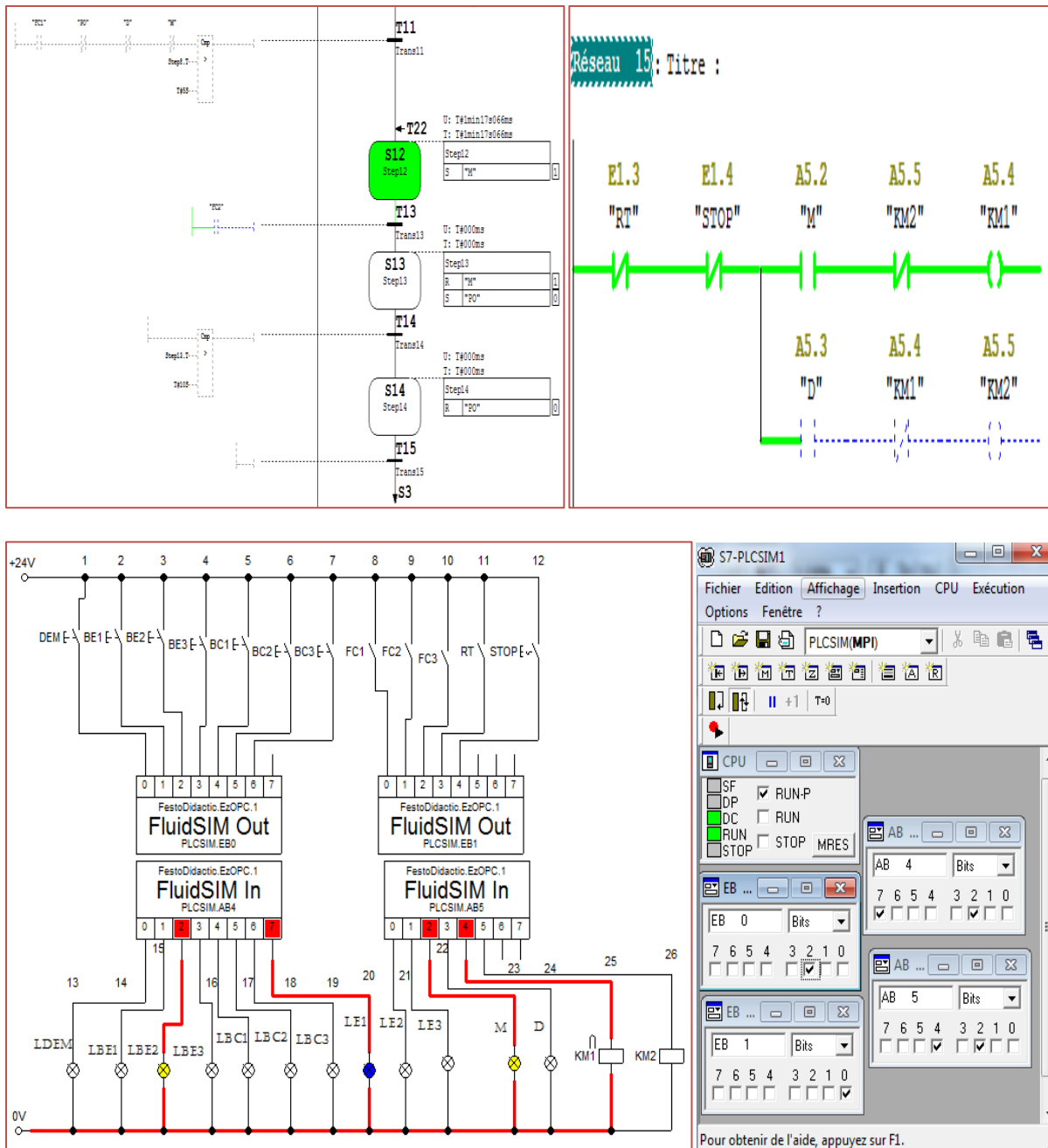


Figure III.15 : Étape 1

La **figure III.16** représente la vue sur FLUIDSIM, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de l'arrêt à l'étage 2. Quand la cabine arrive à l'étage 2, « FC2 » actionne ce qui provoque l'éteint de « LBE2 », la désactivation de la monté « M », allumage de « LE2 » qui indique que la cabine se trouve à cet étage, l'ouverture des portes, aussi activation d'une temporisation de 10 s, une fois le temps écoulé les portes se referment et l'ascenseur se dirige vers l'étage 3.

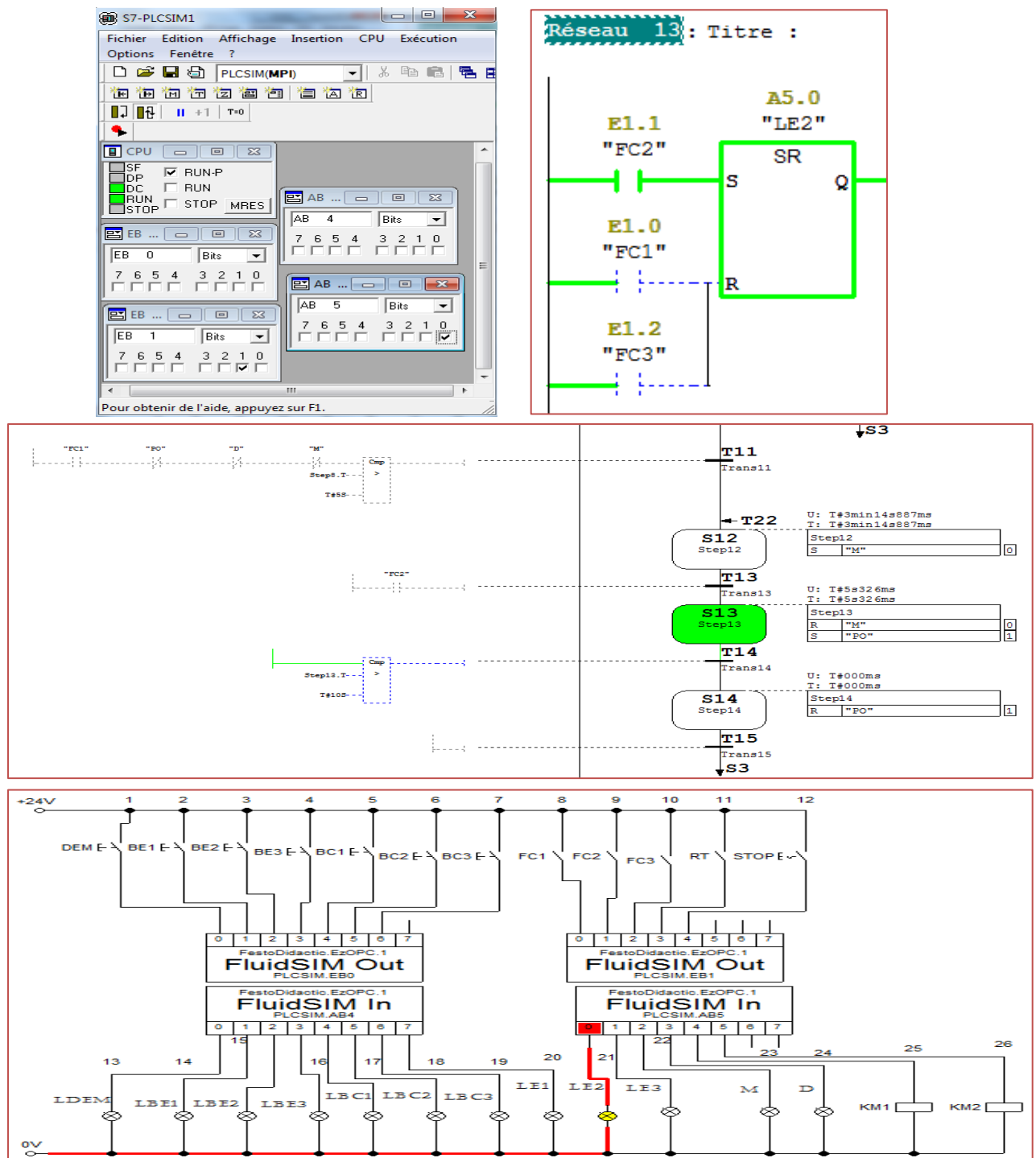


Figure III.16 : Étape 2

La **figure III.17** représente la vue sur FLUIDSIM, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de la montée vers l'étage 3, après un appui sur le BE3 la led « LBE3 » s'allume ainsi que la led indiquant la montée « M », alors la montée est activée et le moteur tourne dans le sens de la montée « KM1 ». (Le même fonctionnement s'effectue en utilisant BC3).

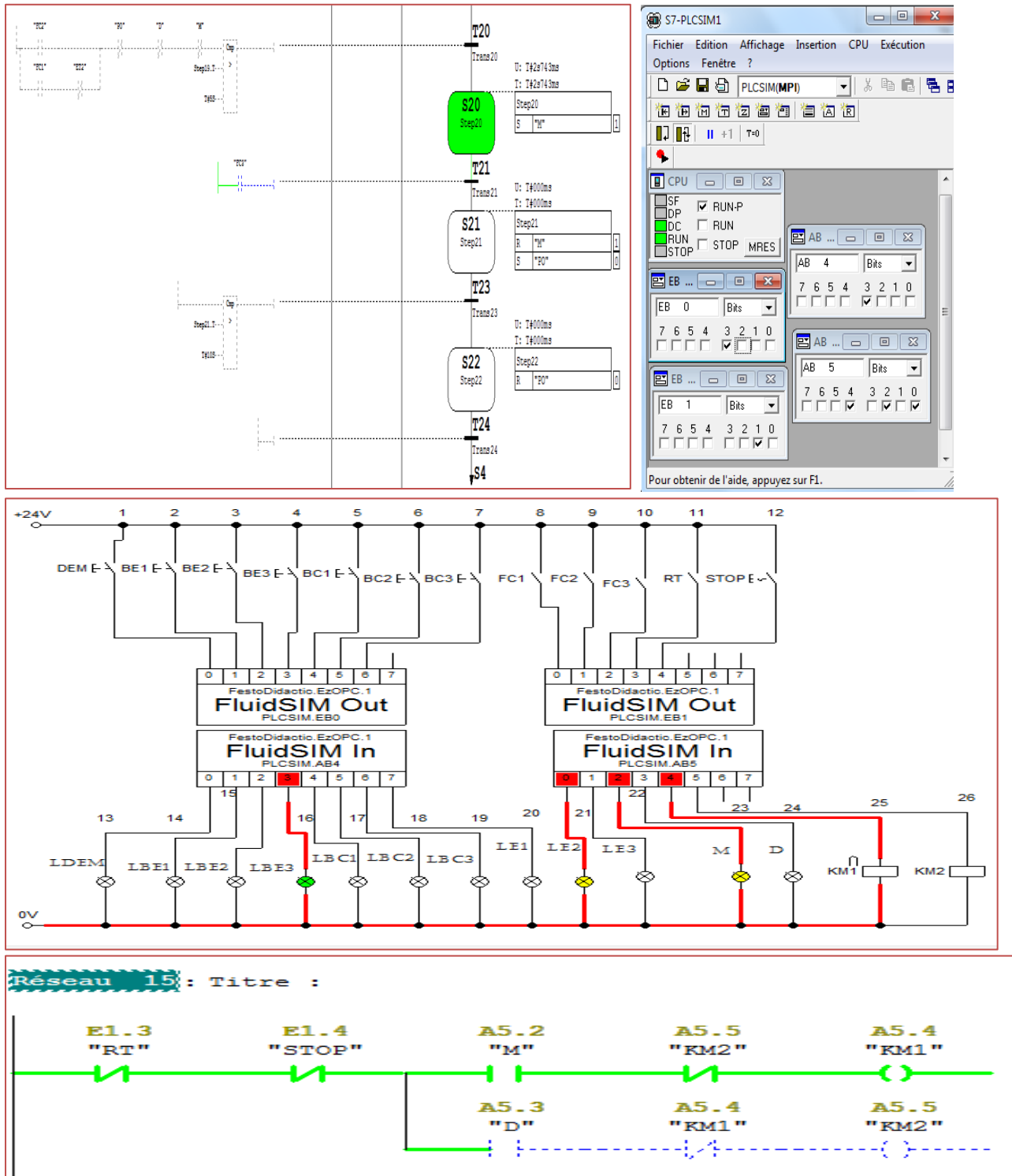


Figure III.17 : Étape 3

La **figure III.18** représente la vue sur FLUIDSIM, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de l'arrêt à l'étage 3. Quand la cabine arrive à l'étage 3, FC3 actionne ce qui provoque l'éteint de « LBE3 », la désactivation de la monté « M », allumage de « LE3 » qui indique que la cabine se trouve à cet étage, l'ouverture des portes, aussi activation d'une temporisation de 10 s, une fois le temps écoulé les portes se referment et l'ascenseur se dirige vers une nouvelle destination.

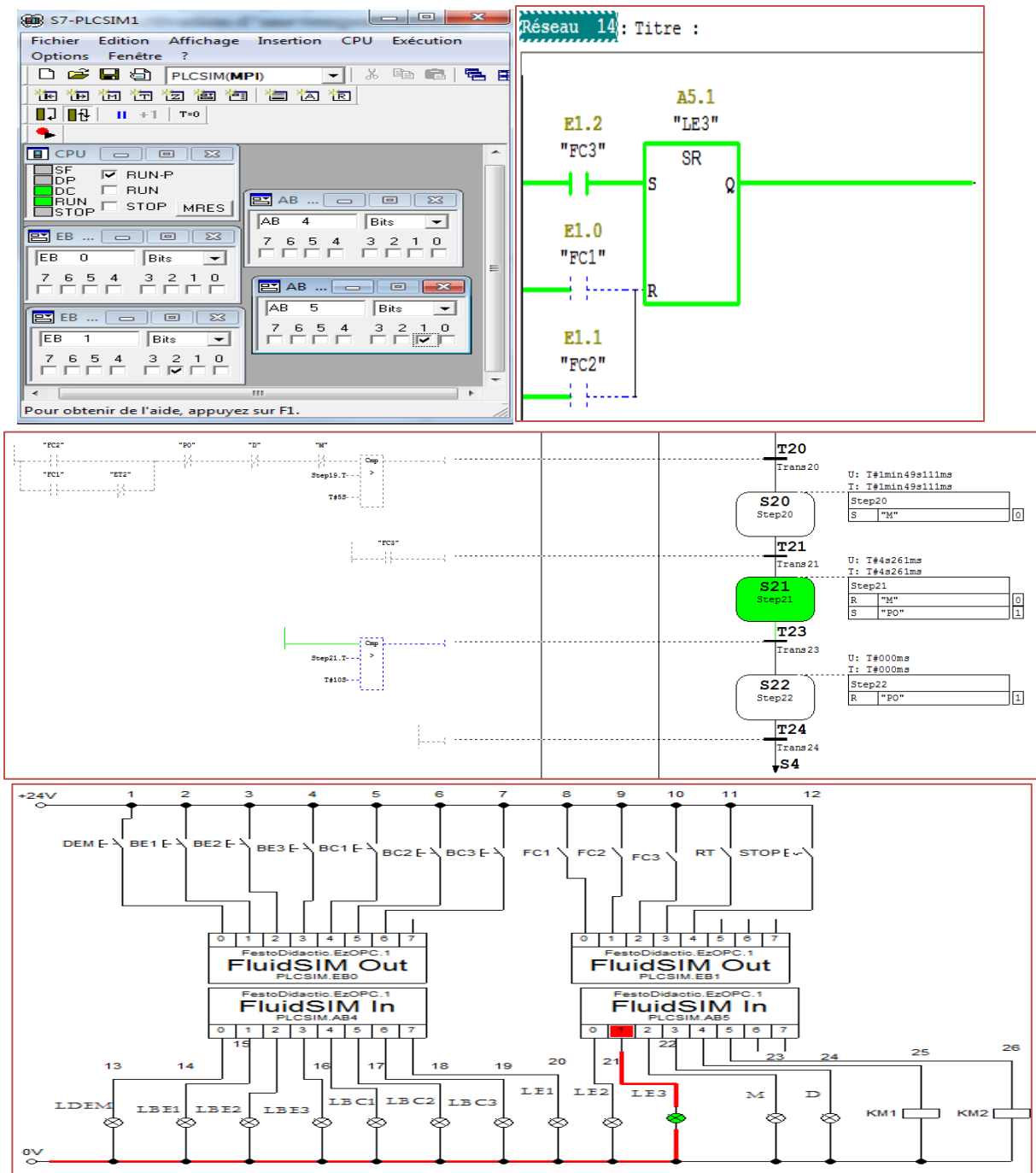


Figure III.18 : Étape 4

La **figure III.19** représente la vue sur Fluidsim, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue du simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de la descente vers l'étage 2, après un appui sur le BE2 la led « LBE2 » est allumée ainsi que la led indiquant la descente « D », alors la descente est activée et le moteur tourne dans le sens de la descente « KM2 », et elle ne se désactive qu'avec l'arrivée à l'étage 2 (activation de FC2). (Nous pouvons utiliser le BC2 le même fonctionnement s'effectue).

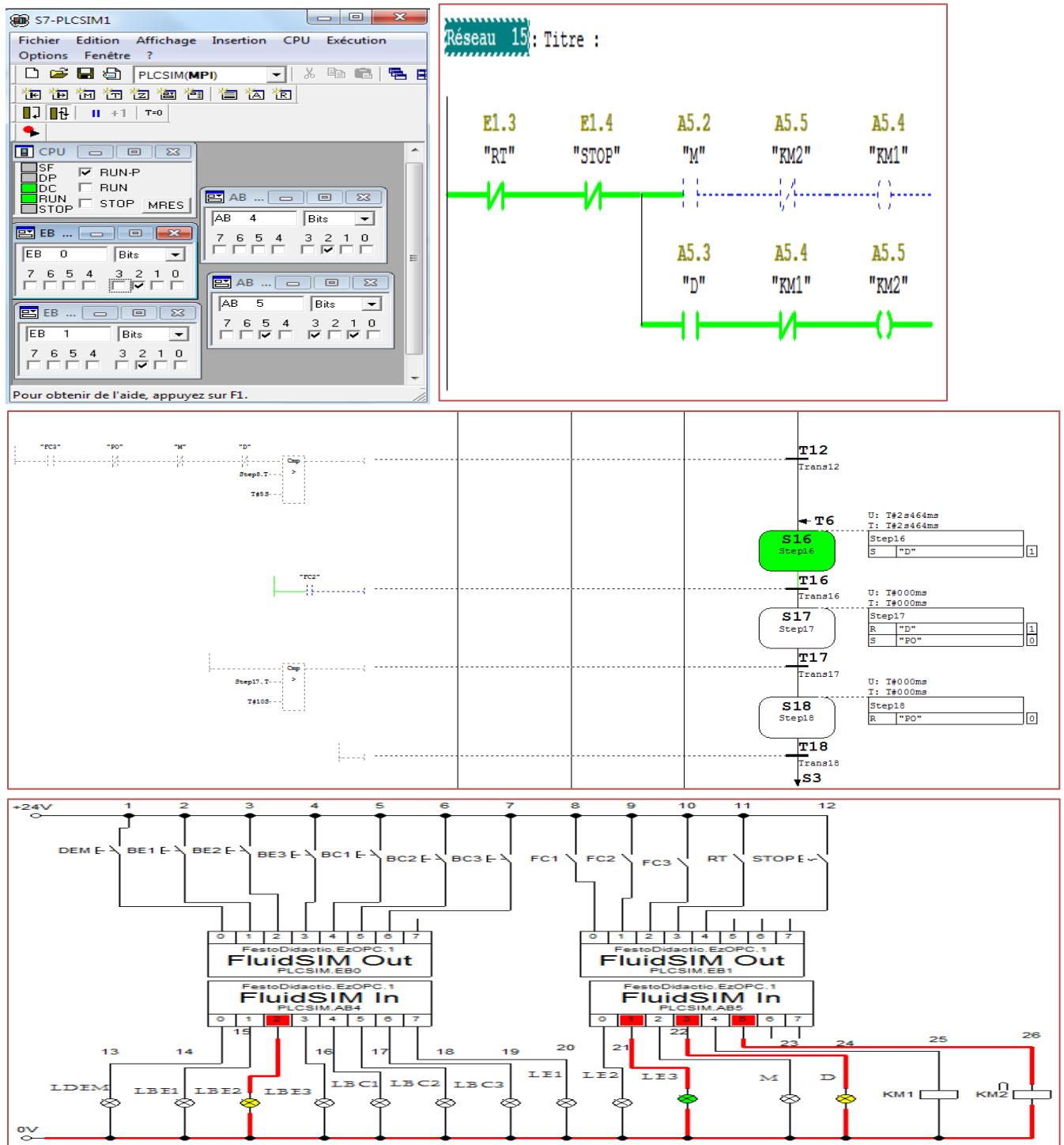


Figure III.19 : Étape 5

La *figure III.20* représente la vue sur Fluidsim, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de l'arrêt à l'étage 2. Quand la cabine arrive à l'étage 2, « FC2 » actionne ce qui provoque l'éteint de « LBE2 », la désactivation de la monté « M », allumage de « LE2 » qui indique que la cabine se trouve à cet étage, l'ouverture des portes, aussi activation d'une temporisation de 10s, une fois le temps écoulé l'ascenseur se dirige vers une nouvelle destination.

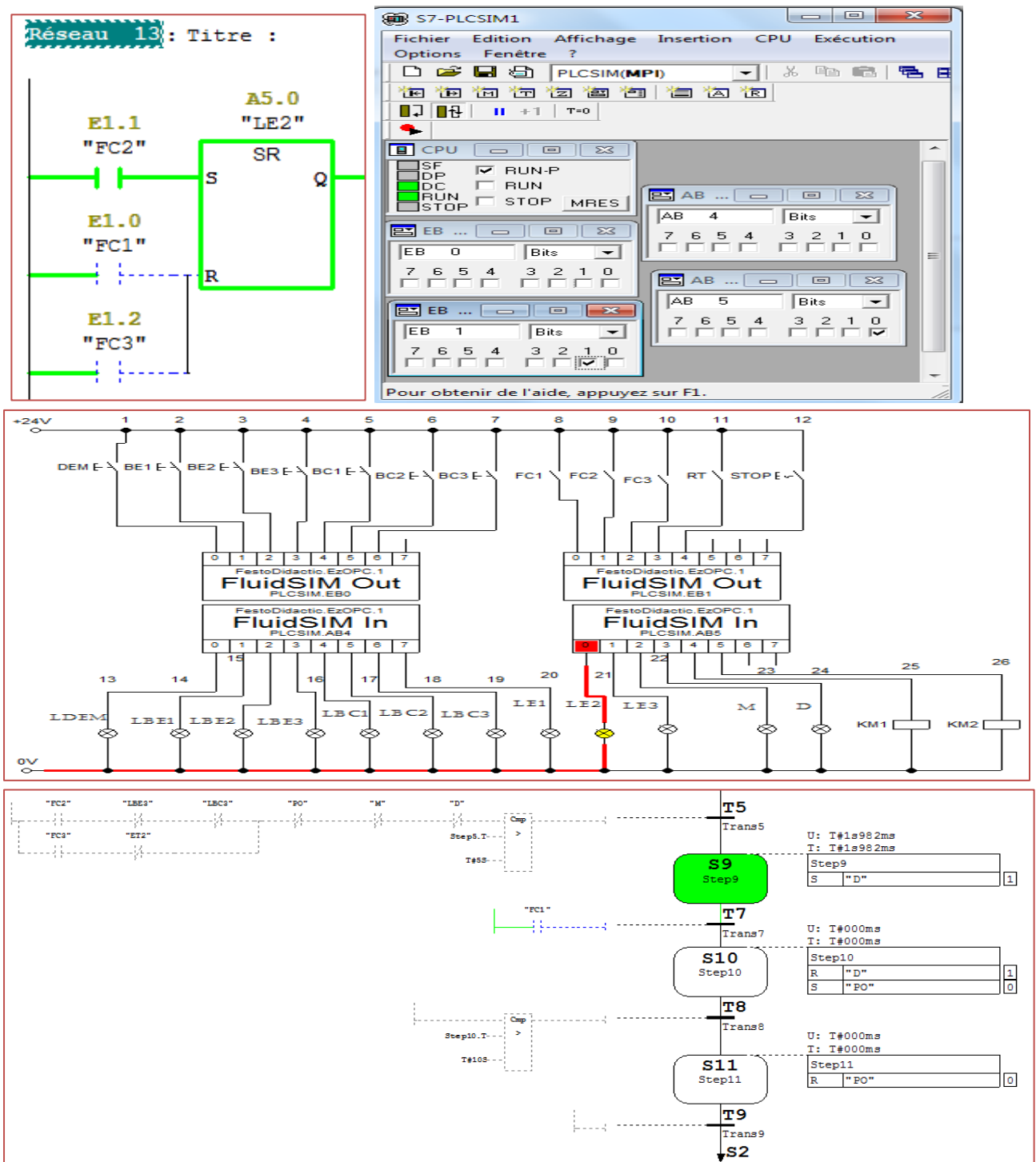


Figure III.20 : Étape 6

La **figure III.21** représente la vue sur Fluidsim, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de la descente vers l'étage 1, après un appui sur le BE1 la lampe « LBE1 » et lampe indiquant la descente « D » sont allumées, alors la descente est activée et le moteur tourne dans le sens de la descente « KM2 », et elle ne se désactive qu'avec l'arrêt de l'ascenseur à l'étage 1 (activation de FC1).

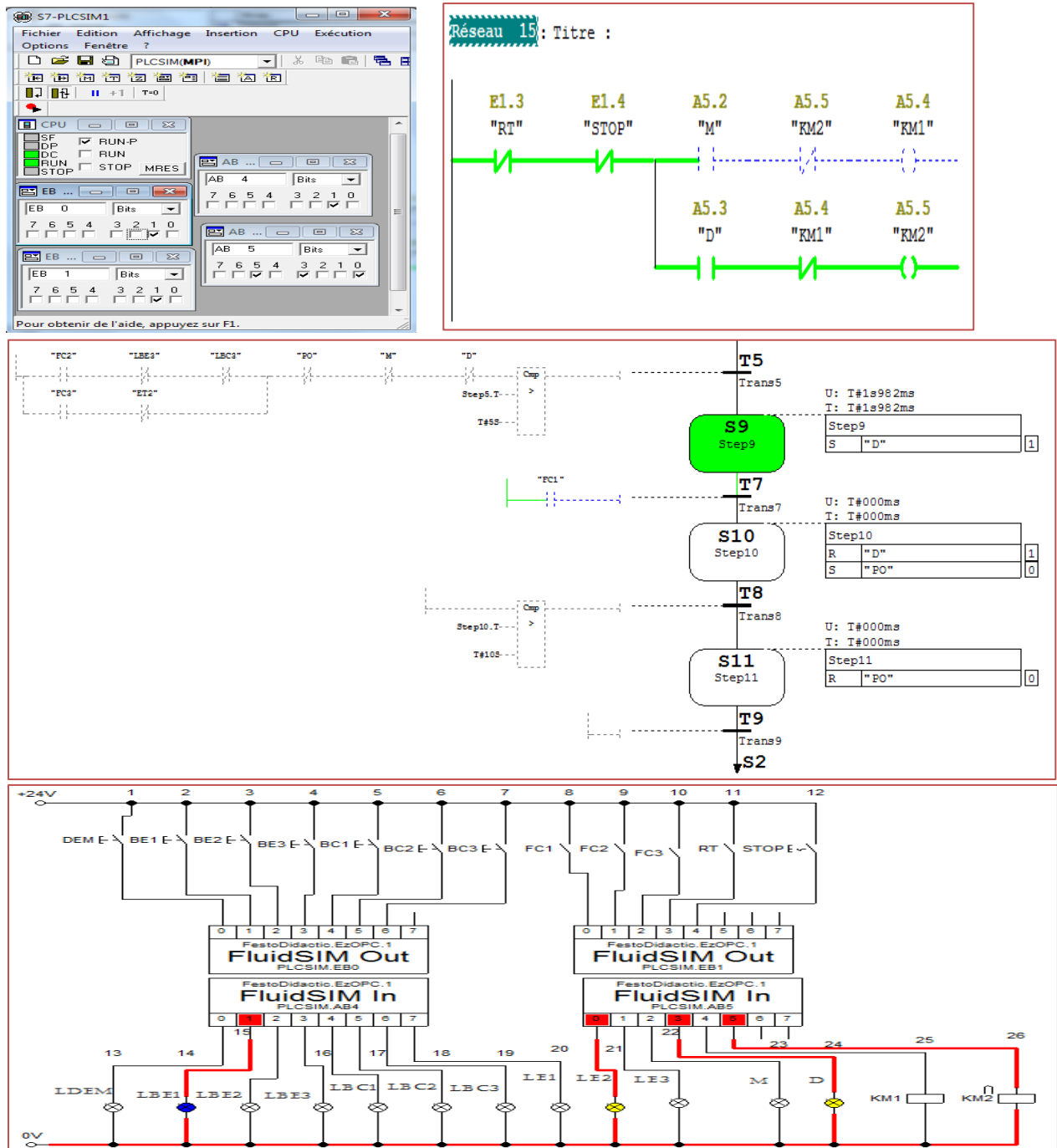


Figure III.21 : Étape 7

La **figure III.22** représente la vue sur Fluidsim, et la vue sur le programme Ladder et sur le Grafcet, ainsi que la vue de simulateur S7-PLCSIM pour l'activation de l'arrêt à l'étage 1. Quand la cabine arrive à l'étage 1, « FC1 » actionne ce qui provoque l'éteint de « LBE1 », la désactivation de la descente « D », allumage de « LE1 » qui indique que la cabine se trouve à cet étage, l'ouverture des portes, aussi activation d'une temporisation de 10s, une fois le temps écoulé l'ascenseur se dirige vers une nouvelle destination.

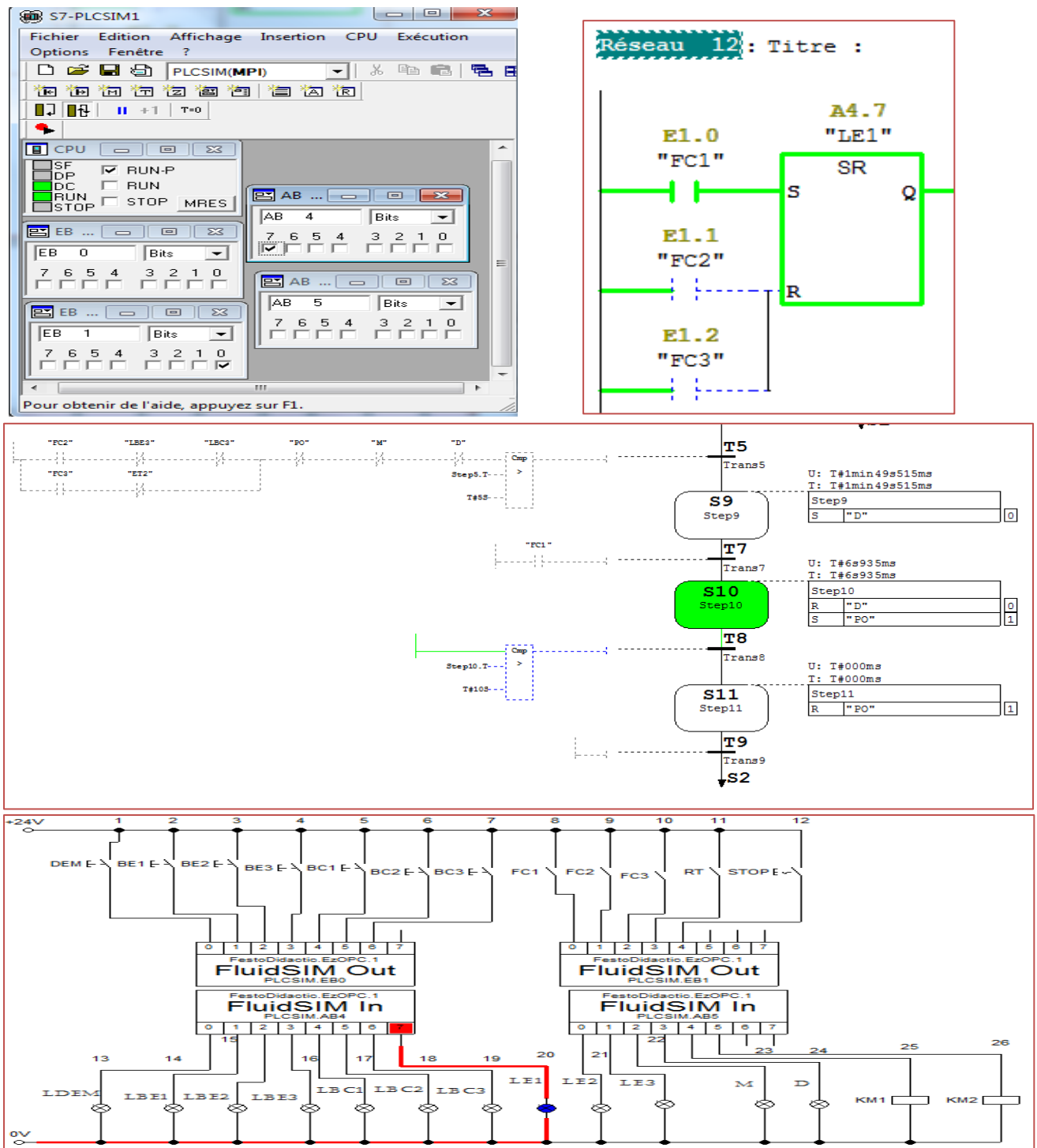


Figure III.22 : Étape 8

III-6-3-2 Manipulation 2

L'objet de cette manipulation est de commander le moteur de l'ascenseur donc la montée ou la descente de la cabine, suivant l'algorithme ci-après :

- L'ascenseur se trouve à l'étage 1, et il reçoit deux appels pour monter le premier vers l'étage 2 et le deuxième vers l'étage 3,

La **figure III.23** représente la vue sur FLUIDSIM (à gauche) et la vue sur le programme Ladder (à droite) pour allumer la lampe « LE1 » qui indique que l'ascenseur se trouve à l'étage 1. Le « FC1 » est actionné alors la cabine se positionne à l'étage 1 et la lampe « LE1 » s'allume.

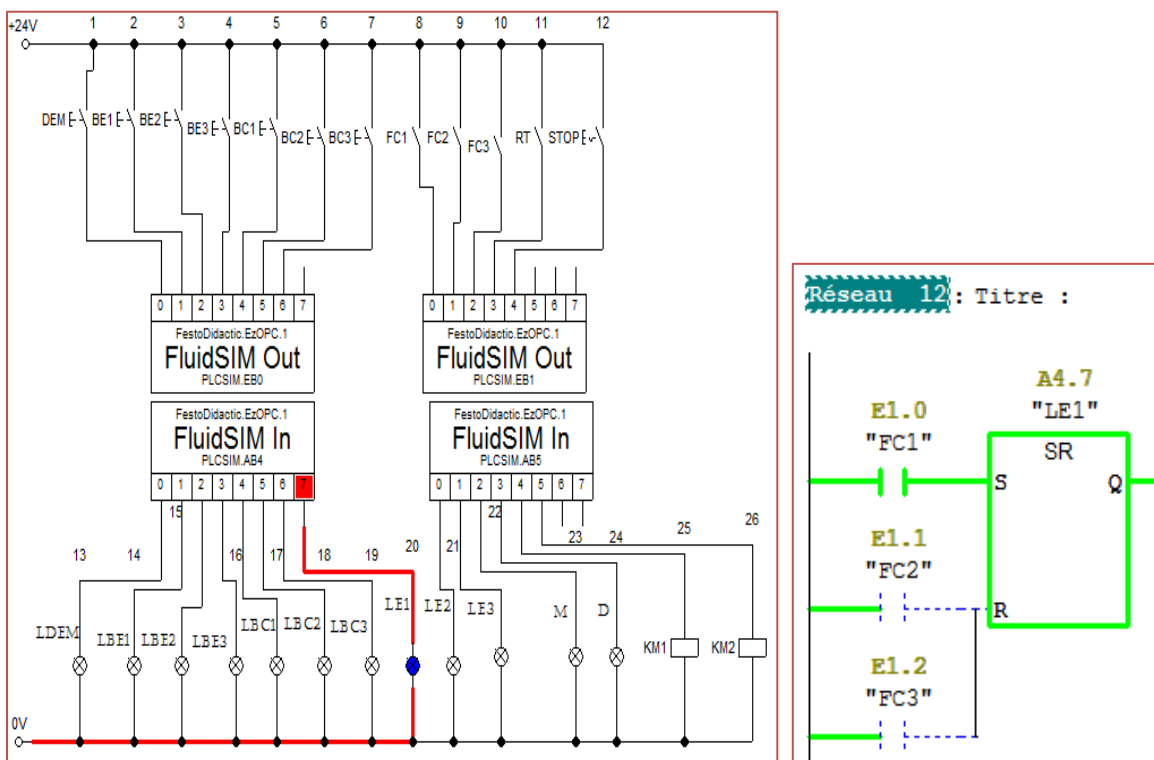


Figure III.23 : L'ascenseur se trouve à l'étage 1

Comme l'étage 2 est dans le chemin de la montée vers l'étage 3, l'ascenseur est pris en compte et s'arrête à cet étage, c.-à-d. l'ascenseur va monter vers l'étage 2 puis l'étage 3;

La **figure III.24** représente le Grafcet de la montée de l'étage 1 vers l'étage 2 et la **figure III.25** représente le Grafcet de la montée de l'étage 1 vers l'étage 3, l'appui sur le BE2 et BE3 en même temps dans 5 s la montée s'active, aussi les leds « LBE2 » et « LBE3 » s'allume, et nous voyons sur la **figure III.24** l'étape 12 est active et sur la **figure III.25** l'étape 20 est active, c'est deux étapes s'active simultanément c.-à-d. l'ascenseur fait passé les deux appels en même temps.

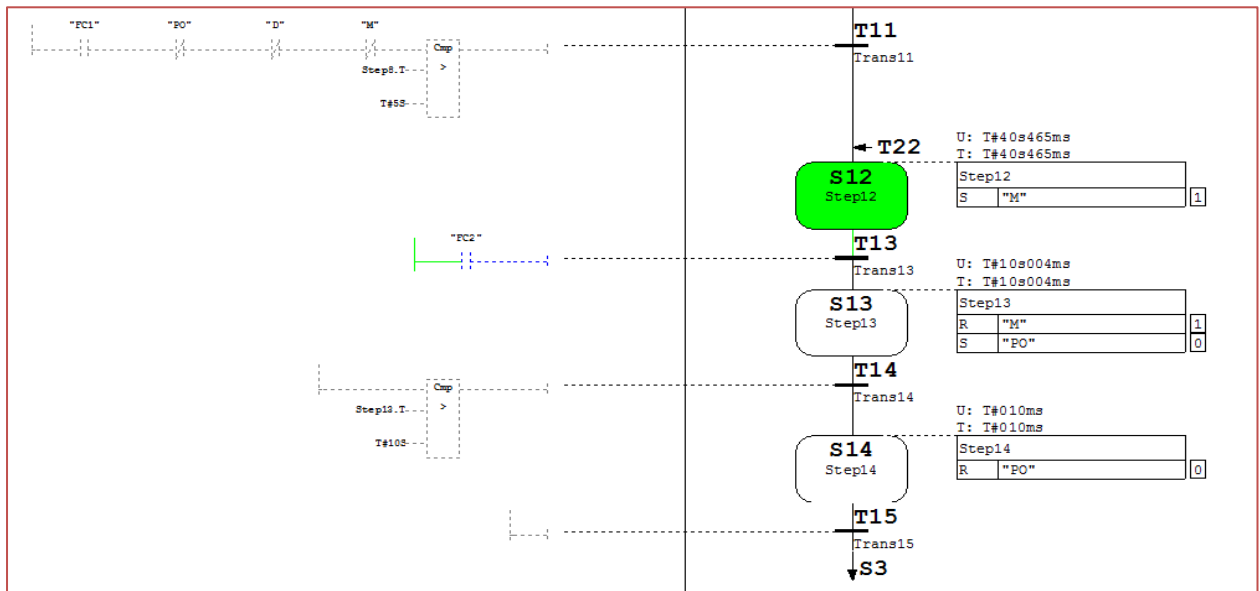


Figure III.24 : Monter de l'étage 1 vers l'étage 2

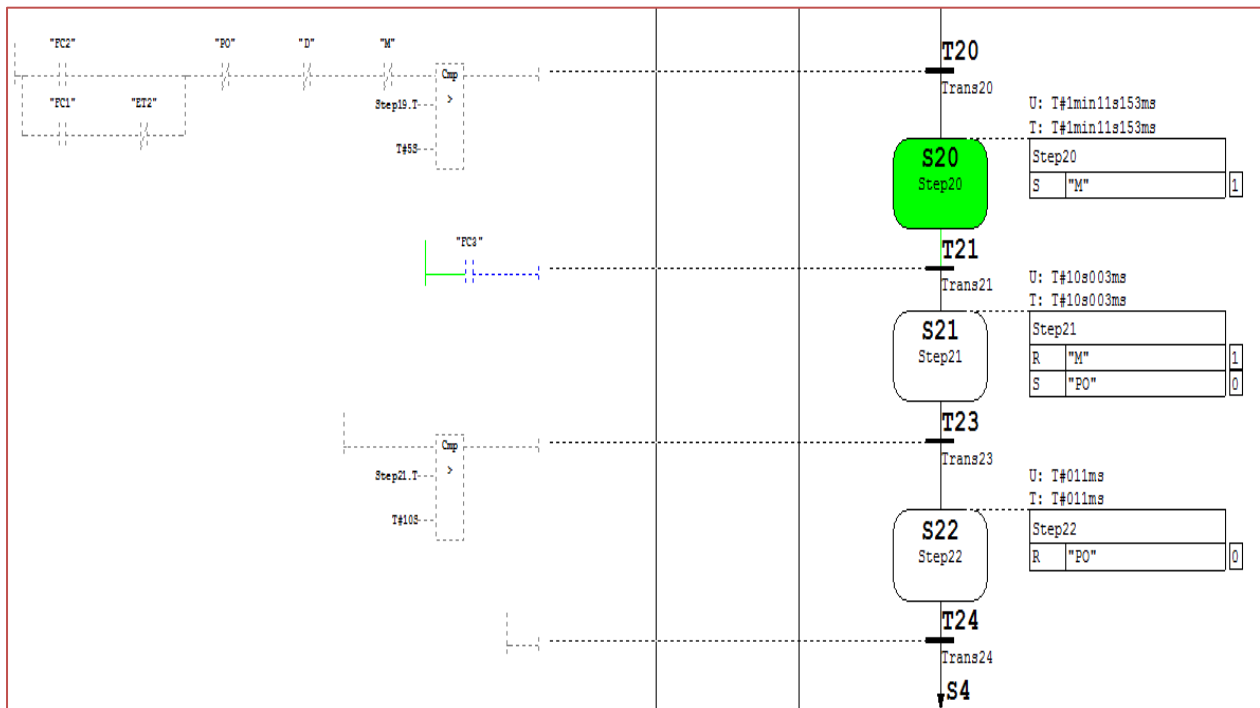


Figure III.25 : Monter de l'étage 1 vers l'étage 3

La *figure III.26* représente la vue de Grafset d'étage 2 pour l'activation de l'arrêt à cet étage. Arrivé à l'étage 2, le détecteur de position « FC2 » s'enclenche et la cabine s'arrête, ce même capteur active l'ouverture des portes et une temporisation de 10 s.

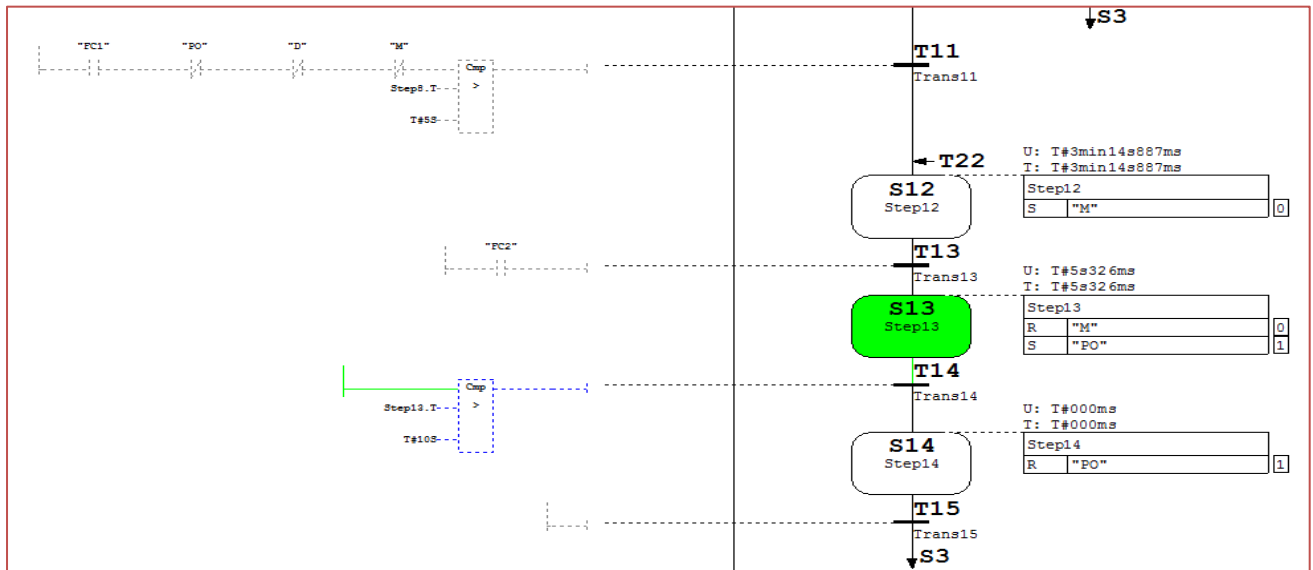


Figure III.26 : Arrêt à l'étage 2

La led de BE3 ne se désactive pas avec l'arrivée à l'étage 2 car la demande de monter à l'étage 3 a été mémorisée, la même chose pour l'étape 20, comme illustré sur la vue de FLUIDSIM représentée par la *figure III.27*.

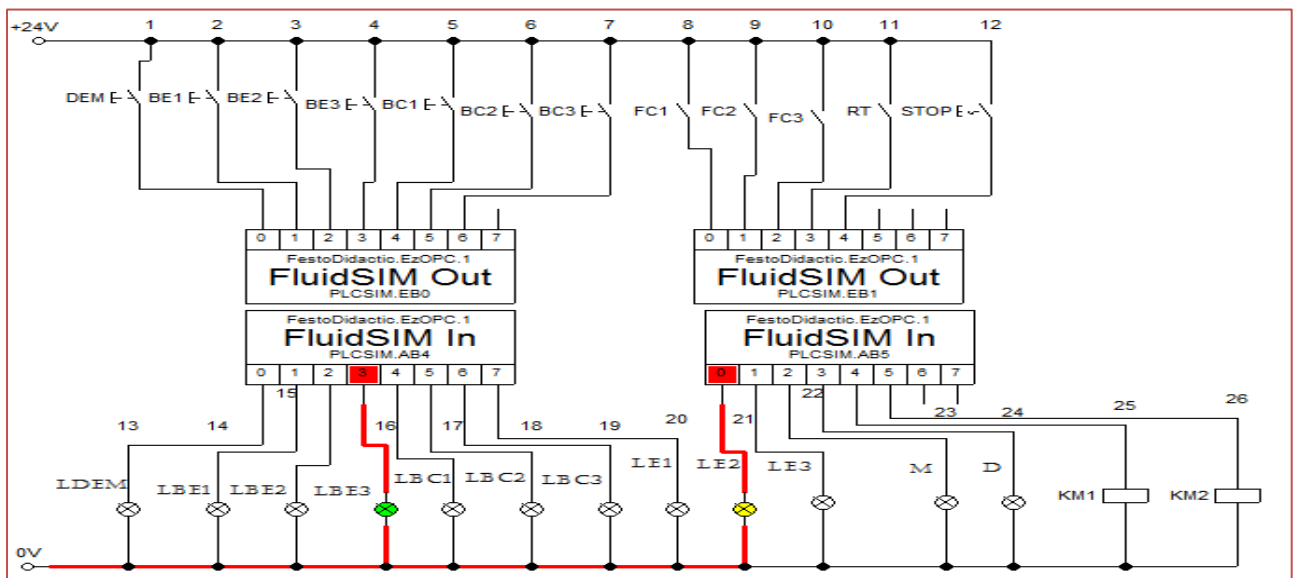


Figure III.27 : Arrêt à l'étage 2 avec demande de monter à l'étage 3

Une fois le temps écoulé (10 s), les portes à l'étage 2 se referment et la montée se réactive pour continuer le chemin vers l'étage 3, comme illustré sur la *figure III.28*.

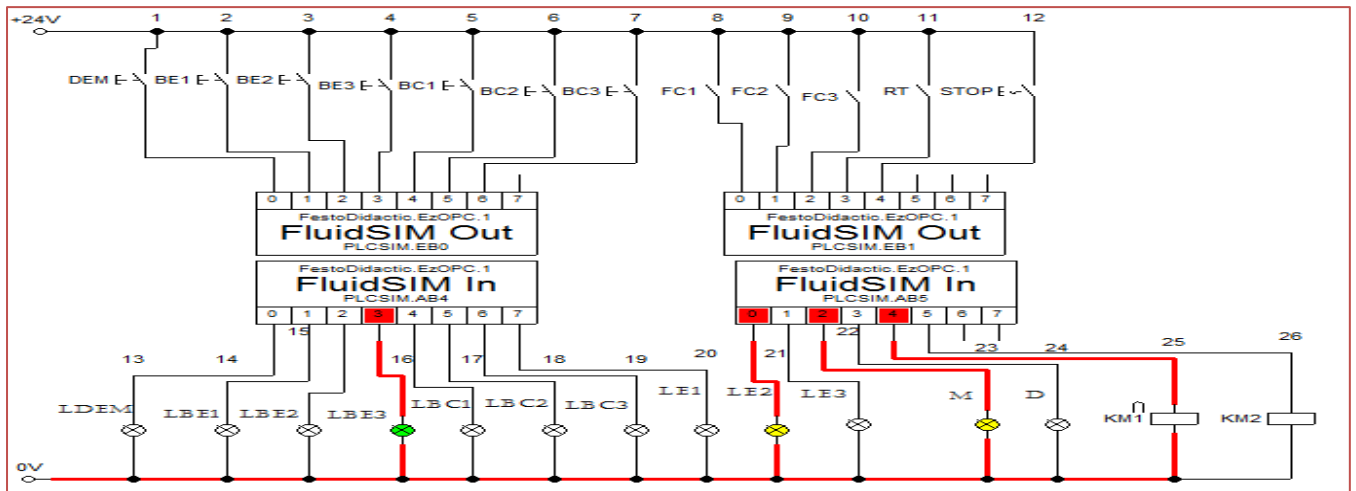


Figure III.28 : Demande de la montée vers l'étage 3 depuis l'étage 2

Arrivé à l'étage 3, le détecteur de position de la cabine « FC3 » s'enclenche et la cabine s'arrête, comme illustré dans la *figure III.29*, l'étape 21 s'active, ce même capteur de position active l'ouverture des portes et une temporisation qui va durer 10 s.

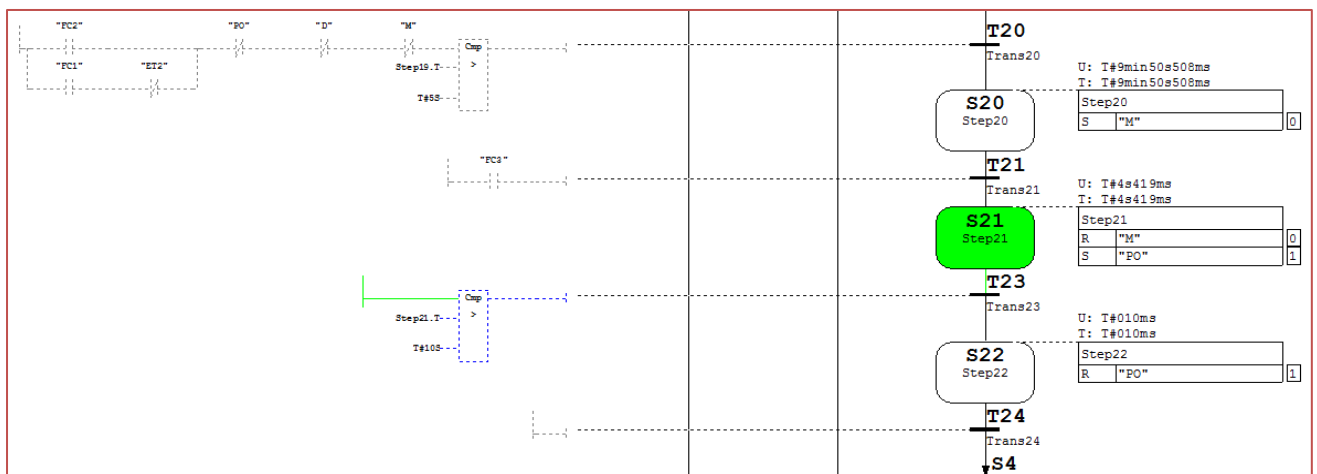


Figure III.29: Arrêt à l'étage 3

Une fois les 10 s terminées, les portes se referment et si aucune demande n'est faite, l'ascenseur reste à l'étage 3, les portes sont fermées et la lampe « LE3 » reste allumée, c.-à-d. la cabine se trouve à cet étage, et si l'ascenseur a une ou plusieurs demandes, il se dirige vers une nouvelle destination.

La même procédure est effectuée lors de la descente de l'étage 3 vers 2 et 1, c.-à-d. l'ascenseur s'arrête dans l'étage 2 puis l'étage 1.

➤ l'ascenseur se trouve à l'étage 2, et il reçoit deux appels : le premier pour descendre à l'étage 1 et le deuxième pour monter vers l'étage 3.

La **figure III.30** représente la vue sur FLUIDSIM (à gauche) et la vue sur le programme Ladder (à droite) pour allumer la lampe « LE2 » qui indique que l'ascenseur se trouve à l'étage 2, le « FC2 » est actionné alors la cabine se positionne à l'étage 2 et la lampe « LE2 » s'allume.

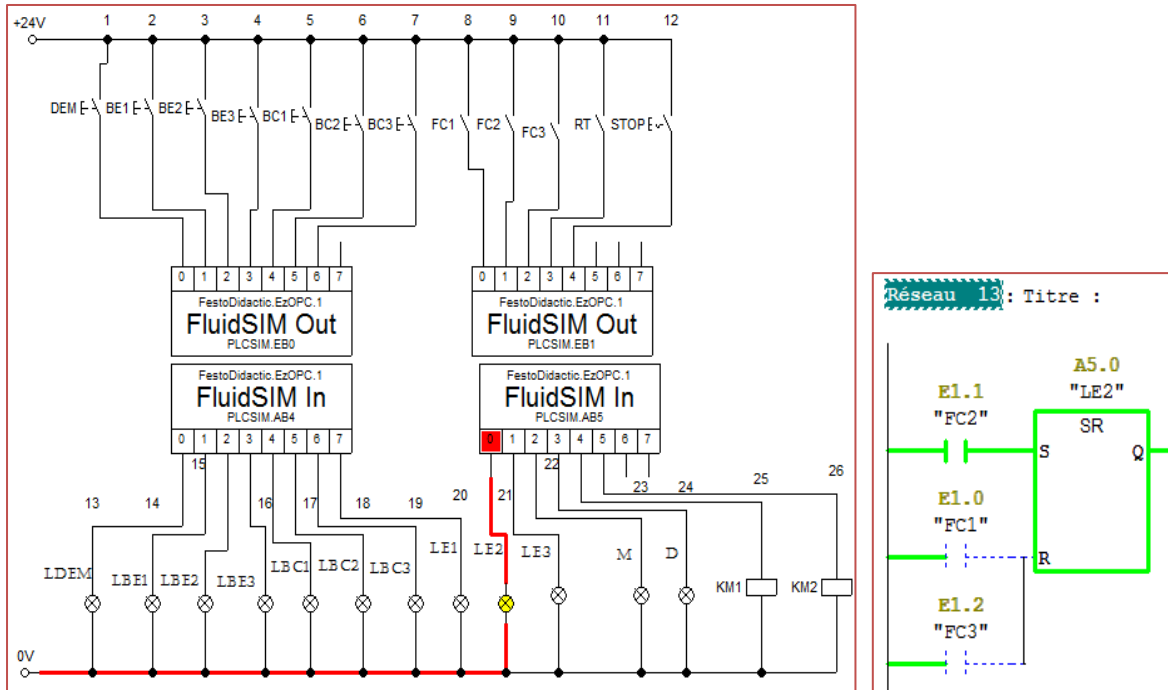


Figure III.30 : L'ascenseur se trouve à l'étage 2

Puisque l'étage 1 et l'étage 3 sont sur un chemin différent, nous donnerons la priorité à l'étage 3 lors du traitement d'une demande de descente à l'étage 1 et d'une demande de montée à l'étage 3, c.-à-d. toujours la demande de la montée passe la première et la demande de descente se mémorise pour se faire passer ultérieurement.

Nous avons présenté la priorité en ajoutant les leds « LBE3 » et « LBC3 » au Grafctet de la descente vers l'étage 1 depuis l'étage 2 c.-à-d. la demande ne s'effectue que lorsque ces deux leds soient éteintes.

Alors dans ce cas l'ascenseur monte à l'étage 3 comme illustré sur la **figure III.31**.

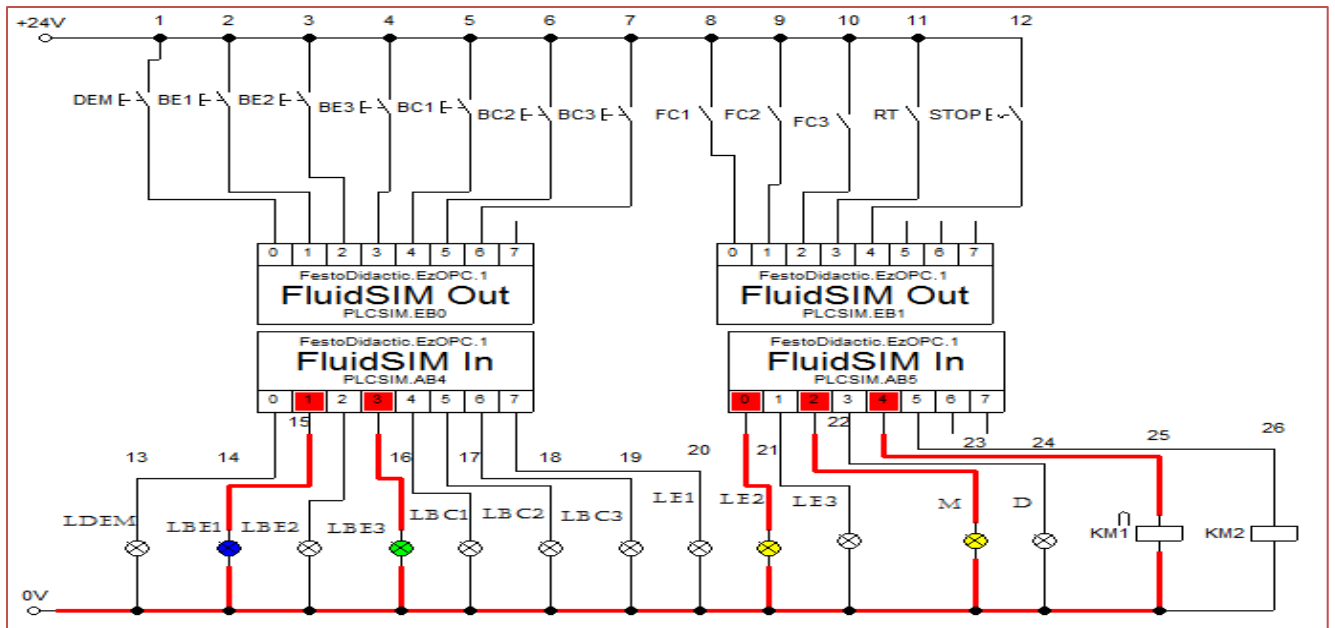


Figure III.31 : Demande de monter vers ET3 et de descendre vers ET1 depuis l'étage 2

Arrivé à l'étage 3, le détecteur de position de la cabine « FC3 » s'enclenche et la cabine s'arrête, et la lampe « LE3 » s'allume, comme illustré dans la *figure III.32*, ce même capteur de position active l'ouverture des portes et une temporisation qui va durer 10 s.

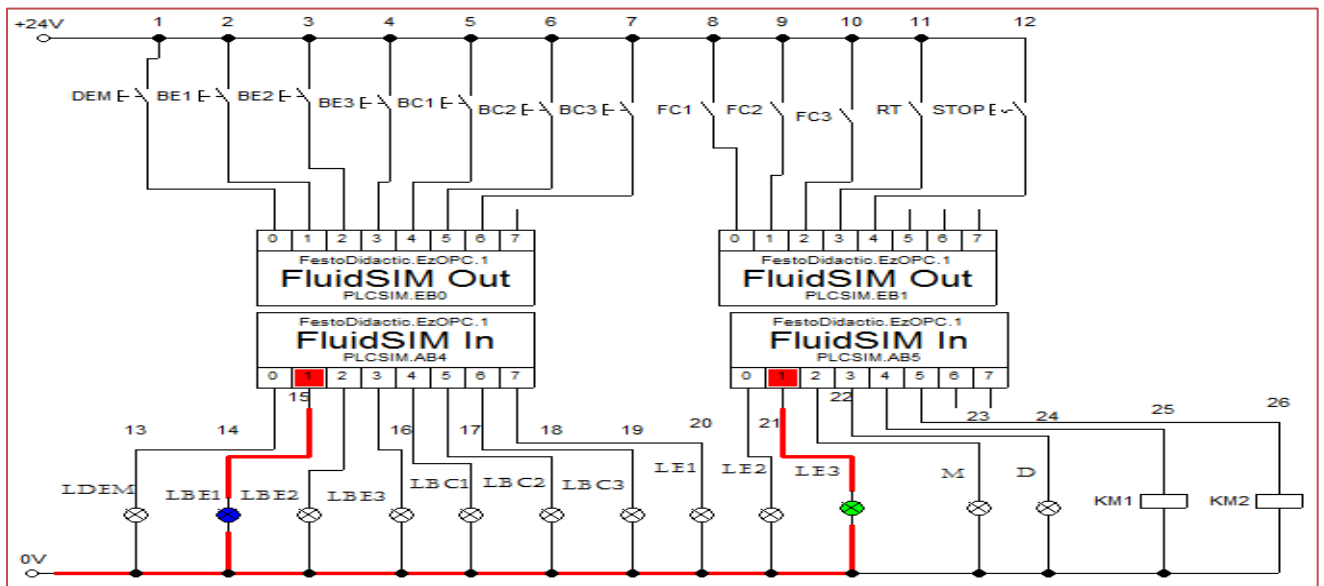


Figure III.32 : Arrêt à l'étage 3 avec une demande de descendre vers l'étage 1

Une fois le temps écoulé (10 s), les portes à l'étage 3 se referment et l'ascenseur se dirige vers l'étage 1, comme lustré sur la *figure III.33*.

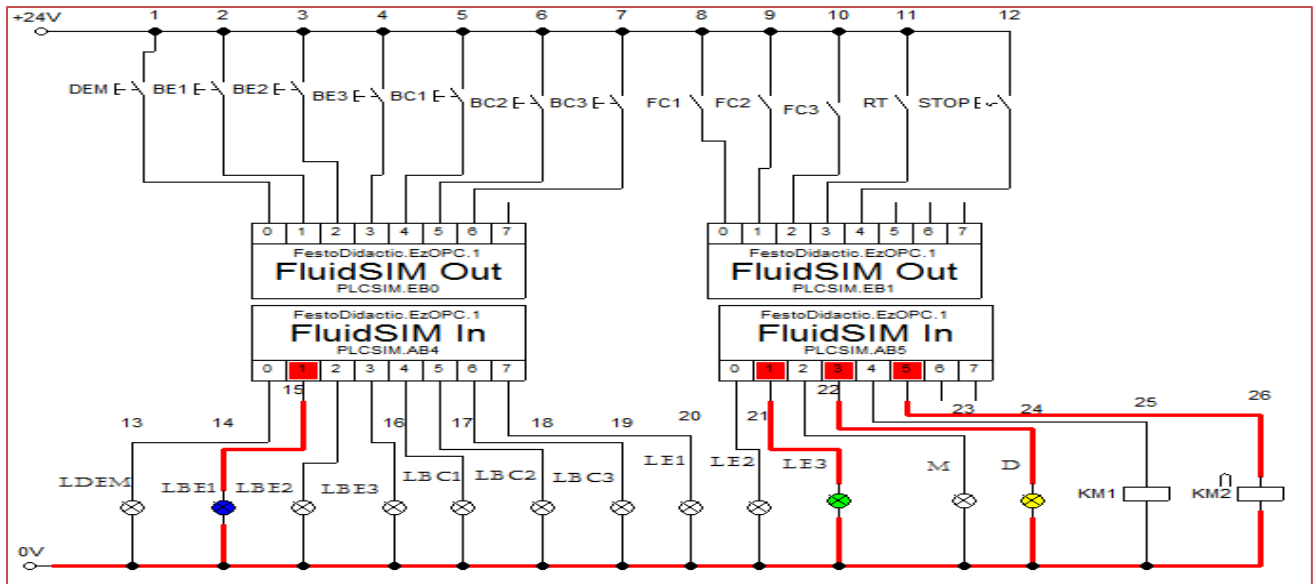


Figure III.33 : Descendre vers l'étage 1 depuis l'étage 3

Arrivé à l'étage 1, le détecteur de position de la cabine « FC1 » s'enclenche et la cabine s'arrête et la lampe « LE1 » s'allume, comme illustré dans la *figure III.34*, ce même capteur de position active l'ouverture des portes et une temporisation qui va durer 10 s.

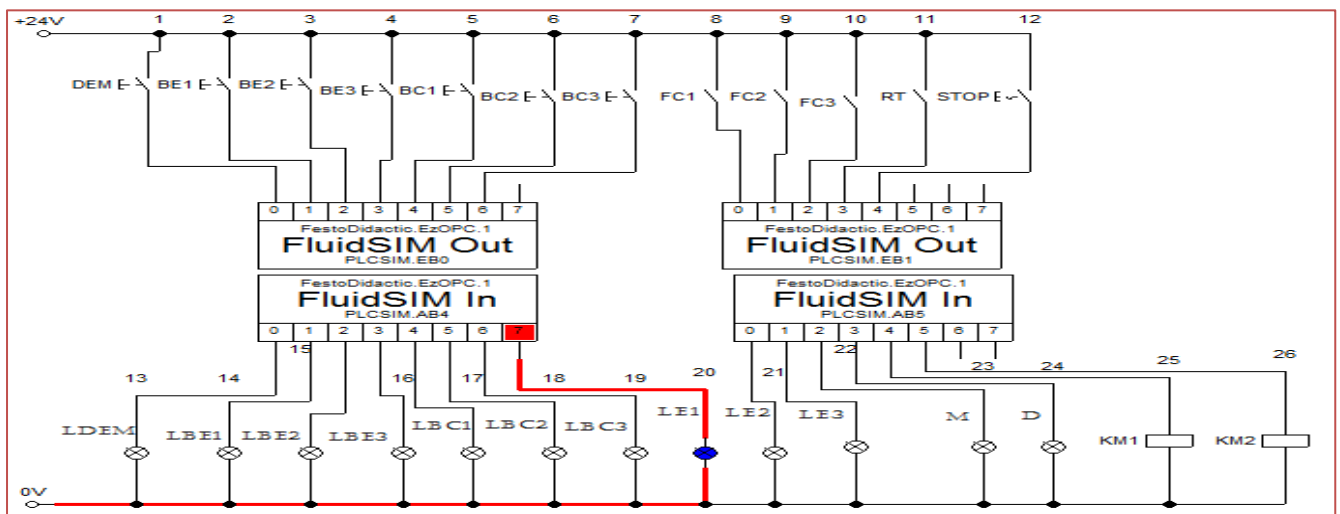


Figure III.34 : Arrêt à l'étage 1

Une fois les 10 s terminées, les portes se referment et si aucune demande n'est faite, l'ascenseur reste à l'étage 3, les portes sont fermées et la led « LE3 » reste allumée, c.-à-d. la cabine se trouve à cet étage, et si l'ascenseur a une ou plusieurs demandes, il se dirige vers une nouvelle destination.

### **III-7 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté un descriptif de l'ascenseur à commander et son schéma de branchement sur FLUIDSIM, duquel nous avons extrait le cahier des charges fonctionnel, puis nous avons expliqué son principe de fonctionnement.

Ensuite, nous avons réalisé un programme avec un logiciel de programmation Step7 que nous avons programmé avec deux langages graphiques, le Ladder et le Grafcet. À la fin, nous avons donné deux exemples de simulation qui nous ont permis de mieux comprendre le fonctionnement de cet ascenseur.

En conclusion, le Grafcet et le Ladder sont deux langages de programmation utilisés en automatisation industrielle. Le Grafcet est un langage graphique basé sur des étapes et des transitions, tandis que le Ladder est basé sur des contacts et des bobines.

Ces deux langages sont un outil essentiel dans le domaine de l'automatisation industrielle, offrant une méthode structurée et visuelle pour concevoir et analyser et déboguer des systèmes automatisés complexes. Ils permettent facilement le passage d'un cahier des charges à un langage d'implantation opérationnel.

# *Conclusion Générale*

L'objectif de ce travail a été de commander pour un ascenseur de trois niveaux avec le logiciel de programmation STEP7 en utilisant deux langages de programmation graphiques le Ladder et le Grafcet.

En premier lieu, nous avons cité quelques généralités sur les ascenseurs, les différents types et catégories ainsi que le principe de fonctionnement et nous avons élaboré la fiche technique de l'ascenseur étudié.

Ensuite, nous avons cité les généralités sur les systèmes automatisés, leurs définitions et leurs objectifs, ainsi que quelques définitions ; ce qui nous a permis de constater leurs importance dans le domaine industriel. Nous avons défini les API, mettant en évidence leurs avantages et inconvénients, leurs Structure interne et externe et le cycle de fonctionnement et leurs multiples critères de choix. Ainsi une description détaillée de l'automate S7-300, ensuite, une vision générale du logiciel Siemens STEP7, puis nous avons présenté l'outil de programmation Grafcet, en donnant quelques concepts de base.

A la fin, nous avons réalisé la programmation de l'ascenseur à commander avec deux langages graphiques Ladder et le Grafcet.

Ce projet de fin d'étude nous a permis de retrouver toutes les notions enseignées durant la préparation pour notre Master, surtout que l'ascenseur est un système automatisé intéressant et que sa réalisation fait appel à plusieurs domaines technologiques. De plus, c'est un moyen de déplacement très utilisé.

Les résultats obtenus par la simulation nous montrent le bon fonctionnement de notre système. Nous pouvons confirmer que l'objectif fixé a pu être atteint et notre travail satisfait les exigences déterminées au début.

Le choix de ce système était bénéfique et très intéressant, d'autant qu'il nous a aidé dans la connaissance et la maîtrise de nouveaux logiciels de contrôle et d'automatisation.

*Références*

*Bibliographiques*

[1] : Boufafa Mustapha Kamel « Etude de principe de fonctionnement d'un ascenseur » projet de fin d'étude, Université Badji Mokhtar Annaba, 2014/2015

[2] : Ioussaidene Sarah « Etude et commande d'un ascenseur avec API » projet de fin d'étude, Ecole Nationale Polytechnique, 2020

[3] : Righi. Y, Chirate. A «Commande d'un ascenseur à l'aide d'un automate programmable industriel » projet de fin d'étude, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2021/2022

[4] : Hassani Ali « Automatisation d'un ascenseur par un API » projet de fin d'étude, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2018

[5] : « Etude d'ascenseur commandé par automate programmable » projet de fin d'étude, Université sidi Mohammed ben Abdallah, 2006/2007

[6] : disponible sur « <https://energirplus-leste.be> » {Types d'ascenseur}

[7] Mémoire de fin d'étude : Commande d'un ascenseur par Plc présenté par Mahdi Larbi, université de Tizi Ouzou, 2017/2018.

[8] Mémoire de fin d'étude : Commande d'un ascenseur par ascenseur trois étages par Automate programmable industriel Schneider modèle Zelio présenté par Bennadji Madjid, université de Tizi Ouzou, 2022/2023.

[9] Mémoire de fin d'étude : Etude de l'automatisation par automate programmable S7-300 de la machine à garnir les encoches De l'ENEL, Présenté par: Fahem Nassim et Hammar Yazid, université de Tizi Ouzou, 2008

[10] Mémoire de fin d'étude : simulation d'un ascenseur 3 étages avec l'automate programmable S7-300 en utilisant le Step 7 présenté par Ait Dahmane Lounes et Ait Ziane Thinhinane, université de Tizi Ouzou, 2021/2022

[11] Mme Hamri, «cour M2 AI Automatique » {chapitre 3 partie 2}

[12] disponible sur Les automates programmables industriels (API) <https://www.technologuepro.com>

[13] disponible sur Techniques ingénieur. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique-th16/supervision-des-systemes-industriels->

*42396210/langages-de-programmation-pour-systemes-automatisees-norme-cei-61131-3-s8030/*

# **Annexe**

**A**

**La table des mnémoniques :**

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- ASCENSEUR\Station SIMATIC 300\CPU312(1)]

Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?

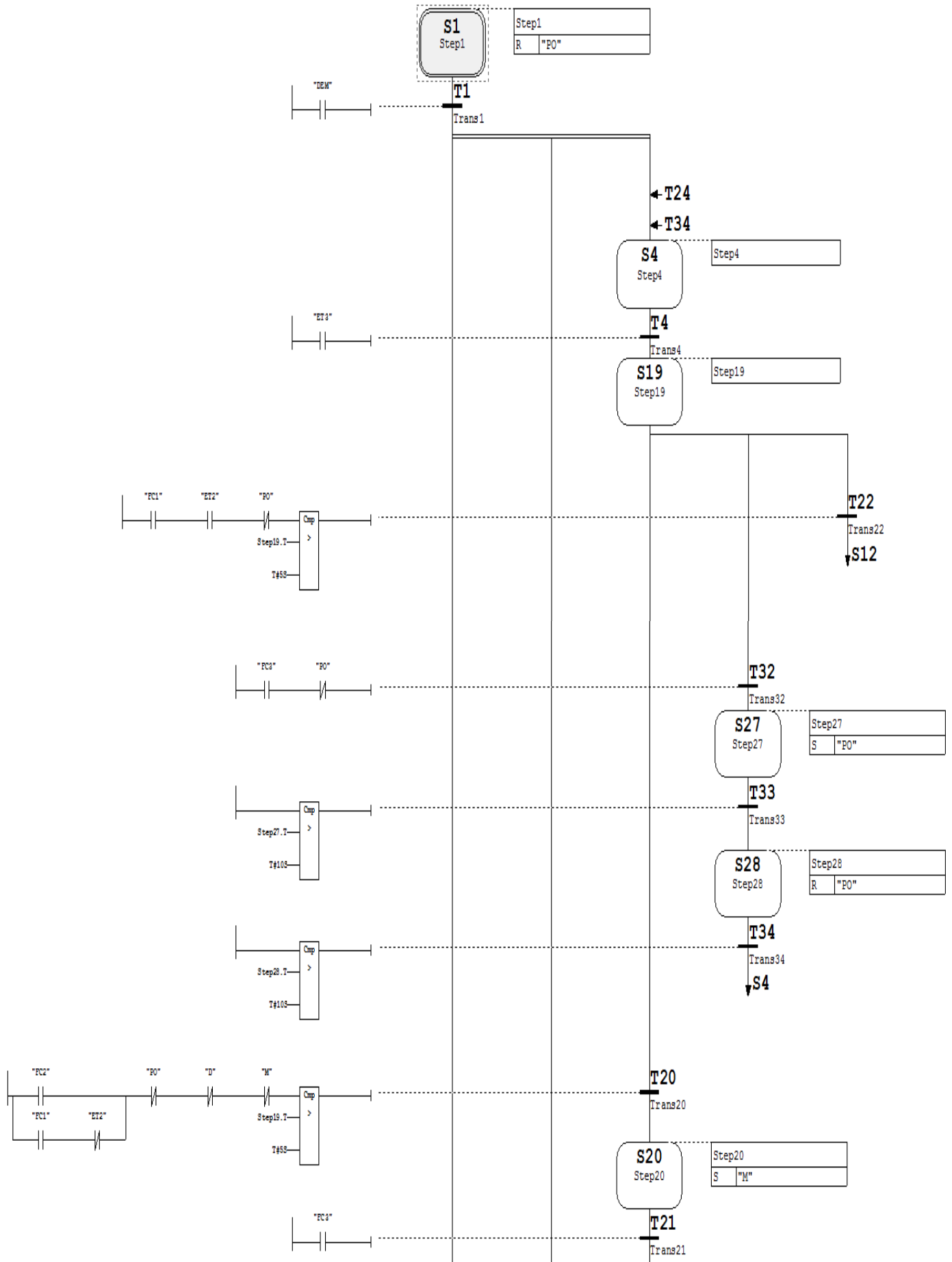
Tous les mnémoniques

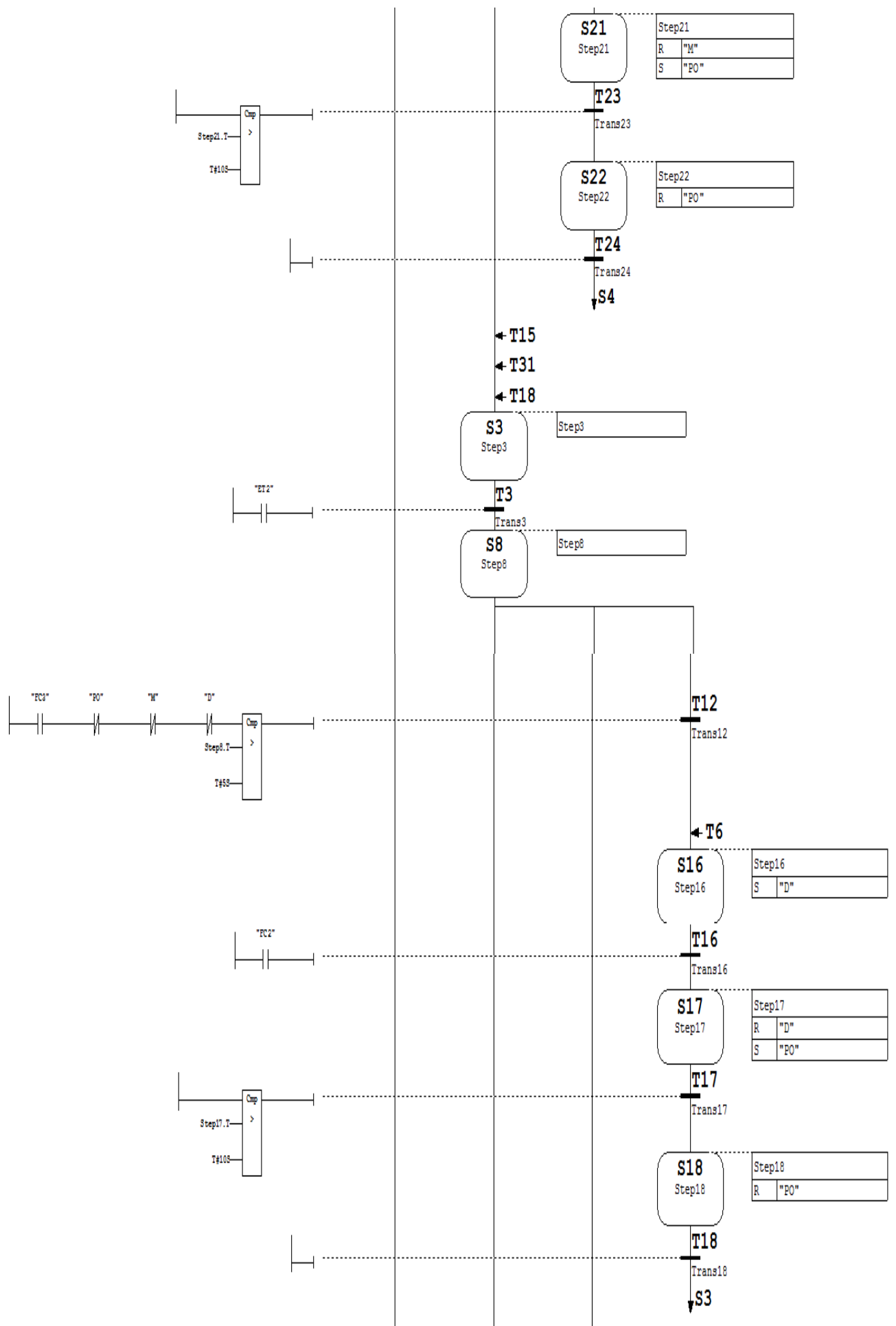
	Etat	Mnémonique ^	Opérande	Type de d	Commentaire
1		BC1	E 0.4	BOOL	
2		BC2	E 0.5	BOOL	
3		BC3	E 0.6	BOOL	
4		BE1	E 0.1	BOOL	
5		BE2	E 0.2	BOOL	
6		BE3	E 0.3	BOOL	
7		D	A 5.3	BOOL	
8		DEM	E 0.0	BOOL	
9		ET1	M 0.0	BOOL	
1		ET2	M 0.1	BOOL	
1		ET3	M 0.2	BOOL	
1		FC1	E 1.0	BOOL	
1		FC2	E 1.1	BOOL	
1		FC3	E 1.2	BOOL	
1		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
1		KM1	A 5.4	BOOL	
1		KM2	A 5.5	BOOL	
1		LBC1	A 4.4	BOOL	
1		LBC2	A 4.5	BOOL	
2		LBC3	A 4.6	BOOL	
2		LBE1	A 4.1	BOOL	
2		LBE2	A 4.2	BOOL	
2		LBE3	A 4.3	BOOL	
2		LDEM	A 4.0	BOOL	
2		LE1	A 4.7	BOOL	
2		LE2	A 5.0	BOOL	
2		LE3	A 5.1	BOOL	
2		M	A 5.2	BOOL	
2		PO	M 0.3	BOOL	
3		RT	E 1.3	BOOL	
3		STOP	E 1.4	BOOL	
3		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
3					

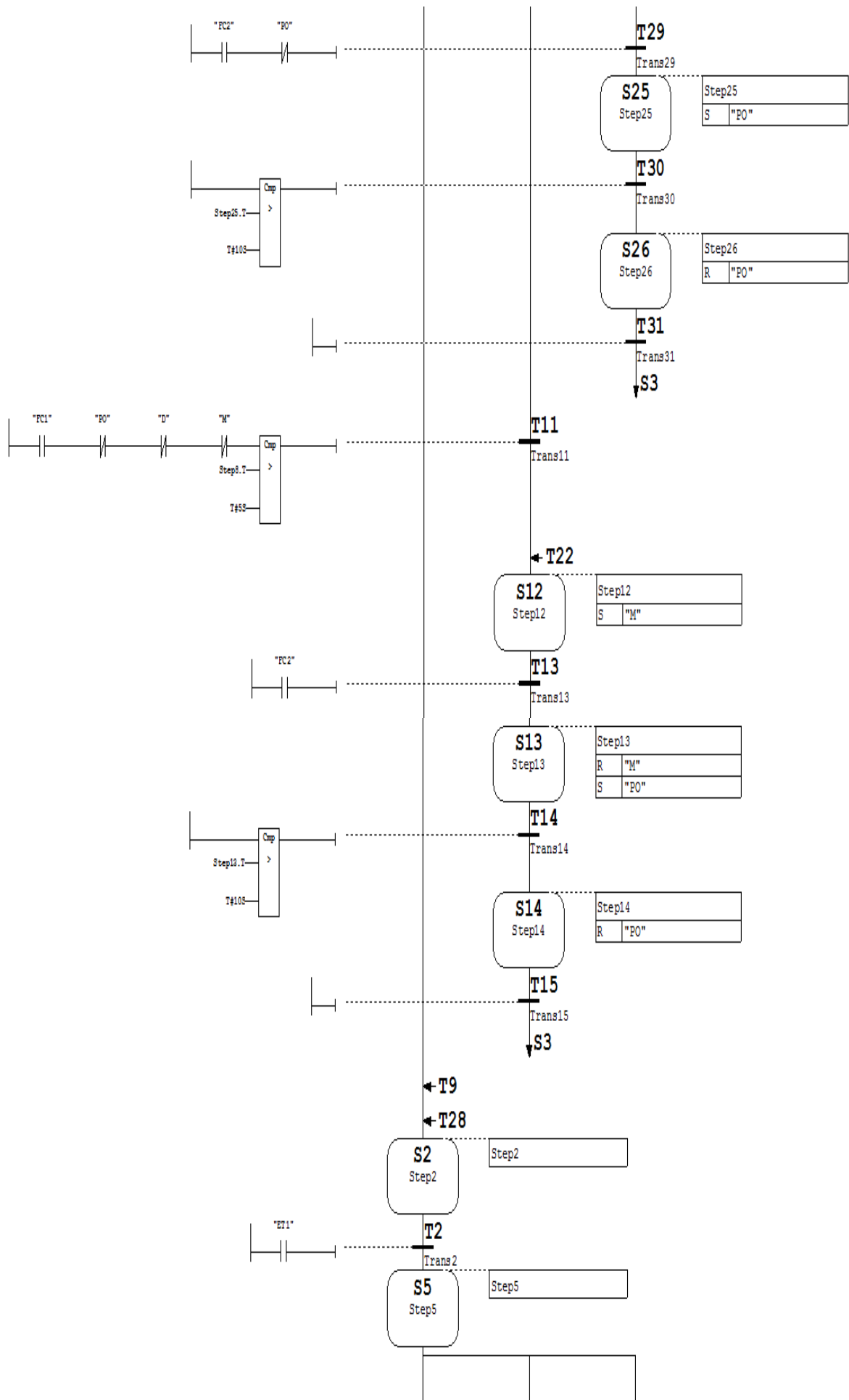
# **Annexe**

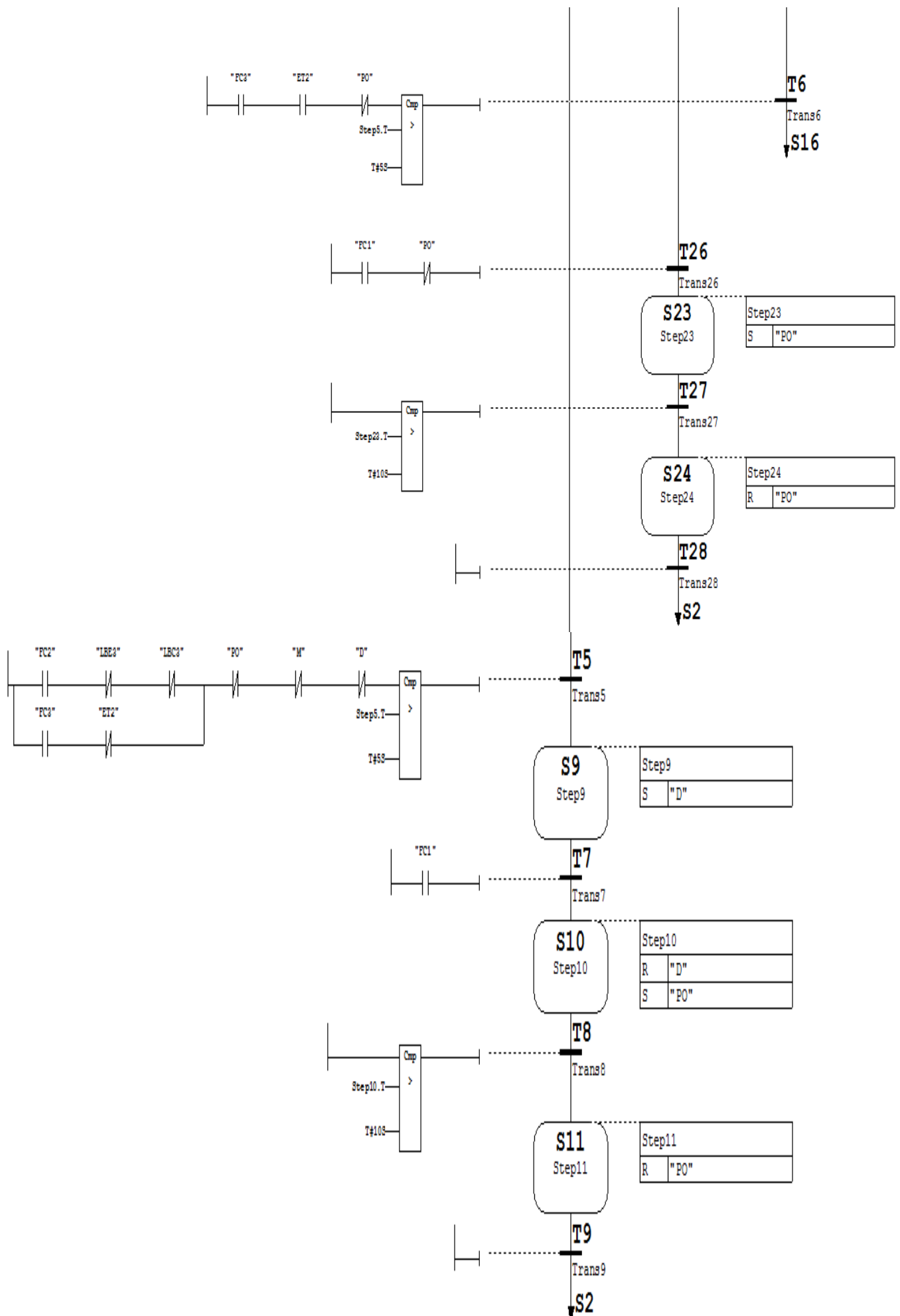
## **B**

**Le Grafcet globale :**









***Résumé :***

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'application des notions de l'automatique industrielle dans la commande d'un ascenseur de trois niveaux. On utilise pour cela les automates de la série S7 de SIEMENS qu'on programme avec deux langages différents.

Le thème de la commande d'un ascenseur de trois niveaux par un automate programmable industriel (API) concerne l'automatisation du fonctionnement d'un ascenseur à l'aide d'un système informatisé. Il représente une avancée significative dans l'automatisation des systèmes de transport vertical. L'automate doté des capteurs et de logiciels dédiés, coordonne précisément les appels des utilisateurs aux différents étages et gère les déplacements de l'ascenseur de manière efficace et sécurisée. Grâce à des algorithmes intégrés, il optimise les trajets, minimisant ainsi les temps d'attente et assurant un fonctionnement fluide. En intégrant des dispositifs de sécurité avancés et des mécanismes de diagnostic, cet automate garanti également une exploitation fiable et conforme aux normes des sécurités les strictes, contribuant ainsi à améliorer l'expérience utilisateur et la gestion des bâtiments modernes ;

***Mots-clés :***

API, PLC, CPU, Ascenseur, automatisme, commande d'un ascenseur, système automatisé, Step7, grafcet.