

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE M'SILA**  
**FACULTE DE TECHNOLOGIE**  
**DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE**  
**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME**  
**D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE ELECTROTECHNIQUE**

**OPTION : COMMANDE ELECTRIQUE**

## **THÈME**

**AUTOMATISATION D'UN GROUPE ÉLECTROGÈNE**  
**PAR API S7-300**

**Proposé et dirigé par:**

**Dr. KHOJA Djalal Eddine**

**Présenté par :**

**ALBOUKAIRAT Mansour**  
**SALAH Toufik**  
**SALEM Thameur**

**Année Universitaire : 2010 / 2011**

## Liste des symboles et abréviations

**AB** : Adresse de sortie.

**API** : Automates Programmables Industriels .

**CONT** : : Le langage a base de schemas de **CONT**acts .

**CII** : la Compagnie Internationale pour l'informatique.

**CPU** : Central Processing Unit.

**DB** : Bloc de Donnée.

**EB** : adresse entrée.

**EEPROM** : Electrically Erasable Programmable Read Only Memory.

**FB** : Bloc de fonction.

**FC** : Fonction.

**FM** : Function Module.

**GRAF CET** : **GRA**phe **Fonctionnel** de Commande **Etapes-Transitions** .

**LIST** : Le langage de liste d'instructions.

**LOG** : : Le langage a base de **LOG**igramme.

**LED** : **L**ight-**E**mitting **D**iode.

**MPI** : Interface multipoint.

**OB** : **B**loc d'**O**rganisation.

**PG** : la console de programmable sur le terrain.

**PROFIBUS** : **P**rocess **F**ield **bus**.

**PROM** : **P**rogrammable **R**ead **O**nly **M**emory.

**PS** : la gamme des alimentations stabilisées de Siemens.

**ROM**: **R**ead **O**nly **M**emory.

**RAM** : **R**andom **A**ccess **M**emory.

**SM** : Gamme des modules E/S des automates de Siemens.

**SFB** : **B**loc de **F**onction **S**pécial.

**SFC** : bloc programme pour le langage évolué textuel.

**TOR** : **T**out **O**u **R**ien.

**F<sub>A</sub>**: fréquence d'alternateur

**V<sub>t</sub>**: tension tachymètre

**12v**:12 valve

## *Remerciements*

*Nous remercions s'adresse en premier lieu à Allaha le tout puissant pour la valenté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.*

*Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Dr.KHOJA DJALAL EDINNE qui nous a apporté une aide précieuse.*

*Nous lui exprimons notre gratitude pour sa grande disponibilité ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il nous a apportés...*

*Nous exprimons aussi notre sincère reconnaissance au personnel de la société MEI et particulièrement à Fouade, Ridah, Nour Edinne, salah youcef et spécialement M.Zerrougi Rachid pour leurs aides, leurs disponibilités et leurs orientations tout au long de notre stage.*

*Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.*

*Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel ...*

# Table des matières

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

## CHAPITRE I : *DESCRIPTION TECHNOLOGIQUE DU GROUPE ELECTROGENE*

I.1. Introduction.....	3
I.2. Description Du Groupe Electrogène.....	3
I.2.1. Introduction.....	3
I.2.2. Utilisation Des Groupes Electrogènes.....	3
I.2.3. Le Choix De Groupe.....	3
I.2.4. Couplage Des Groupes Electrogènes.....	4
I.3. Groupe Electrogène MTU 12 V 660 KVA.....	5
I.3.1. Généralités.....	5
I.3.2. Données Techniques.....	6
I.3.3. Plan D'Ensemble D'Installation 12V 660 KVA.....	8
I.3.4. Description Container.....	9
I.4. Descriptif Technique De La Commande Actuelle Du Groupe MTU.....	11
I.4.1. L'armoire de container 660 KVA 400V, 50Hz.....	11
I.4.2. Généralités.....	11
I.4.3. Commande De Groupe.....	12
I.4.4. Fonctionnement De Groupe Electrogène MTU.....	12
I.5. Equipement De Signalisation.....	14
I.5. 1.Signalisations Diesel.....	14
I.5. .Signalisations Alternateur.....	15
I.6. Services Auxiliaires.....	17
I.7. Schéma De Commande.....	18
I.8. Armoire De Container 660 kVA.....	19
I.8. 1. Surveillance.....	19
I.8. 2. Alternateur.....	20
I.8. 3. Moteur Diesel.....	20
I.9.Conclusion.....	21

## CHPITERE II : *CAHIER DES CHARGES DU GROUPE MTU*

II.1. Introduction.....	22
II.2. Problématique.....	22
II.3 . Cahier Des Charges.....	26
II.3.1. Fonction Marche/Arrêt.....	26
II.3.2. Fonction Mise En Charge.....	27
II.3.3. Fonction surveillance Et Protection.....	28
II.3.4. Fonction Communication.....	28

II.4.Organigramme De Fonctionnement Du Groupe MTU.....	29
II.4.1. Séquence De Conditions Initiales.....	30
II.4.2.Séquence De Démarrage Et Fermeture Disjoncteurs.....	31
II.4.3. Séquence Ouverture Disjoncteur.....	32
II.4.4. Séquence D'Arrêt D'Urgence.....	33
II.4.5.Séquence D'Arrêt Du Moteur.....	34
II.2.5. Conclusion.....	35

### **CHAPITRE III :*AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS SIEMENS***

III.1. Introduction.....	36
III.2. Historique.....	36
III.3. Dimensionnement De L'Automate PLC.....	36
III. 4 .Choix De L'Automate.....	37
III.5. Caractéristiques De L'API SIEMENS.....	38
III.6. Réalisation DE L'API SIEMENS.....	39
III.7 .Architecture Des Automates Programmables Industriels.....	40
III.8. Structure Interne Des Automates Programmables.....	41
III.8.1. Le Processeur.....	42
III.8.2. Les Modules D'Entrées/Sorties (SM).....	42
III.8. 3. Les Mémoires.....	43
III.8.4. Coupleur (IM).....	43
III.8.5. LED d'Etat.....	44
III.8.6. Module D'Alimentation (PS).....	44
III.8.7 .Module D'Unité Centrale (CPU).....	44
III.8.8. Modules De Fonction (FM).....	45
III.8.9.Liaisons De Communication.....	45
III.8.10. Le PROFIBUS (DP).....	45
III.8.11. Châssis D'Extension ( UR).....	46
III .9. Présentation De La Gamme SIMATIC De SIEMENS .....	46
III .9.1. Les Différentes Variantes Dans La Gamme SIMATIC.....	46
III .9.2. Différentes Marques Et Modèles Des API Dans Le Marche International.....	49
III.10 . Conclusion.....	50

### **CHAPITRE IV: *PROGRAMMATION ET SIMULATION DANS L'API***

IV.1.Introduction.....	51
IV.2. LE GRAFCET.....	51
IV.3. Définition du GRAFCET.....	52
IV.4. Conventions et règles de construction d'un GRAFCET.....	53
IV.4.1. Conventions.....	54
IV.4.1.1. L'Etape.....	54
IV.4.1.2. Les Actions Associées à Une Etape.....	54
IV.4.1.2.1. Les Actions Continues.....	55
IV.4.1.2.2. Les actions Conditionnelles.....	55
IV.4.1.2.3. Les Actions Mémorisées.....	55

IV.4.1.3.La Transition.....	55
IV.4.1.3. 1. La Réceptivité.....	56
IV.4.1.3. 2. La Temporalisation.....	57
IV.4.1.4. Les Liaisons.....	57
IV.5. Structure De Base.....	58
IV.5. 1.Séquence Unique.....	58
IV.5. 2.Séquence Simultanée.....	58
IV.5. 3.Sélection De Séquence.....	59
IV.5.3. 1.Séquences Exclusives.....	59
IV.5.4. Saut D'Etape.....	60
IV.5.5. Reprise De Séquence.....	60
IV.6. Application D'un Groupe Electrogène Par Langage GRAFCET.....	62
IV.6.1.GRAFCET De Sécurité (GS).....	62
IV.6.1.1.Séquence "Arrêt D'urgence".....	62
IV.6.1.2.Séquence " Arrêt Normal".....	63
IV.6.1.3.Séquence "Prégraissage Temporisée".....	64
IV.6.1.4.Séquence "Ouverture Disjoncteur".....	65
IV.6.2.GRAFCET Global.....	66
IV.7.Programmation De l'API Pour La Mise En Marche Du Groupe.....	69
IV.8.Description Du STEP7.....	69
IV.9. Le Langage CONT.....	70
IV.10. Configuration Du Matériel.....	71
IV.11. Gestionnaire De Projets SIMATIC Manager.....	72
IV.11.1. Configuration Du Matériel HW Config.....	73
IV.11.2. Editeur De Mnémoniques.....	73
IV.11.3. Editeur De Programme.....	74
IV.12. Premier Pas Vers STEP7.....	74
IV.13. Création Du Projet Avec STEP7.....	74
IV.13.1. Utilisation De L'assistant De Création De Projets.....	75
IV.13.2. Création D'un Nouveau Projet Sans L'assistant De Création De Projet.....	75
IV.13.3. Configuration Matérielle.....	76
IV.13.4. Définition Des Mnémoniques.....	78
IV.14. Organisation D'un Programme Utilisateur.....	79
IV.14.1. Hiérarchisation Dans Un Projet.....	79
IV.14.1.1. Objet Station.....	80
IV.14.1.2. Objet Modules Programmables.....	80
IV.14.1.3. Objet Programme S7/M7.....	80
IV.14.1.4. Objet Dossier Sources.....	80
IV.14.1.5. Objet Dossier Blocs.....	80
IV.15. S7-PLCSIM.....	83
IV.15. 1.Test Du Logiciel Sans CPU.....	83
IV.15. 2.Domaine D'Application.....	83
IV.15.3.Fonction:.....	84
IV.15. 4.Le Simulateur Des Programmes PLCSIM.....	84
IV.16. Programmation.....	84
IV.17. Création D'un Projet Avec STEP7.....	85

<b>IV.18. Configuration Matérielle.....</b>	<b>87</b>
<b>IV.19. Création Du Programme.....</b>	<b>88</b>
<b>IV.20. Simulation Du Programme.....</b>	<b>91</b>
<b>IV.21. Conclusion.....</b>	<b>97</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>98</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Bibliographie</b>	



# **INTRODUCTION GENERALE**

## **Introduction Générale**

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. La productique et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production.

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Le domaine de production électrique parmi d'autres, est témoin de cette révolution, et parmi la société algérienne MEI (Maintenance des Equipement Industriels), cherchent à se procurer cette solution d'automatisme au niveau de leurs groupes électrogènes.

Dans le but de mettre en relief les besoins de la MEI sur ce type d'automatisation pour débarrasser des problèmes rencontrés dans le maintien les groupes électrogènes, MEI nous a proposé dans ce travail la réalisation de l'automatisation d'un groupe électrogène marque MTU 660 kVA par automate programmable, Pour se débarrasser des inconvénients de logique câblée.

Notre travail consiste à réaliser une automatisation de groupe électrogène, Cette solution sera à base d'automate SIEMENS S7-300 qui doit assurer les fonctions suivantes:

1. Fonction marche/arrêt.
2. Fonction mise en charge (ouverture-fermeture de disjoncteur).
3. Fonction surveillance et protection.
4. Fonction communication.

En effet, notre travail a été articulé aux tours des quatre chapitres suivants:

- Chapitre 1 : La description technologique et le fonctionnement du groupe électrogène ont été présentés.
- Chapitre 2 : il a été décrit la problématique du groupe électrogène et le cahier des charges.

- Chapitre 3 : a été consacré au choix et dimensionnement des API qui sera le moyen d'automatisation du groupe électrogène.
- Chapitre 4 : Le fonctionnement du groupe électrogène par GRAFCET a été présenté, ainsi que la configuration de l'API utilisé. Ensuite, dans le besoin de son test. il a été présenté la programmation de l'API avec le langage STEP7 et les procédures de simulation de ce dernier sous le simulateur S7 PLCSIM.

Enfin, Nous terminons ce manuscrit par une conclusion et des perspectives.



**CHAPITRE I : DESCRIPTION  
TECHNOLOGIQUE DU  
GROUPE ELECTROGENE**

## **I.1. Introduction**

Dans ce chapitre, nous présentons la description technologique et fonctionnelle du groupe électrogène afin de pouvoir déterminer les étapes et les conditions nécessaires pour le démarrage et la mise en marche de ce dernier. Ensuite, nous nous intéresserons à la protection et le schéma de commande de ce groupe.

## **I.2. Description du groupe électrogène**

### **I.2.1. Introduction**

Un **groupe électrogène** est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité. La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique qui actionne un alternateur, Leurs tailles et leurs poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. La puissance d'un groupe électrogène s'exprime en VA (Volt Ampère), kVA (kilo Volt Ampère), ou MVA (Méga Volt Ampère). En Algérie la puissance des groupes électrogènes varie entre 2 kVA, jusqu'à 8000 kVA, particulièrement au Sahara pour la production électrique de SONELGAZ. Les unités les plus puissantes sont menues par des turbines à gaz ou de gros moteurs Diesel [1].

### **I.2.2. Utilisation du groupe électrogène**

Les groupes électrogènes sont utilisés soit dans les zones que le réseau de distribution électrique ne dessert pas, soit pour pallier une éventuelle coupure d'alimentation électrique. Dans le deuxième cas, ils sont alors souvent utilisés en complément d'une alimentation sans interruption constituée d'une batterie d'accumulateurs qui alimente un onduleur. Ces dispositifs sont généralement utilisés dans des situations où l'interruption de l'alimentation électrique entraîne des conséquences graves ou des pertes financières, par exemple dans les hôpitaux, l'industrie, les aéroports, les centres informatiques, etc...[1].

### **I.2.3. Le choix du groupe**

Le choix de la source de remplacement utilisée est en fonction de plusieurs critères :

- le temps de coupure maximal admissible.

- la nature de la charge à réalimenter.
- la puissance de la charge à secourir.

#### **I.2.4. Couplage des groupes électrogènes**

La puissance appelée par une installation ou la variation importante de cette puissance peut rendre nécessaire la mise en parallèle de plusieurs groupes électrogènes. Cette possibilité permet de mettre en production un nombre de groupes adapté à la puissance appelée en évitant ainsi de faire fonctionner un groupe à une puissance trop faible. Il est à préciser en effet, qu'un groupe électrogène ne doit pas fonctionner à des puissances inférieures à 30 % de sa puissance nominale pendant des durées prolongées. Une durée consécutive de 30 minutes au maximum est une valeur normalement admise.

En plus, pour coupler un groupe électrogène sur un réseau ou un autre groupe électrogène, il faut respecter les conditions suivantes :

- Egalité des tensions.
- Egalité des fréquences.
- Concordance des phases.
- Déphasage nul entre phases similaires.

L'ordre de fermeture de l'organe de puissance ne sera autorisé que si ces quatre conditions sont remplies. Cet organe de puissance, le disjoncteur, devra avoir un temps de fermeture suffisamment rapide pour que l'angle de déphasage minimal entre les deux soit maintenu [1].

Par ailleurs, dans notre Projet, Un groupe électrogène marque MTU (12v 660kVA) a été proposé par la société MEI car il a été parmi les groupes électrogènes à entretenir pendant notre période de stage. Ce type de groupe, est une machine permettant de transformer en électricité un combustible primaire comme le fioul est constitué de deux composants principaux :

- un moteur Diesel transformant l'énergie primaire en énergie mécanique, tournant à une vitesse fixe régulée pour obtenir une fréquence fixe de 50 Hz.

- un alternateur transformant l'énergie mécanique développée par le moteur Diesel en énergie électrique, avec une tension de sortie régulée fixe de 400V pour les petites puissances et 5500 V et 11000V pour les grosses puissances.

La puissance d'un groupe électrogène équipé d'un moteur Diesel va de moins de 1 kVA à plusieurs MVA.

### **I.3. Groupe électrogène MTU 660 kVA 400V 50Hz**

#### **I.3.1. Généralités**

Groupe électrogène adoptant un moteur diesel MTU, équipé d'alternateur d'excitation sans balais de marque Siemens, Le groupe électrogène est doté d'un dispositif de protection automatique pouvant contrôler et protéger la température de l'eau, de l'huile, la pression de l'huile et la vitesse. Il possède aussi nombreux avantages telles que sa régulation automatique de la vitesse, régulation automatique de la tension, ses bonnes performances dynamiques, sa fluctuation stable de la forme de tension, sa haute efficacité, son excellente fiabilité, sa longue durée de vie, etc... [2].

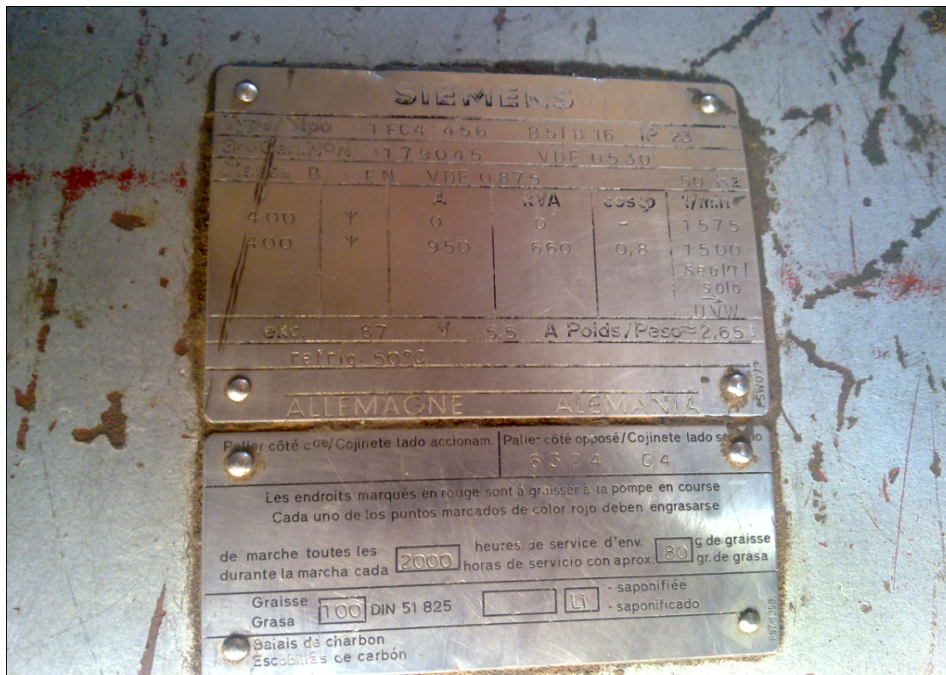


**Figure.I.1:** groupe électrogène MTU 12V 660kVA



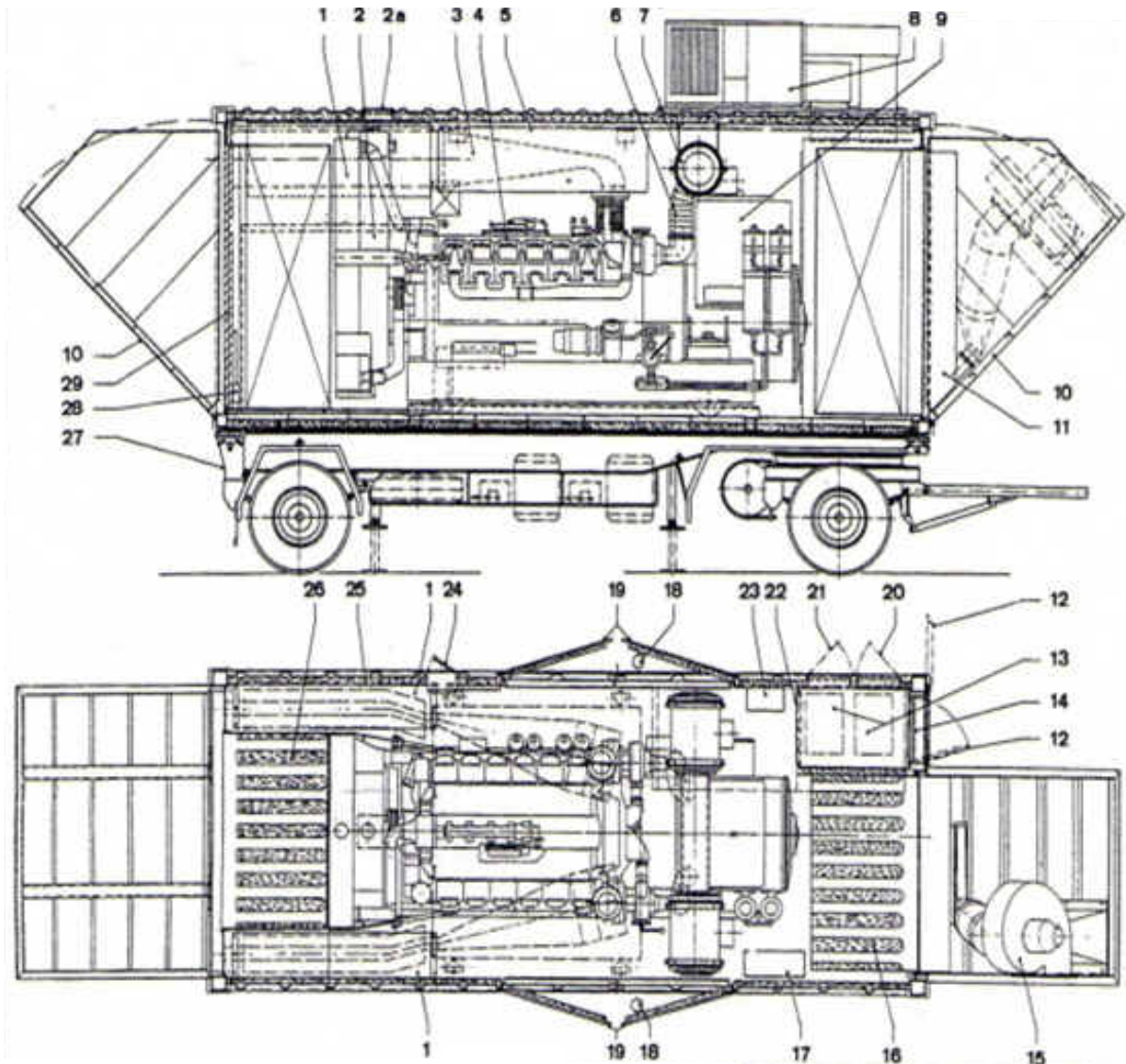


**Figure.I.3:** Alternateur Siemens 660 kVA



**Figure.I.4:** Plaque signalétique d'alternateur

## I.3.3. Plan d'ensemble d'installation 12v 660kVA



- |   |  |
|---|--|
| <b>1</b> Radiateur à ventilateur                            | <b>15</b> Soufflerie d'aspiration de poussière |
| <b>2</b> Réservoirs à combustible                           | <b>16</b> Silencieux d'arrivée d' air          |
| <b>2a</b> Jalousie de sortie d' air                         | <b>17</b> Batterie de démarrage                |
| <b>3</b> Tube d' écartement                                 | <b>18</b> Extincteur                           |
| <b>4</b> Moteur diesel 12 V 396                             | <b>19</b> Portes latérales                     |
| <b>5</b> Silencieux d' échappement                          | <b>20</b> Trappe pour câbles de comman         |
| <b>6</b> Conduite flexible d' aspiration d' air             | <b>21</b> Trappe pour câble de puissance       |
| <b>7</b> Filtre à air sec                                   | <b>22</b> Armoire de distribution              |
| <b>8</b> Clirnatiser monobloc                               | <b>23</b> Chargeur de batterie                 |
| <b>9</b> Alternateur  | <b>24</b> Trappe pour raccords-combustible     |
| <b>10</b> Parois frontales                                  | <b>25</b> Couche d' insonorisation             |
| <b>11</b> Pré-séparateur de poussières                      | <b>26</b> Silencieux d' évacuation d'air       |
| <b>12</b> Portes de l' armoire de distribution              | <b>27</b> Remorque de transport                |
| <b>13</b> Cheminées d'aération - refroidissement/ chauffage | <b>28</b> Moteur électrique pour jalousie      |
| <b>14</b> Côté frontal de l'armoire de distribution         | <b>29</b> Jalousie de sortie d' air            |

### I.3.4. Description du container



*Figure.I.6: Container de groupe électrogène MTU*

Le container est de construction autoportante en acier ;

- Les tubes solides carrés avec ferrures d'angle servent de cadre-porteur ;
- Les tôles à moulures soudées entre ces tubes servent à l'étayage.

Sur chacune des parois latérales se trouve une porte à double battants ayant un angle d'ouverture de 180°.

A l'intérieur de chaque porte, il a été fixé un extincteur, Les trappes des câbles et la trappe de fermeture pour le plein du combustible se trouvent sur le côté droit.

Les parois frontales sont rabattues par treuil, la porte de l'armoire de commande se trouve sur le côté d'arrivée d'air.

Au-dessus se trouve une jalousie par laquelle on peut décompléter le niveau d'eau de refroidissement.

Lorsqu'elles sont fermées, les parois frontales servent pendant le transport à la protection de la jalousie d'évacuation d'air ainsi qu' au renforcement du container.

Le groupe électrogène peut être introduit ou sorti par la paroi frontale côté évacuation d'air.

L'ensemble du plancher est renforcé par des supports transversaux et Insonorisé avec des nattes-silan d'une épaisseur de 60 mm. Le plancher extérieur se compose de tôle zinguée, le plancher intérieur est en tôle d'aciers antidérapants dans la zone de marche grâce à des boutons soudés. Par l'introduction et la sortie du groupe électrogène, il a été soudé des profilés en U sur la paroi frontale côté évacuation d'air.

A l'exception des parois frontales, l'intérieur du container est recouvert d'une couche d'insonorisation protégée contre tout endommagement par des tôles perforées.

Deux interrupteurs d'éclairage se trouvent dans la zone des portes d'accès.

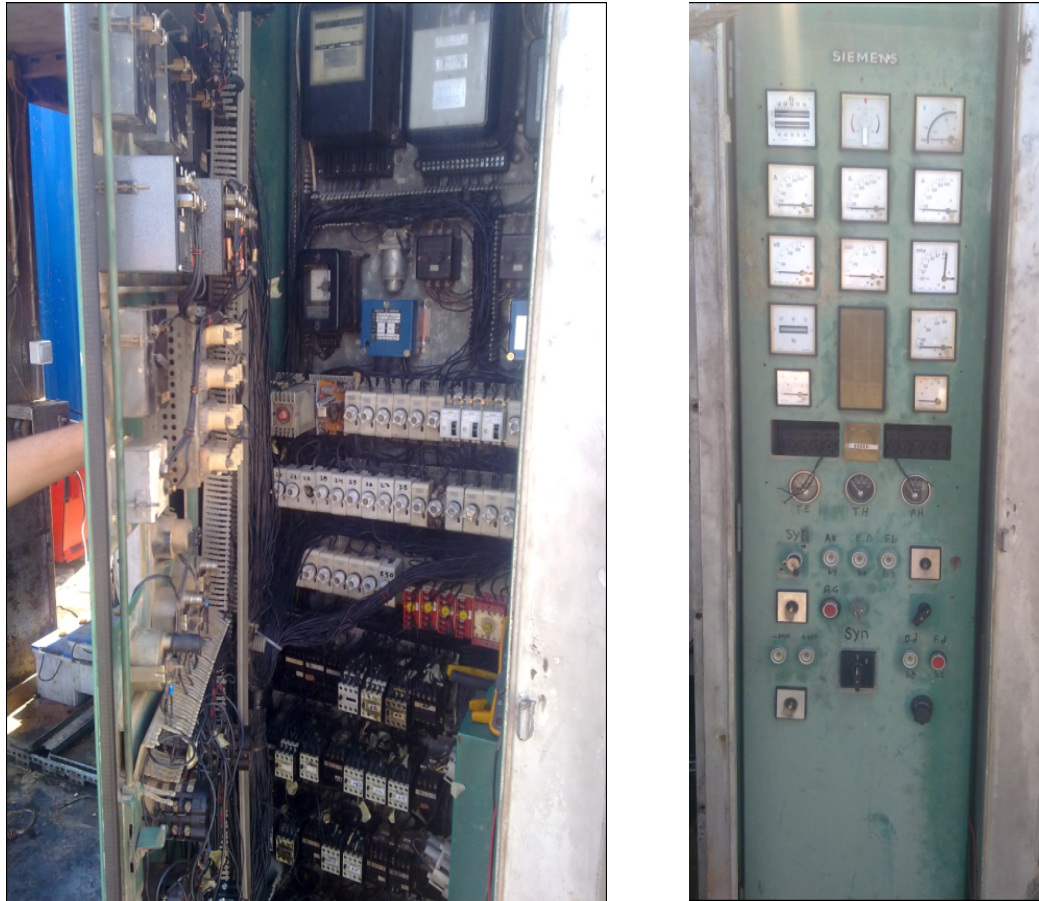
L'éclairage est effectué par quatre lampes 220 V 60 A et l'éclairage de secours s'effectue par deux lampes 24 V 40 W qui peuvent être mise en circuit sur l'armoire de distribution.

Les deux réservoirs à combustible sont disposés à droite et à gauche du côté d'évacuation d'air.

En outre, il a été incorporé dans le container, la batterie de démarrage, le chargeur de batterie et un treuil pour l'introduction et la sortie du groupe électrogène [3].

## I.4. Descriptif technique de la commande actuelle du groupe MTU

### I.4.1. L'armoire de container 660 kVA 400V, 50Hz



*Figure.I.7: L'armoire de container 660 KVA*

### I.4.2. Généralités

L'armoire du container se compose de deux sous-ensembles :

1. le sous-ensemble de commande et de contrôle
2. le sous-ensemble de puissance comprenant le disjoncteur.

Le groupe est commandé à la main au moyen d'interrupteurs, de commutateurs et de boutons-poussoirs.

Si, en cours de marche, il apparaissait un danger pour le moteur Diesel ou l'alternateur, le groupe serait mis automatiquement à l'arrêt.

Le couplage en parallèle s'effectue à l'aide d'un ensemble d'instruments de mesure pour la synchronisation, le disjoncteur de l'alternateur étant fermé à la main [3].

### I.4.3. Commande de groupe

La commande d'un groupe électrogène s'articule autour de:

- marche –arrêt du groupe, moteur et auxiliaires
- protection du groupe, moteur et alternateur
- transfert de charge (fermeture et ouverture de disjoncteur) avec ou sans couplage avec réseau
- signalisation des états, et des alarmes.

### I.3.4. Fonctionnement de groupe électrogène MTU

#### Plan de fonctionnement du groupe

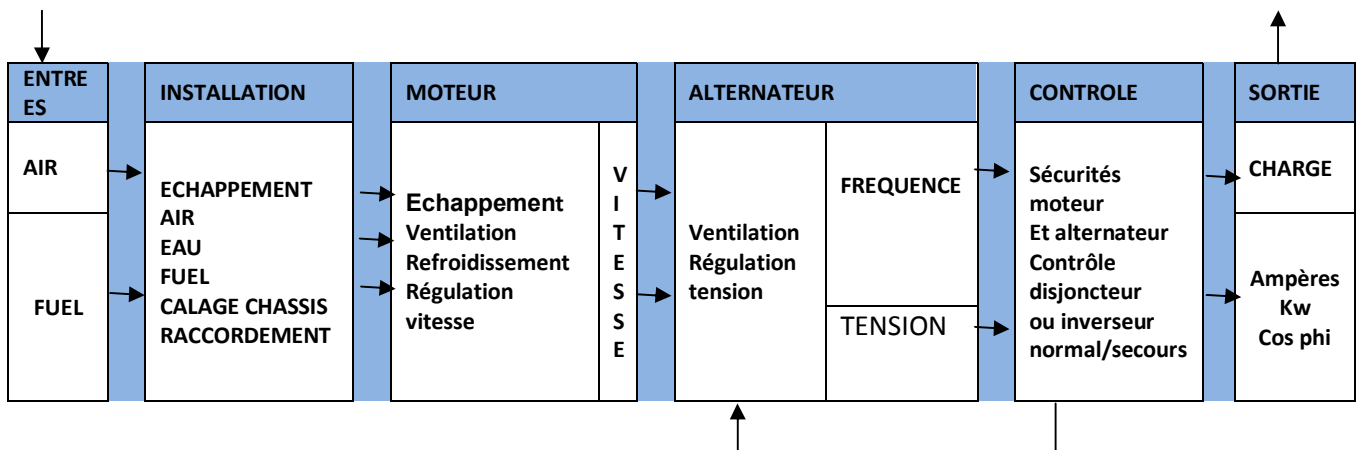


Figure. I.8: Plan de fonctionnement du groupe

#### A -Démarrage

Maintenir le commutateur de démarrage b9 sur la position (1) " prégraissage " jusqu' à ce que la lampe " pression de prégraissage atteinte " s'allume.

Lors du démarrage à froid, commuter ensuite b9 sur la position (2) " préchauffage " et l'y maintenir jusqu' à ce que la lampe " pré inflammation " s'allume. A présent, le moteur Diesel est prêt au démarrage et b9 peut être commuté immédiatement sur la position " "Démarrage" en appuyant et tournant. Le maintenir dans cette position jusqu'à ce que le moteur Diesel ait atteint la vitesse d'amorçage et qu'il monte ensuite de lui-même en régime jusqu'à sa vitesse nominale.

Si le démarreur ne s'engrène pas, (autrement dit si la vitesse d'amorçages de l'ordre de 300Tr/mn n'est pas atteinte) le relais de redémarrage (d19) interrompt l'ordre de démarrage et donne ainsi une nouvelle possibilité d'engrènement.

Après le démarrage, le commutateur b9 doit toujours être commuté sur la position (0) "Marche".

La surveillance du moteur Diesel est libérée avec temporisation pour permettre à la pression d'huile d'augmenter avant l'entrée en action de la surveillance.

### **B -Mise à l'arrêt**

Tourner le commutateur b9 sur "Arrêt". L'ordre de mise à l'arrêt reste en auto-maintenance jusqu'à l'arrêt du moteur Diesel.

Après réception de l'impulsion d'arrêt, le commutateur b9 doit toujours être tourné sur la position (0) " Marche ".

Si le disjoncteur de l'alternateur est fermé, il est ouvert automatiquement lors de la mise à l'arrêt du moteur Diesel.

### **C -Fermeture du disjoncteur d'alternateur en fonctionnement isolé**

Le bouton-poussoir b7 "Fermeture disjoncteur alternateur " permet de fermer le disjoncteur lorsque, d'une part, soit que le connecteur mâle p11 est enfiché dans le connecteur p1, soit que le disjoncteur moyenne tension correspondant du tableau de distribution secondaire est fermé (signalisation par p1) et, d'autre part, que le circuit en aval du disjoncteur soit hors tension.

### **D- Fermeture du disjoncteur d'alternateur en fonctionnement en parallèle**

Le bouton-poussoir b7 " Fermeture disjoncteur alternateur " permet de fermer le disjoncteur pour son couplage en parallèle, si, auparavant, l'interrupteur de synchronisation b1 a été fermé ("En") à l'aide de la clef. Il faut fermer l'interrupteur de synchronisation pour que l'opérateur puisse vérifier à l'aide du double voltmètre, du double-fréquencemètre et ou synchronoscope que les conditions de couplage en parallèle sont remplies, c'est-à-dire que la tension, la fréquence et la phase de l'alternateur coïncident avec elles du réseau existant.

Ce qui a été dit pour le connecteur p1 dans le paragraphe B.I.3 s'applique également au couplage en parallèle.

La fréquence et la phase peuvent être réglées par action sur la vitesse de rotation.

La tension est réglée à une valeur fixe, mais elle peut être ajustée au moyen de l'indexeur de consigne.

## **E - Ouverture du disjoncteur**

L'ouverture du disjoncteur d'alternateur est commandée par action sur le bouton-poussoir b8. [3].

## **I.5. Equipement de signalisation**

Le bouton-poussoir " Essai lampes " permet de vérifier le bon état des lampes de signalisation. Le klaxon peut être coupé par action sur le bouton-poussoir " Arrêt klaxon ".

Le bouton-poussoir " Effacer les signalisations " permet de supprimer leur auto maintien après avoir remédié au défaut et d'effacer la signalisation optique [3].

### **I.5.1.Signalisations Diesel**

- Manque de pression d'huile

Lorsque la pression d'huile de lubrification tombe à une valeur dangereuse, le Diesel est arrêté et le défaut signalé.

- Température trop élevée

Lorsque la température de l'eau de refroidissement monte à une valeur dangereuse, le moteur Diesel est immédiatement délesté et arrêté après 3 minutes de marche à vide (pour le refroidissement).

- Manque de carburant

Lorsque la réserve de carburant devient trop faible, le niveaumètre dans le réservoir journalier fournit une signalisation.

- Survitesse, volte de fermeture rapide fermée

Si la vitesse de rotation atteint une valeur inadmissible (survitesse), le moteur Diesel est immédiatement mis à l'arrêt et le défaut est signalé.

Simultanément, le volet de fermeture rapide est décliqueté. Sa réouverture doit être faite à la main sur le groupe. [3].

### **I.5.2. Signalisations alternateur**

- Protection à retour de puissance

La protection à retour de puissance assure l'ouverture du disjoncteur d'alternateur lorsque l'alternateur couplé en parallèle au réseau ou à d'autres alternateurs fonctionne en moteur par suite d'une panne de la machine d'entraînement (moteur Diesel). Ceci risque de provoquer d'importants dégâts sur le moteur Diesel et sur l'alternateur.

Il ne s'agit donc pas d'une protection ayant pour but de détecter les défauts électriques de l'alternateur, mais d'une protection en urgence du groupe.

Le fonctionnement du relais de retour de puissance e10 provoque la fermeture temporisée d'un relais qui déclenche le disjoncteur d'alternateur.

Ceci est accompagné de la signalisation " Retour de puissance ".

- Protection contre les défauts à la terre au stator

La protection contre les défauts à la terre au stator provoque la mise à l'arrêt de l'alternateur en cas de défaut à la terre au stator.

Le relais de défaut à la terre au stator e9 capte le courant de défaut à la terre et provoque l'attraction d'un relais qui déclenche le disjoncteur d'alternateur, désexcite l'alternateur, provoque la mise à l'arrêt du moteur Diesel et donne lieu à la signalisation Il défaut à la terre au stator.

- Déséquilibre de charge

Le déséquilibre de charge ( de courants en sortie alternateur) provoque une circulation importante de courants sur la surface de la masse du rotor de l'alternateur et par conséquent un échauffement grave de celui-ci.

Lorsque le déséquilibre de la charge est trop accentué, supérieur à 8% environ cette protection provoque l'ouverture du disjoncteur d'alternateur.

En cas de déséquilibre de charge, le relais d'asymétrie e12 provoque l'ouverture temporisée du disjoncteur d'alternateur et la signalisation " déséquilibre de charge ".

- Surtension

La protection contre les surtensions provoque la mise à l'arrêt du groupe en cas de surtensions trop élevées.

Le fonctionnement du relais de surtension e11 provoque l'ouverture immédiate du disjoncteur d'alternateur, la désexcitation de l'alternateur, la mise à l'arrêt du moteur Diesel et la signalisation "Surtension "

- Surintensité

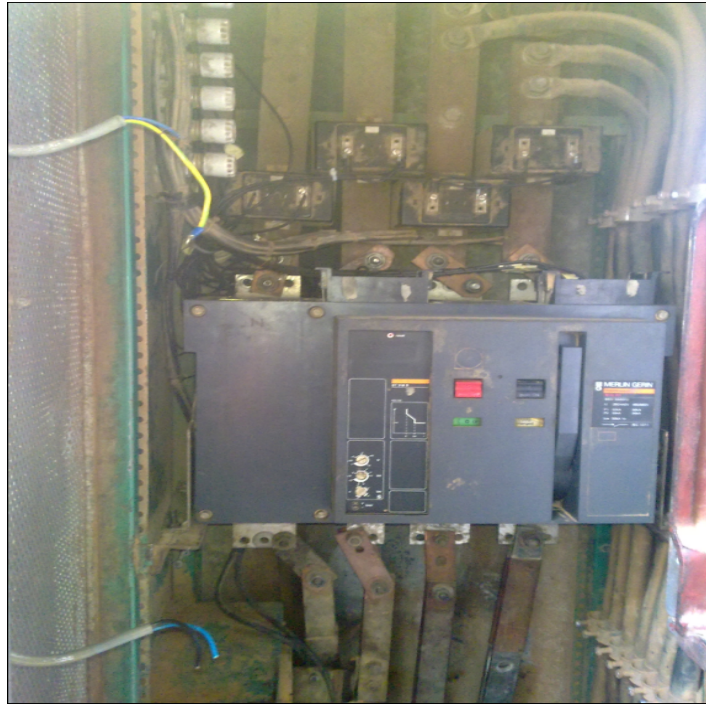
Pour protéger l'alternateur contre les effets néfastes de surintensités inadmissibles, telles que les courants de court-circuit, le groupe est mis à l'arrêt en cas de défaut.

A la demande du client, l'ouverture du disjoncteur doit être temporisée de 2 s au maximum en cas de courant de court-circuit élevé pour des raisons de sélectivité. Cette temporisation est réglable sur d30.

Le fonctionnement des relais provoque le déclenchement du disjoncteur d'alternateur, la désexcitation de l'alternateur, la mise à l'arrêt du moteur Diesel et la signalisation " Surintensité".

- Baisse de tension

La protection à minimum de tension provoque la mise à l'arrêt du groupe en cas de baisse de tension. Le fonctionnement du relais e51 provoque l'ouverture temporisée, réglable jusqu'à 5 s, du disjoncteur d'alternateur, la désexcitation de l'alternateur, la mise à l'arrêt du moteur Diesel et la signalisation " Baisse de tension ". [3].



**Figure.I.9:** Disjoncteur d'alternateur

## **I.6. Services auxiliaires**

### 1-Jalousie d'air de sortie

La jalousie d'air de sortie est toujours ouverte en cours de marche du groupe et lorsque la température dans le container est trop élevée (e55).

L'ouverture et La fermeture de La jalousie sont automatiques.

### 2-Le ventilateur d'aspiration des poussières

Le ventilateur d'aspiration des poussières fonctionne continuellement lorsque le groupe est en marche.

### 3-Réglage de la vitesse

Un dispositif mécanique assure la régulation automatique de la vitesse.

La vitesse peut être réglée par action sur des boutons-poussoirs.

Elle peut également être réglée à distance par l'intermédiaire du connecteur p1, le réglage local étant toujours prioritaire.

Les services auxiliaires suivants doivent toujours être mis sous tension au moyen du commutateur b12 :

1. Groupe en marche b12 en position 1
2. Groupe à l'arrêt b12 en position II

4-Chargeur de batterie 24 V

5-Ventilateur d'évacuation d'air

Lorsque le groupe est à l'arrêt et la température dans Le container trop élevée, il est possible de faire marcher un ventilateur (consommation max 3A) par l'intermédiaire du thermostat e55.

6-Pompe à carburant pour le remplissage du réservoir

Le réservoir en matière plastique sous forme deux interrupteurs à flotteurs pour les niveaux mini et maxi. Le contact mini met la pompe en marche, Le contact maxi l'arrêt.

7-Eclairage de secours

Si les services auxiliaires ne sont pas alimentés par b12, il est possible d'enclencher un éclairage de secours.

8- Groupe de refroidissement et de chauffage

Le groupe de refroidissement et de chauffage est raccordé à la tension des services auxiliaires par la prise p7 incorporée à l'armoire de commande.

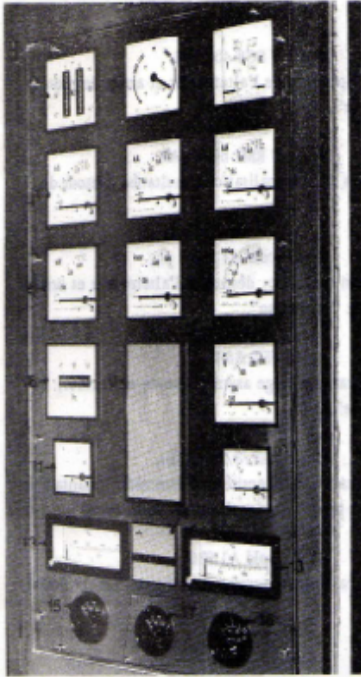
Le groupe fonctionne de façon automatique et ne nécessite aucune intervention. A la demande du client, les coupe-circuit e6, e7, e8 sont des disjoncteurs divisionnaires dans le fonctionnement provoque l'entrée en action du klaxon. [3].

## **I.7. Schéma de commande**

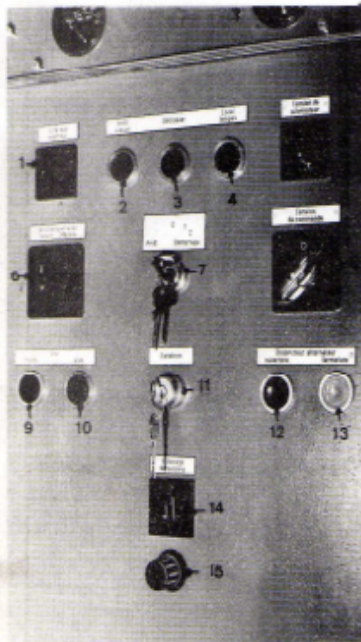
Voir annexe1.

## I.8. Armoire De Container 660 kVA

### I.8.1. Surveillance



- 1 - Fréquence double (g12)
- 2 - synchronoscope(g13)
- 3 - Voltmètre double
- 4 - Ampèremètre ( g4, g5, g6)
- 5 - Wattmètre (g7)
- 6 - Varmètr (g8)
- 7 - Phasemètre (g9)
- 8 - Fréquence
- 9 - Tableau de signalisation de défauts (h2)
- 10 - Voltmètre (g1)
- 11 - Ampèremètre de charge de batterie (g14)
- 12 - Indicateur de température des gaz d'échappement (g18, g19)
- 13 - Compteur d'heures de service (g3)
- 15 - Téléthermomètre pour eau de refroidissement (g17)
- 16 - Manomètre de pression d'huile (g16)
- 17 - téléthermomètre pour huile-moteur



- 1 - Interrupteur pour éclairage de l'armoire (b15)
- 2 - Touche, klaxon-arrêt (b4)
- 3 - Touche, éteindre les signalisations (b2)
- 4 - Touche, vérification lampes (b3)
- 5 - Commutateur - voltmètre (b10)
- 6 - Commutateur - besoin propre (b12)
- 7 - Interrupteur de démarrage (b9)
- 8 - Interrupteur, tension de commande (b1)
- 9 - Touche, régime plus bas (b6)
- 10 - Touche, régime plus élevé (b5)
- 11 - Synchroniseur - sélecteur (b11)
- 12 - Touche de commande - alternateur-arrêt (b8)
- 13 - Touche de commande - alternateur, marche (b7)
- 14 - Interrupteur éclairage de secours (b16)
- 15 - Ajusteur valeur nominale (r4)

Sur l'armoire de distribution, il est un raccord collecteur pour la surveillance à distance des dérangements.

**I.8.2. Alternateur**

## 1) Relais "Mise à la terre stator" (e9)

En cas de court-circuit à la terre du stator, il déclenche le disjoncteur de l'alternateur et arrête le moteur diesel, lors de la signalisation simultanée "Court-circuit stator".

## 2) Relais "Dispositif de protection à retour de puissance" (e10)

Il déclenche à retardement le disjoncteur de l'alternateur, lors de la signalisation simultanée "Retour de puissance".

## 3) Relais " Surtension" (e11)

Il déclenche le disjoncteur de l'alternateur en cas de surtension trop forte, désexcite l'alternateur et arrête le moteur diesel, en même temps, il se produit la signalisation "Surtension".

## 4) Relai d'asymétrie "Protection de charge asymétrique " (e12)

Il déclenche à retardement le disjoncteur de l'alternateur en cas de charge asymétrique de ce dernier, en même temps il se produit la signalisation "Charge asymétrique".

## 5) Relais temporisé "Surintensité" (d30)

Il déclenche à retardement le disjoncteur de l'alternateur en cas de surintensité et d'intensités instantanées inadmissibles et arrête le moteur diesel, en même temps il se produit la signalisation "Surintensité".

## 6) Relais "Sous-tension" (e51)

Il déclenche à retardement le disjoncteur de l'alternateur en cas de sous-tension et arrête le moteur diesel. En même temps il se produit la signalisation "sous-tension".

En outre, les fusibles e6, e7 et e8 sont surveillés.

Lorsque le fusible automatique saute, il retentit un coup de klaxon.

**I.8.3. Moteur diesel:**

Sur le moteur sont montés des capteurs et dispositifs de surveillance de l'état du moteur.

1) Dynamo –tachymétrique : c'est une petite génératrice AC, entraînée par le moteur produisant une tension et une fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation de celui-ci soit 20VAC à la vitesse nominale de 1500Tr/mn.

Cette tension est appliquée à 2 relais seuils pour détection de vitesse d'amorçage (allumage), à 6 VAC pour 300 tr/mn, et la survitesse à 32 VAC pour 1575Tr/mn.

2) Pressostat de pression d'huile 0.6 bar.

Cette information autorise le passage à l'étape démarrage du moteur.

3) Pressostat de pression d'huile 2.5 bar.

4) Pressostat de pression d'huile 3 bar

Information de sécurité utilisée pour l'arrêt temporisé du moteur

Transmetteur pression d'huile de type VDO (résistance variant inversement à la pression).

- a. Transmetteur de température de type VDO.
- b. Transmetteur de niveau carburant.
- c. Thermostat 90° de surveillance température eau.

Information de sécurité utilisée pour l'arrêt temporisé du moteur

- d. Thermostat 40° de température eau, utilisé pour (empêchement /autorisation) de la séquence de démarrage. [3].

## **I.9 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les moyens nécessaires pour la réalisation d'un cahier des charges du groupe électrogène qui sera l'objet du deuxième chapitre.



**CHAPITRE II**  
**CAHIER DES CHARGES**  
**DU GROUPE MTU**

## II.1. Introduction

Dans ce chapitre, la problématique d'automatisation du groupe électrogène MTU 12v 660kVA est posée en comparant la logique câblée avec la logique programmée. Ensuite, l'élaboration du cahier des charges de ce groupe sera effectuée en se basant sur le schéma de commande de ce dernier.

## II.2. Problématique

La commande électrique actuelle des groupes électrogène MTU est une technologie à commande à relais et contacteurs qui présente les inconvénients, le tableau suivant présentée la comparaison entre la logique câblée et l'automate programmable:

logique câblée	Automate programmable
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'armoire est très encombrée et d'un accès très difficile.</li> <li>• Les composants électriques sont obsolètes et volumineux et d'un approvisionnement difficile.</li> <li>• Connexion figée, n'autorisant pas un développement de l'application.</li> <li>• Longueur des câbles et fils utilisée très importante.</li> <li>• Mise au point difficile.</li> <li>• Le volume horaire de câblage de l'armoire est très important.</li> <li>• Plus de consommation d'énergie relativement aux commandes et technologie électrique numérique et par conséquent un échauffement de l'armoire de commande.</li> <li>• Les relais électromagnétiques sont soumis à un fort cycle de commutation et une usure importante et un fort taux de pannes.</li> <li>• Le traitement de l'information se fait</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le programme est établi à partir d'un langage compris puis rangé suivant un ordre dans les mémoires.</li> <li>• Ce programme est divisé en une succession d'ordres. Les fonctions logiques ne sont pas dépendantes du câblage mais sont reliées entre elles par un câblage binaire.</li> <li>• Grâce à l'API, l'adaptation à une nouvelle fabrication est rapide.</li> <li>• Moins coûteuse.</li> <li>• L'automate étant ; modifiable à volonté, il est programmable.</li> <li>• La flexibilité, la souplesse vis-à-vis de la mise au point de commande et de l'évolution de celles-ci et la performance font de la logique programmée, une solution préférable.</li> <li>• Toutes les connexions sont en soft (logique).</li> </ul>

<p>lentement à cause du temps de commutation des relais.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• L'environnement de poussière et sable (Sahara) réduit la durée de leur fonctionnement des contacteurs et relais électromagnétique utilisée dans la commande électrique.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gain en longueur de câble électrique.</li><li>• Diagnostique rapide :(recherche d'éventuelles pannes).</li><li>• Réduction du volume des composants</li><li>• Réduction du volume horaire de câblage</li></ul>
--	--

TabII.1. comparaison entre logique calée et API [11]



*FigurII.1 problème d'un groupe électrogène*



*FigurII.2 problème d'un groupe électrogène*

Les groupes MTU sont acheminés vers les ateliers de MEI pour subir une rénovation totale de la commande électrique.

Compte tenu de ce qui précède, le choix est porté sur une commande électrique à base de logique programmée avec un automate programmable industriel.

### II.3.Cahier des charges

L'automaticien chargé de la conception et de la réalisation de la partie commande doit porter dans le cahier des charges une description claire et précise des rôles de l'automate qui doit assurer les fonctions suivantes:

- Fonction marche/arrêt.
- Fonction mise en charge (ouverture-fermeture de disjoncteur).
- .Fonction surveillance et protection
- Fonction communication.

#### II.3.1.Fonction Marche –arrêt

Cette fonction expliquée comme:

- Séquence de vérification des conditions initiales avant le démarrage du groupe électrogène. Ces conditions sont:
  - Bouton d'urgence non actif.
  - Disjoncteur de l'alternateur est ouvert.
  - Les volets d'air sont ouverts.
  - La tension de batterie est bonne.
  - Le niveau d'huile dans le carter du moteur est bon.
  - Le niveau de l'eau de refroidissement est bon.
  - Le niveau du combustible dans le réservoir est bon.
  - La température d'eau est égale ou supérieure à 40°C.L'absence d'une ou plusieurs de ces conditions génère un empêchement de démarrage.
- La Séquence de démarrage se résume aux actions suivantes:
  - Démarrer la pompe de pré graissage.
  - Démarrer le démarreur si la pression d'huile dans le moteur est égale ou supérieur à (0,6 Bars).
  - Couper le démarreur et arrêter la pompe de pré graissage si la vitesse du groupe est égale à 300 tr/min (vitesse d'amorçage).
  - Vérification de la disponibilité du groupe.

L'arrêt du groupe se réalise sous deux manières

- Arrêt normal,
  - Décharge du groupe.
  - Ouverture de disjoncteur.
  - Marche à vide (période de refroidissement) pendant une durée de 5 à 10 mn.
  - Arrêt du moteur par électro-aimant d'arrêt.
  - Prégraissage temporisé final.

Arrêt d'urgence, suite à une intervention d'une protection de défaut grave:

- Par action simultanée instantanée
- Sur les volets d'air d'alimentation du moteur.
- Ouverture de disjoncteur.
- Désexcitation d'alternateur.

### **II.3.2.Fonction Mise en charge**

- Séquence de fermeture du disjoncteur d'alternateur dans les deux états suivants:
  - Tension de réseau est présente.
  - Tension de réseau absent.

#### Tension réseau present

- Information synchronisation.
- Fermeture disjoncteur automatique.
- Autorisation de fermeture en manuel.

#### Tension réseau absent

- Fermeture disjoncteur en automatique
- Autorisation en fermeture manuel

### II.3.3. Fonction surveillance et protection

- Séquence de ouverture disjoncteur d'alternateur: cette action de protection de l'alternateur est prévue contre les:
  - Surintensité.
  - Surcharge.
  - Sur-tension.
  - Sous-tension
  - Retour de puissance.
- Séquence d'arrêt normal cette action est protection de moteur contre les :
  - Temperature d'eau trop élevée.
  - Temperature d'huile trop élevée.
  - La pression d'huile dans le moteur est égale ou inférieur à 3 Bar.
- Séquence d'arrêt d'urgence cette action est protection de groupe contre :
  - Survitesse.
  - Surintensité.
  - Défaut à la terre (masse stator).

Les protections sont activées différemment depuis l'arrêt du moteur jusqu'à la fermeture du disjoncteur d'alternateur.

Une fonction de désexcitation de l'alternateur est produite avec l'ordre d'ouverture de disjoncteur.

### II.3.4.Fonction communication

Le cahier de charges fixe le choix sur une signalisation lumineuse à voyants 24 VDC.

Le recours à une signalisation par écrans graphiques ou de type LCD est rejeté pour la raison 'exploitation des groupes à l'extérieur exposé au soleil au Sahara, ce type d'affichage ne pouvant supporter une température supérieure à 70°C, sa lecture étant très difficile en pleine exposition au soleil.

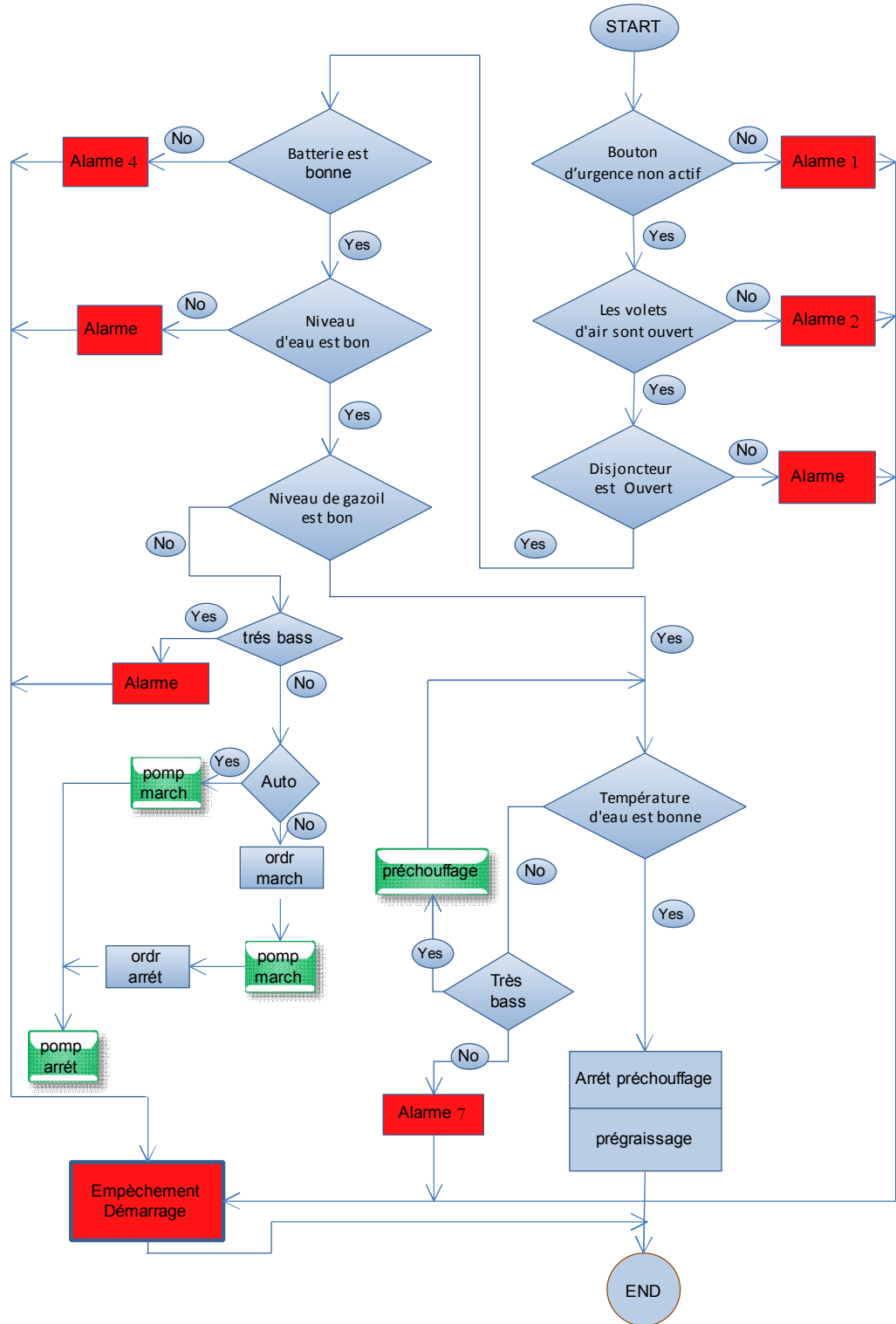
La fonction communication n'est pas encore définie par MEI. Ce module fera l'objet d'une étude ultérieure à soumettre à un groupe d'étudiants.

#### **II.4. Organigramme de fonctionnement du groupe MTU**

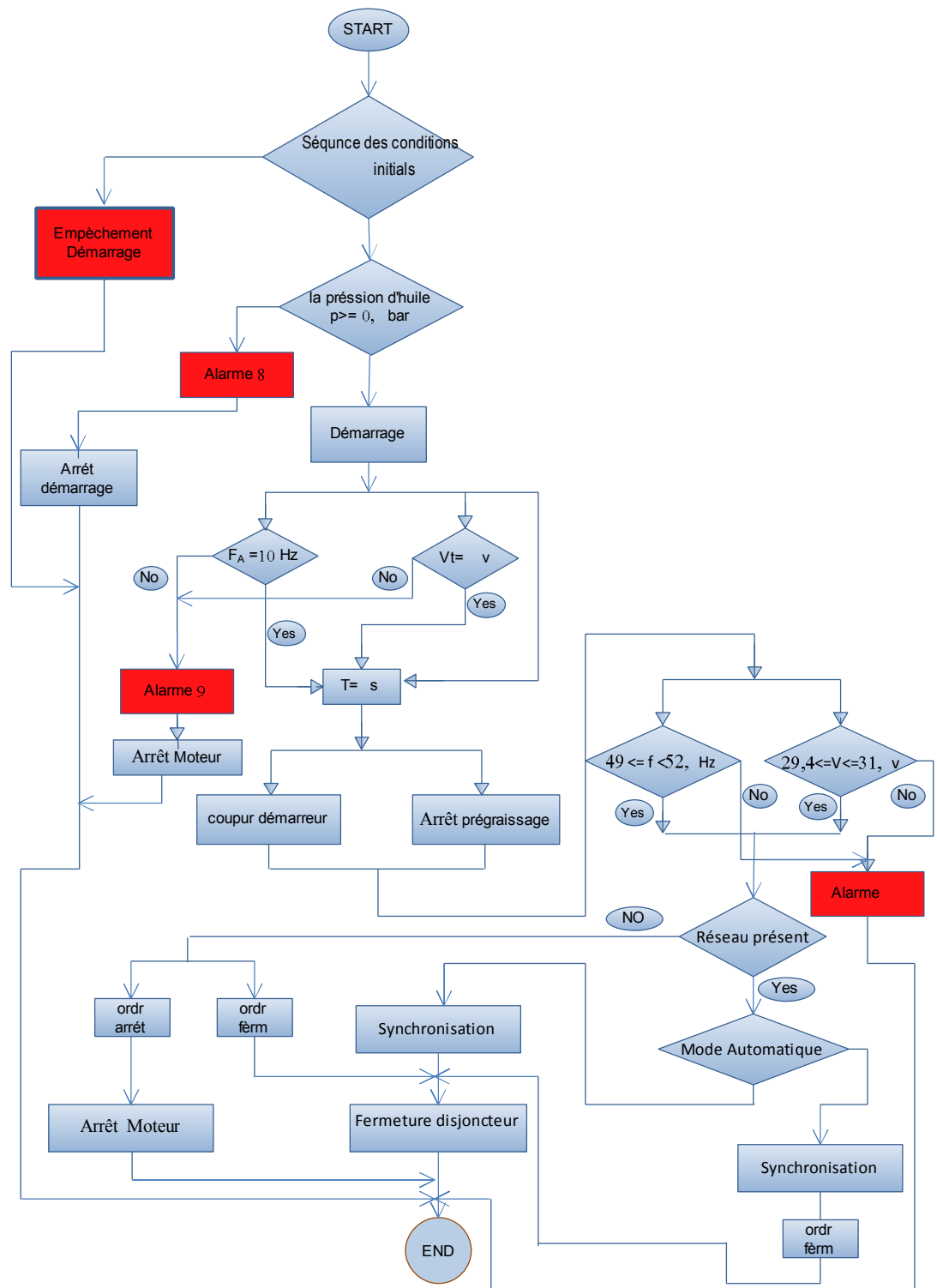
Les principes de la plupart des fonctions seront illustrés sous forme d'organigramme dans les prochaines sections. Nous avons simplifiée les fonctions de cahier charge dans l'organigramme suivant:

- Séquence de conditions initiales,
- Séquence de démarrage et fermeture disjoncteurs.
- Séquence ouverture disjoncteur.
- Séquence d'arrêt d'urgence.
- Séquence d'arrêt du moteur.

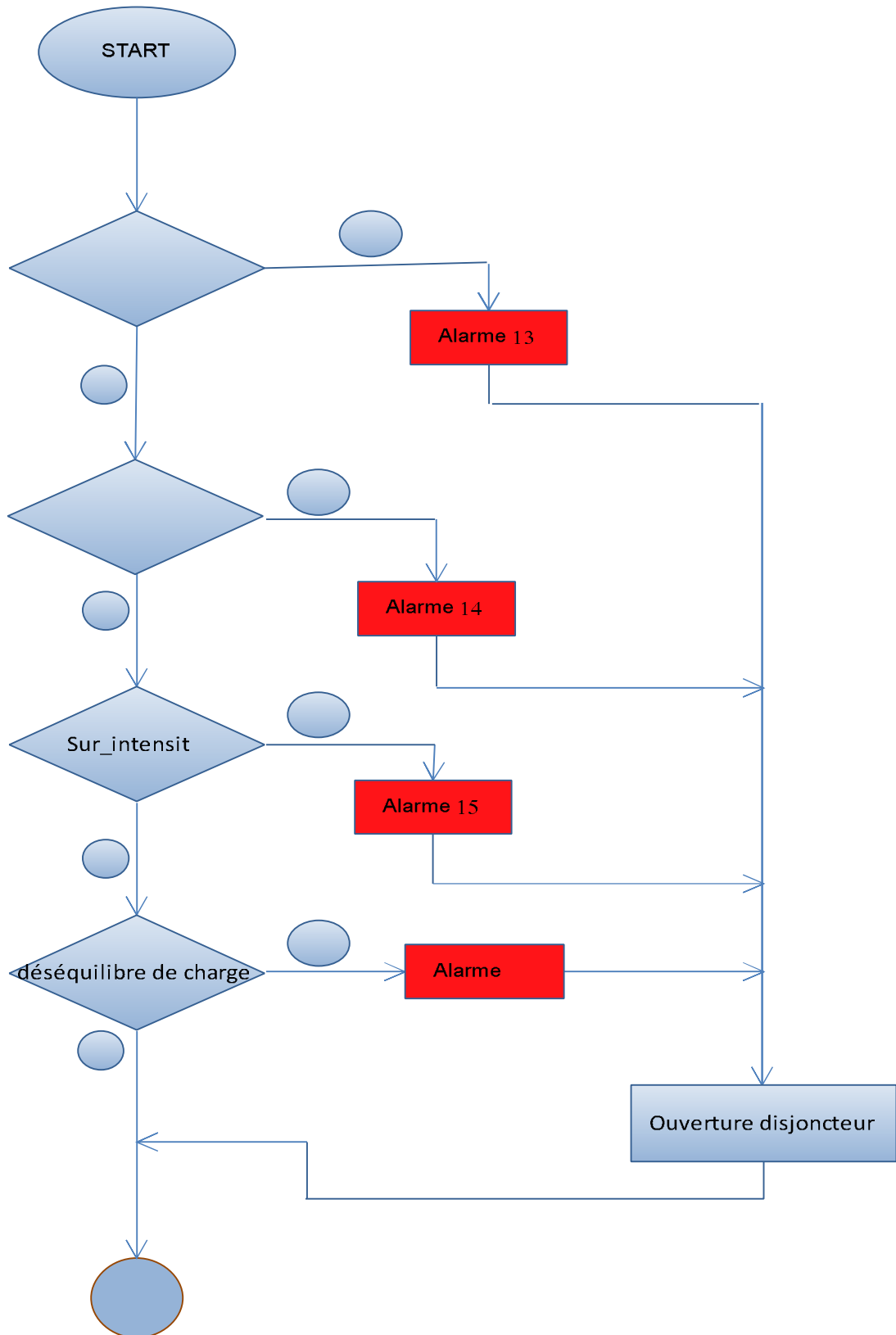
II.4.1, Séquence de conditions initiales



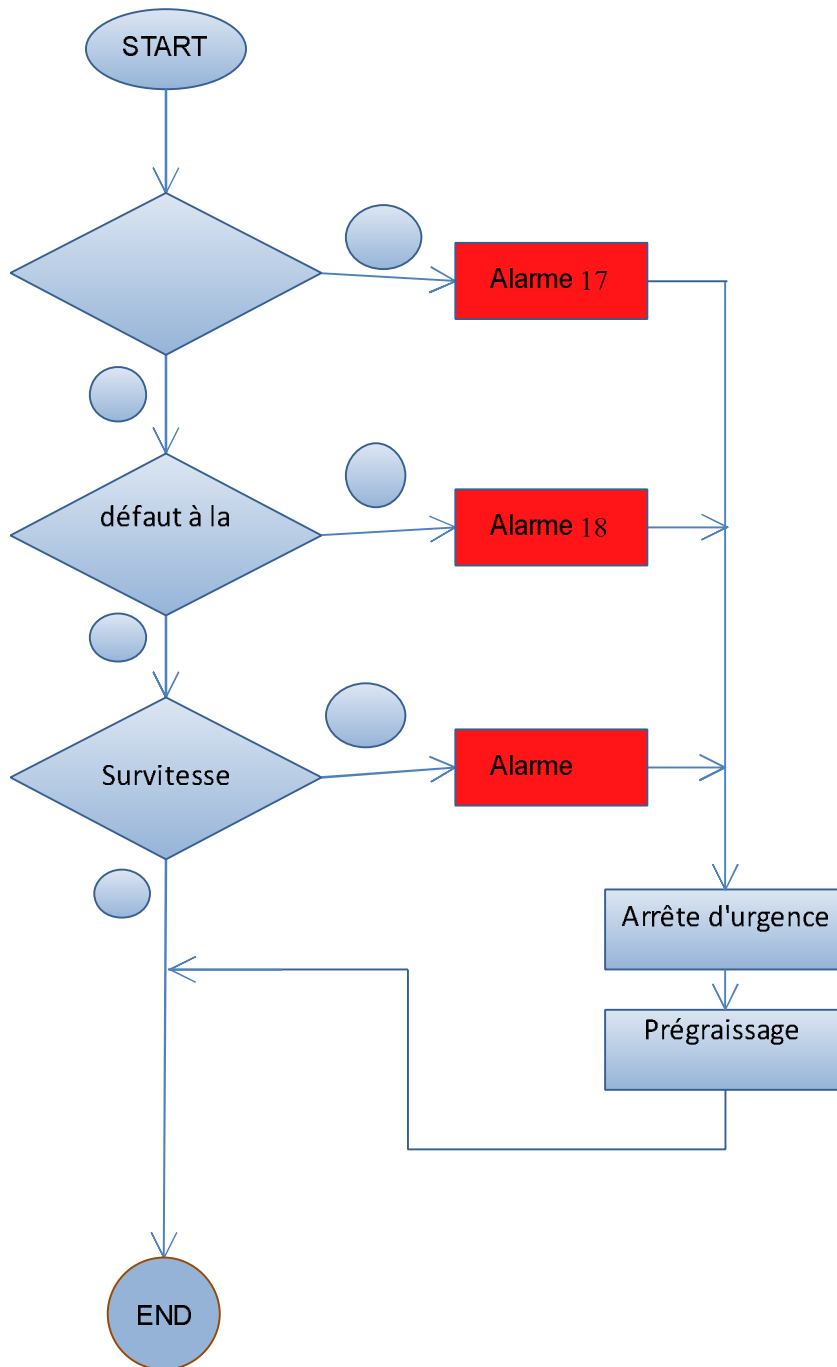
II.4.2. Séquence de démarrage et fermeture disjoncteurs



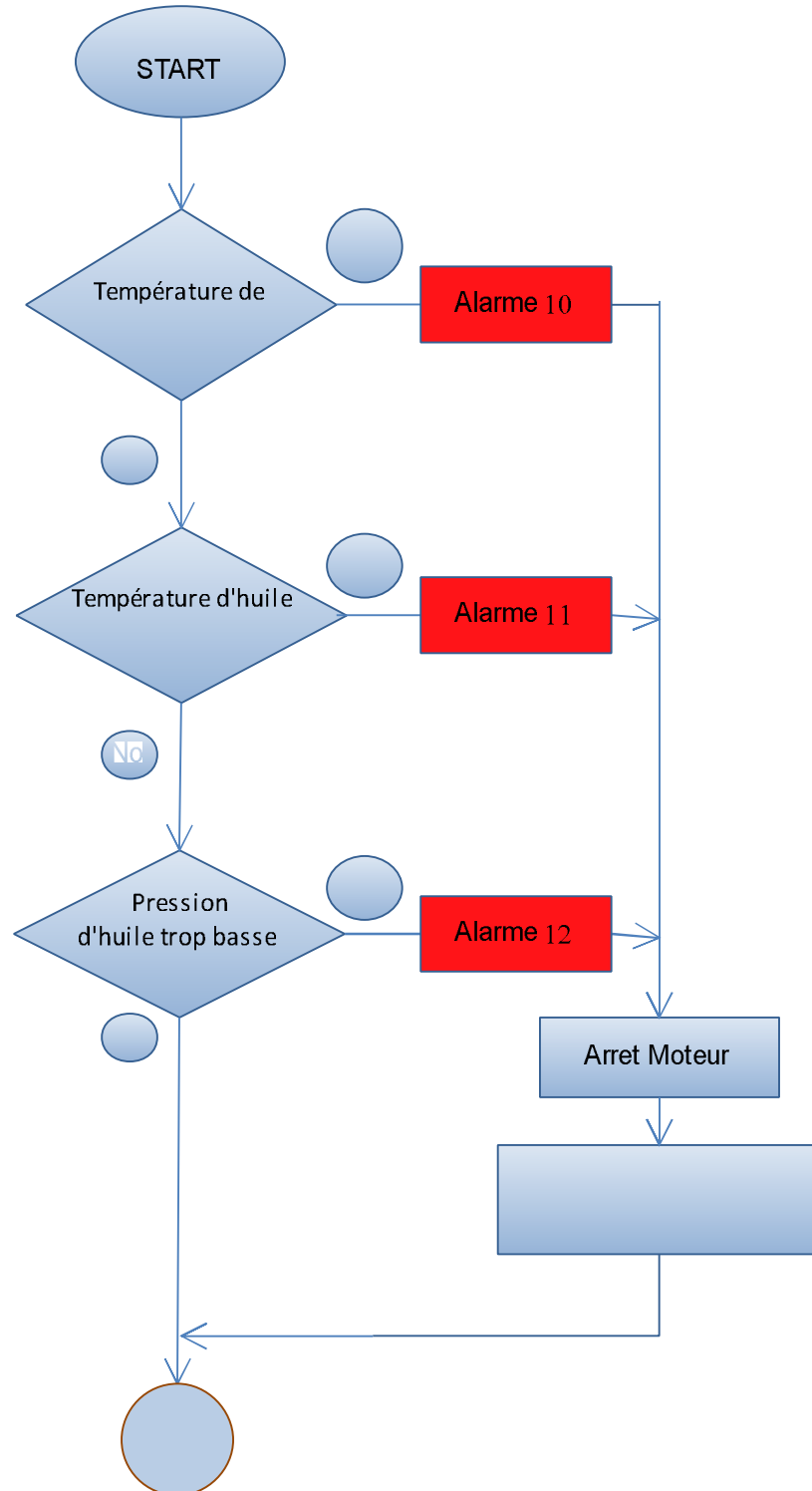
II.4.3. Séquence ouverture disjoncteurs



II.4.4. Séquence d'arrêt d'urgence



II.4.5. Séquence d'arrêt de moteur



### **II.2.5. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté le cahier des charges détaillé du groupe MTU 12v 660 kVA (Fonction marche/arrêt, mise en charge, surveillance et la protection). Ce dernier, a été ensuite élaboré sous forme d'organigramme afin de le transformer sous forme de Programme d'un langage d'automate programmable ou sous forme de GFAFCET afin d'automatiser le groupe électrogène par un API. En effet, avant d'entamer la programmation de l'API qui sera l'objet du quatrième chapitre, nous allons procéder au choix et dimensionnement des API dans le chapitre trois.



**CHAPITRE III**  
**DIMENSIONNEMENT**  
**ET LE CHOIX DE L'API**

### III .1. Introduction

Ce chapitre est consacré au dimensionnement de l'automate programmable selon les nombres d'entrées et de sorties prédéterminées dans les chapitres précédents. Ensuite, afin de la mise en place d'un API qui répond aux exigences de l'installation (groupe électrogène) vient l'étape du choix de l'API qui se base sur certains critères techniques et économiques.

### III .2. Historique

Au début des années 50, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatismes, les composants de base de l'époque étaient les relais électromagnétique à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comportaient des centaines voire des milliers de relais. Le transistor n'était connu que comme un composant d'avenir et les circuits intégrés étaient inconnus.

Vers 1960, les semi-conducteurs (transistors, diodes) sont apparus dans les automatismes sous forme de circuits digitaux. Ce n'est quelques années plus tard, que l'apparition des circuits intégrés a amorcé une révolution dans la façon de concevoir les automatismes. Ceux-ci étaient très peu encombrants et leur consommation était des plus réduite. On pouvait alors concevoir des fonctions de plus en plus complexes à des coûts toujours décroissants.

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante aux Etats Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ce n'est qu'en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les années soixante-dix connaissent une explosion des besoins industriels dans le domaine de l'automatique, de la flexibilité et l'évolutivité des Systèmes Automatisés de Production (SAP).

### III.3.Dimensionnement de l'automate programmable PLC

L'automate programmable industriel A.P.I ou en anglais Programmable Logic Controller PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française EN-61131-1, adapté à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de préactionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou

numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services et dans l'agriculture.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite.

Et il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs.
- En faire le traitement.
- Elaborer la commande des actionneurs.
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

### **III.4. Choix d'un automate**

Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier de charges de son système, et de regarder sur le marché, l'automate le mieux adapté aux besoins, tout en considérant un certain nombre de critères importants:

- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).
- Le nombre d'entrées/sorties nécessaire.
- Le type des entrées/sorties nécessaire (numérique, analogique et booléennes).
- Le nature traitement (temporisation, comptage, etc.....).
- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.
- Les communications avec autre système.
- La fiabilité et la robustesse et dialogue (la console déterminée, le langage de programmation).
- L'immunité aux parasites.
- La documentation.

- La qualité de service après-vente.
- La durée de garantie.

En effet, selon les critères ci-dessus et du point de vue technique et économique notre choix a été porté sur les automates programmable de type Siemens afin de répondre aux exigences du cahier des charges et le dimensionnement des entrées/sorties du groupe électrogène. Par ailleurs, Siemens AG est un groupe allemand. Fondé en 1847 par Werner Von Siemens, il réalise des équipements électroniques et électrotechniques. Son siège est à Munich, et c'est l'une des plus grosses entreprises européennes.

The image shows the Siemens logo, which consists of the word "SIEMENS" in a bold, blue, sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving it a 3D appearance as if it's floating above a white surface.

*Figure .III.1 : le sigle de la société Siemens AG*

Dans le cadre de son expansion, Siemens crée le 28 janvier 1972, le consortium Unidata. Ce projet européen permet, dans les années 1970, l'émergence d'une grande industrie informatique européenne. Les compétences de trois participants ont été mises en commun. La maîtrise d'œuvre, l'architecture des machines et le logiciel ont été attribués à la Compagnie Internationale pour l'Informatique (CII), la technologie électronique revenait à Philips tandis que Siemens se chargeait des périphériques mécaniques.

En 1975 : la France abandonne unilatéralement l'accord Unidata, CII fusionne avec Honeywell-Bull, Philips délaisse l'informatique et Siemens rejoint Fujitsu pour devenir, aujourd'hui, l'un des plus grands constructeurs mondiaux des automates programmables [4].

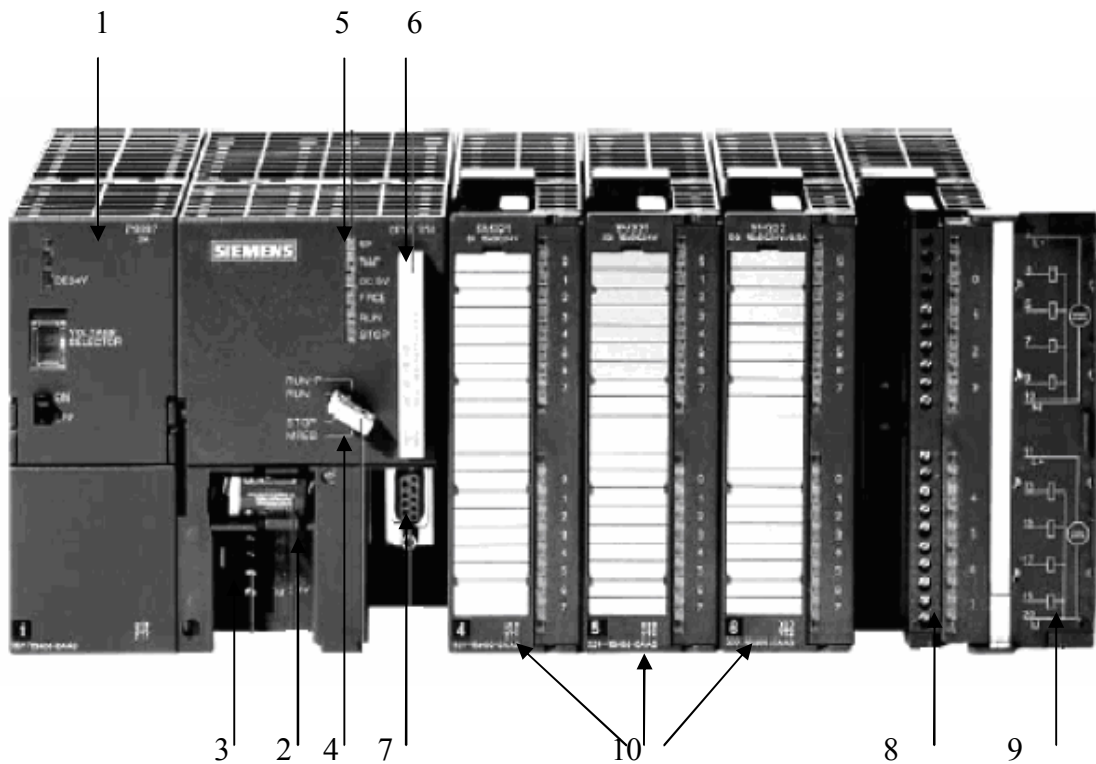
### **III .5. Caractéristiques de l'API Siemens**

- ❖ Gamme diversifié CPU.
- ❖ Gamme complète de module.
- ❖ Possibilité d'extension jusqu'à 32 module.
- ❖ Bus de font de panier intégré aux module.

- ❖ Possibilité de mise en réseaux avec :
  - Interface multipoint (MPI) et PROFIBUS-DP.
  - Industriel Ethernet.
- ❖ Raccordement centrale de la console de programmable (PG) avec accès à tous les modules.
- ❖ Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil (configuration matérielle).

### **III.6.Réalisation de l'API Siemens**

Une construction compacte et modulaire, libre de contrainte de configuration. Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange. Une large gamme de CPU adaptée à toute les demandes de performances pour pouvoir obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologique intégrées comme par exemple: le comptage, la régulation ou le positionnement. Une partie de la gamme est déclinée en version SIPLUS permettent l'utilisation dans des milieux hostiles grâce à une plage de température de -25°C à +60°C, une meilleur tenue aux sollicitations mécanique, une résistance à la pollution par des gaz nocifs et des poussières, une humidité de l'air et une condensation admissible augmentées grâce à une revêtement spécial « conformât coating » (FigIII.2)



- 1) Module d'alimentation
- 2) Pile de sauvgarde
- 3) Connexion au 24 V CC
- 4) Commutateur de mode (à clé)
- 5) LED de signalisation de l'état et de la défaut
- 6) Carte mémoire
- 7) Interface multipoint (MPI)
- 8) Connecteur frontal
- 9) Volt en face avant
- 10) Modules TOR et analogique

**Figure .III.2 :** l'automate programmable Siemens [6].

### III.7. Architecture des Automates Programmables Industriels

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaire pour stocker les programmes, les données,

et les paramètres de configuration du système.

- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de

24V fournit les tensions continues +/- 5V, +/-12V ou +/- 15V.

- Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout ou Rien' ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative (procédé à conduire).

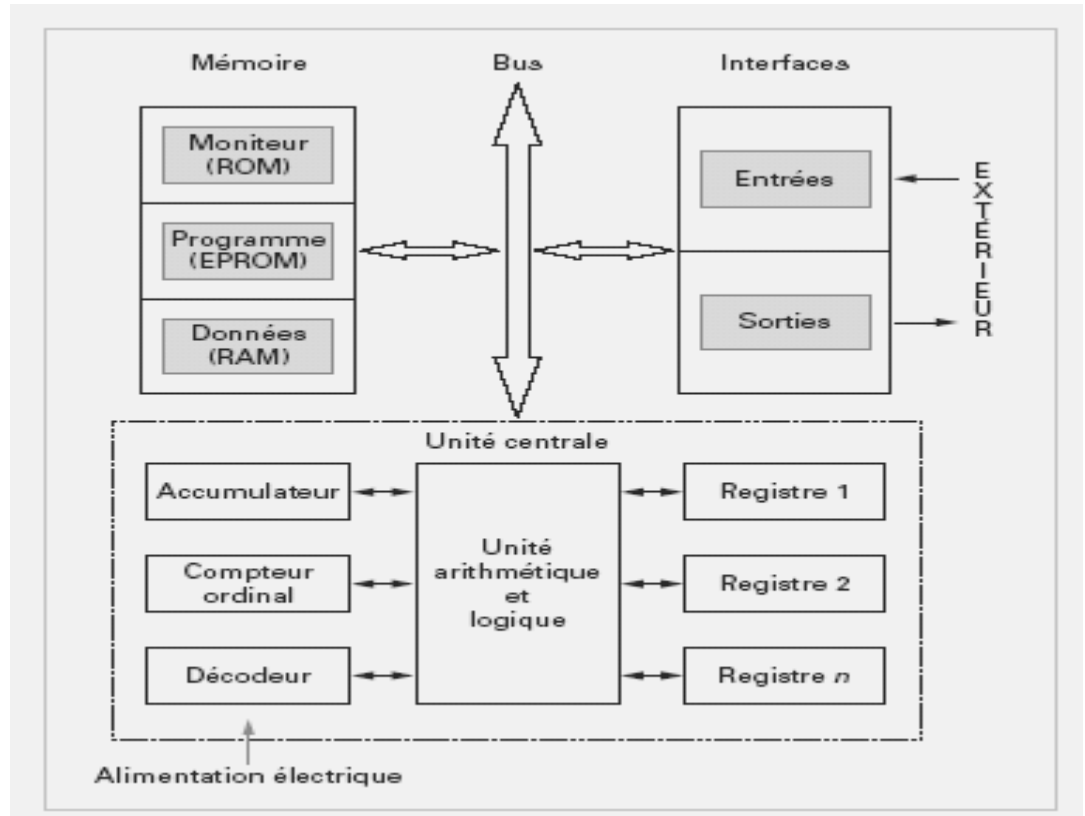
- Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties [5].

- Un ou plusieurs modules de communication comprenant :

- Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485.
- Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain.
- Interface d'accès à un réseau Ethernet.

### **III.8. Structure interne des automates programmables .**

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la figure ci-dessous. (fig3.3)



**Figure .III.3 :** structure interne d'un API [7].

Détaillons successivement en modules chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

### III .8.1. Le processeur

Il Constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale, En fait un processeur devant être automatisé, se subdivise en une multitude de domaine et processeur partiels plus petits, liés les uns aux autres.

### III .8.2. Les modules d'entrées/sorties (SM)

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- *Modules TOR* : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...) C'est le type d'information délivrée par une cellule

photoélectrique, un bouton poussoir ...etc.

- *Modules analogiques* : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température...etc.).

- *Modules spécialisés* : l'information traitée est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

### **III .8. 3.Les mémoires**

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent :

- De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM,
- Le programme dans des EEPROM.
- Les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

### **III .8.4. Coupleur (IM)**

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les entrées/sorties (périphériques ou autre) et l'unité centrale.

L'échange d'information entre l'unité centrale et les modules entrées/sorties s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codes). Entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (exemple : console, lecteur de la cassette, etc ...). il se fait par un bus externe (liaison parallèles ou série). La liaison entre les châssis est réalisée à l'aide des coupleurs qui permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées.

### III .8.5. LED d'état :

SF = signalisation groupée de défaut, erreur dans le programme ou défaut sur un module diagnostiquant.

BATF = défaillance de la pile, pile déchargée ou absente.

DC 5V = Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5V.

FRCE = allumage en cas de commande de forçage permanent active.

RUN = clignotement à la mise en route de la CPU et allumage continu en mode RUN .

STOP = allumage continu en mode STOP, clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis et clignotement rapide lorsqu' un effacement général est en cours.

### III .8.6. Module d'alimentation (PS)

Le S7/ 300 sur lequel nous travaillons nécessite une tension d'alimentation de 24Vcc. Le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur 120/230 VCA en tension de 24VCC.

Le module d'alimentation PS 307 convient à l'alimentation de circuits internes des automates S7 300 de même qu'à l'alimentation de circuits des capteurs et actionneurs. La face du module comporte :

- ☒ Un témoin pour la tension de sortie.
- ☒ Un LED signalant la présence de la tension 24Vcc.
- ☒ Un interrupteur Marche/Arrêt pour 24Vcc.
- ☒ Un sélecteur de tension secteur.

### III .8.7. Module d'unité centrale (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrée, exécute le programme utilisateur et commande les sorties. Elle contient un système d'exploitation, une unité d'exploitation et de l'interface de communication. Elle permet le préréglage du comportement au démarrage le diagnostic de défauts par les:

- 1- Signalisation d'état de défaut.
- 2- Commutation de mode.

- 3- Logement pour pile de sauvegarde.
- 4- Clavier.
- 5- Interface multipoint.
- 6- Entrée / Sortie intégrée.

### **III .8.8. Modules de fonction (FM)**

Ils sont programmables et ils assurent les fonctions spéciales suivantes:

- Comptage.
- Positionnement.
- Régulation.

### **III .8.9. Liaisons de communication**

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

Les liaisons s'effectuent :

- avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique.
  
- avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.

### **III .8.10. Le PROFIBUS (DP)**

Le PROFIBUS ( process field bus) est le nom d'un type de bus de terrain inventé par Siemens et devenu peu une norme de communication dans le monde de l'industrie.

Le PROFIBUS : est un réseau qui permet la communication périphéries décentralisées, appareils de contrôle et de nombreux autres appareils de terrain avec les systèmes d'automatisation, la communication sert à l'échange de données entre automates programmables ou entre un automate et les stations décentralisées.

### III .8.11. Châssis d'extension (UR)

Les châssis sont constitués d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Généralement sont installés à l'intérieur des armoires électriques. Ils Permettent le montage et le raccordement électrique de divers modules tels que:

- Les modules d'entrées/sorties.
- L'alimentation.

### III .9. Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS

Siemens propose une large gamme de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

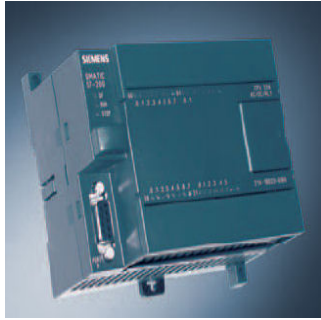
- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme mis en œuvre.

### III .9.1. Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

La SIMATIC S7

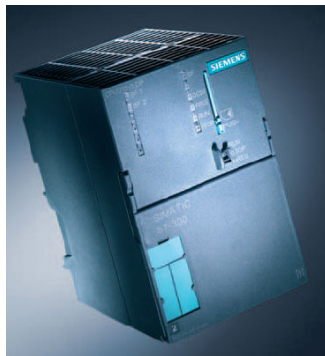
Cette gamme d'automates comporte trois familles :

S7-200, qui est un Micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extensions jusqu'à 7 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.



**Figure .III.4:** L'API S200 [8].

S7-300 est un Mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet



**Figure .III.5:** L'API S300 [8].

S7-400 est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.



**Figure.III.6:** L'API S400 [8].

### b. SIMATIC C7

Le SIMATIC C7 combine automate programmable et panneau opérateur dans une seule unité .L'automate compte la CPU, les modules d'entrées/sorties, et le panneau opérateur qui est utilisé comme une interface Homme/Machine HMI.

Le C7 permet la visualisation des états de fonctionnement, des valeurs actuelles du processus et des anomalies.



**Figure .III.7:** La gamme SIMATIC C7 [8].

### c. SIMATIC M7

Les SIMATIC M7 sont des calculateurs industriels compatibles PC. Il s'agit d'un système modulaire sous boîtier, construit dans la technique des automates SIMATIC S7. Il peut être intégré dans un automate S7 300/400 ou être utilisé comme système autonome avec une périphérie choisie dans la gamme S7.

Le M7 300/400 est capable d'effectuer simultanément avec une seule CPU des opérations en temps réel, par exemple des algorithmes complexes de commande, de régulation ainsi que des tâches de visualisation et de traitement informatique. Les logiciels sous DOS ou Windows sont exploitables sur le M7-300. Par ailleurs, avec son architecture normalisée PC, il permet une extension programmable et ouverte de la plate-forme d'automatisation S7.



**Figure .III.8:** La gamme SIMATIC M7 [8].

### III.9.2. Différentes marques et modèles des API dans le marché internationale

- Allen Bradley - Rockwell Automation : Modèles ControlLogix, CompactLogix, FlexLogix, GuardPLC, Micrologix, PLC5, SLC500
- ABB : Modèles AC500 et AC31
- Advantech : Modèles ADAM-5000, ADAM-8000
- Beck IPC GmbH
- Beckhoff : Gamme BC et BX, PLC virtuels (real time) sur PC industriels.
- BoschRexroth
- Bernecker&Rainer
- Crouzet (marque de Schneider Electric) : Modèle Millenium II+ et Millenium III (programmation par icons)
- CoDeSys : outil de programmation IEC 61131
- Eckelmann
- Elau (marque de Schneider Electric) : PacDrive Mx-4
- Endress+Hauser : Logiciels: ControlCare Application Designer,FieldCare...  
Modèles: SFC162, SFC174...
- Festo
- Foxboro
- GE Fanuc : Modèles 90-70, 90-30, VersaMax
- Hima : Modèles A1, H41, H51
- Honeywell FSC
- ISaGRAF : Logiciels IEC 61131 and IEC 61499
- Johnson controls
- Keba
- Matsushita : Modèles FP-Serie FP0/FP-Sigma/FP-M/FP1/FP2/FP10SH
- Mayr Systeme
- Mitsubishi automation : Modèles MELSEC F1, F2, FX1N, FX2N, AxN, AxS, QnA, QnAS, System Q
- Moeller : Modèles PS4, PS416, X-System

- Omron : Modèles CPM1A, CPM2A, CPM2C, CQM1, CJ1
- Panasonic : Modèles FP serie
- Phoenix Contact : Modèles RFC450/430 ETH, ILC 350 ETH, ILC 200-Serie, S-MAX
- Samson : Modèles TROVIS 5171
- Siemens : Modèles SIMATIC S5 & S7
- SAIA-Burgess : Modèles PCDx
- Straton
- Télémécanique Modicon (marques de Schneider Electric): Modèles Twido, M340, TSX Micro, Premium, Quantum, Atrium, Momentum, Preventa XPS.
- Vipa Automates :100V, 200V, 300S, 500S - Afficheurs : TOUCH PANEL, OP03, TD03
- Multiprog : Logic

### **III .10. Conclusion**

L'automate programmable est un dispositif électronique adapté aux conditions industrielles. Il intègre des fonctions et des modules qui facilitent son interaction avec l'environnement extérieur. Vu le nombre important de marques disponibles, le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe.

Pour l'application de commande de systèmes séquentiels ou discrets un automate utilisant des langages de programmations de type GRAFCET est préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions, des outils permettent une simulation des programmes sont également souhaitables.

En effet, selon les critères ci-dessus et du point de vue technique et économique notre choix a été porté sur les automates programmable de type Siemens afin de répondre aux exigences du cahier des charges et le dimensionnement des entrées/sorties du groupe électrogène 12v 660kVA.



**CHAPITRE IV:  
PROGRAMMATION ET  
SIMULATION DANS L'API**

## IV.1.Introduction

La résolution des systèmes automatiques deviennent de plus en plus complexes avec un nombre élevé de variables d'entrées, et la résolution par méthode du tableau de KARNAUGH n'est pas toujours aisée, d'où la nécessité d'un outil souple " GRAFCET " qui propose des solutions adéquates pour ces systèmes.

Le GRAFCET est un outil graphique qui permet de décrire le fonctionnement d'un automatisme séquentiel.

Il peut être utilisé pour représenter l'automatisme dans toutes les phases de la conception de la définition du cahier des charges, à la mise en œuvre (programmation d'un automate programmable industriel, utilisation de séquenceurs ou autres technologies ) en passant par l'étude des modes de marches et d'arrêts, en utilisant le guide graphique « GRAFCET ».

Le GRAFCET repose sur l'utilisation d'instructions précises, l'emploi d'un vocabulaire bien défini, le respect d'une syntaxe rigoureuse, et l'utilisation de règles d'évolutions.

Il permet, entre autre, d'adopter une démarche progressive dans l'élaboration de l'automatisme.

## IV.2. Le GRAFCET

**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes-**T**ransitions, est né en 1977 des travaux de l'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), en tant que synthèse théorique des différents outils existants à cette époque.

Mis sous sa forme actuelle par l'ADEPA, en 1979, normalisé en France en 1982 (Norme Française NFC 03-190 juin 1982), le GRAFCET est aujourd'hui normalisé sur le plan international sous l'appellation diagramme fonctionnel.

Depuis sa création le GRAFCET est en perpétuelle évolution, suite à différents travaux de recherche Actuellement la norme est cours de révision.

Le GRAFCET est destiné représenter des automatismes logiques séquentiels, c'est à dire des systèmes événementiels dans lesquels les informations sont de type booléennes (tout ou rien) ou peuvent s'y ramener (numériques).

Le GRAFCET est utilisé généralement pour spécifier et concevoir le comportement souhaité de la partie commande d'un système de commande mais il peut également être utilisé pour spécifier le comportement attendu de la partie opérative ou

bien de tout le système de commande, Destiné à être un moyen de communication entre l'automaticien et son client, le GRAFCET est un outil utilisé pour la rédaction du cahier des charges d'un automatisme.

Cependant un des points forts du GRAFCET est la facilité de passer du modèle l'implantation technologique de celui-ci dans un automate programmable industriel.

Le GRAFCET passe alors du langage de spécification au langage d'implémentation utilisé pour la réalisation de l'automatisme.

### **IV.3. Définition du GRAFCET**

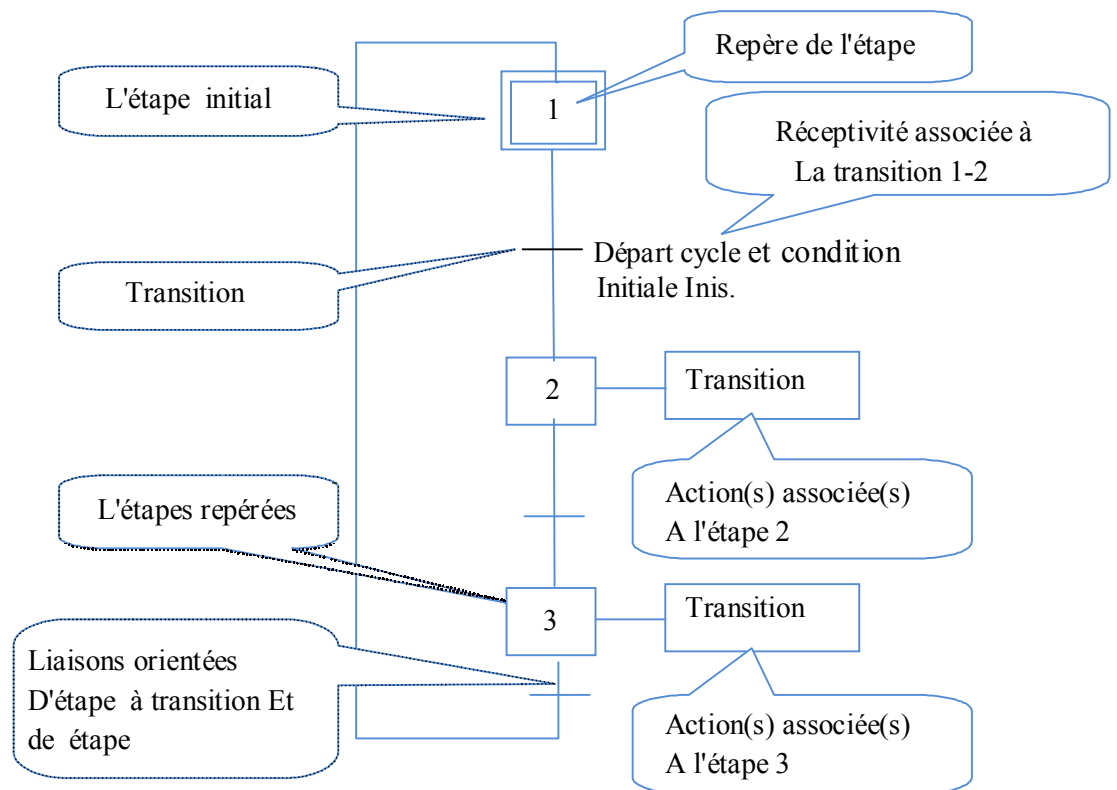
Lorsque le mot GRAFCET (en lettre capitale) est utilisé, il fait référence à l'outil de modélisation.

Lorsque le mot GRAFCET est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles du GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (Représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (Elle correspond à l'aspect fonctionnel du GRAFCET).

De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles.

Où le GRAFCET c'est un diagramme de description du comportement déterministe de la partie commande d'un système automatisé, (Fig.IV.1).



*Figure .IV.1: structure générale d'un GRAFCET.*

#### IV.4. Conventions et règles de construction d'un GRAFCET

Le GRAFCET permet de représenter le cahier des charges d'un automate, ce cahier des charges décrit les relations entre la partie commande et la partie opérative et les conditions d'utilisation et de fonctionnement de l'automatisme.

Le fonctionnement d'un automate séquentiel peut être décomposé en un certain nombre d'étapes.

Le passage (ou transition) d'une étape à une autre étape se fait à l'arrivée d'un événement particulier (réceptivité) auquel le système est réceptif.

Le fonctionnement d'un système automatisé peut être représenté graphiquement par un GRAFCET qui est un graphe cyclique composé alternativement d'étapes et de transitions, reliées entre elles par des liaisons ou arcs orientés :

- Aux étapes sont associées des actions .
- Aux transitions sont associées des réceptivités.

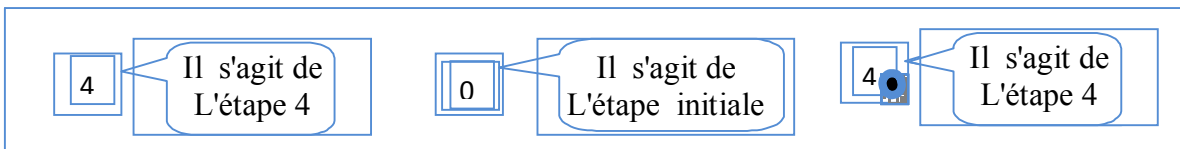
## IV.4.1. Conventions

### IV.4.1.1. L'étape

symbolise un état ou une partie de l'état du système, correspond à une situation élémentaire ayant un comportement stable ou invariant. Elle se représente par un carré numéroté de manière unique (repéré par un chiffre) .

Une étape peut être initiale, représentée par un carré double (initialement active en début de fonctionnement).

Une étape est soit active soit inactive, lorsqu'elle est active, elle contient un jeton .



**Figure .IV.2 :** Représentation d'une étape.

L' ensemble des étapes actives (appelé situation) définit entièrement l' état du système.

On précise pour chaque étape, les actions à effectuer.

Ces actions ne sont effectuées que lorsque l' étape correspondante est active.

On peut associer une condition à ces actions, l'action n'est alors réalisée que si l' étape est active et la condition remplie .

### IV.4.1.2. Les actions associées à une étape

On peut associer une interprétation à une étape grâce à une action. C'est un ordre vers la partie opérative du système.

Lorsqu'une étape est active alors l'action associée est exécutée, on précise à l'intérieur d'un rectangle les actions à effectuer lorsque l'étape est active ; Il n'est pas indispensable qu'une étape possède des actions (exemple : étape d'attente)



**Figure .IV.3 :** Action associée à une étape.

Une action est une sortie du système logique que nous modélisons, elle correspond donc à une composante du vecteur de sortie.

Ces actions peuvent être de trois types :

- Les actions continues.
- Les actions conditionnelles, qui peuvent être classées-en :
  - Action conditionnelle simple.
  - Action conditionnelle retardée.
  - Action conditionnelle limitée dans le temps.
- Une action mémorisée.

#### **IV.4.1.2.1. Les actions continues**

La sortie S correspondante est émise à vrai tant que l'étape associée est active.

Lorsque l'étape devient inactive la sortie est émise à faux .

#### **IV.4.1.2.2. Les actions conditionnelles**

N'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Cette condition est une expression booléenne portant sur l'ensemble des entrées, des variables d'étapes et exprimée à l'aide des opérateurs logiques ET, OU, ou NON.

On fait apparaître dans le cadre de l'action attaché à l'étape le caractère conditionnel qui peut être de 3 types:

- Une condition simple ( $a > 10$ ).
- Action retardée d' un certain temps à partir de l' activation de l' étape associée.
- Limitée dans le temps, c' est à dire que l' action est exécutée dès l' activation de l' étape mais avec un temps limité.

#### **IV.4.1.2.3. Les actions mémorisées**

Permet de mettre la sortie correspondante dans un état spécifié lors de son activation.

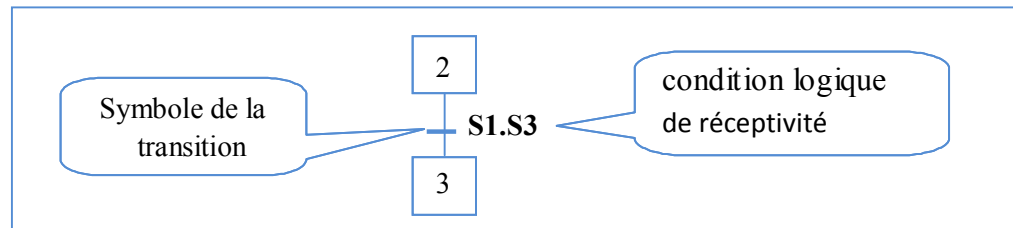
La désactivation de l' étape ne remet pas la sortie associée à son état d'origine. Le passage dans un autre état de cette sortie devra être décrit explicitement par une autre étape .

#### **IV.4.1.3. La transition**

Indique la possibilité d'évolution d'une étape active à l'étape suivante, elle

représente une possibilité de changement de comportement du système. Ce passage correspond au franchissement d'une transition. Une transition se représente par un trait (tiret) horizontal.

On peut associer une interprétation à la transition grâce à une réceptivité (la proposition logique qui conditionne la transition). C'est une information provenant de la partie opérative et/ou de l'état du système et qui détermine si l'évolution correspondante à la transition est possible ou non.

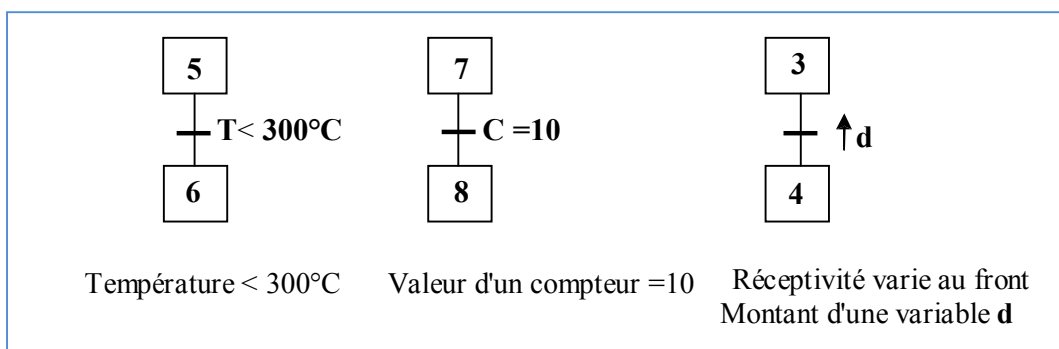


**Figure .IV.4 :** Symbole de la transition et la condition logique.

#### IV.4.1.3.1.La réceptivité

La réceptivité est une fonction combinatoire d'informations telles que :

- Etats de capteurs.
- Action de boutons-poussoirs par l'opérateur.
- Action d'un temporisateur, d'un compteur.
- Etat actif ou inactif d'autres étapes.

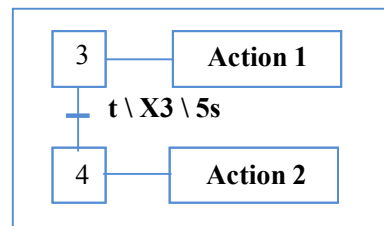


**Figure. IV .5 :** Ecriture de la réceptivité.

C'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition, on distingue deux cas pour la réceptivité :

### IV.4.1.3.2. La temporisation

Pour faire intervenir le temps dans une réceptivité, il suffit d'indiquer après le repère "t", son origine et sa durée. L'origine sera l'instant de début de la dernière activation de l'étape précédente. Lorsqu'une étape se trouve être origine d'un temps, il peut être utile de l'indiquer comme une action associée à cette étape.

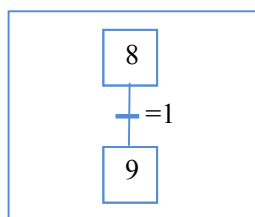


**Figure .IV .6 :** *Ecriture d'une temporisation.*

Les temporisations utilisées en GRAFCET font référence aux variables d'étapes et donc s'écrivent sous la forme (t\X3\5s) qui signifie que 5 secondes sont écoulées depuis la dernière activation de l'étape 3.

\_ La réceptivité « =1 »

Une réceptivité toujours vraie est écrite « =1 »



**Figure .IV.7 :** *Transition avec réceptivité toujours vrai*

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes reliées en amont de cette transition sont actives .

### IV.4.1.4. Les liaisons

Les liaisons indiquent les voies d'évolution du GRAFCET. Ceux qui se font du haut vers le bas ne comportent pas de flèches alors qu' il faut utiliser des flèches pour les liaisons de bas en haut.

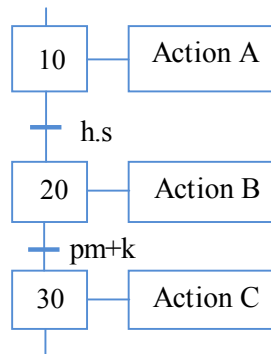
Chaque liaison orientée relie une étape à une transition ou une transition à une étape, mais jamais deux étapes ou deux transitions entre elles : il y a toujours alternance stricte étape-transition .

## IV.5.Structure de base

Les structures de base les plus utilisées sont décrites ci – après.

### IV.5.1.Séquence unique

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les une après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape, (fig.IV.8).



**Figure .IV.8:** Séquence unique.

### IV.5.2.Séquence simultanée : parallélisme structural

Une transition peut supporter plusieurs étapes en amont et plusieurs étapes en aval : la notion de transitions en ET divergent, ET convergent est introduite. Le ET convergent permettent de décrire deux ou plusieurs séquences parallèles. Le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps, ces séquences sont dites séquences simultanées.

Après l'activation simultanée de ces séquences, les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors indépendantes. Pour assurer la synchronisation de la désactivation de plusieurs séquences en même temps, des étapes d'attente réciproques sont généralement prévues, (fig.IV.9) et (fig.IV.10) .

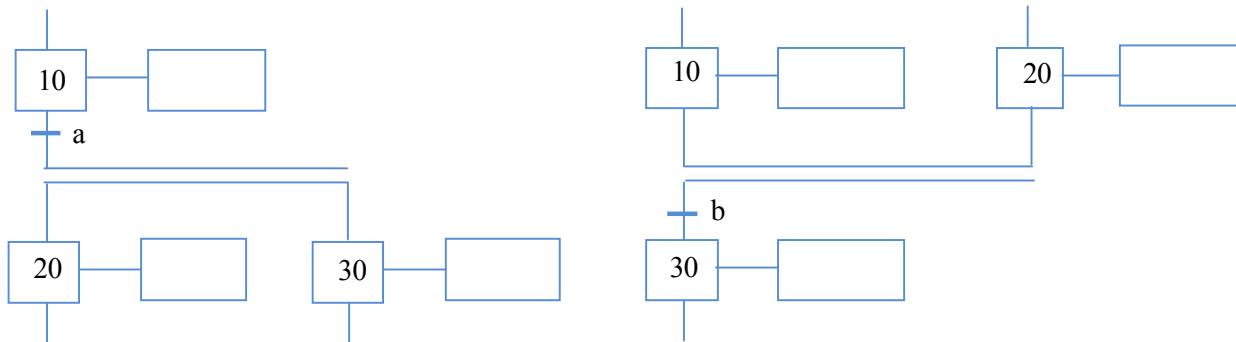


Figure .IV.9 : Transition en ET convergent. Figure .IV.10 : Transition en ET divergent.

### IV.5.3.Sélection de séquence

Une étape peut être reliée à plusieurs transitions en amont ou en aval : La notion de transition en OU convergent OU divergent est introduite. Le OU divergent permet de prendre en compte un choix, un (aiguillage) entre deux fonction. Une sélection ou un choix d'évolution entre plusieurs étapes ou séquences se présente, à partir d'une ou plusieurs étapes. Autant de transitions validées qu'il y a d'évolutions possibles (fig.IV.11) (fig.IV.12) .

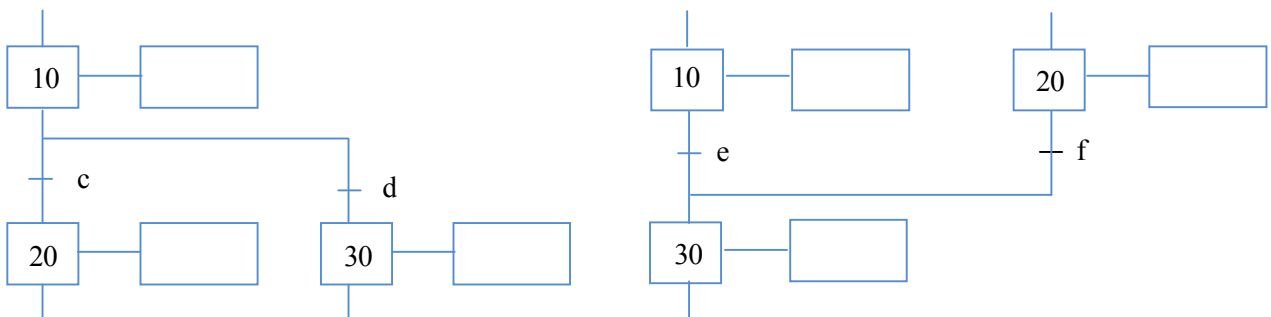


Figure .IV.11 : Transition en OU divergent. Figure .IV .12 : Transition en OU convergent.

#### IV.5.3.1.Séquences exclusives

Pour obtenir une sélection exclusive entre plusieurs évolutions possibles à partir d'une même étape, il est nécessaire de s'assurer que toutes les réceptivités associées aux transitions sont exclusives, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas être vraies simultanément, ( fig.IV.13 ) .

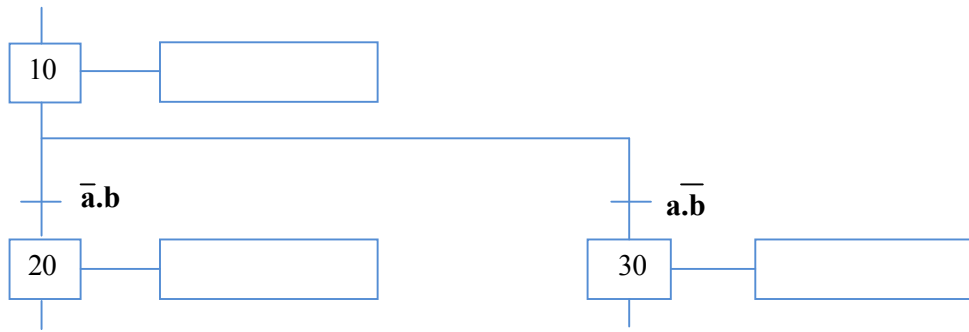


Figure .IV .13 : Une Séquences exclusives.

### IV.5.4.Saut d'étape

Saut d'étapes : permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à effectuer dans ces étapes deviennent inutiles ou sans objet, (fig.IV.14).

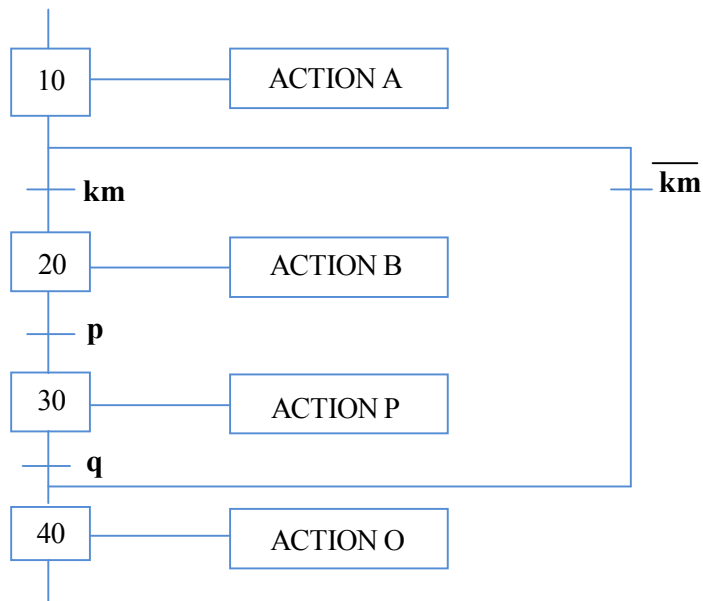
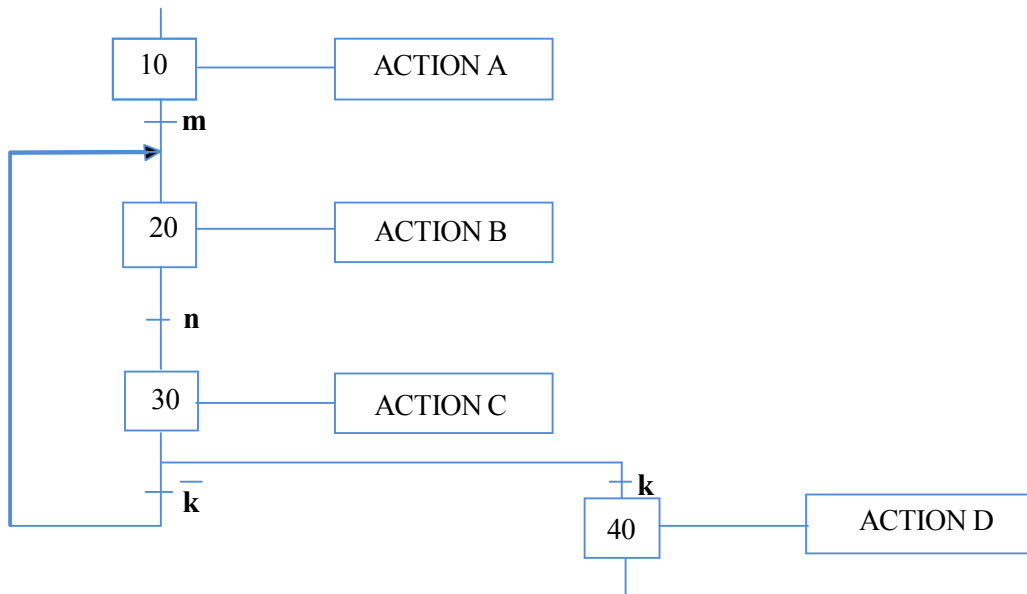


Figure .IV.14 : Saut d'étape.

### IV.5.5.Reprise de séquence

Reprise de séquence : permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue.

L'activation de l'étape 30 permet la reprise de la séquence 20-30 par la réceptivité  $Kc'$  tant que la réceptivité  $Kc$  n'est pas vraie, (fig.IV.15) .



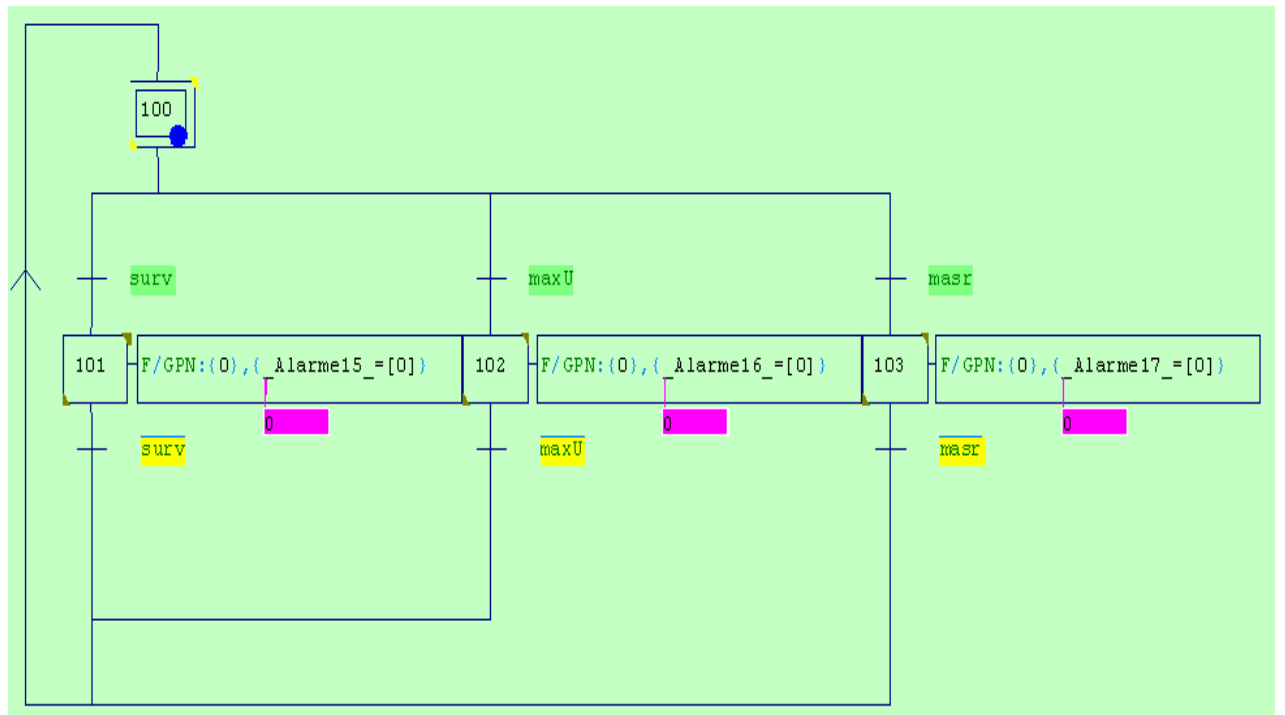
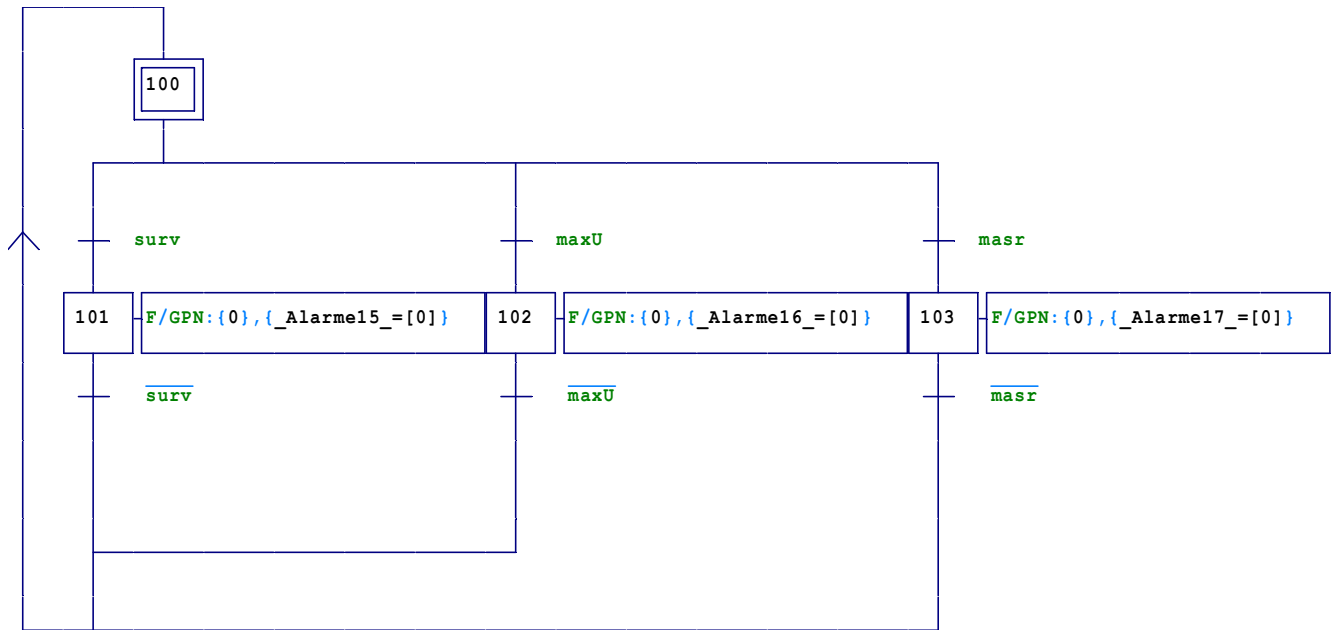
**Figure .IV .15 :** Reprise de séquence.

Le GRAFCET nous permettra de donner un logigramme de fonctionnement les groupes électrogènes est valable quelque soit le type de commande utilisé (câblée ou par automate programmable) ce qui montre l'utilité de ce langage .

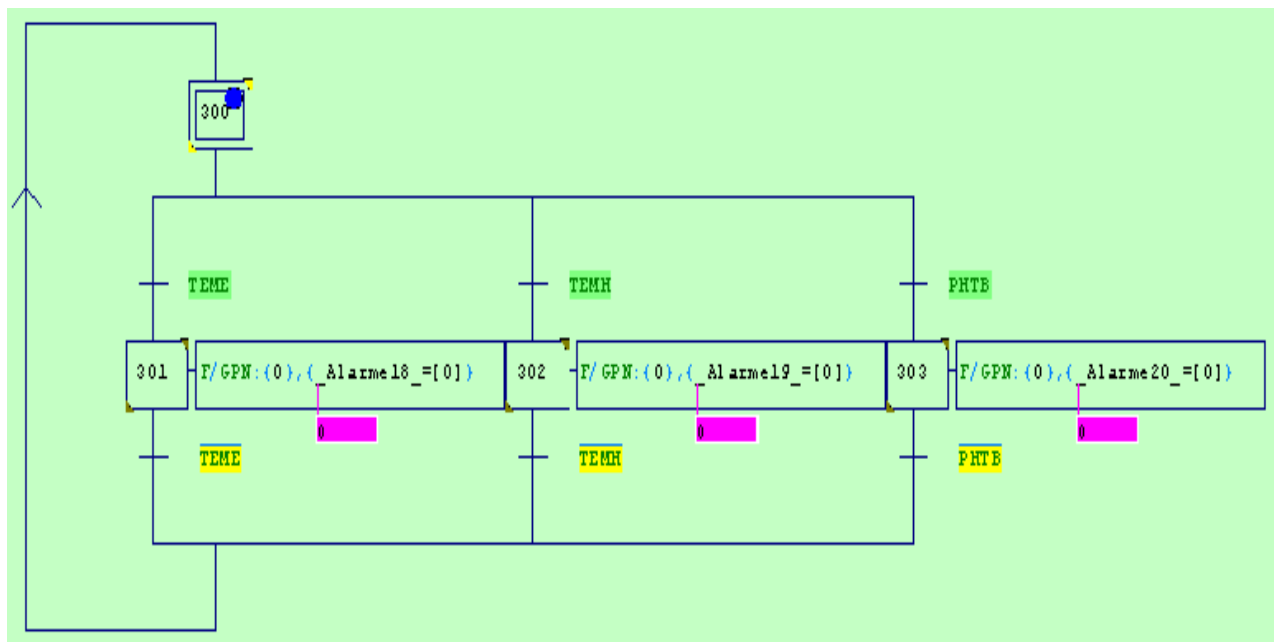
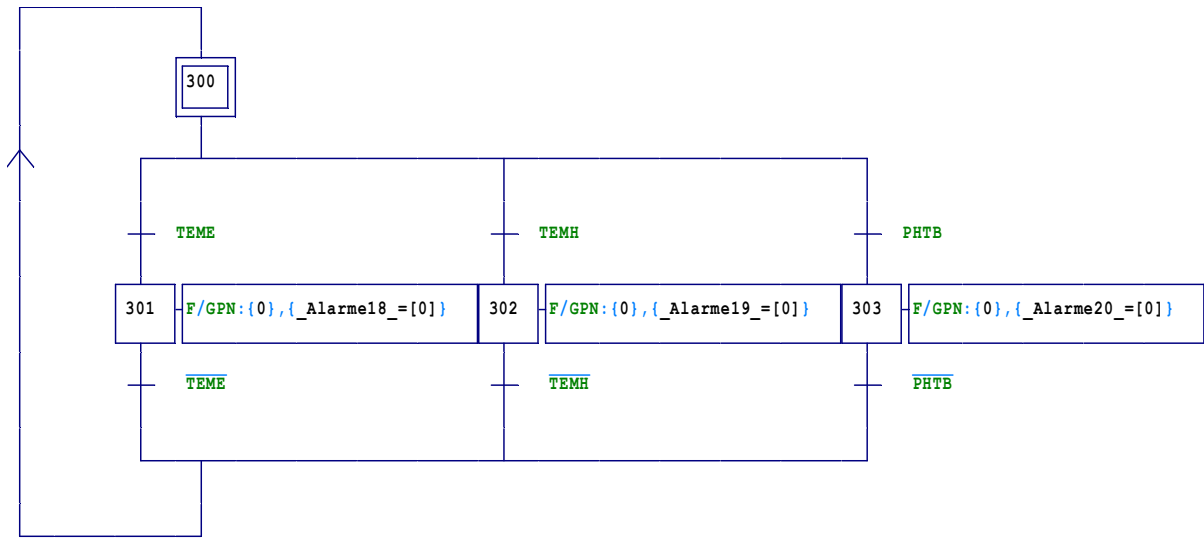
## IV.6.APLICATION D'UN GROUPE ELECTROGÈNE PAR LONGAGE GRAFCET

### IV.6.1.GRAFCET DE SECURETE (GS)

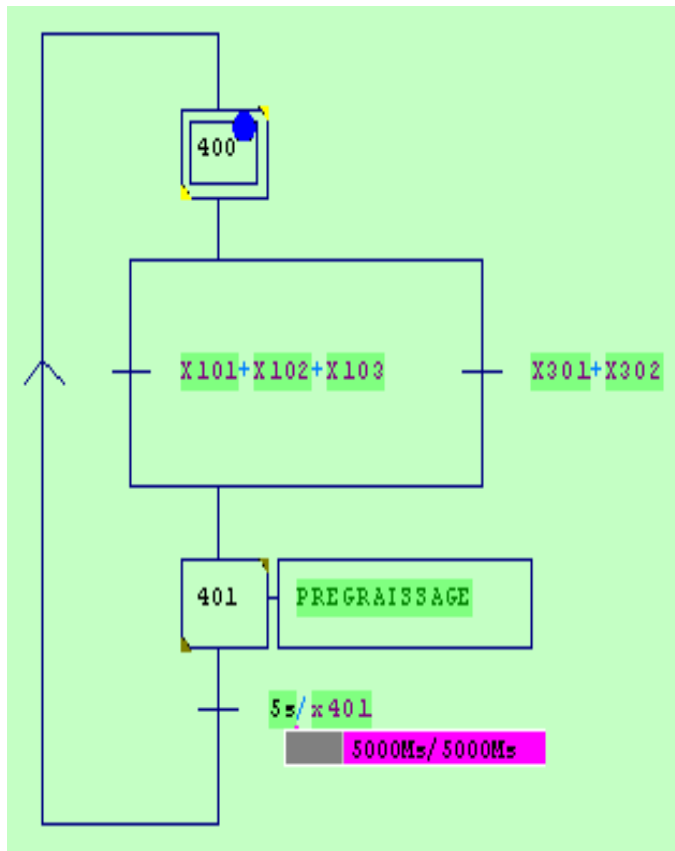
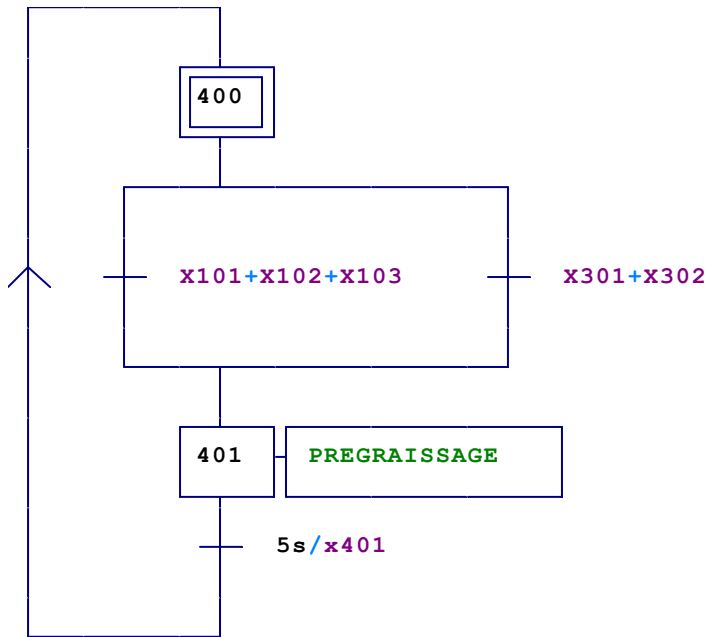
#### IV.6.1.1.SÉQUENCE "ARRÊT D'URGENCE"



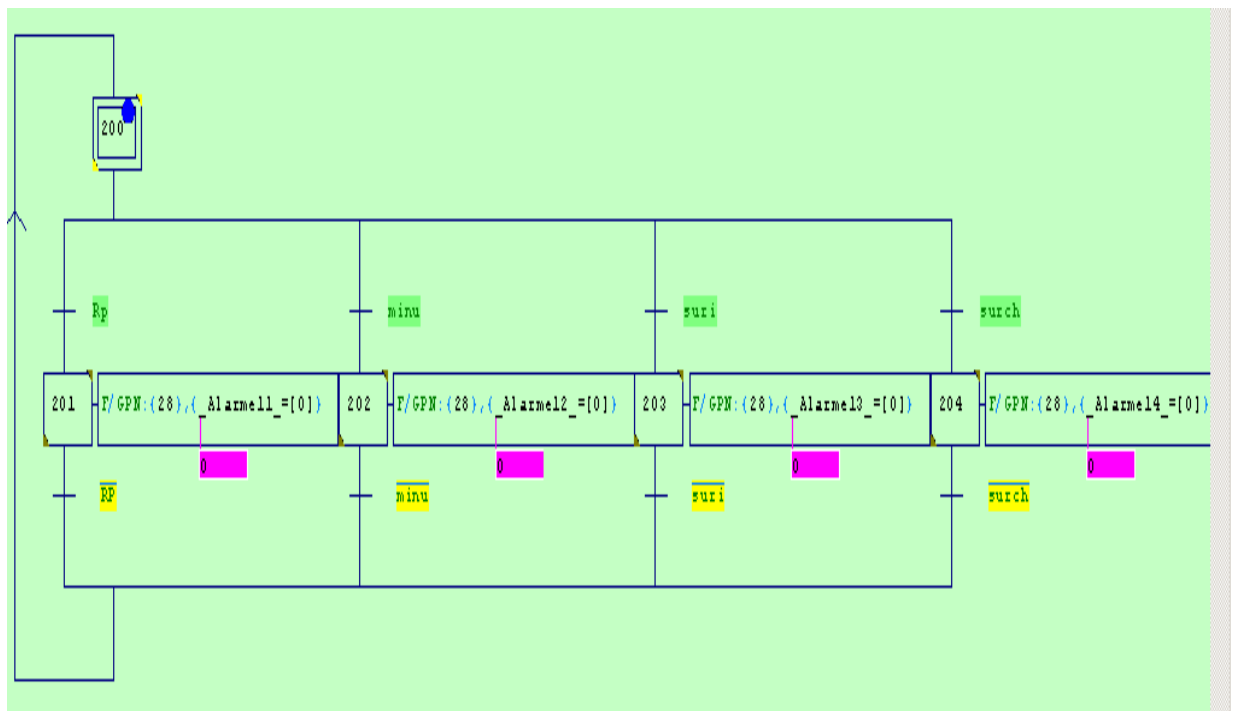
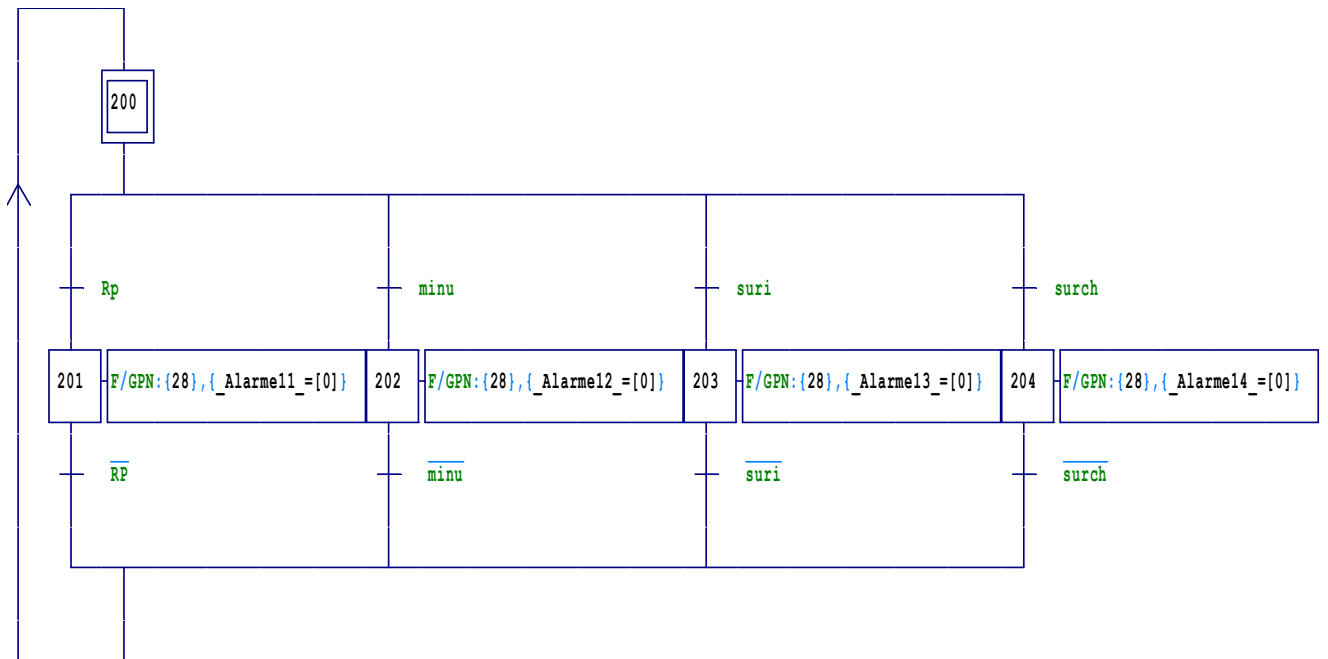
### IV.6.1.2.SÉQUENCE "ARRET NORMAL"



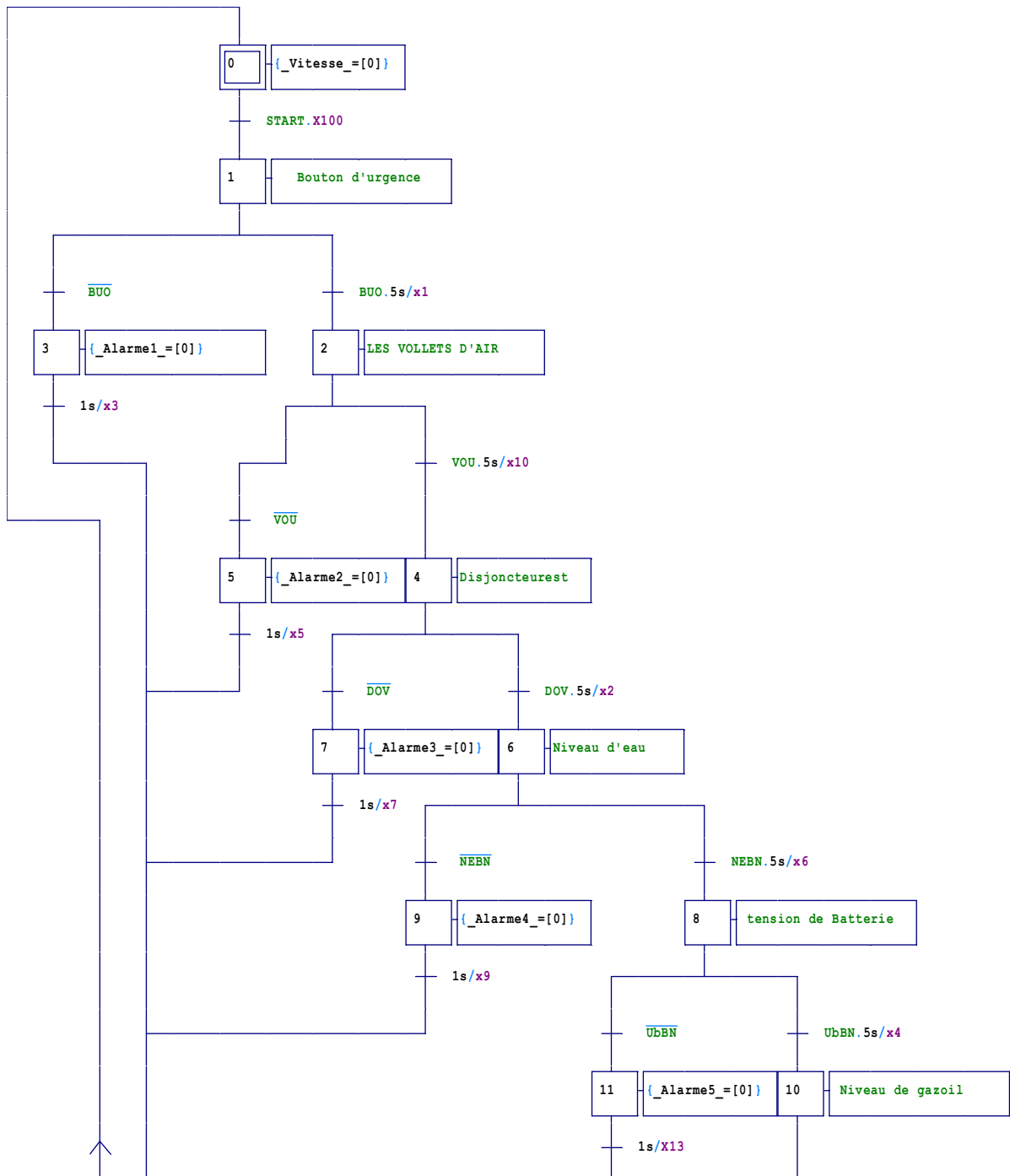
### IV.6.1.3.SÉQUENCE "PREGRAISSAGE TEMPORISEE"

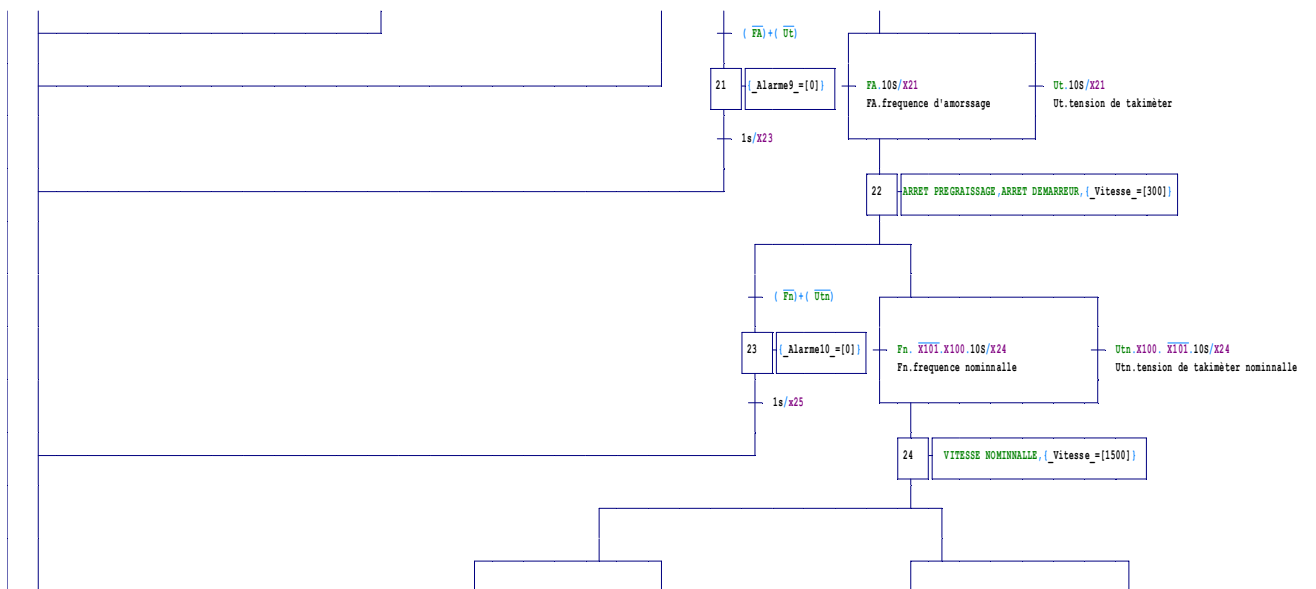
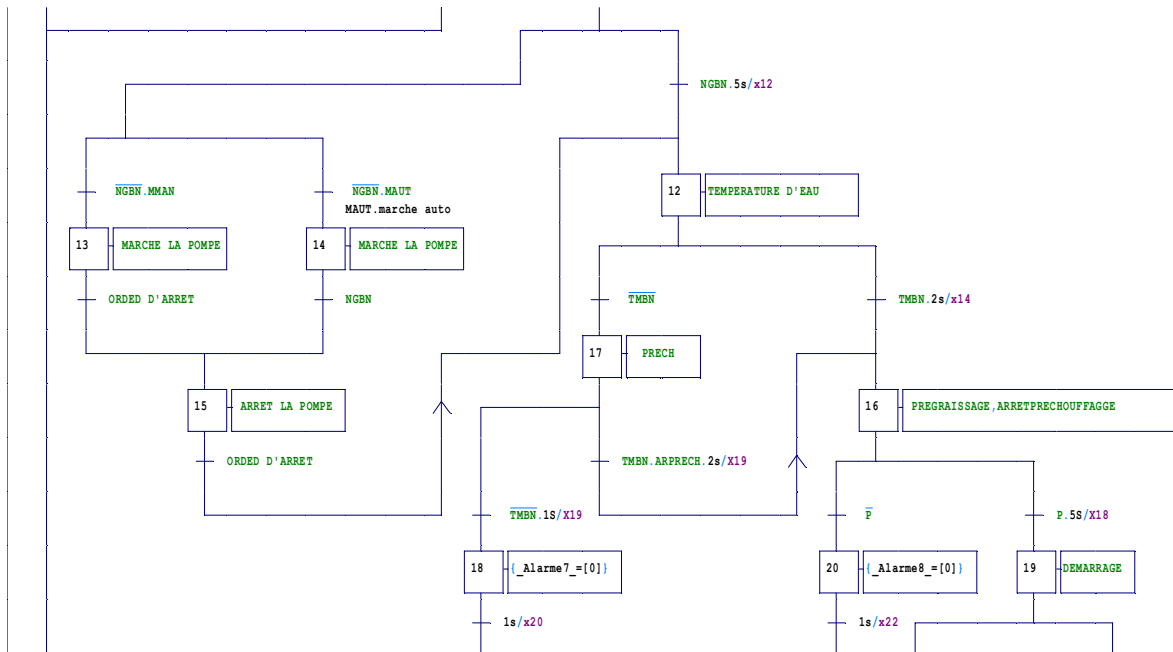


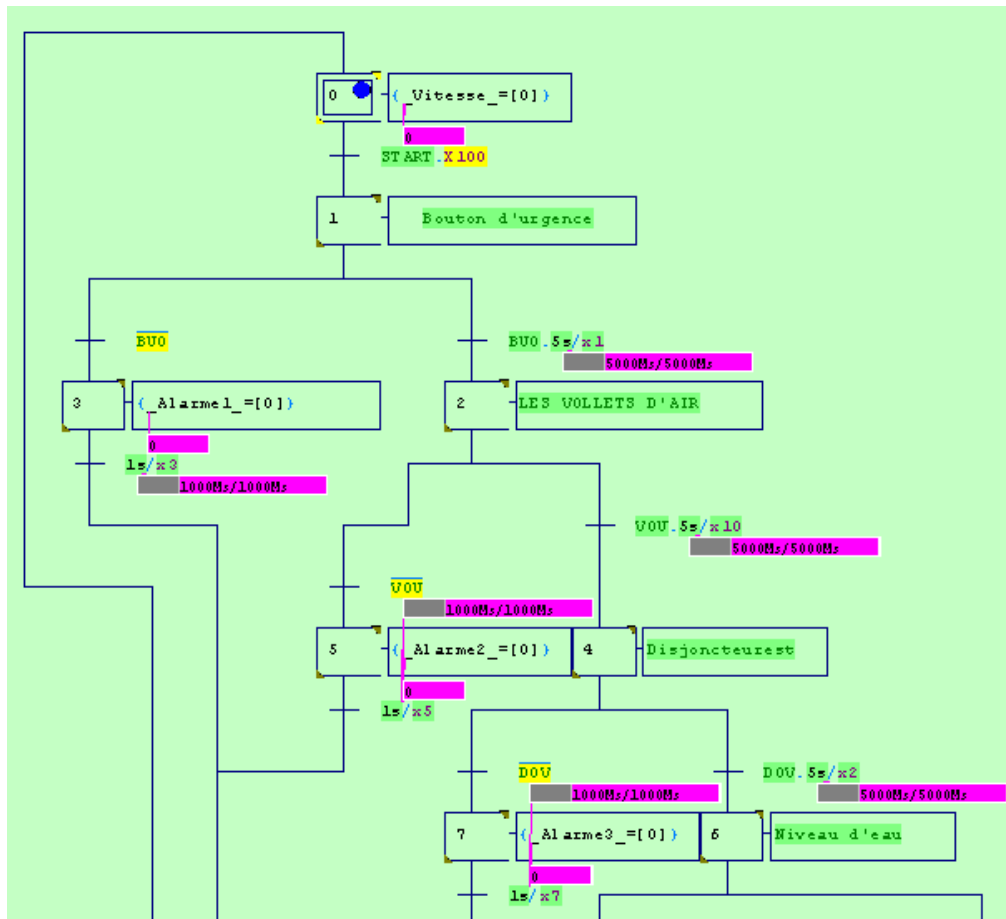
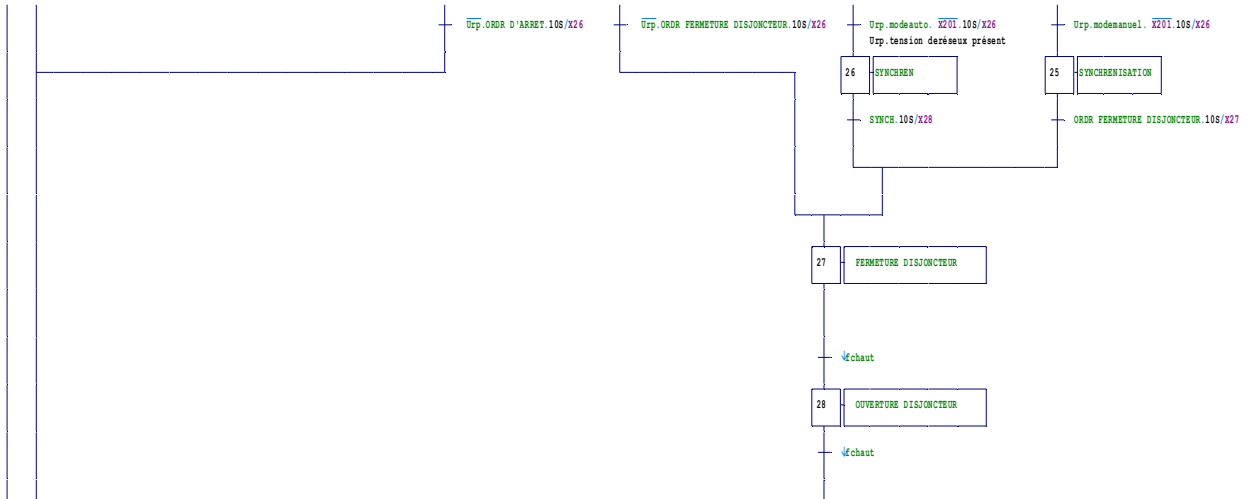
### IV.6.1.4.SÉQUENCE "OUVERTURE DISJONCTEUR"



IV.6.2.GRAFCET DE GLOBBLE







## IV.7. Programmation de L'API pour la mise en marche du Groupe

Pour piloter le groupe électrogène, nous allons réaliser un programme que nous allons implanter dans l'automate grâce au logiciel de conception de programmes de systèmes d'automatisation SIMATIC STEP7.

Dans cette partie, nous allons présenter le logiciel STEP7 et nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation.

## IV.8. Description du STEP7

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC S200, S300 et S400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation, La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP 7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile .

STEP 7 comporte les quatre sous logiciels de base suivants :

### a. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager :

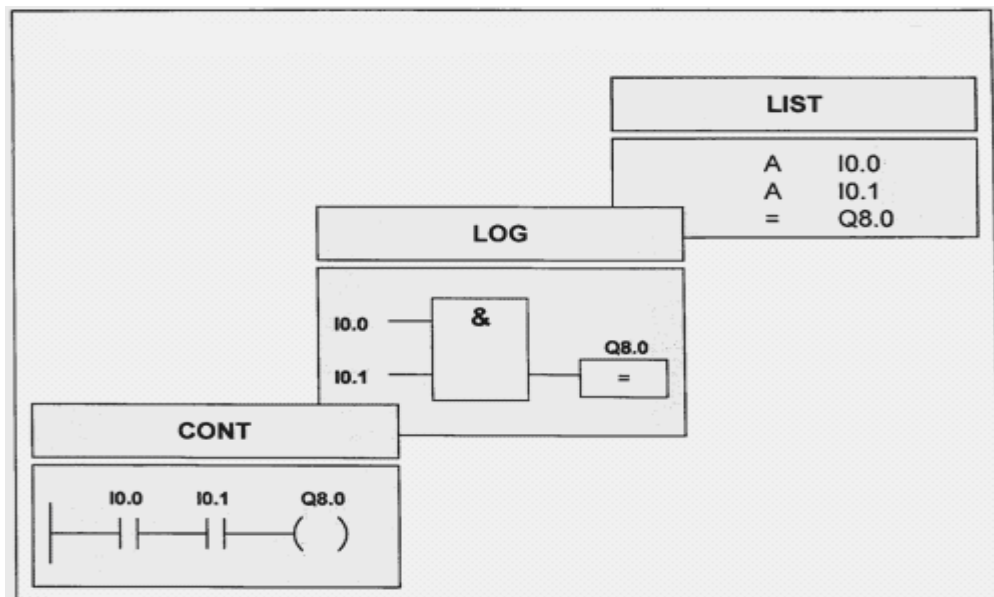


SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quelque soit le système cible (S7/M7/C7) sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

## b. Editeur de programme et les langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG ,font partie intégrante du logiciel de base.

- Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines .
- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme .
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques .



**Figure .IV. 16 :** mode de représentation des langages basiques de programmation STEP 7

## IV.9. Le langage CONT

C'est une suite de réseaux qui seront parcourus séquentiellement. Les entrées sont représentées par des interrupteurs -| |- (ou -|/|- si entrée inversée), les sorties par des bobines -( )- ou des bascules -(S)- -(R)-. Il y a également des opérations unaires (une entrée une sortie) : l'inverseur -|NOT|-, l'attente d'un front montant -(P)- ou descendant -(N)-. Les sorties sont obligatoirement à droite du réseau. On doit évidemment définir nos E/S, soit directement par leur code (E a.b / A a.b), ou avec leur nom en clair défini dans la table des mnémoniques (entrez le nom entre guillemets). On relie les éléments en série pour la fonction ET, en parallèle pour le OU. On peut utiliser des bits internes (peuvent servir en bobines et interrupteurs), comme on utilise dans une calculatrice une mémoire pour stocker un résultat intermédiaire (M a.b). On peut aussi introduire des éléments plus complexes, en particulier les opérations sur bits comme par exemple une bascule SR (priorité déclenchement), RS (priorité enclenchement), POS et NEG pour la détection de fronts... Dans le document en ligne « CONT pour S7 » on trouvera d'autres fonctions utiles, les compteurs, les tempos, à la rigueur le registre à décalage qui permettrait de gérer du séquentiel sans GRAFCET. On peut également utiliser des fonctions plus complexes (calculs sur mots par exemple), mais là je pense qu'il vaut mieux travailler en langage LIST. On trouve normalement dans la fenêtre « éléments de programme » l'ensemble des opérations existantes (si on ne l'a pas fermée, bien sûr, sinon choisir « affichage -> vues d'ensemble »).

Le programme est en général décomposé en plusieurs réseaux, par exemple un réseau par sortie (2 parties du schéma non reliées entre elles doivent être dans deux réseaux différents). Les réseaux sont exécutés séquentiellement.

## IV.10. Configuration du matériel

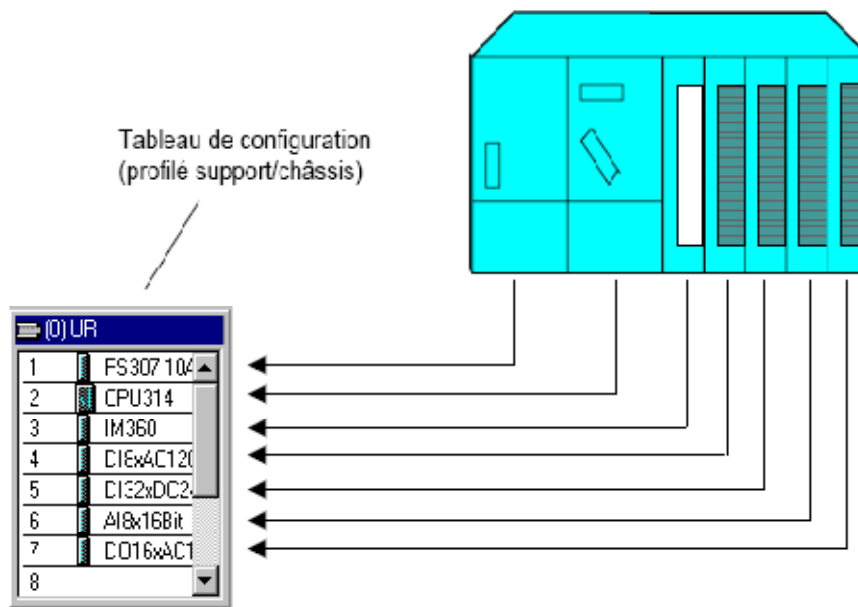
Au sens logiciel du terme, on entend par configuration l'organisation des modules dans une table de configuration.

A l'image de la réalité matérielle de notre S7-300, il s'agit de ranger les modules sur un châssis de façon virtuelle avec le logiciel step7. Nous pouvons choisir les modules dans un catalogue électronique et le reporter dans la table de configuration à l'endroit correspondant à leur emplacement sur le profilé support.

L'emplacement dans la table de configuration doit correspondre à l'emplacement réel sur profilé support.

Dans la table de configuration, step7 affecte automatiquement une adresse à chaque module.

Par paramétrage, on entend le fait de choisir et de fixer les propriétés et le comportement des modules paramétrables.

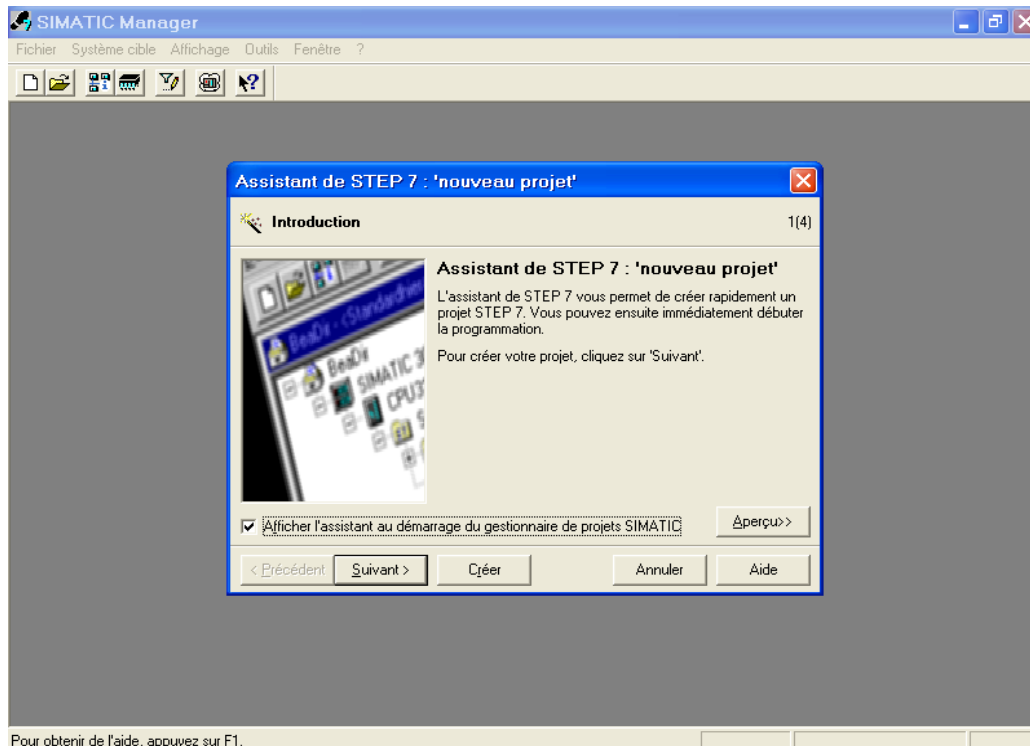


**Figure .IV.17 :** Configuration du matériel

## IV.11. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager

Le gestionnaire de projets SIMATIC Manager gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

Le schéma suivant représente la fenêtre qui apparaît à l'ouverture du SIMATIC Manager:



**Figure .IV.18 :** Fenêtre du SIMATIC manager.

### IV.11.1. Configuration du matériel HW Config

HW Config est utilisé pour configurer et paramétrer le support matériel dans un projet d'automatisation.

### IV.11.2. Editeur de mnémoniques

Il permet la gestion de toutes les variables globales. En effet, il définit des désignations symboliques et des commentaires pour les signaux du processus (Entrées/Sorties), les mémentos, les blocs de données, les temporisations et les compteurs.

La table des mnémoniques qui en résulte est mise à disposition de toutes les applications.

La modification de l'un des paramètres d'un mnémonique est de ce fait reconnue automatiquement par toutes les applications.

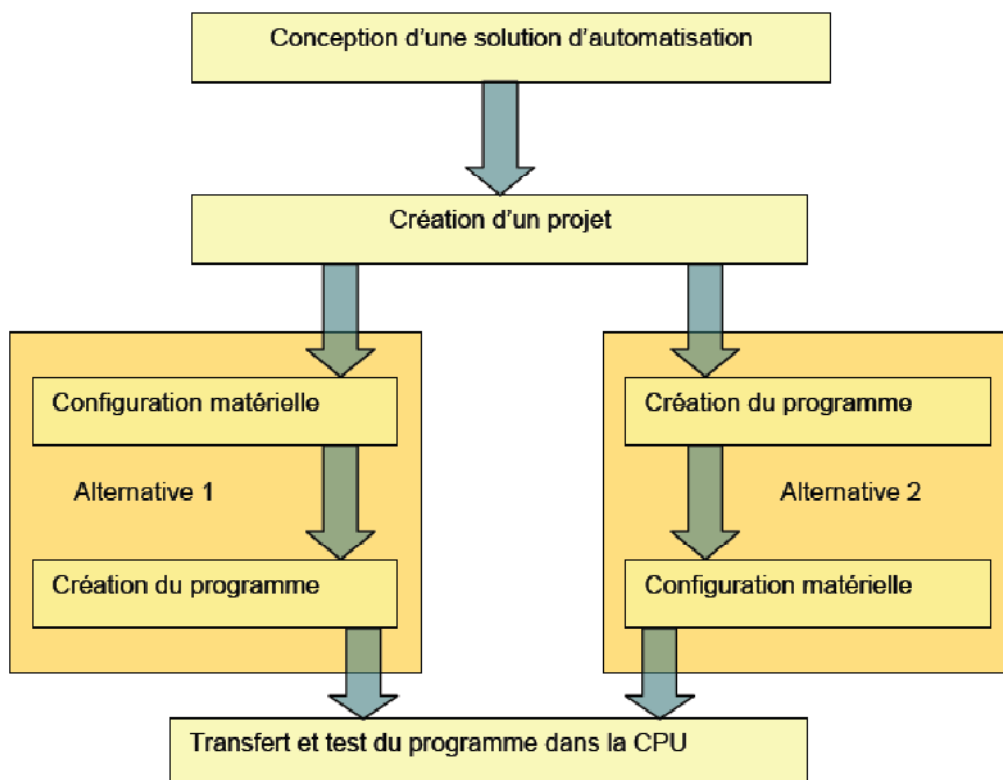
### IV.11.3. Editeur de programme

Les langages de base proposés sont :

- ✓ Le schéma à contact (CONT), langage graphique similaire aux schémas de circuits à relais, il permet de suivre facilement le trajet du courant.
- ✓ La liste d'instruction (LIST), langage textuel de bas niveau, à une instruction par ligne, similaire au langage assembleur.
- ✓ Le logigramme (LOG), langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de BOOLE pour représenter les opérations logiques.
- ✓ L'éditeur de programmes permet aussi la visualisation et forçage de variables,

### IV.12. PREMIER PAS VERS STEP7

Pour concevoir un projet avec STEP7, il existe 2 approches :



**Figure .IV.19:** Organigramme pour la création de projets sous

Il faut noter que pour un système contenant beaucoup de variables, la seconde alternative n'est pas très pratique.

Nous optons donc pour la première approche.

## IV.13. Création du projet avec STEP7

Pour créer un projet avec STEP 7, on peut lancer l'assistant de création de projet de STEP7, ou créer directement un projet que l'on configurera soi-même.

### IV.13.1. Utilisation de l'assistant de création de projets

Par défaut l'assistant de création de projets apparaît à chaque démarrage du SIMATIC Manager, si ce n'est pas le cas, son lancement se fait en passant par le menu Fichier>Assistante Nouveau projet'. Cet assistant permet de créer avec une interface simple.

Les étapes à suivre sont les suivantes :

#### ***Etape 1 :***

Cliquer sur le bouton « suivant »

#### ***Etape 2 :***

- Il faut choisir la CPU utilisée pour le projet, la liste contient normalement toutes les CPU supportées par la version de STEP7 utilisée.
- Dans le champ « Nom de CPU », il faut donner un nom à la CPU. Cela peut
- S'avérer utile dans le cas où l'on utilise plusieurs CPU dans un même projet.
- Il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU. Si on utilise une seule CPU
- La valeur par défaut est 2.
- Cliquer sur suivant.

#### ***❖ Remarque :***

Lors de la sélection de la CPU une brève description est disponible dans la petite fenêtre à côté du choix de l'adresse MPI.

#### ***Etape 3 :***

Cet écran permet d'insérer des blocs. Ces blocs seront décrits plus loin.

- Pour commencer on se contentera de OB1 seulement qui est le bloc principal (Équivalent du MAIN pour le langage C).
- On doit aussi choisir un langage de programmation parmi les trois proposés (LISTE, CONT ou LOG).
- Cliquer sur suivant.

**Etape 4 :**

Nommer le projet et cliquer sur créer. Le projet est maintenant créé, on peut voir arborescence à gauche de la fenêtre Qui s'est ouverte.

**IV.13.2.Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projet**

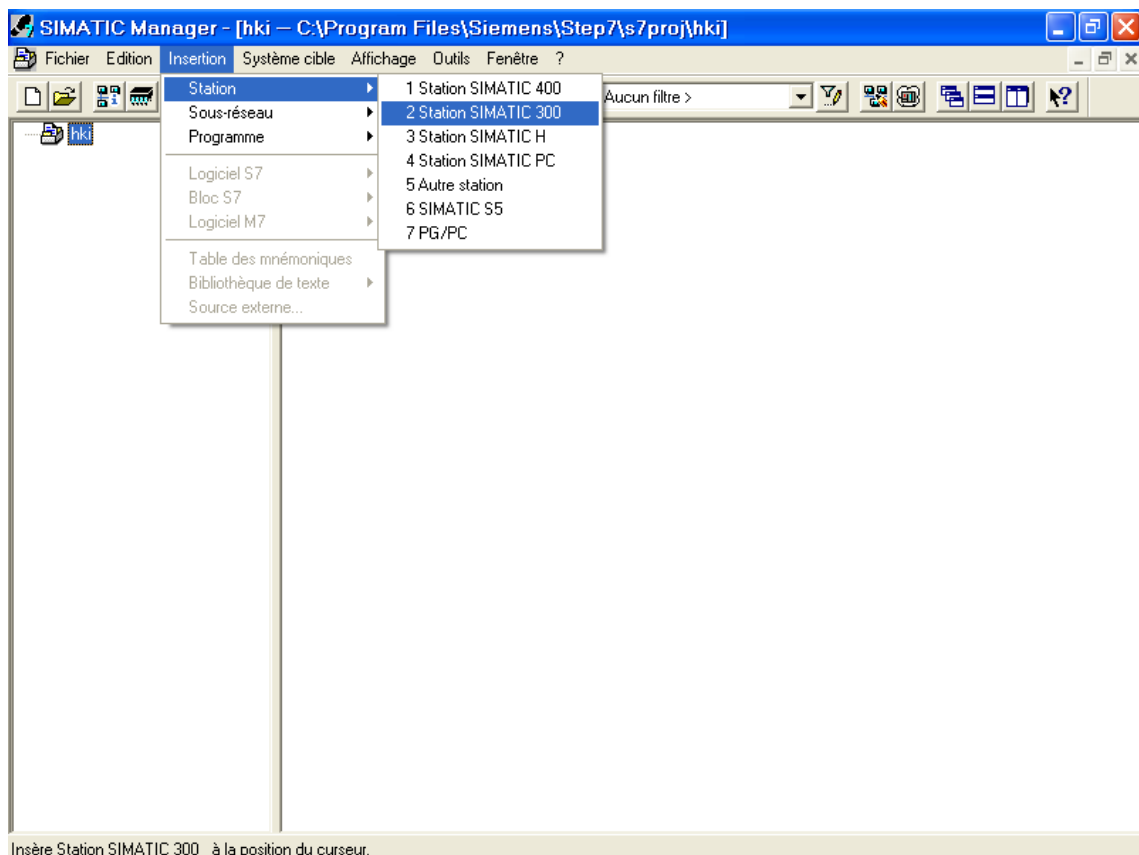
Cette méthode est un peu plus compliquée, mais permet de mieux gérer le projet.

Dans la fenêtre SIMATIC Manager, cliquer sur Fichier>Nouveau (ou encore CTRL+N), une fenêtre demandant un nom de projet s'ouvre.

Il faut donc donner un nom au projet puis valider par OK.

La fenêtre du projet s'ouvre. Le projet est vide, il faut lui insérer une station SIMATIC, cela est possible en cliquant sur le projet avec le bouton droit puis Insérer un nouvel objet >station SIMATIC 300.

La station SIMATIC n'est toujours pas configurée, il faut passer à l'étape de configuration matérielle.



**Figure .IV.20:** Création d'un projet sans l'assistant

### IV.13.3. Configuration matérielle

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de reproduire à l'identique le système utilisé (alimentation, CPU, modules etc....). Pour effectuer cette configuration, il faut aller sur l'icône Station SIMATIC300, sur la fenêtre de droite s'affichent deux icônes : « Matériel » et le nom de la CPU.

il faut ouvrir l'icône matériel : la fenêtre HW Config s'ouvre.

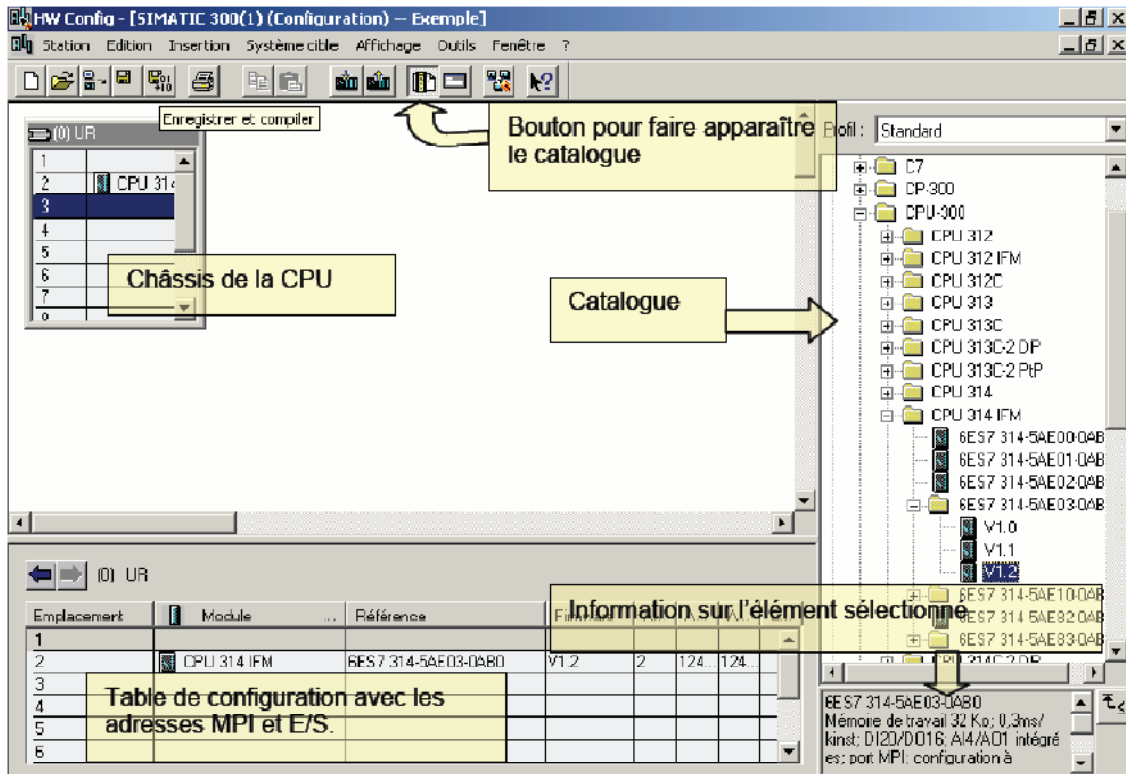


Figure .IV.21: Configuration du matériel.

Nous avons tout d'abord besoin d'un châssis ou RACK puis d'une alimentation. Dans le catalogue ouvrir le dossier PS-300 qui se trouve dans SIMATIC-300 puis choisir un modèle PS 307 2A.

Pour l'installer sur le châssis, sélectionner l'emplacement 1 à l'aide de la souris, puis double-cliquer sur l'alimentation.

On peut de la même manière insérer des composants sur le châssis en fonction de la configuration réelle.

Dans notre cas, l'insertion de la CPU S7 314 IFM de référence 6ES7314-5EA03-0AB0 se fera dans l'emplacement 2.

Le paramétrage de la CPU, à l'aide de menu, permet de définir des caractéristique, telles que : le comportement à la mise en route, la surveillance du temps de cycle ainsi que l'activation et la désactivation des plages de rémanences et les fonctions intégrées, ces données sont enregistrées dans les blocs de données systèmes.

Le paramétrage des modules est réalisé automatiquement au démarrage de la CPU. Ainsi, le remplacement d'un module est ainsi possible sans nouveau paramétrage

A la fin de la configuration, il suffit de cliquer sur Station>Enregistrer et compiler pour valider les changements apportés au châssis. De cette manière les changements seront pris en compte dans le reste du projet.

#### IV.13.4.Définition des mnémoniques

Il faut définir les variables qui vont être utilisées lors des étapes de programmation. L'utilisation de noms communs est plus aisée que la manipulation de chiffres (ex : utiliser « moteur » au lieu du bit de sortie A0.0). Pour accéder à la table des mnémoniques : cliquer sur le dossier programme dans la fenêtre du projet, puis sur l'icône mnémoniques. L'utilisation de cette table consiste à :

- Donner un nom à la mnémonique dans la première colonne.
- Donner la variable associée à cette mnémonique dans la seconde colonne.
- Le type de la donnée est automatiquement généré par STEP 7.
- Ecrire éventuellement un commentaire dans la colonne prévu à cet effet.

Après avoir défini toutes les mnémoniques, il suffit d'enregistrer pour que les changements soient pris en compte dans le reste du projet.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de don	Commentaire
1	A	E 124.1	BOOL	Détecteur A
2	B	E 124.2	BOOL	Détecteur B
3	C	E 124.3	BOOL	Détecteur C
4	COMPLETE RESTART	OB 100	OB 100	Complete Restart
5	D	E 124.4	BOOL	Détecteur D
6	FB1OK	A 125.5	BOOL	Sortie signalant le bon fonctionnement du bloc de fonct...
7	M	E 124.0	BOOL	Bouton de mise en marche du système
8	M1	A 125.0	BOOL	Sortie de commande du moteur M1
9	M2	A 125.1	BOOL	Sortie de commande du moteur M2
10	SENS	A 125.4	BOOL	Sortie commandant le sens de rotation des moteurs
11	TEMPO1	A 125.2	BOOL	Sortie indiquant l'état de la première temporisation
12	TEMPO2	A 125.3	BOOL	Sortie indiquant l'état de la seconde temporisation
13				

Figure .IV.22: La fenêtre d'édition de mnémoniques

Si on a besoin d'insérer de nouveaux objets dans le projet (ex : d'autres blocs de programme) il suffit de cliquer avec le bouton droit de la souris sur le dossier ou l'on veut ajouter l'objet puis insérer nouvel objet, et dans le menu sélectionner l'objet voulu.

#### IV.14. Organisation D'un Programme Utilisateur

Le logiciel de base STEP 7, permet de structurer le programme utilisateur.

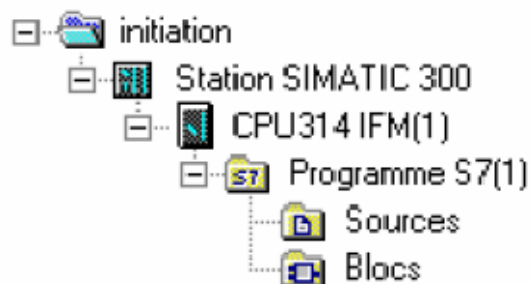
Cette structuration est réalisée par la subdivision du programme en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

- Ecrire des programmes importants et clairs.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplifier l'organisation du programme.
- Modifier facilement le programme.
- Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section par section.
- Faciliter la mise en service.

##### IV.14.1. Hiérarchisation dans un projet

Chaque programme utilisateur est structuré sous forme de projet. Un projet représente l'ensemble des données et programmes d'une solution d'automatisation et se trouve à la tête d'une hiérarchie d'objets qui sont :

- objet projet.
- objet station.
- objet Modules programmables.
- objet Programme S7/M7.
- objet dossier Sources.
- objet dossier Blocs.



#### **IV.14.1.1.Objet station**

Une station SIMATIC 300/400 représente une configuration matérielle S7. Elle comporte un plusieurs modules programmable.

#### **IV.14.1.2.Objet modules programmables**

Représente les données de paramétrage d'un module comme les CPU et les modules fonctionnels.

#### **IV.14.1.3.Objet programme S7/M7**

Un programme (S7/M7) est un dossier contenant les logiciels pour les modules programmable. Dans un programme S7/M7 figure déjà :

Une table de mnémoniques, un dossier « Blocs » et un dossier « Sources ».

#### **IV.14.1.4.Objet dossier sources**

Il contient les programmes source sous forme de texte. On peut saisir une partie ou tout le programme sous forme de source que l'on compilera ensuite en blocs. Les avantages de la création de programme sous forme de source sont :

- La possibilité de programmer plusieurs blocs dans une même source.
- L'avantage d'enregistrer la source malgré la présence éventuelle d'erreurs de syntaxe, ce qui n'est pas possible lors de la création de blocs de code avec vérification de syntaxe.

Cela signifie que les erreurs de syntaxe ne seront signalées que lors de la compilation de la source.

Elle peut être créée et traitée avec le choix de l'éditeur ASCII, puis importée et compilée en blocs individuels.

La compilation entraîne la génération des différents blocs et leur sauvegarde dans le programme utilisateur S7.

La source doit être écrite en utilisant la syntaxe du langage de programmation « liste d'instructions (LIST) », et nécessite par conséquent l'application de règles précises.

#### **IV.14.1.5.Objet dossier Blocs:**

Le dossier Blocs contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation.

Il englobe les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes qu'on doit charger dans la CPU, et les blocs de données (DB d'instance et DB globaux) qui contiennent les paramètres du programme.

### **a) Les blocs d'organisation (OB)**

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique et déclenché par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

On peut programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU.

Le bloc d'organisation **OB1** est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il représente le programme principal (MAIN dans le langage C). En effet, c'est le programme appelé cycliquement par le système d'exploitation. Les autres blocs, existant dans le projet seront exécutés à leur appel par l'**OB1**.

### **b) Les blocs fonctionnels (FB)**

C'est un sous programme écrit par l'utilisateur, il facilite la programmation de fonctions complexes souvent utilisées. Il exécute par l'appel d'autre bloc de code. Un bloc de données d'instance, qui constitue sa mémoire, lui est associé. Ce dernier contient les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques.

### **c) Le bloc fonctionnel système (SFB)**

C'est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7. Les SFB font partie du système d'exploitation, par conséquent, ils ne sont pas chargés en tant que partie du programme. Comme les FB, les SFB sont des blocs avec mémoire. On doit donc également créer pour les SFB des blocs de données d'instance que l'on charge dans la CPU en tant que partie du programme. Ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées de la CPU 314 IFM, comme ils peuvent être utilisés pour la communication via des liaisons configurées.

### **d) Les fonctions (FC)**

Elle contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées, comme le renvoi d'une valeur au bloc appelant. Elle est sans mémoire et contient uniquement des variables temporaires qui sont sauvegardées dans la pile de données locales et perdues à l'achèvement de cette fonction. Mais elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

### e) La fonction système (SFC)

C'est une fonction intégrée dans la CPU S7, pré-programmée et testée. Elle est appelée à partir du programme. Comme ces fonctions font partie du système d'exploitation, elles ne sont pas chargées en tant partie du programme. Comme les FC, les SFC constituent des blocs sans mémoire. Parmi les fonctionnalités qu'elles proposent : Le contrôle du programme, la gestion des alarmes horaires et temporisées, la mise à jour de la mémoire image du processus, l'adressage de modules et la création de messages relatifs aux blocs.

### f) Les blocs de données d'instance (DB d'instance)

Associé à chaque bloc fonctionnel, il contient les paramètres effectifs et les données statiques du FB. On peut utiliser plusieurs DB pour un même FB ; par exemple, un FB pour la commande de plusieurs moteurs, les données de chaque moteur sont sauvegardées dans différents DB.

### g) Les blocs de données globaux (DB)

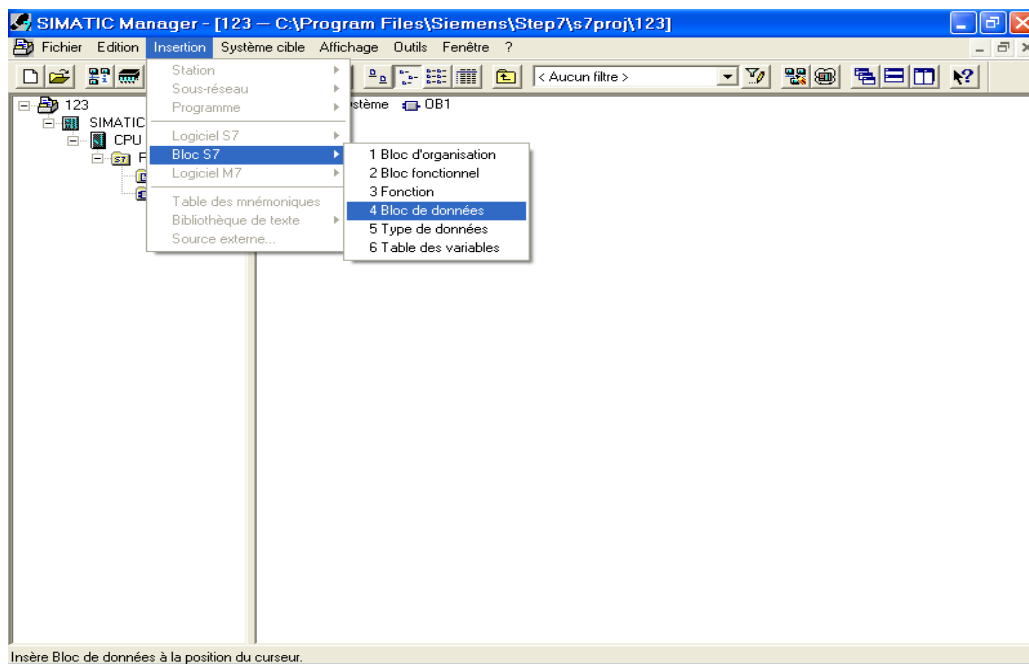
A l'opposé des DB d'instance qui ne sont associés qu'au blocs fonctionnels, les DB globaux servent à l'enregistrement de données utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs de code.

### Remarque :

A l'appel d'un FB, le DB d'instance lui correspondant est automatiquement généré une fois qu'il est inséré à son emplacement. Mais si on veut créer un bloc de données à partir du dossier bloc, on procède comme suit :

- On clique avec le bouton droit de la souris, puis sur Insérer un nouvel objet>Bloc de données
- Ou Dans la fenêtre SIMATIC Manager, on clique sur le menu Insertion> BlocS7>bloc de données.

Dans les deux cas, le type du bloc de données sera demandé (DB d'instance ou DB global)



**Figure .IV.23:** Création de blocs de données

## IV.15.S7-PLCSIM

### IV.15.1.Test du logiciel sans CPU

Les systèmes de simulation peuvent offrir une aide efficace au développement de programmes et, par la suite, à leur utilisation en production. En automatisation, la simulation de l'environnement de test, automate et processus compris, écourte par exemple les temps de mise en service et réduit ainsi les coûts. La détection précoce des erreurs de programmation et l'optimisation préalable des parties de programme concourent à la fourniture sur le site de programmes débogués, prêts à l'emploi. Après modification, le programme pourra être testé avant d'être rechargé dans l'API de l'installation.

### IV.15.2.Domaine d'application

S7-PLCSIM fournit un environnement d'installation simulé pour le test fonctionnel des blocs et programmes utilisateur destinés au S7-300 et au S7-400 sur la console PG ou le PC que vous soyez ou non connecté à un matériel cible (CPU, modules de signaux, etc).

Les accès en ligne et les fonctions de test des outils de programmation sont possibles comme avec une CPU réelle. Le programme peut donc être entièrement testé au laboratoire de développement.

### IV.15.3.Fonction

S7-PLCSIM exécute le programme utilisateur comme une CPU réelle (fonctions spéciales telles que sécurité uniquement sous certaines conditions).

Durant l'exécution du programme, différentes valeurs du processus peuvent être visualisées et modifiées à travers une simple interface utilisateur (par ex. activation/désactivation d'entrées/sorties).

### IV.15.4.Le simulateur des programmes PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation.

La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux).

L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs. S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

## IV.16.Programmation en STEP7 du Groupe 12v 660kVA

Dans ce chapitre, on va essayer d'exploiter les informations que nous avons déjà connues dans les chapitres précédents pour automatiser le bras manipulateur avec l'automate programmable S7 300, en utilisant le logiciel STEP 7 pour la programmation, et le logiciel PLCSIM pour la simulation.

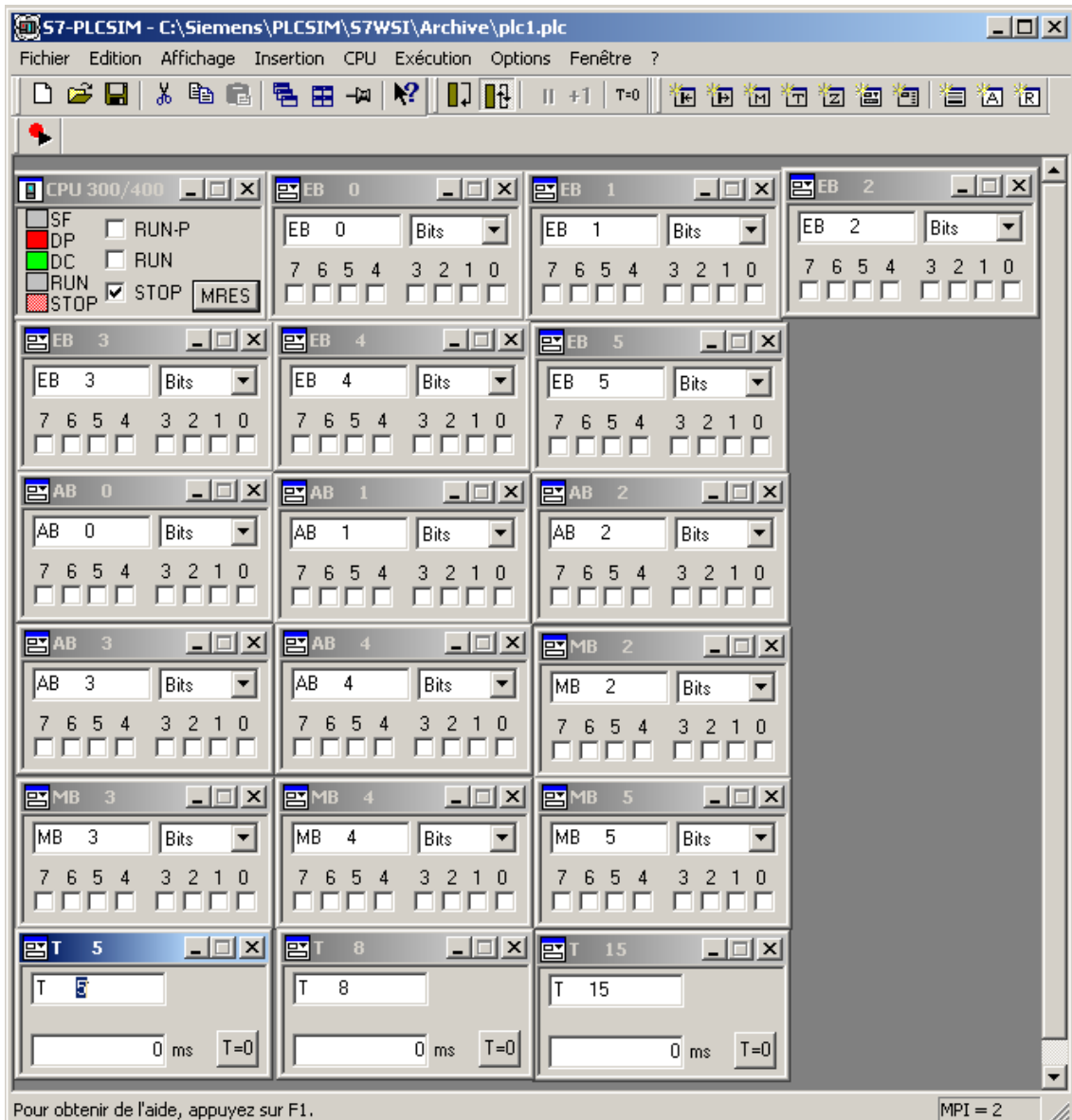


Figure .IV.24: fenêtre de simulateur PLC-SIM

### IV.17. Création d'un projet avec STEP7

Le logiciel SIMATIC Manager , nous permet de créer de nouveaux projet à l'aide de L'assistant selon la (fig.IV.25).

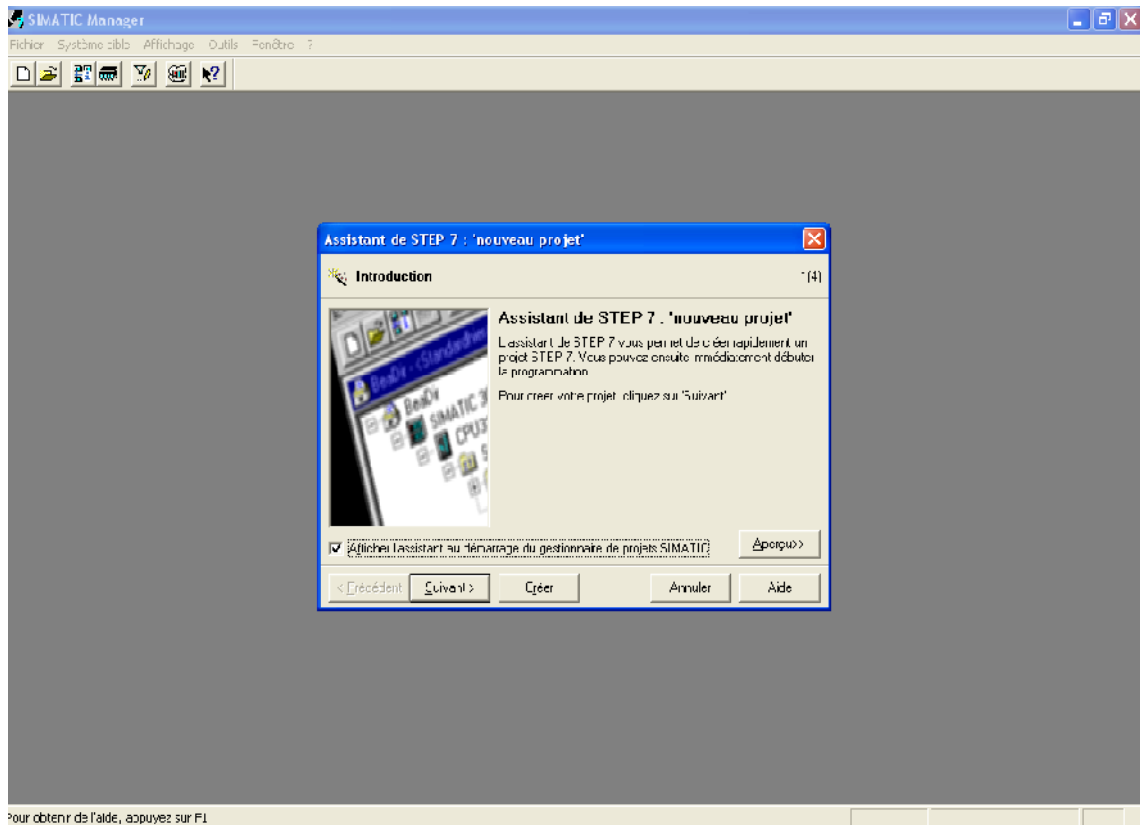


Figure .IV.25 : assistant nouveau projet

Dans notre projet on choisi le langage de programmation à contacte , c'est le langage le plus utilisé par les automaticiens .

Les étapes précédentes nous permettent d'obtenir une nouvelle fenêtre qui porte le nom de notre projet (fig.IV.26).

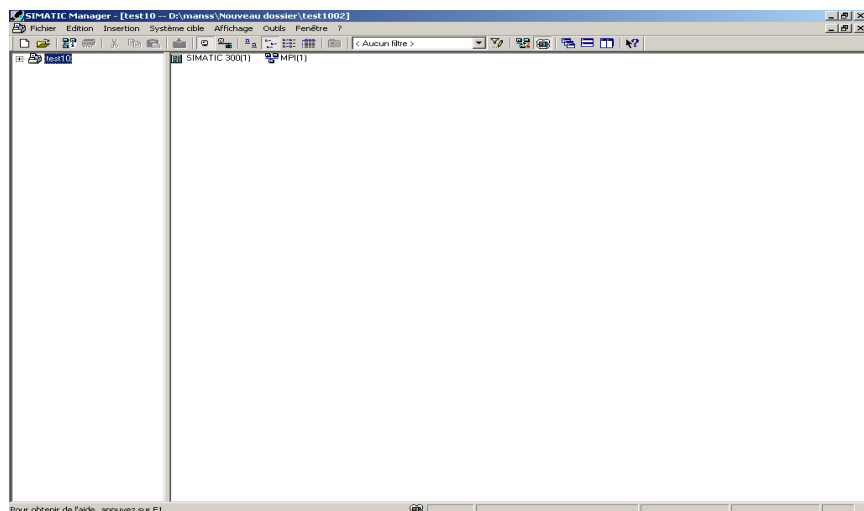


Figure .IV.26 : vue des composants d'un projet

### IV.18. Configuration matérielle

La fenêtre de projet est partagée en deux volets comme l'indique la figure .le volet gauche représente l'arborescence du projet .celui du droite affiche le contenu de l'objet sélectionné dans le volet gauche . la sélection de la bras manipulateur nous engage à la configuration de notre matériel physique à l'aide du logiciel de configuration – HW config- , ce dernier nous permet de choisir des matériels de l'application .

Dans la fenêtre de configuration de matériel ,il apparaît plusieurs cases dont à la première case on choisi l'alimentation – PS307 2A- , a la deuxième case on met le processeur –CPU314IFM et dans les autre emplacements on choisi les modules des signaux – DI,DO

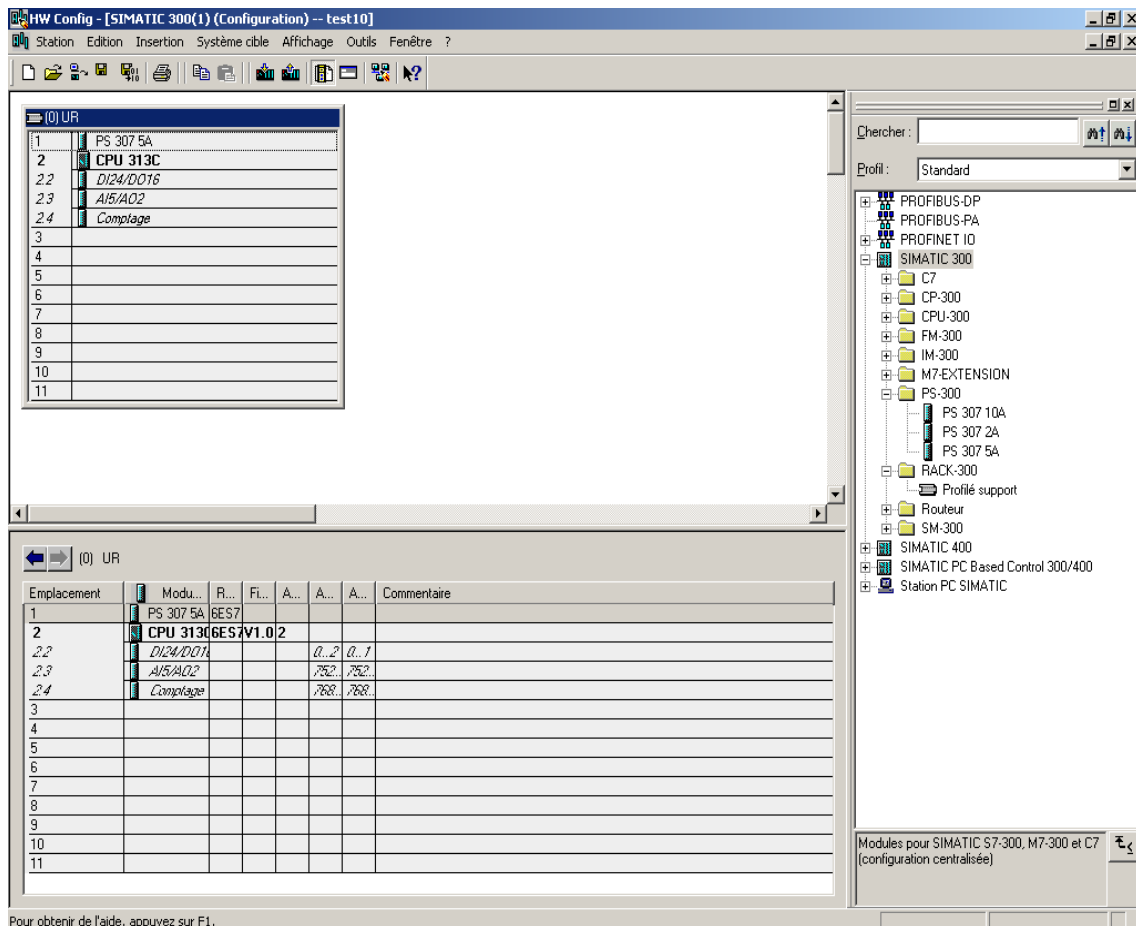


Figure .IV.27 :configuration matériel(Modules)

### IV.19.Création du programme

Pour créer un programme avec STEP7 nous avons besoin de déclarer les entrées , les sorties Et les mémotos utilisées dans notre projet .

	Etat	Mnémonique	Opéran	Type de d	Commentaire
1		CONTAG_PRE	A 0.0	BOOL	LA POMPE DE PREGRAISSAGE ALLUME
2		RESIS_PRECHO	A 0.1	BOOL	RESISTANCE PRECHAUFFAGE ET ALARME
3		DEMARRAGE	A 0.2	BOOL	DEMARRAGE DE MOTEUR
4		CUP_DEM	A 0.3	BOOL	MARCHE DEMARREUR
5		ARE_PRE	A 0.4	BOOL	ARRET PREGRESSAGE
6		F_DJ	A 0.6	BOOL	FERMETUR DISJONCTEUR
7		AREE_M	A 0.7	BOOL	ARRET MOTEUR
8		PRE_T	A 1.0	BOOL	PROGRAISSAGE TEMPERISEE
9		OU_DJ	A 1.1	BOOL	OUVERTURE DISJONCTEUR ALTERNATEUR
10		Alarme_1	A 1.2	BOOL	DEFAULT 01 "BOUTON D'ARRET D'URGENCE EST ACTIF"
11		Alarme_2	A 1.3	BOOL	DEFAULT 02 "LES VOLETS DE FERMETURE RAPIDE SONT FERMEE"
12		Alarme_3	A 1.4	BOOL	DEFAULT 03 "DISJONCTEUR ALTERNATEUR EST FERMEE"
13		Alarme_4	A 1.5	BOOL	DEFAULT 04 "TENSION DE BATTERIE NEST PAS BONNE"
14		Alarme_5	A 1.6	BOOL	DEFAULT 05 "NIVEAU D'EAU BAS "
15		Alarme_6	A 1.7	BOOL	SIGNALISATION DE MANQUE DU CARBURANTE
16		POMP_COM	A 2.0	BOOL	MARCHE LA POMPE DE COMBUSTIBLE
17		Alarme_7	A 2.1	BOOL	DEFAULT 07 "TEMPERATEUR D'EAU INFERIEUR A 40°C"
18		a2.3	A 2.3	BOOL	FERMETURE VOLET DE FERMETURE RAPIDE
19		Alarme_8	A 2.4	BOOL	DEFAULT 08 " SUR VITESSE"
20		Alarme_9	A 2.5	BOOL	DEFAULT 09 " MAX TENSION"
21		Alarme_10	A 2.6	BOOL	DEFAULT 10 " MASSE STATOR"
22		Alarme_11	A 2.7	BOOL	DEFAULT 11 " TEMPERATEUR TROP ELEVEE (SUP A 90°C )"
23		Alarme_12	A 3.0	BOOL	DEFAULT 12 " TEMPERATEUR D'HUILE TROP BASS"
24		Alarme_13	A 3.1	BOOL	DEFAULT 13 " PRESSION D'HUILE TROP BASS"
25		Alarme_14	A 3.2	BOOL	DEFAULT 14 "RETOUR DE PUISSANCE"
26		Alarme_15	A 3.3	BOOL	DEFAULT 15 "MIN TENSION"
27		Alarme_16	A 3.4	BOOL	DEFAULT 16 "SURINTENSITE"
28		Alarme_17	A 3.5	BOOL	DEFFAIT 17 "SURCHARGE"

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

28	Alarme_17	A	3.5	BOOL	DEFAULT 17 "SURCHARGE"
29	A3.7	A	3.7	BOOL	KLAXON ET ALARMES GLOBALES
30	Alarme_18	A	4.0	BOOL	DEFAULT 18 "P<=0,6BR"
31	Alarme_19	A	4.1	BOOL	DEFAULT 19 "DEFAULT DEMARRAGE"
32	START	E	0.0	BOOL	START GROUPE
33	ARR_MOT	E	0.1	BOOL	ARRET MOTEUR
34	B_U	E	1.0	BOOL	BOUTON D'ARRET D'URGANCE
35	V_A	E	1.1	BOOL	LES VOLES D'AIR
36	DJ_P	E	1.2	BOOL	DISJONCTEUR D'ALTARNAEUR
37	U_B	E	1.3	BOOL	TENSION BATTERIES
38	N_E	E	1.4	BOOL	NIVEAU D' EAU
39	N_G	E	1.5	BOOL	NIVEAU DE CARBURANTE EST BON
40	T_E_40	E	1.6	BOOL	TEMPERATUR D'EAU INFRIUEUR A 40°C
41	T_E_90	E	1.7	BOOL	TEMPERATEUR DE MOTOEUR SUPERIEUR A 90°C
42	ARRET_PRE	E	2.0	BOOL	ARRET PREGRESSAGE
43	DJ_PRE	E	2.1	BOOL	DISJONCTEUR PREGRAISSAGE
44	CONT_PRE_0.6	E	2.2	BOOL	PRESSION D'HUILE >= 0.6 BAR
45	F_A_10	E	2.3	BOOL	FREQUENCE ALTERNATEUR EGALE A 10HZ
46	V_T_6	E	2.4	BOOL	TENSION TACHYMETERE- VITESSE AMORCAGE
47	F_N	E	2.5	BOOL	FREQUENCE ALTERNATEUR EGALE A 50HZ
48	U_N	E	2.6	BOOL	TENSION TACHYMETRE- VITESSE NOMINALE
49	PR_UR	E	2.7	BOOL	PRESANCE TENSION RESAU
50	AUTO	E	3.0	BOOL	MODE AUTOMATIQUE
51	SYN	E	3.1	BOOL	SYNCRONISATION AVEC RESAU
52	ORD_FDJ	E	3.2	BOOL	ORDER FERMETURE DISJONGTEUR
53	ORD_ARR	E	3.3	BOOL	ORDER ARRET MOTEUR
54	sur_v	E	3.4	BOOL	SURVITESSE

55	max_U	E	3.5	BOOL	SURTENSION
56	mas_r	E	3.6	BOOL	DEFAULT A LA TERRE AU STATOR
57	R_P	E	3.7	BOOL	RETOUR DE PUISSANCE
58	min_U	E	4.0	BOOL	TENSION TROP BASSE
59	sur_I	E	4.1	BOOL	SUR-INTENSITE
60	sur_CH	E	4.2	BOOL	DESEQUILIBRE DE CHARGE
61	pom_au	E	4.3	BOOL	MARCHE LA POMPE AUTOMATIQUE
62	pom_man	E	4.4	BOOL	MARCHE LA POMPE MANUEL
63	NIVG_H	E	4.5	BOOL	NIVEAU DE CARBURANTE EST HAUT
64	NIVG_B	E	4.6	BOOL	MANQUE DE CARBURANTE
65	NIVG_TB	E	4.7	BOOL	NIVEAU DE CARBURANTE TRES BAS
66	E5.1	E	5.1	BOOL	TEMPERATEUR D'HUILE TROP ELEVEE
67	E5.2	E	5.2	BOOL	PRESSION D'HUILE TROP BASS
68	E5.3	E	5.3	BOOL	TENSION ALTERNATEUR
69	E5.4	E	5.4	BOOL	MODE MANUEL
70	E5.5	E	5.5	BOOL	CONTACTE AUXILIARE DE DISJONCTEUR PRINCIPALE
71	E5.6	E	5.6	BOOL	RESET
72	ETAT_INITIAL	FC	1	FC	1
73	PREGRAISSAGE	FC	2	FC	2
74	PREGRAISSAGE ...	FC	3	FC	3
75	DEMARRAGE GR...	FC	4	FC	4
76	COUPLAGE AU R...	FC	5	FC	5
77	ARRET_D'URGENCE	FC	6	FC	6
78	ARRET_NORMALE	FC	7	FC	7
79	OUVERTURE_DIS...	FC	8	FC	8
80	ALARME_GLOBALE	FC	9	FC	9
81	SEC_INT	M	2.0	BOOL	SECURETE INITIALE

82	M2.1	M	2.1	BOOL	ARRET LA POMPE DE PREGRAISSAGE
83	M2.2	M	2.2	BOOL	SIGNALISATION DEFAUT " TACHYMETERE "
84	M2.3	M	2.3	BOOL	SIGNALISATION DEFAUT " FREQUENCE ALTERNATEUR "
85	MEMOIRE_PRE	M	3.0	BOOL	MEMOIRE DEMARAGE PREGRAISSAGE
86	MEMOIRE_Dém	M	3.1	BOOL	ETAT DE DEMARREUR
87	RUNNING	M	3.2	BOOL	VITESSE D'AMORCAGE
88	V_N	M	3.3	BOOL	GROUPE DISPONIBLE
89	CONT_PR	M	4.0	BOOL	PRESSION NECESSAIRE EST ATTEINT
90	pom_com	M	5.0	BOOL	MANQUE DE CARBURANTE
91	NG_H	M	5.1	BOOL	NIVEAU DE CARBURANTE BON
92	M5.2	M	5.2	BOOL	ETAT DE LA POMPE
93	M5.3	M	5.3	BOOL	MEMOIRE FERMETURE DISJONCTEUR
94	M5.4	M	5.4	BOOL	MEMOIRE KLAXON ET ALAEMES
95	M5.5	M	5.5	BOOL	MEMOIRE PREGRAISSAGE TEMPERISEE
96	ORGANISATION B...	OB	1	OB	1
97	T5	T	5	TIMER	TEMPERISATION PRESSION D'HUILE
98	T8	T	8	TIMER	TEMPERISATION VITESSE D'AMORCAGE
99	T15	T	15	TIMER	TEMPERISATION DE PREGRAISSAGE

Figure .IV.28 : Table des mnémoniques

L'automatisation et la surveillance de notre projet nécessite un bloc d'organisation et deux fonctions (fig.IV.29).

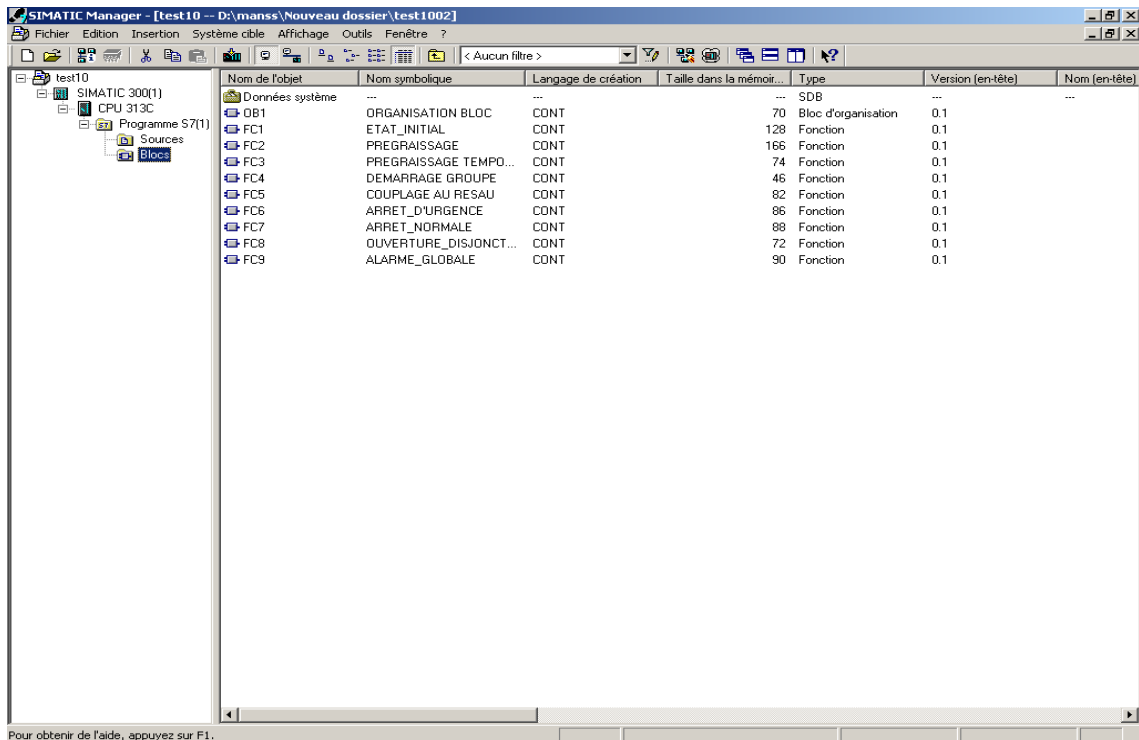


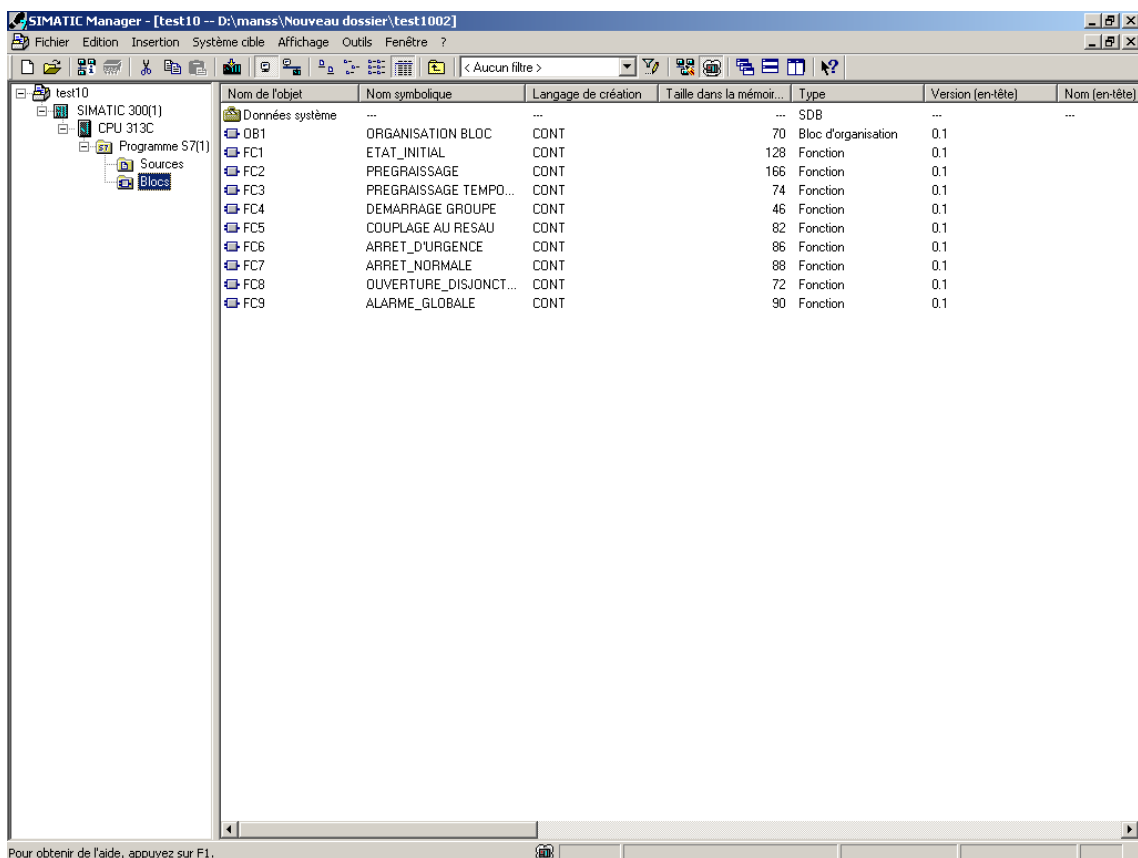
Figure .IV.29 : création de programmer

## IV.20.Simulation du programme

Après la réalisation du programme d'automatisation de bras manipulateur ,on peut simuler notre programme à l'aide des étapes suivants :

1- lancement et configuration de S7-PLCSIM pour tester le programme sans connecter la PG à un automate , il suffit d'activer le simulateur .tous les accès à l'interface de l'automate sont simulés de manière interne par logiciel de simulation S7-PLCSIM .

Pour lancer PLCSIM ,il faut activer le << simulateur >> par l'icône:



**Figure .IV.30 :** activer- désactiver le simulateur à partir de l'interface

2- il nous reste plus qu'insérer à l'aide de menu << insertion >> toutes les << entrées >> et <<sortie>> utilisées dans le programme que nous désirons tester . << memento>> , << temporisation >> et << compteurs>> peuvent être également représentées (fig.IV.31) .

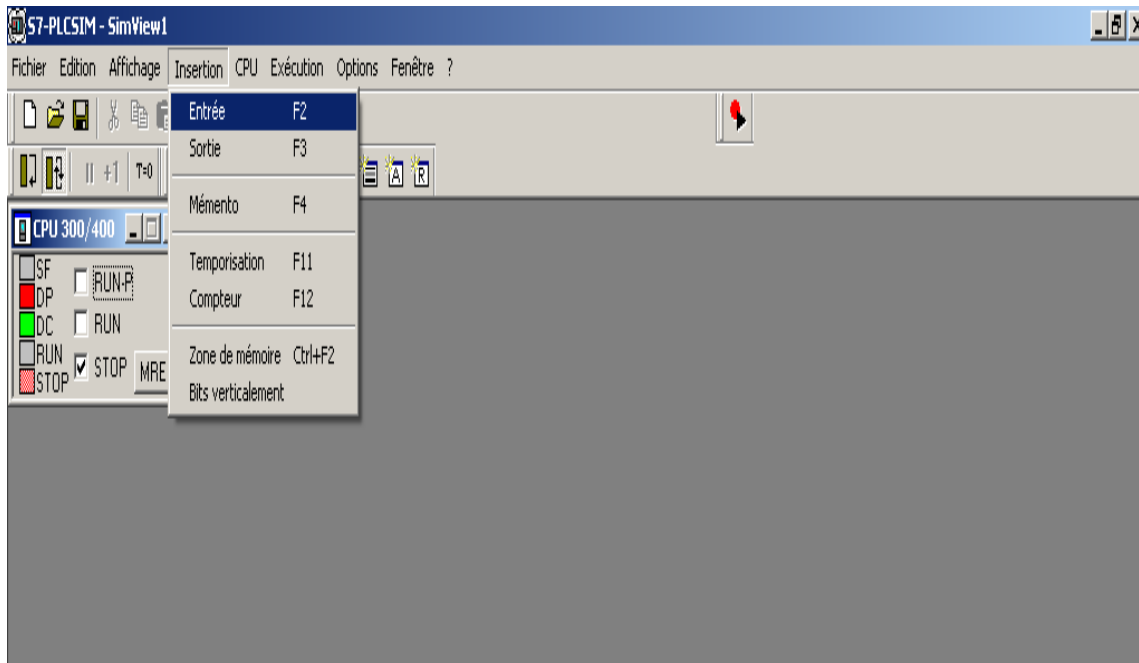


Figure .IV.31 : l'environnement de S7-PLCSIM

Il suffit d'entrer les adresses voulues , EB , AB et le mode de représentation par bits . (fig.IV.32)

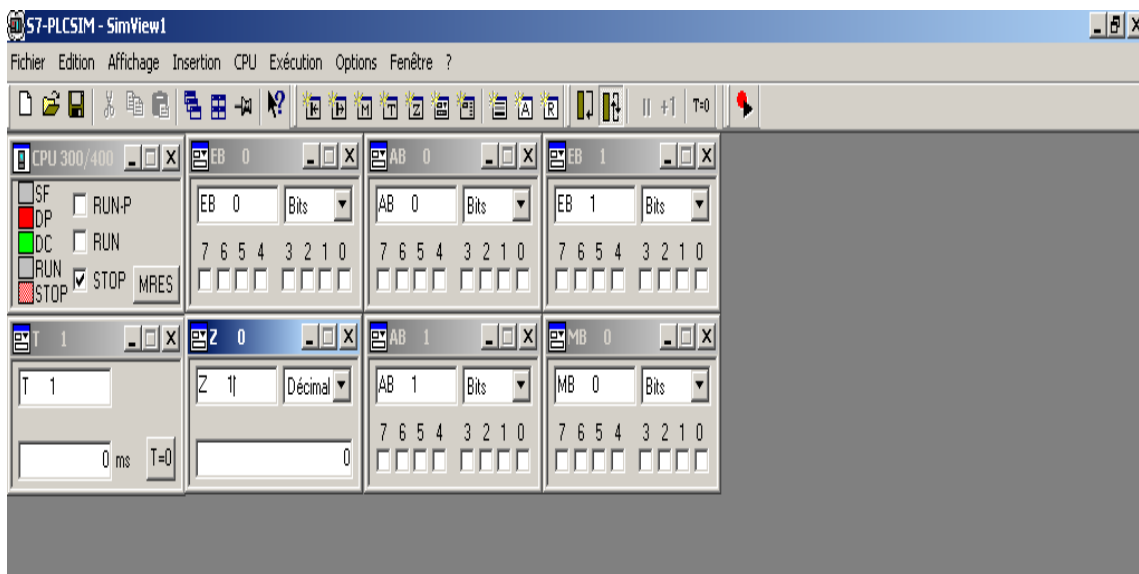


Figure .IV.32: réglage des paramètres

On peut maintenant charger le programme S7 à tester dans l'automate simulé :

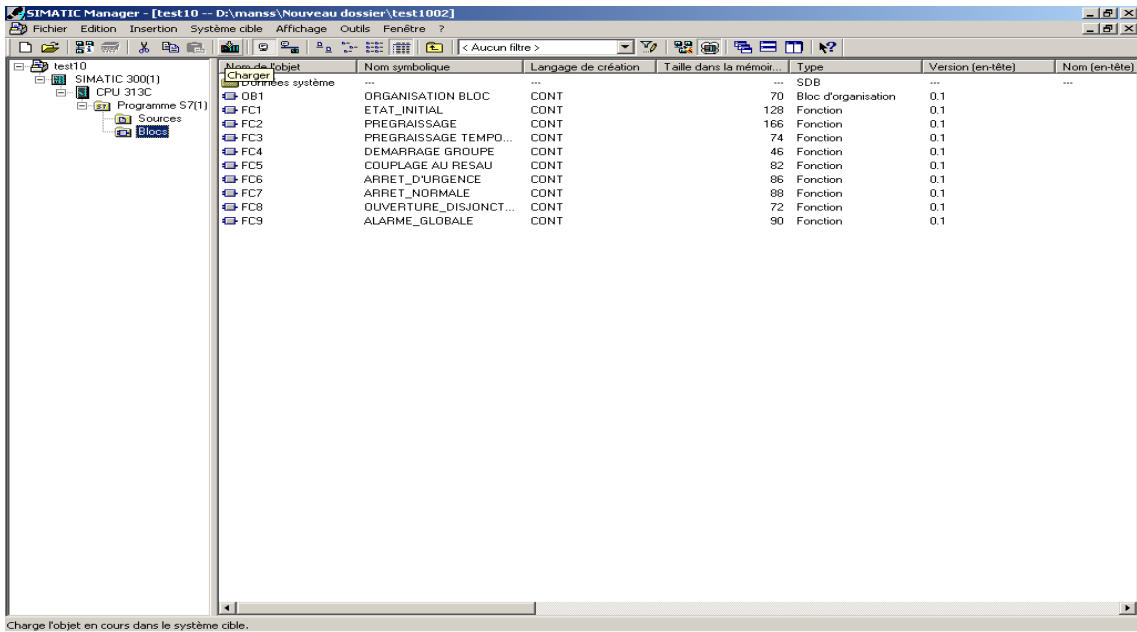


Figure .IV.33 : chargement du programme à simuler

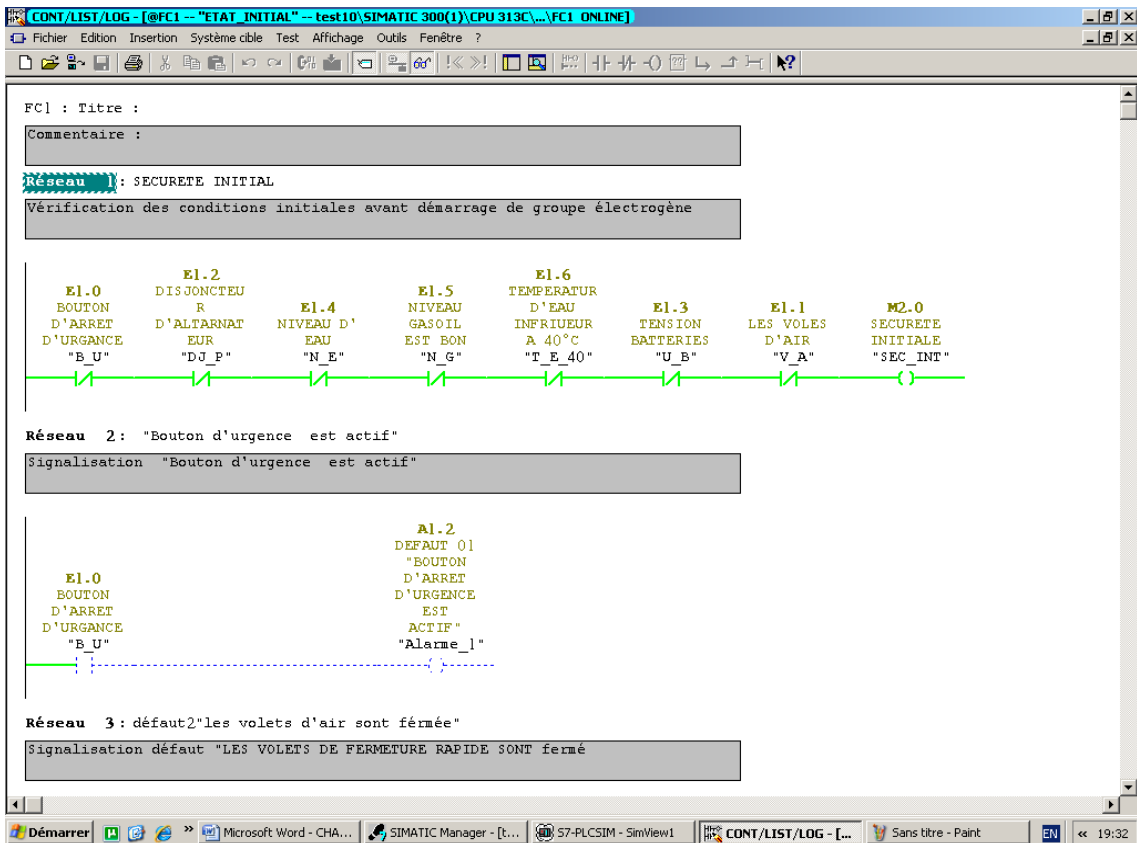


Figure .IV.34 : visualisation des programme

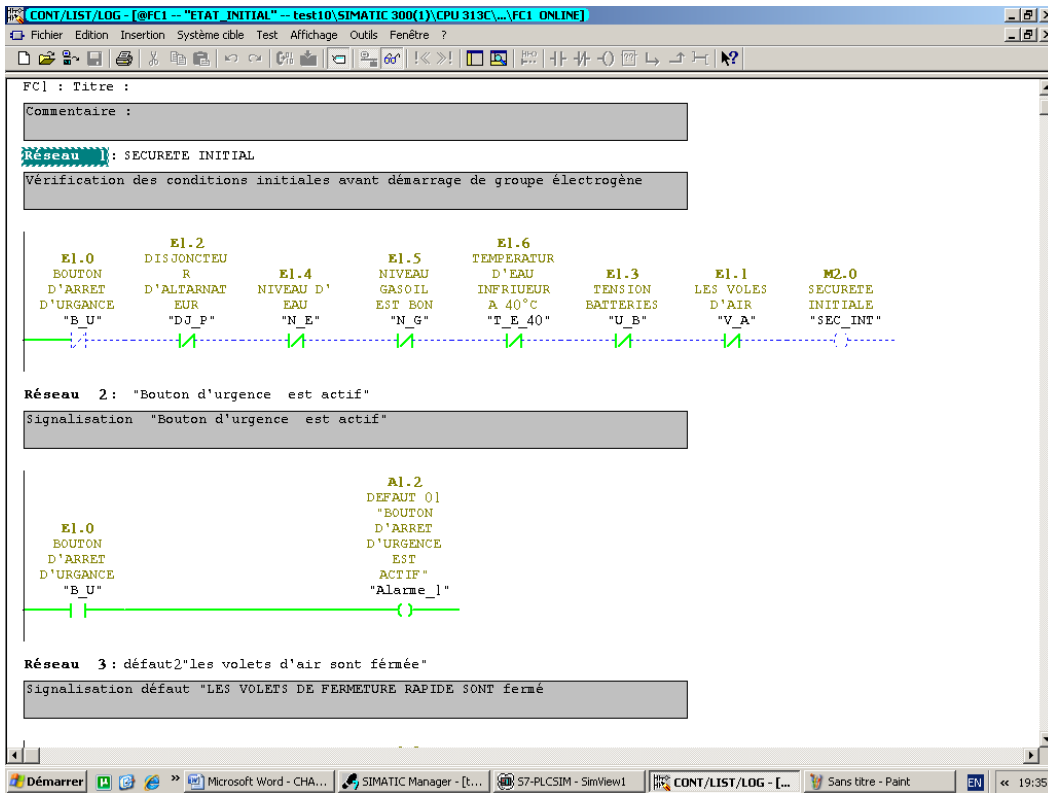


Figure .IV.35: bouton d'arrêt d'urgence est actif

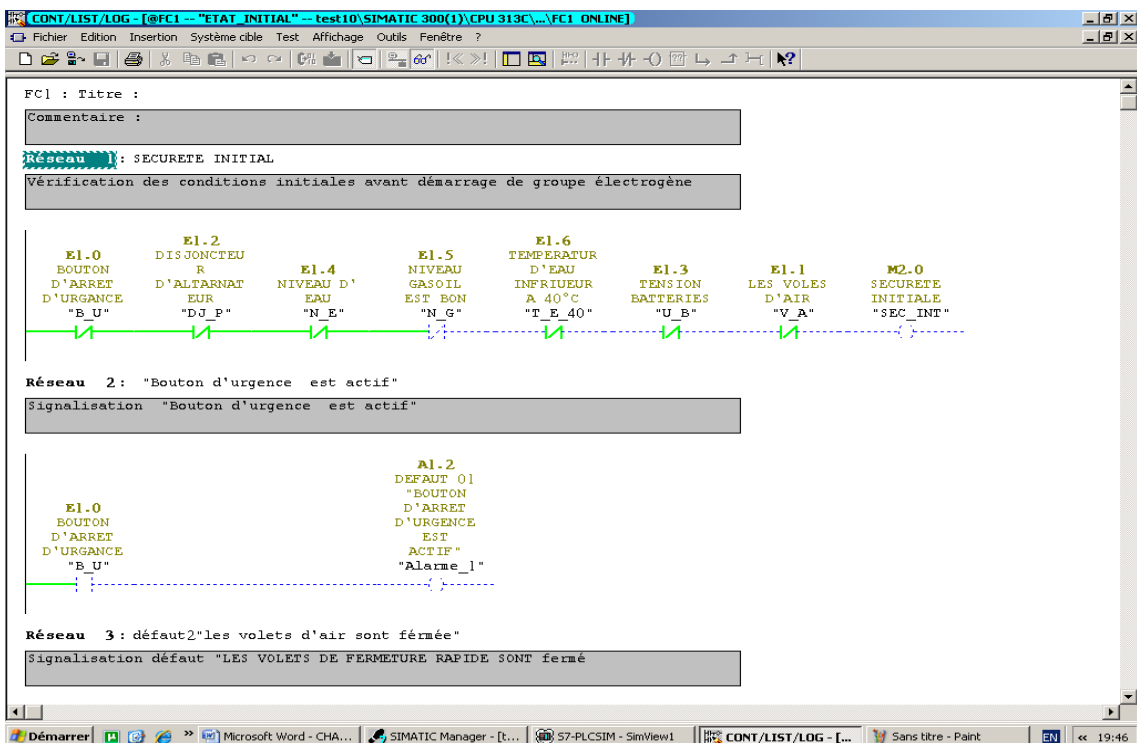
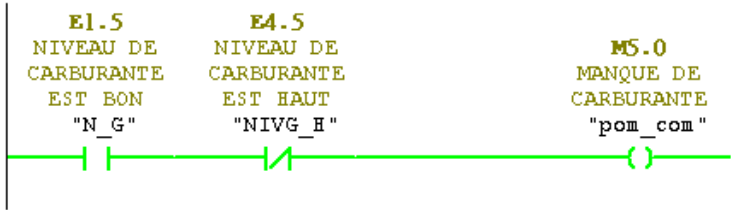


Figure .IV.36 : niveau de combustible n'pas bon

**Réseau 7**: MEMOIR POMPE ELECTRIQUE COMBUSTIBLE

Signalisation de manque du carburante



**Réseau 8**: MANQUE DE CARBURANTE

Signalisation de manque du carburante



**Figure .IV.37** : signalisation de manque de combustible

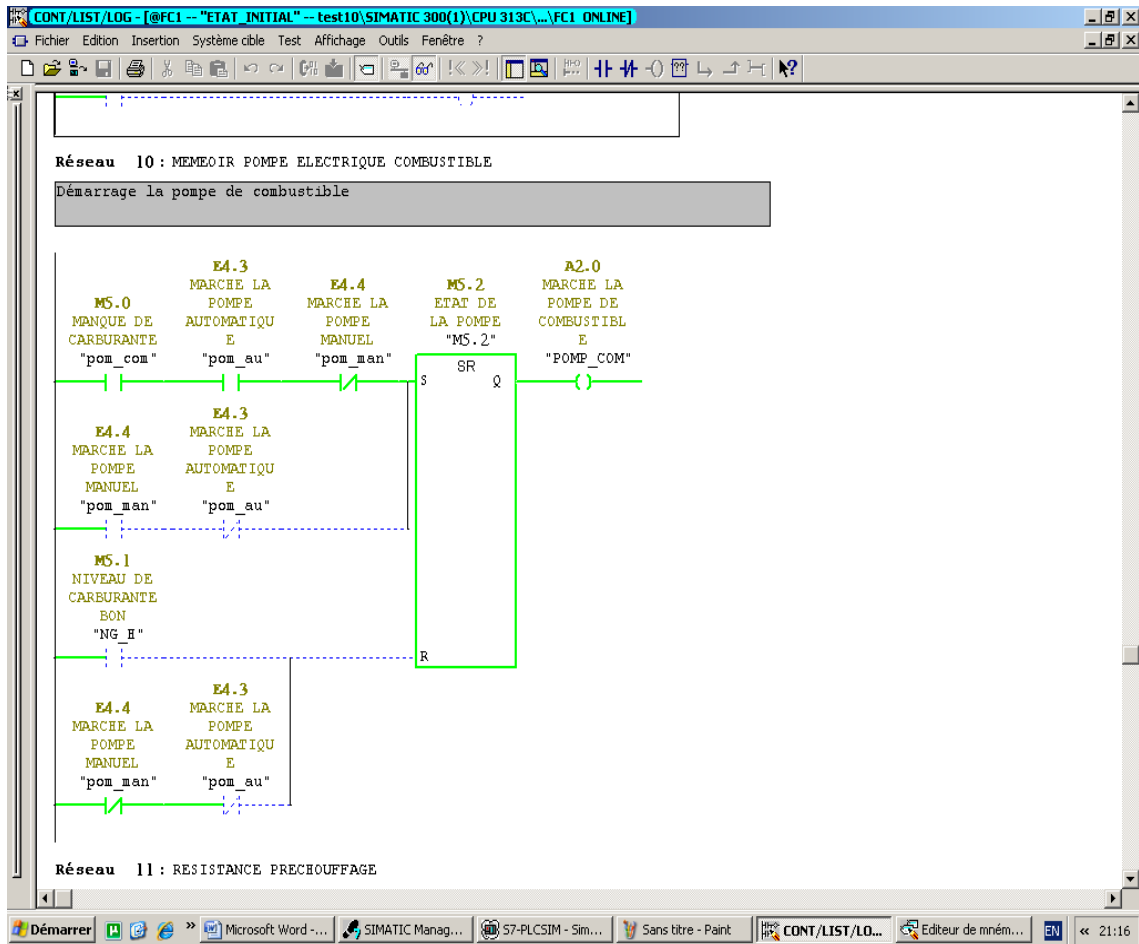


Figure IV.38 : marche la pompe de combustible "automatique"

## **IV.21.Conclusion**

Les A.P.I. utilisent différents langages selon les constructeurs et les pays d'origine. Nous trouvons des automates utilisant le langage logique, basé sur les fonctions logiques, et des automates utilisant le langage des contacts basé sur les associations de contacts comme dans les schémas à relais, d'où leur succès auprès des électriciens.

D'autres automates plus performants utilisent le langage GRAFCET, qui permet la transcription immédiate du GRAFCET en programme ou le langage organigramme basé sur des représentations inspirées de l'informatique industriel.

En plus l'A.P.I. présente l'avantage par rapport aux solutions câblées, d'autoriser un travail très complet, et il est manipulable par un personnel non informaticien et de qualification moyenne.

Dans ce chapitre nous avons aussi exposé une étude de programmation d'une commande automatique d'un groupe électrogène à l'aide du logiciel STEP7, nous nous sommes préoccupés plus particulièrement et baser sur deux parties principales. la première partie concerne l'étude Théorique des différentes composantes de groupe électrogène ( mécanique et électrique ) et la deuxième partie concerne la programmation du groupes électrogènes. Par la suite, ce programme a été vérifié et validé par une simulation sur PLCSIM.



# **CONCLUSION GENERALE**

## **Conclusion générale**

Dans ce travail nous avons étudié en vue de l'automatisation d'un groupe électrogène de type MTU 12v 660 kVA par un automate programmable industriel SIEMENS. Dans cette étude, nous avons commencé par la description technologique et fonctionnelle du groupe concerné afin d'élaborer un cahier des charge qui nous découle les différentes étapes de démarrage et de la mise en marche de ce groupe. En suite, nous avons transformé ce cahier des charges sous forme d'organigramme afin de faciliter son écriture sous forme de Programme d'un langage d'automate programmable ou sous forme de GRAFSET. Pour l'application de commande de systèmes séquentiels, un automate utilisant des langages de programmations de type GRAFCET est préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions, des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

D'autre part, selon les critères du choix des API et du point de vue technique et économique, notre choix a été porté sur les automates programmable de type Siemens afin de répondre aux exigences du cahier des charges et le dimensionnement des entrées/sorties du groupe électrogène 12v 660kVA.

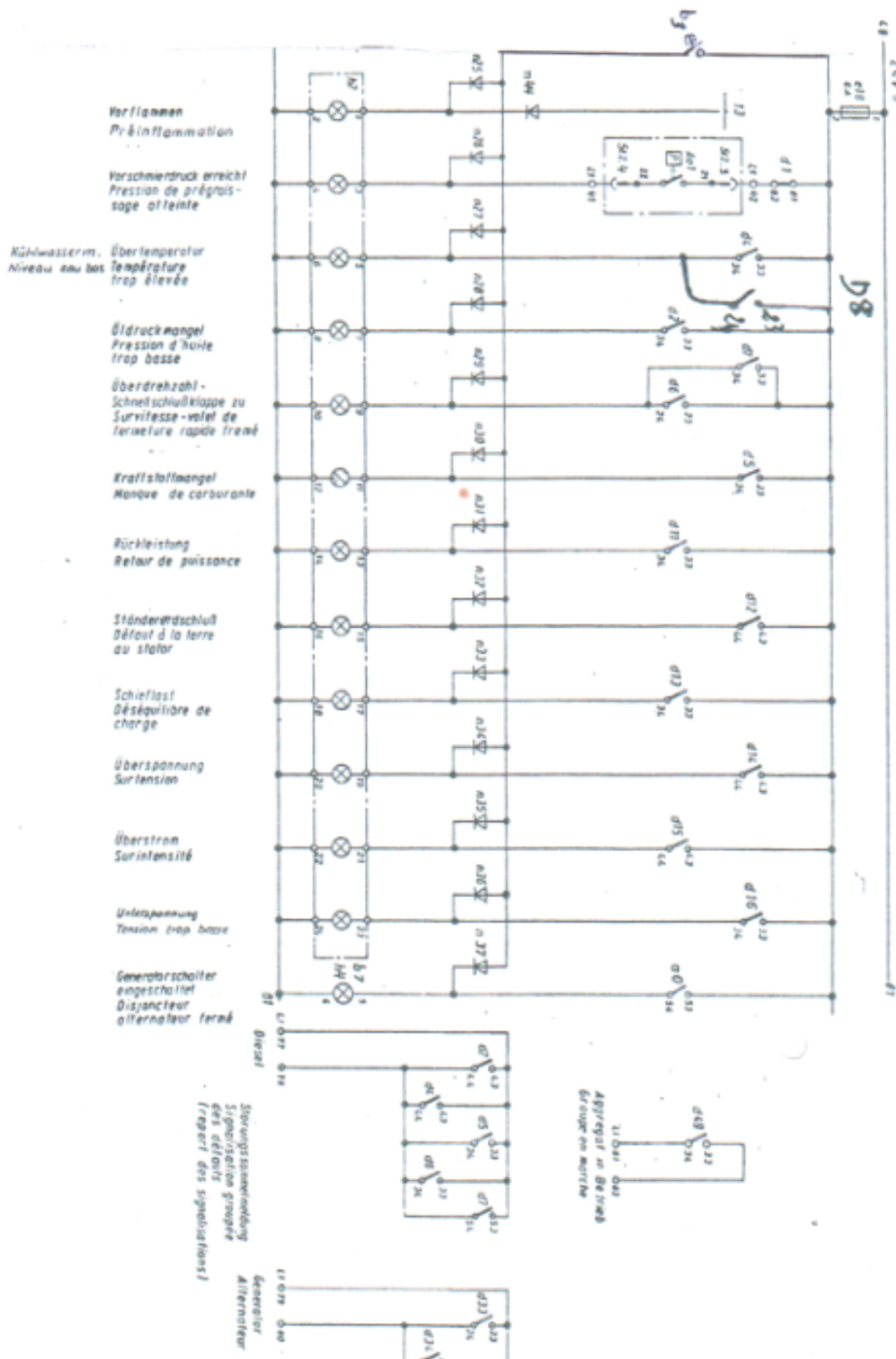
Enfin, Dans ce travail nous avons aussi exposé une étude de programmation d'une commande automatique d'un groupe électrogène à l'aide du logiciel STEP7, nous nous sommes préoccupés plus particulièrement et baser sur deux parties principales. la première partie concerne l'étude Théorique des différentes composantes de groupe électrogène (mécanique et électrique); la deuxième partie concerne la programmation du groupes électrogènes. Par la suite, ce programme a été vérifié et validé par une simulation sur PLCSIM.

Par ailleurs, d'autres applications devraient être tenues en considération pour l'installation d'un dispositif de communication tels que des afficheurs numériques qui permettra la surveillance du groupe électrogène pendant le fonctionnement.



# **ANNEXES**



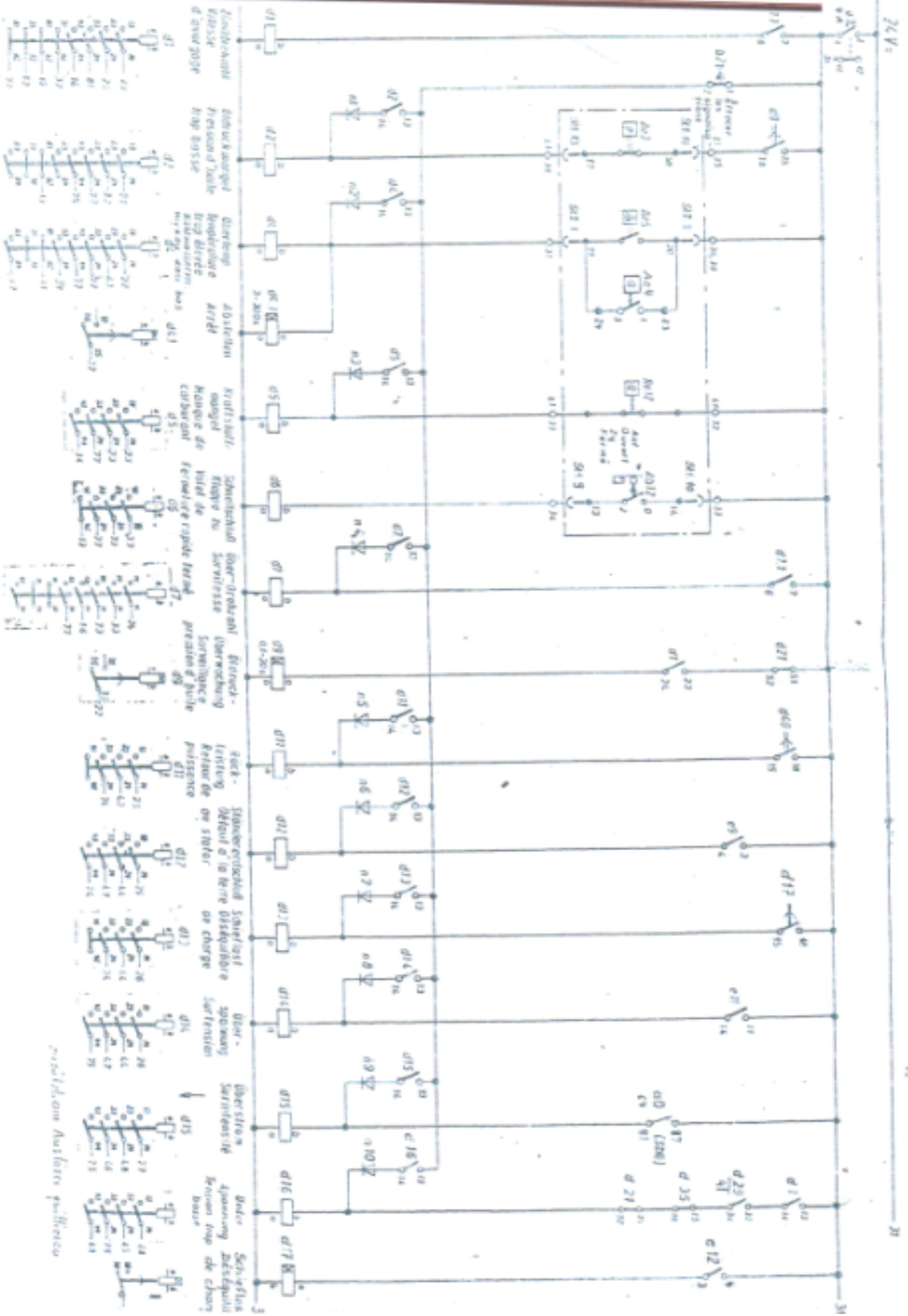












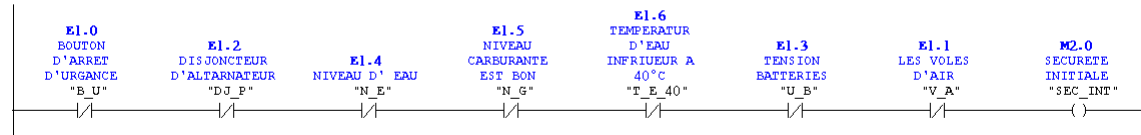
schließen Auslöser für...

FC1 : Titre :

séquence de vérification des conditions initiales avant démarrage de groupe électrogène

**Réseau 1**: SECURETE INITIAL

Vérification des conditions initiales avant démarrage de groupe électrogène



**Réseau 2**: défaut2"les volets d'air sont fermée"

Signalisation défaut "LES VOLETS DE FERMETURE RAPIDE SONT fermée"



**Réseau 3**: défaut 3"Disjoncteur principale est fermée"

Signalisation "Disjoncteur d'alternateur est fermée"



**Réseau 4**: défaut4"Tension de Batterie n'est pas bonne"

Signalisation défaut "Tension de Batterie n'est pas bonne"



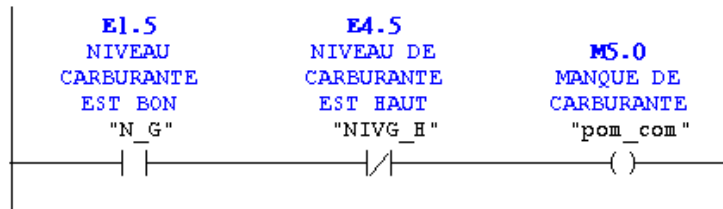
**Réseau 5**: défaut5 "Niveau d'eau n'est pas bon"

Signalisation "Niveau d'eau n'est pas bon"



**Réseau 6**: MEMOIR POMPE ELECTRIQUE COMBUSTIBLE

Signalisation de manque du carburante



**Réseau 7**: MANQUE DE CARBURANTE

Signalisation de manque du carburante



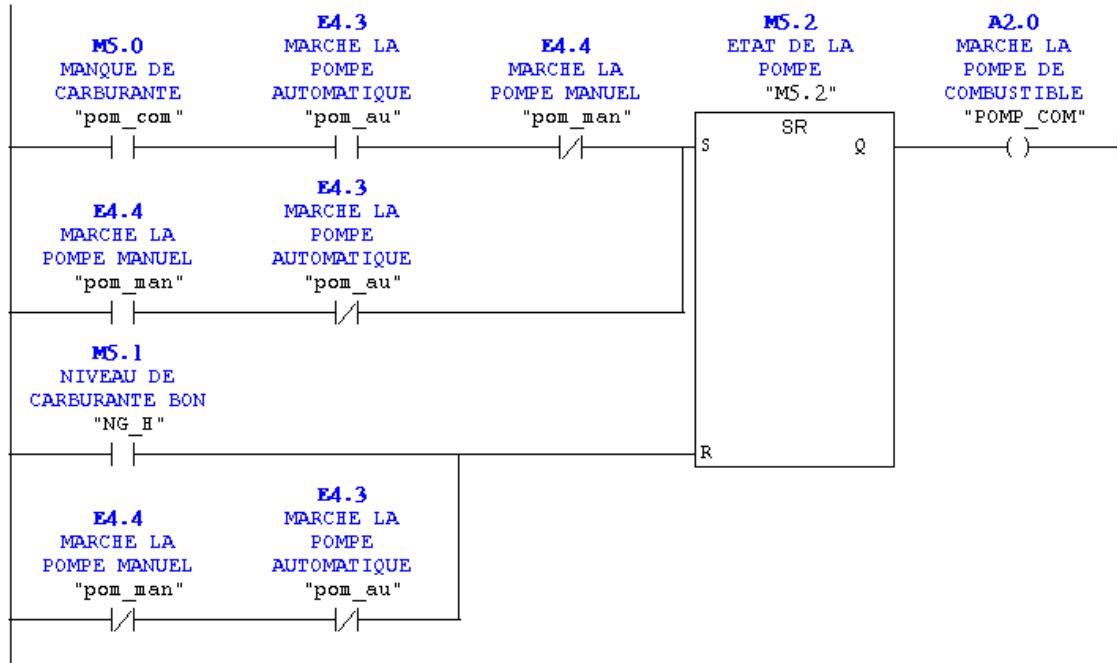
**Réseau 8**: Niveau de carburante est haute

niveau de carburante est haute



**Réseau 9**: MEMOIR POMPE ELECTRIQUE COMBUSTIBLE

Démarrage la pompe de combustible

**Réseau 10**: RESISTANCE PRECHAUFFAGE

signalisation de température d'eau est inférieure à 40°C et l'alimentation des résistances de préchauffage dans le radiateur de groupe jusqu'à la température d'eau supérieure à 40°C

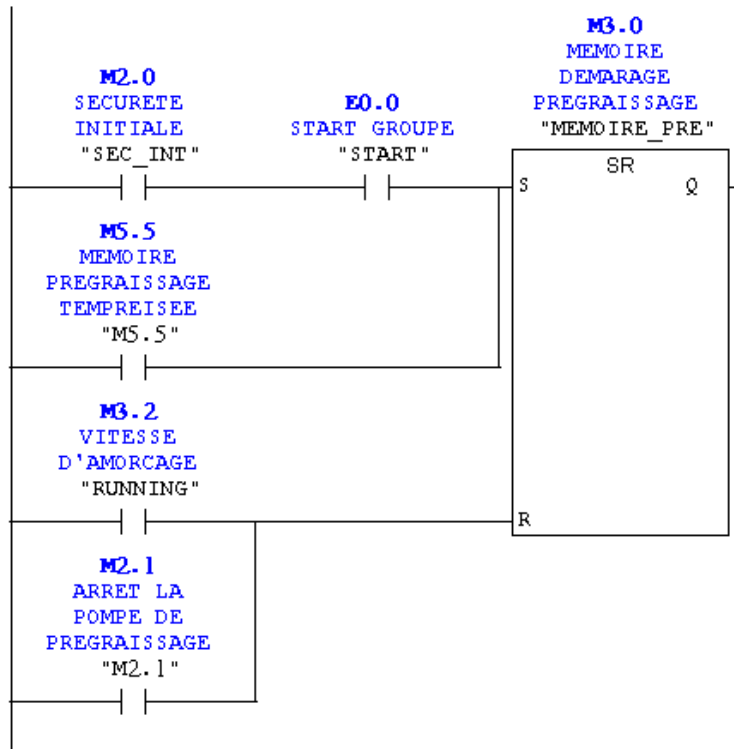


FC2 : Titre :

Séquence démarrage de groupe électrogène

**Réseau 1**: POMPE DE PREGRAISSAGE

prégraissage : fonctionnement de la pompe de prégraissage avant le démarrage et après l'arrêt du groupe électrogène

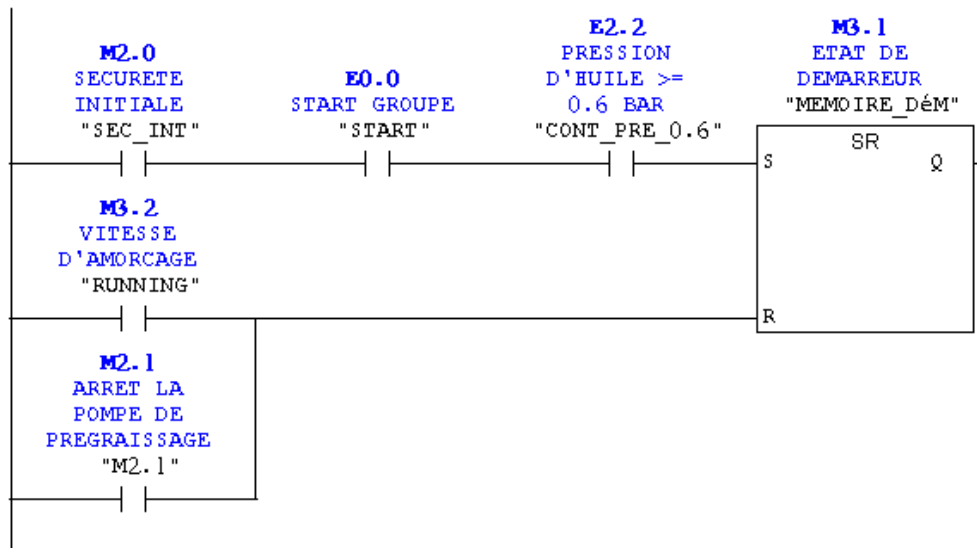
**Réseau 2**: CONTACTEUR POMPE DE PREGRESSAGE

Démarrage de la pompe de prégraissage



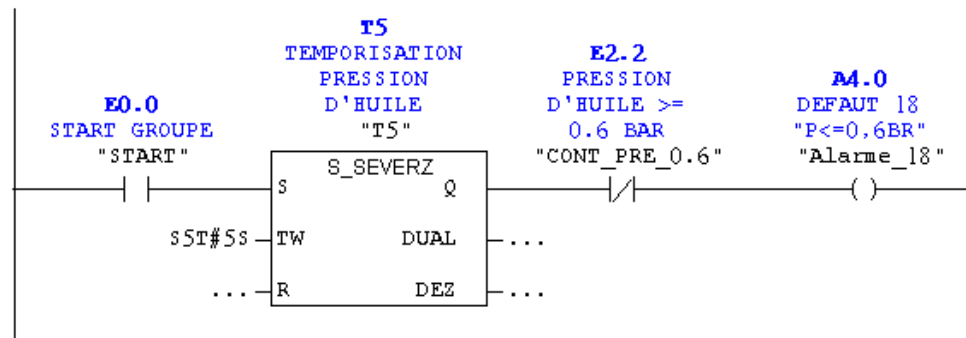
**Réseau 3**: DEMARREUR

séquence de le démarrage : fonctionnement de démarreur avant et après la vitesse d'amorçage



**Réseau 4**: défaut14 "LA PRESSION D'HUILE NE PAS ATTEINT"

Signalisation défaut : le préssion d'huile E<0,6BR "blocage démarrage"



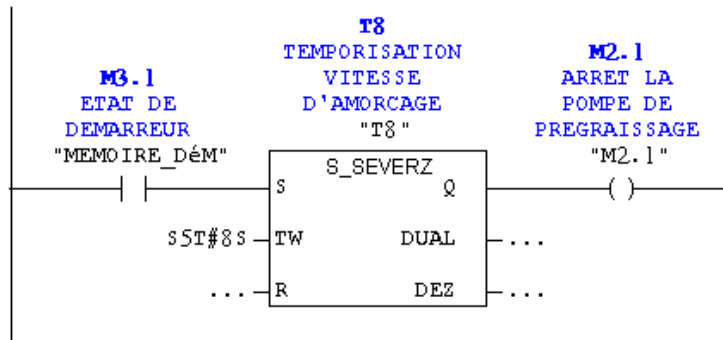
**Réseau 5**: DEMARRAGE DE MOTEUR

Démarrage le démarreur



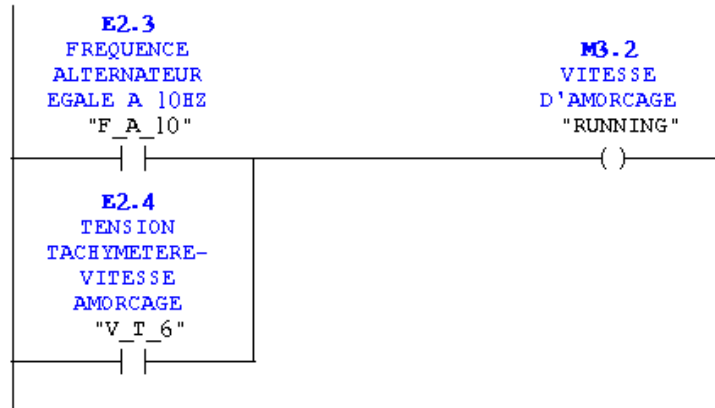
**Réseau 6**: TEMPORISATION VITESSE D'AMORCAGE

La vitesse d'amorssage attient qui la bobine de tachymétrique alimentie une tension 6 volts ou le  $n=60f/p$   $f=10\text{Hz}$  ,  $n=300$  tr/min ,  $Vt=6\text{v}$



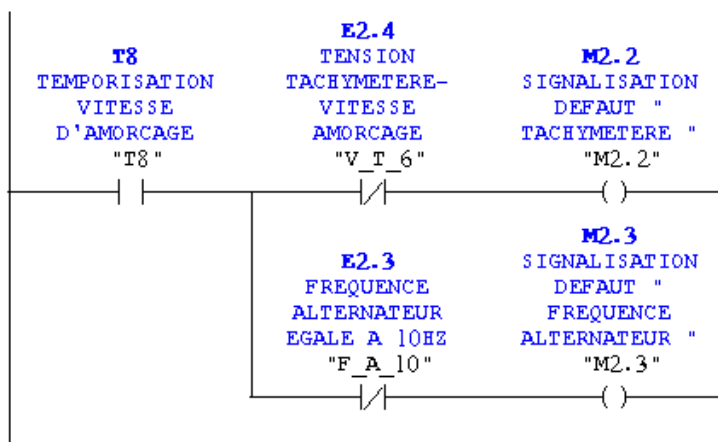
**Réseau 7**: VITESSE D'AMORCAGE

Commentaire :



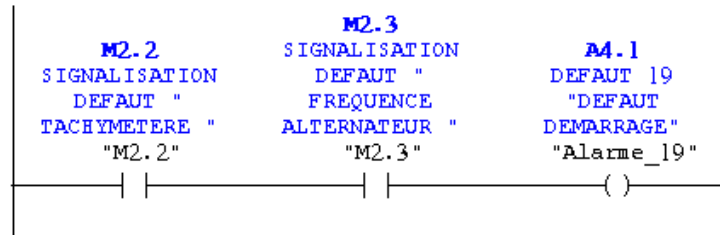
**Réseau 8**: défaut15 "DEFAULT DEMARRAGE"

Signalisation défaut de tension tachymètre et fréquence alternateur



**Réseau 9**: DEFAULT 19 "DEFAULT DEMARRAGE"

Signalisation défaut de démarrage la vitesse d'amorçage n'est pas atteinte

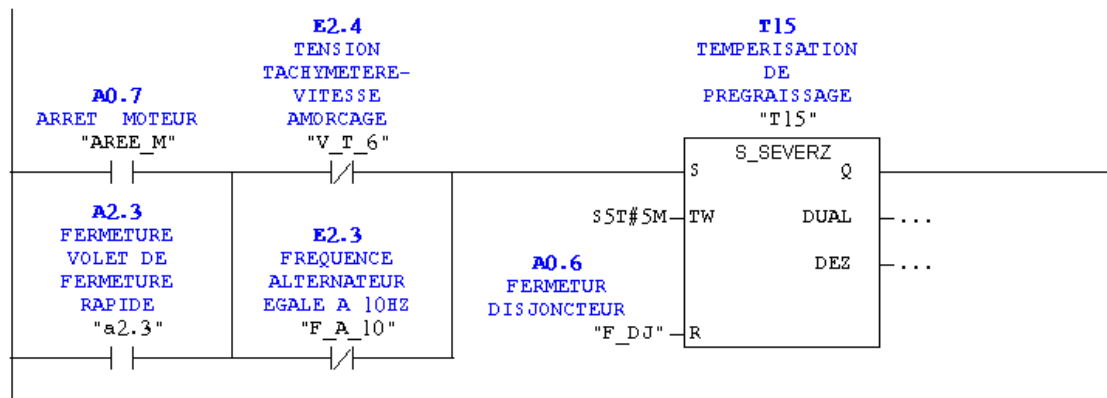


FC3 : Titre :

Séquence de prégraissage tempérisée après arrête le groupe électrogène

**Réseau 11**: MEMOIR DEMMERAGE PREGRAISSAGE

Mémorisation de prégraissage tempérisée après arrête le groupe électrogène pendant temps t=5min



**Réseau 2**: PROGRESSAGE TOMPORISEE

Commentaire :

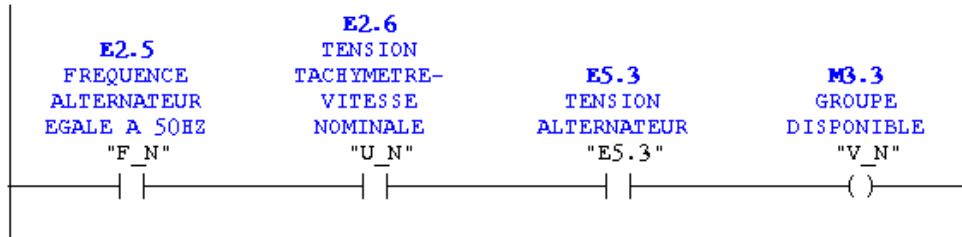


FC4 : Titre :

Séquence de verification la disponibilitie de groupe électrogène

**Réseau 1** : disponibilité du groupe

le groupe est prêt pour l'exploitation si les trois conditions sont vérifiées.

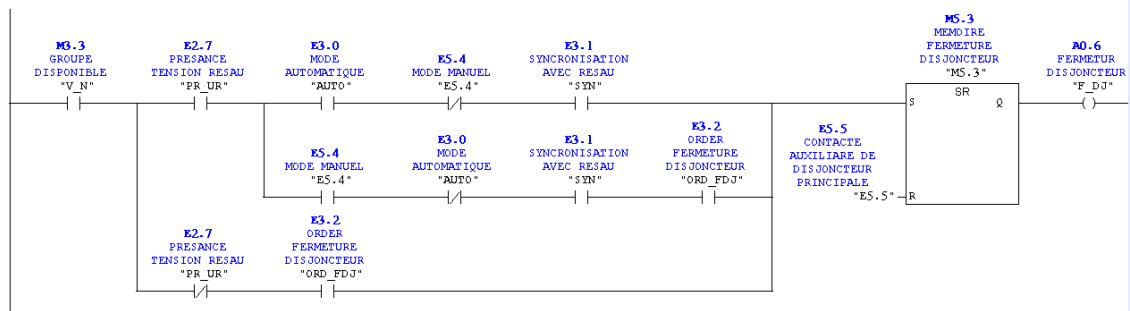


FC5 : Titre :

Séquence de fermeteur disjoncteur

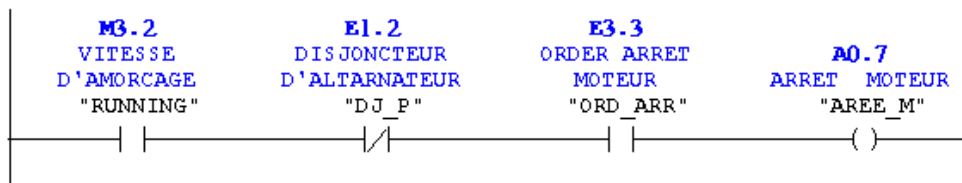
**Réseau** : FERMEUR DISJONCTEUR

séquence de fermeteur disjoncteur et le choix de la mode de synchronisation



**Réseau 2** : AREET GROUPE

ARRET GROUPE SON COUPLAGE AU RESAU

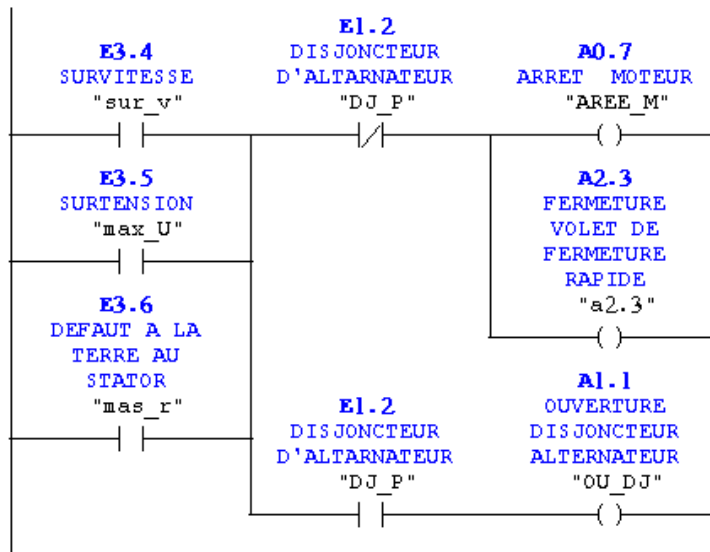


FC6 : Titre :

Séquence d'arrêt d'urgence

**Réseau 1**: MEMOIR ARRET D'URGENCE

arrêt le groupe immediatement

**Réseau 2**: défaut8 " DSURVITESSE"

Signalisation défaut

**Réseau 3**: défaut9 " MAX TENSION"

Commentaire :

**Réseau 4**: défaut10 " MASSE STATOR"

Commentaire :

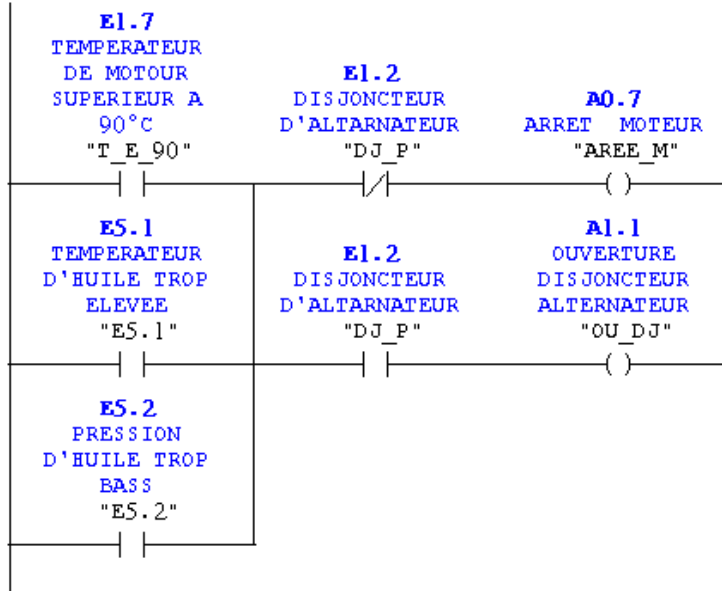


FC7 : Titre :

Séquence d'arrêt normal de groupe électrogène

**Réseau 1**: AREET MOTEUR

l'arrêt de groupe avec temporisation

**Réseau 2**: défaut11 " TEMPERATEUR DE MOTOEUR SUPERIEUR A 90°C "

Commentaire :

**Réseau 3**: défaut12 " PRESSION D'HUILE TROP BASS "

Commentaire :



**Réseau 4**: défaut12 " PRESSION D'HUILE TROP BASS"

Commentaire :

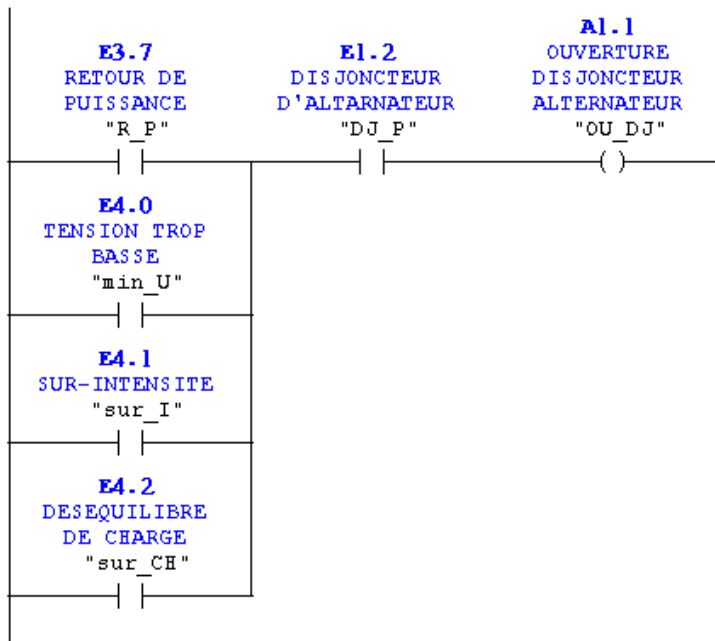


FC8 : Titre :

Séquence d'ouverture disjoncteur

**Réseau 1**: OUVERTURE DISJONCTEUR

l'ouverture de disjoncteur et le groupe est rest en march jusqu'a lordre de larrét



**Réseau 2**: défaut13 "RETOUR DE PUISSANCE"

signalisation retour de puissance



**Réseau 3**: défaut13 "MIN TENSION"

signalisation



**Réseau 4**: défaut13 "SURINTENSITE"

Commentaire :



**Réseau 5**: défaut13 "SURCHARGE"

Commentaire :



# *Bibliographie*

- [1]. [www.groupeelectrogene.com](http://www.groupeelectrogene.com)
- [2]. [www.risepower.com](http://www.risepower.com)
- [3]. Documentation MTU, « description et instructions de service N°10428f. Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH M.A.N. Maybach Mercedes-benz », 799 Friedrichshafen/Bodensee. Postfach 289
- [4]. FASCO, « Electrovanne S.N. SCG238C016 », 2005.
- [5]. G. MICHEL, « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels », Edition DUNOD, 1987.
- [6]. [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- [7]. SIEMENS, « Appareils de terrain pour l'automatisation des processus », SITRANS, 2005.
- [9]. ATLAOUI NOUREDDINE . FRAHTIA RACHID « automatisation d'une petite unité de production par la résolution GRAFCET », mémoire d'ingénieur, université de M'sila 2008.
- [10]. Mourad BRAHIMI. Fathi ALAHOUM « Conception et réalisation d'un logiciel de simulation conjointe » partie opérative d'un procédé industriel». Mémoire d'ingénieur, 2005.
- [11]. PHILIPPE LE BRUN FLORENCE « Programmation des automates » Lycée Louis ARMAND, 173 Bd de Strasbourg, 94736 NOGENT sur Marne.
- [12]. Help de STEP7.
- [13]. SIEMENS « STEP7 , Getting started » SIMATIC 2002.
- [14]. SIEMENS « programmer avec STEP7 » SIMATIC 2000.
- [15]. BROCHURE DE COURS STEP7 SIEMENS.
- [16]. MEZIANI Adel, OULBA Rachid « Automatisation de la commande de régénération du sécheur à argan, Mémoire d'ingénieur », université Annaba, juin 1999.
- [8]. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE ELECTROTECHNIQUE  
OPTION : COMMANDE ELECTRIQUE**

**Année Universitaire : 2010 / 2011**

**Proposé et dirigé par : Dr. KHOJA Djalal Eddine**

**Présenté par : ALBOUKAIRAT Mansour**

**SALAH Toufik**

**SALEM Thameur**

***Thème :***

**AUTOMATISATION D'UN GROUPE ÉLECTROGÈNE PAR  
API S7-300**

**Résumé**

Dans ce mémoire, l'automatisation du groupe électrogène de type MTU 12v 660kVA par un automate programmable industriel a été proposée. En effet, nous avons procédé à l'étude de la description technologique et fonctionnelle de cette installation afin de pouvoir élaborer le cahier des charges nécessaire à la programmation de la commande et de la surveillance de ce groupe. D'autre part, selon les critères du choix des API notre choix a été porté sur les automates programmables de type SIEMENS afin de répondre aux exigences des processus technologiques. Enfin, nous avons aussi exposé une étude de programmation d'une commande automatique de ce groupe à l'aide du logiciel STEP7. Par la suite, ce programme a été vérifié et validé par une simulation sur PLCSIM.

**Mots Clés**

Groupe Electrogène, API, SIEMENS, GRAFCET, STEP7, PLCSIM.