

# REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique

Département d'Automatique

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Automatique

### THEME

REMPACEMENT DU SYSTEME DE CONTROLE COMMANDE D'UN GROUPE  
ELECTROGENE

Proposé par :

M<sup>r</sup>: IDIR.

Dirigé par :

M<sup>r</sup>: BENSIDEHOUM.

Réalisé par :

M<sup>r</sup>: SARAOUI Tahar.

M<sup>r</sup>: REZKI Abdelmalek.

Promotion 2012

# *REMERCIEMENT*

*Notre gratitude et notre grande reconnaissance pour  
notre promoteur Mr BENSIDHOUM et Mr CHARIF pour  
leurs précieux conseils,*

*leur patience et leur compréhension afin d'aboutir à ce  
travail ainsi aux membres du jury d'avoir accepté de juger  
notre présent travail.*

*Nos forts remerciements vont aussi à l'encontre de Mr IDIR  
et de Mr LOUIBA de la DRGB.*

*Et enfin, nous remercions tous ceux qui ont participé  
de loin ou de prêt à réaliser ce modeste travail.*

# *DEDICACES*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu.*

*Ma chère sœur et mon cher frère.*

*A toute ma famille paternelle et maternelle.*

*A tous mes amis*

*Tout particulièrement à mon binôme Malik et*

*à Chahrazad.*

*Ainsi à toute la promotion 2012.*

*Que dieu me les garde les protège*

*Tahar*

# *DEDICACES*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents qui mont toujours soutenu.*

*Mes frères et sœurs.*

*A toute ma famille paternelle et maternelle.*

*A tous mes amis*

*Ainsi à toute la promotion 2012.*

*Que dieu me les garde les protège*

*MALEK*

# Sommaire

Introduction générale.....	1
<b>CHAPITRE I :</b>	<b>DESCRIPTION DU LIEU DU STAGE</b>
I. Introduction.....	2
II. Présentation de la DRGB.....	3
III. Description du terminal marin de Bejaia.....	7
IV. Conclusion.....	10
<b>CHAPITRE II :</b>	<b>DESCRIPTION DU SYSTEME EXISTANT</b>
I. Introduction.....	11
II. Définition d'un groupe électrogène.....	11
III. Spécifications du groupe électrogène.....	11
IV. Spécifications du moteur principal.....	12
V. Equipement de base.....	13
VI. Alternateur synchrone.....	14
VII. Châssis.....	14
VIII. Système combustible.....	14
IX. Tableau de contrôle.....	15
1. Tableau de contrôle automatique.....	15
2. Fonctionnement.....	15
3. Protection groupe.....	16
4. Services auxiliaires.....	16
5. Outillages et mesures.....	17
6. Commandes.....	17
7. Signaux optiques.....	18
8. Caractéristiques fonctionnelles.....	18
X. Dimensions et poids.....	19
XI. Cartes à microprocesseur de contrôle.....	19
XII. Conclusion.....	19

## CHAPITRE III :

## GENERALITES SUR LES AUTOMATES PROGRAMMABLES

I. Introduction.....	20
II. Caractéristiques d'un automatisme.....	20
III. Structure d'un automatisme.....	21
IV. Conduite et surveillance d'un système automatisé.....	23
V. Mise en œuvre d'un automatisme.....	24
VI. Automate programmable.....	24
1. Caractéristiques générales.....	25
VII. Langages de programmation.....	29
1. GRAFCET ou SFC.....	29
2. Les diagrammes à relais ou schéma à contacts.....	33
3. Schéma par blocs ou FBD.....	35
4. Texte structuré ou ST.....	35
5. Liste d'instructions ou IL.....	35
VIII. Programmation des automates.....	35
IX. Critères de choix d'un automate.....	35
X. Conclusion.....	36

## CHAPITRE IV :

## CONCEPTION ET MODELISATION

I. Introduction.....	37
II. Les entrées / sorties de notre système.....	37
1. Les entrées analogiques.....	38
2. Les entrées tout ou rien (TOR).....	38
3. Les sorties tout ou rien (TOR).....	39
III. Etats fonctionnels du groupe électrogène.....	40
1. Le mode automatique.....	40
2. Le mode manuel.....	42
3. Le mode test.....	43
4. Le mode verrouillé.....	45
IV. Les conditions d'arrêt.....	46
V. Le système d'alarme.....	47
VI. Les signalisations.....	47
VII. Conclusion.....	48

## CHAPITRE V :

## CONFIGURATION ET PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE

I. Introduction.....	49
II. Description du logiciel STEP7.....	49
1. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager.....	49
2. Editeur de programme et les langages de programmation.....	50

3.	Paramétrage de l'interface PG-PC.....	50
4.	Le simulateur de programme PLCSIM.....	51
5.	Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée.....	51
III.	Réalisation du programme de fonctionnement du groupe électrogène.....	52
1.	Création du projet dans SIMATIC Manager.....	52
2.	Configuration matérielle (partie hardware).....	55
3.	Création de la table des mnémoniques (partie software).....	58
4.	Elaboration du programme S7 (partie software).....	59
IV.	Conclusion.....	73
	Conclusion générale.....	74

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : réseau de pipes principaux.....	4
Figure 2 : Organisation de la direction régionale de Bejaia.....	5
Figure 3 : Carte du réseau de transport RTC Bejaia.....	6
Figure 4 : Topographie de la ligne OB1 24" .....	7
Figure 5 : Le terminal marin de Bejaia.....	7
Figure 6 : Moteur PERKINS 2806C – E18TAG2.....	12
Figure 7 : structure d'un système automatisé.....	22
Figure 8: dialogue entre la partie commande et la partie opérative.....	23
Figure 9 : automate type compact (siemens).....	25
Figure 10 : automate type modulaire (siemens).....	26
Figure 11 : structure interne d'un automate programmable.....	27
Figure 12: Représentation d'un GRAFCET.....	30
Figure 13 : éléments constitutifs : contacts (entrées).....	33
Figure 14 : éléments constitutifs : bobines (sorties).....	34
Figure 15 : exemples utilisant les fonctions logiques de base.....	34
Figure 16 : Le grafcet du mode automatique.....	41
Figure 17 : Le grafcet mode manuel.....	43
Figure 18 : Le grafcet du mode test.....	44
Figure 19 : Le grafcet du mode verrouillé.....	45
Figure 20 : grafcet général.....	46
Figure 21 : Icône de SIMATIC Manager.....	49
Figure 22 : Mode de représentation des langages basiques de programmation <i>STEP7</i> .....	50
Figure 23 : Interface de simulation <i>PLCSIM</i> .....	51

<b>Figure 24 : Assistance de STEP 7 : nouveau projet.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 25 : Assistance de STEP 7 : choix de la CPU.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 26 : Assistance de STEP 7 : choix des blocs et leur langage.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 27 : Assistance de STEP 7 : donner un nom au projet.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 28 : configuration matérielle.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure 29 : RACK.....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 30 : Choix de la CPU et de l'alimentation.....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 31 : Choix des embases d'E/S.....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 32 : Hiérarchie du programme STEP7.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 33 : Création des mnémoniques.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 34 : Table des mnémoniques du projet.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 35 : blocs du projet.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 36 : Architecture des blocs du projet.....</b>	<b>62</b>
<b>Figure 37 : Aperçu du programme de FB4.....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 38 : Aperçu du programme de FB8.....</b>	<b>68</b>
<b>Figure 39 : Aperçu du programme de FC1.....</b>	<b>69</b>
<b>Figure 40 : Aperçu du programme de FC5.....</b>	<b>71</b>
<b>Figure 41 : Quelques réseaux de OB1.....</b>	<b>73</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 : Spécification du groupe électrogène.....</b>	<b>11</b>
<b>Tableau 2 : Spécification du moteur principal.....</b>	<b>12</b>
<b>Tableau 3 : Système électrique.....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau 4 : Alternateur synchrone.....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau 5 : Dimensions et poids.....</b>	<b>19</b>
<b>Tableau 6 : Entrées analogiques.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 7 : Les entrées TOR.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 8 : Les sorties TOR.....</b>	<b>38</b>



*INTRODUCTION*  
*GENERALE*

# INTRODUCTION GENERALE

---

## Introduction générale

L'évolution de toute société industrielle dans les années à venir, nous permet d'affirmer que la production à moindre cout sera, plus encore que par le passé, l'un des objectif essentielles. On peut prédire un développement toujours plus intense des systèmes automatisés qui sont réalisés en vue d'apporter des solutions à des problèmes de nature technique, économique ou humaine.


Les entreprises industrielles sont soumises à l'obligation de suivre le développement technologique et la rénovation permanente des équipements d'automatisation, conçus par des constructeurs d'automates programmables industriels (API) (SIEMENS, ABB...etc.) afin d'être à jour et d'éviter la dépendance de certains produits dépassés ou qui sont chers par rapport à d'autre produits de substitution.

SONATRACH est parmi les premières entreprises en Algérie qui donne une grande importance à ces améliorations et rénovations technologiques afin d'avoir des installations plus récentes et plus fiable. Parmi les installations concernées par la rénovation au sein de la SONATRACH, on trouve celle des groupes électrogènes de secours de la DRGB Bejaia.

Notre travail consiste à changer l'ancien système de contrôle commande par un automate standard (S7-300), en changeant toutes les cartes électroniques, améliorer la logique du fonctionnement du système existant, facilité le diagnostique, et prévoir une interface homme machine à l'avenir.

Pour cela nous avons structuré notre mémoire en cinq chapitres principaux :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise SONATRACH de Bejaia.
- ✓ Le deuxième chapitre donne une description du système existant.
- ✓ Le troisième chapitre traite les généralités sur l'automatisme et les automates programmables.
- ✓ Le quatrième chapitre aborde la conception et la modélisation de notre système.
- ✓ Le cinquième chapitre porte sur la configuration et la programmation de l'automate.



*CHAPITRE I :*  
*DESCRIPTION DU LIEU*  
*DU STAGE*



## I. Introduction

La **SONATRACH** (**Société Nationale de Transport et de Commercialisation des Hydrocarbures**) est née le 31 décembre 1963. Elle est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique. Elle intervient dans l'exploration, la production, le transport par canalisations, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. [1]

Adoptant une stratégie de diversification, SONATRACH se développe dans les activités de génération électrique, d'énergies nouvelles et renouvelables, de dessalement d'eau de mer, de recherche et d'exploitation minière. Poursuivant sa stratégie

d'internationalisation, SONATRACH opère en Algérie et dans plusieurs régions du monde : en Afrique (Mali, Niger, Libye, Egypte), en Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grande Bretagne), en Amérique Latine (Pérou) et aux USA. [1]

Avec un chiffre d'affaires de près de 64,975 milliards de US\$ réalisé en 2008, SONATRACH est classée 1<sup>ère</sup> compagnie en Afrique et 12<sup>ème</sup> compagnie dans le monde. Elle est également 4<sup>ème</sup> exportateur mondial de GNL (Gaz Naturel Liquéfié), 3<sup>ème</sup> exportateur mondial de GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié), et 5<sup>ème</sup> exportateur de Gaz Naturel. [1]

## **II. Présentation de la DRGB :**

La direction régional de Bejaia est l'une des 07 directions opérationnelles composant l'activité de transport par canalisation avec les régions d'Arzew, Skikda, Haoud El Hamra, GPDF et GME sachant que ces derniers sont 02 gazoducs transcontinentaux, Enrico Matei (reliant l'Algérie et l'Italie via la Tunisie) et Pedro Duran Farrel (reliant l'Algérie et l'Espagne via le Maroc).

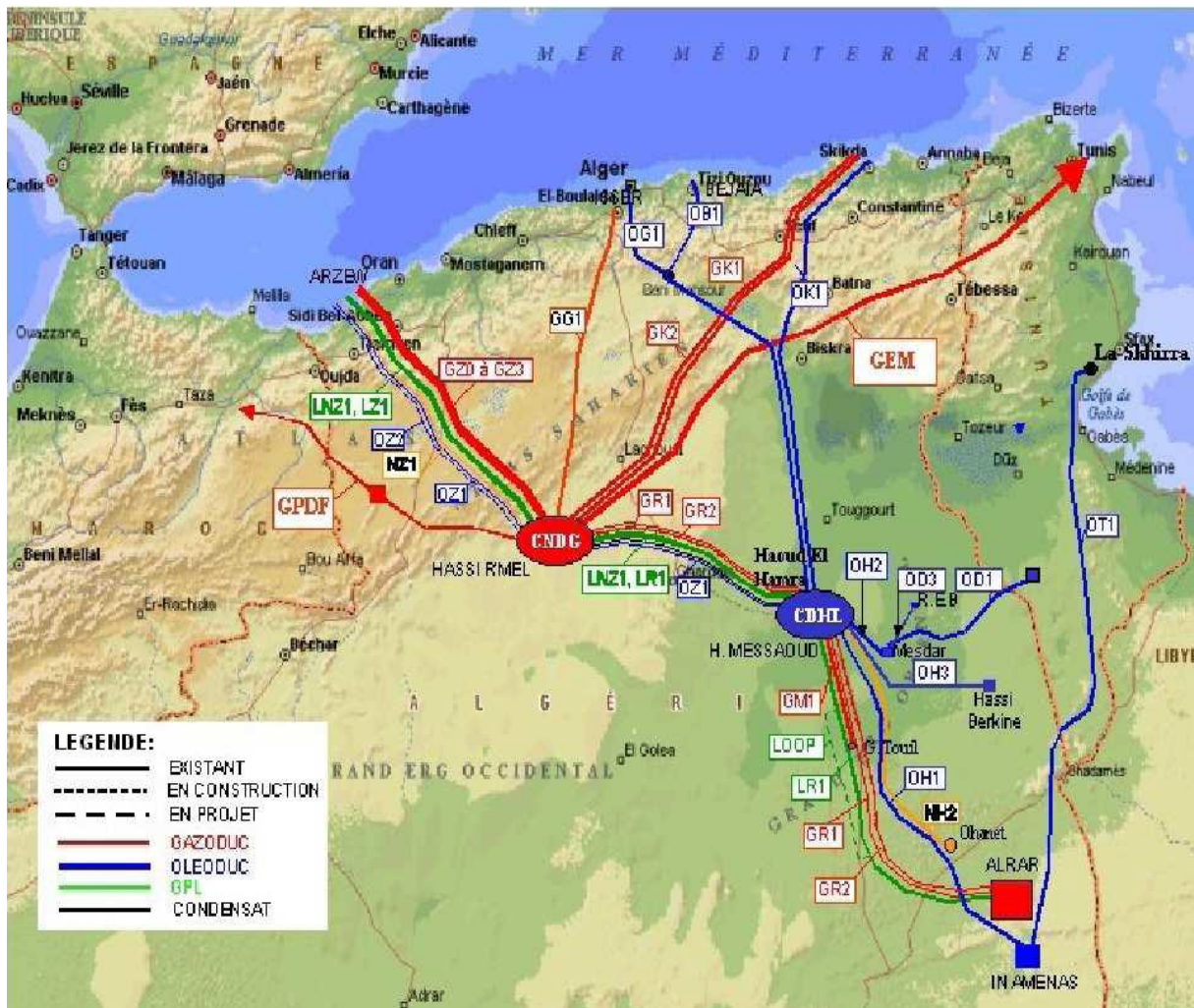


Figure 1 : réseau de pipes principaux.

✓ **Situation géographique :**

Le terminal marin de Bejaia est situé à 2 Km au sud-ouest de la ville de Bejaia, il est composé de 02 parcs de stockage nord et sud et d'un port pétrolier se trouvant à 5 Km au nord-est du parc de stockage.

✓ Organisation de la direction régionale de Bejaia :

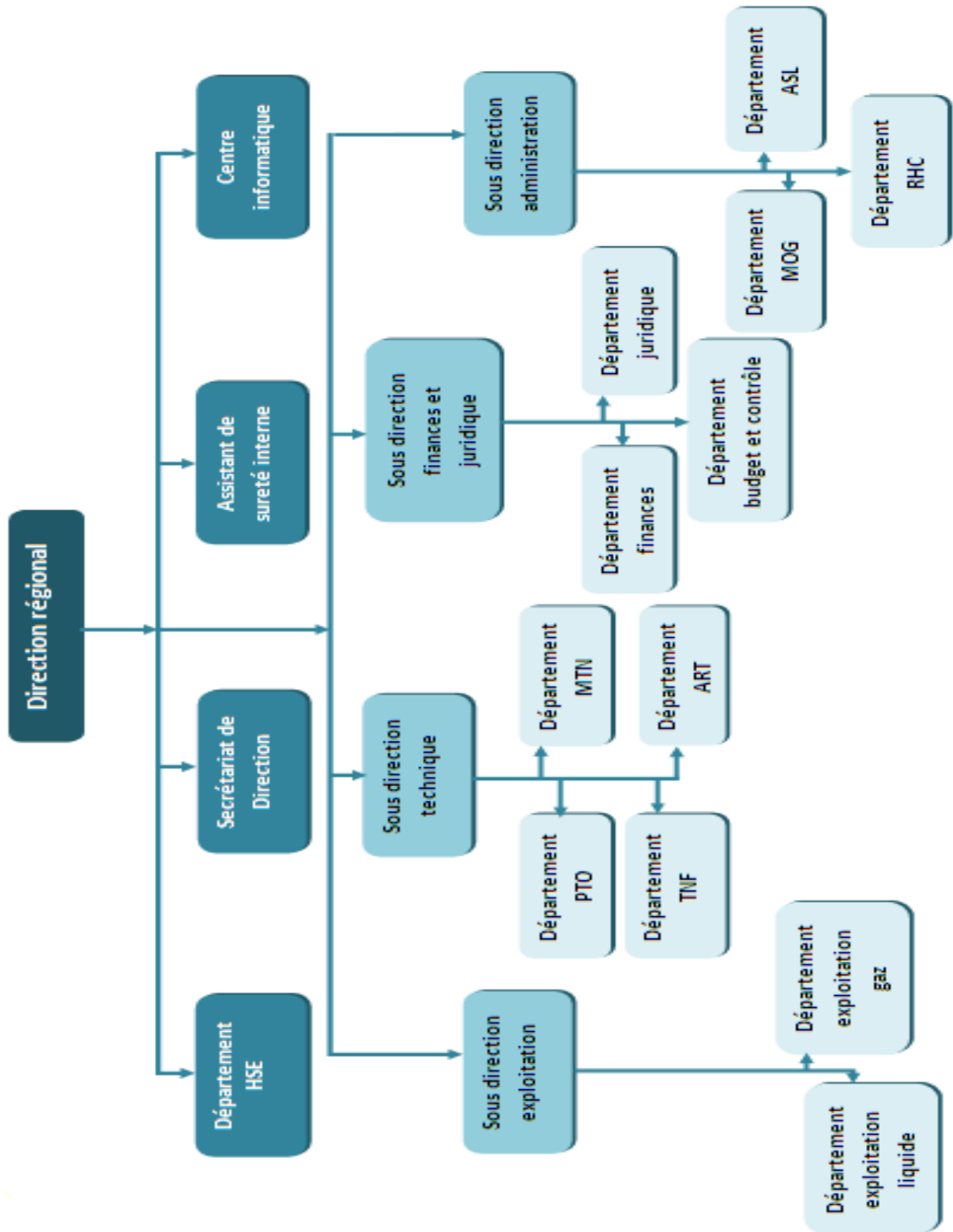


Figure 2 : Organisation de la direction régionale de Bejaia.

✓ La carte du réseau de transport RTC Bejaia :

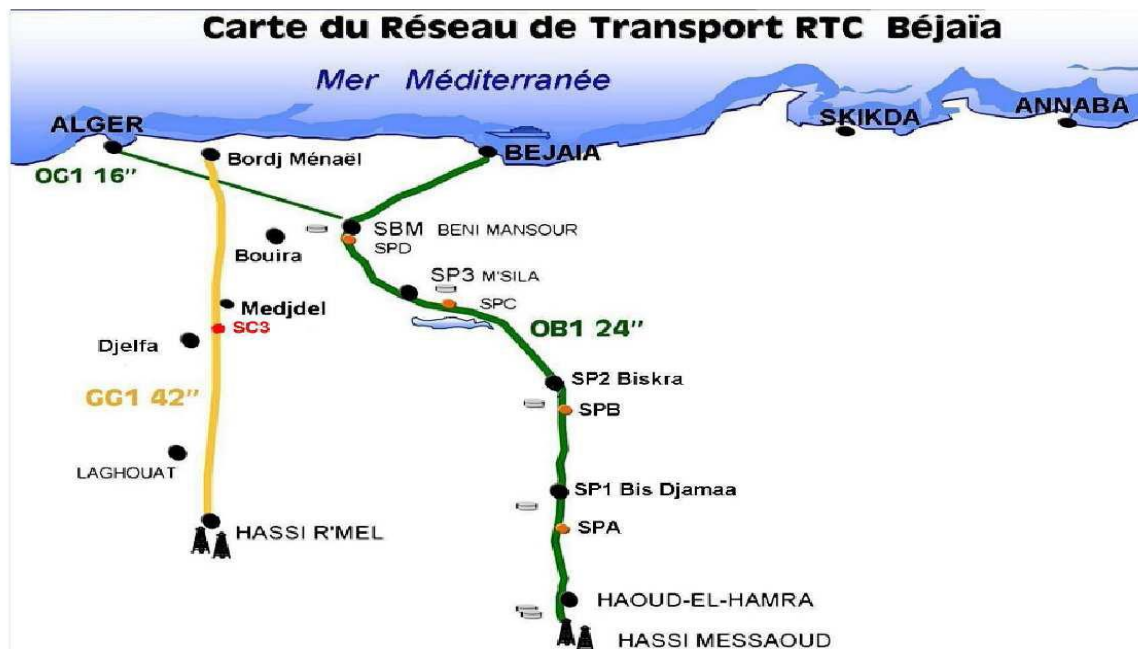


Figure 3 : Carte du réseau de transport RTC Bejaia.

Le Réseau de Transport par Canalisation (RTC) Bejaia se compose de :

- L'Oléoduc Haoud El Hamra (HEH) / Bejaia qui est appelé OB1 (24" pouce de diamètre et 668 Km de long). Il est utilisé pour le transport simultané de brut et de condensat (transport par bouchon).
- L'Oléoduc Beni Mansour Sidi Arcine OG1 de 16" de diamètre et qui a été remplacé en juin 2005 par le DOG1 de 20" de diamètre.
- Un gazoduc GG1 pour le transport du gaz naturel de 42 de diamètre (Hassi R'mel / Isser).

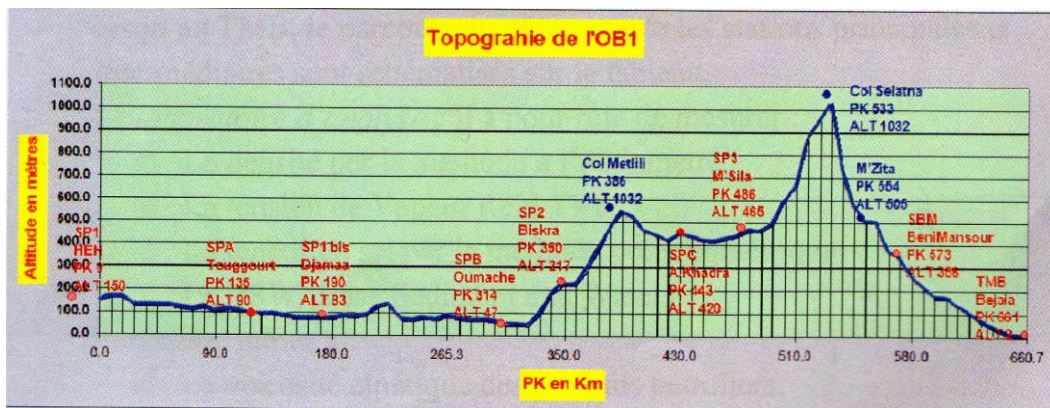


Figure 4 : Topographie de la ligne OB1 24".

III. Description du terminal marin de Bejaia :

Le terminal marin de Bejaia est la dernière unité de la chaîne de transport des hydrocarbures liquides depuis HEH par l'intermédiaire de l'oléoduc 24" avant l'exportation vers l'étranger, il se compose de deux terminaux nord et sud et d'un port pétrolier.



Figure 5 : Le terminal marin de Bejaia.[1]

✓ **Le terminal nord :**

On y trouve :

- **Un parc de stockage :** Il contient 12 bacs à toits flottants d'une capacité volumique de 35 000 m<sup>3</sup> chacun, d'un volume utile de 27 000 m<sup>3</sup> et un stock mort de 5 000 m<sup>3</sup>, un bac de purge à toit fixe d'une capacité volumique de 2 900 m<sup>3</sup> pour recevoir les résidus de la gare racleur arrivée et les décharges des soupapes de sécurité, il sert à récupérer les purges des collecteurs et des manifolds.
- **Un Manifold :** Il est constitué d'un jeu de vannes et d'un ensemble de canalisations utilisées pour réceptionner les hydrocarbures venus de HEH ou des bacs de stockage, il assure en nombre et en direction tous les mouvements du produit.
- **La tour de contrôle :** C'est la salle où se trouve les tables de commande pour le terminal nord et sud pour commander l'ouverture des vannes, la sélection du bac, le choix de pompe et le chemin de circulation du produit.
- **La salle de trafic :** C'est une salle synoptique de la ligne OB1 de HEH jusqu'au TBM, le parcours du pipe et toute les stations principales et intermédiaire sont schématisées sur le tableau.
- **Le laboratoire d'analyse :** Il a pour rôle de mesurer :
  - La densité par la méthode à l'Aéromètre.
  - La tension de Vapeur Reid TVR.
  - La teneur en sel par la méthode potentiométrique.
  - La BSW (Base Sediment and Water).

ET de déterminer:

- La viscosité cinétique des produits pétroliers.
- La teneur en soufre au tube à quartz.
- La couleur au spectromètre.

✓ **Le terminal sud :**

On y trouve :

- **Un parc de stockage** : Il contient quatre bacs à toits flottant comme ceux du terminal nord mais d'une capacité de 50 000 m<sup>3</sup>.
- **Le Manifold sud** : Il contient un ensemble de canalisations, pompes, moteurs, électrovannes et SKID de comptage. Les pompes aspirent le pétrole ou le condensat pour le refouler vers les postes de chargement qui se trouvent au port pétrolier.
- **Le poste électrique de l'installation d'exportation** : L'installation d'exportation à Bejaia reçoit l'énergie électrique de SONALGAZ, la puissance d'arrivée 30 KVA est acheminée dans le poste électrique de l'installation d'exportation sur le coté nord de la station de pompage. Le poste électrique comprend la distribution d'énergie et les équipements de contrôle dans trois salles différentes selon les tensions (HT, MT et BT).

a. **Salle Haute Tension** : On y trouve :

o **Appareillage de commutation 38 KVA** :

Il contrôle l'alimentation électrique d'arrivée. Une (1) ligne d'alimentation électrique **30 KVA** se raccorde à une paire de sectionneurs verrouillés. Un deuxième sectionneur est prévu pour une deuxième ligne d'alimentation d'arrivée de **30 KVA**. Seule une ligne d'alimentation doit être utilisée pour le service normal. L'autre est une ligne de réserve. Les sectionneurs verrouillés empêchent les deux lignes d'alimentation d'être mises en même temps. A partir du sectionneur l'énergie électrique s'écoule à travers deux (2) disjoncteurs puis vers deux (2) transformateurs **12MVA** qui réduisent graduellement l'énergie **30 KV** à **5,5 KVA** pour alimenter l'appareillage de commutation **5,5 KVA**.

o **Relais de protection 38 KVA** :

Les relais de protections surveillent et protègent les circuits de l'appareillage de commutation **38 KVA**. Les relais assurent un isolement rapide des circuits défectueux. Ils détectent la surintensité de courant, la surtension, la sous-tension, l'équilibre de courant, l'intensité de courant, le facteur de puissance et de fréquence. Les relais affichent également les conditions d'alarmes et de déclenchement et les paramètres du système.

**b. Salle Moyenne Tension :** On y trouve :

**o Appareillage de commutation 5,5KVA :**

Il contrôle la distribution d'énergie à moyenne tension. A partir des deux transformateurs **12 MVA**, chaque alimentation de **5,5 KVA** se raccorde à un disjoncteur de circuits verrouillé. Seul une alimentation est utilisée pour le service normal et l'autre est une alimentation de réserve. Les disjoncteurs de circuits verrouillés empêchent les deux alimentations d'être mises en service en même temps. L'appareillage de commutation 5,5 KVCA alimente trois circuits de moteurs d'exportation de deux transformateurs abaisseurs qui réduisent la puissance de **5,5 KVA** à **380 VA** pour alimenter le tableau de distribution **380 VA**.

**c. Salle Basse Tension :** On y trouve :

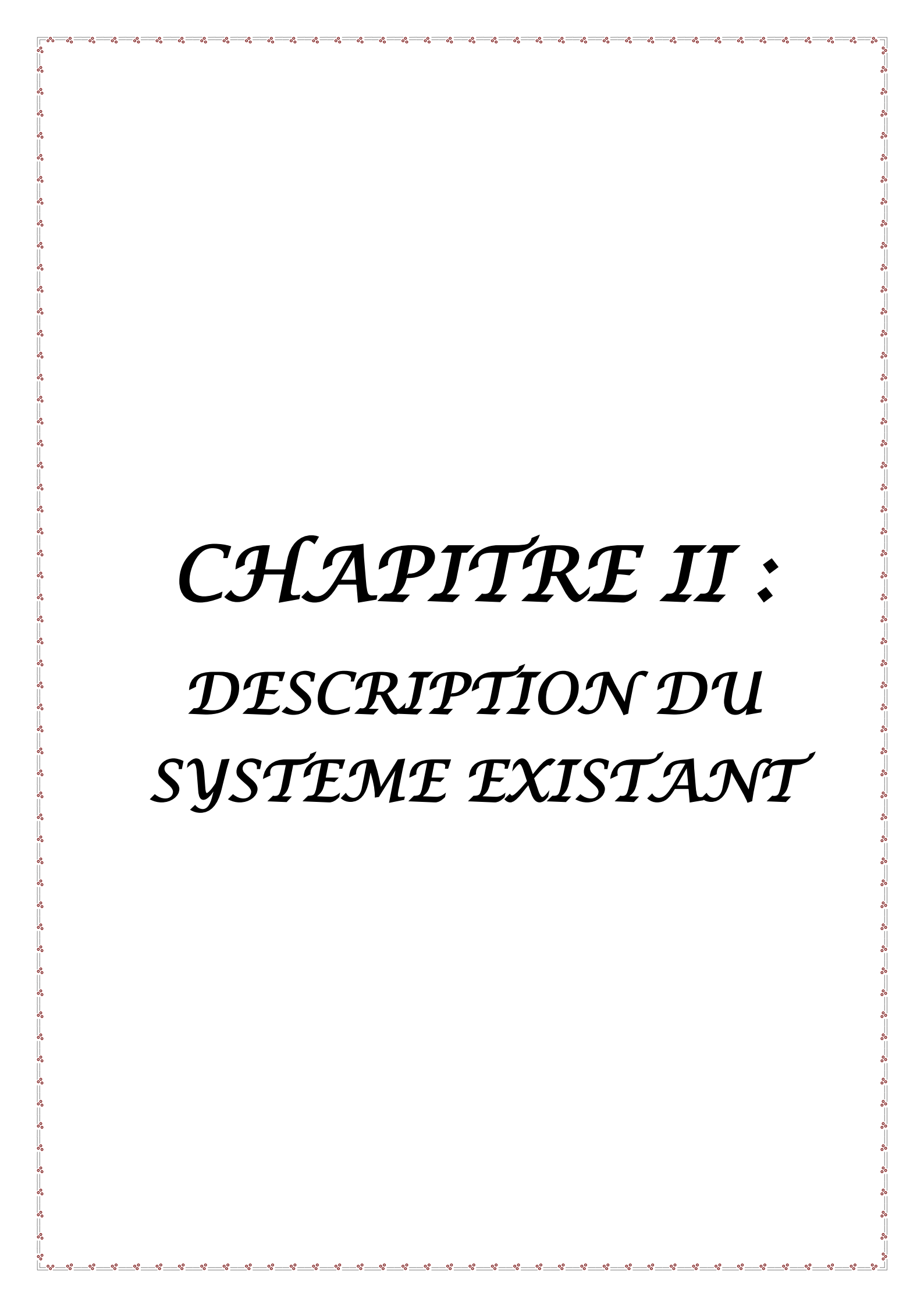
**o Tableau de distribution 380VA :**

Le tableau de distribution **380 VA** contrôle la distribution de puissance à basse tension. Chaque alimentation de **380 VA** se raccorde à un disjoncteur de circuit verrouillé dans le tableau de distribution **380 VA**. Une alimentation est utilisée pour le service normal et l'autre est une alimentation de réserve.

Le tableau de distribution **380 VCA** alimente les équipements du procédé, les équipements de maintenance, les systèmes d'utilités, les systèmes annexes et circuits de CC. Tous les circuits **380 VA** sont triphasés de 50 hertz (HZ).

#### **IV. Conclusion :**

Dans ce premier chapitre nous avons vue en détail la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie qui est la SONATRACH ainsi que son historique ses principale activités et secteurs. Dans ce qui suit nous allons décrire le système existant.



*CHAPITRE II :*  
*DESCRIPTION DU*  
*SYSTEME EXISTANT*

### I. Introduction

Dans ce premier chapitre nous allons présenter notre système existant. En effet, nous commençons par décrire le groupe électrogène en citant ces différents composants et leurs caractéristiques et en décrivant son fonctionnement.

### II. Définition d'un groupe électrogène :

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. Leur taille et leur 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) selon la puissance. Les unités les plus puissantes sont muées par des turbines à gaz ou de gros moteurs Diesel.[3]

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.[3]

Ils fonctionnent à partir de tous les carburants. Les plus fréquents sont l'essence, le gazoile, le gaz naturel, le GPL, les biocarburants et pour les plus puissants le fioul lourd.[3]

Notre groupe électrogène est de Rossi Gruppi Elettrogeni.

### III. Spécifications du groupe électrogène

Service		Continu	Secours
Puissance	KVA	<b>641</b>	706
Puissance active cos $\Phi$ 0.8	KW	<b>513</b>	565
Régime de fonctionnement	r.p.m.		1.500
Tension standard	V		400/231

**Tableau 1 : Spécification du groupe électrogène.**

## IV. Spécifications du moteur principal

Service		Continu (2)	Secours (3)
Puissance (1)	KW <sub>m</sub>	542	599
<b>Fabricant</b>		<b>PERKINS</b>	
Modèle		<b>2806C – E18TAG2</b>	
Cylindres, nombre et disposition		6 – in line	
Alésage × Course :	mm	145 × 183	
Cylindrée totale	L	18.13	
Taux de compression		14.5 :1 nominal	
Injection		Direct	
Consommation spécifique de combustible	L/h	125	
Consommation huile (à pleine charge)	%	0.1	
Diesel 4 temps-Type d'aspiration		Suralimenté avec intercooler	
Régulateur		<b>ELECTRONIQUE</b>	

Tableau 2 : Spécification du moteur principal.



Figure 6 : Moteur PERKINS 2806C – E18TAG2

**V. Equipement de base :**

- ✓ **Système de lubrification :**
  - Lubrification forcée avec pompes.
  - Filtre à cartouche.
  - Soupapes de régulation.
  - Pompe extraction huile.
  - Refroidissement de l'huile
  - Pressostat d'huile pour arrêt automatique.
  
- ✓ **Système d'alimentation combustible :**
  - Pompe d'injection.
  - Filtre à cartouche.
  - Electro-aimant ou électrovanne d'arrêt.
  
- ✓ **Système de Refroidissement :**
  - Système de refroidissement à eau douce avec pompe de circulation.
  - Vanne Thermostatique.
  - Ventilateur soufflant actionné mécaniquement par le moteur.
  - Thermostat eau pour l'arrêt automatique.
  - Pompe de circulation pour refroidissement liquide.
  - Radiateur standard pour 40°C <sup>(5)</sup>.
  
- ✓ **Système D'Aspiration :**
  - Système d'aspiration avec les filtres à air secs avec l'indicateur de contamination.
  - Suralimentation.
  - Echange d'air de suralimentation.
  - Collecteur sur les cylindres.
  
- ✓ **Système d'échappement**
  - Pot d'échappement de type RESIDENTIEL réduction 30/35 dB(A) (version insonorisée).
  - Tuyau flexible d'échappement.

✓ **Système Electrique**

Démarreur électrique		
Chargeur batterie	V / A	24 /32 -5
Tension et capacité batterie	V / Ah	2 × 12 V /2 × 220
Dispositif de préchauffage		

**Tableau 3 : Système électrique.****VI. Alternateur synchrone**

Puissance Nominale	KVA	670
Marque		<b>STAMFORD</b>
Modèle		<b>HCI 544 F</b>
Pôles	N°	4
<b>Liaison des bobinages</b> (standard)		Etoiles-neutre
Isolement	class	H
Degré de protection mécanique (according to IEC-34-5)		IP23
<b>Système d'excitatrice</b>		<b>Auto régulé sans balais</b>
<b>Régulateur de tension</b>		Automatique
<b>Précision tension en régime statique</b>		Entre ± 1.5%

**Tableau 4 : Alternateur synchrone.****VII. Châssis**

Le châssis de base est construit avec des profilés d'acier soudés et renforcés permettant de constituer un support robuste au groupe moteur – alternateur. Le châssis est complet de pieds ou pour le fixage au sol et de 4 anneaux pour le levage de l'ensemble.

Le groupe moteur-alternateur est monté sur le châssis de base avec l'installation des supports antivibratoires en caoutchouc.

L'accouplement moteur-générateur est de type monobloc avec assemblage direct de la bride du volant moteur à la carcasse de l'alternateur.

Le rotor de l'alternateur est de type mono palier et il est accouplé directement et coaxialement au volant moteur avec joint flexible à disques métalliques.

**VIII. Système combustible**

Réservoir combustible incorporé sur le châssis, avec un indicateur de niveau et des appareils selon les normes en vigueur.

Autonomie : 8h.

## IX. Tableau de contrôle

### 1. Tableau de contrôle automatique

L'armoire électrique automatique permet d'obtenir un ensemble pour le débit d'énergie électrique après quelques secondes de manque du secteur.

Les circuits de commande, de contrôle et de signalisation, électroniques et électromécaniques, sont insérés dans une carte unique extrêmement compacte appliquée sur la face avant du tableau.

### 2. Fonctionnement

Avec un sélecteur il est possible de sélectionner le fonctionnement parmi les quatre disponibles :

- **VERROUILLE** : il exclut chaque manœuvre. Passage en économie d'énergie (extinction du display) avec rallumage automatique à la manœuvre successive.
- **MANUEL** : les commandes de démarrage et arrêt manuel du moteur et commandes de fermeture et ouverture de contacteurs Normal/Secours sont disponibles. Les protections du groupe sont activées. La commande de démarrage avec moteur démarré est débranchée automatiquement.
- **AUTOMATIQUE** : le démarrage automatique contrôle la présence d'anomalie de la tension du réseau. Le démarrage du moteur se produit avec plusieurs essais, espacés par des pauses. Si le démarrage ne se fait pas, il y a une signalisation optique et le groupe se met en défaut, ceci pour éviter le déchargement de la batterie. Quand le moteur est mis en marche par le contrôle électronique, le démarreur est débranché automatiquement. Prise en charge de l'installation dès que les conditions nominales du groupe électrogène sont requises.

Des protections appropriées surveillent automatiquement le moteur diesel et la génératrice électrique. Basculement automatique du groupe du secteur et arrêt automatique du moteur après un temps de refroidissement nécessaire.

- **ESSAI** : il est possible de mettre en marche automatiquement le Groupe pour l'essai périodique automatique avec l'habilitation des protections.

### 3. Protection groupe

Le groupe est surveillé par les protections suivantes :

- Défaut de Démarrage.
- Minimale/Maximale tension générateur.
- Minimale/Maximale fréquence générateur.
- Basse pression huile (arrêt).
- Haute température moteur (arrêt).
- Survitesse moteur.
- Surcharge générateur.
- Réserve combustible
- Arrêt d'urgence.

Des signalisations optiques et acoustiques indiquent à l'opérateur s'il y a une anomalie. Les signalisations demeurent même si l'anomalie est annulée. De plus, il y a un arrêt de l'appareillage avec pour conséquence :

- a) Déclenchement du contacteur du Générateur et prédisposition à l'enclenchement du contacteur de réseau au retour du réseau de la tension.
- b) Commande d'arrêt fixe (réglable) au moteur (exclus Réserve Combustible et alarme disponible).
- c) Inhibition du fonctionnement automatique de l'appareillage.
- d) Aptitude permanente au contacteur de Réseau.

Le relevé pour l'alarme de survitesse est électronique, il n'y a pas nécessité d'interrupteurs centrifuges ou d'autres applications sur le moteur.

S'il est prévu dans la phase de programmation en cas de panne avec arrêt du moteur, tous les paramètres électriques (mesures électriques) sont mémorisés instantanément pour permettre à l'opérateur, avant le rétablissement du système, de contrôler l'état fonctionnel au moment de l'arrêt causé par la panne.

### 4. Services auxiliaire

Le tableau comprend les dispositifs auxiliaires pour le maintien de conditions optimales du Groupe électrogène :

- Chargeur de Batterie GE automatique électronique, Alimentation sur réseau
- Alimentation monophasée de préchauffage bougies.
- Essai automatique périodique programmable comme période et durée de l'essai.
- Commande électropompe combustible.

### **5. Outillages et mesures**

Pour le contrôle des paramètres électriques on dispose de trois displays alphanumériques à haute luminosité, qui peuvent visualiser simultanément une série de mesures (signalé par le led correspondant), avec possibilité, la sélection manuelle des mesures à visualiser sur choix de l'opérateur.

- ✓ **Mesures réseau**
  - Tension phase L1 ;
  - Tension phase L2 ;
  - Tension phase L3 ;
  
- ✓ **Mesures générateur**
  - Tension phase L1 ;
  - Tension phase L2 ;
  - Tension phase L3 ;
  - Tension L1-N ;
  - Tension L2-N ;
  - Tension L3-N ;
  
- ✓ **Mesures utilisation (réseau et générateur)**
  - Courant phase L1 ;
  - Courant phase L2 ;
  - Courant phase L3 ;
  
- ✓ **Mesures paramètres groupe**
  - Fréquence générateur ;
  - Tension batterie ;
  
- ✓ **Mesures activité du groupe**
  - Heures de fonctionnement ;
  - Nombre de mises en marche effectuées ;

### **6. Commandes**

- Bouton sélection fonctionnement Groupe ;

Verrouillé, Manuel, Automatique, Essai ;

- Bouton mise en marche moteur ;
- Bouton fermeture moteur ;
- Bouton rétablissement panne
- Bouton sélection type de mesure et programmation ;
- Bouton augmentation paramètre ;
- Bouton diminution paramètre ;
- Bouton de commande fermeture/ouverture contacteur Réseau et Groupe (possibilité en fonctionnement manuel) ;
- Bouton de silence alarme acoustique ;
- Bouton Stop urgence ;

### 7. Signaux optiques

Une série de signalisations optiques est insérée en forme de Led à haute intensité :

#### ✓ Indications d'états

- Réseau dans les limites ;
- Présence Générateur ;
- Contacteur Réseau fermé ;
- Contacteur Groupe fermé ;
- Commande de mise en marche ;
- Commande d'arrêt ;
- Générateur charge batterie ;
- Moteur mis en marche ;

#### ✓ Anomalies

- Mise en marche ratée ;
- Arrêt d'urgence ;
- Basse pression huile-Arrêt
- Haute/Basse tension batterie (incorporé à la visualisation digitale) ;
- Haute température moteur-arrêt ;
- Surchargé Générateur ;
- Survitesse ;
- Réserve combustible.

### 8. Caractéristiques fonctionnelles

Il y a une série de contrôle et paramètres modifiables avec la programmation simple et facilement compréhensible, réalisée avec les touches sur la partie frontale de la carte.

Plusieurs possibilités de programmation sont disponibles. Pendant l'essai, chaque coffret prévoit un tarage standard éventuellement modifiable au choix.

Avec les diverses possibilités il est possible d'établir les paramètres pour :

- 1) L'activation de la commande de la pompe de combustible électrique.
- 2) Essai automatique avec le cycle quotidien ou hebdomadaire.
- 3) Alarme de surcharge selon la valeur ammetric.

La tension auxiliaire pour l'opération est prévue pour tous les deux, installation 12Vcc et 24Vcc, sans la nécessité de substituer la carte électronique.

#### X. Dimensions et poids

Longueur	Mm	5.500
Largeur	Mm	1.900
Hauteur	Mm	2.720
Poids à sec (avec accessoires standard approx.)	Kg	7.300

Tableau 5 : Dimensions et poids.

#### XI. Carte à microprocesseur de contrôle

La carte **STANDARD A 2000** est une carte à microprocesseur de contrôle pour groupe électrogène à intervention automatique. C'est une carte électronique pour la gestion automatique / manuelle d'un tableau électrique pour des groupes électrogènes. Basée sur une technologie à microprocesseur, elle permet de simplifier la gestion du groupe et d'intervenir en conditions de sécurité pour l'installation.

#### XII. Conclusion

Après avoir décrit le contexte général de notre système et présenté ses caractéristiques et ses différentes fonctionnalités, nous procéderons à une revue générale sur les automates programmables et adopter le planning d'exécution établi pour procéder à la réalisation de ce projet et à remplir toutes les exigences du cahier des charges.



*CHAPITRE III :*  
*GENERALITES :*  
*SUR LES AUTOMATES*  
*PROGRAMMABLES*

## I. Introduction

La conception d'un programme pour un automate programmable industriel nécessite des connaissances de base en matière d'automatisme.

Ce chapitre permet de comprendre la structure d'un Système Automatisé de Production et de définir les différentes parties de ce système. Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences et/ou en étapes.

## II. Caractéristiques d'un automatisme

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande.

La Partie Commande mémorise le SAVOIR FAIRE des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la Partie Opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

Un automatisme bien conçu permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Accroître la productivité du système, c'est-à-dire, augmenter la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :
  - ✓ D'une meilleure rentabilité.
  - ✓ D'une meilleure compétitivité.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée
- S'adapter à des contextes particuliers :
  - ✓ Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire ...).
  - ✓ Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées ...).

- Augmenter la sécurité,... etc.

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

L'automatisme intervient dans tous les stades d'opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que les industries de transformation, de transport, dans les machines, ainsi que dans le secteur tertiaire.

### III. Structure d'un automatisme

Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles:

- ✓ La partie opérative (PO) ;
- ✓ La partie commande (PC) ou système de contrôle / commande (SCC) ;
- ✓ La partie relation (PR) de plus en plus intégrée dans la partie commande.

- **La partie commande**

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même Partie Opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. L'outil de description de la partie commande s'appelle le GRAPHE Fonctionnel de Commande Etape / Transition (GRAFCET).[3]

- **La partie opérative**

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

- ✓ Des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres de la partie commande ;
- ✓ Des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique ;
- ✓ Des capteurs qui informent la partie commande de l'exécution du travail. Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système. [3]

▪ La partie relation ou dialogue

C'est la partie qui représente l'échange des informations entre la partie commande et l'extérieur du système (pilot, usage, surveillant...) dont elle reçoit des consignes et à qui elle fournit des comptes rendus visuels ou sonores.[3]

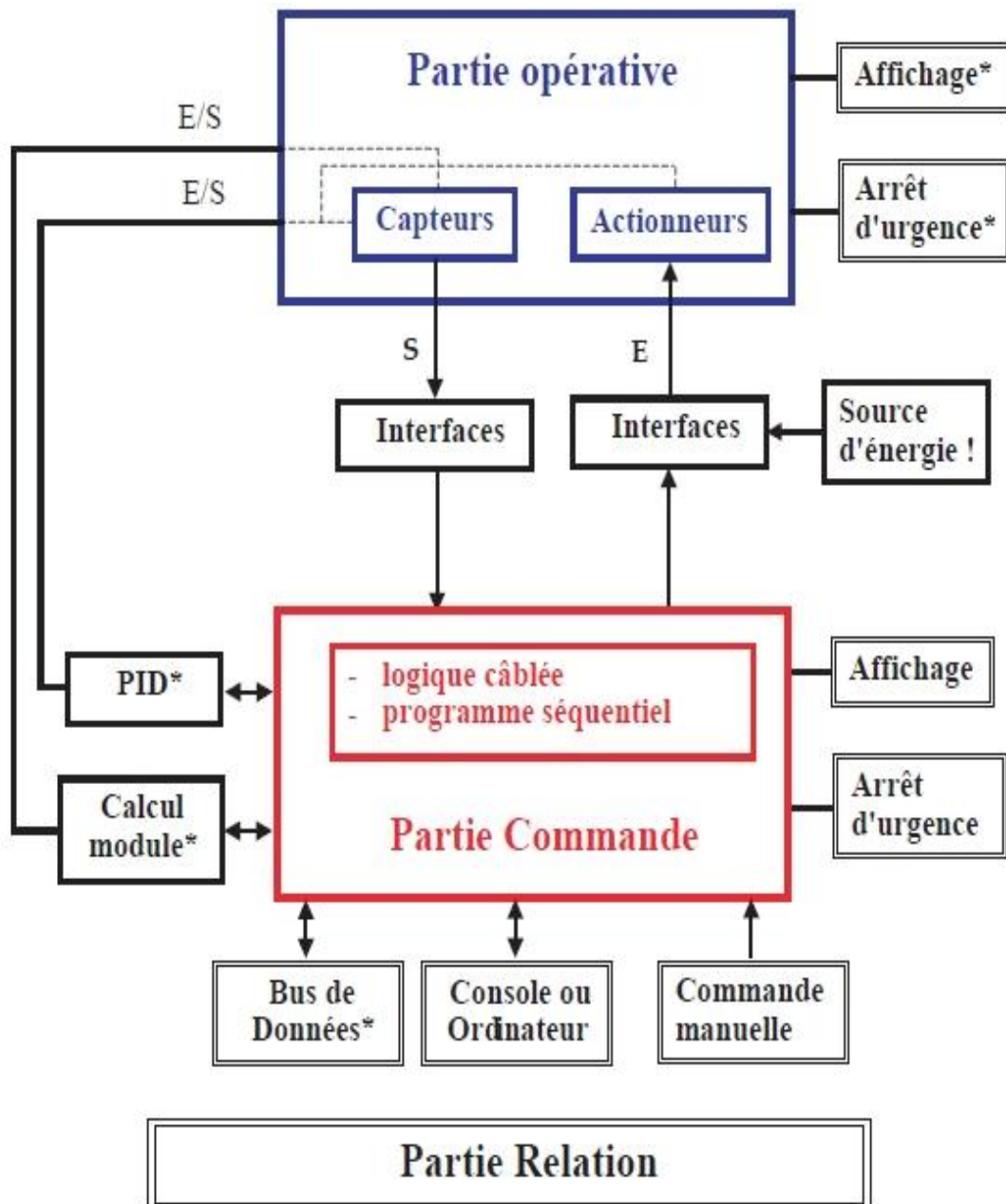


Figure 7 : structure d'un système automatisé.[3]

Cette structure permet un dialogue profitable entre le futur utilisateur du système, et l'automaticien responsable de la partie commande.

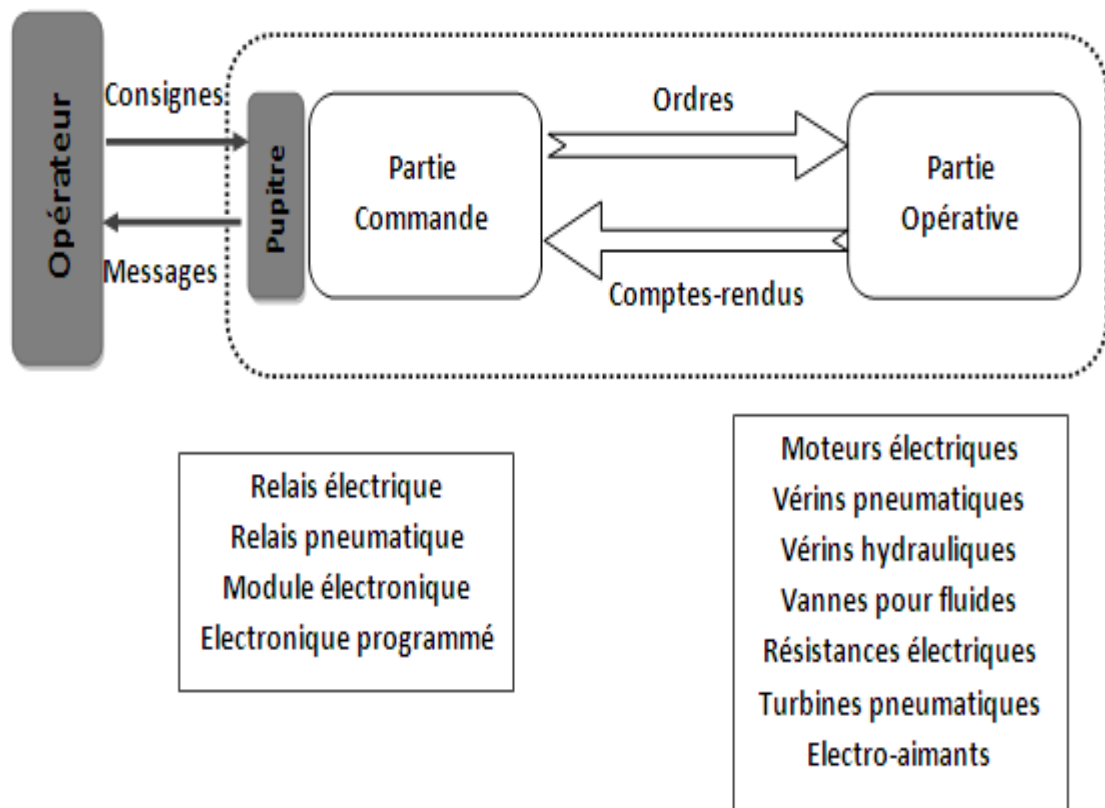


Figure 8 : dialogue entre la partie commande et la partie opérative.

#### IV. Conduite et surveillance d'un système automatisé

Il s'avère très difficile en pratique d'intégrer dans une Partie Commande la totalité des savoir faire humains de sorte que l'automatisation reste souvent partielle : certaines tâches restent confiées à des intervenants humains.

A ces causes techniques viennent s'ajouter des considérations économiques de compétitivité, des considérations financières imposant un fractionnement des investissements, des considérations sociales d'automatisation douce.

Certaines tâches restent donc manuelles et l'automatisation devra donc prendre en compte la spécificité du travail humain, c'est-à-dire en particulier :

- ✓ Assurer le dialogue entre les intervenants et le système automatisé,
- ✓ Assurer la sécurité de ces intervenants dans l'exécution de leurs tâches manuelles.

En outre le modèle de fonctionnement de la Partie Commande, choisi par le concepteur du système, ne correspond qu'à un ensemble de situations prévues, c'est-à-dire, retenues par le concepteur parmi un ensemble de situations possibles.

Or il est impératif de pouvoir faire face à des situations non prévues (donc non retenues en général pour des raisons économiques compte tenu de leur faible probabilité), voire imprévisible.

Seul un opérateur peut alors intervenir et prendre les décisions requises par cette situation. Il assure une fonction de conduite et de surveillance du système automatisé. Cette fonction peut être plus ou moins assistée par un ensemble de moyens (pupitres, informatique...).

Le concepteur devra alors :

- ✓ Fournir à l'intervenant (ou lui permettre de prélever) toutes les informations significatives (ou indices) nécessaires à l'analyse de la situation.
- ✓ Lui permettre d'agir sur le système, soit directement (dépannage...), soit indirectement (consignes de sécurité, de marches et d'arrêts...).

#### **V. Mise en œuvre d'un automatisme**

La mise en œuvre de tout système automatisé implique d'accomplir une série de tâches qui constituent autant d'étapes successives naturellement interdépendantes. On peut distinguer en fait, dans les travaux correspondants, quatre groupes de tâches :

- ✓ L'étude préalable ;
- ✓ L'étude proprement dite et préparation ;
- ✓ Fabrication et essais ;
- ✓ Mise en route et exploitation.

#### **VI. Automate programmable**

Cet ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme par exemple la sortie ou la rentrée d'une tige de vérin, l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative lui donnera en retour des informations relatives à l'exécution du travail.[3]

## 1. Caractéristiques générales

### 1.1. Architecture d'un automate programmable industriel

#### A. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou de type modulaire

##### A.1. Type compact

On distingue les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet...) des micro-automates.

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il peut réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



Figure 9 : automate type compact (siemens).[11]

### A.2. Type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le « fond de panier » (bus et connecteurs).

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Figure 10 : automate type modulaire (siemens).[12]

## B. Structure interne

Le schéma simplifié de la structure interne d'un automate est donné par la figure suivante :

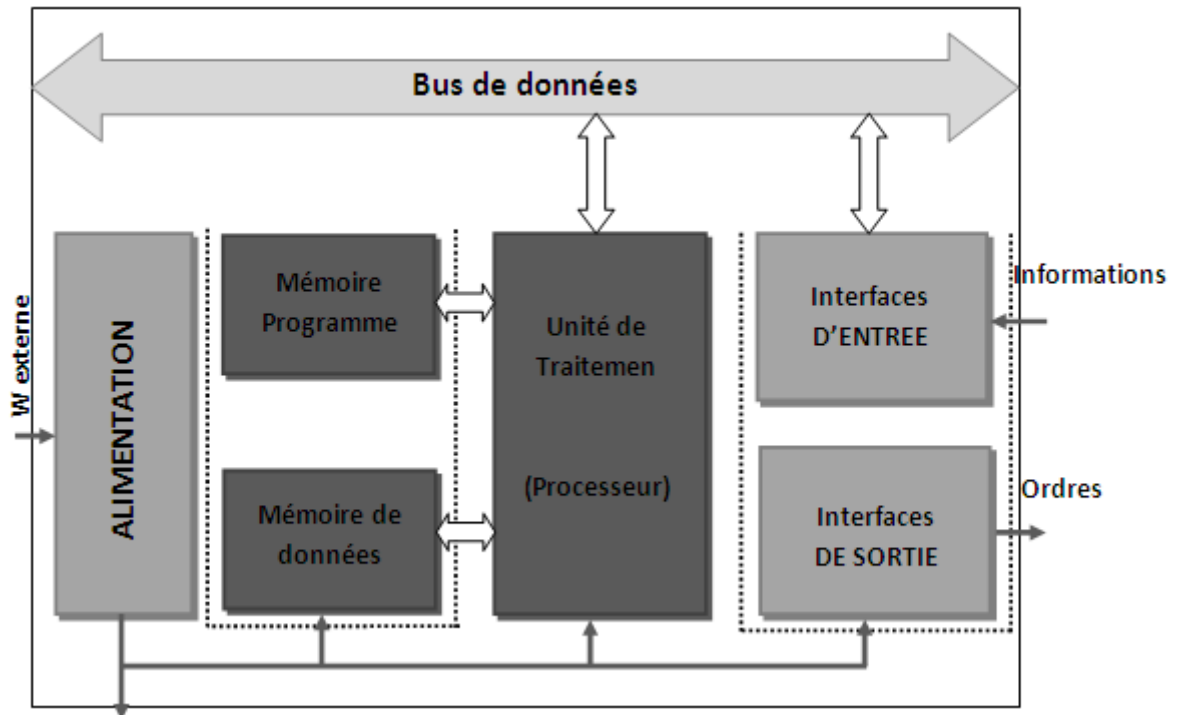


Figure 11 : structure interne d'un automate programmable.

Les API comportent quatre parties principales :

- ✓ Une mémoire ;
- ✓ Un processeur ;
- ✓ Des interfaces d'Entrées/Sorties ;
- ✓ Une alimentation (240 V<sub>ac</sub> ! 24 V<sub>cc</sub>).

Un automate programmable industriel est donc constitué de :

### B.1. Une unité de traitement ou 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.

Le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- ✓ La lecture des informations d'entrée ;
- ✓ L'exécution des instructions du programme mis en mémoire ;

- ✓ La commande ou l'écriture des sorties.

### **B.2. Une mémoire programme**

La mémoire programme de type RAM contient les instructions à exécuter par le processeur afin de déterminer les ordres à envoyer aux pré-actionneurs reliés à l'interface de sortie en fonction des informations recueillies par les capteurs reliés à l'interface d'entrée.

### **B.3. Une mémoire de données**

La mémoire de donnée permet le stockage de :

- ✓ L'image des entrées reliées à l'interface d'entrée ;
- ✓ L'état des sorties élaborées par le processeur ;
- ✓ Les valeurs internes utilisées par le programme (résultats de calculs, états intermédiaires...);
- ✓ Les états forcés ou non des E/S.

### **B.4. Des interfaces d'entrées / sorties**

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. Ces différentes entrées sont mises en forme par l'interface d'entrées avant d'être stockées dans la mémoire de données.

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

- ✓ Modules TOR (Tout Ou Rien): 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 (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).
- ✓ Modules spécialisés : l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

### **B.5. Un module d'alimentation**

Le module d'alimentation transforme l'énergie externe du réseau en le mettant en forme afin de fournir aux différents modules de l'API les niveaux de tension nécessaires à leur bon fonctionnement.

Plusieurs niveaux de tension peuvent être utilisés par les circuits internes (3v, 5v, 12v, 24v...). Il sera dimensionné en fonction des consommations des différentes parties.

## VII. Langages de programmation

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont :

### 1. GRAFCET ou SFC

Le GRAFCET est un outil graphique de description du comportement déterministe de la Partie Commande.[3]

Le GRAFCET décrit les interactions informationnelles à caractère déterministe à travers la frontière d'isolement entre la Partie Commande et la Partie Opérative d'un système isolé. Il établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

- ✓ Les entrées, c'est-à-dire les transferts d'informations de la Partie Opérative vers la Partie Commande.
- ✓ Les sorties, transferts d'informations de la Partie Commande vers la Partie opérative.[4]

#### 1.1. Point de vue

La description du comportement attendu d'une Partie Commande peut se représenter par un GRAFCET d'un certain « niveau ».[4]

- ✓ La caractérisation du « niveau » du GRAFCET nécessite de prendre en compte trois dimensions : une dimension « point de vue », caractérisant le point de vue selon lequel un observateur s'implique dans le fonctionnement du système pour en donner une description. On distingue trois points de vue :[4]
  - Un point de vue « système », ou « procédé ».
  - Un point de vue « Partie Opérative ».
  - Un point de vue « Partie Commande » ou « réalisateur ».
- ✓ Une dimension « spécifications », caractérisant la nature des spécifications techniques auxquelles doit satisfaire la Partie Commande. On distingue trois groupes de spécifications :[4]
  - Spécifications fonctionnelles.
  - Spécifications technologiques.
  - Spécifications opérationnelles.

- ✓ Une dimension « finesse », caractérisant le niveau de détail dans la description du fonctionnement, d'un niveau global (ou macro-représentation) jusqu'au niveau de détail complet où toutes les actions et informations élémentaires sont prises en compte.

**1.2. Structure graphique du GRAFCET et représentation**

Une structure de GRAFCET est un graphe cyclique composé alternativement de transitions et d'étapes, reliées entre elles par les liaisons orientées (ou arcs orientés). Des actions peuvent être associées aux différentes étapes.

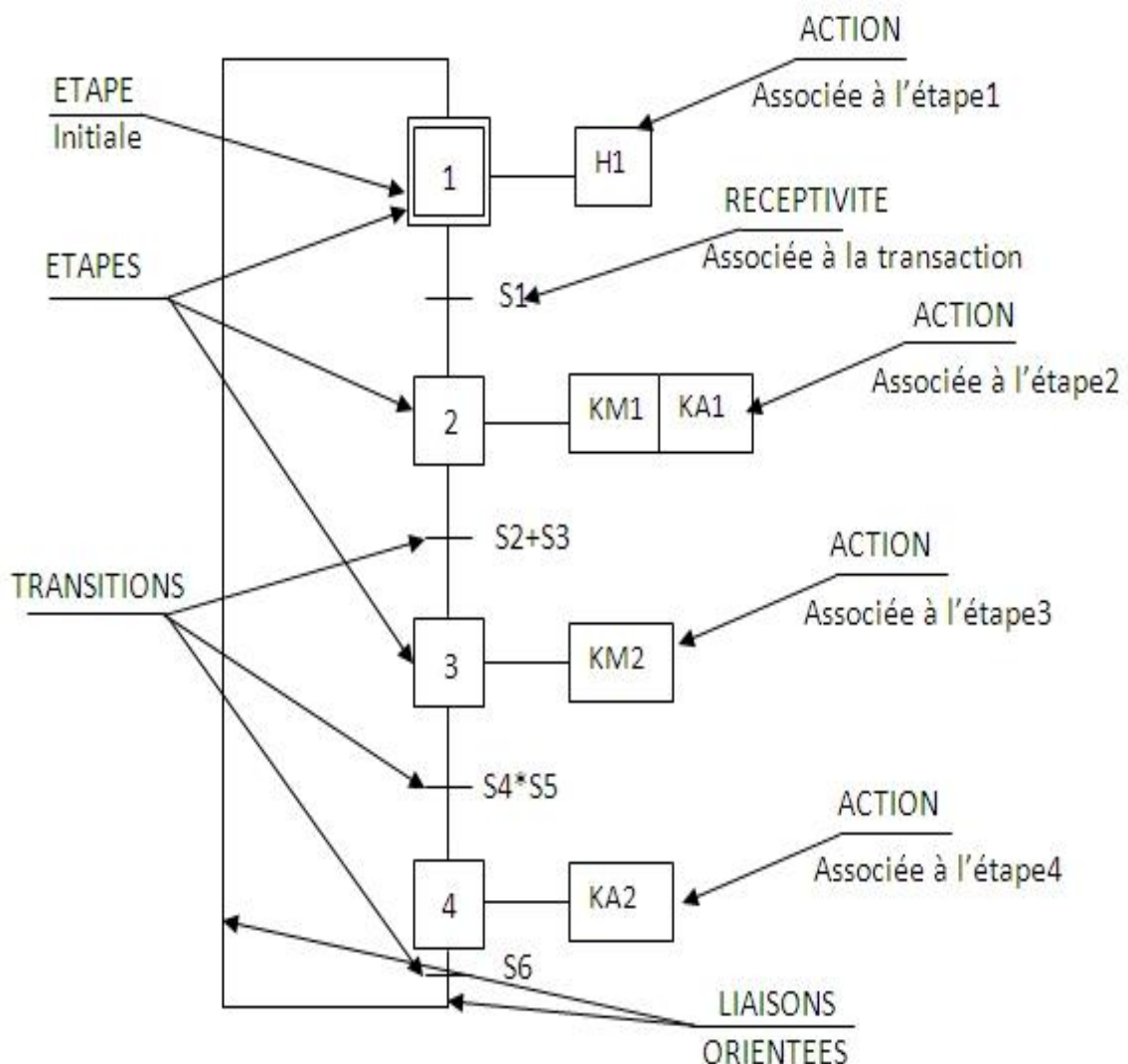


Figure 12 : Représentation d'un GRAFCET.

**❖ L'étape**

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. Elle caractérise un comportement invariant (dans le sens de reproductible) du système considéré.

**❖ La transition**

La transition permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui va permettre, lors de son franchissement, l'évolution du système. Elle représente une possibilité de changement d'état du système.

**❖ La réceptivité**

Une réceptivité est associée à chaque transition (l'absence de réceptivité est en fait la réceptivité toujours vrai). C'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition.

Une réceptivité s'exprime comme étant une expression booléenne ou numérique.

**❖ Les actions associées**

Les actions servent à émettre des ordres vers la partie opérative. Une action est une sortie du système logique que nous modélisons. Ces actions peuvent être de trois types :

- ✓ Les actions continues ;
- ✓ Les actions conditionnelles ;
- ✓ Une action mémorisée.

**1.3. Les Macro-étapes**

Le concept de macro-étape permet des descriptions par niveau de détails successifs. Ainsi plusieurs niveaux de représentation peuvent être mis en œuvre. Le premier niveau exprimant globalement la fonction à remplir sans se soucier de tous les détails superflus qui seront décrits dans les niveaux suivants, correspondant à une analyse plus fine. Finalement le dernier niveau pourra être celui correspondant à l'implémentation de la partie commande dont on spécifie le comportement.

**1.4. GRAFCET hiérarchisés**

Les GRAFCET hiérarchisés forment une structure de type maître, esclave (père, fils) dans laquelle le GRAFCET maître donne des ordres à un ou plusieurs GRAFCET esclave (on parle alors de GRAFCET de tâche ou de sous programme GRAFCET) et les GRAFCET esclaves renvoient un accusé d'exécution en fin de tâche. A la différence d'une macro-étape les GRAFCET de tâche peuvent être appelés de différents endroits du GRAFCET maître.

Cependant ils exécuteront une nouvelle tâche seulement lorsqu'ils auront terminé celle en cours.

### 1.5. Règles d'évolution du GRAFCET

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles, elles précisent les causes et les effets du franchissement des transitions.

#### ✓ Règle 1 : situation initiale

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement : ces étapes sont les étapes initiales (doublement du symbole d'étape)

#### ✓ Règle 2 : franchissement d'une transition

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) sont actives.

Le franchissement d'une transition se produit :

- Lorsque la transition est validée ;
- Et que la réceptivité associée à cette transition est vraie.

#### ✓ Règle 3 : évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

#### ✓ Règle 4 : évolution simultanée

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

✓ Règle 5 : activation et désactivation simultanée d'une étape

Si au cours du fonctionnement la même étape simultanément activée et désactivée elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes au procédé) non désirées.

Il est important de noter que :

- La durée de franchissement d'une transition est très petite (temps de cycle automate) mais non nulle. Ainsi si deux transitions successives (séparées par une étape) ont pour réceptivité le même front d'une variable, alors il faudra deux fronts de cette variable, pour franchir les deux transitions.

- Le GRAFCET fait l'hypothèse d'un monde asynchrone : deux événements non corrélés ne peuvent survenir simultanément.

## 2. Les diagrammes à relais ou schéma à contacts

Les diagrammes à relais (LADDER) permettent de représenter des conditions logiques de façon similaire aux armoires de commande à relais utilisées avant l'arrivée des automates programmables industriels. Les entrées sont des relais (en série et/ou en parallèle) qui sont reliés à une bobine (la sortie). Ces éléments sont placés entre deux lignes d'alimentation. La bobine d'une première condition logique peut être utilisée comme entrée d'une autre condition logique. D'autres éléments peuvent entrer dans une condition logique : compteurs, temporisateurs,...ect

Les figures 13 et 14 présentent les éléments constitutifs les plus souvent rencontrés dans les diagrammes à relais.

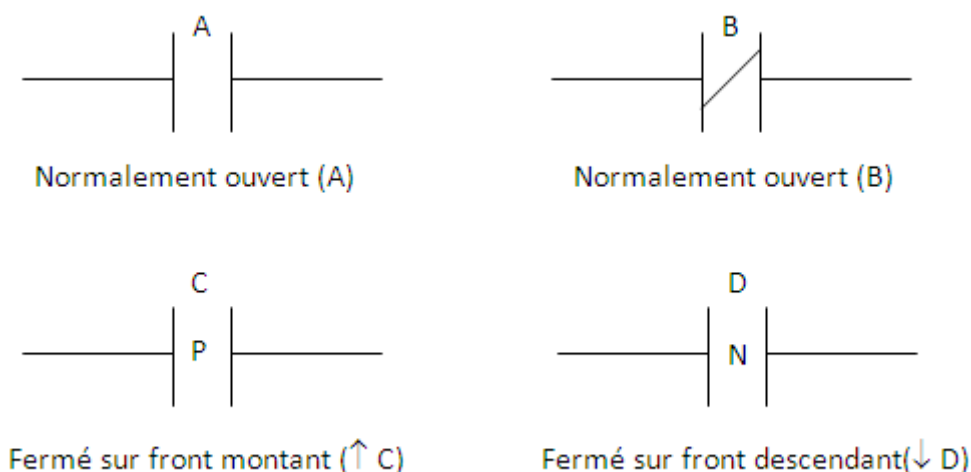


Figure 13 : éléments constitutifs : contacts (entrées).

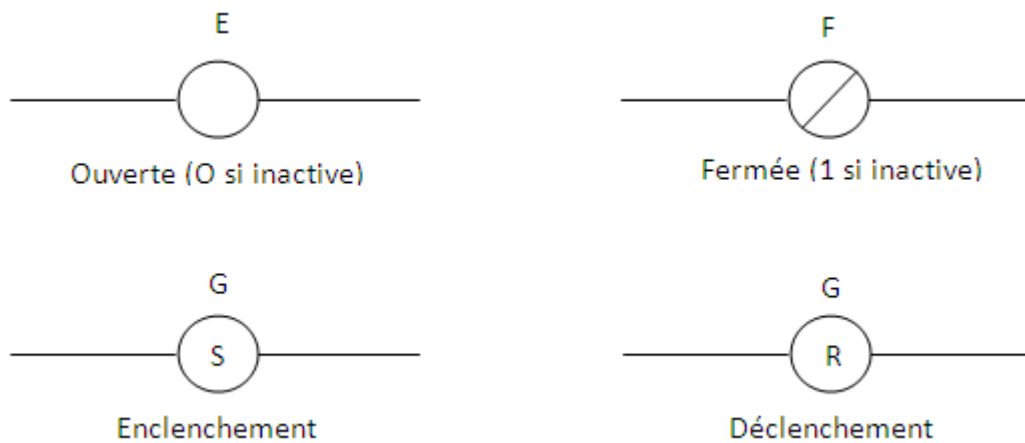


Figure 14 : éléments constitutifs : bobines (sorties).

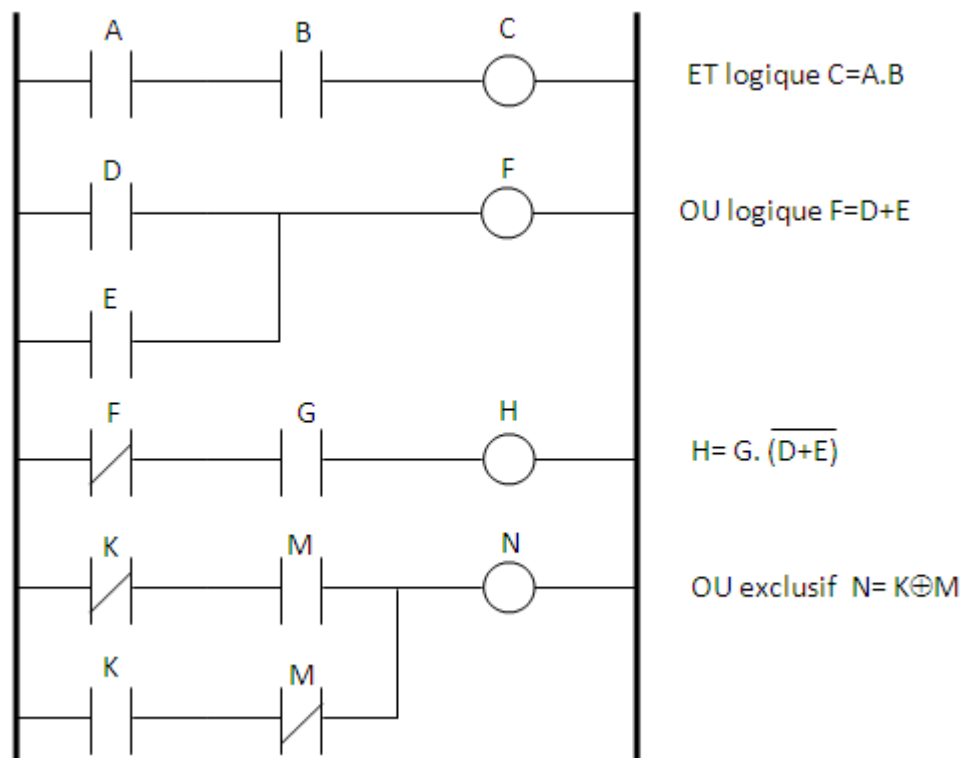


Figure 15 : exemples utilisant les fonctions logiques de base.

Il est important de noter que dans bon nombre d'automates programmables, les diagrammes à relais sont interprétés du haut vers le bas et les sorties sont mises à jours à la fin du balayage en fonction des entrées en début de balayage.

### 3. Schéma par blocs ou FBD

Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions, il permet de manipuler tous les types de variables.

### 4. Texte structuré ou ST

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

### 5. Liste d'instructions ou IL

Ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

## VIII. Programmation des automates

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- ✓ Une console de programmation ayant pour avantage la facilité ;
- ✓ Un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou RS485 ou d'un réseau de terrain.

## IX. Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir se retourner en cas de perte de vitesse de l'une d'entre elles.

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ce matériel et une trop grande diversité des matériaux peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- ✓ Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées/ sorties nécessaires devient élevé ;
- ✓ Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue ;
- ✓ Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage...) permettront de soulager le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées.
- ✓ Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus...).

## **X. Conclusion**

Dans ce chapitre on a pu donner une description générale sur l'automatisme et sa mise en œuvre ainsi qu'une présentation des automates programmables industriels, leurs caractéristiques, leurs architectures interne et externe, leurs langages de programmations, ainsi que leurs critères de choix.



*CHAPITRE IV :*  
*CONSEPTION ET*  
*MODELISATION*

## I. Introduction

Comme nous l'avons vu dans le deuxième chapitre (description du système existant), notre groupe électrogène fonctionne avec la carte STANDARD A 2000, qui est une carte à microprocesseur de contrôle. Ce genre de carte est délivrée par le fabricant sans pour autant avoir des renseignements dessus (c'est un circuit fermé), alors en cas de panne ou d'anomalie provenant de cette carte, il faut toujours se référer au fabricant. Cette transaction, non seulement, prend du temps mais elle est aussi coûteuse et question prix ces cartes sont vraiment chères.

Pour remédier à tout ça, notre projet consiste à enlever cette carte et la remplacer par un automate programmable standard **Siemens S7-300**, qui est beaucoup plus fiable et pour lequel la réparation fait gagner beaucoup de temps et elle est moins coûteuse. Les automates programmables ont été créés pour permettre à l'installateur d'aborder la plupart des spécifications complexes de l'industrie.

L'automate programmable nous permet aussi d'avoir un système ouvert où on peut avoir accès à son programme et apporter des modifications dans le but d'améliorer notre système et de faire des modifications. Dans notre cas on l'utilise, en premier lieu, pour surveiller le réseau électrique SONALGAZ, et en cas de défaut de celui-ci, démarrer le groupe et transférer la charge automatiquement. Il permet à l'utilisateur de démarrer et d'arrêter le groupe électrogène, et si besoin est, de transférer la charge au générateur manuellement via les boutons poussoir externes ou automatiquement. L'utilisateur peut aussi voir tous les paramètres par l'affichage.

L'automate programmable indique le mode opérationnel et les conditions de panne, il arrête automatiquement le moteur et donne une information de défaut. L'information sur le mode exact de la défaillance est indiquée par affichage.

## II. Les entrées / sorties de notre système

Afin de faire l'étude du fonctionnement de notre système on a relevé toutes les entrées / sorties dont on a besoin. On distingue deux types d'entrées (entrées tout ou rien TOR et entrées analogiques) et des sorties tout ou rien.

## 1. Les entrées analogiques

TAG	DESCRIPTION
MW01	TENSION RESEAU L1
MW02	TENSION RESEAU L2
MW03	TENSION RESEAU L3
MW04	TENSION GENERATEUR L1
MW05	TENSION GENERATEUR L2
MW06	TENSION GENERATEUR L3
MW07	TENSION BATTERIE
C-01	COMPTEUR DE MISE EN MARCHE MANQUEE
TC-01	COURANT L1
TC-02	COURANT L2
TC-03	COURANT L3
TC-04	COURANT NEUTRE
TPO-01	TRANSDUCTEUR PRESSION HUILE
TTA-01	TRANSDUCTEUR TEMPERATURE EAU
RC-01	RESERVE COMBUSTIBLE
VM-01	VITESSE MOTEUR
TH-01	TEMPERATURE HUILE
MW08	FREQUENCE GENERATEUR

Tableau 6 : Entrées analogiques.

## 2. Les entrées tout ou rien (TOR)

TAG	DESCRIPTION
EMM	MODE MANUEL
EMA	MODE AUTOMATIQUE
EMT	MODE TEST
EMV	MODE VERROUILLE
EDR	ETAT DU DISJONCTEUR RESEAU
EDG	ETAT DU DISJONCTEUR GROUPE
EI	ETAT DE L'INVERSEUR
BPM-01	BOUTON POUSSOIR DE DEMARRAGE
BPM-02	BOUTON POUSSOIR D'ARRET
NPO	PRESSOSTAT BASSE PRESSION HUILE
NBH	NIVEAU BAS HUILE
SM	SUR VITESSE MOTEUR
NBE	NIVEAU BAS EAU
PME	MANQUE PRECHAUFAGE EAU
ATA	THERMOSTAT TEMPERATURE ELEVEE (ATA)
NBC	NIVEAU BAS COMBUSTIBLE
NEC	NIVEU ELEVE COMBUSTIBLE

BAU	BOUTON D'ARRET D'URGENCE
GM	GROUPE EN MARCHÉ
AM	ARRET MOTEUR
RA	RESET ALERTE
BA	BOUTON ACQUITER
DG	DEFAUT DISJONCTEUR GROUPE
DR	DEFAUT DISJONCTEUR RESEAU
DI	DEFAUT INVERSEUR
GV	GROUPE VERROUILLE

TABLEAU 7 : Les entrées TOR.

## 3. Les sorties tout ou rien (TOR)

TAG	DESCRIPTION
EC	ELECTROPOMPE COMBUSTIBLE
EDM	DEMARRAGE MOTEUR
AAM	ARRET MOTEUR
AAH	ALARME NIVEAU BAS HUILE
AAC	ALARME COMBUSTIBLE
AAE	ALARME NIVEAU BAS EAU
LTE	LAMPE HAUTE TEMPERATURE EAU
LSM	LAMPE SUR VELOCITE
LPH	LAMPE BASSE PRESSION HUILE
LDD	LAMPE DEFAUT DE DEMARRAGE
LDF	LAMPE DEFAUT FRQUENCE
LDTG	LAMPE DEFAUT TENSION GROUPE
LDB	LAMPE DEFAUT BATTERIE
LG	LAMPE GROUPE EN MARCHÉ
LR	LAMPE RESEAU
VG	VERROUILLER GROUPE
ODG	OUVRIER DISJONCTEUR GROUPE
FDG	FERMER DISJONCTEUR GROUPE
DDG	DEFAUT DISJONCTEUR GROUPE
LDDG	LAMPE DEFAUT DISJONCTEUR GROUPE
LDDR	LAMPE DEFAUT DISJONCTEUR RESEAU
DB	DEFAUT BATTERIE
DTG	DEFAUT TENSION GROUPE
DF	DEFAUT FREQUENCE
ODR	OUVRIER DISJONCTEUR RESEAU
FDR	FERMER DISJONCTEUR RESEAU
DDR	DEFAUT DISJONCTEUR RESEAU
OI	OUVRIER INVERSEUR
FI	FERMER INVERSEUR
DEFI	DEFAUT INVERSEUR

LDI	LAMPE DEF AUT INVERSEUR
DEFG	DEF AUT GROUPE
RTR	RELAIS TENSION RESEAU
RTG	RELAIS TENSION GROUPE

Tableau 8 : Les sorties TOR.

### III. Etats fonctionnels du groupe électrogène

Le groupe électrogène peut fonctionner en quatre modalités différentes :

- a. Le mode automatique.
- b. Le mode manuel.
- c. Le mode test.
- d. Le mode verrouillé.

#### 1. Le mode automatique

Le mode automatique est le mode de fonctionnement habituel, dans ce mode le groupe fonctionne sans aucune intervention de l'opérateur et pour cela il faut mettre le groupe sous le mode automatique en activant ce dernier.

Une fois activé, si une défaillance est détectée sur le secteur principal, l'automate enclanche une temporisation puis commande l'ouverture des trois disjoncteurs ( groupe, réseau et inverseur ), alors le démarrage du groupe est demandé. Si la tension du générateur se trouve dans les limites établies, l'automate ferme le disjoncteur du groupe et l'inverseur.

Au retour de la tension du secteur, l'automate enclanche une autre temporisation puis fait arrêter le groupe, ouvre les disjoncteurs du groupe et l'inverseur et enfin ferme le disjoncteur réseau.

Si pendant la temporisation, il y a une défaillance du secteur le groupe continue son fonctionnement jusqu'au rétablissement total.

En cas de quelconque défaut ( défaut du moteur, de la génératrice, de démarrage ou des disjoncteurs ) le groupe s'arrête automatiquement et se met en mode verrouillé pour la protection de l'équipement.

✓ Le grafcet du fonctionnement automatique

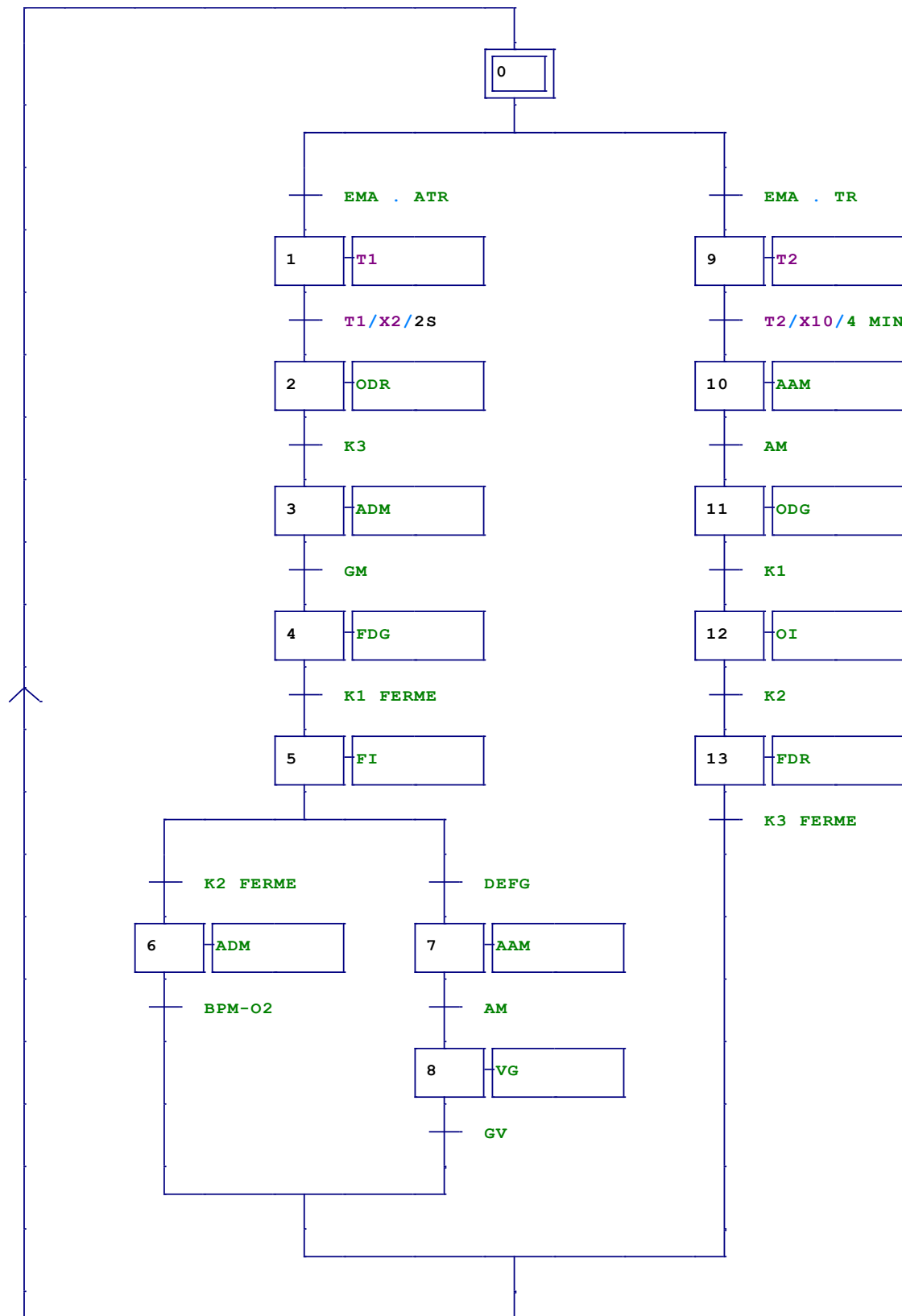


Figure 16 : Le grafcet du mode automatique.

## 2. Mode manuel

Pour initier une séquence de démarrage en manuel il faut activer le mode manuel. On appuie sur le bouton poussoir de démarrage pour démarrer l'équipement.

Si le secteur principal tombe en panne ou s'il reçoit un signal de démarrage à distance, l'automate commande l'ouverture du disjoncteur réseau puis ferme le disjoncteur du groupe et l'inverseur et les charges seront transférées au groupe électrogène. L'équipement continuera de travailler en charge quel que soit l'état du secteur principal.

Pour arrêter volontairement l'équipement on appuie sur le bouton poussoir d'arrêt ou le bouton d'arrêt d'urgence.

Comme dans le mode automatique quelque soit le défaut détecté le groupe s'arrête et se met en mode verrouillé.

✓ Le grafcet mode manuel

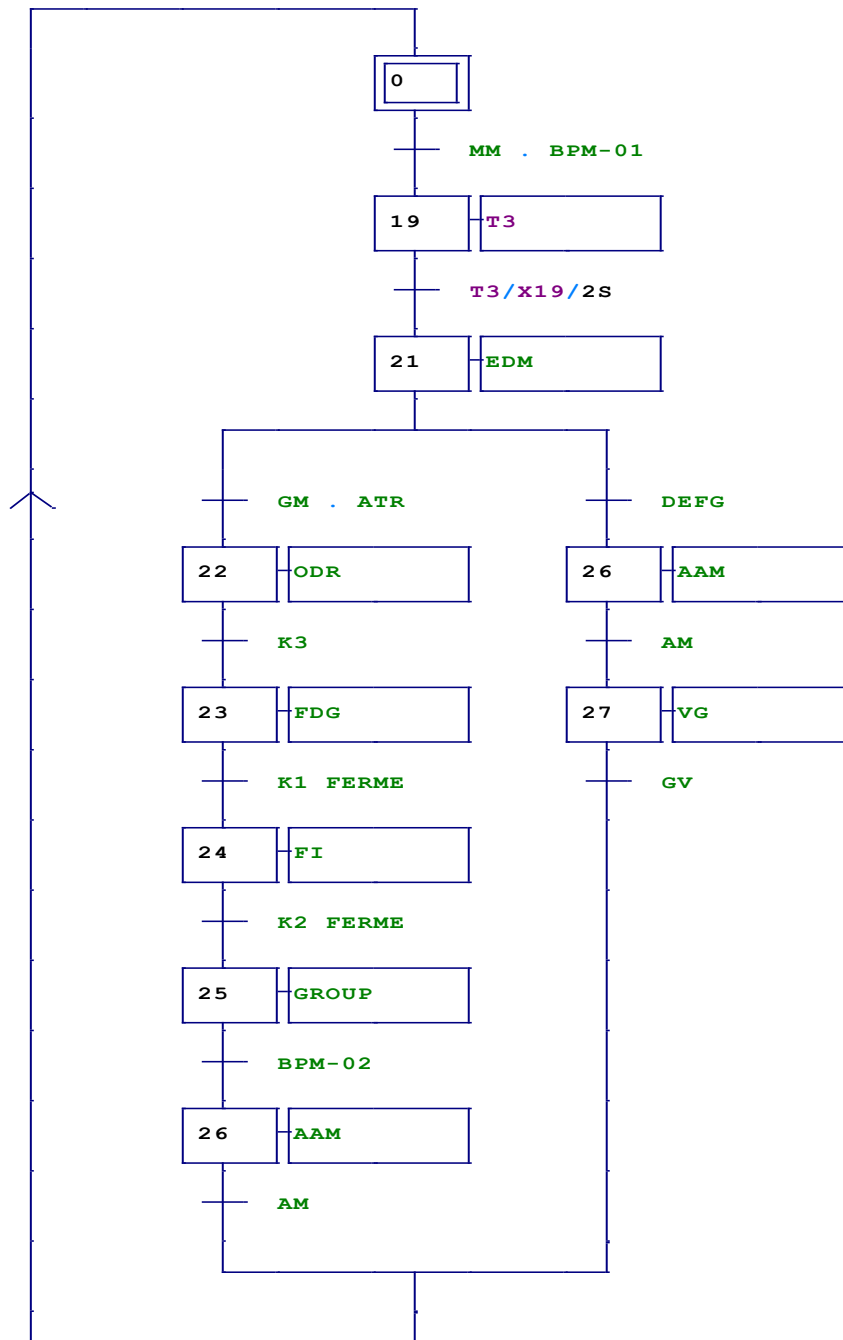


Figure 17 : Le grafcet mode manuel.

3. Le mode test

C'est le mode ou on met le groupe électrogène en marche pour l'essai périodique automatique. Il est utilisé pour que le groupe électrogène vérifie l'état du secteur électrique ou pour effectuer une déconnection du réseau électrique en cas de défaillance

d'alimentation prévue. Aussi, il permet au groupe de ne pas rester inactif pendant une longue durée.

Pour activer le mode test on appuie sur le bouton EMT et pour démarrer notre système on appuie sur le bouton poussoir de démarrage BPM-01. Ce mode de travail permet de simuler une défaillance du secteur principal en transférant les charges au groupe électrogène automatiquement pendant dix minutes. Après cette période, notre système basculera vers le mode automatique.

Dans ce mode comme dans les deux modes précédant (automatique et manuel), chaque défaut détecté fera arrêter le procédé.

#### ✓ Le grafctet du mode test

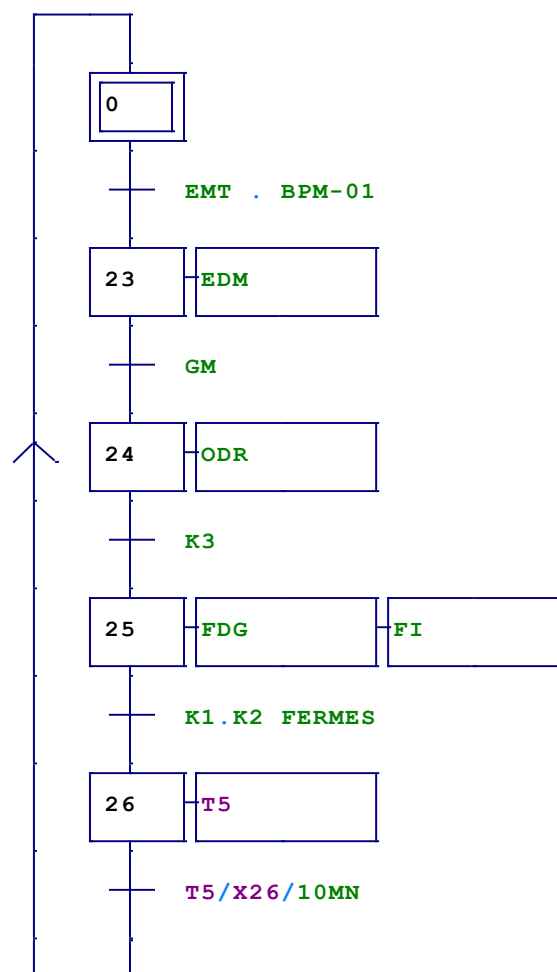


Figure 18 : Le grafctet du mode test.

#### 4. Le mode verrouillé

Le mode verrouillé est le mode où le groupe sera arrêté ou toutes les manœuvres seront exclues, et il sera activé en cas de détection de défaut ou en sélectionnant le mode verrouillé.

Le groupe sera comme ça en mode verrouillé jusqu'à ce que l'on quitte le verrou en appuyant sur le bouton acquitté.

#### ✓ Le grafcet du mode verrouillé

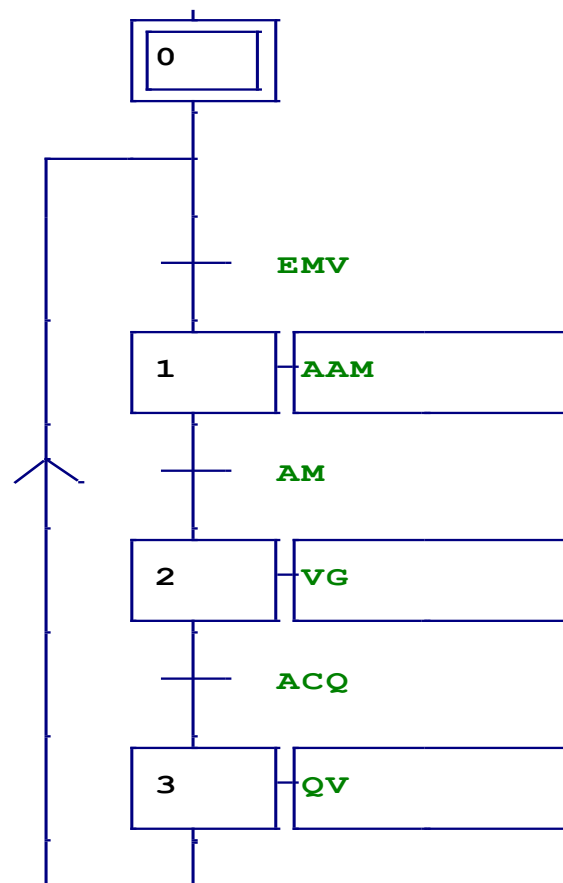


Figure 19 : Le grafcet du mode verrouillé.

✓ Le grafcet général :

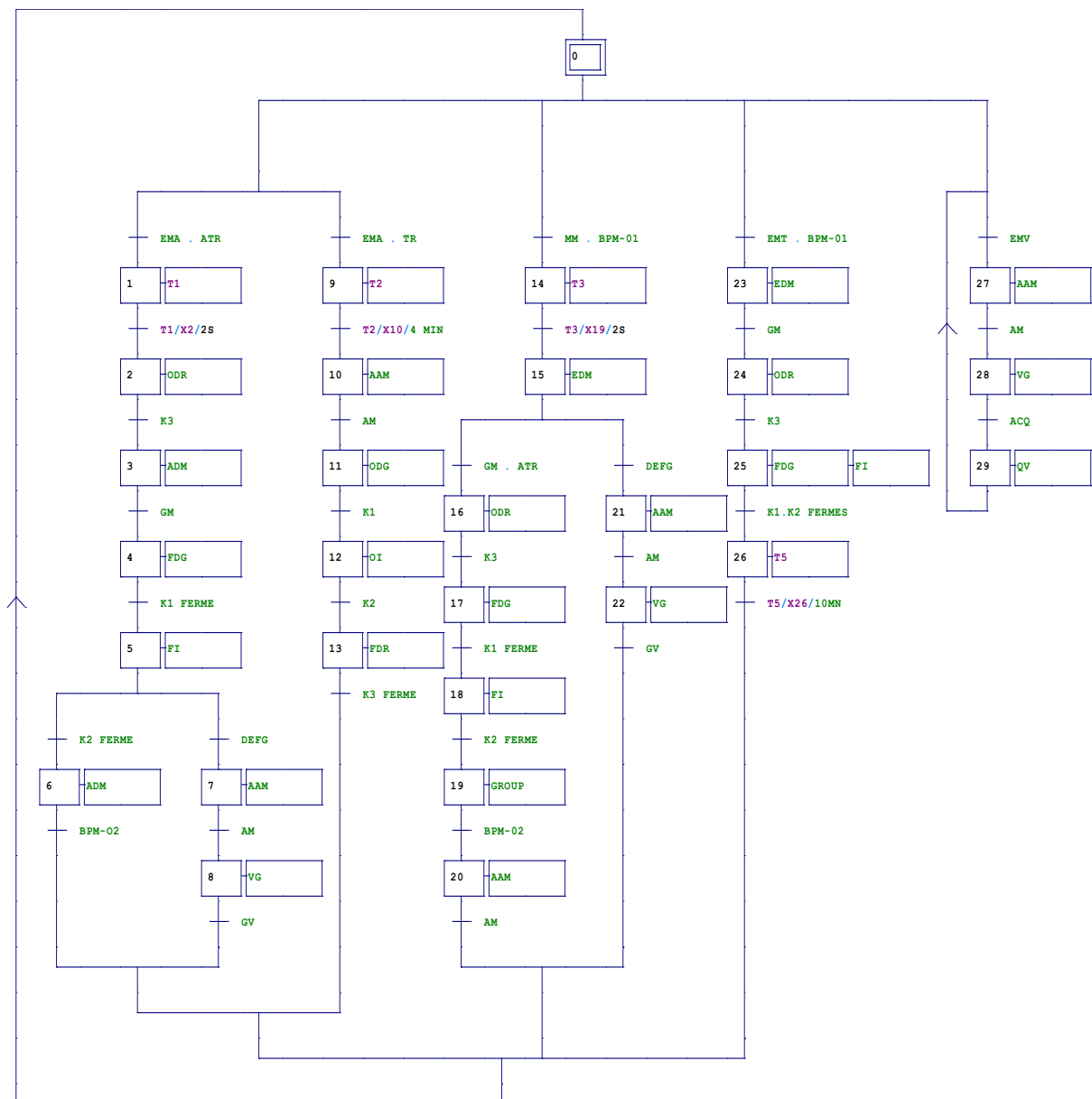


Figure 20 : GRAFCET général.

#### IV. Les conditions d'arrêt

Pendant le fonctionnement du groupe électrogène il peut y avoir des anomalies qui le feront arrêter directement et de le verrouiller. Cela assurera la protection des différents composants du groupe.

Ces anomalies (les défauts du groupe) sont :

- Défaut de tension (minimale et maximale).
- Défaut de fréquence (minimale et maximale).
- Arrêt d'urgence.
- Haute température.
- Niveau bas eau.
- Niveau bas huile.
- Basse pression huile.
- Survitesse du moteur.
- Niveau bas combustible.
- Défaut de batterie.
- Défaut du disjoncteur groupe.
- Défaut de l'inverseur.
- Défaut du disjoncteur réseau.

#### **V. Le système d'alarme**

On distingue trois alarmes :

- Alarme niveau bas huile.
- Alarme niveau bas combustible.
- Alarme niveau bas eau.

#### **VI. Les signalisations**

- Lampe haute température eau.
- Lampe sur vitesse.
- Lampe basse pression huile.
- Lampe défaut de batterie.
- Lampe groupe en marche.
- Lampe réseau.
- Lampe défaut fréquence.
- Lampe défaut disjoncteur groupe.
- Lampe défaut disjoncteur réseau.
- Lampe défaut inverseur.
- Lampe tension groupe.

**VII. Conclusion**

Dans le but d'améliorer notre système, la modélisation et le choix de l'architecture de fonctionnement du système de contrôle, commande et l'élaboration de l'étude technique est une étape importante pour la réalisation de notre programme d'automatisme du groupe électrogène.

Dans ce qui va suivre, nous allons détailler les principaux volets de la programmation de l'automate.



*CHAPITRE V :*  
*CONFIGURATION ET*  
*PROGRAMMATION DE*  
*L'AUTOMATE*

## I. Introduction

Pour automatiser 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 ce chapitre, nous allons présenter le logiciel *STEP7* et nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation.

## II. Description du logiciel *STEP7*

*STEP7* est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation *SIMATIC 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 *STEP7* répond aux connaissances ergonomiques modernes. [13]

*STEP7* comporte les quatre sous logiciels de base suivants :

### 1. Gestionnaire de projets *SIMATIC Manager*



**Figure 21 : Icône de 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 sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets *SIMATIC* démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

## 2. 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. [14]
- ✓ 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. [14]
- ✓ 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. [14]

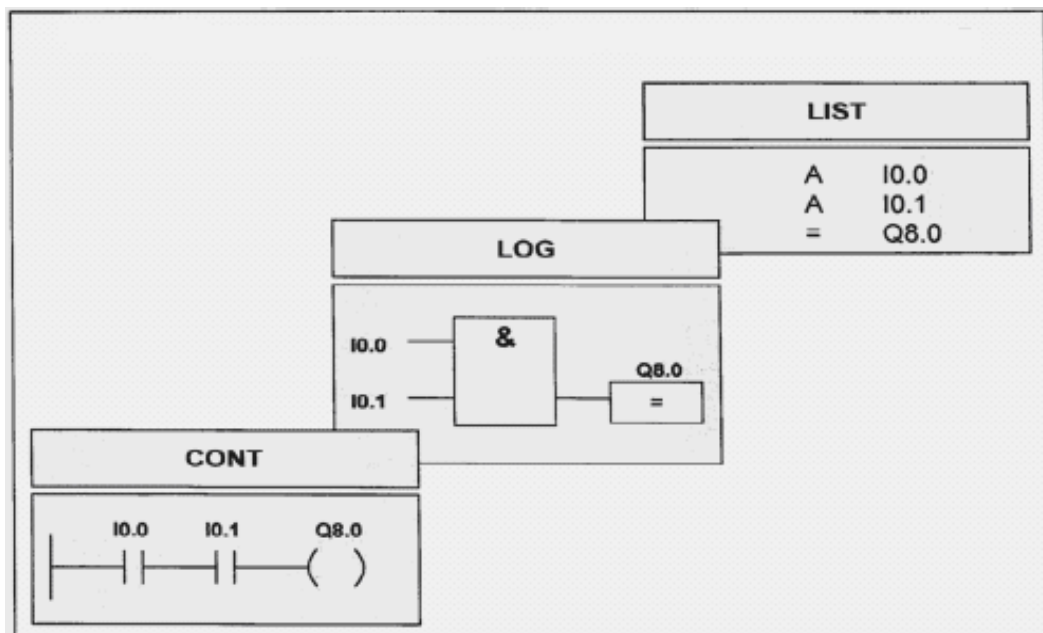


Figure 22: Mode de représentation des langages basiques de programmation STEP7 [15]

## 3. Paramétrage de l'interface PG-PC

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI (Multipoint Interface ; protocole de réseau propre à SIEMENS) ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet.

#### 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. [16]

*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 *STEP7* comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

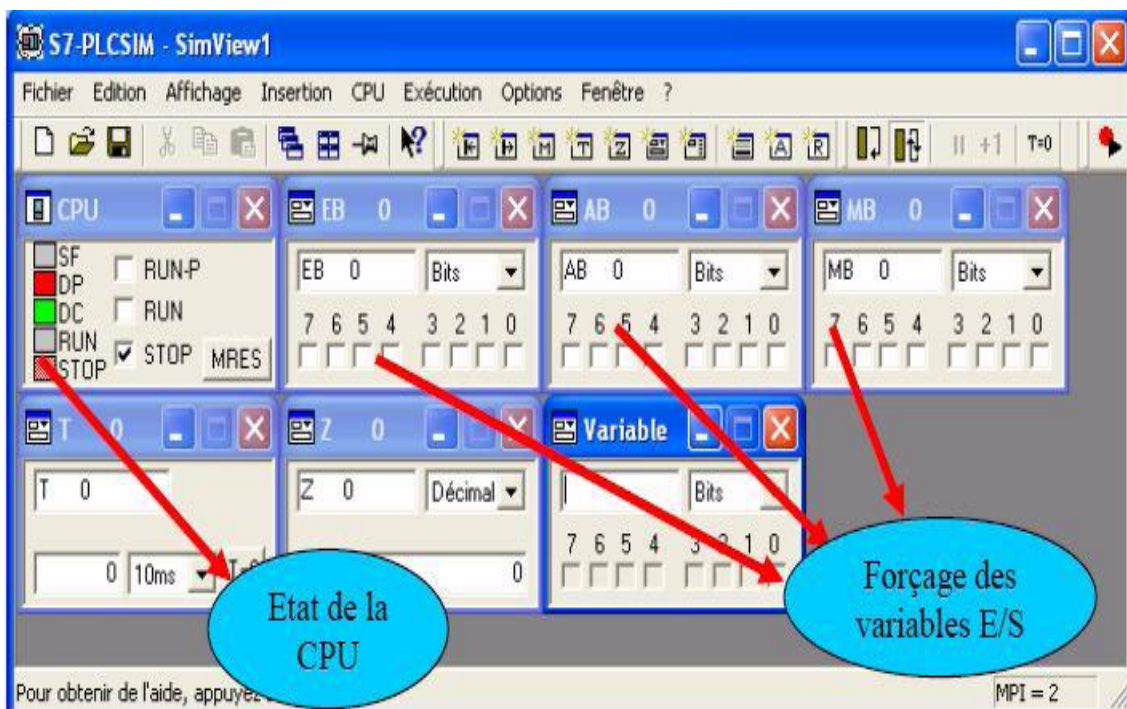


Figure 23 : Interface de simulation *PLCSIM*

#### 5. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée

La mise en place d'une solution d'automatisation avec *STEP7* nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- ✓ **Création du projet *SIMATIC STEP7***

- ✓ **Configuration matérielle *HW Config***

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

- ✓ **Définition des mnémoniques**

Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

- ✓ **Création du programme utilisateur**

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

- ✓ **Exploitation des données**

Création des données de références : Utiliser ces données de référence afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "contrôle commande"

- ✓ **Test du programme et détection d'erreurs**

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.

- ✓ **Chargement du programme dans le système cible**

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.

- ✓ **Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel**

La détermination des causes d'un défaut dans le déroulement d'un programme utilisateur se fait à l'aide de la « Mémoire tampon de diagnostic », accessible depuis le *SIMATIC Manager*.

### III. Réalisation du programme de fonctionnement du groupe électrogène

#### 1. Création du projet dans *SIMATIC Manager*

Afin de créer un nouveau projet *STEP7*, il nous est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet », ou bien créer le projet soi-même et le configurer directement, cette

dernière est un peu plus complexe. En sélectionnant l'icône *SIMATIC Manager*, on affiche la fenêtre principale.

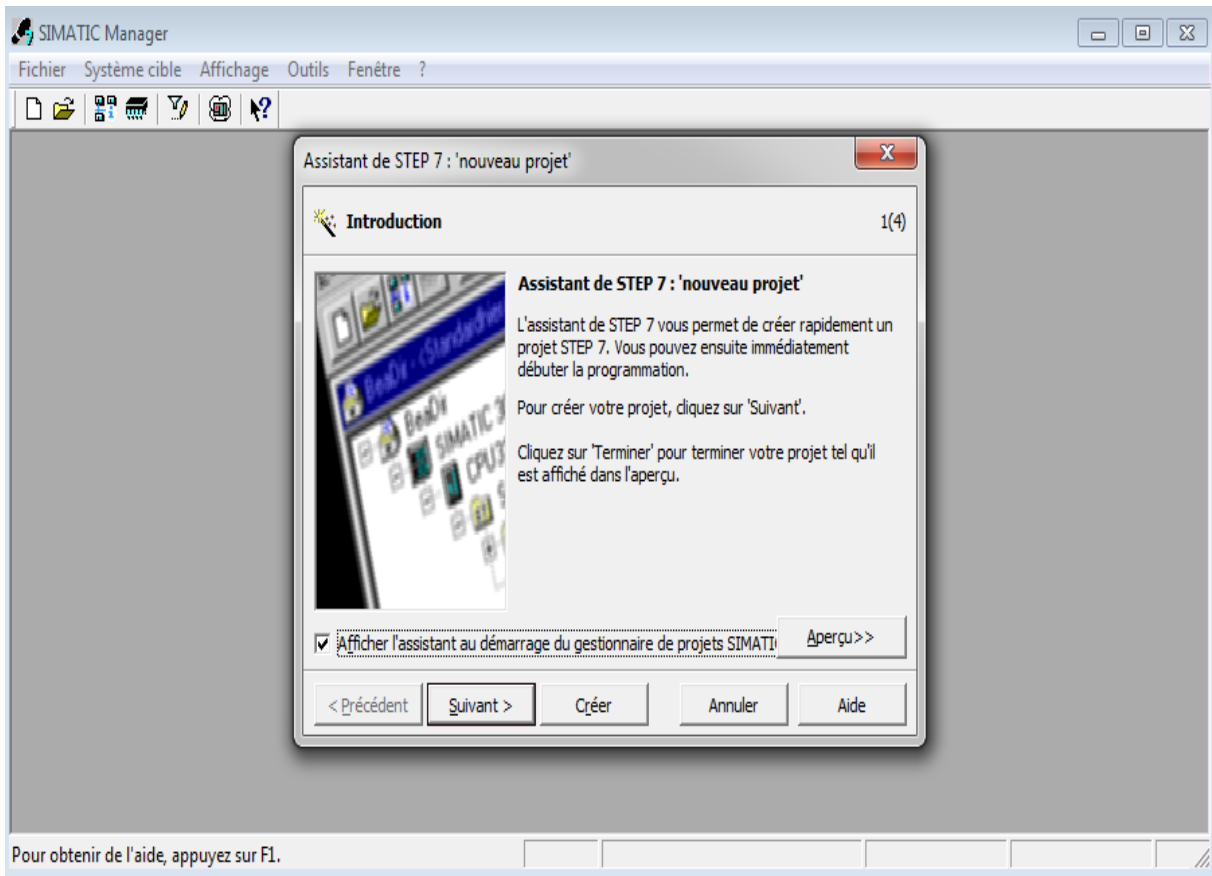


Figure 24 : Assistance de STEP 7 : nouveau projet

Pour créer notre nouveau projet et le valider, on clique sur suivant.

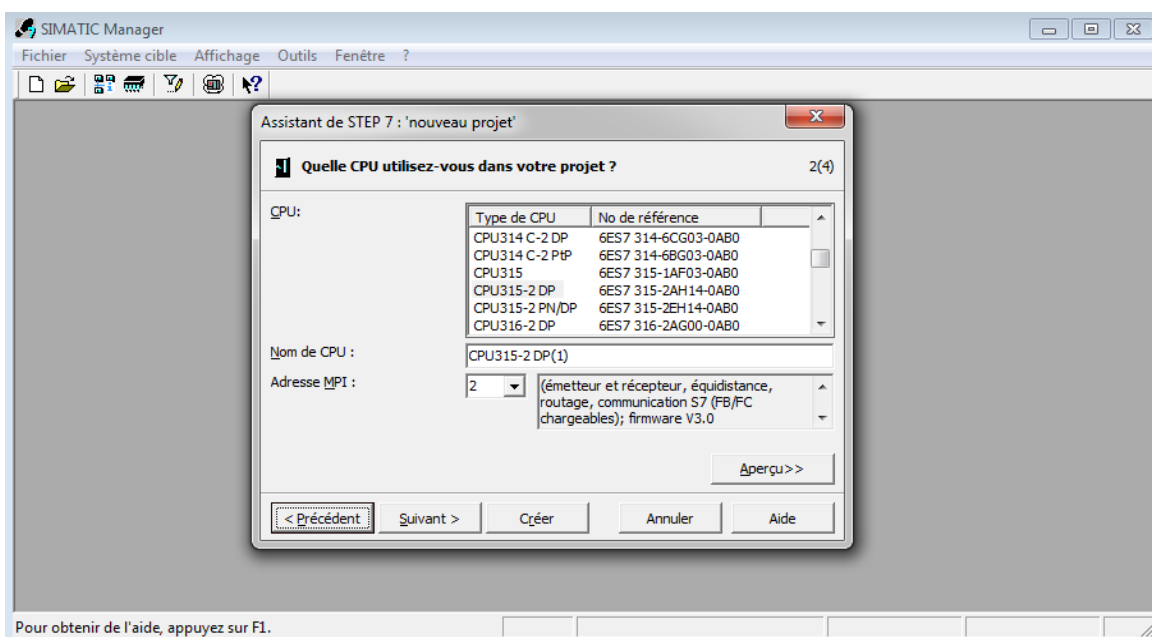


Figure 25 : Assistance de STEP 7 : choix de la CPU

Notre choix est porté sur la **CPU315-2 DP** (Mémoire de travail 256 Ko; 0,05ms/kinst; port MPI+ DP (maître ou esclave DP); configuration multi rangée jusqu'à 32 modules; échange de données direct (émetteur et récepteur, équidistance, routage, communication S7 (FB/FC chargeables)). Une fois la CPU choisie, on clique sur suivant.

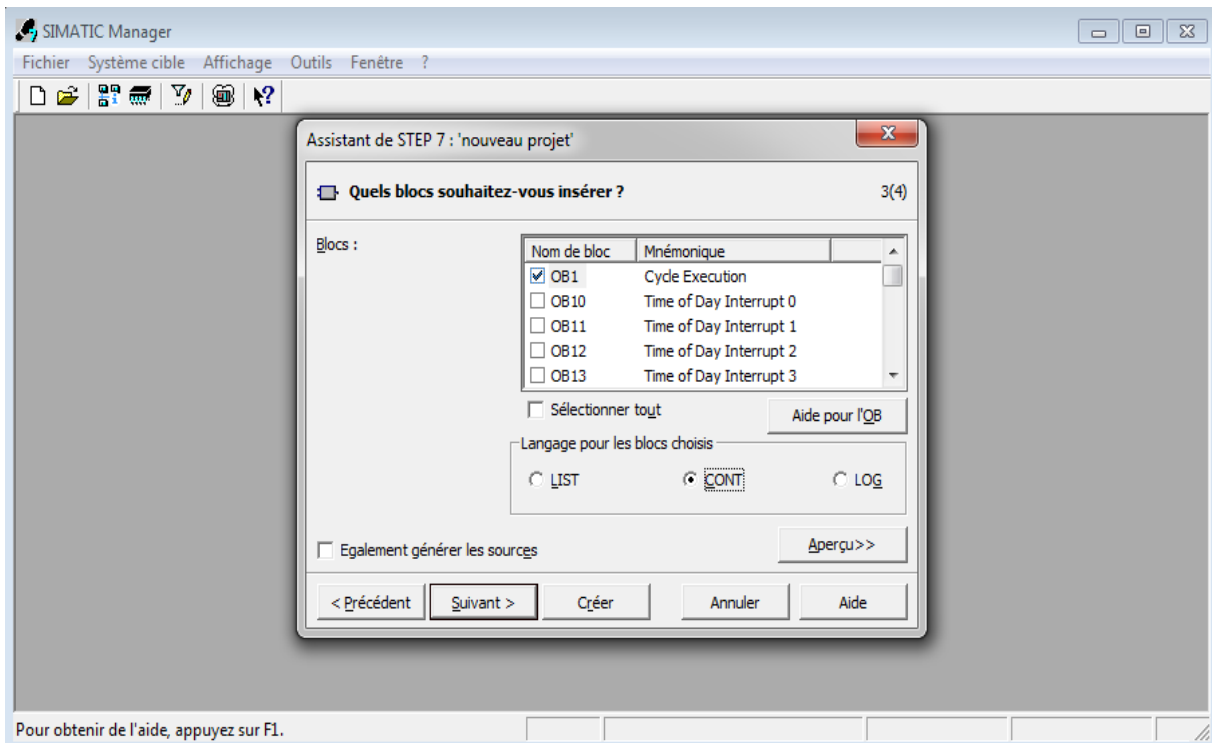


Figure 26 : Assistance de STEP 7 : choix des blocs et leur langage

Une fois les blocs et le langage choisis, on clique sur suivant.

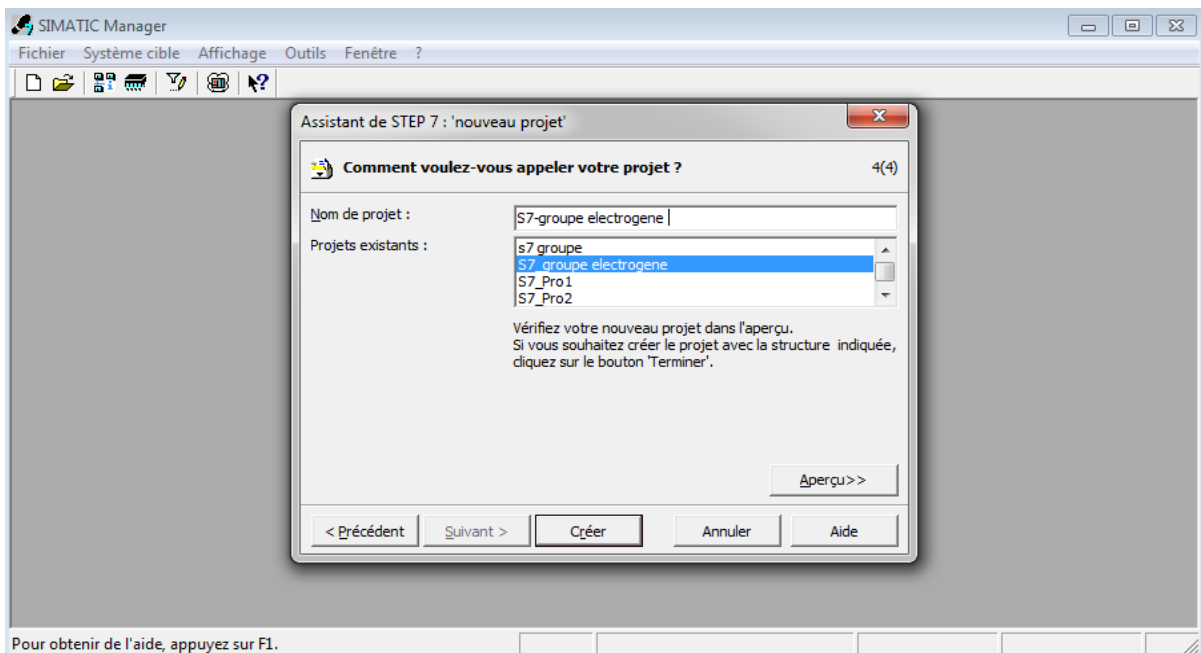


Figure 27 : Assistance de STEP 7 : donner un nom au projet

On donne un nom a notre projet puis on clique sur créer. Notre nouveau projet est créé et validé.

## 2. Configuration matérielle (Partie Hardware)

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- ✓ Modifier les paramètres ou les adresses pré-règles d'un module,
- ✓ Configurer les liaisons de communication.

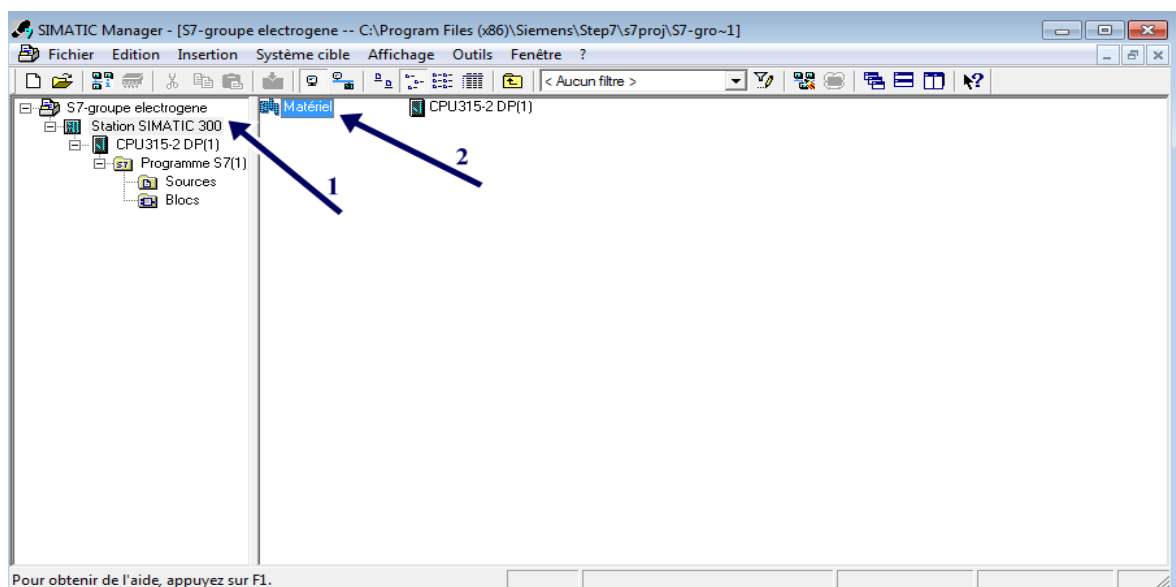


Figure 28 : configuration matérielle

Pour configurer notre matérielle on clique sur station SIMATIC 300 puis sur matériel. Le choix du matériel *SIMATIC S300* avec une CPU315-2 DP nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

Pour la station *SIMATIC S300*, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé.

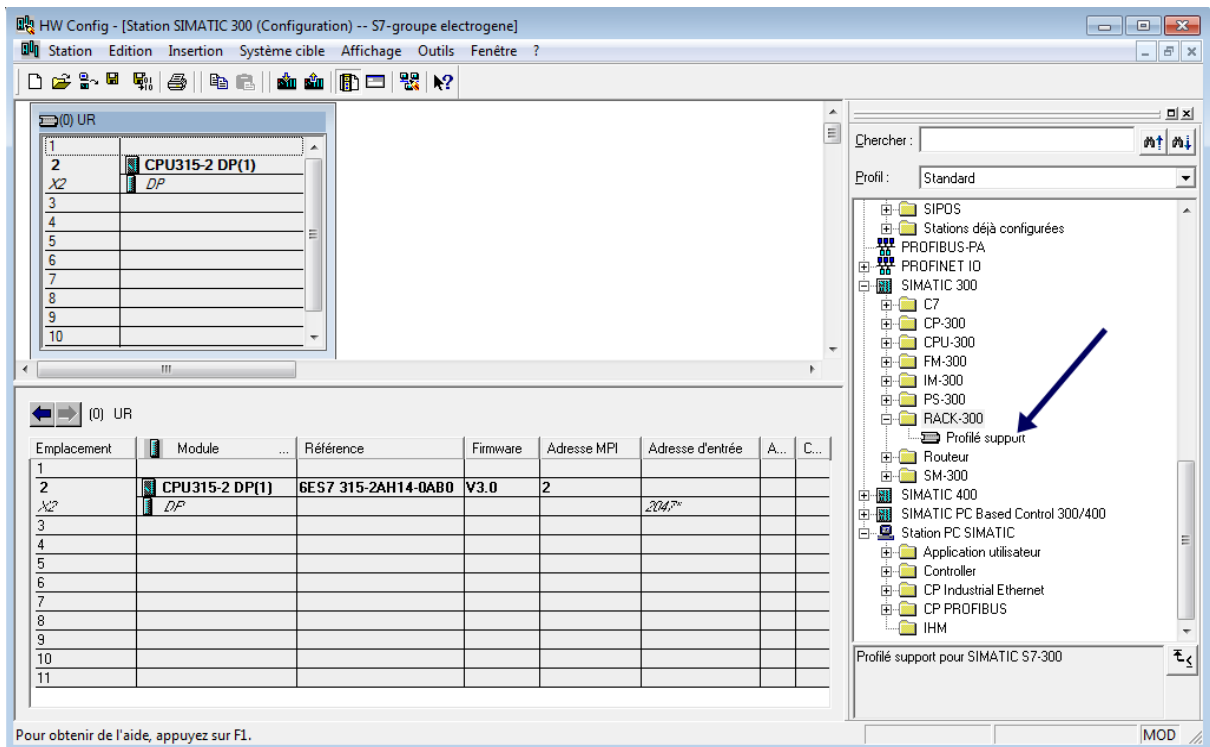


Figure 29 : RACK

Sur ce profile, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1. Parmi celles proposées notre choix s'est porte sur la « PS-307 5A ». La « CPU 315-2 DP » est impérativement mise à l'emplacement n°2. L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

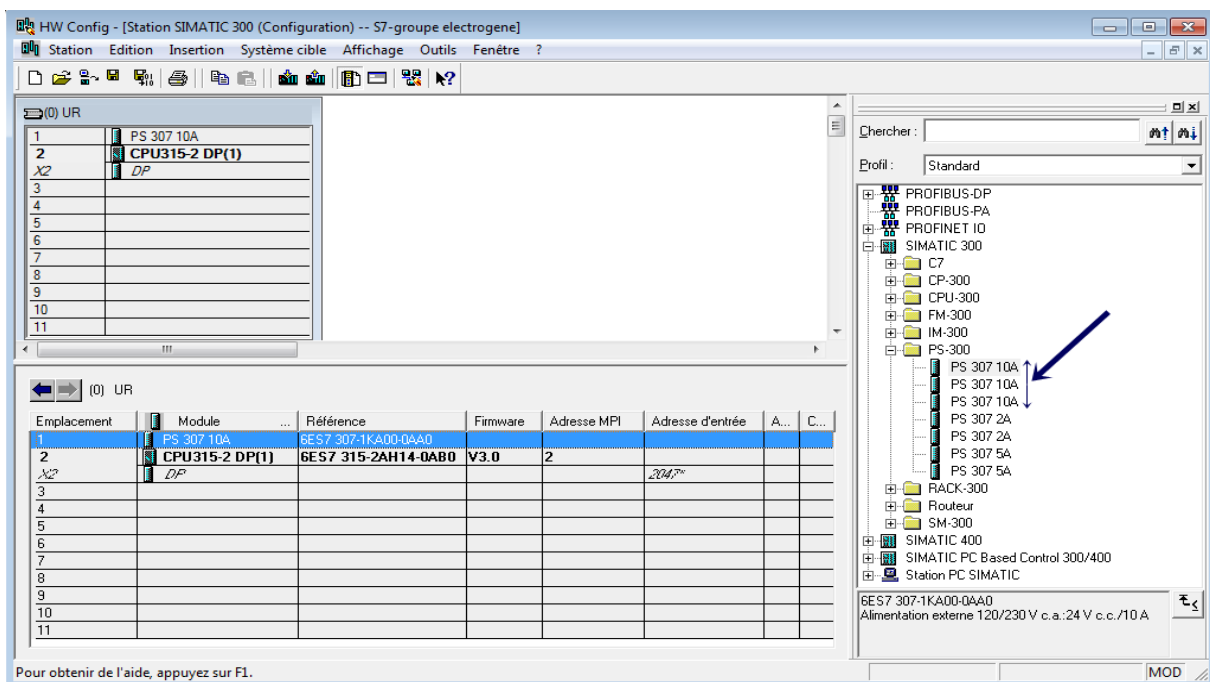


Figure 30 : Choix de la CPU et de l'alimentation

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'à 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques ;  
D'après l'identification des E/S du PLC dans le chapitre IV il y a :

- ✓ 18 entrées analogiques (AI)
- ✓ 26 entrées numériques (DI)
- ✓ 34 sorties numériques (DO)

Pour assurer la flexibilité du système, les cartes des E/S sont comme suit :

- ✓ 3 embases de 8 entrées analogiques (3 × 8 AI).
- ✓ 2 embases de 16 entrées numériques (2 × 16 DI).
- ✓ 3 embases de 16 sorties numériques (3 × 16 DO).

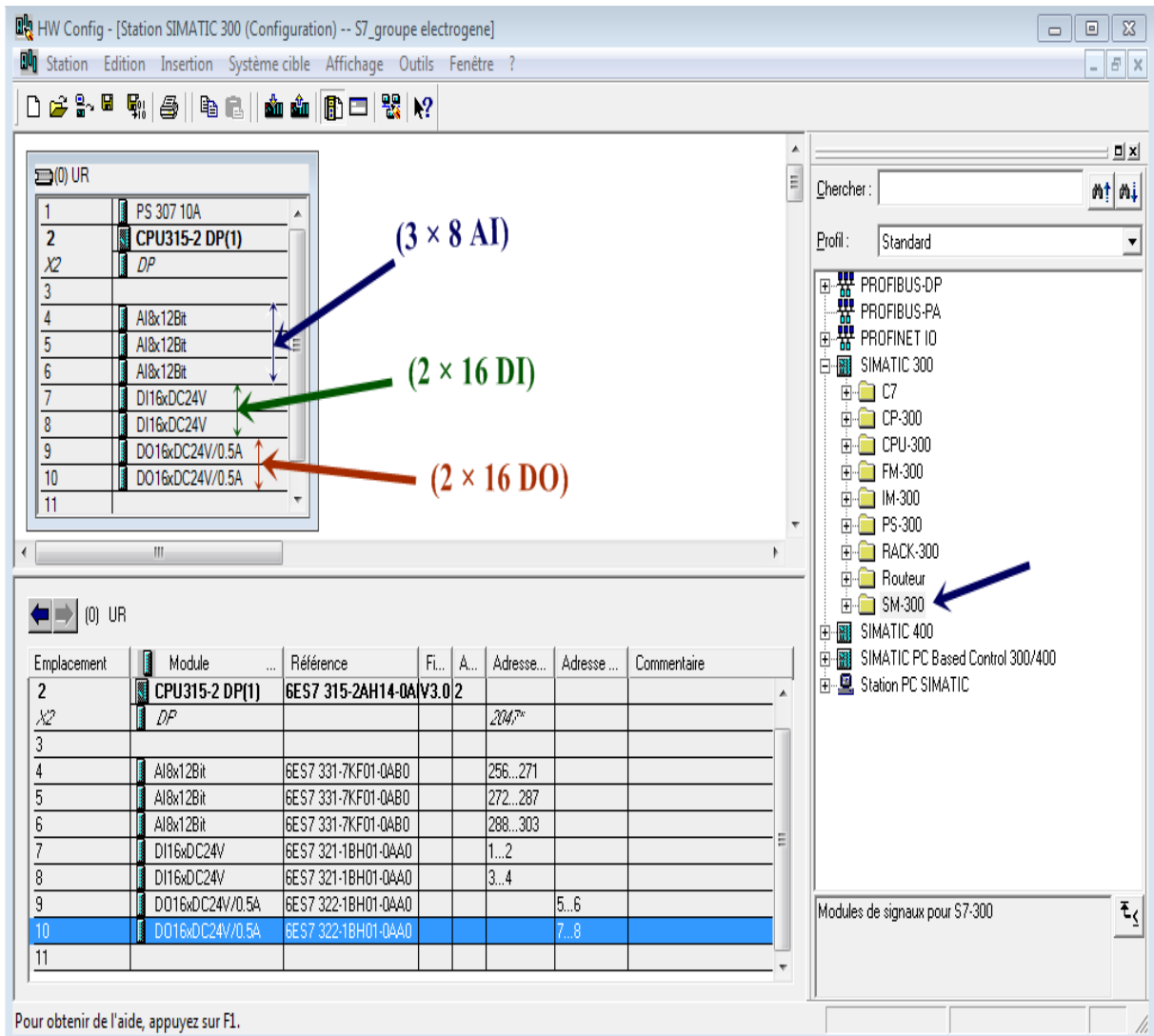


Figure 31 : Choix des embases d'E/S

Après cela il ne nous reste qu'à enregistrer et compiler.

La configuration matérielle étant terminée, un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme l'indique la figure suivante :

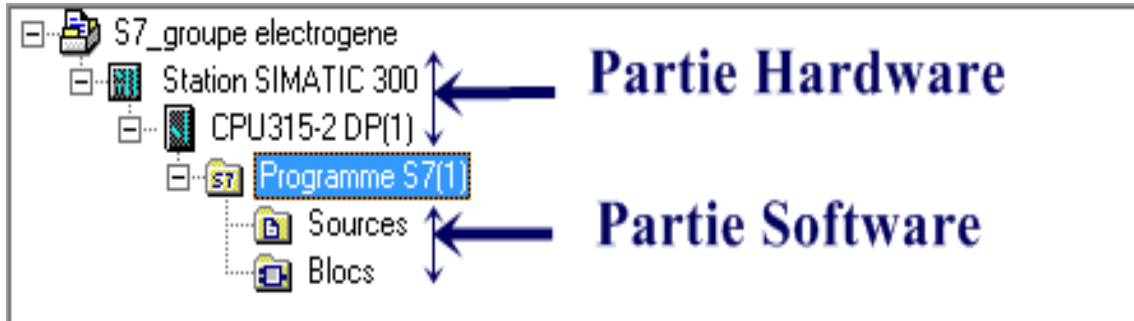


Figure 32 : Hiérarchie du programme STEP7

### 3. Création de la table des mnémoniques (Partie Software)

Dans tout programme il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. Ce type d'adressage est appelé « relatif ». Pour créer cette table, on suit le cheminement suivant :

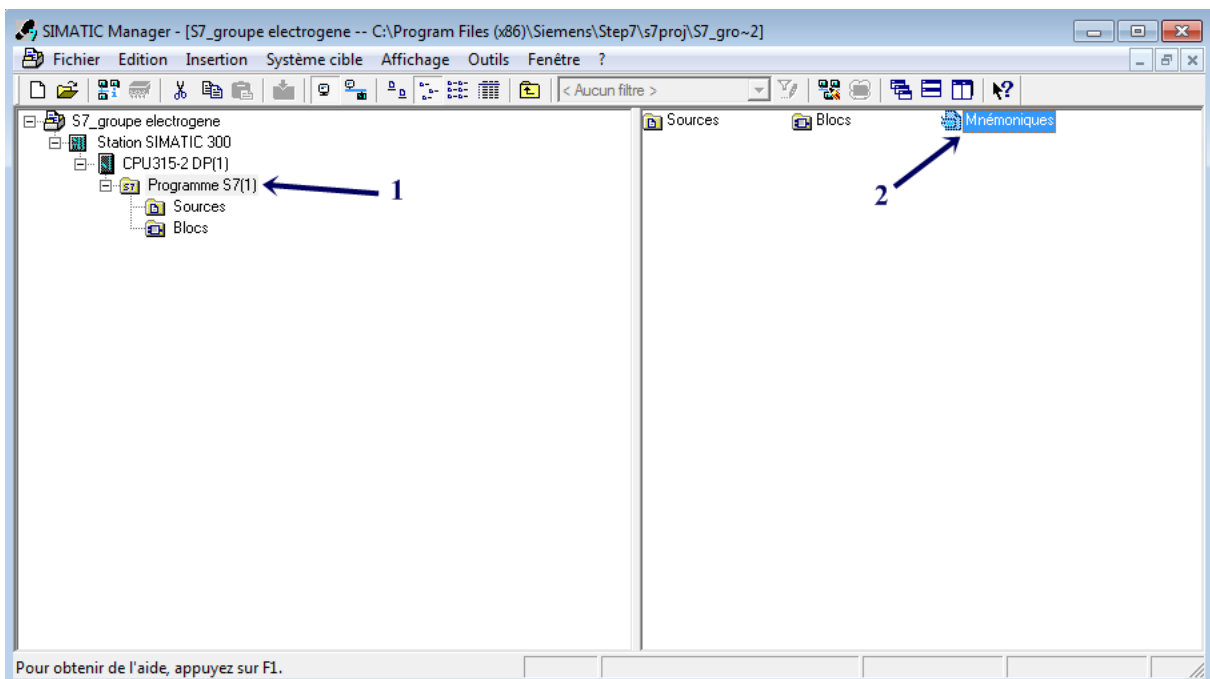


Figure 33 : Création des mnémoniques

On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier de charges, pour les entrées et les sorties.

Etat	Mnémotique /	Opérande	Type de d	Commentaire
2	AAC	A 5.4	BOOL	ALARME COMBUSTIBLE
3	AAH	A 5.3	BOOL	ALARME TEMPERATURE HUILE
4	AAM	A 5.2	BOOL	ARRET MOTEUR
5	AAT	A 5.5	BOOL	ALARME TEMPERATURE EAU
6	ADM	A 5.1	BOOL	DEMARRAGE MOTEUR
7	AM	E 3.3	BOOL	MOTEUR A L'ARRET
8	ATA	E 2.5	BOOL	THERMOSTAT TEMPERATURE ELEVEE (ATA)
9	BA	E 3.5	BOOL	BOUTON ACQUITER
10	BAU	E 3.1	BOOL	BOUTON D'ARRET D'URGENCE
11	BPM-01	E 1.7	BOOL	BOUTON POUSSOIR DU DEMARRAGE MANUEL
12	BPM-02	E 2.0	BOOL	BOUTON D'ARRET
13	C-01	PEW 270	WORD	COMPTEUR DE MISE EN MARCHÉ MANQUEE
14	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
15	DB	A 7.5	BOOL	DEFAULT BATTERIE
16	DD	A 7.6	BOOL	DEFAULT DEMARAGE
17	DDG	A 7.2	BOOL	DEFAULT DISJONCTEUR GROUPE
18	DDR	A 8.2	BOOL	DEFAULT DISJONCTEUR RESEAU
19	DEF G	FC 1	FC 1	DEFAULT GROUPE
20	DEFG	A 8.7	BOOL	DEFAULT GROUPE
21	DEFI	A 8.5	BOOL	DEFAULT INVERSEUR
22	DF	A 7.7	BOOL	DEFAULT FREQUENCE
23	DG	E 3.6	BOOL	DEFAULT DISJONCTEUR GROUPE
24	DI	E 4.0	BOOL	DEFAULT INVERSEUR
25	DISJ G	FB 1	FB 1	DISJONCTEUR GROUPE
26	DISJ R	FB 3	FB 3	DISJONCTEUR RESEAU
27	DR	E 3.7	BOOL	DEFAULT DISJONCTEUR RESEAU
28	E4.2	E 4.2	BOOL	
29	E4.3	E 4.3	BOOL	
30	E4.4	E 4.4	BOOL	
31	E4.5	E 4.5	BOOL	
32	E4.6	E 4.6	BOOL	
33	E4.7	E 4.7	BOOL	
34	EC	A 5.0	BOOL	ELECTROPOMPE COMBUSTIBLE
35	EDG	E 1.5	BOOL	ETAT DU DISJONCTEUR GROUPE
36	EDR	E 1.4	BOOL	ETAT DU DISJONCTEUR RESEAU

Figure 34 : Table des mnémotiques du projet

4. Elaboration du programme S7 (Partie Software)

a) Les blocs de code

Le dossier bloc, 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,
- ✓ Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

i. Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- ✓ ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques
- ✓ ceux qui sont déclenchés par un événement,
- ✓ ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable
- ✓ et en fin, ceux qui traitent les erreurs. [15]

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

**ii. Les blocs fonctionnels (FB), (SFB)**

Le FB est un sous programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

Les SFB système sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU. [15]

**iii. Les fonctions (FC), (SFC)**

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données. [15]

Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elles sont appelées à partir du programme.

**iv. Les blocs de données (DB)**

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas d'instructions comme les blocs de code. Les données utilisateurs stockés seront utilisées par la suite par d'autres blocs.

**b) Création du programme du groupe électrogène**

i. Architecture du programme réalisé

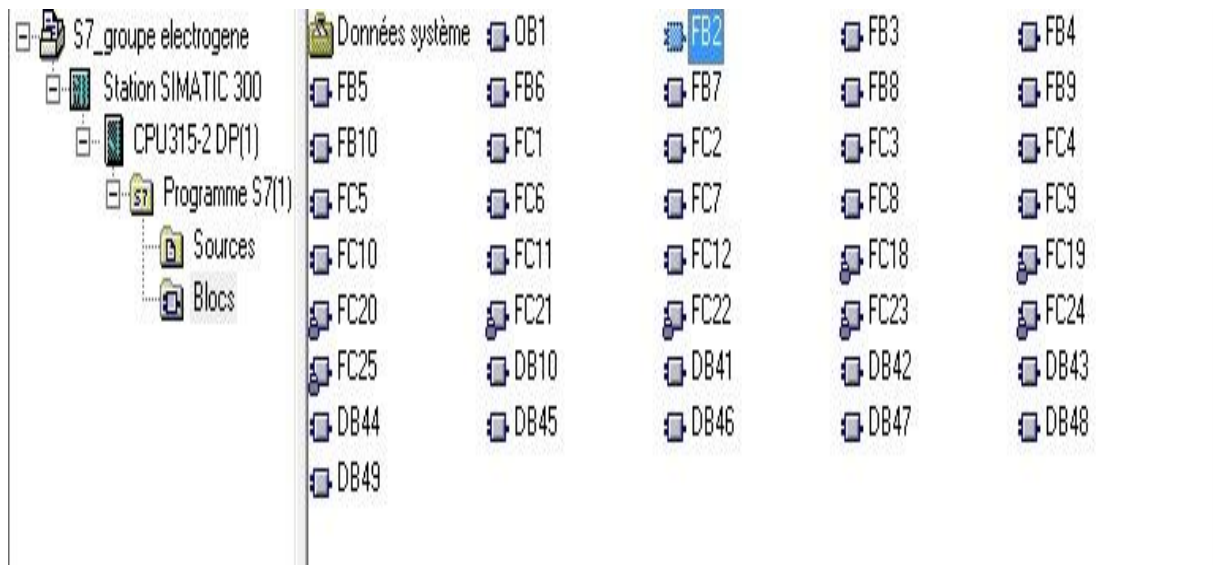


Figure 35 : blocs du projet

Nous allons représenter les liaisons qui existent entre quelques blocs, cette architecture est donnée par la figure 36.

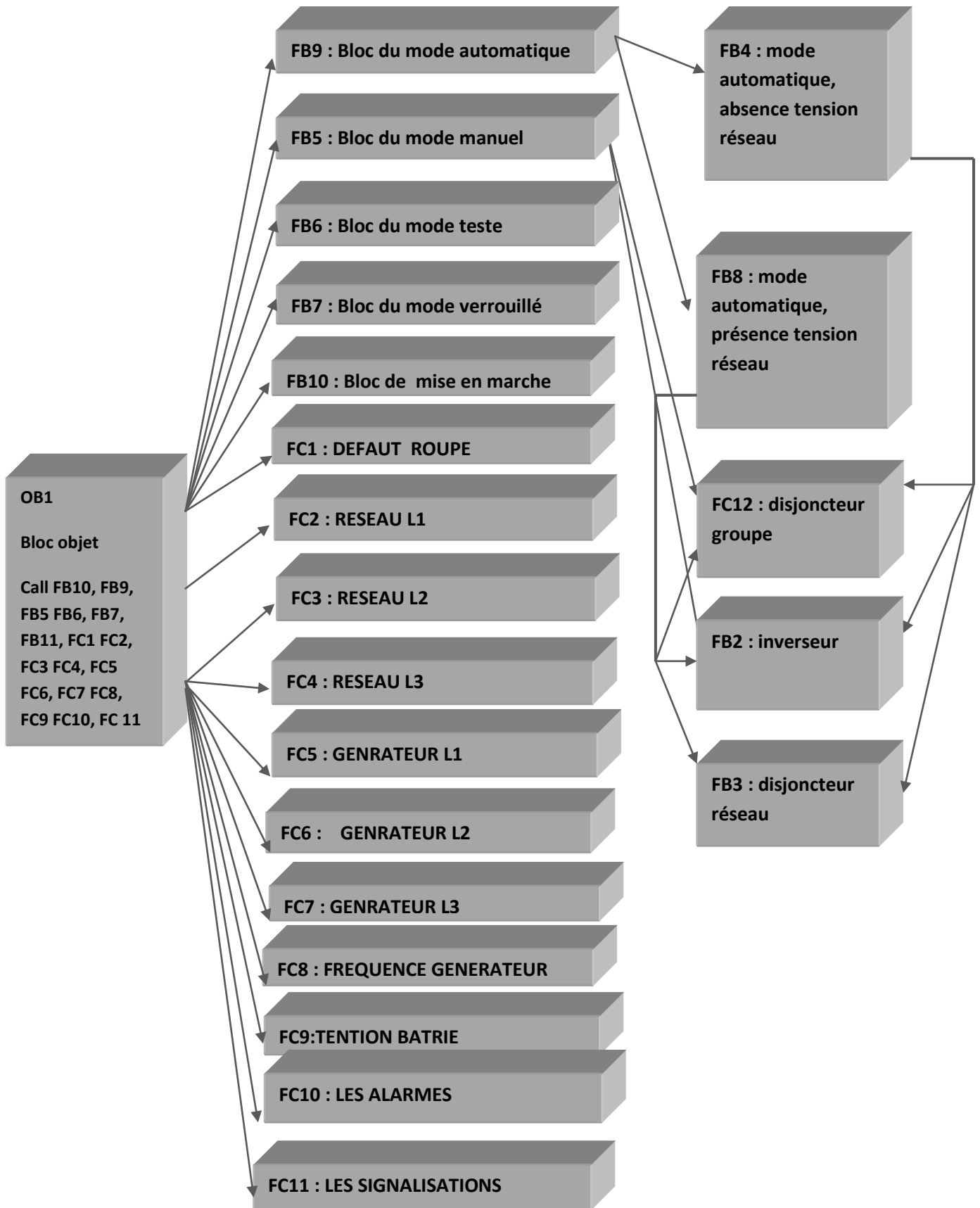


Figure 36 : Architecture des blocs du projet

**ii. Programmation des blocs**

La programmation des blocs se fait du plus profond sous-bloc vers le bloc principal ; nous avons choisi le langage de programmation à contact (CONT), nous allons commencer par programmer le bloc FB9 et rebrousser chemin vers le bloc OB1.

**✓ FB9**

Ce bloc est programmé selon la démarche faite dans chapitre IV, Le mode automatique, et a pour but la programmation du fonctionnement automatique de notre groupe électrogène.

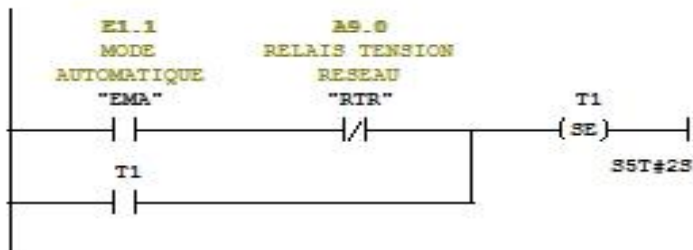
Pour la programmation de FB9 nous avons fait appel a deux autre blocs qui sont :

**○ FB4**

Bloc du mode automatique absence tension réseau. La programmation se fait par réseaux, le bloc FB4 contient 9 réseaux dont voici un aperçu :

Réseau 1 : ACTIVER LE MODE AUTOMATIQUE

Commentaire :



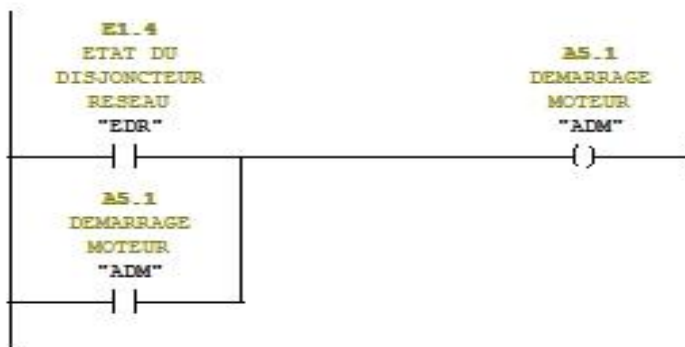
Réseau 2 : OUVERTURE DU DISJONCTEUR RESEAU

Commentaire :



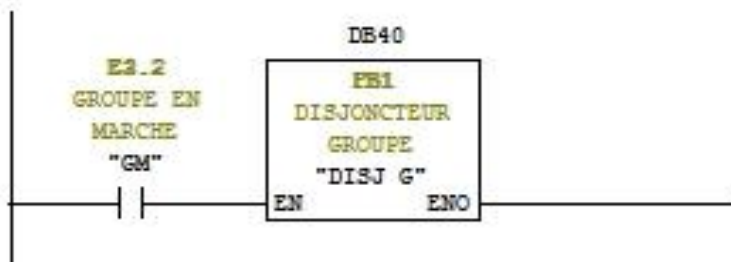
Réseau 3 : DEMARRAGE MOTEUR

Commentaire :



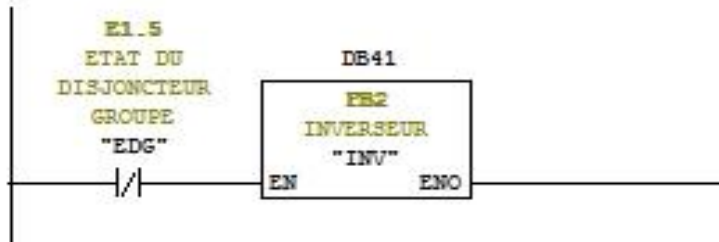
Réseau 4 : FERMETURE DU DISJONCTEUR GROUPE

Commentaire :



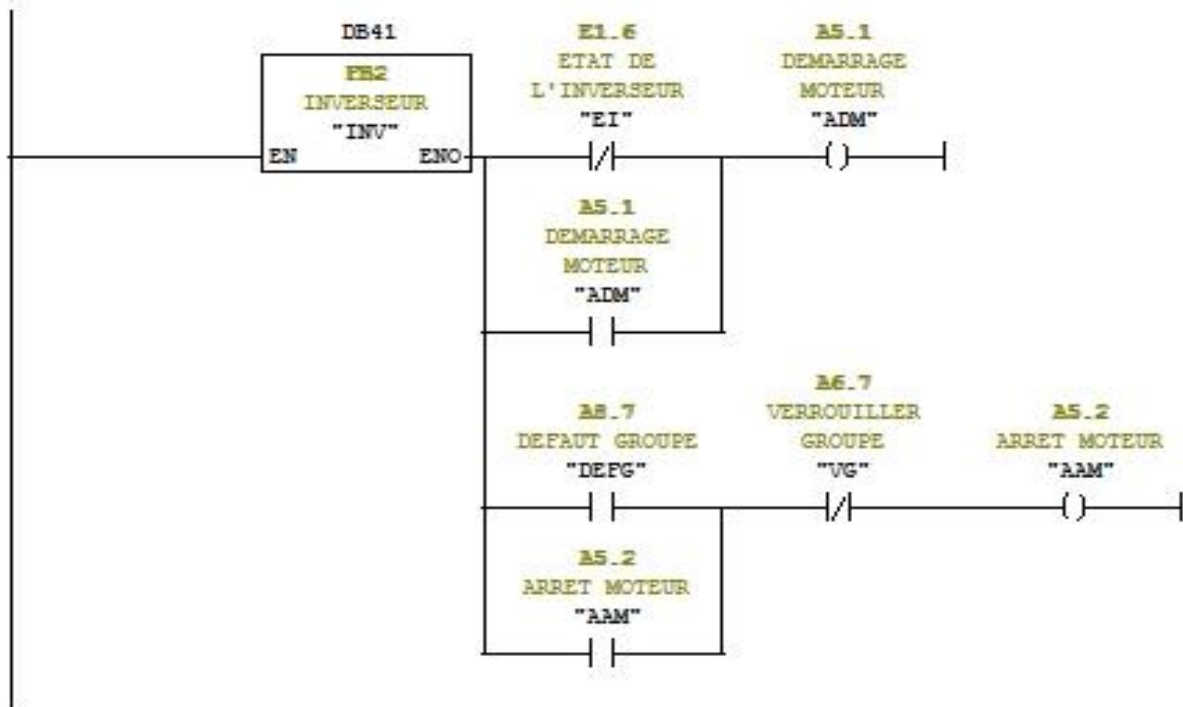
Réseau 5 : FERMETURE DE L'INVERSEUR

Commentaire :



Réseau 6 : DEMARRAGE MOTEUR

Commentaire :



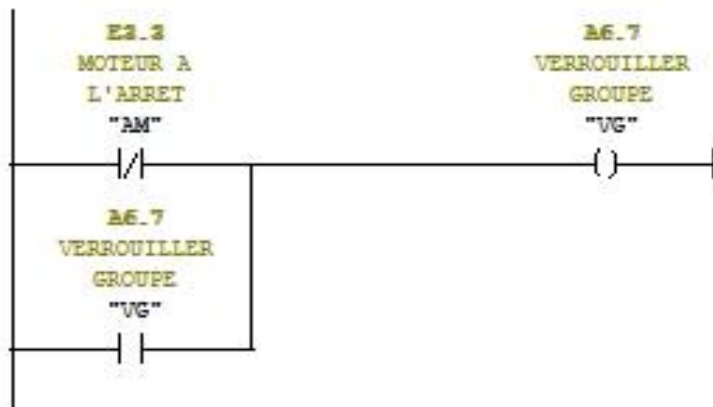
Réseau 7 : Titre :

Commentaire :



Réseau 8 : VERROUILLER GROUPE

Commentaire :



Réseau 9 : Titre :

Commentaire :



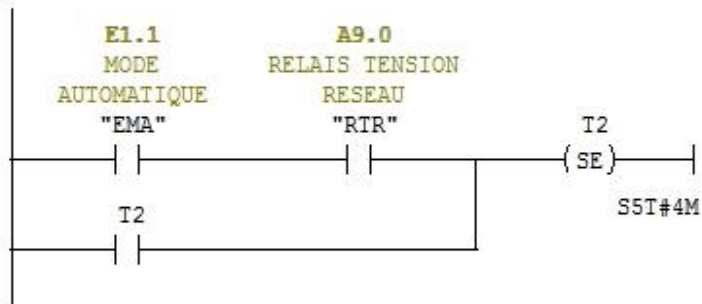
Figure 37 : Aperçu du programme de FB4

○ FB8

Bloc du mode automatique présence tension réseau.

Réseau 1: Titre :

Commentaire :



Réseau 2 : ARRET MOTEUR

Commentaire :



Réseau 3 : Titre :

Commentaire :



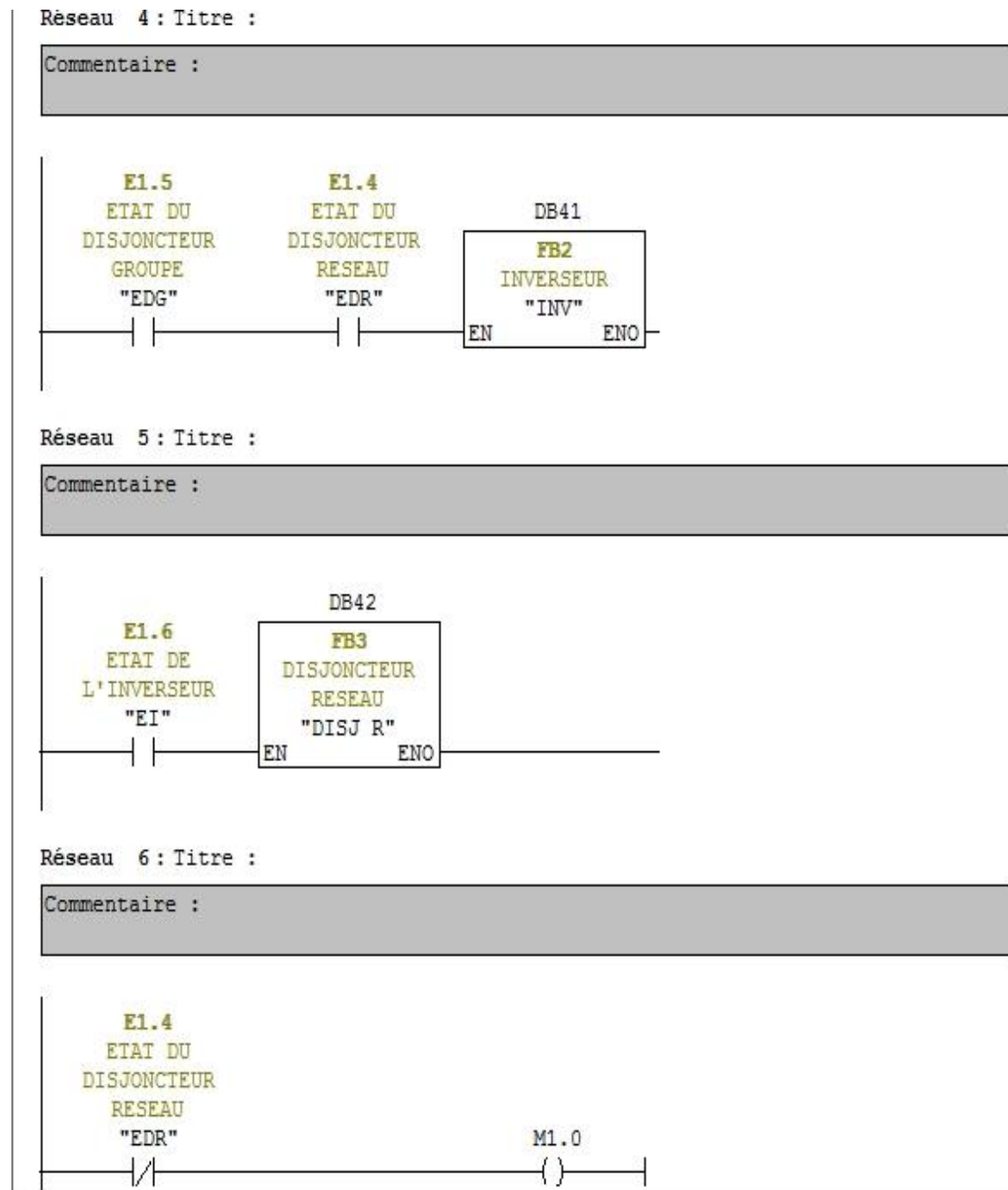


Figure 38 : Aperçu du programme de FB8

✓ FC1

FC1 est une fonction de traitement des défauts. Ces derniers ont été tous rassemblés dans une seule fonction qui est FC1, et après chaque détection d'un de ces défauts qu'on a pu voir dans le chapitre IV, Les conditions d'arrêt, notre système s'arrête.

Voici un aperçu des réseaux qu'elle contient :

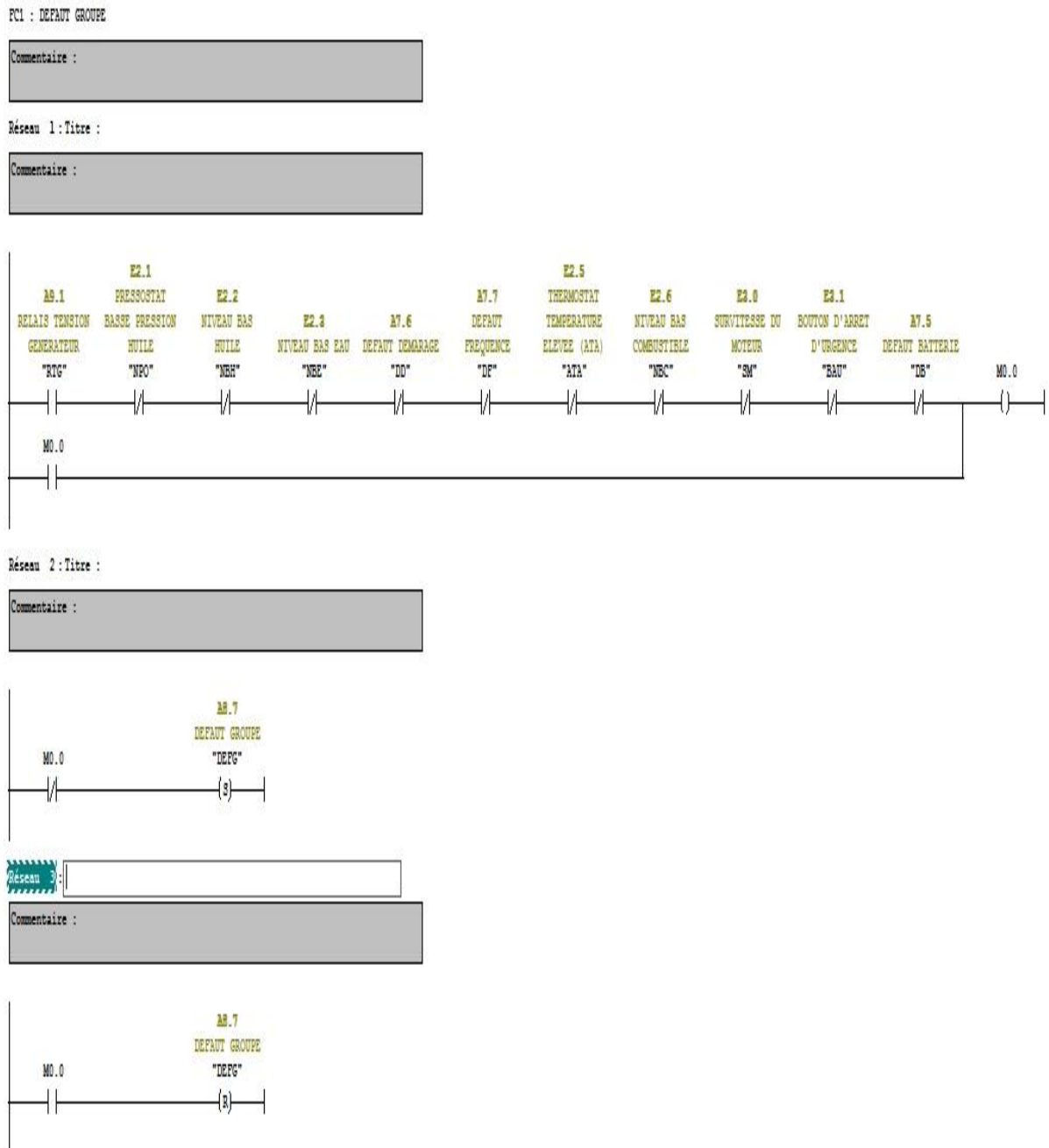


Figure 39 : Aperçu du programme de FC1

- ✓ **FC2, FC3, FC4** : représentent les trois tensions réseaux.
- ✓ **FC5, FC6, FC7** : représentent les trois tensions de notre groupe électrogène.
- ✓ **FC8** : représentent la fréquence du groupe.
- ✓ **FC9** : représentent la tension batterie.

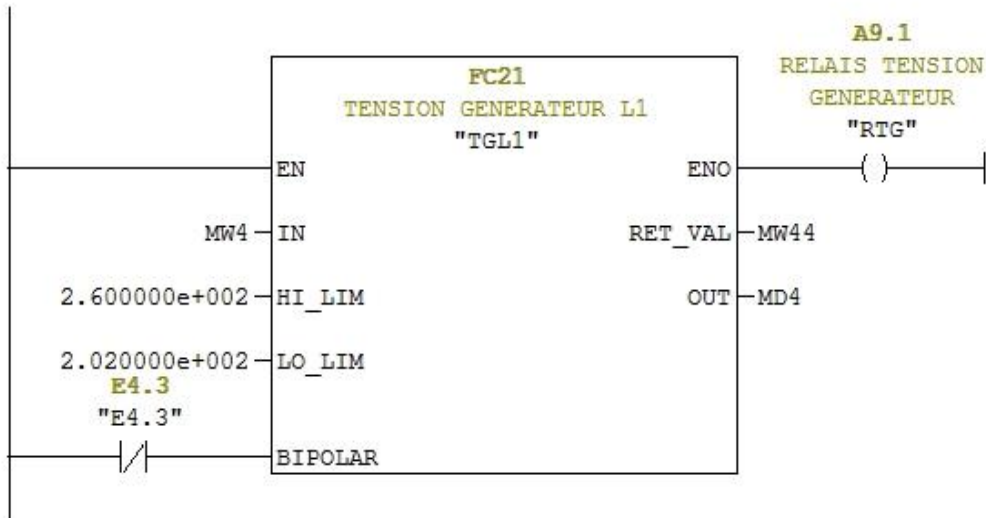
Toutes ces fonctions citées ci-dessus font appelle à FC105 qui est une fonction Mise à l'échelle (SCALE). Elle prend une valeur entière (IN) et la convertit en une valeur réelle exprimée en unités physiques, comprises entre une limite inférieure (LO\_LIM) et une limite supérieure (HI\_LIM).

Voici un aperçu du programme d'une de ces fonctions :

```

FC5 : TENSION GENERATEUR L1
-----
Commentaire :

Réseau 1: RELAIS TENSION GENERATEUR
-----
Commentaire :
    
```



Réseau 2 : LAMPE DEFAUT TENSION GROUPE

Commentaire :



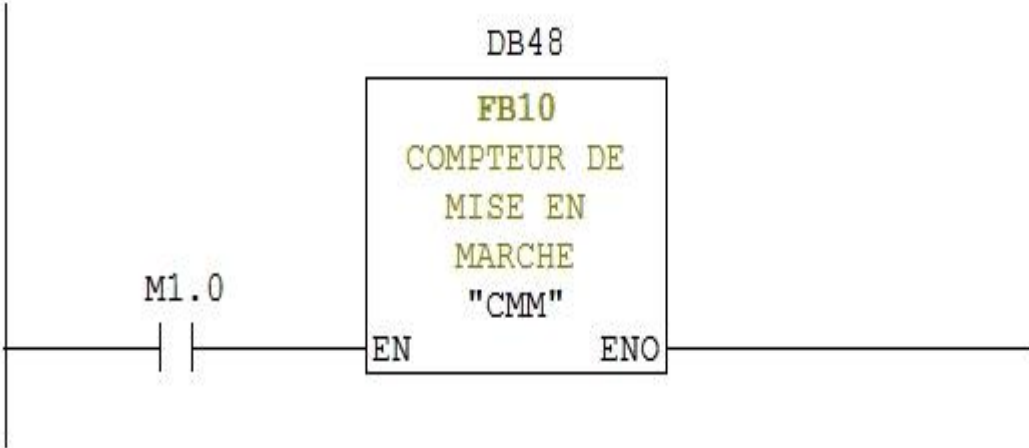
Figure 40 : Aperçu du programme de FC5

✓ **OB1**

OB1 regroupe les instructions que le programme va exécuter d'une manière cyclique, parmi ses réseaux on a :

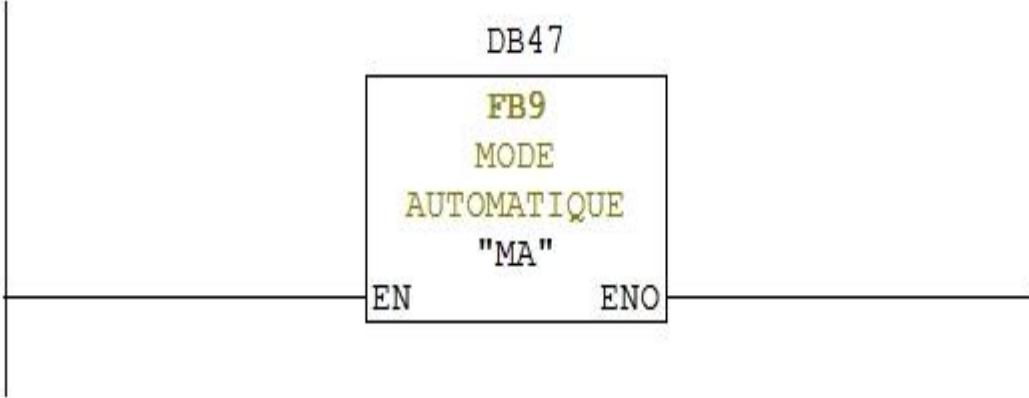
Réseau 1 : COMPTEUR DE MISE EN MARCHE

Commentaire :



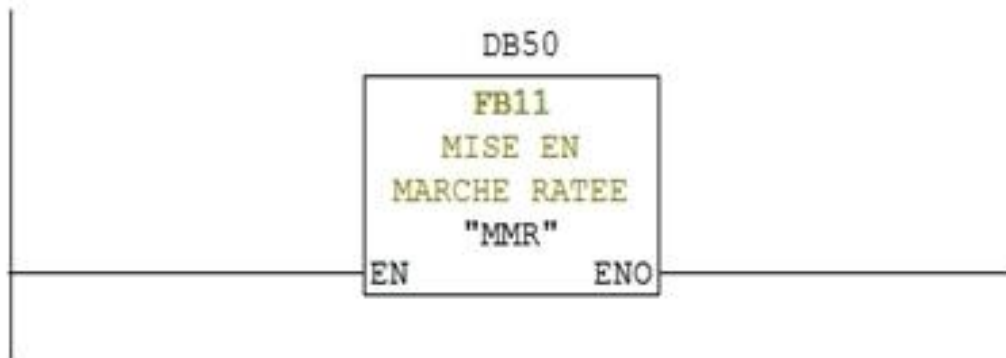
Réseau 2 : MODE AUTOMATIQUE

Commentaire :



**Réseau 5** : MISE EN MARCHE RATEE

Commentaire :

**Réseau 6** : DEFAUT DU GROUPE

Commentaire :



Figure 41 : Quelques réseaux de OB1

**IV. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté le logiciel de programmation des automates SIEMENS et donné un aperçu des blocs utilisés lors de la programmation du groupe électrogène avec *STEP7*.



# *CONCLUSION GENERALE*

# CONCLUSION GENERALE

---

## Conclusion Générale

La réalisation de ce projet au sein de la SONATRACH, nous a permis de connaître de près la démarche de résolution des problèmes, surtout dans un projet aussi complexe que la mise en œuvre d'une unité industrielle.

En effet, tout au long de cette période, nous avons fait face à de nombreux problèmes ; les difficultés majeures étant la compréhension du système et l'établissement des séquences de son fonctionnement.

Il a fallu assurer un fonctionnement nominal tout en tenant compte des critères de fiabilité et de disponibilité, être précis et efficace lors de chaque étape du projet et éviter les erreurs en vérifiant les documents et les séquences élaborées.

Un travail minutieux a été fait, ce qui nous a permis d'apprendre une certaine méthodologie d'analyse, une réactivité plus accrue et un sens de déduction plus affuté.

Ce travail nous a permis d'enrichir nos connaissances grâce à un projet pluridisciplinaire et de gagner une certaine polyvalence. Nous avons appris à maîtriser un outil d'automatisation et nous avons concrétisé nos connaissances en automatique et instrumentation que nous avons acquis durant nos études académiques au sein de la filière Automatique à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

La période passée au sein de la SONATRACH nous a aussi permis d'apprendre les rudiments d'une communication hiérarchique et d'une transmission d'informations efficace et selon les procédures.

Le déplacement sur site nous a nettement aidé à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités qui incombent aux ingénieurs.

# Bibliographie

[2] Google earth

[4] L. BERGOUGNOUX, Automates Programmables Industriels.

[5] Philippe LE BRUN, Technologie, choix et mise en œuvre des automates programmables industriels.

[8] Manuel SIEMENS. (2000). *STEP7, Régulation PID*.

[9] Jargot P. (2006). *Langages de Programmation pour API. Norme IEC 1131-3*. Techniques de l'Ingénieur. S 8 030.

[10] Manuel SIEMENS. (2000). *Programmation avec STEP7*.

[11] Manuel SIEMENS. (2002). *STEP7 PLCSIM, Testez vos Programmes*.

## **Netographie**

[1] : <http://www.sonatrach.com>

[3] : [www.wikipédia.com](http://www.wikipédia.com)

[6] : <http://www.directindustry.fr>

[7] : <http://support.automation.siemens.com>

# Résumé

Notre travail a été réalisé au sein de l'entreprise SONATRACH à Bejaia ( DRGB ), il consiste à remplacer le système de contrôle commande d'un groupe électrogène de marque ROSSI GRUPPI ELETTROGENI, de moteur PERKINS et d'un alternateur STAMFORD, mais ce qui nous intéresse le plus est le système de contrôle commande qui est à base de cartes électroniques à microprocesseur.

Le problème avec ces cartes c'est qu'en cas de panne il faut toujours, soit se référer au fournisseur pour la réparation, soit la changer complètement, et dans les deux cas la procédure est très coûteuse et prend beaucoup de temps. C'est ce qui nous a poussé à remplacer l'ancien système de contrôle commande par un automate programmable standard SIEMENS S7-300 qui est plus fiable, moins cher et permet de porter des modifications et d'améliorer notre système à tout moment en ayant un accès direct à son programme.