

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane MIRA- Bejaia  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Electrique  
Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme MASTER en Génie Electrique  
Option : Automatismes Industriels

# *Thème*

*Automatisation d'une station de  
pressurisation pour un système anti-  
incendie avec API S7-300 (SONATRACH)*

*Présenté par :*

*Mr HADDOUR Ali*

*Mr BOURIF Toufik*

*Encadré par :*

*Mr LEHOUCHE H*

*Mr HADDAR H*

*Mr ESSAID I*

*Promotion 2011-2012*

## *Remerciements*

*Nous remercions dieu pour le courage, la patience et la santé  
qui nous ont été utiles au long de notre parcours.*

*Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à notre  
promoteur et Co promoteur Mr LEHOUCHE .H et Mr  
HADDAR .H pour leurs conseils et leurs orientations durant  
tout ce travail.*

*Nous tenons également à remercier notre encadreur au sein de  
la DRGB Mr E. IDR qui nous a encadré, et conseillé  
durant tout notre stage, sans oublier l'ensemble du service  
technique.*

*Sans oublier nos  
amis : Billal, Gouti, Monir, Smail, Nassim, Farid, Arbi,*

*Boualem, Fahem*

*Nos remerciements anticipés vont aux membres du jury qui ont  
accepté de juger notre travail.*

# *Dédicace*

*A mes très chers parents*

*A mes oncles : Sliman et Farid*

*A mes sœurs : Salima et Sanou*

*Et mes frères : Aissa, Houhou,*

*A ma nièce*

*A mes chères grandes mères.*

*A tous mes amis*

# *Dédicace*

*A mes très chers parents*

*Et mes frères : Fahem, Idir, et Fauzi*

*A ma chère grande mère.*

*A la personne que j'aime beaucoup Lycia*

*A mes amis*

# SOMMAIRE

## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1/2
------------------------------------	-----

### **Chapitre I : Présentation de l'entreprise**

I.1. Historique.....	3
I.2. Principales activités de la société.....	3
I.2.1. Activité Amont.....	4
I.2.2. Activité Aval.....	4
I.2.3. Activité Commerciale.....	4
I.2.4. Activité Exploitation.....	4
I.3. Organigramme de Sonatrach.....	4
I.4. Réseau de Transport de la RTC Bejaia.....	5
I.5. Description de la DRGB.....	6
I.5.1. Le département maintenance.....	6
I.5.1.1. Service Instrumentation.....	6
I.5.1.2. Service mécanique.....	7
I.5.1.3. Service télécommunication.....	7
I.5.1.4. Service électricité.....	7
I.5.1.5. Service Plan et méthode.....	7
I.6. Description du terminal marin de Bejaia.....	7
I.6.1 Terminal Nord.....	7
I.6.2. Terminal Sud.....	8

### **Chapitre II : Description de système existant**

II.1. Introduction.....	9
II.2. Description d'une installation de détection et d'extinction automatique d'incendie.....	9
II.2.1. Pour qu'il soit combustion il existe trois conditions.....	9
II.2.2. Système détection d'incendie (SDI).....	10
II.2.3. Système de mise en sécurité incendie (SMSI).....	10
II.2.4. Les différents systèmes d'extinction d'incendie à la DRGB.....	10
II.2.4.1. Extinction sprinkler.....	11
II.2.4.2. Extinction avec un agent extincteur FM 200.....	11
II.2.4.3. Extincteur au HALON.....	11

II.2.4.4. Les extincteurs à mousse expansive.....	12
II.3. Procédés de détection et d'extinction d'incendie de système existant à SONATRAC...	12
II.4 Description de la partie électrique.....	12
II.4.1. Partie opérative.....	12
II.4.1.1. Groupe électropompe (pompe incendie).....	13
II.4.1.2. Groupe électropompe jockey.....	13
II.4.1.3. Groupe motopompe.....	14
II.4.1.4. Moteur diesel.....	15
II.4.1.5. Moteur électrique triphasé.....	15
II.4.1.6. Les types de capteurs- Transmetteurs.....	15
II.4.2. Partie commande.....	20
II.4.2.1. Les cartes électroniques AFP-300/400.....	21
II.5. Problématique.....	21
II.5.1. Avantages de l'API.....	21
II.5.2. Inconvénients des cartes AFP-300/400.....	21
II.6. Conclusion.....	21

### **Chapitre III : Eléments d'automatisme**

III.1. Introduction.....	22
III.2. Langages de programmation.....	22
III.2.1. GRAFCET ou SFC.....	22
III.2.1.1. Structure graphique du GRAFCET et représentation.....	22
III.2.1.2. Structures de base de GRAFCET.....	24
III.2.1.3. Les macro-étapes.....	25
III.2.1.4. GRAFCET hiérarchisé.....	25
III.2.1.5. Règles d'évolution du GRAFCET.....	25
III.2.1.6. Règle de syntaxe.....	26
III.2.2. Les diagrammes à relais ou schéma à contact.....	26
III.2.3. Schéma par blocs ou FBD.....	28
III.2.4. Texte structuré ou ST.....	28
III.2.5. Liste d'instructions ou IL.....	29
III.3. Mémentos.....	29
III.4. Mnémoniques.....	29

III.5. Différents types de variables contenues dans STEP7.....	29
III.6. Structure d'un système automatisé.....	30
III.7. Automate programmable industriel.....	31
III.7.1. Définition d'un API.....	31
III.7.2. Description et structures des API.....	32
III.7.2.1. La mémoire de programme.....	32
III.7.2.2. Le processeur.....	32
III.7.2.3. La console de programmation.....	32
III.7.2.4. Alimentation électrique.....	33
III.7.2.5. Les modules d'entrées/sorties.....	33
III.7.2.7. Protocoles de communication industrielle.....	34
III.7.3. Choix de l'automate programmable industriel.....	35
III.7.3.1. Les critères fonctionnels.....	35
III.7.4. Présentation de l'API S7-300.....	36
III.7.4.1. Module d'alimentation.....	36
III.7.4.2. Unité centrale.....	37
III.7.4.3. Module d'extension.....	37
III.7.4.4. Module de signaux.....	37
III.7.4.5. Module de communication.....	37
III.7.4.6. Module de fonction.....	38
III.8. Conclusion.....	38

## **Chapitre IV : Automatisation du système**

IV.1 Introduction.....	39
IV.2. Elaboration des GRAFCET.....	39
IV.3. Description des états des groupes.....	39
IV.4. GRAFECT de démarrage de pompes jockeys.....	39
IV.2.1. Fonctionnement.....	40
IV.3. GRAFCET de démarrage de la pompe principale.....	41
IV.3.1. Fonctionnement.....	42
IV.4. GRAFCET de démarrage de moteur diesel.....	42
IV.4.1. GRAFCET de démarrage manuel de moteur diesel.....	42
IV.4.1.1. Fonctionnement.....	43
IV.4.2. GRAFCET de démarrage automatique de moteur diesel.....	44



IV.4.2.1. Fonctionnement.....	46
IV.4.2.2. Contacts d’alarmes de l’engin diesel.....	47
IV.5. Tableau récapitulatif des GRAFCETs.....	47
IV.6. Conclusion.....	49

## **Chapitre V : Programmation et simulation**

V.1. Introduction.....	50
V.2. Qu’est-ce que STEP 7 ? .....	50
V.3. Présentation de logiciel de programmation STEP7.....	50
V.3.1. Gestionnaire de projets SIMATIC.....	50
V.3.2 Editeur de mnémoniques.....	51
V.3.3. Diagnostic du matériel.....	51
V.3.4. Langages de programmation.....	51
V.3.5. Configuration matérielle.....	51
V.3.6. NetPro.....	51
V.4. Bloc utilisateur.....	52
V.5. Bloc système pour fonctions standard et fonctions système.....	52
V.6. projet sous STEP7.....	53
V.6.1. Démarrage de STEP7.....	53
V.6.2. Création d’un nouveau projet.....	54
V.6.3. Configuration matérielle.....	57
V.6.4. Création de la table des mnémoniques.....	57
V.6.5. Création d’un programme dans le bloc d’organisation.....	59
V.7. Simulation de programme avec S7-PLCSIM.....	59
V.7.1. Présentation de S7-PLCSIM.....	60
V.8. Application sous LADDER de démarrage de la pompe principale.....	61
V.8.1. Les équations logiques.....	61
V.9. Conclusion.....	62
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>63</b>

## **Table des abréviations**

- SSI : Système de sécurité incendie
- SDI : Système de détection incendie
- SMSI : Système de mise en sécurité incendie
- ECS : Equipement de contrôle et de signalisation
- DSV : Vanne de décharge
- TMB : Terminal marin de Bejaia
- RTD : Détecteur de la température de la résistance
- PRT : Thermomètre de platine
- Protectowire : Détecteur linéaire de chaleur
- IR : Infra Rouge
- UV : Ultra Violet
- GPL : Le gaz de pétrole liquéfié
- AFP : Panneau d'alarme pour incendie
- API : Automate programmable industriel
- PLC : Automate programmable industriel
- GRAFCET : Graphe de commande Etapes et Transitions
- FBD : schéma par blocs
- ST : Teste structuré
- IL : Liste d'instructions
- CONT : Schéma à contacts
- LOG : Logigramme
- MPI : interface multipoint
- PROFIBUS : Precess Field Bus, bus de communication
- Modbus: Protocole de communication pour réseau automate
- CPU : Unité de calcul centrale
- STEP 7 : Logiciel de Programmation
- LADDER : Schéma à relais ou à contacts
- Byte : Chaine binaire de huit bits
- AP : automate programmable
- PLCSIM : Simulateur de programme STEP 7
- VAT : table de variables

- SONATRACH : Société **N**ationale pour la Recherche, la Production, le **T**ransport, la Transformation, et la **C**ommercialisation des **H**ydrocarbures
- SONALGAZ : Société nationale de l'électricité et du gaz
- DRGB : Direction régionale de Bejaia

## Liste des figures

### Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Figure I.1 : Les activités de la SONATRACH.....	4
Figure I.2 : Organigramme des directions de SONATRACH.....	4
Figure I.3 : Carte du Réseau de Transport de la RTC Bejaia.....	5
Figure I.3 : La structure du département maintenance.....	6

### Chapitre II : Description de système existant

Figure II.1 : Triangle de feu.....	9
Figure II.2 : Transmetteur de pression.....	16
Figure II.3 : Implantation du capteur et de transmetteur dans un processus de commande...	16
Figure II.3 : Pressostat .....	16
Figure II.4: Manomètre.....	17
Figure II.5: Capteur de température.....	18
Figure II.6: Capteur de flamme.....	19
Figure II.7: Détecteur de gaz.....	20

### Chapitre III : Eléments d'automatisme

<b>Figure III.1:</b> Représentation du GRAFCET.....	24
<b>Figure III.2:</b> Sélection entre deux évolutions possibles.....	25
<b>Figure III.3:</b> Contacts (entrées).....	28
<b>Figure III.4 :</b> Bobines (sorties).....	28
<b>Figure III.5 :</b> Exemples de fonctions réalisées avec ces diagrammes. ....	29
<b>Figure III.6 :</b> Architecture d'un système automatisé.....	32

<b>Figure III.7: API SIEMENS S7-300.....</b>	<b>40</b>
--	-----------

#### **Chapitre IV : Automatisation du système**

Figure IV.1 : GRAFCET de démarrage des deux pompes jockey.....	43
Figure IV.2 : GRAFCET de démarrage de groupe électropompe.....	45
Figure IV.3 : GRAFCET de démarrage manuel de moteur diesel.....	47
Figure IV.4 : GRAFCET de démarrage automatique de moteur diesel.....	49

#### **Chapitre V : Programmation et simulation**

Figure V.1 : Fenêtre SIMATIC Manager.....	58
Figure V.2: Fenêtre de nouveau projet.....	59
Figure V.3: Fenêtre choix de nom de projet.....	60
Figure V.4.: Fenêtre matériels configurés.....	61
Figure V5.: Fenêtre d'espace de travail.....	61
Figure V.6: Fenêtre déclaration de mnémoniques.....	62
Figure V.7: Fenêtre de lancement d'un programme.....	62
Figure V.8: Fenêtre d'espace de programmation en CONT.....	63

<b>Figure III.7: API SIEMENS S7-300.....</b>	<b>40</b>
--	-----------

#### **Chapitre IV : Automatisation du système**

Figure IV.1 : GRAFCET de démarrage des deux pompes jockey.....	43
Figure IV.2 : GRAFCET de démarrage de groupe électropompe.....	45
Figure IV.3 : GRAFCET de démarrage manuel de moteur diesel.....	47
Figure IV.4 : GRAFCET de démarrage automatique de moteur diesel.....	49

#### **Chapitre V : Programmation et simulation**

Figure V.1 : Fenêtre SIMATIC Manager.....	58
Figure V.2: Fenêtre de nouveau projet.....	59
Figure V.3: Fenêtre choix de nom de projet.....	60
Figure V.4.: Fenêtre matériels configurés.....	61
Figure V5.: Fenêtre d'espace de travail.....	61
Figure V.6: Fenêtre déclaration de mnémoniques.....	62
Figure V.7: Fenêtre de lancement d'un programme.....	62
Figure V.8: Fenêtre d'espace de programmation en CONT.....	63

## **Liste des tableaux**

### **Chapitre I : Présentation de l'entreprise**

### **Chapitre II : Description des systèmes anti-incendie**

Tableau II.1 : Caractéristiques de groupe électropompe.....13

Tableau II.2 : Caractéristiques électropompe jockey.....14

Tableau II.3 : Caractéristiques de groupe motopompe.....14

Tableau II.4 : Caractéristiques de moteur diesel.....15

Tableau II.5 : Caractéristiques de moteur électrique triphasé.....15

### **Chapitre III : Généralités sur l'automatisme**

Tableau III.1. : Variables contenues dans STEP7.....31

### **Chapitre IV : Automatisation de système**

Tableau IV.1 : Récapitulatif des GRAFCETs « Entrées ».....52

Tableau IV.2 : Récapitulatif des GRAFCETs « Sorties ».....53

### **Chapitre V : Programmation et simulation**

# Introduction générale



# Introduction générale

---

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 (SIEMENS,..), et la mise en place des systèmes de sécurité robustes.

Les systèmes de sécurité incendie (SSI) sont de plus en plus utilisés pour protéger les entreprises contre les risques importants (p. ex. centres de calcul, sous-stations électriques, stockages vitaux, locaux contenant des systèmes d'intérêt général, etc.).

Les systèmes de sécurité incendie (SSI) se prévoit dès la conception d'un local ou d'un bâtiment.

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 robustes.

L'opportunité qui s'offre à nous dans ce projet, est celle d'étudier les différents systèmes d'extinction existant à la DRGB. Ces systèmes sont commandés par des automates programmables industriels.

Notre travail sera réparti en cinq chapitres :

Dans le chapitre I, nous aborderons la présentation de l'organisme d'accueil ainsi les principales activités de SONATRACH.

Le chapitre II présente la description de système existant au Terminal Marin de Bejaia quelques puis d'une manière sommaires l'instrumentation utilisée, les capteurs, et la nature des actionneurs et pré-actionneurs composant l'installation.

Dans le chapitre III, nous parlerons sur les éléments de l'automatisme, les GRAFCET et de différents automates programmable SIEMENS et les réseaux locaux industriels comme PROFIBUS et Industrial EtherNet qui nous offre une mise en œuvre aise et un paramétrage flexible.

Le chapitre IV, sera consacré à l'automatisation de système existant, pour élaborer les GRAFCET de démarrage.

# Introduction générale

---

Enfin le chapitre V, sera validé par des simulations et programmation en Ladder sous logiciel SIMATIC Manager.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale qui passera en revue tout ce qui a été abordé dans ce mémoire.

# Chapitre I

## **I.1. Historique**

Le 31 décembre 1963 est née le premier instrument d'intervention de l'état dans le secteur pétrolier aux cotés des compagnies françaises. Ce dernier n'est autre que «la société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures » appelée Sonatrach.

Sonatrach 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.

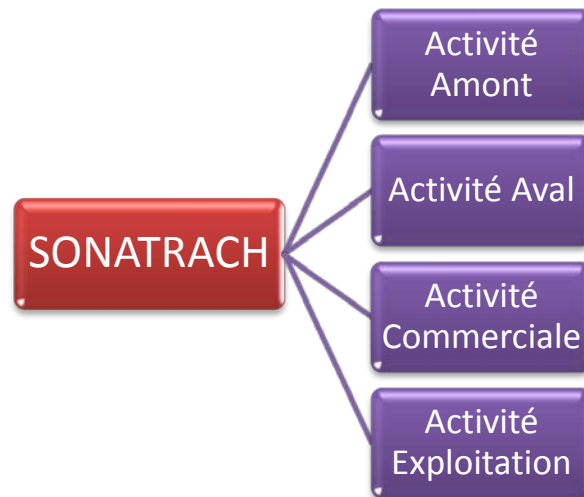
Adoptant une stratégie de diversification, Sonatrach se développe dans les activités de génération électrique, d'énergies nouvelles et renouvelables, de dessalement d'eau de mer, de recherche et d'exploitation minière. Poursuivant sa stratégie d'internationalisation, Sonatrach opère en Algérie et dans plusieurs régions du monde : en Afrique (Mali, Niger, Libye, Egypte), en Europe (Espagne, Italie, Portugal, Grande Bretagne), en Amérique Latine (Pérou) et aux USA.

La volonté de l'Algérie de récupérer ses richesses naturelles et d'assurer pleinement le contrôle de leur exploitation, amena à nationaliser la production des hydrocarbures le 24/02/1971 par la signature d'une ordonnance, définissant le cadre d'activité des sociétés étrangères en Algérie.

Aujourd'hui, SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12ème parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2ème exportateur de GNL et de GPL et 3ème exportateur de gaz naturel.

## **I.2. Principales activités de la société :**

Ces activités sont au nombre de quatre :



**Figure I.1 :** Les activités de la SONATRACH

### **I.2.1. Activité Amont**

L'activité Amont regroupe les activités d'exploration de production, de recherche et les métiers de services pétroliers.

### **I.2.2. Activité Aval**

A pour missions essentielles d'exploiter les unités existantes de liquéfaction de gaz naturel et de séparation de GPL, de mettre en œuvre les plans de développement de l'aval pétrolier et gazier.

### **I.2.3. Activité Commerciale**

Elle supervise la distribution, l'exportation et le Transport maritime des hydrocarbures.

### **I.2.4. Activité Exploitation**

Il s'agit de l'activité **RTC** (Région Transport Centre) qui s'occupe de l'acheminement des hydrocarbures, grâce à un réseau de pipes, à partir des stations de forage, et par le biais de stations de pompes, dans le sud du pays vers des Terminaux marins au nord pour l'exportation ou vers des usines de stockage ou de liquéfaction.

## **I.3. Organigramme de Sonatrach**

SONATRACH est une entreprise nationale d'un grand poids économique, et internationale par son domaine d'activité, industrie pétrolière et gazière.

La gestion de ses activités est assurée par des branches opérationnelles qui sont des directions fonctionnelles qui élaborent et veillent à l'application de la politique et de la stratégie de groupe. Elles fournissent l'expertise et l'appui nécessaire aux activités. Elles sont représentées par l'organigramme suivant :

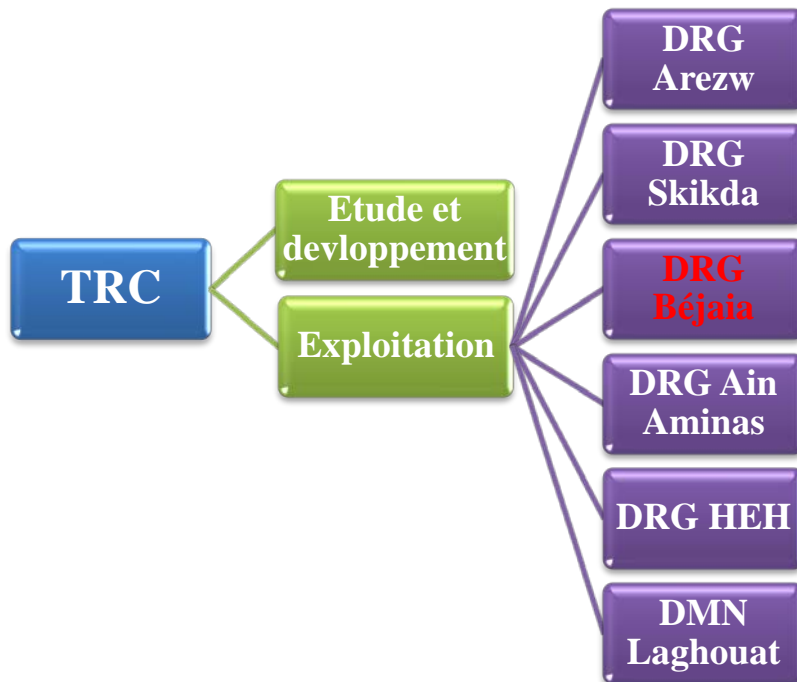


Figure I.2 : Organigramme des directions de SONATRACH.

#### I.4. Réseau de Transport de la RTC Béjaia

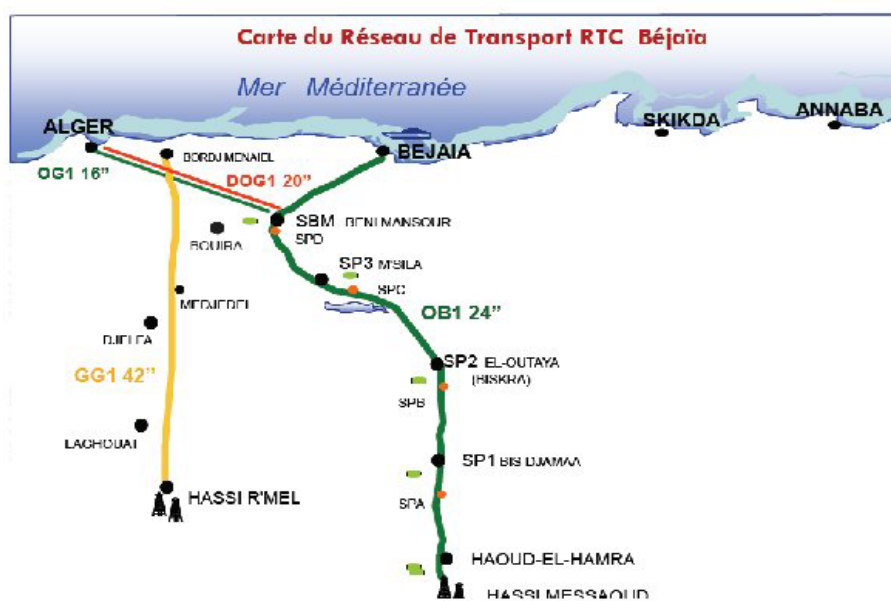


Figure I.3 : Carte du Réseau de Transport de la RTC Béjaia.

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

- L'Oléoduc Haoud El Hamra (HEH) /Bejaïa 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 DOG de 20'' de diamètre.
- Un gazoduc (GG1) pour le transport du Gaz naturel de 42'' de diamètre (Hassi R'mel/Issers).

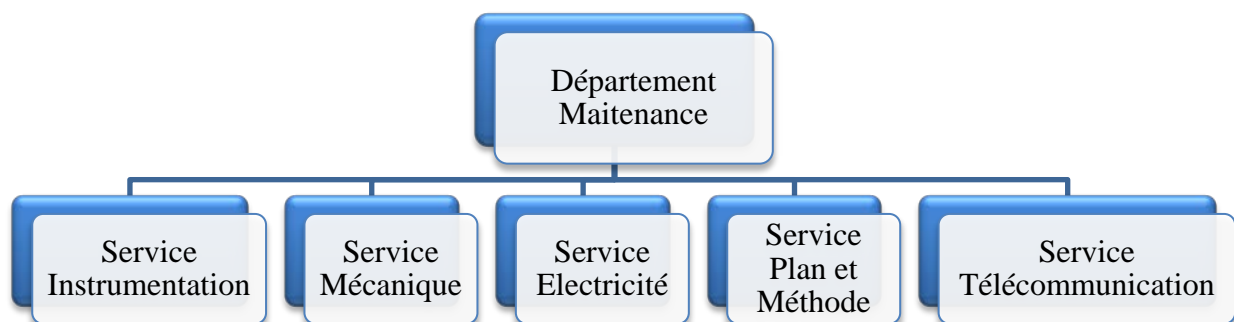
### I.5. Description de la DRGB

La direction régionale de Bejaia est l'une des 5 directions régionales de la Sonatrach, qui a pour tâche le transport, le stockage et la livraison du pétrole brut et le condensât.

La DRGB se situe à 2Km de la ville de Bejaia qui est divisée en deux terminaux, le terminal nord possédant 12 bacs de stockage de 35000M3, et le terminal sud avec 4 bacs de 50000M3 (Le 5ème bac est prévu). Elle comprend également un port pétrolier qui se trouve à 8Km nord de la DRGB possédant 3 postes de chargement.

#### I.5.1. Le département maintenance

Le département maintenance est chargé de l'entretien de la ligne et s'occupe de toutes les opérations de maintenance. Sa structure est représentée comme suit :



**Figure I.3 :** La structure du département maintenance.

##### I.5.1.1. Service Instrumentation

Il assure la sécurité des instruments (appareils de mesure) installés sur toute la ligne. Ce service est composé de deux sections.

- **Section intervention** : elle est chargée des révisions générales des instruments.
- **Section atelier** : elle est chargée de réparation de tous les instruments des différentes stations.

## I.5.1.2. Service mécanique

Ce service s'occupe essentiellement de la maintenance des parties mécaniques des équipements principaux des stations. Ses fonctions principales sont :

- ✚ Achat d'investissement mécanique.
- ✚ Achat direct de pièces de rechange.
- ✚ Veiller à l'exécution du plan prévisionnel préventif.
- ✚ Veiller au bon fonctionnement des machines tournantes.
- ✚ Sous-traitance des travaux de maintenance.

## I.5.1.3. Service télécommunication

Il s'occupe de 3 types d'équipements :

- ✚ Radios fixes et mobiles.
- ✚ Réseau téléphonique de 400 lignes extensible à 1000 lignes.
- ✚ Réseau télégraphique.

## I.5.1.4. Service électricité

Ce service s'occupe de trois types d'équipements :

- ✚ Équipements industriels
- ✚ Équipements électromécaniques
- ✚ Équipements conditionnements.

## I.5.1.5. Service Plan et méthode

C'est un service de coordination entre les autres services. Ses fonctions principales sont:

- ✚ Suivi des approvisionnements en matière première.
- ✚ Établissement du plan de production.

## I.6. Description du terminal marin de Bejaia

Le TMB se compose de deux parties :



### I.6.1. Terminal Nord

Il contient 12 bacs à toit flottant de capacité volumique de 35 000M<sup>3</sup>, chacun de diamètre nominal 56 m de hauteur cylindrique totale 14,4 m. Ils servent pour le stockage de deux produits pétrole brut et condensat. Chaque bac contient une vanne, deux agitateurs, un jaugeur (transmetteur de niveau et de température), en plus de ça des bouteilles de halon pour étouffer le feu en cas d'incendie.

- **Le Manifold** : C'est un ensemble de canalisations, de vannes et de pompes de chargement utilisés pour réceptionner les hydrocarbures venant du Sahara et stockage. Il contient sept pompes, six vannes chacune d'elle alimente deux bacs et d'autres vannes.
- **La salle de contrôle** : C'est une salle dans laquelle on trouve les écrans de supervision et de contrôle pour le terminal nord et sud pour contrôler l'ouverture des vannes et la sélection des bacs, les pompes et le chemin de circulation du fluide, en plus de ça la tour a une vue directe vers le Manifold Nord permettant de visualiser l'état des vannes et des pompes.

### I.6.2. Terminal Sud

Il contient 4 bacs à toit flottant de capacité volumique de 50 000 m<sup>3</sup>, de même diamètre et hauteur que les bacs du terminal nord, chaque bac contient une vanne, deux agitateurs, un jaugeur (transmetteur de niveau et de température), en plus de ça des bouteilles de halon pour étouffer le feu en cas d'incendie.

- **Le Manifold** : Il contient un ensemble de canalisations, pompes, moteurs, électrovannes, la conduite d'étalonnage et le skid de comptage .ces pompes aspirent le pétrole ou bien le condensat ensuite refoulent vers les postes de chargement qui se trouvent au port.
- **Salle électrique** : elle est divisée en trois chambres, haute tension, moyenne tension et basse tension.

# Chapitre II

## II.1. Introduction

Dans ce chapitre on va expliquer les différents systèmes de détection et d'extinction à la DRGB ainsi que les différents éléments de la partie puissance et commande de la station de pressurisation.

## II.2. Description d'une installation de détection et d'extinction automatique d'incendie

### II.2.1. Pour qu'il soit combustion il existe trois conditions [1]

- Présence du combustible
- Présence de l'oxygène généralement il provient de l'air (l'atmosphère), certains corps génèrent eux-mêmes une quantité d'oxygène nécessaire à la combustion.
- Source d'allumage (étincelle).

Ces trois conditions sus citées doivent exister simultanément pour que la combustion puisse être amorcée, ce que nous résumons par le triangle de feu.



Figure II.1 : Triangle de feu

### II.2.2. Système détection d'incendie (SDI)

Un Système de Détection Incendie (SDI) est constitué de détecteurs automatiques d'incendie, de déclencheurs manuels et d'un Équipement de Contrôle et de Signalisation (ECS).

Une installation de détection automatique d'incendie a pour objectif de déceler et de signaler tout début d'incendie dans les meilleurs délais, afin de mettre en œuvre les mesures appropriées (alerte du personnel et des services de secours, asservissement des éventuels équipements de sécurité).

Elle doit remplir les critères d'efficacité (aptitude à détecter), de fiabilité (probabilité de défaillance faible) et de stabilité (taux de « fausse alarme » minimum).

### II.2.3. Système de mise en sécurité incendie (SMSI)

Diverses installations fixes d'extinction automatiques peuvent être réalisées lorsque les risques sont graves ou ponctuels, ou que la valeur du matériel à protéger est grande.

Ces procédés permettent de contenir, voire d'éteindre un foyer d'incendie par une intervention précoce et rapide, même en l'absence des occupants. Une installation fixe comprend cinq parties principales :

- la source ou réserve de produits extincteurs.
- le réseau de distribution de l'agent extincteur.
- les diffuseurs de l'agent.
- le dispositif de mise en œuvre (tableau de commande...).
- le dispositif d'alarme.

### II.2.4. Les différents systèmes d'extinction d'incendie à la DRGB [2]

Afin de mettre son site en sécurité en cas d'incendie la DRGB a opté pour ses deux terminaux (sud/nord) des systèmes d'extinction différents en fonction des installations à protéger.

On distingue quatre types de système d'extinction :

- Extinction sprinkler
- Extinction avec agent extincteur FM 200
- Extinction au HALON
- Extinction à mousse

#### II.2.4.1. Extinction sprinkler

Les dispositifs sprinkler agissent principalement pour refroidir les trois transformateurs, (deux transformateurs abaisseurs de 30KV à 5.5 KV et un de 30KV à 400V) en cas d'une détection d'élévation de température signalée par un capteur de chaleur (protectowire) suivi d'une signalisation sonore et lumineuse et la mise hors tension des transformateur, via un module d'adressage installé dans l'enceinte des transformateurs à la carte électronique AFP300/400 dans la salle de contrôle. Cette dernière va donner un signal (impulsion) à l'organe de commande (DSV) qui engendra l'ouverture de la vanne de décharge.

#### II.2.4.2. Extinction avec un agent extincteur FM 200

Ce système est installé dans la salle de contrôle et la salle électrique. Il se déclenche automatiquement dès que le capteur de flamme détecte un signal physique (flamme), il agit dans le but de diminuer la teneur en oxygène dans les salles. Ce système est utilisé pour protéger un matériel d'une grande valeur (matériel informatique, électrique...) ou que l'eau ne peut être utilisé.

#### II.2.4.3. Extincteur au HALON

Sur le toit d'un bac, au dessus de joint et sur toute sa périphérie, il a été mise en place une couronne de détection composée de fusibles installés à 3 mètres environ. Ces fusibles de marque WORMALD QUARTZOID BLUB sont de type 93°.

Cette couronne de détection est divisée en secteur indépendant en fonction de circonférence de bac à protéger. Les fusibles sont reliés entre eux par des câbles INOX de longueur d'environ 3 m, sur lesquelles elles sont maintenues par des crochets et sont disposées de part et d'autre d'un bâti support contrepoids équipés, qui les maintient en tension. Un poids fixe ayant été réalisé aux deux extrémités de secteur considéré.

Sur le bâti support contrepoids, la mise en tension de chaque partie du secteur, situé à droite et à gauche du bâti, et réalisé par un contrepoids de 25 Kg relié au dernier câble par un crochet.

L'ensemble fusibles, crochets et câble INOX est maintenu au dessus de joint par des supports guides câbles comportent une poulie, installée à une distance les uns des autres d'environ de 3m.

Compte tenu de système tel que décrit précédemment, dès qu'il ya un feu déjoint, il se fait un éclatement d'un seul des fusibles d'un secteur pour que la chute d'un contrepoids relie par un câble percuteur à la vanne automatique de la bouteille d'azote déclenche cette dernière et envoi l'azote à la pression de 125 bars dans le circuit de l'extinction.

On voit donc dans ces conditions que, dès qu'une vanne est déclenchée automatiquement de bouteille d'azote, la totalité des vannes de Halon 1211 est diffusé simultanément sur toute la périphérie du bac dans la zone à protéger, cassant ainsi la combustion en évitant la ré inflammation par un feu tournant.

### **II.2.4.4. Les extincteurs à mousse expansive**

Ces appareils contiennent des produit d'une composition chimique très variée qui, par contact avec l'eau et sous l'effet de la pulvérisation avec l'air, forme une mousse qui gonfle avec l'eau et étouffe le feu ; en revanche, les mousses sont sans effets sur les braises.

Dans la mesure où la composition chimique de la mousse est compatible avec celle des constituants des collections, ce type d'extincteur peuvent être dans les archives, musée et les bibliothèques.

## **II.3. Procédés de détection et d'extinction d'incendie de système existant à SONATRACH**

Toute installation industrielle est équipée d'un ensemble de capteurs et actionneurs dont l'utilité consiste à commander les principaux paramètres physiques, à savoir la pression, le débit, la température... etc.

Dans ce chapitre nous allons décrire les divers composants et tâches de la partie commande et de la partie opérative de système anti-incendie de terminal marin de Bejaia (TMB).

## **II.4. Description de la partie électrique [3]**

### **II.4.1. Partie opérative**

La pompe est une machine tournante qui transmet de l'énergie à un fluide en vue de son déplacement. Elle est conçue pour transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

Il existe deux types de pompes en l'occurrence, les pompes volumétriques et les pompes centrifuges.

#### II.4.1.1. Groupe électropompe (pompe incendie)

Une pompe à incendie est un élément d'une extinction automatique du système d'approvisionnement en eau et peut être alimenté par moteur électrique, diesel ou à vapeur, dans notre système la pompe est entraînée par un moteur électrique. Elle s'inscrit dans le cadre d'un système de haute pression, dont la pression maintenue est intense d'où elle peut fournir de l'eau rapidement sur une vaste zone ou dans un courant à haute pression sur une zone concentrée. L'entrée de la pompe est soit connectée à un bassin d'eau.

Désignation	Référence
Pompe	ETANORM 100-250 S10 SP
Moteur	WEG Type 315-S/M-Tri 220/380V Démarrage/T
Vitesse nominale	2975tr/min
Débit	198 m <sup>3</sup> /h
Puissance absorbée	66 KW
Rendement ( $\eta$ )	75.1 %

**Tableau II.1 :** Caractéristiques de groupe électropompe

#### II.4.1.2. Groupe électropompe jockey

Une pompe jockey, ou une pompe à pression d'entretien, est un petit appareil qui fonctionne en conjonction avec une pompe à incendie dans le cadre d'un système de gicleurs de protection incendie. Une pompe jockey est conçue pour maintenir la pression élevée dans un système anti-incendie de telle sorte que la pompe à incendie principale est empêchée de courir, sauf si absolument nécessaire. Il est constitué d'un moteur électrique, une pompe et un contrôleur.

Désignation	Référence
Pompe	MOVITECH VF32-5
Moteur	WEG Type 160L
Vitesse nominale	2900 tr/min
Débit	20 m <sup>3</sup> /h
Puissance absorbée	8.46 KW
Rendement ( $\eta$ )	56 %
Pression de service	25 bars
Hauteur de refoulement	Jusqu'à 237 m

**Tableau II.2 :** Caractéristiques de groupe électropompe jockey

#### II.4.1.3. Groupe motopompe.

C'est un accouplement de pompe et d'un moteur diesel, dont le fonctionnement déclencherà de façon automatique dès que l'absence de réseau électrique d'alimentation (SONALGAZ) a été détectée.

Désignation	Référence
Pompe	ETANORM S100-250 S10 SP
Moteur	Diesel IVECO N45 MNTF 41.00
Vitesse nominale	2907 tr/min
Débit	198 m <sup>3</sup> /h
Puissance absorbée	65.2 KW
Rendement ( $\eta$ )	76 %

**Tableau II.3 :** Caractéristiques de groupe motopompe



#### II.4.1.4. Moteur diesel

Moteur Diesel est un moteur à combustion interne dont l'allumage n'est pas commandé mais spontané, par phénomène d'auto-inflammation. Il n'a donc pas besoin de bougies d'allumage. Cela est possible grâce à un très fort taux de compression (rapport volumétrique), permettant d'obtenir une température de 700 à 900 °C. Des bougies de préchauffage sont souvent utilisées pour permettre un meilleur démarrage du moteur à froid, en augmentant, temporairement, la température d'un point de la chambre de combustion.

Désignation	Référence
Moteur	IVECO N45 MNTF41.00 (8060 SI 40 Version 2006)
Puissance absorbée	120 KW
Vitesse de rotation	1800 tr/min

**Tableau II.4 :** Caractéristiques de moteur diesel

#### II.4.1.5. Moteur électrique triphasé

Le but essentiel des machines électriques est la transformation de l'énergie d'une forme dans une autre, l'une au moins de ces formes étant électrique, l'autre pouvant être électrique ou mécanique.

Désignation	Référence
Moteur	Triphasé IEC
Puissance	2.2 KW
Réseau	220-240 V /380-480 V

**Tableau II.5 :** Caractéristiques de moteur électrique triphasé

#### II.4.1.6. Les types de capteurs- Transmetteurs

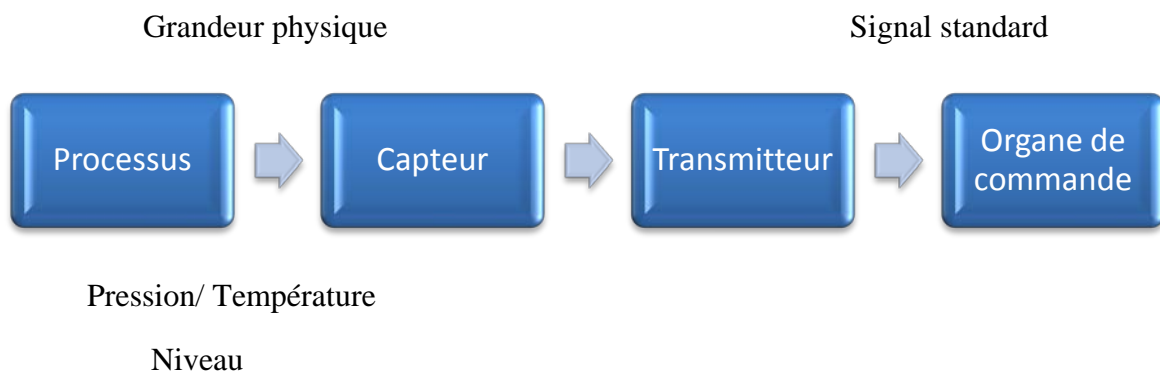
Un capteur est un organe chargé de prélevé une grandeur physique à mesurer (signal d'entrée du capteur) et de la transformer en une grandeur physique exploitable (signal de sortie du capteur (réponse)).

Le capteur est donc un organe de saisie d'informations, c'est le premier maillon de toute chaîne de mesure, acquisition de données, de tout système d'asservissement, régulation, de tout dispositif de contrôle, surveillance, sécurité

Un transmetteur est le dispositif qui convertit le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle commande.



**Figure II.2 :** Transmetteur de pression



**Figure II.3 :** Implantation du capteur et de transmetteur dans un processus de commande

### ➤ Capteur de pression

#### ✚ Pressostat

Un pressostat est un dispositif comprenant un commutateur électrique lequel le mouvement des contacts est réalisé pour une valeur prédéterminée pression de fluide. Les pressostats transforment un changement de pression en un signal électrique (tout ou rien) lorsque les points de consigne affichés sont atteints.



**Figure II.3 : Pressostat**

### **Manomètre**

Le manomètre utilisé est un manomètre Ashcroft standard à tube de Bourdon. Le manomètre est un indicateur de pression locale.



**Figure II.4: Manomètre**

### ➤ **Capteur de température**

Les thermomètres de résistance, également appelés les détecteur de la température de résistance (RTDS), sont des sondes de température qui exploitent le changement prévisible de la résistance électrique de quelques matériaux avec la température changeante. Pendant qu'ils sont presque invariablement faits en platine, ils s'appellent souvent les thermomètres de platine (PRTs). Ils remplacent lentement l'utilisation des thermocouples dans beaucoup d'applications industrielles en dessous 600°C.

### **Détecteur linéaire de chaleur (protectowire)**

Le détecteur de chaleur linéaire de chaleur protectowire est un câble qui a la capacité de détecter la chaleur sur n'importe quel point sur toute sa longueur. Le senseur de câble est constitué de deux conducteurs en acier et sont individuellement isolés avec un matériel comprenant du polymère sensible aux températures. Les conducteurs isolés sont entre lacés ensemble de façon à imposer une pression élasticité entre eux ; ensuite, ils sont enveloppés avec une bande de protection et terminés avec une gaine appropriée à l'environnement dans lequel le détecteur sera installé.

Les détecteurs linéaires de chaleur capable de déclencher une alarme lorsque la température prédéterminée est obtenue.



**Figure II.5:** Capteur de température

### **Capteur de flamme**

Ces détecteurs possèdent une cellule sensible aux rayonnements IR (Infra Rouge) ou UV (Ultra Violet). Les détecteurs IR travaillent généralement dans la bande lumineuse du carbone de manière à éviter les fausses alarmes.

- **Les capteurs à Ultra Violet (185/265 nm)**

Principe : Photo-tube à avalanche, capture de photons et transformation en énergie électrique.

Un photo-tube est constitué d'une cathode et d'une anode mises sous une très forte différence de potentiel (290v) et scellées dans un tube de quartz rempli de gaz inerte ionisant.

Lors d'un rayonnement à une longueur d'onde inférieure à 265 nm, les photons frappant

la cathode libèrent des électrons qui sont propulsés vers l'anode. Les électrons, porteurs d'énergie ionisent les molécules de gaz contenues dans l'ampoule créant ainsi une réaction en chaîne. Le capteur génère un signal de sortie qui consiste en une suite d'impulsions de tension.

- **Les Capteurs à Infrarouge (2 / 6  $\mu\text{m}$ )**

Principe : Pyro-électrique, détection d'un rayonnement thermique

Un cristal en lithium / tantale est associé à un transistor à effet de champ et à un filtre à une longueur d'onde précise.

Les vacillements aléatoires émis par la flamme dans le proche infrarouge sont perçus par le cristal qui génère un signal traité par un filtre passe-bande, basse fréquence (1-20 Hz).



**Figure II.6:** Capteur de flamme

- **Capteur de gaz**

Le détecteur à gaz est indispensable pour prévenir les accidents dans les zones industrielles (déflagrations). Il détecte rapidement une concentration anormale de gaz (GPL\*, Butane ou Propane). En effet, la sirène se déclenche lorsque le niveau de gaz dépasse le seuil 20%.

- Les GPL ne sont pas toxiques par eux-mêmes et aucun danger d'empoisonnement n'est à craindre par inhalation, à condition toutefois que l'organisme trouve suffisamment d'oxygène dans l'air. En cas de fuite, le gaz se propage à ras du sol, stagne et tend à s'évacuer par dessous les portes et pas des ouvertures aux points bas.

- Les limites d'inflammabilité sont de 4 à 10% de volume de gaz pour 90 à 96% de

volume d'air. Ainsi, le gaz mélangé à l'air dans une proportion de 5% de Propane et 95% d'air constitue un mélange inflammable. Par contre, 50% de gaz et 50% d'air ne constituent pas de mélange inflammable.



**Figure II.7:** Détecteur de gaz

## II.4.2. Partie commande

### II.4.2.1. Les cartes électroniques AFP-300/400

L'AFP-300/400 est un système modulaire, Panneau de commande d'alarme incendie intelligente avec une longue liste de fonctionnalités puissantes. Le module CPU, module d'alimentation, et le cabinet se combinent pour créer un système complet de contrôle d'incendie pour la plupart des applications telles que les bâtiments commerciaux, résidentiels et industriels. Modules optionnels monté sur le châssis pour fournir des circuits de sortie supplémentaires.

Contrairement aux panneaux de contrôle de tir, le AFP-300/400 communique intelligemment les uns avec les détecteurs et d'entrée / sortie du module sur l'ensemble du système. Ainsi fournir des informations exactes quant à l'endroit exact de l'alarme et la capacité de fonctionner de sortie spécifique en utilisant les fonctions logiques programmables. La méthode de communication avec les appareils de terrain est un protocole à haute vitesse brevetée capable de supporter jusqu'à 99 détecteurs et 99 modules par deux fils en boucle.

### **II.5. Problématique :**

Notre projet au sein de la DRGB consiste à étudier et faire remplacer les cartes électroniques AFP 300/400 (partie commande) de la station de pressurisation pour un système anti-incendie par un automate programmable industriel.

Le choix du changement a été envisagé par le service méthode après avoir observé les avantages des API et les inconvénients des cartes électroniques qui sont :

#### **II.5.1. Avantages de l'API**

- 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.
- Durée de vie (elle est grande).
- Le cout (un AP sa coute environ 4000 €).

#### **II.5.2. Inconvénients des cartes AFP-300/400**

- Le cout (une carte électronique de type AFP 300/400 sa coute environ 7000 €).
- Durée de vie très courte (une année à deux ans).

### **II.6. Conclusion**

La description du système de détection et extinction d'incendie du terminal marin de Bejaia (nord/sud) en particulier la partie électrique, nous a permet d'accomplir l'une des étapes nécessaires pour la mise en œuvre dans automatisme à savoir l'étude préalable du système à automatiser.

Dans le troisième chapitre nous allons aborder les éléments d'automatisme.

# Chapitre III



### III.1. Introduction

Afin de décrire le fonctionnement de l'automatisme séquentiel, le GRAFCET est l'un des outils graphiques les mieux adaptés à cet effet.

Dans ce chapitre nous allons donner une description avec définitions des automates programmables et leurs différents langages de programmation avec une description détaillée du GRAFCET, qui est un outil de représentation des systèmes séquentiels.

### III.2. Langages de programmation [4] [5]

Chaque automate possède un langage de programmation propre à lui. Mais par contre toutes les interfaces logicielles proposées par les constructeurs répondent à la norme CEI 1131-3. Cette définit cinq langages de programmation utilisables.

#### III.2.1. GRAFCET ou SFC

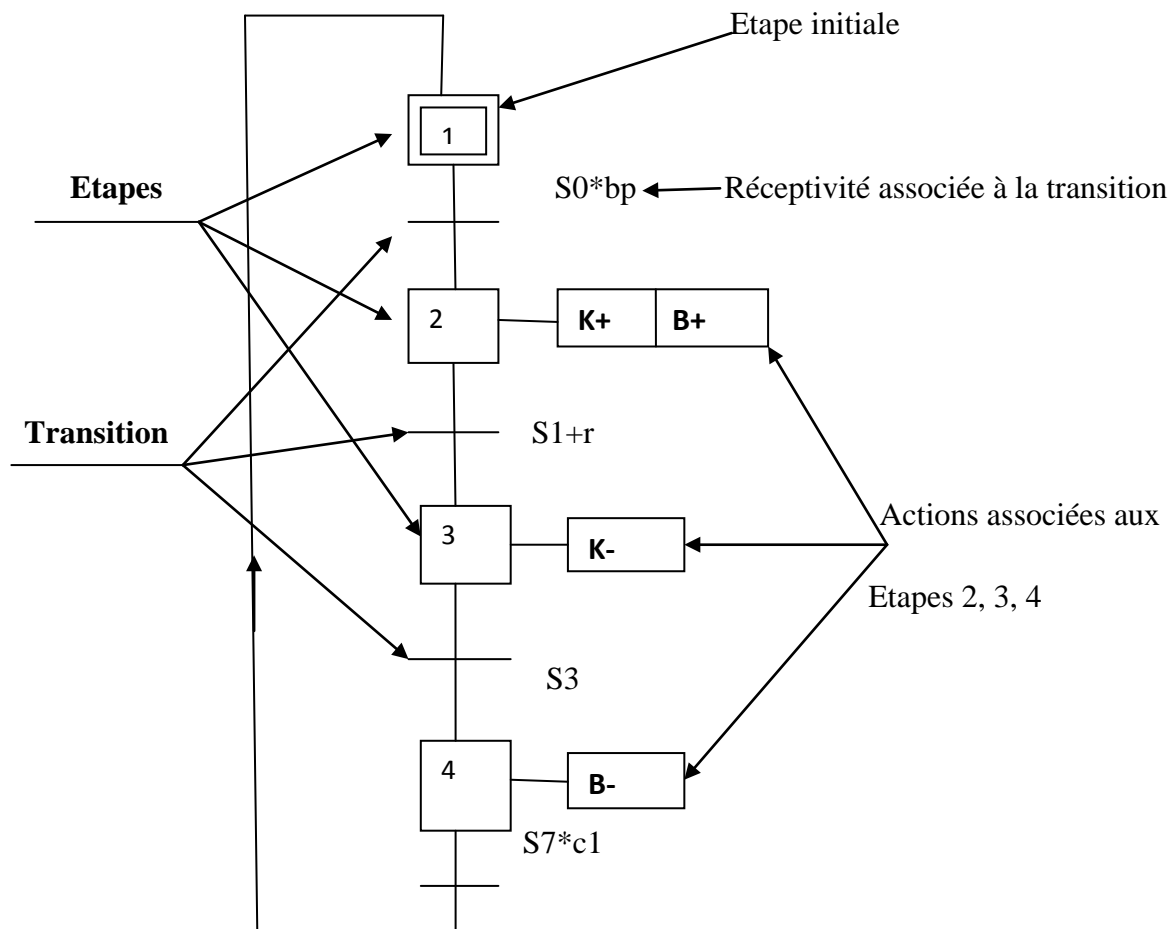
Le GRAFCET est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, en tout ou rien. Mais il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoires, dans le cas où il y a une séquence à respecter mais où l'état des capteurs suffirait pour résoudre le problème en combinatoire. Il utilise une représentation graphique.

C'est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique (peut se "câbler" par séquenceurs, être programmé sur automate).

##### III.2.1.1. Structure graphique du GRAFCET et représentation

GRAFCET est une représentation de graphe cyclique composé alternativement de transition et d'étapes, reliées entre elles par des liaisons orientées.

Des actions peuvent être associées aux différentes étapes.



**Figure III.1:** Représentation du GRAFCET

- **L'étape :** L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. Elle caractérise un comportement invariant.
- **La transition :** La transition permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. Ce qui va permettre, lors de son franchissement l'évolution du système : elle représente une possibilité de changement d'état de système.
- **Les réceptivités :** une réceptivité est associée à chaque transition. C'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition.  
Elle s'exprime comme étant une expression booléenne ou numérique.

- **Les actions associées** : Elles servent à émettre les ordres à la partie opérative. Une action est une sortie de système logique que nous modélisons. Ces actions peuvent être de trois types.
  - Actions continues
  - Actions mémorisées
  - Actions conditionnelles

### III.2.1.2. Structures de base de GRAFCET

Certaines structures de GRAFCET, parmi les plus employées dans notre projet seront décrites ci-après.

#### a. Séquence unique

Une séquence unique représente une suite d'étapes formant un ensemble cohérent, s'activant les unes après les autres.

#### b. Séquence multiple, sélection d'une séquence : aiguillage

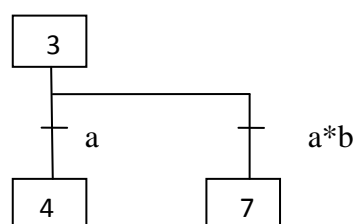
Le GRAFCET à séquence multiples, contrairement au GRAFCET linéaire, comporte plusieurs séquences ; la sélection de ces séquences se fera par des aiguillages appelés divergence en OU ou en ET.

Une sélection de séquence se représente à partir d'une étape, par autant de transitions validées qu'il y a d'évolutions possibles.

#### c. Séquences exclusives

A fin d'obtenir une sélection exclusive entre plusieurs évolutions possibles à partir d'une même étape, il est nécessaire de rendre exclusives les réceptivités associées aux transitions.

On peut donner la priorité à une transition, ce qui permet son franchissement lorsque les réceptivités sont vraies simultanément.



**Figure III.2:** Sélection entre deux évolutions possibles.

### III.2.1.3. 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 premier niveau pourra être celui correspondant à l'implémentation de la partie commande dont on spécifie le comportement.

### III.2.1.4. GRAFCET hiérarchisé

Les GRAFCETs hiérarchisés forment une structure de type maître esclave (père, fils) dans laquelle le GRAFCET maître donne les ordres à un ou plusieurs GRAFCETS esclaves (on l'appelle alors le GRAFCET de tâche ou de sous programme GRAFCET) et les GRAFCETS esclaves renvoient un accusé d'exécution en fin de tâche. A la différence d'une macro étape les GRAFCETS 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.

### III.2.1.5. Règles d'évolution du GRAFCET

La modification de l'état du GRAFCET est appelée évolution, et est régie par 5 règles :

#### a. Situation initiale (Règle 1):

Les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement. On les représente en doublant les côtés des symboles. On appelle début du fonctionnement le moment où le système n'a pas besoin de se souvenir de ce qui c'est passé auparavant (allumage du système, bouton "reset",...). Les étapes initiales sont souvent des étapes d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse par exemple à la fin d'une panne de secteur.

#### b. Franchissement d'une transition (Règle 2) :

Une transition est soit validée, soit non validée (et pas à moitié validée). Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives (toutes celles reliées directement à la double barre supérieure de la transition). Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

**c. Evolution des étapes actives (Règle 3) :**

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivante et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes (toutes se limitant à 1 s'il n'y a pas de double barre).

**d. Evolutions simultanées (Règle 4) :**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies (ou du moins toutes franchies dans un laps de temps négligeable pour le fonctionnement). La durée limite dépend du "temps de réponse" nécessaire à l'application.

**e. Activation et désactivation simultanées (Règle 5) :**

Si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne seraient pas réinitialisés. Cette règle est prévue pour lever toute ambiguïté dans certains cas particuliers qui pourraient arriver.

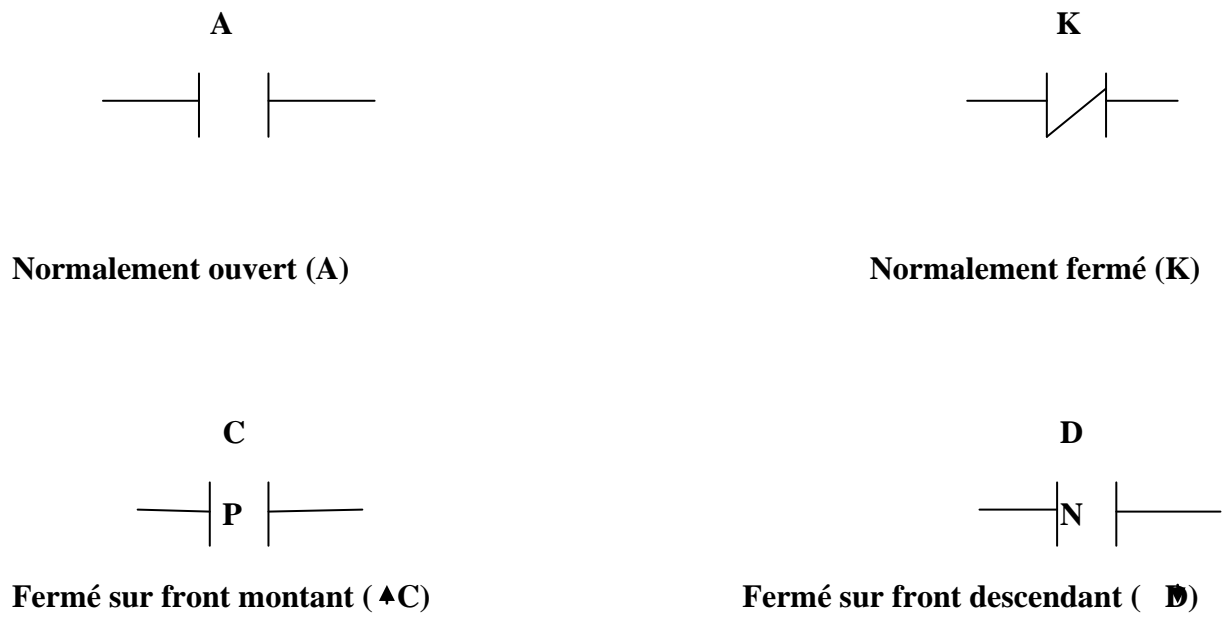
**III .2.1.6. Règle de syntaxe**

L'alternance étape-transition et transition-étape doit être toujours respectée quelle que soit la séquence parcourue.

Deux étapes ou deux transitions ne doivent jamais être reliées par une liaison orientée. La liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition ou une transition à une étape.

**III.2.2. Les diagrammes à relais ou schéma à contact**

Les diagrammes à relais permettent de représenter des conditions logiques de façon similaire aux armoires de commande à relais utilisés avant l'arrivée des automates programmables industriels. Les entrées sont des relais (en série ou en parallèle) qui sont reliés à une bobine (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 : compteur, temporisation,...



**Figure III.3:** Contacts (entrées)



**Figure III.4 :** Bobines (sorties)

Exemple :

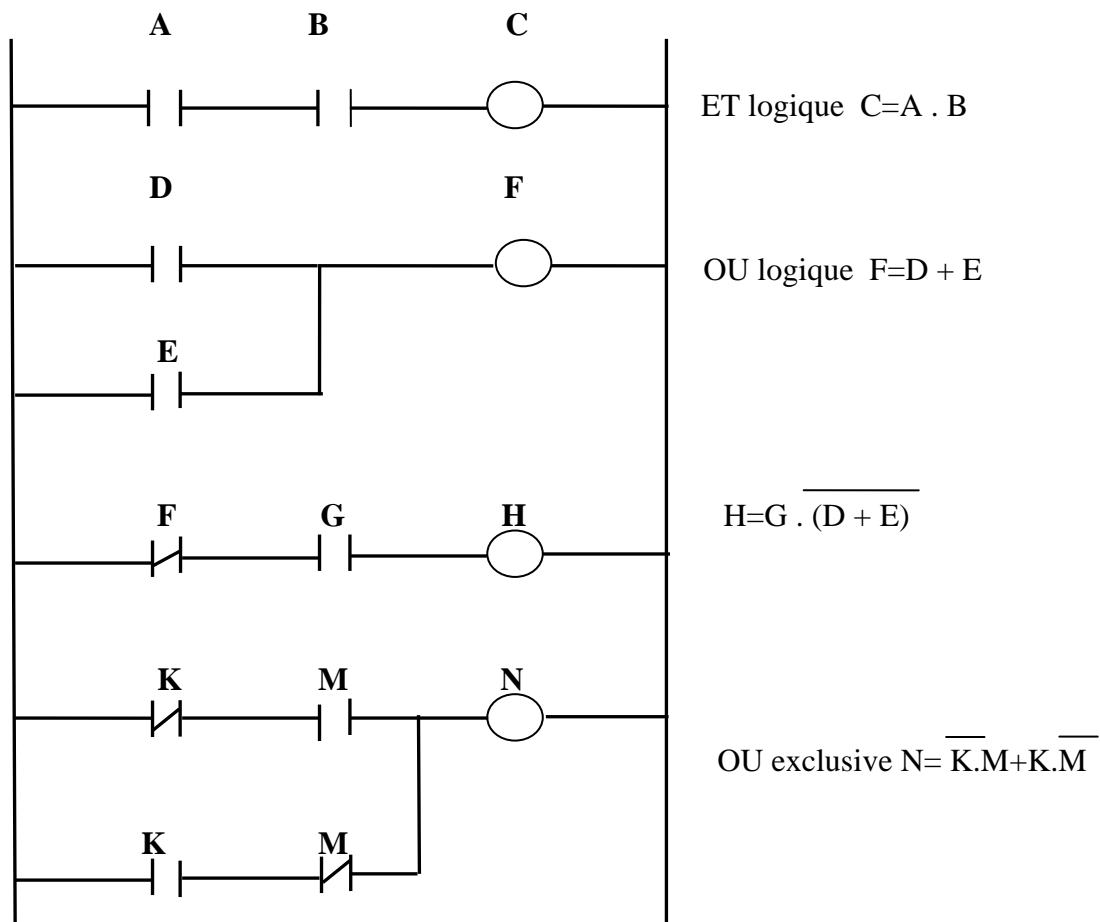


Figure III.5 : Exemples de fonctions réalisées avec ces diagrammes.

### III.2.3. Schéma par blocs ou FBD

C'est un langage de programmation graphique à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.

### III.2.4. 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.

### III.2.5. Liste d'instructions ou IL

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

Chaque mode de représentation du programme a ses avantages mais aussi ses limitations. Si quelques règles ont été respectées lors de la programmation, la compilation est possible dans les trois modes de représentation. Les programmes d'automatisation programmés en CONT ou LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST. Le langage liste à l'avantage d'être traité plus rapidement par l'automate que les langages LOG et CONT.

Dans la mémoire de programme de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST.

### III.3. Mémentos [6]

Des mémentos sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques "0" et "1". Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties. En cas de panne de la tension de service, le contenu sauvegardé des mémentos est perdu.

### III.4. Mnémoniques [6]

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de la l'API. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues (ex E0.0=MOTEUR\_MARCHE) améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels.

Les mnémoniques ainsi définie sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable

### III.5. Différents types de variables contenues dans STEP7 [6]

Dans l'environnement STEP7 on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable, le tableau résume les types de variables utilisées :

Le tableau suivant résume les types de variables utilisées :

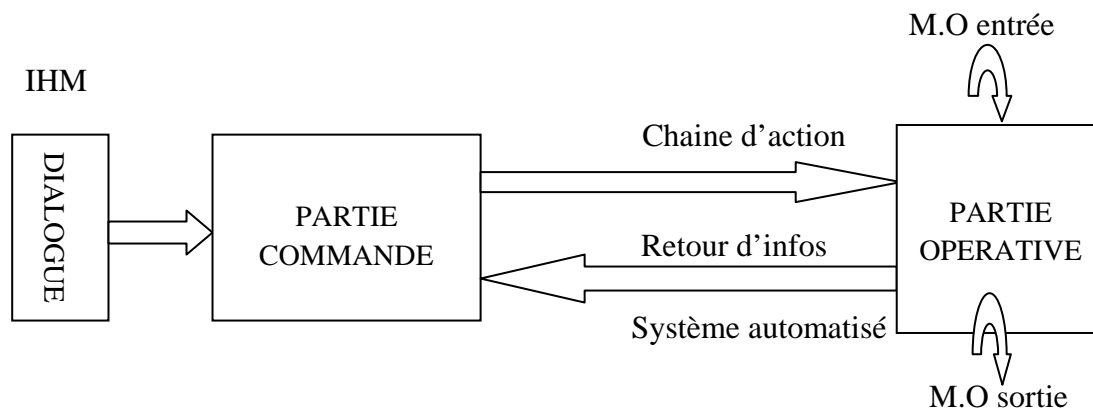


Mot-clé	Taille(en bits)	Exemple d'une constante de ce type
Bool	1 bit	1 ou 0
Byte	8 bits	B#16#A6
Word	16 bits	W#16#FADA
Dword	32 bits	DW#16CAC40EDF
Char	8 bits	W
S5 Time	16 bits	S5T#5s-200ms
Int	16 bits	123
DInt	32 bits	35539 ou L#-5
Real	32 bits	1.0ou 34.5 <sup>E</sup> -12
Time	32 bits	T#2D-1H-3M-45s-12ms
date	16 bit	D#2002-06-20
Time of-day	32 bits	TOD#12 :23 :45.12

**Tableau III.1. :** Variables contenues dans STEP7

### III.6. Structure d'un système automatisé [7]

Un automatisme est un dispositif qui permet à des machines ou des installations de fonctionner avec une intervention de l'homme réduite ou stricte minimum. Il est généralement conçu pour commander une machine ou un groupe de machines. On appelle cette machines la « partie opérative » du processus, alors que l'ensemble des composants d'automatisme fournissant les informations qui servent à piloter cette partie opérative appelé « partie commande ».



M.O : matière d'œuvre

IHM : interface homme machine

**Figure III.6 :** Architecture d'un système automatisé.

### III.7. Automate programmable industriel [4] [5] [7]

Les automates programmables industriels API (Programmable Logic Controller PLC) sont aujourd'hui les éléments les plus répandus des automatismes, retrouvés pratiquement dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969 à la demande de la maison d'automobile *General Motors*, ou ils répondaient aux désires des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

#### III.7.1. Définition d'un API

Un automate programmable industriel (API) est un appareil électronique spécialisé dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriel. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programmes, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement de l'information.

Néanmoins, les caractéristiques fondamentales le distinguant des outils de programmation (ordinateurs) peuvent se résumer dans ce qui suit :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et aux pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (Température, vibrations, parasites, etc...).
- Il est programmable à partir de langages spéciaux développés pour le traitement des fonctions d'automatisme, ce qui facilite son exploitation et sa mise en œuvre.
- Le programme est conçu par l'automaticien et mis en mémoire à l'aide d'une console de programmation ou d'un PC.

### III.7.2. Description et structures des API

L'automate programmable est en général constitué des éléments suivants :

#### III.7.2.1. La mémoire de programme

Elle ne contient que des instructions du programme. Chacune de celles-ci se scinde en deux parties qui sont : le code opération, orienté vers le processeur et l'adresse, dirigée vers la mémoire des données et indique la référence de l'opérande pour l'instruction en cours.

#### III.7.2.2. Le processeur

Le processeur est l'unité de traitement arithmétique et logique qui exécute les calculs booléens ou arithmétiques en fonction des instructions de programme enregistré.

Il est l'élément principal de l'automate programmable, il teste les informations en provenance des capteurs et autres organes de commande et donne les ordres aux pré-actionneurs.

#### III.7.2.3. La console de programmation

La saisie et la mise au point de programme sont assurées par les terminaux de programmation, ils peuvent fonctionner en mode de réglage et en mode de diagnostic qui sert à localiser rapidement un défaut éventuel d'entrées/sorties, en mode en ligne (connectés à l'automate) ou en mode hors ligne (déconnectés de l'automate).

Grâce aux consoles de programmation on peut visualiser le déroulement du programme et le réglage des paramètres de fonctionnement tels que les valeurs de seuil, les temporisations...etc.

#### **III.7.2.4. Alimentation électrique**

Elle a pour rôle de fournir les tensions continues nécessaires aux composants avec de bonnes performances, notamment face aux microcoupures de réseau électrique qui constitue la source d'énergie principale. D'autres alimentations peuvent être nécessaires pour les châssis d'extension et pour les modules entrées/sorties. Un onduleur est recommandé pour éviter les risques de coupures non tolérées.

#### **III.7.2.5. Les modules d'entrées/sorties**

Ils servent d'organe de liaison avec la périphérie traduisant les signaux industriels en informations API et réciproquement, appelés aussi coupleurs. Après filtrage et adaptation et isolation galvanique, ils mémorisent les valeurs présentes sur les lignes d'entrées à l'instant de leur prise en compte et ils placent les valeurs calculées sur les lignes de sorties.

Beaucoup d'automates assurent cet interfaçage par des modules amovibles qui peuvent être modulaire par carte ou par casier (rack). D'autres automates ont une structure monobloc, avec modules intégrés dans un châssis de base.

Différents types de modules sont disponibles selon les besoins d'utilisation, nous citons les plus répandus :

##### **a. Les modules d'entrées/sorties TOR (Tout Ou Rien)**

Les modules d'entrées/sorties Tout Ou Rien permettent à l'unité centrale de l'automate d'effectuer la lecture de l'état logique des capteurs ou constituants de dialogue et l'agir sur les actionneurs à travers les pré-actionneurs.

##### **b. Les modules d'entrées/sorties analogiques**

Elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogiques), et la commande de processus (sorties analogique). Ces modules comportent un ou plusieurs convertisseurs analogiques/numériques (CAN) pour les entrées, numériques/analogiques (CNA) pour les sorties. Ces modules sont en général multiplexés en entrée pour n'utilise qu'un seul CAN,

alors que les sorties exigent un CNA par voie pour garder la commande durant le cycle de l'API.

### c. Les modules spécialisés

Ils assurent non seulement une liaison avec le monde extérieur, mais aussi une partie de traitement pour soulager le processeur et donc améliorer ses performances. Ces modules peuvent posséder un processeur embarqué ou une carte électronique spécialisée.

### III.7.2.7. Protocoles de communication industrielle

Les protocoles de communications industriels permettent l'échange des données d'une manière fiable entre les différents constituants du système de contrôle, ainsi que les différents niveaux de l'installation. Ils sont conçus pour une utilisation industrielle et conviennent parfaitement à tous les secteurs d'activités. Ils sont harmonisés et répondent aux exigences les plus élevées, plus particulièrement dans les domaines où ils sont exposés aux influences extérieures.

Les principaux protocoles de communication utilisés pour assurer la transmission des données entre les différents systèmes de contrôle de l'installation sont : Ethernet industriel, Profibus DP et Modbus.

#### Ethernet industriel

L'Ethernet industriel est le nom donné à l'utilisation du protocole Ethernet dans un environnement industriel, utilisé généralement pour assurer la communication entre les automates programmables et les tableaux de contrôle (HMI).

Le support physique d'Ethernet industriel est soit un réseau électrique constitué d'un câble coaxial blindé ou d'une paire torsadée, soit d'un réseau optique réalisé à l'aide de fibre optique.

#### Profibus-DP

Profibus (Process Field Bus) est le nom d'un type de bus de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde industriel. On reconnaît facilement un réseau Profibus-DP par la couleur de son câble violet, en l'ouvrant, on distingue deux fils : un vert et un rouge, nommé A et B.

Les bus de terrain Profibus assure la communication entre les systèmes d'automatisation et les stations de périphériques, ainsi que les appareils de terrain et de processus.

Dans un système d'automatisation, et en fonction du type et du nombre d'emplacement présent, jusqu'à 4 lignes Profibus –DP peuvent être raccordés par des interfaces internes à la CPU, et jusqu'à 10 lignes Profibus-DP via des processeurs de communication supplémentaires.

Chaque ligne Profibus permet l'exploitation jusqu'à 125 appareils et chaque segment de bus jusqu'à 31 appareils avec l'interface Profibus-DP. Des répéteurs sont utilisés pour amplifier et générer des signaux transmis par le Profibus-DP sur les longues distances.

### Modbus

Modbus est un protocole de communication utilisé pour des réseaux automates. Ils fonctionnent sur le mode Maître/Esclave. Il est constitué de trame contenant l'adresse de l'automate concerné, la fonction à traiter (écrire, lecture), la donnée et le code de vérification d'erreur appelé contrôle de redondance cyclique ou CRC.

Le protocole Modbus (marque déposée par MODICON) est un protocole de diadoque basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves. Il s'agit d'une liaison, de type asynchrone et différentielle qui permet un débit élevé (jusqu'à 10 Megabyts par seconde) sur une distance importante (jusqu'à 1200m).

### III.7.3. Choix de l'automate programmable industriel

Le contexte économique actuel, le choix de l'automate programmable industriel est crucial ; en effet, l'automate doit correspondre le plus possible à l'application pour obtenir un meilleur rendement. Pour faire ce choix, une méthodologie est nécessaire.

La méthodologie consiste à sélectionner l'automate programmable défini par ses caractéristiques, en partant d'un objectif défini dans le cahier des charges et en fonction d'un certain nombre de critères :

#### III.7.3.1. Les critères fonctionnels

Ces critères sont pris en compte pour conduire à un choix technologique, ils définissent la tâche de l'API sur le plan capacité et complexité.

**a. Capacité de l'API**

La capacité d'un automate programmable est définie par :

- Le nombre d'entrées/sorties TOR ;
- Le nombre d'entrées/sorties numérique ;
- Le nombre de liaisons nécessaire et leurs types (série, parallèle...) et la vitesse de transmission, en cas de communication de l'API avec un micro-ordinateur ;
- Le nombre d'entrées/sorties à seuil ;
- Le nombre d'entrées/sorties analogiques nécessaires pour la régulation et l'asservissement.

Après avoir fait le compte des divers entrées/sorties, il faudra se ménager une certaine marge pour prévenir les évolutions et modifications futures.

**b. Complexité**

La complexité de l'automate programmable industriel est caractérisée par :

- La nature du traitement, soit combinatoire, séquentiel, numérique, nécessitant des temporisations et compteurs, ceci permet le choix de logiciel de l'API.
- Le volume de traitement, peut être comptabilisé par le nombre des étapes du GRAFCET décrivant le fonctionnement du processus à automatiser ou le nombre de fonctions booléennes.
- Le temps de cycle de l'automate.
- La capacité des compteurs et des temporisations (la vitesse de comptage, la précision et la résolution des temporisations).

**III.7.4. Présentation de l'API S7-300**

L'API S7-300 de la gamme SIEMENS est un mini automate modulaire pour les applications de milieu de gamme, avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules d'entrées /sorties et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industrial ETHERNET. Il est constitué de :

**III.7.4.1. Module d'alimentation**

Le module d'alimentation transforme la tension de secteur en tension continue pour l'alimentation des modules électroniques de l'API, les capteurs et les pré-actionneurs. Elle est de l'ordre de 24 V.

### III.7.4.2. Unité centrale

Elle est le centre de traitement des informations. Le processeur consulte l'état des entrées et traite le programme se trouvant dans la mémoire et provoque le transfert de l'information de la mémoire de programme à la mémoire d'instructions. En fonction de ces derniers que les modules de sorties reçoivent les instructions de mise sous tension ou non des connecteurs correspondant aux sorties.

Elle est de différente capacité (nombre de cellules mémoire de la mémoire de programme). Certaines avec des entrées/sorties intégrées.

La mémoire de travail interne du S7-300 est une RAM.

### III.7.4.3. Module d'extension

Le module coupleur (ex : IM360) permet la réalisation d'une configuration multi-rangée (à plusieurs châssis) du S7-300.

### III.7.4.4. Module de signaux

- **Module TOR (tout ou rien)**

Adapte les différents niveaux de signaux de processus au niveau de signale interne de l'automate.

- Module ETOR : 24 V.DC, 120/230 V.AC
- Module STOR : 24 V.DC, Relais.

- **Module analogique**

Il convertit les signaux analogiques issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne.

- Module EANA : tension, courant, résistance, thermocouple.
- Module SANA : tension, courant.

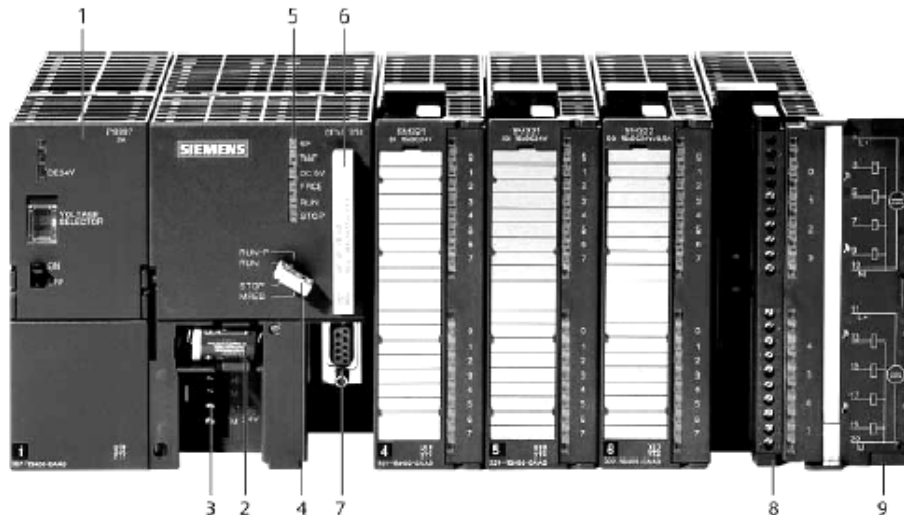
### III.7.4.5. Module de communication

Pour le couplage rapide, les liaisons et le positionnement (en boucle fermée ou en boucle ouverte), PROFIBUS, Industriel Ethernet.



### III.7.4.6. Module de fonction

Le module de fonction offre des fonctions spéciales : couplage positionnement...



**Figure III.7:** API SIEMENS S7-300

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1- Module d'alimentation                    | 6- Carte mémoire             |
| 2- Pile de sauvegarde                       | 7-Interface multipoint (MPI) |
| 3 -Connexion au 24V cc                      | 8-Connecteur frontal         |
| 4 -Commutateur de mode (à clé)              | 9-Volet en face avant        |
| 5-LED de signalisation d'état et de défauts |                              |

### III.8. Conclusion

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

Dans le chapitre suivant nous procéderons à l'élaboration des GRAFCETs.

# Chapitre IV

### IV.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons utiliser le GRAFCET pour représenter l'automatisme dans toutes ces phases de conception : de cahier de charge, à la mise en œuvre, en passant par l'étude des différents modes de marche et d'arrêt.

### IV.2. Elaboration des GRAFCET

Pour faciliter l'élaboration des GRAFCET nous avons adopté l'approche fonctionnelle qui décompose le système à automatiser en plusieurs fonctions à réaliser.

### IV.3. Description des états des groupes

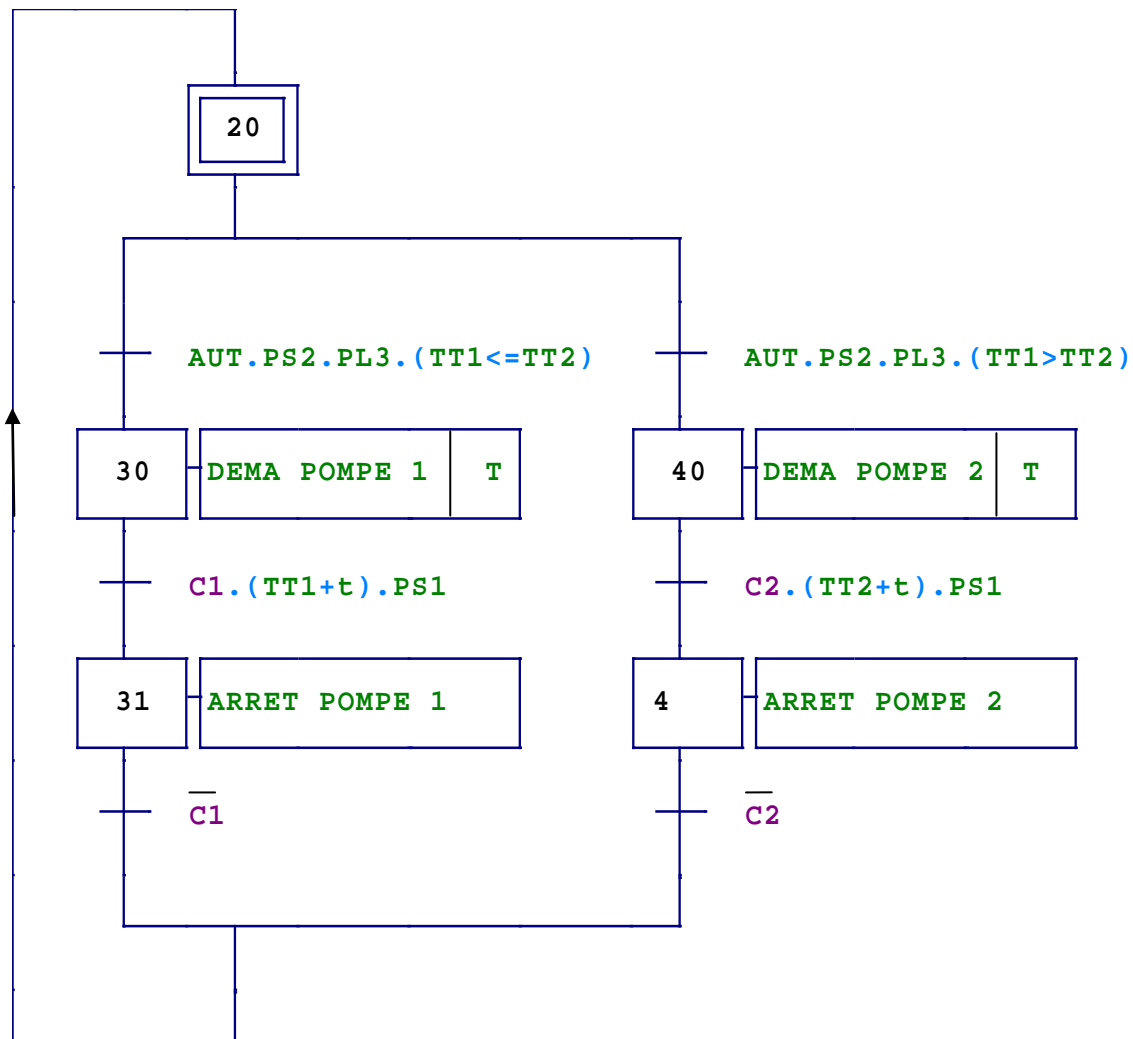
Chaque groupe peut se trouver dans trois états différents: Hors service (état de repos), Manuel, Automatique.

La station pour maintenir la pression de système dans un réseau d'extinction à 12 bars est composée de deux pompes jockeys entraînées par deux moteurs électriques (étoile-triangle), d'une pompe principale entraînée par un moteur électrique (étoile-triangle), et d'un groupe motopompe (moteur diesel).

Le démarrage de la pompe dont les groupes électropompes est synchronisé au même temps que le moteur qui l'entraîne, ce dernier, démarre en étoile pour une durée du temps de 10 secondes après il revient en triangle.

### IV.4. GRAFCET de démarrage de pompes jockeys

La figure suivante illustre le GRAFCET de démarrage des deux pompes jockeys :



**Figure IV.1 :** GRAFCET de démarrage des deux pompes jockeys.

### IV.2.1. Fonctionnement

Les deux pompes jockeys (P1, P2) équipées chacune d'un sélecteur à trois positions MAN, AUT, ARR, ou un démarrage pour un signal à distance (DS1, DS2), si les deux sélecteurs sont en position arrêt aucune pompe ne fonctionne, au mode MAN ya deux boutons poussoirs pour chaque pompe : arrêt, départ (PB1, PB2) respectivement pour P1. Et (PB3, PB4) respectivement pour P2. Au mode AUT l'une des pompes doit démarrer à la détection de la chute de pression de 9 bars par le capteur de pression, pressostat PS2 équipé respectivement par chaque pompe pour faire compenser la chute qui est due à une fuite dans

le réseau pour des raisons d'extinction ou d'autre utilités, et de la faire ramener le réseau à son état initial.

**Remarque :** les deux pompes (P1, P2) doivent fonctionner en alternance et avec le même temps de fonctionnement.

TT1 : Totalisateur de temps de marche de P1

TT2 : Totalisateur de temps de marche de P2

Si la pression continue de diminuer et la pompe jockey n'arrive pas à compenser et faire remonter la pression sur la ligne la pompe principale (PP) va se déclencher automatiquement à la détection d'une chute de pression de 7.5 bars par le capteur de pression PS3 et la pompe jockey s'arrête et elle va rester opérationnelle jusqu'à ce que la chute soit compensée.

### IV.3. GRAFCET de démarrage de la pompe principale

La figure suivante illustre le GRAFCET de démarrage de la pompe principale :

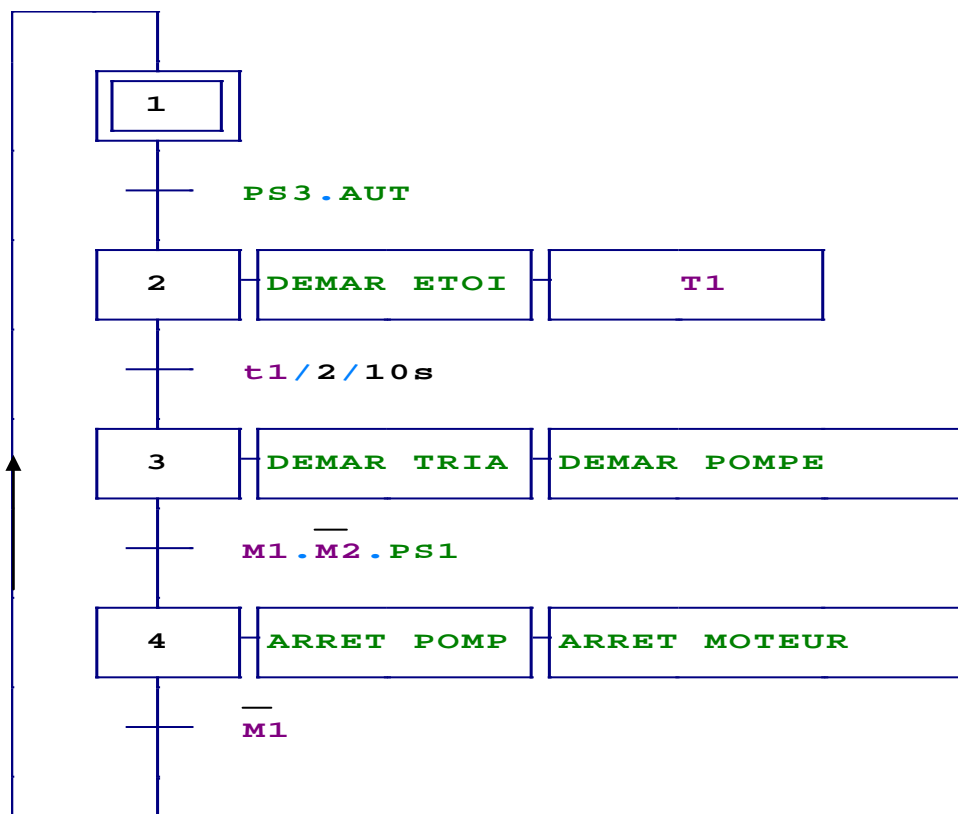


Figure IV.2 : GRAFCET de démarrage de la pompe principale.

### IV.3.1. Fonctionnement

Le démarrage de la pompe principale (incendie) est synchronisé au même temps que le moteur qui l'entraîne à la détection d'une chute de pression de 7.5 bars par le capteur de pression PS3, dans le cas où la pression sur la ligne continue à chuter après le déclenchement de la pompe jockey, cette dernière va s'arrêter et la pompe principale reste opérationnel jusqu'à ce que, la pression atteint 12 bars (PS1). Dans le cas contraire, si la pression continue de chuter à 6.5 bars cette dernière s'arrête et le groupe motopompe démarre.

### IV.4. GRAFCET de démarrage de moteur diesel

Le contrôleur de pompe à incendie entraînée par moteur diesel est conçu pour démarrer automatiquement, celui-ci, dès qu'une chute de pression est atteinte 6.5 bars sur le réseau est détectée par le capteur de pression PT3 ou l'absence de réseau électrique. Il offre la possibilité d'un départ et d'un arrêt manuel, ainsi qu'un départ automatique initié par la détection d'une chute de pression. Il est occupé d'un sélecteur SS1 à trois positions MAN, AUT, ARR.

#### ➤ Sélecteur principal en position arrêt

Cette position arrête l'engin diesel et empêche de repartir. Cette position arrête également l'alarme sonore et réinitialise les alarmes.

#### ➤ Sélecteur principal en position manuelle

Cette position est sélectionnée pour alimenter continuellement l'engin diesel en carburant.

Le démarrage de l'engin diesel est opéré à l'aide des boutons poussoirs PB1 et PB2.

### IV.4.1. GRAFCET de démarrage manuel de moteur diesel

La figure suivante illustre le GRAFCET de démarrage manuel de moteur diesel :

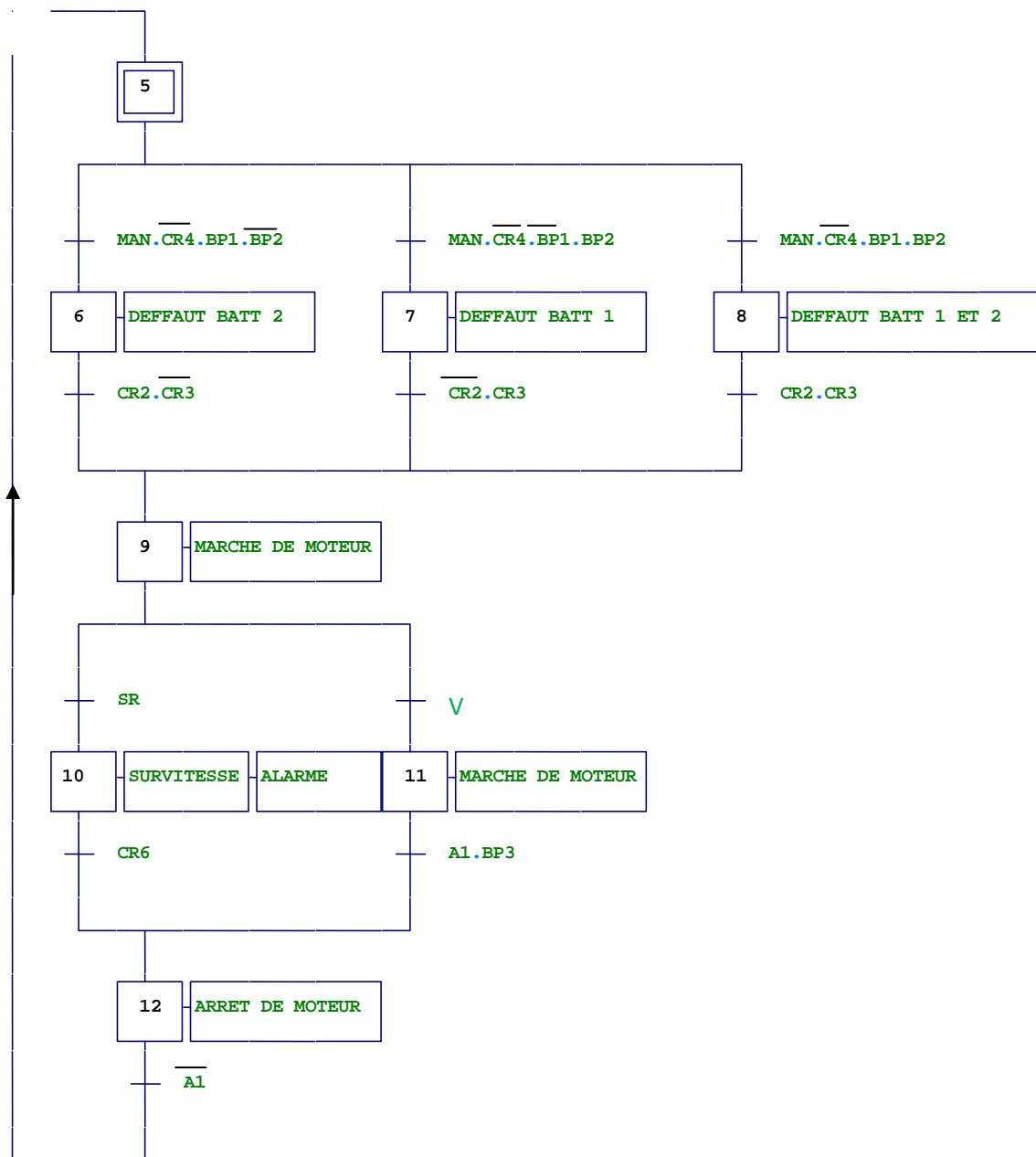


Figure IV.3 : GRAFCET de démarrage manuel de moteur diesel.

#### IV.4.1.1. Fonctionnement

Cette position (sélecteur principal en position manuelle) est sélectionnée pour alimenter continuellement l'engin diesel en carburant.

Le démarrage de l'engin diésel est opéré à l'aide des boutons poussoirs PB1 et PB2.

En appuyant sur le PB1 le démarreur relié à la batterie 1 s'active. En appuyant sur le PB2 le démarreur relié à la batterie 2 s'active. En appuyant simultanément sur les deux boutons poussoirs les deux démarreurs sont actionnés simultanément.

Les alarmes, refus de démarrer et arrêt anormal ne sont pas opérationnelles lorsque le sélecteur est en position MAN.

Une condition de survitesse arrêtera l'engin diesel et activera l'alarme sonore et visuelle.

Toutes les autres alarmes sont opérationnelles mais n'ont pas d'influence sur le fonctionnement de l'engin diesel.

#### **IV.4.2. GRAFCET de démarrage automatique de moteur diesel**

La figure suivante illustre le GRAFCET de démarrage automatique de moteur diesel :



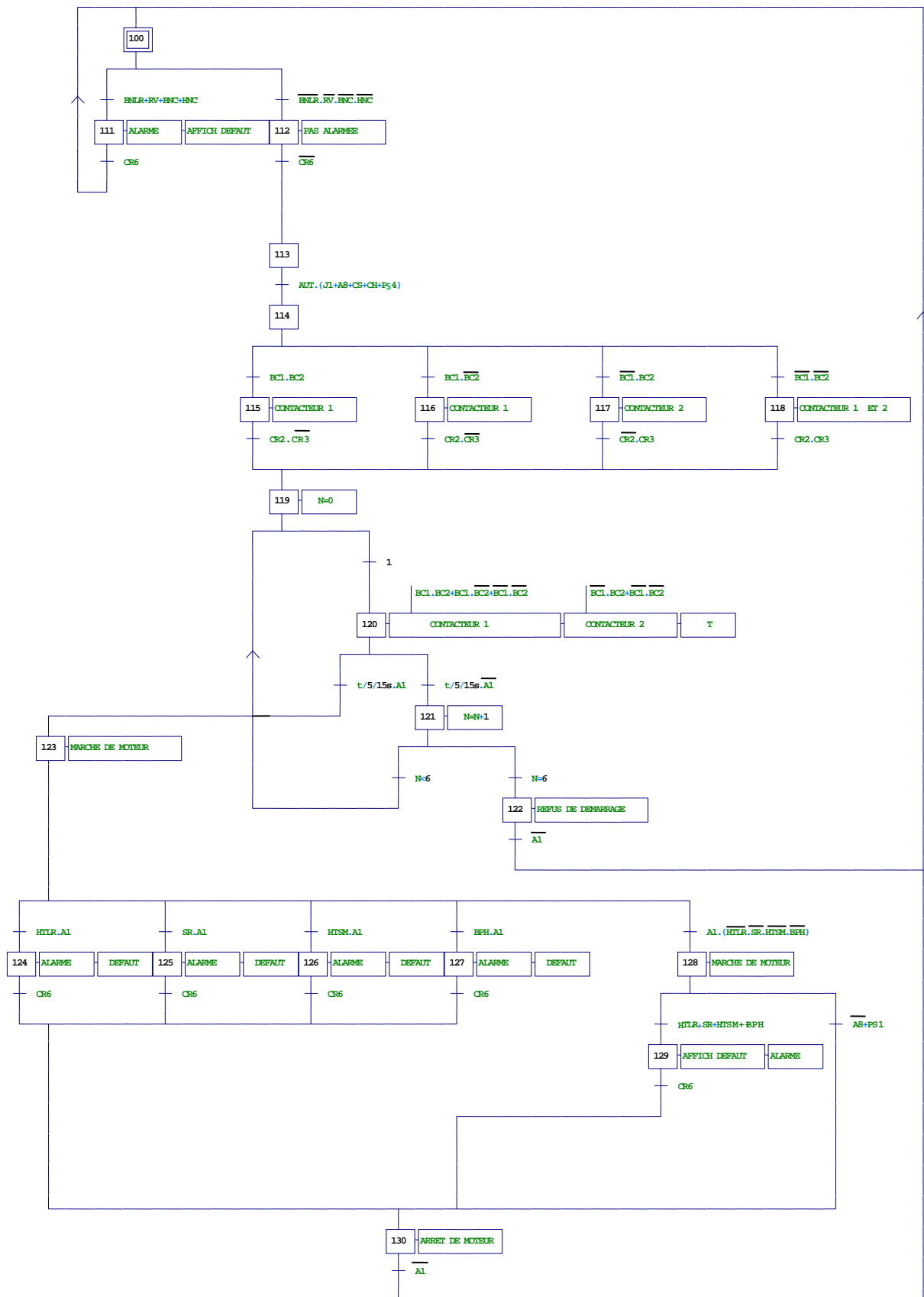


Figure IV.4 : GRAFCET de démarrage automatique de moteur diesel.

#### IV.4.2.1. Fonctionnement

##### ➤ **Sélecteur principal en position AUT**

Lorsque le sélecteur principal est en position AUT, l'engin diesel démarre lorsqu'une des conditions suivantes apparaît :

- Une baisse de pression de système détecté par le capteur de pression (PS4)
- Départ à distance(J1)
- Un cycle d'essai hebdomadaire(A1)
- L'activation de boutons poussoir cycle d'essai(CS)
- Une perte d'alimentation(A8)

Chacune de ces conditions provoquera le cycle de démarrage automatique de l'engin diesel. Ce cycle consiste en l'activation de l'alimentation en carburant et en l'activation des démarreurs pour une période de 15 s suivi d'une période de repos de 15 s. Ce cycle se répète six tentatives. Si après six tentatives l'engin diesel n'a pas démarré le contrôleur indiquera refus de démarrer. L'alternance des démarreurs est opérée automatiquement, sauf si une batterie est non fonctionnelle, manquante, ou trop faible. Dans ce cas le cycle s'opère sur la batterie restante. Si les deux batteries sont déclarées faibles alors le prochain démarrage sera effectué sur les deux batteries simultanément.

##### **Départ différé**

Contrôleur peut retarder le départ de l'engin diesel d'un délai de 5 secondes, 10 secondes ou autre valeur programmée (par défaut 15 secondes). Après avoir détecté une chute de pression dans le système pour un départ à distance ou par la vanne de déluge. Tous les autres types de démarrages activent l'engin diesel immédiatement.

##### **Cycle d'essai**

Utilisé pour simuler une chute de pression dans le système par l'activation de la vanne solénoïde. L'arrêt de l'engin diesel est effectué automatiquement après l'expédition de la minuterie de marche.

#### ✚ Cycle d'essai hebdomadaire

L'engin diesel peut être ajusté pour effectuer un essai hebdomadaire, lorsque cette fonction est activée l'engin diesel démarre à l'heure programmée de départ et s'arrête à l'heure programmée d'arrêt. Tous les signaux d'alarmes sont fonctionnels. Les conditions de basse pression d'huile, haute température, survitesse arrête l'engin diesel immédiatement.

#### ✚ Perte d'alimentation

L'engin diesel démarre automatiquement si l'alimentation électrique est absente et s'arrêtera aussi automatiquement lorsque l'alimentation sera rétablie.

#### IV.4.2.2. Contacts d'alarmes de l'engin diesel

- Défaut de l'engin diesel
- Default de la salle mécanique

#### IV.5. Tableau récapitulatif des GRAFCETs

##### ➤ Les entrées

Composants	Commentaire
AUT	Sélecteur en position automatique
PS1	Capteur de pression à 12 bars
PS2	Capteur de pression à 9 bars
PS3	Capteur de pression à 7.5 bars
PS4	Capteur de pression à 6.5 bars
C1	Contacteur pompe 1 en marche
C2	Contacteur pompe 2 en marche
PL3	Capteur d'alimentation de réseau
M1	Contacteur de démarrage triangle
M2	Contacteur de démarrage étoile
BNLR	Capteur Bas niveau de Liquide de Refroidissement
RV	Capteur Réservoir Vide
BNC	Capteur Bas Niveau de Carburant
HNC	Haut Niveau de Carburant
J1	Capteur départ à distance

A8	Contacteur de perte d'alimentation
CS	L'activation de boutons poussoir cycle d'essai
BC1	Contact batterie 1 en charge
BC2	Contact batterie 2 en charge
CR2	Contact de départ 1
CR3	Contact de départ 2
HTLR	Haute Température de Liquide de Refroidissement
A1	Contacteur moteur en marche
SR	Capteur de survitesse
HTSM	Haute Température de la Salle Mécanique
BPH	Basse pression d'Huile
CR6	Contact d'alarme

**Tableau IV.1 :** Récapitulatif des GRAFCETs « Entrées »

➤ **Les sorties**

<b>Composants</b>	<b>Commentaire</b>
PL5	Démarrage de la pompe 1
PL6	Arrêt de la pompe 1
PL7	Démarrage de la pompe 2
PL8	Arrêt de la pompe 2
PL1	Démarrage de la pompe principale
PL2	Arrêt de la pompe principale
Demar-Etoi	Démarrage étoile de moteur de la pompe principale
Demar-Tria	Démarrage triangle de moteur de la pompe principale
AR2	Marche de Moteur diesel (Démarrage manuel ou automatique)
AR21	Arrêt de Moteur diesel (Démarrage manuel ou automatique)
Survi	Défaut de survitesse
AB1	Alarme
CT1	Contacteur 1
CT2	Contacteur 2
RF	Refus de démarrage
A-déf1	Affichage de défaut de HTLR

A-déf2	Affichage de défaut de SR
A-déf3	Affichage de défaut de HTSM
A-déf4	Affichage de défaut de BPH
A-déf5	Affichage de défaut de BNLR
A-déf6	Affichage de défaut de RV
A-déf7	Affichage de défaut de BNC
A-déf8	Affichage de défaut de HNC

**Tableau IV.2 :** Récapitulatif des GRAFCETs « Sorties »

#### IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons modélisé et identifié les différents GRAFCETs qui décrivent le fonctionnement de la station de pressurisation.

A savoir GRAFCET de démarrage des deux pompes jockeys, pompe principale et moteur diesel.

Le chapitre suivant est consacré pour le traitement de données et la programmation du système étudié.

# Chapitre V

### V.1. Introduction

Dans une application, le GRAFCET développé doit être matérialisé lors de la mise en œuvre. A cette étape on réalisera souvent qu'un GRAFCET correct du point de vue du modèle GRAFCET formel peut être impossible à réaliser avec la technologie retenue pour la partie commande

### V.2. Qu'est-ce que STEP 7 ?

STEP7 est un logiciel de base pour la programmation et la configuration de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet : la création et la gestion de projets, la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication, la gestion des mnémoniques, et la création de programmes.

### V.3. Présentation de logiciel de programmation STEP7 [6]

STEP 7 est le nom du logiciel de programmation pour les systèmes SIMATIC S7 et par conséquent le logiciel de programmation de S7-300. STEP 7 offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer S7-300. Il met à disposition du programmeur des fonctions d'assistance. Pour résoudre efficacement les problèmes d'automatisation. Les caractéristiques de STEP 7 facilitent la tâche de programmation pour l'utilisateur.

STEP 7 fonctionne sous Windows 95/98/2000/NT/XP et son utilisation est tout aussi simple que les autres applications Windows! STEP 7 présente une interface graphique typique des autres programmes Windows : ce sont par exemple les stations, les modules et les programmes! STEP 7 autorise une programmation orientée objet. Tous les objets sont représentés à l'écran par des icônes. STEP 7 épaulé le programmeur avec une aide en ligne qui informe et qui propose une aide confortable et contextuelle.

STEP 7 inclut 6 applications :

#### V.3.1. Gestionnaire de projets SIMATIC

Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation. Il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

### V.3.2 Editeur de mnémoniques

Il permet de gérer toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition de désignations symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), mémentos et blocs, l'importation et l'exportation avec d'autres.

### V.3.3. Diagnostic du matériel

Il fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. De plus permet l'affichage d'informations générales sur le module et son état, l'affichage d'erreurs sur les modules de la périphérie centrale et des esclaves DP et l'affichage des messages de la mémoire tampon de diagnostic.

### V.3.4. Langages de programmation

Le logiciel STEP7 offre quatre langages de programmation :

- CONT (LD Ladder Diagram)
- LOG (FBD Function Bloc Diagram)
- LIST (IL Instruction List)
- GRAPH (GRAFSET)

D'autre langage de programmation peuvent être procuré sous forme de logiciel additionnel : le SCL (ST Structured Text)

### V.3.5. Configuration matérielle

Il permet de configurer et paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation. Il suffit juste de sélectionner le châssis (Rack) dans un catalogue électronique et leurs affecter les modules sélectionnés aux emplacements souhaités dans les racks (CPU, SM, FM...). De plus il permet le paramétrage de la CPU (comportement à la mise en route, surveillance du temps de cycle), des modules fonctionnels (FM) et de processeurs de communication (CP).

### V.3.6. NetPro

Il permet le transfert de données via MPI tout en offrant les possibilités de choisir les participants à la communication et de définir les liaisons de communication.



#### V.4. Bloc utilisateur [6]

STEP 7 offre les blocs utilisateur suivants pour la programmation structurée :

➤ **OB (bloc d'organisation)**

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appels de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

➤ **FB (bloc fonctionnel)**

Le FB dispose d'une zone de mémoire qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données (DB) au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB. on peut affecter plusieurs DB à un FB. Il est possible d'appeler d'autres FB et FC dans un bloc fonctionnel via des instructions d'appels de blocs.

➤ **FC (fonction)**

Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autres FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs.

➤ **DB (bloc de données)**

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables types données. Il existe deux types de blocs de données. Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données et les DB d'instance qui sont affectés à un FB donné.

#### V.5. Bloc système pour fonctions standard et fonctions système [6]

Les blocs système sont des fonctions prêtes à l'emploi stockées dans la CPU.

Ces blocs peuvent être appelés par l'utilisateur et utilisés dans le programme, mais on ne peut pas changer ni accéder à leurs programme.

On dispose dans STEP 7 des blocs système suivants :

➤ **SFB (bloc fonctionnel système)**

Bloc fonctionnel stocké dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelé par l'utilisateur.

➤ **SFC (fonction système)**

Fonction stockée dans le système d'exploitation de la CPU et pouvant être appelée par l'utilisateur.


➤ **SDB (données système)**

Zone de mémoire dans le programme configurée par différentes applications de STEP 7 (par exemple S7 Configuration, Communication Configuration ...), pour le stockage des données dans le système d'automatisation.

## V.6. projet sous STEP7 [9]

Un projet comprend deux données essentielles, les programmes et la configuration du matériel, on peut commencer par définir l'une ou l'autre, mais tout d'abord il faut démarrer le programme SIMATIC Manager. Ce programme est l'interface graphique qui permet la manipulation du projet et l'accès aux autres programmes de STEP7.

### V.6.1. Démarrage de STEP7

Une fois Windows démarré, vous trouverez dans l'interface Windows une icône pour SIMATIC Manager  qui permet d'accéder au logiciel STEP 7.

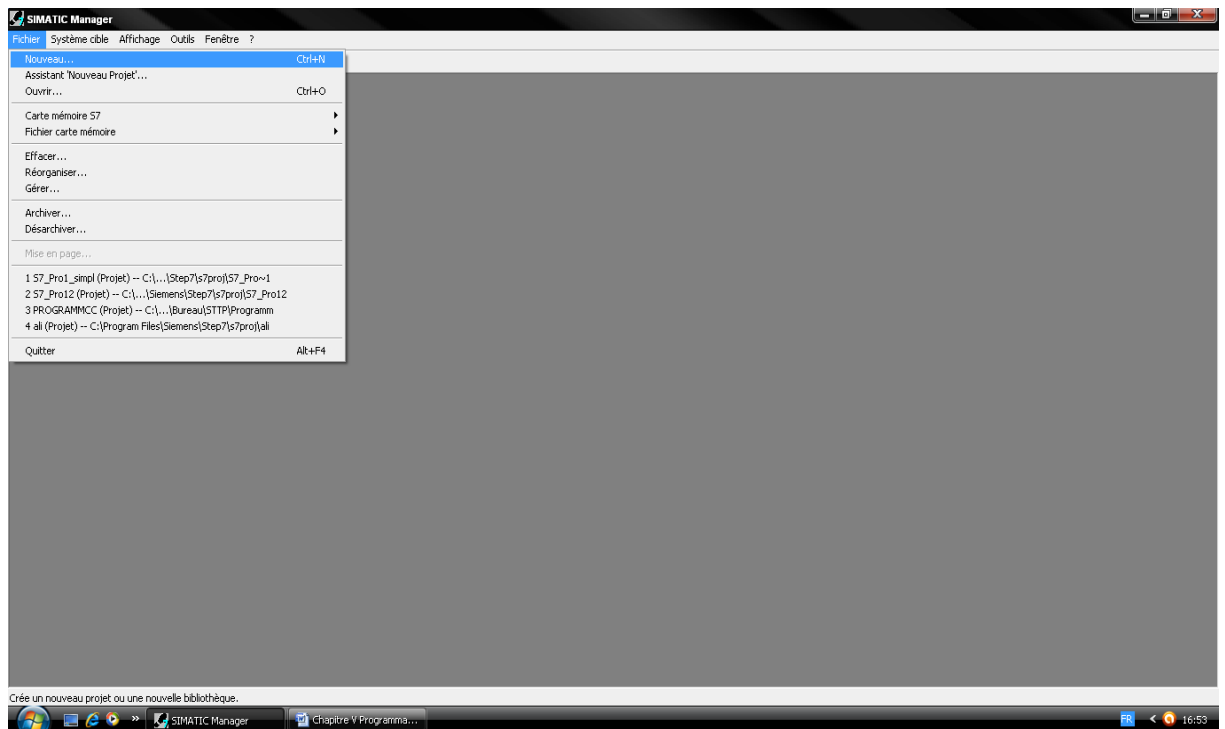
Vous démarrez rapidement STEP 7 en effectuant un double clic sur l'icône "SIMATIC Manager". La fenêtre de SIMATIC Manager s'ouvre alors. De là, vous pouvez accéder à toutes les fonctions que vous avez installées aussi bien du logiciel de base que des logiciels optionnels. L'autre méthode consiste à lancer SIMATIC Manager via le bouton "Démarrer" dans la barre des tâches du système d'exploitation (sous "Simatic").



**Figure V.1 :** Fenêtre SIMATIC Manager

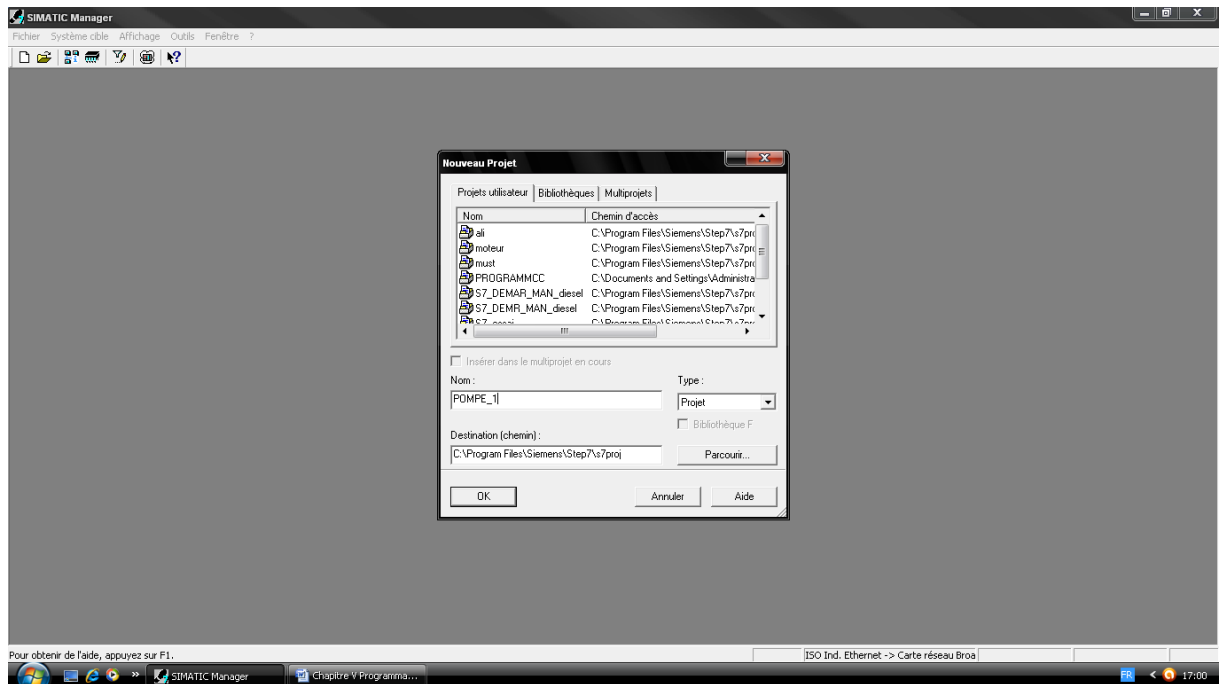
### V.6.2. Création d'un nouveau projet

Un projet contient la description complète de l'automatisme. Il comporte deux grandes parties : la description de matériels, et description de programme. En entrant dans STEP7, il peut avoir un assistant qui nous propose de créer un nouveau projet, il vaut mieux qu'on l'annule car par défaut il configure mal la liaison avec l'automate. En choisira donc menu → fichier → nouveau.



**Figure V.2:** Fenêtre de nouveau projet

Après avoir sélectionné (fichier, nouveau), une fenêtre s'ouvre pour donner un nom au projet, pour notre cas le nom est POMPE\_1 puis on clique sur OK.



**Figure V.3:** Fenêtre choix de nom de projet

Après avoir validé le nom de projet on obtient l'espace de travail. On utilise en suite insertion → station, pour choisir notre station (SIMATIC 300), et le système d'exploitation lui attribue un nom par défaut SIMATIC 300(1).

Après avoir insérer une station, on passe maintenant à la configuration matériel.

### V.6.3. Configuration matérielle

Par un double clique sur matériel dans la fenêtre de droite, on ouvre un autre module de manager le HW config (pour Hardware configuration)



Figure V.3: Fenêtre projet station 300

Dans la fenêtre de configuration de matériels on voit apparaître plusieurs régions.

Le HW config est découpé en deux colonnes. A gauche, nous aurons la configuration matérielle de notre application. A droite tout les appareils SIEMENS intégrable dans notre configuration.

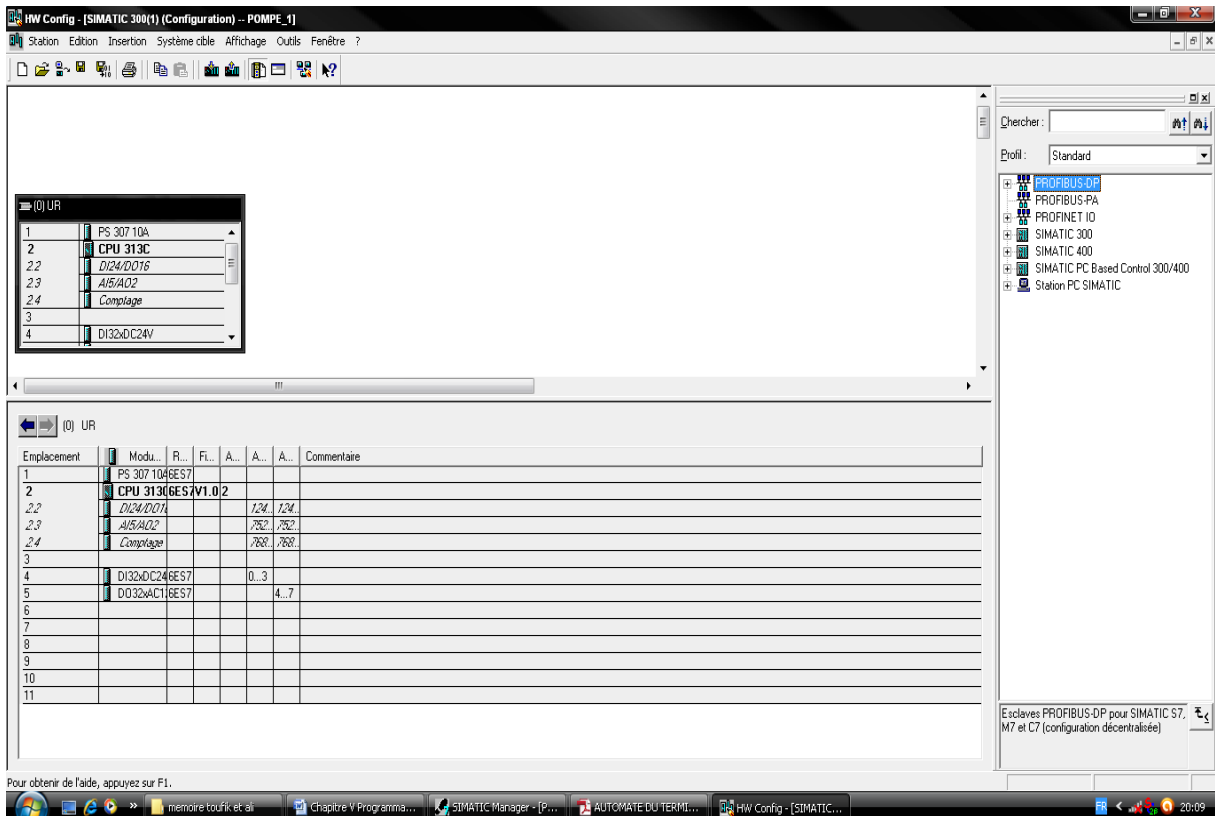
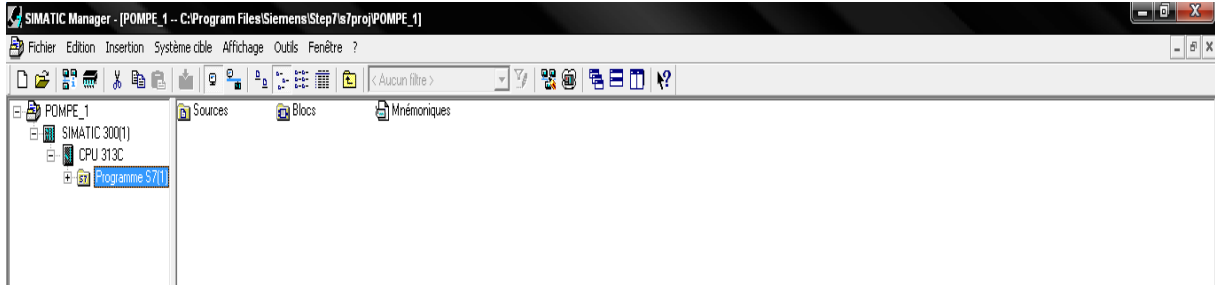


Figure V.4.: Fenêtre matériels configurés

En revenant dans l'espace de travail, on remarque un nouveau fichier. Ce nouveau fichier va contenir des fichiers bloc, les mnémoniques et la source. En cliquant dessus nous aurons la fenêtre suivante.

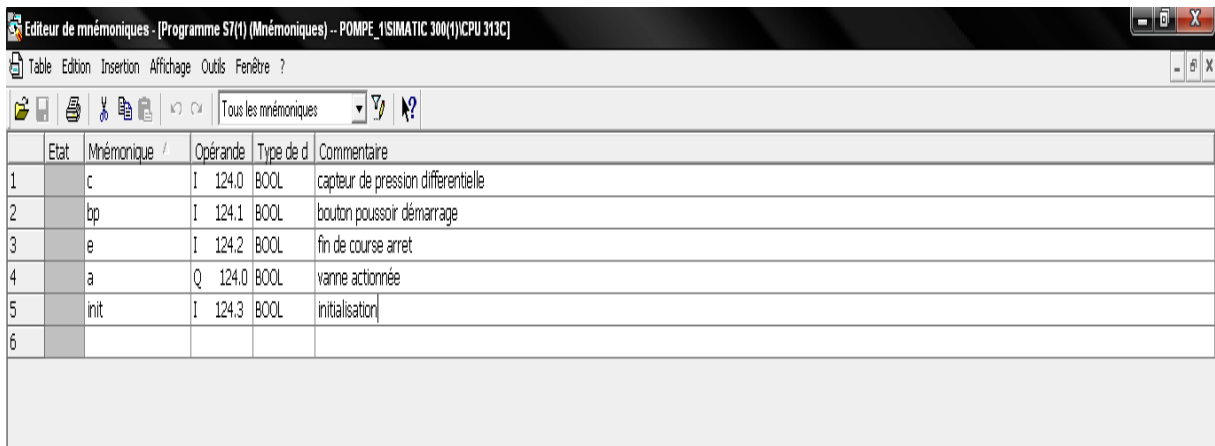


**Figure V5.:** Fenêtre d'espace de travail

**V.6.4. Création de la table des mnémoniques**

On double clique sur item mnémonique pour lancer l'éditeur de mnémoniques. Et après avoir saisi les différentes mnémoniques avec leur opérande et un commentaire.

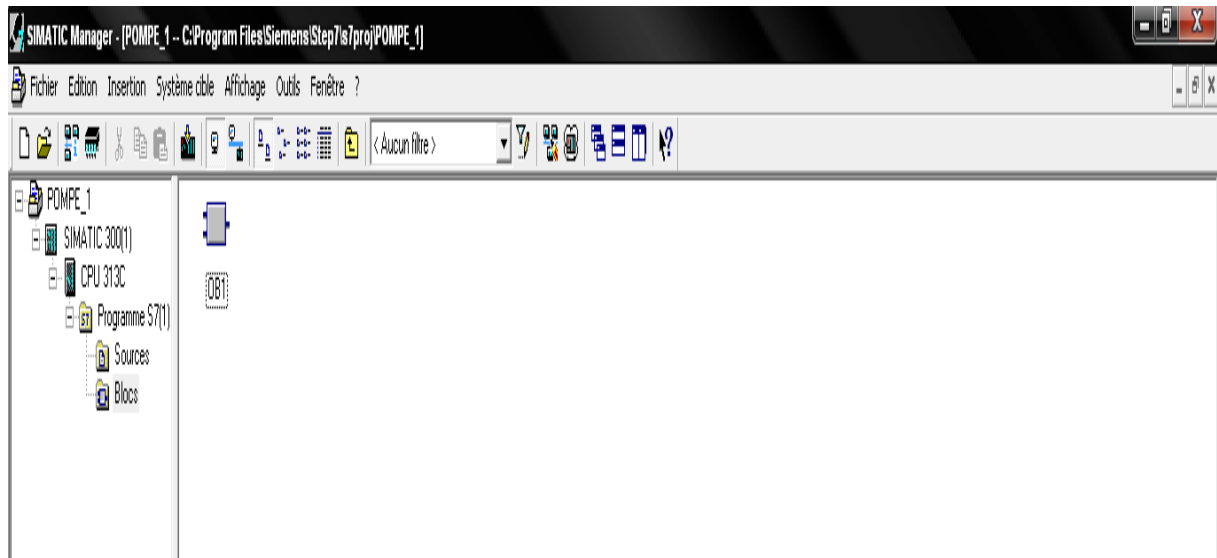
La fenêtre suivante apparait :



**Figure V.6:** Fenêtre déclaration de mnémoniques

**V.6.5. Création d'un programme dans le bloc d'organisation**

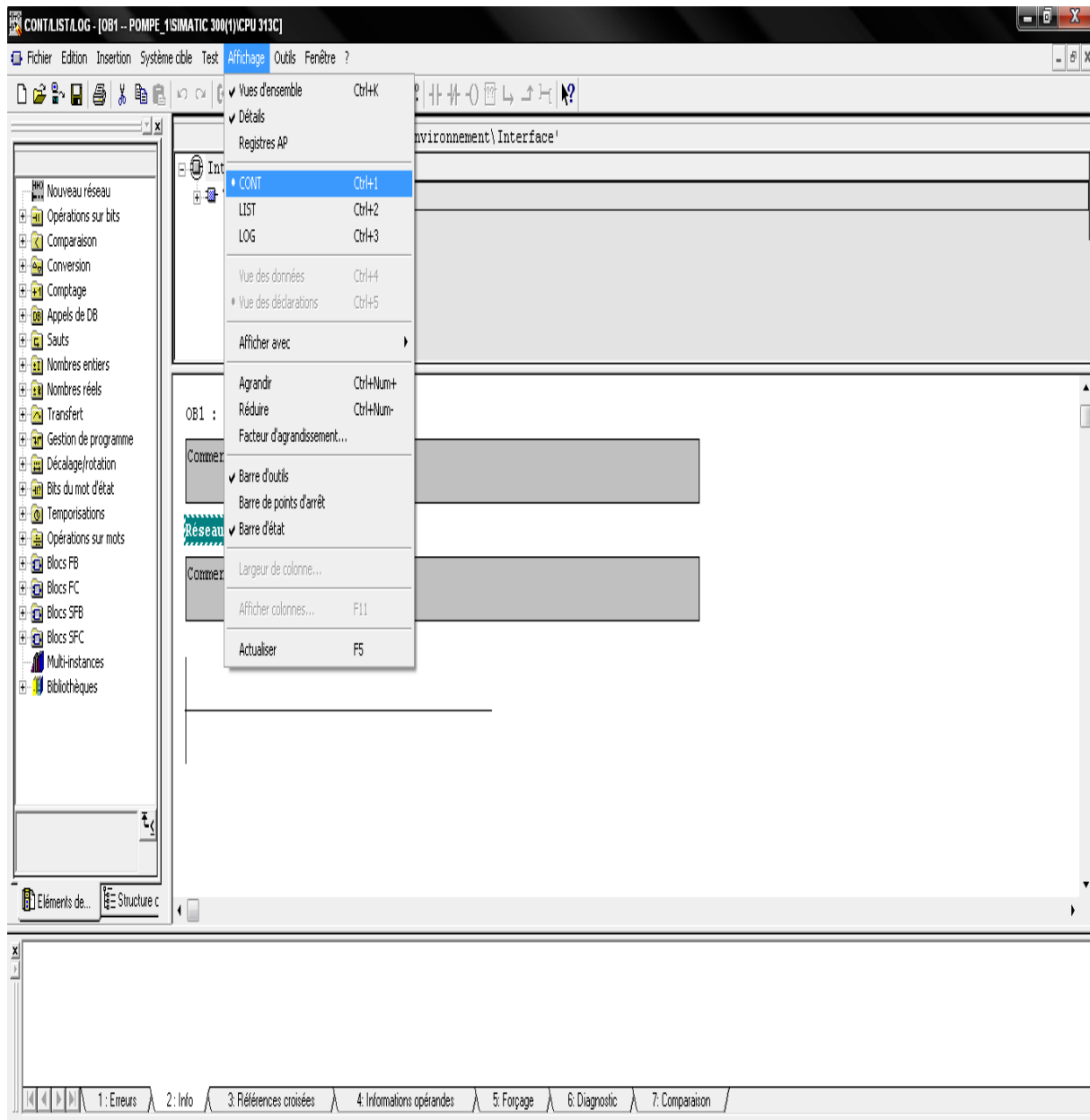
On clique sur le répertoire « Blocs » (ou sur l'item «Blocs »). La fenêtre de droite devient alors :



**Figure V.7:** Fenêtre de lancement d'un programme

L'item identifié « OB1 » est le bloc organisationnel résultant de la création du projet. On double clique sur l'item « OB1 » pour lancer le logiciel « STEP7 ». La fenêtre de l'éditeur apparaît alors.

Avant de commencer le programme, on choisit le langage de programmation avec lequel on va programmer parmi les trois principaux langages (LIST, LOG, CONT) par la commande de menu affichage.



**Figure V.8:** Fenêtre d'espace de programmation en CONT

## V.7. Simulation de programme avec S7-PLCSIM [9]

### V.7.1. Présentation de S7-PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans automate programmable (AP) simulé dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module des signaux).



V.7.2. Simulation

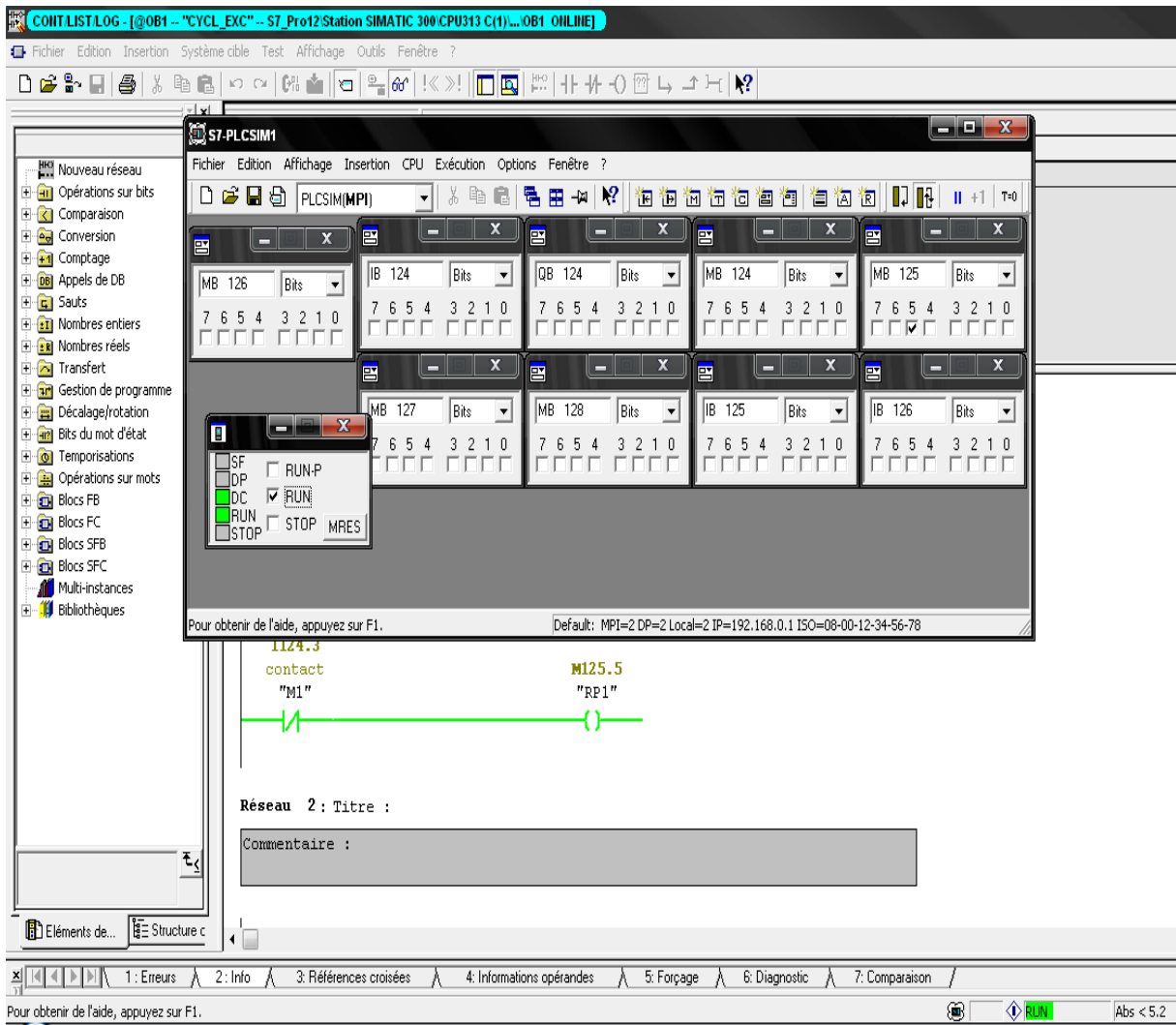


Figure V.9 : Lancement de l'application avec S7-PLCSIM

**V.8. Application sous LADDER de démarrage de la pompe principale****V.8.1. Les équations logiques**➤ **Les équations d'activation et désactivation des étapes**

$$\left\{ \begin{array}{l} S1=INIT+X4.\overline{M1} \\ R1=X1.PS3.AUT \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S2=X1.PS3.AUT \\ R2=X2.t/2/10s \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S3=X2.t/2/10s \\ R3=X3.M1.\overline{M2}/PS1 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S4=X3.M1.\overline{M2}.PS1 \\ R4=X4.\overline{M1} \end{array} \right.$$

➤ **L'activation des sorties**

$$\text{Demar-Etoi}=X2$$

$$\text{Demar-Tria}=X3$$

$$PL1=X3$$

$$PL2=X4$$

**V.9. Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de suivre les étapes nécessaires pour créer notre projet, de configurer le matériel, de définir la table des mnémoniques, et de programmer l'automate programmable S7-300. On a transcrit le GRAFCET élaboré au chapitre IV en un programme en langage Ladder et ce après avoir obtenu les équations logiques qui régissent ce GRAFCET.

**Propriétés de la table des mnémoriques**

Nom : Mnémoriques  
 Auteur :  
 Commentaire :  
 Date de création : 12/06/2012 17:29:06  
 Dernière modification : 12/06/2012 17:34:40  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoriques  
 Nombre de mnémoriques : 29/29  
 Dernier tri : Mnémorique ordre croissant

Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
X				
	aut	I 124.0	BOOL	MARCHE_automatique
	CYCL_EXC	OB 1	OB 1	Cycle Execution
	dem_etoil	Q 124.0	BOOL	moteur marche en etoile
	dem_triangle	Q 124.1	BOOL	moteur marche en triangle
	F_t1	M 126.1	BOOL	
	INIT	I 124.5	BOOL	
	M1	I 124.3	BOOL	contact
	M2	I 124.4	BOOL	Contact
	PL1	Q 124.2	BOOL	pompe en marche
	PL2	Q 124.3	BOOL	pompe en arret
	PS1	I 124.1	BOOL	Capteur de pression
	PS3	I 124.2	BOOL	Capteur de pression
	R1	M 124.5	BOOL	
	R2	M 124.6	BOOL	
	R3	M 124.7	BOOL	
	R4	M 125.0	BOOL	
	RP1	M 125.5	BOOL	
	RP2	M 125.6	BOOL	
	RP3	M 125.7	BOOL	
	RP4	M 126.0	BOOL	
	S1	M 124.1	BOOL	
	S2	M 124.2	BOOL	
	S3	M 124.3	BOOL	
	S4	M 124.4	BOOL	
	X1	M 125.1	BOOL	
	X2	M 125.2	BOOL	
	X3	M 125.3	BOOL	
	X4	M 125.4	BOOL	

**OB1 - <offline>**

"CYCL\_EXC" Cycle Execution

Nom : Famille :

Auteur : Version : 0.1

Version de bloc : 2

Horodatage Code : 12/06/2012 17:51:12

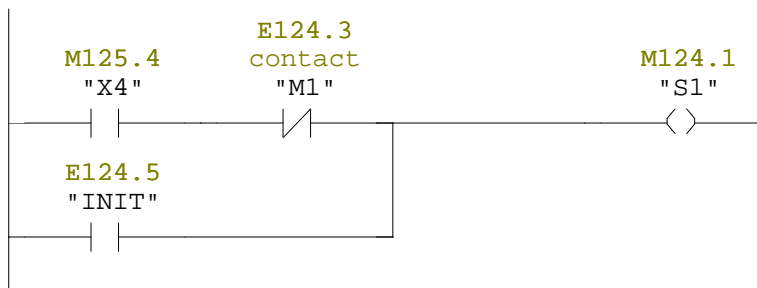
Interface : 15/02/1996 16:51:12

Longueur (bloc/code /données locales) : 00278 00130 00020

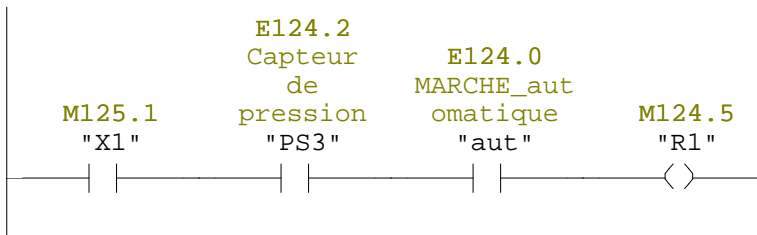
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"
---

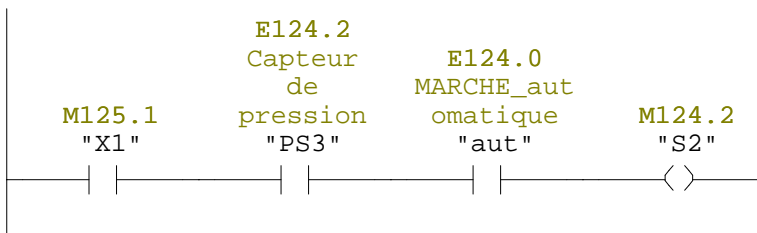
Réseau : 1
------------



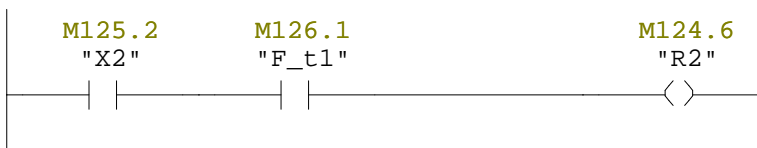
Réseau : 2



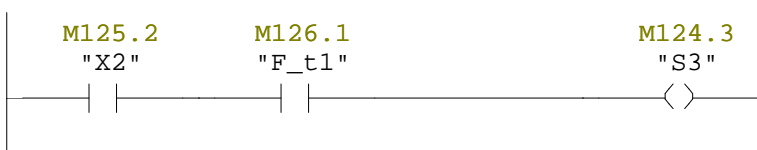
Réseau : 3



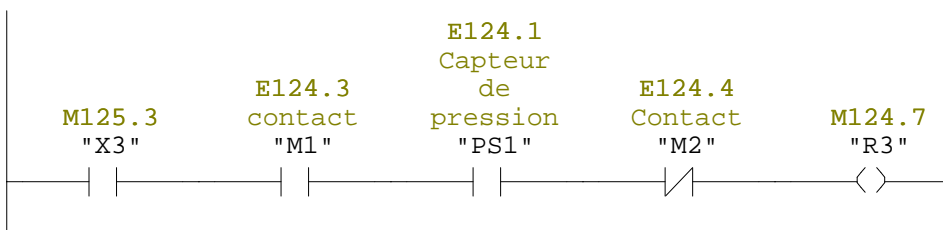
Réseau : 4



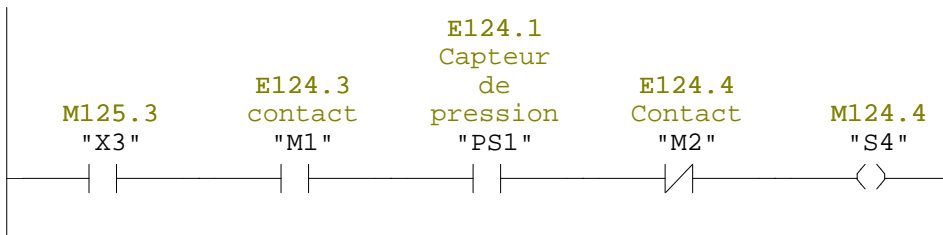
Réseau : 5



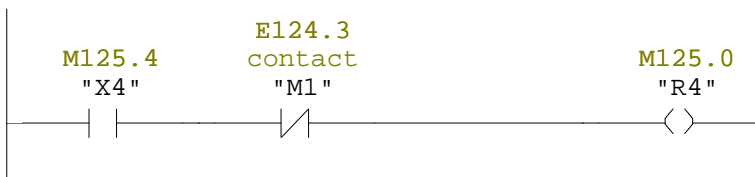
Réseau : 6



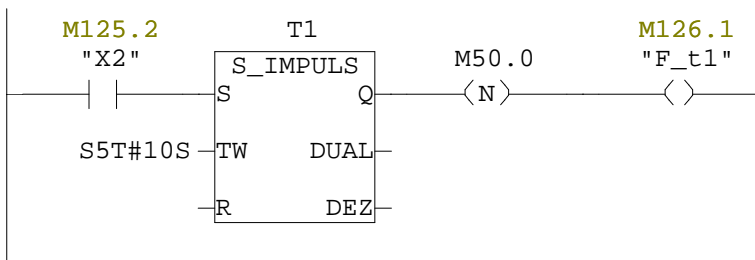
Réseau : 7



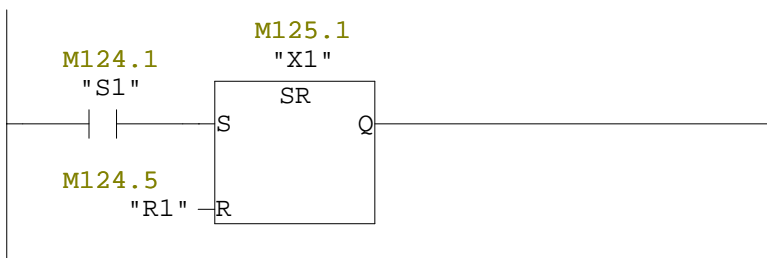
Réseau : 8



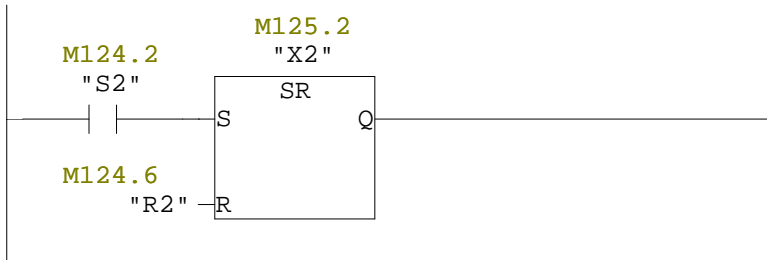
Réseau : 9



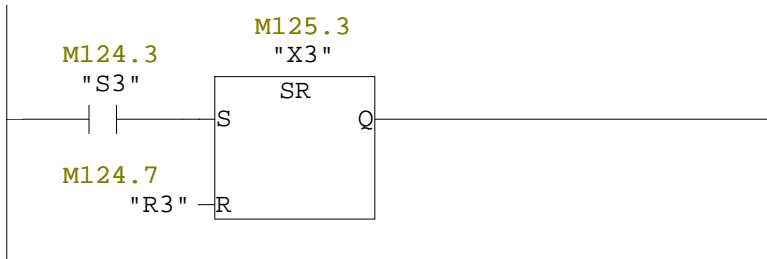
Réseau : 10



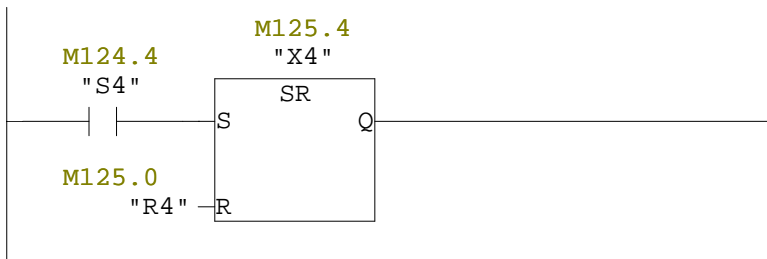
Réseau : 11



Réseau : 12



Réseau : 13





# Conclusion générale

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

Le travail a pour but la commande à base d'un automate programmable industriel (API), S7-300 d'une station de pressurisation pour un système anti incendie installé à la DRGB. Afin de réduire la complexité de l'utilisation des cartes (AFP). Cette approche est basée sur une méthodologie de développement appropriée qui permet de répondre aux différentes contraintes : architecture des cartes, le cout, et la durée de vie. En outre, cette démarche méthodique va nous permettre la mise en œuvre d'un système de pressurisation plus robuste, moins cher et beaucoup flexible.

Pour ce faire, le travail présenté était principalement attaché à faire remplacer les cartes électroniques AFP-300/400 par un automate programmable industriel S7-300, dans la commande de la station de pressurisation.

Au cours de notre étude nous avons évalué l'avantage que peut apporter l'installation d'un automate programmable dans un processus donné, l'emprunt de celui-ci apparait sur le plan de travail.

Afin de mettre en claire le cycle de fonctionnement des différents éléments de l'installation, nous avons dressé des GRAFCET, qui englobent toutes les étapes du processus. Un deuxième aspect de notre travail a été réalisé en mettant au point un programme automatique en LADDER sous STEP7.

Pour la simulation on a utilisé le logiciel optionnel PLCSIM de STEP7 pour visualiser les sorties après avoir forcé les entrées.

Les résultats de simulation montrent une cohérence entre le comportement de l'automate (les sorties en fonction des entrées) et les exigences de cahier de charge.

Comme perspective, on propose d'ajouter un autre automate S7-300 qui va fonctionner en redondance afin d'assurer une plus grande flexibilité et de réaliser un programme de supervision pour la visualisation des défauts qui permettra d'intervenir plus rapidement.

En fin, nous souhaitons que ce modeste travail contribue à faciliter la tâche des opérateurs par le moyen d'automatisation de la station de pressurisation et de servir comme documentation pour d'autres projets et plus de compréhension.

# Bibliographie

- [1] **Cahiers de notes documentaires-hygiène et sécurité de travail-N°191 2<sup>e</sup> trimestre, 2003.**
- [2] **ACHOURI. K, BOUGHANIM. H** «*Etude d'un système automatisé ESD de SEA-LINE au sein de la SONATRACH de Bejaia.* » Mémoire d'ingénieur, Université de M.MAMMERRI de Tizi-Ouzou, 2007.
- [3] **Manuel d'exploitation (SEA-LINE) : SONATRACH.**
- [4] **JARGOT.P,** «*Langage de programmation pour API, normes CEI 1131.3* », Technique de l'ingénieur, 1999.
- [5] Commission électrotechnique international Norme CEI 1131-3, « *Automates programmables, Langage de programmation* », 1993.
- [6] <http://support.automation.siemens.com>, Documentation S7 siemens STEP 7
- [7] **SIMON.A** « *Automate programmation, automatisme et logique programmée* » Liège : l'élon 1983.
- [8] **GUY .G,** « *L'ingénieur en production Automatisée* », Ecole de Technologie Supérieure : France, Session Hiver 2004.

# ANNEXE

# ANNEXE

---

## I. Les équations d'activation et désactivation des étapes

### ➤ Démarrage de deux pompes jockey

$$\left\{ \begin{array}{l} S20 = \text{INIT} + \overline{X31.C1} + \overline{X41.C2} \\ R20 = X20.AUT.PS2.PL3. ((TT1 \leq TT2) + (TT1 > TT2)) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S30 = X20.AUT.PS2.PL3. (TT1 \leq TT2) \\ R30 = X30.C1.PS1. (TT1 + t) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S31 = X30.C1.PS1. (TT1 + t) \\ R31 = \overline{X31.C1} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S40 = X20.AUT.PS2.PL3. (TT1 > TT2) \\ R40 = X40.C2.PS1. (TT2 + t) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S41 = X40.C2.PS1. (TT2 + t) \\ R41 = \overline{X41.C2} \end{array} \right.$$

## ANNEXE

---

➤ **Démarrage manuel de moteur diesel**

$$\left\{ \begin{array}{l} S5 = \text{INIT} + \overline{X12.A1} \\ R5 = X5.MAN.CR4. (\overline{BP1.BP2} + \overline{BP1.BP2} + \overline{BP1.BP2}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S6 = X5.MAN.\overline{CR4}.BP1.\overline{BP2} \\ R6 = X6.CR2.\overline{CR3} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S7 = X5.MAN.\overline{CR4}.BP1.\overline{BP2} \\ R7 = X7.\overline{CR2}.CR3 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S8 = X5.MAN.\overline{CR4}.BP1.\overline{BP2} \\ R8 = X8.CR2.CR3 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S9 = X6.CR2.\overline{CR3} + X7.\overline{CR2}.CR3 + X8.CR2.CR3 \\ R9 = X9. (SR + V) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S10 = X9.SR \\ R10 = X10.CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S11 = X9.V \\ R11 = X11.A1.BP3 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S12 = X10.CR6 + X11.A1.BP3 \\ R12 = X12.\overline{A1} \end{array} \right.$$

## ANNEXE

---

➤ **Démarrage automatique de moteur diesel**

$$\left\{ \begin{array}{l} S100 = \overline{A1} \cdot (\overline{X130} + \overline{X122}) + X111 \cdot CR6 + INIT \\ R100 = X100 \cdot ((BNLR + RV + BNC + HNC) + (\overline{BNLR} \cdot \overline{RV} \cdot \overline{BNC} \cdot \overline{HNC})) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S111 = X100 \cdot (BNLR + RV + BNC + HNC) \\ R111 = X111 \cdot CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S113 = X110 \cdot (\overline{BNLR} \cdot \overline{RV} \cdot \overline{BNC} \cdot \overline{HNC}) \\ R113 = X113 \cdot AUT \cdot (J1 + A8 + CS + CH + PS4) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S114 = X113 \cdot AUT \cdot (J1 + A8 + CS + CH + PS4) \\ R114 = X114 \cdot (BC1 \cdot BC2 + \overline{BC1} \cdot \overline{BC2} + \overline{BC1} \cdot BC2 + BC1 \cdot \overline{BC2}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S115 = X114 \cdot BC1 \cdot BC2 \\ R115 = X115 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S116 = X114 \cdot \overline{BC1} \cdot \overline{BC2} \\ R116 = X116 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S117 = X114 \cdot \overline{BC1} \cdot BC2 \\ R117 = X117 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S118 = X114 \cdot \overline{BC1} \cdot \overline{BC2} \\ R118 = X118 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S119 = X115 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} + X116 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} + X117 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} + X118 \cdot \overline{CR2} \cdot \overline{CR3} \\ R119 = X119 \cdot V \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S120 = X119 \cdot V + X121 \cdot N < 6 \\ R120 = X120 \cdot t / 120 / 15s \cdot (A1 + \overline{A1}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S121 = X120 \cdot t / 120 / 15s \cdot \overline{A1} \\ R121 = X121 \cdot (N < 6 + N = 6) \end{array} \right.$$



## ANNEXE

---

$$\left\{ \begin{array}{l} S122=X121.N=6 \\ R122=X122.\overline{A1} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S123=X120.t/120/15s.A1 \\ R123=X123.A1 (HTLR+SR+HTSM+BPH+ (\overline{HTLR.SR.HTSM.BPH})) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S124=X123.HTLR.A1 \\ R124=X124.CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S125=X123.SR.A1 \\ R125=X125.CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S126=X123.HTSM.A1 \\ R126=X126.CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S127=X123.BPH.A1 \\ R127=X127.CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S128=X123.A1. (\overline{HTLR.SR.HTSM.BPH}) \\ R128=X128. (\overline{A8+PS1+HTLR+SR+HTSM+BPH}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S129=X128. (HTLR+SR+HTSM+BPH) \\ R129=X129.CR6 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S130=CR6. (X124+X125+X126+X127+X129)+X128. (\overline{A8+PS1}) \\ R130=X130.A1 \end{array} \right.$$

**Propriétés de la table des mnémoriques**

Nom : Mnémoriques  
 Auteur :  
 Commentaire :  
 Date de création : 13/06/2012 10:13:59  
 Dernière modification : 12/06/2012 22:10:26  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoriques  
 Nombre de mnémoriques : 47/47  
 Dernier tri : Mnémorique ordre croissant

Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
X				
X				
	A1	I 124.1	BOOL	CAPTEUR_VITESSE NOMINALE
	AB1	Q 124.2	BOOL	ALARME
	AR2	Q 124.0	BOOL	MOTEUR MARCHE
	AR21	Q 124.1	BOOL	MOTEUR ARRET
	BATTERIE 1	M 126.0	BOOL	
	BATTERIE 1&2	M 126.2	BOOL	
	BATTERIE 2	M 126.1	BOOL	
	CR2	I 124.3	BOOL	CONTACTEUR_BATTERIE 1
	CR3	I 124.4	BOOL	CONTACTEUR_BATTERIE 2
	CR4	I 124.6	BOOL	
	CR6	I 124.2	BOOL	CONTACTEUR_ALARME
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	INIT	I 124.0	BOOL	INITIALISATION
	k	I 125.4	BOOL	DEUX BOUTONS ACTIONNES
	MA	I 124.5	BOOL	POSITION_AUTOMATIQUE
	PB1	I 124.7	BOOL	BOUTON POUSSOIR MARCHE CONTACT1
	PB2	I 125.0	BOOL	MARCHE CONTACT 2
	PB3	I 125.1	BOOL	BOUTON POUSSOIR ARRET
	R10	M 125.3	BOOL	
	R11	M 125.5	BOOL	
	R12	M 125.7	BOOL	
	R5	M 124.1	BOOL	
	R6	M 124.3	BOOL	
	R7	M 124.5	BOOL	
	R8	M 124.7	BOOL	
	R9	M 125.1	BOOL	
	S10	M 125.2	BOOL	
	S11	M 125.4	BOOL	
	S12	M 125.6	BOOL	
	S5	M 124.0	BOOL	
	S6	M 124.2	BOOL	
	S7	M 124.4	BOOL	
	S8	M 124.6	BOOL	
	S9	M 125.0	BOOL	
	SR	I 125.2	BOOL	CAPTEUR SURVITESSE
	SURV	Q 124.3	BOOL	SURVITESSE
	V	I 125.5	BOOL	CAPTEUR_VITESSE DEMARRAGE
	X10	M 127.0	BOOL	
	X11	M 127.1	BOOL	
	X12	M 127.2	BOOL	
	X5	M 126.3	BOOL	
	X6	M 126.4	BOOL	
	X7	M 126.5	BOOL	
	X8	M 126.6	BOOL	
	X9	M 126.7	BOOL	

**OB1 - <offline>**

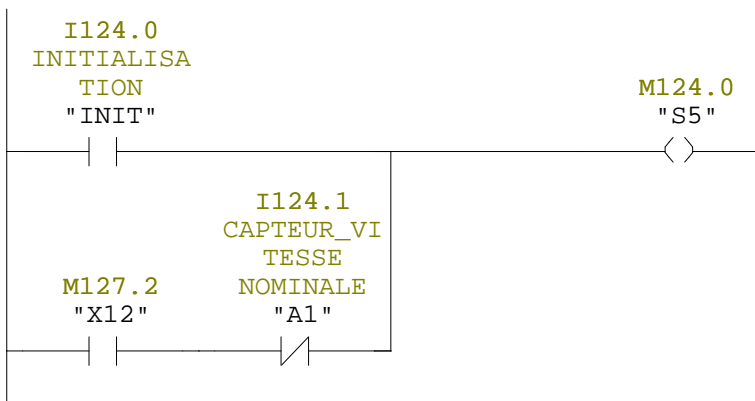
"Cycle Execution"

**Nom :** **Famille :**  
**Auteur :** **Version :** 0.1  
**Version de bloc :** 2  
**Horodatage Code :** 12/06/2012 21:51:22  
**Interface :** 15/02/1996 16:51:12  
**Longueur (bloc/code /données locales) :** 00464 00294 00020

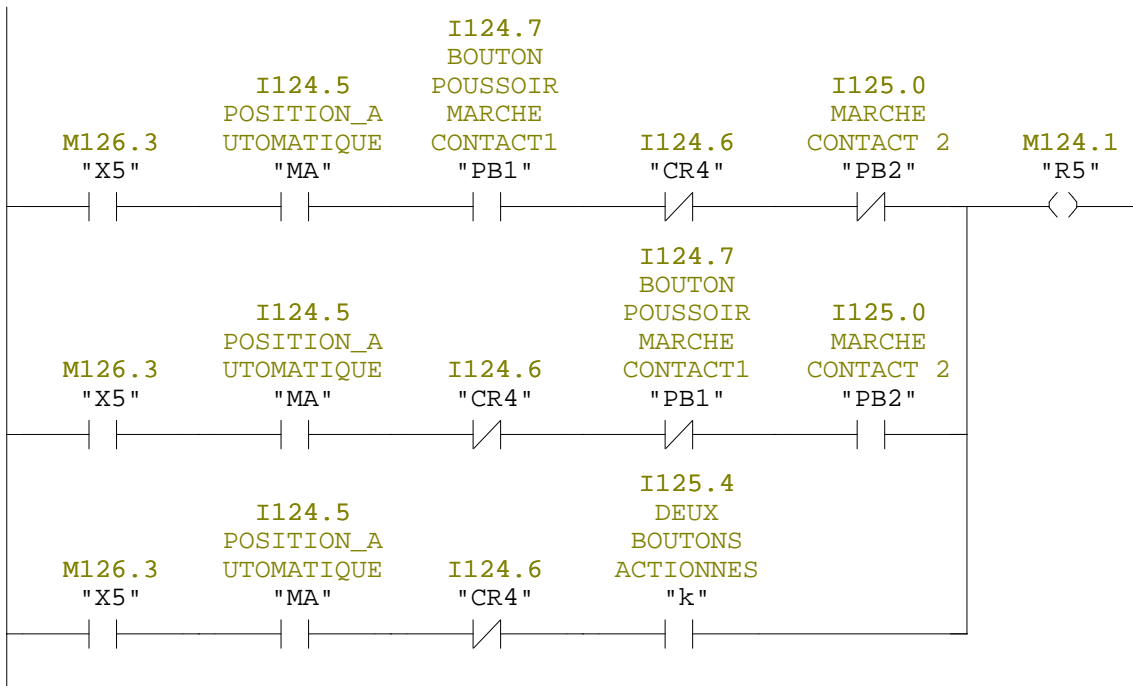
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

**Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"**

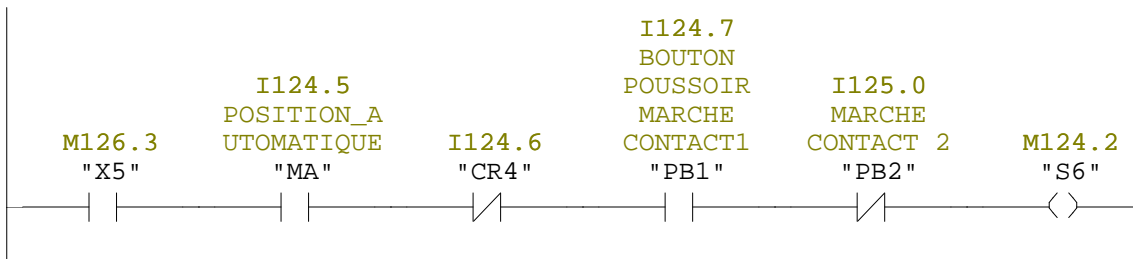
**Réseau : 1**



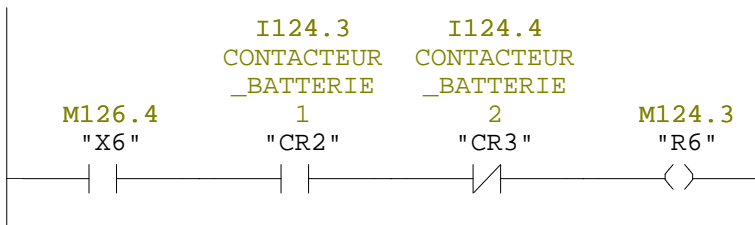
Réseau : 2



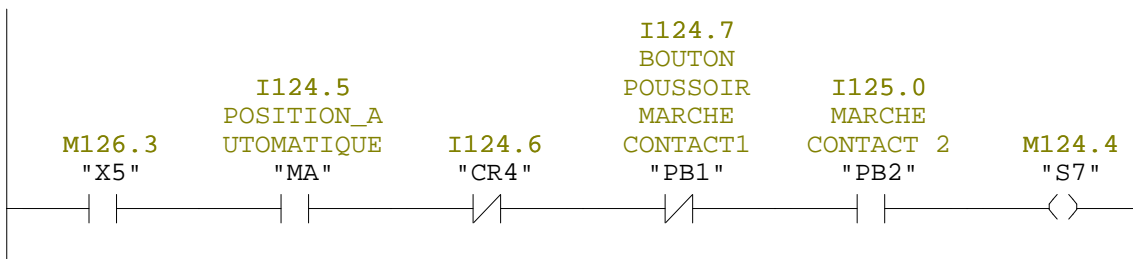
Réseau : 3



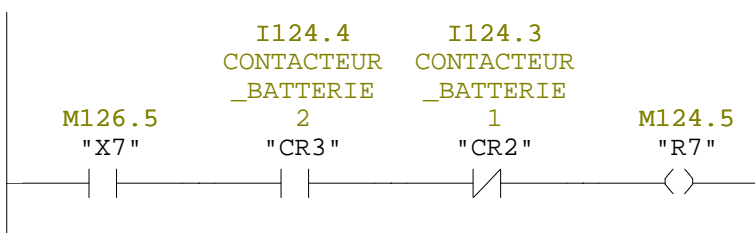
Réseau : 4



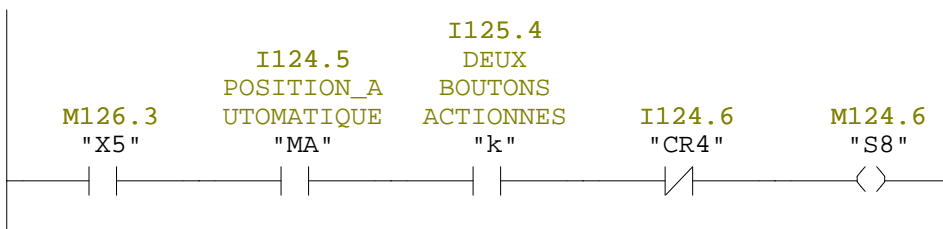
Réseau : 5



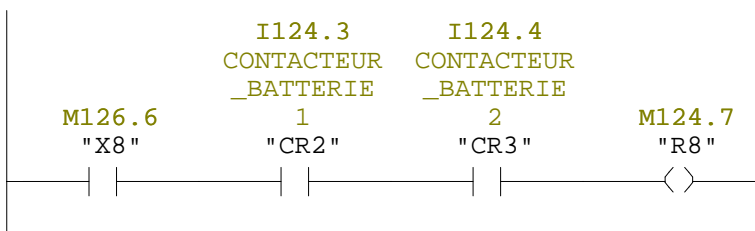
Réseau : 6



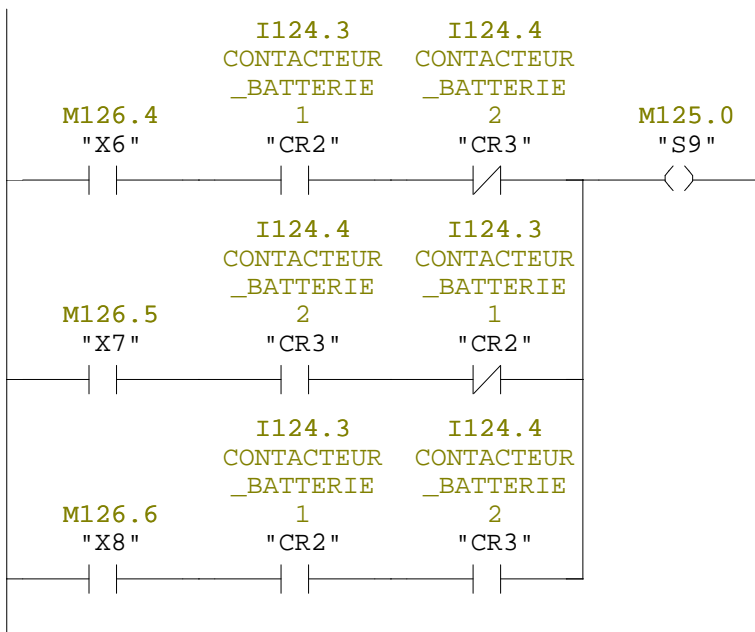
Réseau : 7



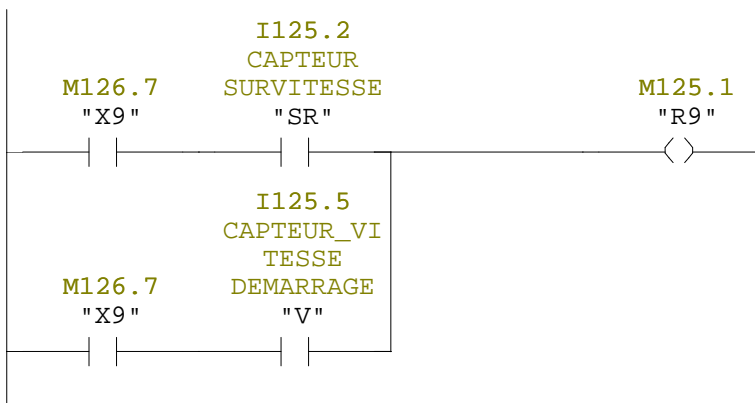
Réseau : 8



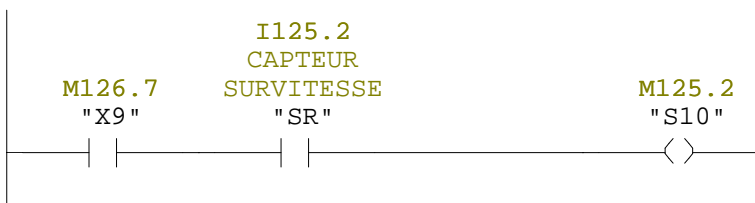
Réseau : 9



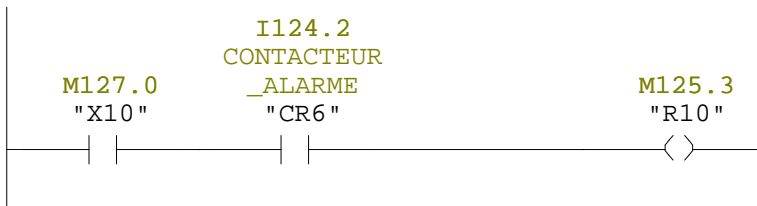
Réseau : 10



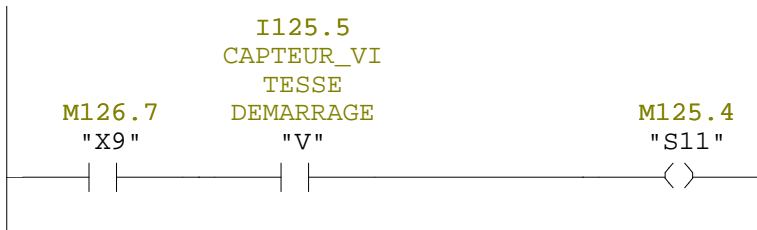
Réseau : 11



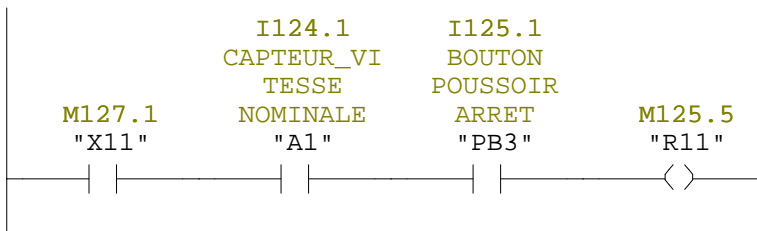
Réseau : 12



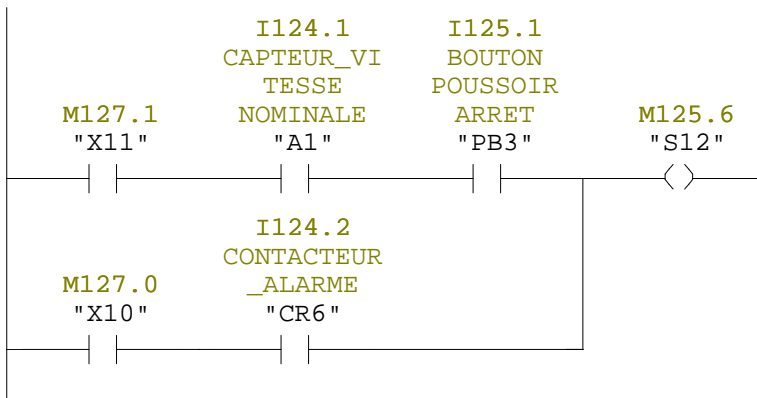
Réseau : 13



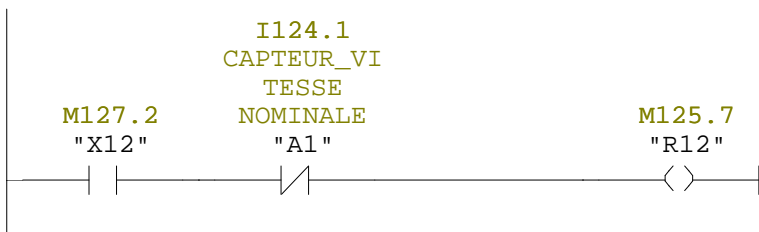
Réseau : 14



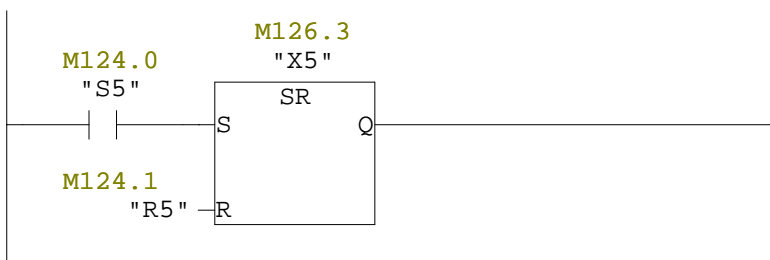
Réseau : 15



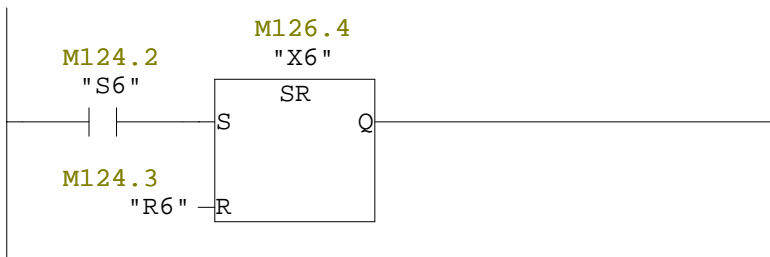
Réseau : 16



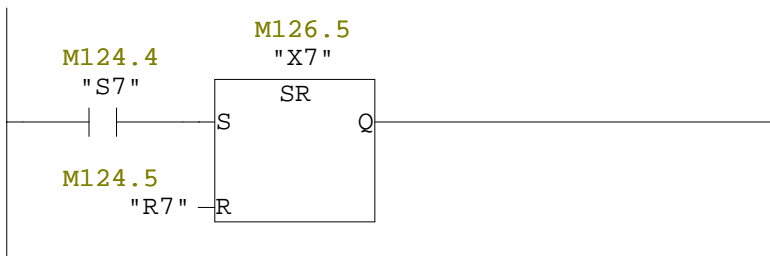
Réseau : 17



Réseau : 18

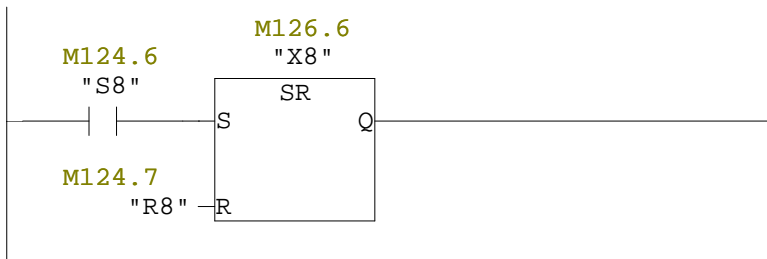


Réseau : 19

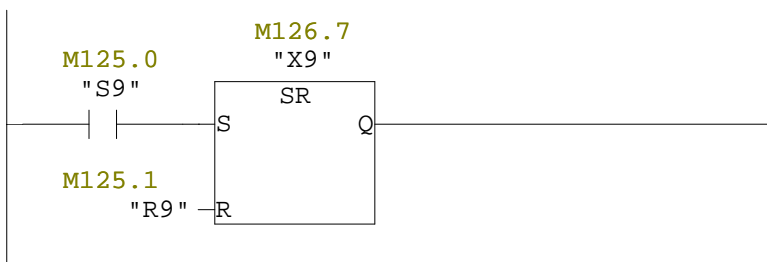




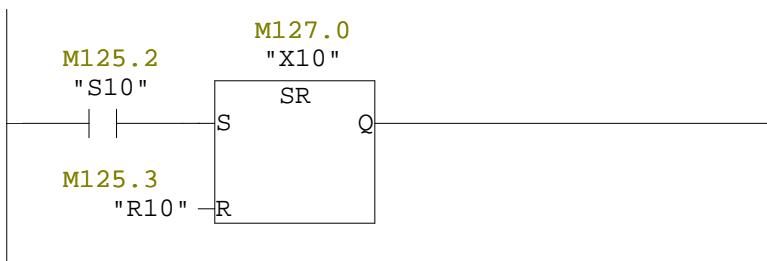
Réseau : 20



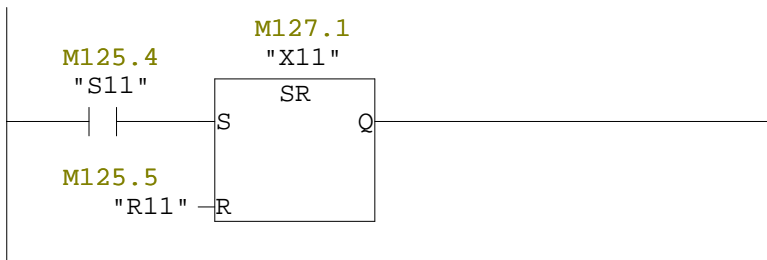
Réseau : 21



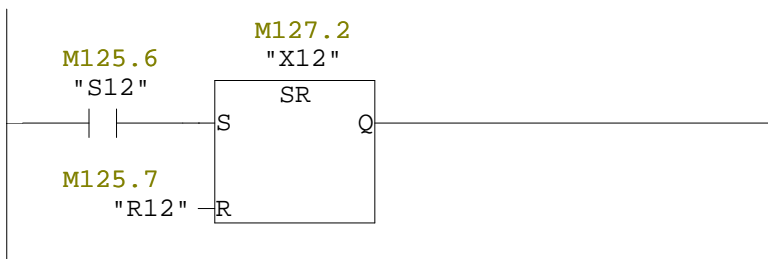
Réseau : 22



Réseau : 23



Réseau : 24



Réseau : 25



Réseau : 26



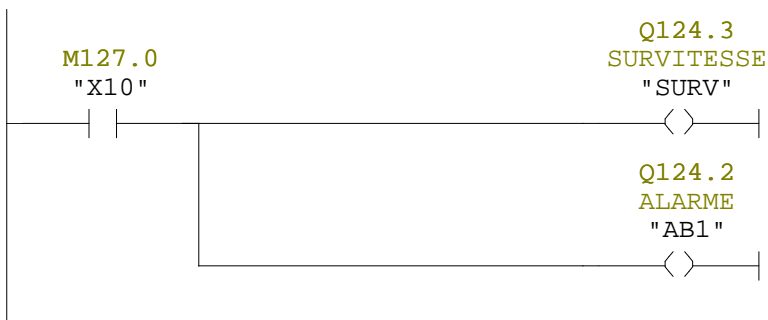
Réseau : 27



Réseau : 28 MOTEUR MARCHE



Réseau : 29      SURVITESSE



Réseau : 30      ALARME



**Propriétés de la table des mnémoriques**

Nom : Mnémoriques  
 Auteur :  
 Commentaire :  
 Date de création : 13/06/2012 10:16:21  
 Dernière modification : 13/06/2012 09:22:58  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoriques  
 Nombre de mnémoriques : 99/99  
 Dernier tri : Mnémorique ordre croissant

Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
	A1	I 125.7	BOOL	CAPTEUR_MOTEUR MARCHE
	A8	I 124.7	BOOL	CONTACTEUR_OUVERT
	AB1	Q 124.0	BOOL	ALARME
	AR2	Q 124.3	BOOL	MOTEUR_MARCHE
	AR21	Q 124.4	BOOL	MOTEUR_ARRET
	AUT	I 124.5	BOOL	POSITION_AUTOMATIQUE
	BATTERIE1	M 132.0	BOOL	BATTERIE1_CONNECTEE
	BATTERIE1&2	M 132.2	BOOL	BATTERIE1&2_CONNECTEE
	BATTERIE2	M 132.1	BOOL	BATTERIE2_CONNECTEE
	BC1	I 125.2	BOOL	BATTERIE1_CHARGEE
	BC2	I 125.3	BOOL	BATTERIE2_CHARGEE
	BNC	I 124.2	BOOL	CAPTEUR_BAS NIVEAU DE CARBURANT
	BNLR	I 124.0	BOOL	CAPTEUR_BAS NIVEAU LIQUIDE REFROIDISSEMENT
	BPH	I 126.3	BOOL	CAPTEUR_BASSE PRESSION HUILE
	CH	I 125.1	BOOL	BOUTON_ESSAI HEBDOMADAIRE
	CR2	I 125.4	BOOL	CONTACTEUR_BATTERIE1
	CR3	I 125.5	BOOL	CONTACTEUR_BATTERIE2
	CR6	I 124.4	BOOL	CONTACTEUR_ALARME
	CS	I 125.0	BOOL	BOUTON_CYCLE ESSAI
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	DEFFAUT	Q 124.1	BOOL	DEFFAUT-MOTEUR
	f_t2	M 124.0	BOOL	TEMPORISATION
	HNC	I 124.3	BOOL	CAPTEUR_HAUT NIVEAU CARBURANT
	HTLR	I 126.0	BOOL	CAPTEUR_HAUTE TEMPERATURE LIQUIDE REFROIDISSEMENT
	HTSM	I 126.2	BOOL	CAPTEUR_HAUTE TEMPERATURE SALLE MECANIQUE
	INIT	I 126.5	BOOL	INITIALISATION
	J1	I 124.6	BOOL	DEPART_DISTANCE
	MW1	MW 2	WORD	RESULTAT_COMPTAGE
	O	I 126.7	BOOL	DEUX BATTERIE FAIBLES
	PS1	I 126.4	BOOL	CAPTEUR_PRESSION#12 bars
	PS4	I 126.6	BOOL	CAPTEUR_PRESSION #6.5 bars
	R100	M 124.2	BOOL	
	R111	M 124.5	BOOL	
	R112	M 125.0	BOOL	
	R113	M 125.3	BOOL	
	R114	M 125.6	BOOL	
	R115	M 126.1	BOOL	
	R116	M 126.4	BOOL	
	R117	M 126.7	BOOL	
	R118	M 127.2	BOOL	
	R119	M 127.5	BOOL	
	R120	M 128.0	BOOL	
	R121	M 128.3	BOOL	
	R122	M 128.6	BOOL	
	R123	M 129.1	BOOL	

Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
	R124	M 129.4	BOOL	
	R125	M 129.7	BOOL	
	R126	M 130.2	BOOL	
	R127	M 130.5	BOOL	
	R128	M 131.0	BOOL	
	R129	M 131.3	BOOL	
	R130	M 131.6	BOOL	
	RF	Q 124.2	BOOL	REFUS DE DEMARRER
	RV	I 124.1	BOOL	CAPTEUR_RESERVOIR VIDE
	S100	M 124.1	BOOL	
	S111	M 124.4	BOOL	
	S112	M 124.7	BOOL	
	S113	M 125.2	BOOL	
	S114	M 125.5	BOOL	
	S115	M 126.0	BOOL	
	S116	M 126.3	BOOL	
	S117	M 126.6	BOOL	
	S118	M 127.1	BOOL	
	S119	M 127.4	BOOL	
	S120	M 127.7	BOOL	
	S121	M 128.2	BOOL	
	S122	M 128.5	BOOL	
	S123	M 129.0	BOOL	
	S124	M 129.3	BOOL	
	S125	M 129.6	BOOL	
	S126	M 130.1	BOOL	
	S127	M 130.4	BOOL	
	S128	M 130.7	BOOL	
	S129	M 131.2	BOOL	
	S130	M 131.5	BOOL	
	SC	M 132.3	BOOL	ETAT_compteur
	SR	I 126.1	BOOL	CAPTEUR_SURVITESSE
	V	I 125.6	BOOL	CONTACTEUR_BATTERIE CONNECTEE
	X100	M 124.3	BOOL	
	X111	M 124.6	BOOL	
	X112	M 125.1	BOOL	
	X113	M 125.4	BOOL	
	X114	M 125.7	BOOL	
	X115	M 126.2	BOOL	
	X116	M 126.5	BOOL	
	X117	M 127.0	BOOL	
	X118	M 127.3	BOOL	
	X119	M 127.6	BOOL	
	X120	M 128.1	BOOL	
	X121	M 128.4	BOOL	
	X122	M 128.7	BOOL	
	X123	M 129.2	BOOL	
	X124	M 129.5	BOOL	
	X125	M 130.0	BOOL	
	X126	M 130.3	BOOL	
	X127	M 130.6	BOOL	
	X128	M 131.1	BOOL	
	X129	M 131.4	BOOL	
	X130	M 131.7	BOOL	

**OB1 - <offline>**

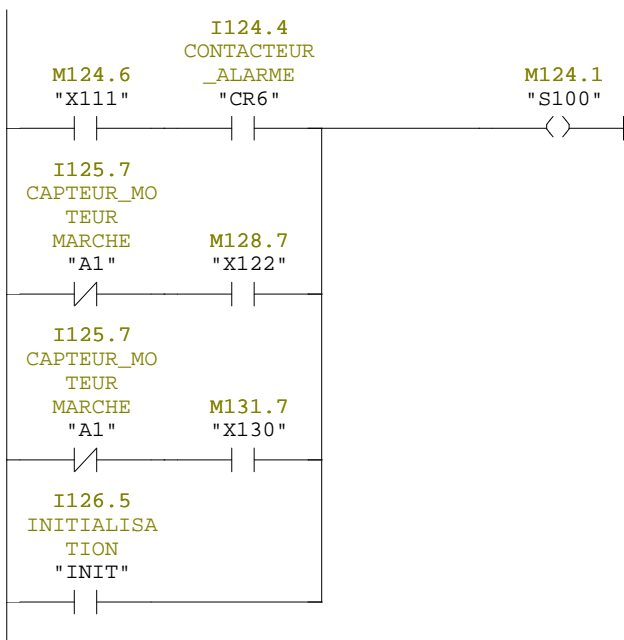
"Cycle Execution"

**Nom :** **Famille :**  
**Auteur :** **Version :** 0.1  
**Version de bloc :** 2  
**Horodatage Code :** 13/06/2012 09:43:29  
**Interface :** 15/02/1996 16:51:12  
**Longueur (bloc/code /données locales) :** 01078 00830 00020

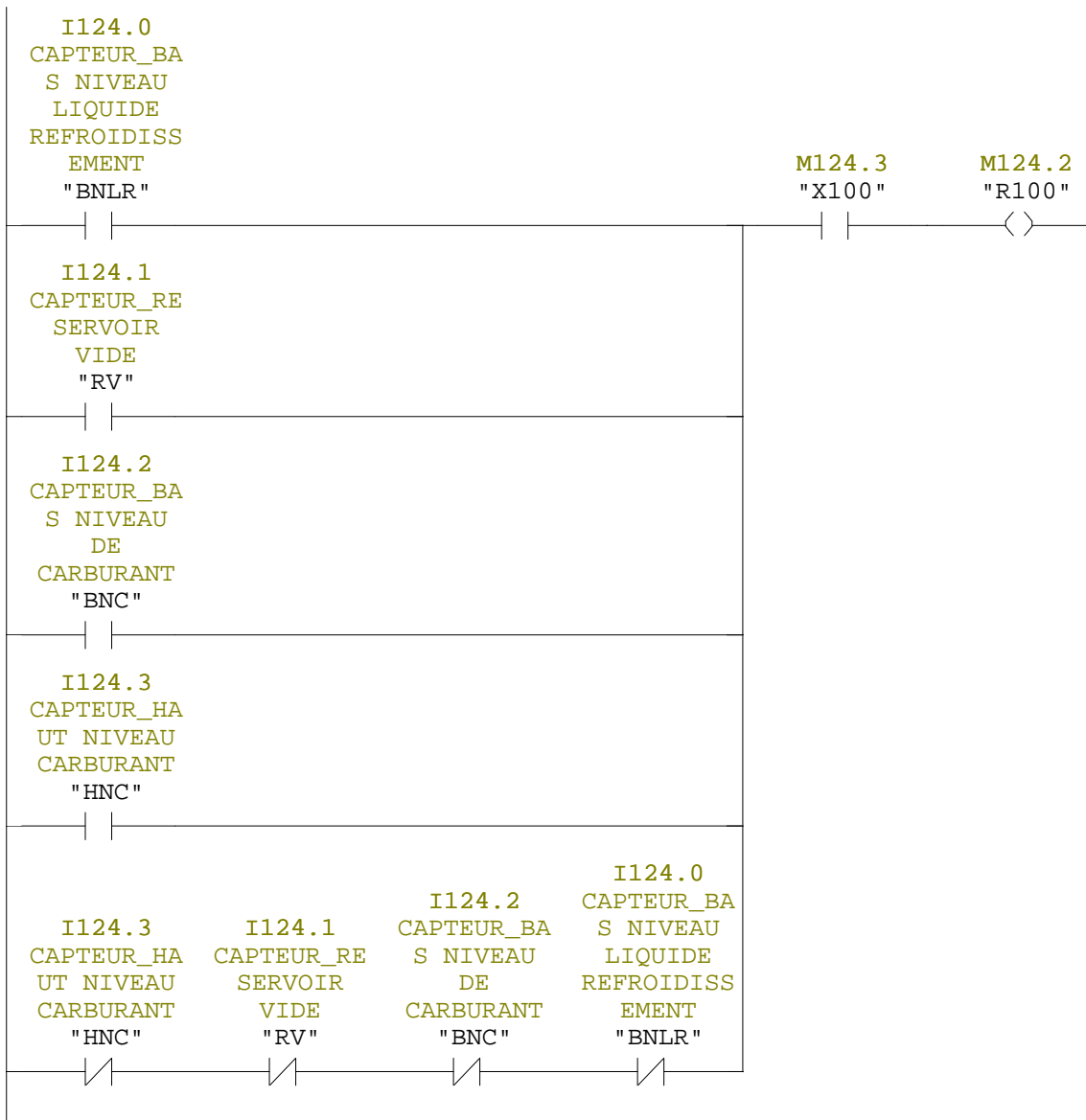
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

**Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"**

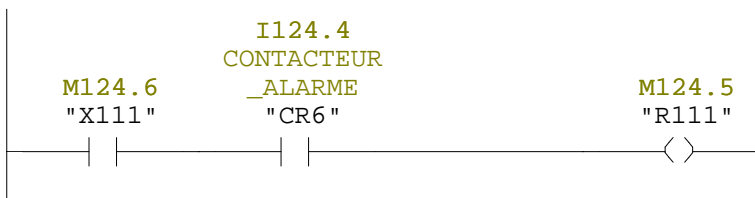
**Réseau : 1**



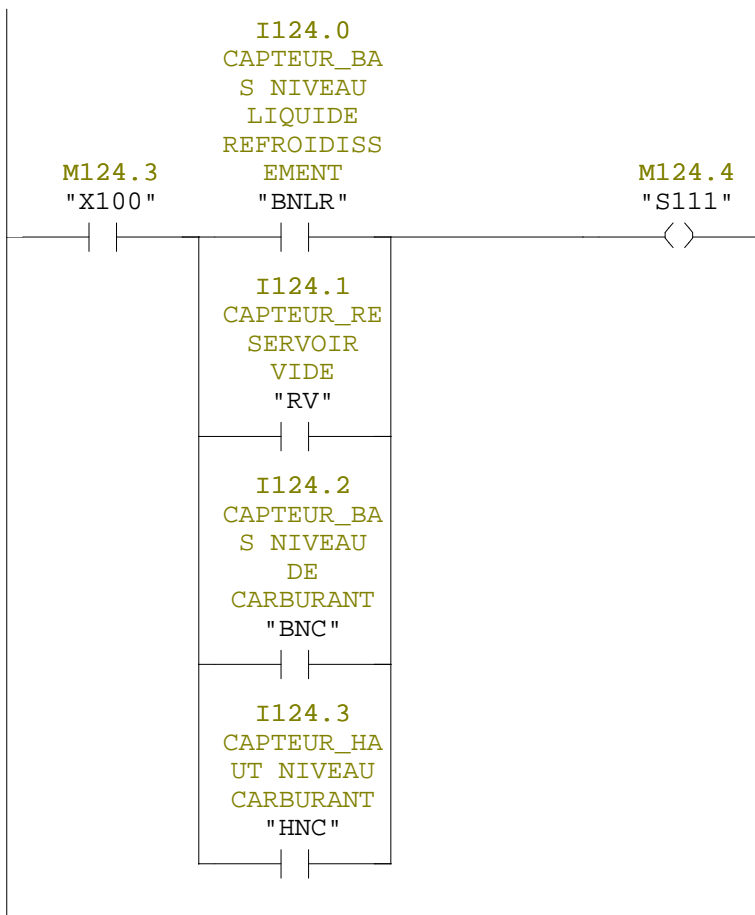
Réseau : 2



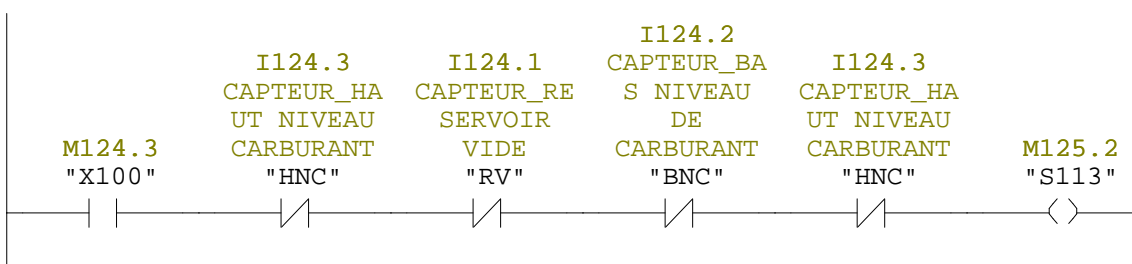
Réseau : 3



Réseau : 4

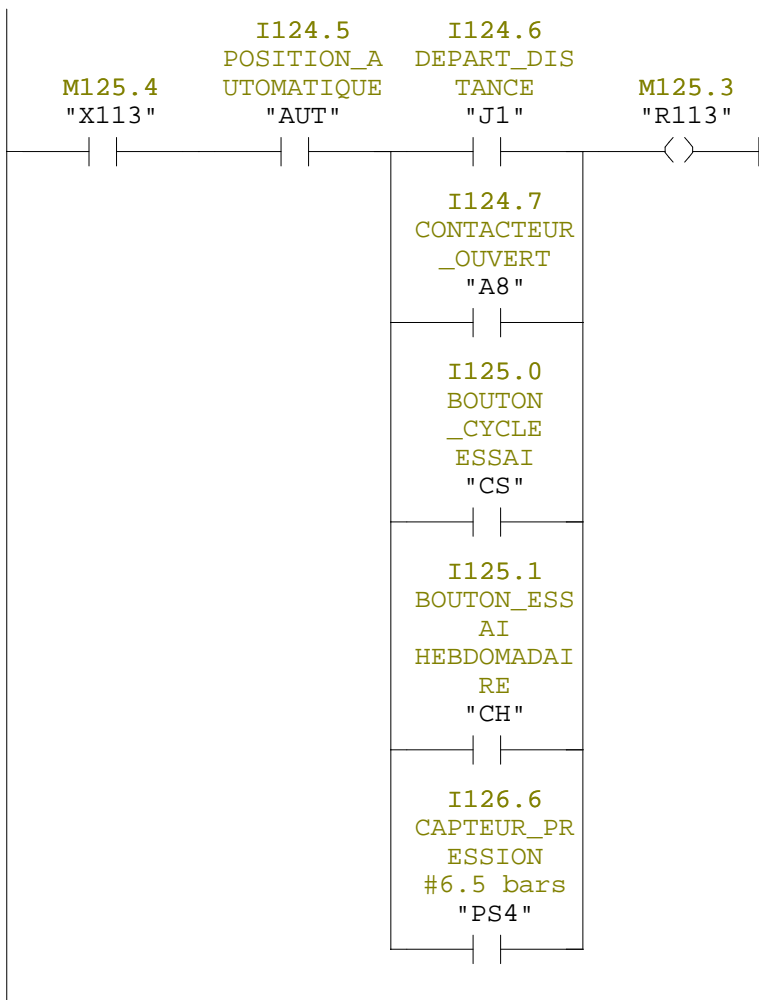


Réseau : 5

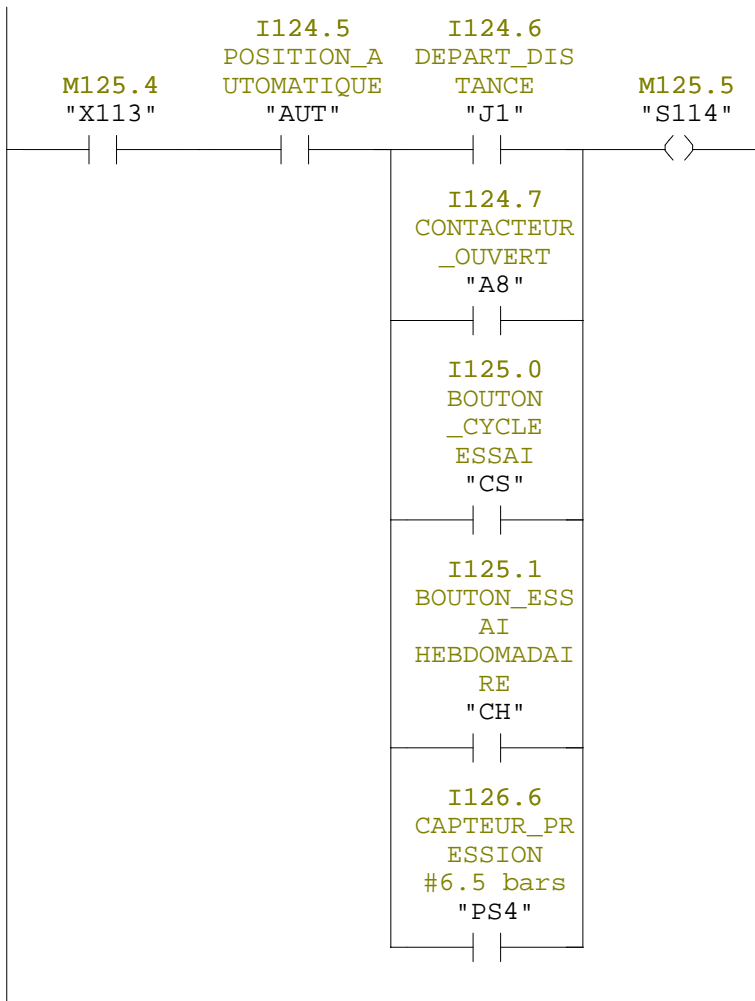




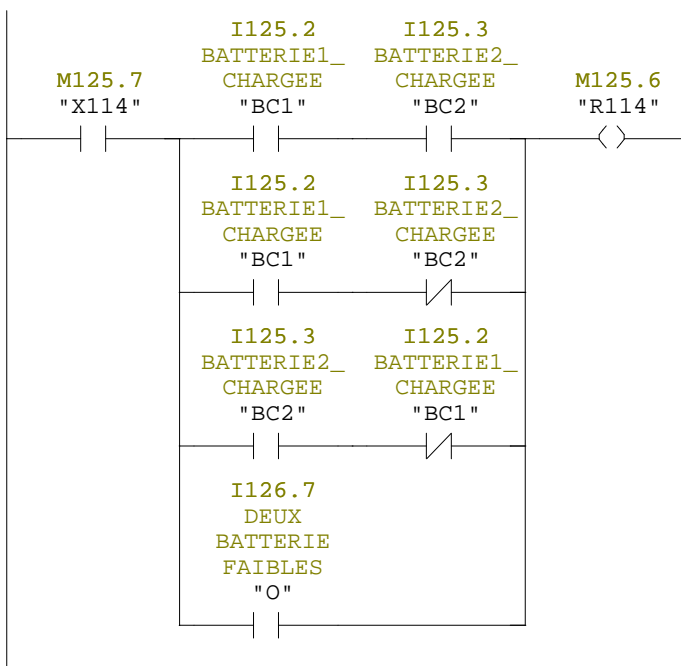
Réseau : 6



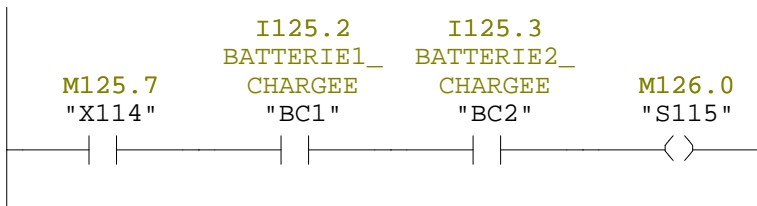
Réseau : 7



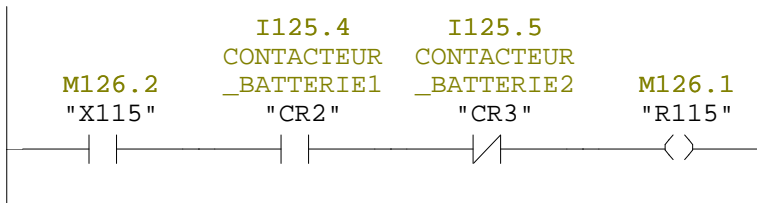
Réseau : 8



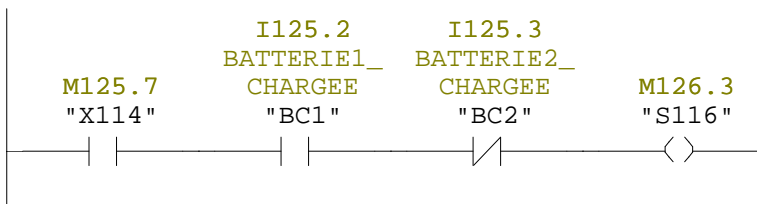
Réseau : 9



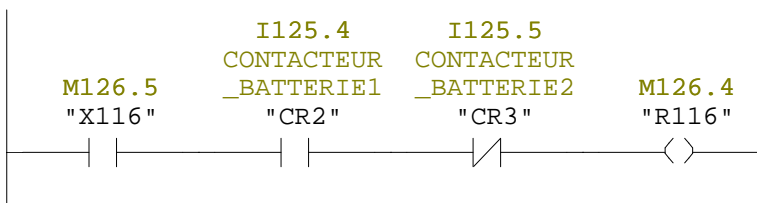
Réseau : 10



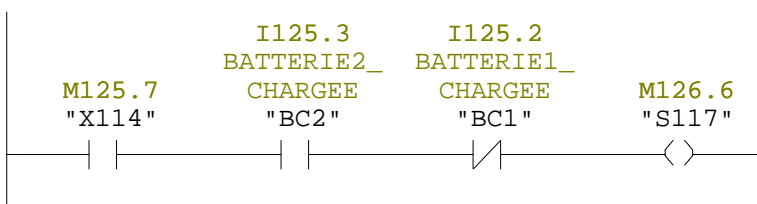
Réseau : 11



Réseau : 12

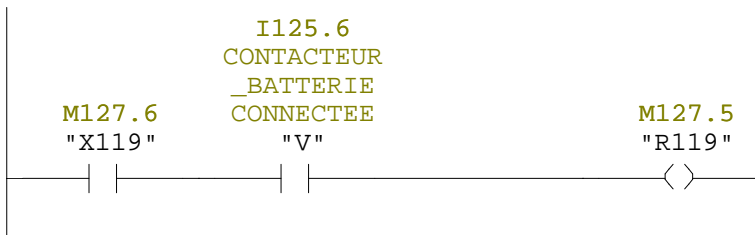


Réseau : 13

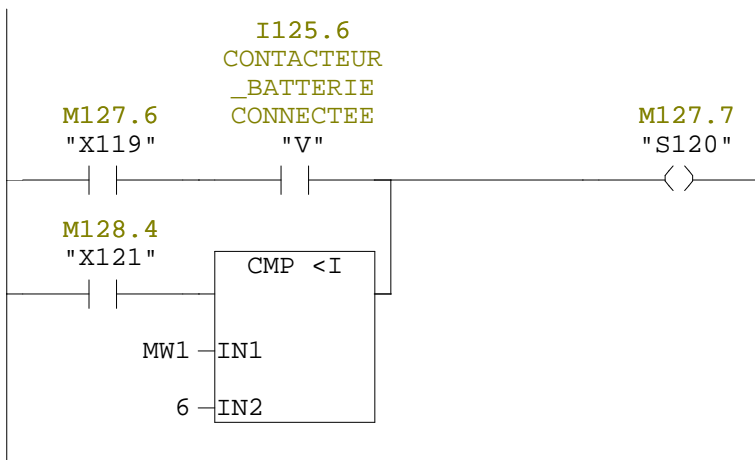




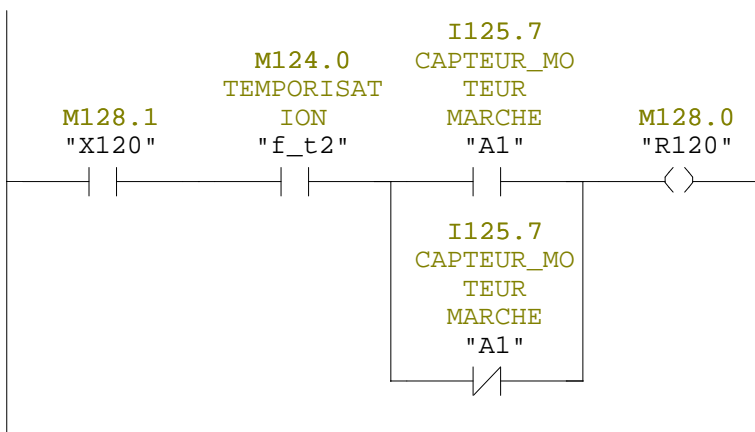
Réseau : 18



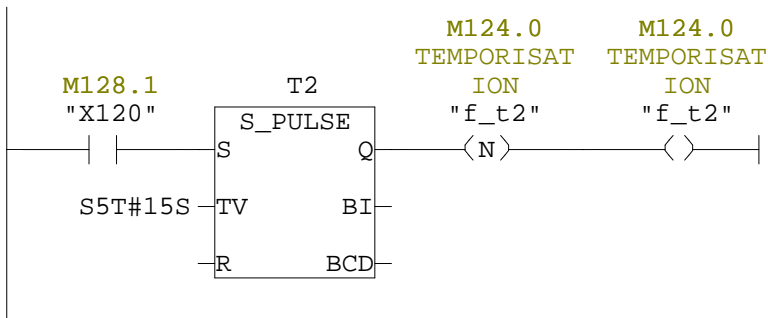
Réseau : 19



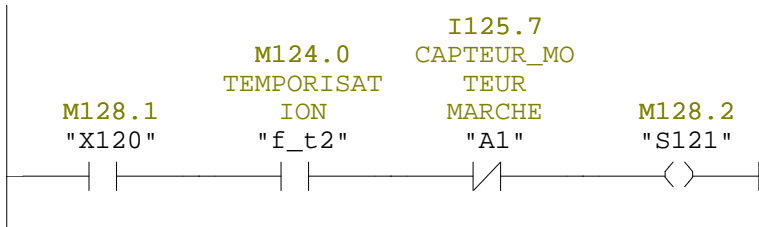
Réseau : 20



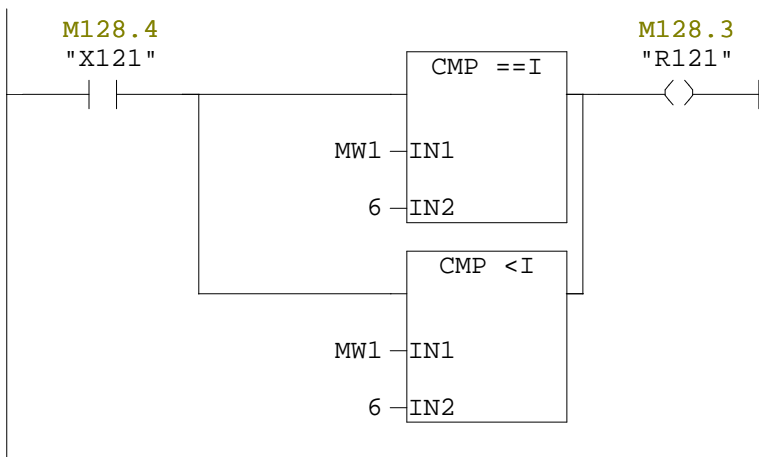
Réseau : 21



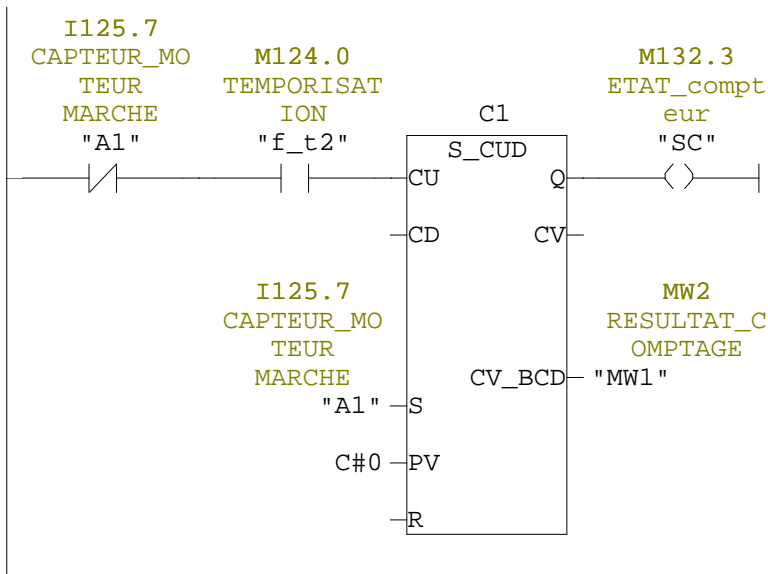
Réseau : 22



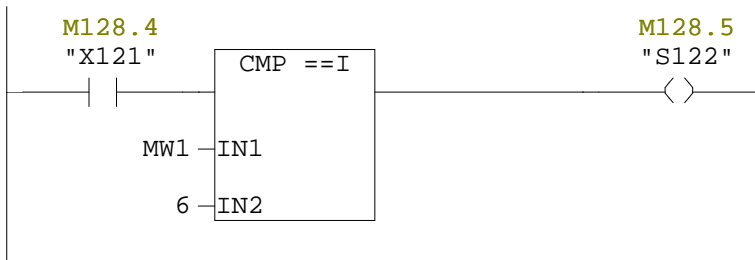
Réseau : 23



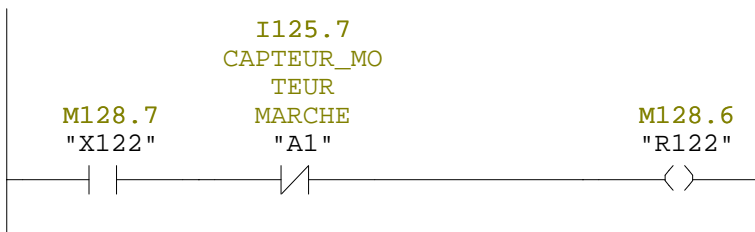
Réseau : 24



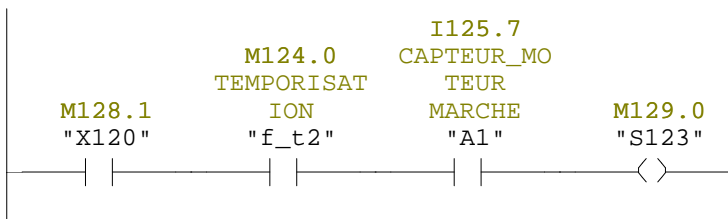
Réseau : 25



Réseau : 26



Réseau : 27



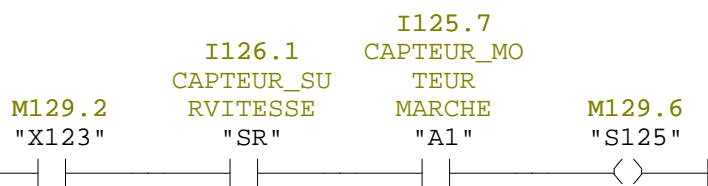




Réseau : 30



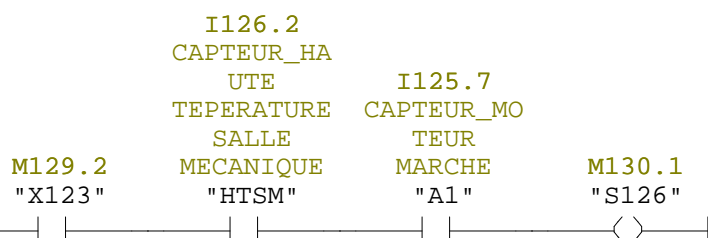
Réseau : 31



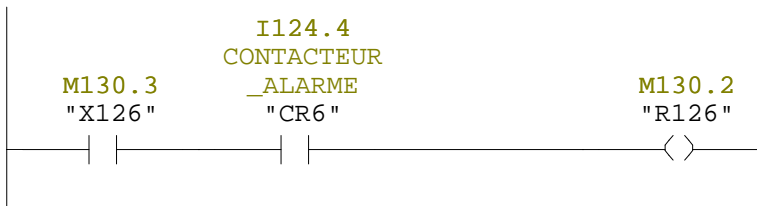
Réseau : 32



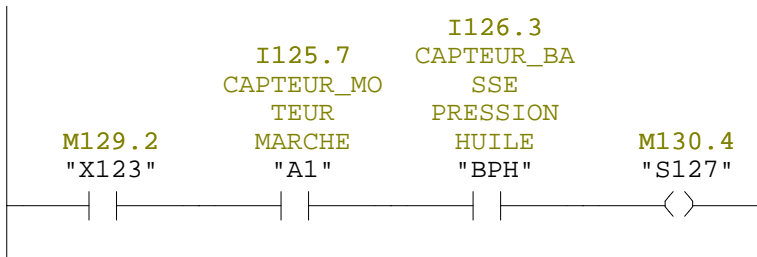
Réseau : 33



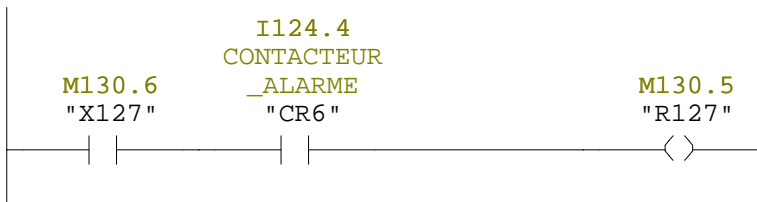
Réseau : 34



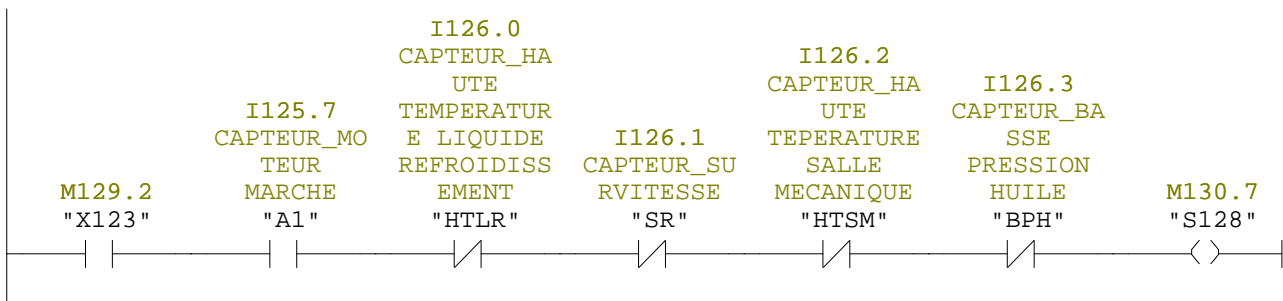
Réseau : 35



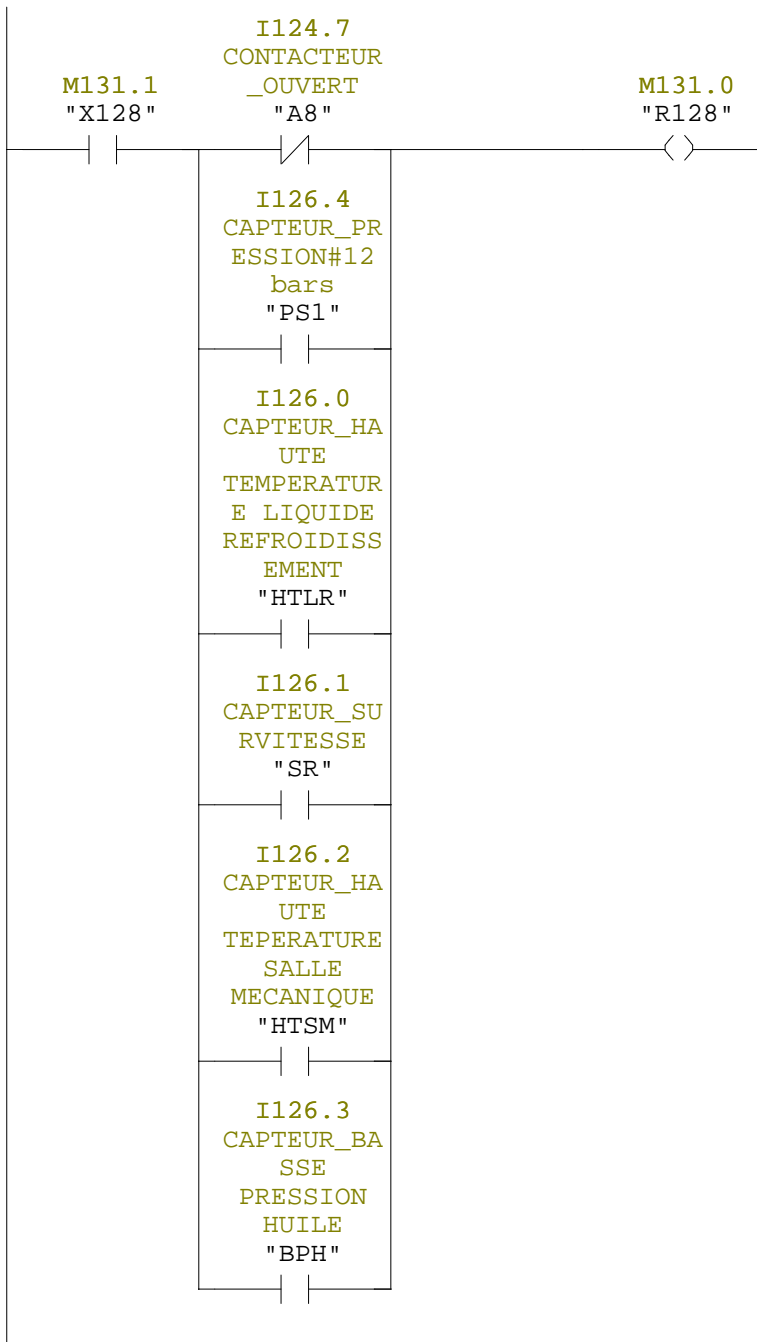
Réseau : 36



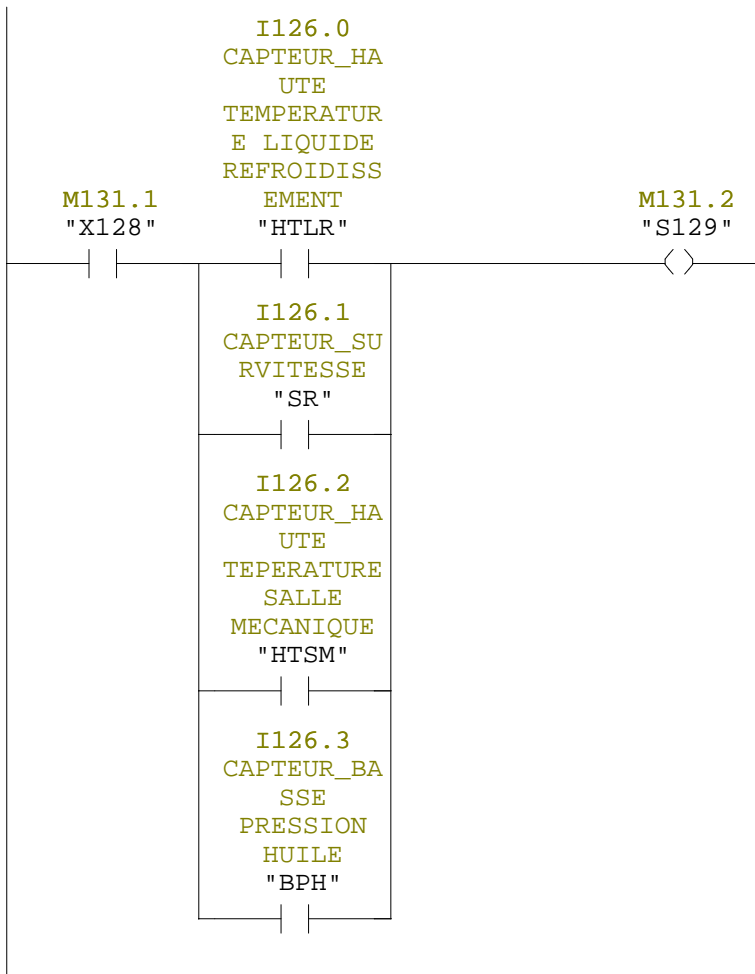
Réseau : 37



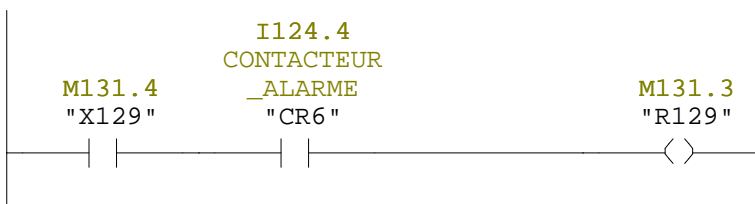
Réseau : 38



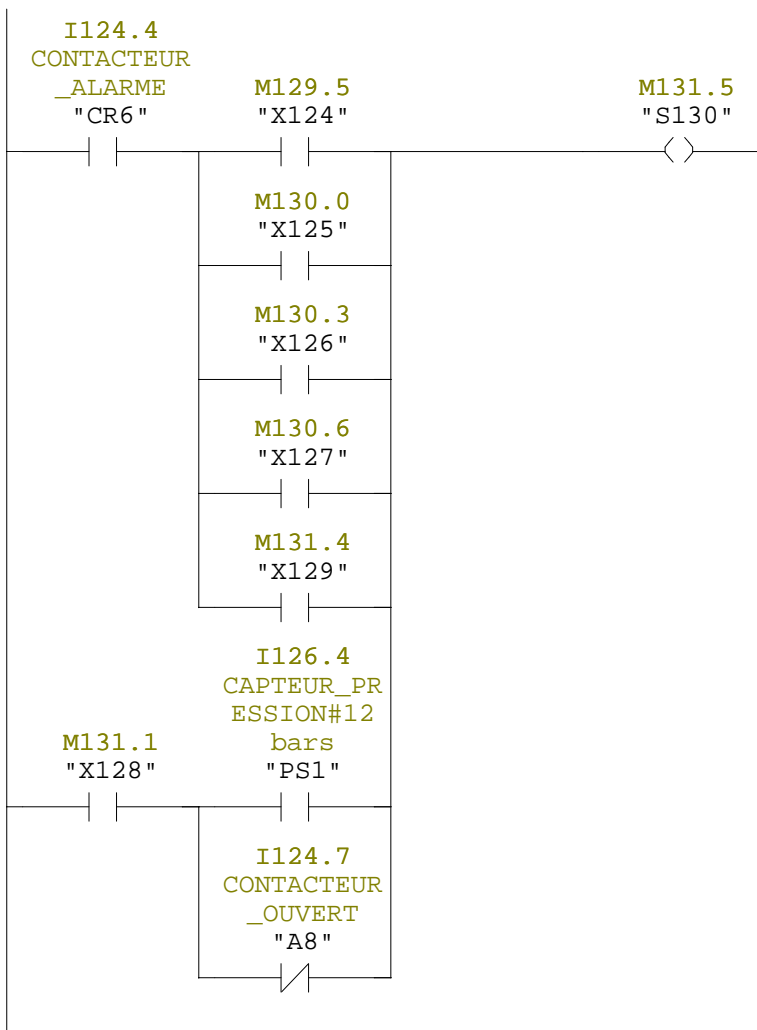
Réseau : 39



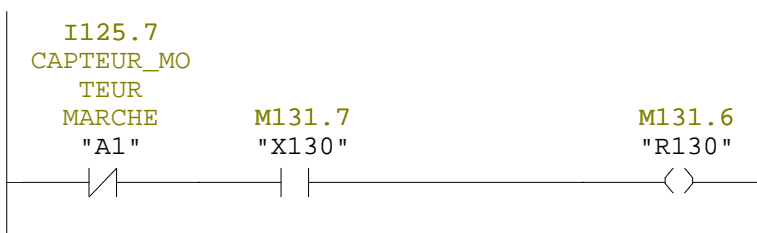
Réseau : 40



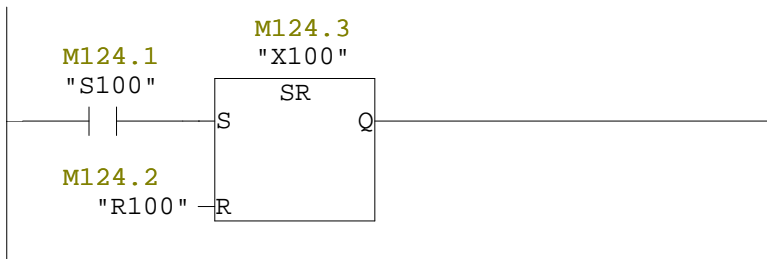
Réseau : 41



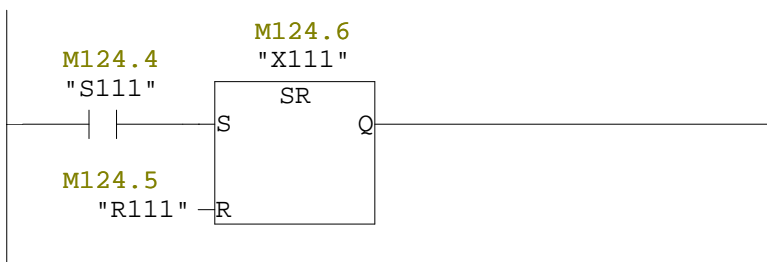
Réseau : 42



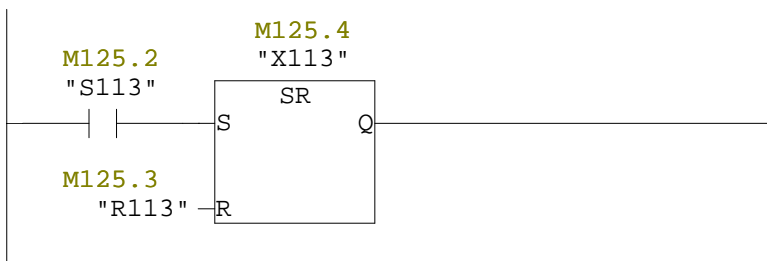
Réseau : 43



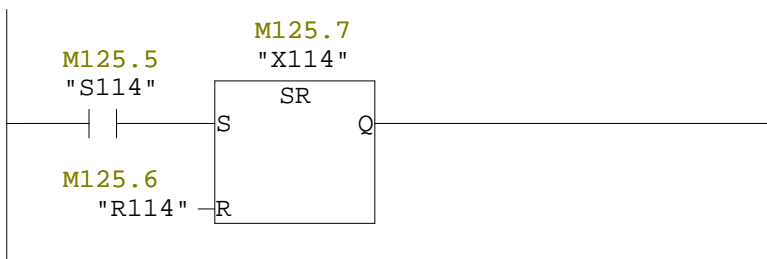
Réseau : 44



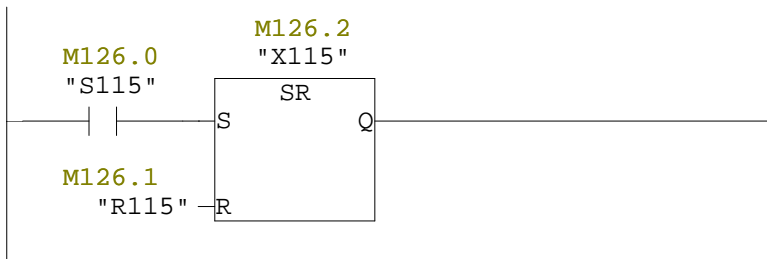
Réseau : 45



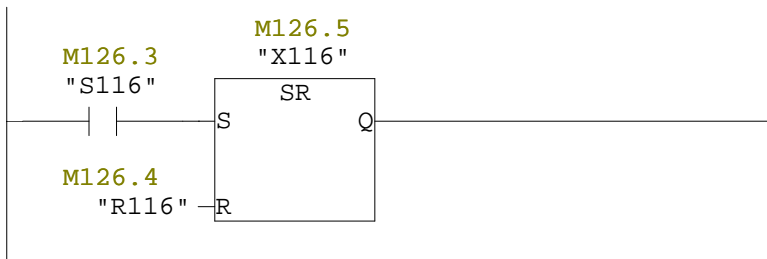
Réseau : 46



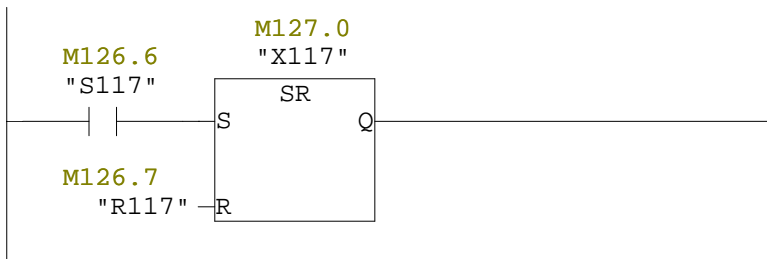
Réseau : 47



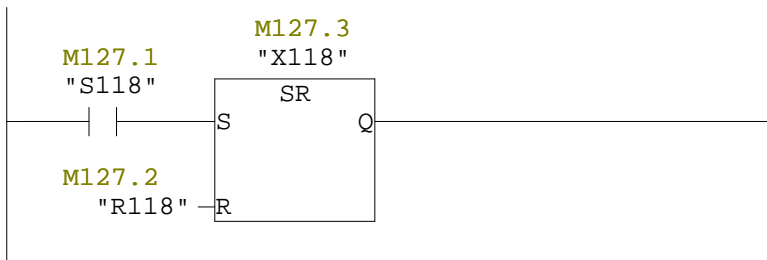
Réseau : 48



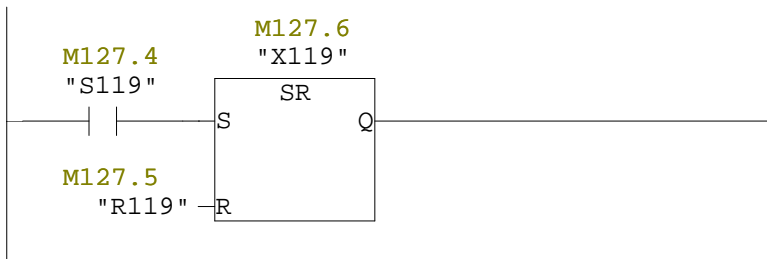
Réseau : 49



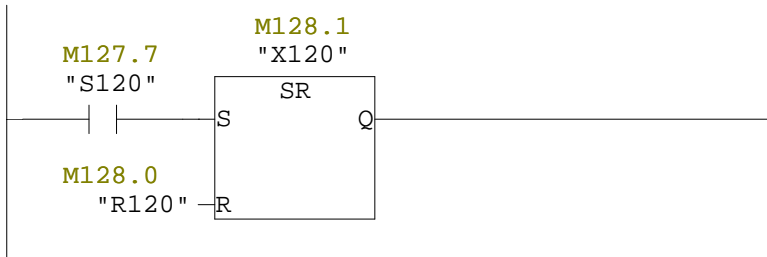
Réseau : 50



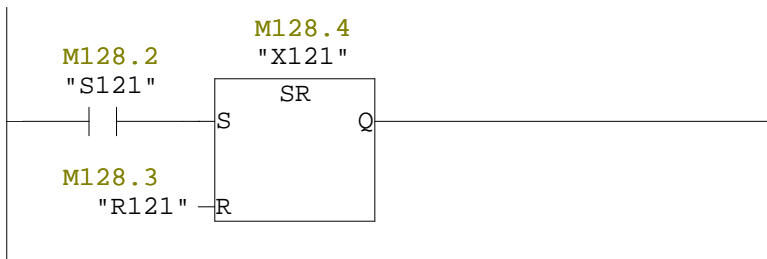
Réseau : 51



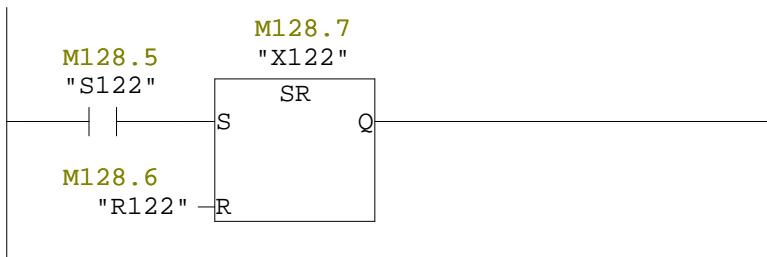
Réseau : 52



Réseau : 53

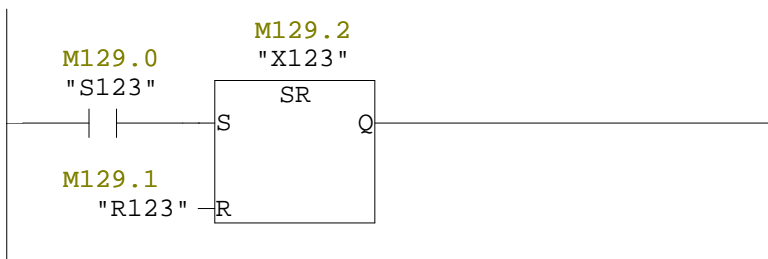


Réseau : 54

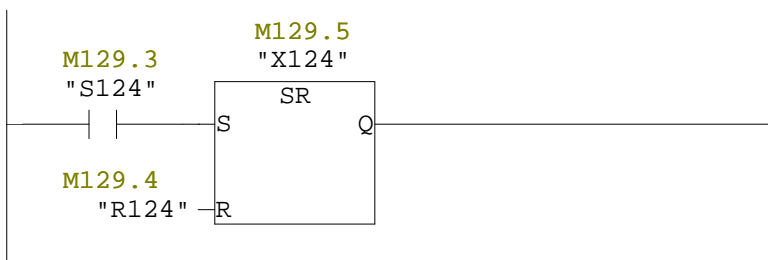




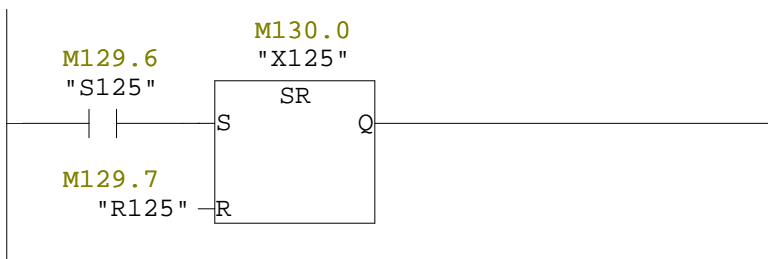
Réseau : 55



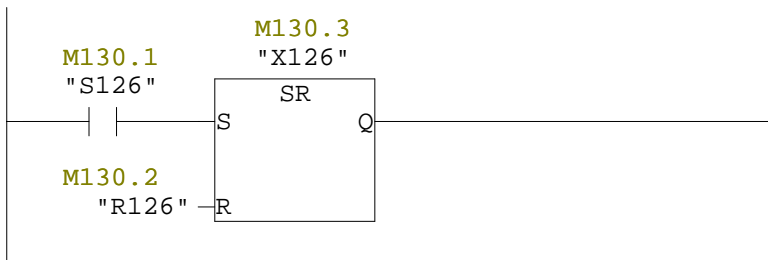
Réseau : 56



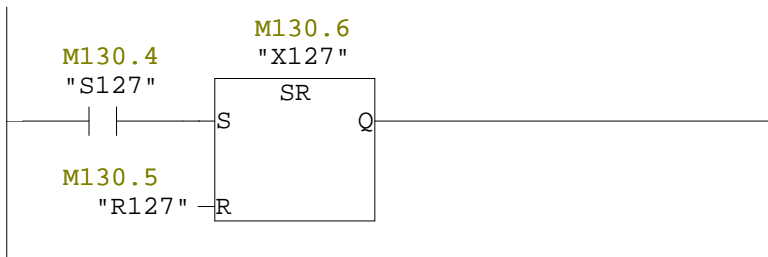
Réseau : 57



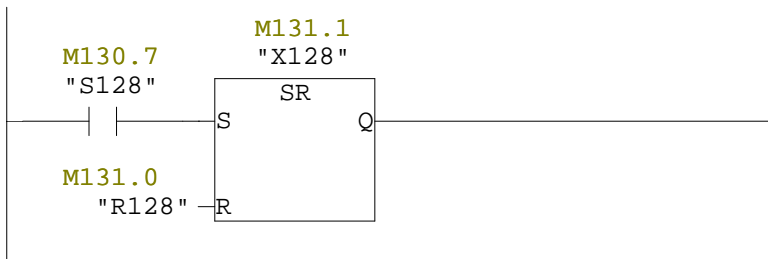
Réseau : 58



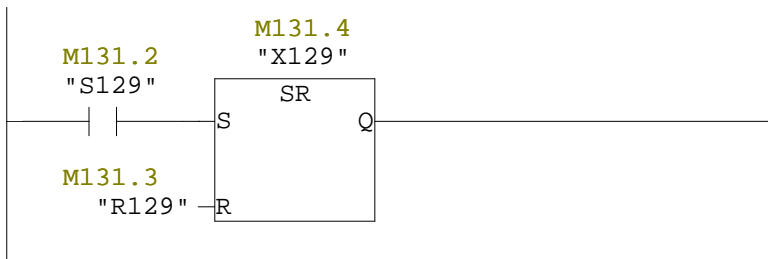
Réseau : 59



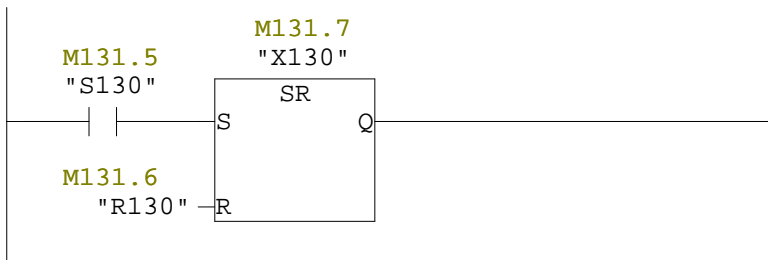
Réseau : 60



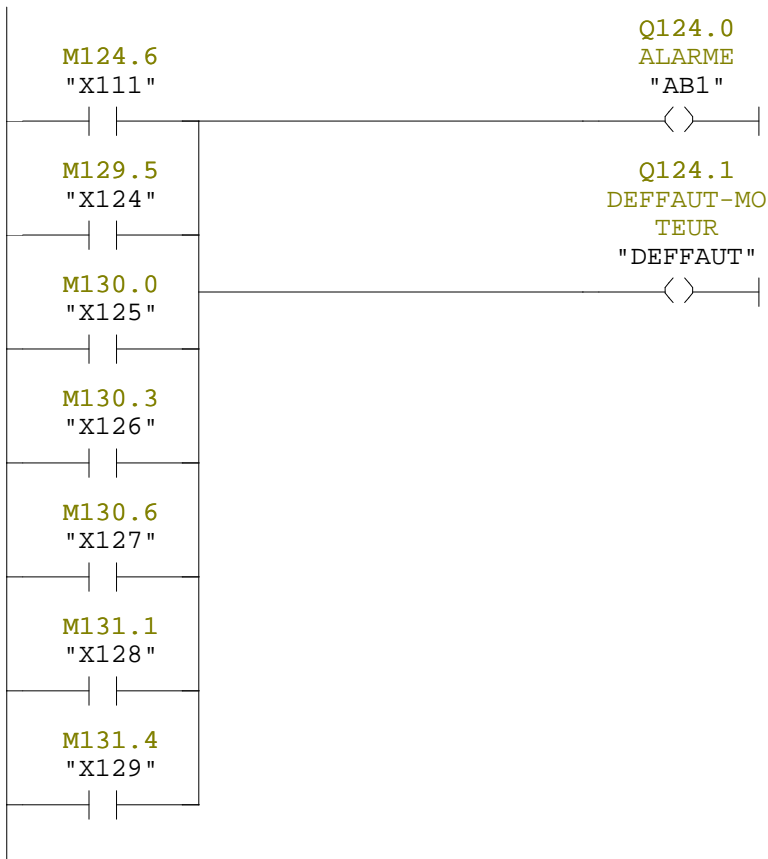
Réseau : 61



Réseau : 62



Réseau : 63 ALARME



Réseau : 64 BATTERIE1\_ CONNECTEE



Réseau : 65 BATTERIE2\_ CONNECTEE



Réseau : 66      BATTERIE1&2\_CONNECTEE



Réseau : 67      MOTEUR\_MARCHE



Réseau : 68      REFUS DE DEMARRER

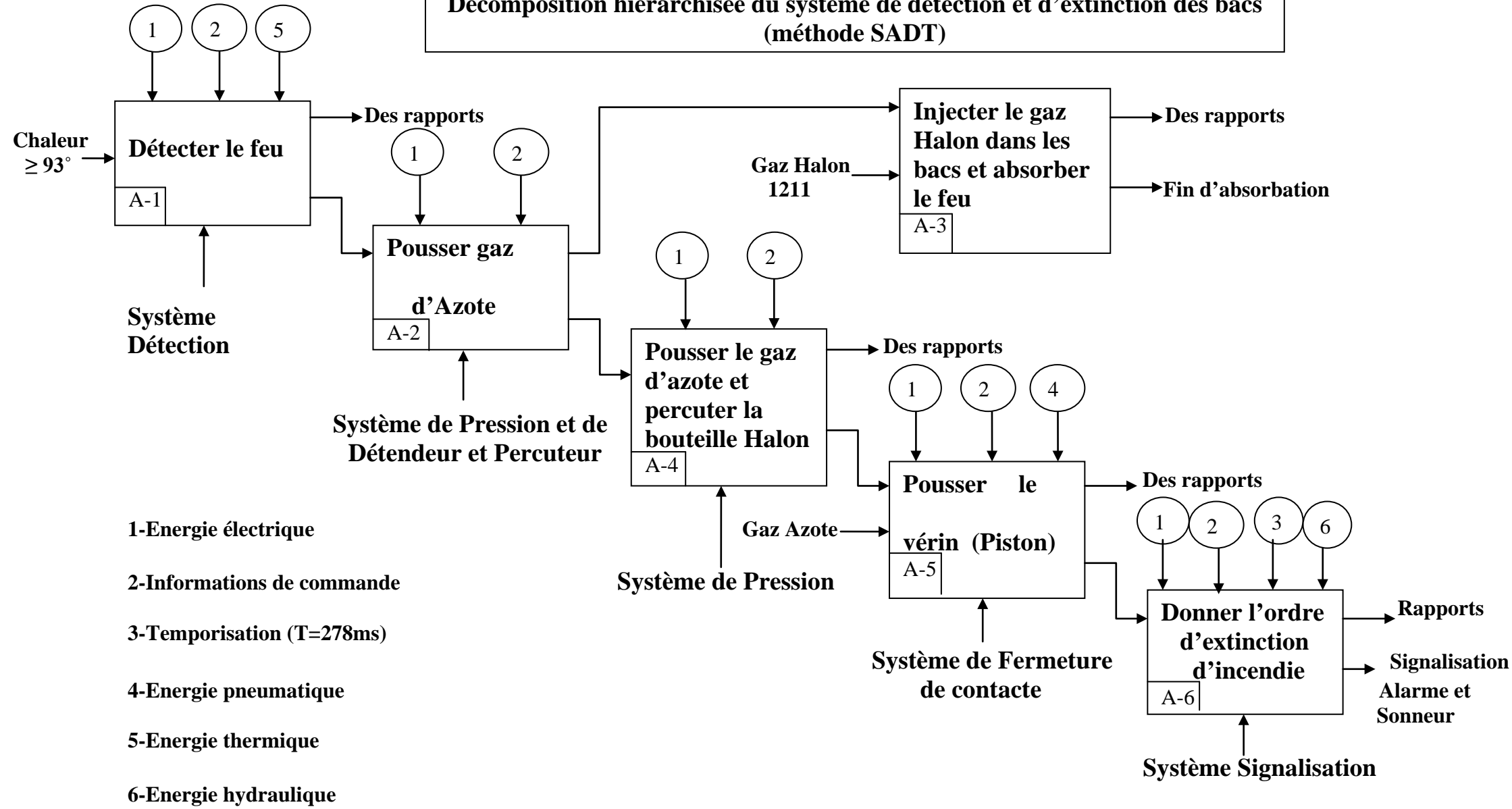


Réseau : 69      MOTEUR\_ARRET



# ANNEXE

## Décomposition hiérarchisée du système de détection et d'extinction des bacs (méthode SADT)



# ANNEXE

## Décomposition hiérarchisée du système d'extinction des transformateurs (méthode SADT)

