

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الأتوماتيك والإلكترو تقني  
Département d'automatique et électrotechnique

## Mémoire de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et système

Présenté par

Mr Hernafi Samir & M<sup>lle</sup> Ilmain Radia

# Automatisation et sécurisation d'un dépôt de carburant

Proposé par : Mr Ayad Hocine & Mr Taazount Samir

Année universitaire 2021-2022

## ***REMERCIEMENTS***

La rédaction d'un mémoire peut sembler un parcours académique long et solitaire, de nombreuses personnes ont contribué à des degrés divers à mener à bien ce projet parfois dangereux, malgré ses hauts et ses bas.

Je voudrai tout d'abord remercier **Allah** Tout-Puissant, qui m'a donné volonté et courage au fil des années, et notre initiateur, **M. Ayad Hocine** qui a accepté de me guider dans le cadre de cette recherche, en particulier dans mes recherches. Ses commentaires éclairés, ses conseils avisés, sa disponibilité et ses encouragements ont énormément aidés dans ce travail. Je suis tenu à remercier tout particulièrement Monsieur **Taazount Samir** pour ses conseils et sa confiance vers moi, ainsi que sa patience, sa générosité et ses conseils qui nous ont permis de formaliser mon travail.

Je suis tenu à remercier tout le personnel de **centre de développement Naftal** pour l'accueil chaleureux que nous avons reçu, pour rendre ce travail possible, ensuite à remercier les personnes que nous avons eu l'occasion de rencontrer durant ces années en tant que maîtres qui n'ont pas hésité à me faire bénéficier de leurs compétences et de leurs encouragements. Je pense particulièrement à tout le corps professionnel du Département d'Automatique et Electrotechnique de l'Université Blida 1.

# **Dédicace**

*Je dédie ce modeste travail :*

*Le mode de sacrifice et de générosité : Ma chère mère et mon Cher père*

*Mes chères frères et sœurs*

*Mes oncles et tantes*

*Mon grand père et Ma grande mère à qui je souhaite une longue vie Inchallah*

*Toute la famille Hernafi*

*Tous Mes Proches*

*A mon binôme Radia qui m'est cher énormément avec qui j'ai Passé des  
moments inoubliables durant toute cette période*

*A tous mes amis (es) Dont je leur souhaite tous le bonheur et la réussite A tous  
ceux qui m'aiment et m'ont encouragé.*

**HERNAFI SAMIR**

## **Dédicace**

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents qui ont toujours été à mes côtés, qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de prier pour moi, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler .que dieu leur procure  
bonne santé et longue vie*

*A mes sœurs : Imen, Lilia et Nadine et mon frère Nacer ainsi que ma chère nièces Ranim et mes neveux Arslan et Abdallah , avec tous mes vœux de les voir  
réussir dans leur vies .*

*A toute la famille ILMAIN*

*A Mon binôme HERNAFI SAMIR qui m'est cher énormément avec qui j'ai  
Passé des moments inoubliables durant toute cette période*

*A tous mes amis proches : HOURIA, LAMIA et YAMINA qui m'ont  
énormément soutenu moralement le long de ce parcours et que j'aime  
beaucoup. je leurs souhaite toute la réussite.*

**ILMAIN RADIA**

## ملخص

الهدف الأساسي للعمل المنجز في هذه المذكرة هو تأسيس نظام يسمح بالإشراف والمراقبة لمركز تخزين وتوزيع المحروقات. بهذا الهدف, قد تم إقتراح نظام لمراقبة و التحكم في هذا المركز من فئة « SIEMENS 400 S7 » و ذلك للتحكم في آليات المستعملة في المركز، وعلى واجهة رسومية flexible WinCC لاقتراح شاشة للتحكم و المراقبة .

**كلمات مفتاح:** SIEMENS «S7 400 flexible Win CC» الآليات، المراقبة والإشراف.

## Résumé

L'automatisation et la supervision d'un centre de stockage et distribution des hydrocarbures liquide est l'objet du présent document. La solution d'automatisation proposée est basée sur l'utilisation d'un automate programmable SIEMENS S7 400 pour la commande des différents organes de l'installation et sur l'interface graphique Win CC flexible pour la supervision et le pilotage des opérations du centre de distribution.

**Mots clés :** SIEMENS S7 400, Win CC flexible, Automatisation, Supervision.

## Abstract

The automation and supervision of a central storage and distribution of liquid hydrocarbons is the subject of this document. The automation solution proposed is essentially based on the use of a programmable Logic Controller "PLC" of SIEMENS "S7 400". for controlling the various components of the installation and on the flexible Win CC graphic interface for supervising and controlling the operations of the distribution center.

**Keywords :** SIEMENS, « S7 400 », WinCC, flexible, Automatisation, Supervision.

# Table des matières

## *REMERCIEMENTS*

Dédicace

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste d'abréviation

***Introduction générale*** ..... 1

### *Chapitre 1 : Généralités sur l'entreprise Naftal*

1.1. Introduction..... 2

1.2. Présentation de NAFTAL ..... 2

1.3. Historique ..... 2

1.4. Mission ..... 3

1.5. Moyens ..... 3

1.6. Organigramme de la société ..... 4

1.7. Stratégie de l'entreprise ..... 5

1.8. Conclusion ..... 6

### *Chapitre 2 : Analyse fonctionnelle*

2.1. Introduction..... 7

2.2. Description..... 7

2.3. Capacité de stockage..... 8

2.4. Equipement reliant à chaque bac ..... 9

2.4.1. Vanne motorisée : ..... 9

2.4.2. Vanne manuelle ..... 9

2.4.3. Contacteur de niveau ..... 10

2.4.4. Pompe carburante ..... 10

2.5. Réception du gasoil et essence via le Collecteur ..... 11

2.6. Logigramme du remplissage des bacs ..... 11

2.6.1. Remplissage du bac TK1 ..... 11

2.6.2. Remplissage du bac TK2 ..... 12

2.7. Poste de chargement ..... 13

2.8. Logigramme du poste de chargement..... 14

2.8.1. Pompes carburant et chargement de camion GASOIL PTK1 ..... 14

2.8.2. Pompes carburant et chargement de camion SANS PLOMB PTK2 ..... 15

2.9. Description générale du processus d'automatisation.....	16
2.10. Salle de contrôle .....	17
2.11. Système ESD .....	17
2.12. Réseau anti incendie .....	18
2.13. Logigramme du cas d'incendie a la zone du poste de chargement.....	19
2.14. Conclusion .....	20

### **Chapitre 3 : Processus et matériel utilisé**

3.1. Introduction.....	21
3.2. Définition d'un API .....	21
3.3. L'automate industriel S7-400 .....	21
3.3.1. Caractéristiques de S7-400 .....	22
3.3.2. Structure interne d'un API s7-400.....	22
3.4. Les fonctions d'un API.....	24
3.5. Langage de programmation pour API .....	24
3.6. Objets communs à toutes les langages.....	25
3.7. Langage de programmation .....	25
3.8. Structure de programme utilisateur .....	26
3.9. Notion de Blocs dans le programme utilisateur.....	26
3.10. Traitement de programme par l'automate .....	27
3.11. Adressage des modules S7- 400 .....	27
3.12. Les mémentos .....	28
3.13. Le système de contrôle distribué (DCS).....	28
3.13.1. Les fonctions de DCS .....	28
3.13.2. Avantages du DCS.....	29
3.14. Simulation du programme à l'aide de S7-plcsim .....	30
3.14.1. Présentation du S7-plcsim .....	30
3.14.2. Création d'un projet.....	30
3.15. Interface homme machine.....	35
3.16. Chargement de programme.....	35
3.17. Fonctionnement de la CPU .....	35
3.17.1. Etat de marche (RUN-P).....	35
3.17.2. Etat de marche (RUN) .....	35
3.17.3. Etat d'arrêt (STOP).....	35
3.18. Effacement générale de la mémoire de CPU .....	35
3.19. Test du programme .....	36
3.20. Supervision : .....	36

3.20.1. Généralité sur la supervision industrielle .....	36
3.20.2. Rôle de la supervision.....	37
3.20.3. Avantage de la supervision .....	37
3.21. Présentations du logiciel Win CC flexible 2008.....	37
3.22. Constitution d'un système de supervision .....	38
3.23. Compilation et simulation.....	38
3.24. Conclusion .....	38
<b>Chapitre 4 : Programmation et simulation</b>	
4.1. Introduction.....	40
4.2. Liste des variables.....	40
4.3. Programmation du l'automate du process .....	43
4.3.1. Programme de remplissage du bac gasoil.....	43
4.3.2. Simulation du chargement de bac.....	45
4.3.3. Programme Chargement de camion gasoil .....	45
4.3.4. Simulation chargement de camion.....	46
4.4. Programmation du l'automate FIRE & GAZ .....	47
4.4.1. Programme cas d'incendie aux niveaux du poste chargement .....	47
4.4.2. Simulation du cas d'incendie au niveau de poste chargement.....	48
4.5. Arrêt d'urgence on cas d'incendie .....	49
4.6. Conclusion .....	50
<b>Conclusion générale</b> .....	51
<b>Bibliographie</b>	



## Liste des figures

Figure I. 1: Localisation de la direction du Naftal.....	2
Figure I. 2: Organigramme de la société.....	4
Figure II. 1: Schéma P&ID du process .....	7
Figure II. 2: Bac TK1 gasoil .....	8
Figure II. 3: Bac TK2 sans plomb.....	8
Figure II. 4: Motorisation de vanne .....	9
Figure II. 5: Pompe centrifuge .....	11
Figure II. 6: Collecteur d'arrivé de produit carburants.....	11
Figure II. 7: Organigramme du remplissage TK1 .....	12
Figure II. 8: Organigramme du remplissage TK2.....	13
Figure II. 9: Poste de chargement .....	14
Figure II. 10: Organigramme chargement de camion GO. ....	15
Figure II. 11: Organigramme chargement de camion SP .....	16
Figure II. 12: Salle de contrôle .....	17
Figure II. 13: TK3 bac d'eau .....	18
Figure II. 14: Vanne E/S et pomproie incendie .....	19
Figure II. 15: Organigramme du fonctionnement FIRE AND GAZ. ....	20
Figure III. 1: Automate programmable industriel.....	21
Figure III. 2: L'automate S7-400 .....	22
Figure III. 3: Structure d'un API.....	23
Figure III. 4: Structure fonctionnelle conventionnelle d'un DCS. ....	29
Figure III. 5: Fenêtre de création d'un projet.....	31
Figure III. 6: CPU 314-2 DP sélectionnée.....	31
Figure III. 7: Choix de bloc et langage de programmation.....	32
Figure III. 8: Nomination du programme .....	32
Figure III. 9: Ouverture de la fenêtre configuration matériel .....	33
Figure III. 10: Création de la table des mnémoniques.....	34
Figure III. 11: Table des mnémoniques .....	34
Figure IV. 1: Remplissage bac Go.....	44
Figure IV. 2: simulation chargement du bac.....	45
Figure IV. 3: Chargement de camion bras 2 ilot 1.....	46
Figure IV. 4: simulation de chargement du camion Go.....	46
Figure IV. 5: cas d'incendie a la zone du poste chargement .....	48
Figure IV. 6: cas d'incendie au poste chargement.....	49
Figure IV. 7: arrêt d'urgence au niveau du salle du contrôle .....	49

## Liste d'abréviation

C : clapet

DCMT\_D : disposition mise à terre à droite

DCMT\_G : disposition mise à terre à gauche

DCS : Distributed Control System / Système de Contrôle Distribué

ESD : Emergency Shut Down / Arrêt d'Urgence

GO : gasoil

HV\_E : vanne d'entrée

HV\_S : vanne de sortie

ILOT : post du chargement

LHL : contacteur de niveau d'haut

LWL : contacteur de niveau de bas

MP : électropompe

PTk1 : pompe bac gasoil

PTk2 : pompe bac sans plomb

SP : sans plomb

Tk1 : bacs gasoil

Tk2 : bacs sans plomb

Ti : capteur de température

VNP : vanne de purge

VE : vanne d'entrée Bac

VS : vanne de sortie Bac

VP : vanne passerelle

VD : vanne drainage Bac

VL : vanne de line

VR : vanne refoule pompe

VHM : vanne motorisée

# *Introduction générale*

Durant les prochaines décennies, le marché national sera caractérisé par une hausse croissante de la demande en carburants. La sécurisation de l'approvisionnement de ce marché demeure un objectif ciblé tant pour les pouvoirs publics que pour l'entreprise nationale chargée de commercialisation des produits pétroliers raffinés (NAFTAL) en sa qualité de Gestionnaire des Infrastructures de Stockage (GIS) et principal opérateur économique dans la distribution des produits pétroliers sur le marché national. Cette sécurisation du marché passe nécessairement par une meilleure autonomie de stockage en carburants et une optimisation de la gestion en optant sur l'automatisation graduelle de ces dépôts carburants. Pour atteindre cet objectif, NAFTAL a envisagé la réalisation d'un vaste programme de développement des capacités de stockage qui passe par l'augmentation des capacités de stockage et une modernisation de ses dépôts.

Le présent travail est réparti en quatre chapitres principaux :

- le premier chapitre englobe la présentation de la société NAFTAL.
- le deuxième chapitre concerne le principe de fonctionnement des API.
- le troisième chapitre présente l'automate programmable industriel S7-400, le logiciel de programmation PCS7, et la supervision industrielle via le logiciel WINCC flexible.
- le quatrième chapitre concerne l'étude technologique et économique de l'automatisation du centre de stockage et de distribution ainsi que le de chargement des camions citernes.

***Chapitre 1 : Généralités sur  
l'entreprise Naftal***

## 1.1. Introduction

Le premier Chapitre est consacré à la Présentation de l'entreprise NAFTAL aux quelle s'est déroulé notre stage de projet de fin d'études.

## 1.2. Présentation de NAFTAL

Naftal est une entreprise pétrolière Algérienne. Fondé en 1982 et filiale à 100% du groupe Sonatrach, la direction générale Installé dans Route des dunes 16002 Cheraga Alger – Algérie.



Figure I. 1: Localisation de la direction du Naftal.

## 1.3. Historique

- Issue de SONATRACH, l'entreprise ERDP a été créée par le décret N° 80/101 du 06 avril 1981. Entrée en activité le 1er janvier 1982, elle est chargée du raffinage et de la distribution des produits pétroliers.
- En Août 1987, l'activité raffinage est séparée de l'activité distribution et dévolue à une nouvelle entité NAFTEC.
- NAFTAL est désormais chargée uniquement de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et dérivés.
- En 1998, elle change de statut et devient Société par actions filiale à 100% de SONATRACH.

## 1.4. Mission

NAFTAL a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché national.

Elle intervient dans les domaines :

- de l'enfûtage des GPL
- de la formulation de bitumes
- de la distribution, stockage et commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes,

Pneumatiques, GPL/carburant, produits spéciaux.

- du transport des produits pétroliers.

## 1.5. Moyens

Avec un personnel de 30 000 agents, Naftal est le premier distributeur de produits pétroliers en Algérie.

Elle contribue à hauteur de 51% de l'énergie finale en fournissant 10 millions de tonnes de produits pétroliers par an sous forme de :

- Carburants (8 millions de T).
- Gaz de pétrole liquéfiés (plus de 1.6 million de T).
- Bitumes (plus de 0.5 million de T).
- Lubrifiants (plus de 70 000 T).

Représentant pour l'exercice 2007 :

- Un chiffre d'affaires toutes taxes comprises de 208 milliards de DA.
- Une valeur ajoutée de 30 milliards de DA.
- Un résultat d'exploitation de 6 milliards de DA.

Pour cela elle dispose de :

- 49 centres et dépôts de distribution et de stockage de carburants,
- 22 centres et 27 magasins lubrifiants et pneumatiques.
- 26 centres et dépôts Aviation, 06 centres marine.

- 49 dépôts relais de stockage GPL.
- 41 centres d'emplissage GPL d'une capacité d'enfûtage de 1,2 millions tonnes/an.
- 3 centres vrac GPL.
- 15 unités bitument d'une capacité de formulation de 360.000 tonnes/an.
- 3 000 véhicules de distribution et 800 engins de manutention et de maintenance.
- 730 Km de canalisation

Et son réseau de distribution s'étend sur :

- 1 952 stations-service dont 671 en toute propriété
- 7925 points de vente GPL.

### 1.6. Organigramme de la société

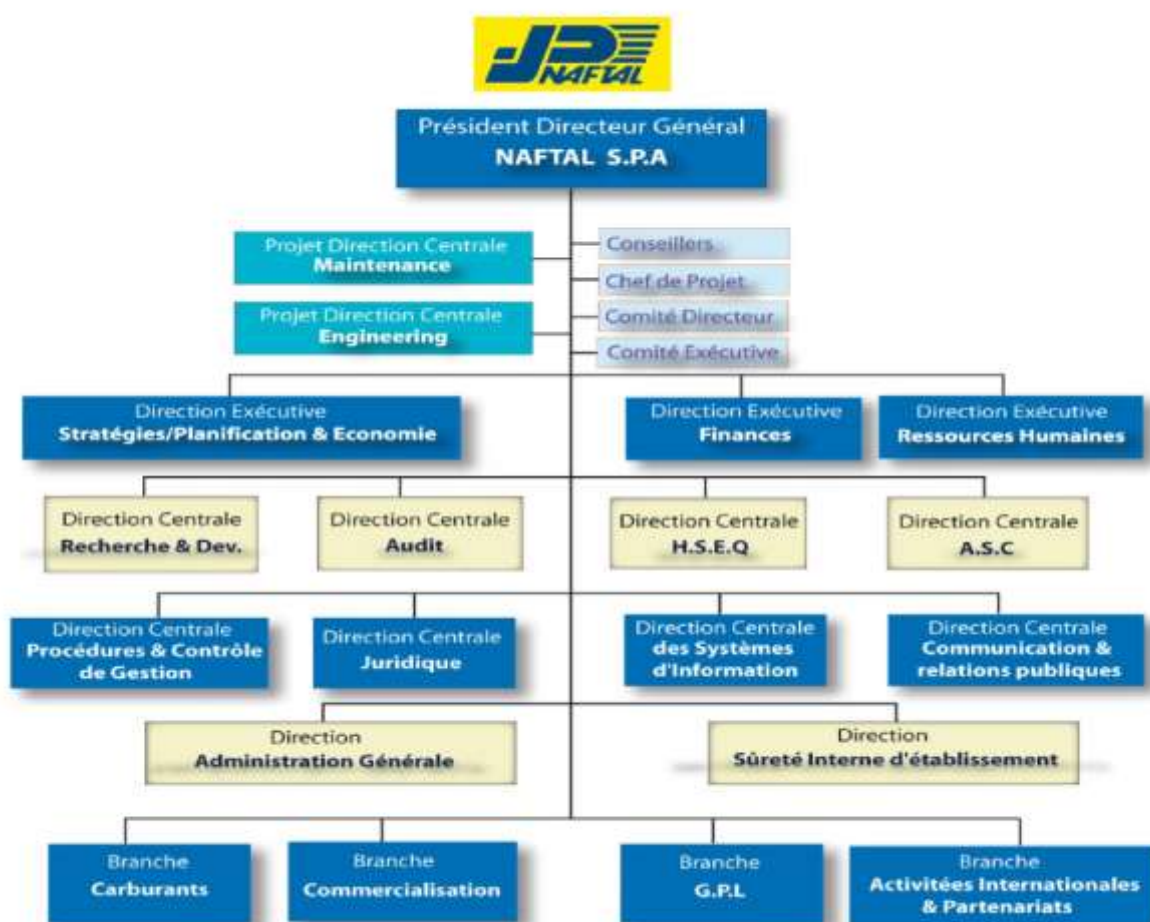


Figure I. 2: Organigramme de la société



## 1.7. Stratégie de l'entreprise

A travers son plan de développement, Naftal vise un double objectif :

- Poursuivre sa mission de distribution des produits pétroliers.
- Améliorer sa qualité de service.

### **Les principales actions menées par Naftal portent sur :**

- La modernisation et la réhabilitation de ses infrastructures de stockage.
- La mise en conformité de ses installations avec les normes de protection de l'environnement et de sécurité industrielle.
- La modernisation et l'extension de son réseau de stations-service.
- Le renouvellement de ses moyens de transport par route et de son matériel de manutention.
- L'augmentation de ses capacités de transport par pipe.
- La promotion de ses produits propres : GPL et essence sans plomb

### **Département technique :**

Le département élabore les plans de maintenance des équipements dépôts et Canalisations et en suit l'exécution.

- Élabore également les plans et budgets d'investissement.
- S'occupe de la rénovation, de l'extension, de la remise à niveau et du remplacement des équipements et des installations fixes, canalisations, station-service.
- Se charge des programmes de visite d'inspection des installations fixes et canalisations.
- Suit l'exploitation des centres de conversion.
- Établit des rapports d'activité périodiques.

### **Service étude et réalisation :**

Le service dispose d'une section travaux neufs.

- Est chargé des études de rénovation ainsi que l'extension des installations.
- S'occupe des cahiers de charge (partie technique) ainsi que des dossiers techniques d'architecture et génie civil.
- Est chargé du suivi et contrôle des attachements des travaux
- Se charge des réceptions provisoires et définitives des projets
- Suit les ordres de travail des différentes études
- Établit les programmes des travaux programmés
- Suit la réalisation des travaux tout en établissant les rapports d'avancement
- S'occupe des cahiers des charges concernant la partie technique.
- Est chargé de l'élaboration des dossiers techniques de génie civil et architecture.

- Contrôle les attachements des différents travaux.
- Suit et contrôle les factures des travaux engagés.
- Confectionne les différents rapports périodiques.

### **Service inspection canalisations :**

- Veille à l'application de la réglementation en vigueur concernant la maintenance préventive
- Procède à l'entretien régulier des différents postes.
- Surveille les mesures de potentiel et d'intensité le long des pipe-lines.
- S'occupe de l'évaluation et de l'établissement du budget de rénovation et maintenance des canalisations.
- Élabore et suit le planning des contrôles techniques
- Gère enrichit au besoin la documentation technique.
- S'occupe de l'application de la réglementation en matière d'exploitation et de sécurité des équipements et installations fixes.
- Se charge de l'application des programmes de révision périodiques des équipements et des installations.
- Établit les plans des budgets d'investissement des infrastructures fixes et équipements.
- Analyse les rendements de la maintenance.
- Veille à l'exploitation optimale et rationnelle des installations
- Suit la gestion et la maintenance des centres de conversion
- Assure la maintenance des installations au niveau des stations-services et points de vente.

## **1.8. Conclusion**

À travers ce chapitre nous avons présenté l'entreprise Naftal ainsi que leur produit, notre intérêt s'est dirigé vers le centre de développement dans les objectifs principaux sont l'étude et la réalisation des projets du Naftal.

Le chef département du centre nous a proposé un projet qui consiste à faire l'automatisation et la sécurisation d'un dépôt de carburant.

Le chapitre qui suit s'orientera vers l'étude du fonctionnement de la partie suscitée.

***Chapitre 2 : Analyse  
fonctionnelle***

## 2.1. Introduction

Ce chapitre consiste à faire une description du projet et une présentation schématique du dépôt de carburant, nous présenterons par la suite les équipements utilisés qui ont servie pour réaliser toutes les études de cas.

## 2.2. Description

Ce projet consiste à automatiser et sécuriser un dépôt du carburant, le dépôt est composé de deux bacs dédiés au stockage des produits pétroliers respectivement Gasoil et Essence, le chargement et le déchargement des bacs se fait à travers des vannes motorisées et des pompes pour le chargement du camions citernes. Les installations de dépôts sont gérées par deux automates programmables, le premier est utilisé pour la gestion des arrêts d'urgences et la détection incendie et le deuxième pour la gestion du processus ainsi le chargement de camions.

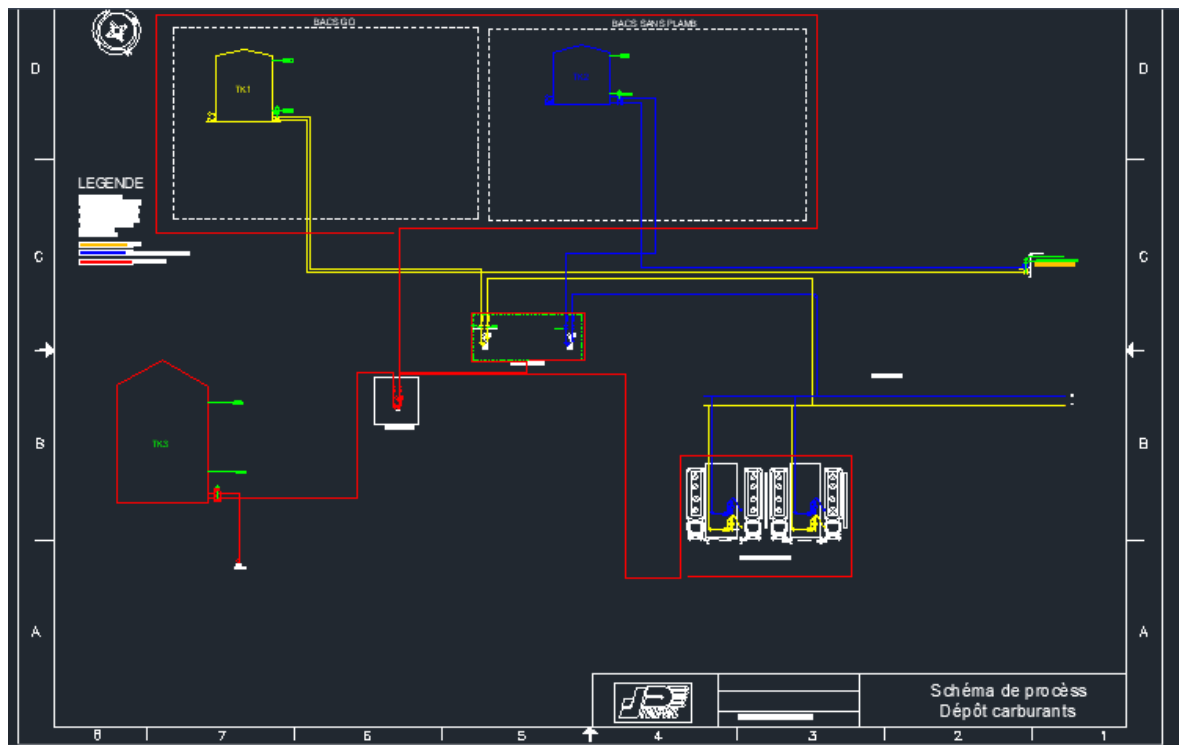


Figure II. 1: Schéma P&ID du process

### 2.3. Capacité de stockage

La capacité de stockage existante est composée de :

**TK1** : un (1) bac GO d'une capacité de stockage de 1000m<sup>3</sup>.

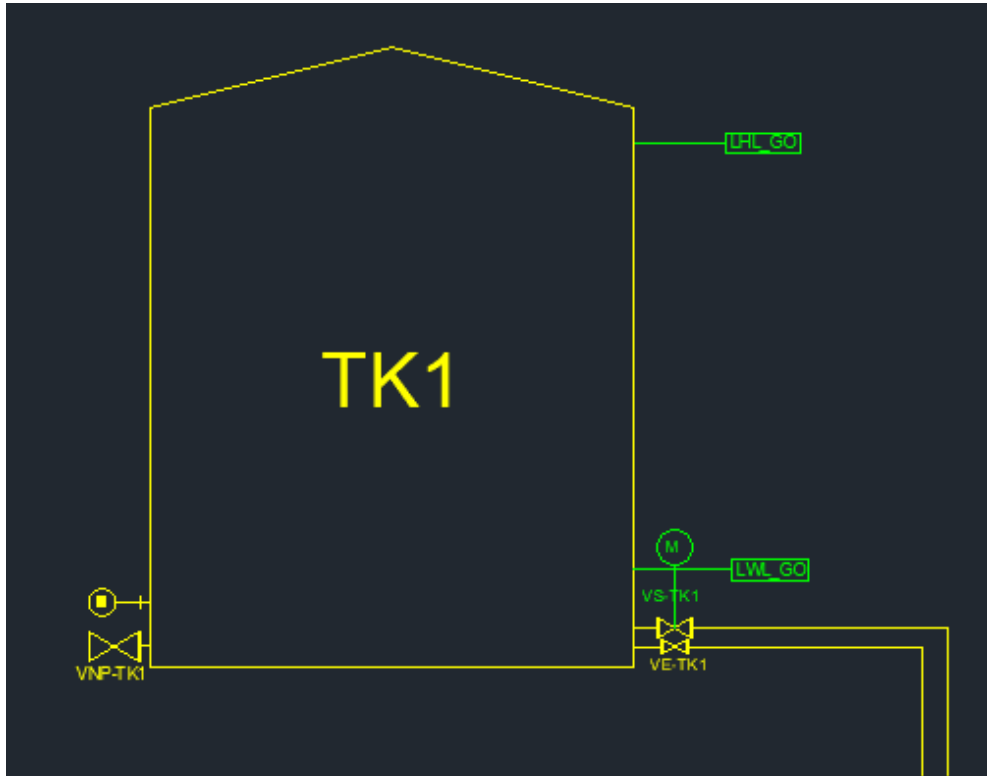


Figure II. 2: Bac TK1 gasoil

**TK2** : un (1) bac SP d'une capacité de stockage de 1000m<sup>3</sup>.

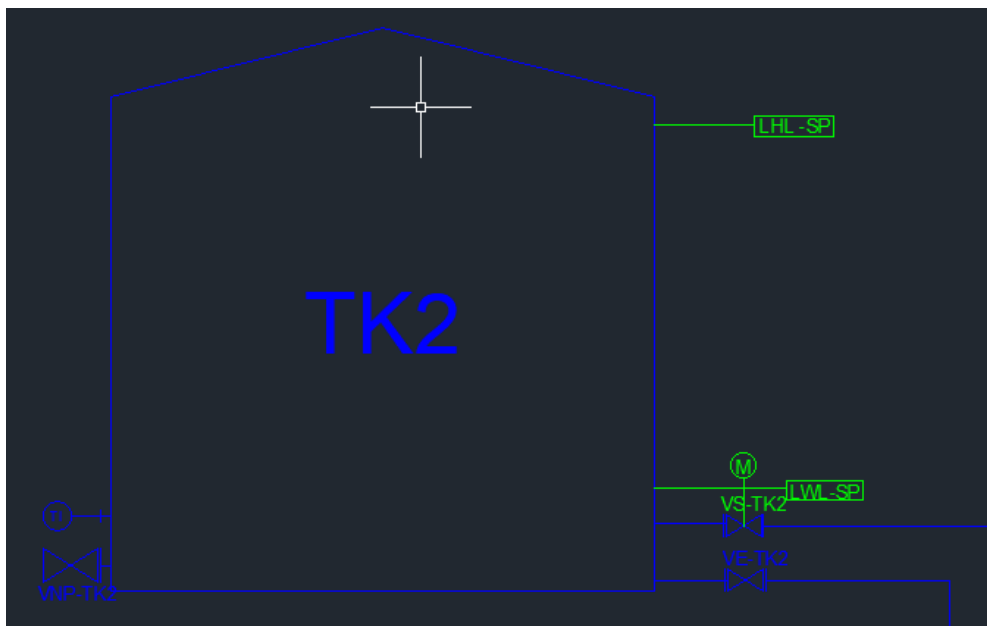


Figure II. 3: Bac TK2 sans plomb

## 2.4. Equipement reliant à chaque bac

Ces deux bacs reliés à deux contacteurs de niveau :

LHL représente contacteur de niveau haut, et LWL représente le contacteur de niveau bas. Aussi on trouve un capteur de température pour contrôler la température du bac on cas d'échauffement anormal du bac on procède au refroidissement et/ou utilisé pour calculer le V15 du produit.

Le chargement et le déchargement de bac ce fait par des vannes d'entrée /sortie chaque vannes motorisés est contrôlé par l'automate de processus.

### 2.4.1. Vanne motorisée :

Ce sont des vannes à boisseau sphérique (boule) à 2 voies équipées d'un servomoteur qui pilote la vanne en direction d'ouverture ou fermeture. Dans le Centre, les vannes motorisées sont placées au pied de bac, en aspiration et en refoulement des pompes carburant (chargement et déchargement). [1]



Figure II. 4: Motorisation de vanne

### 2.4.2. Vanne manuelle

Ces vannes seront installées au niveau de la nappe de tuyauterie de la pomperie carburant, chargement camions et wagon-citerne ainsi que les postes de déchargement camions et wagons. Elles seront équipées d'un assemblage pour commuter la position avec deux contacts. Le corps de l'interrupteur de position sera relié avec la vanne pour former un assemblage unique.

Toutes les vannes seront équipées de contacts indiquant la position de la vanne : ouvertes / fermées ces contacts sont appelés " fin de course " et sont reliés en salle de contrôle vers le système d'automatisme pour contrôler et vérifier le circuit de chaque produit. [7]

### 2.4.3. Contacteur de niveau

Les contacteurs de niveau sont utilisés dans la conduite de process pour la gestion d'alarmes de niveaux critiques (cuve vide ou pleine) et dans la gestion de points de consigne pour le remplissage ou la vidange de réservoirs, etc. [8]

### 2.4.4. Pompe carburante

Les pompes installées au niveau du dépôt sont de type centrifuge.

La pompe centrifuge est une machine tournante qui grâce à un rotor à aubes convenablement orientées augmente l'énergie cinétique et projette à l'aide de la force centrifuge le liquide à la périphérie sur la volute. A la sortie et à l'aide d'un divergent, une grande partie de l'énergie cinétique se transforme en pression motrice. Elles sont essentiellement constituées d'une pièce en rotation, le rotor appelée aussi roue ou hélice qui tourne dans un carter appelée corps de pompe ou volute.

On peut décomposer le fonctionnement de ces pompes en deux étapes :

- **L'aspiration** : Le liquide est aspiré au centre du rotor par une ouverture appelée distributeur dont le rôle est de conduire le fluide depuis la conduite d'aspiration jusqu'à la section d'entrée du rotor. La pompe étant amorcée, c'est à dire pleine de liquide, la vitesse du fluide qui entre dans la roue augmente et par conséquent la pression dans l'ouïe diminue et engendre ainsi une aspiration et maintient l'amorçage.

**L'accélération** : Le rotor transforme l'énergie mécanique appliquée à l'arbre de la machine en énergie cinétique. A la sortie du rotor, le fluide se trouve projeté dans la volute dont le but est de collecter le fluide et de le ramener dans la section de sortie. La section offerte au liquide étant de plus en plus grande, son énergie cinétique se transforme en énergie de pression.



Figure II. 5: Pompe centrifuge

## 2.5. Réception du gasoil et essence via le Collecteur

L'opération de la réception du Gasoil et Essence via le collecteur se fera dans un des bacs destinés (TK1 ou TK2) le système DCS procédera aux vérifications suivantes :

- Le programme s'assure que la vanne d'entrée du collecteur est à l'état ouverte.
- Le programme vérifie qu'un des bacs (TK1 ou TK2) est assigné comme bac en réception.
- Que le niveau haut n'est pas atteint dans le bac en réception.

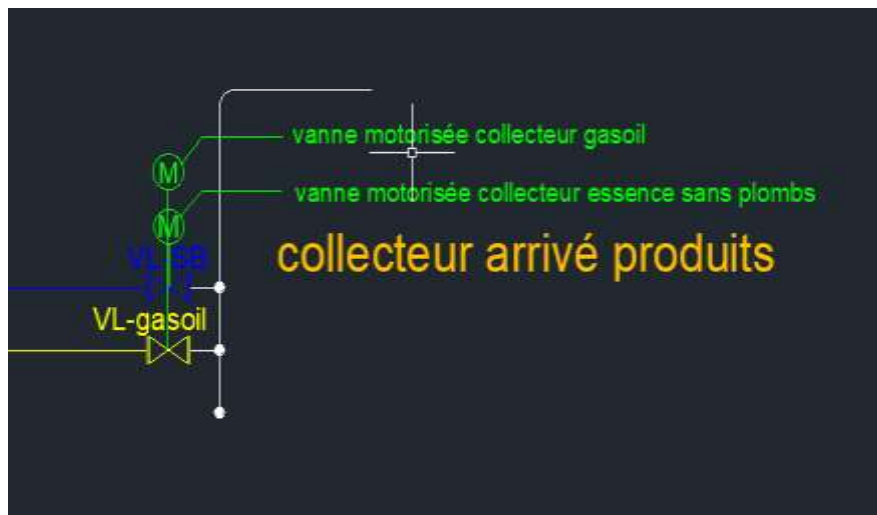


Figure II. 6: Collecteur d'arrivé de produit carburants

## 2.6. Logigramme du remplissage des bacs

### 2.6.1. Remplissage du bac TK1

Le remplissage du bac GO (TK1) se fait par les étapes suivantes :

- 1) La vérification du contacteur LWL indique que le réservoir est vide et que la vanne du sortie VS du réservoir est fermée.



- 2) L'ouverture de la vanne d'entrée VE et la vanne du collecteur VL-GO, il faut également vérifier si la vanne VL-SP est fermée.
- 3) Si la condition précédente est vérifiée, alors le réservoir va remplir le bac.
- 4) Si le contacteur LHL indique 1 se vérifier alors le bac est plein donc on fermera la vanne VL-GO et 10 secondes plus tard la vanne VE de tk1 se fermera également.

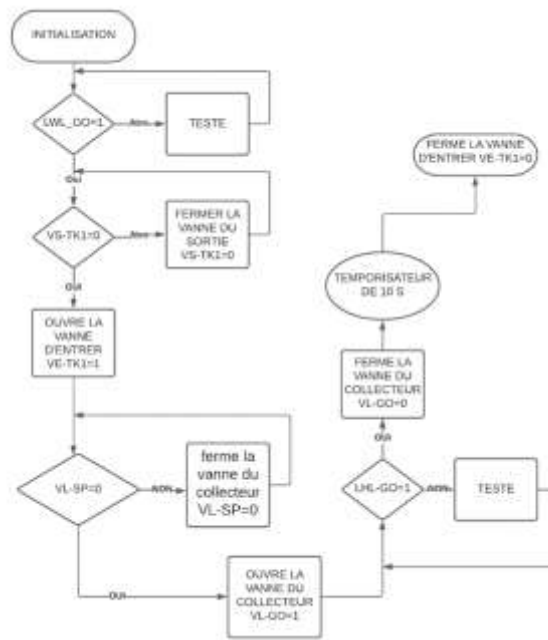


Figure II. 7: Organigramme du remplissage TK1

### 2.6.2. Remplissage du bac TK2

Le remplissage du bac SP (TK2) se fait par les étapes suivantes :

- 1) La vérification du contacteur LWL indique que le réservoir est vide et que la vanne du sortie VS du réservoir est fermée.
- 2) L'ouverture de la vanne d'entrée VE et la vanne du collecteur VL-SP, il faut également vérifier si la vanne VL-GO est fermée.
- 3) Si la condition précédente est vérifiée, alors le réservoir va remplir le bac.
- 4) Si le contacteur LHL indique 1 se vérifier que le réservoir est plein alors on fermera la vanne VL-SP et 10 secondes plus tard la vanne VE de tk2 se fermera également.

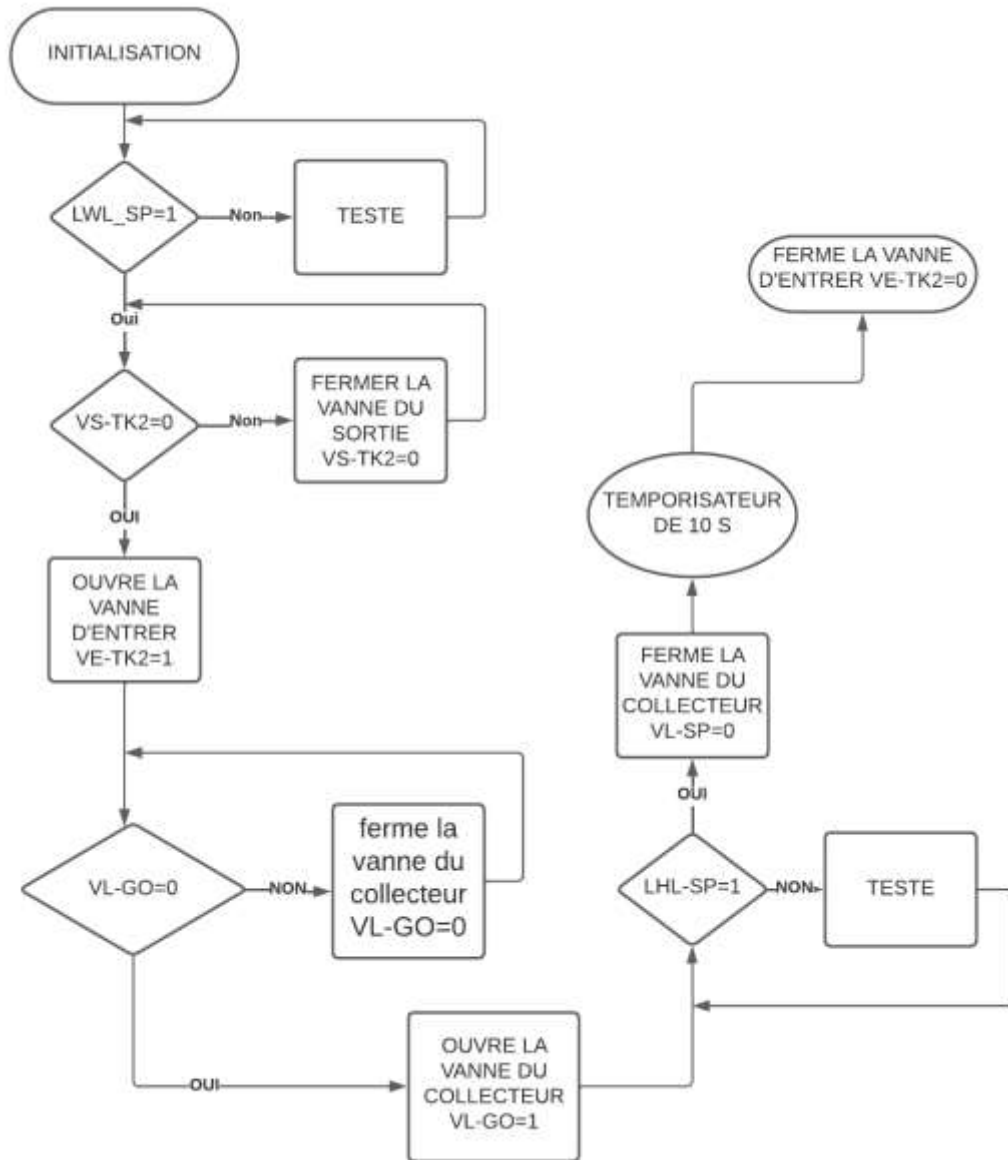


Figure II. 8: Organigramme du remplissage TK2

## 2.7. Poste de chargement

Le Système de chargement des camions raccordés à l'automate de processus, se fait via les bras de chargements et les équipements d'accès sécurisé.

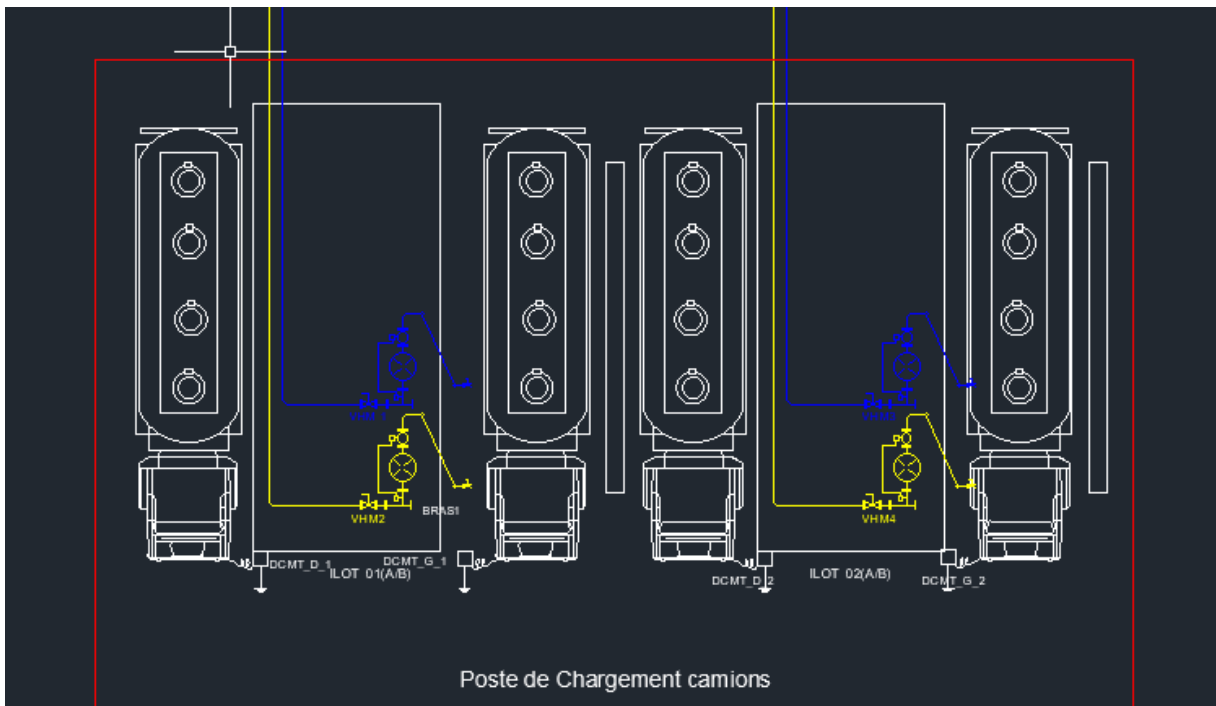


Figure II. 9: Poste de chargement

## 2.8. Logigramme du poste de chargement

### 2.8.1. Pompes carburant et chargement de camion GASOIL PTK1

Nous avons présenté l'organigramme de chargement du bac, maintenant nous présenterons le déchargement du bac (chargement du camion).

Le chargement du camion se fait par les étapes suivantes :

- Tout d'abord, nous allons tester que le réservoir TK1 est plein et que la vanne d'entrée VE-TK1 est fermée.
- l'ouverture de la vanne de sortie VS-TK1.
- DCMT-D, veut dire que le camion est présent à la droite de l'îlot, le bras 1 de l'îlot 2 doit être à droite et en position basse.
- Si toutes les conditions sont vérifiées, la vanne VH21 s'ouvre.

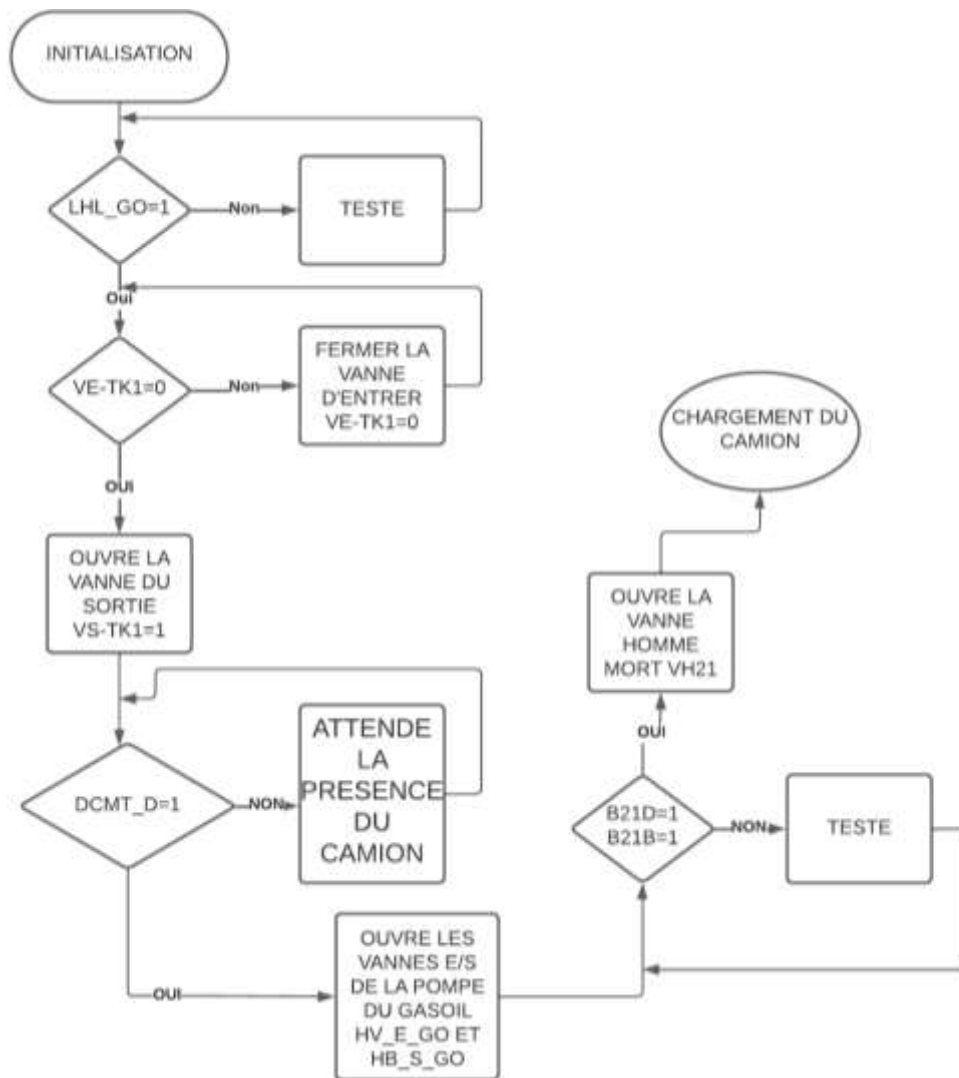


Figure II. 10: Organigramme chargement de camion GO.

### 2.8.2. Pompes carburant et chargement de camion SANS PLOMB

#### PTK2

- Tout d'abord, nous allons tester que le réservoir TK2 est plein et que la vanne d'entrée VE-TK2 est fermée.
- L'ouverture de la vanne du sortie VS-TK2.
- DCMT-D, veut dire que le camion est présent à droite de l'îlot, le bras 1 de l'îlot 1 doit être à droite et en position basse.
- Si toutes les conditions sont vérifiées alors la vanne VH11 s'ouvre.

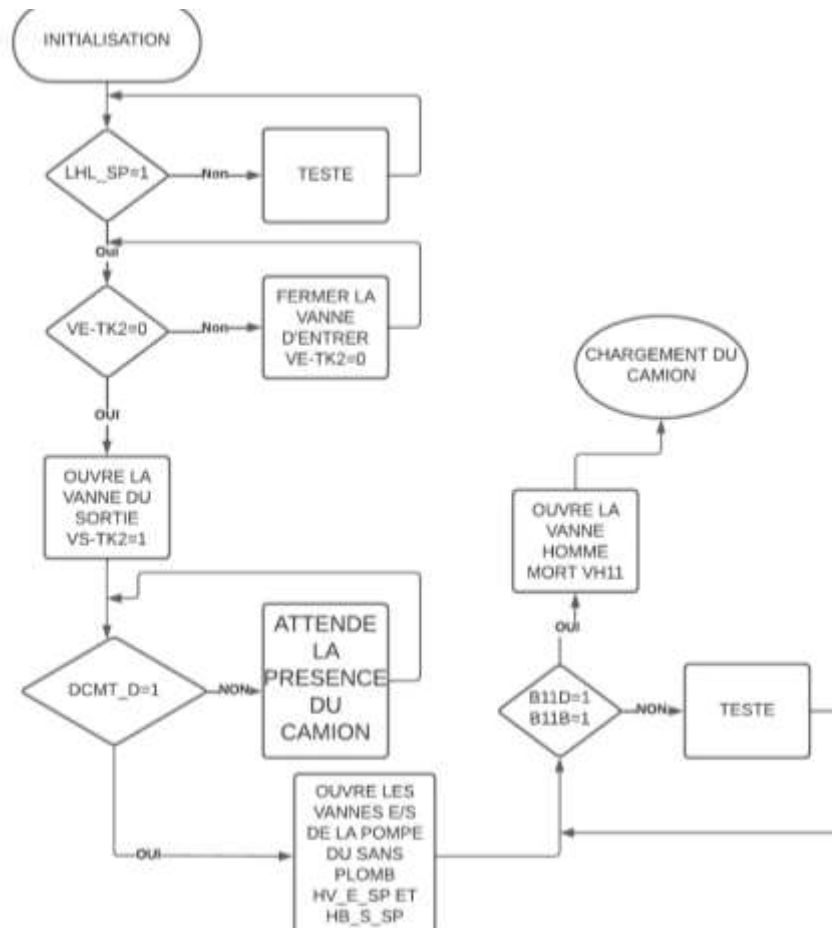


Figure II. 11: Organigramme chargement de camion SP

## 2.9. Description générale du processus d'automatisation

Dans le but d'automatiser le fonctionnement du processus de chargement et stockage carburant au niveau du dépôt de toute l'installation, les principales performances visées sont :

- Une interface graphique simple à utiliser et intuitive.
- Une programmation des opérations d'une manière fiable afin de ne pas perdre le contrôle.
- Sécuriser le fonctionnement et annuler les fausses manipulations en contrôlant les opérations effectuées via la salle de contrôle.
- Gestion de l'interaction entre les différents arrêts d'urgences et les capteurs du système incendie.
- Minimiser l'intervention humaine dans les procédures opérationnelles automatisées.

## 2.10. Salle de contrôle

La salle de contrôle est gérée par des opérateurs, cette salle est équipée de :

- Système de supervision informatisé.
- Armoire de commande composé de :
  - Une automate de processus.
  - Une automate ESD (Emergency Shut Down /Arrêt d'Urgence).
  - Une Centrale fire&gaz pour la sécurité du process.



Figure II. 12: Salle de contrôle

## 2.11. Système ESD

Le système ESD (Emergency Shut Down) a la fonction de gérer les logiques et les séquences de sécurité de la station. Les fonctions de sécurité est la mise en sécurité de la station et du procédé pour les principaux mauvais fonctionnements de l'alimentation électrique et des principaux équipements de procédé (pompes, moteurs, vannes motorisées, vannes de contrôle, etc.) et particulièrement :

- L'exécution des procédures d'arrêt d'urgence de station.
- L'exécution des procédures d'arrêt d'urgence de procédé de station (PSD – Process Shut Down).
- L'exécution des procédures d'arrêt d'urgence d'unités ou de zones de station (USD – Unit Shut Down).

L'interface opérateur du système de contrôle de station et les boutons poussoirs d'urgence sont placés soit dans la salle de contrôle soit en champ.

## 2.12. Réseau anti incendie

Les produits pétroliers sont très dangereux, se qui fait que la présence d'un réseau anti-incendie dans notre dépôt est obligatoire, le réseau anti-incendie est composé de :

- Un bac eau (TK3) anti-incendie de capacité 500 m3.

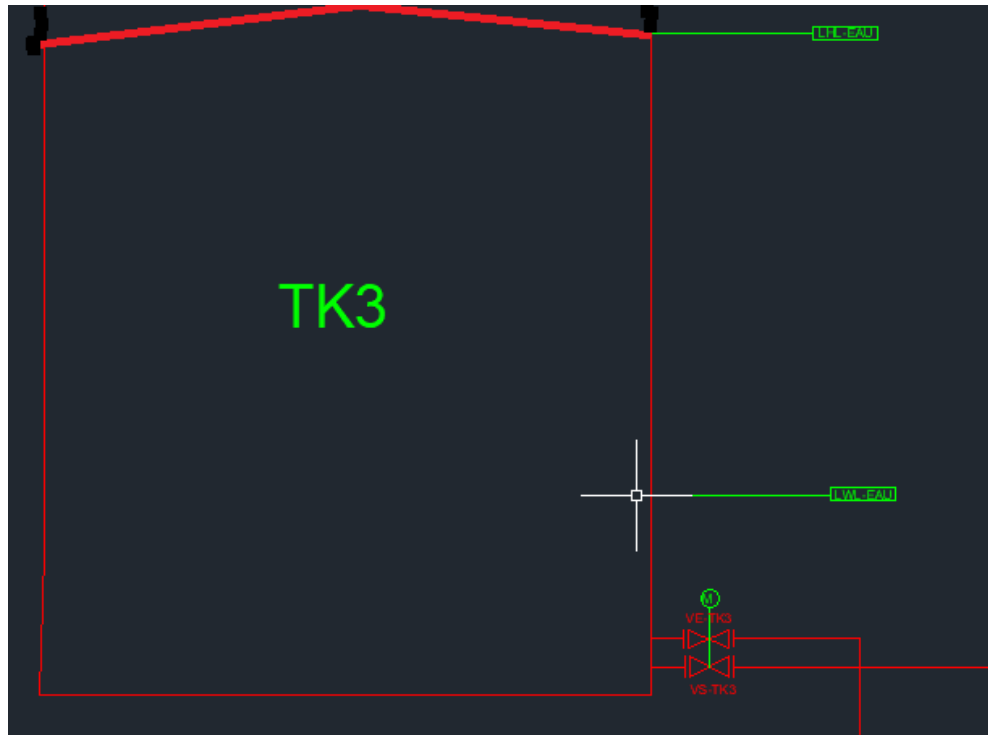


Figure II. 13: TK3 bac d'eau

- Une station de pompage constituée de :
  - Un système de maintien de pression.

Nous trouvons comme équipement deux contacteurs de niveaux et deux vannes d'entrée/sortie motorisés, gérés par l'automate de processus.

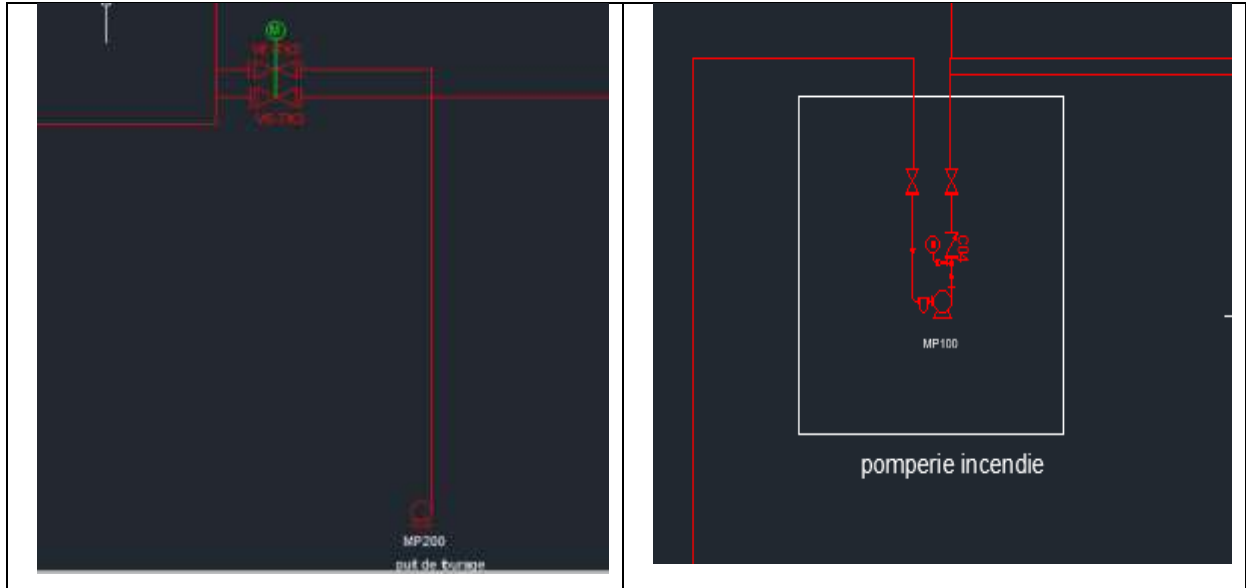


Figure II. 14: Vanne E/S et pomperie incendie

La vanne d'entrée reliée à le puit de forage et la vanne de sortie reliée à la pomperie d'incendie.

### 2.13. Logigramme du cas d'incendie a la zone du poste de chargement

Le rôle principal de l'automate **Fire & Gaz** est d'assurer la sécurité du processus. Dans cet organigramme, nous expliquons le fonctionnement de cet automate.

Si le capteur CAP-PCH=1 alors le voyant et l'alarme aux niveaux de la salle de contrôle s'allument.

Si le capteur de niveau haut LHL-TK3=1 alors la vanne de la sortie VS-TK3 s'ouvre.

La pompe à eau MP100 démarre si le capteur CAP-PCH= 0, l'alarme et le voyant s'éteignent en même temps.

A la fin, nous arrêtons la pompe à eau MP100 et fermons la vanne VS-TK3, puis le processus termine son travail.



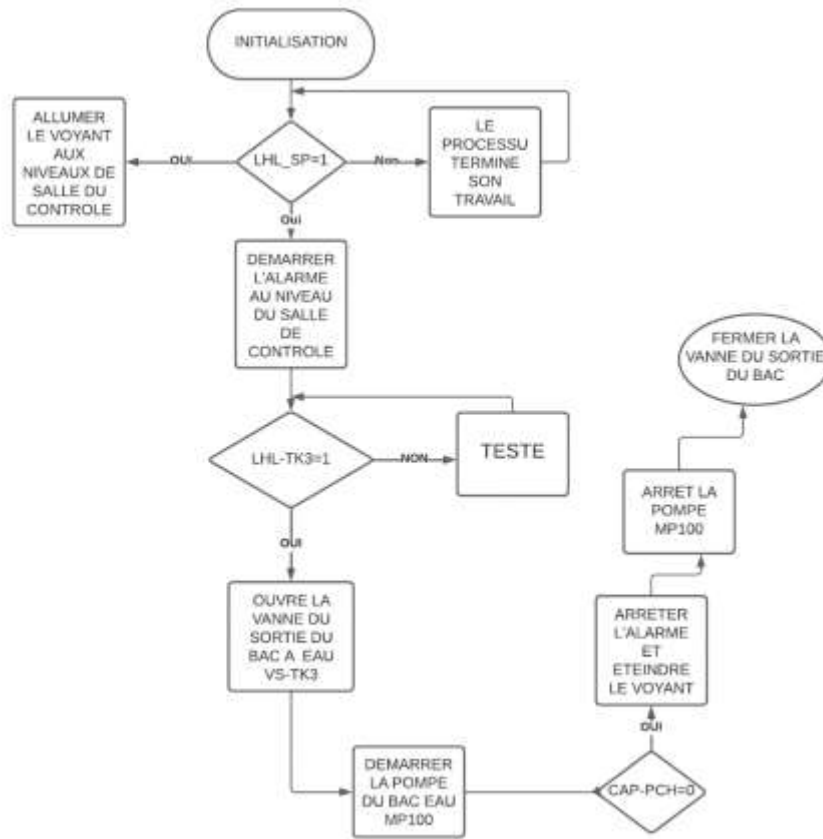


Figure II. 15: Organigramme du fonctionnement FIRE AND GAZ.

## 2.14. Conclusion

Toutes les installations du dépôt de carburant demandent une automatisation complète et sécurisée. Notre dépôt du carburant nécessite l'installation du différent système de gestion, contrôle-commande ainsi que les équipements et l'instrumentation y afférents.

***Chapitre 3 : Processus et  
matériel utilisé***

### 3.1. Introduction

Un processus est automatisé lorsque le passage d'une situation initiale à une situation finale se fait sans intervention humaine, sachant que le comportement des processus est répétitif chaque fois que les conditions qui caractérisent la situation initiale sont remplies. L'automatisation conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats. Le but de ce chapitre est de donner un aperçu sur les systèmes automatisés et une description des systèmes de contrôle et de sécurité utilisés dans ce travail.

### 3.2. Définition d'un API

Automate Programmable Industriel (API) un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré actionneurs (Partie Opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (Partie Commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique. [9]



Figure III. 1: Automate programmable industriel

### 3.3. L'automate industriel S7-400

STEP 7 est un logiciel de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC. Il est formé d'un ensemble d'application avec lesquelles nous pouvons aisément réaliser des tâches partielles comme :

- La configuration et le paramètre du matériel.
- La création et le test de programme utilisateur.
- La configuration de réseau et de liaison.

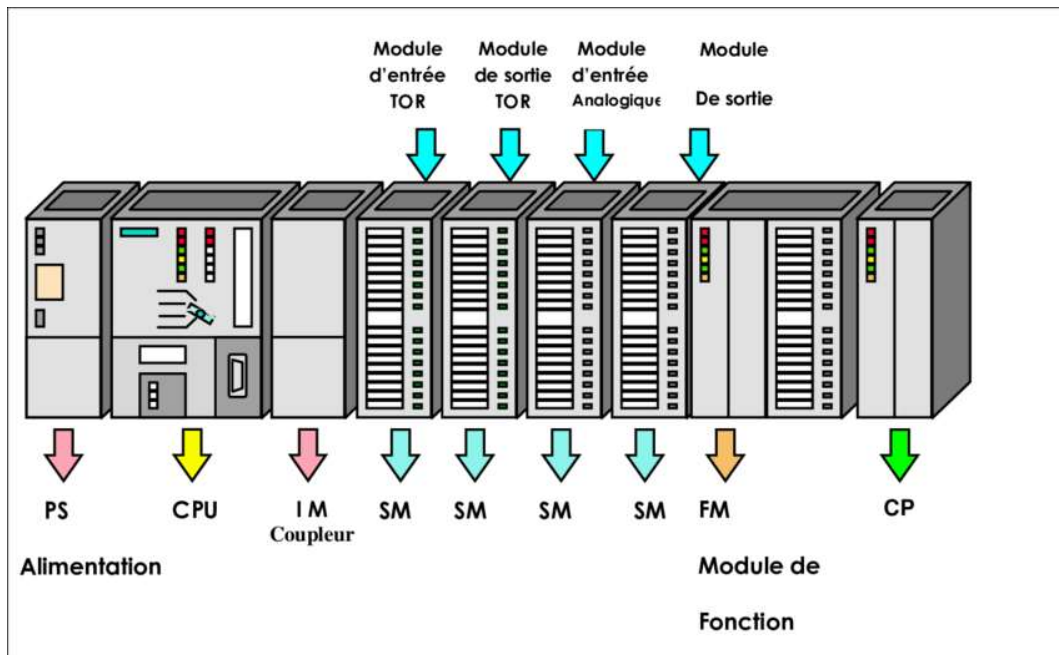


Figure III. 2: L'automate S7-400

### 3.3.1. Caractéristiques de S7-400

L'automate programmable S7-400 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU
- Gamme complète de module
- Possibilité d'extension jusqu'à 32modules
- Bus du fond de panier intégré au module
- Raccordement centrale de la PG avec accès à tous les modules
- Possibilité de mise en réseau avec MPI, PROFEBUS, INDUSTRIAL ETHERNET
- Liberté de montage aux différents emplacements
- Les modules peuvent fonctionner sans ventilateur

### 3.3.2. Structure interne d'un API s7-400

- **Une unité centrale de traitement (CPU) :** assure le traitement des informations et la gestion des toutes les unités. Ce module comprend un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, mémoires RAM et EEPROM nécessaire

pour stocker les programmes, les données et les configurations de configuration du système.

- **Une alimentation (PS) :** d'une tension de 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit des tensions CC de +/-5V, +/-12V ou +/-15V.
- **Interfaces d'entrée et de sortie :** Un ou plusieurs modules d'entrées TOR ou analogiques pour l'acquisition des informations de la partie opérationnelle (processus à réaliser). Un ou plusieurs modules de sorties TOR ou analogiques pour transmettre les signaux de commande à la partie opérative. Il existe des modules qui intégrer simultanément les entrées et les sorties.[2]
- **Bus de données :** transporte les données utilisées dans les traitements effectués par le CPU.
- **Mémoire programmable :** représente un espace de stockage permanent pour le système d'exploitation et les données figées utilisées par le CPU.
- **Mémoire de données :** est utilisée pour stocker les données et les programmes lors du fonctionnement.

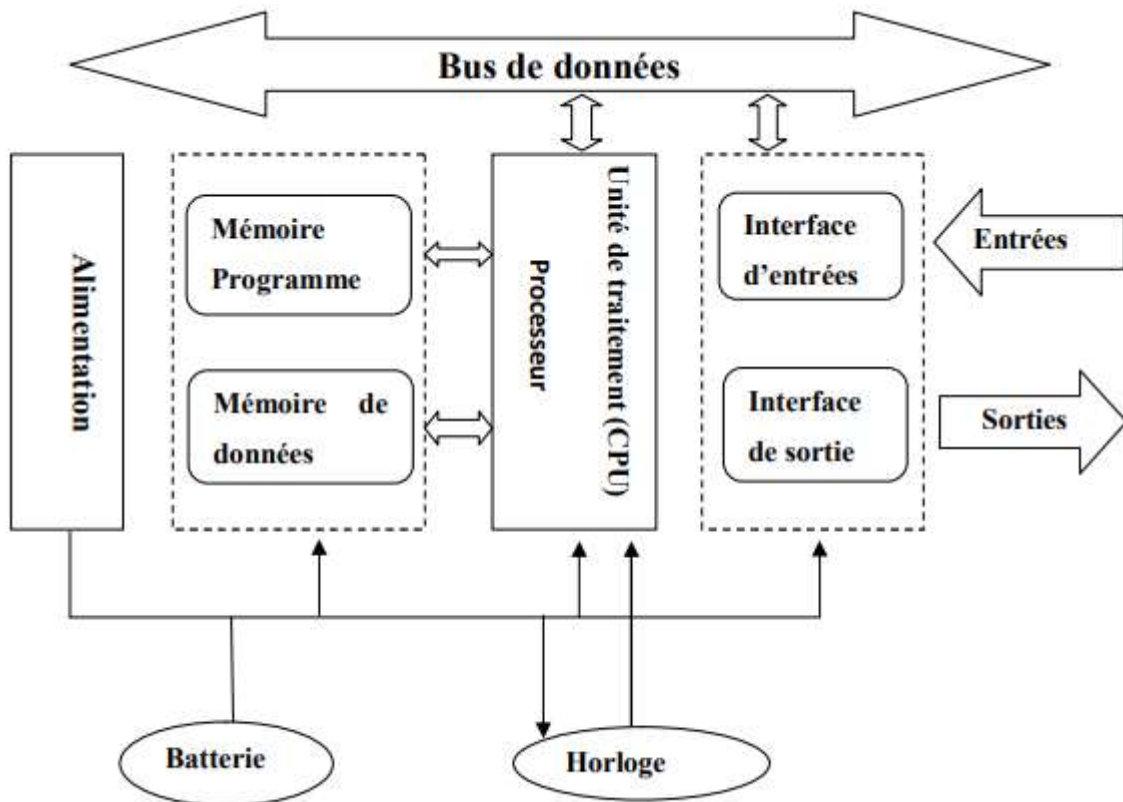


Figure III. 3: Structure d'un API

### 3.4. Les fonctions d'un API

L'automate doit remplir :

Un rôle de commande : où il est un composant d'automatisme, élaborant des actions, suivant un algorithmique approprié, à partir des informations que lui fournissent des détecteurs (Tout ou Rien) ou des capteurs (analogiques ou numériques) ;

Un rôle de communication : où il est capable de communiquer avec :

- Des opérateurs humains : c'est le dialogue d'exploitation,
- D'autres processeurs, hiérarchiquement supérieurs (DCS), égaux (autres automates intervenant dans la même chaîne) ou inférieurs (instruments intelligents).

### 3.5. Langage de programmation pour API

Il existe différents langages de programmation définis par la norme CEI 61131-3, elle définit cinq langages qui peuvent être utilisés pour la programmation des automates programmables industriels. Ces cinq langages sont :

- **LD (« Ladder Diagram », ou schéma à relais) :** C'est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des relais (en sortie). Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentation.
- **IL (« Instruction List », ou liste d'instructions) :** Un langage IL est une liste d'instructions. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant. [3]
- **FBD (« Function Block Diagram », ou schéma par blocs) :** C'est un langage graphique. Il permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standards, de fonctions ou de blocs fonctionnels.
- **SFC (« Sequential Function Char ») :** C'est un langage graphique utilisé pour décrire les opérations séquentielles. Le procédé est représenté comme une suite connue d'étapes (états stables), reliées entre elles par des transitions, une condition booléenne est attachée à chaque transition. Les actions dans les étapes sont décrites avec les langages ST, IL, LD ou FBD.

- **ST («Structured Text » ou texte structuré) :** Un programme ST est une suite d'énoncés dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage SFC.

### 3.6. Objets communs à toutes les langages

Toute expression, constante ou variable, utilisée dans un programme doit être caractérisée par un type, les types de base sont :

- **Booléen : BOOL** (Vraie ou Faux qui sont équivalent à 1 ou 0).
- **Entier : DINT** (c'est un nombre signé entre -2147483647 et +2147483647. Il exprimé dans l'une des bases suivantes : décimale, hexadécimale, octale ou binaire.)
- **Réel : REAL** (il prend 1 bit de signe +23 bits de mantisse +8 bits d'exposant compris entre -37 et +37.)
- **Temporisation : TIME** (elle ne peut jamais être négative et commencer par T# ou TIME#).
- **Chaîne : STRING** (elle doit être précédée et suivie par une apostrophe, et ne doit jamais excéder 255 caractères). Le caractère spécial ('\$') est utilisé pour insérer des caractères non imprimables. [4]

### 3.7. Langage de programmation

La programmation en STEP 7 offre trois modes de représentations et assure la conversion d'un mode à un autre.

- **Mode LIST :** Est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une programmation LIST a été complétée par quelque structure de langage évalué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structures aux données). [4]
- **Mode LOG :** Est un langage de programmation graphique qui utilise les boites de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, combinées avec les boites logiques. [4]
- **Mode CONT :** Est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions se fait penser aux schémas de circuits. CONT permet de suivre facilement le trajet du

courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexe, et les bobines. [4]

### 3.8. Structure de programme utilisateur

La programmation peut être linéaire ou structurée en fonction de la nature de la tâche d'automatisation.

- Programmation linéaire : Utilisée pour les résolutions des tâches d'automatisation simple. Le programme utilisateur est écrit entièrement dans le Bloc organisation(OB1).
- Programmation structurée : Utilisée pour la résolution des tâches complexes, le programme utilisateur est subdivisé en différentes tâche, chaque tâche est écrit dans un Bloc programme (FC, FB, OB).

### 3.9. Notion de Blocs dans le programme utilisateur

STEP7 permet une programmation structurée et linéaire, c'est-à-dire une subdivision du programme complet en section appelée blocs, le programme utilisateur comprend divers types de Blocs. Un bloc correspond à une partie de programme utilisateur, délimité par sa fonction, sa structure et par son application. Dans le logiciel de programmation step7, on trouve les différents blocs s'illustré ci- dessous :

**Bloc d'organisation (OB)** : Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation, l'OB contient des instructions d'appel de bloc indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

**Blocs fonctionnels (FB)** : Un FB permet de transmettre des paramètres dans le programme utilisateur, il contient un programme qui exécute quand ce bloc est appelé par autre bloc de code. Le bloc FB facilite la programmation des fonctions complexe souvent utilisées. Un FB possède une mémoire (bloc de donnée d'instance).

**Bloc de données d'instance (SDB)** : Un SDB d'instance mémorise les paramètres formels et les données statiques de blocs fonctionnels. Il peut être associé à un appel de FB ou à une hiérarchie d'appel de bloc fonctionnel.

**Fonction (FC)** : Une fonction est un bloc sans mémoire. Les données sont perdues à l'achèvement de la fonction, Les FC peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.



**Blocs des données (BD)** : Il s'agit d'une zone dans le programme utilisateur qui contient des données utilisateurs. On distingue d'une part les blocs de données globaux aux quels tout bloc de code peut accéder, et d'autre part les blocs de codes de données d'instances. Les blocs de données ne contiennent aucune instruction.

**Blocs des données système (SDB)** : C'est une zone de mémoire dans la CPU contenant des paramètres de blocs.

### 3.10. Traitement de programme par l'automate

Le traitement du programme dans l'automate est cyclique et se déroule comme suite :

1-après la mise sous tension de l'automate, le processeur qui constitue pour ainsi dire le cerveau de l'automate vérifie si chaque entrée est sous tension ou non. L'état de ces entrées est enregistré dans la mémoire image des entrées (MIE). Si l'entrée est sous tension, l'information 1, si l'entrée n'est pas sous tension l'information 0.

2-Ce processeur exécute le programme stocké en mémoire de programme. Celui- est constitué d'une liste d'instructions et d'opérations logiques exécutées de manière séquentielle. L'information d'entrée requise à cet effet est prélevée dans la mémoire image des entrées lue auparavant et les résultats logiques sont écrits dans une mémoire image des sorties (MIS). Durant l'exécution du programme le processeur accède également aux zones de mémoires des compteurs, temporisations et mémentos.

3- Dans la dernière étape, l'étape est transmise après l'exécution du programme utilisateur de la MIS aux sorties, activant ou désactivant celles- ci- l'exécution du programme reprend au point 1.

### 3.11. Adressage des modules S7- 400

On a deux types d'adressages :

- **Adressage lie à l'emplacement**

Il s'agit d'un adressage par défaut, autrement dit, à chaque numéro d'emplacement correspond une adresse de début de module bien définie.

- **Adressage libre**

Contrairement à l'adressage lie à l'emplacement, on peut choisir librement l'adresse d'un module de signaux. Lors de la programmation, on n'est pas obligé de

connaître l'endroit où il a été implanté et le numéro de cet emplacement, c'est avec STEP7 qu'on fait la corrélation entre l'emplacement et l'adresse choisie

### **3.12. Les mémentos**

Ces derniers sont des éléments constituant de la mémoire système de la CPU qui mémorisent des résultats intermédiaires. Ils sont également considérés comme des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques « 0 » ou « 1 ».

### **3.13. Le système de contrôle distribué (DCS)**

Le système de contrôle distribué est une combinaison du concept d'une boucle simple de contrôle local et réseaux informatiques, qui permet une conduite, une surveillance centralisée et un contrôle distribué des équipements avec ou sans intervention à distance d'un opérateur humain.

#### **3.13.1. Les fonctions de DCS**

Parmi les fonctions principales du système DCS, on peut citer :

- Acquisition et gestion des signaux provenant du champ.
- Acquisition et gestion des alarmes provenant du champ.
- Acquisition des signaux et des alarmes provenant des UCP de chaque package.
- Démarrage / arrêt de la station.
- Contrôle de station en débit, pression d'aspiration et pression de refoulement.
- Contrôle/commande des turbopompes principales d'expédition et des turboalternateurs.

Le diagramme suivant illustre les différentes fonctions du DCS : [4]

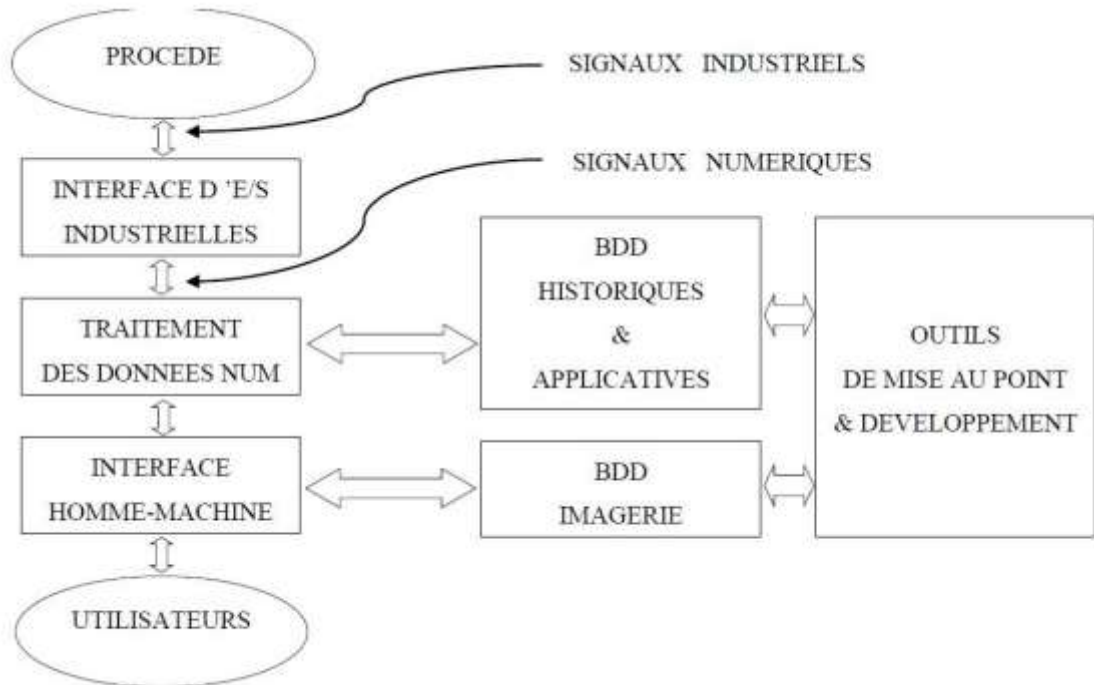


Figure III. 4: Structure fonctionnelle conventionnelle d'un DCS.

### 3.13.2. Avantages du DCS

**La notion de distribution :** les fonctions de base de conduite du procédé sont distribuées sur plusieurs dispositifs (stations) assurant, en cas de problème, la continuité de la conduite avec la plupart des fonctions.

**La notion de redondance :** la possibilité que chaque station et chaque réseau est redondant augmente la fiabilité du système et diminue les déclenchements intempestifs.

**La notion d'ouverture :** le DCS est un système ouvert qui a l'avantage de communiquer avec des autres systèmes indépendants comme les systèmes SCADA, ESD, F&G.....

**La notion d'analyse et d'optimisation :** avec le développement de la commande avancée et grâce aux outils mathématiques du DCS, il est possible d'utiliser des fonctions d'analyse et d'optimisation pour la meilleure conduite des procédés.

**La notion de simplicité :** la fonction de communication homme/machine est faite tout simplement par l'utilisation des moyens habituels, PC et imprimantes. L'opérateur peut conduire le procédé à partir des représentations graphiques interactives, l'ingénieur peut faire des travaux de maintenance et de développement du système en utilisant des logiciels informatiques.

**La notion de disponibilité des informations** : grâce aux réseaux de communication et capacité mémoire du DCS, toute sorte d'information peut être disponible en temps réel. Remarquant aussi la disponibilité d'historique des données à tout moment.

**La notion de surveillance continue** : on passe de la surveillance périodique des équipements stratégiques à la surveillance continue, savoir l'état de santé des machines par une visualisation de l'évolution des paramètres. La lecture des données se fait directement sans recours à des appareils extérieurs de mesure.

### **3.14. Simulation du programme à l'aide de S7-plcsim**

#### **3.14.1. Présentation du S7-plcsim**

S7-plcsim est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme utilisateur élaboré dans un automate programmable simulé dans l'ordinateur ou dans une console de programmation.

S7-plcsim dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (activer et désactiver des entres). Tout en exécutant le programme dans CPU simulée, il procure la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel step7, comme par exemple la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables. [5]

#### **3.14.2. Création d'un projet**

Pour créer un projet STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit commencer par la configuration matérielle, ou Commencer par écriture de programme. Dans notre cas les procédures suivies la création du projet sous le logiciel STEP7, sont comme suit :

Lancer SIMATIC Manager par un double clic sur son icône.

La fenêtre suivante permet la création d'un projet.

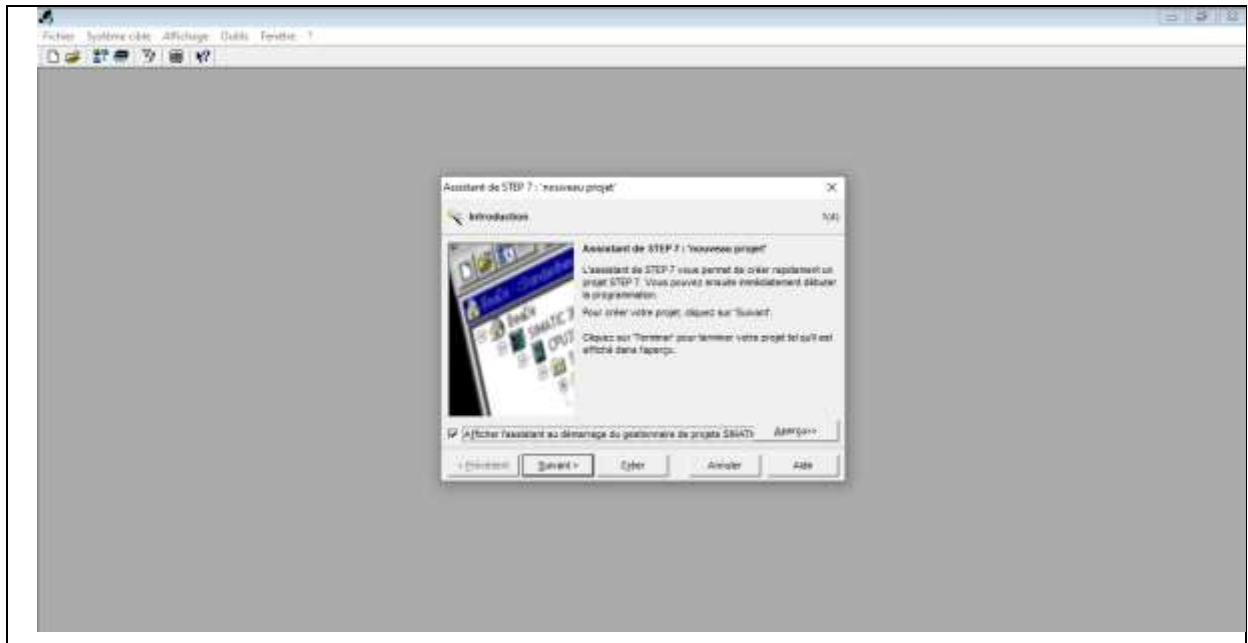


Figure III. 5: Fenêtre de création d'un projet

On clique sur suivant, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU.

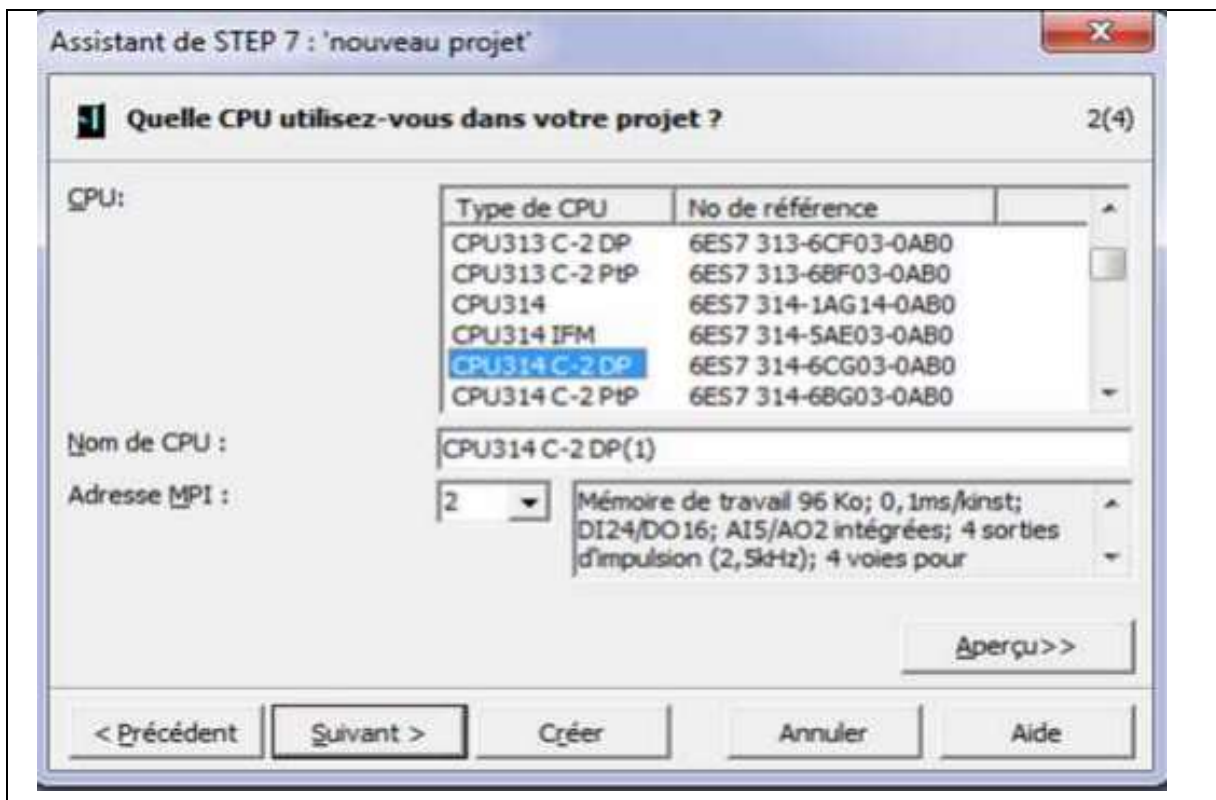
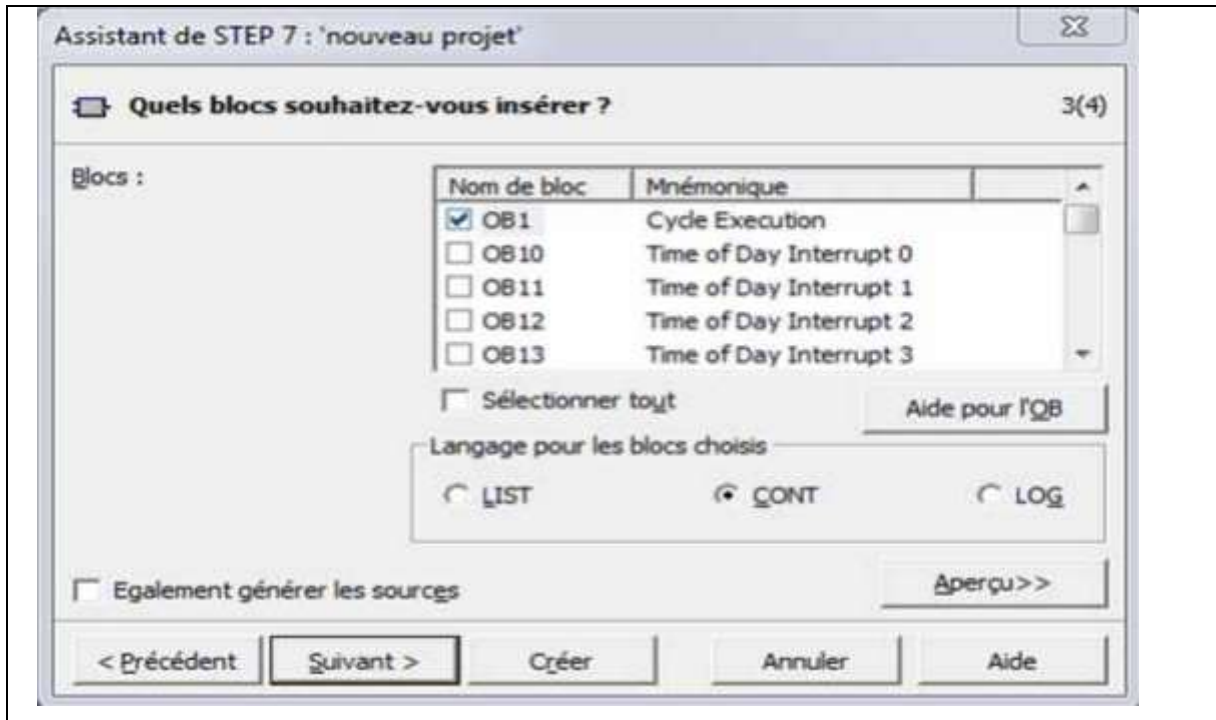


Figure III. 6: CPU 314-2 DP sélectionnée

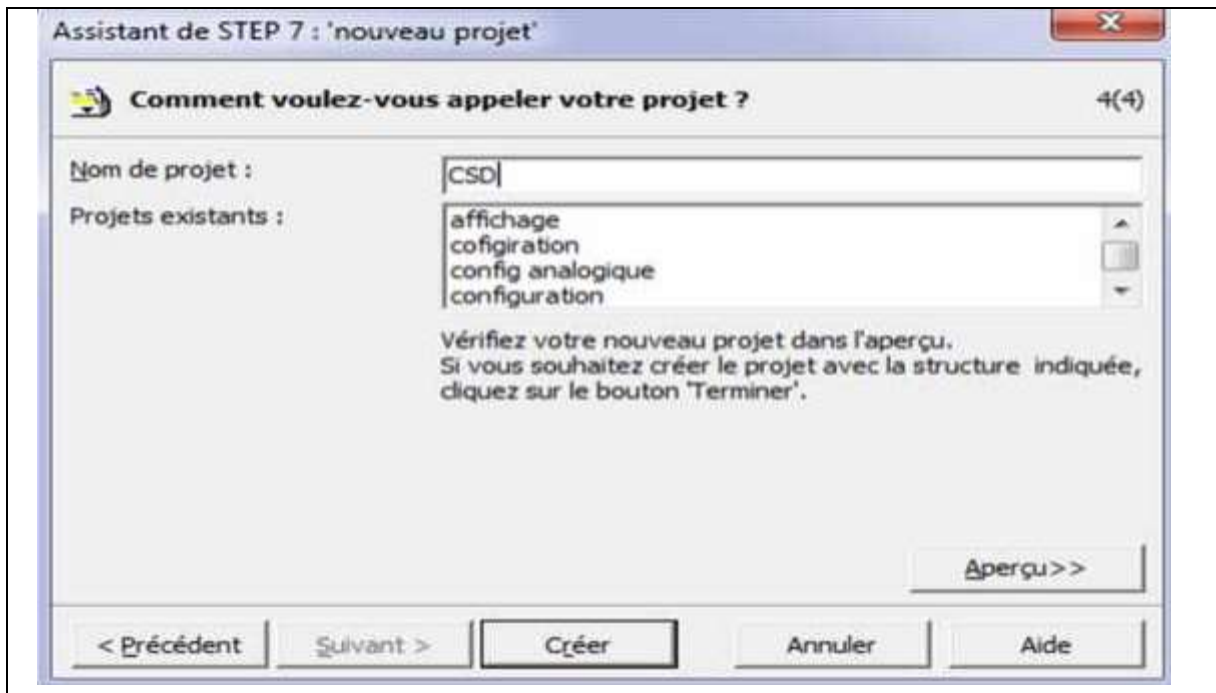
Cette fenêtre nous permet de choisir, la CPU et l'adresse MPI avec lesquelles nous travaillons. En clique sur suivante, la fenêtre de choix de bloc et le langage de programmation apparaît.



**Figure III. 7: Choix de bloc et langage de programmation**

Cette fenêtre nous permet de choisir, les blocs organisationnels à utiliser, et le langage de programmation (LIST, CONT, LOG), pour notre projet nous utiliserons seulement le Bloc OB1 et le langage de programmation CONT.

En clique sur suivant, une dernière fenêtre pour la création du projet apparait pour le nommer.



**Figure III. 8: Nomination du programme**

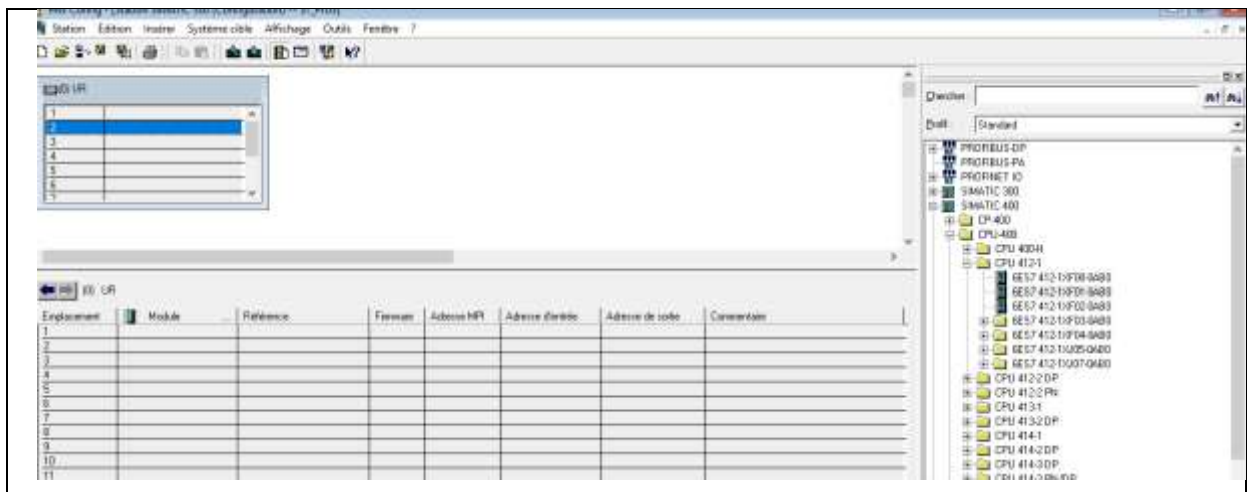
Une fois le projet est créé, on sélectionner le dossier station SIMATIC 400 et double-clics un matériel. Ceci ouvre la fenêtre « HW CONFIG ».

La configuration matérielle du S7-400 a été déterminée comme suit

- Un module d'alimentation : PS 307 10A /6ES7 307-IEA00-0AA0.
- Une unité centrale : CPU 314-2DP/6ES7 314-6CF02-0AB0

Mémoire de travail 96 Ko; 0,1ms/KINST; DI24/DO16; AI5/AO2 intégrées; 4 sorties d'impulsion (2,5kHz); 4 voies pour comptage et mesure avec codeurs incrémentaux 24V (60kHz); fonction de positionnement intégrée; ports MPI+ DP (Maître ou esclave DP); configuration multi-rangées jusqu'à 31 modules; échange de données direct possible (émetteur et récepteur); équidistance; routage; communication S7 (FB/FC chargeables); FIMWAREV2.6.

- Un module d'entrées : SM 321 DI16-DC24V/6ES7-321-1BH00-0AA0.
- Un module de sorties : SM 321 DO16-DC24V/0.5A/6ES7-322-1BH00-0AA0.



**Figure III. 9: Ouverture de la fenêtre configuration matériel**

Ensuite en crée la table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom défini par l'utilisateur qui obéit à certaines règles de syntaxe. Ce nom peut remplacer par exemple une variable, un type de données, en un bloc dans la programmation. Il est destiné à rendre le programme utilisateur lisible, et à se retrouver facilement dans le cas de grands nombres de variables.

La table mnémonique, s'agit d'une table qui permet d'affecter des mnémoniques à des adresses de données globales qui sont accessibles à partir de tous les blocs de code (FC, FB, OB). En particulier il s'agit des mémentos (M), sorties(A). De temporisation, de compteur, et d'éléments de bloc de données (DB). En clique sur le répertoire programme S7 dans le SIMATIC managé, la fenêtre suivante apparaître.



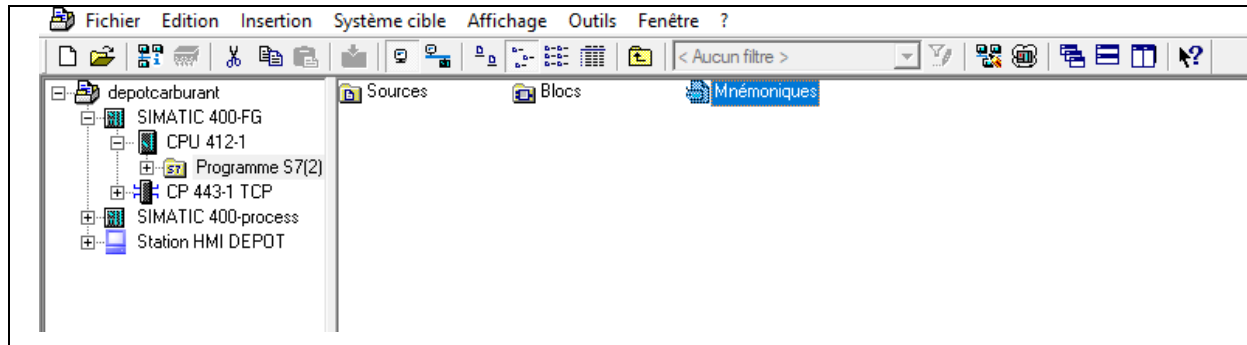


Figure III. 10: Création de la table des mnémoniques

En double clic sur mnémonique, pour lancer l'éditeur de mnémoniques. Après avoir édité les mnémoniques, la table des mnémoniques finales est illustrée dans la figure suivante.

The screenshot shows the 'Table des mnémoniques' editor. The table contains 34 rows of mnemonic data. The columns are: 'Etat', 'Mnémonique', 'Opérande', 'Type de do', and 'Commentaire'. The 'Mnémonique' column is highlighted in blue. The table lists various alarm and status mnemonics such as AL-IN, ART-SC, CAP-LT, etc.

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		AL-IN	A 0.6	BOOL	ALARME INCENDIE
2		ART-SC	E 1.7	BOOL	ETAT ARRET URGENCE
3		CAP-LT	E 1.1	BOOL	ETAT CAPTEUR
4		CAP-PC	E 1.0	BOOL	ETAT CAPTEUR
5		CAP-PCH	E 1.3	BOOL	ETAT CAPTEUR
6		CAP-PI	E 1.2	BOOL	ETAT CAPTEUR
7		CAP-SC	E 1.6	BOOL	ETAT CAPTEUR
8		CAP-TK1	E 1.4	BOOL	ETAT CAPTEUR
9		CAP-TK2	E 1.5	BOOL	ETAT CAPTEUR
10		DCY	M 2.4	BOOL	DEMARRER
11		IN-LT	M 2.7	BOOL	ZONNE INCENDIE LOCAL TECHNIQUE
12		IN-PCH	M 1.1	BOOL	ZONNE INCENDIE DE CHARGEMENT
13		IN-PMC	M 1.4	BOOL	ZONNE INCENDIEDE POMPERIE CARBURANT
14		IN-PMI	M 2.6	BOOL	ZONNE INCENDIE DU POMPRIE BAC EAU
15		IN-SC	M 2.3	BOOL	ZONNE INCENDIE DE SALLE DU CONTROLE
16		IN-TK1	M 1.7	BOOL	ZONNE INCENDIE BACS GO
17		IN-TK2	M 2.2	BOOL	ZONNE INCENDIE BACS SP
18		LHL-TK3	E 0.6	BOOL	ETAT CONTACTEUR
19		LWL-TK3	E 0.7	BOOL	ETAT CONTACTEUR
20		MP100-A	E 0.5	BOOL	COMMANDE ARRET
21		MP100-D	A 0.4	BOOL	DEFAULT POMPE
22		MP100-E	A 0.5	BOOL	ETAT POMPE
23		MP100-M	E 0.4	BOOL	COMMANDE MARCHE POMPE
24		PT-G	E 4.0	BOOL	ETAT DISJONCTEUR GENERAL
25		VE-TK3-A	E 0.1	BOOL	COMMANDE ARRET ENTRER
26		VE-TK3-D	A 0.0	BOOL	DEFAULT VANNE
27		VE-TK3-E	A 0.1	BOOL	ETAT VANNE
28		VE-TK3-M	E 0.0	BOOL	COMMANDE MARCHE ENTRER
29		VOY-IN	A 0.7	BOOL	VOYANT INCENDIE
30		VS-TK3-A	E 0.3	BOOL	COMMANDE ARRET ENTRER
31		VS-TK3-D	A 0.2	BOOL	DEFAULT VANNE
32		VS-TK3-E	A 0.3	BOOL	ETAT VANNE
33		VS-TK3-M	E 0.2	BOOL	COMMANDE MARCHE ENTRER
34					

Figure III. 11: Table des mnémoniques



### **3.15. Interface homme machine**

Le montage suivant montre comment charger le programme via une console de programmation, dans le système d'automatisation pour ensuite le tester.

### **3.16. Chargement de programme**

Le chargement du programme dans le système automatisé comporte quatre étapes, à savoir :

1. Application de liaison.
2. Effacement général de la CPU.
3. Chargement de programme.
4. Mise en marche de la CPU.

### **3.17. Fonctionnement de la CPU**

#### **3.17.1. Etat de marche (RUN-P)**

La CPU exécute le programme tout en vous permettant de le modifier, de même que ces paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de step7 pour forcer un paramètre quelconque de programme durant son exécution. [5]

#### **3.17.2. Etat de marche (RUN)**

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN), vous ne pouvez ni charger un programme, ni utiliser les applications du STEP7 pour forcer un paramètre quelconque. [5]

#### **3.17.3. Etat d'arrêt (STOP)**

La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt (STOP) de CPU réel, les sorties ne prennent pas de valeurs de sécurité prédéfinies, mais elles conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU a passé l'état arrêt (STOP). Vous pouvez charger des programmes dans le CPU lorsqu'elle est à l'arrêt. Le passage de l'état d'arrêt (STOP) à celui de marche (RUN) démarre l'exécution de programme à partir de la première opération. [5]

### **3.18. Effacement générale de la mémoire de CPU**

Pour effacer la mémoire de la CPU de simulation, vous pouvez sélectionner la commande (CPU puis effacement générale), ou cliquer sur le bouton MRES dans la fenêtre CPU. Les zones de mémoires sont alors réinitialisées et les blocs de code ainsi que la configuration

matérielle de l'API de la simulation sont effacés. La CPU passe automatiquement à l'état d'arrêt (STOP) lorsque vous effectuer un effacement général. [5]

### **3.19. Test du programme**

- **Test du programme avec la fonction visualisation**

La fonction de visualisation permet de tester le bloc d'un programme pour cela :

- Une liaison en ligne doit être établie à la CPU.
- La CPU doit être en mode de fonctionnement.
- Le programme doit être chargé dans la CPU.
- Il faut ouvrir le bloc OB1 dans la fenêtre en ligne de projet.
- Il faut activer la fonction TEST > VISUALISER.

- **Test avec la table des variables**

On teste les variables du programme, en les visualisant et en les forçant à partir de la table des variables, pour cela, il faut :

- Que la liaison en ligne à la CPU existe.
- Que la CPU se trouve en mode de fonctionnement.
- Que le programme soit chargé.

### **3.20. Supervision :**

#### **3.20.1. Généralité sur la supervision industrielle**

- **Définition de la supervision**

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme /machine, elle présente beaucoup d'avantages pour le processus industriel de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que sons contrôle. Elle permet grâce à synoptique préalable. créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle. La supervision consiste en de nombreuses fonctions :

- Elle répond à des besoins nécessitant en générale une puissance de traitement importante.
- Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.

- Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et des taches telles que la synchronisation.
- Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Elle surveille les procédés industriels à distance.
- Elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre grâce au logiciel Win cc Flexible.

### **3.20.2. Rôle de la supervision**

En générale, un système de supervision se compose d'un moteur central (logiciel) auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates, pupitres,...etc.). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autre application.

### **3.20.3. Avantage de la supervision**

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite de processus, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- Surveiller le processus à distance.
- La détection des défauts.
- Archivages des données.

## **3.21. Présentations du logiciel Win CC flexible 2008**

Win CC flexible 2008 est l'interface Homme-Machine (IHM) idéal pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations et de machines. De par sa conception générale. Win CC flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au multi panel, ainsi que d'un logiciel de supervision Rutine pour les solutions monoposte basées sur un PC et tournant sous Windows XP/Vista.

Les projets peuvent être portés sans conversion et son exécutables sur diverses plateformes IHM. Grace a des logiciels et a des projets multilingues, Win CC flexible peut être utilisé dans le monde entier.

Win CC flexible comprend des outils d'ingénierie innovants pour la configuration cohérente maximale : des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs

d'affichage réutilisables, des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues. [6]

### 3.22. Constitution d'un système de supervision

Un système de supervision et généralement composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automate)

- **Module de visualisation (affichage)**

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition de l'opérateur toutes les informations nécessaires à l'évolution du procédé.

- **Module d'archivage**

Son rôle est de mémoriser les données (alarmes et événements) pendant une certaine période. Il permet l'exploitation des données pour les applications spécifiées à des fins de maintenance ou de gestion de production.

- **Module de traitement**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

- **Module de communication**

Il assure l'acquisition et le transfert des données. Il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques. Il donne la possibilité de :

- } De modifier la configuration même après la mise en vente.
- } D'avoir la compatibilité avec le réseau internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance).

### 3.23. Compilation et simulation

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, à l'aide de la commande sur la barre du menu contrôle de la cohérence, après le contrôle de cohérence, le système crée un fichier de projet compilé. La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du simulateur RUNTIME par la commande démarrer le système RUNTIME du simulateur.

### 3.24. Conclusion

Le logiciel step7 nous permet de créer le programme du système d'automatisation et de le simuler à l'aide du logiciel de simulation S7-PLCSIM. Nous avons constaté que travailler sur un automate S7-400 présente de nombreux avantages que nous pouvons énumérer :

- Facile à installer en milieu industriel.
- Optimiser et augmenter la productivité.
- Flexibilité et possibilité d'utilisation dans une large gamme d'applications.

Les API présentent de nombreux avantages :

- Les éléments qui les composent sont particulièrement robustes (pas de mécanique en rotation, renforts pour le refroidissement et le stockage des données), leur permettant de fonctionner dans des environnements particulièrement sévères (poussières environnantes, interférences électromagnétiques, vibrations du stand, changements de température. . ....)

-Ils ont des circuits électroniques optimisés avec des interfaces d'entrée et

La sortie physique du système, l'envoi et la réception des signaux se fait très rapidement alentours. De plus, la séquence de boucle s'exécute sans modification mémoire, ils assurent le temps d'exécution le plus court, en respectant le déterminisme le temps et la logique pour assurer un temps réel efficace (le système doit être durée déterminée)

# *Chapitre 4 : Programmation et simulation*

## 4.1. Introduction

Ce chapitre élabore la conception du système d'automatisation de notre dépôt. L'étude permettra d'identifier et quantifier le matériel hard et la façon de programmer la partie soft.

## 4.2. Liste des variables

Désignation	Variables	Commentaire	Type I/O	Type de variable sur API
Vanne d'entrée tk1 GO	VE-TK1-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne d'entrée tk1 GO	VE-TK1-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne d'entrée tk1 GO	VE-TK1-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne d'entrée tk1 GO	VE-TK1-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne sortie tk1 GO	VS-TK1-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne sortie tk1 GO	VS-TK1-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne sortie tk1 GO	VS-TK1-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne sortie tk1 GO	VS-TK1-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne d'entrée tk2 SP	VE-TK2-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne d'entrée tk2 SP	VE-TK2-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne d'entrée tk2 SP	VE-TK2-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne d'entrée tk2 SP	VE-TK2-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne sortie tk2 SP	VS-TK2-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne sortie tk2 SP	VS-TK2-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne sortie tk2 SP	VS-TK2-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne sortie tk2 SP	VS-TK2-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne d'entrée tk3 EAU	VE-TK3-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne d'entrée tk3 EAU	VE-TK3-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne d'entrée tk3 EAU	VE-TK3-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne d'entrée tk3 EAU	VE-TK3-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne sortie tk3 EAU	VS-TK3-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne sortie tk3 EAU	VS-TK3-A	Commande arrêt	Entrée	DI
vanne sortie tk3 EAU	VS-TK3-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne sortie tk3 EAU	VS-TK3-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne de purge TK1 GO	VNP-TK1-FF	FIN COURSE FERMER	Entrée	DI
Vanne de purge TK1 GO	VNP-TK1-FO	FIN COURSE OUVERT	Entrée	DI
Vanne de purge TK2 SP	VNP-TK2-FF	FIN COPURSE FERMER	Entrée	DI

Vanne de purge TK2 SP	VNP-TK2-FO	FIN COURSE OUVERT	Entrée	DI
Vanne motorisée collecteur GO	VL_GO-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne motorisée collecteur GO	VL_GO-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne motorisée collecteur GO	VL_GO-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne motorisée collecteur GO	VL_GO-E	État vanne	Sortie	DO
Vanne motorisée collecteur SP	VL_SP-M	Commande marche	Entrée	DI
Vanne motorisée collecteur SP	VL_SP-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Vanne motorisée collecteur SP	VL_SP-D	Défaut vanne	Sortie	DO
Vanne motorisée collecteur SP	VL_SP-E	État vanne	Sortie	DO
Pompe tk1 GO	MPTK1-M	Commande marche	Entrée	DI
Pompe tk1 GO	MPTK1-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Pompe tk1 GO	MPTK1-D	Défaut POMPE	Sortie	DO
Pompe tk1 GO	MPTK1-E	État POMPE	Sortie	DO
Pompe tk2 SP	MPTK2-M	Commande marche	Entrée	DI
Pompe tk2 SP	MPTK2-A	Commande arrêt	Entrée	DI
Pompe tk2 SP	MPTK2-D	Défaut POMPE	Sortie	DO
Pompe tk2 SP	MPTK2-E	État POMPE	Sortie	DO
Contacteur de niveau d'haut tk1	LHL-TK1	État contacteur	Entrée	DI
Contacteur de niveau d'haut tk2	LHL-TK2	État contacteur	Entrée	DI
Contacteur de niveau de bas tk1	LWL-TK1	État contacteur	Entrée	DI
Contacteur de niveau de bas tk2	LWL-TK2	État contacteur	Entrée	DI
Bras1 ilot 1 droit	B11D	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 1 gauche	B11G	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 1 haut	B11H	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 1 bas	B11B	Fin de course	Entrée	DI
POMPE A EAU MP200	MP200-M	Commande marche	Entrée	DI
POMPE A EAU MP200	MP200-A	Commande arrêt	Entrée	DI



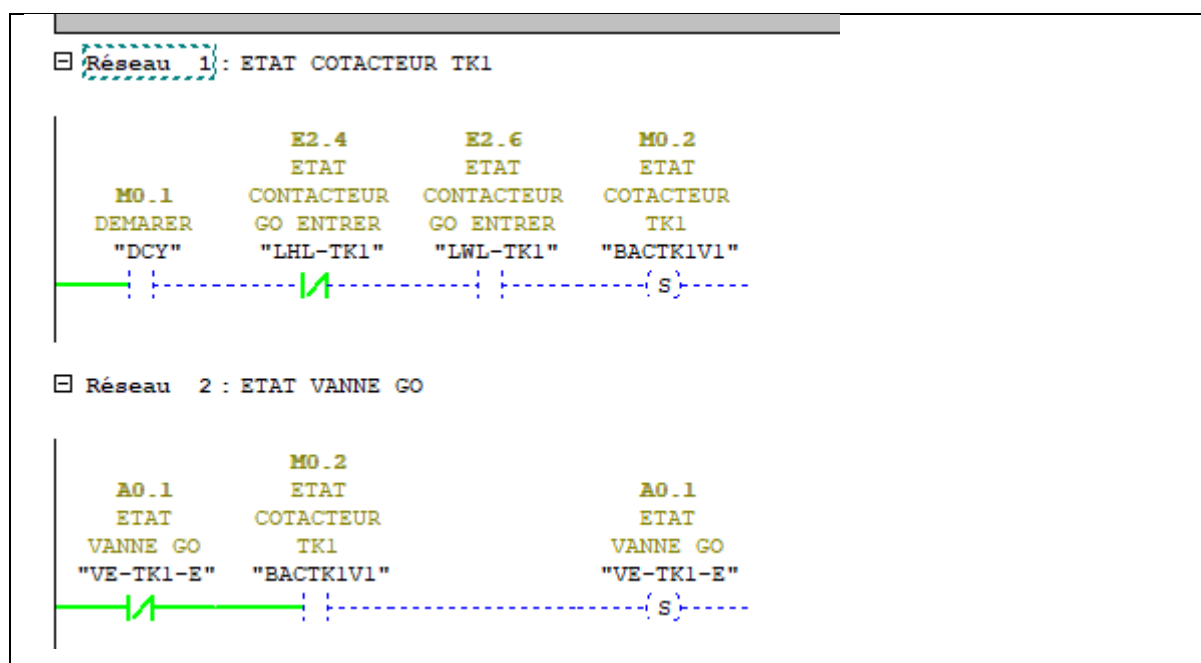
POMPE A EAU MP200	MP200-D	Défaut POMPE	Sortie	DO
POMPE A EAU MP200	MP200-E	État POMPE	Sortie	DO
Bras1 ilot 1 vanne	B11V	Fin de course vanne home mort	Entrée	DI
Vanne home mort bras 1 ilot 1	VH11	Vanne home mort	Sortie	DO
Bras2 ilot 1 droit	B21D	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 1 gauche	B21G	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 1 haut	B21H	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 1 bas	B21B	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 1 vanne	B21V	Fin de course vanne home mort	Entrée	DI
Vanne home mort bras 2 ilot 1	VH21	Vanne home mort	Sortie	DO
Bras1 ilot 2 droit	B12D	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 2 gauche	B12G	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 2 haut	B12H	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 2 bas	B12B	Fin de course	Entrée	DI
Bras1 ilot 2 vanne	B12V	Fin de course vanne home mort	Entrée	DI
Vanne home mort bras 1 ilot 2	VH12	Vanne home mort	Sortie	DO
Bras2 ilot 2 droit	B22D	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 2 gauche	B22G	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 2 haut	B22H	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 2 bas	B22B	Fin de course	Entrée	DI
Bras2 ilot 2 vanne	B22V	Fin de course vanne home mort	Entrée	DI
Vanne home mort bras 2 ilot 2	VH22	Vanne home mort	Sortie	DO
Contacteur de niveau d'haut tk3	LHL-TK3	État contacteur	Entrée	DI
Contacteur de niveau de bas tk3	LWL-TK3	État contacteur	Entrée	DI
CAPTEUR DE FUMEE POMPERIE CARBURANT	CAP-PC	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI
CAPTEUR DE FUMEE LOCAL TECHNIQUE	CAP-LT	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI
CAPTEUR DE FUMEE	CAP-PI	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI

POMPERIE INCENDIE				
CAPTEUR DE FUMEE POSTE DE CHARGEMENT	CAP-PCH	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI
CAPTEUR DE FUMEE BAC TK1 GO	CAP-TK1	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI
CAPTEUR DE FUMEE BAC TK2 SP	CAP-TK2	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI
CAPTEUR DE FUMEE SALLE DE CONTROLE	CAP-SC	ETAT CAPTEUR	Entrée	DI
ARRET D'URGENCE GENERAL SALLE DE CONTROLE	ART-SC	ETAT ARRET URGENCE	Entrée	DI
PRESENCE TENTION GENERAL	PT-G	ETAT DISJONCTEUR GENERAL	Entrée	DI

### 4.3. Programmation du l'automate du process

#### 4.3.1. Programme de remplissage du bac gasoil

Cette figure représente le programme de chargement du bac gasoil, les premiers réseaux sont programmés à vérifier l'état de contacteurs et ouvre les vannes nécessaires avant de commencer le chargement du bac. Une fois le bac est chargé, on ferme les vannes dans les derniers réseaux.



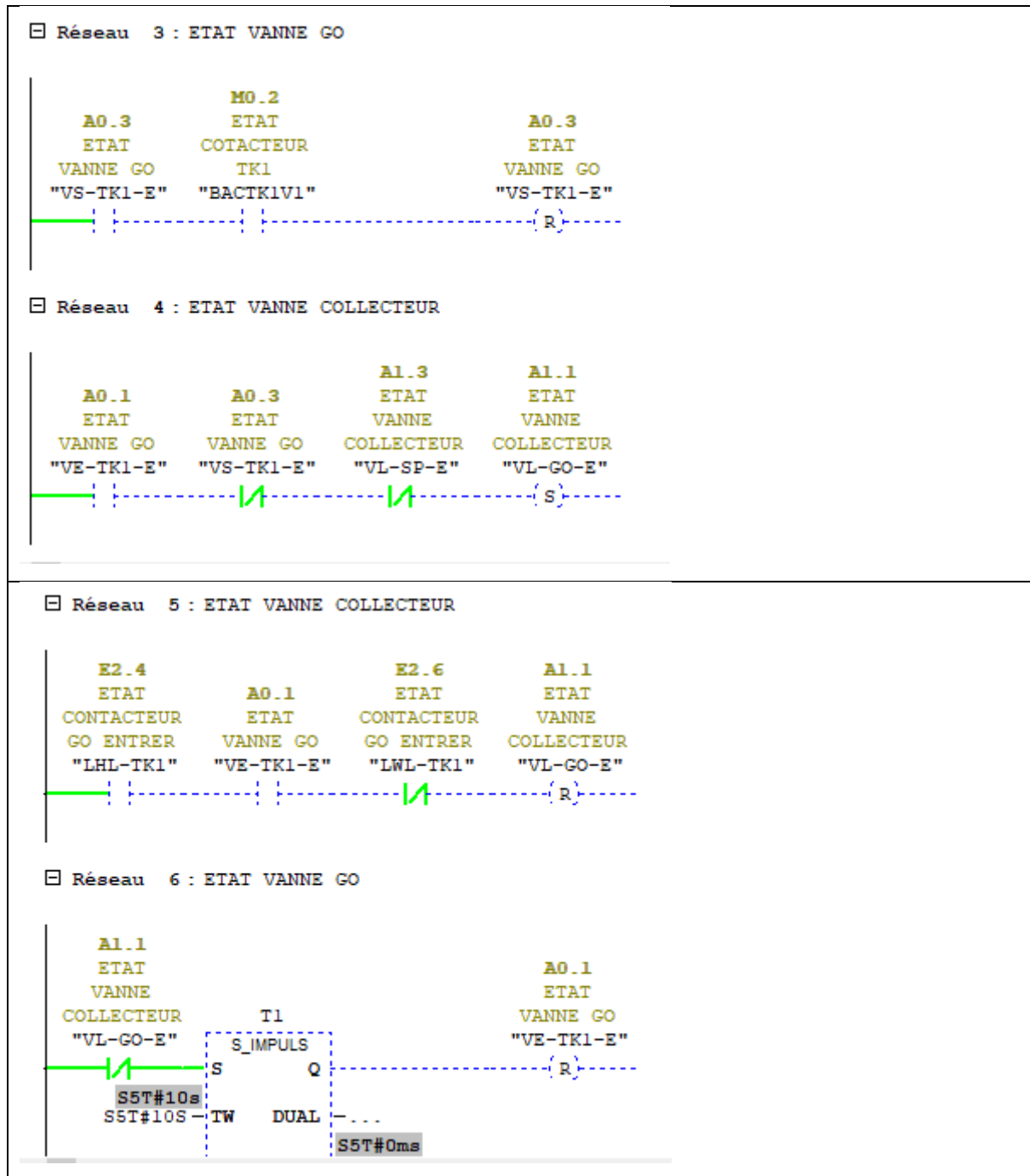


Figure IV. 1: Remplissage bac Go

### 4.3.2. Simulation du chargement de bac

Dans cette vue se trouve les différents vannes et capteurs de niveaux, les vannes et les capteurs du couleur vert sont actifs.

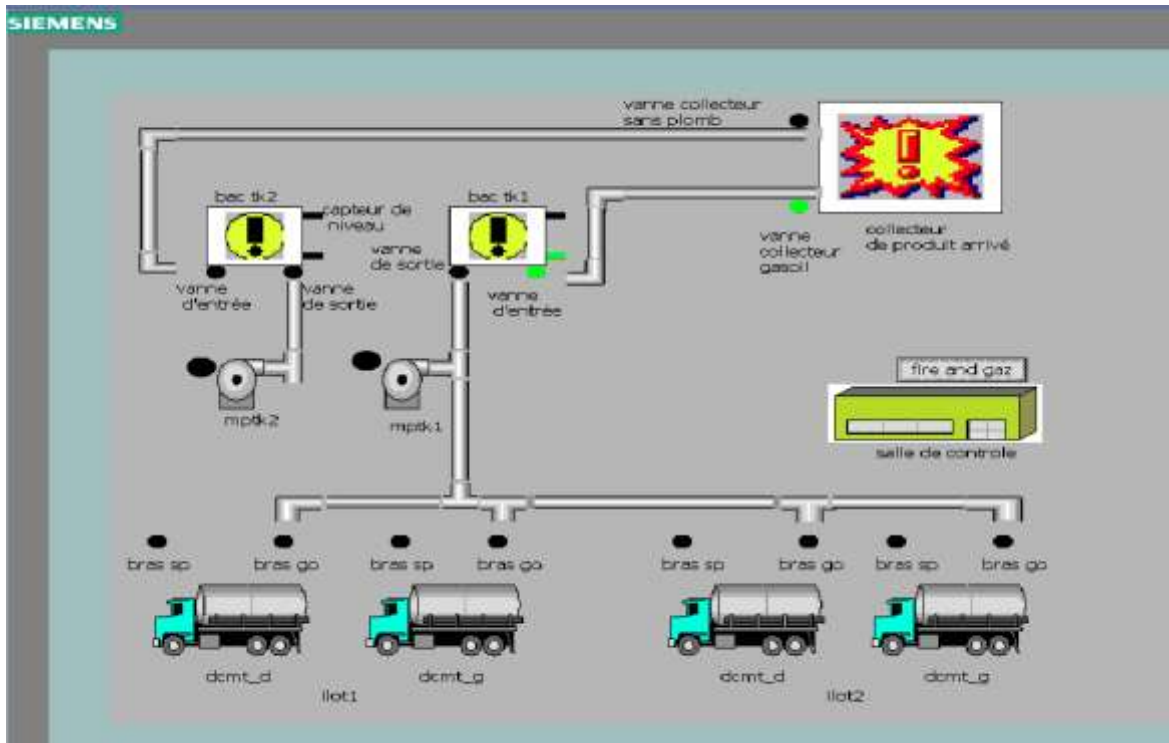
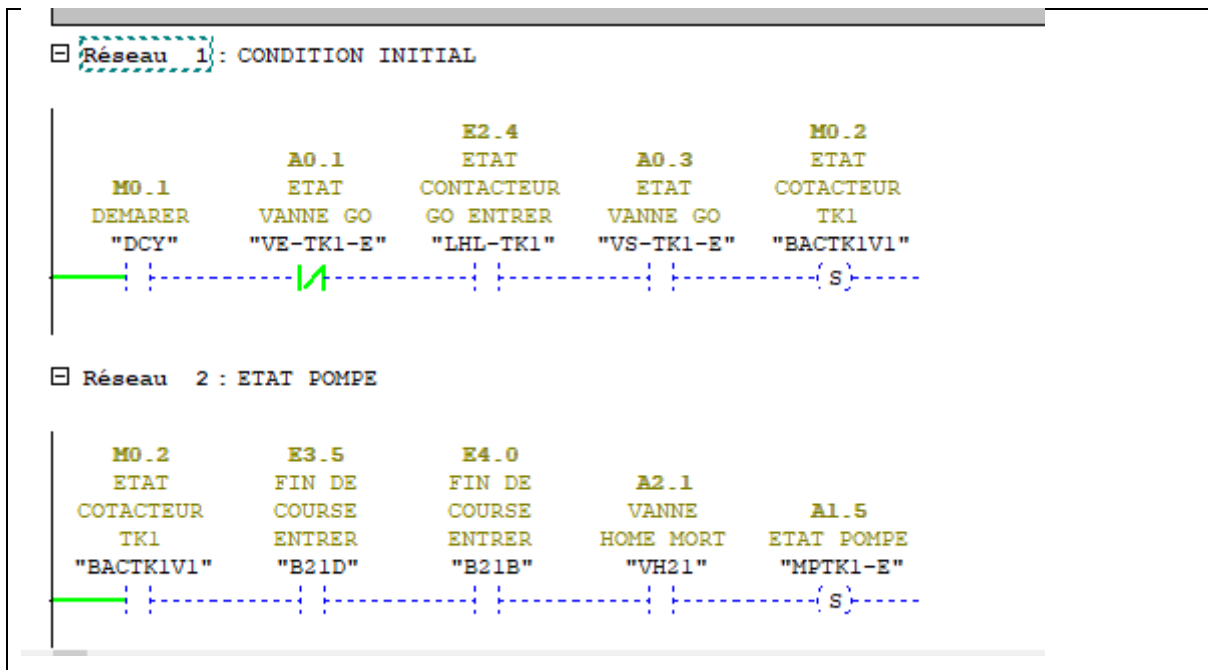


Figure IV. 2: simulation chargement du bac

### 4.3.3. Programme Chargement de camion gasoil

Cette figure représente le chargement du camion bras gasoil ilot 1 côté droit.



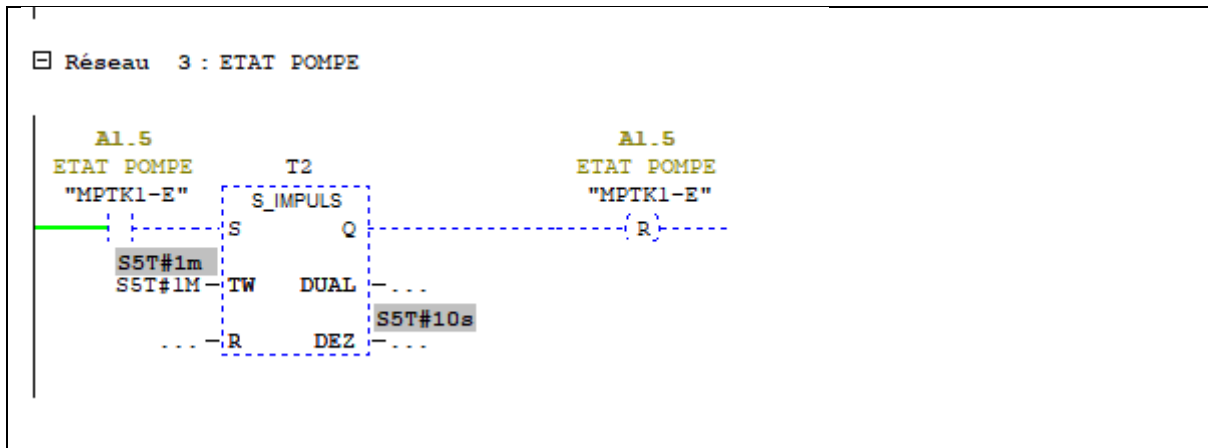


Figure IV. 3: Chargement de camion bras 2 ilot 1

#### 4.3.4. Simulation chargement de camion

Dans cette vue se trouve les différents vannes et capteurs de niveaux et bras de chargement. Les vannes et les capteurs et le bras de chargement du couleur vert sont actifs.

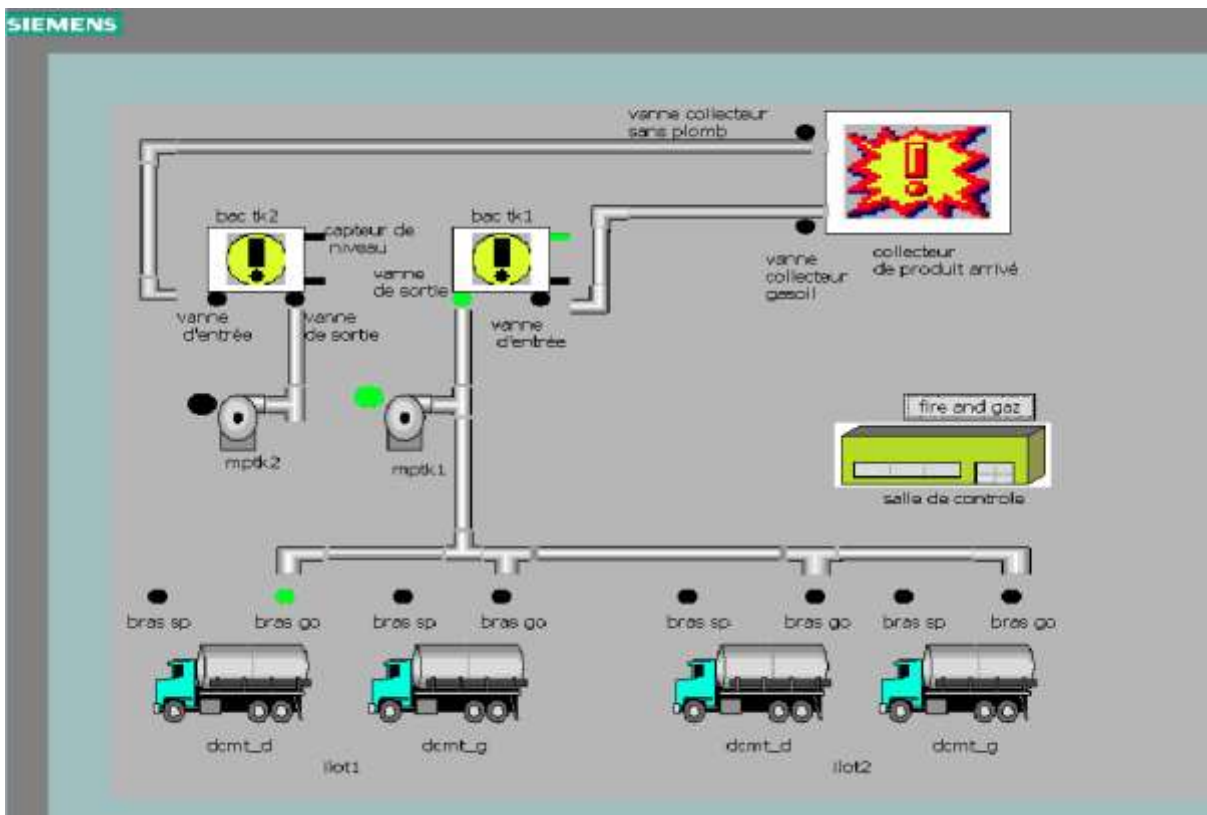


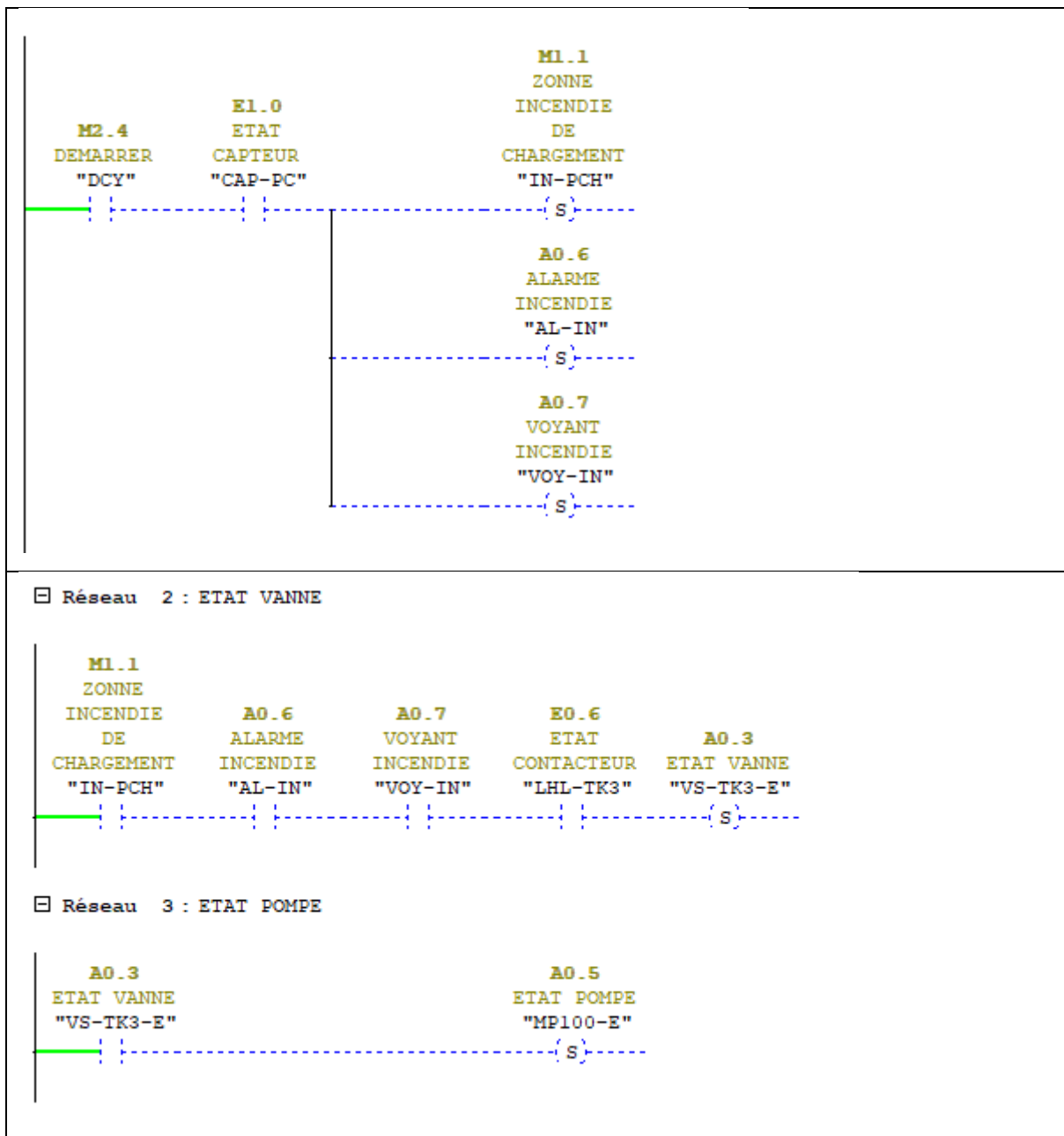
Figure IV. 4: simulation de chargement du camion Go

## 4.4. Programmation de l'automate FIRE & GAZ

### 4.4.1. Programme cas d'incendie aux niveaux du poste chargement

Cette figure représente le cas d'incendie au niveau du poste chargement, les premiers réseaux pour l'activation d'alarme et le voyant.

Après l'intervention on ferme les vannes du bac et la pompe.



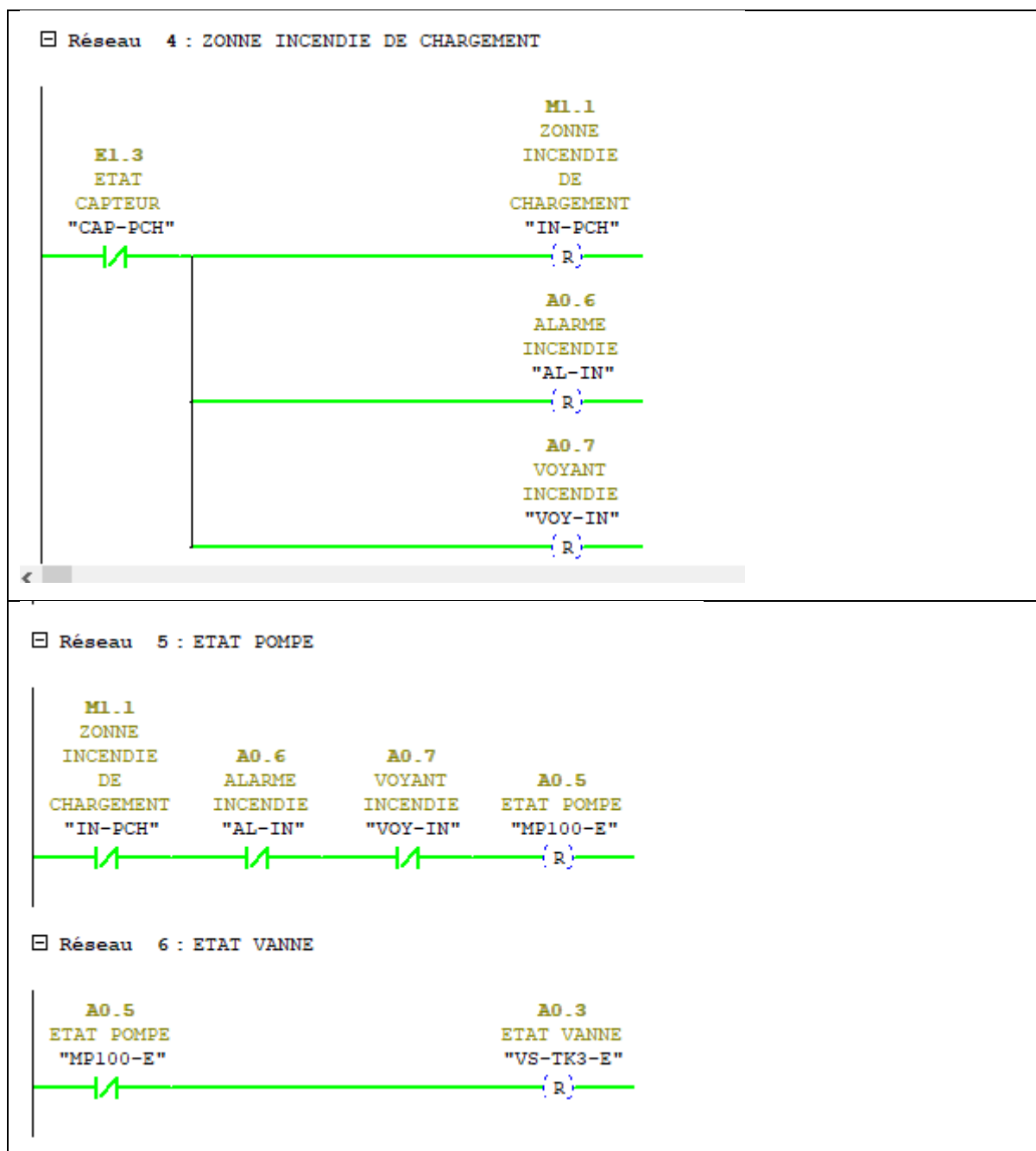


Figure IV. 5: cas d'incendie a la zone du poste chargement

#### 4.4.2. Simulation du cas d'incendie au niveau de poste chargement

Dans cette vue se trouve le cas du capteur du poste chargement détecte d'incendie, on voit que l'alarme et le voyant et l'arrêt d'urgence du processus sont démarrés, les vannes et les capteurs nécessaires sont colorée vert actif.

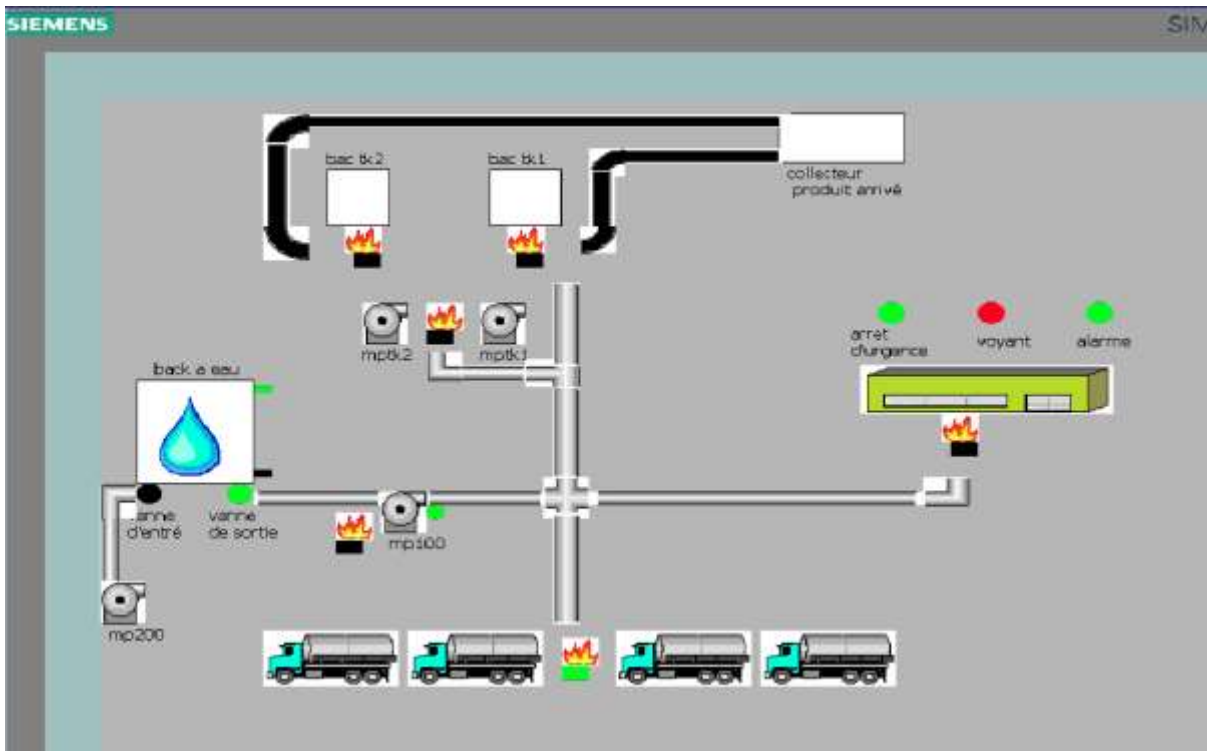


Figure IV. 6: cas d'incendie au poste chargement

#### 4.5. Arrêt d'urgence on cas d'incendie

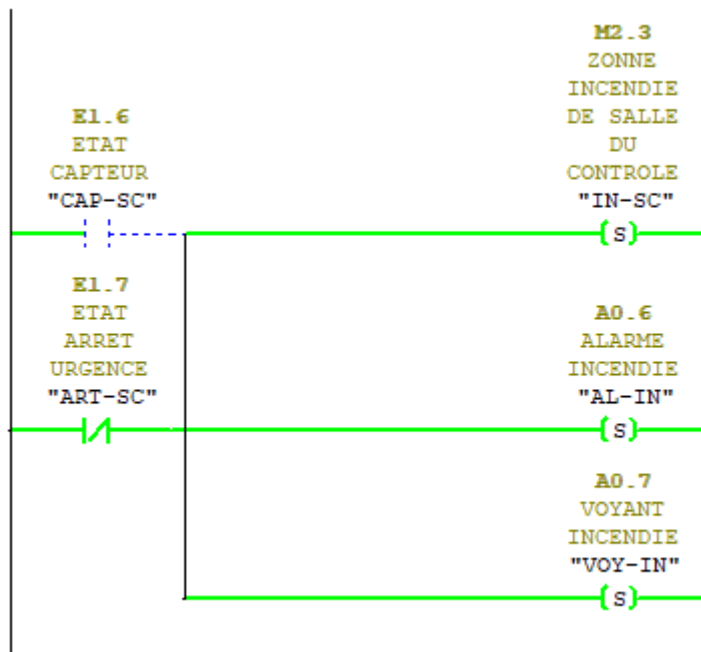


Figure IV. 7: arrêt d'urgence au niveau du salle du contrôle



## **4.6. Conclusion**

Après élaboration du programme de commande de dépôts sous STEP7, nous arrivons à utiliser la simulation avec le S7-PLCSIM qui permettra de charger et de tester le programme à exécuter dans les deux automates SIMATIC S7-400.

# *Conclusion générale*

Le travail que nous avons effectué tout au long de notre stage de fin d'étude, consiste à l'automatisation et la supervision d'un centre de stockage et distribution. Le but de se travaille et de rendre simple, fiable et facile la commande et le contrôle d'ensemble des installations de ce centre tout en augmentant sa sécurité. Pour accomplir nos objectifs durant une période déterminer nous Avon dû passer en premier lieu par la connaissance de chaque unité de DCS, instrumentation existante et le fonctionnement de chargement camion-citerne, qui était indispensable pour la sélection de la station d'automatisation S7. La seconde étape était la plus importante, elle consiste a trouvé une solution d'automatisation et de la supervision et cela en utilisant un automate de la gamme SIMATIC S7 et les logiciel STEP7 et WIN CC FLEXIBLE. Le programme et les exemples des simulations que nous avons exposé au dernier chapitre est donné les résultats voulus.

A la fin nous proposons comme perspective de faire une file d'attente, cette file se trouve au niveau du poste de chargement, elle permet d'organiser les camions par priorité.

# *Bibliographie*

[1] Documentation interne de l'entreprise GTP de référence archive-ENGTP N° PUB002-039-01

[2] Michel G, « Architecture et application des automates programmables industriels », DUNOD, Paris, 1987

[3] SIMON A, « Automates programmables, programmation, et logique programmé », Edition L'ELANE, 1983.

[4] SABKI R : « Présentation générale DCS et SCADA », division production Rhourde Nouss, SONATRACH, Septembre 2007.

[5] PCS7 GETTING STARTED, Edition 2010.

[6] SIMATIC-HAMI-WINCC FLEXIBLE, « GETTING STRTED », edition A5E00279568-03, AVRIL 2006.

Site internet consulté

[7] : <http://www.rotork.com/product/index/iq3standard>, consulté le 25/08/2022

[8] : <https://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-un-detecteur-de-niveau/>, consulté le 25/08/2022

[9] : <https://www.techno-science.net/definition/6694.html> , consulté le 25/08/2022