

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 الآلية و الألكتروتقي
Département d'automatique et électrotechnique



Mémoire de Master

Filière : Automatique

Spécialité **Automatique et systèmes**

Présenté par :

AMARI Ouissam

Étude de l'automatisation d'une interconnexion mécanique entre deux stations de pompage GPL

Proposé par : DR. H.AYAD

Année Universitaire 2021-2022

Remerciements

La réalisation de mon mémoire a été possible grâce aux interventions de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Je voudrais dans un premier temps remercier mon promoteur monsieur **H.Ayad**, professeur à l'université Saad Dahleb Blida, pour ses judicieux conseils et sa patience.

Je remercie mon co-promoteur monsieur **H.Fellah** et monsieur **K.Ouhadda**, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mon stage au sein de NAFTAL SPA.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à monsieur **R.Melzi**, ingénieur automaticien à Siemens, qui a pris le temps de discuter de mon sujet, d'y avoir collaboré et de m'avoir guidée vers les bonnes références.

Je remercie vivement monsieur **A.Maache** ingénieur en automatique, pour sa précieuse aide, son assistance et sa générosité.

Je ne saurai manquer d'exprimer ma grande gratitude à mes enseignantes **Z.Reguieg** et **B.Amrouche**, qui ont laissé une empreinte positive en moi.

Je voudrais aussi témoigner toute ma reconnaissance à mes camarades, pour leurs encouragements et leur soutien inestimable.

Enfin, je souhaite adresser mes remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes très
chers parents ;*

A mes sœurs, Sarah, Farah et Naïla ;

A ma petite et unique nièce Anaïs ;

A mon amie Célia ;

A vous.

ملخص

تمت عملية الربط الهيدروليكي لمحطتي الضخ بين محطتي انطلاق خطوط أنابيب غاز البترول المسال سكيكدة-الخروب وسكيكدة-برحال المتواجدتين في المنطقة الصناعية لسكيكدة. تجري حاليا عملية الربط بطريقة يدوية فقط.

تسمح هذه الدراسة بالتعامل مع جميع جوانب التشغيل الآلي الذي يُمكن من تنفيذ العملية في أفضل الظروف الأمنية، وذلك عن طريق استخدام الأجهزة الصناعية المبرمجة

.S7-300 Siemens

الكلمات المفتاحية: غاز البترول المسال، التشغيل الآلي، الأجهزة الصناعية المبرمجة.

Résumé

Une interconnexion hydraulique de deux stations de pompage a été déjà réalisée entre les deux terminaux départs des canalisations GPL Skikda – El Khroub et Skikda-Berrahal situés dans la zone industrielle de Skikda ; l'exploitation de cette interconnexion se fait actuellement en mode manuel uniquement. Cette présente étude permet d'aborder tous les aspects d'automatisation qui permettent l'exploitation de cette interconnexion dans les conditions de sécurité les plus optimales, en utilisant des API siemens S7-300.

Mots clés : GPL, Automatisation, API.

Abstract

A hydraulic interconnection of two pumping stations has been achieved between two pipeline departure terminals: LPG Skikda, El Khroub and Skikda,Berrahal which are located in the industrial zone of Skikda. This operation is currently performed manually. This study allows us to approach all the aspects of automation which enable this interconnection operation to function under the most effective safety conditions, using Siemens S7-300 PLCs.

Keywords : LPG, Automation, PLC.

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumés	
Table des Matières	
Liste des Figures et des Tableaux	
Liste des Abréviations	
Introduction générale.....	1
1 Chapitre 1 Présentation de Naftal et du GPL	2
1.1 Introduction	3
1.2 Historique	3
1.3 Mission	4
1.3.1 L'enfûtage des GPL	4
1.3.2 La formulation des bitumes	5
1.3.3 Stockage et distribution des produits pétroliers	5
1.3.4 Le transport des produits pétroliers	6
1.4 Présentation des branches de la société	8
1.5 Description du Gaz de Pétrole Liquéfié	9
1.5.1 Composition molaire du GPL	9
1.5.2 Les sources des GPL	10
1.6 Présentation du problème	10
1.6.1 Objectif	10
1.7 Conclusion	11
2 Chapitre 2 Fonctionnement du processus	12
2.1 Introduction	12
2.2 Description des sources	13

2.2.1	Raffinerie RA1K.....	13
2.2.2	Complexe GL1K.....	15
2.3	Description de la ligne SKIKDA-BERRAHAL.....	17
2.3.1	Terminal Départ Skikda-Berrahal.....	17
2.3.2	Canalisation Skikda-Berrahal	19
2.3.3	Postes de sectionnement	20
2.3.4	Terminal d'arrivée de Berrahal.....	21
2.4	Description de la ligne SKIKDA-EL KHROUB.....	22
2.5	Description de l'interconnexion	22
2.6	Description générale des pré-actionneurs, actionneurs et capteurs utilisés....	22
2.6.1	Description de l'appareillage de protection électrique	22
2.6.2	Description des pré-actionneurs.....	22
2.6.3	Description des actionneurs	24
2.6.4	Description des capteurs	25
2.7	Conclusion.....	27
3	Chapitre 3 Système de commande et de contrôle	28
3.1	Introduction	28
3.2	Système de contrôle et commande	28
3.3	La salle de contrôle.....	30
3.4	Définition de l'automate programmable industriel et ses principales caractéristiques.....	32
3.4.1	Processeur	32
3.4.2	Interfaces d'entrées / sorties	33
3.4.3	Mémoires	33
3.4.4	Alimentation	33
3.5	Description des automates programmables du terminal départ Skikda.....	34
3.5.1	Composition - hardware des API.....	35

3.6	Présentation du logiciel utilisé pour la programmation et la supervision.....	37
3.6.1	Présentation du logiciel SIMATIC Manager Step 7	37
3.6.2	Les langages de programmation	37
3.7	Programmation sous Step 7	39
3.7.1	Déclaration de la plateforme matérielle.....	40
3.7.2	Définition des différents blocs.....	43
3.7.3	Activation de la simulation	45
3.8	Conclusion	46
4	Réalisation et simulation.....	47
4.1	Introduction	47
4.2	Description des équipements utilisés.....	48
4.3	Pompe de transfert	49
4.4	Vanne motorisée	49
4.5	Vanne de régulation de débit	50
4.6	Vanne de régulation de pression.....	51
4.7	Transmetteur de débit	52
4.8	Transmetteur de pression.....	53
4.9	Rôle de l'interconnexion	53
4.10	Programmation des deux API	54
4.11	Communication entre les deux API	57
4.12	Simulation	57
4.13	Conclusion	60
	Conclusion générale.....	61
	Bibliographie.....	62
	Annexes	

Liste des figures et tableaux

<u>Figure 1-1 Logo Naftal.</u>	3
<u>Figure 1-2 Emplissage GPL.</u>	4
<u>Figure 1-3 Unité de formulation bitumes.</u>	5
<u>Figure 1-4 Stockage des carburants.</u>	5
<u>Figure 1-5 Station de service Naftal.</u>	5
<u>Figure 1-6 Transport des carburants par bateau.</u>	6
<u>Figure 1-7 Transport par train.</u>	7
<u>Figure 1-8 Transport par route.</u>	7
<u>Figure 1-9 Organigramme de la société.</u>	8
<u>Figure 2-1 Schéma global de l'installation.</u>	12
<u>Figure 2-2 Raffinerie RA1K</u>	13
<u>Figure 2-3 Schéma de la raffinerie RA1K</u>	13
<u>Figure 2-4 Photo du complexe GL1K</u>	14
<u>Figure 2-5 Terminal booster GL1K.</u>	15
<u>Figure 2-6 Canalisation Skikda-Berrahal.</u>	16
<u>Figure 2-7 Terminal Départ Skikda-Berrahal.</u>	17
<u>Figure 2-8 Postes de sectionnement de la canalisation Skikda-Berrahal.</u>	19
<u>Figure 2-9 Terminal arrivée de Berrahal.</u>	20
<u>Figure 2-10 Canalisation Skikda-El Khroub.</u>	21
<u>Figure 2-11 Disjoncteur.</u>	22
<u>Figure 2-12 Role du préactionneur.</u>	22
<u>Figure 2-13 Contacteur électrique.</u>	23
<u>Figure 2-14 Role de l'actionneur.</u>	24
<u>Figure 2-15 Les différents éléments du moteur asynchrone.</u>	24
<u>Figure 2-16 Rôle du capteur.</u>	25
<u>Figure 2-17 Transmetteur de pression</u>	25
<u>Figure 2-18 Transmetteur de débit</u>	26
<u>Figure 2-19 Capteur fin de course.</u>	27
<u>Figure 3-1 Structure d'un système automatisé.</u>	28
<u>Figure 3-2 Plan de la station de départ Skikda.</u>	28
<u>Fe. Figure 3-3 Système de contrôle et de commande.</u>	29
<u>Figure 3-4 Salle de controle.</u>	30
<u>Figure 3-5 Architecture des API</u>	32
<u>Figure 3-6 API s7-300</u>	34

Figure 3-7 Programmation en langage à contact.	37
Figure 3-8 Programmation en langage LOG.	38
Figure 3-9 Démarrage du logiciel.	39
Figure 3-10 Création d'un nouveau projet.	39
Figure 3-11 L'ajout du rack.	40
Figure 3-12 Configuration matérielle.	41
Figure 3-13 Vue générale du projet.	42
Figure 3-14 Vue du projet.	42
Figure 3-15 Les différents blocs du programme.	43
Figure 3-16 Bloc OB	44
Figure 3-17 Exemple de bloc FC	45
Figure 3-18 Activation de la simulation	45
Figure 3-19 Simulation.	46
Figure 4-1 Plan du process.	48
Figure 4-2 Schéma d'une pompe centrifuge multi-étages.	49
Figure 4-3 Vanne motorisée 10".	50
Figure 4-4 Principe de fonctionnement de la vanne de régulation du débit.	51
Figure 4-5 Vanne de régulation de pression. [51
Figure 4-6 Organe déprimogène .	52
Figure 4-7 Capteur de pression différentielle piézoélectrique.	52
Figure 4-8 Capteur de pression piézoélectrique.	53
Figure 4-9 Configuration matérielle des API	54
Figure 4-10 Blocs utilisés dans les deux programmes.	54
Figure 4-11 Aperçu de la liste des mnémoniques.	55
Figure 4-12 Démarrage automatique et manuel de la pompe.	55
Figure 4-13 Condition du démarrage de la pompe d'El Khroub..	56
Figure 4-14 Démarrage PLCIM PROFIBUS1	57
Figure 4-15 Démarrage de PLCIM PROFIBUS 1.	58
Figure 4-16 Chargement du programme.	58
Figure 4-17 Les différents blocs du programme.	59
Figure 4-18 Une partie du programme (Transmetteur de pression).	59
Figure 4-19 Alarme faible pression.	60
Tableau 1-1 Pourcentage molaire des composants du GPL	10
Tableau 3-1 Composants d'un S7-300.	36

Liste des abréviations

API : Automate Programmable Industriel.

CPU: Central Processing Unit.

E/S: Entrée/Sortie.

ESD: Emergency Shutdown System.

FC : Fonction.

GL1K : Complexe de Liquéfaction de Gaz Naturel de Skikda.

GNL : Gaz Naturel Liquéfié.

GPL : Gaz de pétrole liquéfié.

OB : Organisation Bloc.

RA1K : Raffinerie N°1 de Skikda.

RAM: Random Access Memory

TOR: Tout Ou Rien.

Introduction générale

Le GPL (gaz de pétrole liquéfié) est une source d'énergie de plus en plus utilisée dans les différents domaines de l'industrie et du transport. L'Algérie, par le biais de sa grande société SONATRACH, produit d'énormes quantités de ce carburant. Dans le cadre du développement et de l'utilisation du GPL, à savoir le stockage, le transport et la distribution, plusieurs unités industrielles ont été mises en place.

A cet effet, certaines améliorations devraient être employées, en recourant à la recherche et développement dans le domaine de l'automatisation des différentes unités. Et ce, en employant les dernières technologies, en l'occurrence les API (automates programmables industriels) et les différents capteurs et actionneurs. Cela permet une meilleure productivité, la réduction de la main d'œuvre, l'amélioration de la sécurité du personnel, la réduction du délai de fabrication et la facilité de détection et correction d'erreurs.

NAFTAL est l'une des premières sociétés à avoir adopté l'automatisation dans tous ses projets. Et ne cesse de développer ses processus de transport du GPL. Cette présente étude, a justement été faite en effectuant un stage pratique au sein de cette société, elle consiste à étudier l'automatisation d'une interconnexion mécanique.

Après le constat de la perte du temps, de la réduction de la quantité du produit transportée et surtout du danger que peut produire l'utilisation de cette interconnexion mécaniquement, Nous avons proposé l'automatisation de cette dernière afin d'éliminer toutes ces failles.

Nous avons donc pensé à utiliser deux API Siemens S7-300, un pour chaque ligne (un API pour la ligne Skikda-ELKhroub et un autre pour la ligne Skikda-Berrahal) et faire une interconnexion entre ces deux API.

Pour cela nous avons suivi ce plan de travail :

Dans le premier chapitre, nous présentons l'entreprise Naftal ainsi que le GPL.

Le deuxième chapitre est consacré au fonctionnement des deux installations des deux lignes Skikda-El Khroub et Skikda-Berrahal.

Le troisième chapitre évoque le système de commande et de contrôle.

Le quatrième chapitre est consacré au résultat et à la simulation.

Enfin une conclusion générale vient clôturer ce mémoire.

Chapitre 1

Présentation de Naftal et du GPL

1.1 Introduction

Naftal est une SPA (Société Par Actions) au capital social de 160 000 000 000 .00 DA (Figure 1-1). Fondée en 1982 et filiale à 100% du Groupe SONATRACH, elle est rattachée à l'activité commercialisation. Elle assure la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national. [1]



Figure 1-1 Logo Naftal. [2]

1.2 Historique

- **06 Avril 1981** : L'entreprise ERDP (Entreprise de Raffinage et Distribution des Produits Pétrolier), issue de Sonatrach, est créée par le décret N° 80/101 ;
- **1er Janvier 1982** : L'ERDP est chargée de l'industrie du raffinage et de la commercialisation et distribution des produits pétroliers ;
- **25 Août 1987** : L'activité raffinage est séparée de l'activité distribution. La raison sociale de la société change suite à cette séparation des activités. Naftal est désormais chargée de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et dérivés ;

- **18 Avril 1998** : transformation de Naftal en société par actions au capital social de 6.65 milliards de DA et filiale à 100% du holding Sonatrach Valorisation des Hydrocarbures (SVH) ;
- **21 Décembre 1999** : création de STPE, société chargée du transport des produits énergétiques par chemins de fer, en partenariat avec la Société Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF) ;
- **29 Juillet 2002** : augmentation du capital social de 6,65 milliards de DA à 15,65 milliards de DA conformément à la résolution de l'AGEX. [3]

1.3 Mission

De plus de sa mission principale qu'est la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national. Naftal intervient également dans le domaine de :

1.3.1 L'enfûtage des GPL

Remplissage des bouteilles de gaz Butane B13 et B6 (Figure 1-2), pour la consommation des ménages ainsi que les bouteilles de gaz Propane P35, pour la petite industrie.



Figure 1-2 Emplissage GPL. [4]

1.3.2 La formulation des bitumes

Naftal est chargée de la formulation et de la commercialisation des bitumes (Figure 1-3), matière essentielle pour la construction routière, les travaux d'étanchéité et d'isolation.



Figure 1-3 Unité de formulation bitumes. [5]

1.3.3 Stockage et distribution des produits pétroliers

Naftal est chargée du stockage (Figure 1-4), de la distribution et de la commercialisation des carburants (Figure 1-5), GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques, GPL/carburant, produits



Figure 1-4 Stockage des carburants.[6]



Figure 1-5 Station de service Naftal. [7]

spéciaux.

1.3.4 Le transport des produits pétroliers

Pour assurer la disponibilité des produits sur tout le territoire, Naftal prend en charge le transport de tous les produits pétroliers.

Naftal met à contribution plusieurs modes de transport :

- Le cabotage (transport par bateaux) (Figure 1-6) et les pipes lines, pour l'approvisionnement des entrepôts à partir des raffineries.



Figure 1-6 Transport des carburants par bateau. [8]

- Le rail pour le ravitaillement des dépôts à partir des entrepôts (Figure 1-7).



Figure 1-7 Transport par train. [9]

- La route pour la livraison des clients et le ravitaillement des dépôts non desservis par le rail (Figure 1-8).



Figure 1-8 Transport par route.[10]

1.4 Présentation des branches de la société

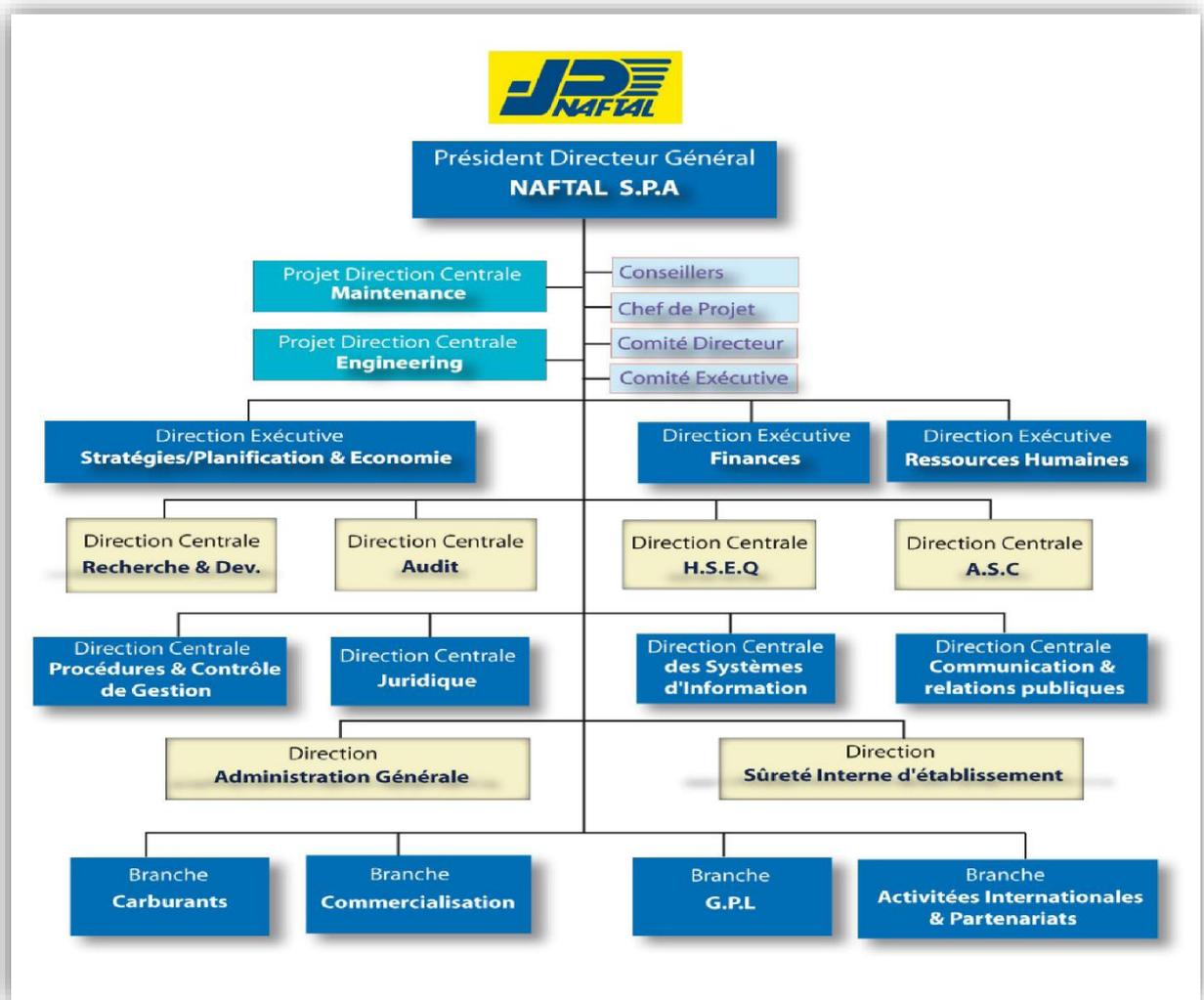


Figure 1-9 Organigramme de la société. [11]

Naftal se compose de 3 branches :

- Branche Carburant est chargée des activités d'approvisionnement, de stockage et de distribution des carburants terre, aviation et marine.
- Branche Commercialisation chargée de la distribution des produits finis tels que le gasoil, les essences, le GPL, les lubrifiants, les bitumes, les pneumatiques ainsi que quelques produits spéciaux nécessaires aux véhicules

- La Branche GPL dans laquelle j'ai effectué mon stage qui est chargée des activités d'approvisionnement, de stockage, de conditionnement (enfutage) et de distribution des GPL (Gaz de Pétrole Liquéfiés)

1.5 Description du Gaz de Pétrole Liquéfié

Le GPL est un mélange gazeux constitué essentiellement de propane et de butane, c'est un produit gazeux à la température ambiante et la pression atmosphérique. Il est liquéfié à faible pression (**4 à 5 bars**) et à une température très basse, **-46°C** pour le propane et **-07°C** pour le butane afin de faciliter son transport, stockage et sa commercialisation, il se gazéifie au moment de son utilisation. La composition molaire du GPL est variable selon sa source [12].

1.5.1 Composition molaire du GPL

Voir (Tableau 1-1)

Le composant du GPL	Pourcentage molaire
Méthane	0,32
Ethane	1,12
Propane	60,95
Iso butane	15,46
Normal butane	22,14
Iso pentane	0,01

Tableau 1-1 Pourcentage molaire des composants du GPL [12]

1.5.2 Les sources des GPL

Le GPL est obtenu principalement :

- Dans les raffineries, soit au cours de distillation du pétrole brut ou lors du Cracking ou de Reforming des produits en vue de la production des essences.
- Au cours des séparations du gaz naturel qui a pour but de séparer et de récupérer les condensats et le GPL.
- Par liquéfaction du gaz naturel, les gaz C1 et C2 dont la température de liquéfaction est de -169°C .

1.6 Présentation du problème

Devant l'éventualité de panne de l'une des stations de pompage, et l'impact négatif sur le transfert du produit vers les terminaux arrivés, se traduisant par :

- Le manque de produit vers les destinations finales dans les temps impartis.
- Les perturbations au niveau de la distribution vers les centres enfuteurs de la région.
- La pénurie et l'inquiétude au sein de la population.

L'idée d'une interconnexion entre les deux stations a été élaborée, pour plus de fiabilité dans le système de pompage vers les deux terminaux.

1.6.1 Objectif

L'objet du thème est de mettre en œuvre un système opératoire qui permettra de :

- Démarrer, en mode Automatique et/ou Semi-automatique, les pompes de transfert existantes du terminal départ de la canalisation GPL Skikda-Berrahal pour expédier le produit GPL vers la canalisation GPL Skikda-El Khroub à travers l'interconnexion existante entre les deux unités.
- Démarrer en mode Automatique et/ou Semi-automatique les pompes de transfert existantes du terminal départ de la canalisation GPL Skikda-El Khroub pour expédier le produit GPL vers la canalisation GPL Skikda-Berrahal à travers l'interconnexion existante entre les deux unités.

1.7 Conclusion

A travers ce chapitre nous avons expliqué le rôle de l'entreprise Naftal dans le domaine des hydrocarbures, depuis la réception des produits du fournisseur principal Sonatrach aux utilisateurs finaux qui sont les ménages ainsi que tous les moyens de transport aériens, maritimes et terrestres. Elle transporte également les carburants liquides (essence et gasoil) ainsi que les carburants liquéfiés GPL que nous avons décrit brièvement ci-dessus.

Chapitre 2

Fonctionnement du processus

2.1 Introduction

Afin de distribuer les deux gaz liquéfiés (Butane et Propane) vers les deux terminaux arrivées El Khroub (Wilaya de Constantine) et Berrahal (Wilaya d'Annaba) (Figure 2-1), deux canalisations ont été réalisées depuis deux sources de distribution du GPL.

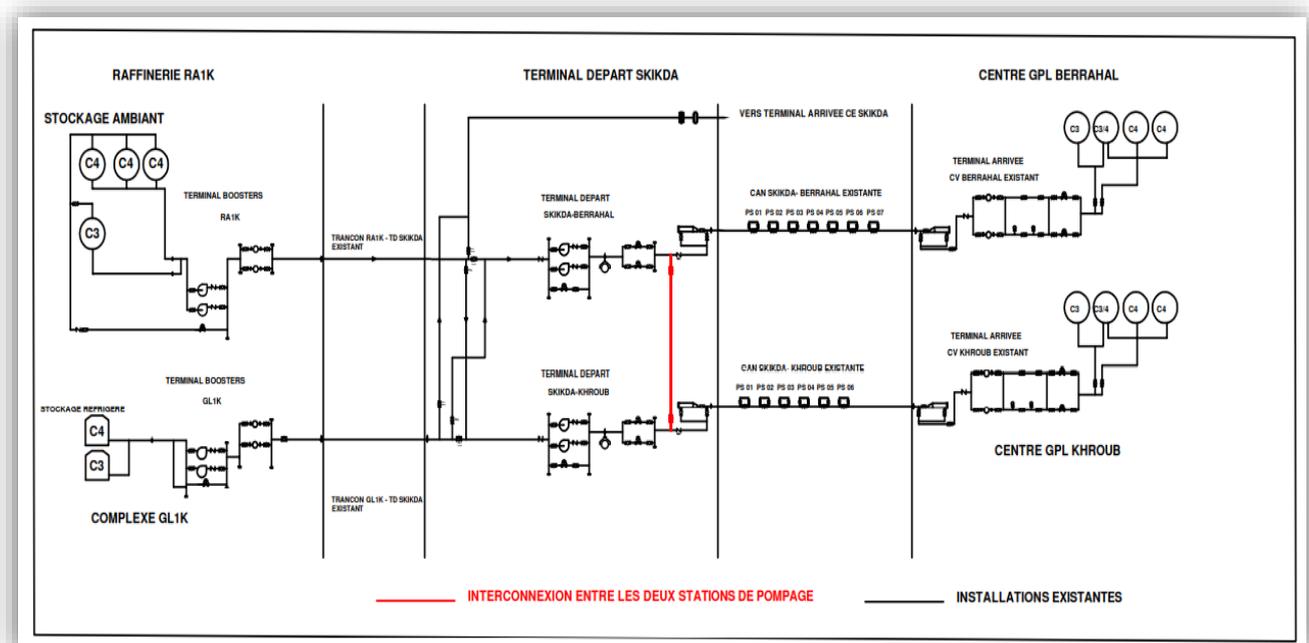


Figure 2-1 Schéma global de l'installation.

2.2 Description des sources

Les canalisations SKIKDA-KHROUB et SKIKDA-BERRAHAL sont alimentées à partir de la raffinerie des produits pétroliers Raffinerie N°1 Skikda (RA1K) et du complexe Gaz Liquéfié N°1 Skikda (GL1K).

2.2.1 Raffinerie RA1K



Figure 2-2 Raffinerie RA1K [13]

La raffinerie RA1K est située à Skikda en Algérie (Figure 2-2), elle a été construite en 1980. Située au bord de la mer, elle bénéficie du trafic maritime du port de Skikda et peut ainsi accueillir des pétroliers à fort tonnage. Elle a une capacité de traitement d'environ 16,5 millions tonnes/an, ce qui en fait la plus grande raffinerie d'Algérie (Figure 2-3), cette raffinerie est actuellement exploitée par Sonatrach. [14]

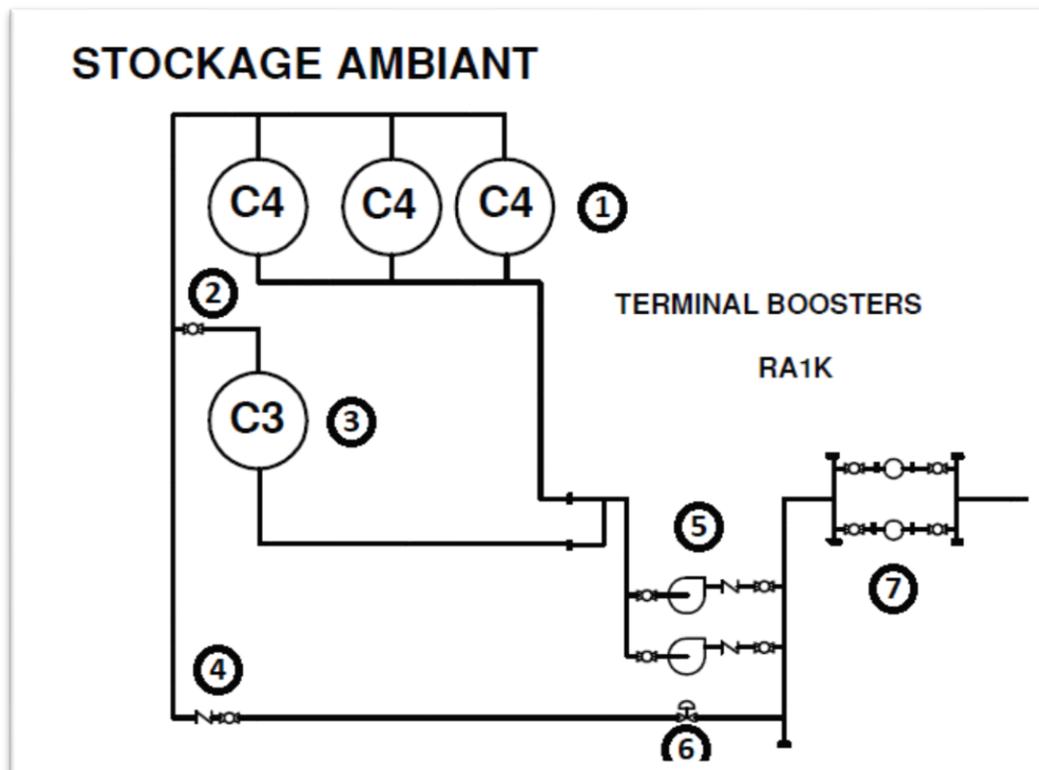


Figure 2-3 Schéma de la raffinerie RA1K

- 1- Sphères de Butane
- 2- Vanne motorisée
- 3- Sphère de Propane
- 4- Clapet anti retour
- 5- Pomperie booster
- 6- Vanne de régulation de débit minimum des pompes
- 7- Système de comptage (l'une au secours de l'autre)

Les deux gaz liquéfiés (butane et propane) sont stockés à température ambiante et sous pression dans des sphères et sont pompés à l'aide de deux pompes boosters (l'une au secours de l'autre).

Un banc de comptage est installé afin d'assurer le comptage fiscal du produit pompé et indiquer le débit pompé au système de détection des fuites.

2.2.2 Complexe GL1K



Figure 2-4 Photo du complexe GL1K [15]

Dans le but d'exporter du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) vers l'Europe et les USA, des usines de production de GNL (Figure 2-4) ont été construites dans le nord du pays dont le complexe GNL de Skikda. Ce site contient principalement des bacs à stockage réfrigéré une pomperie booster et un poste de comptage. (Le stockage des produits est réalisé à très basse température) (Figure 2-5).

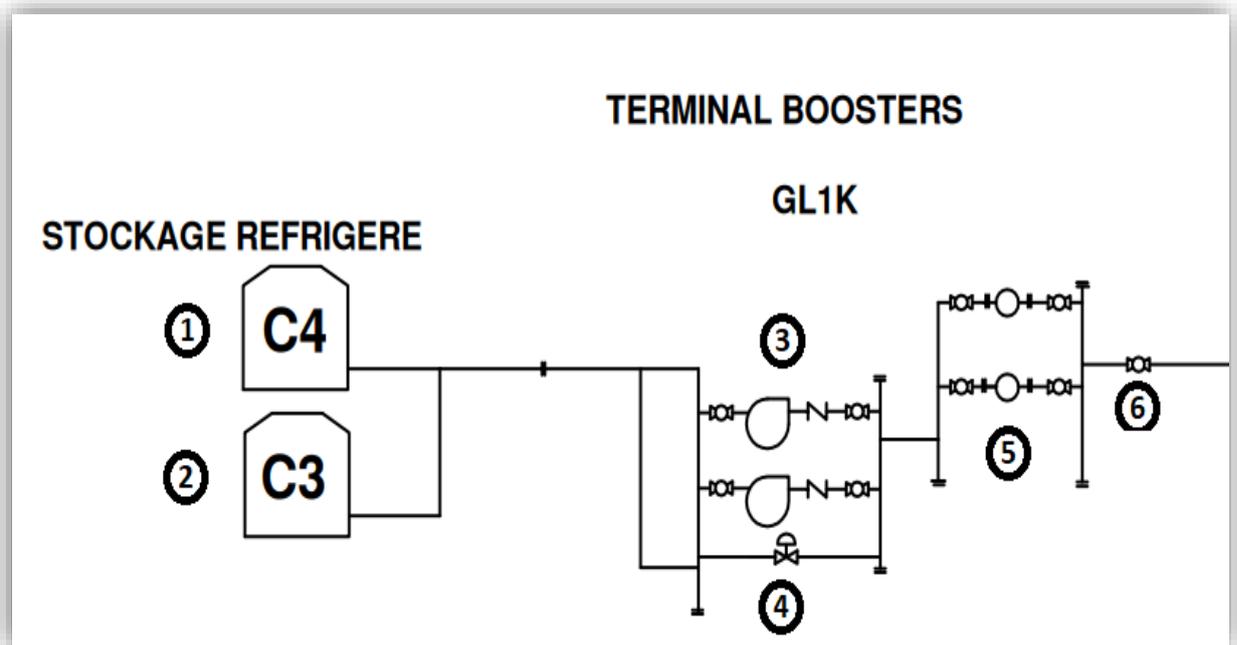


Figure 2-5 Terminal booster GL1K.

- 1- Bac réfrigéré de Butane
- 2- Bac réfrigéré de Propane
- 3- Pomperie booster
- 4- Vanne de régulation de débit minimum des pompes
- 5- Système de comptage
- 6- Vanne motorisée

2.3 Description de la ligne SKIKDA-BERRAHAL

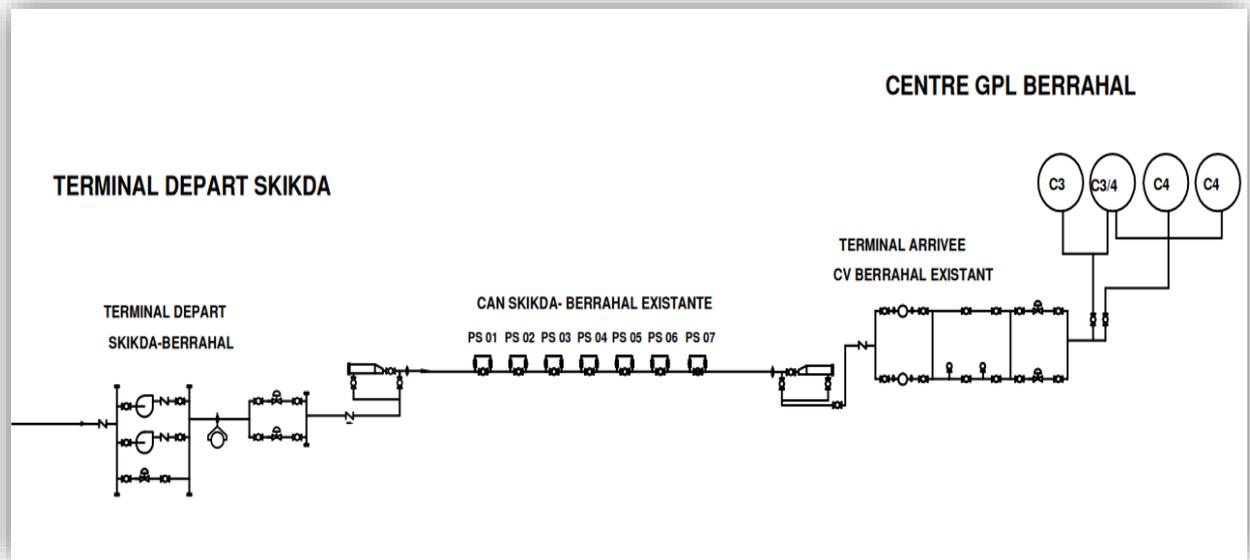


Figure 2-6 Canalisation Skikda-Berrahal.

L'installation Terminal Départ Skikda – Terminal Arrivée Berrahal est composée d'une station principale de pompage GPL située dans le Terminal Départ Skikda qui alimentera la canalisation GPL Skikda-Berrahal (Figure 2-6) et de:

- Sept postes de sectionnement sur la canalisation GPL Skikda-Berrahal.
- D'un terminal d'arrivée GPL situé dans le centre de stockage et de distribution de Berrahal, raccordé à la canalisation GPL Skikda-Berrahal.
- Un système de détection et de localisation des fuites sur la canalisation GPL Skikda-Berrahal.
- Et d'un système de protection cathodique commun aux canalisations GPL Skikda-Berrahal et Multiproduit (gasoil et essence) Skikda-Berrahal. Ce système protège les canalisations contre la corrosion.

2.3.1 Terminal Départ Skikda-Berrahal

Dans ce site (Figure 2-7) sont installées deux pompes d'expédition (l'une au secours de l'autre), un poste de filtrage pour filtrer les impuretés, un poste de régulation afin de régler l'écoulement du produit pompé, envoyé vers la canalisation ainsi qu'une gare de racleur de départ qui permet le raclage (nettoyage et inspection) de la canalisation.

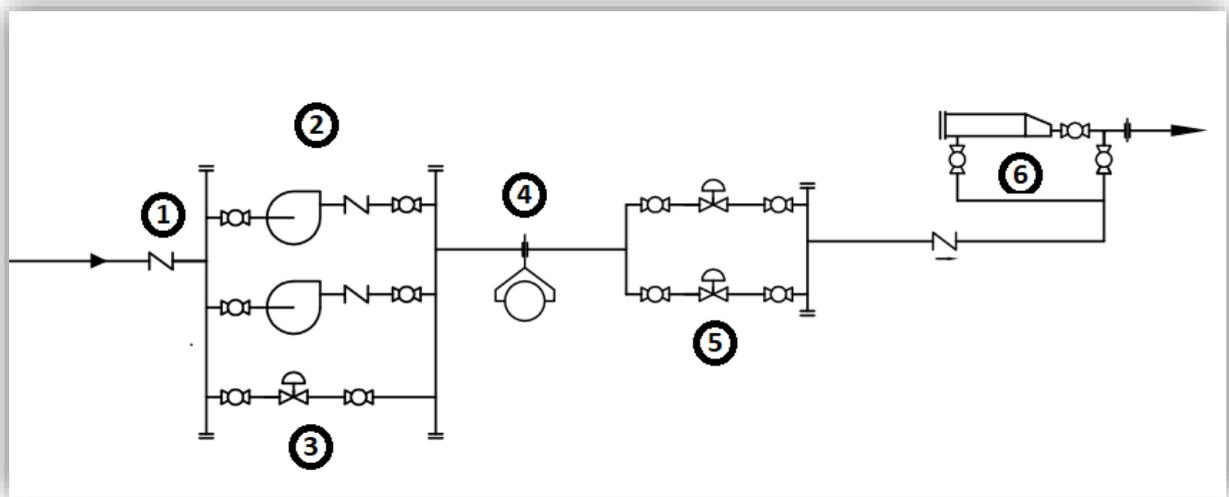


Figure 2-7 Terminal Départ Skikda-Berrahal.

- 1- Clapet anti retour
- 2- Pomperie d'expédition
- 3- Poste de régulation de débit
- 4- Poste de filtrage
- 5- Poste de régulation de débit des produits pompés
- 6- Gare racleur de départ

2.3.1.1 Alimentation électrique et de conduite du procédé :

Poste de livraison 30 kV alimenté à partir du réseau SONELGAZ, groupe électrogène de secours, sous-station électrique, salle de contrôle avec postes de supervision et système de détection feu et gaz.

2.3.1.2 Le réseau anti-incendie, composé de :

- Une alimentation en eau depuis le réseau de distribution
- Une réserve d'eau
- Une station de pompage.
- Un réseau maillé de tuyauteries avec boucles incendie, dévidoir, rampe de pulvérisation, canon à eau.
- 2 vannes de déluge motorisées arrosant la pomperie d'expédition.

L'instrumentation de l'Unité des Pompes principales terminant le départ Skikda-Berrahal assurera les traitements des paramètres suivants :

- Commande des vannes motorisées
- Régulation débit de recyclage
- Mesure, contrôle et enregistrement de la pression et de la température à l'aspiration des pompes
- Mesure et contrôle de pression au refoulement des pompes
- Séquences marche/arrêt ou Ouverture/Fermeture des équipements
- Mesure, contrôle et enregistrement de la pression et de la température à la sortie du Terminal.
- Signaux requis pour l'automatisme des pompes, des vannes motorisées, gestion des alarmes, sécurité...

2.3.2 Canalisation Skikda-Berrahal

Canalisation GPL Terminal Départ Skikda-Berrahal (Figure 2-8) est une nouvelle canalisation d'une longueur totale de 79.8 km. qui comprend 7 postes de sectionnement.

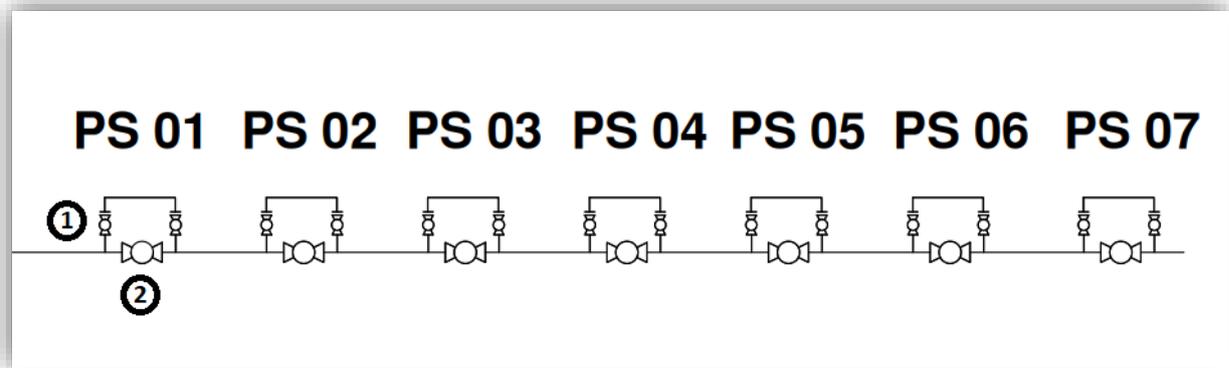


Figure 2-8 Postes de sectionnement de la canalisation Skikda-Berrahal.

- 1- Vanne Bypass
- 2- Vanne motorisée

2.3.3 Postes de sectionnement

Ces postes de sectionnement ont tous la même fonction, à savoir isoler les sections de la canalisation en cas d'urgence. Pour cela, chaque poste de sectionnement est équipé d'une vanne de sectionnement, opérée par un actionneur électro-hydraulique disposant d'une position fermée de sécurité intrinsèque. Normalement, cette vanne est ouverte mais, elle sera fermée en cas d'urgence.

Cette dernière peut être commandée :

- Manuellement localement sur l'actionneur de la vanne
- Manuellement sur le tableau électrique à partir du panneau opérateur en face avant de l'arrivée
- Automatiquement (panel opérateur en mode Auto)

2.3.3.1 Ligne By-pass

De plus, il y a une ligne de by-pass en surface avec des robinets d'étranglement manuels pour les opérations de remplissage et de vidange du segment de la canalisation concerné. Pour ouvrir la vanne motorisée à partir des postes de sectionnement, après une fermeture d'urgence, il faut, en plus de la vérification de l'opérateur :

- Effacer/enlever la cause de l'arrêt d'urgence
- Réarmer la vanne (réarmement local de la vanne mais au niveau de l'ingénierie ce réarmement peut être effectué à distance au moyen du système)
- La pression, en amont et en aval de la vanne doit être égalisée ($P(\text{amont}) - P(\text{aval}) < 5\text{bar}$).
- Une vanne de sectionnement électrohydraulique.

2.3.4 Terminal d'arrivée de Berrahal

Terminal d'arrivée GPL (Figure 2-9) situé dans le centre de stockage et de distribution de Berrahal, qui reçoit du GPL en provenance de la canalisation GPL Skikda-Berrahal.

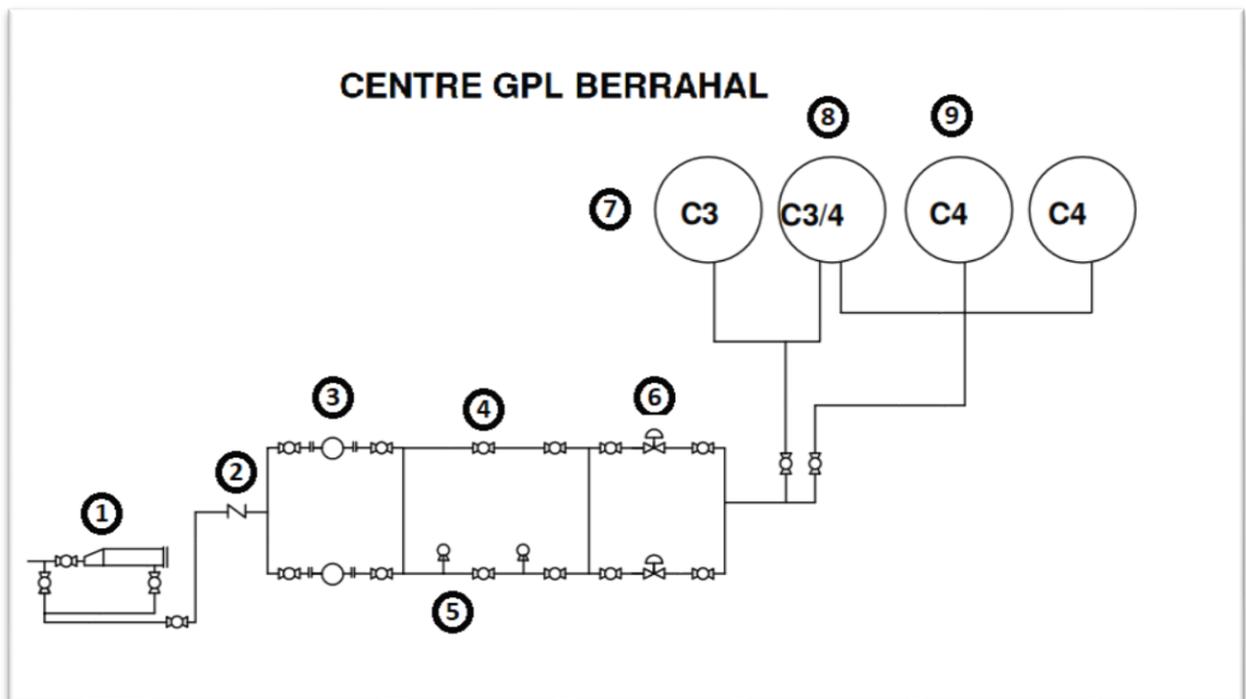


Figure 2-9 Terminal arrivée de Berrahal.

- 1- Gare racleur d'arrivée
- 2- Clapet anti retour
- 3- Système de comptage
- 4- Vanne motorisée
- 5- Compteur étalon
- 6- Poste de régulation de débit des produits pompés
- 7- Sphère de stockage de Propane

- 8- Sphère de stockage mixte
- 9- Sphère de stockage de Butane

2.4 Description de la ligne SKIKDA-EL KHROUB

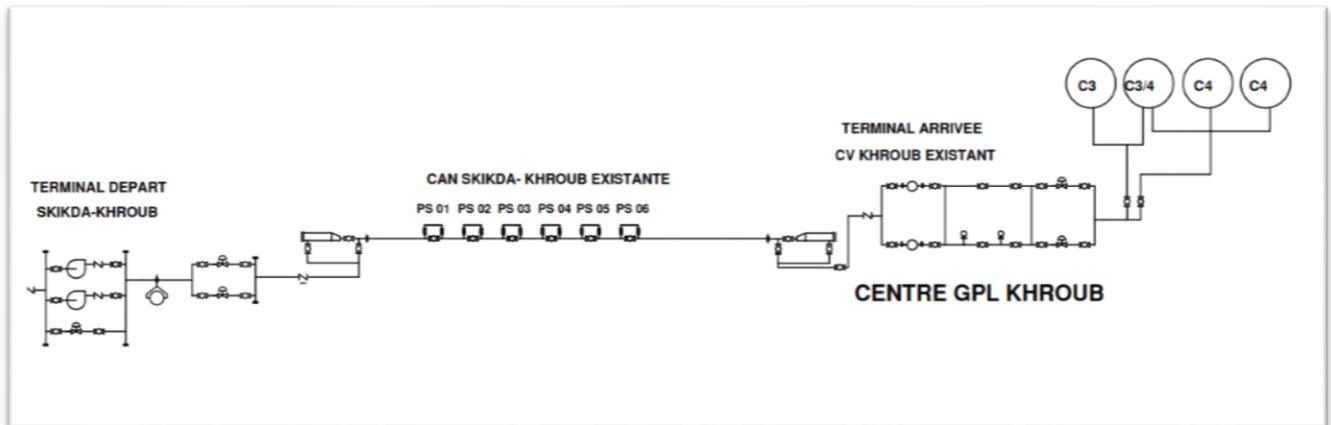


Figure 2-10 Canalisation Skikda-El Khroub.

Cette ligne (Figure 2-10) est similaire à la ligne Skikda-Berrahal. Elle se compose d'un terminal départ Skikda-El Khroub et d'un terminal arrivé d'El Khroub identiques respectivement aux terminal départ Skikda-Berrahal et terminal arrivée Berrahal et d'une canalisation Skikda-El Khroub d'une longueur totale de 100km. qui comprend 6 postes de sectionnement similaires aux postes de sectionnement situés sur la canalisation Skikda-Berrahal.

2.5 Description de l'interconnexion

Une canalisation est construite entre les deux stations de pompage TD Skikda-Berrahal et terminal départ Skikda-El Khroub, elle est située dans la zone industrielle de Skikda. L'exploitation de cette interconnexion se fait actuellement en mode manuel seulement. Cette dernière contient seulement deux vannes aux deux extrémités de la canalisation.

2.6 Description générale des pré-actionneurs, actionneurs et capteurs utilisés

2.6.1 Description de l'appareillage de protection électrique

2.6.1.1 Disjoncteur magnétothermique

C'est un appareil de protection électrique (Figure 2-16), servant à l'alimentation de l'appareillage électrique par exemple les moteurs électriques, ainsi que les circuits d'éclairage.

Il protège les circuits contre les surcharge et les court-circuit.



Figure 2-11 Disjoncteur. [16]

2.6.2 Description des pré-actionneurs

Les pré-actionneurs sont des constituants qui, sur ordre de la partie de commande, assurent la distribution de l'énergie de puissance aux actionneurs. [17]. Voir (Figure 2-12).

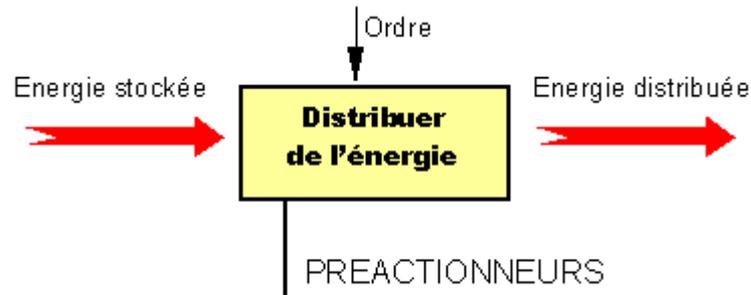


Figure 2-12 Role du préactionneur. [17]

2.6.2.1 Le contacteur

Un contacteur (Figure 2-13) est un relais électromagnétique particulier, pouvant commuter de fortes puissances grâce à un dispositif de coupure d'arc électrique. Sa commande peut être continue ou alternative. Sa constitution est comme suit :

- Des pôles principaux de puissance ;
- Un contact auxiliaire (avec possibilité d'ajouter au contacteur un bloc de contacts auxiliaires instantanés ou temporisés) ;
- Une armature fixe et un autre mobile ;
- Un ressort de rappel ;
- Un circuit magnétique ;
- Une bobine de commande du contacteur. Si la bobine est alimentée elle attire l'armature mobile pour actionner les pôles de puissance ; Si elle n'est pas alimentée, un ressort de rappel ouvre les pôles de puissance. [18]

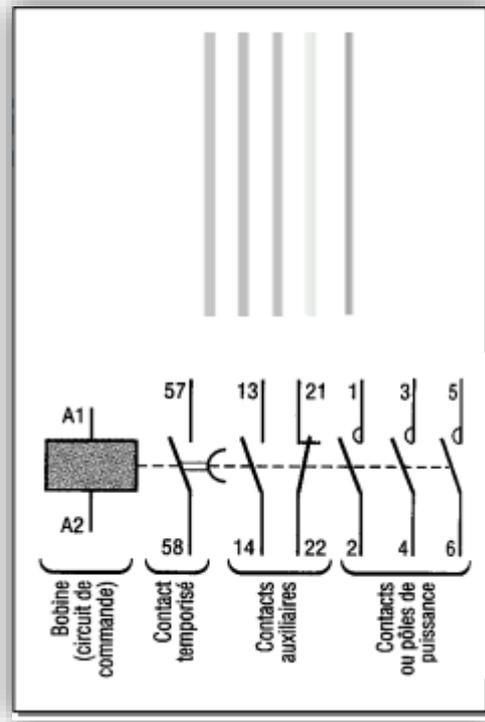


Figure 2-13 Contacteur électrique.

2.6.3 Description des actionneurs

L'actionneur est un dispositif matériel pour transformer une information digitale en un phénomène physique ; d'où sa dénomination. Il peut moduler le comportement ou changer l'état d'un système. [19] Voir (Figure 2-14).

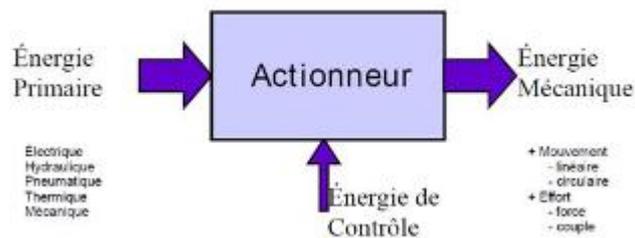


Figure 2-14 Role de l'actionneur.[20]

2.6.3.1 Moteur asynchrone

Le moteur asynchrone triphasé est un engin qui transforme l'énergie électrique reçu en énergie mécanique.

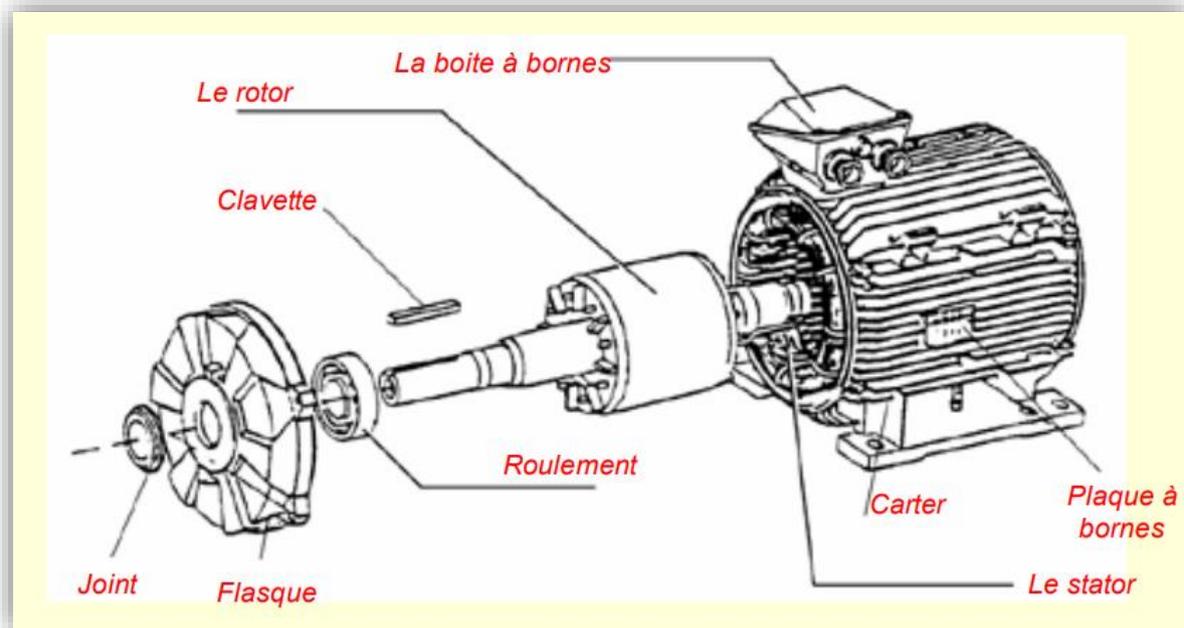


Figure 2-15 Les différents éléments du moteur asynchrone. [21]

Le moteur asynchrone électrique est constitué de deux parties (figure 2-15) dont le stator qui est immobile et le rotor qui lui est mobile. Le stator alimenté par un courant électrique alternatif triphasé, crée un champ magnétique alternatif qui fait tourner le rotor.

2.6.4 Description des capteurs

Un capteur est un dispositif transformant une grandeur physique (température, pression, position, concentration, etc.) en un signal (souvent électrique) qui renseigne sur cette grandeur [22] (figure 2-16).

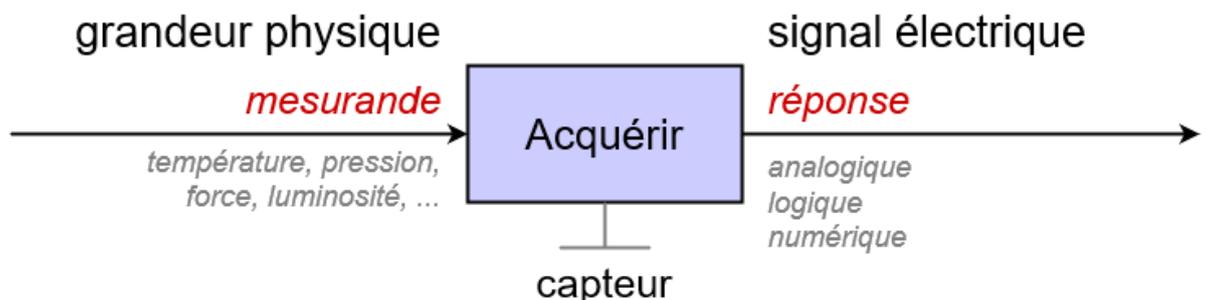


Figure 2-16 Rôle du capteur. [23]

2.6.4.1 Transmetteur de pression

Pour rappel la pression représente une force ramenée à une surface. De plus un capteur ou un transmetteur de pression (figure 2-17). est un appareil capable de transformer la pression en un signal électrique. Ainsi le capteur de pression est généralement constitué d'une membrane et souvent d'une électronique de conditionnement (quand le signal est amplifié). La membrane qui est équipée de jauges va se déformer sous la contrainte. Le signal lié à cette déformation passe par l'électronique intégrée pour y être filtré et amplifié.[24]



Figure 2-17 Transmetteur de pression [24]

2.6.4.2 Transmetteur de débit

Les transmetteurs de débit (figure 2-1) sont équipés d'une turbine et d'un rotor mis en mouvement par le passage du fluide. La mesure de vitesse est ensuite convertie en un signal de sortie de type fréquence. [25]



Figure 2-18 Transmetteur de débit [26]

2.6.4.3 Contact fin de course

Les interrupteurs de fin de course (figure 2-1) sont des capteurs de proximité à contact composés d'un actionneur relié mécaniquement à un jeu de contacts de sortie. Lorsqu'un objet entre en contact avec l'actionneur, le dispositif active les contacts pour ouvrir ou fermer une connexion électrique. [27]



Figure 2-19 Capteur fin de course.

2.7 Conclusion

En conclusion, nous avons relaté dans ce chapitre une description succincte des deux canalisations, Skikda-El Khroub et Skikda-Berrahal ainsi que leurs différentes installations. Nous avons également défini l'appareillage essentiel mis en œuvre dans ce projet.

Chapitre 3

Systeme de commande et de controle

3.1 Introduction

L'automatisation est l'utilisation d'équipements automatiques dans un système de fabrication, un processus de production ou de transport, cela inclut généralement l'utilisation d'API de capteurs et actionneurs. Ceci nous donne un système automatisé (Figure3-1), qui est construit d'une partie opérative et une partie commande.

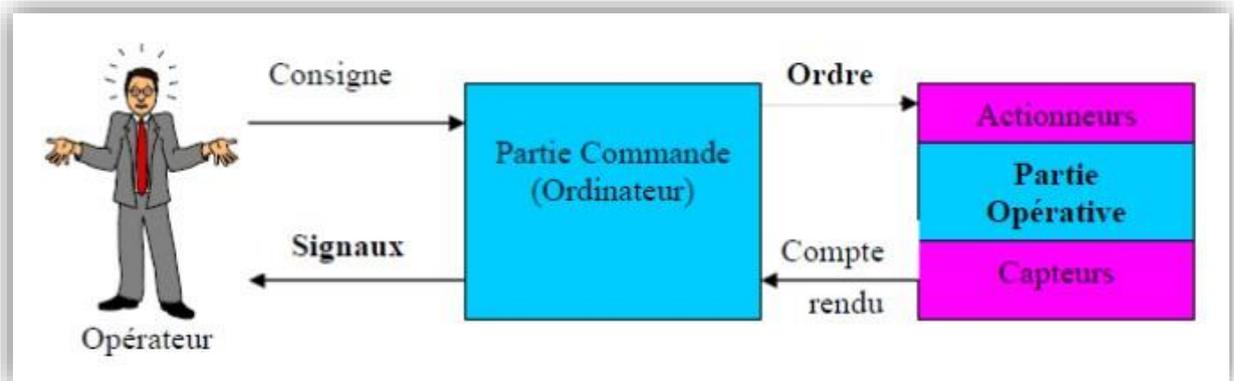


Figure 3-1 Structure d'un système automatisé [28]

3.2 Système de contrôle et commande

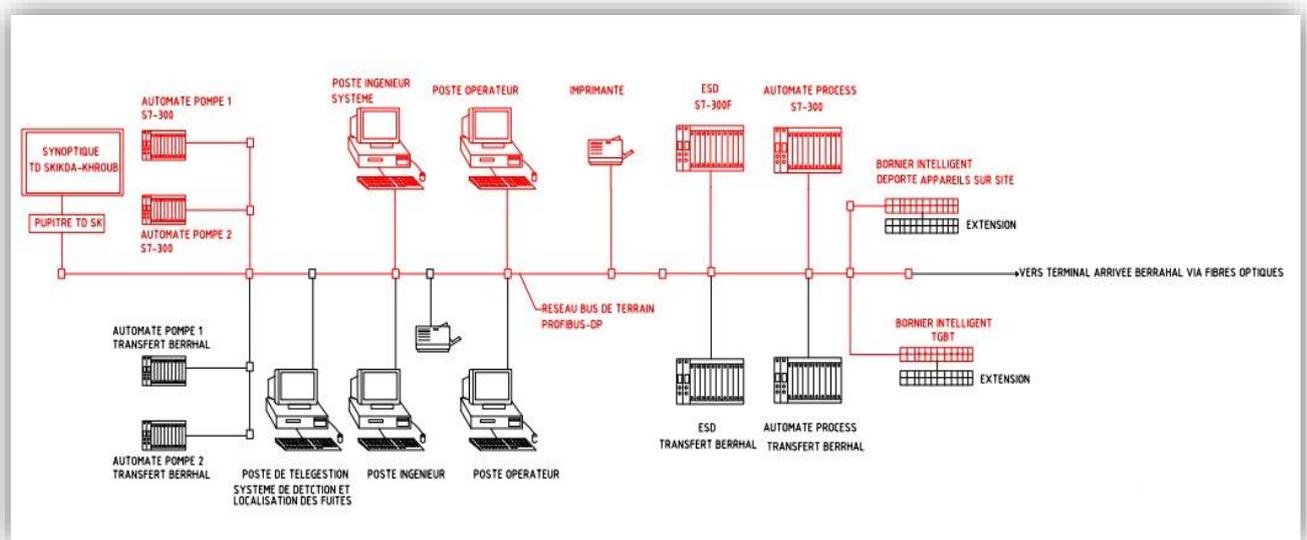


Figure 3-2 Plan de la station de départ Skikda.

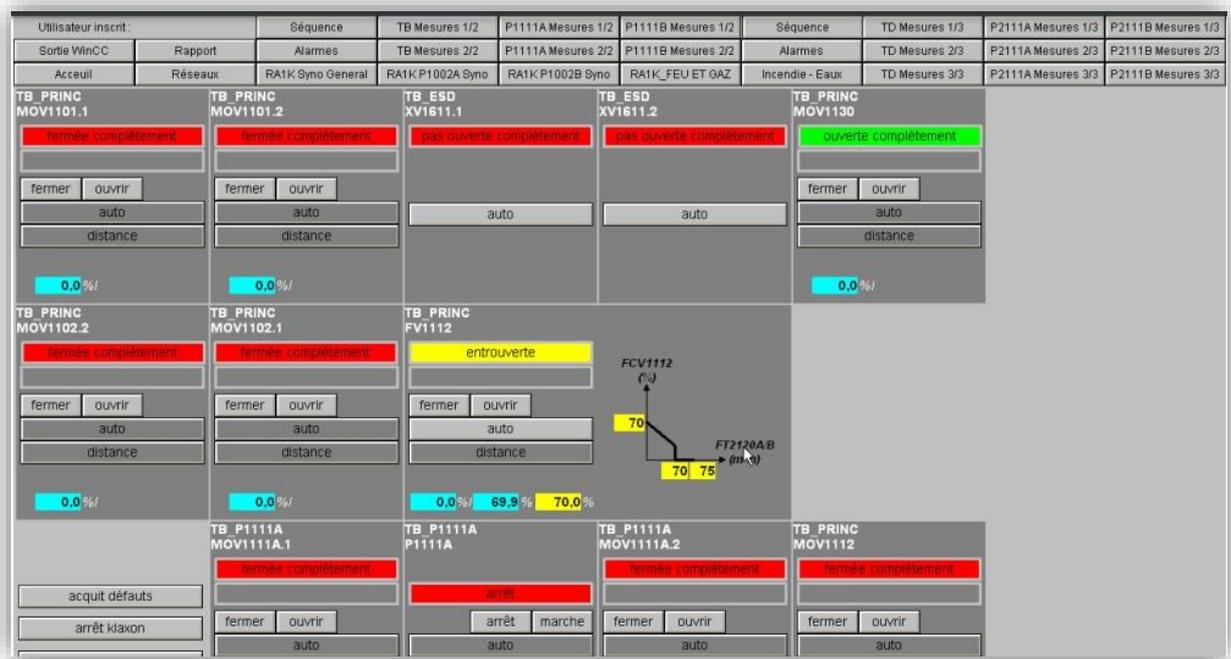


Figure 3-3 Exemple d'un écran de supervision.

Le nouveau système de contrôle et commande comprend 02 postes opérateurs et 02 postes ingénieurs, il permettra la supervision des sites suivants :

- La station booster GL1K,
- La station booster RA1K,
- Terminal Départ Skikda-El Khroub,
- Terminal Départ Skikda-Berrahal,
- Postes de sectionnement de la canalisation Skikda-Berrahal,
- Terminal Arrivée Berrahal,
- Système de détection et localisation des fuites des canalisations GPL Skikda-Berrahal,
- Système de protection cathodique des canalisations GPL Skikda-Berrahal et Skikda- El Khroub.

3.3 La salle de contrôle

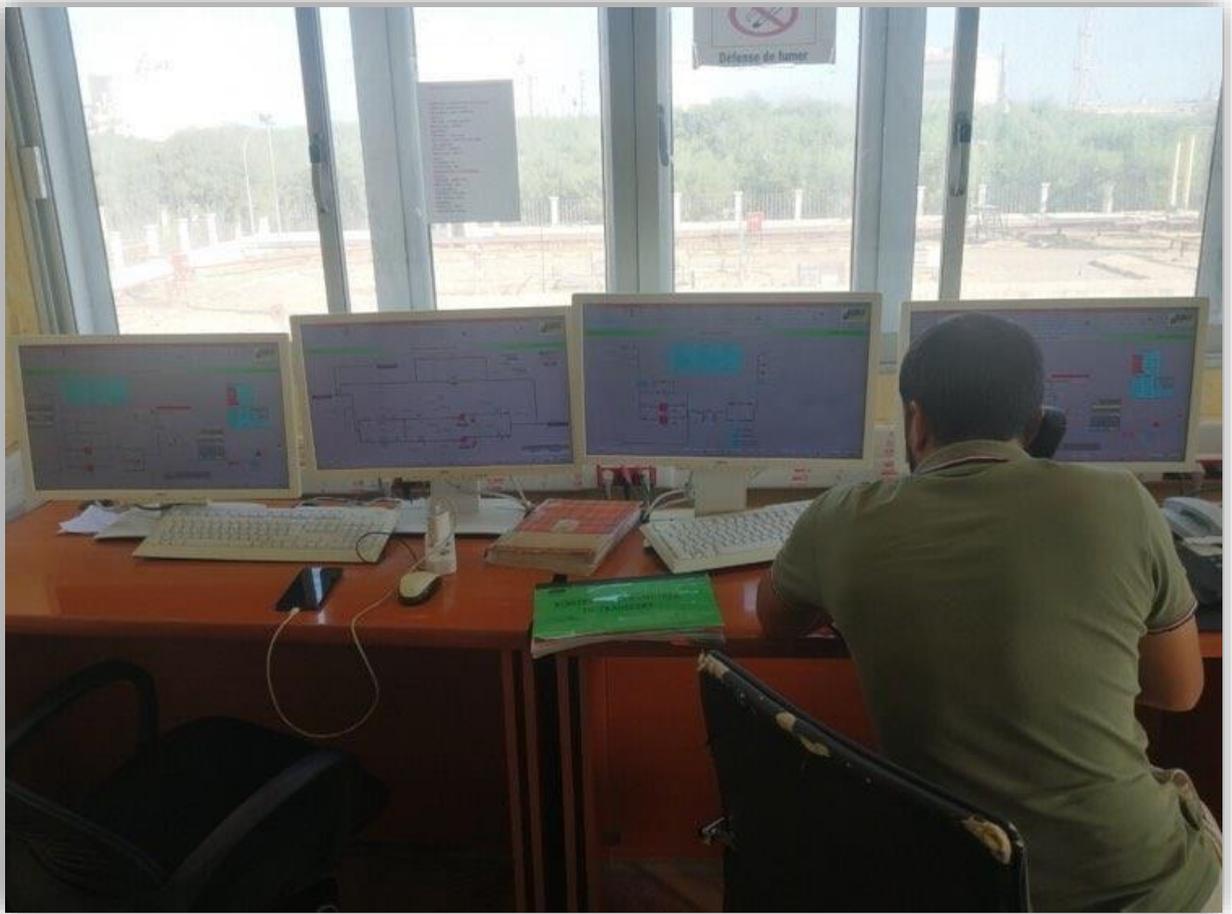


Figure 3-4 Salle de controle.

Le système d'automatisation et contrôle/commande du terminal Départ SKIKDA-BERRAHAL et SKIKDA-KHROUB se fait à partir de la salle de contrôle (figure3-4) qui est constitué de :

- L'installation de borniers intelligents pour le raccordement de la périphérie ou les appareils de terrain comme vannes, transmetteurs, des entrées /sorties digitales de la périphérie, des actionneurs, des capteurs, etc.
- L'installation d'un réseau de communication de terrain pour le raccordement des appareils de périphérie du TD.
- L'installation d'un Automate programmable principale (S7-300) existant pour la gestion de toutes les informations de la périphérie ou en provenance des appareils de terrain du terminal arrivée par l'intermédiaire des borniers intelligents et son raccordement à l'automate.

- L'installation d'un Automate programmable pour le système d'arrêt d'urgence (ESD – Emergency Shut-Down System) pour éviter l'apparition de toute situation physique pouvant provoquer des pertes ou des dommages aux équipements, aux personnes ou à l'environnement et détecter et signaler tout incident spécifique et mettre automatiquement à l'arrêt l'équipement concerné, une partie ou l'ensemble de l'installation selon la gravité du défaut constaté,
- L'Installation d'un poste de télégestion et stockage des données du système de détection et de localisation des fuites de la canalisation GPL Skikda-Berrahal et Skikda-El Khroub
- L'Installation d'un système de contrôle et télésurveillance de la protection cathodique installée sur le long de la canalisation GPL Skikda-El Khroub Skikda- Berrahal
- L'installation d'un poste de conduite composé de 02 nouveaux postes de contrôle/commande (écran 22") pour le contrôle, commande et visualisation du terminal départ SKIKDA et des canalisations GPL Skikda-Berrahal et Skikda-El Khroub.

La visualisation de l'état des entrées, sorties binaires s'effectue par l'intermédiaire d'un voyant LED indiquant individuellement l'état de chaque E/S (entrée / sortie).

L'automate programmable et le répartiteur sont montés dans une armoire avec accès avant et est placé dans la salle de contrôle.

Une deuxième armoire est prévue pour le répartiteur API contrôleur.

3.4 Définition de l'automate programmable industriel et ses principales caractéristiques

Un automate programmable industriel est un type particulier d'ordinateur, utilisé dans la commande de processus industriels par traitement dit "séquentiel". Il sert à automatiser des processus industriels. Une action en déclenche une autre, qui en déclenche une autre et ce selon plusieurs paramètres, conditions, etc... [29]

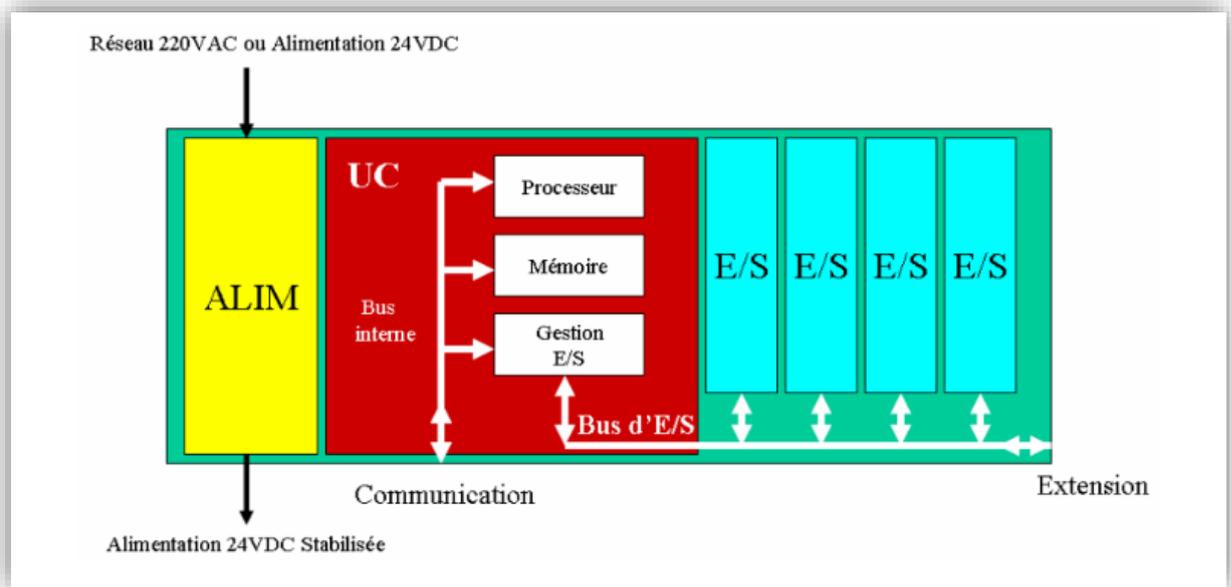


Figure 3-5 Architecture des API [30]

Chaque API est composé de quatre principales parties (figure 3-5) :

- Des interfaces D'E/S
- Un processeur
- Des mémoires
- Une alimentation (240Vac, 24Vdc).

3.4.1 Processeur

Il gère le fonctionnement de l'automate programmable et exécute les instructions du programme au rythme de son horloge. Il réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).

3.4.2 Interfaces d'entrées / sorties

L'interface d'E/S sont chargés de connecter les capteurs et les actionneurs aux automates programmables pour détecter les différents paramètres tels que la pression, la température et le débit. Les modules E/S peuvent être numériques ou analogiques. Et plus précisément :

3.4.2.1 Modules d'entrée

Les modules d'entrée relient l'automate programmable à des dispositifs sur l'équipement tels que des capteurs, des détecteurs de niveau et d'autres instruments de mesure. Ces modules d'entrée peuvent également se connecter à des entrées facilitées par l'homme, comme des boutons et des interrupteurs.

3.4.2.2 Modules de sortie

Après avoir traité les données, un automate programmable doit traduire ses résultats en actions externes correspondantes pour l'équipement lié. Des modules de sortie relient l'automate à des dispositifs de sortie tels que des relais, des lumières, des vannes et d'autres composants. [31]

3.4.3 Mémoires

3.4.3.1 La mémoire Langage

Où est stocké le langage de programmation. Elle est en général en lecture seulement (ROM : mémoire morte).

3.4.3.2 La mémoire Travail

Utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, c'est la RAM (mémoire vive). Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate (nécessite une batterie de sauvegarde).

3.4.4 Alimentation

Les principales tensions utilisées dans l'API sont +12v et $\pm 5v$, qui conviennent au fonctionnement des cartes électroniques internes.

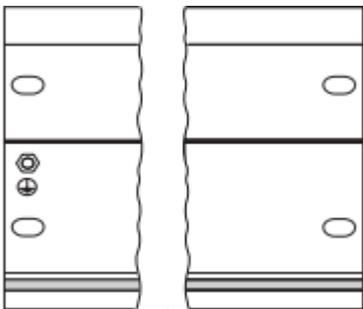
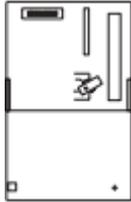
Le module d'alimentation dans l'emplacement réservé du châssis principal.

Nous distinguons :

- Module d'alimentation de secours, qui fournit l'énergie nécessaire à partir d'une source d'alimentation 220V.

3.5.1 Composition - hardware des API

Dans ce tableau (Tableau 3-1), nous citons les différents composants de l'API ainsi que leurs différentes fonctions :

Composants	Fonction	Figure
<p>Profilé-support (châssis) Accessoires : Etrier de connexion des blindages</p>	<p>C'est le châssis pour un S7-300</p>	
<p>Alimentation (PS) (Power Supply)</p>	<p>Elle convertit la tension réseau (AC 120/230 V) en tension de service DC 24 V et assure l'alimentation du S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charge DC 24 V.</p>	
<p>CPU Accessoires : connecteur frontal (pour CPU‡ périphérie intégrée)</p>	<p>Elle exécute le programme utilisateur alimente le bus de fond de panier du S7-300 en 5 V communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI. En outre, une CPU peut être maître ou esclave DP sur un sous-réseau PROFIBUS.</p>	
<p>Modules de signaux (SM) (Signal Module) (Modules d'entrées TOR, modules de sorties TOR, modules d'entrées/sorties TOR, modules d'entrées</p>	<p>Il adaptent les différents niveaux de signaux des signaux de processus au S7-300.</p>	

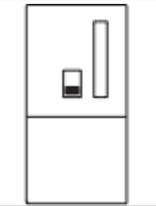
analogiques, modules de sorties analogiques, modules d'entrées/sorties analogiques) Accessoires :		
Modules de fonction (FM) (Function Modul) Accessoires : Connecteur frontal	Ils réalisent les tâches du traitement des signaux de processus critiques au niveau du temps et exigeant beaucoup de mémoire. Par exemple le positionnement ou le réglage	
Processeur de communication (CP) Accessoires : Câble de raccordement	Il soulage la CPU des tâches de communication. par exemple CP 342-5 DP pour liaison au PROFIBUS-DP	

Tableau 3-1 Composants d'un S7-300. [33]

Chaque API est constitué des éléments suivants :

- Rack central.
- Carte alimentation 24 VDC.
- Carte unité centrale.
- Module EPROM - 128 K.
- Les entrées binaires 24 V opto-couplées.
- Les sorties binaires statiques 24 V - 0,5 opto-couplées.
- Les entrées analogiques 4 - 20 mA.
- Batterie de sauvegarde.
- Carte de communication Profibus.

3.6 Présentation du logiciel utilisé pour la programmation et la supervision

3.6.1 Présentation du logiciel SIMATIC Manager Step 7

- Le logiciel STEP7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il représente le logiciel de base pour la configuration et la programmation de système d'automatisation. Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :
- La création et gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement de programme dans les systèmes ciblés.
- Le test de l'installation d'automatisation.

Le Step7 s'exécute sous le système d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version Windows 7 et s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation. [34]

3.6.2 Les langages de programmation

Les langages de bases proposés dans l'éditeur de programme du logiciel Step7 sont : CONT, LIST et LOG.

3.6.2.1 Le langage à CONT

Le langage CONT (Figure 3-7) appelé aussi langage à contact ou LADDER est un langage dont la logique est inspirée des réseaux électriques. C'est un langage de programmation graphique. [35]



Figure 3-7 Programmation en langage à contact.[33].

3.6.2.2 Le langage LOG

Le LOG (Figure 3-8) appelé aussi logigramme est un langage de programmation graphique qui utilise des portes logiques d'algèbre de Boole, la base de ce langage est la logique binaire mais on peut aussi faire des opérations plus complexes telles que les opérations mathématiques qui peuvent être représentées directement combinées avec les portes logiques. []

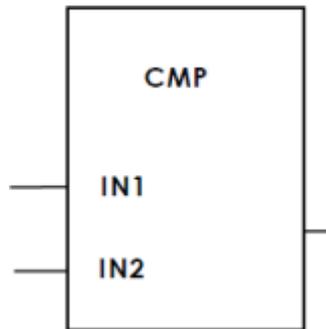


Figure 3-8 Programmation en langage LOG.[33]

3.6.2.3 Le langage LIST

Le langage LIST figure parmi les langages de base du logiciel Step7, sa syntaxe est similaire à celle de l'assembleur. C'est le langage le plus proche du langage machine ce qui lui donne l'avantage d'être le langage le plus adapté pour la programmation avec optimisation d'espace mémoire et de temps d'exécution. Il dispose d'un jeu d'instruction très important permettant la création de programmes utilisateurs complets. Tout programme écrit en CONT ou en LOG peut être réécrit en LIST. [36]

3.7 Programmation sous Step 7

Le démarrage de Step 7 est réalisé en cliquant deux fois sur l'icône "SIMATIC Manager", ce qui permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle et qui est représentée dans la figure suivante (Figure 3-9) :

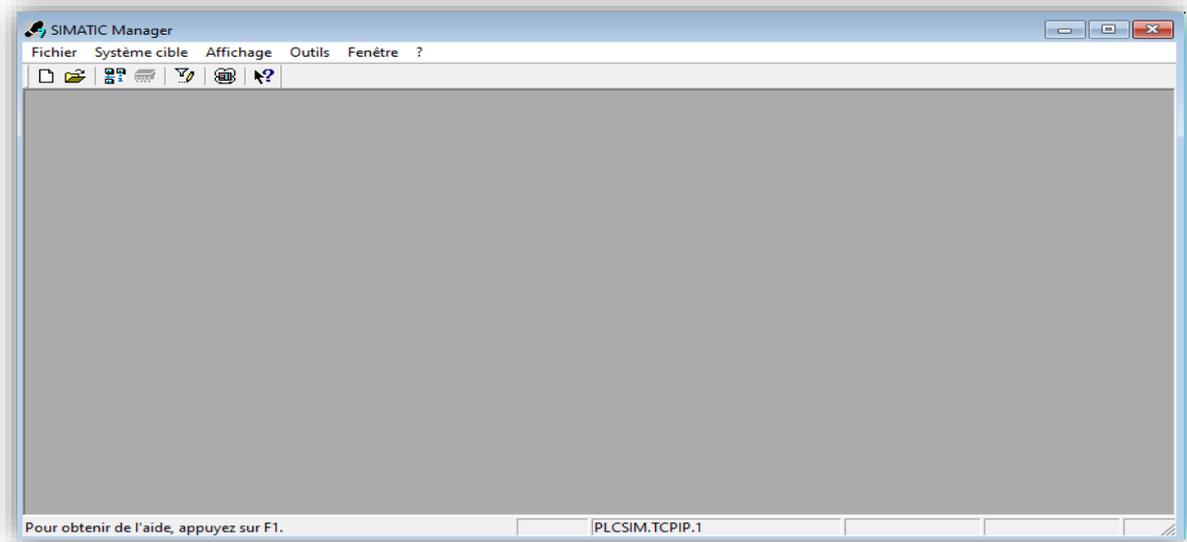


Figure 3-9 Démarrage du logiciel.

La création d'un nouveau projet se fait en cliquant sur l'icône nouveau projet comme le montre cette figure (Figure 3-10) :

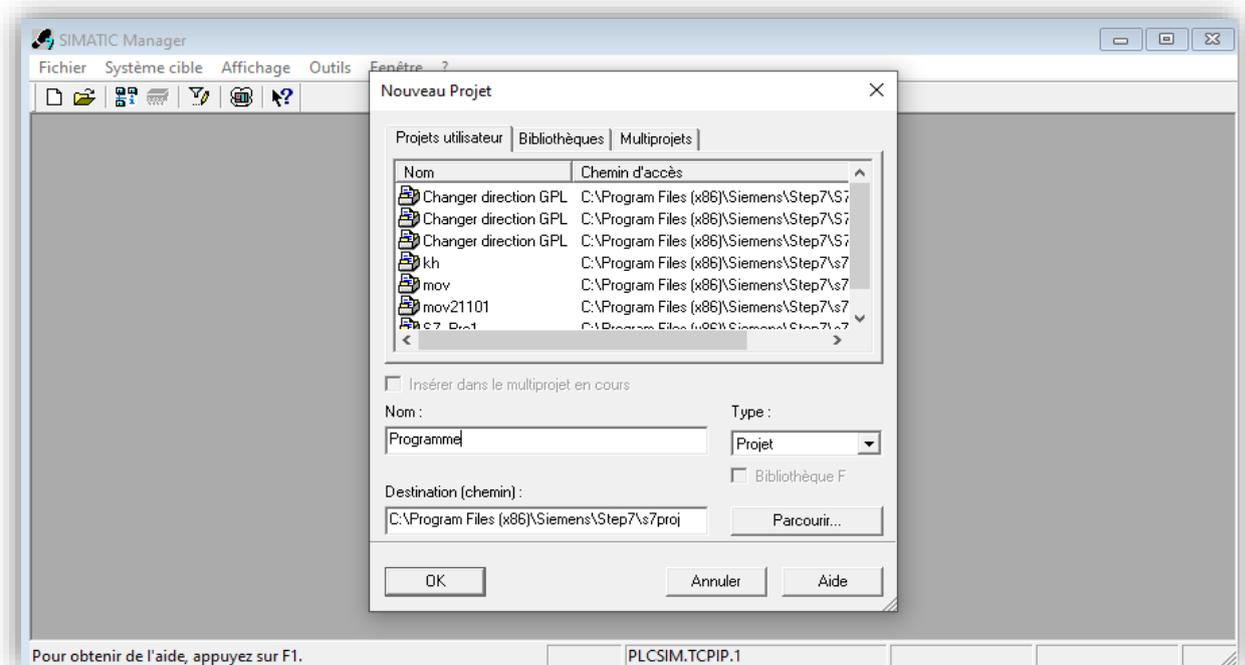


Figure 3-10 Création d'un nouveau projet.

3.7.1 Déclaration de la plateforme matérielle

Une fois le nouveau projet est créé, il faut déclarer la plateforme matérielle (Figure 3-12) comme suit :

- SIMATIC300
- RACK
- ALIMENTATION (PS307 2A)
- CPU314C-2DP
- MODULES.E/S

1. Il faut commencer tous d'abord par insérer un Rack (Rail) (Figure 3-11) pour supporter les modules automates, pour cela allez dans le répertoire "RACK-300" dans le catalogue et faites glisser/déposer l'objet "profilé support" dans la partie implantation du matériel (gauche de l'écran). Une petite fenêtre avec en titre "(0) UR" (châssis n°0) est maintenant disponible pour recevoir vos modules.

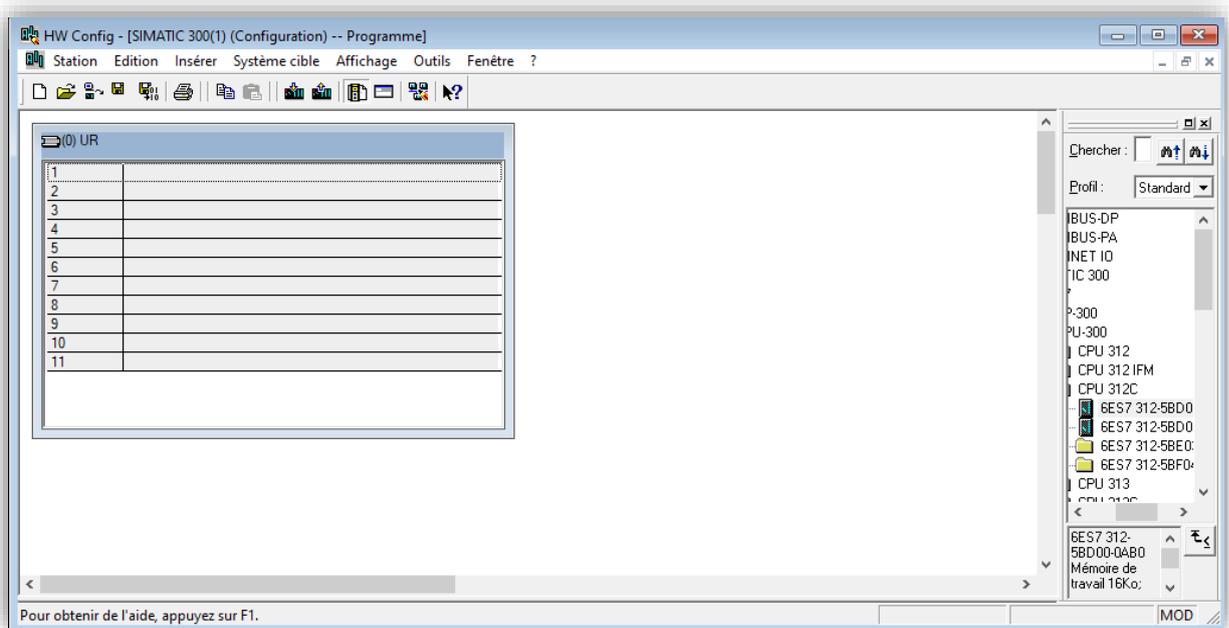


Figure 3-11 L'ajout du rack.

2. Insérons maintenant une alimentation pour alimenter la CPU et les différents modules de notre automate, pour cela allez dans le répertoire "PS-300" (Power Supply) dans le catalogue et faites glisser/déposer l'alimentation de votre choix dans le Rack à l'emplacement n°1 (le seul disponible pour l'insertion d'une alimentation).

3. Insérons maintenant une CPU, pour cela allez dans le répertoire "CPU-300" dans le catalogue et faites glisser/déposer la CPU de votre choix dans le Rack posé précédemment à l'emplacement numéro 2 (le seul disponible pour l'insertion d'une CPU). Valider par OK la fenêtre sans faire de modification nous reviendrons sur la configuration de la CPU plus tard.
4. Insérons maintenant des modules d'Entrées et de Sorties (TOR (Tout ou Rien) ou Analogique), pour cela allez dans le répertoire "SM-300" (Signal Modules) dans le catalogue et faites glisser/déposer le de votre choix dans l'emplacement de votre choix à partir de l'emplacement numéro 4 (le numéro 3 est réserver au coupleur d'extension IM-300). Concernant les modules on retrouve :
 1. Les DI (Digital Input) : Entrées TOR,
 2. Les DO (Digital Output) : Sorties TOR,
 3. Les DI/DO : TOR Mixte (Entrées et Sorties TOR),
 4. Les AI (Analog Input) : Entrées Analogiques,
 5. Les AO (Analog Output) : Entrées Analogiques,
 6. Les AI/AO[⊗] Analogique Mixte (Entrées et Sorties Analogiques).[37]

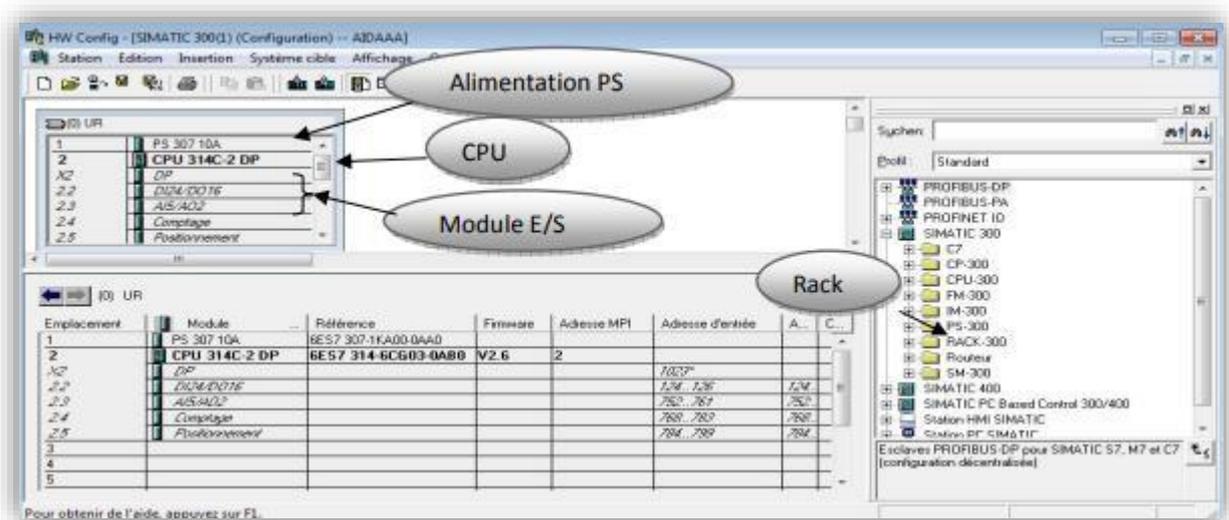


Figure 3-12 Configuration matérielle.

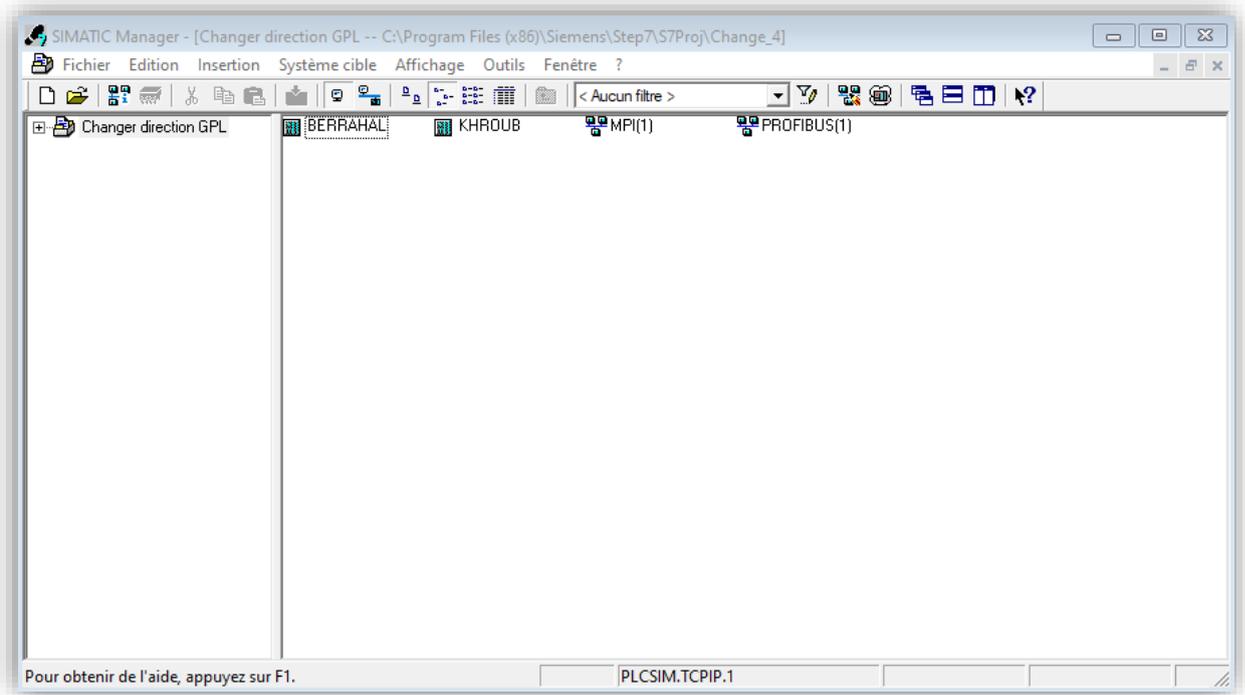


Figure 3-13 Vue générale du projet.

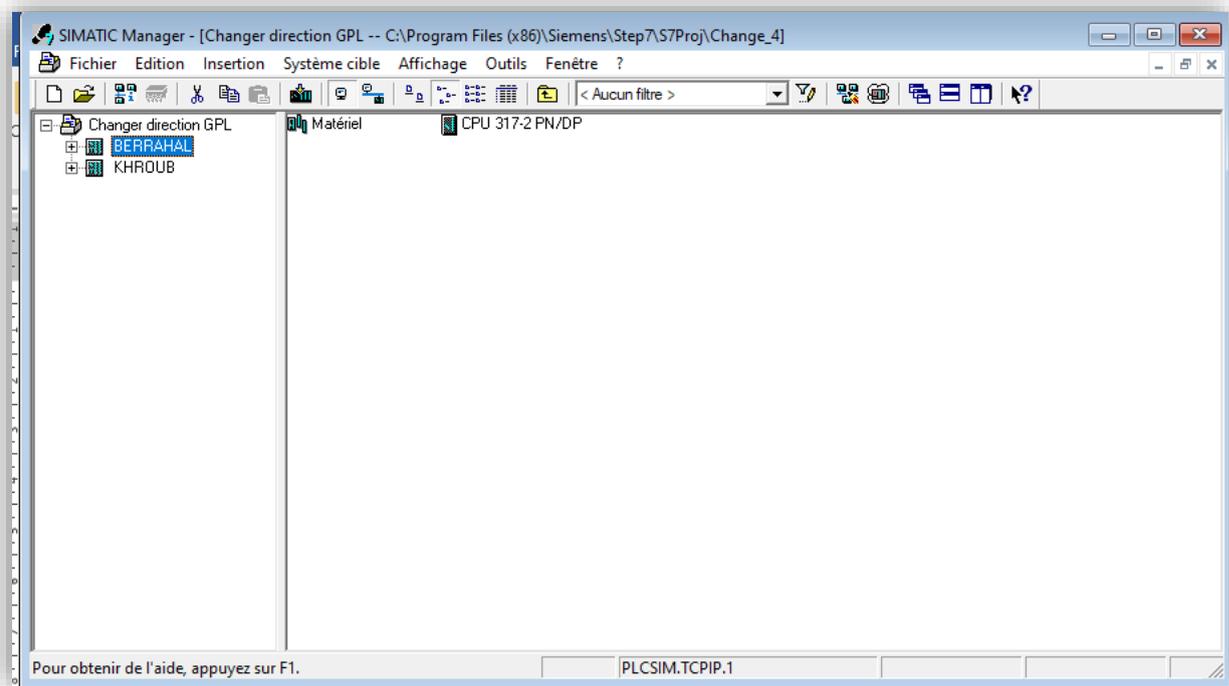


Figure 3-14 Vue du projet.

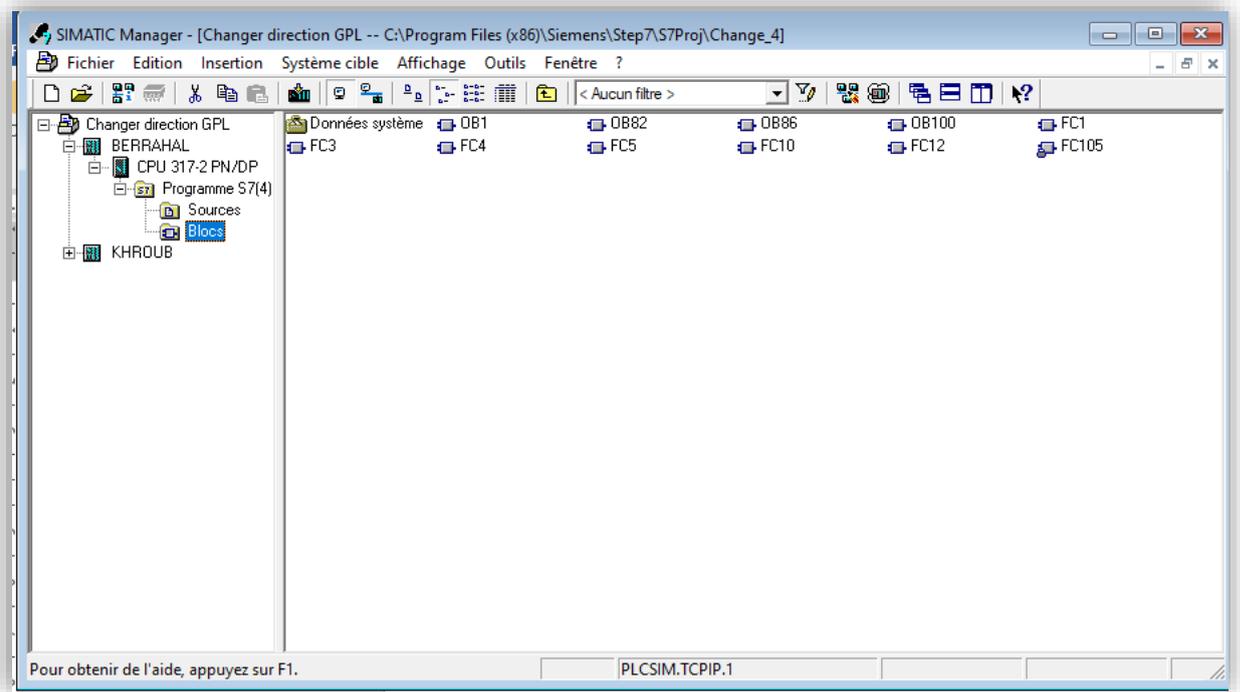


Figure 3-15 Les différents blocs du programme.

3.7.2 Définition des différents blocs

Voir (Figure 3-15).

Les blocs d'organisation OB (Figure 3-16) : sont appelés par le système d'exploitation en liaison avec les événements suivants :

- Comportement au démarrage.
- Exécution cyclique du programme.
- Exécution du programme déclenchée par des alarmes (cyclique, processus, diagnostic,).
- Traitement des erreurs.

Pour que le traitement du programme démarre, le projet doit posséder au moins un OB cyclique (par exemple l'OB 1).

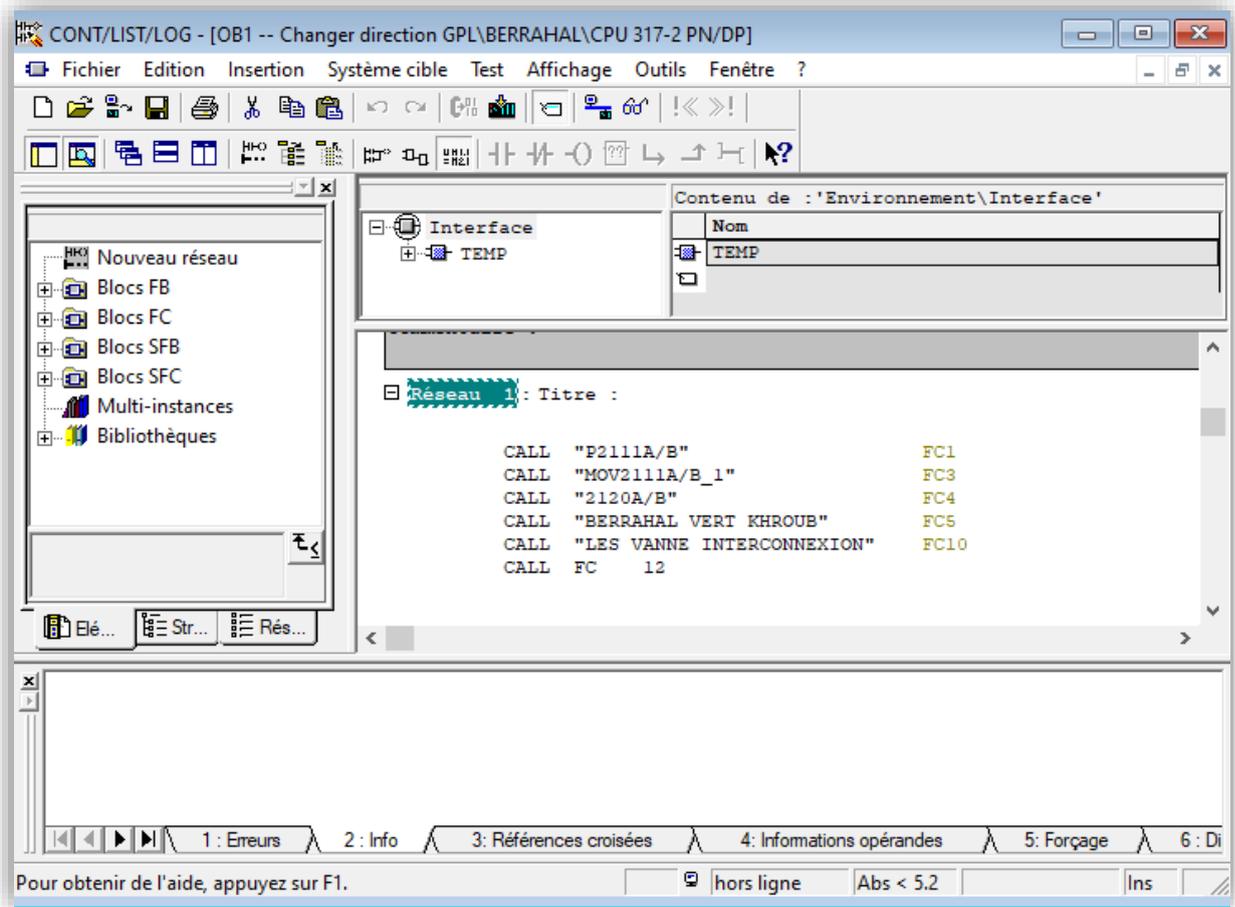


Figure 3-16 Bloc OB

Les fonctions FC (Figure 3-16) : sont des blocs de code sans mémoire. Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des opérandes globaux. Elles sont utilisées pour la programmation de fonctions utilisées plusieurs fois. On simplifie de ce fait la programmation.

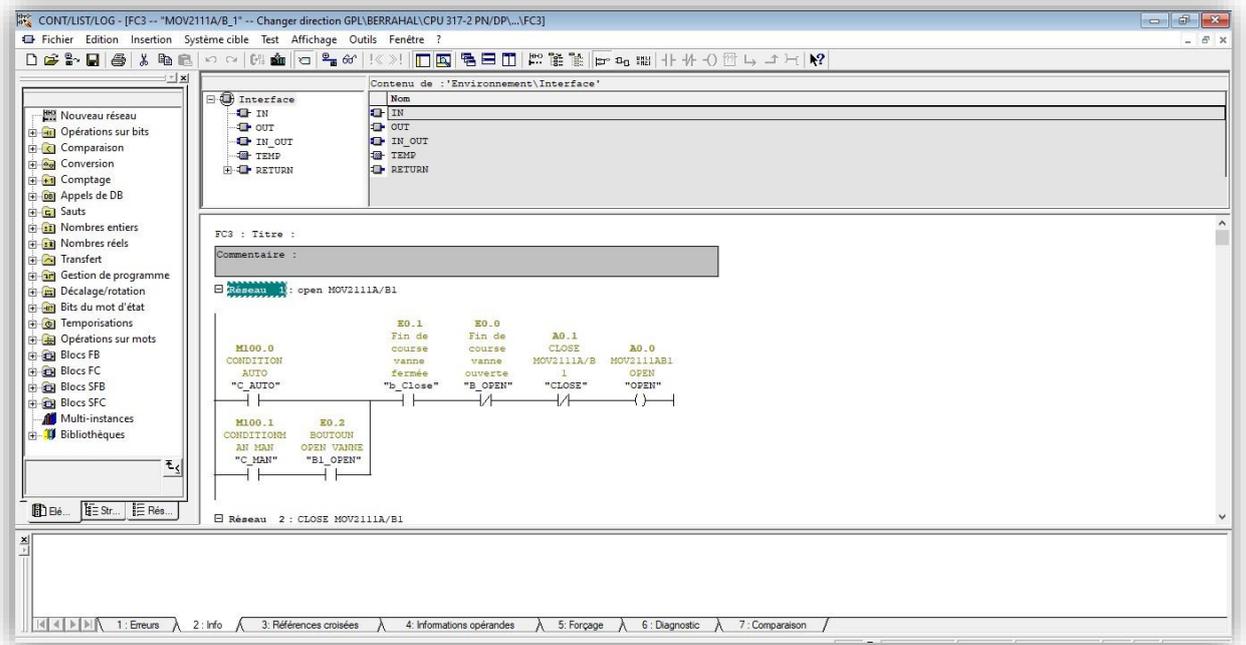


Figure 3-17 Exemple de bloc FC

3.7.3 Activation de la simulation

- Sélectionner la fonction Option > Simulation de modules. Ou bien cliquer sur le bouton "Simulation ON/OFF" du menu rapide pour lancer la fonction de Simulation de modules. Voir (Figure 3-18) et (Figure 3-19).

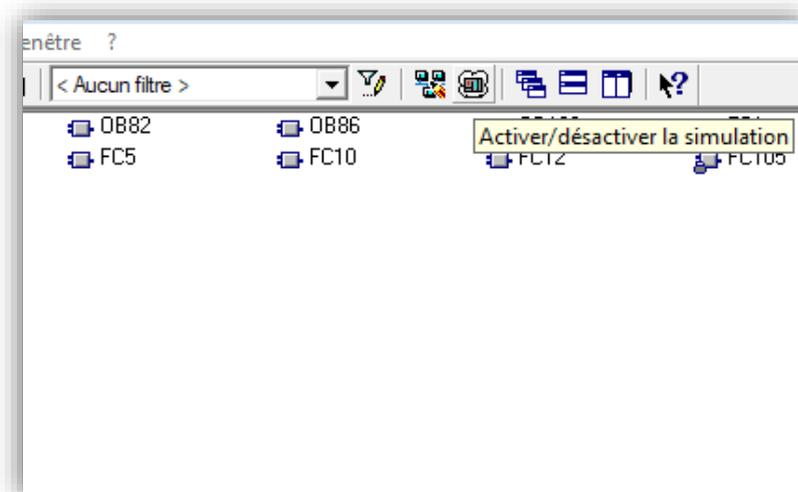


Figure 3-18 Activation de la simulation

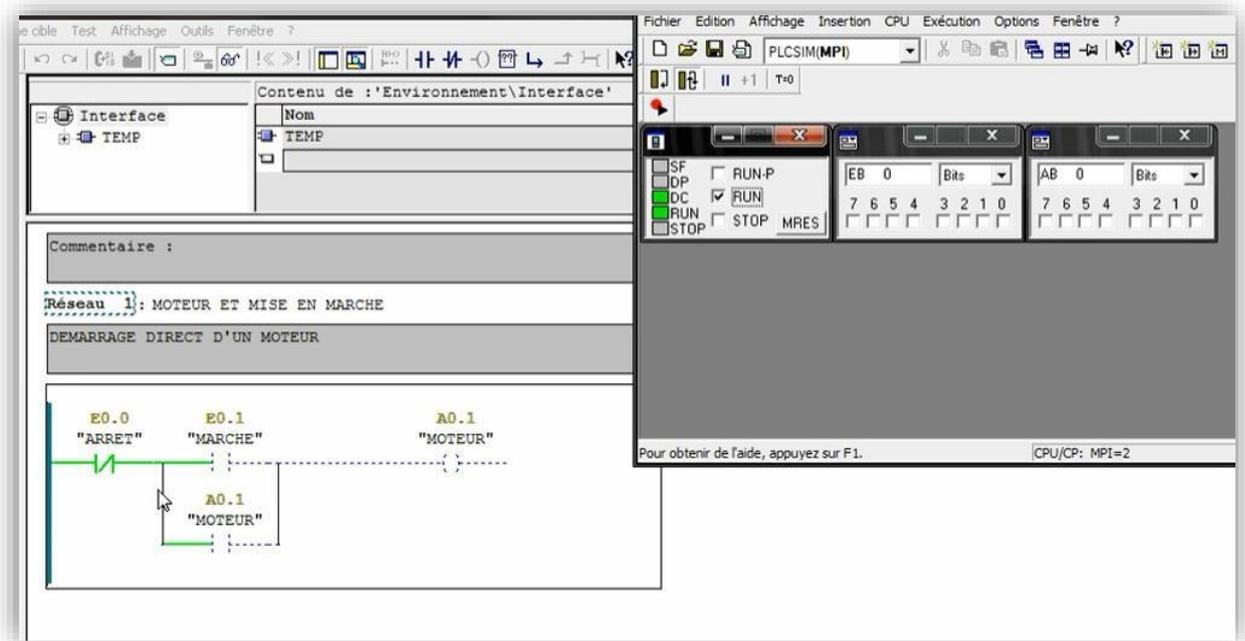


Figure 3-19 Simulation.

3.8 Conclusion

L'automatisation est le terme qui décrit les applications technologiques où l'apport humain est minimisé. Nous avons présenté dans ce chapitre les API utilisés qui sont les S7-300 ainsi que leurs caractéristiques. Nous avons également défini le logiciel Step 7 que nous allons utiliser dans la programmation des deux API, tout en expliquant son fonctionnement.

Chapitre 4

Réalisation et simulation

4.1 Introduction

Dans le cadre de la programmation automatique, rappelons que notre projet consiste à automatiser l'interconnexion mécanique qui lie les deux canalisations Skikda-El Khroub et Skikda-Berrahal. Dans ce chapitre nous allons voir la programmation des deux API, l'interconnexion ainsi que la Simulation.

4.2 Description des équipements utilisés

Annexe 3 : Schéma d'interconnexion entre les tuyauteries alimentant les canalisations de TA Berrahal et TA Khroub

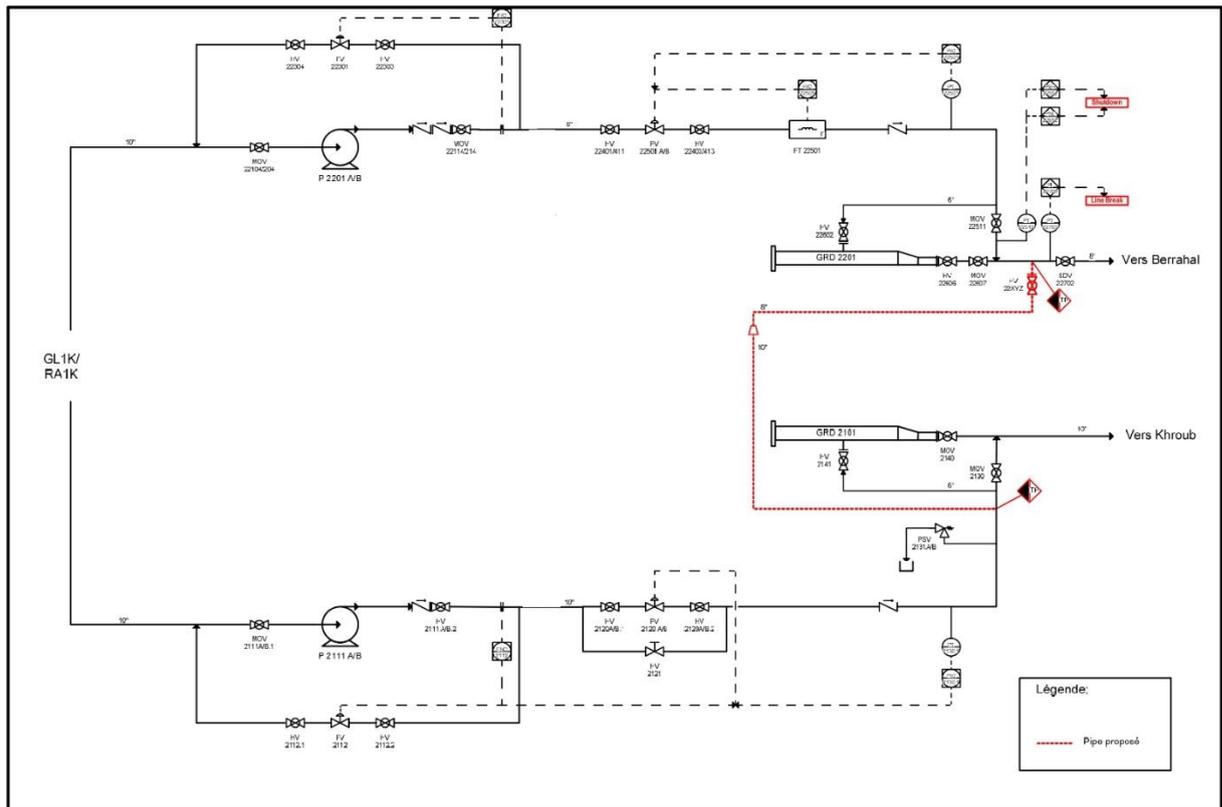


Figure 4-1 Plan du process.

4.3 Pompe de transfert

La pompe de transfert (Figure 4-2) est l'élément principal et primordial de l'installation, C'est elle qui transmet la puissance au fluide après l'avoir aspiré et circulé afin de le distribuer. Tous les équipements auxiliaires sont installés pour la protection et le fonctionnement optimal de cette dernière.

La pompe utilisée est une pompe entraînée par un moteur électrique asynchrone à moyenne tension 5.5 kV . et une fréquence de 50 Hz. Elle est dotée d'une importante instrumentation pour son bon fonctionnement et sa protection à savoir :

- Les détecteurs de température des paliers.
- Les détecteurs des vibrations des paliers.
- Les détecteurs de fuite.

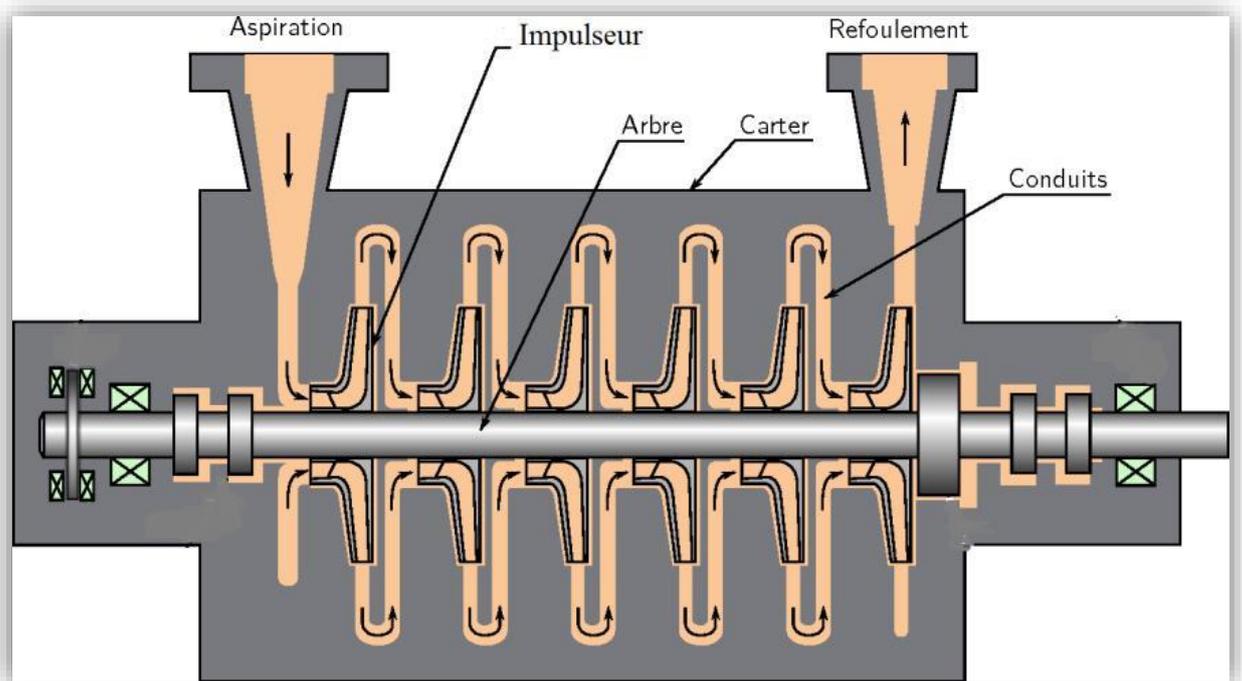


Figure 4-2 Schéma d'une pompe centrifuge multi-étages. [38]

4.4 Vanne motorisée

La vanne motorisée est un moyen d'ouverture et de fermeture TOR (Figure 4-3) installé directement sur le pipe qui est constituée de deux parties, une partie mécanique ainsi qu'une motorisation électrique contenant le moteur électrique et les accessoires de commande tel que les capteurs de position et les limiteurs de couple.

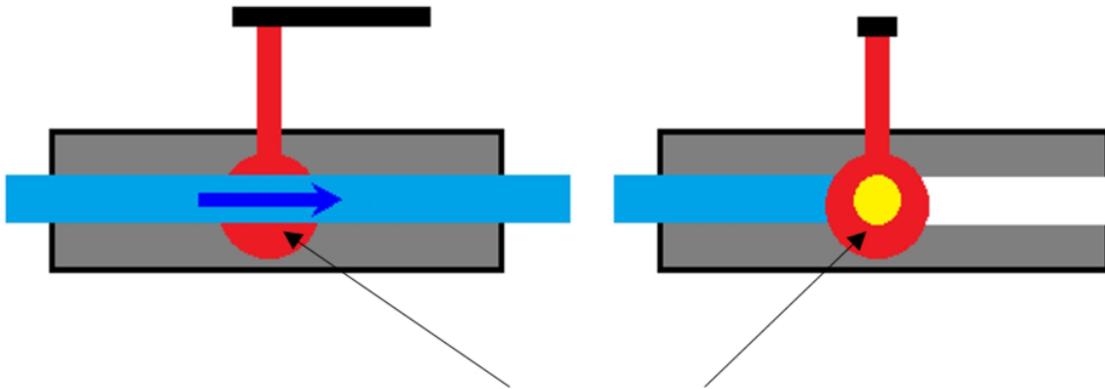


Figure 4-3 Vanne motorisée 10". [39]

4.5 Vanne de régulation de débit

La vanne de régulation de débit est une vanne motorisée qui prend en compte la valeur pilote du débit dans la canalisation. Cette valeur pilote commande un actionneur (Moteur électrique) pour ouvrir et fermer la vanne tout en oscillant autour de la valeur pilote du débit.

Dans cette installation, cette vanne est placée en bypass par rapport à la pompe (Figure 4-4). Son rôle est de réguler le débit en sortie de la pompe, en faisant recycler le surplus du produit détecté par le transmetteur du débit, en le by passant entre la sortie et l'entrée de la pompe.

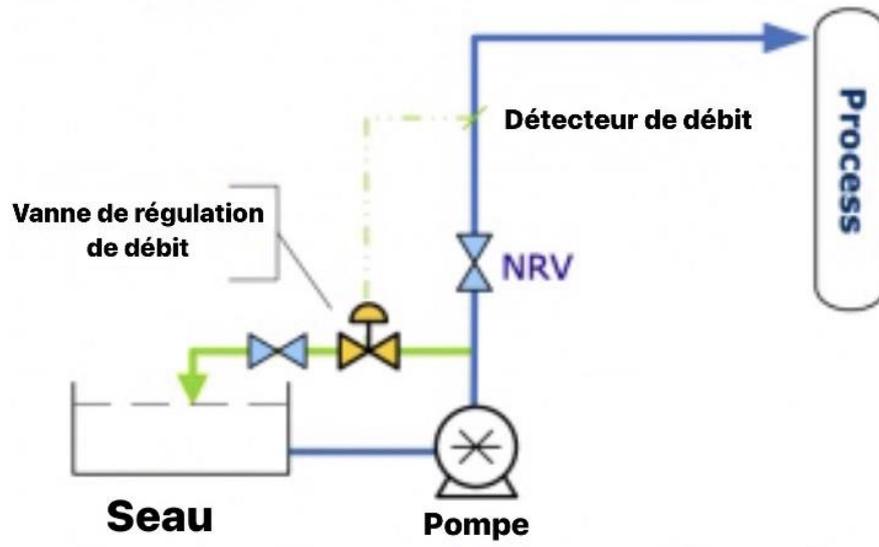


Figure 4-4 Principe de fonctionnement de la vanne de régulation du débit. [40]

4.6 Vanne de régulation de pression

La vanne de régulation de pression (Figure 4-5) est une vanne motorisée qui prend en compte la valeur pilote de pression dans la canalisation. Cette valeur pilote commande un actionneur (Moteur électrique) pour ouvrir et fermer la vanne tout en oscillant autour de la valeur pilote de la pression.

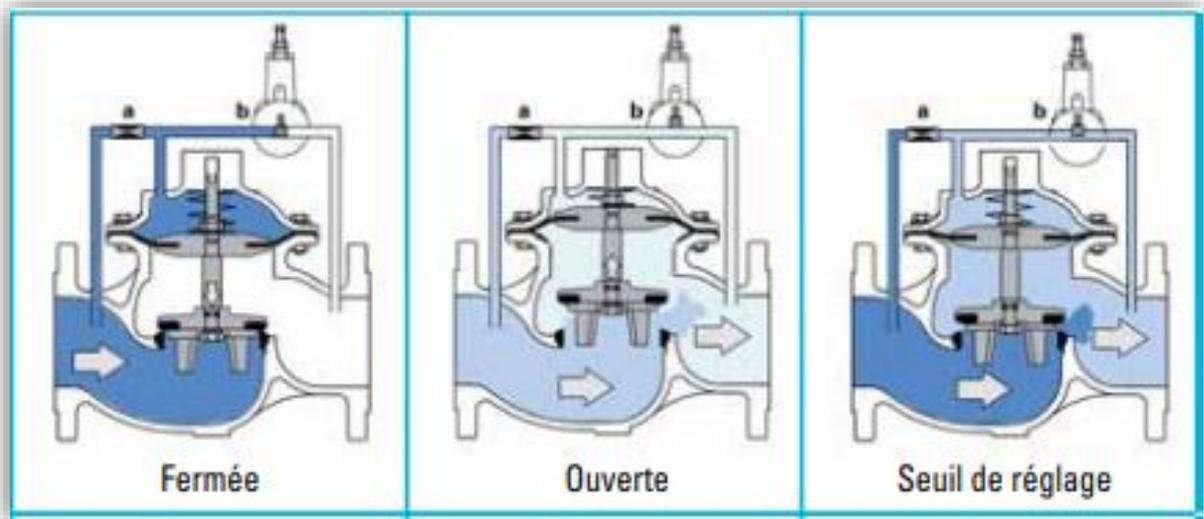


Figure 4-5 Vanne de régulation de pression. [41]

4.7 Transmetteur de débit

Afin de mesurer le débit, on utilise le tube de venturi (Figure 4-6) qui est une méthode qui consiste à mesurer le débit d'un fluide en utilisant un organe déprimogène de forme cylindrique avec un rétrécissement. Lorsqu'un fluide s'écoule à travers le tube, son débit augmente en raison de la restriction. La différence de pression entre l'amont et l'aval est proportionnelle au débit (Figure 4-7).

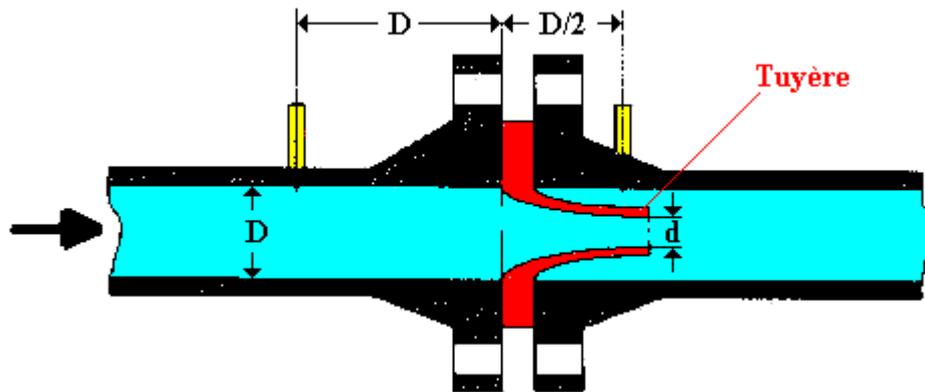


Figure 4-6 Organe déprimogène .[42]

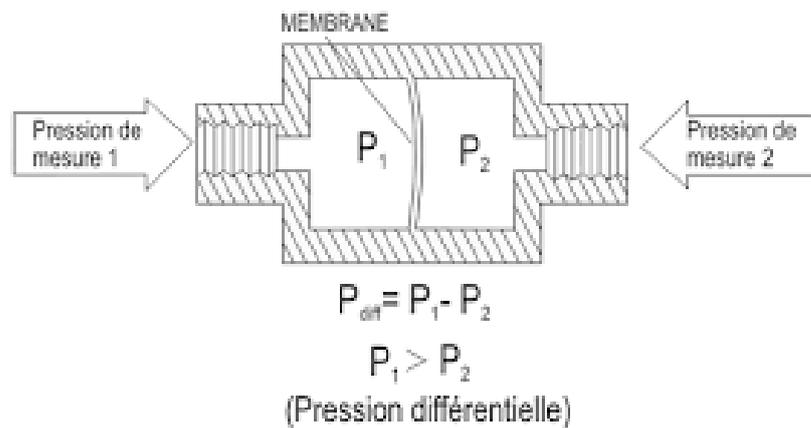


Figure 4-7 Capteur de pression différentielle piézoélectrique.[43]

4.8 Transmetteur de pression

Pour mesurer la pression, nous utilisons un capteur de pression piézoélectrique (Figure 4-8). L'élément de mesure des capteurs de pression piézoélectriques est un cristal qui produit des charges électriques proportionnelles à la pression appliquée. Cet effet est communément appelé l'effet piézoélectrique.

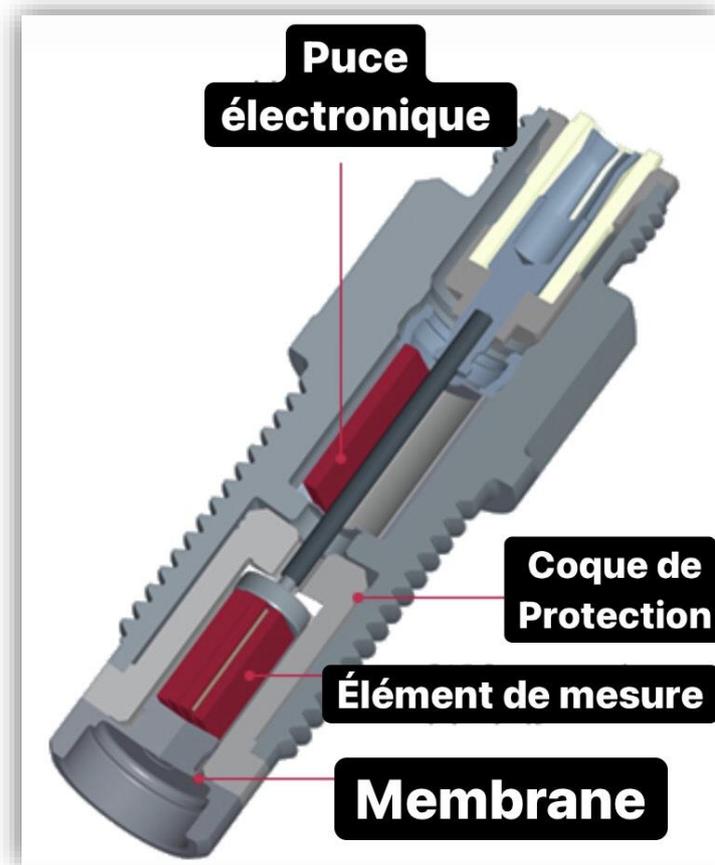


Figure 4-8 Capteur de pression piézoélectrique.[44]

4.9 Rôle de l'interconnexion

Cette canalisation d'environ 1200m nous permet de dévier le produit GPL d'une canalisation à l'autre tout en utilisant la pompe de la canalisation en parallèle. Cela permettra le transport du produit en cas de panne dans l'une des pompes, et nous évitera la perte du temps ainsi que celle du produit transporté.

4.10 Programmation des deux API

Il faut savoir que les deux canalisations (Skikda-El Khroub et Skikda-Berrahal) sont identiques. Ce qui fait que nous avons proposé une programmation identique pour les deux API Voir les deux figures (Figure 4-9) (Figure 4-10), Seulement les noms des E/S changent (Figure 4-11).

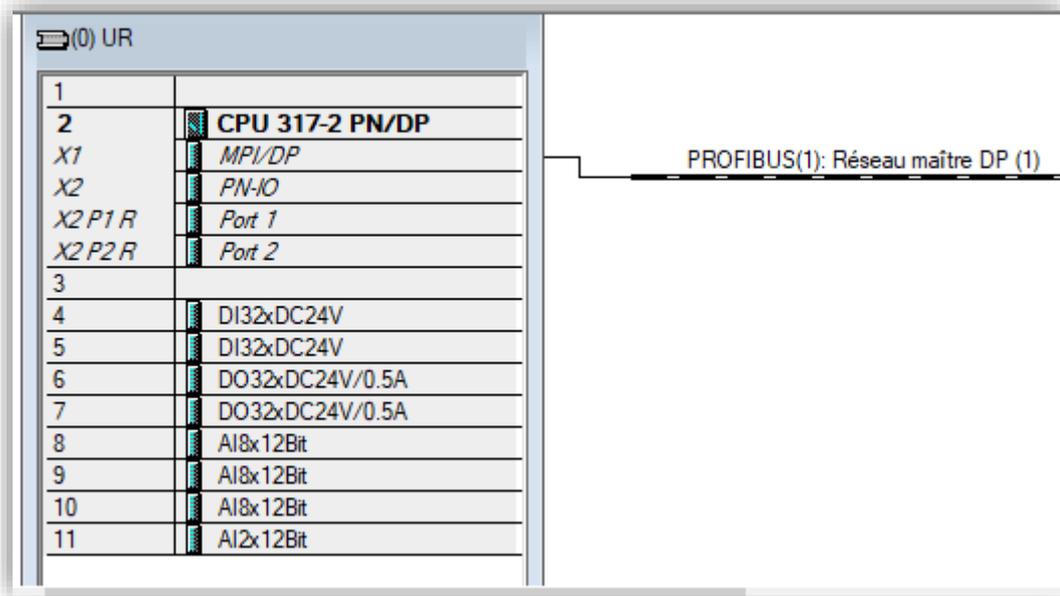


Figure 4-9 Configuration matérielle des API

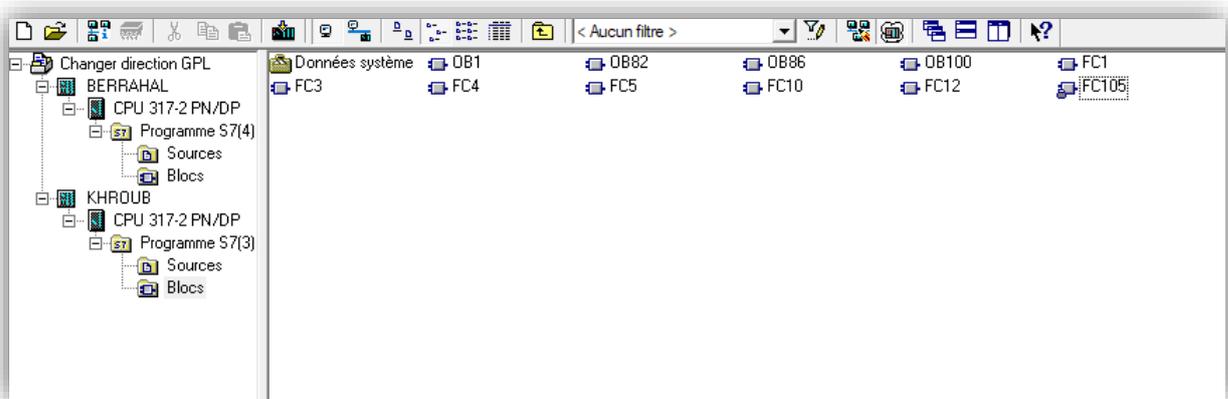


Figure 4-10 Blocs utilisés dans les deux programmes.

Programme S7(4) (Mnémoniques) -- Changer direction GPL\BERRAHAL\CPU 317-2 PN/DP

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		2120A/B	FC 4	FC 4	
2		ALARM_PRESSOR	M 10.2	BOOL	ALLARM PRESSOR
3		b_Close	E 0.1	BOOL	Fin de course vanne fermée
4		B_OPEN	E 0.0	BOOL	Fin de course vanne ouverte
5		B1_CLOSE	E 0.3	BOOL	BOUTOUN CLOSE VANNE
6		B1_OPEN	E 0.2	BOOL	BOUTOUN OPEN VANNE
7		B10_POS_CLOSE	E 5.1	BOOL	PODITION FERMEE MOV2141
8		B10_POS_OPEN	E 5.2	BOOL	POSITION Ouverte MOV2141
9		B2_CLOSE	E 0.4	BOOL	vanne fermée
10		B2_CLOSE_	E 1.1	BOOL	botoun close vanne
11		B2_OPEN	E 0.5	BOOL	vanne ouverte
12		B2_OPEN_	E 0.6	BOOL	BOTOUN OPEN VAN
13		B3_CLOSE_VANNE	E 1.4	BOOL	CLOSE_VANNE_MAN
14		B3_OPEN_VANNE	E 1.3	BOOL	open vanne man
15		B3_POS_CLOSE	E 1.2	BOOL	POSITION OUVERTE
16		B4_CLOSE_VANNE	E 2.0	BOOL	FARMER VANNE MAN
17		B4_OPEN_VANNE	E 1.7	BOOL	OPEN VANNE MAN
18		B4_POS_CLOSE	E 1.5	BOOL	POSITION FARMEE
19		B4_POS_OPEN	E 1.6	BOOL	POSITION OUVERTE
20		B5_CLOSE_MAN	E 2.2	BOOL	CLOSE MAN VANNE FV2112
21		B5_OPEN_MAN	E 2.1	BOOL	OUVRIR MAN VANNE
22		B5_POS_CLOSE	E 2.3	BOOL	POSITION FARMEE HV2112/1
23		B5_POS_OPEN	E 2.4	BOOL	POSITION OUVERTE HV2112/1
24		B6_CLOSE_MAN	E 2.6	BOOL	FERMER HV2112/1 MAN
25		B6_OPEN_MAN	E 2.5	BOOL	OPEN VANNE HV2112/1 MAN

Figure 4-11 Aperçu de la liste des mnémoniques.

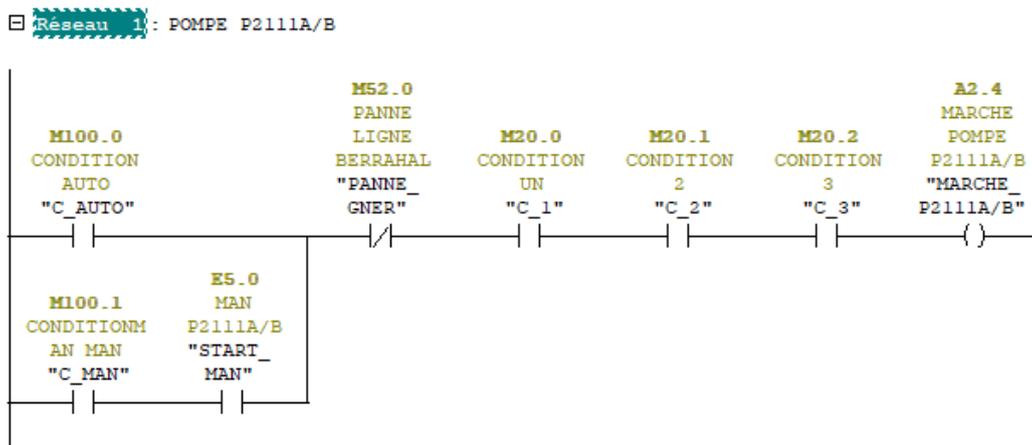


Figure 4-12 Démarrage automatique et manuel de la pompe.

La figure ci-dessus (Figure 4-12) présente une partie du programme, un exemple de démarrage de la pompe du terminal départ Skikda-El Khroub, la pompe démarre si une panne

dans la ligne Skikda-Berrahal est détectée, et si les conditions dans la (Figure 4-13), sont vraies.

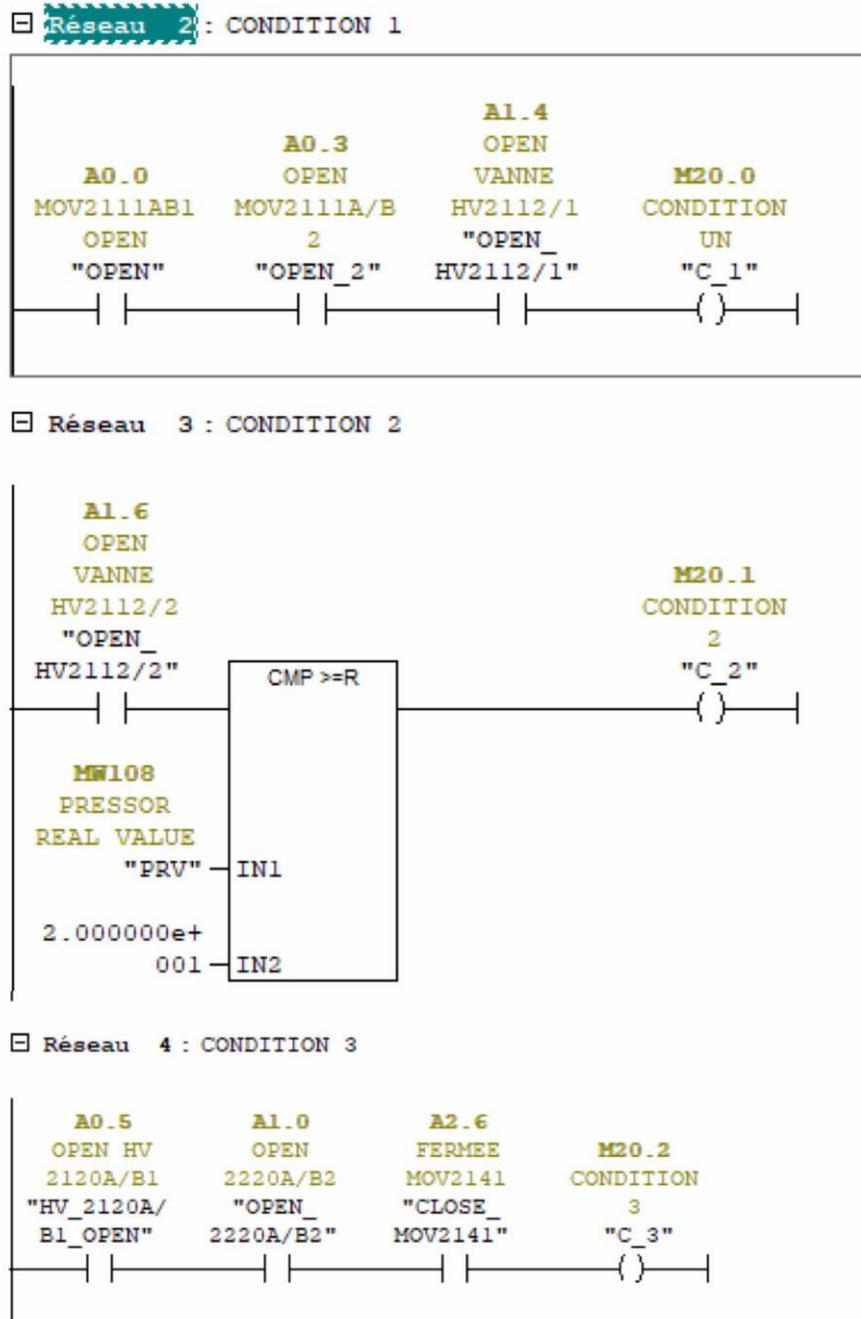


Figure 4-13 Condition du démarrage de la pompe d'El Khroub..

La figure précédente montre les 3 conditions :

- La première condition se réalise quand la vanne motorisée MOV2111A/B1, la vanne motorisée MOV2111A/B2 et la vanne manuelle HV2112/1 sont ouvertes.

- La deuxième condition se réalise si la vanne manuelle HV2112/1 est ouverte et la pression est supérieure ou égale 20Bars.
- La troisième condition se réalise la vanne manuelle HV2120A/B1 et la vanne motorisée MOV2220A/B2 sont ouvertes et la vanne motorisée MOV2141 est fermée.

4.11 Communication entre les deux API

Cette liaison a été faite par un câble Profibus branché dans chaque CPU liant les deux API. Pour qu'on puisse avoir les informations des deux lignes, nous avons utilisé la boîte MOVE qui nous a permis de mettre les sorties de chaque API comme entrées dans l'autre API.

4.12 Simulation

Pour entamer la simulation :

1. On choisit PLCIM PROFIBUS 1 comme type de communication comme le montre la figure suivante (Figure 4-14) :

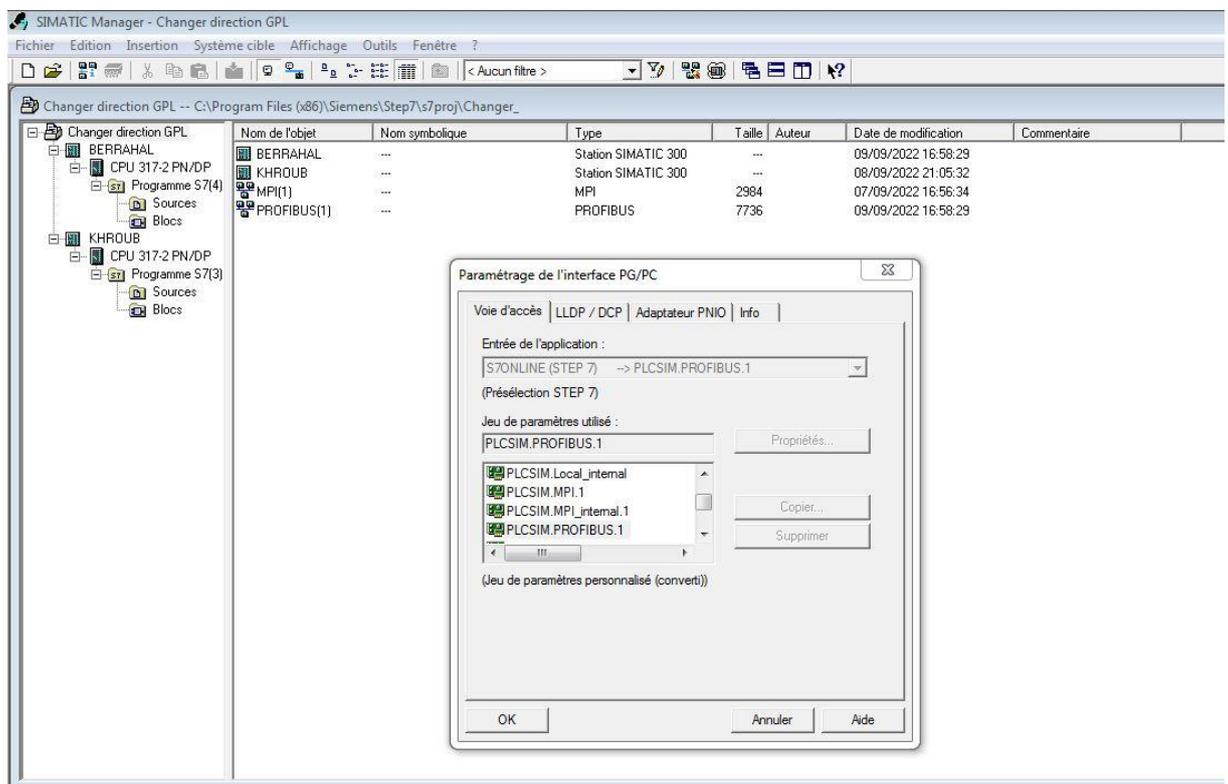


Figure 4-14 Démarrage PLCIM PROFIBUS1

2. On démarre PLCIM PROFIBUS 1 (figure 4-15).

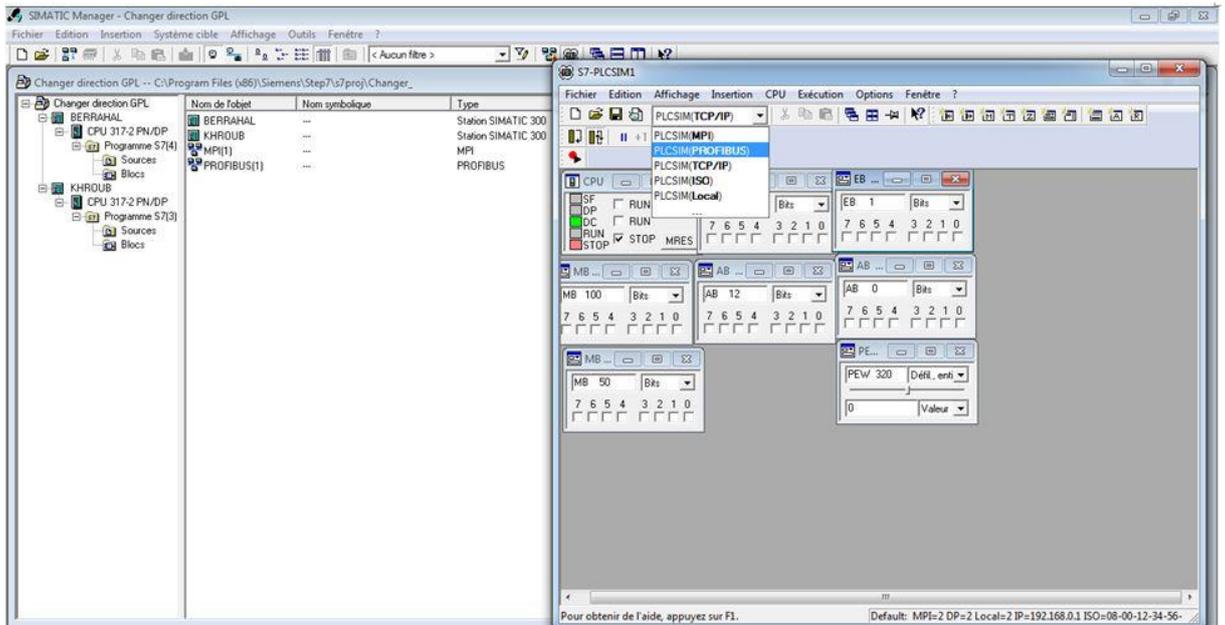


Figure 4-15 Démarrage de PLCIM PROFIBUS 1.

3. Ensuite il faut charger le programme dans le CPU voir (figure 4-16)

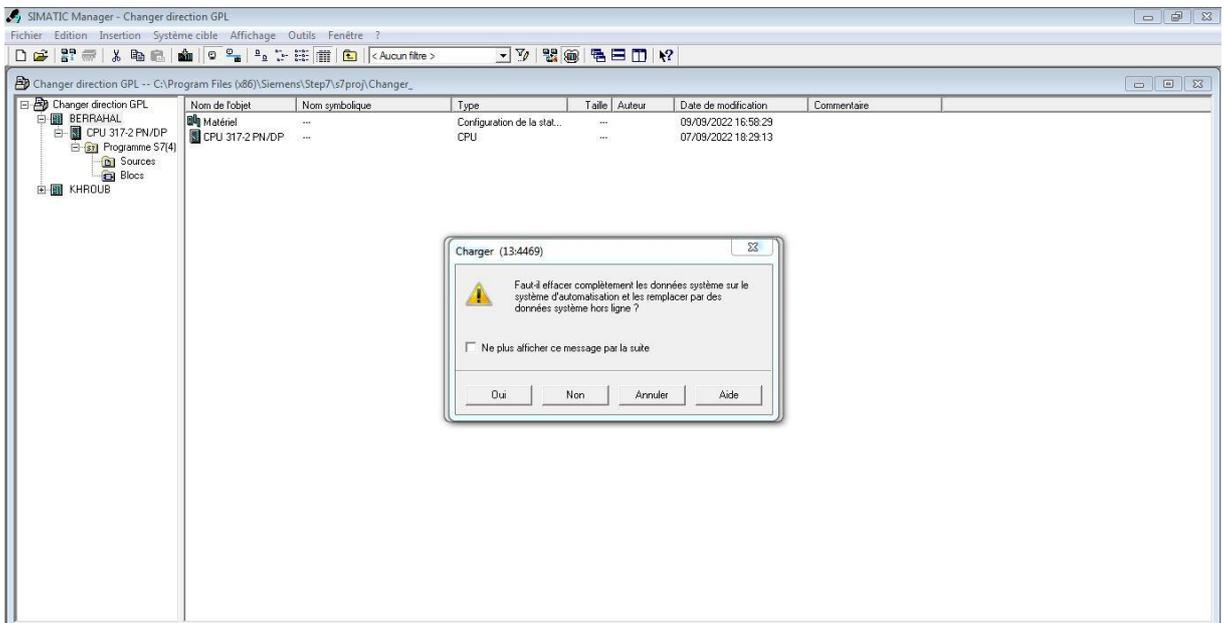


Figure 4-16 Chargement du programme.

4. On choisit le bloc du programme qu'on veut simuler (Figure 4-17).

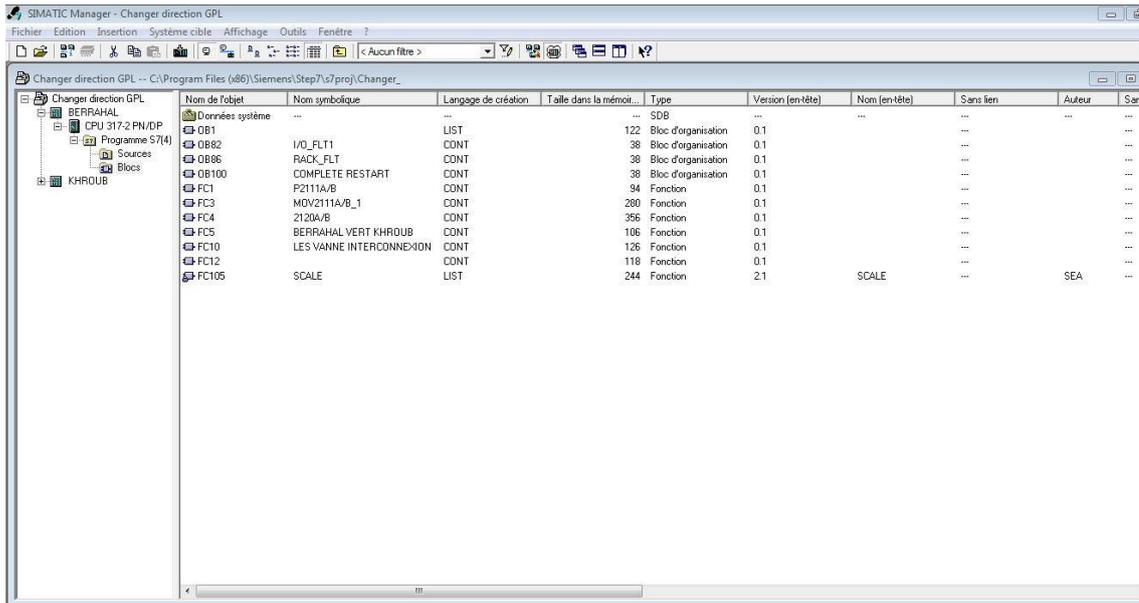


Figure 4-17 Les différents blocs du programme.

Nous avons choisi le FC4 qui nous montre le fonctionnement du transmetteur de pression (Figure 4-18) :

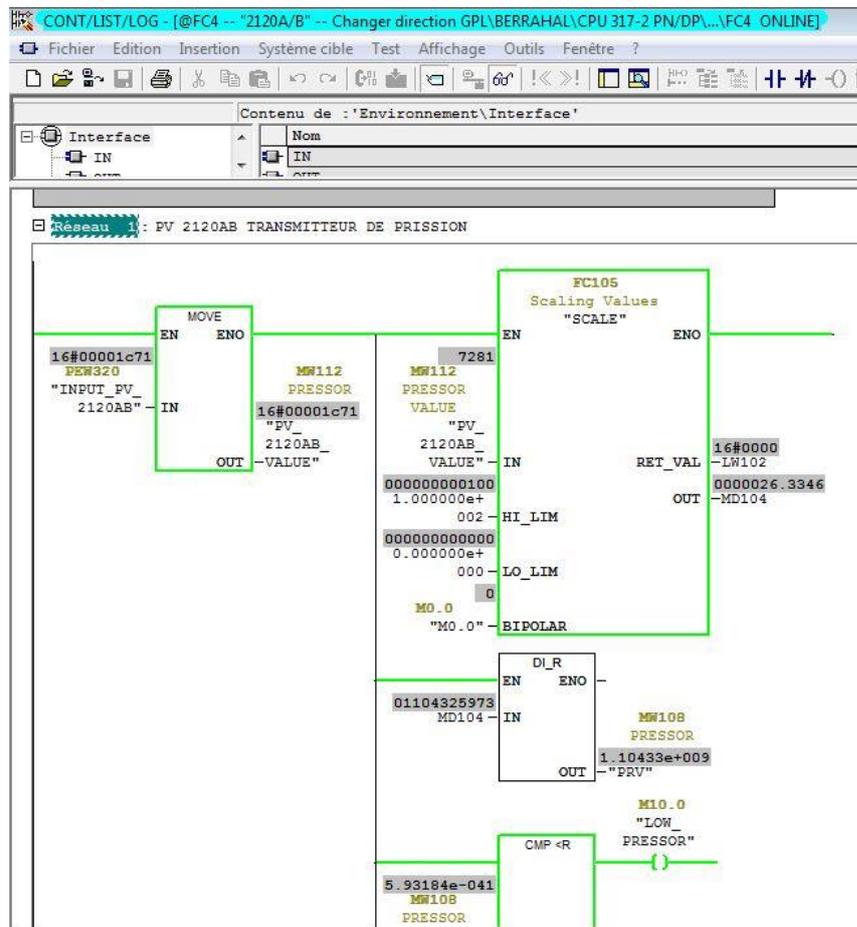


Figure 4-18 Une partie du programme (Transmetteur de pression).

Après avoir entré 0 comme valeur de pression une alarme LOW PRESSURE s'est déclenchée (Figure 4-19).

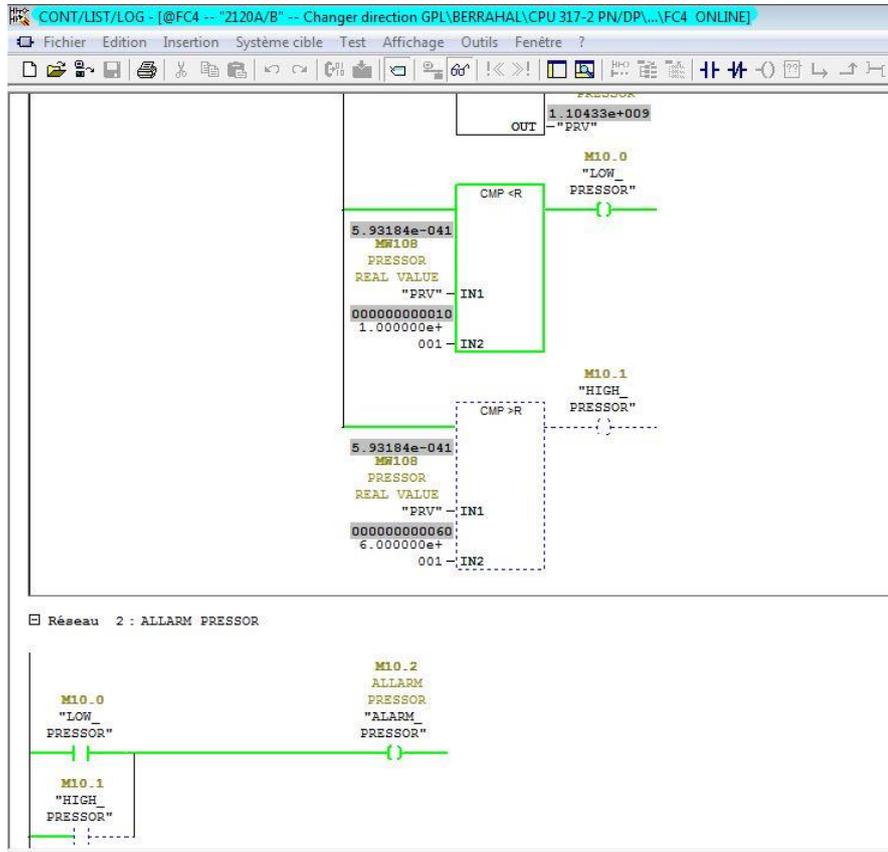


Figure 4-19 Alarme faible pression.

4.13 Conclusion

Le chapitre que nous venons d'achever présente le plan de process ainsi que équipements de ce dernier. Nous avons aussi expliqué le rôle de l'interconnexion, la communication entre les deux API et une simulation d'une partie du programme.

Conclusion générale

Avec le développement que voit le monde de l'industrie et la forte demande du marché, les entreprises font de plus en plus appel à la technologie pour développer leurs systèmes de production, afin d'assurer un meilleur rendement ; et ce, en automatisant les systèmes mécaniques pour améliorer la productivité, assurer la sécurité de l'employé, gagner du temps et augmenter les chiffres d'affaires.

L'étude que nous avons faite rentre dans le cadre d'un plan de modernisation des systèmes automatiques, au sein de l'entreprise Naftal, et a pour but de rendre automatique, l'utilisation de l'interconnexion hydraulique, qui se trouve entre les deux stations de pompage terminal départ Skikda-El Khroub et terminal départ Skikda-Berrahal ; et ce en mettant en œuvre un programme d'automatisation Siemens.

Ce projet nous a permis de :

- Connaître le fonctionnement du processus d'expédition du GPL.
- Découvrir les différents équipements et appareillages utilisés.
- Se familiariser à la programmation des API Siemens.
- Economiser le temps de transfert du produit voire le prix de revient.
- Sécuriser les installations.

Toutefois, la validation de notre programme par test réel n'a pas été possible car le système est en exploitation et demande plusieurs autorisations quant à l'arrêt et le redémarrage des installations, ainsi que le manque à gagner dû à cette intervention.

Bibliographie

- [1] A propos de Naftal. In Naftal une relation de confiance.2022.
<https://www.naftal.dz/fr/index.php/a-propos-de-naftal> (consulté le 04/04/2022)
- [2] Fichier:Logo NAFTAL.svg. In Wikipédia. 20 /09/ 2013
https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Logo_NAFTAL.svg (consulté le 14/04/2022)
- [3] Historique. In Naftal relation de confiance.2022.
<https://www.naftal.dz/fr/index.php/a-propos-de-naftal/historique> (consulté le 04/04/2022)
- [4] Saliha. Plus de 18.000 bouteilles de gaz butane produites quotidiennement à Bejaia pour faire face à la demande. In :Algerie 360° [En ligne].2014
<https://www.algerie360.com/plus-de-18-000-bouteilles-de-gaz-butane-produites-quotidiennement-a-bejaia-pour-faire-face-a-la-demande/> (consulté le 05/04/2022).
- [5] Algeria: Company Profile of NAFTAL. In World Investment News [En ligne].
<https://www.winne.com/dz/company-profiles/naftal> (consulté le 05/04/2022).
- [6] Kamel Cheriti. Naftal offre une aide pour l’installation du GPL. In le jeune indépendant [en ligne].2017 <https://www.jeune-independant.net/naftal-offre-une-aide-pour-linstallation-du-gpl/> (consulté le 05/04/2022).
- [7] Archives. In Naftal une relation de condiance.2012
<https://www.naftal.dz/fr/index.php/archives/7952> (consulté le 05/04/2022).
- [8] Rédaction AE. Son navire a été percuté par un car-ferry de Corsica Linea au port d’Alger : Naftal s’exprime. In Algérie éco [en ligne]. 2022 <https://www.algerie->

[eco.com/2022/04/10/son-navire-a-ete-percute-par-un-car-ferry-de-corsica-linea-au-port-dalger-naftal-sexprime/](https://www.eco.com/2022/04/10/son-navire-a-ete-percute-par-un-car-ferry-de-corsica-linea-au-port-dalger-naftal-sexprime/) consulté le (19/08/2022)

[9] Archives. In Naftal une relation de confiance.2012

<https://www.naftal.dz/fr/index.php/archives/8504> (Consulté le 19/08/2022)

[10] Naftal et Logitrans signent une convention pour le transport des produits pétroliers en Afrique. In Radio Algérie [en ligne].2021
<https://radioalgerie.dz/news/fr/article/20210831/217046.html> (Consulté le 19/08/2022).

[11] Institut Numérique. Présentation de Naftal/Spa .In institut numérique .2012

<https://www.institut-numerique.org/chapitre-i-presentation-de-naftalspa-50b75032bb39d>
(Consulté le 19/08/2022).

[12] K.Telli ,M. Guendouz. « Valorisation du GPL au niveau de la raffinerie de Hassi Messaoud RHM2 », Mémoire de master en Génie des procédés, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, Algérie, 2016.

[13] Raffinage. In hydrocarbures communicat [en ligne]

<https://hydrocarburescommunicat.wordpress.com/65/> (consulté le 07/05/2022).

[14] Raffinerie de Skikda. In wikipédia .2022.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Raffinerie_de_Skikda (consulté le 07/05/2022).

[15] Sofia Chahine. Complexe GL1K de Skikda : Retard dans la réalisation de l'unité d'Azote. In La Sentinelle [en ligne] 2022.

<https://lasentinelle.dz/index.php/2022/04/25/complexe-g1k-de-skikda-retard-dans-la-realisation-de-lunite-dazote/> (consulté le 07/05/2022).

[16] Menu des catégories des produits. In Groupe mahmoudi 2022. <https://groupe-mahmoudi.com/product/disjoncteur-magneto-thermique-4p/> (consulté le 07/05/2022).

[17] Système automatisé. In Technologie Sciarretta . <http://technologie-sciarretta.ovh/?p=739> (consulté le 15/08/2022).

[18] Unité adc. In allo school. 2022 <https://www.alloschool.com/section/481#!> (consulté le 15/08/2022).

[19] « Définir Tech en ligne-Quel est le rôle d'un actionneur ? » <https://definir-tech.com/info/5809/quel-est-le-role-d-un-actionneur> (consulté le 15/08/2022).

[20] W.Roundi ,W.Rochdi . “la commande numérique des actionneurs electriques” mémoire de master, Université ABDELMALEK ESSAADI, TETOUAN, Maroc. 2014.

[21] BEP métiers de l'électronique « cours, les moteurs asynchrones triphasés ». LP Descartes , Fécamp, France 2022.

[22] Capteur : Introduction. In wikipédia 2022. <https://fr.wikiversity.org/wiki/Capteur/Introduction> consulté le (consulté le 15/08/2022).

[23] CFAURY. Les capteurs [en ligne] 2021. <https://si.blaise-pascal.fr/1t-les-capteurs/> (consulté le 02/09/2022).

[24] Instru Mentys. Qu'est-ce qu'un capteur de pression ? .[en ligne] 2021 <https://instrumentys.com/2021/02/18/quest-ce-quun-capteur-de-pression-definition/> (consulté le 02/09/2022).

[25] Transmetteur de débit. In France environnement.2022

<https://www.franceenvironnement.com/sous-rubrique/transmetteur-de-debit> (consulté le 02/09/2022).

[26] Capteurs et transmetteurs. in ACTmesures.2022

<https://atcmesures.fr/produit/yokogawa-axf-debitmetre-electromagnetique/> (consulté le 02/09/2022).

[27] Quelle est la fonction du capteur de fin de course ?. In Connaitre le monde 2022.

<https://connaitrelemonde.com/stockag/materiau/read/19365-quelle-est-la-fonction-du-capteur-de-fin-de-course> (consulté le 02/09/2022).

[28] Système automatisé. In Schertzeric 2022.

<https://schertzeric.org/TROISIEME/CI2/AUTOMATISMES%20COURS/001automatismes.pdf> (consulté le 15/06/2022).

[29] « Lexique Industrie 4.0 , Automate Programmable Industriel »

<https://www.kicklox.com/lexique/api-automate-programmable-industriel> (consulté le 15/06/2022).

[30] Automate programmable industriel : principe de fonctionnement. In Gootrio.

<https://gootrio.com/automate-programmable-industriel-principe-de-fonctionnement/> (consulté le 15/06/2022).

[31] A.Talmat Amar. Etude et automatique par APi S7-300 de la machine à fabriquer les cales d'encoches. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2012.

- [32] BTS CIRA. Programmation des automates Siemens S7 300. In Scribd. <https://fr.scribd.com/doc/245971164/Presentation-API-S7-300-pdf> (consulté le 01/09/2022).
- [33] Système d'automatisation S7-300. In Siemens.2003 https://cache.industry.siemens.com/dl/files/415/15390415/att_41927/v1/S7-300_IHB_f.pdf (consulté le 01/09/2022).
- [34] A.Aidrous, K. Sfihi. Automatisation et amélioration d'une chaîne de production de lait pasteurisé. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2013.
- [35] Chiron, Fabien. Contribution à la flexibilité et à la rapidité de conception des systèmes automatisés avec l'utilisation d'UML. Diss. Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, 2008.
- [36] O.Kebaili, H.Lounis. Automatisation de la presse profilés-U par un automate programmable s7_300 et la supervision par le Wincc. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2016.
- [37] Automate programmable (API) et Supervision « cours, Programmation de L'Api (Siemens S300-2DP-Step7)». Université Larbi Tebessi , Tebessa, Algérie, 2022.
- [38] B.Fantazi, I. Harkat. Etude de la cavitation dans les pompes centrifuges.mémoire de master en mécanique. Université Mohamed Boufiaf,M'sila, Algérie 2017.
- [39] M.Budinger. Contribution à la conception et à la modélisation d'actionneurs piézoélectriques cylindriques à deux degrés de liberté de type rotation et translation. Diss. Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT, 2003.
- [40] Automatic recirculation valve. In SchuF. <https://schuf.de/automatic-recirculation-valve/> (consulté le 01/09/2022).

[41] VANNES, COMPTEURS ET REGULATEURS. In Nitafimer.

<https://www.netafim.fr/4a82f7/siteassets/4-catalogue-vannes.pdf> (consulté le 10/09/2022).

[42] Mesures et capteurs de débit. In la fayette. [https://www.la-](https://www.la-fayette.fr/SSI/cours/capteurs/debit.htm)

[fayette.fr/SSI/cours/capteurs/debit.htm](https://www.la-fayette.fr/SSI/cours/capteurs/debit.htm) (consulté le 10/09/2022).

[43] Gamme de produits AMSYS

Capteurs de pression. In Amsys sensor. [https://www.amsys-](https://www.amsys-sensor.eu/drucksensor/index.htm)

[sensor.eu/drucksensor/index.htm](https://www.amsys-sensor.eu/drucksensor/index.htm) (consulté le 10/09/2022).

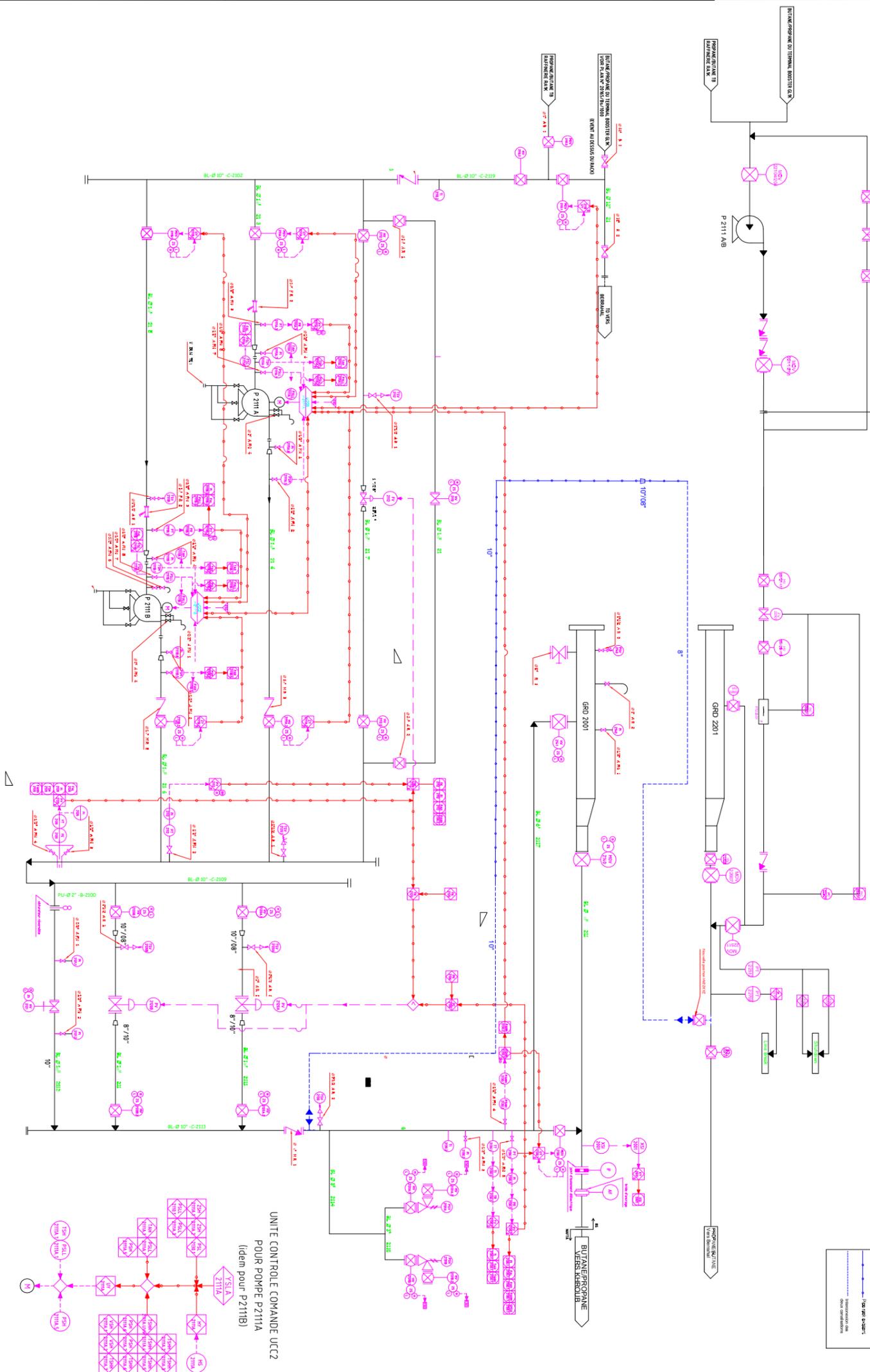
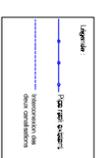
[44] Capteur de Pression Piézoélectrique. In PM instrumentation. [https://www.pm-](https://www.pm-instrumentation.com/s-series-capteur-de-pression-piezo-electrique-0-1000-bar)

[instrumentation.com/s-series-capteur-de-pression-piezo-electrique-0-1000-bar](https://www.pm-instrumentation.com/s-series-capteur-de-pression-piezo-electrique-0-1000-bar) (consulté le 10/09/2022).

Annexe

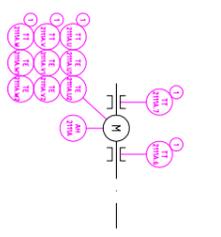
SCHEMA DE PRINCIPE D'INTERCONNEXION ENTRE LES TUYAUTERIE ALIMENTATION TD SIKIDA - KHROUBE
ET TD SIKIDA - BERRAHAL

Pour plus de détail pour TD SIKIDA vers Berrahal voir les plans suivants:
130738-PE-DG-01-FIP-00159801V05-500
130738-PE-DG-22-FIP-00159801V04-500 Pompes d'Exécution
130738-PE-DG-22-FIP-00159801V04-500 Contrôle et Gare de Départ
130738-PE-DG-22-FIP-00159801V04-500 Réseau Purges et Evénis

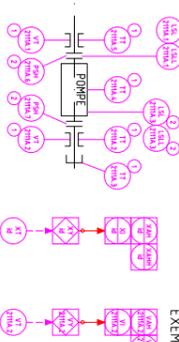


UNITE CONTROLE COMANDE UCC2
POUR POMPE P2111A
(idem pour P2111B)

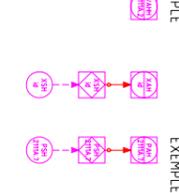
INSTRUMENTATION POMPE P2111A
(idem pour P2111B)



FUNCTION BOUCLE
TYPE ⊕



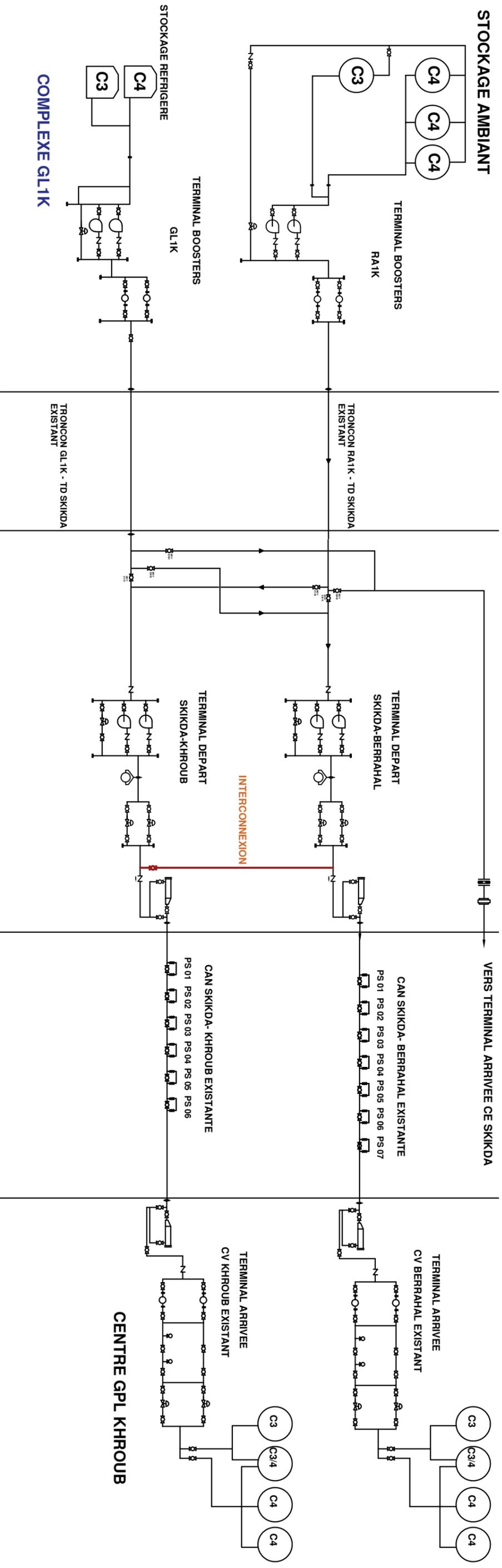
FUNCTION BOUCLE
TYPE ⊕



RAFFINERIE RA1K

TERMINAL DEPART SKIKDA

CENTRE GPL BERRAHAL



INTERCONNEXION ENTRE LES DEUX STATIONS DE POMPAGE

INSTALLATIONS EXISTANTES