

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA de Bejaia

Faculté de technologie

Département Automatique Télécommunication et Electronique



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme Master en Automatique

Thème

**Etude simulée de la commande de la bouée SPM par un
automate programmable**

Réalisé par :

M^{lle} AREZKI Karima

M^{lle} FENGAL Henia

Encadré par :

M^r HADDAR Hocine

M^r KHIREDDINE Ahmed

Année universitaire 2015/2016



Remerciements

Le plus grand merci s'adresse au bon dieu

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus distingués

A notre promoteur M^r HADDAR, H de nous avoir fait l'honneur d'assurer l'encadrement de notre travail, et pour la confiance qu'il a témoigné, pour sa disponibilité, ses efforts et ses encouragements.

En tient à remercier vivement les membres du jury d'avoir consacré de leur temps à la lecture de ce manuscrit, d'accepter de juger et d'évaluer ce travail.

En tient à remercier vivement l'ensemble du personnel de la direction technique de SONATRACH en particulier : M^r Khiredidine et M^r CHIBA qui nous permis d'effectuer notre stage dans les meilleures conditions.

Nous remerciement s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment en particulier notre cher ami CHEMSEDINE KERMICHE

Enfin, nos remerciements s'adressent à nos familles qui nous ont soutenus dans nos études.





Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en guise d'amour, de respect et de reconnaissance :

Aux deux être les plus chers au monde, ma mère et mon père, qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de Persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

Que dieu les protèges et les entoure de sa Bénédiction.

Pour le plus beau cadeau du bon dieu «MIMIŴ, ISHAK». A mes très chers grands-parents « Nana FATEMA et SIDI EL HOCINE », et ma très chère sœur « KAHINA ». Et mes frères« MASSI, Billy WASSIM » lala Dahbia et Mirouche.

A tous mes amies : Houria, Amel, Nabila, Nouara, Naima, Firouz et wardia.

Ma binôme Karima et toute sa famille.

A ce qu'est fantastique avec moi,

A ce qu'est me comprend toujours,

Merci d'être là...



Henia



Dédicaces

A ma chère mère.

Elle qui a consacré sa vie à l'éducation de ses enfants

Elle qui m'a élevé avec amour et tendresse

Elle qui a toujours cru en moi

Aux sacrifices qu'elle a faits pour sa famille

A mon cher père qui n'a cessé de me soutenir

A ma chère sœur Hasna et son mari Idris

A mes chers frères Belaid, Mohand, Omar

A tous mes proches et ceux qui mes sont chers

A tous les membres de la famille AREZKI

A mes petits anges Ouassim et Ouissam

A toutes les personnes que je porte dans mon cœur

A tous mes amis sans exception

Aux étudiants de la spécialité Automatique PROMO 2016

A mes enseignants durant mon cursus scolaire, du primaire à l'université

A ma Binôme et sa famille

Je dédie ce modeste travail

Merci à toutes les personnes qui m'ont aidé de pré ou de loin

A. Karima



Liste des Abréviations

SEA-LINE Station de chargement des hydrocarbures en mer (pétrole brut ou condensat).

‘’ Poussé (2.54 cm)

API Automate programmable industriel.

CPU Unité centrale.

ESD Arrêt d'urgence.

ESDV Vanne d'arrêt d'urgence.

MOV/XV Vanne motorisée.

PLEM Collecteur d'extrémité de canalisation.

HPU Unité de puissance hydraulique.

SPM single point moorig / amarrage à point unique.

HMI Interface homme machine.

PTU Unité de télémétrie portable.

UHF Radio à ultra haute fréquence.

RTU Unité de télémétrie à distance.

PCS système de contrôle du procédé.

PT Transmetteur de pression.

FV Vanne de débit minimum à la station de pompage.

PS pressure Switch. /Contacteur de pression.

FS Flow Switch. / Contacteur de débit.

SFC Fonction système.

MPI Multi Point Interface.

SFB Bloc fonctionnel système.

SIMATIC S7 Système d'automatisation.

TIA PORTAL Totally Integrated Automation Portal.

GRAF CET Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Pompe d'exportation de Bejaia.....	4
Figure I.2 : Le PLEM.....	7
Figure I.3 : La corne de brume	12
Figure I.4 : La lampe stroboscopique.....	13
Figure I.5 : Système de télémétrie à distance en mer.....	14
Figure I.6 : L'unité de télémétrie à distance RTU.....	16
Figure I.7 : Unité de télémétrie portable	17
Figure I.8 : Transmetteur de pression	18
Figure I.9 : Capteur de niveau.....	18
Figure I.10 : Détecteur de niveau sans fil	19
Figure I.11 : Transmetteur de pression sans fil.....	20

Chapitre II

Figure II.1 : L'automate S7 300.....	27
Figure II.2 : Module d'alimentation	29
Figure II.3 : Déroulement du programme de la CPU.....	31
Figure II.4 : Les blocs de programmation	33
Figure II.5 : Configuration des entrées/ sorties.....	34
Figure II.6 : Simulation du process.....	36

Chapitre III

Figure III.1 : GRAFCET d'ouverture des vannes de PLEM.....	38
Figure III.2 : GRAFCET d'arrêt	39
Figure III.3 : Bloc de mise à l'échelle.....	40
Figure III.4 : Bloc d'arrêt d'urgence.....	40
Figure III.5 : Bloc d'états de batteries.....	40

Liste des figures

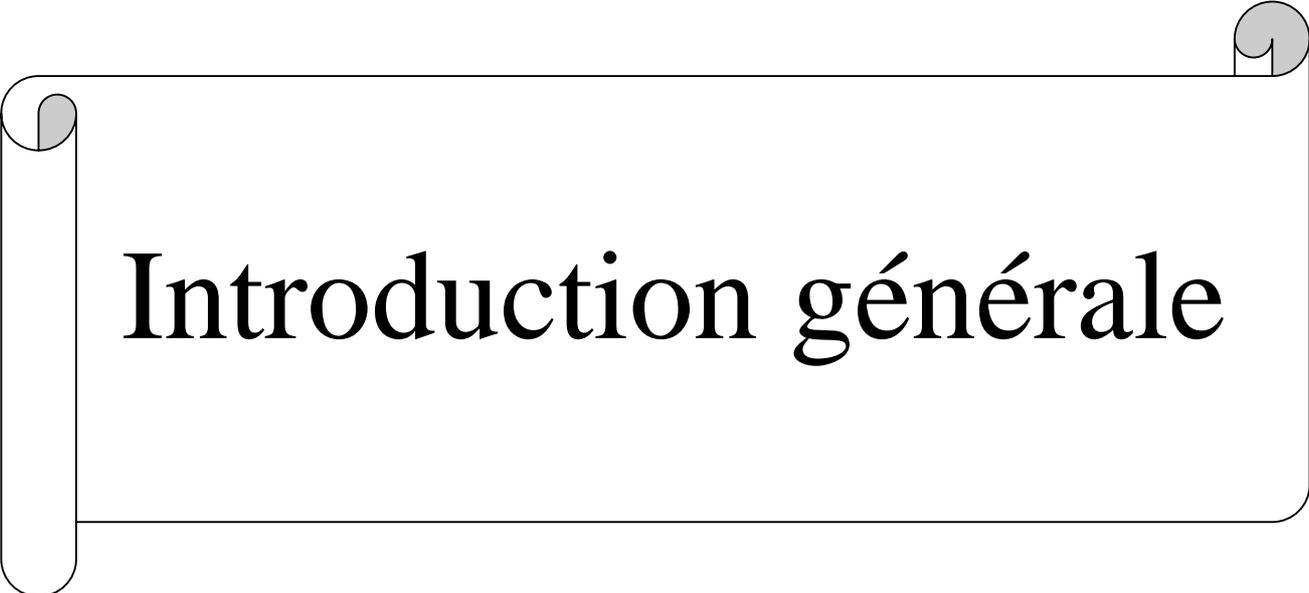
Figure III.6 : Bloc de gestion de vannes de PLEM.....	41
Figure III.7 : Bloc demande de chargement	41
Figure III.8 : Bloc des vannes d'inter débit.....	42
Figure III.9 : Bloc de demarage de petrole	42
Figure III.10 : Bloc de demarage de condensat.....	42
Figure III.11 : Bloc de l'arret final	43
Figure III.12 : schéma explicatif sur le PC système de supervision.....	44
Figure III.13 : Architecture de WinCC	45
Figure III.14 : schéma de comande de vannes de PLEM.....	46
Figure III.15 : lancement d'ouverture de vannes d'acumulateur.....	47
Figure III.16 : Ouverture de vannes accumulateur	47
Figure III.17 chargemment de petrole.....	48
Figure III .18 Etat des vannes / tous fermées	49
Figure III.19 Ouverture de vannes d'inter debit du condensat.....	50
Figure III.20 Ouverture de vannes de PLEM et chargement du condensat	50
Figure III.21 Etat des vannes de condensat /tous fermées.....	51
Figure III.22 Signalisation d'arret d'urgence.....	52
Figure III.23 Etat des capteurs hors de chargement et de l'arret d'urgence.....	52

Introduction générale	1
Chapitre I : Description SEA-LINE et l’analyse fonctionnelle de la bouée	
Introduction	3
I.1. Description des équipements de la station	3
I.1.1. Equipement on shore.....	3
I.1.2. lignes d’exportations.....	6
I.1.3. Equipements off-shore (en mer).	6
I.1.3.1. Description générale.	6
I.1.3.2. Tuyauterie PLEM (collecteur d’extrémité de canalisation)	7
I.1.3.3. La Bouée SPM: (Single point mooring) (amarrage à point unique)	8
I.1.3.4 Fonctionnement du procédé.	8
I.2. Construction de la bouée.	9
I.2.1. plate-forme tournante.	9
I.2.2. La coque.	10
I.2.3. Assemblage du système de pivotement.	10
I.2.4. Système de protection contre les surpressions (coup de bélier)	11
I.2.5. Unité de puissance hydraulique HPU.	11
I.2.6. Equipements accessoires.	12
I.2.6.1. Corne de brume.	12
I.2.6.2. Lampe stroboscopique.	13
I.3. Contrôle par télémétrie en mer.	13
I.3.1. Station de base.	14
I.3.1.1. Poste de l’opérateur.	14
I.3.1.2. Unité d’interface de la station de base.	15
I.3.2. Unité de télémétrie à distance.	15
I.3.3. Unité de télémétrie portable PTU.	16
I.3.4. instrumentation de contrôle de la bouée SPM.	17
I.3.4.1. Capteur de charge d’aussière.	17
I.3.4.2. Transmetteurs de pression PT.	18
I.3.4.3. Capteur de niveau.	18
I.4. Analyse fonctionnelle « cahier des charges »	20
I.4.1. Démarrage normal.	20
I.4.2. Séquence de démarrage.	23
I.4.3. Arrêt normal.	24

I.4.4. Arrêt d'urgence.	24
Conclusion.	25
Chapitre II : API S7 300 et logiciel de programmation	
Historique.	26
II.1 Définition et domaine d'application.	26
II.1.1 Fonctions S7.	26
II.1.1.1 Communication S7 de base.	27
II.1.1.2 Communication étendue.	27
II.2 Définition de l'API S7-300.	27
II.2.1 Les composantes du S7-300.	27
II.2.1.1 Châssis	28
II.2.1.2 module d'alimentation (PS)	28
II.2.1.3 contrôle visuel des LED de l'alimentation du S7 300.	28
II.2.1.4 L'unité centrale (CPU S7)	29
II.3 Présentation du logiciel de programmation TIA Portal.	29
II.3.1 STEP 7.	30
II.3.2 Programmation.	31
II.3.3 Déroulement du programme.	31
II.3.4 Eléments d'un programme utilisateur.....	32
II.3.4.1 Blocs d'organisation (OB)	32
II.3.4.2 Blocs fonctionnels (FB)	32
II.3.4.3 Fonction (FC)	32
II.3.4.4 Blocs de données (BD)	32
II.3.4.5 Fonction système (SFC) et blocs fonctionnels système (SFB)	32
II.3.5 Création d'un nouveau projet.	33
II.3.5.1 Configuration et paramétrage des matériels.	33
II.3.5.2 Adressage des E/S	33
II.3.5.3 Compilation et chargement de la configuration matérielle.	34
II.3.5.4 Les variables API	35
II.3.5.5 Table des variables API.	35
II.4 présentation du simulateur S7 300.	36
II.4.1 Mise en route.	37
II.4.2 Etat de fonctionnement de la CPU.	37
Conclusion.	37

Chapitre III : Programmation et Supervision

Introduction.	38
III.1 GRAFCET.	38
III.1.1 Présentation du GRAFCET.	38
III.1.1.1 GRAFCET d'ouverture des vannes.	38
III.1.1.2 Grafcet d'arrêt.	39
III.2 Programmation avec langage à contact.	40
III.2.1 bloc de chargement.	40
III.2.1.1 la mise à l'échelle.	40
III.2.1.2 les arrêts d'urgences.	40
III.2.1.3 Etats de batteries.	40
III.2.1.4 gestion des vannes de PLEM.	41
III.2.1.5 demande de chargement.	41
III.2.1.6 Vannes d'inter débit.	42
III.2.1.7 Vannes petrole.	42
III.2.1.8 Vannes condensat.	42
III.2.1.9 l arret final.	43
III.3 Supervision.	44
III.3.1 Le WinCC.	44
III.3.2 architecture de WinCC.	45
III.3.3 Vue d'ensemble de système de commande des vannes de PLEM.....	45
III 3.4 Les étapes de chargement de petrole.	46
III.3.4.1 l'ouverture des vanne d'accumulateur et d'inter débit.	47
III 3.5 Les étapes d'arrêt.	48
III 3.6 Les étapes de chargement du condensat.	49
III 3.7 Signalisation d arrêt.	51
III 3.8 L'état des capteurs.	52
Conclusion.	53
Conclusion générale.....	54
Références bibliographiques	
Annexe	



Introduction générale

Introduction générale

Le complexe SONATRACH de Bejaia s'occupe de différentes activités et beaucoup plus du transport et de la commercialisation des hydrocarbures. L'exportation du pétrole se fait par des navires pétroliers. Le chargement de ces navires peut se faire soit directement dans le port pétrolier où un système de contrôle commande est installé pour gérer ce chargement, ou en plein mer à travers la bouée SPM implantée en plein mer. La dernière méthode ne nécessite pas l'entrée du navire pétrolier dans le port et par conséquent représente beaucoup d'avantages.

L'utilisation de la bouée nécessite l'installation de système de contrôle/commande sur place (dans la bouée) capable d'exécuter les consignes provenant de la salle de contrôle sur terre et d'y envoyer un compte rendu sur son état. Ce système doit alors être capable de réaliser les tâches d'automatisation ordinaires (lecture des états des capteurs et application des commandes aux actionneurs). En plus il doit être capable de faire la communication en temps réel avec la base sur terre. Pour cette dernière tâche, le système installé sur place utilise des émetteurs et des récepteurs sur des fréquences radio UHF. Le système de contrôle commande consiste en deux RTU installées dans la bouée par la compagnie américaine Ceci impose une dépendance complète sur cette dernière compagnie pour la maintenance de la bouée.

L'utilisation d'un système de contrôle/commande ordinaire (par exemple un automate programmable) permettra de prendre en charge la maintenance de la bouée et d'utiliser un système de communication sans fil compatible avec l'automate.

Nous avons travaillé sur l'automatisation et la supervision du système de contrôle/commande de la bouée SPM au sein de SONATRACH et ce travail est le résultat d'une étude minutieuse menée durant un stage pratique. Cette étude a pour objectif l'implémentation de la commande sur automate programmable (au lieu des RTU) et l'utilisation d'un système de supervision compatible avec l'automate utilisé et l'évaluation d'une telle solution.

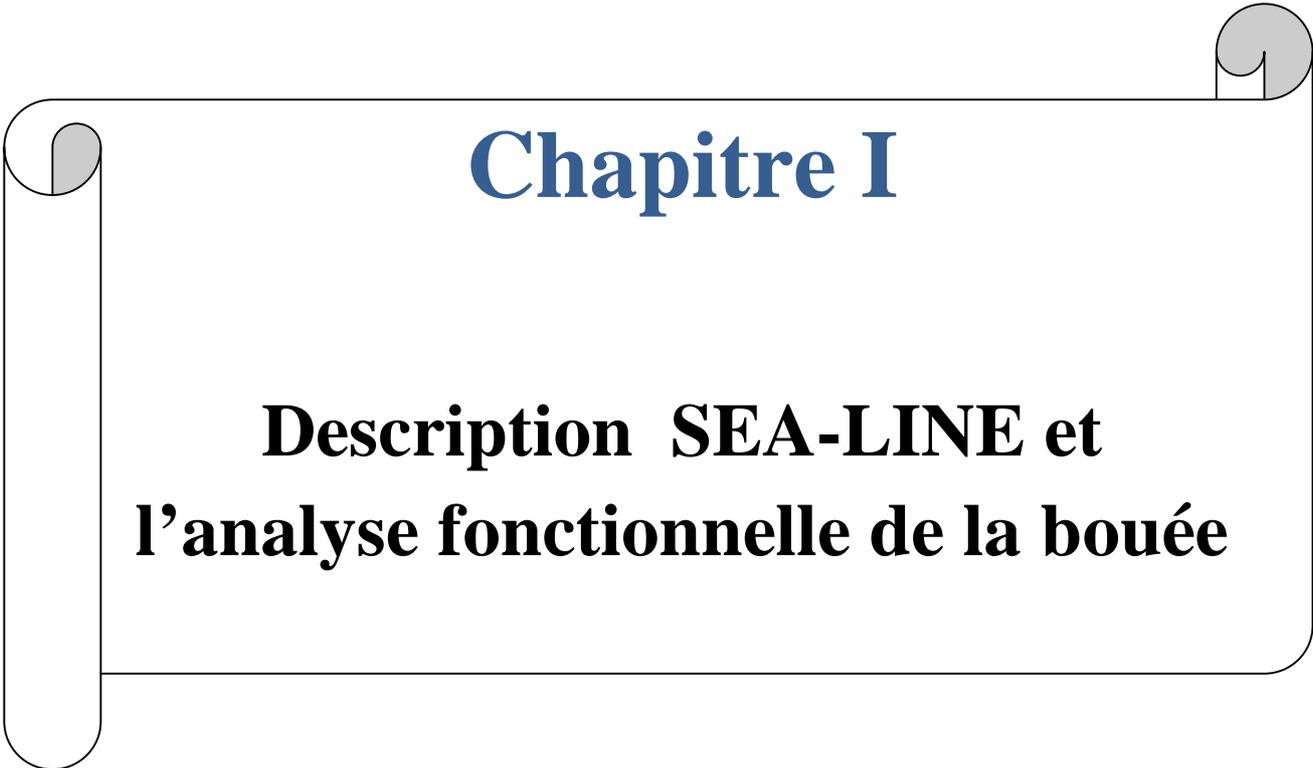
Les fonctionnalités offertes par le TIA portal de SIEMENS concernant la gestion du projet, la simulation de l'automate par PLCSIM et la conception et la simulation de la supervision par WINCC et RunTime fait de lui un outil idéal pour notre projet.

Le présent mémoire est composé de trois chapitres répartis comme suit :

- Le premier chapitre est consacré pour l'étude et l'analyse fonctionnelle de la bouée SPM.

- Le deuxième chapitre est consacré pour l'automate programmable S7-300 et le logiciel utilisé pour le programmer.
- Le troisième chapitre et le dernier est consacré pour la programmation et la supervision de système de contrôle commande de la bouée.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top edge curving upwards and the bottom edge curving downwards. The text is centered within the scroll.

Chapitre I

**Description SEA-LINE et
l'analyse fonctionnelle de la bouée**

Introduction

L'industrie pétrolière est l'une des industries les plus importantes, car sa croissance a engendré l'utilisation d'un matériel très sophistiqué. Le poste de chargement d'hydrocarbures sea-line de Bejaia est conçu pour charger, même dans des conditions climatiques sévères, des tankers ayant des charges allant jusqu'à 320 000 Tonne. Ce poste de chargement est équipé de deux (2) parcs de stockage, d'une (1) station de pompage, deux (2) unités de comptage, des lignes d'exportation, et d'une (1) bouée.

I.1. Description des équipements de la station

La station est constituée des équipements on shore (sur terre) et d'autre off shore(en mer)
[1]

I.1.1. Equipements on shore

➤ Parcs de stockage

L'installation d'exportation est équipée de deux parcs de stockage, un parc de stockage nord de douze (12) bacs et un parc de stockage sud de quatre (4) bacs. Le produit (brut ou condensât) est stocké dans les bacs selon les besoins.

Chaque collecteur du parc de stockage nord relié à deux réservoirs.

Six collecteurs de réservoir de 28'' sont reliés au manifold d'aspiration du parc de stockage nord.

Quatre collecteurs de réservoirs de 32'' sont raccordés au manifold d'aspiration du parc de stockage sud.

Des vannes motorisées d'isolement sont installées sur chaque collecteur des parcs de stockage.

Chaque manifold d'aspiration du parc de stockage est équipé d'une soupape de sûreté pour détendre la pression causée par la dilatation thermique du produit lorsque la ligne est statique.

Les deux soupapes **PSVs** sont réglées pour être actionnées à **19.3 bar**.

Les deux manifolds d'aspiration de 42'' venant des parcs de stockage nord et sud se regroupent pour former une seule ligne d'admission de 42'' vers la station de pompage.

Les douze bacs du parc de stockage nord ont une capacité de **35 000m³** par contre ceux du parc de stockage sud ont **55 000m³** comme capacité de stockage. Tous les bacs ont un niveau de stockage minimum de **2m** et maximum de **13.5m**.

➤ Station de pompage :

La station de pompage transporte du pétrole brut et du condensat à partir des 16 bacs existants aux parcs de stockage nord et sud. Seul un produit est transféré à la fois. Les bacs sont mis en ligne avec la station de pompage à travers les collecteurs des bacs et les manifolds d'aspiration venant de chaque parc de stockage.

La station de pompage est constituée de :

- ✓ Une vanne d'arrêt d'urgence **ESD V3401(42)** à l'entrée de la station de pompage.
- ✓ 03 collecteurs d'aspiration de 36'' et 03 collecteurs de refoulement de 30''.
- ✓ 02 lignes de débit minimum de 12'' à partir du collecteur de refoulement vers le collecteur d'aspiration.
- ✓ 03 vannes motorisées (**MOV**) à l'entrée 03 filtres, 03 clapets anti-retour et 03 vannes motorisées (**MOV**) à la sortie.
- ✓ 03 pompes centrifuge verticales, à quatre étages, dotées d'une capacité nominale de **5 000m³/h** et entraînées par des moteurs électriques de **2.7 MW**. Deux pompes sont utilisées pendant les opérations d'exportation alors que la troisième est en réserve.
- ✓ Chaque pompe est dotée de deux soupapes thermiques de sûreté réglées pour être actionnées à **17 bar** sur le côté d'aspiration et **39 bar** sur le côté refoulement.

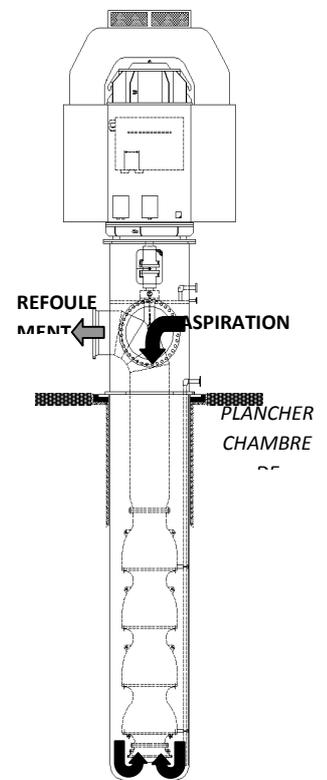


Figure I.1 Pompe d'exportation [1]

➤ Unités de comptage

A. description générale

L'installation d'exportation de Bejaia comprend 02 unités de comptage avec des boucles d'étalonnage dédiées (pétrole brut et condensat).

Chaque unité de comptage est composée d'un collecteur d'admission de 42'', de 5 lignes de comptage de 12'' et d'un collecteur de sortie de 42''. Doté d'un raccordement de 16'' vers une ligne de branchement de l'étalon de 20''. La ligne de branchement de l'étalon arrive jusqu'à la soupape de dérivation à quatre voies de l'étalon. La ligne de retour de l'étalon de 16'' démarre à partir de la soupape de dérivation et se relie au collecteur de sortie de 42'' sur l'unité de comptage.

B. lignes de comptage

Au cours de l'opération d'exportation, quatre (4) lignes de comptage sont opérationnelles à un débit maximum de **10 000 m³/h**. La boucle d'étalonnage à un débit minimal de **2500 m³/h**, égal à une ligne de comptage.

Une ligne de comptage est composée d'une vanne à boisseau sphérique d'isolement de 16'', d'un filtre d'admission, une section de stabilisation de 12'' et un compteur à turbine. Des soupapes **PSVs** sont installées sur chaque ligne de comptage et sur la ligne de retour de l'étalon.

C. Unité d'étalonnage

Chaque unité de comptage est équipée d'un étalonneur spécifique. Chaque section de mesure à une vanne de dérivation d'étalonnage de 16'' qui la relie au collecteur d'admission de 20'' de l'étalonneur. Ce dernier fait le transfert du produit à la vanne électro-hydraulique de 16'' à quatre voies. La section de mesure est une section de 30'' de diamètre en forme de U.

D. Station d'échantillonnage

Une station d'échantillonnage est installée sur le collecteur de sortie 42'' de chaque unité de comptage pour mettre à profit les conditions de turbulence se produisant dans le collecteur. L'effet de mélange causé par la turbulence permet d'obtenir un échantillon très représentatif.

Le service d'échantillonnage automatique est conçu pour prélever des échantillons proportionnels au débit d'écoulement du produit passant à travers le système ou en fonction d'un délai réglable.

Au cours des opérations de pompage, le système remplit automatiquement un des deux récipients échantillon d'environ 20 litres. Cette dernière est envoyée au laboratoire pour le traitement.

Un élément de commande électronique et une électrovanne à deux voies sont installés sur la ligne d'échantillonnage. L'élément de commande actionne l'électrovanne au besoin pour remplir le récipient en fonction du volume de chargement.

I.1.2. lignes d'exportations

Chaque ligne est dédiée au produit reçu à partir de son unité de comptage respective. Les lignes sont installées principalement en souterrain vers le manifold d'extrémité des canalisations en mer (PLEM).

Les lignes à terre sont d'environ **540 m** de long à partir de la vanne **ESDV** vers la ligne de plage et les lignes en mer s'étendent sur environ **3.84 km** vers le PLEM.

Des vannes d'isolement motorisées sont installées juste avant la traversée des lignes à la plage pour assurer un isolement des lignes à cet endroit, elles sont connues sous le nom de vannes (MOV) de plage :

MOV-3421 : vanne d'isolement pour la ligne d'exportation de pétrole brut.

MOV-4402 : vanne d'isolement pour la ligne d'exportation de condensât

I.1.3. Equipements off-shore (en mer)

I.1.3.1. Description générale

Les deux lignes en mer de 42'' à partir des vannes (MOV) de plage aboutissent au manifold d'extrémité des lignes (PLEM) sur le fond marin. Le produit transféré d'une des deux lignes est dirigé vers la bouée CALM par la mise en ligne des vannes à l'intérieur du PLEM.

Deux chaînes de flexibles 24'' sous la bouée sont reliées à la tuyauterie du puits central de la bouée,

A partir de cette dernière, deux chaînes de flexibles flottants de 24'' se réduisent à 16'' via des flexibles de transition et sont reliées aux flexibles flottants qui servent à lier la bouée au manifold du pétrolier pendant les opérations de chargement. [1]

I.1.3.2. Tuyauterie PLEM (collecteur d'extrémité de canalisation)

La tuyauterie du PLEM est composée de deux collecteurs de 42'' qui disposent de deux lignes secondaires de 24'', ces lignes secondaires venant du collecteur de 42'' se regroupent en deux tubulures de chargement de 24'' avec des brides pour les raccordements des flexibles sous la bouée.

Les vannes à boisseau sphérique à manœuvre hydraulique marche/arrêt sont installées dans chaque ligne secondaire de 24'.

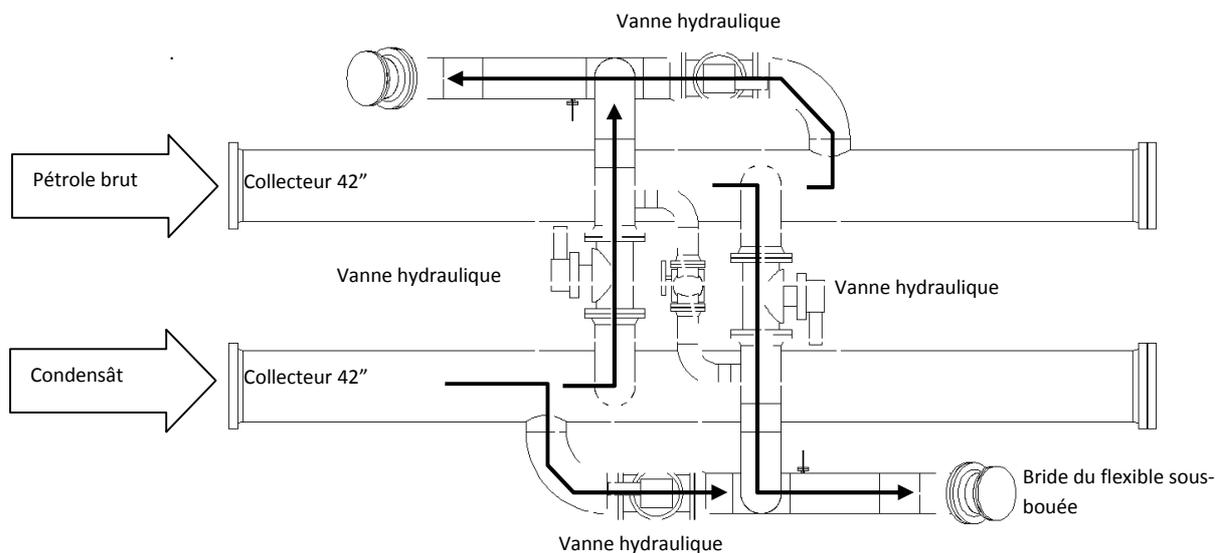


Figure I. 2 PLEM [1]

Le produit est acheminé vers le flexible sous-bouée en ouvrant les deux vannes associées au collecteur actif des lignes et en fermant les deux vannes du collecteur en arrêt.

Les vannes de marche/arrêt sont actionnées par pression hydraulique à partir de l'unité de puissance hydraulique (HPU) sur la bouée.

I.1.3.3. La Bouée SPM: (Single point mooring) (amarrage à point unique)

La bouée SPM est un point d'amarrage pour les pétroliers qui viennent à Bejaia et le point de sortie du pétrole à exporter ; elle comprend une section fixe, une section tournante et une tête de production à pivot central.

Chaque tubulure de chargement de 24'' à partir du PLEM est reliée à la bouée via des flexibles sous-marins fixés aux deux lignes d'admission de la bouée de 24'', ces deux lignes, équipées de deux vannes papillon manuelles (vannes du puits central), convergent en un segment fixe au fond de la tête d'injection en ligne de 36''.

La bouée est équipée d'un système de protection contre les surpressions (coup de bélier) afin d'empêcher la pression excessive dans la tuyauterie de transfert due à une éventuelle fermeture accidentel d'une vanne.

Un réservoir de décharge de **70m³** est construit sur la bouée pour récupérer tout produit s'échappant des fuites.

I.1.3.4 Fonctionnement du procédé

La station de pompage transporte du pétrole brut et du condensât à partir des 16 bacs existants aux parcs de stockage nord et sud. Seul un produit est transféré à la fois.

Le transfert du produit commence avec une seule pompe à un débit de "démarrage" bas de **1000m³/h** le débit peut alors être augmenté au débit maximum de **10 000 m³/h** sur demande faite par le personnel autorisé de pétroliers, une deuxième pompe d'exportation est démarrée automatiquement lorsque le débit de demande dépasse la capacité de **5250 m³/h** d'une seule pompe.

Le produit d'exportation sélectionné s'écoule à partir du collecteur au refoulement de la pompe vers une unité de comptage dédiée, dont le système de contrôle surveille le débit de transfert en se basant sur un signal de consigne provenant du système de contrôle PCS et introduit par l'opérateur. Le système de contrôle du comptage répartit le débit motorisé.

Les lignes d'exportation de 42'' transportent le produit à partir de l'unité de comptage sélectionnée vers le PLEM se trouvant sur le fond marin. Les deux lignes en mer sont reliées aux deux collecteurs dans le PLEM. Le produit provenant de l'une des lignes est acheminé à partir du

PLEM vers la bouée à travers deux flexibles de 24'' sous la bouée, le produit s'écoule alors à partir de la bouée vers le pétrolier à travers des flexibles flottants de chargement de 24'' à 16''.

Vers la fin de transfert la deuxième pompe est arrêtée et le débit est réduit à un débit de

“ Fin de chargement “ jusqu'à l'achèvement du transfert.

I.2. Construction de la bouée

La bouée est composée d'une structure d'acier fabriquée et soudée, avec une structure “caisson” en anneaux très rigide incorporée dans le puits central supérieur pour fixation du palier principal de la table tournante. Une jupe de protection est prévue autour de la partie inférieure de la coque de la bouée. La coque de la bouée et la jupe ont respectivement des diamètres extérieurs de **12.5** mètres et **16.5** mètres.

L'intérieur de la bouée est divisé en douze (**12**) compartiments étanches séparés, six compartiments internes et six compartiments externes pour assurer la stabilité. Un compartiment interne protège l'unité de puissance hydrauliques et le système de contrôle qui actionne les vannes du PLEM et le compartiment interne opposé protège le système de protection contre les surpressions (coup de bélier). Le contre-poids est ajouté à l'intérieur des compartiments internes pour compenser l'effet de changement du poids provenant du système hydraulique/de contrôle et de protection contre les surpressions. Tous les compartiments sont dotés d'évents et de tubes de sondes correctement identifiés ainsi que d'échelles nécessaires pour entrer et sortir en toute sécurité.

La bouée supporte la table tournante, la tête d'injection en ligne et les équipements accessoires. La table tournante est supportée sur le sommet de la bouée par des roulements à trois rangs de bille permettant une rotation complète et libre à **360** degrés. Cette capacité de rotation permet au navire amarré à la bouée de se positionner selon le vent principal, les conditions des vagues et des courants afin de minimiser les forces d'amarrage. L'ensemble des aussières d'amarrage est fixé à l'ensemble de bride d'amarrage qui est attaché à la table tournante. Les quais, le cadre tendeur de la chaîne d'ancre et l'ensemble cadre de levage/carters anti-cordage sont incorporés dans la conception de la table tournante. [1]

I.2.1. plate-forme tournante

La table tournante est une structure caisson étanche fabriquée en une seule pièce, en acier soudé, supportée sur la bouée par le palier principal de la table tournante. Le palier de cette dernière permet une rotation sans limites, dans les deux sens, autour de l'axe de la bouée.

La structure de la table tournante est complètement équipée de garde-corps et d'échelles pour assurer l'accès en toute sécurité aux équipements sur elle-même.

Sa structure supporte les équipements accessoires et leur système d'alimentation électrique, les équipements de télémétrie/commande, le treuil de maintenance et les équipements de sécurité. Le système de verrouillage de la table tournante est prévu pour la gestion manuelle afin de maintenir la table tournante à un emplacement stationnaire pour les besoins d'inspection ou maintenance.

I.2.2. La coque

La coque est la partie fixe de la bouée et celle qui contient la RTU esclave de cette dernière. L'appareil de télémétrie à distance est installé dans un des compartiments de la coque. L'appareil a une faible consommation d'électricité et alimenté par une série de batteries et fait directement interface avec les capteurs de pression, les contacts de niveau du réservoir tampon, les indicateurs de position des vannes, de débitmètre et le système de commande hydraulique qui actionne les vannes.

I.2.3. Assemblage du système de pivotement

L'ensemble de pivotement est composé d'une (1) tête d'injection en ligne de 36'', de quatre (4) supports de montage, d'un (1) système de récupération des fuites et d'un (1) bras de torsion. La fonction primaire de l'ensemble du système de pivotement est d'assurer la position géostationnaire de la bouée et de l'ensemble d'amarrage tout en permettant la libre rotation de la table tournante, des flexibles et du navire autour de l'axe d'amarrage vertical.

La tuyauterie et les flexibles transportant le fluide à partir du PLEM vers le navire doivent rester géostationnaires afin d'éviter d'endommager ces composants. Cependant, le navire doit être libre pour tourner en rotation autour de l'axe d'amarrage vertical tout en étant fixé au système d'amarrage au cours des opérations de chargement. La tête d'injection en ligne permet cette manœuvre.

Un système de récupération des fuites autonome est construit à l'intérieur de la tête d'injection en ligne. Il récupère tout produit s'échappant des étanchéités primaires ou secondaires. Ce produit est acheminé vers un réservoir muni d'une jauge visuelle et d'une

pompe manuelle. La pompe manuelle est utilisée pour renvoyer le produit à partir du réservoir vers la tête d'injection en ligne.

Le réservoir est relié aux orifices de contrôle sur la tête d'injection en ligne. Les orifices permettent l'inspection et le contrôle manuel de la présence de produit entre les étanchéités de confinement du produit primaires/secondaires et secondaires/tertiaires.

I.2.4. Système de protection contre les surpressions (coup de bélier)

Le système de protection contre les surpressions empêche la pression excessive dans la tuyauterie de transfert due à la fermeture accidentelle d'une vanne. Il comprend la tuyauterie de décharge, une soupape de décharge contrôlée par l'azote et une vanne à boisseau sphérique à manœuvre manuelle pour isolement au cours des travaux de maintenance. Les composants du système anti-coup de béliers se trouvent dans le compartiment 5 de la coque de la bouée.

Si le système anti-coup de bélier est actif, le fluide est acheminé dans le compartiment 4 dans la coque de la bouée. Ce compartiment est équipé d'un évent à ressort. L'évent chasse l'air pour éviter les pressions excessives dans le compartiment en cas de surpression.

I.2.5. Unité de puissance hydraulique HPU

La bouée est équipée d'un système de commande hydraulique pour assurer le fonctionnement des vannes du PLEM. Le composant principal du système est l'unité de puissance hydraulique (HPU) de 211Kg/cm^2 , se trouvant dans la coque de la bouée. L'unité HPU se compose de quatre accumulateurs d'azote/huile, d'une pompe hydraulique entraînée par l'air, d'une pompe manuelle hydraulique de secours, et de divers équipements auxiliaires. Avec les accumulateurs d'azote/huile, l'unité HPU fournit la force motrice pour ouvrir et fermer en alternance la vanne du PLEM à (4) prises.

Le système est normalement rechargé par la pompe hydraulique entraînée par la conduite d'air du navire d'assistance. Une pompe manuelle est utilisée pour recharger le système en cas d'urgence.

L'unité HPU assure le fluide hydraulique sous pression pour ouvrir et fermer les quatre (4) vannes du PLEM. Par ailleurs, le système hydraulique assure la commande à distance et l'état des fonctions d'ouverture/fermeture des vannes du PLEM. Les tableaux de contrôle locaux sont prévus pour l'exploitation des vannes du PLEM tout en étant sur la bouée. Un tableau est prévu

pour chaque paire de vannes de PLEM. Les tableaux se trouvent au niveau de la table tournante de la bouée.

I.2.6. Les équipements accessoires

Les équipements accessoires prévus sur la bouée comprennent une corne de brume, une lampe stroboscopique. Le système électrique est alimenté par des panneaux solaires de 12 V et un groupe de batteries.

Le système de commande à distance par télémétrie en mer assure une exploitation à distance des vannes du PLEM à partir de la salle de contrôle ou d'un emplacement en mer loin de la bouée. L'interface avec le système de télémétrie se trouve dans le compartiment de l'unité HPU. A partir de la bouée, la commande du système hydraulique est effectuée avec les tableaux de contrôle locaux situés au sommet du puits central, un tableau est prévu pour chaque paire de vannes du PLEM. Les tableaux de contrôle locaux assurent la commande des vannes et des indicateurs de pression. Un sélecteur de mode de commande LOCAL/ A DISTANCE (LOCAL/REMOTE) se trouve également sur le tableau de contrôle. Le sélecteur doit être en position de commande A DISTANCE pour que le système de télémétrie puisse actionner les vannes.

I.2.6.1. Corne de brume :

La corne de brume est un appareil qui émet un signal sonore. Elle est approuvée pour fonctionnement dans une zone dangereuse. Elle indique la forte surcharge d'aussières et que le seuil a été dépassé.



Figure I.3 Corne de brume [1]

I.2.6.2. Lampe stroboscopique

La lampe stroboscopique est montée sur la bouée pour indiquer que le seuil d'alarme de surcharge des aussières a été dépassé. Elle ne flashera que lorsque le niveau haut du bac de récupération des fuites sera en alarme.



Figure I.4 lampe stroboscopique [1]

I.3. Contrôle par télémétrie en mer

Le système de contrôle par télémétrie en mer assure le contrôle et la surveillance des fonctions de chargement à la bouée CALM à partir du tableau HMI de la salle de contrôle ou par l'unité de télémétrie portable PTU. La communication entre l'emplacement à distance, la salle de contrôle et l'unité PTU est assurée par liaisons radios à ultra haute fréquence (UHF). [1]

Le système de contrôle par télémétrie en mer par commande à distance comprend les composants suivants :

- Station de base et tableau HMI
- Unité de télémétrie à distance (RTU) de la table tournante de la bouée
- Unité RTU de la coque de la bouée
- Unité de télémétrie portable PTU de la bouée
- Station de répéteurs (poste-relais) aux vannes MOVs de plage

La figure ci-après est un diagramme simplifié des composants du système de contrôle par télémétrie en mer

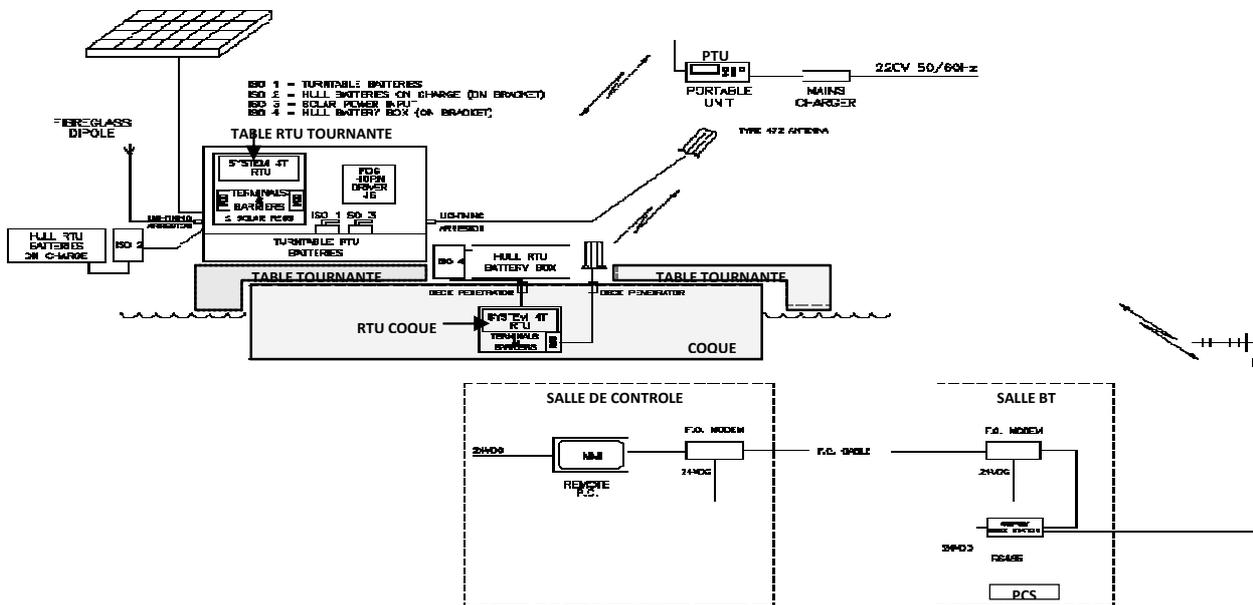


Figure I.5 système de contrôle par télémétrie en mer [1]

I.3.1. Station de base

La station de base est composée d'un poste opérateur HMI et une unité d'interface de station de base qui agit comme une passerelle de données entre la bouée et le système de contrôle PCS. Le poste opérateur HMI est un ordinateur individuel Windows avec écran tactile en couleurs avec affichage en LCD.

La station de base communique avec les unités RTUs de la bouée sur une seule fréquence radio UHF et transmet toutes les données au système de contrôle PCS au moyen d'une liaison en série Modbus de l'unité RTU.

I.3.1.1. Poste de l'opérateur

Le poste de l'opérateur assure un affichage graphique des données de la bouée, qui comprend :

- Tension des aussières d'amarrage en temps réel (avec alarme)
- Pression du produit en temps réel par sélecteurs de vote 2 sur 3 (avec alarmes)

- Commande d'ouverture et de fermeture et position des vannes par pressostat et débitmètre- vannes du PLEM
- Position des vannes papillons de la table tournante par interrupteur de fin de course
- Pression de l'accumulateur de l'unité HPU (avec alarme)
- Pression d'azote (avec alarme)
- Niveau du bac de décharge (réservoir tampon) par sélecteurs de vote 2 sur 3 (avec alarmes)
- Niveau du bac de récupération des fuites (avec alarme)
- Indications des commandes locales/ à distance de l'unité HPU
- Commande marche/ arrêt de la corne de brume
 - Graphe de données analogique mesurées donnant les tendances (ligne) en temps réel et historique.
- Liste des événements historiques de toutes les situations/cas, avertissements et alarme
- Affichage en temps réel de la force résiduelle restante dans l'aussière d'amarrage
- Données du diagnostic sur le système de télémétrie y compris le courant de charge du panneau solaire, tension des batteries, qualité de radio

I.3.1.2. Unité d'interface de la station de base

L'unité d'interface de la station de base contient l'ordinateur individuel mono carte avec application du logiciel SCADA *plus* et émetteur-récepteur de radio UHF. L'unité d'interface de la station de base se trouve dans la salle basse tension du poste électrique.

I.3.2. Unité de télémétrie à distance

Les deux (2) unités RTUs sont installées sur la bouée SPM, l'enceinte de l'unité RTU de la table tournante se trouve sur la plate-forme de la table tournante et l'unité RTU de la coque se trouve dans le compartiment avec l'unité de puissance hydraulique. L'enceinte de l'unité RTU de la table tournante comprend un bloc-batteries **12V** et un modem de radio primaire pour communiquer avec la station de base, l'unité PTU et l'unité RTU de la coque. L'unité RTU de la coque comprend un modem radio et un bloc-batteries de **12V**. Les unités RTUs de la bouée sont alimentées par des accumulateurs rechargeables par panneaux solaires.

L'unité RTU de la table tournante exécute les fonctions suivantes vers la station de base :

- Surveillance de la charge des aussières
- Surveillance de la pression du produit

- Surveillance de la tension d'alimentation de l'unité RTU
- Surveillance du niveau du bac de récupération des fuites
- Surveillance des positions des vannes de la table tournante
- Commande de la corne de brume et de la lampe stroboscopique
- Etalonnage par commande à distance des cellules de charge.

L'unité RTU de la coque est l'interface primaire vers le système hydraulique. Elle exécute les fonctions suivantes vers la station de base :

- Surveillance de l'accumulateur hydraulique
- Surveillance de la pression d'azote
- Surveillance des commandes et des capteurs de niveau des bacs de décharge
- Surveillance de la tension d'alimentation de l'unité RTU
- Détection des positions des vannes du PLEM et des vannes des débitmètres
- Signaux de commande des vannes du PLEM vers l'unité HPU



Figure I.6 l'unité de télémétrie à distance RTU [1]

I.3.3. Unité de télémétrie portable PTU

L'unité PTU est une petite unité alimentée par batteries contenant un émetteur-récepteur UHF, un microprocesseur et un petit affichage alphanumérique en affichage LCD. Elle actionne les vannes du PLEM et fournit toutes les données contrôlées à partir de la bouée. Un bouton – poussoir d'arrêt d'urgence ferme les vannes du PLEM en cas d'une urgence en mer. L'unité PTU doit être transportée uniquement par le personnel autorisé en mer.

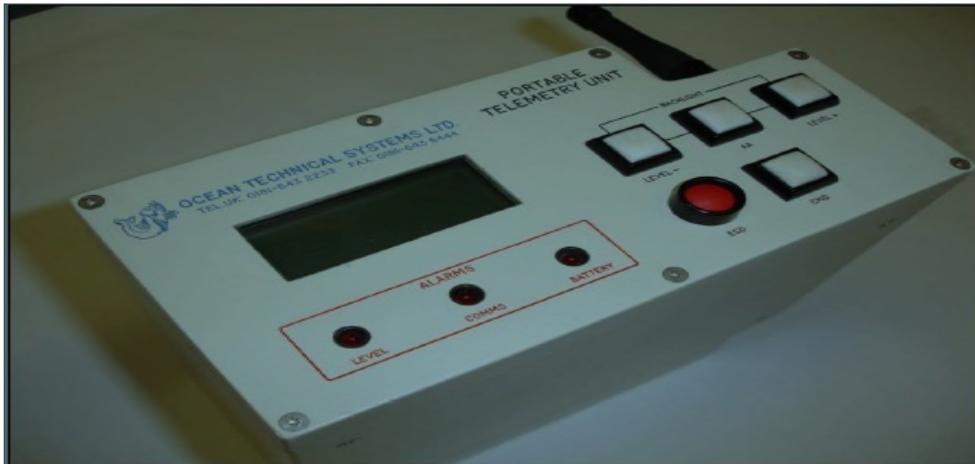


Figure I.7 unité de télémétrie portable [1]

I.3.4. instrumentation de contrôle de la bouée SPM

Les entrées du système hydraulique sont transmises à partir de la HPU vers l'unité RTU de la coque. L'instrumentation supplémentaire, y compris les cellules de charge des brides d'amarrage, les transmetteurs de pression et les contacteurs de niveau donnent respectivement les entrées de tension des aussières, de pression du produit et des niveaux des bacs de décharge.

L'ancien système de commande de la bouée contient un capteur des charges d'aussière, les transmetteurs de pression et les contacteurs de niveau qui sont câblés au RTU de la table tournante.

I.3.4.1. Capteur de charge d'aussière

Deux (2) broches de cellule de charge de **200 tonnes** sont utilisées pour mesurer la tension des aussières. Elles sont reliées à l'unité de télémétrie de la table tournante par des amplifications de ligne.

I.3.4.2. Transmetteurs de pression PT

La pression du produit est contrôlée en aval par trois transmetteurs de pression 4-20 mA d'arrangement de vote 2 sur 3. Les transmetteurs de pression sont individuellement câblés vers l'unité RTU de la table tournante par un câble blindé. L'unité RTU déduit la meilleure valeur de la pression du produit et transmet les valeurs réelles mesurées et traitées vers la station de base

pour affichage. Une alarme est déclenchée si un transmetteur quelconque indique une valeur en dehors de la plage prédéterminée.



Figure I.8. Transmetteur de pression [1]

I.3.4.3. Capteur de niveau

Trois capteurs de niveau à flotteur sont installés dans le bac de décharge. Ces derniers fonctionnent dans un arrangement de vote 2 sur 3 lorsque le bac se remplit au-dessus du niveau prédéfini. Les capteurs de niveau sont reliés à l'unité RTU de la coque par un câble blindé.



Figure I.9. Capteur de Niveau [1]

Dans l'ancien système de commande qui est basé sur les deux unités RTUs qui sont compliquées, on a vu l'ensemble des capteurs câblés et leurs tâches exécutés. Le nouveau système proposé est un système de commande à base d'un seul automate programmable siemens S7-300 qui sera installé sur la plateforme tournante de la bouée et qui remplace les deux unités RTUs. L'ensemble des capteurs de la plateforme tournante restent câblés à l'automate, par contre les capteurs de la coque seront remplacés des capteurs sans fils qui sont plus récents et plus fiables.

➤ **Détecteur de niveau sans fil Rosemount 2160**

Ce détecteur de niveau à larme vibrantes Wireless HART, Il dispose des mêmes caractéristiques que les détecteurs filaires de la gamme Rosemount 2100, mais sans la complexité et le coût du câblage. Les caractéristiques comprennent : une gamme complète de raccordements au procédé, un boîtier en aluminium, un large choix de matériaux en contact avec le procédé, des fonctions de commutation sec-humide et humide-sec et des certifications pour zones dangereuses. Le détecteur Rosemount 2160 effectue en continu des diagnostics de bon fonctionnement de l'instrument pour vérifier automatiquement l'état du capteur. Ces diagnostics peuvent détecter les dommages internes et externes des capteurs et les températures excessives. Le détecteur 2160 peut supporter des températures allant de -70 °C à 260 °C et des pressions jusqu'à 100 bar relatif. [2]



Figure I.10. Détecteur de niveau sans fil [2]

➤ **Transmetteur de pression Rosemount 3051S sans fil**

C'est la Solutions modulaire pour les mesures de pression. On a choisi ce capteur sans fil puisque c'est le plus récent, il adapte la nouvelle technologie. Il capte les valeurs des pressions de produit et d'azote puis il les envoie vers l'automate programmable qui se trouve à la table tournante grâce à une antenne. [2]



Figure I.11. Transmetteur de pression sans fil [2]

I.4. Analyse fonctionnelle « cahier de charge »

I.4.1. Démarrage normal

Au fur et à mesure que les produits sont transférés par le service de production, le personnel d'exploitation identifie le produit contenu dans chaque bac et introduit ces données dans l'écran du système de contrôle PCS dédié pour le parc de stockage. Les niveaux des bacs sont aperçus dans le PCS.

Une fois que l'arrivée du pétrolier est programmée, le produit d'exportation à charger doit être déterminé et les bacs doivent être sélectionnés pour le transfert. Un transfert nécessite une coordination de la préparation de démarrage entre le personnel d'exploitation à terre et en mer. Avant l'arrivée du pétrolier, l'opérateur sur le terrain inspecte la station de pompage et l'unité de comptage pour s'assurer que les équipements sont prêts. L'opérateur dans la salle de contrôle vérifie les niveaux des produits dans les bacs de stockage et détermine si les bacs sont mis en ligne avec la station de pompage.

A l'arrivée du pétrolier, l'opérateur à la salle de contrôle communique avec le personnel en mer sur la bouée et à bord du pétrolier. Lorsque le pétrolier est amarré à la bouée, les flexibles

sont raccordés et les vannes de la bouée sont ouvertes. L'opérateur et le représentant autorisé du pétrolier déterminent le volume de coupure requis pour réduire le débit d'écoulement en débit de fin de chargement. Dans la salle de contrôle, l'opérateur sélectionne l'unité et active les lignes de comptage sélectionnées. L'opérateur introduit alors les informations relatives au lot de chargement dans le système PCS, les informations sont les suivantes :

- Produit d'exportation : pétrole brut ou condensât.
- Densité du produit.
- Volume de chargement ciblé : volume total à exporter.
- Volume de coupure : volume lorsque le débit est réduit pour fin de chargement du pétrolier.
- Débit d'accélération : $1000\text{m}^3/\text{h}$ débit d'écoulement de démarrage pré réglé.
- Débit d'écoulement de chargement : $2500\text{m}^3/\text{h}$ ou à l'appréciation de l'opérateur.
- Point de consigne après démarrage initial.

L'opérateur sélectionne les pompes d'exportation. Il ouvre les vannes MOVs à l'aspiration des pompes et la vanne MOV à la sortie de la station de pompage vers l'unité de comptage sélectionné : MOV-3420 pour le brut et MOV-4401 pour le condensat.

La vanne MOV de plage pour le produit sélectionné doit aussi rester ouverte : MOV-3421 pour le pétrole brut et MOV-4402 pour le condensat. Ces vannes resteront normalement ouvertes.

L'opérateur ouvre les vannes MOVs au collecteur des bacs sélectionnés. Le système de contrôle PCS permettra aux vannes de s'ouvrir pour le produit introduit. Les vannes du manifold d'aspiration principal MOV-3412 et XV-3413 (MOV-3413) ne peuvent pas être ouvertes simultanément. L'une des deux vannes doit être sélectionnée pour lancer l'opération de l'exportation.

Le système de contrôle PCS vérifie en permanence toutes les permissives pour permettre le chargement, y compris les vannes manuelle sur la bouée (ouvertes) et les vannes de PLEM (fermées), les vérifications suivantes sont effectuées :

- Mise en ligne correcte des bacs et des collecteurs pour exportation du brut sélectionné
- Mise en ligne correcte des vannes entre les bacs et la station de pompage

- La MOV-3412 ou MOV-3413 est **ouverte** ; si le terminal nord est mis en ligne pour exportation MOV-3413 doit être confirmée ; sinon les pompes ne pourront pas démarrer.
- ESDV-3401 (vanne d'arrêt d'urgence) à l'admission de la station de pompage doit être vérifiée en position **ouverte** (ESDV-3401 confirmée) ; si la vanne n'est pas ouverte les pompes ne pourront pas démarrer.
- Les vannes MOVs à l'aspiration des pompes doivent être vérifiées en position **ouvertes** (MOV-3414/MOV-3416/MOV-3418 confirmées) ; Si les vannes ne sont pas ouvertes les pompes ne pourront pas démarrer.
- Les vannes MOVs au refoulement des pompes doivent être en position **fermée** (MOV-3415/MOV-3417/MOV-3419 confirmées) ; si les vannes sont ouvertes les pompes ne pourront pas démarrer.
- La vanne à la sortie de la station de pompage doit être vérifiée en position **ouverte**, si le produit à exportation est le pétrole brut, MOV-3420 doit être confirmée, si elle ne l'est pas les pompes ne pourront pas démarrer. Si MOV-3420 est ouverte, le système PCS empêche l'ouverture de MOV-4401.
- Maintenant si le produit d'exportation est le condensat, MOV-4401 doit être confirmée, si elle n'est pas ouverte les pompes ne pourront pas démarrer. Si MOV-4401 est ouverte le système PCS empêche l'ouverture de MOV-3420.
- La vanne ESDV à la sortie de l'unité de comptage doit être vérifiée en position **ouverte**, si le produit d'exportation est le pétrole brut ESDV-3402 doit être confirmée, si elle n'est pas ouverte la pompe ne pourra pas démarrer. Si le produit à exporter est du condensat, ESDV-4401 doit être confirmée, si elle n'est pas ouverte, la pompe ne pourra pas démarrer.
- Les vannes de débit minimum à la station de pompage FV-3401/2 doivent être en position fermée à l'état initiale, puis libérée pour s'ouvrir sur commande automatique lorsque le moteur de la première pompe démarre et quand le débit de refoulement atteindra 2000 m³/h ; si les vannes ne sont pas fermées à l'état initial les pompes ne pourront pas démarrer.
- Vérifier que les vannes PDVs sont ouvertes, si le produit d'exportation est le pétrole brut, PDV-3412-1/2 doivent être vérifié en position ouverte ; sinon les pompes ne pourront pas démarrer.
- Si le produit à exporter est du condensat, PDV-4412-1/2 doivent être vérifiées en position ouverte, sinon les pompes ne pourront pas démarrer.
- La vanne MOV de plage doit être vérifiée en position ouverte, si le produit d'exportation est du brut, MOV-3421 doit être confirmée, si elle n'est pas ouverte la pompe ne pourra pas

démarrer. Si le produit d'exportation est le condensat MOV-4402 doit être confirmé sinon la pompe ne pourra pas démarrer. Si le produit d'exportation est du pétrole brut, les vannes du PLEM XV-3001 et XV-3002 sont ouvertes, et si le produit d'exportation est le condensat, les vannes du PLEM XV-3003 et XV-3004 sont ouvertes, si elles ne le sont pas, la pompe ne pourra pas démarrer.

Si la vérification de toutes les vannes est satisfaite, le système de control PCS permettra le démarrage des pompes et de l'unité de comptage. Lorsqu'on reçoit l'instruction que le pétrolier est prêt pour recevoir le produit l'opérateur introduit « COMMENCER LE CHARGEMENT » (START LOAD). [1]

I.4.2.Séquence de démarrage

Le système de control PCS libère les paramètres de chargement et le point de consigne de débit initial de 10000 m³/h, et actionne la première ligne de comptage pour le débit d'écoulement initial. Lorsque les vannes des lignes de comptage sont vérifiées en position ouvertes, la pompe primaire sera autorisée à démarrer. Le système PCS confirme la vérification des permissives et démarre la pompe primaire.

Avant de continuer, le système PCS confirme l'ouverture des vannes de PLEM et de bouée. Le système de contrôle/commande de la bouée qui est responsable de l'ouverture et la fermeture des vannes de PLEM suit les consignes suivantes :

Lorsque le chef de car ordonne ce dernier à ouvrir les vannes de PLEM, il vérifie les conditions de chargement qui se base sur :

1. Les deux vannes manuelles de la tuyauterie de la bouée sont ouvertes et tous les arrêts d'urgence ne sont pas signalés.
2. Il effectue la sélection des vannes à ouvrir, si la sélection n'est pas faite il va attendre que le chef de car renouvelle la demande d'ouverture et lorsque l'étape précédente est vérifiée il ouvre les vannes des accumulateurs (pressostats).
3. Et d'après l'étape 1 il sélectionne les vannes d'inter débit (vannes de sélection) puis il les ouvre et ces derniers permettent le passage d'huile hydraulique sous pression à partir des accumulateurs jusqu'au vannes de PLEM et ceci se fait tant que le **PS** et **FS** on atteint la position **A**.
4. Le système de contrôle commande vérifie l'état de charge des batteries, si la charge est inférieure à **10.2 V** donc elles sont endommagées il faut les remplacer et si la charge est

entre **10.2V** et **11.5V** elles sont déchargées sinon si la charge est plus de **11.5V** donc elles sont chargées et en bonne état de fonctionnement.

5. Le système va contrôler aussi la charge des aussières, lorsque la charge d'une seule aussière dépasse **80 tonnes** ou bien la somme des 2 dépasse **160 tonnes** alors l'alarme de la corne de brume se déclenche et la lampe stroboscopique sera allumée.
6. Il analyse le niveau de bac de récupération des fuites il ne faut pas qu'il atteigne le maximum.

I.4.3.Arrêt normal

Vers la fin de chargement, l'opérateur et le personnel autorisé du pétrolier déterminent les consignes de débit réduit et la durée des écoulements au cours de fin de chargement du pétrolier. Le PCS déclenchera l'alarme lorsque le volume de coupure est atteint. L'opérateur commencera à réduire les consignes de débit d'écoulement au débit de fin de chargement requis.

Lorsqu'on déclenche un arrêt normal l'automate lance une temporisation et juste après la fin de cette dernière, il ouvre les vannes d'inter débit qui sont responsables de la fermeture des vannes de PLEM. Juste après que **PS** et **FS** atteignent la position B, les vannes de PLEM se ferment. A la fin de cette fermeture les vannes de pressostat se ferment aussi.

I.4.4.Arrêt d'urgence

Un arrêt de la bouée SPM peut être déclenché soit automatiquement par les conditions détectées au niveau de la bouée, ou manuellement à partir de la console de la salle de contrôle ou l'unité PTU ou par un automate programmable (PLC). La fonction ESD fermera les vannes du PLEM qui seront verrouillées jusqu'à mise à zéro.

Les conditions suivantes entraînent un ESD de la bouée SPM :

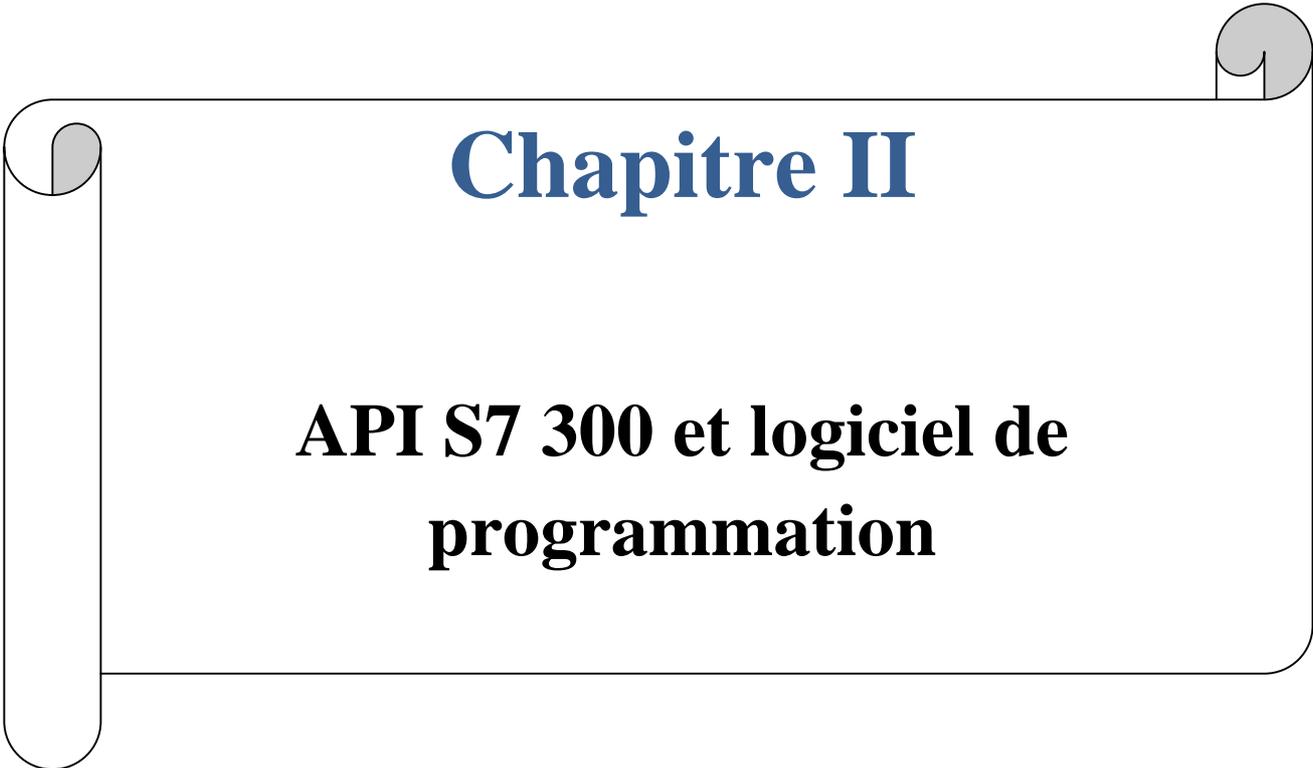
1. Bouton d'arrêt d'urgence (ESD) pressé sur PTU.
2. ESD activé à partir de la console de la salle de contrôle.
3. Signal ESD à partir du système de contrôle PCS.
4. Niveau haut du bac de décharge qui est basé sur 2 vote sur 3 se qui déclenche l'alarme de la corne de brume et la lampe stroboscopique sera allumée et il va afficher un arrêt causé par le niveau de ce bac.

5. Arrêt causé par la Haute pression (surpression) du produit qui est basé sur 2 votes sur 3, si la pression dépasse **17.5 bar** l'arrêt sera signalé.
6. Pression d'azote basse, si la pression est moins de **60bar** ou plus de **90bar**, il y a un déclenchement d'arrêt. L'intervalle idéal pour le chargement est entre **60** et **90bar**.
7. Un arrêt causé par la perte de communication soit entre la station de base et l'automate ou bien la salle de contrôle et l'automate, ou la plateforme tournante et la coque. Et tout cela va déclencher une temporisation de **deux (2) minutes**, si la perte de communication est persiste au long de cette période, l'automate signal un arrêt d'urgence.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait une description générale de l'installation d'exportation du pétrole (brut ou condensat) SEA-LINE de Bejaia. On a cité aussi l'ensemble des éléments qui constituent cette station.

Nous avons fait aussi une analyse fonctionnelle de la bouée SPM, sa construction et l'ensemble de capteurs de son ancien système de commande ainsi les capteurs proposés pour le nouveau système de commande.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and grey shading on the top and bottom edges, framing the text.

Chapitre II

API S7 300 et logiciel de programmation

Historique

Les automates programmables (API) sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine, qui réclamait plus d'adaptabilité de leur systèmes de commande. Les couts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies utilisées.

La technologie utilisée avant était les systèmes câblés à base de relais électromécaniques et des systèmes pneumatiques et hydrauliques. Avec l'apparition des microprocesseurs et des systèmes programmés, les contraintes engendrées par l'utilisation des systèmes câblés sont devenues injustifiables. Parmi ces inconvénients on peut citer :

- ✓ Les câbles sont encombrants et couteux.
- ✓ Pas de flexibilité.
- ✓ Pas de communication possible.

II.1 Définition et domaine d'application

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

Un automate programmable industriel est 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 côté actionneur) à partir de données entrées (capteurs) (partie commande ou côté capteur), de consigne et d'un programme informatique.

Les API se composent de quatre grandes parties :

- Le microprocesseur
- La mémoire
- Les interfaces Entrées/sorties
- Les différentes cartes

II.1.1 Fonctions S7

Les fonctions de communication de S7 se divisent en deux catégories :

II.1.1.1 Communication S7 de base

Ces services permettent d'échanger des petites quantités de données (jusqu'à 76 octets) entre des partenaires de communication (S7-300/400) via l'interface MPI au sein d'une même station.

Les SFC de communications correspondantes sont intégrés dans le système d'exploitation, ils ne nécessitent pas de liaisons configurées, l'attribution des ressources de communication et l'adressage des partenaires de communication s'effectuant directement lors de l'appelle des SFC.

II.1.1.2 Communication étendue

Ces services permettent d'échanger de grande quantités de données (jusqu'à 64 ko) quel que soit le réseau employé (MP1, PROFIBUS, ou industriel Ethernet), les SFC correspondant sont intégrés dans le système d'exploitation de S7-400 et pas sur dans le S7-300. Ce dernier est uniquement serveur. Il nécessite une liaison configuré lors de l'appelle de SFB et ces liaisons configurées sont établies au démarrage du système conformément a la table de liaisons et leurs ressources correspondantes sont attribuées de façon statique.

II.2 Définition de l'API S7-300

Le S7-300 est un automate de conception compact destiné à des tâches d'automatisations moyennes et hautes gammes il désigne un des produits de la société SIEMENS.

La famille des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 est une brique dans le concept de l'automatisation totale dans la fabrication et les conduites des processus. Le SIMATIC S7-300 est un calculateur industriel compatible PC il s'agit d'un système modulaire sous boîtier utilisé presque dans toutes les branches de l'industrie. Sa modularité lui permet de réaliser les fonctions d'automatisations les plus diverses et la possibilité d'extension jusqu'à 32 module. [3]



Figure II.1 l'automate S7 300

II.2.1 Les composantes du S7-300

Le S7 300 peut comporter des modules PS (alimentation), CPU (unité centrale), SM, (Module de signaux d'entrées/sorties), modules de fonctions FM pour les fonctions spéciales (par ex. : commande de moteur pas à pas), processeurs de communication CP pour les liaisons réseau. Chaque module est repéré par un emplacement.

II.2.1.1 Châssis

L'API dispose des châssis suivant :

- Le châssis universel URI/UR2 peut être utilisé comme châssis central ou châssis d'extension il possède 18/9 emplacements simples largeur avec un bus P (périphérie) et K (communication).
- ER1/ER2 sont des châssis d'extension sans bus K.
- CR2 est un châssis central segmenté pour le fonctionnement multiprocesseur asymétrique.

II.2.1.2 module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation (PS) transforme la tension du secteur en tension continue pour l'alimentation des modules de l'API, les capteurs et les pré-actionneurs.

La CPU S7 300 peut être connecté avec plusieurs types de module et jusqu'à 32 modules et ces modules peuvent être :

- Module de couplage
- Module de signaux
- Module de fonction
- Module de communication
- Module de simulation

II.2.1.3 contrôle visuel des LED de l'alimentation du S7 300

- LED INTF
- LED BAF
- LED BATT1F
- LED DC 5V/DC24V
- Interrupteur MARCHE /ARRET
- BOUTON FMR



Figure II.2 Module d'alimentation [3]

II.2.1.4 L'unité centrale (CPU S7)

LA CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme d'utilisateur et commande les sorties.

Les CPU associées aux automates S7 300 sont à comptabilité ascendante pour tous les programmes utilisateur STEP7.

Peut-être connecter avec 32 modules.

Espace de travail jusqu' a 2560 KB et une vitesse de 0.025 ms/1000 instructions.

Le débit maximal est de 11 MBauds.

L'organisation des programmes d'applications réalisés avec le step7 est conçue à partir des blocs. On distingue :

- **Programme utilisateur** : c'est un programme créé par l'utilisateur et ensuite chargé dans la CPU il contient tous les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation spécifique
- **Système d'exploitation** : ce système existe dans chaque CPU, il organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation.

II.3 Présentation du logiciel de programmation TIA Portail

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V12 et SIMATIC WinCC V12 (dans la version du programme disponible au CTA de Virton). [3]

- **Vue du projet**

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée.

- **La fenêtre de travail**

Permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI,...

- **La fenêtre d'inspection**

Permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme,...).

- **Les onglets de sélection de tâche**

Sont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle, bibliothèques des composants, bloc de programme, instructions de programmation).

II.3.1 STEP 7

C'est un logiciel de base pour la programmation et la configuration dans SIMATIC, il est formé d'un ensemble d'application avec lesquelles nous pouvons facilement réaliser des tâches partiel :

- La configuration et le paramétrage du matériel
- La création et le test de programme
- La configuration de réseaux et de liaison
- La simulation en ligne du fonctionnement de la partie opérative

On ajoute une large gamme de logiciel optionnel, dont ceux des langages de programmation S7. Step 7 intègre les 5 langages de programmation normalisés par la norme CEI 61131-3 et ces langages sont :

- Langage LADDER (contacts)
- Langage ST (texte structuré)
- Langage FBD (logigramme)
- Langage IL (liste d'instruction)

- Langage SFC (grafcet)

II.3.2 Programmation

C'est l'une des tâches majeures des API car elle permet une multitude de traitements des informations reçues sans toucher à la configuration des matériels et pour avoir une programmation imparable il faut très bien saisir le fonctionnement de processus.

II.3.3 Déroulement du programme

Le système d'exploitation de l'automate doit assurer en permanence un cycle, opératoire qui comporte trois types de tâches :

- L'acquisition de la valeur des entrées.
- Le traitement des données.
- L'affectation des valeurs de sorties.

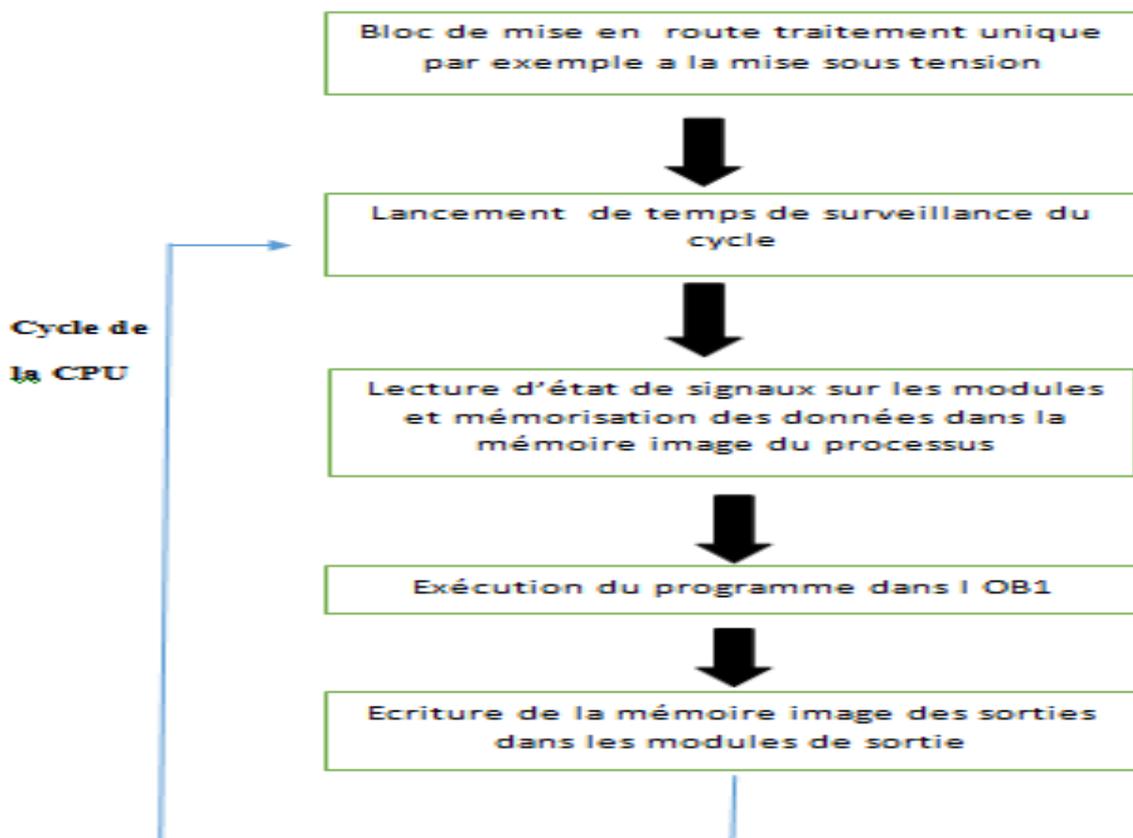


Figure II.3 Déroulement du programme de la CPU

II.3.4 Eléments d'un programme utilisateur

Les programmes utilisateurs se composent en éléments suivants :

II.3.4.1 Blocs d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation déterminent la structure du programme utilisateur. Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils gèrent le comportement de démarrage de l'automatisme, l'exécution cyclique, ainsi que le traitement des défauts.

II.3.4.2 Blocs fonctionnels (FB)

Font parties des blocs de code qui constituent le programme permanent, il dispose d'un bloc de données associé, dans lequel sont mémorisées des données statiques en plus des paramètres d'entrées et de sortie, les FB conservent aussi les valeurs traitées sur plusieurs cycles.

II.3.4.3 Fonction (FC)

Les fonctions ne possèdent pas de blocs de données associé, elles nécessitent toujours des valeurs d'entrées actuelles lors de leurs appels. Elles livrent leurs résultats de fonction à chaque appelle.

II.3.4.4 Blocs de données (BD)

Les blocs de données sont des zones de données contenant les données utilisateur. Ils peuvent être affectés à des blocs fonctionnels définis ou un projet complet.

II.3.4.5 Fonction système (SFC) et blocs fonctionnels système (SFB)

Certaines fonctions couramment utilisées sont intégrées au système d'exploitation des CPU S7 à partir duquel elles peuvent être appelées. Il s'agit par exemple de fonction de communication, pour la gestion de l'horloge et de compteurs d'heures de fonctionnement ainsi que pour les transferts d'enregistrements logiques. Pour la programmation hors ligne, une bibliothèque de fonction système/blocs fonctionnel système est fournie avec le STEP 7.

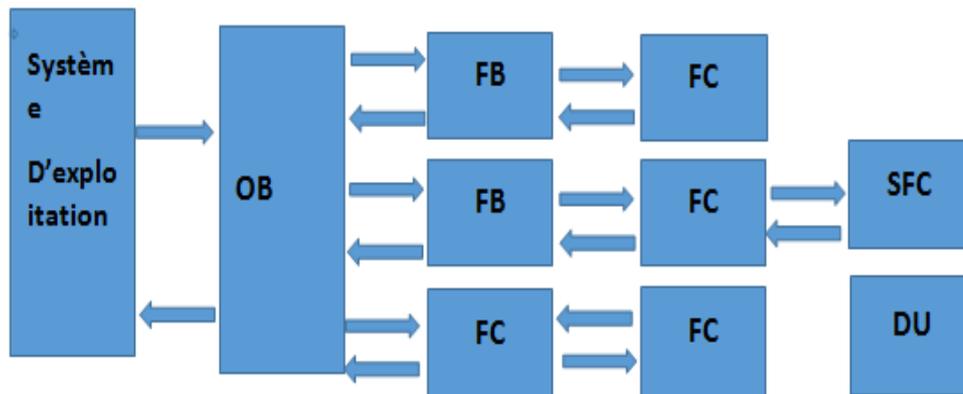


Figure II.4 les blocs de programmation

II.3.5 Création d'un nouveau projet

La programmation sous Step 7 commence par la création d'un projet dans lequel on doit spécifier le hardware qui doit exécuter le programme en conception. Step 7 assiste le programmeur dans cette spécification qui s'effectue pendant l'étape de configuration matériel.

II.3.5.1 Configuration et paramétrage des matériels

Une fois notre projet créé, on peut configurer la station de travail.

La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la « **vue du projet** » et cliquer sur « **ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication AS).

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter une IHM ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.

II.3.5.2 Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matérielle, il faut aller dans « **appareil et réseau** » dans le navigateur du projet.

Dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « **Vue des appareils** » et de sélectionner l'appareil voulu.

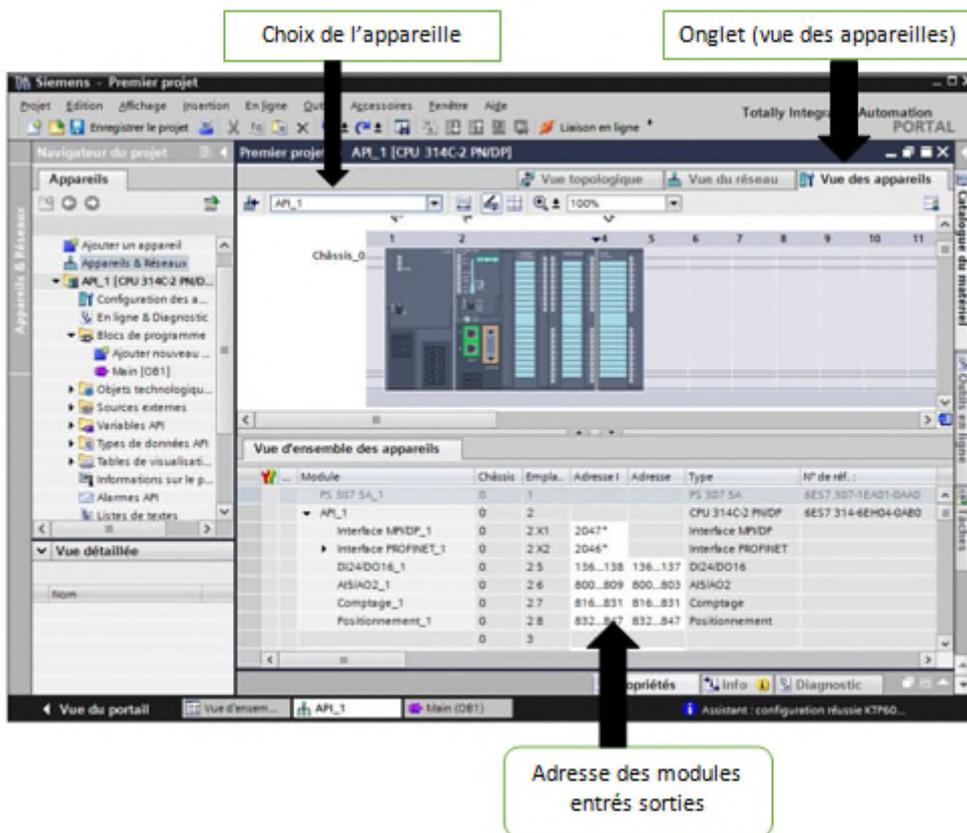


Figure II.5 Configuration des entrées/ sorties

On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches (voir figure), on fait apparaître l'onglet « **Vue d'ensemble des appareils** » (n'hésitez pas à masquer certaines fenêtres et à en réorganiser d'autres). Les adresses des entrées et sorties apparaissent. Vous pouvez les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.

II.3.5.3 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate. La compilation se fait à l'aide de l'icône « **compiler** » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « **compiler** ».

En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle.

Une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option « **Compiler Configuration matérielle** ».

Pour charger la configuration dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « **charger dans l'appareil** ». La fenêtre ci-dessous s'ouvre et vous devez faire le choix du mode de connexion (PN/IE, Profibus, MPI). Si vous choisissez le mode PN/IE, l'API doit posséder une adresse IP.

Pour une première connexion ou pour charger l'adresse IP désirée dans la CPU, il est plus facile de choisir le mode de connexion MPI et de relier le PC à la CPU via le « **PC Adapter** ».

Si le programme trouve qu'un appareil, figure dans la liste en bas de la fenêtre. La touche « **Clign. DEL** » permet de faire clignoter une LED sur la face avant de l'appareil afin de s'assurer que l'on est connecté à l'appareil désiré.

Une fois la configuration terminée, on peut charger le tout dans l'appareil. Des avertissements / confirmations peuvent être demandés lors de cette opération. Si des erreurs sont détectées, elles seront visibles via cette fenêtre. Le programme ne pourra pas être chargé tant que les erreurs persistent.

II.3.5.4 Les variables API

- Adresses symbolique et absolue
- L'adresse absolue
- L'adresse symbolique

Le lien entre les adresses symbolique et absolue se fait dans la table des *variables API*.

Lors de la programmation, on peut choisir d'afficher les adresses absolues, symboliques ou encore les deux simultanément.

II.3.5.5 Table des variables API

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées le programme.

Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL, INT,...
- L'adresse absolue : par exemple Q1.5

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.

Remarque

- Visible dans IHM : seules les variables cachées peuvent être visibles lors de la configuration.
- Accessible dans IHM (uniquement S7 – 1200) : permet au pupitre l'accès en ligne aux variables API sélectionnées.

II.4 présentation du simulateur S7 300

S7-PLCSIM est un programme de simulation qui nous permet d'exécuter et de tester notre projet dans un automate programmable que nous simulons par ordinateur ou une console de programmation. La simulation est complètement réalisée au sein du logiciel de TIA PORTAL.

Il dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utiliser par le programme par exemple activer ou désactiver les entrées

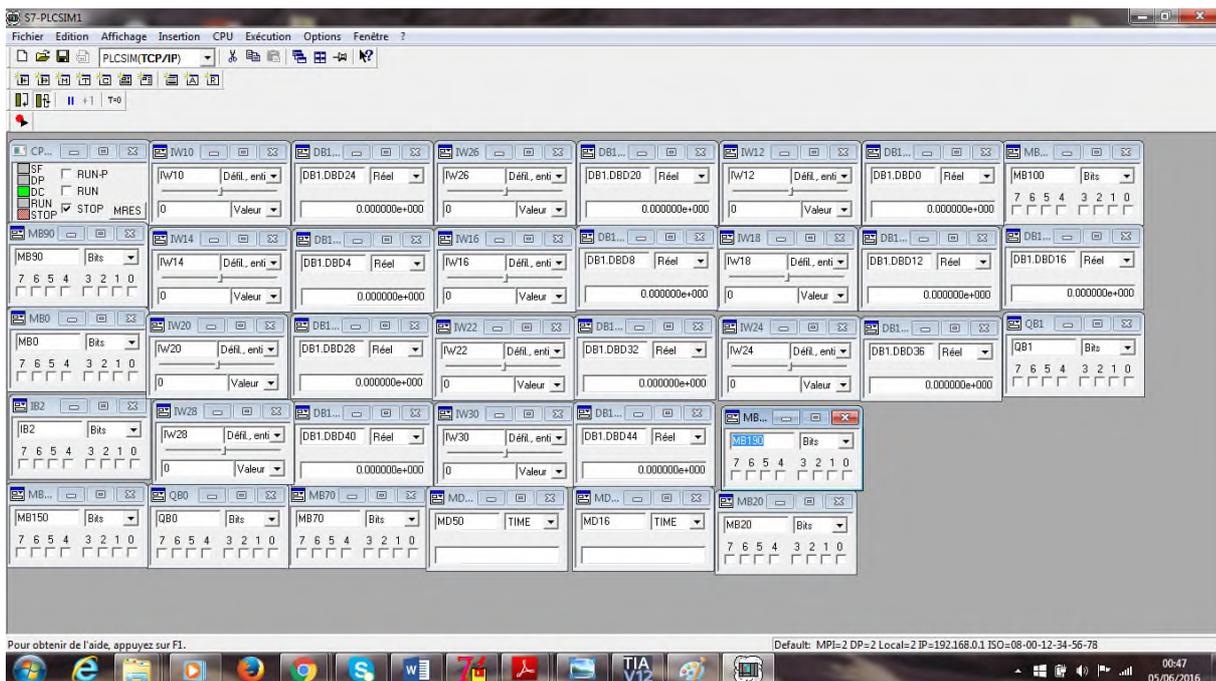


Figure II.6 Simulation du process [4]

Tout en exécutant notre programme dans la CPU simulée nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7, comme par exemple la table de variable afin de visualiser et de forcer les variables.

II.4.1 Mise en route

Pour l'utilisation du simulateur S7-PLSCIM on suit la procédure suivante : [4]

- On clique sur le bloc de programme.
- puis en choisisse OB1 on le charge avec les différentes blocs et fonctions créer.
- en clique sur la fenêtre charger dans l'appareille pour faire charger le programme dans l'automate programmable
- On vérifie que la commande mise en ligne est activée
- Dans l'application S7- PLSCIM, on créé de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'automate

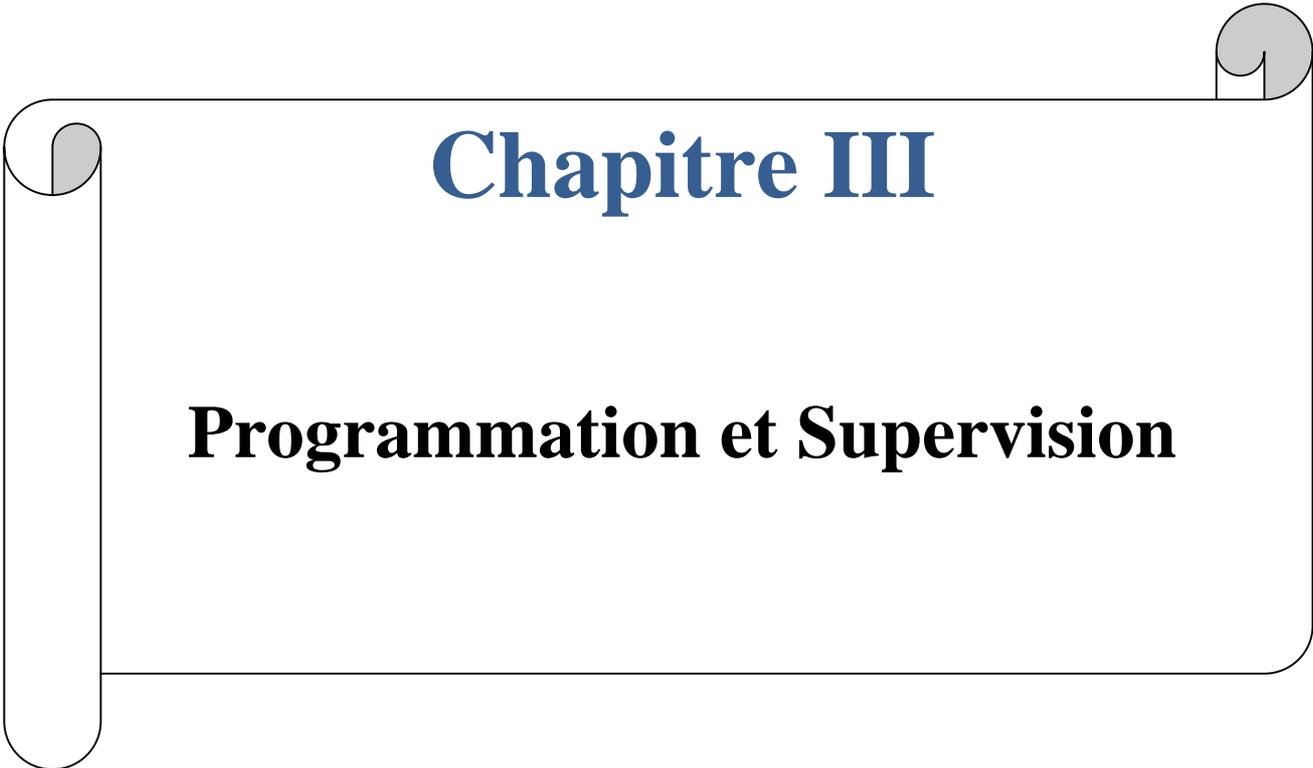
II.4.2 Etat de fonctionnement de la CPU

- Etat de marche (RUN P)
- Etat de marche RUN
- Etat d'arrêt (stop)

Conclusion

La souplesse d'exploitation de l'automate S7-300 est évidente. La console permet la programmation, et les modifications du programme sont faciles à effectuer par rapport à une logique câblée.

Le S7-300 est le super automate pour les taches de catégorie supérieure et moyenne, il comporte plusieurs CPU de puissance échelonnée, et une gamme étoffée de modules pour l'adaptation optimale aux applications d'automatisation les plus pointues.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top edge curving upwards at both ends. The text is centered within the scroll.

Chapitre III

Programmation et Supervision

Introduction

La programmation d'un automate siemens peut être réalisée par plusieurs langages, le langage à contacts ou le GRAFCET sont parmi ces langages. Dans ce chapitre nous allons présenter les deux GRAFCET liés à la commande des vannes de bouée puis leur programmation avec le langage à contacts et en fini par la supervision.

III.1 GRAFCET

III.1.1 Présentation du GRAFCET

(Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition) est un outil graphique de description de comportement d'un système logique. [3]

III.1.1.1 GRAFCET d'ouverture des vannes

Dans ce grafcet on vous présente les étapes d'ouverture des vannes de PLEM

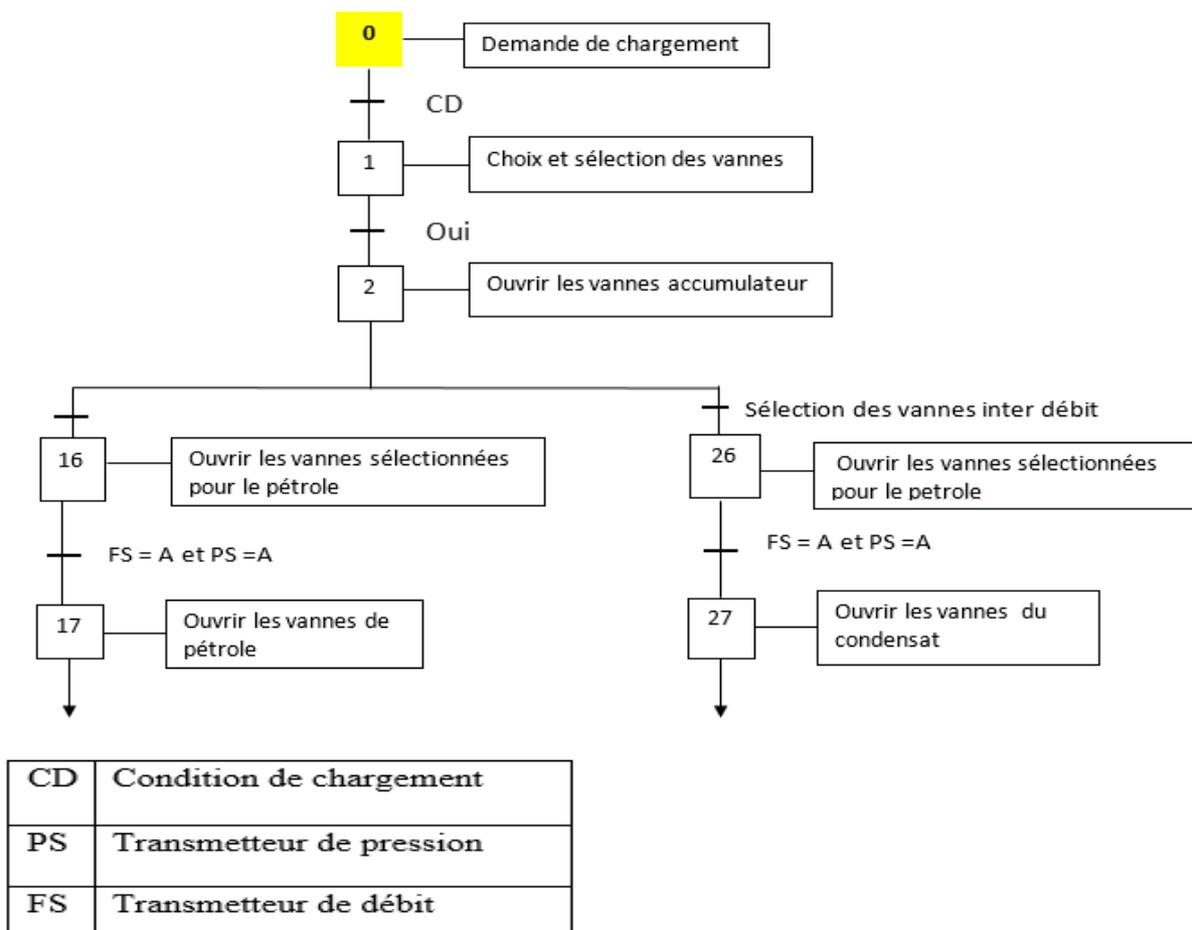


Figure III.1 GRAFCET d'ouverture des vannes de PLEM

III.1.1.2 Grafcet d'arrêt

Le Grafcet suivant indique les étapes suivies par l'automate lors de la fermeture des vannes de PLEM

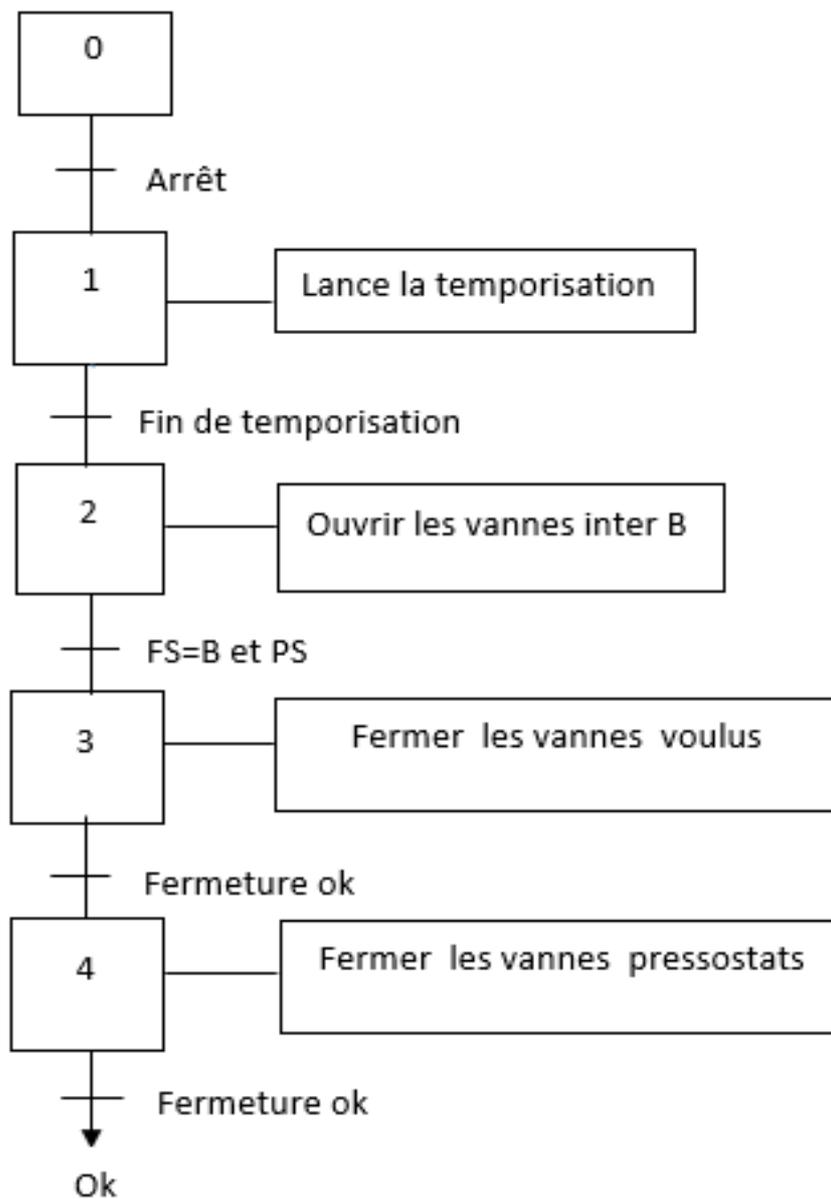


Figure III.2 GRAFCET d'arrêt

III.2 Programmation avec langage à contact

III.2.1 bloc de chargement

III.2.1.1 la mise à l'échelle

Cette mise à l'échelle contient la programmation de toutes les entrées analogiques.



Figure III.3 Bloc de mise à l'échelle

III.2.1.2 les arrêts d'urgences

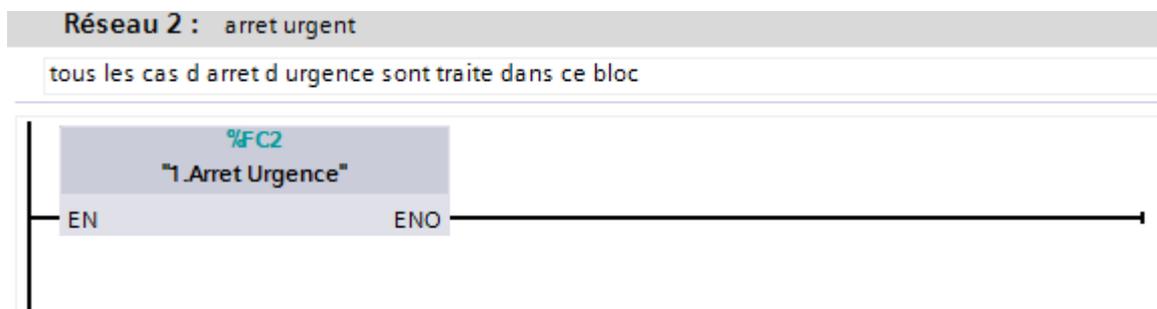


Figure III.4 Bloc d'arrêt d'urgence

III.2.1.3 Etats de batteries

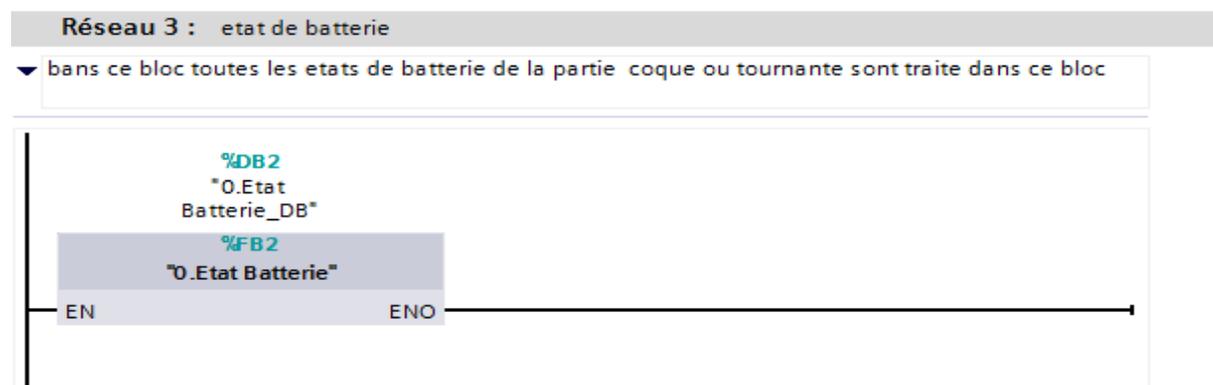


Figure III.5 Bloc d'états de batteries

III.2.1.4 gestion des vannes de PLEM

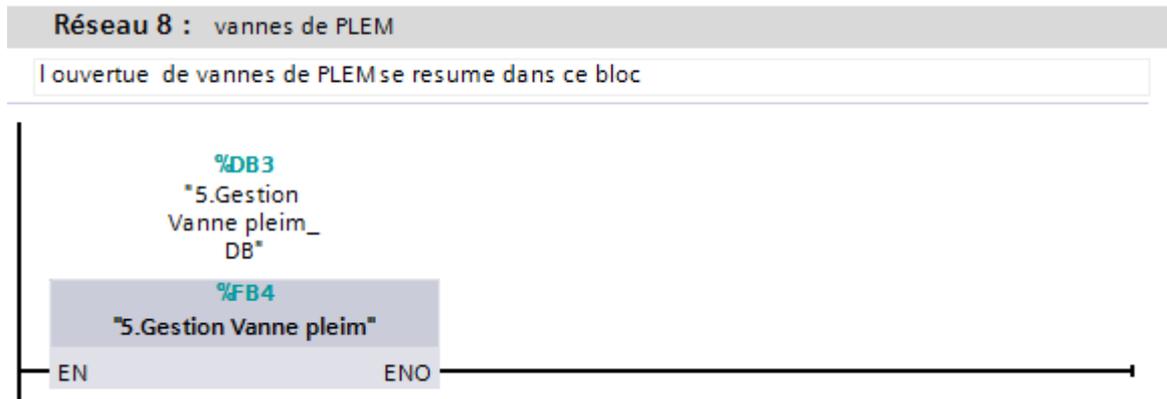


Figure III.6 Bloc de gestion de vannes de PLEM

III.2.1.5 demande de chargement

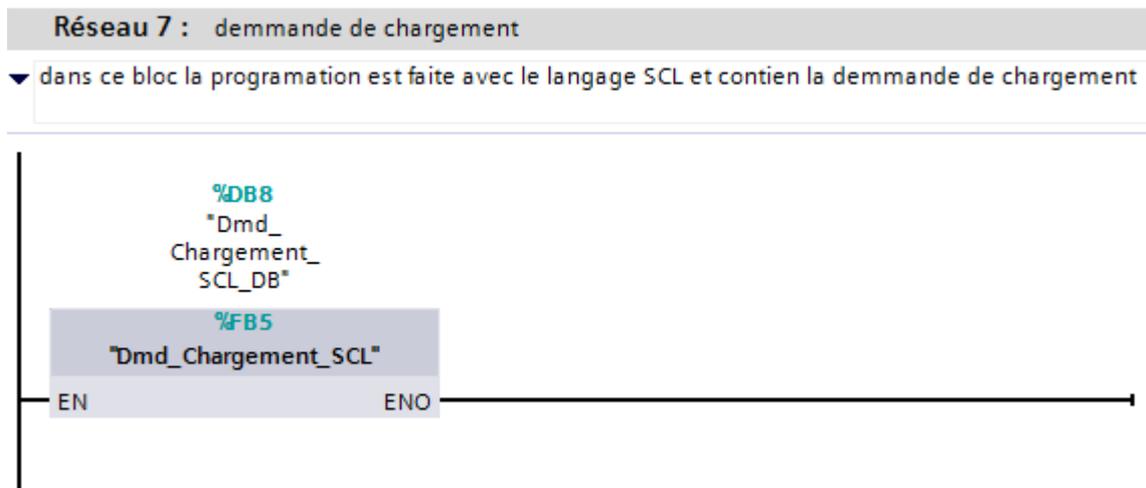


Figure III.7 Bloc demande de chargement

III.2.1.6 Vannes d’inter débit

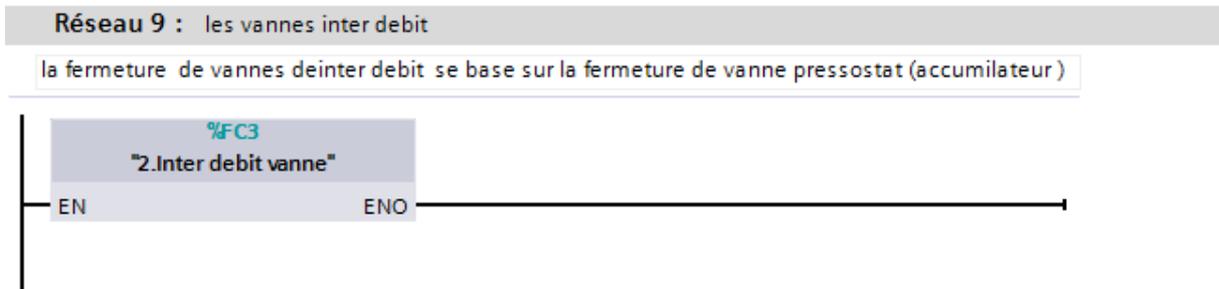


Figure III.8 Bloc des vannes d’inter débit

III.2.1.7 Vannes petrole

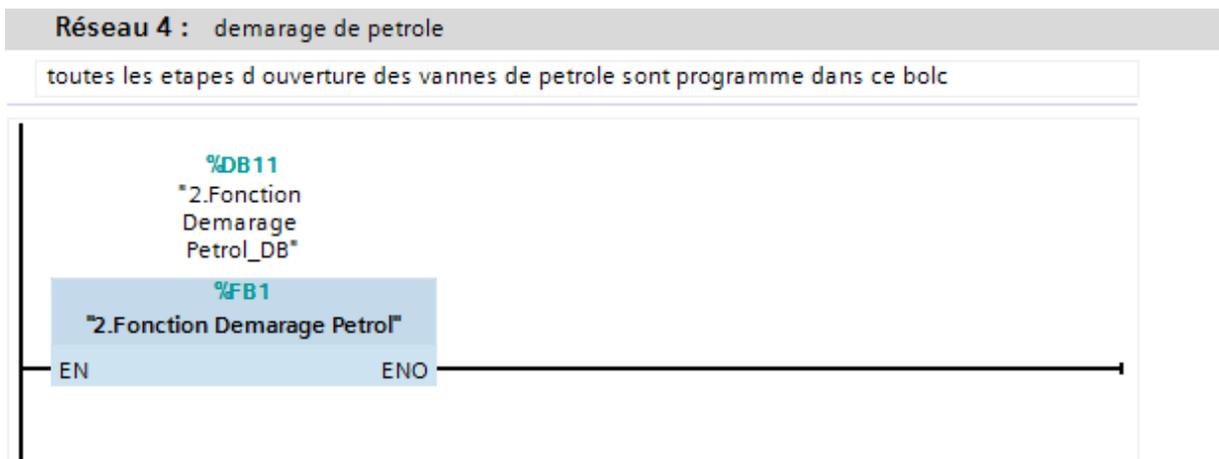


Figure III.9 Bloc de demarage de petrole

III.2.1.8 Vannes condensat

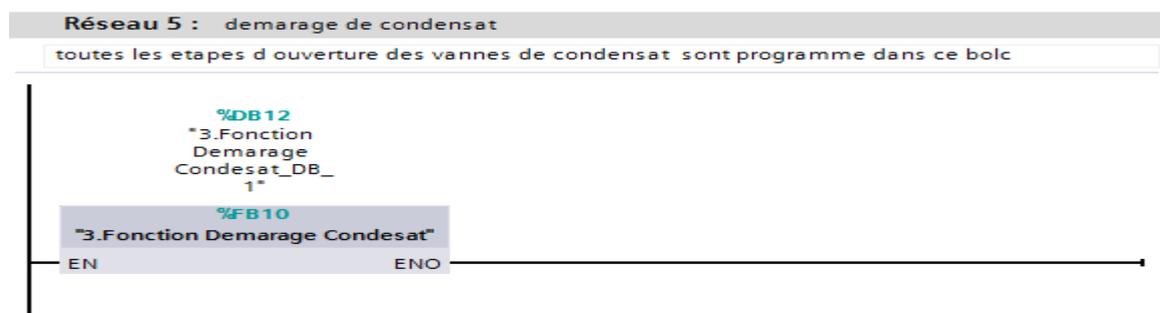


Figure III.10 Bloc de demarage de condensat

III.2.1.9 l arret final

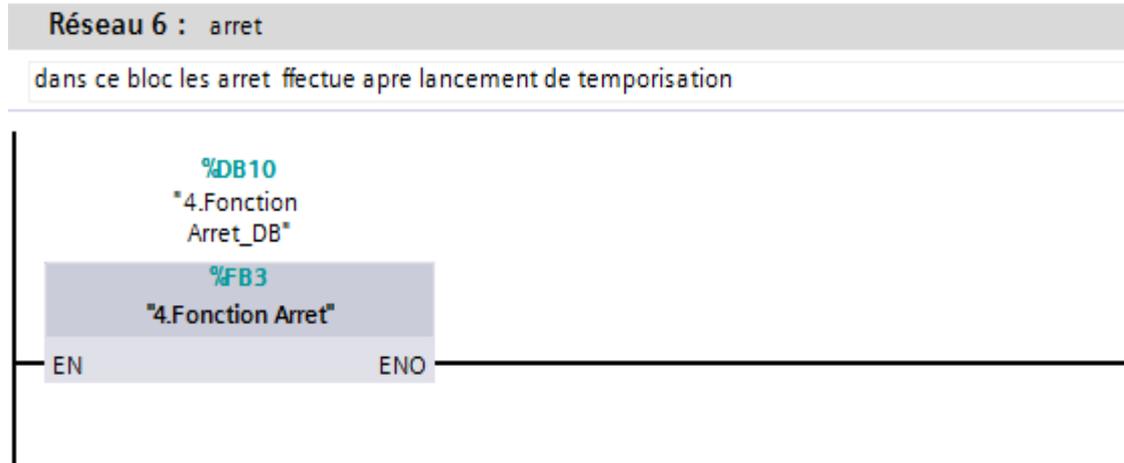


Figure III.11 Bloc de l'arret final

III.3 Supervision

III.3.1 Le WinCC

le WinCC est un système HMI performant qui est utilisé sous Microsoft 2000 et windows XP. HMI signifie (interface homme machine), il s agit donc d'une interface entre l'utilisateur et le process. Une communication s'établit donc entre l'IHM et l'opérateur d'une part et entre l'IHM et les automates programmables d'autre part.

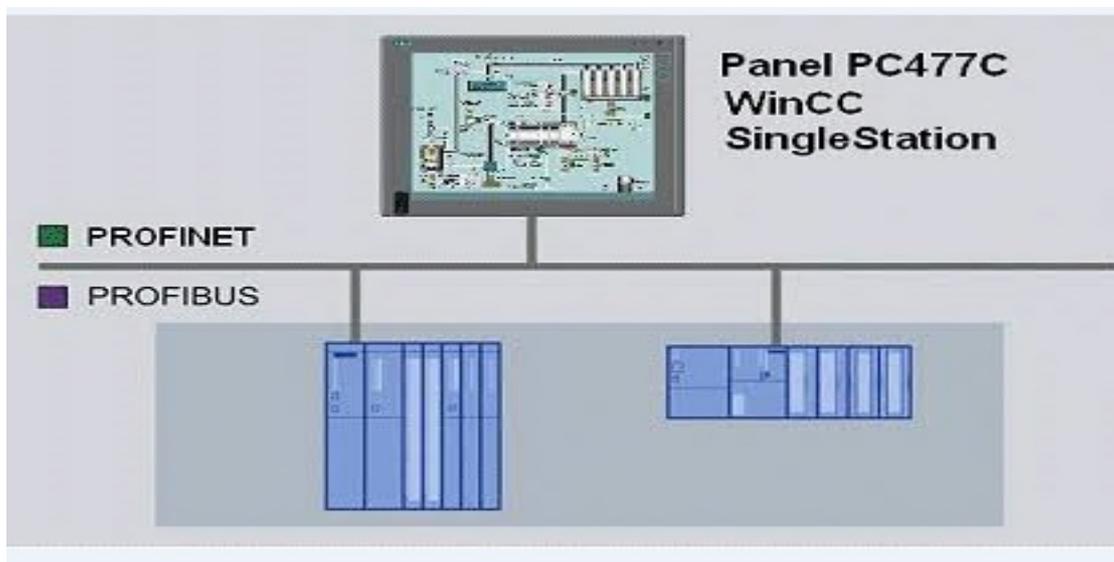


Figure III.12 schéma explicatif sur le PC système de supervision [4]

WinCC nous permet de visualiser le process et de concevoir l'interface utilisateur graphique convenable.

- WinCC permet à l'opérateur de surveiller le process pour ce faire, le process est visualisé par un graphisme à l'écran. Dès qu'un état varie, l'affichage est mis à jour.
- Le WinCC permet à l'utilisateur de commander le process.
- Lorsque un état du process devient critique, une alarme est déclenchée par l'automate et elle est prise en considération automatiquement dans l'IHM.
- Possibilité de programmer en deux langages, le C et le VBScript.

III.3.2 architecture de WinCC

Le WinCC à une structure modulaire, chaque structure de ce dernier possède une interface API qui aide à ouvrir le WinCC et autres applications peuvent etre utilisées :

- WinCC with Data Manager.
- Graphique Designer
- Global Scripts
- Alarm Logging
- Report Designer.
- Diagnostique.
- User Administrator.
- Text Library.

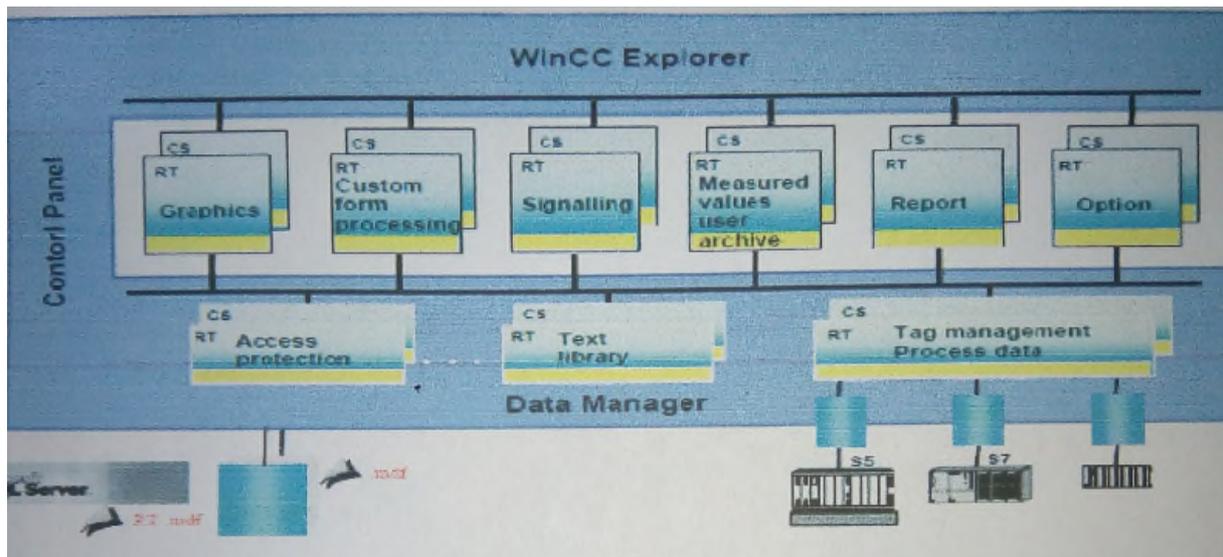


Figure III.13 Architecture de WinCC [4]

III.3.3 Vue d'ensemble de système de commande des vannes de PLEM

Cette vue été realiser a base de Wincc en utilisant PC system (SIMATIC PC station)
Et cette vue nous permet de voir toutes les étapes et la situation des vannes de PLEM lors de la commande à distance.

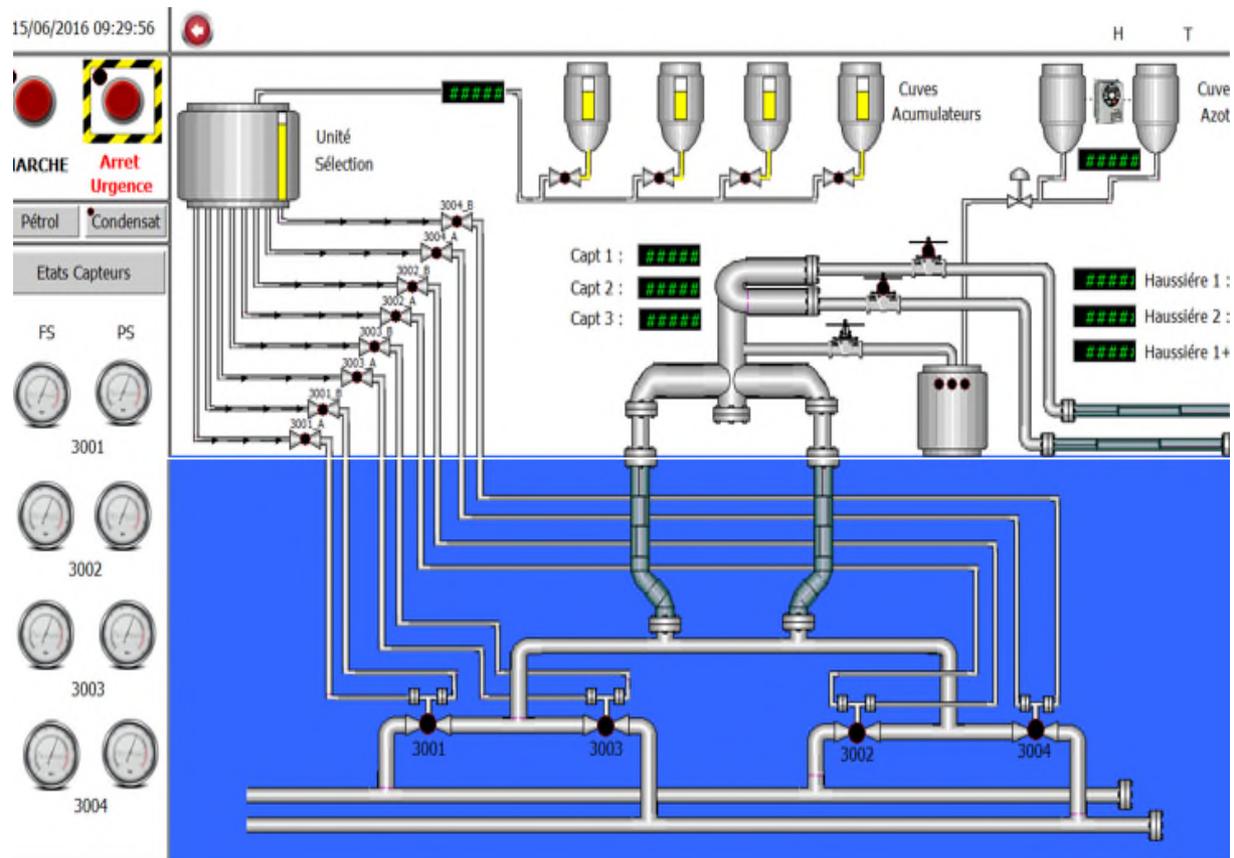


Figure III.14 schéma de commande de vannes de PLEM

III. 3.4 Les étapes de chargement de pétrole

Lorsque on commence le chargement, il y a des conditions à respecter et le chargement va suivre un ordre d'étapes.

III.3.4.1 l'ouverture des vanne d'accumulateur et d'inter débit

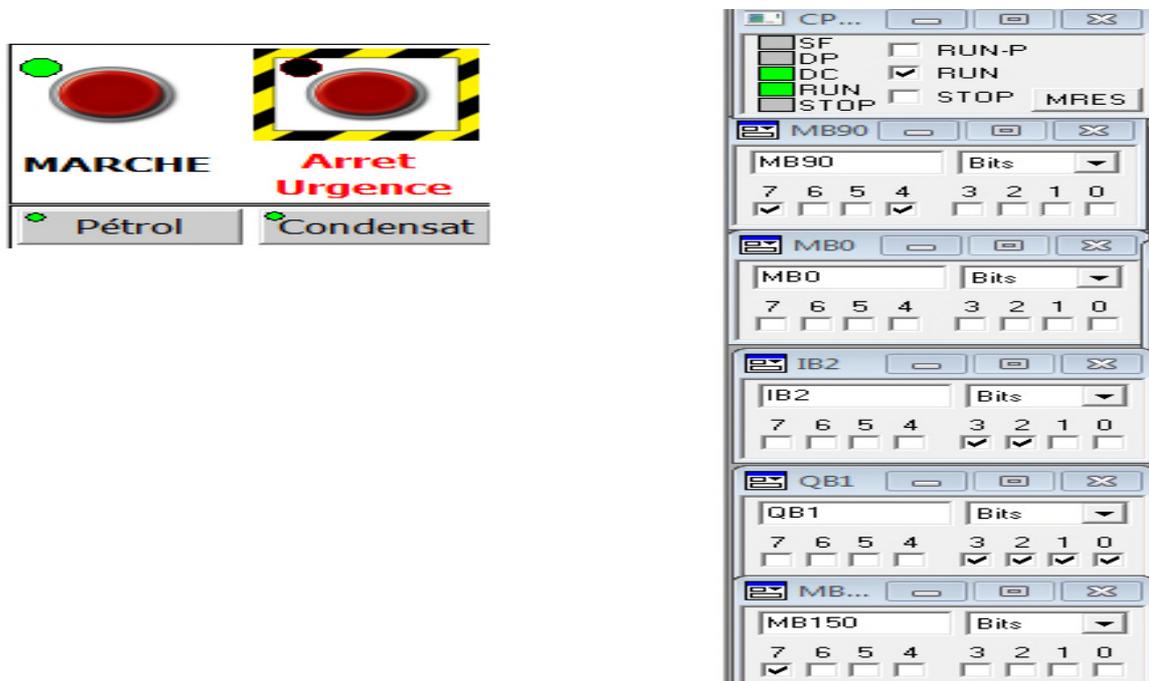


Figure III.15 lancement d'ouverture de vannes d'accumulateur

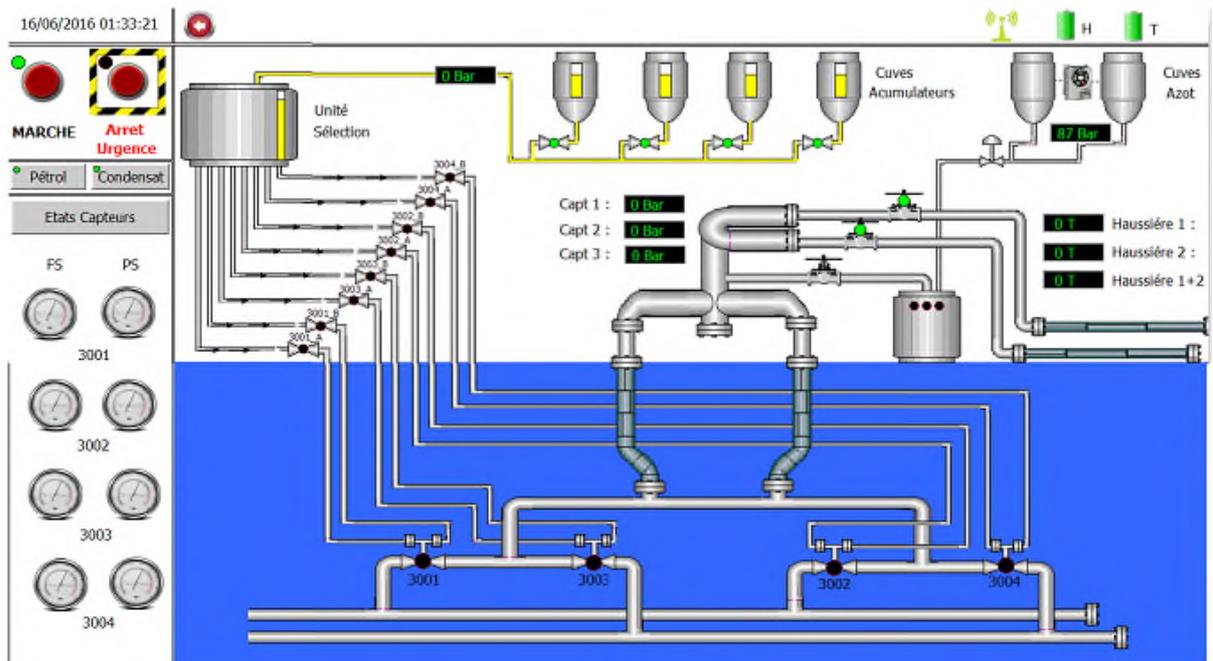


Figure III.16 Ouverture de vannes accumulateur

Commentaire

Le choix du pétrole désactive le condensat et active les vannes inter debit A, puis l'activation de vanne 3001 et la vanne 3002 permet le chargement du petrole.

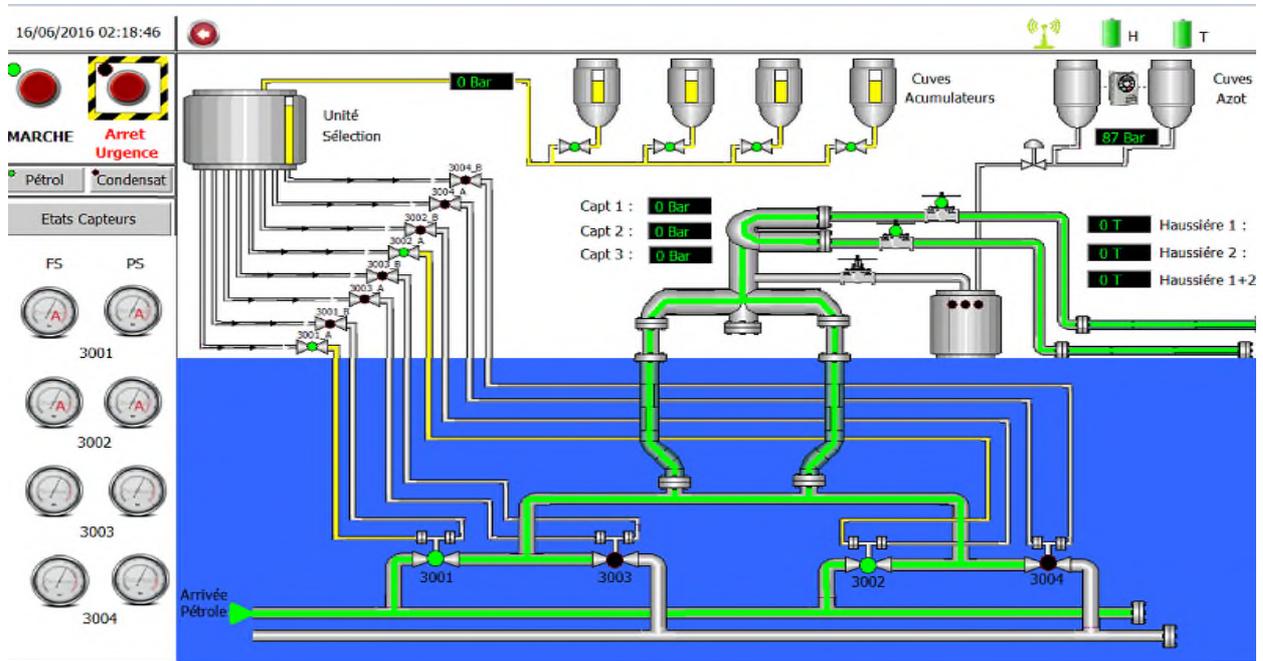


Figure III.17 chargement de petrole

III 3.5 Les étapes d'arrêt

Lancement d'arrêt active les vannes d'inter débit B et la temporisation de 10s puis la fermeture des vannes de PLEM .

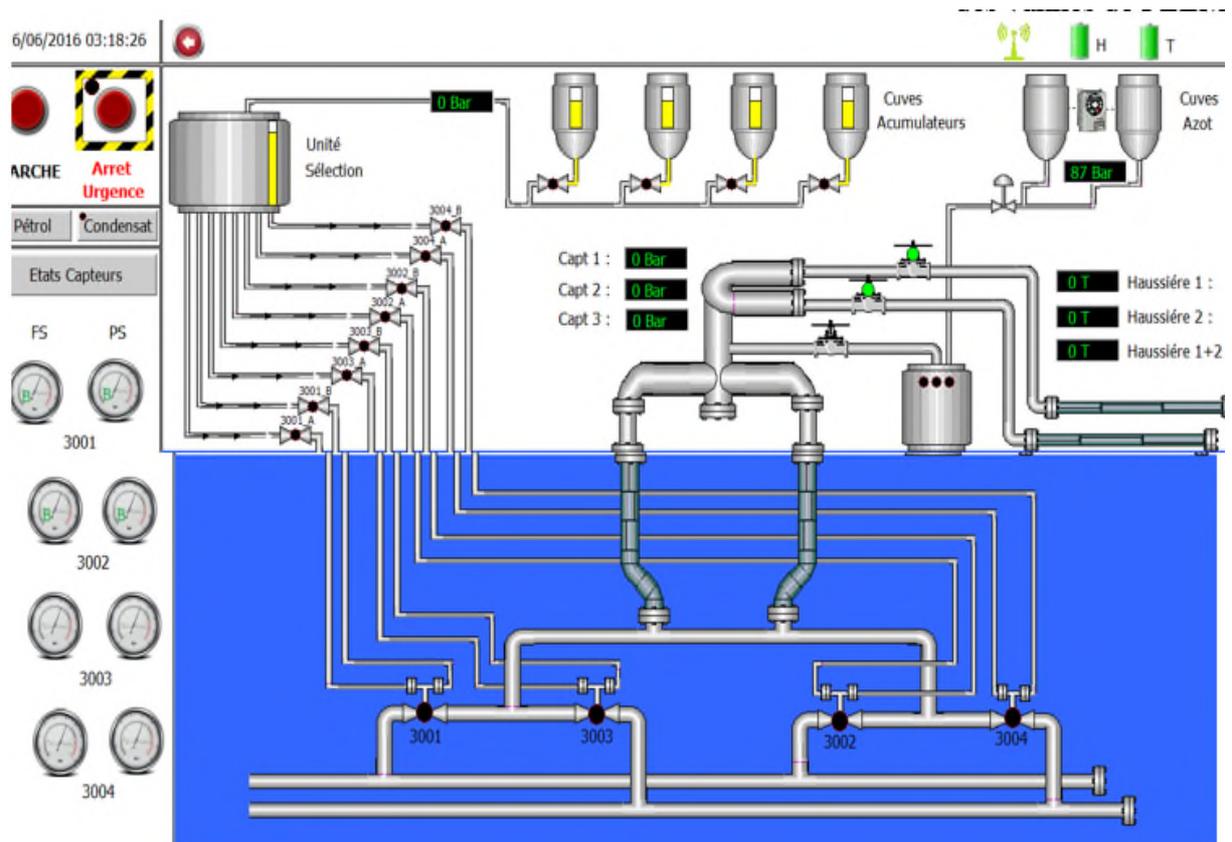


Figure III .18 Etat des vannes / tous fermées

III 3.6 Les étapes de chargement du condensat

Pour l'étape initiale lors d'ouverture de vannes accumulateur est la même soit pour le chargement du pétrole ou condensat ce qui va changer c'est les vannes d'inter debit et les vannes de PLEM.

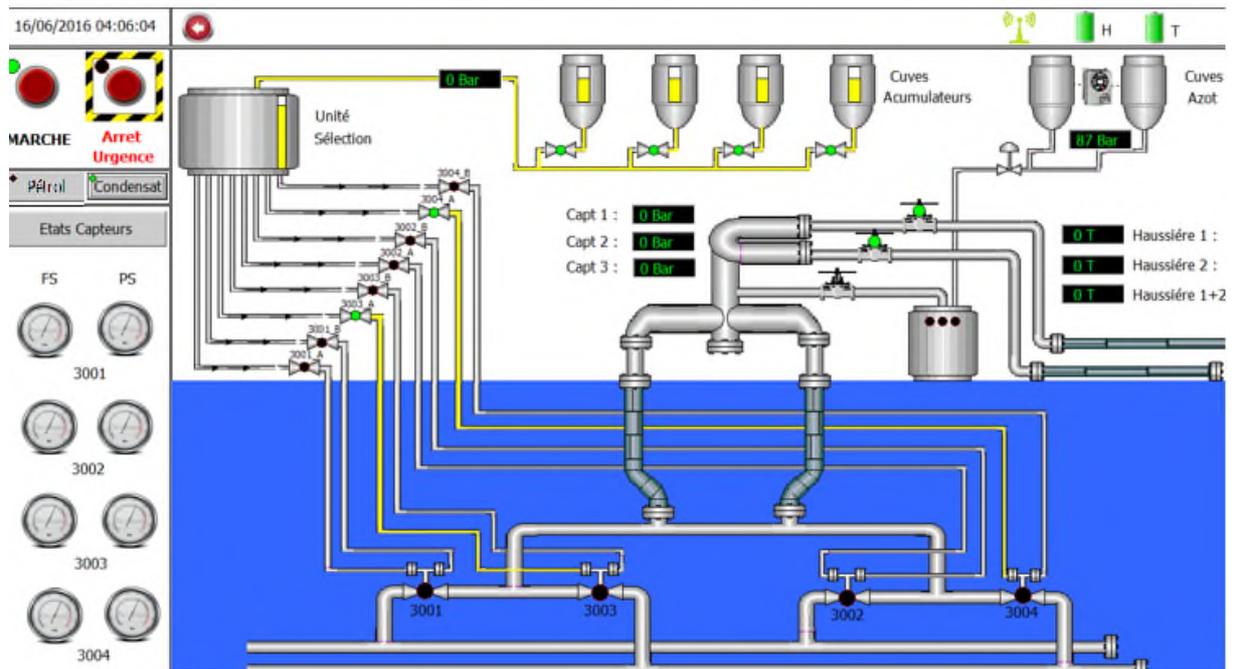


Figure III.19 Ouverture de vannes d'inter débit du condensat

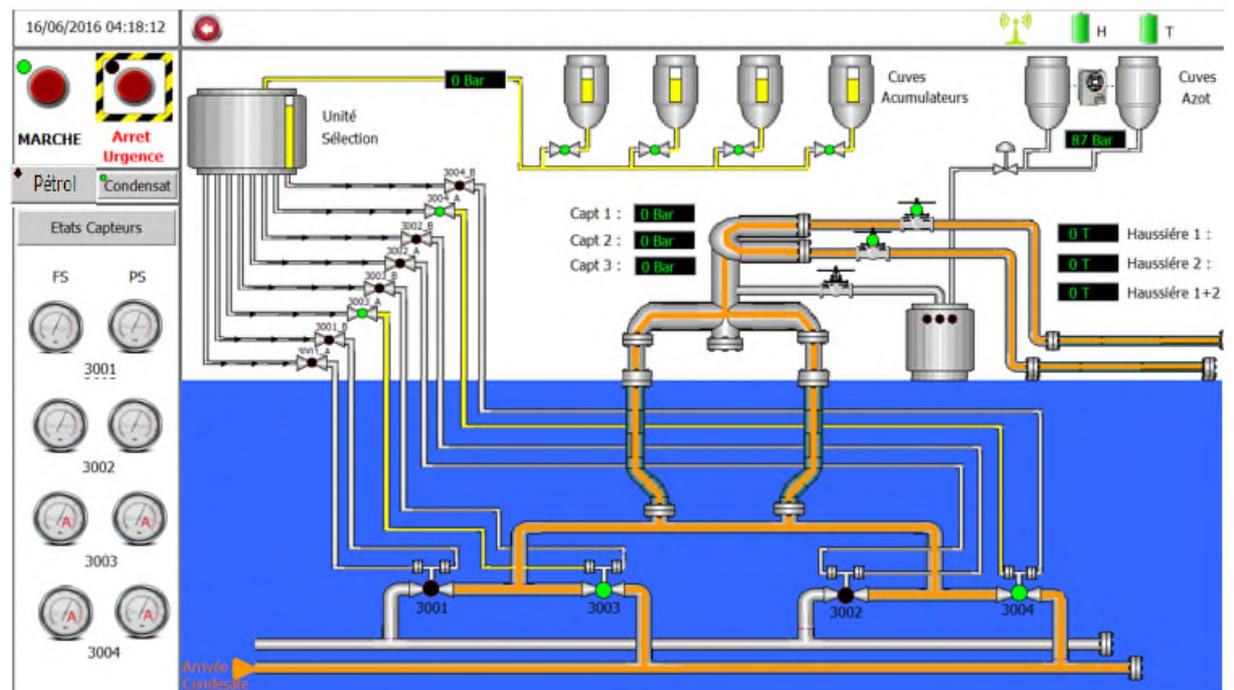


Figure III.20 Ouverture de vannes de PLEM et chargement du condensat

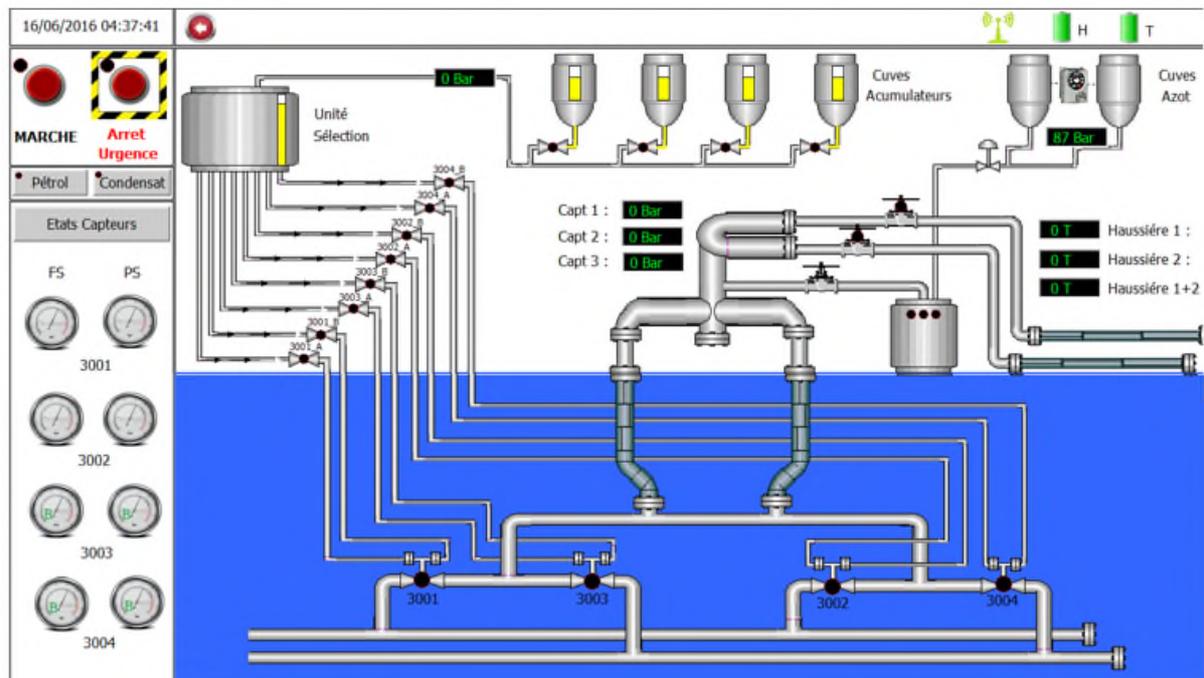


Figure III.21 Etat des vannes de condensat /tous fermées

III 3.7 Signalisation d arrêt

L'arrêt d'urgence peut être signalé à tout moment lors du chargement du produit ce qui lance la temporisation et ferme les vannes de PLEM après la fin de temporisation.

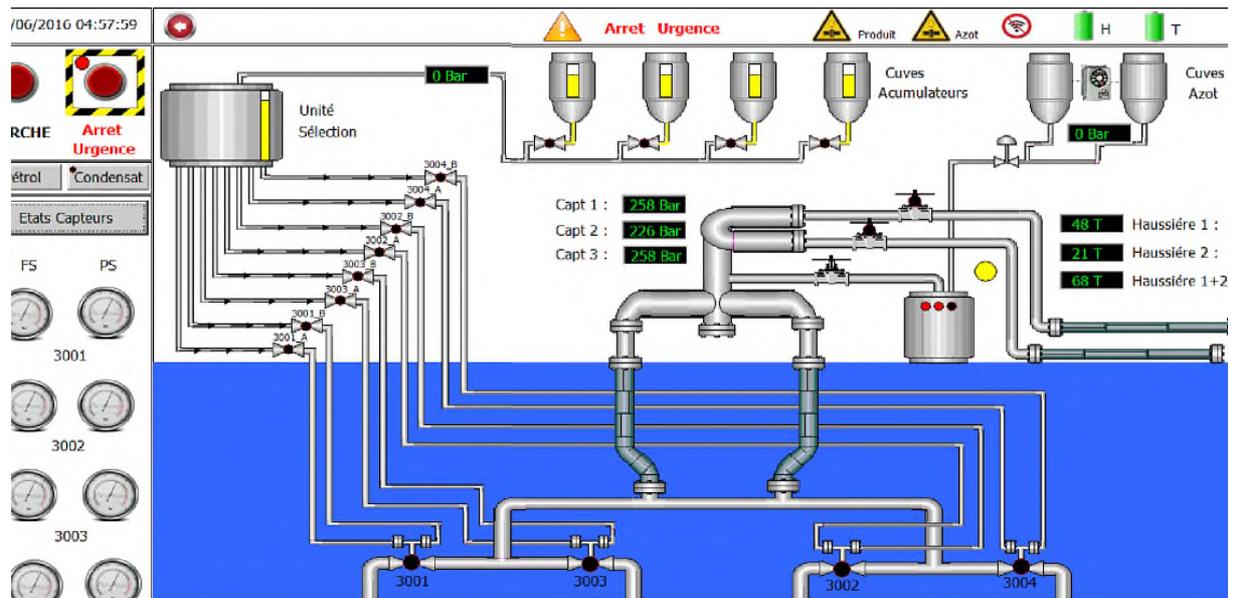


Figure III.22 Signalisation d'arrêt d'urgence

III 3.8 L'état des capteurs

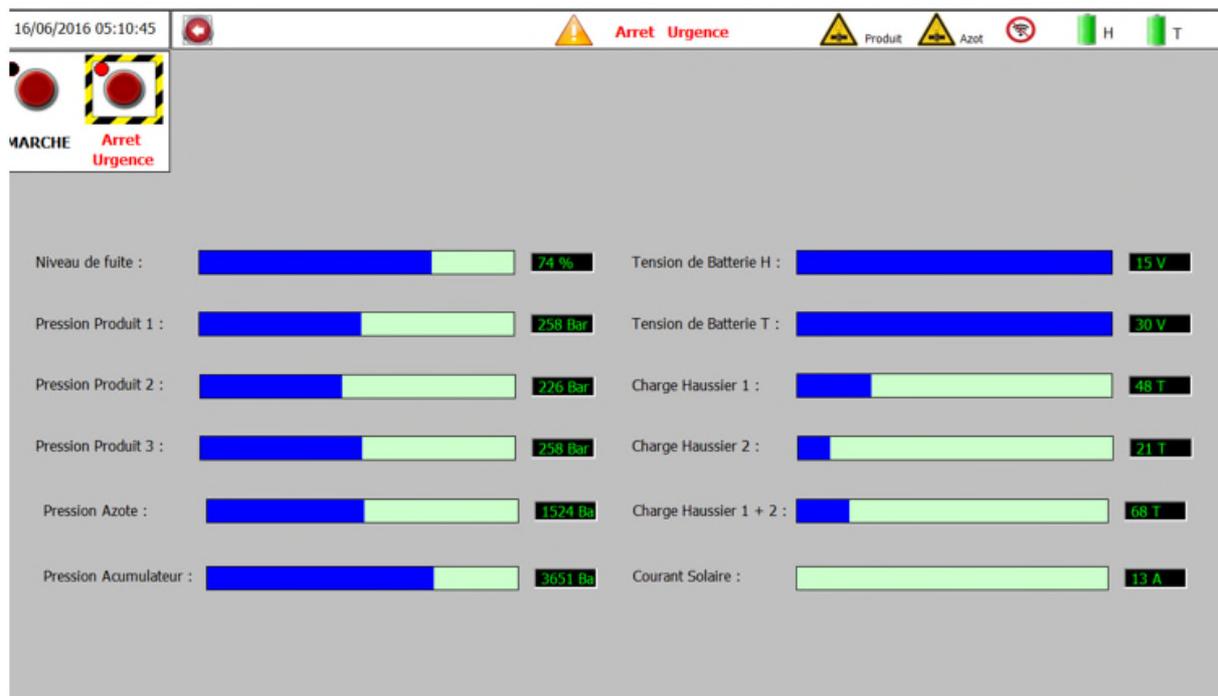
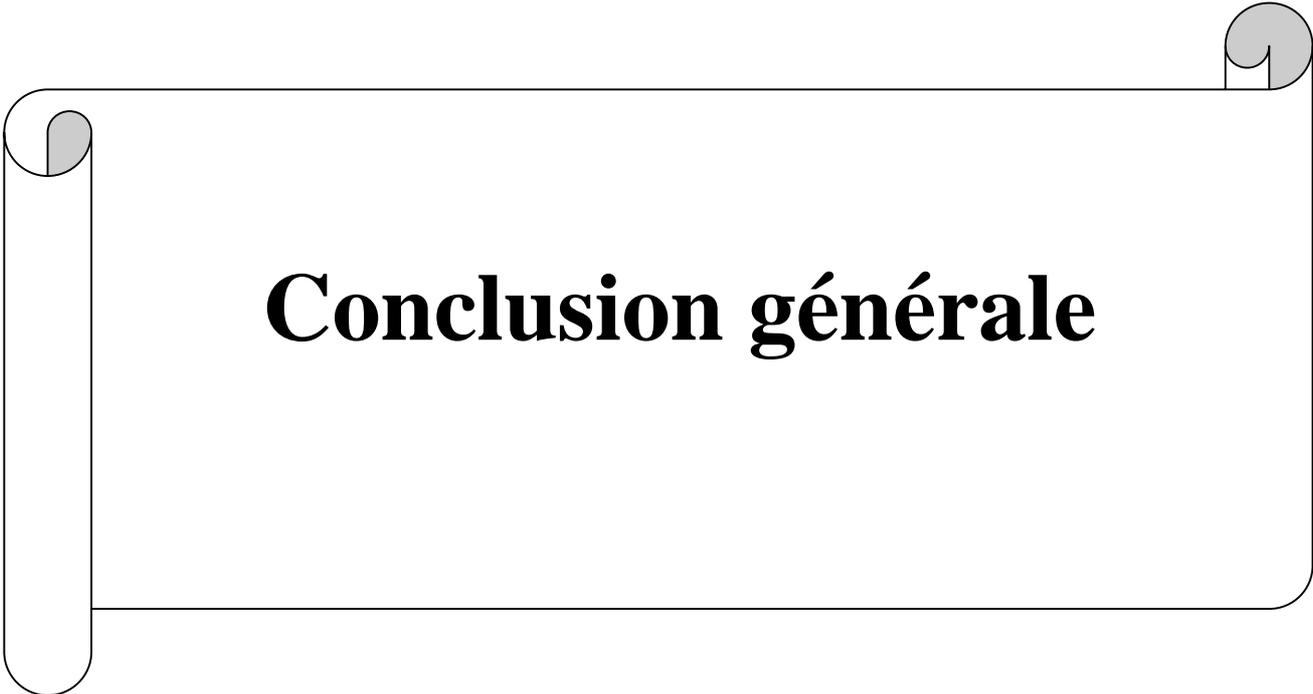


Figure III.23 Etat des capteurs hors de chargement et de l'arrêt d'urgence

Conclusion

Le logiciel WinCC nous permet une commande facile du processus à partir d'une interface compacte à écran tactile où les organes de commande de toutes sortes (boutons poussoirs, interrupteurs, élément d'affichage, graphe,...) doivent seulement être dessinés en utilisant les bibliothèques de WinCC. Un simple clic sur un bouton permet de démarrer/arrêter un dispositif. Dans ce chapitre, nous avons essayé de montrer les vues principales à partir de la salle de contrôle et la façon d'intervenir pour une meilleure exploitation.



Conclusion générale

Conclusion générale

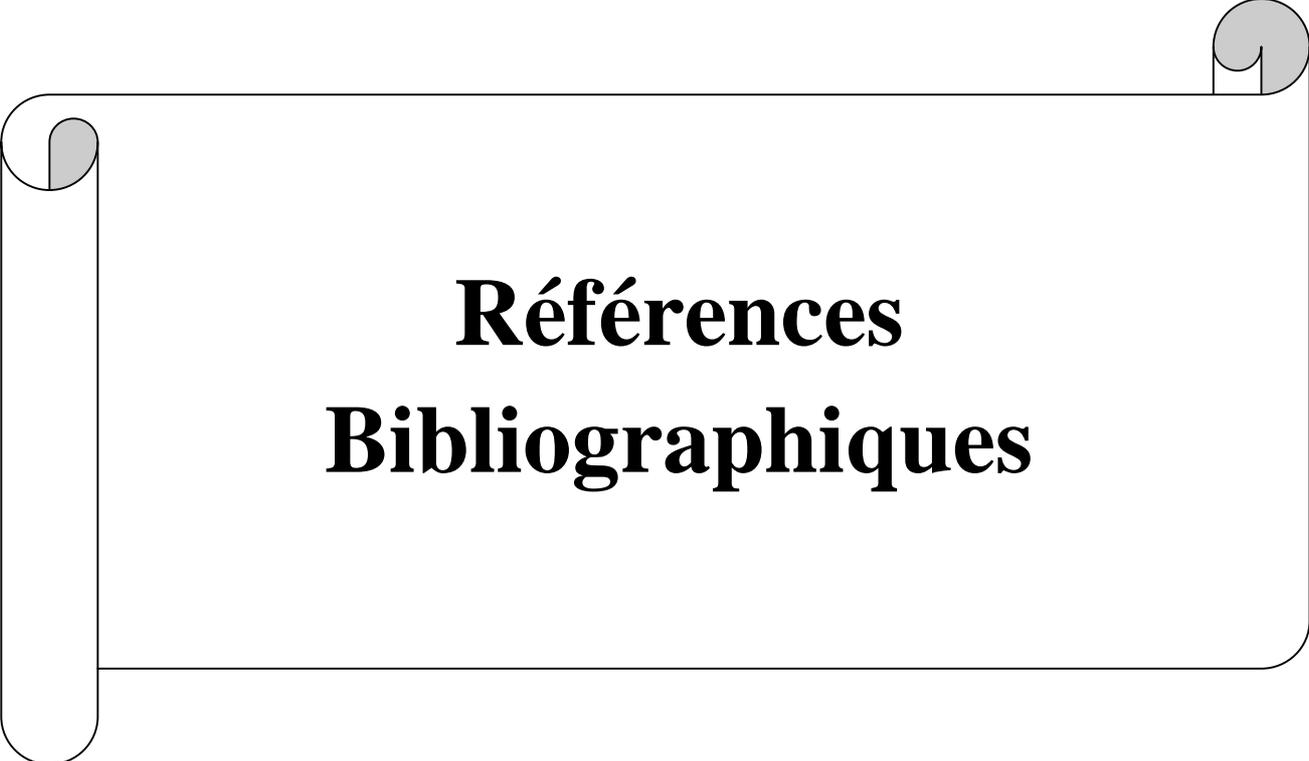
L'objectif de notre travail était l'étude et la simulation de la commande de la bouée SPM par un automate programmable Siemens S7-300 au niveau de SONATRACH de Bejaia. Ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques acquises durant notre cursus d'études universitaires.

En guise de conclusion, notre étude se résume dans le développement de ces points :

- ❖ Ce travail nous a permis d'élargir nos connaissances sur les systèmes automatisés et sur les automates programmables industriels.
- ❖ Nous avons enrichi nos connaissances sur l'étude des différents types de capteurs existant sur les grands sites industriels.
- ❖ Nous avons obtenu plusieurs notions sur le système de commande de la bouée SPM et leur fonctionnement qui est l'objectif de notre étude.
- ❖ Nous avons approfondi nos connaissances en programmation des automates de la fameuse marque très répandue SIEMENS « S7-300 » à l'aide du logiciel TIA PORTAL V12, qui inclut le logiciel de simulation PLCSIM que nous avons utilisé pour simuler le fonctionnement de l'automate programmable industriel dans notre application.
- ❖ Le projet de simulation que nous venons de développer reproduit fidèlement le fonctionnement de système de commande, qui est l'élément essentiel utilisé pour le fonctionnement de la bouée.

Les résultats de la simulation sont satisfaisants.

- ❖ Les exemples des vues ramenées dans la partie supervision que nous avons pris permettent une bonne compréhension du principe de visualisation de l'état de notre procédé en temps réel ainsi que la commande à distance depuis la salle de contrôle.



**Références
Bibliographiques**

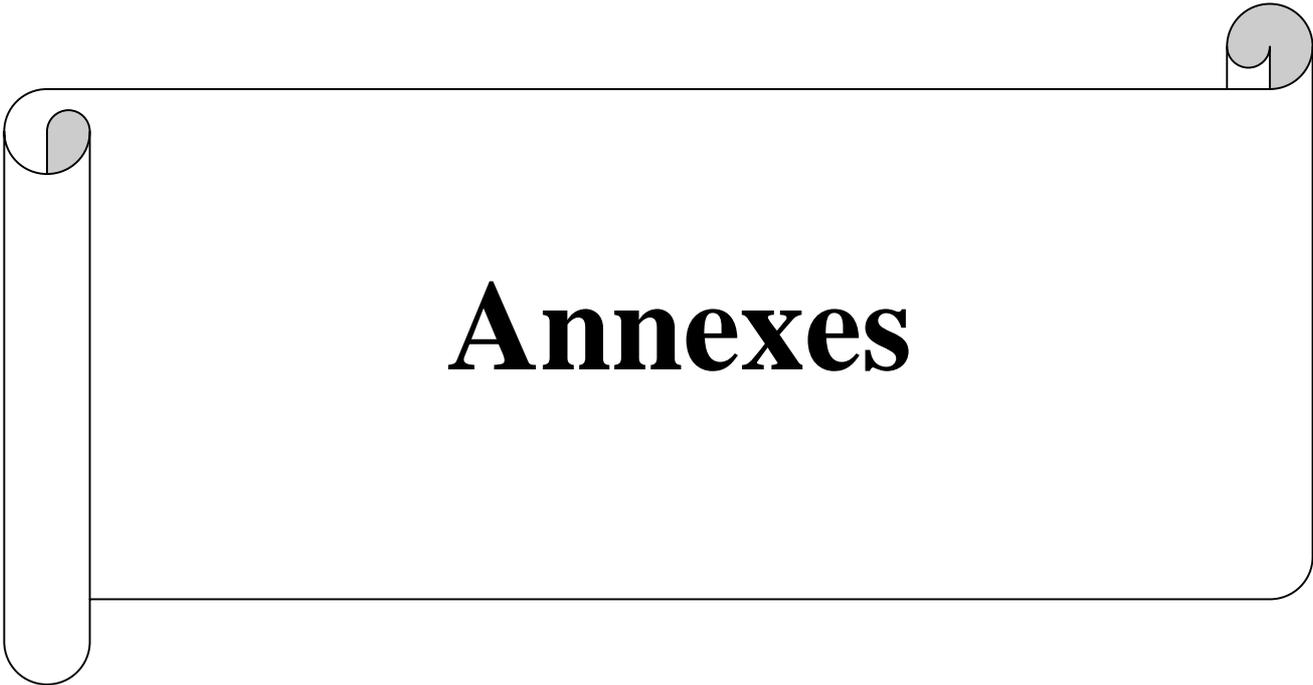
Références Bibliographiques

[1] Manuel de l'installation d'exportation de pétrole brut et de condensat a Bejaia, FMC energy Systems.

[2] “Transmetteur de pression Rosemount 3051S Sans Fil : Solutions modulaires pour les mesures de pression, débit et niveau” Manuel de référence Rosemount, Rév. BA Août 2007.

[3] “ Système d'automatisation S7 300, caractéristiques des modules” Manuel, SIEMENS 02/2013.

[4] “ TIA PORTAL V12” manuel de référence 2013.



Annexes

Annexe 01

Schéma d'installation SEA-LINE

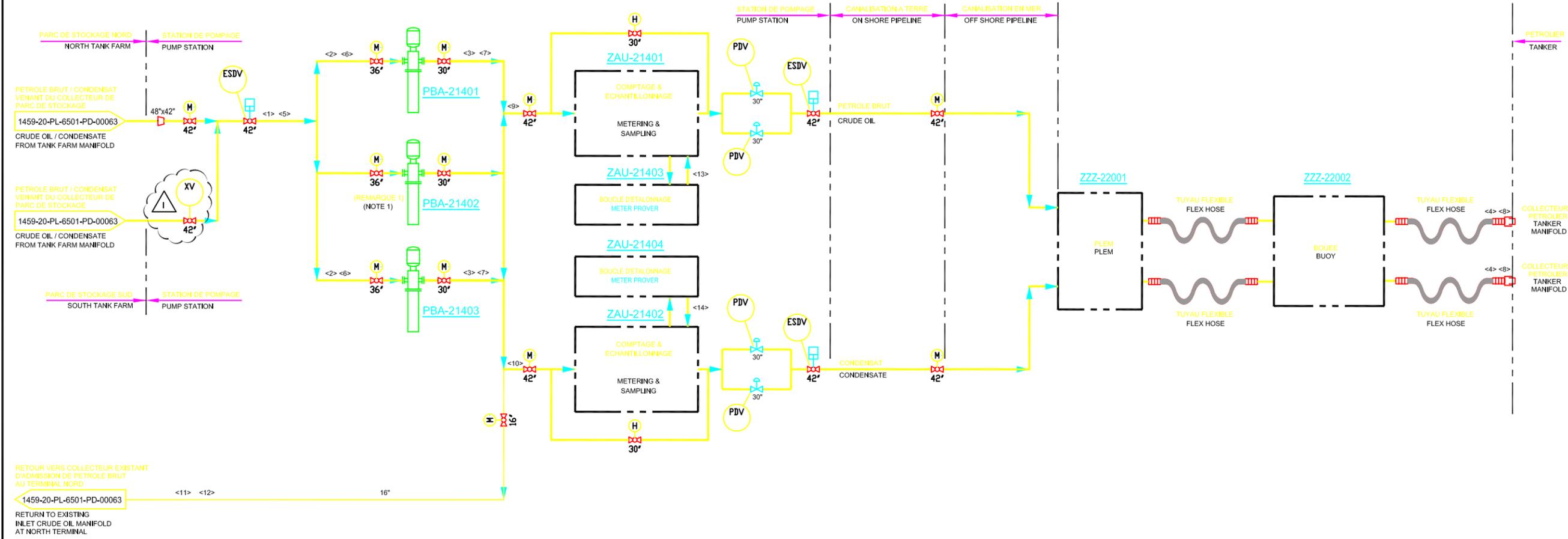
PBA - 21401/21402/21403
 POMPE DE CHARGEMENT PETROLE BRUT / CONDENSAT
 DEBIT: 5,000 M3/h
 HDI: 189 m
 MOTEUR: 2,7 MW

ZAU - 21401/21402
 CRUDE OIL / CONDENSATE LOADING PUMP
 CAPACITY: 22,000 GPM
 TDI: 616 FT
 MOTOR: 3,600HP

ZAU - 21403/21404
 UNITE D'ETALONNAGE
 METER PROVER SKID

ZZZ-22001
 PLEM PLEM

ZZZ-22002
 BOUEE BUOY



DEBITS	<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>	<8>	<9>	<10>	<11>	<12>	<13>	<14>
DEBIT, M3/h	10,000	5,000	5,000	5,000	10,000	5,000	5,000	5,000	10,000	10,000	2,000	2,000	2,500	2,500
TEMP, °C	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
PRESS. BARG	0	0	14.4	2	0	0	12.9	2	14.4	12.9	3.5	3.5	12.1	10.6
DENSITE	0.769	0.769	0.769	0.769	0.706	0.706	0.706	0.706	0.769	0.706	0.769	0.706	0.769	0.706
VISCOSITE, CST	1.71	1.71	1.71	1.71	0.82	0.82	0.82	0.82	1.71	0.82	1.71	0.82	1.71	0.82

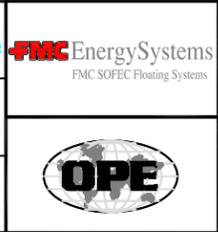
STREAM	<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>	<8>	<9>	<10>	<11>	<12>	<13>	<14>
FLOW, GPM	44,000	22,000	22,000	22,000	44,000	22,000	22,000	22,000	44,000	44,000	8,800	8,800	11,000	11,000
TEMP, °F	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
PRESS. PSIG	0	0	209	30	0	0	187	30	209	187	50	50	175	154
SG	0.769	0.769	0.769	0.769	0.706	0.706	0.706	0.706	0.769	0.706	0.769	0.706	0.769	0.706
VISCOSITY, CST	1.71	1.71	1.71	1.71	0.82	0.82	0.82	0.82	1.71	0.82	1.71	0.82	1.71	0.82

**TEL QUE CONSTRUIT
 AS BUILT
 DATE**

NOTES GENERALES:
 1. POMPE DE RESERVE EN COMMUNE

(GENERAL NOTES)
 1. COMMON SPARE PUMP.

REV.	DATE	DESCRIPTION	PAR.	VER. PAR.	APPR. ING.	APPR. DIR.	DESSINE PAR	DATE
I	-	REVISE COMME INDIQUE REVISED AS NOTED	DAW				RDT	30 DEC 02
J	09 AUG 05	TEL QUE CONSTRUIT (AS BUILT)	GSP	AC	YLH	RCY		
C	11 JULY 03	EMIS POUR APPROBATION POUR COMMENCER L'INSERIE DETAILLEE ISSUED FOR APPROVAL TO COMMENCE DETAILED DESIGN	GSP	AC	YLH	RCY	VERIFIE PAR	DATE
D	12 SEPT 03	EMIS POUR CONSTRUCTION ISSUED FOR CONSTRUCTION	GSP	AC	YLH	RO		
E	07 NOV 03	COMMENTAIRES DU CLIENT SONT INCORPORES INCORPORATE CLIENT COMMENTS	GSP	AC	YLH	RO		
F	04 FEB 04	COMMENTAIRES DE LA REVUE ONT ETE INCORPORES INCORPORATED REVIEW COMMENTS (DEC 2003)	GSP	AC	YLH	AW		
G	17 FEB 04	TUBE DE BYPASS INCORPORE A L'UNITE DE COMPTAGE INCORPORATE BYPASS TO METERING SKID	GSP	RLM	YLH	AW		
H	09 JUNE 04	REVISE COMME INDIQUE REVISED AS NOTED	HP&U	RDT	YLH	AW	ECHELLE	SANS



**POSTES DE CHARGEMENT EN MER ET LEURS ANNEXES
 A SKIKDA, ARZEW ET BEJAIA**

**SCHEMA DE CIRCULATION DES FLUIDES
 SYSTEME DE CHARGEMENT DE PETROLE BRUT ET CONDENSAT
 (FEUILLE 2 DE 2)**

PROCESS FLOW DIAGRAM
 CRUDE OIL & CONDENSATE LOADING SYSTEM
 (SHEET 2 OF 2)

N° DE CONTRAT	20 / DEP / SPM (02)
DESIGNATION DU SITE:	BEJAIA
APPROBATION PAR SONATRACH	DATE
N° DU DOCUMENT DU PROJET	1459-20-PL-6501-PD-00155
REV	J

Annexe 2

La programmation

0.Mise a l'echelle [FC1]

0.Mise a l'echelle Propriétés

Général

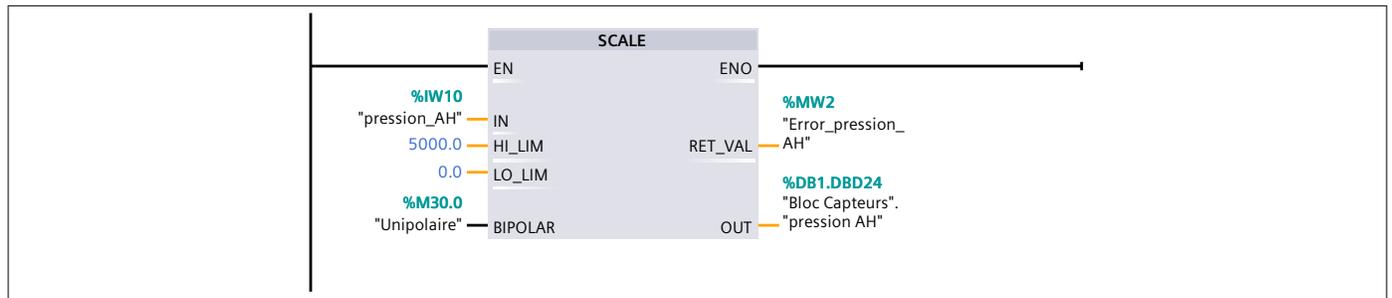
Nom	0.Mise a l'echelle	Numéro	1	Type	FC
Langage	CONT				

Information

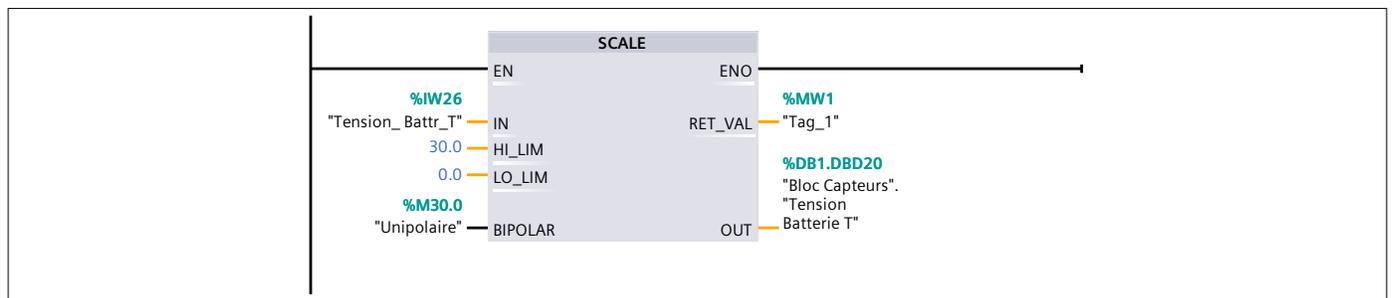
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage
Input		
Output		
InOut		
Temp		
▼ Return		
0.Mise a l'echelle	Void	

Réseau 1 :

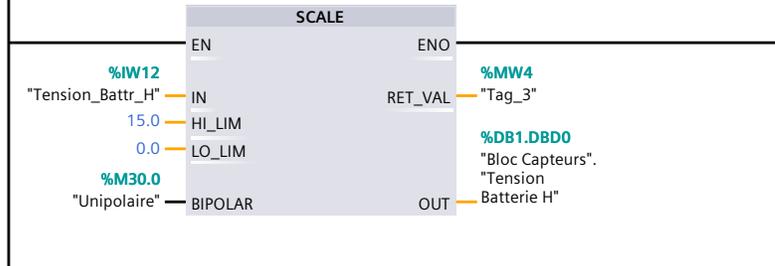


Réseau 2 :

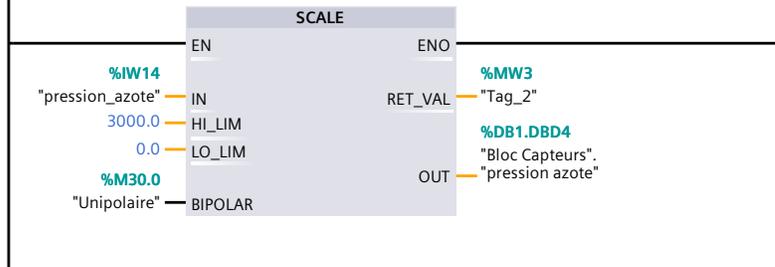


Réseau 3 :

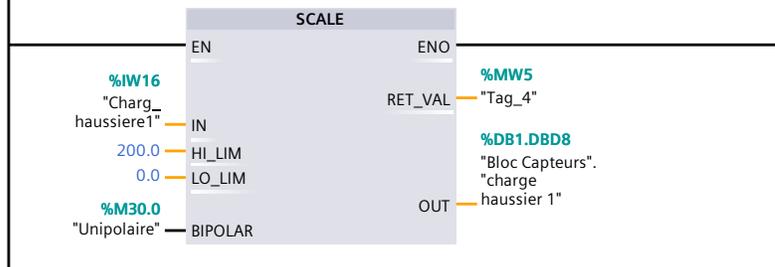
--	--	--



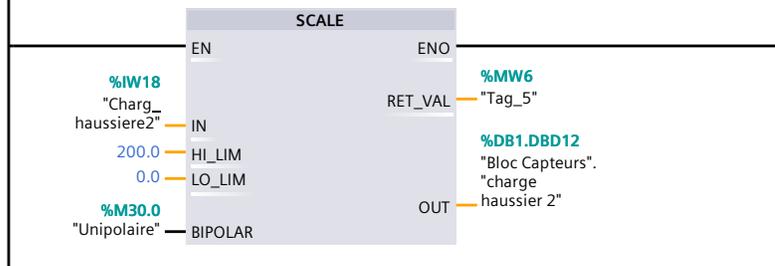
Réseau 4 :



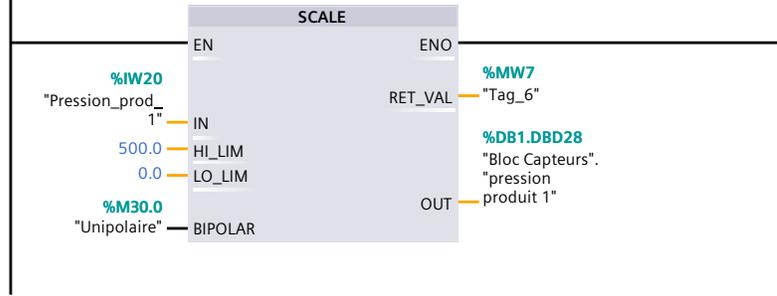
Réseau 5 :



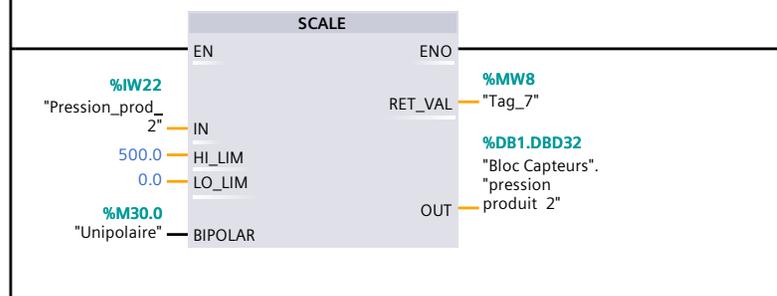
Réseau 6 :



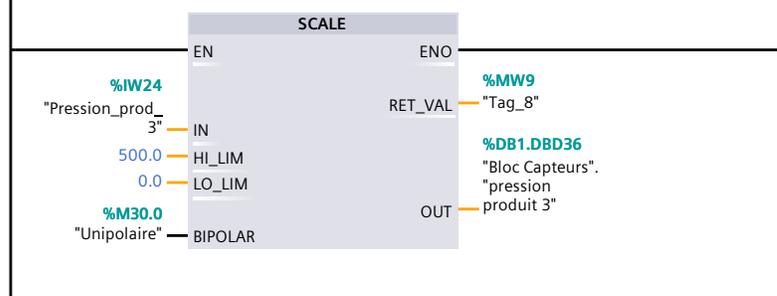
Réseau 7 :



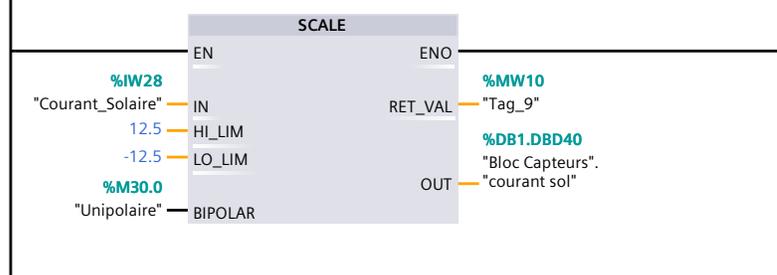
Réseau 8 :



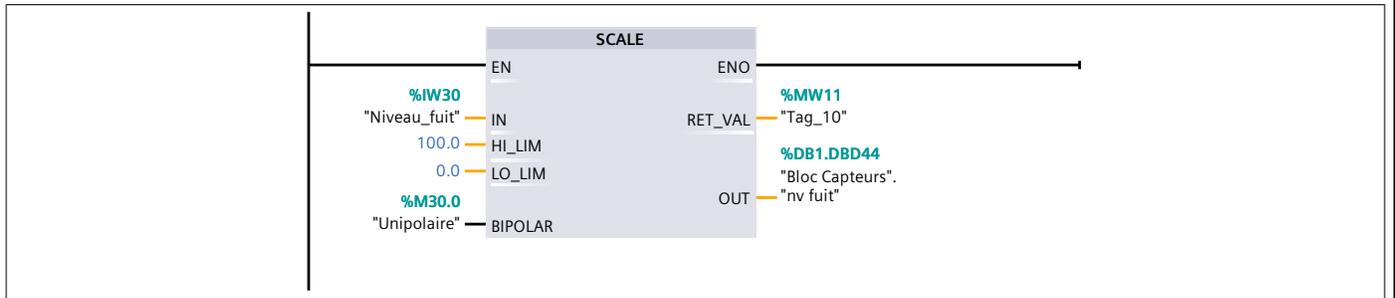
Réseau 9 :



Réseau 10 :



Réseau 11 :



1.Arret Urgence [FC2]

1.Arret Urgence Propriétés

Général

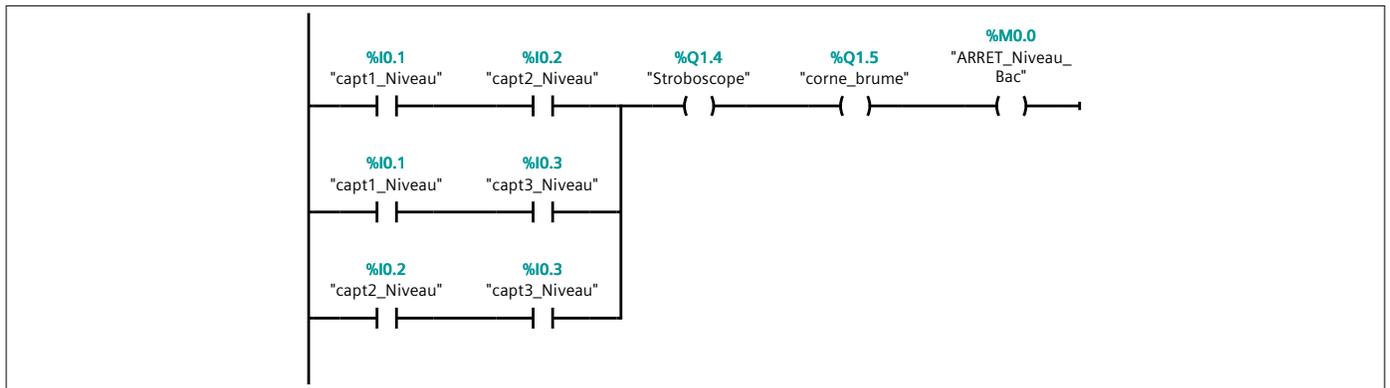
Nom	1.Arret Urgence	Numéro	2	Type	FC
Langage	CONT				

Information

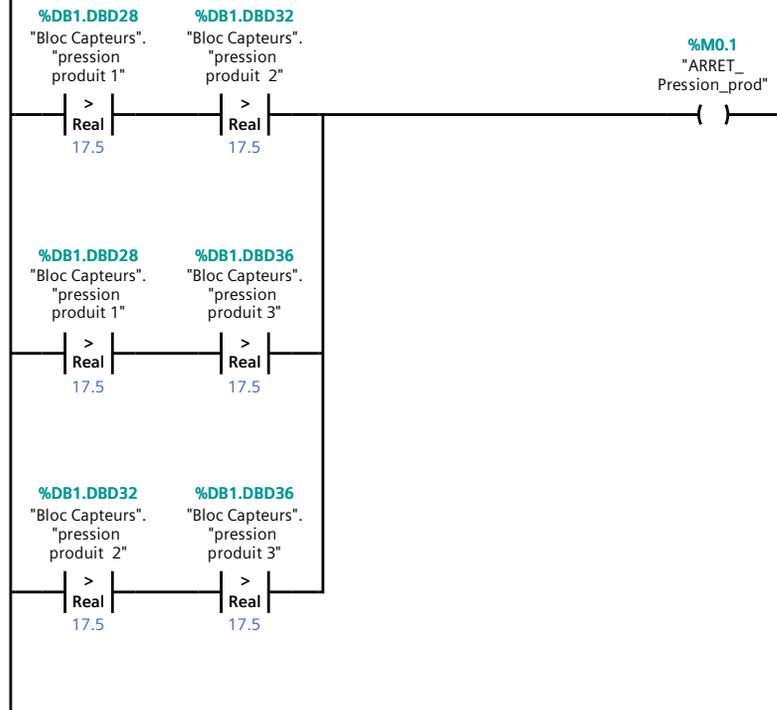
Titre	Arret urgence	Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage
Input		
Output		
InOut		
Temp		
▼ Return		
1.Arret Urgence	Void	

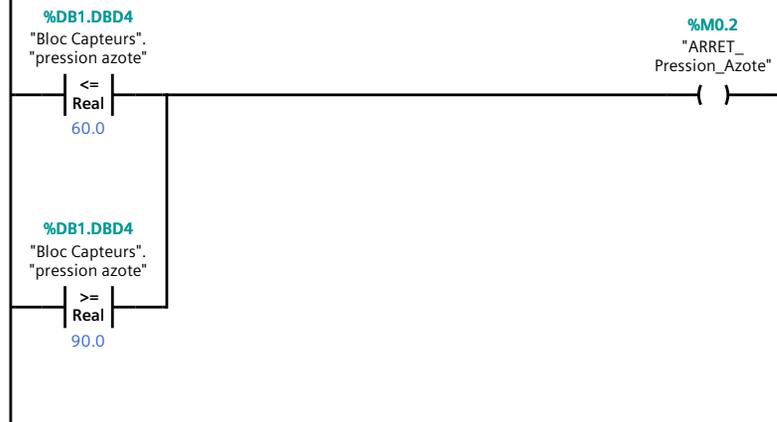
Réseau 1 : Niveau Bac Tempon Haut



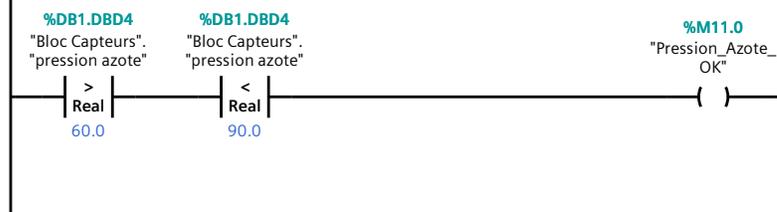
Réseau 2 :



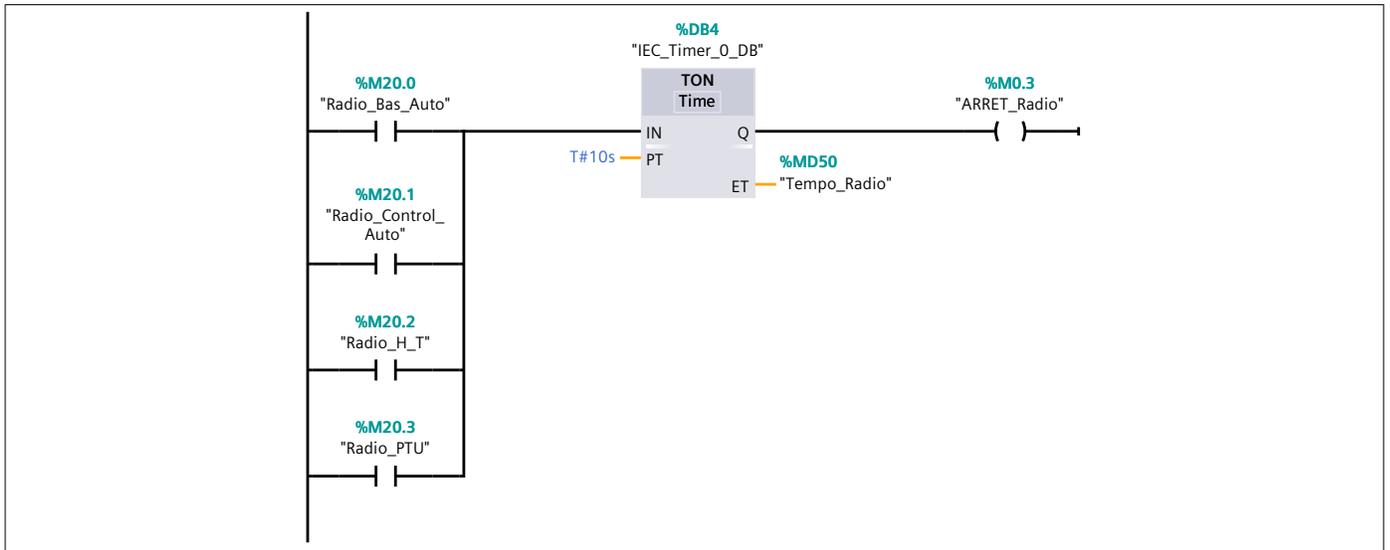
Réseau 3 :



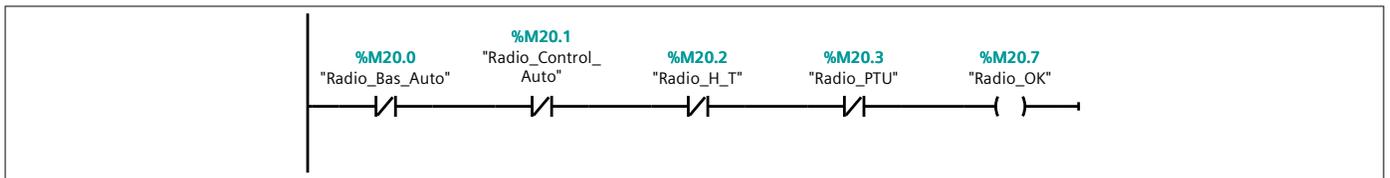
Réseau 4 :



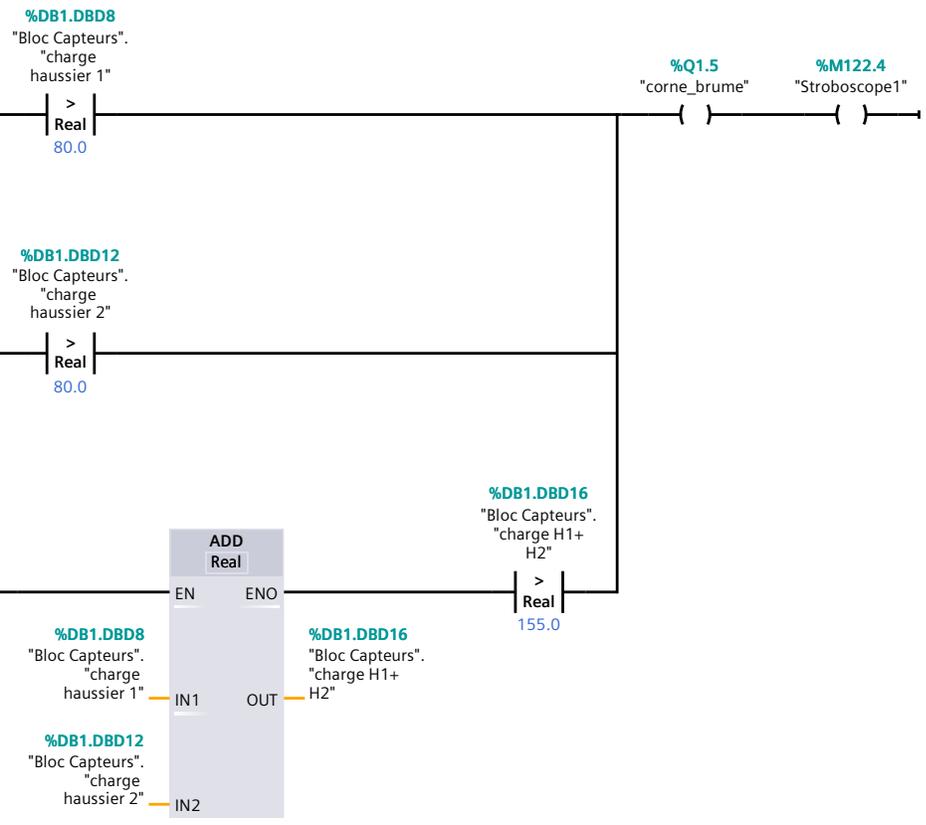
Réseau 5 :



Réseau 6 :



Réseau 7 :



2.Inter debit vanne [FC3]

2.Inter debit vanne Propriétés

Général

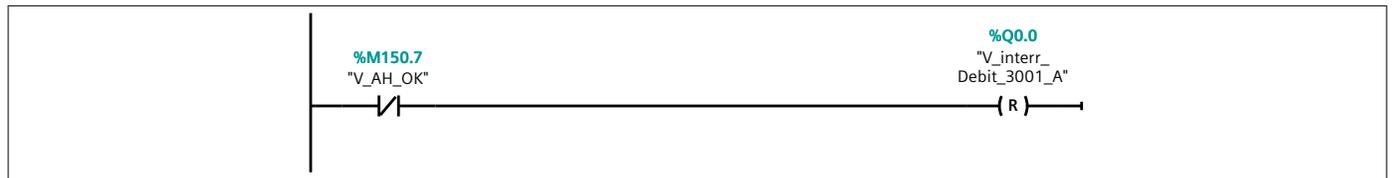
Nom	2.Inter debit vanne	Numéro	3	Type	FC
Langage	CONT				

Information

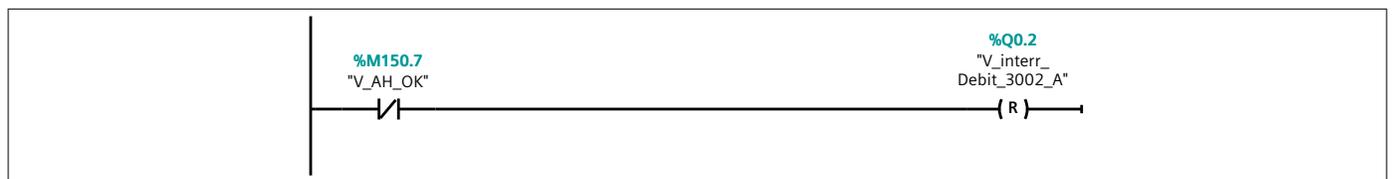
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage
Input		
Output		
InOut		
Temp		
▼ Return		
2.Inter debit vanne	Void	

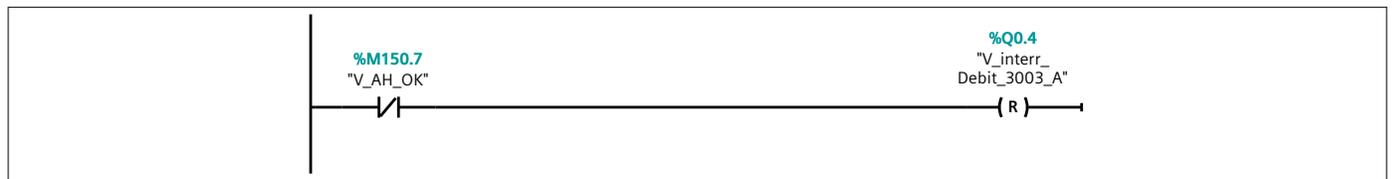
Réseau 1 :



Réseau 2 :



Réseau 3 :



Réseau 4 :

%M150.7
"V_AH_OK"

%Q0.6
"V_interr_
Debit_3004_A"



Réseau 5 :

%M150.7
"V_AH_OK"

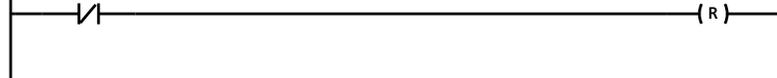
%Q0.1
"V_interr_
Debit_3001_B"



Réseau 6 :

%M150.7
"V_AH_OK"

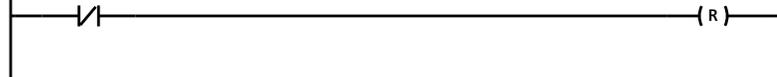
%Q0.3
"V_interr_
Debit_3002_B"



Réseau 7 :

%M150.7
"V_AH_OK"

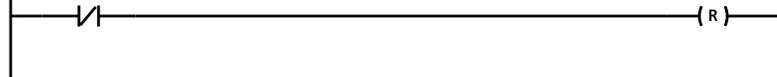
%Q0.5
"V_interr_
Debit_3003_B"



Réseau 8 :

%M150.7
"V_AH_OK"

%Q0.7
"V_interr_
Debit_3004_B"



0.Etat Batterie [FB2]

0.Etat Batterie Propriétés

Général

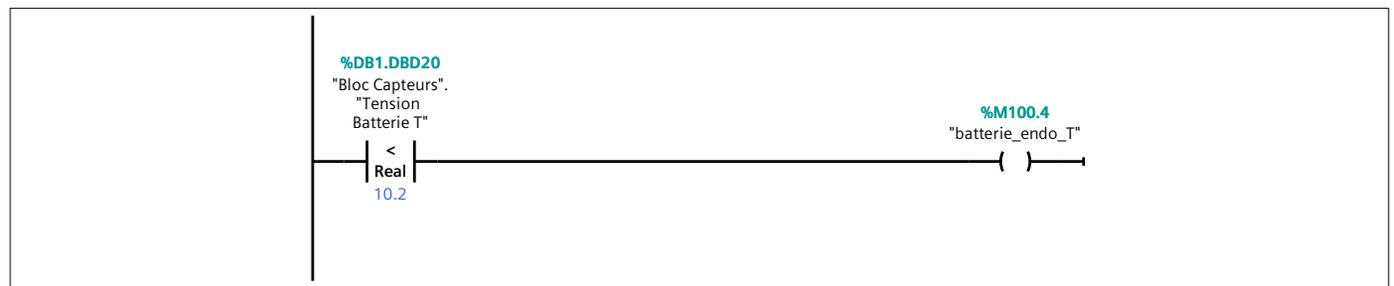
Nom	0.Etat Batterie	Numéro	2	Type	FB
Langage	CONT				

Information

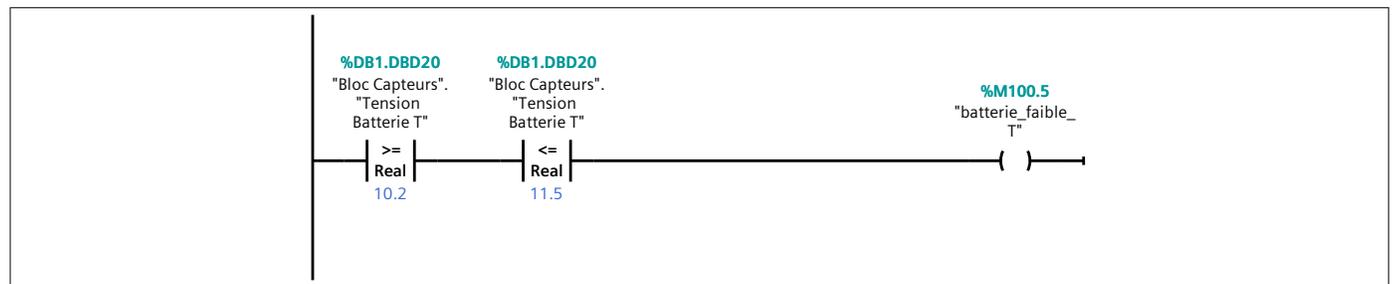
Titre	tension des batterie H et T	Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Rémanence
Input				
Output				
InOut				
Static				
Temp				

Réseau 1 : tension de batterie t



Réseau 2 : tension b t



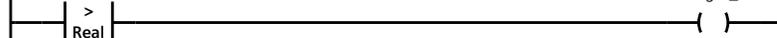
Réseau 3 :

--	--	--

%DB1.DBD20
"Bloc Capteurs".
"Tension
Batterie T"

>
Real
11.5

%M100.6
"batterie_
charger_T"



Réseau 4 : tensity batterie H

%DB1.DBD0
"Bloc Capteurs".
"Tension
Batterie H"

<
Real
10.2

%M100.0
"batterie_endo_
H"



Réseau 5 :

%DB1.DBD0
"Bloc Capteurs".
"Tension
Batterie H"

>
Real
10.2

%DB1.DBD0
"Bloc Capteurs".
"Tension
Batterie H"

<
Real
11.5

%M100.1
"batterie_faible_
H"



Réseau 6 :

%DB1.DBD0
"Bloc Capteurs".
"Tension
Batterie H"

>
Real
11.5

%M100.2
"batterie_
charger_H"



Réseau 7 :

%I2.4
"niveau_bac
fuit_haut"

%M101.0
"niveau_haut_
bfuit"



2.Fonction Demarage Petrol [FB1]

2.Fonction Demarage Petrol Propriétés

Général

Nom	2.Fonction Demarage Petrol	Numéro	1	Type	FB
-----	----------------------------	--------	---	------	----

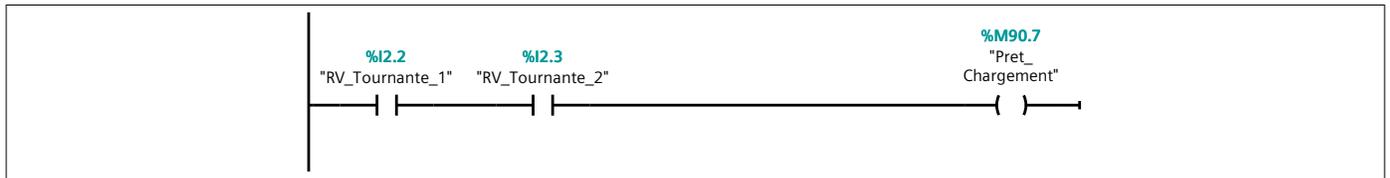
Langage CONT

Information

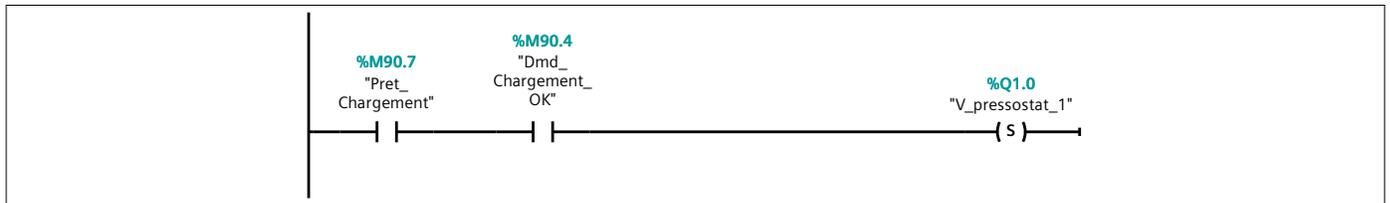
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Rémanence
Input				
Output				
InOut				
Static				
Temp				

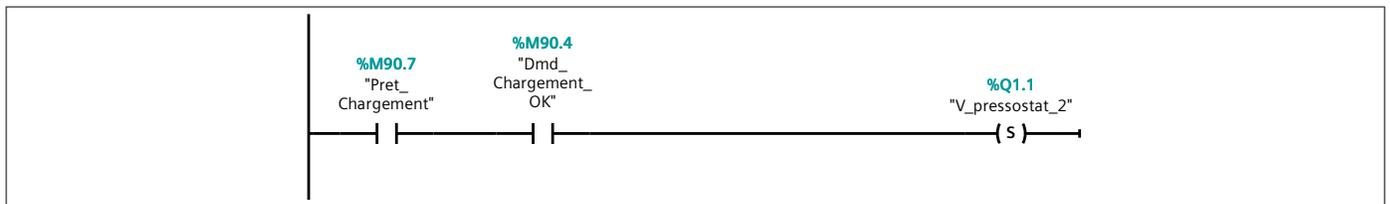
Réseau 1 :



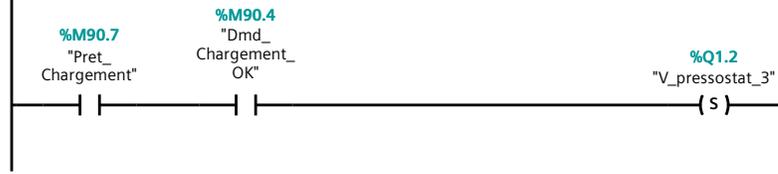
Réseau 2 :



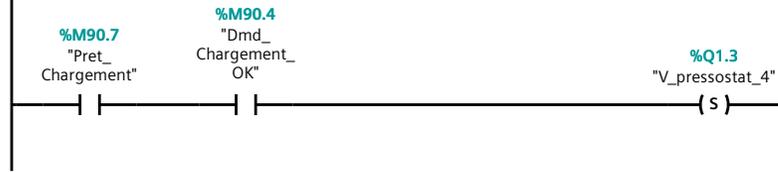
Réseau 3 :



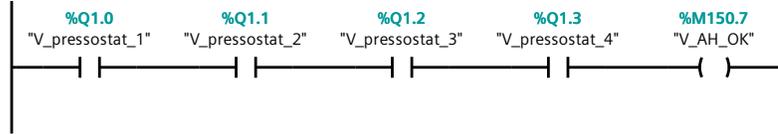
Réseau 4 :



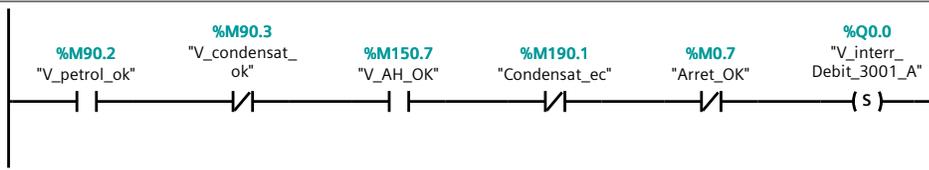
Réseau 5 :



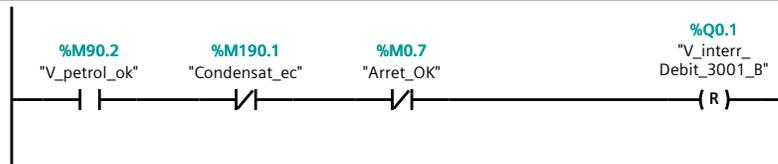
Réseau 6 :



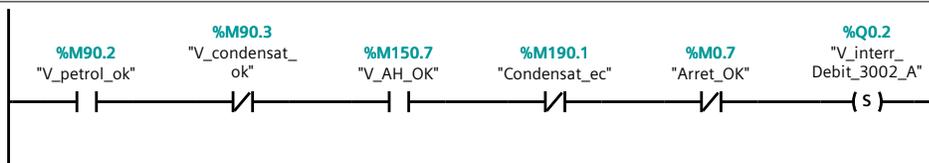
Réseau 7 :



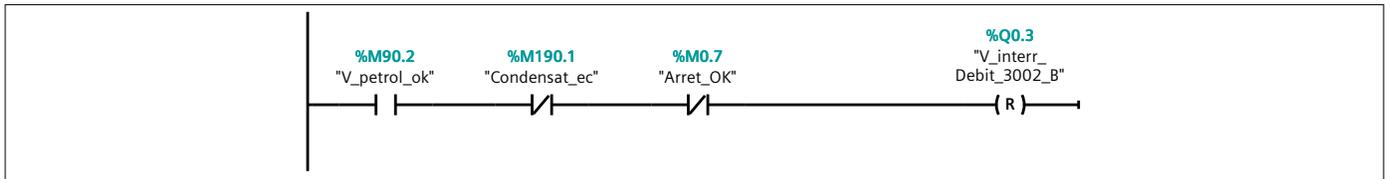
Réseau 8 :



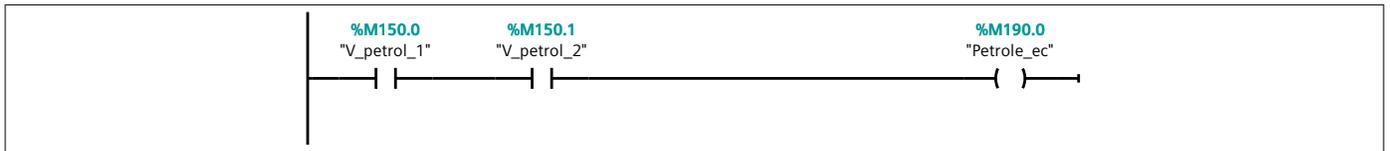
Réseau 9 :



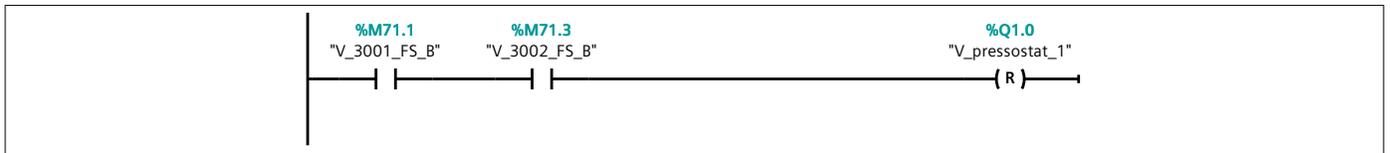
Réseau 10 :



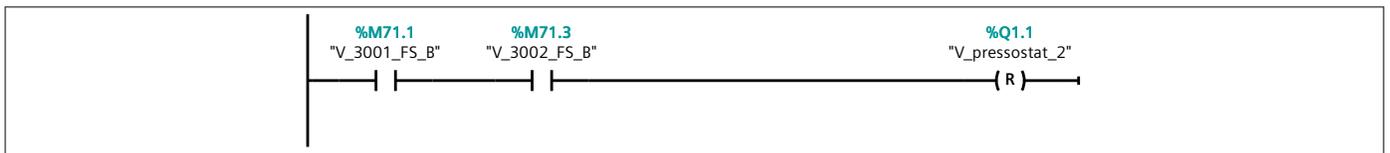
Réseau 11 :



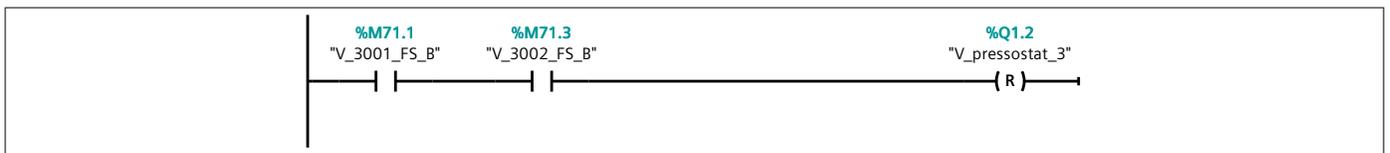
Réseau 12 :



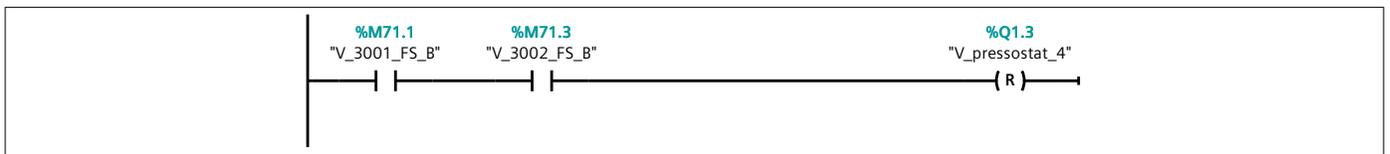
Réseau 13 :



Réseau 14 :



Réseau 15 :



3.Fonction Demarage Condesat [FB10]

3.Fonction Demarage Condesat Propriétés

Général

Nom	3.Fonction Demarage Condesat	Numéro	10	Type	FB
-----	------------------------------	--------	----	------	----

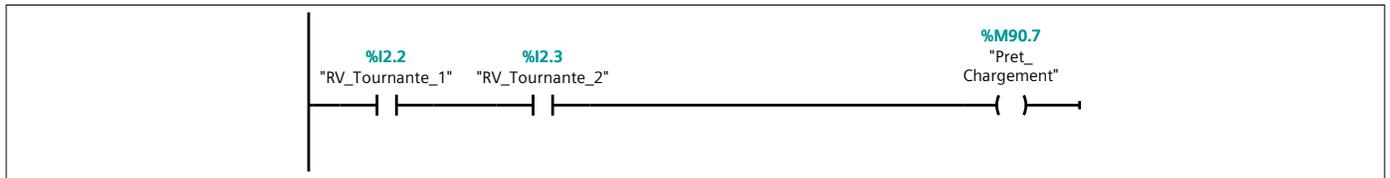
Langage CONT

Information

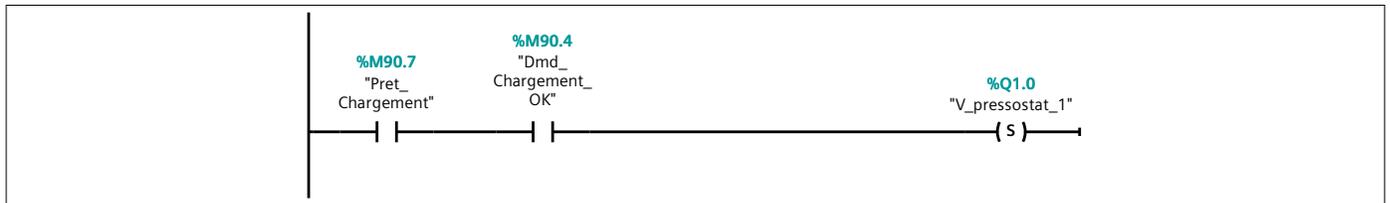
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Rémanence
Input				
Output				
InOut				
Static				
Temp				

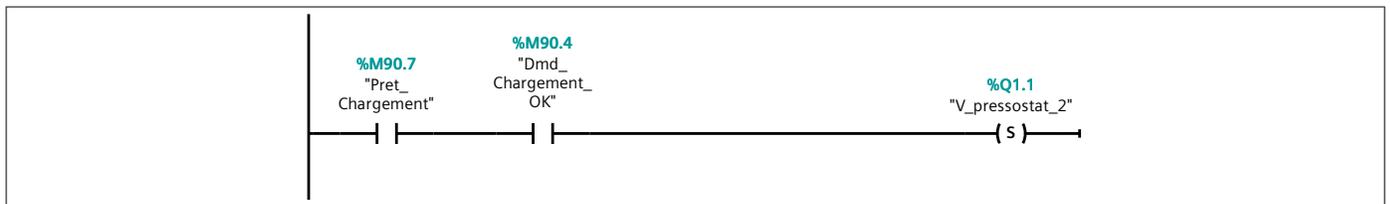
Réseau 1 :



Réseau 2 :



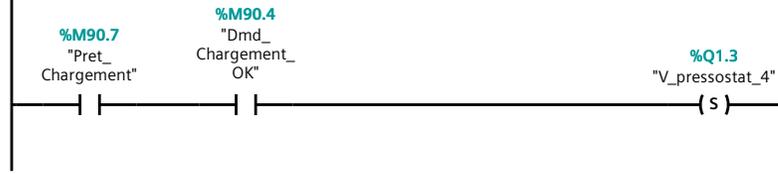
Réseau 3 :



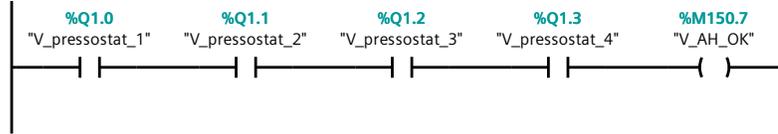
Réseau 4 :



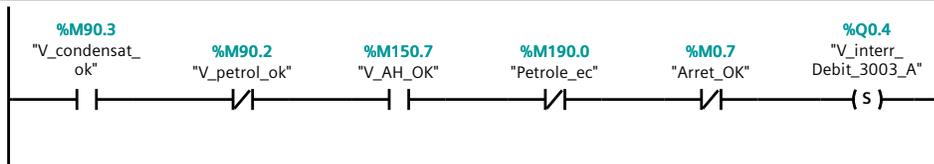
Réseau 5 :



Réseau 6 :



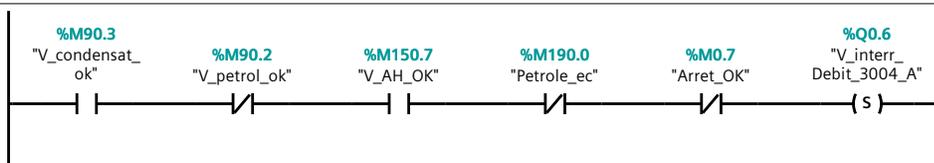
Réseau 7 :



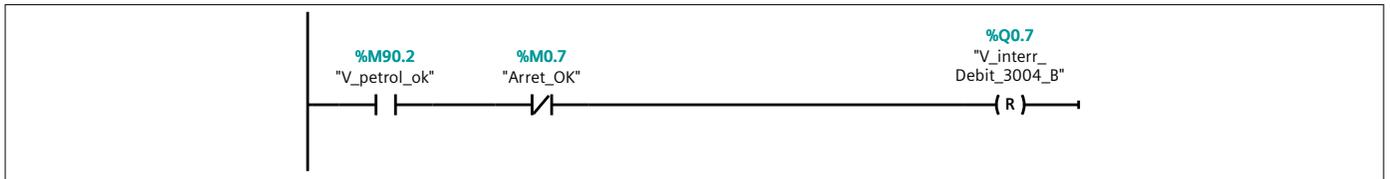
Réseau 8 :



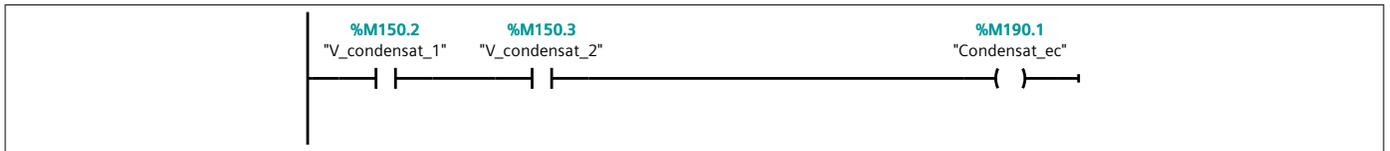
Réseau 9 :



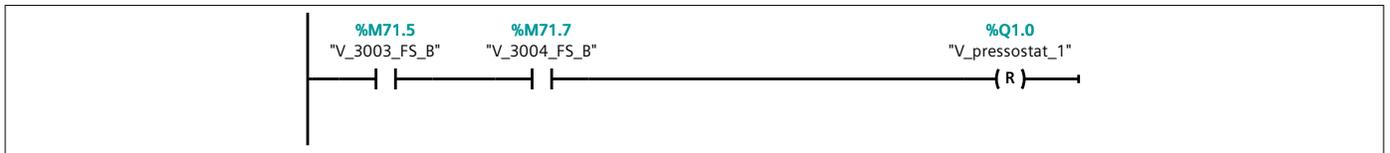
Réseau 10 :



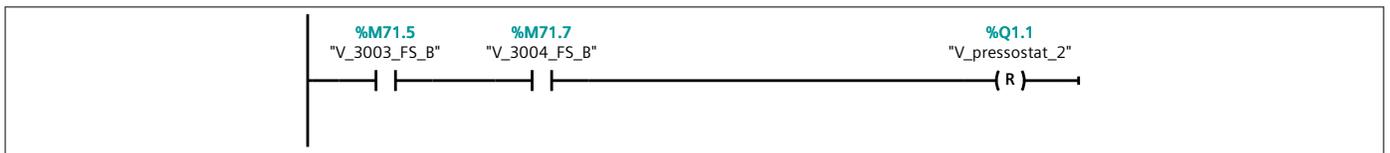
Réseau 11 :



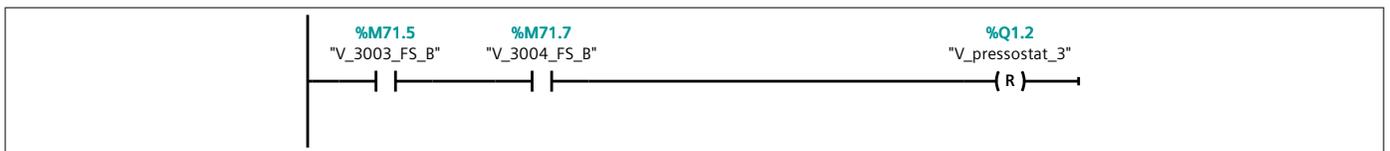
Réseau 12 :



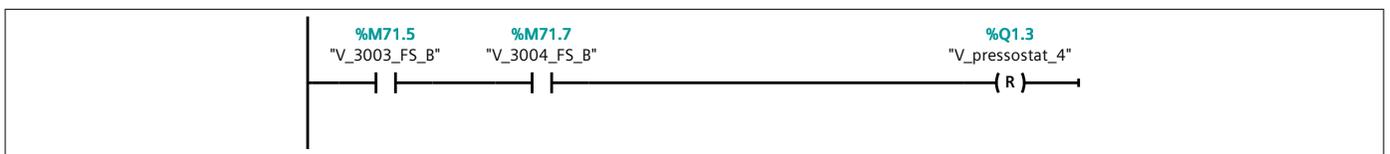
Réseau 13 :



Réseau 14 :



Réseau 15 :



4.Fonction Arret [FB3]

4.Fonction Arret Propriétés

Général

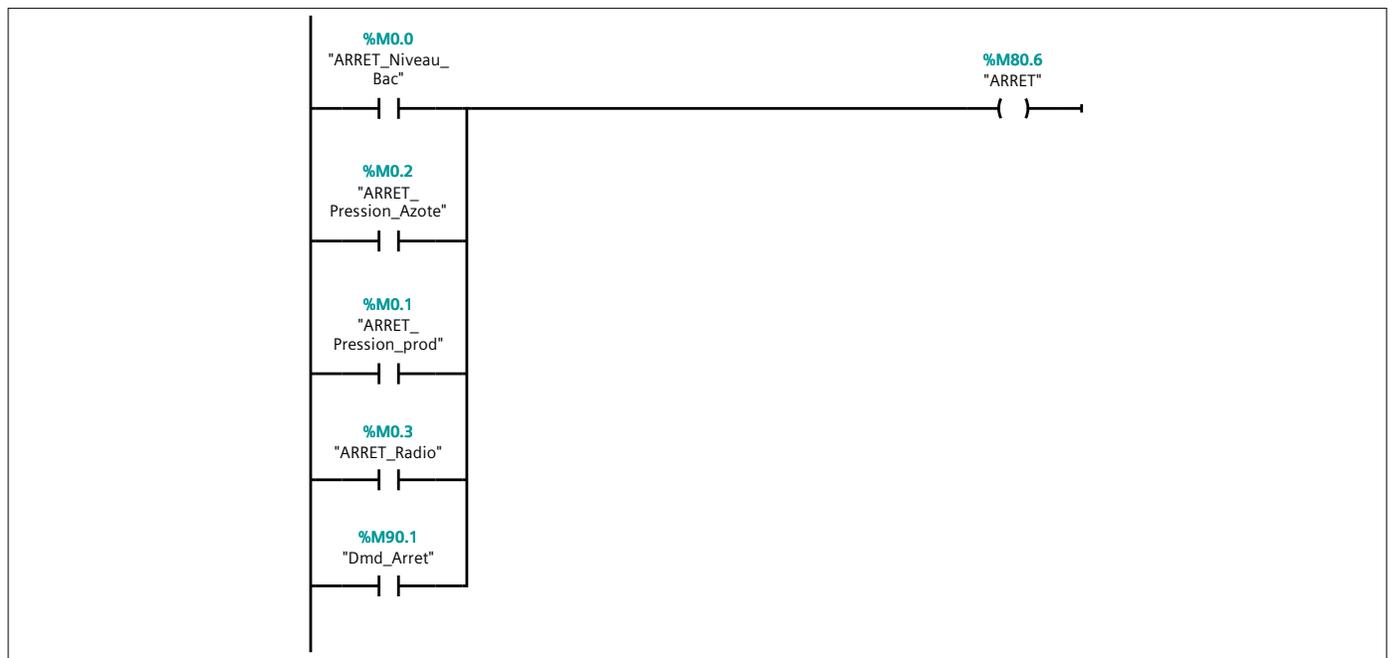
Nom	4.Fonction Arret	Numéro	3	Type	FB
Langage	CONT				

Information

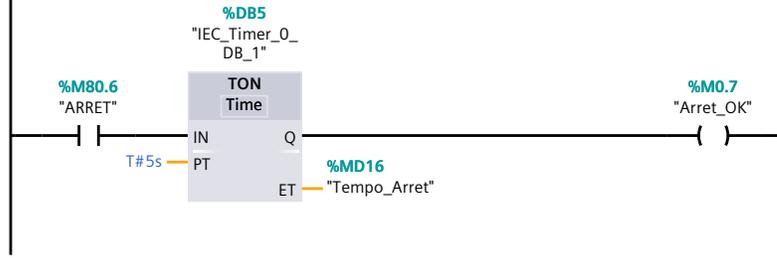
Titre		Auteur		Commentaire	
Famille		Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Rémanence
Input				
Output				
InOut				
Static				
Temp				

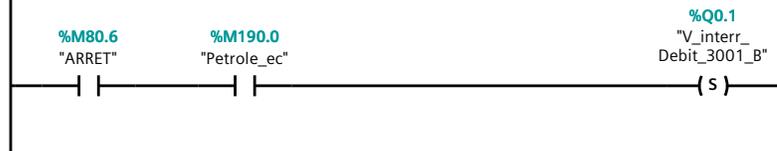
Réseau 1 :



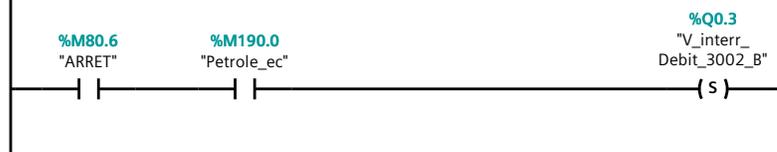
Réseau 2 :



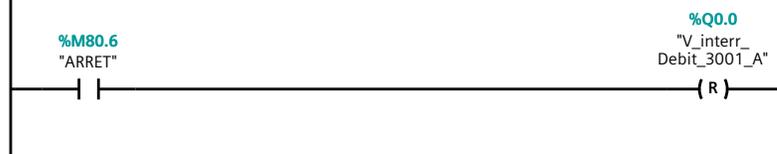
Réseau 3 :



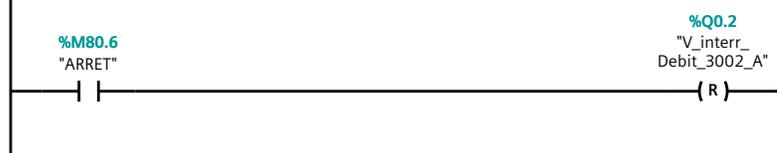
Réseau 4 :



Réseau 5 :



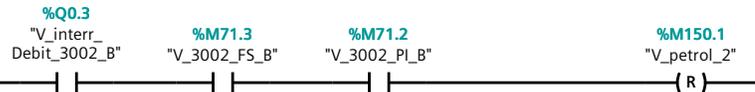
Réseau 6 :



Réseau 7 :



Réseau 8 :



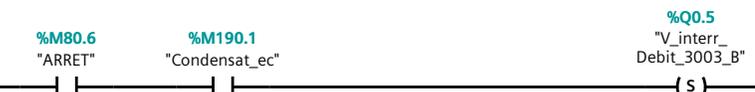
Réseau 9 :



Réseau 10 : Fin



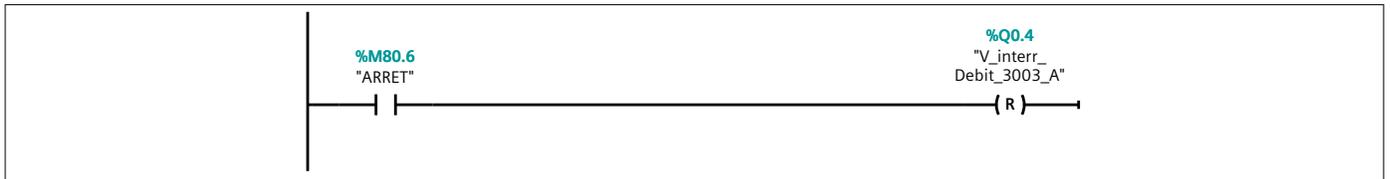
Réseau 12 :



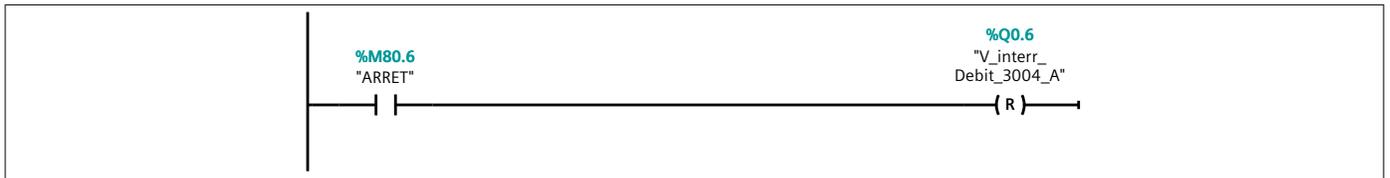
Réseau 13 :



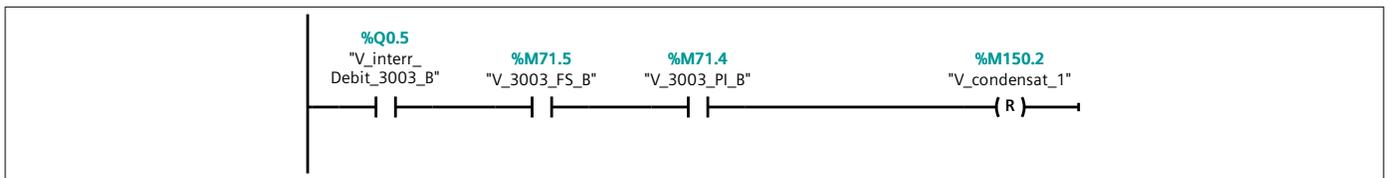
Réseau 14 :



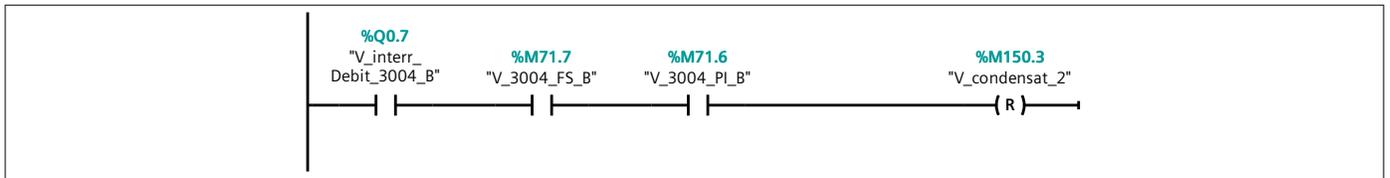
Réseau 15 :



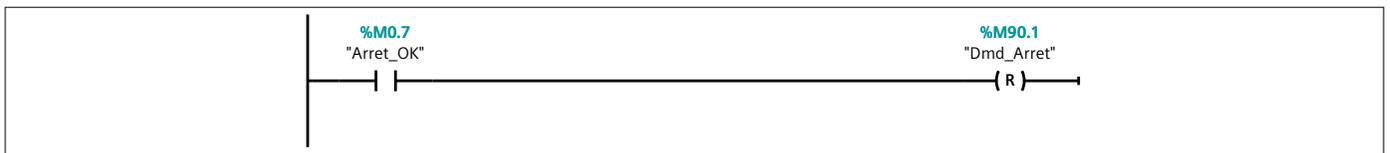
Réseau 16 :



Réseau 17 :



Réseau 18 :



Réseau 19 : Fin

%M0.7
"Arret_OK"

%M90.3
"V_condensat_
ok"



Résumé :

Ce présent travail réalisé au sein de l'entreprise SONATRACH de Bejaia avec l'équipe instrumentation et maintenance du Terminal et service STH.

A pour but de réaliser un nouveau système de contrôle commande de la bouée SPM et pour cela on a fait une étude simulée de cette commande.

La solution consiste à remplacer totalement l'opérateur humain par une commande à base d'automate programmable industriel on intègre la technique de surveillance qui est la supervision avec WinCC.

La programmation a été réalisée sous les logiciels TIA PORTAL, on suit les étapes de création d'un projet d'automatisation.

Resume :

This present work carried out within the company Sonatrach Bejaia with the team instrumentation and maintenance of terminal and STH service.

Aims to create a new control system of the SPM buoy and why we made a simulated study of this command.

The solution is to completely replace the human operator through a control-based programmable logic controller-monitoring technique which integrates supervision with WinCC.

The program was carried out under the TIA PORTAL software, we follow the steps to create an automation project.