

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Electronique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR D'ETAT EN ELECTRONIQUE
OPTION CONTRÔLE

Thème

Automatisation d'un skid hydrophore pour
l'alimentation interne d'eau potable par l'API TSX
P57 2623

Proposé par :

Mr H.ADLI

Dirigé par :

M^{me} N.DJOUAHER

Présenté par :

M^{elle} Bouteldja Chadia

M^{elle} Boutaleb Lynda

Soutenu le : 13 / 09 /2011

Promotion 2011

Remerciements

A l'issue de ce modeste travail, nous tenons à exprimer notre reconnaissance, notre gratitude et nos vifs remerciements à Mr KHEFFACHE, à Mr ADLI et à Mme DJOUAHER pour nous avoir apporté leur connaissance et un soutien permanent pendant notre stage. Leur soutien moral et leur aide précieuse nous ont permis d'effectuer ce travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons également à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour l'élaboration de ce projet, les enseignants du département électronique de l'UMMTO, ainsi que tous les travailleurs de la SNC-LAVALIN.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

Mes sœurs et mon frère

Toute la famille BOUTALEB

Tous mes amis (es)

Mon binôme

Tous ceux qui ont été un apport considérable pour ma formation
d'ingénieur.

LYNDA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

Mes sœurs et mes frères

Mon cher mari

Et spécialement à une personne qui est très chère pour moi

Aouadfel Salah

Toute la famille BOUTELDJA

Tous mes amis (es)

Mon binôme

Tous ceux qui ont été un apport considérable pour ma formation

d'ingénieur.

CHADIA

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : Description de la station de traitement des eaux

I.1 Introduction	02
I.2 Présentation du barrage de TAKSEBT.....	02
I.3 Station de traitement	03
I.3.1 Capacité de la station	03
I.3.2 Synoptique de la station.....	03
• Bâtiment administratif.....	03
• Bâtiment électrique.....	05
• Bâtiment chlore.....	05
• Bâtiment chaux.....	05
• Bâtiment acide.....	05
• Bâtiment chimie.....	05
I.4 Etapes de traitement de l'eau brute.....	05
I.4.1 Dissipation, mélange et répartition.....	06
I.4.2 Décantation.....	06
I.4.3 Filtres.....	06
I.4.4 Désinfection et stockage d'eau traitée.....	06
I.5 Etapes de traitement des boues.....	07
I.6 Préparation et dosage des réactifs.....	07
I.7 Conclusion.....	07

Chapitre II : Présentation et analyse fonctionnelle du skid hydrophore

II.1 Introduction.....	08
II.2 Description et analyse fonctionnelle du skid hydrophore.....	08
II.2.1 les capteurs.....	08
II.2.1.1 Capteur de pression.....	11
• Définition de pression de service ou pression de la conduite.....	11
• Principe de fonctionnement.....	11
II.2.1.2 Débitmètre électromagnétique Promag 10 W.....	12
• Le débit.....	12

• Principe de fonctionnement.....	12
II.2.2 Coffret électrique autonome.....	13
II.2.2.1 Sectionneur général.....	14
• Fusible.....	15
II.2.2.2 Disjoncteur.....	15
II.2.2.3 Relais thermique.....	15
II.2.2.4 Transformateur.....	16
II.2.3 Des vannes	16
II.2.4 Groupe électropompe.....	17
II.2.4.1 Pompe centrifuge verticale multicellulaire.....	18
• Définition.....	18
II.2.4.2 Moteur asynchrone triphasé.....	19
• Principe de fonctionnement.....	19
II.2.4.3 Technovar.....	21
• Caractéristiques de Technovar.....	22
• Panneau avant.....	23
• Bloc de connexion de tension principale.....	23
• Bloc de connexion de tension de commande.....	24
II.2.5 Ballon anti-bélier.....	25
• Caractéristiques.....	26
Problématique.....	28
II.3 Conclusion.....	33

Chapitre III : automates programmables industriels

III.1 Introduction.....	34
III.2 Généralités.....	34
III.2.1 Définition générale d'un API.....	34
III.2.2 Architecture des automates programmables industriels.....	34
III.2.3 Structure interne des automates programmables.....	34
III.3 Choix de l'API.....	35
III.4 Les différentes gammes d'automates Télémécanique.....	35
III.4.1 Modules programmables Zelio Logic	36
III.4.2 Contrôleurs programmables Twido.....	36
III.4.3 Automate Modicon TSX micro.....	36

III.4.4 Automates Modicon Premium.....	36
III.4.4.1 Les caractéristiques de la gamme premium.....	36
III.5 Présentation de l'automate TSX P 57 26 23.....	37
III.5.1 Module d'alimentation.....	37
III.5.2 Unité centrale	38
III.5.2.1 Présentation.....	38
III.5.2.2 Caractéristiques.....	39
III.5.3 Modules de signaux.....	40
III.5.3.1 Modules analogiques.....	40
III.5.3.2 Modules d'E/S TOR.....	41
III.6 Les racks.....	42
III.7 Console de programmation.....	42
III.8 Présentation du logiciel PL7 PRO.....	42
III.8.1 Définition.....	42
III.8.2 Langage à contact.....	43
III.9 Conclusion.....	45

Chapitre IV : Elaboration des plans électriques

IV.1 Introduction.....	46
IV.2 Elaboration du circuit de commande et de puissance.....	46
IV.2.1 Partie A : Technovar.....	46
• Elaboration du module de puissance.....	46
• Elaboration du module de commande.....	51
IV.2.2 Partie B : Compresseur.....	51
IV.2.3 Partie C : Logicielle.....	59
• Configuration matérielle.....	59
• E/S de l'automate.....	59
• L'échange établi entre le PLC et le système IHM.....	61
• Design amélioré.....	63
IV.3 Conclusion.....	63
Conclusion générale.....	65

LISTE DES FIGURES

FIGURE I.1 : Localisation du barrage de TAKSEBT (TIZI-OUZOU).....	02
FIGURE I.2 : Schéma synoptique de la station de traitement des eaux.....	04
FIGURE II.1 : SKID hydrophore.....	9 et 10
FIGURE II.2 : Capteur de pression.....	11
FIGURE II.3 : Débitmètre électromagnétique.....	12
FIGURE II.4 : Coffret électrique autonome.....	14
FIGURE II.5 : Sectionneur.....	14
FIGURE II.6 : Fusible.....	15
FIGURE II.7 : Disjoncteur.....	15
FIGURE II.8 : Relais thermique.....	15
FIGURE II.9 : Transformateur.....	16
FIGURE II.10 : Vanne manuelle.....	16
FIGURE II.11 : Groupe électropompe.....	17
FIGURE II.12 : Pompe centrifuge verticale multicellulaire.....	18
FIGURE II.13 : Moteur asynchrone.....	19
FIGURE II.14 : Schéma interne d'un variateur.....	21
FIGURE II.15 : TECHNOVAR.....	22
FIGURE II.16 : Panneau avant.....	23
FIGURE II.17 : Ballon anti-bélier.....	25
FIGURE II.18 : Design existant.....	27
FIGURE II.19 : Le raccordement du Nivotester.....	29
FIGURE II.20 : Liquipoint T.....	30
FIGURE II.21 : Nivotester FTW 325.....	31
FIGURE III.1 : Structure interne des automates programmables.....	35
FIGURE III.2 : Les différents types de racks.....	42
FIGURE III.3 : Structure d'une section en langage contact.....	44

FIGURE IV.1 : Schéma de puissance de la pompe A.....	47
FIGURE IV.2 : Schéma de puissance de la pompe B.....	48
FIGURE IV.3 : Schéma de puissance de la pompe C.....	49
FIGURE IV.4 : Schéma de puissance de la pompe D.....	50
FIGURE IV.5 : Schéma de commande de la pompe A.....	52
FIGURE IV.6 : Schéma de commande de la pompe B.....	53
FIGURE IV.7 : Schéma de commande de la pompe C.....	54
FIGURE IV.8 : Schéma de commande de la pompe D.....	55
FIGURE IV.9 : Schéma de puissance du compresseur.....	56
FIGURE IV.10 : Schéma de commande du compresseur.....	57
FIGURE IV.11 : Schéma de commande du NIVOTESTER.....	58
FIGURE IV.12 : Configuration matérielle.....	59
FIGURE IV.13 : Table des entrées sorties.....	60
FIGURE IV.14 : Table d'échange.....	63
FIGURE IV.15 : Design amélioré.....	64

Abréviation

TOR : Tout Ou Rien.

RAM: Random Access Memory.

ROM: Read Only Memory.

PG : La console de programmation sur le terrain.

PLC : Programmable Logic Controller.

INTRODUCTION GENERALE

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. La productique et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production.

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opération.

Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Le domaine de l'hydraulique parmi d'autres, est témoin de cette révolution, et de nombreuses sociétés algériennes (ANBT, Hydro-Aménagement,...etc.) orientées dans le stockage, l'épuration et la distribution de l'eau, cherchent à se procurer cette solution d'automatisme au niveau de leurs stations de pompages et de traitements.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, les responsables de l'entreprise SNC-LAVALIN nous ont chargés de faire une étude en vue de permettre le pilotage du SKID HYDROPHORE AUTONOME (alimentation interne de la station en eau potable) depuis la salle de supervision en utilisant un automate programmable de la firme Schneider.

Pour se faire, notre travail sera réparti en quatre chapitres :

- Le premier chapitre comportera la description de la station de traitement des eaux.
- La présentation et l'analyse fonctionnelle du SKID HYDROPHORE fera l'objet du second chapitre.
- Le troisième chapitre sera consacré aux automates programmables industriels.
- Le quatrième chapitre consiste à l'élaboration des plans électriques (commande et puissance).

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Description de la station de traitement des eaux

I.1 Introduction :

L'Agence Nationale des Barrages et Transfert (L'ANBT) en collaboration avec La société canadienne SNC LAVALIN, ont réalisé un projet qui consiste à traiter l'eau du barrage de TAKSEBT pour alimenter en eau potable et en continu plusieurs wilayas du pays (Boumerde, Alger, Tizi-Ouzou).

I.2. Présentation du barrage de TAKSEBT [1]:

Le barrage de TAKSEBT est situé dans la wilaya de Tizi-Ouzou région de THALA BOUNAJA à environ 7 km au sud-est de la ville de Tizi-Ouzou et 100 km à l'est de la ville d'Alger comme le montre la figure I.1.

La retenue créée par le barrage a une capacité de 175 million de m³ permettant une régularisation de 180 million m³, destinée à l'alimentation en eau potable et répartie comme suit :

- 57 million de m³ pour Tizi-Ouzou.
- 123 million de m³ pour Alger.

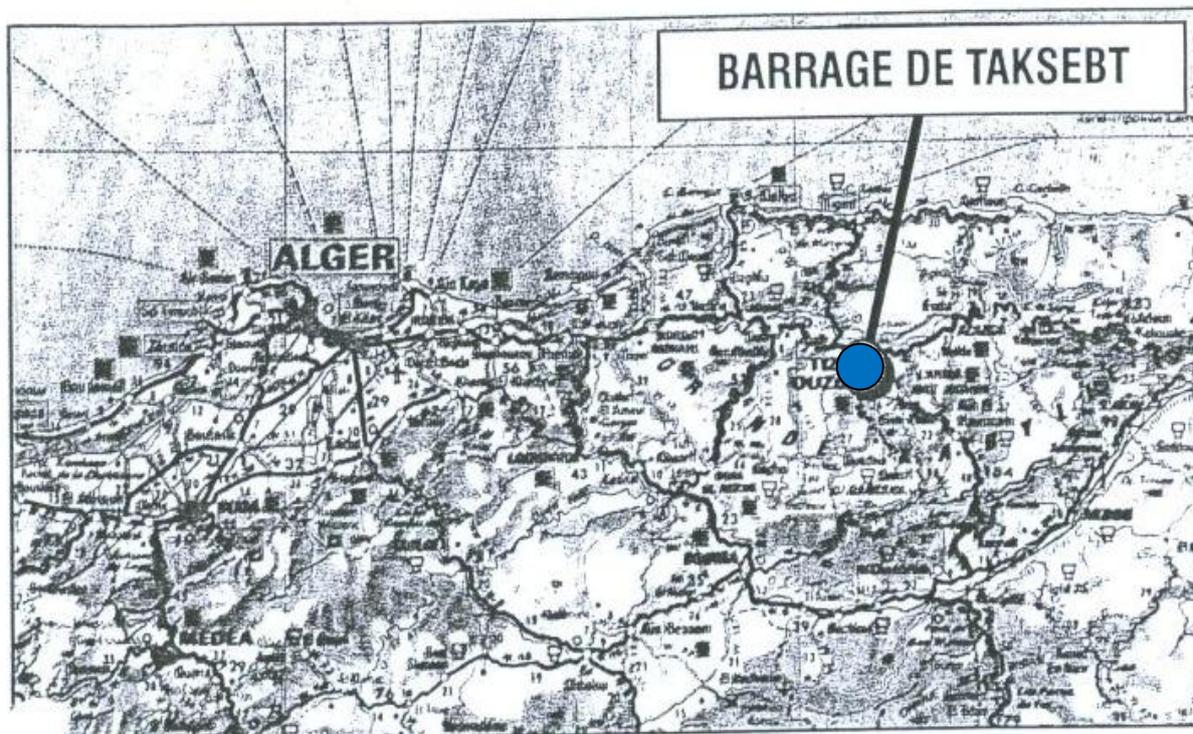


Figure I.1 : Localisation du Barrage de TAKSEBT (Tizi-Ouzou) [2]

I.3 Station de traitement [1]:

La station de traitement des eaux est entrée en service en Mai 2007. Elle est située à environ 8Km du barrage de TAKSEBT, elle occupe une superficie de 34 hectares.

La station est conçue pour l'alimentation en eau potable les communes suivantes : FREHA, AZAZGA, DRAA-BEN-KHEDDA et le grand ALGER. La distribution de cette eau se fait de façon gravitaire depuis la station de traitement jusqu'au réservoir d'eau traitée de DRAA-BEN-KHEDDA, puis l'eau continue à être transférée à travers les conduites de fonte et tunnels jusqu'au réservoir de BOUDOUAOU.

Tout au long du transfert, des piquages seront opérés pour alimenter les villes de TIZI-OUZOU et DRAA BEN KHEDDA.

I.3.1 Capacité de la station :

La production nominale de la station de traitement de Taksebt est de 605 000 m³/j (7 000 l/s) basée sur un approvisionnement en eau brute de 616 000 m³/j.

-Débit d'eau brute :	616 000 m ³ /j
-Volume des boues extraites des clarificateurs :	7 400 m ³ /j
-Volume des boues extraites des filtres :	3 600 m ³ /j
-Production d'eau traitée :	605 000 m ³ /j

I.3.2 Synoptique de la station :

La station de traitement est construite en blocs modulaire comme l'indique la figure I.2. Chaque bloc est conçu pour réaliser des fonctions spécifiques nécessaires pour le fonctionnement de la station, elle se présente ainsi :

- **Bâtiment administratif :**

Il est destiné pour le contrôle et la gestion de la station, cependant il abrite deux autres éléments essentiels qui sont :

- Le laboratoire d'analyse, qui permet l'analyse régulière de la qualité d'eau à chaque étape de traitement.
- La salle de contrôle et commande qui permet le pilotage de l'ensemble des procédés de traitement ainsi que la télétransmission.

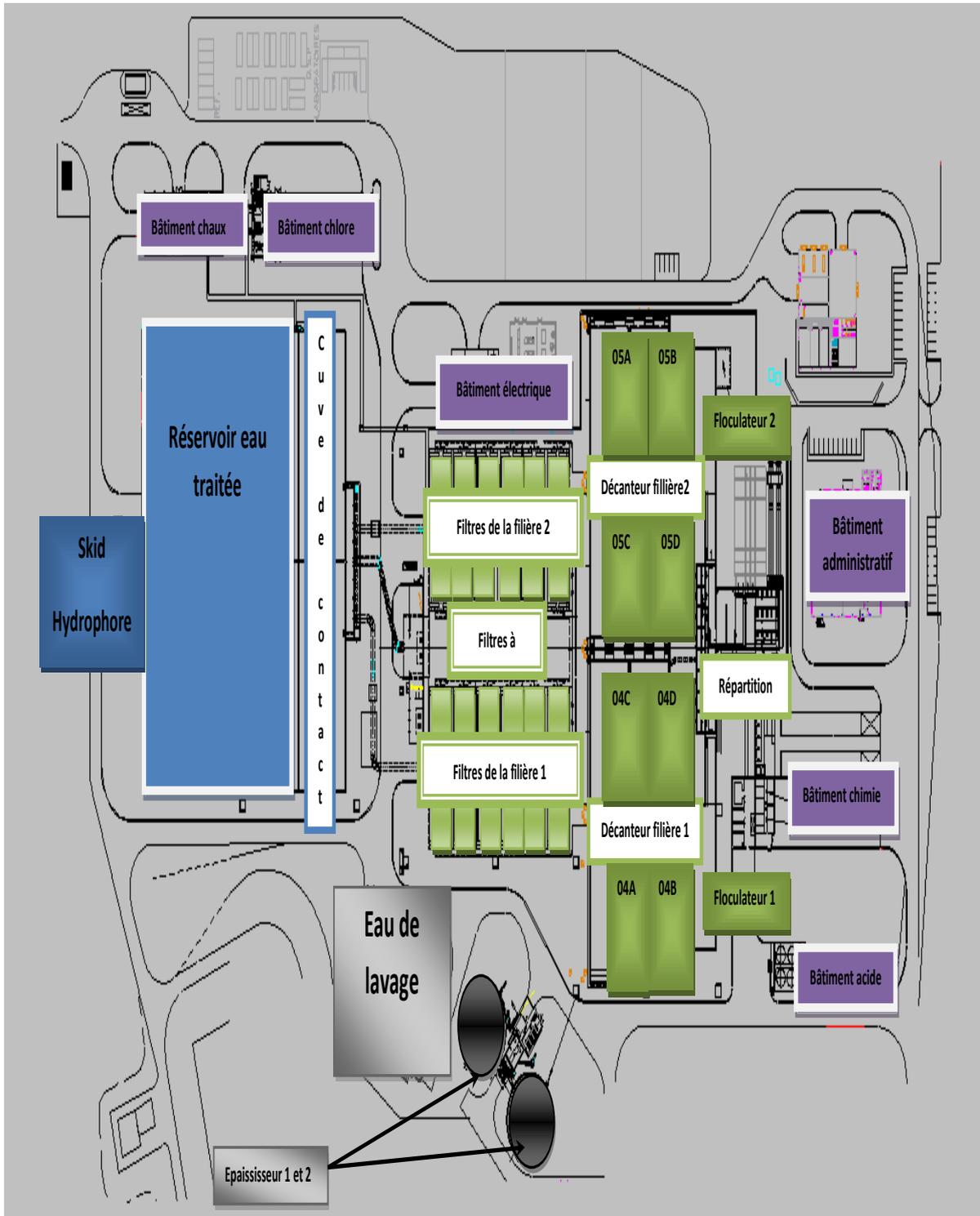


Figure 1. 2 : Schéma synoptique de la station de traitement des eaux.

- **Bâtiment électrique :**

Assure l'alimentation permanente en énergie électrique de la station en cas de coupure ou de perturbation dans le réseau.

- **Bâtiment chlore :**

Il abrite un système conçu pour l'utilisation du chlore livré en tank (chaque tank contient à la fois du chlore liquide, en partie basse, et du chlore gazeux en partie haute) afin de rendre le chlore liquide sous forme gazeux puis le diluer dans l'eau et le diriger vers les points d'injection.

- **Bâtiment chaux :**

Ce bloc contient un système conçu pour l'utilisation de la chaux en poudre. Une solution de lait de chaux est préparée en diluant la chaux en poudre dans l'eau traitée afin de corriger le **Potentiel Hydrogène (PH)**.

- **Bâtiment acide :**

Il est utilisé pour un stockage adéquat de l'acide sulfurique, il contient aussi des installations qui sont dédiées à la préparation et l'injection de la solution d'acide sulfurique à l'eau brute.

- **Bâtiment chimie :**

Le stockage, la préparation et le dosage des réactifs utilisés dans le traitement chimique de l'eau, sont fait dans ce bâtiment.

Les solutions sont préparées à partir des réactifs suivant :

- Sulfate d'alumine.
- Permanganate de potassium.
- Charbon actif.
- Polymère.

I.4 Etapes de traitement de l'eau brute :

Avant que l'eau brute provenant du barrage de TAKSEBT soit prête à distribuer aux consommateurs, elle subit les étapes de traitement suivantes :

I.4.1 Dissipation, mélange et répartition :

Ouvrage d'entrée : C'est l'ouvrage de tranquillisation et pré chloration de l'eau brute arrivée du barrage.

A ce niveau un mélange hydraulique des réactifs (permanganate, acide sulfurique, sulfate d'aluminium et Charbon actif en poudre) est injecté.

Ces réactifs sont dosés en fonction des besoins déterminés par le débit et la qualité de l'eau brute.

Ensuite, l'ouvrage de répartition permet de diriger le débit soit :

- Vers les décanteurs, via les déversoirs de répartition, au niveau desquels du polymère est ajouté.
- Vers les flocculateurs et les filtres directement, via les canaux de by-pass des décanteurs.

I.4.2 Décantation :

Clarification dans des décanteurs (deux filières chacune contient 4 décanteurs) lamellaires à lit de boue pour la floculation et la décantation des Particules fines.

Injection possible de chlore après les clarificateurs (inter chloration).

I.4.3 Filtres :

Filtration sur filtres à sable gravitaires type Aquazur V (12 filtres pour chaque filière) pour éliminer les matières en suspension. L'eau et l'air sous pression nécessaires au lavage sont produits dans le bâtiment d'exploitation des filtres.

I.4.4 Désinfection et stockage d'eau traitée :

La désinfection finale de l'eau traitée est faite dans des cuves de contact, après injection de chlore (poste chloration).

Le réservoir d'eau traitée joue le rôle de bassin de stockage, permettant de conserver une réserve de production de 1,5 heure au débit nominal de production.

Le réservoir débouche dans une chambre de sortie qui assure la distribution de l'eau vers les conduites de sortie d'eau traitée.

I.5 Etapes de traitement des boues :

Les eaux de lavage des filtres sont d'abord concentrées dans les dessableurs avant d'être mélangées aux boues extraites des décanteurs. Les boues sont ensuite épaissies dans les épaisseurs avant d'être pompées dans la lagune de stockage de boue.

I.6 Préparation et dosage des réactifs :

Les réactifs suivants sont préparés et dosés dans des bâtiments spécifiques :

- Sulfate d'alumine : utilisé pour la coagulation des matières en suspension très fines et colloïdale contenues dans l'eau brute.
- Permanganate de potassium : utilisé pour la précipitation du manganèse si la qualité de l'eau brute le demande.
- Acide sulfurique : permet de diminuer le PH après ajout de sulfate d'alumine.
- Chaux : elle permet de contrôler le pouvoir corrosif de l'eau.
- Charbon Actif en Poudre (**CAP**) : permet le contrôle du goût et des odeurs.
- Polymère : permet d'agréger les particules fines en floccs de taille supérieure, plus facile à décanter.
- Chlore : pour le contrôle biologique.

I.7 Conclusion :

Après toutes les étapes de traitement (ajout des réactifs) que subit l'eau brute, afin d'obtenir l'eau potable, une partie de cette eau appelée eau de service (pour la dilution et la préparation des produits chimiques) est pompée depuis la chambre de sortie du réservoir d'eau traitée à l'aide d'un skid hydrophore autonome dont son étude fera l'objet du second chapitre.

CHAPITRE II

**Représentation et analyse fonctionnelle du skid
hydrophore**

II.1 Introduction :

Le réseau d'eau de service est utilisé pour remplir les besoins principaux suivants :

- eau de dilution et préparation des réactifs.
- alimentation en eau potable des bâtiments administratifs et logements sur la station.
- prise d'eau pour le nettoyage des structures et l'extinction des incendies.
- alimentation des douches de sécurité.

L'étude de ce chapitre est consacrée à la description et l'analyse fonctionnelle du skid hydrophore.

II.2 Description et analyse fonctionnelle du skid hydrophore [1]:

Comme le montre la figure II.1, le skid hydrophore autonome est composé d'un groupe électropompe qui comprend 4 pompes, chacune équipée d'un variateur de vitesse, de type TECHNOVAR.

Il est alimenté par un coffret électrique autonome. La pression au refoulement des pompes est mesurée en permanence par un capteur de pression.

La pression de sortie est réglée sur une consigne (4,5 bar) fixée localement sur les variateurs de vitesse.

Suivant la demande, le nombre de pompe en service (max. 3) et leur vitesse change automatiquement de manière à maintenir la pression de consigne.

Un ballon anti-bélier limite les coups de bélier lors de variations de débit (arrêt brusque causé par une coupure d'électricité par exemple).

Les 4 pompes sont arrêtées sur détection du contact de niveau bas de la chambre de sortie du réservoir d'eau traitée, situé à 0,50 m du fond de la cuve.

Les 4 variateurs communiquent entre eux (per to per). Il suffit de changer la consigne de pression et les paramètres de régulation sur l'un d'entre eux pour qu'ils s'appliquent aux 3 autres.

II.2.1 Les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement de l'information qui délivre sous forme d'une grandeur physique une image de la grandeur mesurée, afin de commander les actionneurs et pré-actionneurs. On peut classer les capteurs selon la nature de la sortie délivrée en trois groupes : analogique, logique (TOR) ou numérique.

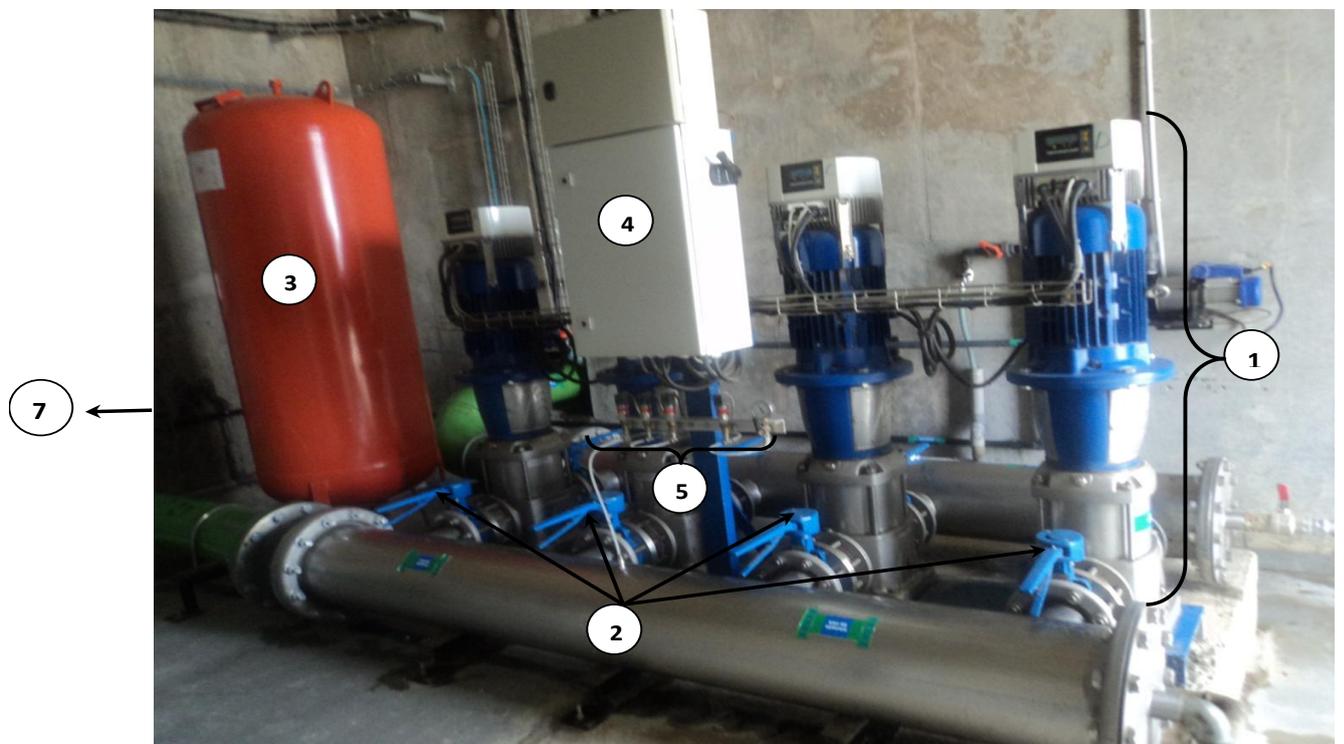
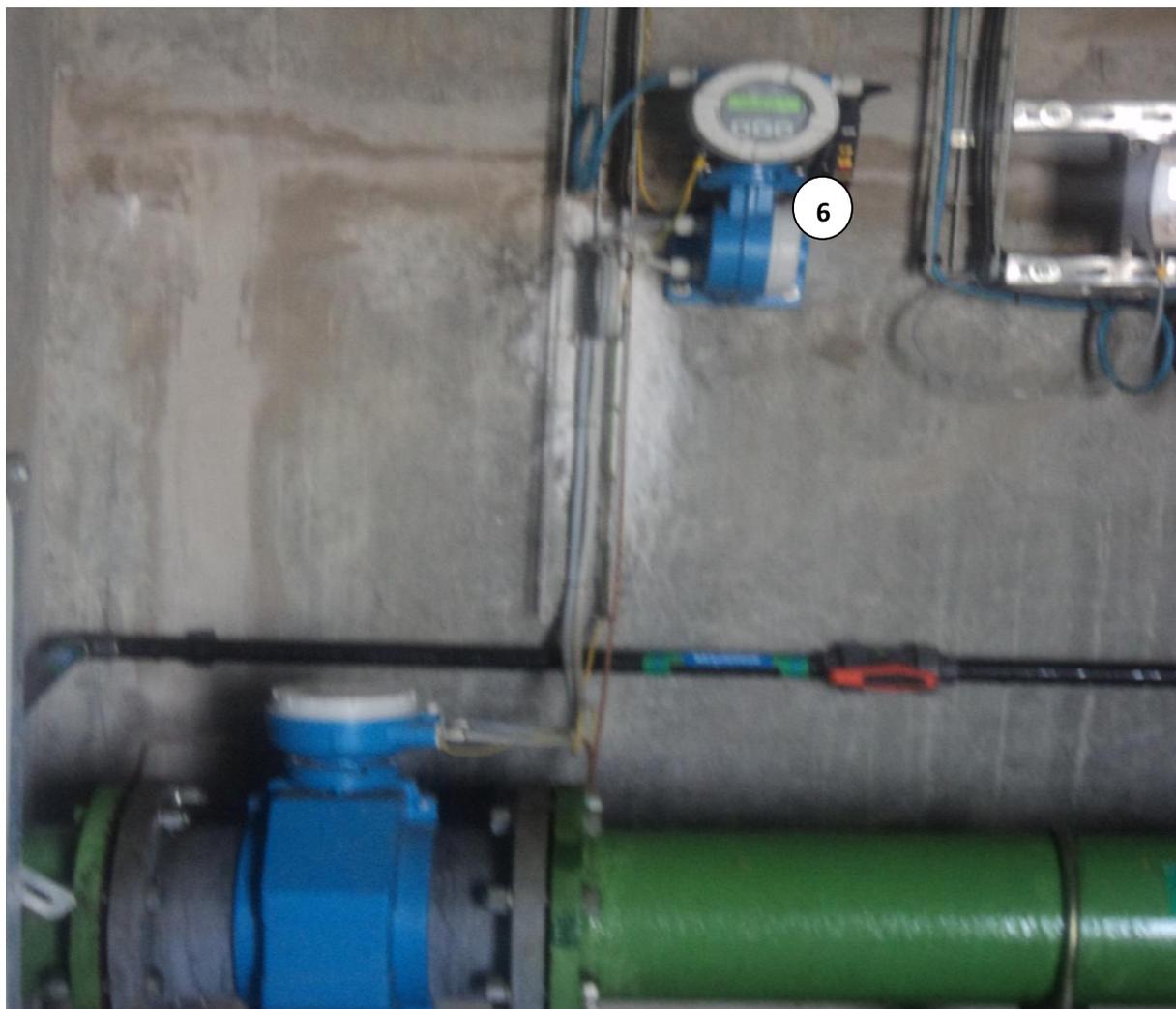


Figure II.1: Skid hydrophore

- 1- Groupe electropompe.
- 2- Vannes manuelles.
- 3- Ballon anti-bélier.
- 4- Coffret électrique autonome.
- 5- Capteur de pression.



6-Débitmètre electromagnetique

Dans notre cas les capteurs qui existent sont de nature analogique.

II.2.1.1 capteur de pression :

- **Définition de pression de service ou pression dans la conduite :**

C'est la force par unité de surface exercée sur une surface par un fluide s'écoulant parallèlement à la paroi d'une conduite.



Figure II.2 : Capteur de pression

- **Principe de fonctionnement :**

Comme le montre la figure II.2 le capteur de pression est plongé dans un liquide hydraulique. La séparation avec le fluide dont la pression est à mesurer est réalisée au moyen d'une membrane en acier inoxydable.

La déformation de la membrane sous l'action de la pression extérieure entraîne une variation de la pression hydraulique du liquide autour du capteur de pression.

Le capteur délivre un signal analogique proportionnel à la pression, converti en signal de sortie 4-20 mA.

II.2.1.2 Débitmètre électromagnétique Promag 10 W:

- **Le débit :**

Le débit, c'est la quantité de fluide qui s'écoule ou qui est fournie par unité de temps.

Un débitmètre électromagnétique permet de mesurer le débit d'eau avec une conductivité minimale de $50 \mu\text{S}/\text{cm}$, il permet de déterminer la vitesse du fluide conducteur devant la tête du capteur.



Figure II.3: Débitmètre électromagnétique

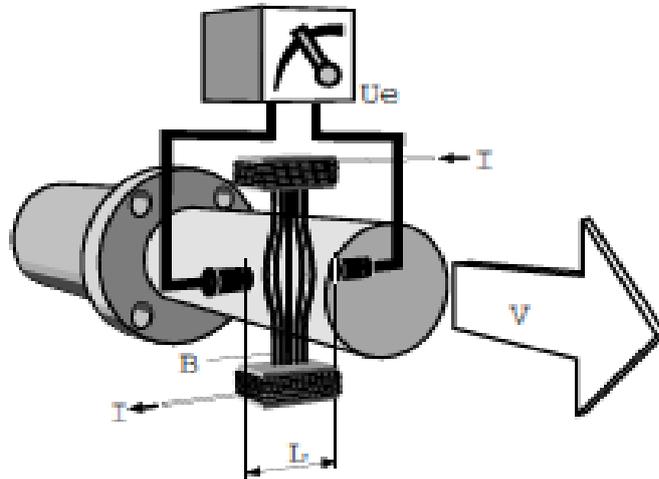
- **Principe de fonctionnement :**

Selon la loi d'induction de Faraday une tension est induite dans un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique.

Appliqué au principe de mesure électromagnétique, c'est le liquide traversant le capteur qui correspond au conducteur.

La tension induite, proportionnelle à la vitesse de passage, est transmise à l'amplificateur par deux électrodes de mesure.

On calcule le débit volumique par le biais de la section de tube. Le champ magnétique est engendré par un courant continu alterné.



$$U_e = B \cdot L \cdot v$$

$$Q = A \cdot v$$

U_e : tension induite.

B : induction magnétique (champ magnétique).

L : écart des électrodes.

V : vitesse d'écoulement de l'eau.

Q : débit volumique.

A : coefficient.

Une alarme « débit bas eau de service » est générée lorsque le débit descend en dessous du seuil de débit bas réglé en supervision.

II.2.2 Coffret électrique autonome:

Il sert à alimenter le skid hydrophore en énergie électrique, il est constitué d'un sectionneur général, de quatre disjoncteurs magnétothermique, d'un transformateur (commande), d'un relais de commande et d'un ensemble de borniers.



Figure II.4 : Coffret électrique autonome.

II.2.2.1 Sectionneur général:

Le sectionneur général (125 A, 800 V) est destiné à fermer ou à ouvrir un circuit électrique. Il permet d'isoler électriquement une installation ou un circuit électrique. Il est équipé généralement de fusibles (protection contre le court-circuit) et d'un dispositif de verrouillage pour une éventuelle consignation comme les opérations de maintenance, de dépannage ou de modification sur les circuits électriques.

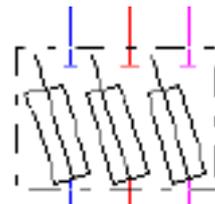


Figure II.5 : sectionneur général.

- **Les fusibles :**

La protection par fusible consiste à insérer dans le circuit à protéger, un élément faible (le moins résistant à la chaleur). En cas de surtension, le fusible est détruit afin d'ouvrir le circuit et ainsi de protéger le reste des composants.



Figure II.6 : fusible.

II.2.2.2 Disjoncteurs :

Un disjoncteur (20-25 A) est un organe électromécanique, voire électronique, de protection, dont la fonction est de couper le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il peut interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation.



Figure II.7 : Disjoncteur

II.2.2.3 Relais thermique :

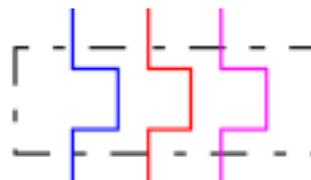


Figure II.8 : Relais thermique

Le relais thermique protège le moteur contre les surcharges de courant, l'intensité maximale admissible est réglable. Son action différentielle permet de détecter une différence de courants entre les phases en cas de coupure d'une liaison par exemple.

II.2.2.4 Transformateur :

Le transformateur abaisse la tension secteur à une valeur de 24 V pour garantir la sécurité des utilisateurs sur la partie commande.



Figure II.9 : Transformateur.

II.2.3 Des vannes :

Se sont des vannes manuelles, en aval et en amont de chaque pompe ce qui fait huit vannes, plus une neuvième vanne à l'entrée principale du skid.



Figure II.10 : vanne manuelle

II.2.4 Groupe électropompe :

Le groupe électropompe est composé de :

- Variateur de vitesse de type Technovar.
- Moteur asynchrone triphasé.
- Pompe centrifuge verticale multicellulaire.

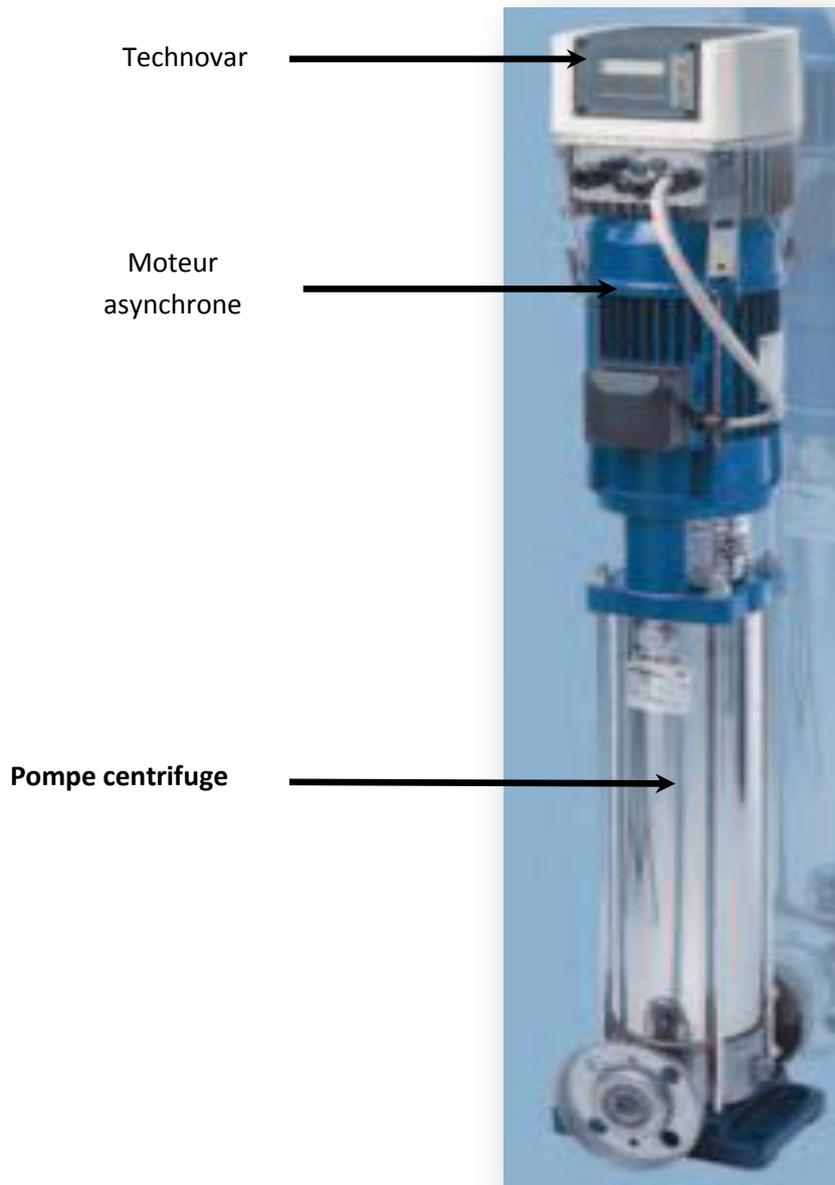


Figure II.11 : Groupe électropompe

II.2.4.1 Pompe centrifuge verticale multicellulaire:

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un [fluide](#).

Le type de pompe industrielle le plus commun est la pompe centrifuge. Il ya plusieurs types de pompes centrifuges et dans notre cas on a la verticale multicellulaire.

Définition :

Une pompe centrifuge verticale multicellulaire est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur.



Figure II.12 : Pompe centrifuge verticale multicellulaire.

I.2.4.2 Moteur asynchrone triphasé:

Un moteur transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, il s'impose en effet dans un grand nombre d'applications en raison des avantages qu'il présente : normalisé, robuste, simple d'entretien, facile à mettre en œuvre et de faible coût.

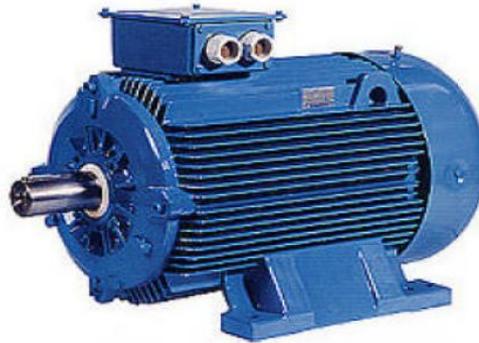


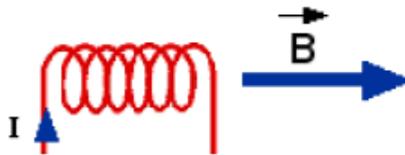
Figure II.13 : Moteur asynchrone

Il comporte deux parties principales : un inducteur ou stator et un induit ou rotor.

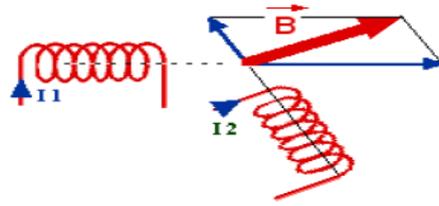
- **Principe de fonctionnement :**

Le principe des moteurs à courants alternatifs réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives.

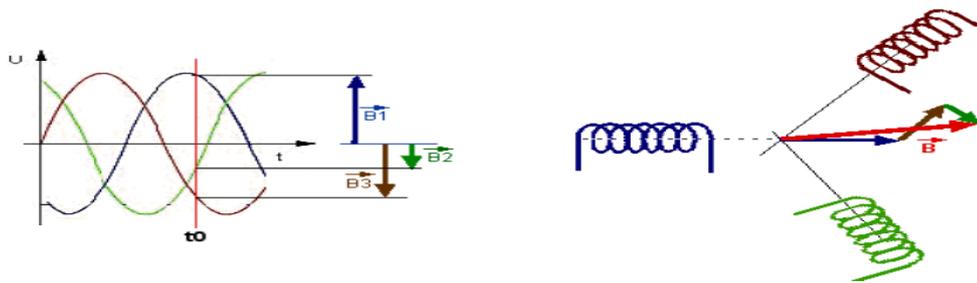
La circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique B . Ce champ est dans l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont en fonction du courant I .



Si le courant est alternatif, le champ magnétique varie en sens et en direction à la même fréquence que le courant. Si deux bobines sont placées à proximité l'une de l'autre, le champ magnétique résultant est la somme vectorielle des deux autres.

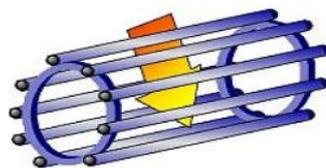


Dans le cas du moteur triphasé, les trois bobines sont disposées dans le stator à 120° les unes des autres, trois champs magnétiques sont ainsi créés. Compte-tenu de la nature du courant sur le réseau triphasé, les trois champs sont déphasés (chacun à son tour passe par un maximum). Le champ magnétique résultant tourne à la même fréquence que le courant.



Les 3 enroulements statoriques créent donc un champ magnétique tournant, sa fréquence de rotation est nommée fréquence de synchronisme.

Le stator est constitué de barres d'aluminium noyées dans un circuit magnétique. Ces barres sont reliées à leur extrémité par deux anneaux conducteurs et constituent une « cage d'écureuil ». Cette cage est en fait un bobinage à grosse section et très faible résistance. Cette cage est balayée par le champ magnétique tournant.



Les conducteurs sont alors traversés par des courants de Foucault induits. Des courants circulent dans les anneaux formés par la cage, les forces de Laplace qui en résultent exercent un couple sur le rotor. D'après la loi de Lenz les courants induits s'opposent par leurs effets à la cause qui leur a donné naissance. Le rotor tourne alors dans le même sens que le champ mais avec une vitesse légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme de ce dernier.

Le rotor ne peut pas tourner à la même vitesse que le champ magnétique, sinon la cage ne serait plus balayée par le champ tournant et il aurait disparition des courants induits et donc des forces de Laplace et du couple moteur. Les deux fréquences de rotation ne peuvent donc pas être synchrones d'où le nom de moteur asynchrone.

II.2.4.3 Technovar [1] :

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation.

Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation.

Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence. La consigne de vitesse est en général fournie sous forme d'une tension de 0 à 10 V par exemple.

Une protection du moteur est intégrée au variateur. Le courant électrique issu du réseau est dans un premier temps converti en courant continu, il est ensuite reconverti en courant alternatif par un onduleur mais avec une fréquence différente.

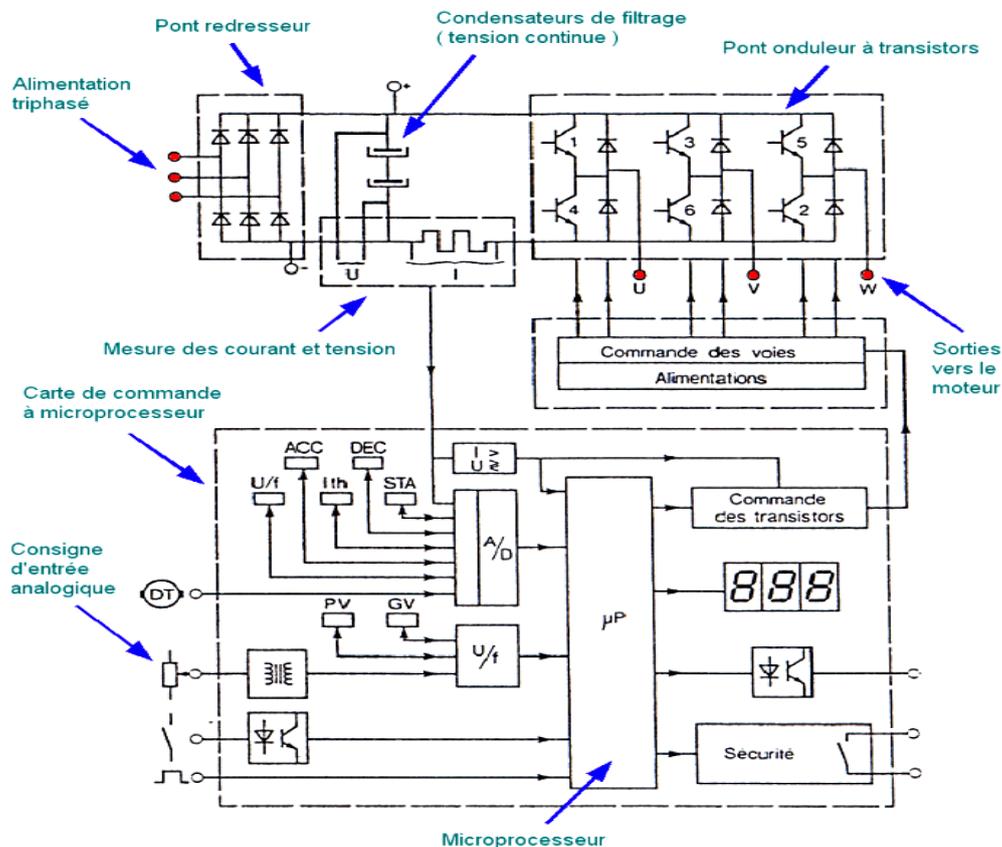


Figure II.14: Schéma interne d'un variateur [3]

Dans notre cas on va étudier un variateur de vitesse de type Technovar.

Le **TECHNOVAR** est un système de commande par microprocesseur adapté aux pompes centrifuges. Sa fonction va bien au-delà de la simple régulation de vitesse du moteur.

Il gère les performances de la pompe afin de s'adapter aux différents impératifs de l'installation et d'exploitation. Il est compatible avec la plupart des types de pompes centrifuges.



Figure II.15 : Technovar

Cet équipement a été développé pour piloter des pompes, il fait varier la vitesse de rotation (fréquence) de la pompe pour faire correspondre exactement les caractéristiques hydrauliques de la pompe centrifuge à celle des exigences (débit, pression de réseau, nombre de vannes....) de l'installation.

Le technovar est en mesure de piloter tous les moteurs triphasés.

- **Caractéristiques de technovar :**

- Type : HV 3.11

- Puissance nominale : 11kw

- Courant nominal : 23 A

- **Panneau avant :**

En utilisant les touches du panneau avant on peut régler les différents paramètres des quatre pompes (matrice, voir annexe).

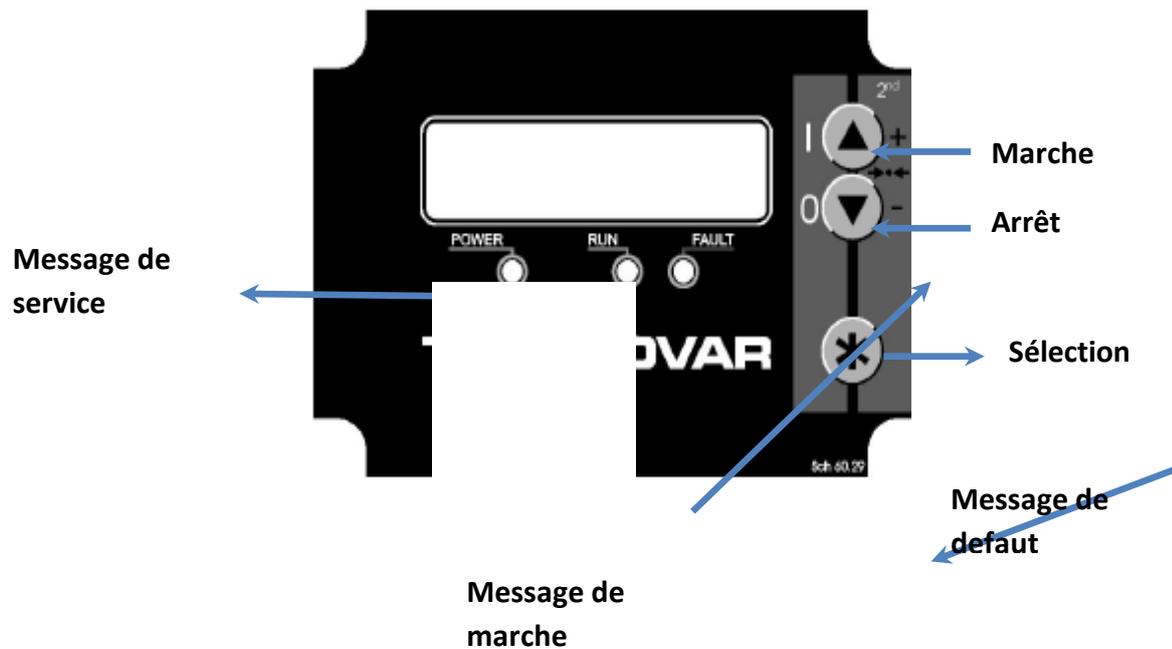
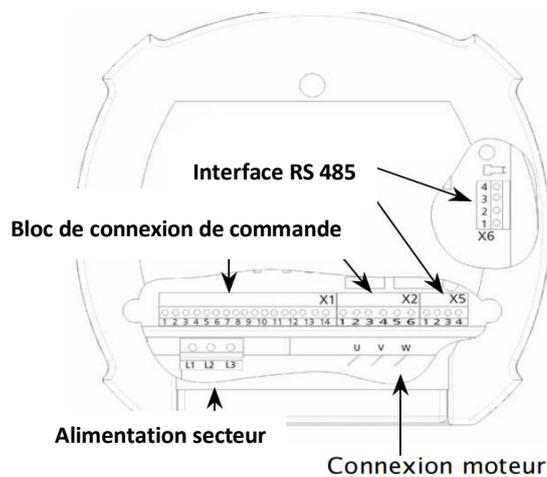


Figure II.16 : Panneau avant

- **Bloc de connexion de tension principale :**



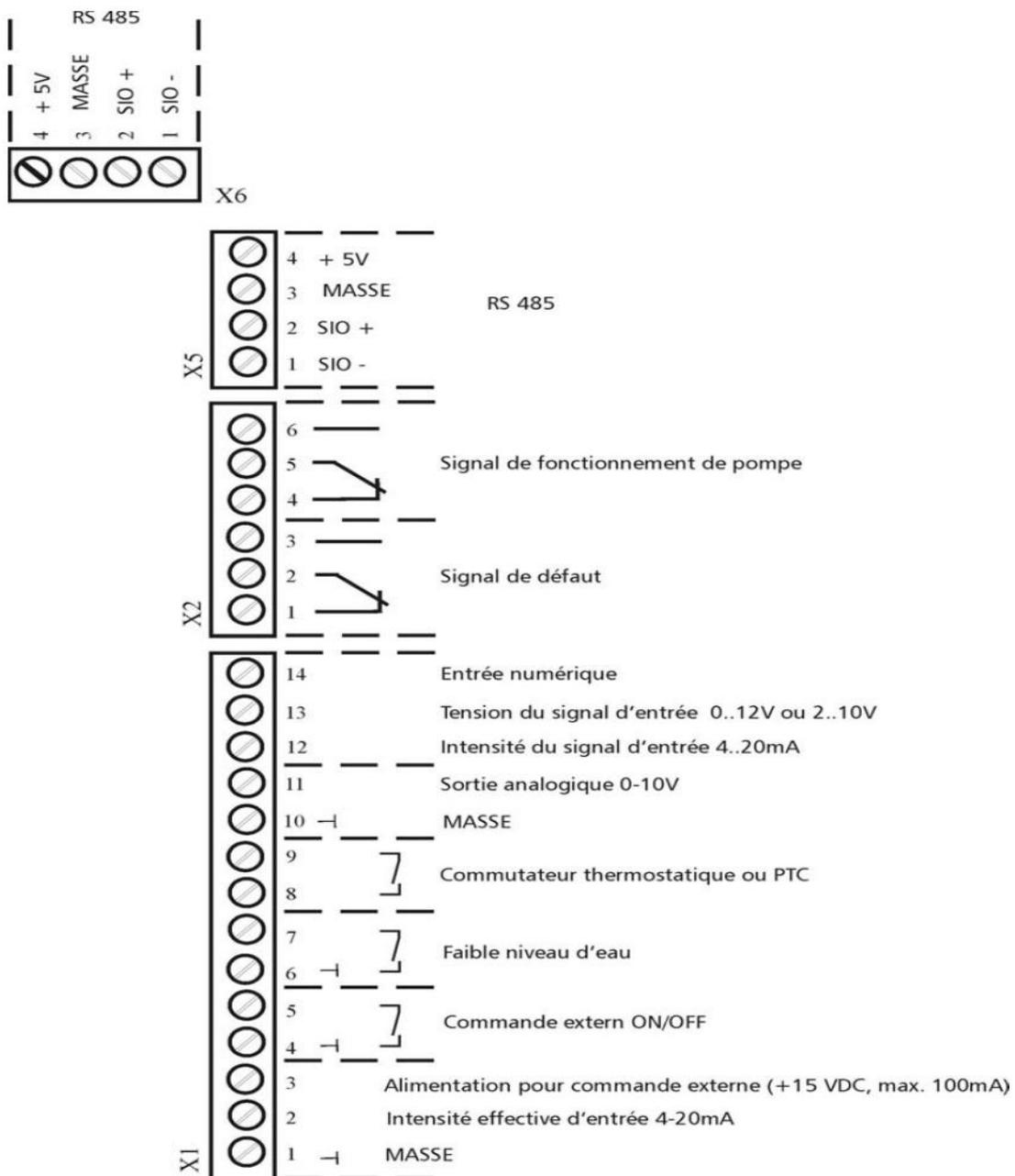
L'interface RS 485 : il sert à la communication entre les quatre variateurs.

Bloc de communication de commande : il représente toutes les connexions pour les signaux de commande.

Alimentation secteur : c'est l'alimentation du technovar, venant du coffret électrique.

Alimentation moteur : c'est l'alimentation du moteur venant du technovar.

- **Blocs de connexion de commande :**

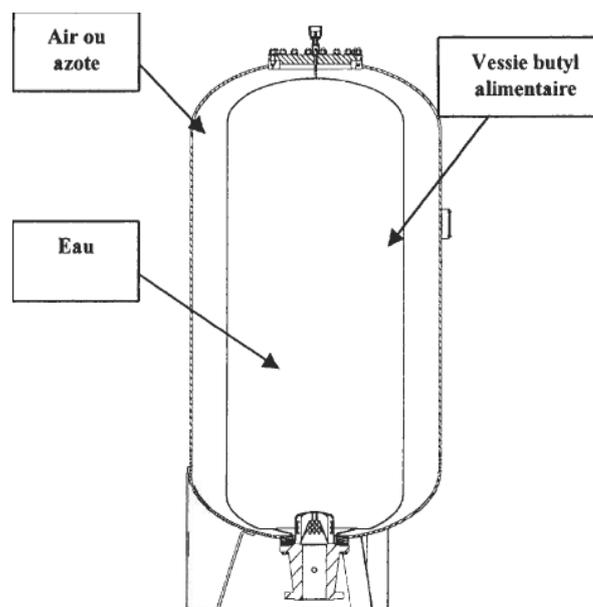


II.2.5 Ballon anti-bélier :



Figure II.17 : Ballon anti-bélier

Le ballon anti-bélier (hydrochoc), est un réservoir en acier ayant une vessie butyl alimentaire.



- **Caractéristiques :**

Volume : 500 litres

Type : vertical

Dimension : **H**= 2030 mm, **Ø**= 630 mm, **Poids**= 122 kg.

Pression d'utilisation : 10 bars.

Type de gaz de pressurisation : air.

Pression maximum : 5 bars.

$\frac{2}{3}$ du ballon anti-bélier est rempli d'eau et $\frac{1}{3}$ d'air, son rôle est de protéger les pompes côté refoulement des coups de bélier en cas d'un arrêt brusque des pompes (coupure brusque du courant, arrêt volontaire des pompes...).

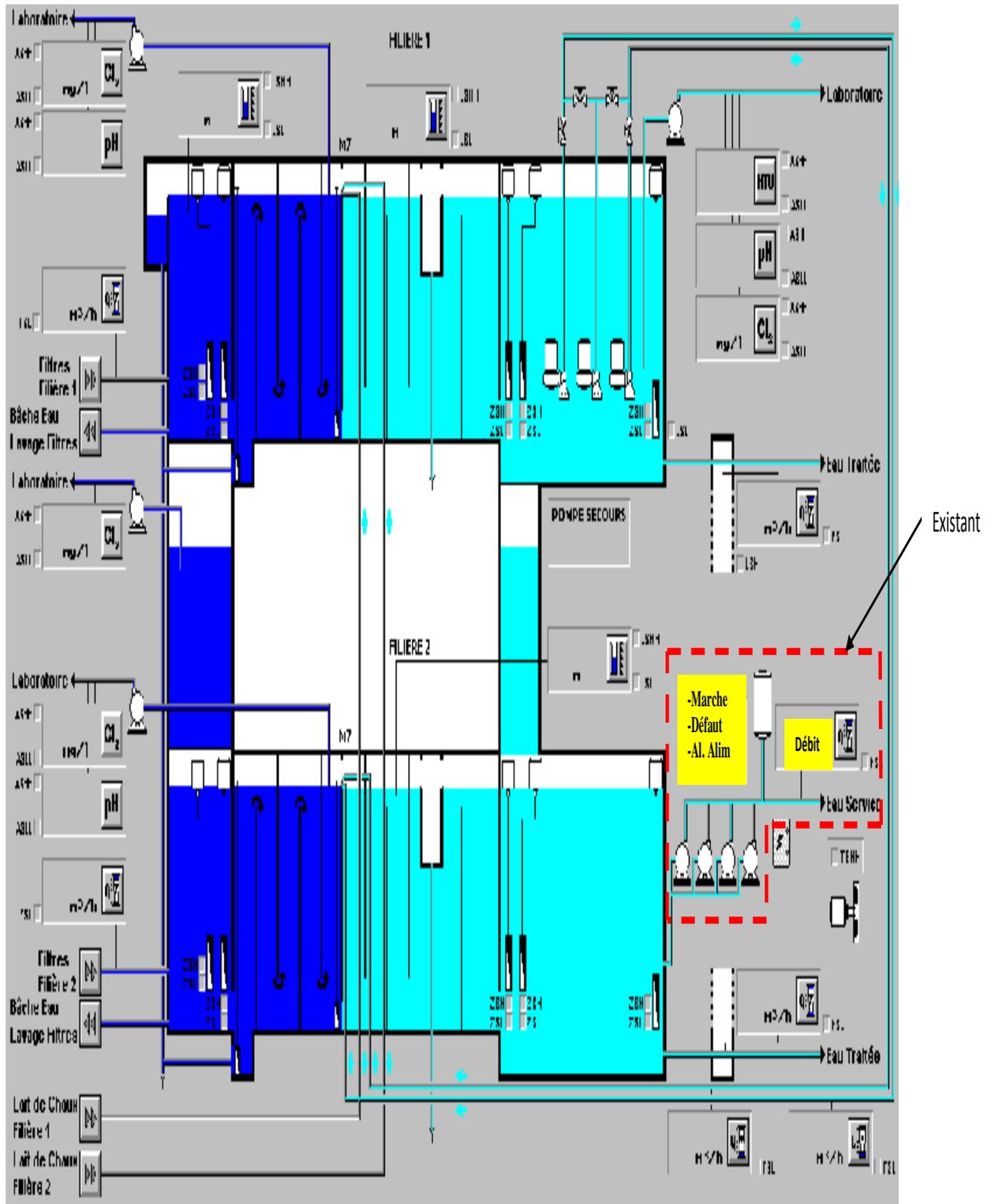


Figure II.18 : Design existant de la station

Problématique

Actuellement le skid hydrophore fonctionne de manière autonome. Comme le montre la Figure II.18, les informations récupérées au niveau de la salle de contrôle sont :

- Retour de marche global du groupe.
- Défaut général du groupe.
- Présence de l'alimentation du coffret électrique.
- Débit d'eau.

L'insuffisance de ces informations qui est un inconvénient majeur nous a poussés à proposer la solution suivante :

Solution proposée

Comme le ballon anti-bélier est un équipement essentiel qui sert à protéger les pompes contre les coups de bélier alors notre travail est focalisé en grande partie sur ce dernier.

Les améliorations que nous avons proposées sont citées ci-dessous :

- ❖ Equiper le ballon d'un pressostat permettant de savoir sa pression intérieure.
Le placement du pressostat, des deux capteurs liquipoint T et leur raccordement avec le Nivotester FTW 325 se fait comme le montre la Figure II.19.
- ❖ Introduire un automate programmable dans le réseau Ethernet actuel (voir annexe B) afin de piloter le skid en récupérant des informations de ce dernier (pression, débit, niveau d'eau max et min....)
- ❖ Introduction d'un compresseur afin de fournir de l'air comprimé au ballon.
- ❖ Equiper le ballon de deux capteurs liquipoints T permettant de savoir son niveau d'eau, et d'un Nivotester FTW 325.

Liquipoint T FTW 31, FTW 32 :

Les capteurs liquipoints T sont utilisés pour la détection de niveau dans les liquides conducteurs, ils possèdent deux, trois ou cinq tiges.

=

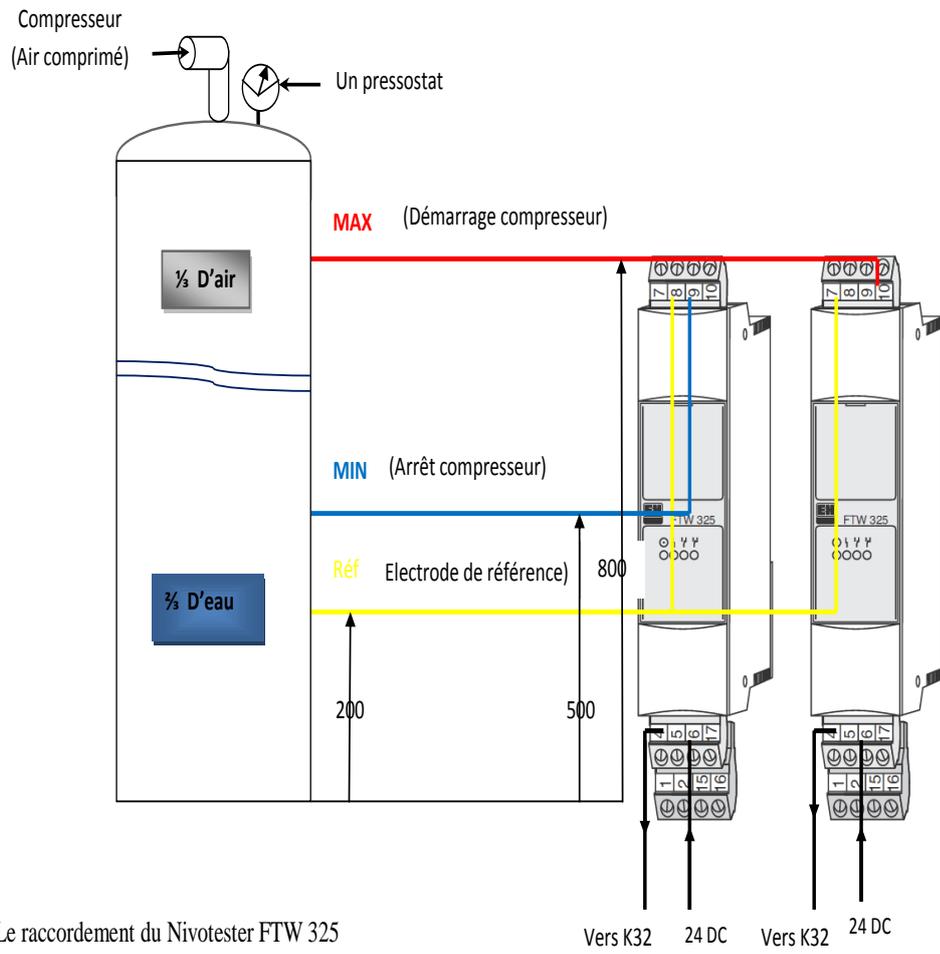


Figure II.19 : Le raccordement du Nivotester FTW 325

Le choix de nombre de tiges ou sondes dans un liquipoint T est défini selon le besoin.
Dans notre cas on a besoin de deux liquipoints T ayant deux tiges. Une tige de sonde max ou min plus une électrode de référence.



Figure II.20 : Liquipoint T.

Principe de fonctionnement :

Dans le cas d'un ballon vide, on mesure une tension alternative entre les tiges de sonde. Mais dès que le liquide conducteur dans le ballon, il crée une liaison entre la tige de sonde de masse (électrode de référence) et la tige de sonde max ou min, on mesure un courant et le Liquipoint T commute.

En utilisant une tension alternative, on évite la corrosion des tiges de sonde et la décomposition électrolytique du produit.

Nivotester FTW325 :

Le FTW 325 est un détecteur de niveau et transmetteur pour le raccordement à des sondes conductives.

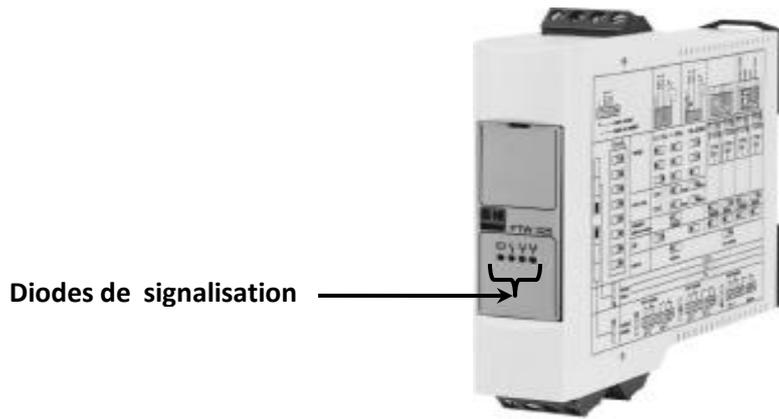


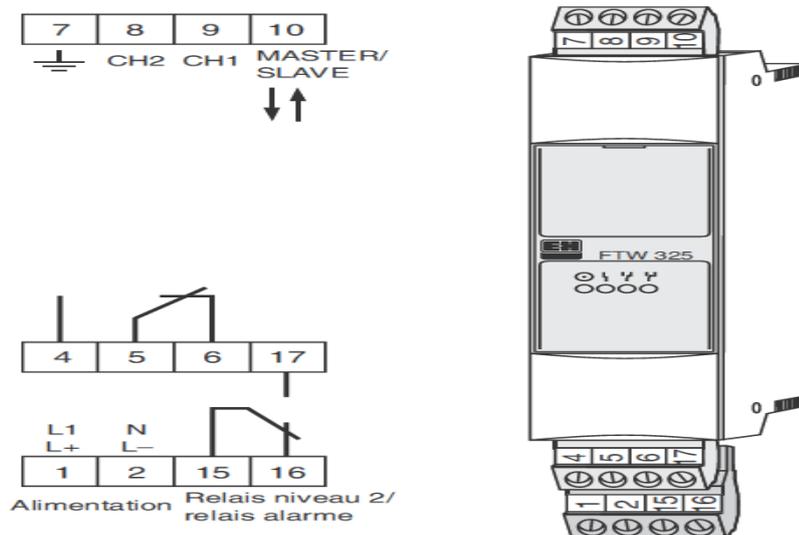
Figure II.21 : Nivotester FTW 325

- Diode verte  Appareil prêt à fonctionner.
- Diode rouge  Message alarme.
- Diode jaune  Relais de niveau 1 attiré.
- Diode jaune  Relais de niveau 2 attiré.

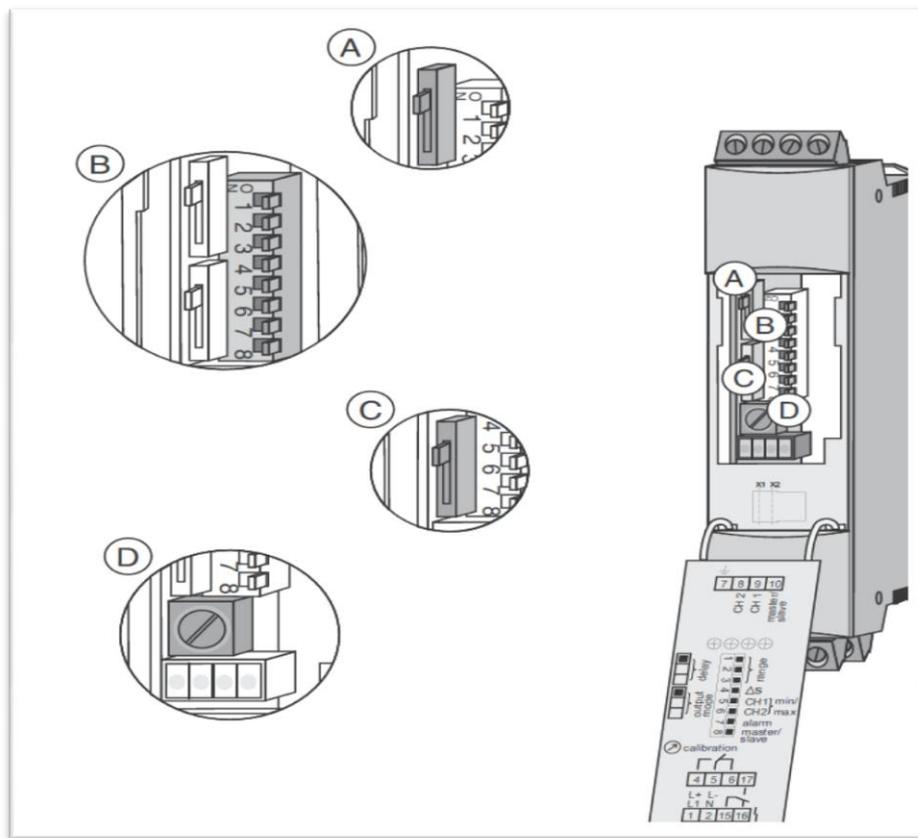
• **Bornes de raccordement :**

Comme le montre la figure ci dessous on a :

- 4 bornes à visser : alimentation de sonde.
- 3 bornes à visser : relais de seuil.
- 3 bornes à visser : relais d'alarmes /relais de niveau.
- 2 bornes à visser : énergie auxiliaire.



- *Eléments de commande :*



A → Réglage de la temporisation: 0,5 s; 2,0 s; 6,0 s

B → Micro-commutateurs :

1 : jusqu'à 1,0 k Ω

2 : jusqu'à 10,0 k Ω

3 : jusqu'à 200,0 k Ω

4 : Δs (commande de pompe)

5 : voie 1 (CH1) MIN/MAX

6: voie 2 (CH2) MIN/MAX

7 : surveillance de ligne on/off

8 : réglage maître/esclave

C → Configuration sortie 2 :

– Second relais de niveau pour CH1 (sonde max.)

– Relais de niveau pour CH2 (sonde min.)

– Relais d'alarme

D → Potentiomètre d'étalonnage

- **Fonction :**

Le Nivotester délivre une faible tension alternative au point de mesure par le biais du câble signal.

Le câble est relié à la sonde de masse ou au réservoir métallique et à la sonde de mesure.

Si un produit électriquement conducteur entre en contact avec la sonde de mesure, la tension chute, en provoquant la commutation du/des relais.

- **Transmission du signal :**

Le Nivotester alimente la sonde conductive par le biais d'un câble en courant alternatif. Lorsque le produit atteint le point de commutation de la sonde, la tension entre sonde et Nivotester se réduit.

Les relais de sortie au Nivotester commutent selon la commutation de sécurité réglée.

L'état de commutation des relais est affiché sur la plaque frontale du Nivotester à l'aide de deux diodes jaunes.

- **Commutation de sécurité :**

Le choix de la commutation de sécurité influence sur le fonctionnement des relais en sécurité courant de repos.

- **Sécurité maximum** : le relais retombe lorsque le point de commutation est dépassé par excès (sonde recouverte), en présence d'un défaut ou d'une coupure de l'alimentation.

- **Sécurité minimum** : le relais retombe lorsque le point de commutation est dépassé par défaut (Sonde découverte), en présence d'un défaut ou d'une coupure de l'alimentation.

II.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudiés le SKID HYDROPHORE ainsi que son fonctionnement. Ce dernier, de construction simple et de fonctionnement autonome, présente un inconvénient majeur pour la supervision, à partir de laquelle, nous pouvons visualiser que quelques informations.

Dans un premier temps nous avons apporté des améliorations au ballon et nous avons préconisé d'utiliser un automate programmable dont son étude sera l'objectif du chapitre III.

CHAPITRE III

Les automates programmables industriels

III.1 Introduction :

L'intégration de l'automate programmable renforce le degré de fiabilité de l'équipement et offre une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement.

Aujourd'hui, l'automate programmable n'est plus seulement une machine séquentielle mais il est beaucoup plus considéré comme un calculateur de processus grâce aux énormes progrès quant à la structure de base, la qualité et la diversité des outils proposés.

Ce chapitre sera consacré à la présentation des automates programmables industriels de la firme Schneider et leur langage de programmation PL7 Pro.

III.2 Généralités [4] :

III.2.1 Définition générale d'un A.P.I :

Un **Automate Programmable Industriel (API)** est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels en temps réel par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les prés actionneurs, à partir des données d'entrées (capteurs), de consignes et d'un programme informatique.

III.2.2 Architecture des automates programmables industriels :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

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

De type modulaire : le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées /sorties résident dans des unités séparés (module) et sont fixées sur un ou plusieurs racks.

III.2.3 Structure interne des automates programmables :

La structure interne de l'automate est représentée par la figure III.1, on distingue les parties suivantes :

Le module d'alimentation : il est composé de blocs qui permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement.

L'unité centrale (CPU) : c'est la partie intelligente de l'automate, elle supporte les éléments internes tels que les indicateurs, les registres de données. Les différents éléments sont accessibles au système par un bus interne.

La mémoire : c'est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer l'information (RAM ET ROM).

Modules d'entrées/sorties : elles permettent l'échange de l'information avec l'environnement extérieur de l'automate. La forme des signaux d'entrées diffère selon les informations qu'ils transportent :

- ✓ Signaux numériques.
- ✓ Signaux analogiques.
- ✓ Signaux tout ou rien.

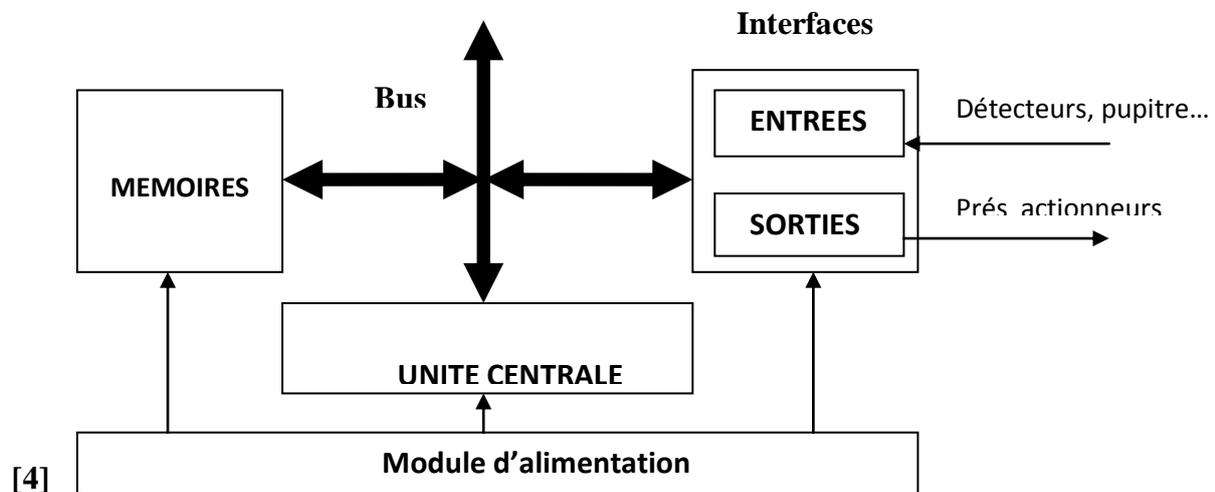


Figure III. 1 : Structure interne des automates programmables.

III.3 Choix de l'API :

Le choix d'un automate programmable industriel se fait selon les critères suivants :

- Le nombre d'entrées et sorties.
- La nature des entrées et sorties (numérique, analogique).
- La capacité de traitement des processeurs (vitesse, donnée, opération....).
- Le langage de programmation et la communication avec d'autres automates.

III.4 Les différentes gammes d'automates Télémécanique [5]:

Schneider Electric propose une gamme d'automates et de produit d'automatisation complète par le biais de sa filiale Télémécanique. Les automates mis sur le marché sont :

III.4.1 Modules programmables Zelio Logic :

Les modules Zelio Logic sont destinés à la réalisation de petits équipements d'automatisme. Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie.

III.4.2 Contrôleurs programmables Twido :

Il existe deux types de contrôleurs programmables Twido de bases modulaires et de bases compactes.



Compacte



Modulaire

III.4.3 Automate Modicon TSX Micro :

La gamme des automates Micro se compose de plusieurs types d'automates :

- Les automates TSX 37-05, TSX 37-08 et TSX 37-10, à la fois compacts et modulaires qui intègrent de base un ou deux modules d'entrées/sorties TOR selon le type,
- les automates modulaires TSX 37-21 et TSX 37-22.

III.4.4 Modicon Premium :

Les processeurs des plates-formes d'automatisme Premium TSX P57 gèrent l'ensemble d'une station automate constituée de modules d'entrées/sorties "Tout ou Rien", modules de sécurité Preventa, de modules d'entrées/sorties analogiques et de modules métiers qui peuvent être répartis sur un ou plusieurs racks.

III.4.4.1 Les caractéristiques de la gamme PREMIUM :

Elle se caractérise par :

- Un automate très performant avec résolution optimal des problèmes.

- Des Racks d'extension pour des architectures multi racks.
- Riche gamme de CPU.
- Jusqu'à 7 MO de mémoire programme.
- Compacité et module d'E/S haute densité.
- Large possibilité de bus capteurs/actionneurs.
- Port Ethernet TCP/IP intégré dans de nombreux processeurs.

L'automate de la gamme premium que nous avons utilisé pour piloter le skid est le TSX P 57 2623 et à part les caractéristiques citées ci-dessus, ce choix est fait par rapport aux deux autres critères qui sont:

- Le réseau Ethernet ou nous devons introduire notre automate contient que des TSX P 57 2623.
- La disponibilité de cet automate (se familiariser avec l'automate et tester le programme).

III.5 Présentation de l'automate TSX P57 2623 [6] :

III.5.1 Module d'alimentation (PSY 2600) :

Le module d'alimentation PSY 2600 est destiné à l'alimentation du rack et de ses modules d'Entrées/Sorties.

Choisi en fonction :

En primaire

- ✓ Tension nominale : 100...240V
- ✓ Fréquence nominale : 50-60HZ

En secondaire :

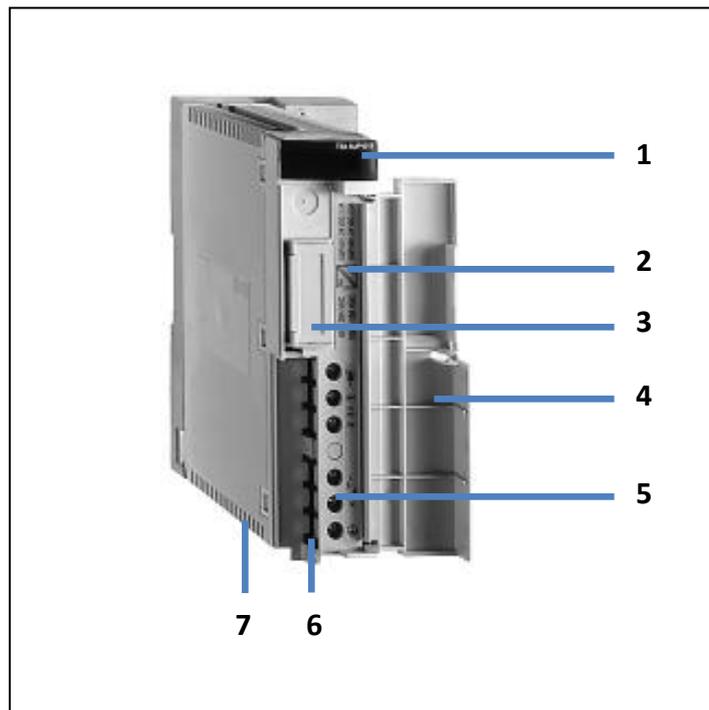
- ✓ Puissance Utile Totale : 26W
- ✓ Tension de sortie : 5-24V
- ✓ Protection intégrées contre les surcharges et les courts-circuits et les surtensions

Il est composé de :

1-Bloc de visualisation.

2-Un bouton poussoir RESET.

- 3-Un emplacement pile de sauvegarde de la RAM interne.
- 4-Un volet assurant la protection de la face avant du module.
- 5-Un bornier de raccordement à vis.
- 6-Un passage pour collier de serrage des câbles.
- 7-Un fusible de protection.



TSX PSY 2600M

III.5.2 Unité centrale (TSX P57 2623) :

III.5.2. 1 Présentation :

La **CPU** (**C**entral **P**rocessing **U**nitte) est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme et commande les sorties. Le programme utilisateur est transféré dans la CPU depuis une console de programmation.

Le processeur TSX P57 2623 avec un port Ethernet intégré comprend :

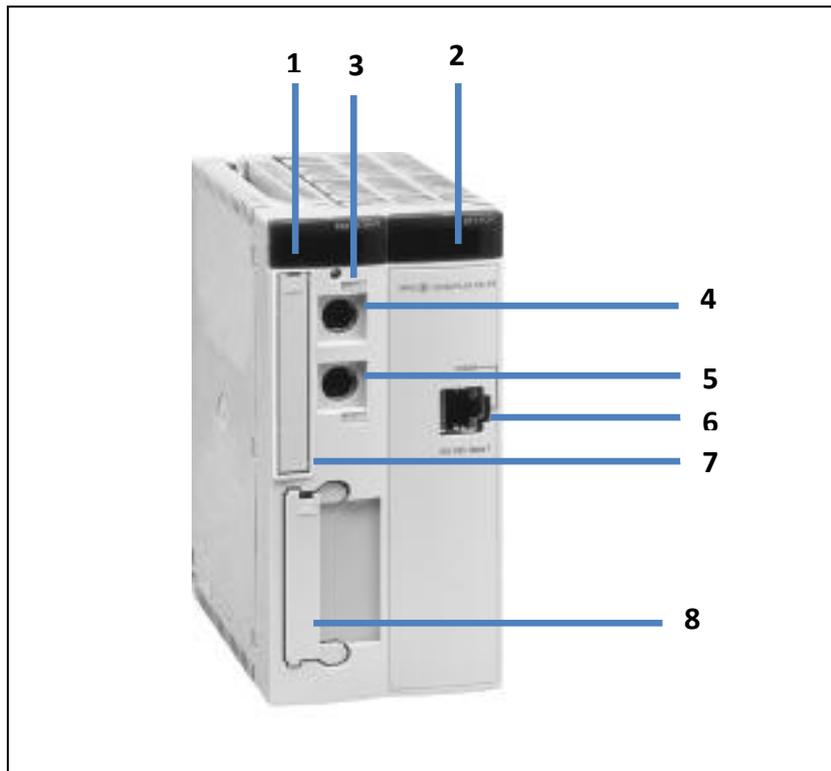
- 1-Un bloc de visualisation de 5 voyants de contrôle processeur.
- 2-Un bloc de visualisation de 5 voyants du port Ethernet.
- 3-Un bouton RESET (démarrage à froid de l'automate).
- 4-Un connecteur mini-DIN femelle de 8 contacts repéré TER (Raccordement d'un terminal de programmation ou de réglage).

5-Un connecteur mini-DIN de femelle de 8 contacts repéré AUX (Raccordement d'un périphérique).

6-Un connecteur type RJ45 pour le raccordement au réseau Ethernet.

7-Un emplacement PCMCIA (n°0) pour accueil d'une carte d'extension mémoire.

8-Un emplacement PCMCIA (n°1) pour accueil d'une carte de communication ou d'extension mémoire SRAM de 4 Mo pour stockage de données additionnelles.



TSX P57 2623/3623M

III.5.2.2 Caractéristiques :

- ✓ Nombre de racks : → 16 pour (4/6/8 emplacement).
→ 8 pour (12 emplacement).
- ✓ Nombre d'emplacement maximal pour modules : → 128.
- ✓ Nombre maximal E/S TOR : → 1024.
- ✓ Nombre maximal E/S analogiques : → 80.

III.5.3 Modules de signaux :

Les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU de l'automate et le processus commandé. Il existe plusieurs modules de signaux.

III.5.3.1 Modules analogiques :

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

➤ **Module AEY 800**

Le module TSX AEY 800 est une chaîne d'acquisition multi-gamme à 8 voies isolées entre elles. Ce module offre suivant la configuration, pour chacune des entrées une large plage de sélections, il est caractérisé comme suit :

-Gamme $\pm 10V$, $0 \dots 10V$, $0 \dots 5V$, $1 \dots 5V$.

-Boucle de courant $0-20mA$, $4-20Ma$.



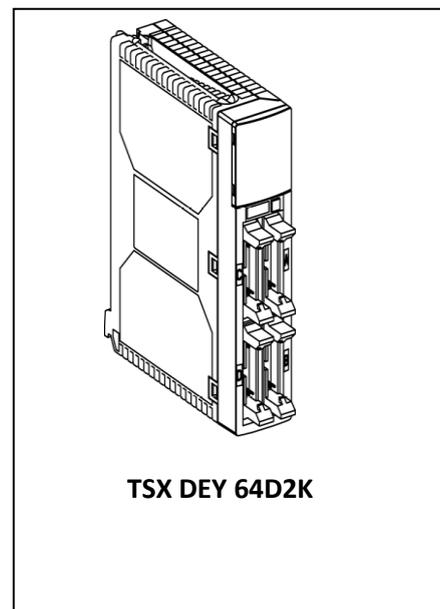
➤ **Module ASY800 :**

Le module TSX ASY 800 dispose de 8 sorties avec point commun. Il offre, suivant le choix fait par configuration, pour chacune des sorties, la gamme suivante : $\pm 10V$, $0 \dots 20mA$, $4 \dots 20mA$ sans alimentation externe.



III.5.3.2 Modules d' E/S TOR (DEY 64 D2K, DSY 64 T2K):

Les modules d'entrées /sorties TOR sont des interfaces pour signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate de la norme TSX Premium des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers.



III.6 Les racks TSX RKY :

Les racks TSX RKY sont les éléments de base de la plate-forme d'automatisme premium. Pour répondre aux besoins de l'utilisateur, plusieurs types de racks sont proposés (4, 6, 8 ou 12 positions).

La figure III.2 montre les différents types de racks qui existent

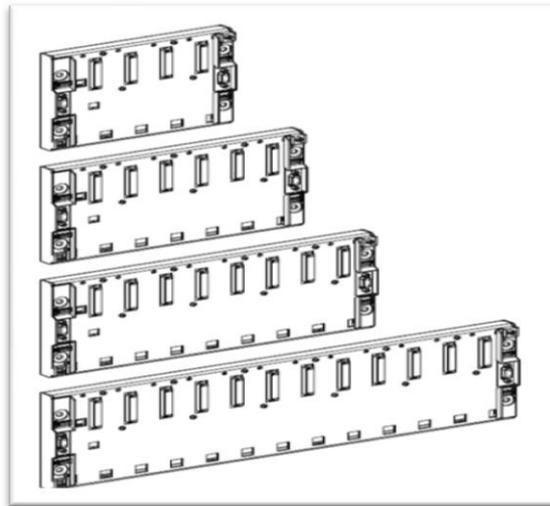


Figure III.2 : les différents types de racks

III.7 Console de programmation (PG OU PC) :

Les consoles de programmation sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et les données du processus ainsi que la suppression du programme.

III.8 Présentation du logiciel PL7 PRO [7] :

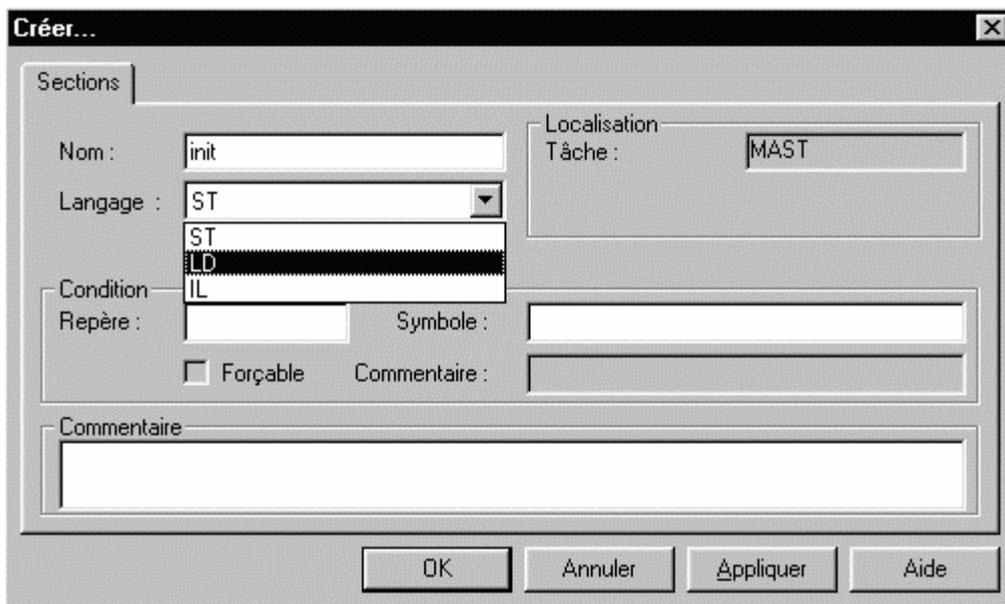
III.8.1 Définition :

Le PL7 PRO est l'outil de base pour la configuration et la programmation de système d'automatisation de la télémécanique Schneider-Electric.

PL7 PRO offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- ✓ Configuration et paramétrage du matériel ;
- ✓ La création de programme ;
- ✓ Test, mise en service, et maintenance de l'installation d'automatisation ;
- ✓ Fonction de diagnostic et d'exploitation lors de perturbations dans l'installation ;

Le PL7 Pro offre la possibilité de programmer en quatre modes différents :



LD : Langage à contact

ST : Littéral structuré

IL : Liste d'instruction

G7 : grafcet

III.8.2 Langage à contact (Ladder) :

Le langage à contact ou bien Ladder (LD) est un langage graphique très utilisé par les électriciens. Il permet la transcription des schémas à relais.

Il utilise les symboles graphiques standards :

- Contacts,
- Bobines,

➤ Blocs,

Une section de programme écrite en langage à contacts se compose d'une suite de réseaux de contacts exécutés séquentiellement par l'automate.

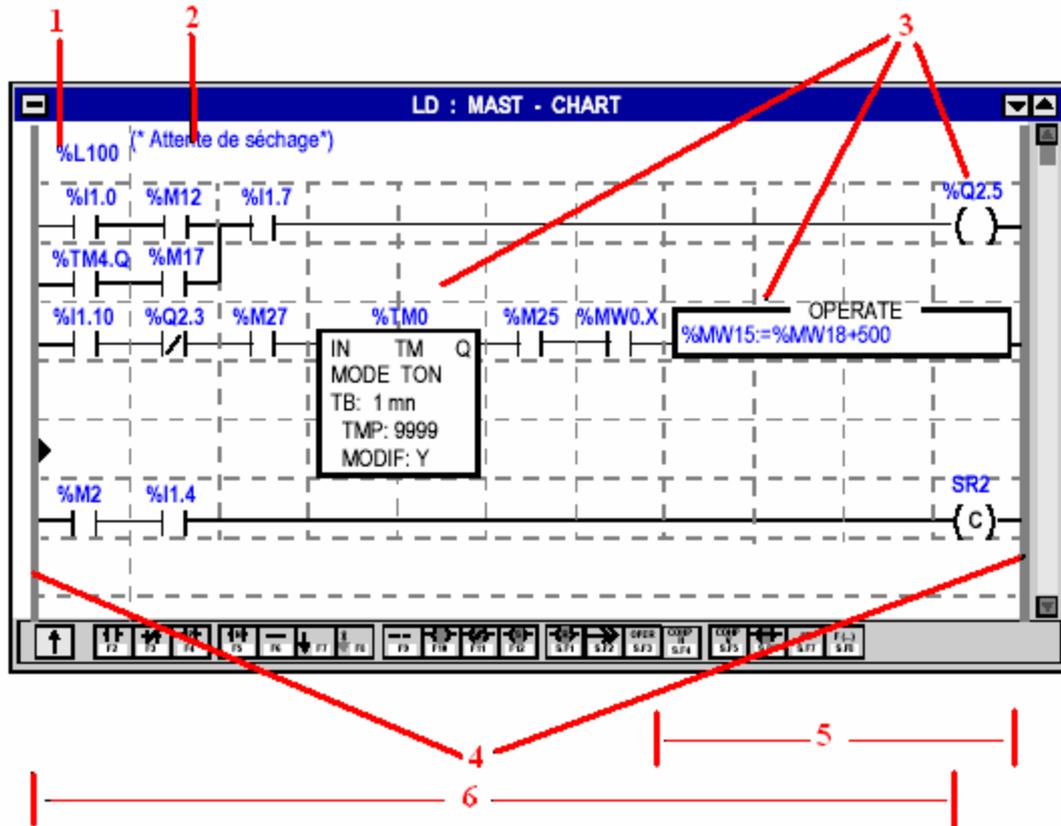


Figure III.3 : Structure d'une section en langage contact

- 1- Etiquette,
- 2- Commentaire,
- 3- Eléments graphiques,
- 4- Barre de potentiel,
- 5- Zone action,
- 6- Zone test.

III.9 Conclusion :

Le choix du matériel est une étape très importante et très sensible dans n'importe quelle étude et réalisation afin d'optimiser la solution tout en minimisant les coûts.

Le choix d'un équipement se fait par critères de sélection ; en tenant compte de sa compatibilité avec le matériel en place ainsi de sa rigidité, sa fidélité, son adaptation par rapport au milieu, son rendement au cours du temps et surtout sa maintenance.

CHAPITRE IV

Elaboration des plans électriques

IV.1 Introduction :

L'Interface **H**omme **M**achine (**IHM**), définit les moyens et outils mis en œuvre, afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec une machine. Les ingénieurs en ce domaine étudient la façon dont les humains interagissent avec les ordinateurs ou entre eux à l'aide d'ordinateurs, ainsi que la façon de concevoir des systèmes qui soient ergonomiques, efficaces, faciles à utiliser ou plus généralement adaptés à leur contexte d'utilisation

Ce chapitre sera consacré à l'élaboration des différents schémas de commande et de puissance (partie compresseur et pompe), à l'aide du logiciel **SEE TECHNICAL** ainsi que la partie logicielle (partie PL7 PRO et IHM).

IV.2 Elaboration du circuit de commande et de puissance :

Le circuit de commande et de puissance est élaboré en trois parties :

IV.2.1 Partie A : Technovar (Pompe Centrifuge).

Dans cette partie nous avons élaboré des schémas de puissance des quatre variateurs de vitesse Technovar ainsi que la partie commande de ce dernier.

Actuellement le skid est piloté par le variateur de vitesse Technovar donc c'est lui le maître et la pompe l'esclave.

Après l'introduction de l'automate programmable les rôles ont changé de ce fait l'automate devient le maître et le variateur l'esclave.

Tous les schémas électriques sont élaborés en tenant compte de ce principe (maître/esclave).

- **Elaboration du module de puissance :**

La figure IV.1 représente le schéma de puissance de la pompe A et idem pour les pompes (B, C, D) qui sont illustrées respectivement sur les figures IV.2, IV.3, IV.4.

L1, L2, L3 : représente l'alimentation triphasée reliée au bornier du technovar.

SG : sectionneur général ou d'isolement.

QM1 : disjoncteur thermique.

KM1 : C'est un contacteur qui permet d'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable.

U, V, W : alimentation moteur.

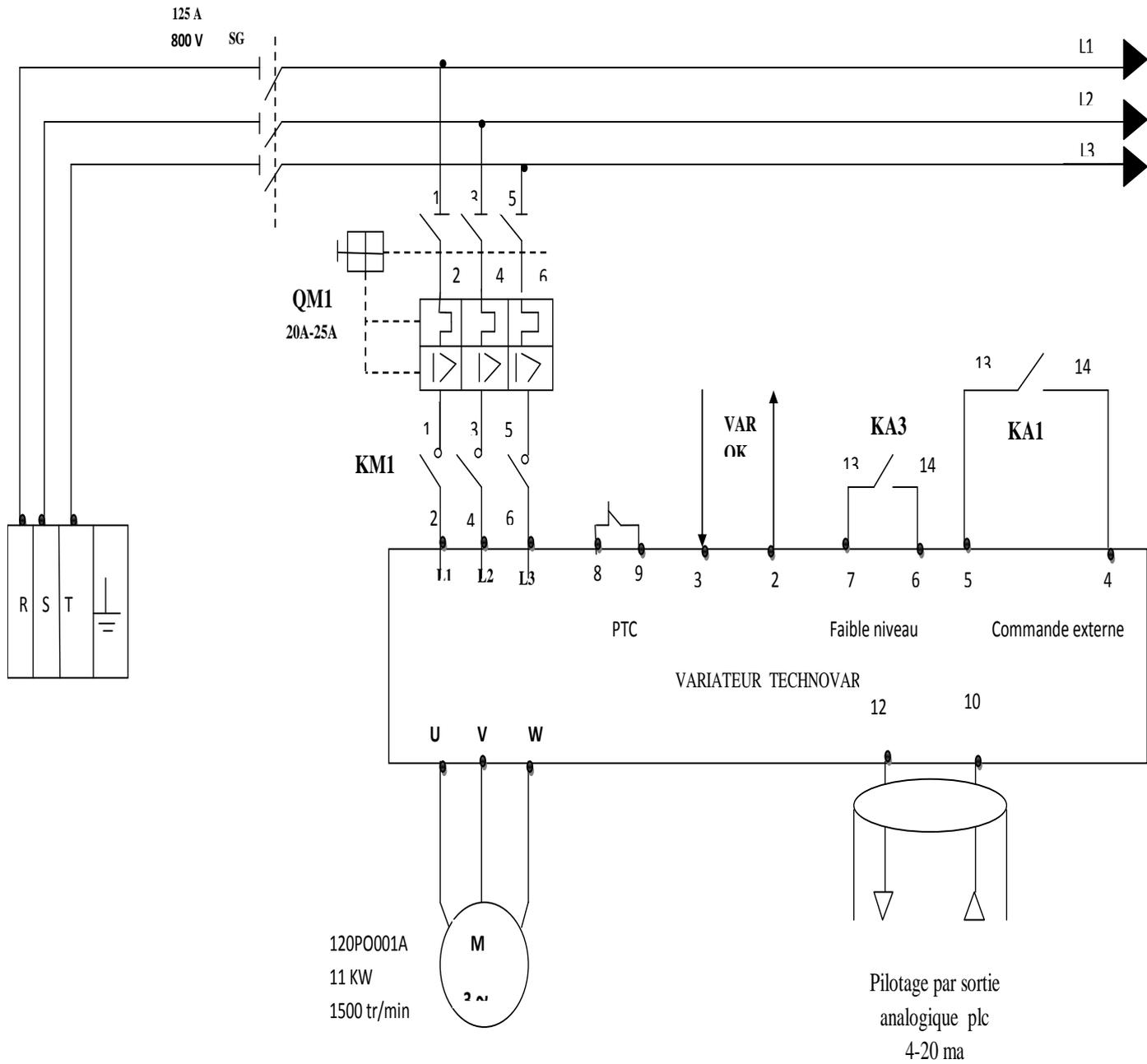


Figure IV.1. : Schéma de puissance de la pompe A

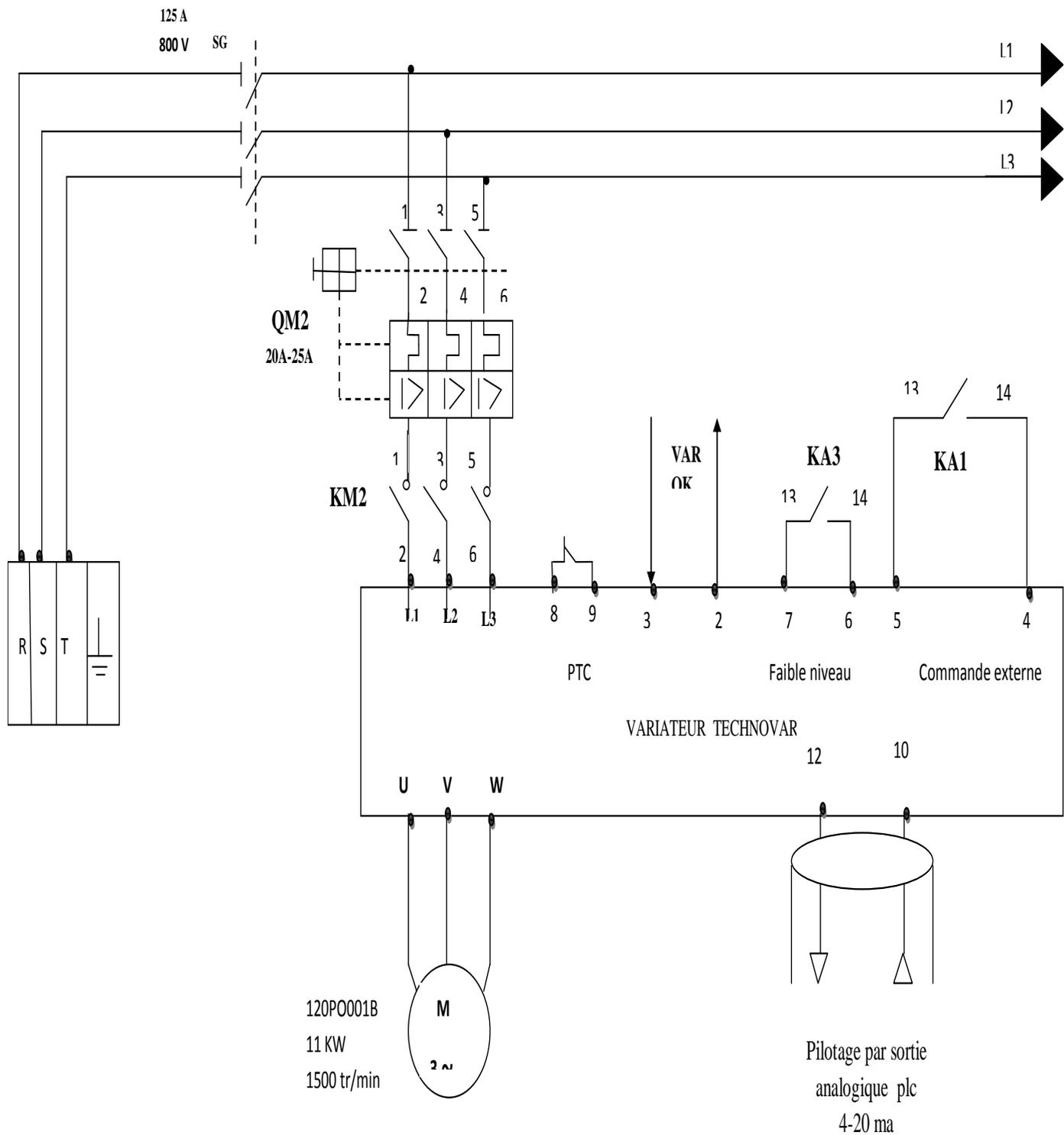


Figure IV.2 : Schéma de puissance de la pompe B

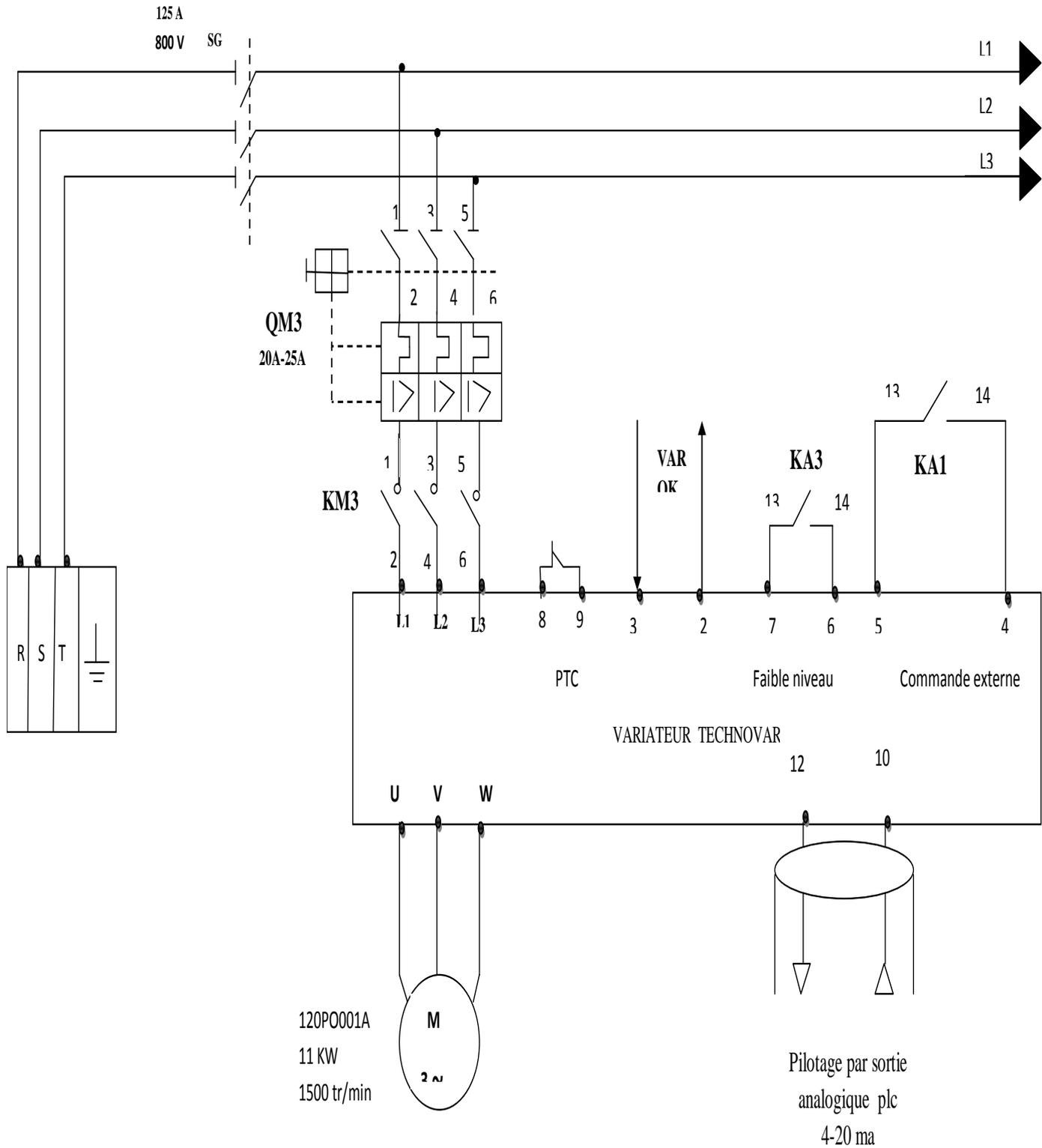


Figure IV.3 : Schéma de puissance de la pompe C

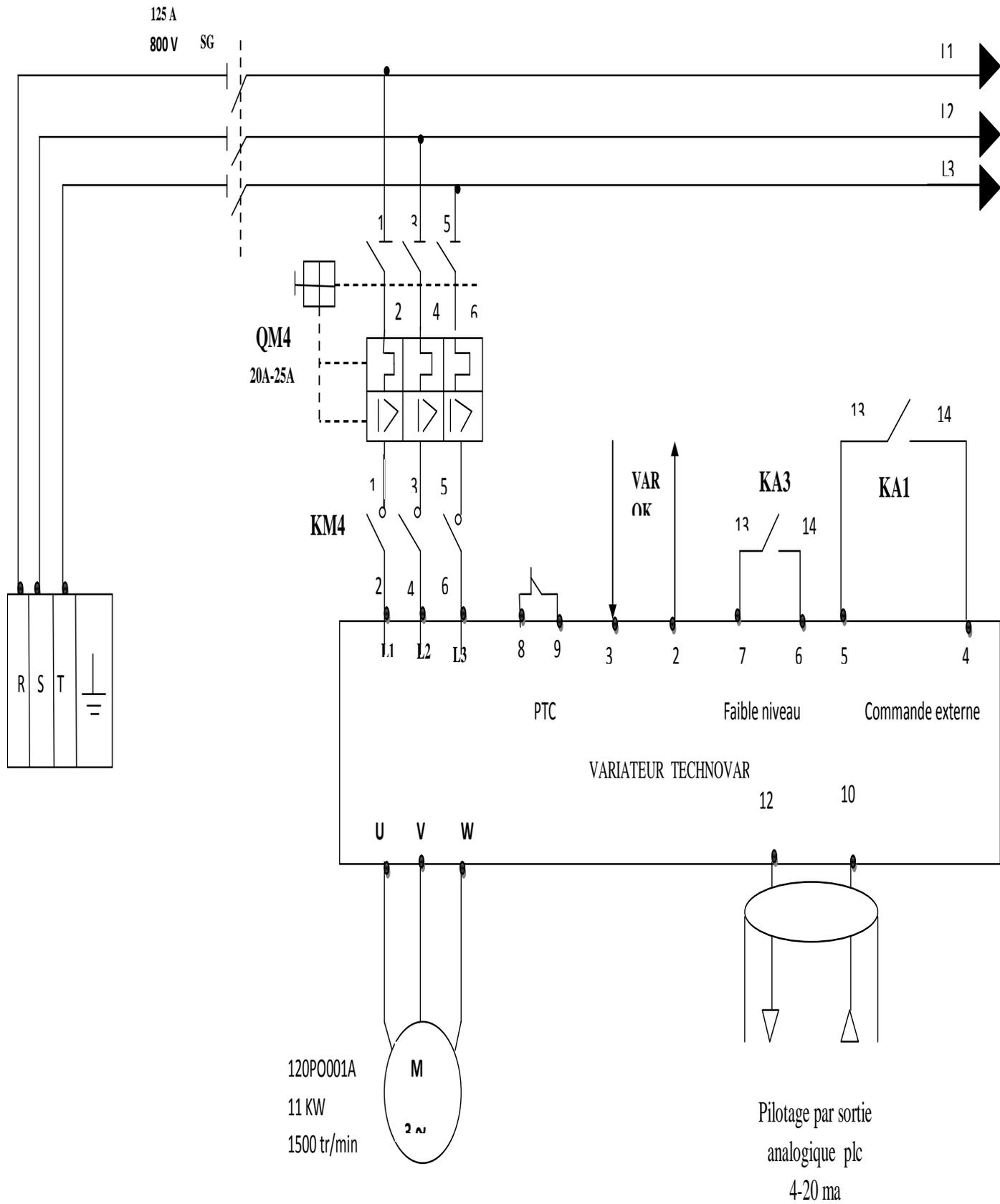


Figure IV.4 : Schéma de puissance de la pompe D

- **Elaboration du module de commande:**

La figure IV.5 représente le schéma de commande de la pompe A et idem pour les pompes (B, C, D) qui sont illustrées respectivement sur les figures IV.6, IV.7, IV.8.

PSL : pression de service basse (faible niveau d'eau).

PTC : facteur de température du moteur.

VAR OK : variateur prêt à fonctionner.

KA1, KA2, KA3, KA4 : c'est des bobines.

AS : arrêt d'urgence.

SB1, SB2 : bouton poussoir.

HL1, HL2 : diodes de signalisation (marche, défaut).

IV.2.2 Partie B : Compresseur (Anti -Bélier)

La figure IV.9 représente un schéma de puissance du compresseur qui est constitué d'une alimentation triphasée, d'un disjoncteur, d'un contacteur et d'un moteur.

PE : prise de terre.

La figure IV.10 représente un schéma de commande du compresseur.

K01 : représente le Nivotester 1 ramenant l'information sur le niveau d'eau max.

K02 : représente le Nivotester 2 ramenant l'information sur le niveau d'eau min.

PSH : Pression haute dans le ballon.

HL9, HL10, HL11, HL12 : diodes de signalisation (marche, niveau max, niveau min, défaut électrique respectivement).

La figure IV.11 représente le schéma de commande du Nivotester.

BJ18 c'est la sonde 1 reliée au Nivotester 1 amenant la formation sur le niveau d'eau max du ballon.

BJ19 c'est la sonde 2 reliée au Nivotester 2 amenant la formation sur le niveau d'eau min du ballon.

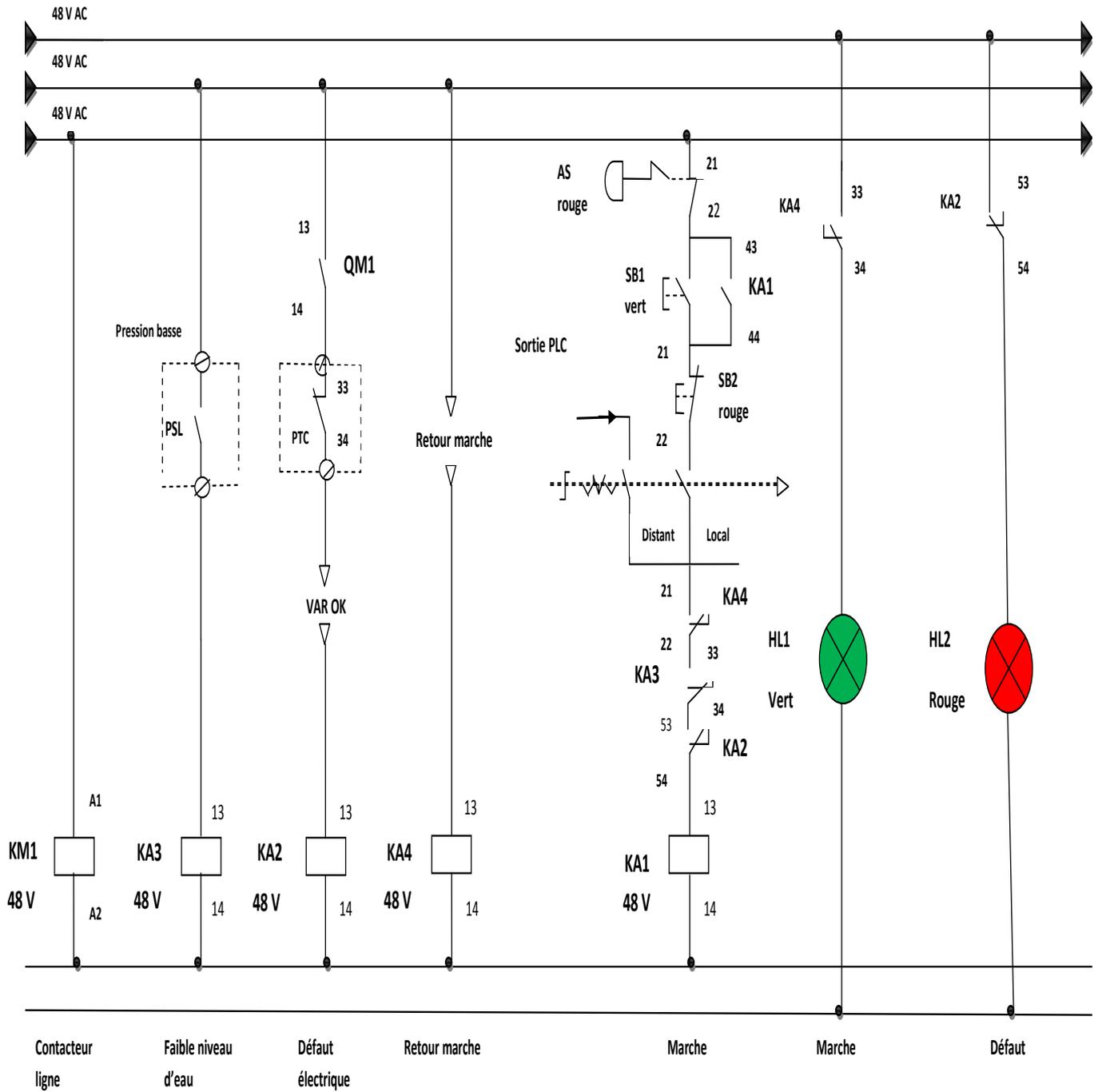


Figure IV.5 : Schéma électrique de commande de la pompe A

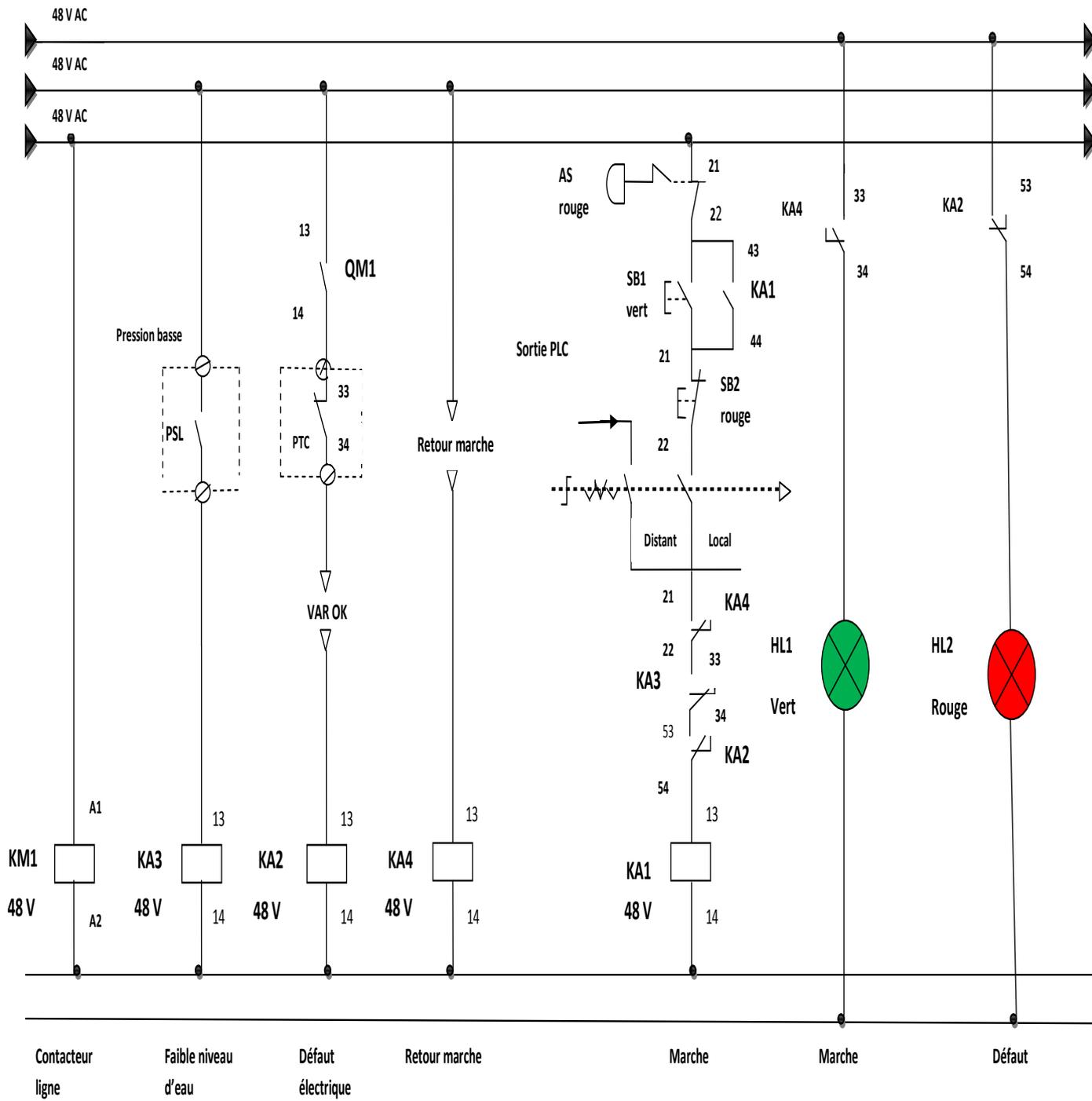


Figure IV.6: Schéma électrique de commande de la pompe B

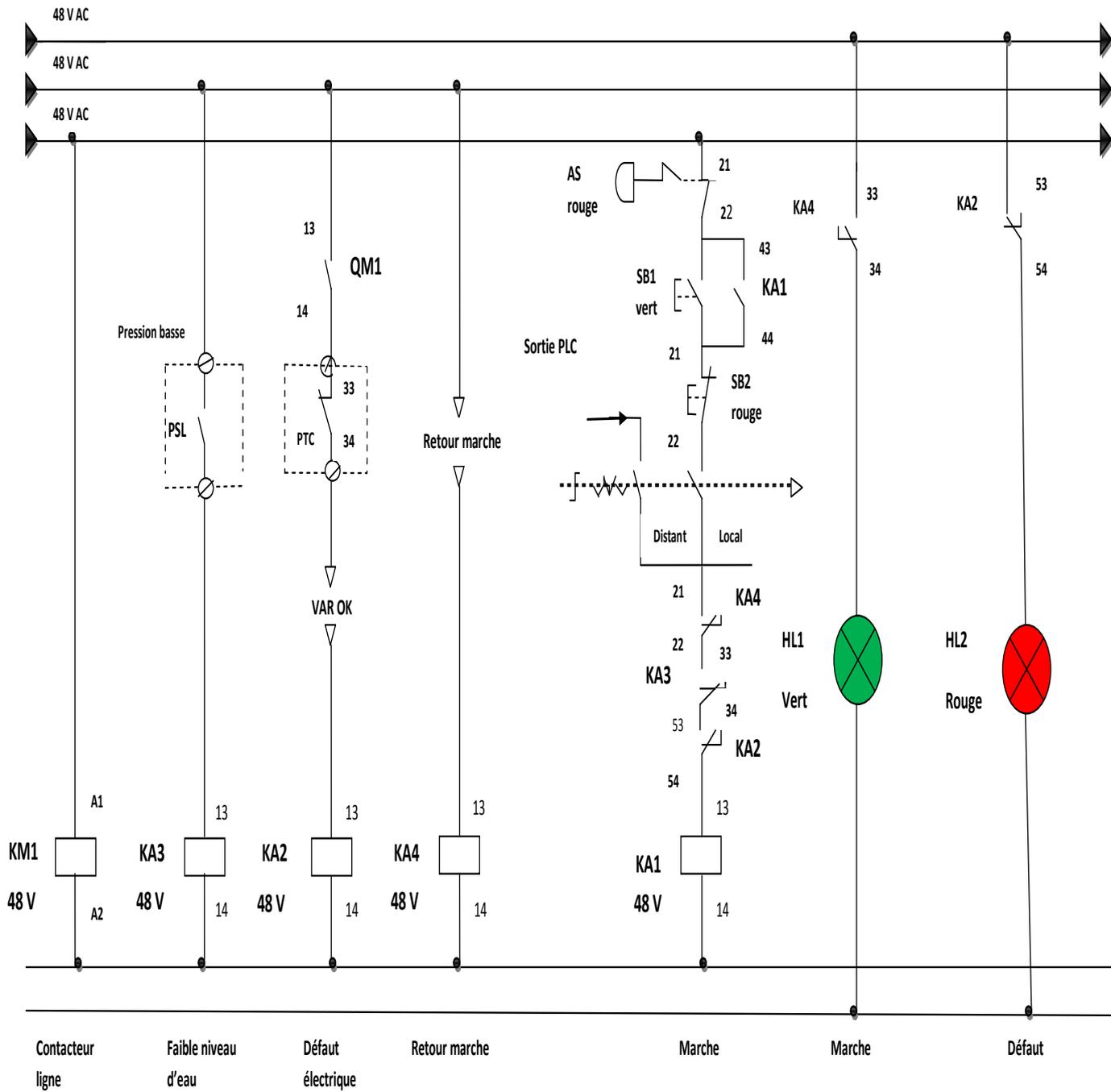


Figure IV.7 : Schéma électrique de commande de la pompe C

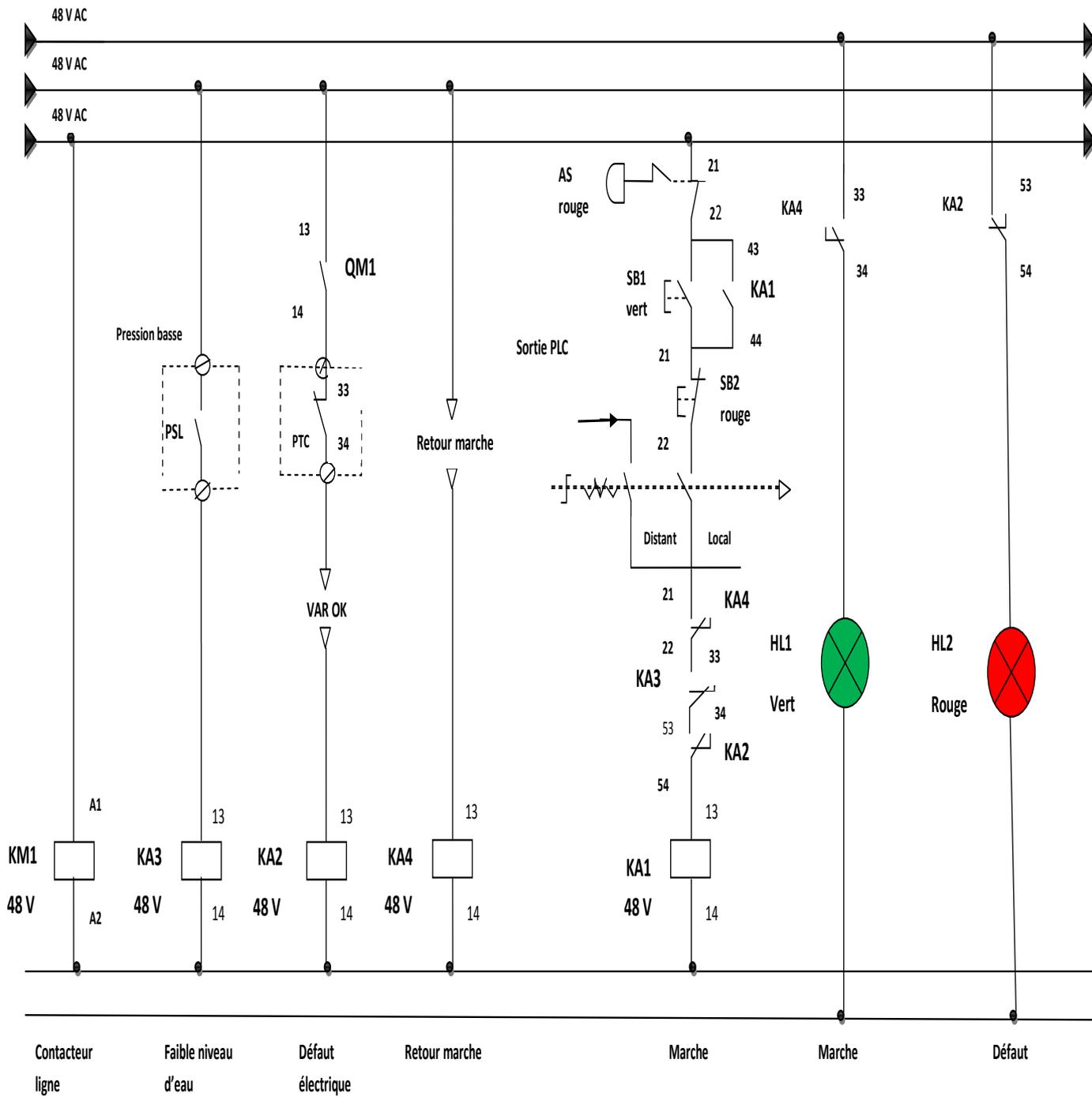


Figure IV.8 : Schéma électrique de commande de la pompe D

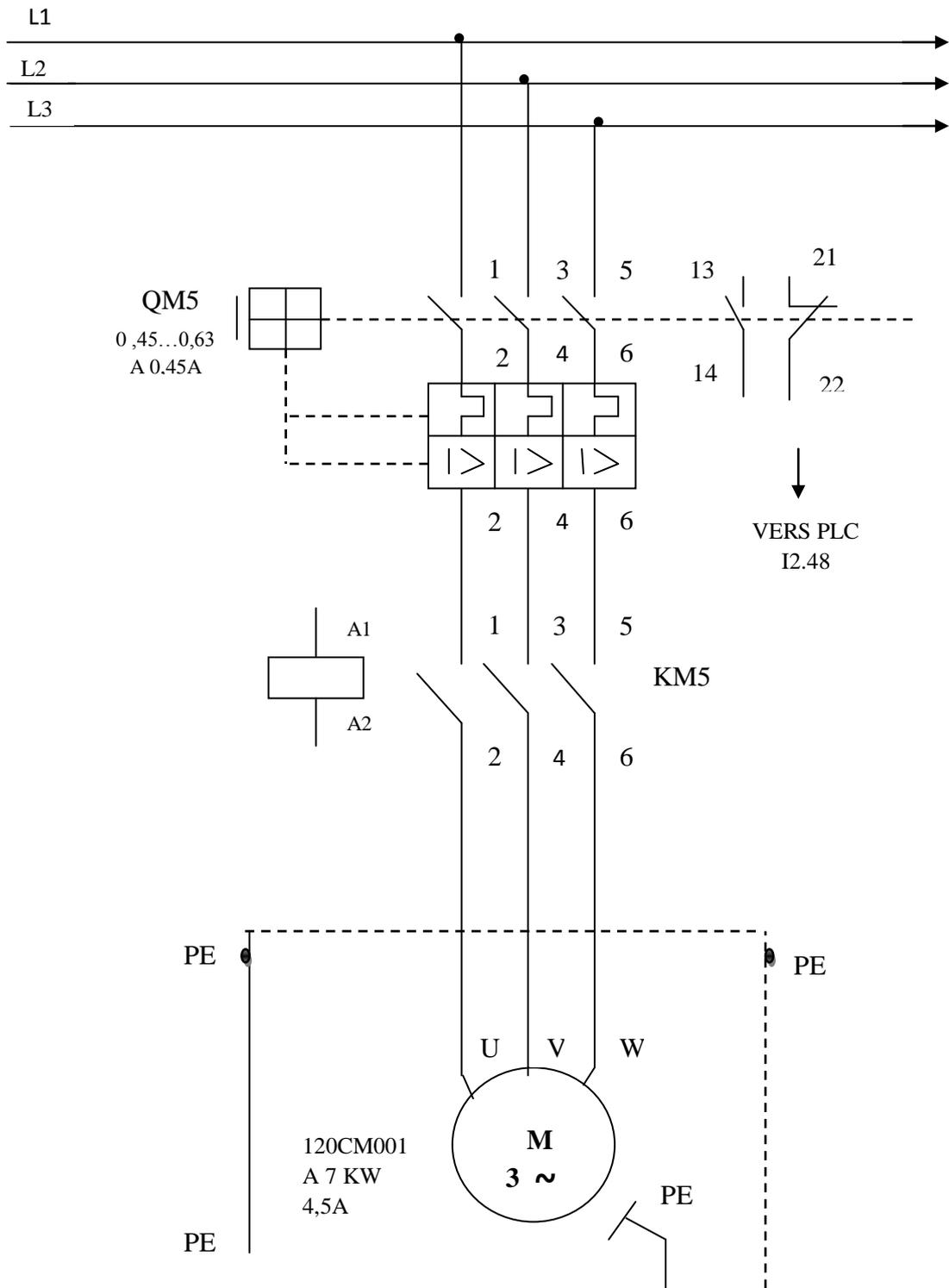


Figure IV.9 : Schéma de puissance du compresseur

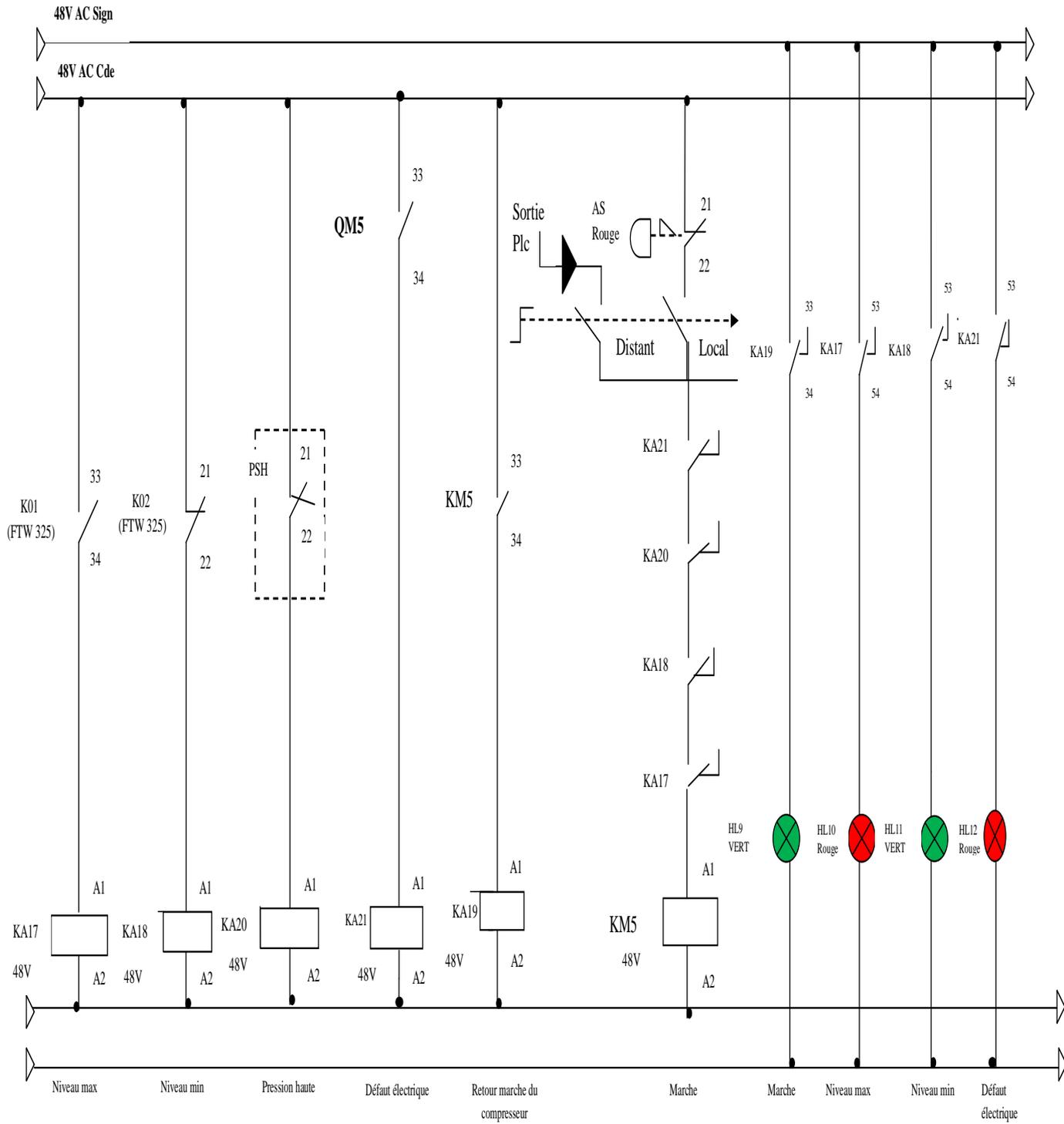


Figure IV.10 : Schéma de commande du compresseur

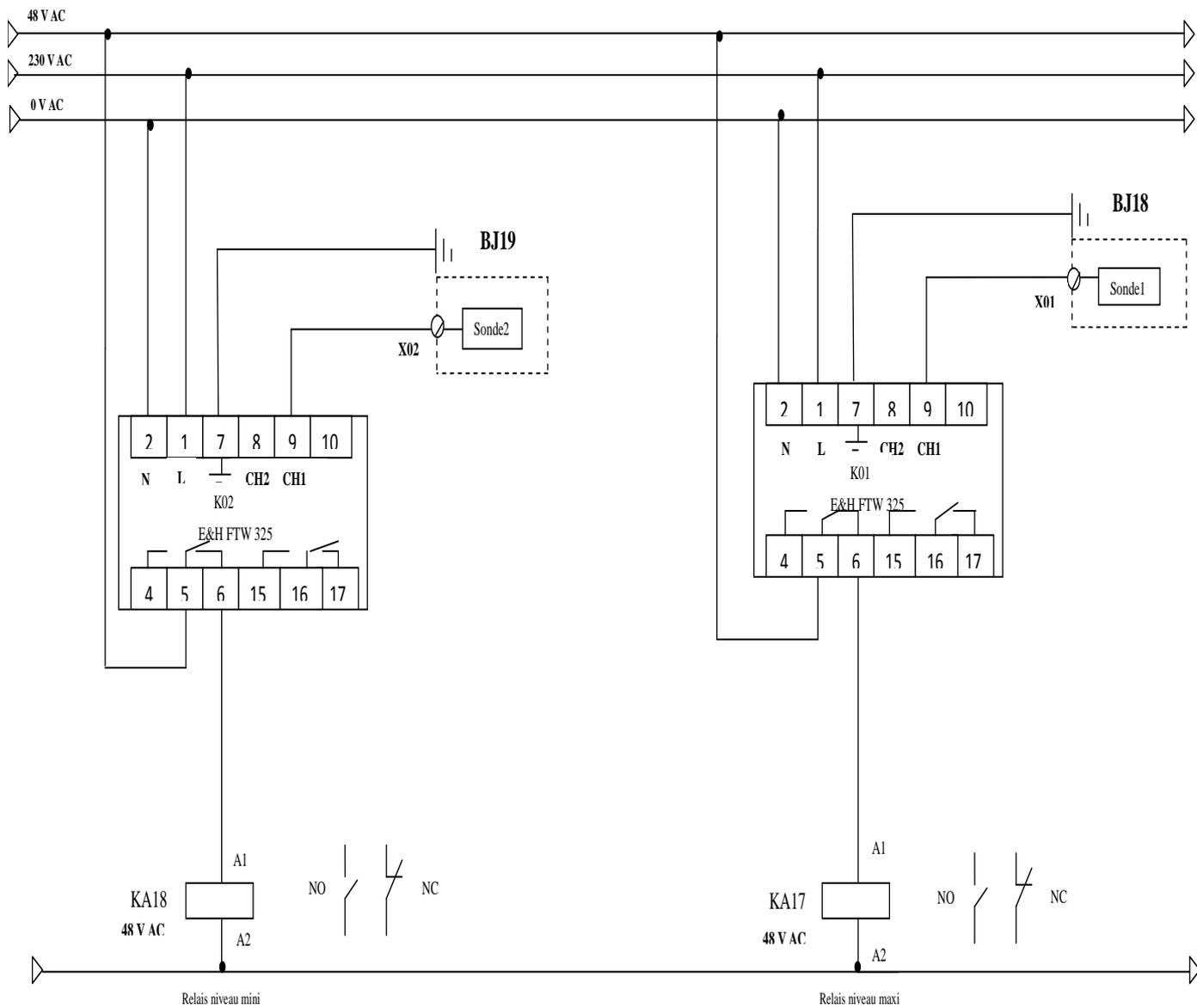


Figure IV.11 : Schéma électrique de commande du NIVOTESTER FTW325

L'élaboration des schémas électriques (commande et puissance) est une étape importante dans l'automatisation de tout procédé industriel avant de passer à la partie logicielle (PL7 et IHM) qui offre à son tour une facilité d'utilisation et de compréhension.

IV.2.3 Partie c : Logiciel (PL7 PRO et IHM)

- **Configuration matérielle :**

La figure IV.12 représente les modules d'E/S analogique et TOR que nous avons choisi.

CONFIGURATION DES RACKS

Numéro du rack : 0

Référence du rack : TSX RKY 12

Référence de l'alimentation : TSX PSY 2600

Emplacement	Famille	Référence
0	Premium	TSX 572623
1	Communication	TSX ETY PORT
2	Tout ou Rien	TSX DEY 64D2K
3	Tout ou Rien	TSX DSY 64T2K
4	Analogique	TSX AEY 800
5	Analogique	TSX ASY 800

Figure IV.12 : configuration matérielle.

- **Entrées sorties de l'automate :**

La figure IV.13 représente la table d'entrées sorties de l'automate.

Q_{nm} : sortie TOR de l'automate numéro m, qui se trouve sur le module numéro n.

QW_{nm} : sortie analogique de l'automate numéro m, qui se trouve sur le module n.

In_m : entrée TOR vers l'automate numéro m, qui se trouve sur le module n.

IW_{nm} : entrée analogique vers l'automate numéro m, qui se trouve sur le module n.

Le % est propre au PL7 PRO.

EBOOL : variable booléenne.

WORD : c'est le type de variable qui prend 16 bits en mémoire.

Repère	Type	Symbole	Commentaire
%I2.0	EBOOL	I_24_ent	Présence tension entrées automate
%I2.1	EBOOL	I_24_sort	Présence tension sorties automate
%I2.2	EBOOL	I_qlphase	Control de phase OK
%I2.3	EBOOL	I_intgen	Interrupteur général fermé
%I2.4	EBOOL	I_acquitdef	Acquittement défaut
%I2.32	EBOOL	I_atsecuztechnvar	Arrêt de sécurité zone Technovar
%I2.33	EBOOL	I_dfe120po001a	Défaut électrique Pompe centrifuge 120PO001A
%I2.34	EBOOL	I_di120po001a	Commut mode distant Pompe centrifuge 120PO001A
%I2.35	EBOOL	I_mr120po001a	Retour marche Pompe centrifuge 120PO001A
%I2.36	EBOOL	I_dfe120po001b	Défaut électrique Pompe centrifuge 120PO001B
%I2.37	EBOOL	I_di120po001b	Commut mode distant Pompe centrifuge 120PO001B
%I2.38	EBOOL	I_mr120po001b	Retour marche Pompe centrifuge 120PO001B
%I2.39	EBOOL	I_dfe120po001c	Défaut électrique Pompe centrifuge 120PO001C
%I2.40	EBOOL	I_di120po001c	Commut mode distant Pompe centrifuge 120PO001C
%I2.41	EBOOL	I_mr120po001c	Retour marche Pompe centrifuge 120PO001C
%I2.42	EBOOL	I_dfe120po001d	Défaut électrique Pompe centrifuge 120PO001D
%I2.43	EBOOL	I_di120po001d	Commut mode distant Pompe centrifuge 120PO001D
%I2.44	EBOOL	I_mr120po001d	Retour marche Pompe centrifuge 120PO001D
%I2.48	EBOOL	I_dfe120cv001	Défaut électrique Compresseur anti bélier 120cv001
%I2.49	EBOOL	I_di120cv001	Commut mode distant Compresseur anti bélier 120cv001
%I2.50	EBOOL	I_mr120cv001	Retour marche Compresseur anti bélier 120cv001
%I2.51	EBOOL	I_120lsh001	Niveau haut Anti bélier 120LSH001
%I2.52	EBOOL	I_120lsl001	Niveau Bas Anti bélier 120LSL001
%Q3.0	EBOOL	Q_acquitdef	Sortie acquittement défaut
%Q3.1	EBOOL	Q_mr120po001a	Cde marche pompe centrifuge 120PO001A
%Q3.2	EBOOL	Q_mr120po001b	Cde marche pompe centrifuge 120PO001B
%Q3.3	EBOOL	Q_mr120po001c	Cde marche pompe centrifuge 120PO001C
%Q3.4	EBOOL	Q_mr120po001d	Cde marche pompe centrifuge 120PO001D
%Q3.5	EBOOL	Q_mr120cmp001	Cde marche Compresseur anti bélier 120cv001
%Q3.6	EBOOL	Q_aret120cmp001	Cde arrêt Compresseur anti bélier 120cv001
%IW4.0	WORD	Iw_120pit001a	Mesure de pression 120PIT001
%IW4.1	WORD	Iw_120fit001	Mesure de Débit 120FIT001
%QW5.0	WORD	Qw_120po001a	Consigne variateur pompe 120PO001A
%QW5.1	WORD	Qw_120po001b	Consigne variateur pompe 120PO001B
%QW5.2	WORD	Qw_120po001c	Consigne variateur pompe 120PO001C
%QW5.3	WORD	Qw_120po001d	Consigne variateur pompe 120PO001D

Figure IV.13 : Table des entrées sorties.

- **L'échange établi entre le PLC et le système IHM :**

La figure IV.14 représente la table d'échange établi entre le PLC et le système IHM.

Repère	Symbole	Commentaire
%MF2100	Rmi120PIT001	Recept.min (4mA) mesure de Pression 120PIT001
%MF2102	Rmx120PIT001	Recept.max (20mA) mesure de Pression 120PIT001
%MF2104	Rvr120PIT001	Recept.val.repli mesure de Pression 120PIT001
%MF2106	Rsb120PIT001	Recept.val.seuil bas Pression 120PIT001
%MF2108	Rsh120PIT001	Recept.val.seuil Haut Pression 120PIT001
%MF2110	Rvpit120PIT001	Recept.valeur Consigne pression 120PIT001
%MF2110	Rmi120FIT001	Recept.min(4mA) mesure de Débit 120FIT001
%MF2112	Rmx120FIT001	Recept.max(20mA) mesure de Débit 120FIT001
%MF2114	Rvr120FIT001	Recept.val.repli mesure de Débit 120FIT001
%MF2116	Rsb120FIT001	Recept.val.seuil bas Débit 120FIT001
%MF2118	Rsh120FIT001	Recept.val.seuil Haut Débit 120FIT001
%MF4000	Ere120pit001	Emis. Mesure pression 120PIT001
%MF4002	Ere120fit001	Emis. Mesure débit 120FIT001
%M1000	Ere120pit001	Emis. Pression très haute au refoulement
%M400	Raqdefault_tbtF8	Recept.Réarmement Défaut TBTF8
%M1001	Ere120pit001	Emis. Pression très haute au refoulement
%M110	Mr1_120po001abcd	Demande de marche 1 Pompe centrifuge 120PO001ABCD
%M111	Mr2_120po001abcd	Demande de marche 2 Pompe centrifuge 120PO001ABCD
%M120	Mes_120po001a	Mise en service pompe à Centrifuge 120PO001A
%M121	Au_120po001a	Mode auto supervision pompe à Centrifuge 120PO001A
%M122	Dispo_120po001a	Disponibilité pompe à Centrifuge 120po001a
%M123	Secu_120po001a	Sécurité Pompe Centrifuge 120PO001A
%M124	X_mr120po001a	Auxiliaire marche Pompe Centrifuge 120PO001A
%M125	X_at120po001a	Auxiliaire arrêt Pompe Centrifuge 120PO001A
%M126	Mrau_120po001a	Marche auto Pompe Centrifuge 120PO001A
%M130	Mes_120po001b	Mise en service pompe à Centrifuge 120PO001B
%M131	Au_120po001b	Mode auto supervision pompe à Centrifuge 120PO001B
%M132	Dispo_120po001b	Disponibilité pompe à Centrifuge 120po001B
%M133	Secu_120po001b	Sécurité Pompe Centrifuge 120PO001B
%M134	X_mr120po001b	Auxiliaire marche Pompe Centrifuge 120PO001B
%M135	X_at120po001b	Auxiliaire arrêt Pompe Centrifuge 120PO001B
%M136	Mrau_120po001b	Marche auto Pompe Centrifuge 120PO001B
%M140	Mes_120po001c	Mise en service pompe à Centrifuge 120PO001C

%M141	Au_120po001c	Mode auto supervision pompe à Centrifuge 120PO001C
%M142	Dispo_120po001c	Disponibilité pompe à Centrifuge 120po001C
%M143	Secu_120po001c	Sécurité Pompe Centrifuge 120PO001C
%M144	X_mr120po001c	Auxiliaire marche Pompe Centrifuge 120PO001C
%M145	X_at120po001c	Auxiliaire arrêt Pompe Centrifuge 120PO001C
%M146	Mrau_120po001c	Marche auto Pompe Centrifuge 120PO001C
%M150	Mes_120po001d	Mise en service pompe à Centrifuge 120PO001D
%M151	Au_120po001d	Mode auto supervision pompe à Centrifuge 120PO001D
%M152	Dispo_120po001d	Disponibilité pompe à Centrifuge 120po001D
%M153	Secu_120po001d	Sécurité Pompe Centrifuge 120PO001D
%M154	X_mr120po001d	Auxiliaire marche Pompe Centrifuge 120PO001D
%M155	X_at120po001d	Auxiliaire arrêt Pompe Centrifuge 120PO001D
%M156	Mrau_120po001d	Marche auto Pompe Centrifuge 120PO001D

Reception des valeurs à partir du système IHM

%MW3301	Rkm120po001a	Recept.commut AU/AT/MR pompe à Centrifuge 120PO001A
%MW3301:X0	Rkmat120po001a	Recept. commut. sur forçage ARRET pompe à Centrifuge 120PO001A
%MW3301:X1	Rkmmr120po001a	Recept. commut. sur forçage MARCHÉ pompe à Centrifuge 120PO001A

%MW3302	Rkm120po001b	Recept.commut AU/AT/MR pompe à Centrifuge 120PO001B
%MW3302:X0	Rkmat120po001b	Recept. commut. sur forçage ARRET pompe à Centrifuge 120PO001B
%MW3302:X1	Rkmmr120po001b	Recept. commut. sur forçage MARCHÉ pompe à Centrifuge 120PO001B

%MW3303	Rkm120po001c	Recept.commut AU/AT/MR pompe à Centrifuge 120PO001C
%MW3303:X0	Rkmat120po001c	Recept. commut. sur forçage ARRET pompe à Centrifuge 120PO001C
%MW3303:X1	Rkmmr120po001c	Recept. commut. sur forçage MARCHÉ pompe à Centrifuge 120PO001C

%MW3304	Rkm120po001d	Recept.commut AU/AT/MR pompe à Centrifuge 120PO001D
%MW3304:X0	Rkmat120po001d	Recept. commut. sur forçage ARRET pompe à Centrifuge 120PO001D
%MW3304:X1	Rkmmr120po001d	Recept. commut. sur forçage MARCHÉ pompe à Centrifuge 120PO001D

%MW3305	Rkm120cv001	Recept.commut AU/AT/MR Compresseur 120CV001
%MW3305:X0	Rkmat120cv001	Recept. commut. sur forçage ARRET Compresseur 120CV001
%MW3305:X1	Rkmmr120cv001	Recept. commut. sur forçage MARCHÉ Compresseur 120CV001

Compteur de marche

%MD600	Cptmrpr120po001a	Compteur temps de marche Pompe centrifuge 120PO001A
%MD602	Cptmrpr120po001b	Compteur temps de marche Pompe centrifuge 120PO001B
%MD604	Cptmrpr120po001c	Compteur temps de marche Pompe centrifuge 120PO001C
%MD606	Cptmrpr120po001d	Compteur temps de marche Pompe centrifuge 120PO001D

%MD608	Cptmrpr120cv001	Compteur temps de marche Compresseur 120cv001
--------	-----------------	---

Compteur d'arrêt		
%MD610	Cptatpr120po001a	Compteur temps d'Arrêt Pompe centrifuge 120PO001A
%MD612	Cptatpr120po001b	Compteur temps d'Arrêt Pompe centrifuge 120PO001B
%MD614	Cptatpr120po001c	Compteur temps d'Arrêt Pompe centrifuge 120PO001C
%MD616	Cptatpr120po001d	Compteur temps d'Arrêt Pompe centrifuge 120PO001D
%MD618	Cptatpr120cv001	Compteur temps d'Arrêt Compresseur 120cv001

Figure IV.14 : table d'échange.

Le programme qui correspond à la solution proposée est donné dans un fascicule et support magnétique.

- **Design amélioré :**
Le design apporté comme modification entre l'image existante (figure II.18) et la nouvelle image présentée dans la figure IV.15.

IV.3 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons élaboré des schémas électriques à l'aide du logiciel SEE ELECTRICAL et aussi la partie programmation correspondante.

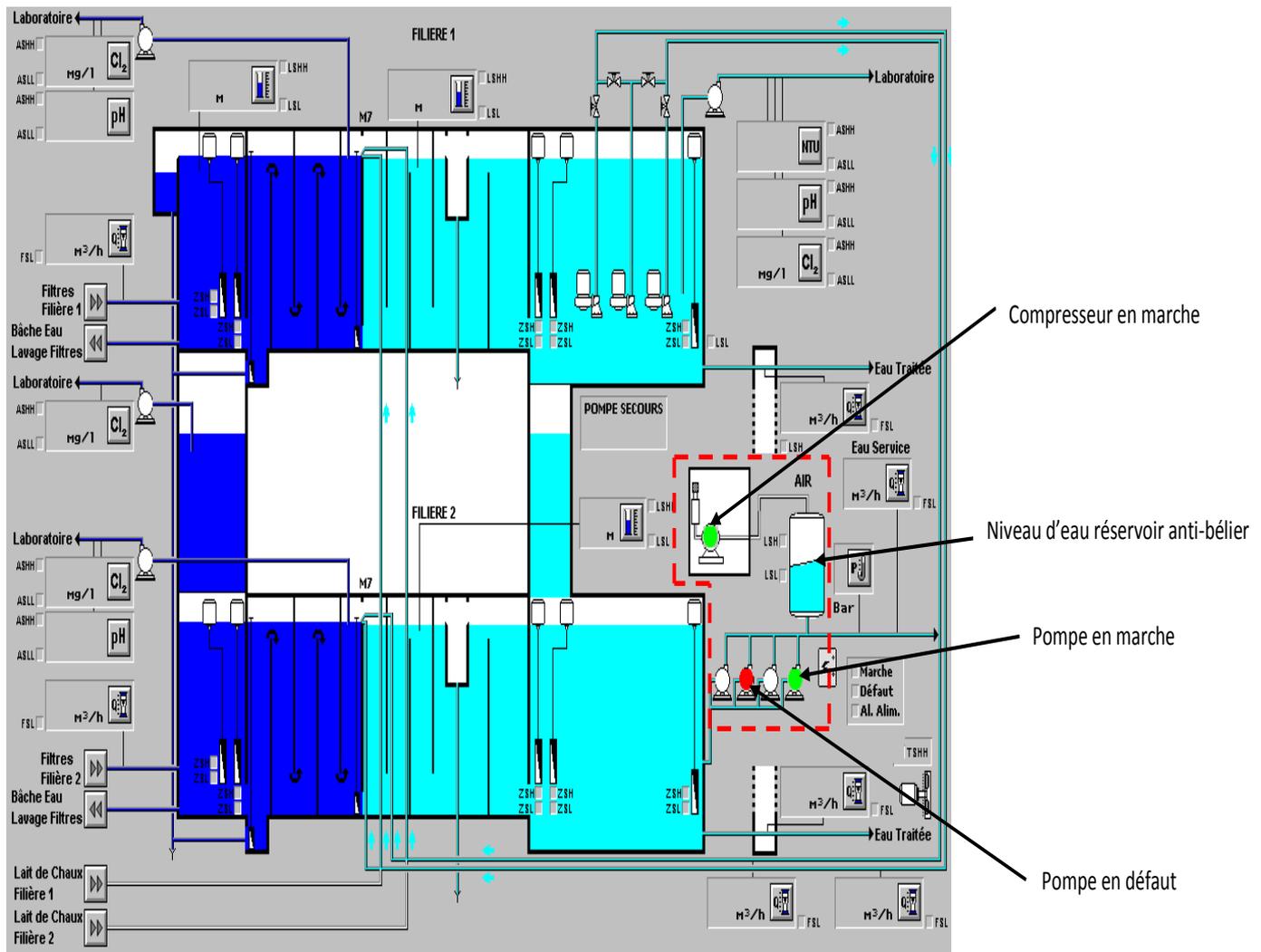


Figure IV.15 : Design amélioré

CONCLUSION GENERALE

L'évolution remarquable de la technologie cautionne l'amélioration des méthodes de résolution des problèmes d'automatisation séquentiels, en utilisant moins de composants, dans le but d'améliorer la production et d'augmenter la sécurité.

Notre projet de fin d'étude est effectué en grande partie au sein de l'entreprise SNC-LAVALIN, dans le but de concevoir une solution programmable pour le SKID HYDROPHORE autonome d'eau de service, afin de piloter les quatre variateurs de vitesse et le ballon anti-bélier de ce dernier par un automate programmable télé mécanique.

Pour atteindre cet objectif, nous avons élaboré des schémas électriques (commandes et puissances) et nous avons opté pour l'automate programmable de la gamme PREMIUM.

Cet automate peut être programmé à partir d'un micro-ordinateur, en installant dans celui-ci, le logiciel PL7 PRO. Par la suite il faut transférer le programme dans l'automate à l'aide d'une console de programmation, afin d'être exécuté.

Ce stage nous a apporté un grand apport en termes d'informations et de connaissances pratiques reçues sur le terrain, il nous a permis de découvrir le monde industriel, d'appréhender les problèmes réels dans les domaines de l'automatique en général et de l'automatisation en particulier et par là de compléter notre formation théorique.

Deux autres améliorations citées ci-dessous peuvent être complétées :

- Deux électrovannes une à la sortie du compresseur que nous avons rajouté et une autre à l'entrée du ballon anti-bélier.

- Des fins de course en amont et en aval de chaque vanne manuelle de la pompe.

Nous espérons que notre travail verra sa concrétisation sur le plan pratique et qu'il servira comme guide pour tout projet d'automatisation utilisant les APIs TSX PREMIUM et le langage de programmation PL7 PRO.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

[1] Documentation interne de la station de traitement des eaux.

[2] **SOUICL.K, AID.I** « Etude de la qualité de l'eau potable produite à partir de l'eau du barrage de TAKSEBT (TIZI-OUZOU), Institut National Spécialisé de la formation professionnelle en industrie agro-alimentaire Sidi Abdelkader Blida, 2007/2009.

[3] **ATMIMOU.O, MAMA.M** « Automatisation et supervision de la chaîne pour mousser des armoires à périphériques décentralisés par l'API S7-300 ». Département d'automatique de l'Université de Mouloud MAMMERY, 2009.

[4] **AKBAL.S** « Automatisation d'une station de préparation de polymère ». Département d'automatique de l'Université de Mouloud MAMMERY, 2010.

[5] **ALMANI.M, BOUKRA.R** « Etude et application à la maquette pédagogique « convoyeur AS-I » de Schneider Electric », Ecole Nationale Polytechnique 2008.

[6] www.Schneider-électrique.com

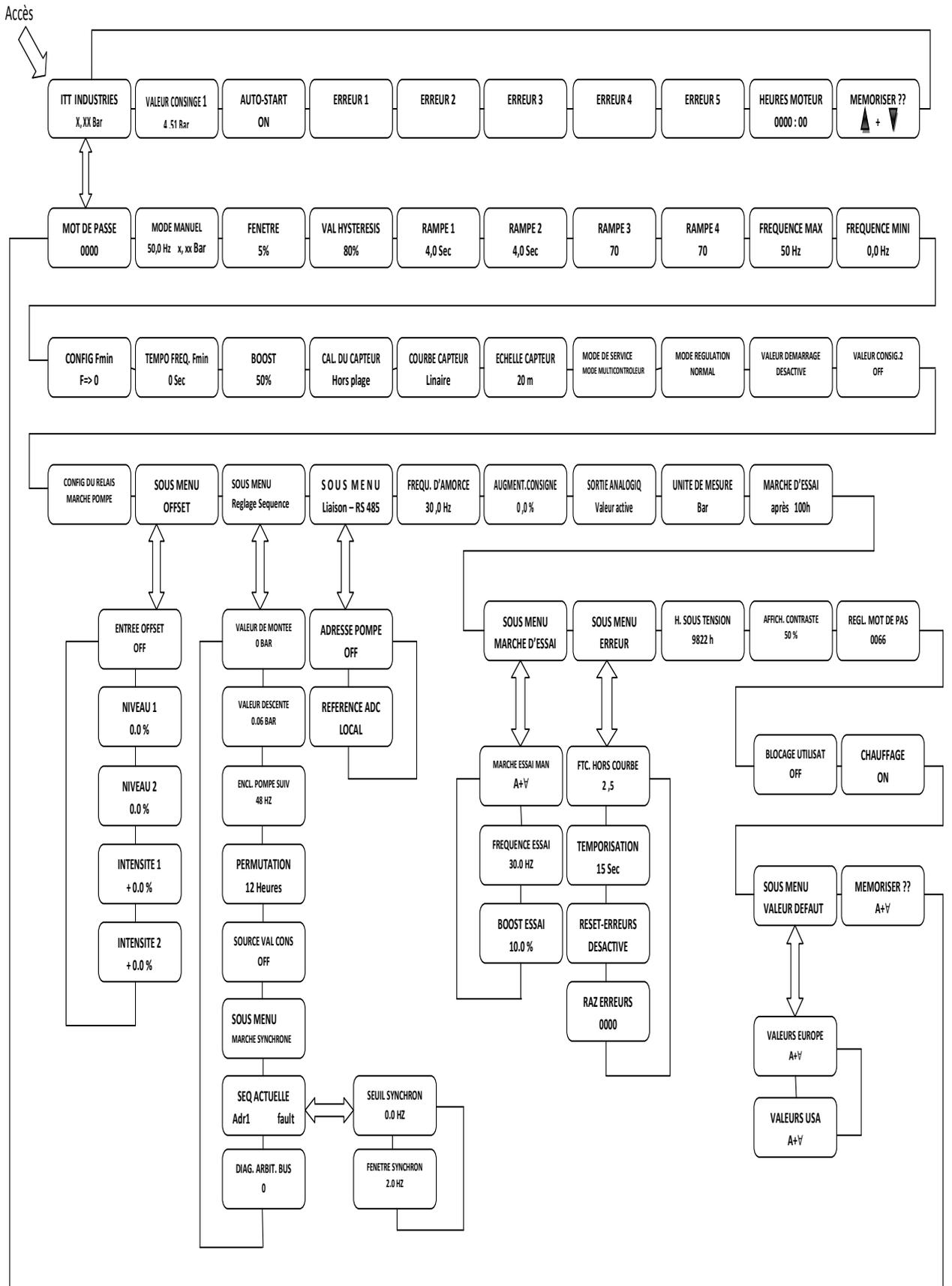
[7] **ALIOUCHE M, AIT SAADI .S** « Réalisation d'un système de télé jaugeage de bacs de stockage de carburants ». Département d'Electronique de l'Université de Mouloud MAMMERY, 2010.

Sites Web :

www.Télémeccanique.com

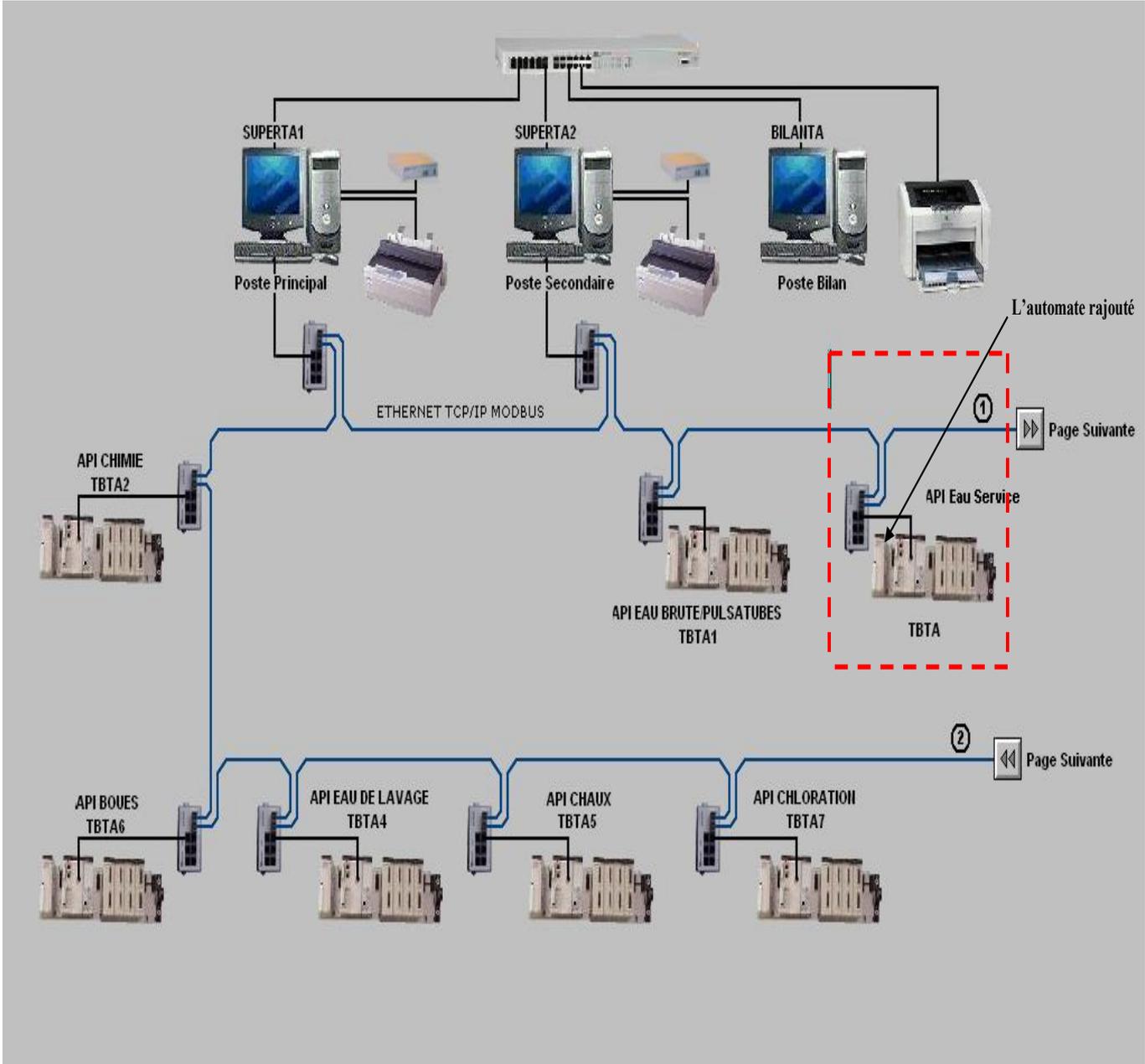
www.cidip.com

ANNEXE A



LA MATRICE DU TECHNOVAR

ANNEXE B



Rajout d'API eau service dans le réseau ETHERNET

ANNEXE C

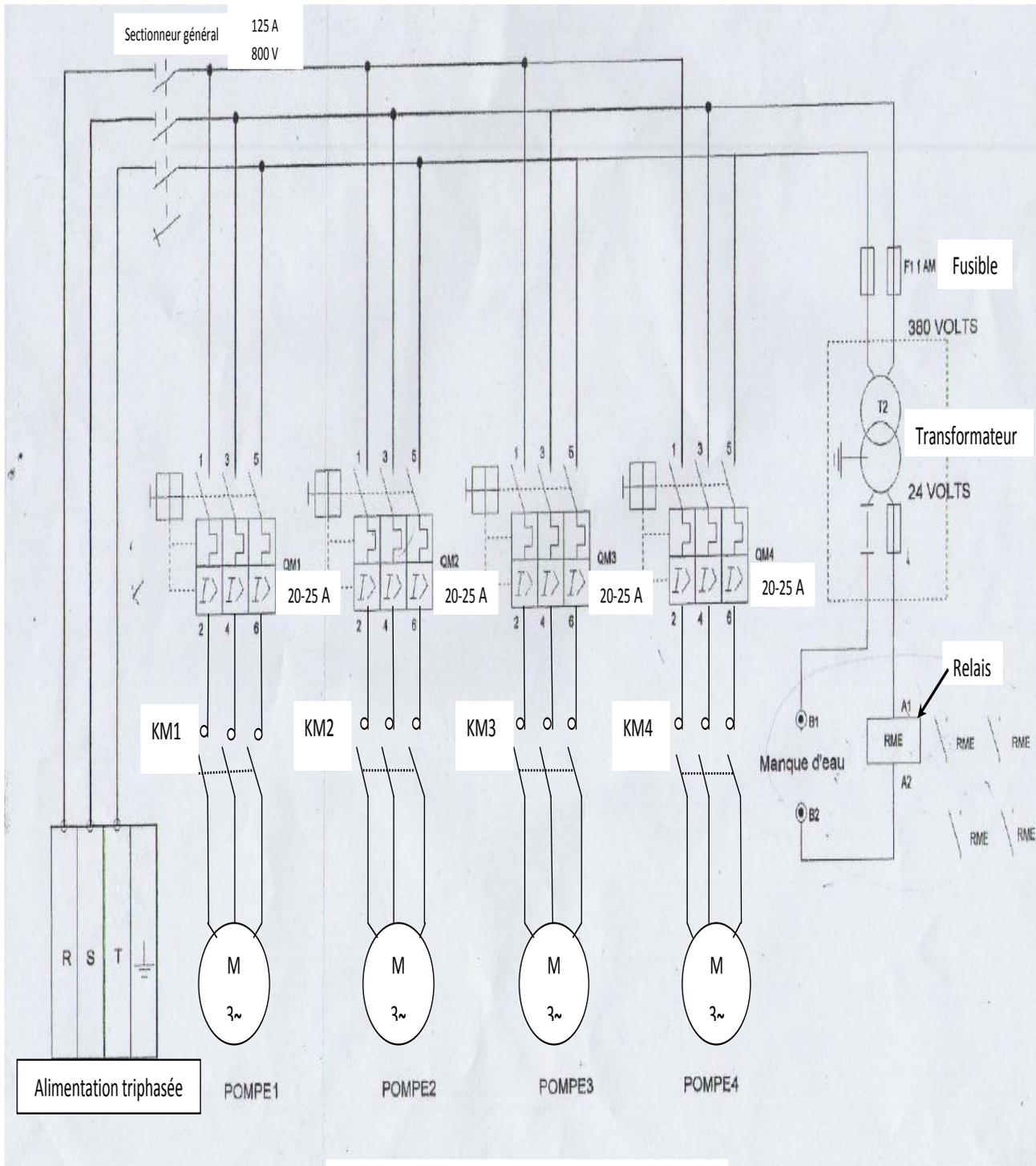
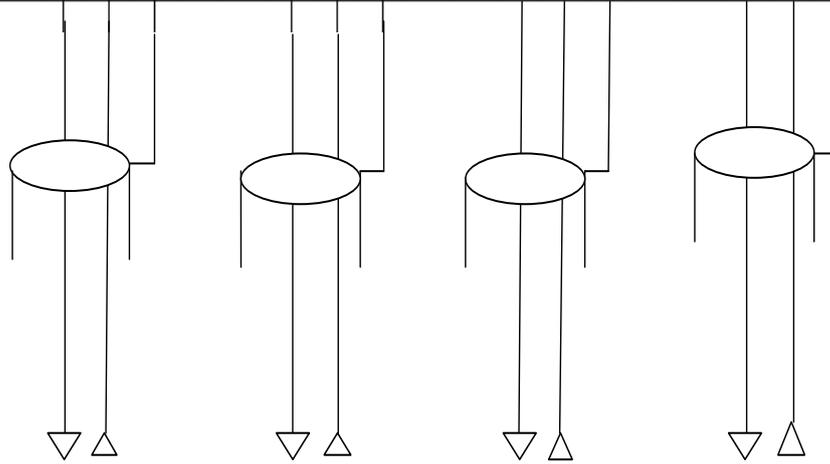


Schéma électrique de puissance skid « existant »

BORNIER SORTIE ANA

TSXBLY01

U0	COM0	I0			U1	COM1	I1			U2	COM2	I2			U3	COM3	I3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20



Consigne variateur
pompe A

Consigne variateur
pompe B

Consigne variateur
pompe C

Consigne variateur
pompe D

Bornier de Sorties analogiques

