

N° Ordre...../DGM/FT/UMBB/2023

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Electromécanique
Spécialité : Electromécanique

THEME

**Adaptation d'une commande numérique au coupleur
hydraulique de la centrale thermique CAP-Djinet**

Présenté par :

CHABOUNI Sarah
BOURNISSA Zineb

Promoteur :

Mme. BAHLOUL H

Promotion : juin 2023
Année universitaire : 2022/202

Résumé

Ce présent mémoire a été élaboré dans le cadre de la dernière année du cursus du master en électromécanique. Le stage s'est déroulé à la centrale de CAP-Djenet.

Le but de ce projet est de faire une étude technologique de coupleur hydraulique (réglable VOIT R15K375) et encore réaliser une commande numérique qui permet de marcher le coupleur automatiquement.

Mot clés : Coupleur hydraulique, pompe hydraulique, turbine hydraulique, siemens step7

Abstract

This work was prepared as part of the last year of the Master's degree in Electromechanics, the internship took place at the CAP-Djenet power plant.

The aim of this project was to carry out a technological study of a hydraulic coupler (adjustable VOIT R15K375) and to design a numerical control system to operate the coupler automatically.

Key words: Hydraulic coupler, hydraulic pump, hydraulic turbine, siemens step7

ملخص

تم إعداد هذه المذكرة كجزء من السنة الأخيرة لنيل درجة الماستر في الكهروميكانيكي. تم التدريب داخل محطة توليد الكهرباء
كاب جنات

الغرض من هذا المشروع هو إجراء دراسة تقنية للمقرن الهيدروليكي (قابل للتعديل) وأيضاً لتحقيق التحكم العددي الذي يسمح بسير
قارنة التوصيل تلقائياً

الكلمات المفتاحية: قارنة توصيل هيدروليكي، مضخة هيدروليكي، توربين هيدروليكي، سيمنس ستاب 7

Remerciements

*Nous tenons à remercier, en premier lieu **BON DIEU** de nous avoir données le courage et la patience pour faire ce travail.*

*Nous remercions aussi notre promotrice, **Dc. BAHLOUL H** pour toute l'aide qu'elle nous a apportées durant toute la durée de ce travail.*

*Nos remerciements vont aussi à notre Co-promoteur **monsieur RAHAL H** pour sa disponibilité et l'intérêt constant qu'elle nous a cessé de nous apporter pour l'élaboration de ce mémoire, ainsi qu'ensemble du personnel de CAP-Djenet.*

Nous remercions également nos parents et tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nos remerciements vont également aux membres de jury et au président qui nous ferons l'honneur d'examiner notre travail.

Que toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont collaboré à l'élaboration de ce mémoire, trouvent ici nos sincères reconnaissances.

Dédicace

Je remercie avant tout dieu le tout puissant qui m'a donnée la vie, un esprit sain et le

Pouvoir et la volonté d'accomplir ce travail

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui ont tout donné pour me voir réussir

A mes chers frères

A ma chère sœur

A mon binôme Zineb, et à tous ceux qui me sont chers

Toute la promotion Electromécanique « « 2023 » »

Et je vous dis merci pour les personnes qui m'ont aidée de loin ou de près pour la réalisation

de ce mémoire.

Sarah.C

Dédicace

Je dédie ce travail à

Mes chers parents ma mère et mon père pour leur patience, leur Amour, leur soutien et leurs

Encouragements.

A mes sœurs et mon frère

*A mon encadreur **MR. RAHAL H***

Et à tous qui mon aide pour réaliser ce modeste travail

Zineb.B

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la Centrale Thermique Cap Djinet

Figure I.1 : Une tranche de la centrale thermique.....	3
Figure I.2 : la chaudière	4
Figure I.3 : images des trois corps de la turbine à vapeur.....	6
Figure I.4 : alternateur.....	7
Figure I.5 : Transformateur	7
Figure I.6 : la bêche alimentaire.....	8
Figure I.7 : réchauffeur HP	10
Figure I.8 : station de pompage.....	11
Figure I.9 : salle de commande	12
Figure I.10 : les trois phases de la production de l'énergie.....	13

Chapitre II : Généralités sur les systèmes hydrauliques

Figure II.1 : Circuit de transport de liquide par gravité	15
Figure II.2 : Circuit de transport de liquide par pompage.....	16
Figure II.3 : installation hydraulique industrielle	16
Figure II.4 : schéma de principe d'un circuit hydraulique.....	17
Figure II.5 : les composants de la pompe centrifuge	20
Figure II.6 : Centrale hydroélectrique avec une turbine à réaction.....	21
Figure II.7 : la turbine Pelton.....	21
Figure II.8 : la turbine Francis	22
Figure II.9 : la turbine Kaplan	22
Figure II.10 : Chaîne énergétique du vérin hydraulique	23
Figure II.11 : Vérin simple effet	23
Figure II.12 : Vérin double effet.....	23
Figure II.13 : Vérin rotatif	24
Figure II.14 : Vérin a double tigre	24
Figure II.15 : architecture d'un distributeur	24
Figure II.16 : distributeur à deux positions.....	25
Figure II.17 : distributeur à 3 positions.....	25
Figure II.18 : Raccordement Conduite générale	25
Figure II.19 : Raccordement Arrivée de pression.....	25
Figure II.20 : Echappement.....	25
Figure II.21 : Fonctionnement d'un distributeur dans un circuit hydraulique.....	26
Figure II.22 : Les différents types des limiteurs de débit	27
Figure II.23 : Symbole d'un régulateur de débit.....	27
Figure II.24 : Limiteur de pression	28
Figure II.25 : Schéma descriptif d'un réducteur de pression.....	29
Figure II.26 : Les filtres hydrauliques.....	29

Chapitre III : Etude technologique du coupleur hydraulique

Figure III.1 : Structure générale d'un coupleur hydraulique	31
Figure III.2 : Principe de base d'un coupleur hydraulique	32
Figure III.3 : Coupleur hydraulique (principe de fonctionnement)	33

Figure III.4 : Vidange d'un coupleur hydraulique.....	35
Figure III.5 : Glissement dans un coupleur hydrodynamique en fonction du temps	36
Figure III.6 : la constitution d'un moteur asynchrone triphasé.....	38
Figure III.7: couplage étoile et triangle de moteur asynchrone triphasé.....	39

**Chapitre IV : Adaptation d'une nouvelle commande numérique au coupleur
hydraulique**

Figure IV.1 : Système automatisé	44
Figure IV.2 : Structure interne d'un API	44
Figure IV.3 : Transfert de programme dans un automate	45
Figure IV.4 : Vue générale de l'automate S7-300	46
Figure IV.5 : structure fonctionnelle de l'automate	46
Figure IV.6 : Fenêtre SIMATIC Manager	47
Figure IV.7: Fenêtre portant le nom du projet	47
Figure IV.8 : Fenêtre configuration matérielle	48

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la Centrale Thermique Cap Djinet

Tableau I.1: Caractéristiques de la chaudière	4
Tableau I.2: Caractéristiques D'un économiseur.....	4
Tableau I.3: Caractéristiques De Ballon de chaudière.....	5
Tableau I.4: Caractéristiques D'un Alternateur	6
Tableau I.5: Caractéristiques des pompes d'extraction	9

Chapitre II : Généralités sur les systèmes hydrauliques

Tableau II.1 : Fonctionnement des composant d'un circuit hydraulique	18
---	----

Chapitre III : Etude technologique du coupleur hydraulique

Tableau III.1 : Mode opératoire d'un coupleur hydraulique	34
Tableau III.2 : Symbole des composants de circuit de puissance de coupleur	40

Chapitre IV : Adaptation d'une nouvelle commande numérique au coupleur hydraulique

Tableau IV.1 : la table mnémonique.....	49
--	----

Liste des symboles et abréviations

P_1 :	Pression à l'entrée de la machine.
P_2 :	Pression à la sortie de la machine.
ρ :	Masse volumique du liquide.
a :	Accélération de la pesanteur.
H :	Energie spécifique de la machine, appelée aussi hauteur de charge.
Z_P :	Le nombre de pales Pour la roue- pompe.
Z_T :	Le nombre de pales Pour la roue-turbine.
D_A :	Le diamètre effectif des pales.
P_T :	Puissance de la roue turbine.
P_P :	Puissance de la roue pompe.
E_{CA} :	L'énergie cinétique du fluide de masse m s'écoulant dans les tuyaux de sortie de la pompe.
E_{CR} :	L'énergie cinétique du fluide de masse m s'écoulant dans les tuyaux de sortie de de la turbine.
V_1 :	La vitesse d'huile dans la pompe.
V_0 :	La vitesse d'huile dans la turbine.
ΔE_C :	L'énergie cinétique transmise à l'arbre de sortie.
W_T :	Vitesse angulaire de la turbine.
W_P :	Vitesse angulaire de la pompe.
M_P :	Moment de la roue pompe.
M_T :	Moment de la roue turbine.
ΔM_{Pcrt} :	Couple du au frottement dans les paliers.
η_C :	Le rendement de coupleur hydraulique.
g :	Le glissement du coupleur hydraulique.
n_P :	Vitesse de rotation de la pompe.
n_T :	Vitesse de rotation de la turbine.

- i : Rapport de vitesses.
- Ω_s : La vitesse angulaire statorique.
- p : Nombre de pair de pôle.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation de la Centrale Thermique Cap Djinet.....	2
I. Introduction.....	2
II. Présentation et fonctionnement de la centrale.....	2
II.1 Situation géographique de la centrale.....	2
II.2 Historique	2
II.3 Constitution de la centrale	3
II.3.1 La chaudière	4
II.3.2 La turbine	6
II.3.3 L'alternateur	6
II.3.4 Le transformateur	7
II.3.5 Le poste d'eau	8
II.4 Les différents auxiliaires	10
II.5 Système de surveillance d'alarme et d'analyse	11
II.6 Salle de commande centralisée.....	12
II.7 Principe de fonctionnement	12
III. Traitement d'eau dans la centrale	13
IV. Conclusion	14
Chapitre II : Généralités sur les systèmes hydrauliques	15
I. Introduction.....	15
II. Les fluides hydrauliques	15
III. Circuit de transport de liquide.....	15
IV. Circuit de transmission de puissance	16
V. Description d'un circuit hydraulique	17
V.1 Structure générale	17
V.2 Composition d'un circuit hydraulique.....	17
VI. Les machines hydrauliques	18
VI.1 Classification des machines hydrauliques	18
VI.1.1 La Pompe hydraulique	19
VI.1.2 Turbines hydrauliques	20
VI.1.3 Les vérins	22
VI.1.4 Distributeurs	24
VI.1.5 Appareils de contrôle du débit	26
VI.1.6 Régulateur de la pression	28

VI.1.7 Filtration	29
VII. Avantages et inconvénients des systèmes hydrauliques.....	29
VII.1 Les avantages.....	29
VII.2 Les inconvénients	30
VIII. Conclusion :.....	30
Chapitre III : Etude technologique du coupleur hydraulique	31
I. Introduction.....	31
II. Description.....	31
III. Structure générale.....	31
IV. Principe de fonctionnement	32
V. Mode opératoire	34
VI. Caractéristiques techniques générales	35
VI.1 Température et joints du coupleur	35
VI.2 Vidange.....	35
VII. Rendement du coupleur hydrodynamique.....	35
VIII. Notion de glissement.....	36
IX. La partie hydraulique	37
X. La partie mécanique	37
XI. La partie électrique.....	38
XI.1 Les moteurs asynchrones triphasés.....	38
XI.2 Principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone	39
XI.3 Couplage d'un moteur asynchrone triphasé	39
XI.4 Définition des composants de circuit de puissance de coupleur (Réglable Voith R15K375)	40
XII. Applications et avantages.....	41
XIII. Conclusion.....	42
Chapitre IV : Adaptation d'une nouvelle commande numérique au coupleur hydraulique... 43	43
I. Introduction.....	43
II. Généralité sur automatisme.....	43
II.1 Historique sur les API.....	43
II.2 Les systèmes automatisés de production	43
II.3 Structure d'un système automatisé	43
II.3.1 Partie opérative.....	43
II.3.2 Partie commande	43
II.4 Les avantages et les inconvénients d'un système automatisé.....	44

II.4.1	Les avantage	44
II.4.2	Les inconvénients	44
III.	Automate programmable industrielle	44
III.1	Définition d'un automate programmable	44
III.2	Description des éléments d'un API	44
III.3	Langages de programmation des API.....	45
III.4	Transfert du programme dans l'automate programmable	45
III.5	Présentation de l'automate S7-300	46
III.5.1	Structure fonctionnelle de l'automate	46
IV.	Programmation sous STEP7	47
IV.1	Démarrage de STEP7	47
IV.2	Création d'un nouveau projet	47
IV.3	Configuration matérielle.....	48
IV.4	Table mnémonique	48
V.	Adaptation d'une commande numérique au coupleur hydraulique	50
V.1	Programme de marche d'une pompe alimentaire	50
V.2	Programme d'arrêt de la pompe alimentaire	62
VI.	Simulation	65
VI.1	Présentation du logiciel de simulation PLCSIM	65
VI.2	Simulation par PLCSIM	65
VI.3	Etats fonctionnel de la CPU.....	67
VII.	Conclusion.....	69
	Conclusion Générale	70
	Références bibliographiques	71
	Annexe	73

Introduction générale

Introduction générale

Les systèmes hydrauliques jouent un rôle vital dans de nombreuses applications industrielles, fournissant une puissance et un contrôle précis dans différents environnements. En particulier, l'accouplement hydraulique, qui utilise l'huile hydraulique comme moyen de transmission, est un dispositif clé pour transmettre la puissance mécanique entre le moteur et la charge.

Au fil des ans, les progrès technologiques ont grandement amélioré les performances des systèmes hydrauliques, notamment avec l'introduction de la commande numérique. L'intégration de ces commandes numériques dans les coupleurs hydrauliques offre de nombreux avantages tels qu'une commande plus précise, une meilleure réactivité et une efficacité globale du système plus élevée.

Le principal objectif de ce mémoire est d'explorer les différentes méthodes d'adaptation d'une commande numérique pour les coupleurs hydrauliques.

Le domaine de l'automatisation des machines hydrauliques est en plein essor, il représente un grand intérêt dans le développement technologique ainsi qu'économique.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la présentation de notre mémoire fin d'étude master. Elle nous permet d'approfondir nos connaissances universitaires déjà acquis dans ce domaine.

Notre Mémoire s'articule sur quatre chapitres :

Le premier chapitre sera consacré à la présentation de l'entreprise avec ses différents services et la ligne de production, ou nous avons effectué notre stage pratique, qui nous a permis de voir de près les installations au sein de la société.

Dans le deuxième chapitre nous traitons des généralités sur les systèmes hydrauliques.

Une étude technologique sera menée troisième chapitre qui comprend trois parties essentielles : électrique, mécanique et hydraulique.

Le quatrième chapitre est destiné à l'adaptation d'une commande numérique au coupleur hydraulique.

Nous terminons enfin par une conclusion générale et perspective

Chapitre I : Présentation de la Centrale Thermique Cap Djinet

I. Introduction

Une centrale thermique est un site industriel de l'électricité en grande quantité. Les centrales thermiques transforment des sources d'énergie naturelles en énergie électrique, afin d'alimenter en électricité les consommateurs, particuliers ou industriels relativement lointain. Le réseau électrique est utilisé pour transporter et distribuer l'électricité jusqu' aux consommateurs.

II. Présentation et fonctionnement de la centrale

II.1 Situation géographique de la centrale

La centrale est située au nord de la wilaya de Boumerdès, au bord de la mer, à 30 Km à l'est du centre de la wilaya, et à 1 Km à l'ouest de la ville de Cap Djinet. Cette centrale est constituée entre 1980 à 1986 en vue de renforcer l'alimentation en énergie électrique du pays, la première tranche d'énergie fournie au réseau de distribution a été effectuée le 17 juin 1986 [1].

II.2 Historique

La centrale thermique de Ras Djenet a été construite par un groupe Austro-allemand SIEMENS-SGP, qui avait la responsabilité des études de la supervision du montage et du contrôle d'ouvrage, ainsi que d'une entreprise Espagnole DRAGADOS à la quelle a été confiée la réalisation de la prise d'eau de mer.

Les principales entreprises Algériennes qui ont participé à la réalisation de la centrale sont : GENIE SIDER, ENCE, ETTERKIBE, INERGA, SNLB, PROSIDER, ENATUB, SNIC, GTP, SONATRAM et SOGEP.

Les principaux contrats ayant été signés en 1980, les travaux de terrassement ont démarré en 1981, et les travaux de montage ont commencé en 1984. Les principales opérations sont réalisées selon le calendrier suivant :

- Travaux de génie civil : 1984- 1985.
- Montage mécanique : 1984- 1986.
- Montage électrique : 1984- 1986.

La mise en service des groupes de production s'est déroulée comme suit :

- Groupe 1 en Décembre 1985.
- Groupe 2 en Avril 1986.
- Groupe 3 en Septembre 1986.
- Groupe 4 en Décembre 1986.

Donc la centrale de Ras Djenet est venue renforcer le parc de production d'énergie électrique en 1986 avec une puissance de 672MW. Elle se compose de 4 monoblocs de type thermique à vapeur d'une puissance de 176MW chacun.

La première fourniture d'énergie électrique au réseau s'est effectuée le 17 Juin 1986.

II.3 Constitution de la centrale

La centrale thermique de Cap Djinet est composée au plusieurs organes composés de quatre groupes d'une puissance de 176 MW comprenant des installations communes :

- Station de pompage d'eau de mer
- Poste de détente gaz naturel
- Poste de fuel
- Station de dessalement et de déminéralisation d'eau de mer
- Station d'électro chloration
- Salle des compresseurs d'air comprimé de travail et de régulation

Et pour chaque groupe :

- Poste de fuel
- Générateur de vapeur (chaudière)
- Turbine à vapeur
- Condenseur
- Alternateur
- Auxiliaires électriques
- Salle de commande centralisée
- Transformateur principale d'évacuation de l'énergie
- Dessalement de l'eau de mer

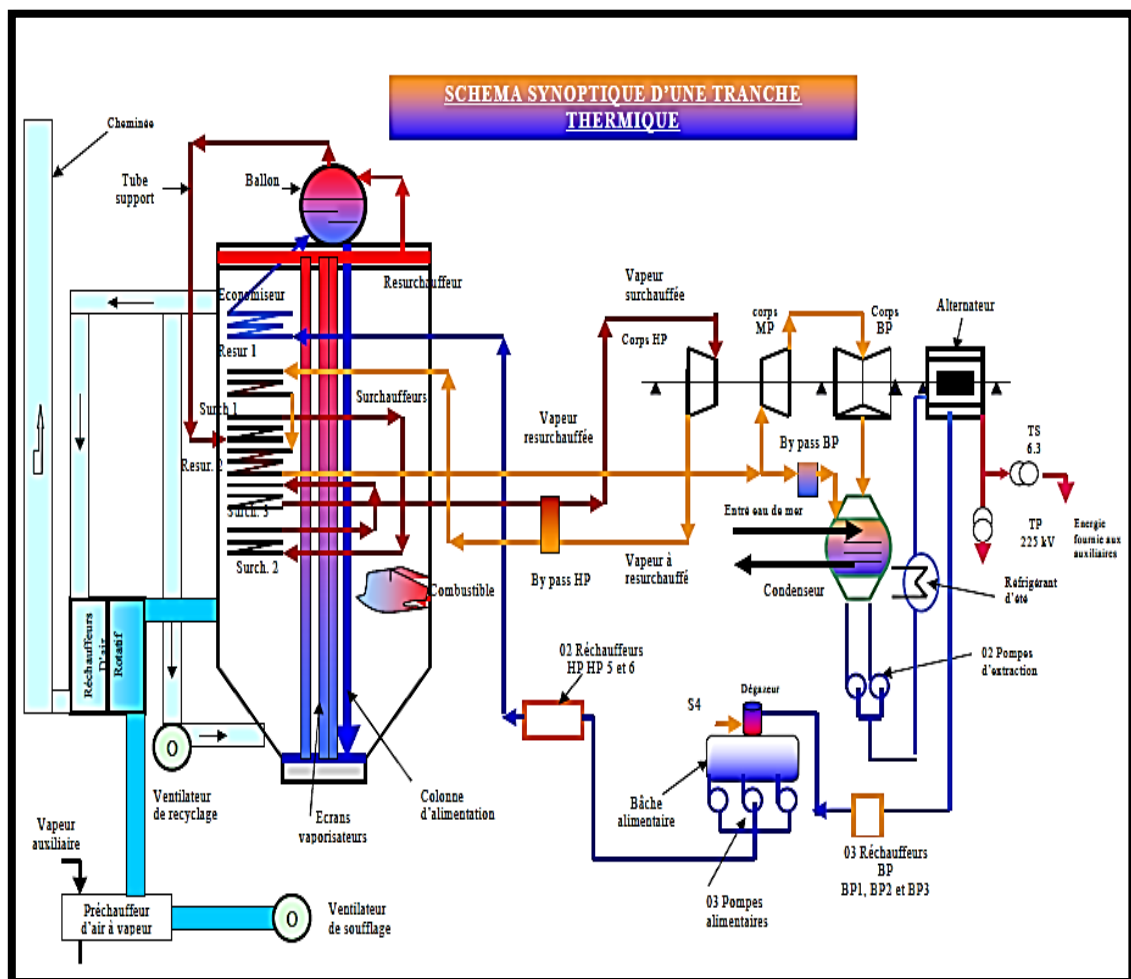


Figure I.1 : Une tranche de la centrale thermique.

II.3.1 La chaudière

La chaudière livrée pour RAS DJINET et le type circulation naturelle, la chaudière c'est un générateur de vapeur qui transforme l'eau en vapeur à haute pression pour alimenter le groupe turbine et l'altérateur.

Tableau I.1:Caractéristiques de la chaudière.

Capacité de vaporisation		540 t/h
Température dans le foyer		900 °C
Température de vapeur surchauffée		540 °C
Pression à la sortie des surchauffeurs		147 bars
Température du vapeur resurchauffé		535 °C
Température de l'eau d'alimentation		246 °C



Figure I.2 : la chaudière.

II.3.1.1 Les composant de la chaudière

1. Un économiseur

C'est une tuyauterie en forme de serpent, il se trouve dans la partie supérieure de la chaudière, il est conçu pour récupérer une partie de la chaleur dissipée avec les fumées de combustion d'une chaudière pour réchauffer l'eau progressivement avant qu'elle soit versée dans le ballon chaudière, et il permet d'augmenter le rendement d'une chaudière.

Tableau I.2:Caractéristiques D'un économiseur.

Surface d'échange	2080 m ²
Volume d'eau	10.5 m ³
Pression de service	164.3 bars

2. Un ballon

Le ballon chaudière est l'interface principale entre l'eau et la vapeur. L'eau d'alimentation de la chaudière traverse l'économiseur et arrive dans le ballon où la Vapeur est séparée de l'eau d'alimentation et prélevée pour alimenter la surchauffeur.

Tableau I.3:Caractéristiques De Ballon de chaudière.

Pression de service	160 bars
Volume d'eau	26.9m ³

3. Les colonnes de descente et des tubes écrans

Les tubes écrans constituant les parois de la chambre de combustion, sont alimentés à leur partie inférieure par quatre colonnes dites de descente. La chaleur reçue par ces tubes, essentiellement par rayonnements, est transmise à l'eau en vue de sa vaporisation.

4. Les surchauffeurs

Les surchauffeurs, au nombre de trois (primaire, secondaire et tertiaire), permettant grâce à la récupération de la chaleur sensible des fumées provenant du foyer, d'élever la température de la vapeur au-delà du point de saturation pour atteindre la valeur de 540C0, et ce, afin d'éliminer l'humidité contenue dans cette vapeur et donc d'améliorer le rendement de la turbine et ainsi diminuer la consommation du combustible.

5. Les désurchauffeurs

Une partie de l'eau d'alimentation est déviée avant son entrée dans l'économiseur dans un circuit annexe et injectée dans la vapeur surchauffée à un étage intermédiaire de surchauffe. Elle sert au réglage de la température de vapeur à la sortie de la dernière surchauffeur.

L'injection de cette eau de désurchauffe dans la vapeur se fait par pulvérisation dans un mélange appelé désurchauffeur.

6. Les brûleurs

Le générateur de vapeur est équipé de huit brûleurs fonctionnent au gaz naturel ou fuel léger. Ils sont disposés sur quatre étages de la face avant la chaudière.

7. Chambre de combustion

Elle représente la source de chaleur du générateur de vapeur. Elle est constituée de tubes écrans qui reçoivent la chaleur émise par les flammes des brûleurs.

8. Ventilateurs de soufflage

Les ventilateurs de soufflage ont pour rôle d'acheminer au générateur de vapeur l'air nécessaire à la combustion (gaz naturel ou fuel). Ils aspirent l'air de l'extérieur et le font parvenir aux brûleurs à travers pré chauffeur à vapeur et le réchauffeur rotatif. Chaque tranche est équipée de deux ventilateurs, chacun peut assurer 60% du débit nominal.

9. Ventilateurs de recyclage

Chaque tranche est équipée de deux ventilateurs de recyclage (ou de recirculation) des fumées. Ils aspirent une partie des gaz de combustion à la sortie de la chaudière (avant le réchauffeur d'air) et l'injectent dans la partie basse de la chambre de combustion. Ce système permet un gain de rendement, surtout à basse charge.

II.3.2 La turbine

Elle a pour rôle de transformer l'énergie thermique contenue dans la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre, le travail mécanique obtenu sert à entrainer l'alternateur. La turbine est composée de trois corps : haute pression (HP), moyenne pression (MP) et basse pression (BP). Elle comporte six (06) soutirages qui alimentent (03) réchauffeurs (BP), (02) réchauffeurs (HP), et la bêche alimentaire. Le rotor de la turbine est accouplé avec l'alternateur, et l'ensemble tourne à une vitesse constante réglée à 3000 tr.



Figure I.3 : images des trois corps de la turbine à vapeur.

II.3.3 L'alternateur

C'est un générateur d'électricité. Il sert à transformer l'énergie mécanique produite par l'arbre de la turbine en énergie électrique. C'est un alternateur à pôles lisses et le courant électrique créé est un courant alternatif triphasé dont les caractéristiques sont :

Tableau I.4:Caractéristiques D'un Alternateur.

La puissance maximale produite	176 MW
La tension	15,5 KV
La fréquence	50 Hz
L'intensité du courant	8195 A

Cette transformation dégage une grande quantité de chaleur, d'où la nécessité de refroidir l'alternateur. Le refroidissement se fait par un circuit fermé à Hydrogène qui est lui-même refroidi à l'eau déminéralisée.

II.3.3.1 Système de l'alternateur

L'alternateur comprend les éléments suivants :

- Enroulements stationnaires du stator.
- Rotor.
- Enroulement de champ du rotor.



Figure I.4 : alternateur.

II.3.4 Le transformateur

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme.

Vu que la tension au niveau de l'alternateur est faible, le courant électrique est très important, il est nécessaire de réduire les pertes par effet Joule en passant par un transformateur de tension. Dans le cas présent on utilise un transformateur de 15,5 KV à 220 KV, et une puissance de 220 MW à travers un disjoncteur coupleur. Le refroidissement du transformateur se fait par une circulation forcée d'huile en circuit fermé qui est lui-même refroidie par l'air.



Figure I.5 : Transformateur.

II.3.5 Le poste d'eau

Le poste d'eau comprend l'ensemble des appareils depuis l'échappement de la turbine jusqu'à l'entrée de l'économiseur de la chaudière et est constitué des éléments suivants :

- a. Le condenseur.
- b. La bêche alimentaire et le dégazeur.
- c. Les pompes (d'extraction et d'alimentation).
- d. Les réchauffeurs HP.
- e. Les réchauffeurs BP.

a. Le condenseur

Le condenseur utilisé est un échangeur à échange par surface, il est placé sous le corps basse pression (BP) de la turbine. La vapeur se condense au contact des parois des tubes.

Dans lesquelles passe l'eau de refroidissement de mer. L'échange de chaleur est de types fluides séparés à faisceaux tubulaires

b. La bêche alimentaire

C'est un réservoir cylindrique où a lieu le dégazage de l'eau, l'eau sortant des réchauffeurs basse pression (BP) se conduit vers la bêche alimentaire, cette dernière joue le rôle d'un échangeur à mélange (réchauffeur), l'eau est chauffée alors par le soutirage (S4) du corps moyenne pression (MP) de la turbine. L'eau se réchauffe jusqu'à la température de saturation correspondant à la pression de soutirage, en condensant la vapeur qui est prélevée à la turbine.

Le niveau de l'eau et de vapeur reste constant pendant le fonctionnement du groupe. la bêche alimentaire appelée aussi "**la bêche dégazant**" parce qu'elle dégage les gaz étrangers incondensables vers l'atmosphère avec deux (02) tuyauteries d'évacuation.



Figure I.6 : la bêche alimentaire.

c. Les pompes

▪ Les pompes d'extraction :

Permettent la reprise de l'eau condensée et l'alimentation de la bêche alimentaire dégazant après passage dans les réchauffeurs BP, réfrigérants d'été, condenseur de buées et les injecteurs de services.

Tableau I.5:Caractéristiques des pompes d'extraction.

Pression de service (hauteur totale)	16,8 bars
Pression (hauteur à débit nul)	19, 7 bars
Débit nominal	414 m ³ /h
Température de sortie	33 °C

▪ Les pompes d'alimentations

Elles ont pour rôle d'aspirer de l'eau de la bêche alimentaire pour refouler dans le réservoir de la chaudière en traversant les réchauffeurs haute pression (HP) et l'économiseur du générateur de vapeur.

On distingue deux types de pompes :

• Pompes nourricières

Ce sont des pompes auxiliaires du type centrifuge à un étage, elles servent à augmenter la pression de l'eau d'alimentation de 4.9 bars jusqu'à 11 bars avec un débit de 261.6t/h.

• Pompes principales

Ce sont des pompes centrifuge radiales à six étages, elles sont placées en aval des pompes nourricières, elles servent à augmenter la pression de l'eau de 11 bars jusqu'à 177 bars. Il y a trois pompes d'alimentation de chaque groupe et dans chaque groupe on a trois pompes nourricières qui sont liées à trois pompes principales, deux pompes pour le fonctionnement et une pompe réservée s'il y a une panne chaque groupe de pompes d'alimentation est commandé par un moteur commun d'une tension de 6.3 KV et une puissance de 300KV.

d. Les réchauffeurs bas pression (BP) et haute Pression (HP)

▪ Les réchauffeurs basses pression (BP)

Le rôle de ces trois (03) réchauffeurs est de réchauffer le condensât lors de son transfert vers la bêche alimentaire. Ils sont alimentés par les trois (03) sous tirages (S1), (S2) et (S3) qui viennent du corps (BP) de la turbine. Les réchauffeurs utilisés sont des échangeurs de chaleurs à échange par surface. Ils sont positionnés horizontalement en tube (en forme U), et l'écoulement de condensât se fait en cascade, dans le coté tube circule le condensât principal et dans le coté enveloppe circule la vapeur, et la température dépasse les 100 °C.

▪ Les réchauffeurs haute pression (HP)

Ils sont de nombre de deux (02), leur rôle est de réchauffer l'eau d'alimentation lors de son transfert dans la chaudière. Ils sont alimentés par les deux soutirages (S5) et (S6) provenant respectivement du corps moyen pression (MP) et basse pression (HP) de la turbine.

Les réchauffeurs utilisés sont des échangeurs de chaleurs à échange par surface. Ils sont positionnés verticalement avec tubes courbés en forme de serpent, dans le coté enveloppe circule la vapeur, et dans le coté tube circule l'eau d'alimentation (condensât) avec une pression de 160 bars et une température de 145 °C.

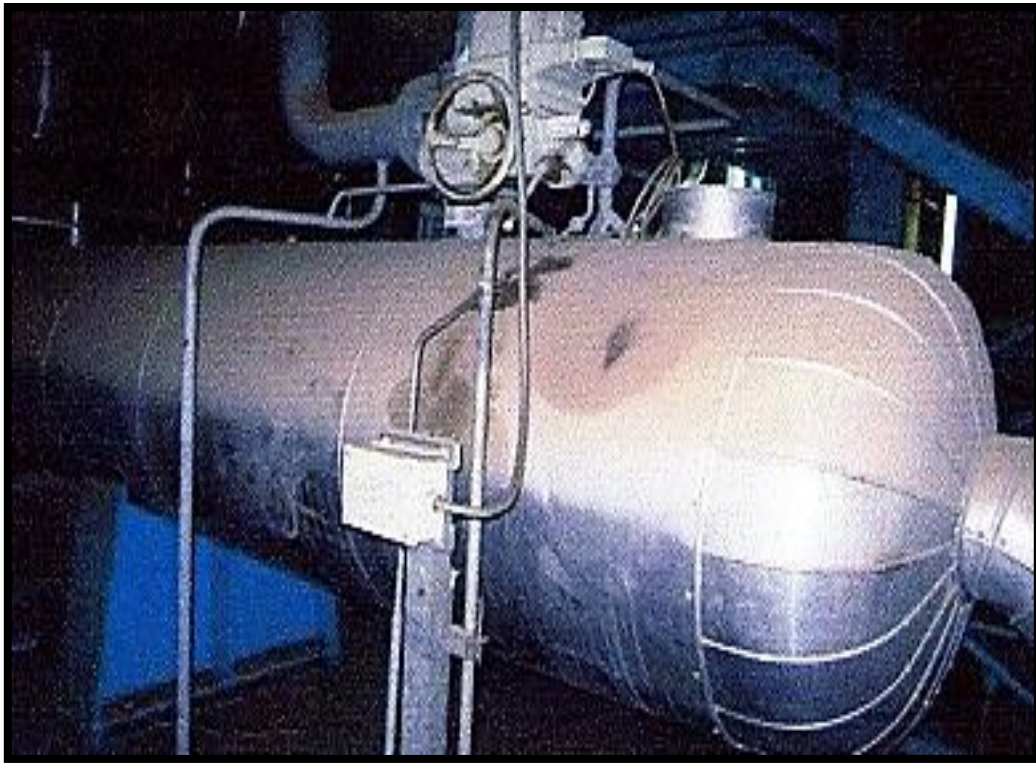


Figure I.7 : réchauffeur HP.

II.4 Les différents auxiliaires

- **Une station de production d'hydrogène**

Son rôle est de produire l'hydrogène nécessaire pour le refroidissement des quatre (04) alternateurs de la centrale.

- **Un poste de détente gaz**

Il est composé de deux (02) lignes de filtration gaz, ainsi que trois (03) lignes de régulation pour la détente gaz, de 60 à 6 bars.

- **Un poste de stockage du fuel**

Ce sont deux (02) réservoirs d'une capacité de 10000 m³ chacun. Utilisée en cas d'absence de gaz ou en cas d'incidents sur la conduite d'alimentation de gaz.

- **Une station de pompage de l'eau de mer**

Trois conduites de 03 mètres de diamètres sont installées à une profondeur de 06 mètres de la surface de la terre avec une longueur de 900 mètres dans la mer, ce qui permet à l'eau de passer automatiquement vers le bassin par la différence de potentiel (de niveau).

La filtration d'eau de mer s'effectue en deux étapes :

1. une première filtration s'effectue au niveau des grilles à grappins pour stopper et récupérer les gros déchets et organismes arrivant avec l'eau de mer.
2. une deuxième filtration s'effectue au niveau des tambours filtrants pour la récupération des organismes de petite taille qui n'ont pas pu être stoppés par les grilles à grappins.



Figure I.8 : station de pompage.

- **Une unité d'électro chloration**

Elle a pour rôle de protéger le circuit d'eau de mer (condenseur, conduites ...) contre tout encrassement pouvant être causé par les micro-organismes marins. Elle se fait par injection d'une quantité de 150 kg/h d'hypochlorite de Sodium.

En condition de chloration continue, 104000 m³/h d'eau de circulation sont continuellement chlorés.

- **Une unité de dessalement**

Quatre (04) unités de dessalement de l'eau de mer d'une capacité de 336 m³/jour pour chacune sont utilisées. L'eau de mer est vaporisée pour lui enlever le sel puis condensée, en suite stockée dans deux bâches d'une capacité de 2700 m³ chacune.

- **Une unité de déminéralisation**

Deux chaînes de déminéralisation (Filtres à lit mélangés) de 40 m³/h chacune parachève le traitement de l'eau avant son utilisation dans le cycle et le stockage d'eau déminéralisée se fait dans deux (02) réservoirs de 1500 m³ Chacun

- **Eau de réfrigération secondaire (déminéralisée)**

C'est l'eau déminéralisée stockée dans une bache de 5 m³ circulant en circuit fermé.

Il sert au refroidissement de certains organes tel que (huile de graissage pompe alimentaire, huile de graissage turbine, huile de graissage compresseur d'air, huile de graissage réchauffeur rotatif...Etc.

II.5 Système de surveillance d'alarme et d'analyse

Pour paraitre une bonne conduite de groupe de production des paramètres d'exploitation (température, pression, niveau de l'eau, vibration ...), des différent équipement du groupe sont

Indiqué, enregistré en permanence en salle de commande et signalée en cas de dépassement de seuil. Pour une meilleure analyse en cas d'incident un consigneur d'état et installé, il permet enregistrer l'alarme dans un ordre chronologique.

II.6 Salle de commande centralisée

Chaque paire de tranches est contrôlée et réglée depuis une salle de commande. La salle de commande pour chaque paire de tranche comprend :

- Deux (2) pupitres de conduite
 - Deux tableaux verticaux où sont rassemblés les organes des commandes et les appareils d'enregistrement de la plus grande partie des paramètres
- Un tableau synoptique schématise les auxiliaires électriques.



Figure I.9 : salle de commande.

II.7 Principe de fonctionnement

Dans une centrale thermique à vapeur, la production de l'énergie électrique comporte trois phases.

- 1- La transformation de l'énergie chimique du combustible en énergie calorifique de la vapeur dans la chaudière.
- 2- La transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique par la turbine.
- 3- La transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique par l'alternateur.

Le condensât est extrait par la pompe d'extraction pour l'acheminer vers la bache alimentaire en passant par le réfrigérateur d'été, les réfrigérants d'hydrogène de l'alternateur et par les réchauffeurs BP.

L'eau d'alimentation de bache alimentaire sera refoulée par la pompe alimentaire vers la partie inférieure du ballon chaudière en passant par les réchauffeurs HP 5 et 6 pour le réchauffeur à une température de 250°C sous une pression de 164.3 bars avant d'être introduite dans l'économiseur de 300°C et une pression de 160 bars.

Ce mélange (eau, vapeur) sera vaporisé en descendant dans des colonnes d'alimentation qui traversent les huit brûleurs qui fonctionnent en présence d'oxygène fournis par le ventilateur de soufflage, la vapeur prend une température de 540°C et une pression de 160 bars.

La vapeur est canalisée dans les écrans vaporisateurs jusqu'à la partie supérieure du ballon chaudière et s'achemine vers le corps HP de la turbine en passant par les trois surchauffeurs. La vapeur RC se rend au corps BP de la turbine après le passage par des resurchauffeurs 1 et 2 où elle est portée à 540°C et 48 bars puis vers le corps MP. A la sortie de corps MP la vapeur a une pression de 30 bars. L'effet de la vapeur dans les trois corps de la turbine est de fournir l'énergie mécanique au l'alternateur qui produit l'énergie électrique.

- 168 MW sont évacués à travers un transformateur élévateur principal (TP) :
- (15.5 kV/225 KV).
- 8 MW servent à l'alimentation des auxiliaires du groupe. L'alimentation se fait à travers un transformateur abaisseur de soutirage (TS) : (15.5 kV/6.3 kV).
- Le disjoncteur machine BBC à commande d'air comprimé (P=30 bars), sert à protéger l'alternateur contre les défauts électriques.
- Disjoncteurs ligne 220 KV à gaz SF₆ à commande hydraulique (P=315 bars), sert à protéger le groupe contre les défauts extérieurs.

Tous ses auxiliaires sont alimentés à travers le transformateur de soutirage [1].

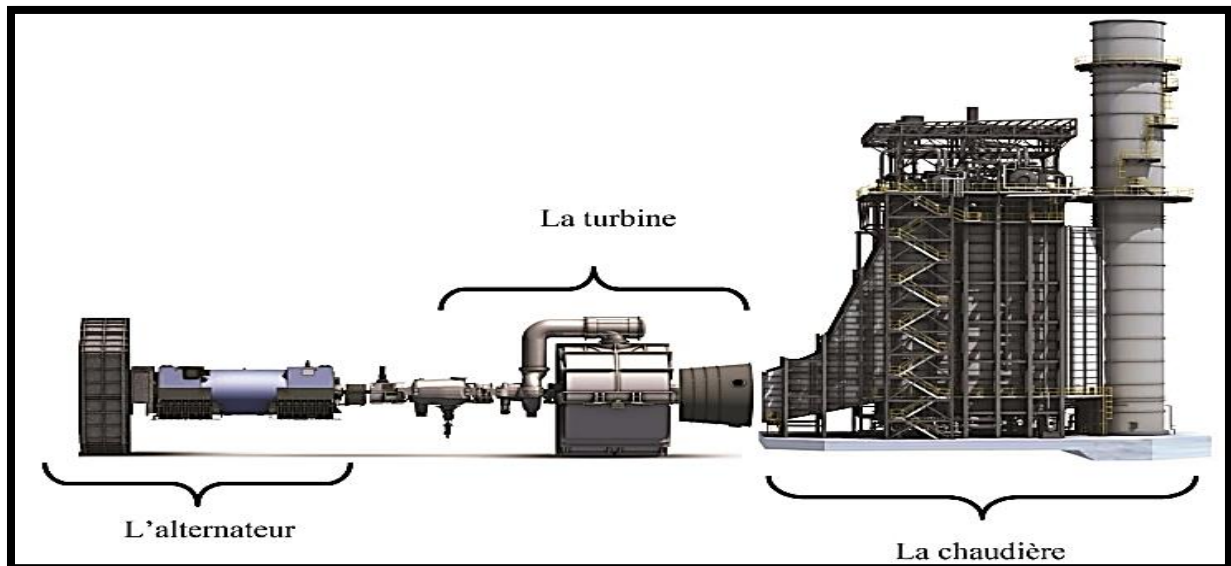


Figure I.10 : les trois phases de la production de l'énergie.

III. Traitement d'eau dans la centrale

Le traitement d'eau s'effectue par :

- Dessalement de l'eau de mer : Le dessalement d'eau de mer s'effectue par la méthode de multi flache qui sert à vaporiser l'eau pour enlever le sel et puis le condensé pour et le renvoyer vers la bache alimentaire par des pompes de circulation de 400V.
- Déminéralisation de l'eau de mer : La déminéralisation d'eau de mer s'effectue par des chaines déminéralisation de 40m³/h pour éliminer les petits grains avant l'utilisation dans l'extérieur du bloc.
- L'électrochloration de l'eau de mer : On fait l'électrochloration de l'eau de mer pour éliminer les petits organes marins qui se trouve dans les parois des conduites et dans

les condenseurs, qui ont une influence sur la diminution de débit de l'eau refouler pour refroidir le condenseur et changer la surface de condensation dans les condenseurs.

IV. Conclusion

Ce présent chapitre est destiné à présentation générale sur la centrale thermique de cap-Djenet et leur principe de fonctionnement ainsi que ses auxiliaires. Dans le chapitre suivant nous allons représenter des généralités sur les systèmes hydrauliques.

Chapitre II : Généralités sur les systèmes hydrauliques

I. Introduction

Un système hydraulique est un ensemble permettant de produire une énergie hydraulique à partir d'électricité ou d'un combustible. Ce système, relativement simple dans le principe, demande l'addition de nombreux composants afin de le rendre fonctionnel tout en répondant aux normes d'environnement et de sécurité imposées.

Dans le système industriel, l'hydraulique se traduit par la transmission et la commande des forces par un liquide qui est le fluide hydraulique.

Ce chapitre est consacré à des généralités sur les systèmes hydrauliques et leurs principes de fonctionnement.

II. Les fluides hydrauliques

Dans les circuits hydrauliques les fluides sont utilisés principalement pour la transmission d'énergie, la commande des organes hydrauliques comme le vérin et le moteur hydraulique etc. Et d'autres opérations secondaires comme la plupart des installations mécaniques, la rentabilité du circuit hydraulique, la durée de vie des organes et le bon fonctionnement du circuit, sont les points principalement visionnés par l'ingénieur.

Effectivement, le choix des fluides utilisés pour le circuit hydraulique a un grand effet sur les points mentionnés précédemment. Généralement, Les fluides (des huiles) hydrauliques utilisés pour les circuits sont classés principalement en deux grandes familles :

- Les huiles minérales.
- Les fluides difficilement inflammables [2].

III. Circuit de transport de liquide

Pour transporter un liquide d'un lieu à un autre, on a deux possibilités :

Soit par gravité :

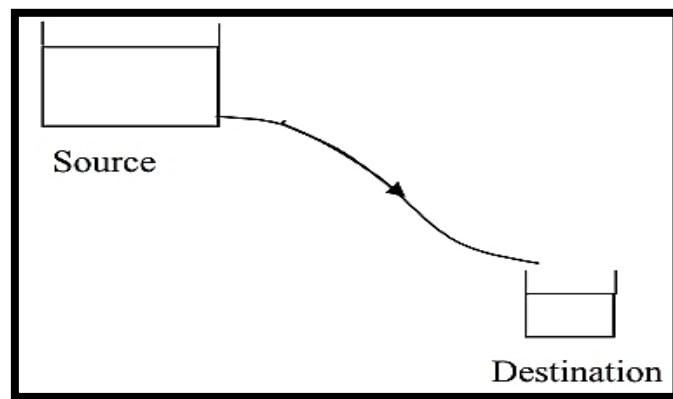


Figure II.1 : Circuit de transport de liquide par gravité.

Le niveau dans la source est supérieur au niveau de destination.

Ou par pompage

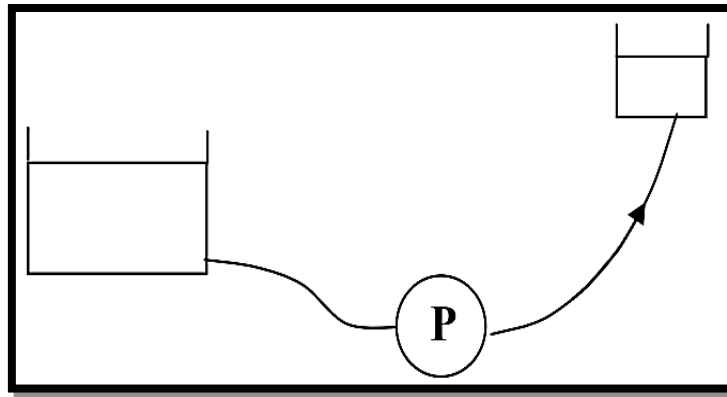


Figure II.2 : Circuit de transport de liquide par pompage.

Une pompe assure le transport du liquide.

Pour le transport des liquides, les pompes les plus utilisées sont de type centrifuges qui sont caractérisées par des débits importants et des pressions faibles (quelques dizaines de bar).

IV. Circuit de transmission de puissance

On l'appelle aussi circuit d'hydraulique industrielle.

L'huile est le fluide le plus utilisé industriellement ayant des qualités physico-chimiques (incompressibilité, viscosité, résistance thermique...),

Dans ce type de circuit, une pompe de type volumétrique entraînée par un moteur (électrique si l'installation est fixe, thermique si l'installation est mobile) génère une puissance hydraulique (un débit d'huile sous pression). Cette puissance est transmise à un récepteur hydraulique (vérin ou moteur hydraulique) pour le transformer en puissance mécanique.

Ce type de circuit est caractérisé par des pressions importantes (suivant le besoin) et des débits faibles à moyens.

$$\text{Puissance (w)} = \text{Pression (Pa)} * \text{Débit (m}^3/\text{s)}$$

Pour varier la puissance transmise, on peut agir sur la pression ou sur le débit [3].

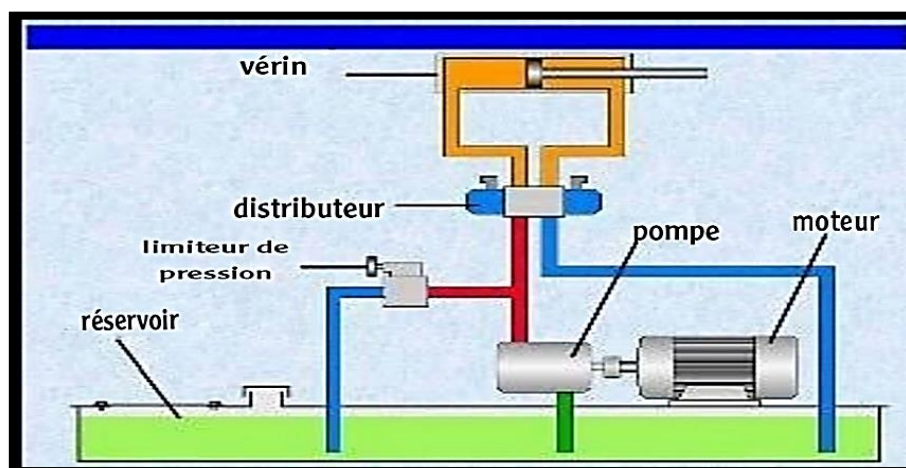


Figure II.3: installation hydraulique industrielle.

V. Description d'un circuit hydraulique

V.1 Structure générale

Un circuit hydraulique industriel est constitué de 3 zones :

- **1^{ère} zone** : Source d'énergie : c'est un générateur de débit (centrale hydraulique)
- **2^{ème} zone** : Récepteur hydraulique : transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique (vérin, moteur hydraulique).
- **3^{ème} zone** : liaison entre les deux zones précédentes.

On peut trouver dans cette zone :

- Des éléments de distribution (distributeur).
- Des éléments de liaison (tuyaux).
- Des accessoires (appareils de mesure, de protection, de stockage d'énergie et de régulation).

V.2 Composition d'un circuit hydraulique

Un circuit hydraulique industriel est représenté schématiquement par des symboles conventionnels normalisés. Un schéma hydraulique représente l'équipement toujours en position de repos ou initiale [4].

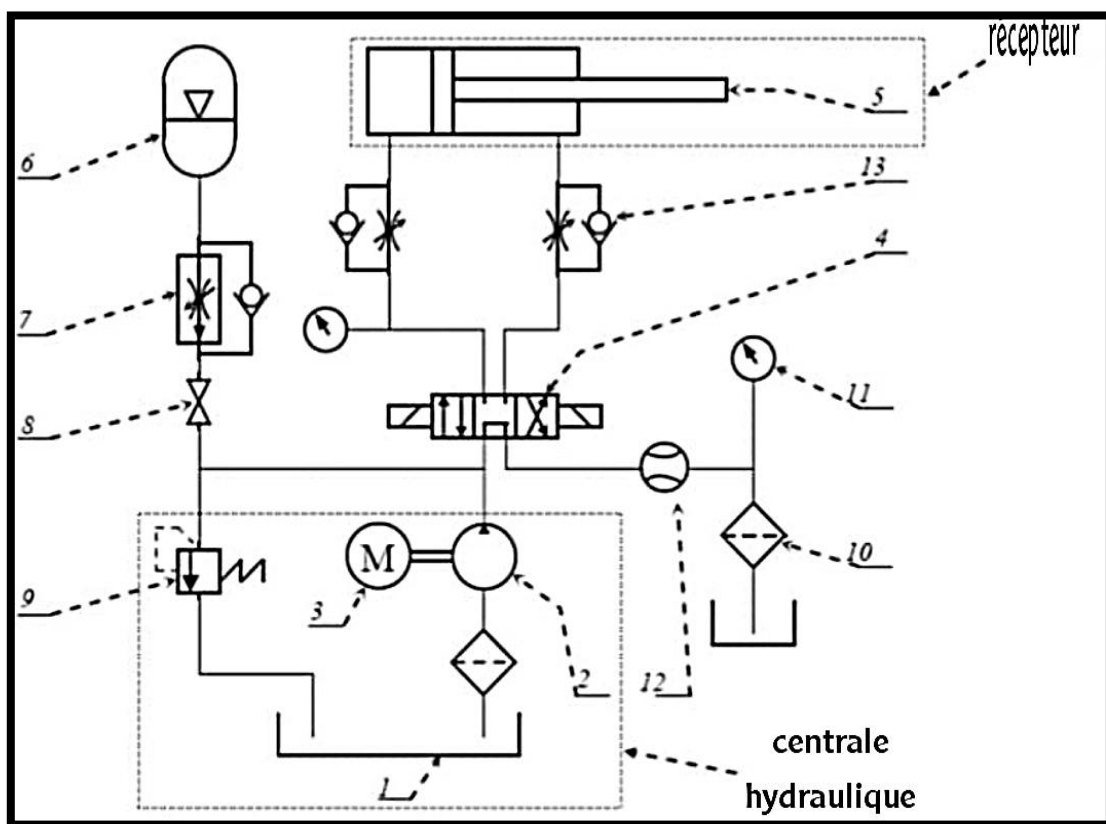


Figure II.4 : schéma de principe d'un circuit hydraulique.

Tableau II.1 : Fonctionnement des composant d'un circuit hydraulique.

Rép.	Désignation	Fonction
1	Réservoir	Stocker a fluide
2	Pompe hydraulique	Générer la puissance hydraulique
3	Moteur électrique	Actionner la pompe
4	Distributeur 4/3	Distribuer la puissance hydraulique au vérin
5	Vérin double effet	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stocker l'énergie hydraulique et la restituer en cas de besoin
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	Vanne	Distribuer ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	Filtre	Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles
11	Manomètre	Indiquer la valeur de la pression
12	Débitmètre	Indiquer la valeur de débit
13	Clapet anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

VI. Les machines hydrauliques

Les machines hydrauliques sont des machines permettant un transfert d'énergie entre un dispositif mécanique et le fluide qui les traverse. C'est-à-dire qu'elles permettent d'apporter l'énergie nécessaire pour augmenter la charge du liquide (motrices) ou transformer l'énergie hydraulique reçue en énergie mécanique (réceptrices).

La quantité d'énergie spécifique ou décrochement, échangée par la machine avec le liquide est égale à la différence des hauteurs du courant liquide à l'entrée et à la sortie de la machine. Elle est donnée par la relation suivante :

$$e_1 - e_2 = H_2 - H_1 = (Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\omega} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad \text{II.1}$$

$$\Delta e = \Delta H = H \quad \text{II.2}$$

H : Energie spécifique de la machine, appelée aussi hauteur de charge. Suivant le signe de Δe on distingue deux catégories :

- $\Delta e > 0$; Ce sont des machines motrices : Les pompes
- $\Delta e < 0$; Ce sont les machines réceptrices : Les turbines et les moteurs hydrauliques.

VI.1 Classification des machines hydrauliques

Les machines hydrauliques sont classées suivant leur mode d'action, on distingue :
Les machines hydrauliques dont la hauteur de charge résultent essentiellement d'une variation de pression.

$$\Delta e = H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} \quad \text{II.3}$$

P_1 : Pression à l'entrée de la machine (Pa)

P_2 : Pression à la sortie de la machine (Pa)

ρ : Masse volumique du liquide (kg/m^3)

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2)

Ce sont les machines volumétriques car elles fonctionnent à volume variable. Ces machines sont moins encombrantes et utilisées en mécanique. On distingue les pompes et les moteurs hydrauliques.

- Les pompes : Les pompes à pistons, à palettes, à membrane et à engrenages. Ces pompes fournissent des pressions très élevées par un refoulement périodique du liquide.
- Les récepteurs hydrauliques : ce sont les vérins et les moteurs hydrauliques utilisés dans les transmissions hydrauliques des systèmes mécaniques.

Les machines hydrauliques dont la hauteur de charge résulte de la variation de la vitesse et de la pression, ce sont les turbopompes et les turbines. Ces machines sont munies d'arbres tournants comportant une ou plusieurs roues à travers lesquelles se fait l'échange de l'énergie.

On distingue :

- Les turbopompes : centrifuges, axiales et hélico-centrifuges.
- Les turbines : Kaplan et Francis

Il existe un troisième type de machines plus ancien dont la hauteur de charge résulte d'une variation de cote ΔZ , c'est le cas des roues à eau et noria.

VI.1.1 La Pompe hydraulique

La pompe hydraulique est un dispositif qui permet de transformer l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique, et d'aspirer et de refouler un fluide. L'orifice d'aspiration est raccordé à un réservoir approprié d'où elle puise le fluide L'orifice de refoulement est raccordé au circuit hydraulique.

Elle alimente un réseau de canalisation, qui achemine le fluide aux organes de distributions, ceux-ci à leur tour dirigent l'énergie ainsi véhiculée vers les organes récepteurs qui convertissent à nouveau l'énergie hydraulique en énergie mécanique de mouvement.

On distingue deux grandes familles de pompes hydrauliques :

- Les pompes centrifuges.
- Les pompes volumétriques.

1. Les pompes centrifuge

Les pompes centrifuges sont composées d'une roue à aubes qui tourne autour de son axe, d'un stator constitué au centre d'un distributeur qui dirige le fluide de manière adéquate à l'entrée de la roue, et d'un collecteur en forme de spirale disposé en sortie de la roue appelé volute.

Le fluide est dirigé vers la roue en rotation qui sous l'effet de la force centrifuge lui communique de l'énergie cinétique.

Cette énergie cinétique est transformée en énergie de pression dans la volute. Un diffuseur

à la périphérie de la roue permet d'optimiser le flux sortant est ainsi de limiter les pertes d'énergie.

Les pompes centrifuges peuvent être utilisées pour une grande variété d'applications. La majorité de nos clients choisissent (Venrdermag) Global pour la gestion des fluides agressifs dans les systèmes haute pression.

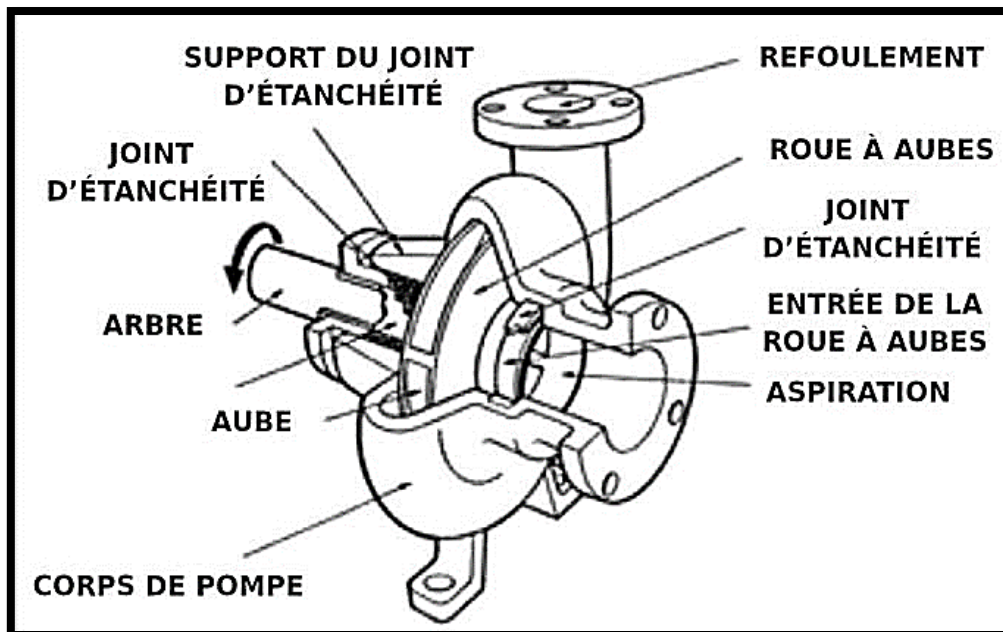


Figure II.5 : les composants d'une pompe centrifuge.

2. Pompe volumétrique

Les pompes volumétriques se composent d'un élément mobile se déplaçant dans un corps fixe parfaitement ajusté, le fluide est déplacé par un mouvement entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement dû à la diminution de la pression.

On distingue généralement :

- Les pompes volumétriques linéaires : à pistons axiaux, à pistons radiaux
- Les pompes volumétriques rotatives : à engrenages, à palette, à lobes

Les pompes volumétriques sont généralement auto-amorçages, dès leur mise en route elles provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide, il est néanmoins nécessaire d'examiner la notice du fabricant.

Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges, la pression au refoulement est ainsi plus importante, Le débit est par contre généralement plus faible, le rendement est souvent voisin de 90 % sauf dans le cas de fuites internes.

VI.1.2 Turbines hydrauliques

Une turbine hydraulique est un dispositif mécanique qui sert à transformer l'énergie potentielle associée à une hauteur en travail utile (énergie mécanique).

Les turbines hydrauliques modernes sont le résultat de plusieurs années de développement progressif, qui ont abouti à l'élaboration de très grandes unités (plus de 800 MW de capacité) avec des rendements qui sont parfois de plus de 95%.

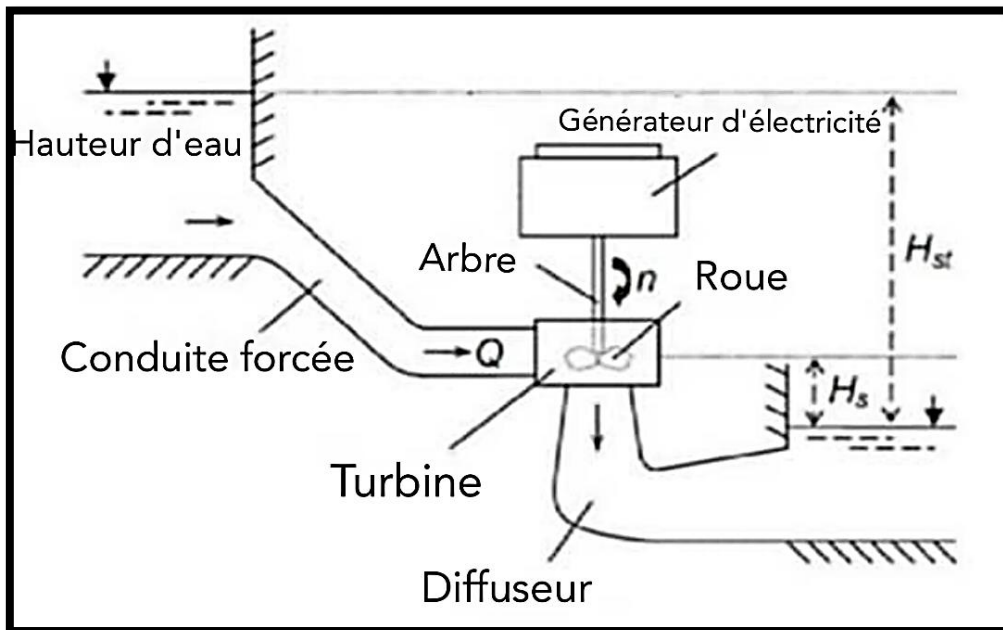


Figure II.6 : Centrale hydroélectrique avec une turbine à réaction.

Il existe plusieurs types de turbines hydrauliques, regroupés en deux catégories

1. Turbine action :

La turbine à action (Pelton) est caractérisée par le fait que l'énergie à disposition de l'aufrage est entièrement sous forme d'énergie cinétique. L'échange d'énergie entre l'eau et l'aufrage a lieu à pression constante, généralement à pression atmosphérique. La roue de la turbine est dénoyée et tourne dans l'air.



Figure II.7 : la turbine Pelton.

2. Turbine à réaction

Est une machine fermée (noyée) qui utilise à la fois la vitesse de l'eau (énergie cinétique) et une différence de pression. Deux principes sont à la base de son fonctionnement : création d'un tourbillon au moyen d'une bêche spirale, d'aubages directeurs, ou les deux à la fois. Récupération du mouvement circulaire du tourbillon par les aubages d'une roue en rotation qui dévient les filets d'eau pour leur donner une direction parallèle à l'axe de rotation.



Figure II.8 : la turbine Francis.

Les turbines à réaction fonctionnent complètement immergées. Le transfert d'énergie à la turbine dépend des conditions de l'écoulement avant et après la roue, d'autre part les turbines à réaction les plus fréquemment rencontrées sont les turbines Francis et les turbines axiales, c'est le cas des turbines Kaplan.



Figure II.9 : la turbine Kaplan.

VI.1.3 Les vérins

Le vérin hydraulique est un appareil qui transforme une énergie hydraulique en énergie mécanique animée d'un mouvement rectiligne

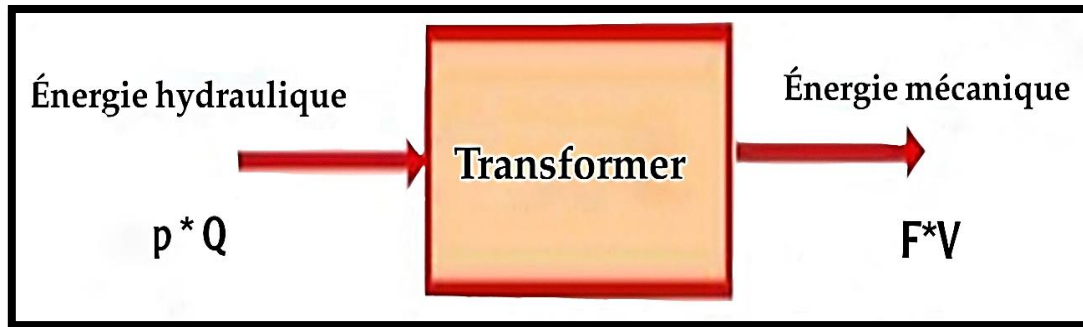


Figure II.10 : Chaîne énergétique du vérin hydraulique.

1. Vérin simple effet

L'ensemble tige piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un ressort ou une charge.

- Avantages : économique et consommation de fluide réduite.
- Inconvénients : encombrant, course limitée.
- Utilisation : travaux simples (serrage, éjection, levage...)

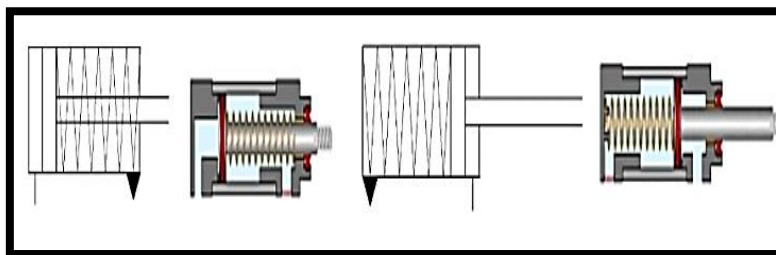


Figure II.11 : Vérin simple effet.

2. Vérin double effet

L'ensemble tige piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide. L'effort en poussant est légèrement plus grand que l'effort en tirant.

- Avantages : plus souple, réglage plus facile de la vitesse, amortissement de fin de course réglable.
- Inconvénients : plus coûteux.
- Utilisation : grand nombre d'applications industriels.

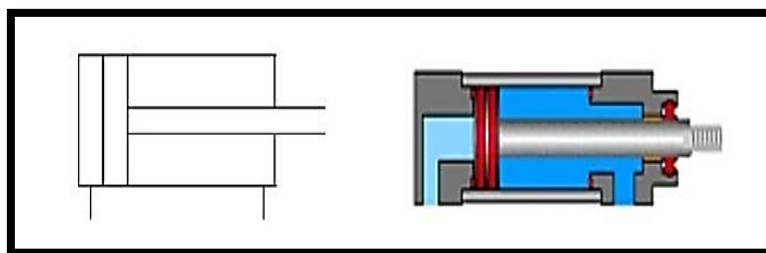


Figure II.12 : Vérin double effet.

3. Vérin rotatif

L'énergie du fluide est transformée en mouvement de rotation. L'angle de rotation peut varier de 90° à 360° . Les amortissements sont possibles

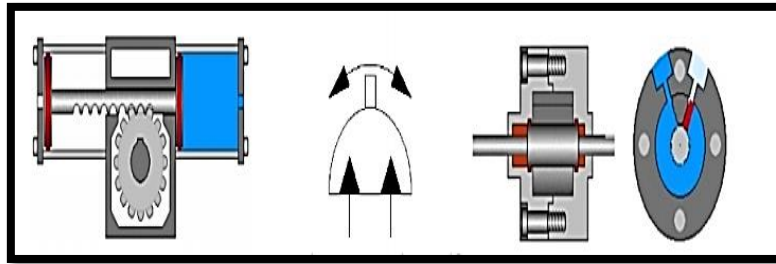


Figure II.13 : Vérin rotatif.

4. A double tige travers ante équilibrée

Les deux surfaces réceptrices du piston étant égales, les forces développées dans les deux sens du déplacement sont identiques. Pour un même débit la vitesse de déplacement est égale dans les deux sens [5].

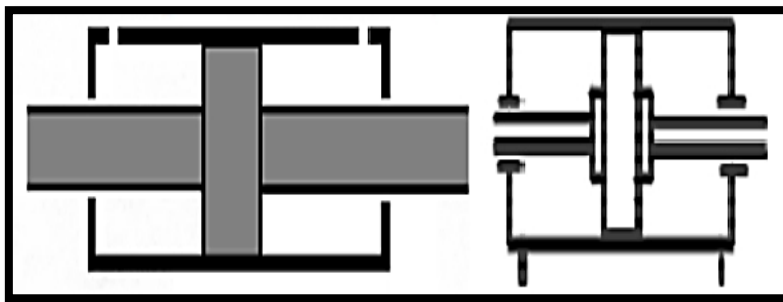


Figure II.14 : Vérin à double tige.

VI.1.4 Distributeurs

Les distributeurs sont des pré-actionneurs qui orientent la circulation du fluide dans diverses directions selon les besoins du circuit hydraulique, assurent l'alimentation des actionneurs et les retours de fluide à la bache d'eau.

Architecture d'un distributeur

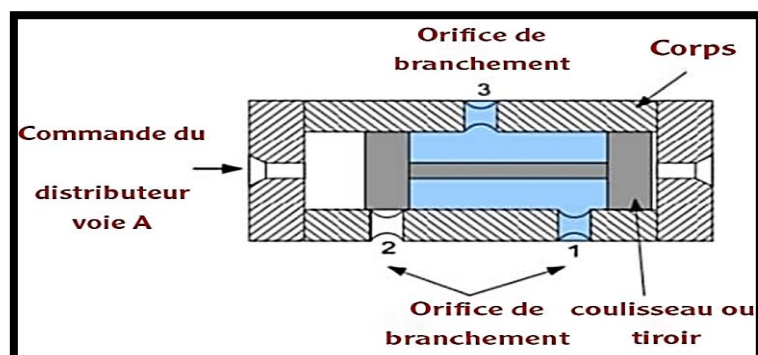


Figure II.15 : architecture d'un distributeur.

VI.1.4.1 Nombre de position

Le tiroir du distributeur peut prendre différentes positions. Chaque position est symbolisée par une case. A l'intérieur de chaque case, on indique les chemins que peut emprunter le fluide, ainsi que le sens d'écoulement.



Figure II.16 : distributeur à deux positions.



Figure II.17 : distributeur à 3 positions.

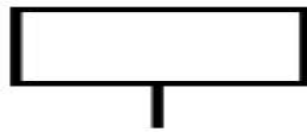


Figure II.18 : Raccordement Conduite générale.

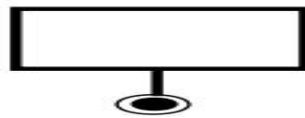


Figure II.19 : Raccordement Arrivée de pression.

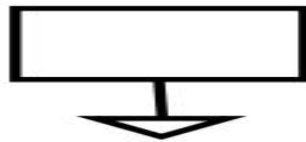


Figure II.20 : Echappement.

VI.1.4.2 Nombre d'orifice

En se déplaçant dans l'alésage du corps, le tiroir vient mettre en communication les différents orifices du distributeur. Ces orifices dont le nombre varie ont une désignation normalisée :

- Arrivée de la pression : P
- Retour au réservoir : R et T
- Utilisation (branchement des actionneurs) : A et B
- Pilotages : X et Y

La désignation du distributeur se fait sous la forme : Distributeur « nombre d'orifice » / « nombre de position ».

VI.1.4.3 Type des distributeurs

Il existe deux principaux types de distributeurs

- **Distributeur monostable** : Si le distributeur possède un rappel par ressort on dit qu'il est « Monostable ». En présence du signal de pilotage, le tiroir bascule et

reste dans sa position si le pilotage est maintenu. En l'absence de signal de pilotage le tiroir retrouve sa position repos sous l'action du ressort.

- **Distributeur bistable** : Si le distributeur possède deux pilotages il est dit « Bistable ». En l'absence de signal de pilotage, le tiroir ne bouge pas et occupe la position qu'il avait précédemment.

VI.1.4.4 Fonctionnement d'un distributeur

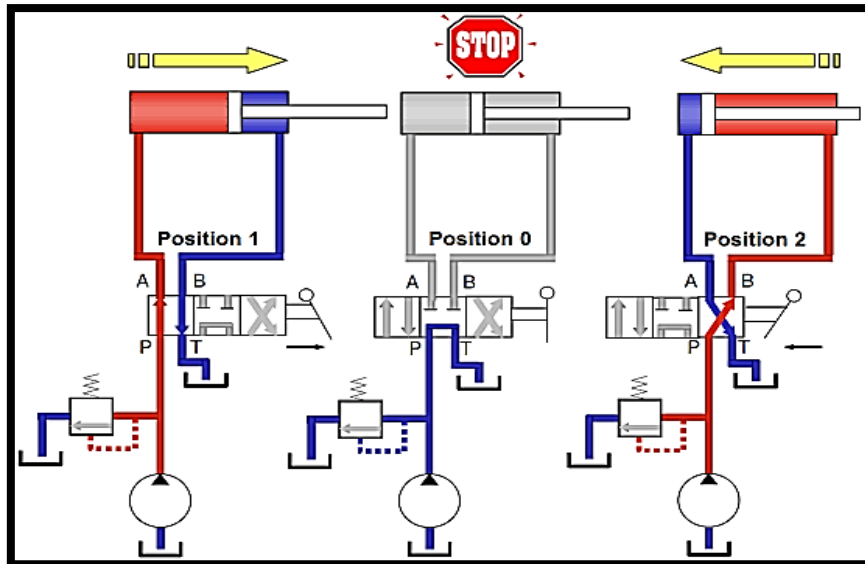


Figure II.21 : Fonctionnement d'un distributeur dans un circuit hydraulique.

En rouge l'huile sous pression.

En bleu l'huile dans le circuit de retour.

➤ **Position 1** : sortie du vérin

Le levier de la commande positionne le tiroir du distributeur de manière à mettre en communication les orifices « P » vers « A » et « B » vers « T » provoquant la sortie du vérin.

➤ **Position 0** : arrêt du vérin

Les orifices « A » et « B » sont obturés par le tiroir du distributeur immobilisant le vérin en position. Le fluide hydraulique issu de la pompe retourne directement au réservoir par les orifices « P » et « T » qui communiquent.

➤ **Position 2** : rentrée du vérin

Le levier de la commande positionne le tiroir du distributeur de manière à mettre en communication les orifices « P » vers « B » et « A » vers « T » provoquant la rentrée du vérin.

VI.1.5 Appareils de contrôle du débit

La particularité de ces appareils est que le débit qui les traverse dépend de la perte de charge à leurs bornes. A d'autres termes, si la charge au récepteur varie, la pression demandée par son actionneur change et donc le débit varie également.

VI.1.5.1 Limiteurs de débit (ou réducteur de débit)

Le limiteur de débit un simple étrangleur réglable dans une conduite. En effet si on réduit le diamètre de passage, la quantité d'air ou fluide sera ainsi réduite. Certains modèles fonctionnent dans un seul sens, ils sont pourvus d'un clapet anti-retour dans le sens inverse.

Avec un limiteur de débit, le débit varie avec la charge entraînée.

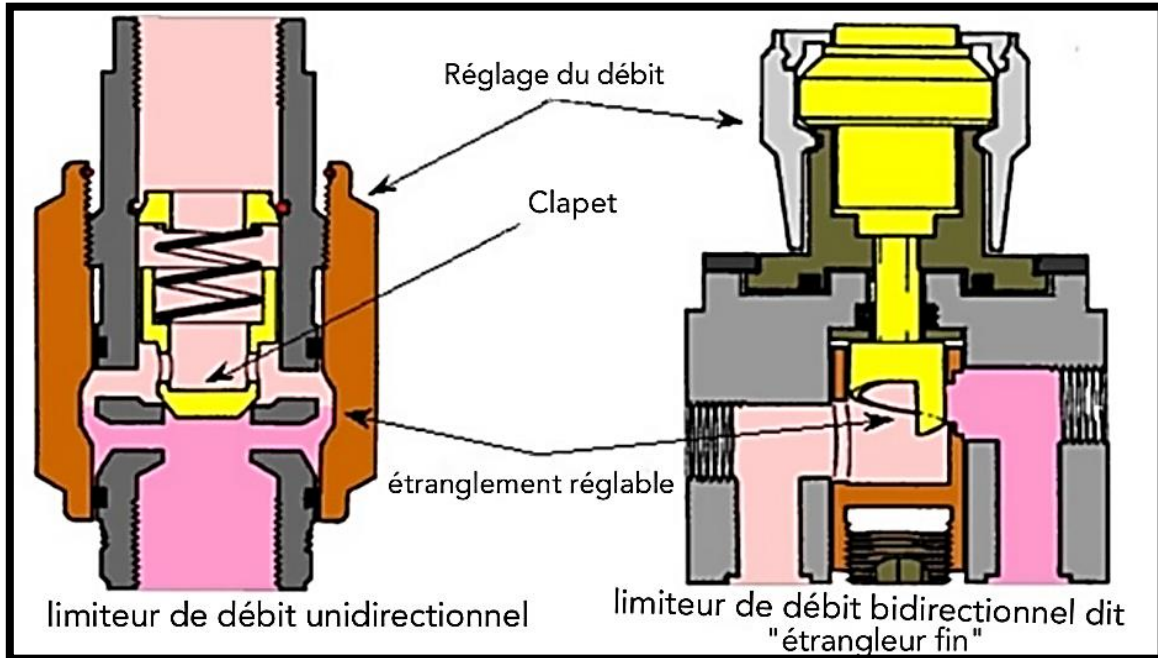


Figure II.22 : Les différents types des limiteurs de débit.

VI.1.5.2 Régulateurs de débit

Ils sont constitués de deux étranglements successifs, l'un est réglable par l'utilisateur, l'autre change automatiquement en fonction des variations de pression pour conserver un débit constant. De plus, la plupart sont dits compensés en température, donc peu sensibles à la viscosité de l'huile. Avec un régulateur de débit, le débit est indépendant de la charge.

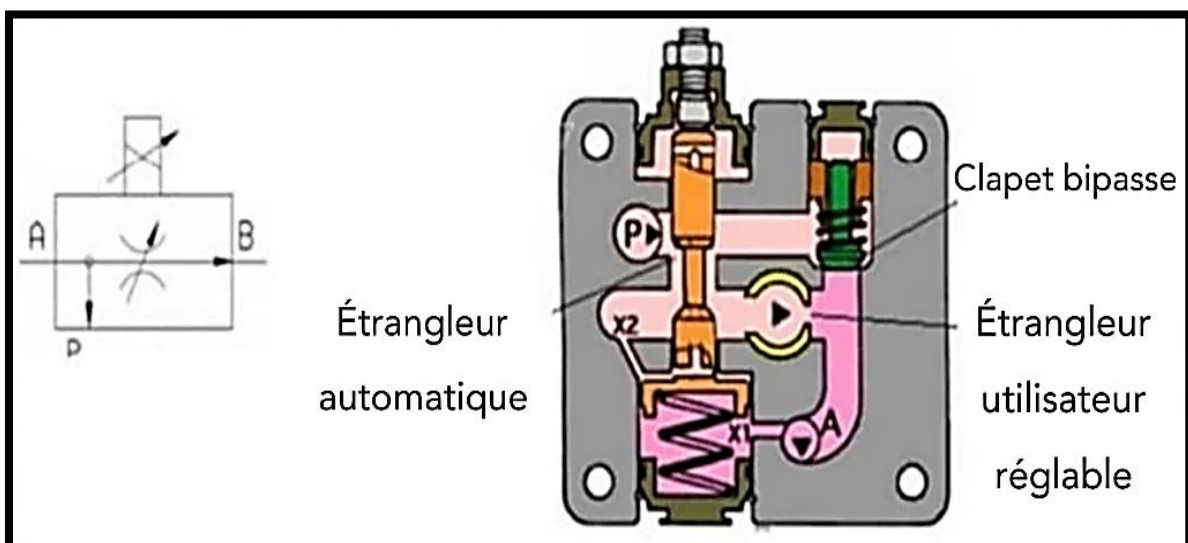


Figure II.23 : Symbole d'un régulateur de débit.

VI.1.6 Régulateur de la pression

Le régulateur a pour fonction de ramener la pression primaire ; qui est variable ; à une pression secondaire pratiquement constante. Par ailleurs, une pression trop élevée accélère l'usure de l'outillage et des équipements hydrauliques en général. Le régulateur de pression est donc essentiel sur la majorité des systèmes, car il permet de réaliser des économies sur les coûts d'exploitation et d'accroître la durée de vie de l'équipement. On distingue alors les trois principaux types des régulateurs suivants :

VI.1.6.1 Limiteurs de pression

Sont appelés aussi soupape de sûreté. Ce composant peut assurer deux fonctions dans un circuit hydraulique :

- Permet de limiter la pression de fonctionnement dans l'ensemble d'un système hydraulique pour protéger la pompe, les appareils et les tuyauteries contre les surpressions dangereuses. C'est le premier appareil du circuit après la pompe hydraulique. Il assure la sécurité du groupe et des équipements (il est réglé de +10 à +20% de la pression de service et doit être plombé).
- Permet de limiter la pression dans une branche du système pouvant se trouver isolée. Un circuit peut comporter plusieurs de ces composants.

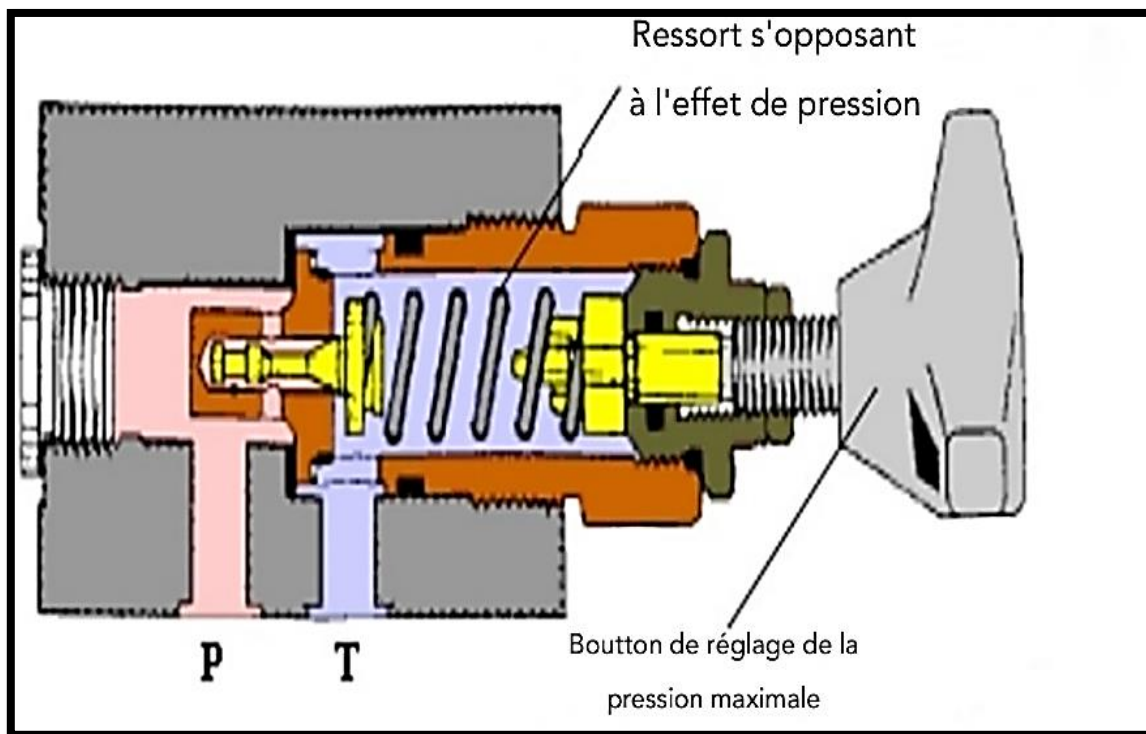


Figure II.24 : Limiteur de pression.

VI.1.6.2 Réducteurs de pression

Il assure une pression constante inférieure à la pression d'alimentation, il a comme rôle de couper la communication entre l'entrée et la sortie lorsque la pression en aval dépasse la valeur de tarage [6].

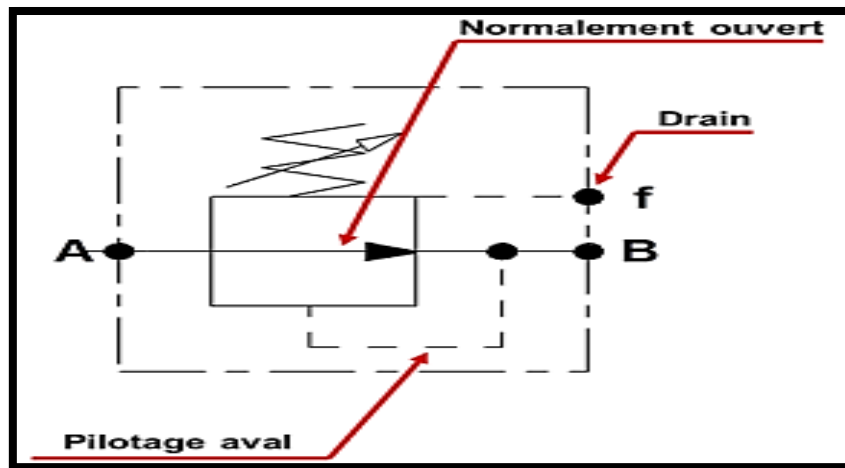


Figure II.25 : Schéma descriptif d'un réducteur de pression.

VI.1.7 Filtration

Si on analyse les pannes se produisant sur les installations hydrauliques, on constate qu'un grand nombre de celles-ci proviennent du mauvais état du fluide hydraulique.

L'huile sous pression, circulant dans l'installation, véhicule toutes sortes d'impuretés peuvent être abrasives ou non abrasives. Dans tous les cas, il faut absolument les éliminer, car elles provoqueront des pannes et une usure anormale des composants amenant rapidement des fuites. C'est le rôle de la filtration [4].



Figure II.26 : Les filtres hydrauliques.

VII. Avantages et inconvénients des systèmes hydrauliques

VII.1 Les avantages

Les systèmes hydrauliques offrent de nombreux avantages et permettent en particulier :

- La transmission de forces et de couples élevés.
- Une grande souplesse d'utilisation dans de nombreux domaines.

- Une très bonne régulation de la vitesse des actionneurs, du fait de l'incompressibilité du fluide.
- Un contrôle précis des vitesses et des efforts développés.
- La possibilité de démarrer des installations en charge.
- Une grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile.

VII.2 Les inconvénients

Les systèmes hydrauliques engendrent aussi des inconvénients :

- Installation plus complexe qu'en pneumatique.
- Nécessité de réaliser un retour du fluide au réservoir.
- Risques d'accident dus à la présence de pressions élevées (50 à 700 bars).
- Fuites entraînant une diminution du rendement.
- Pertes de charge dues à la circulation du fluide dans les tuyauteries.
- Risques d'incendie : l'huile est particulièrement inflammable.
- Technologie coûteuse (composants chers, maintenance préventive régulière) [7]

VIII. Conclusion :

Nous avons décrit dans ce deuxième chapitre les systèmes hydrauliques, leurs éléments constitutifs ainsi que les avantages et les inconvénients engendrés.

Chapitre III : Etude technologique du coupleur hydraulique

I. Introduction

Pour bien comprendre le fonctionnement du coupleur hydraulique (Réglable VOITH R15K375), ce chapitre est consacré entièrement à son étude technologique, et ce en faisant une présentation détaillée de la machine, son mode de fonctionnement ainsi que son instrumentation.

II. Description

Le coupleur hydraulique est un dispositif d'accouplement progressif qui réalise le changement d'énergie cinétique du flux de liquide circulant entre la partie motrice et la partie menée entre deux arbres rotatifs coaxiaux sans connexion ni contact solide, Bien que les accouplements soient utilisés pour la transmission du mouvement entre deux machines, ce sont des machines hydrauliques en raison de leur principe de fonctionnement, Les raccords hydrauliques sont utilisés dans diverses applications industrielles pour des connexions hydrauliques exigeantes, Le fluide utilisé dans les raccords hydrauliques est de l'huile minérale, qui transfère rapidement l'énergie de la pompe au récepteur.

III. Structure générale

Un coupleur hydraulique se compose de quelques pièces. Grâce à sa structure compacte, il est très résistant aux influences extérieures de l'environnement.

Les composantes du coupleur hydraulique :

1. Arbre creux
2. Roue à aubes
3. Carter aluminium en deux parties avec roue à aubes
4. Bouchon fusible
5. Joints d'étanchéité, roulements, un bouchon de remplissage et une vis complètent le coupleur.

Des accessoires supplémentaires sont disponibles en option, par exemple chambre de retardement, systèmes de sécurité, niveau visuel [8].

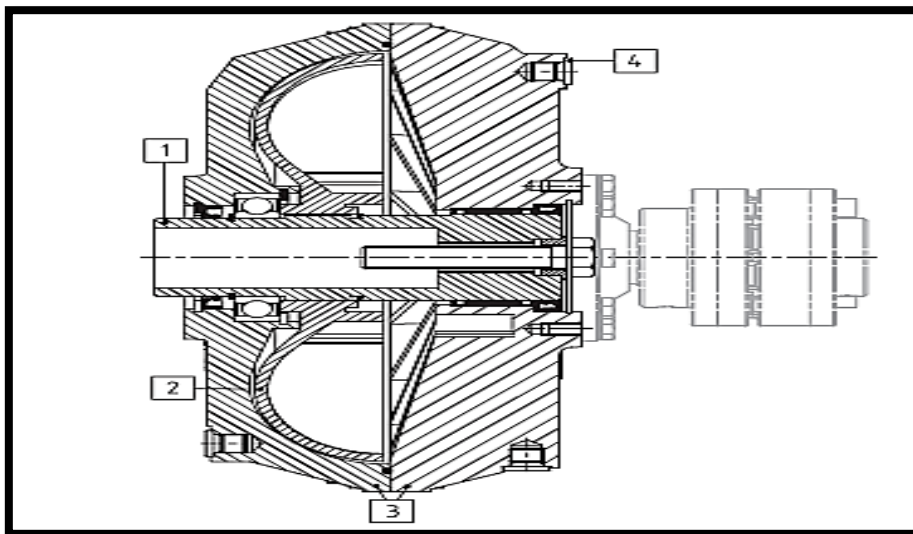


Figure III.1 : Structure générale d'un coupleur hydraulique.

IV. Principe de fonctionnement

Le principe de base du couplage hydraulique est illustré à la Figure III.2

Un moteur électrique entraîne une pompe centrifuge, délivrant de l'huile dans la deuxième conduite à la vitesse V_1 . Le liquide refoulé entre alors dans la turbine qui est reliée à la charge : entraînée par l'action du fluide ; ressort à la vitesse V_0 et revient enfin à la pompe par la conduite 4 [9].

L'énergie cinétique du fluide de masse m s'écoulant respectivement dans les tuyaux de sortie de la pompe et de la turbine est [10] :

$$E_{CA} = m \frac{V_1^2}{2} \quad \text{III.1}$$

$$E_{CR} = m \frac{V_0^2}{2} \quad \text{III.2}$$

La différence entre ces deux énergies est égale :

$$\Delta_{EC} = E_{CA} - E_{CR} = \frac{1}{2} m (V_1^2 - V_0^2) \quad \text{III.3}$$

Δ_{EC} L'énergie cinétique transmise à l'arbre de sortie est exprimée en énergie mécanique. Une pompe doit fournir mécaniquement la même quantité d'énergie au fluide pour maintenir le mouvement.

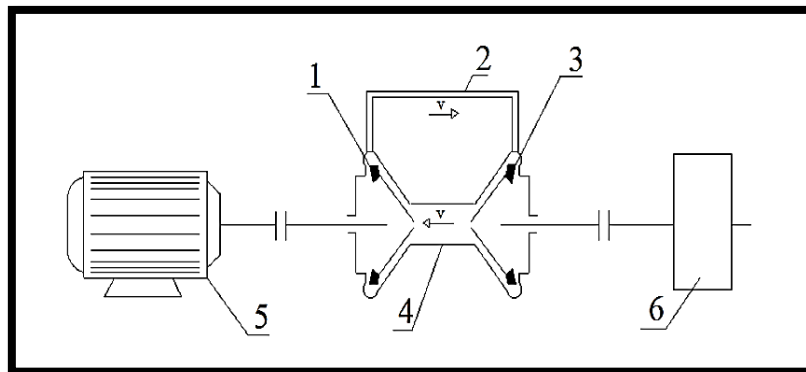
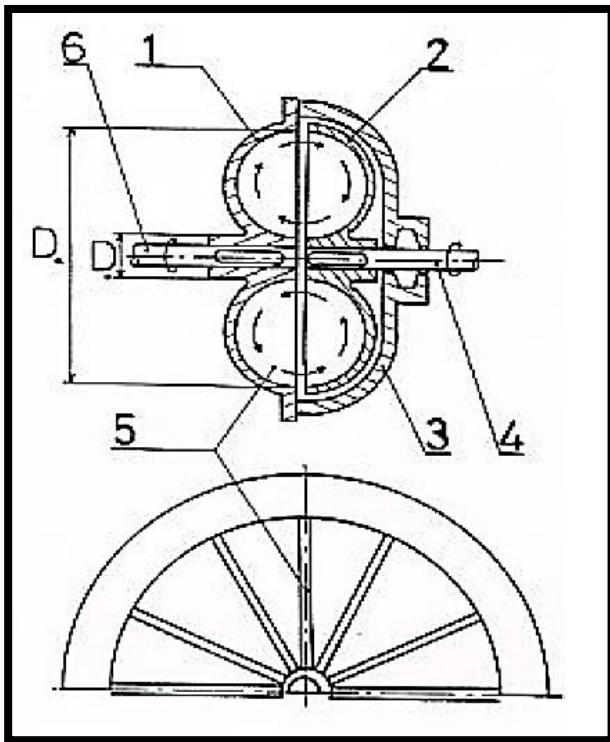


Figure III.2 : Principe de base d'un coupleur hydraulique.

- Pompe centrifuge (1),
- Conduite-aller ou de sortie de la pompe (2),
- Turbine hydraulique (3),
- Conduite retour ou de sortie de la turbine (4),
- Moteur (5),
- Charge ou récepteur (6)

Comme la montre la Figure III.2, l'ensemble pompe-turbine est compact.



1. rotor primaire : pompe
2. rotor secondaire : turbine
3. l'enveloppe (carter)
4. l'arbre secondaire
5. aubes
6. l'arbre primaire (moteur)

Figure III.3 : Coupleur hydraulique (principe de fonctionnement).

Le rotor primaire (1) agit comme une pompe, entraînée par le moteur électrique (6) et fixée au carter (3) (stator), étanche aux composants contenant du fluide, l'élément de turbine (2) ou rotor secondaire menée est solidaire à l'arbre (4) [11]. Les rotors est généralement pourvu d'aubes radiales (5). Les deux rotors primaire et secondaire forment un noyau de fer creux. Dont la cavité est remplie à 90% d'huile minérale.

Si le remplissage est terminé, la dilatation du fluide sous l'effet de la chaleur générée provoquera une pression excessive sur les parois, ce qui peut provoquer l'éclatement du coupleur.

Lorsque la roue pompe commence à tourner, le fluide contenu entre les aubes est entraîné en mouvement de rotation et subit donc une force centrifuge qui tend à l'expulser vers l'extérieur.

Au début, la turbine est à l'arrêt, et l'huile aspirée et expulsée par la pompe entre dans la turbine et la fait tourner, puis ressort et retourne dans la pompe. Le cycle se répète tant qu'il y a une différence de vitesse entre les deux roues.

En fonctionnement normal, la turbine tourne toujours un peu plus lentement que la pompe, c'est cette différence de vitesse qui fait circuler l'huile à travers les rotors.

A la même vitesse, les forces centrifuges s'équilibrent et la circulation s'arrête, rendant tout transfert d'énergie impossible.

Chaque partie du fluide qui circule dans le coupleur emprunte de l'énergie à la pompe et la transmet à la turbine sans liaison rigide entre les rotors.

Pour éviter les risques de vibration et de résonance, il est déconseillé d'utiliser le même nombre de pales dans les deux roues P et T. Dans ces conditions, le fluide ne traversera pas simultanément toutes les aubes d'une roue et de l'autre roue.

La fabrication des roues P et T se fait par moulage ou par assemblage d'éléments soudés par point, ou par sertissage [12-13].

Pour calculer le nombre de pales (Z) en connaissant le diamètre effectif (D_a) des pales, on utilise en pratique la relation empirique :

Pour la roue- pompe :

$$Z_p = 8.65 D_a^{0.28}$$

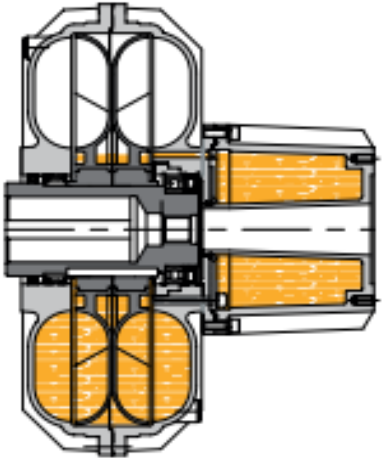
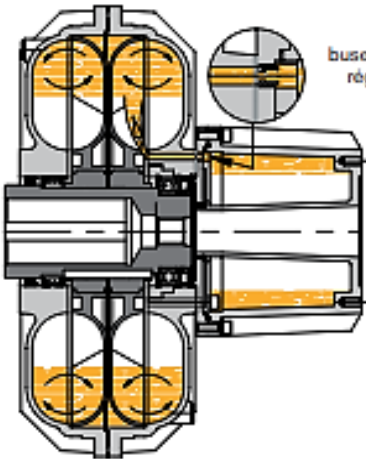
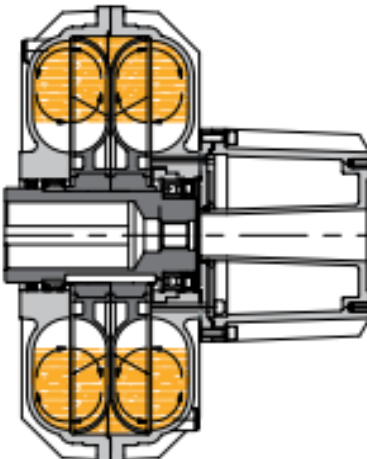
Pour la roue-turbine :

$$Z_t = Z_p + (1/3)$$

V. Mode opératoire

Grâce à la conception unique du coupleur hydraulique, qui contient un déflecteur et un couvercle pour accueillir et gérer l'huile, le couple de démarrage peut être ajusté entre 150% et 250%, en modifiant simplement le volume d'huile sans délai de chambre [8].

Tableau III.1 : Mode opératoire d'un coupleur hydraulique.

Arrêt	Démarrage	Fonctionnement
		
<p>L'huile (orange) est distribuée dans les chambres de travail et de temporisation du coupleur.</p>	<p>Le moteur entraîne la pompe (gris foncé), Cela provoque le transfert de l'huile vers la chambre de travail. L'huile vient de Chambre de retardement et débordement vers la zone de travail. Grâce à l'énergie du mouvement, la turbine (gris clair) accélère progressivement.</p>	<p>Une fois que le système atteint le couple nominal, le coupleur revient au fonctionnement nominal. C'est-à-dire qu'il ne transmet que le couple</p> <p>Consommée par les machines. Une boucle de travail fermée se forme (orange). Le glissement nominal en service est compris entre 2 % et 5 %, selon la taille et la capacité d'huile.</p>

VI. Caractéristiques techniques générales

VI.1 Température et joints du coupleur

La température maxi d'utilisation doit normalement être inférieure à 120°C. Pour les tailles 10 à 40 inclus, les coupleurs sont équipés de joints en NBR (température maxi 120°C). Pour les tailles 50 à 95, les coupleurs sont équipés de joints en VITON (température maxi 180°C).

VI.2 Vidange

La première vidange est à effectuer à 400 heures puis toutes les 4000 heures. Positionner le bouchon de remplissage vers le haut. Enlever le bouchon et tourner le coupleur jusqu'à la position basse. Laisser égoutter.

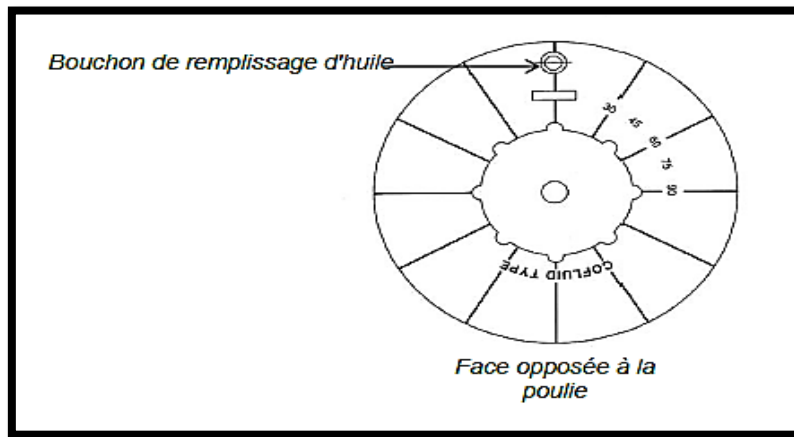


Figure III.4 : Vidange d'un coupleur hydraulique.

VII. Rendement du coupleur hydrodynamique

Le rendement d'un coupleur hydraulique est défini par le rapport suivant :

$$\eta = \frac{P_T}{P_P} \quad \text{III.4}$$

P_T : Puissance de la roue turbine

P_P : Puissance de la roue pompe

$$\eta_c = \frac{P_T}{P_P} = \frac{M_t n_T}{M_p n_P} \quad \text{III.5}$$

n_T : vitesse angulaire de la turbine

n_P : vitesse angulaire de la pompe

$$\frac{n_T}{n_P} = i \quad \text{III.6}$$

i : rapport des vitesses

$$M_t = M_P - \Delta M_{Pcrt} \quad \text{III.7}$$

M_P : moment de la roue pompe

M_t : moment de la roue turbine

ΔM_{Pcrt} : couple dû au frottement dans les paliers, dans les dispositifs d'étanchéité et aux Pertes de charge par choc hydraulique. Ces pertes dépendent de la viscosité et de la Turbulence du fluide.

$$\eta_c = \frac{M_T n_T}{M_P n_P} = \frac{M_P - \Delta M_{Pcrt}}{M_P} \times \frac{n_T}{n_P} \quad \text{III.8}$$

$$\eta_c = \frac{M_P - \Delta M_{Pcrt}}{M_P} \times i \quad \text{III.9}$$

En faisant abstraction des pertes d'énergie, le couple moteur devient égal à celui exercé sur la roue turbine (en régime normal) : $M_T \approx M_P$

Le rendement sera égal au rapport de vitesses [15] :

$$\eta_c = \frac{P_T}{P_P} = \frac{M_T}{M_P} \times \frac{n_T}{n_P} = \frac{n_T}{n_P} = i \quad \text{III.10}$$

VIII. Notion de glissement

La différence relative de vitesse de la pompe et de la turbine est appelée glissement (s) [16]. Le glissement est non nul ($s \neq 0$) ; tant que la pompe et la turbine tournent à des vitesses différentes

$$s = \frac{n_p - n_t}{n_p} = 1 - \frac{n_t}{n_p} = 1 - i \quad \text{III.11}$$

n_p : vitesse de rotation de la pompe

n_t : vitesse de rotation de la turbine

i : rapport de vitesses

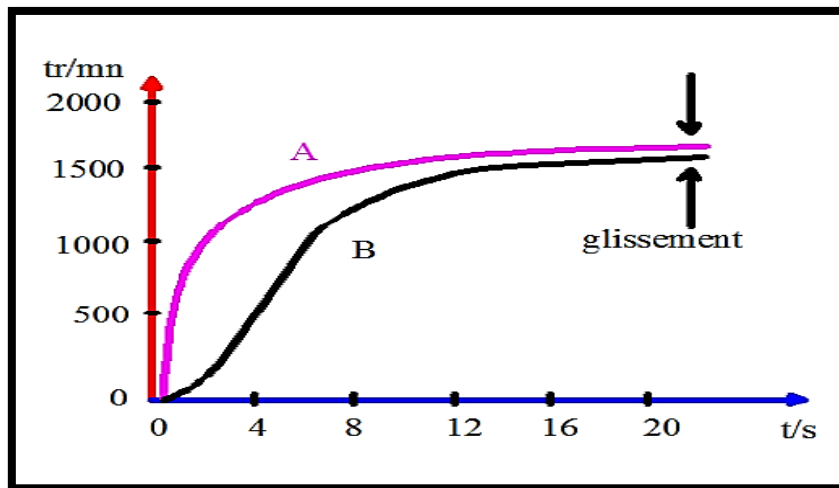


Figure III.5 : Glissement dans un coupleur hydrodynamique en fonction du temps.

(A : vitesse de la pompe, B : vitesse de la turbine)

Si $n_p = n_t \Rightarrow s = 0$ ($i = 1$) \Rightarrow aucun transfert d'énergie \Rightarrow aucune circulation du fluide.

IX. La partie hydraulique

Le circuit hydraulique d'un coupleur est constitué d'un(e) :

1. **Moteur électrique** : déplacement de l'écope pour régler le niveau d'huile dans le coupleur.
2. **Manomètre** : Indiquer la valeur de la pression.
3. **Distributeur 4/3** : Distribuer la puissance hydraulique au vérin.
4. **Vérin double effet** : transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique pour remplir ou vidanger la quantité d'huile dans le coupleur.
5. **Vanne** : distribuer ou interrompre passage d'huile.
6. **Limiteur de pression** : protéger l'installation hydraulique contre les surpressions.
7. **Réservoir** : stocker l'huile de fonctionnement et de graissage.
8. **Pompe hydraulique** : transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique.
9. **Clapet anti retour** : autoriser le passage d'huile dans un seul sens.
10. **Régulateur de débit** : régler le débit et la vitesse d'huile.
11. **Filtre** : éliminer les impuretés et purifier l'huile de fonctionnement et de graissage.

X. La partie mécanique

Un coupleur hydraulique est un dispositif utilisé pour transmettre une puissance mécanique rotative et se compose de trois composants principaux

1. **Carter (boîtier)** : il s'agit de l'enveloppe extérieure du coupleur hydraulique et possède un joint étanche à l'huile autour de l'arbre d'entraînement.
2. **La roue pompe** : Il s'agit d'une turbine reliée à l'arbre d'entrée ou d'entraînement. Il est responsable de la création d'un écoulement de fluide à travers le couplage.
3. **La roue turbine** : Il s'agit d'une turbine reliée à l'arbre de sortie ou entraîné. Il est chargé de recevoir la puissance du flux de fluide et de la transmettre à la machine entraînée.

Les accouplements hydrauliques fonctionnent en transmettant la puissance à travers le fluide. La roue ou la pompe est reliée à l'arbre d'entraînement externe et l'arbre d'entrée est relié au carter. Lorsque la roue tourne, elle crée un flux de fluide vers la roue ou la turbine. Le cycliste prend alors la puissance du flux de fluide et la transmet à la machine entraînée [17]

Les coupleurs hydrauliques sont utilisés en remplacement des embrayages mécaniques dans les transmissions automobiles et ont une large gamme d'applications dans les entraînements de machines marines et industrielles.

Il fournit un changement de vitesse variable en continu dans le couplage hydraulique du tube de pelle, ce qui présente les avantages d'un fonctionnement plus fluide et de moins de

charge de choc par rapport au couplage mécanique. Cependant, il présente également certains inconvénients, tels qu'une efficacité moindre due au frottement du fluide et à la génération de chaleur possible et aux dommages au couplage. [18].

XI. La partie électrique

Le coupleur hydraulique Voith constitué d'un moteur asynchrone triphasé, ce dernier réglé la quantité d'huile dans le coupleur hydraulique.

XI.1 Les moteurs asynchrones triphasés

Le moteur asynchrone triphasé, qui est un récepteur de puissance des installations Industrielles, est formé d'un :

Stator : est la partie fixe du moteur. Il comporte trois bobinages (ou enroulements) Qui peuvent être couplés en étoile Y ou en triangle Δ selon le réseau d'alimentation.

Rotor : est la partie tournante du moteur cylindrique, il porte soit un bobinage (D'ordinaire triphasé comme le stator) accessible par trois bagues et trois balais soit une cage d'écuriel non accessible, à base de barres conductrices en aluminium [19].

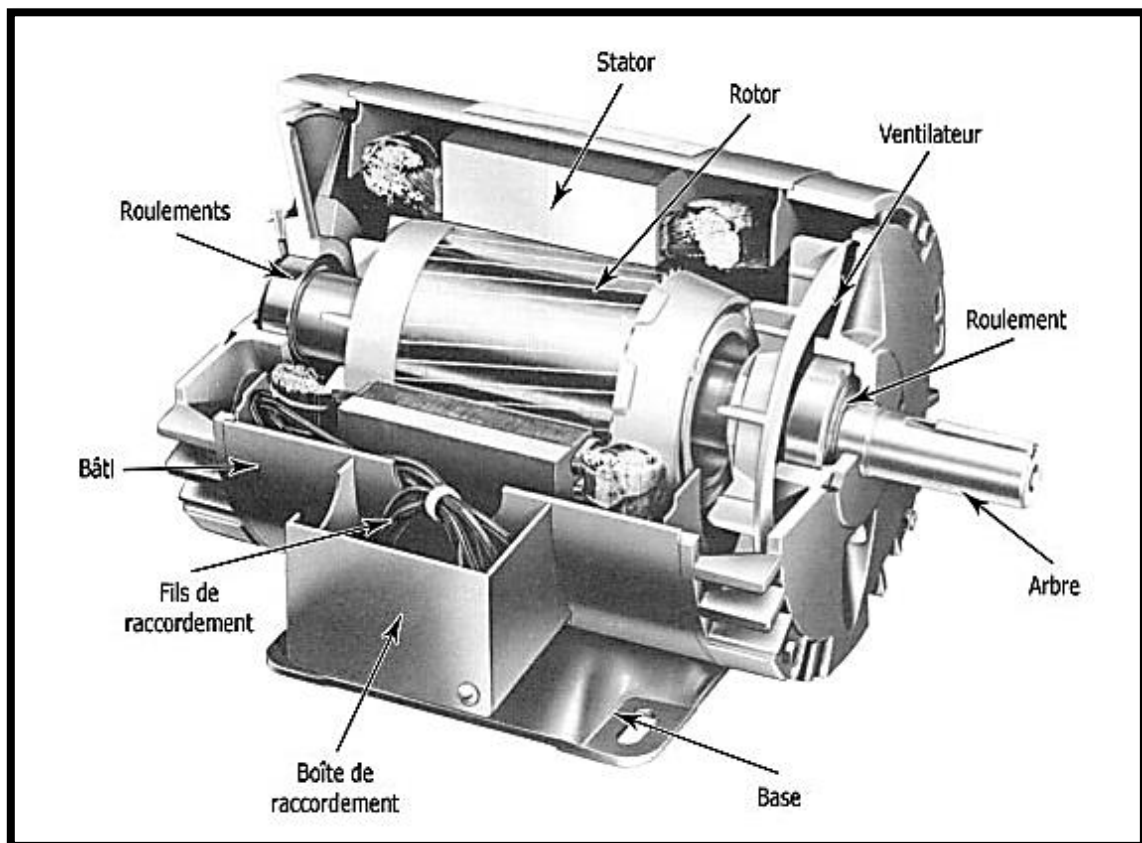


Figure III.6 : la constitution d'un moteur asynchrone triphasé.

XI.2 Principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone

Si on alimente les 3 enroulements statoriques par un système triphasé des tensions, on obtient un champ magnétique tournant à une vitesse angulaire $\Omega = \frac{\omega_s}{p}$. Le champ tournant engendre le rotor à une vitesse angulaire Ω (rd/s). Dans ce cas on dit que le rotor glisse par rapport au champ tournant et on définit le glissement comme suit :

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} \quad \text{III.12}$$

Au synchronisme :

$$\Omega_s - \Omega \Rightarrow g = 0 \quad \text{III.13}$$

À l'arrêt $g = 1$

Pour une génératrice $g < 0$

XI.3 Couplage d'un moteur asynchrone triphasé

Il y a deux possibilités de branchement du moteur au réseau électrique triphasé. Le montage en étoile et le montage en triangle comme la figure ci-dessous montre [20].

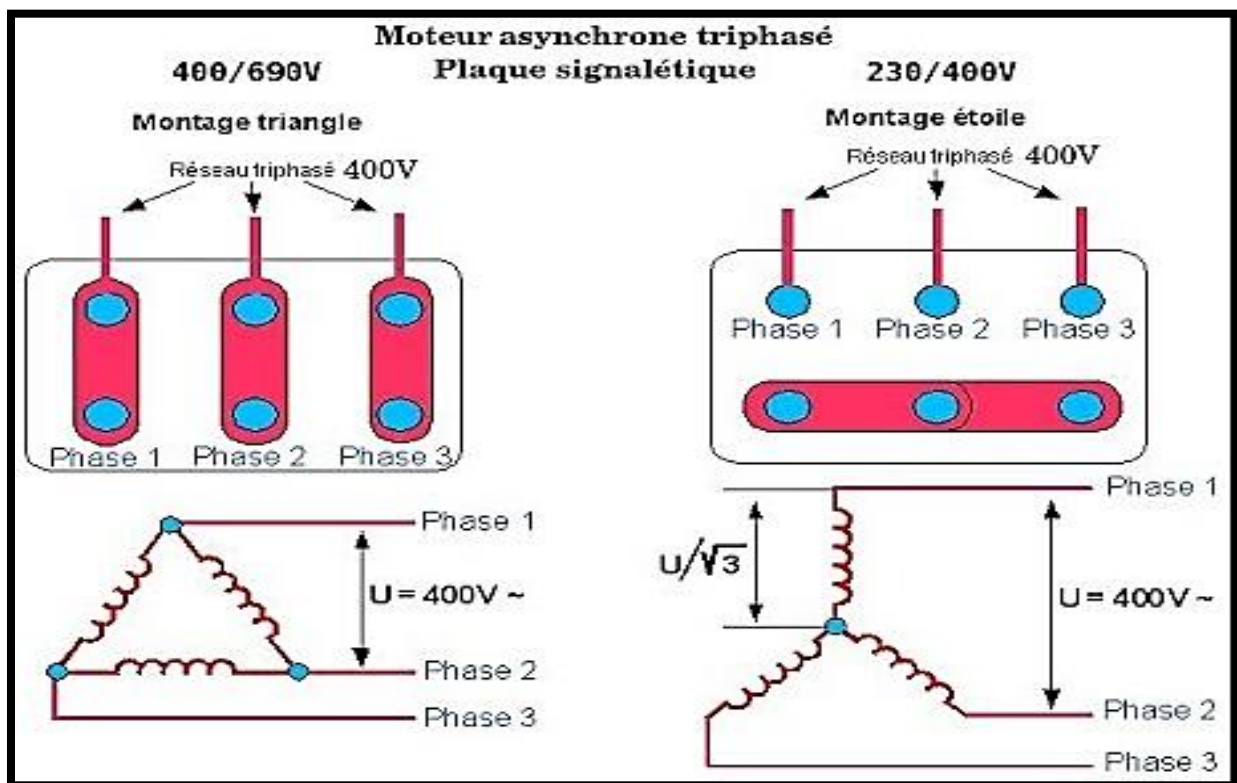




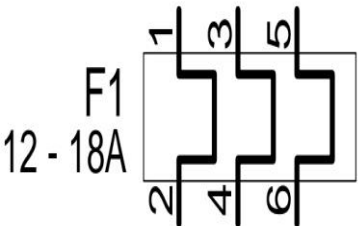




Figure III.7: couplage étoile et triangle de moteur asynchrone triphasé.

XI.4 Définition des composants de circuit de puissance de coupleur (Réglable Voith R15K375)

Tableau III.2 : Symbole des composants de circuit de puissance de coupleur.

Nom	Symbole	Fonction ou rôle
Fonction interrupteur		Interrupteur pour contrôler manuellement l'ouverture et fermer le circuit.
Fonction contacteur		Le contacteur est un relais électromagnétique qui permet Grâce aux contacts de puissance (pôles) pour assurer la Fonctionnement (on/off) des moteurs, des résistances ou d'autres récepteurs de grande puissance.
Fonction protection thermique		Protection contre les surcharges
Fonction protection magnétique		Protection contre le court-circuit
Relais thermique triphasé		F1 : relais de protection thermique moteur réglable 12A à 18A, ils protègent contre les faibles surcharges et étendu. 1/2 - 3/4 - 5/6 : bilames du circuit de puissance, Détecter la surchauffe des enroulements du moteur En raison d'un courant anormal absorbé par celui-ci.

Fonction Sectionnement		Le sectionnement permet de séparer et d'isoler un circuit électrique ou un appareil du reste de l'installation. Il assure la Mise hors tension de tout ou partie d'une installation, en la séparant de toute source d'énergie électrique, afin de garantir la sécurité des personnes qui interviennent sur l'installation [21].
Fonction disjoncteur		Protection contre les surintensités (surcharge et/ou court-circuit).

XII. Applications et avantages

Le domaine d'application du coupleur hydraulique est un environnements difficile nécessitant :

- Une masse accélérée lentement
- Bandes transporteuses
- Moulins
- Concasseurs
- Broyeurs
- Agitateur

Sa structure et ses caractéristiques, le coupleur présente les avantages suivants :

- Démarrage progressif de machines
- Fonctionnement moteur à vide, sans surdimensionnement du moteur
- Protection du réseau électrique
- Protection des composants de l'installation
- Protection de la ligne d'arbre
- Transfert de puissance sans usure
- Amortit les vibrations dans la chaîne cinématique
- Régulation facile du couple

- Robuste contre les influences environnementales externes [8]

XIII. Conclusion

Ce chapitre est destiné à une étude technologique qui comporte trois parties essentielles : électrique, hydraulique et mécanique. Cette étude est indispensable pour effectuer l'objectif de notre travail qui sera accomplie dans le chapitre suivant.

Chapitre IV : Adaptation d'une nouvelle commande numérique au coupleur hydraulique

I. Introduction

L'automatisation des systèmes de production a été développée pour réduire le coût et la complexité de l'installation, minimiser l'intervention humaine dans le processus de fabrication et assurer une plus grande précision avec un maximum de ressources économiques et donc d'ergonomie.

Ce chapitre sera dédié au l'élaboration d'un nouveau programme du processus du fonctionnement du coupleur hydraulique qui représente une étude de l'adaptation d'une nouvelle commande numérique du coupleur hydraulique de la centrale thermique.

II. Généralité sur automatisme

II.1 Historique sur les API

Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux U.S.A en 1969, dans Le secteur de l'industrie automobile, ils furent utilisés en Europe environ deux ans plus tard. Sa date de création coïncide donc avec le début de l'ère du microprocesseur et avec la Généralisation de la logique câblée modulaire.

L'API est la première machine à langage c'est-à-dire un des calculateurs logiques dont le Jeu d'instruction est orienté vers les problèmes de logique et des systèmes à évolution Séquentielles [22].

II.2 Les systèmes automatisés de production

L'objectif d'un système automatisé est de produire un produit de haute qualité au coût le plus bas possible, en utilisant le moins de main-d'œuvre possible. Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, organisés dans un but précis :

Agir sur la matière de travail pour lui donner une valeur ajoutée. Les systèmes automatisés sont soumis à des contraintes : l'énergie, la configuration, les réglages et les opérations qui se produisent dans tous ces modes de démarrage et d'arrêt [23]

II.3 Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer en deux parties :

II.3.1 Partie opérative

Il agit sur la matière de l'œuvre pour lui donner une valeur ajoutée. Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur les effecteurs du système (outils), qui à leur tour agissent sur le matériau de travail. Les capteurs et les détecteurs peuvent capturer divers états du système.

II.3.2 Partie commande

Il envoie des commandes de fonctionnement à la partie opération. Les pré-actionneurs sont utilisés pour commander les actionneurs, ils assurent le transfert d'énergie entre la source d'alimentation (réseau, pneumatique, etc.) et l'actionneur. Exemple : contacteurs, distributeurs....

Ces pré-exécuteurs sont à leur tour contrôlés par l'Unité de traitement de l'information (API). Il reçoit des instructions du panneau de commande (opérateur) et des informations de la partie opérative transmises par des capteurs et des détecteurs.

Sur la base de ces instructions et de son programme de gestion des tâches (installé dans un automate ou mis en œuvre par des relais (on appelle cela la logique câblée)), il va contrôler le pré-actionneur et renvoyer des informations à la balise ou à un autre système de contrôle ou de surveillance utilisant le réseau et lettre d'entente [24].

Un système automatisé peut être représenté comme suit :

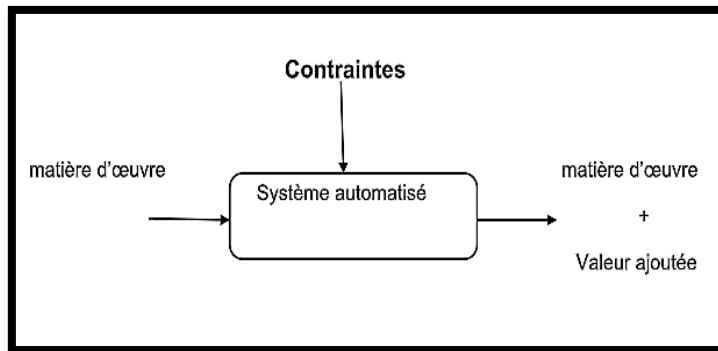


Figure IV.1 : Système automatisé.

II.4 Les avantages et les inconvénients d'un système automatisé

II.4.1 Les avantage

- La capacité de production accélérée.
- L'aptitude à convenir à tous les milieux de production ;
- La souplesse d'utilisation.
- La création de postes d'automaticiens.

II.4.2 Les inconvénients

- Le coût élève du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être structurée.
- La suppression d'emplois.

III. Automate programmable industrielle

III.1 Définition d'un automate programmable

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

III.2 Description des éléments d'un API

L'API est composée de quatre parties principales :

- Un processeur.
- Une mémoire.
- Des interfaces d'entrées /sorties.
- Une alimentation (240Vac, 24Vcc) [25].

La structure interne d'un API est représentée comme suit :

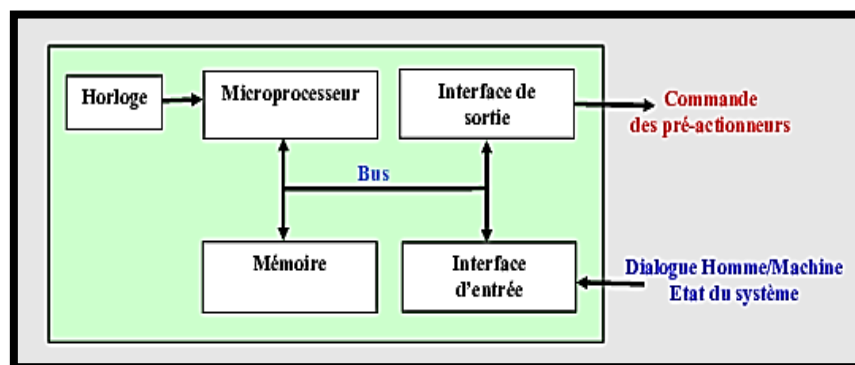


Figure IV.2 : Structure interne d'un API.

III.3 Langages de programmation des API

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131-3.

Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont [26] : GRAFCET ou SFC ; Schéma par blocs ou FBD ; Schéma à relais ou LD ; Texte structuré ou ST et Liste d'instructions ou IL.

III.4 Transfert du programme dans l'automate programmable

Le transfert du programme (Figure V.3) peut être fait soit :

- Entrez manuellement le programme et l'état initial à l'aide de la console de programmation.
- Transférer automatiquement les programmes par un logiciel auxiliaire et établir une connexion série entre l'ordinateur et l'automate [27].

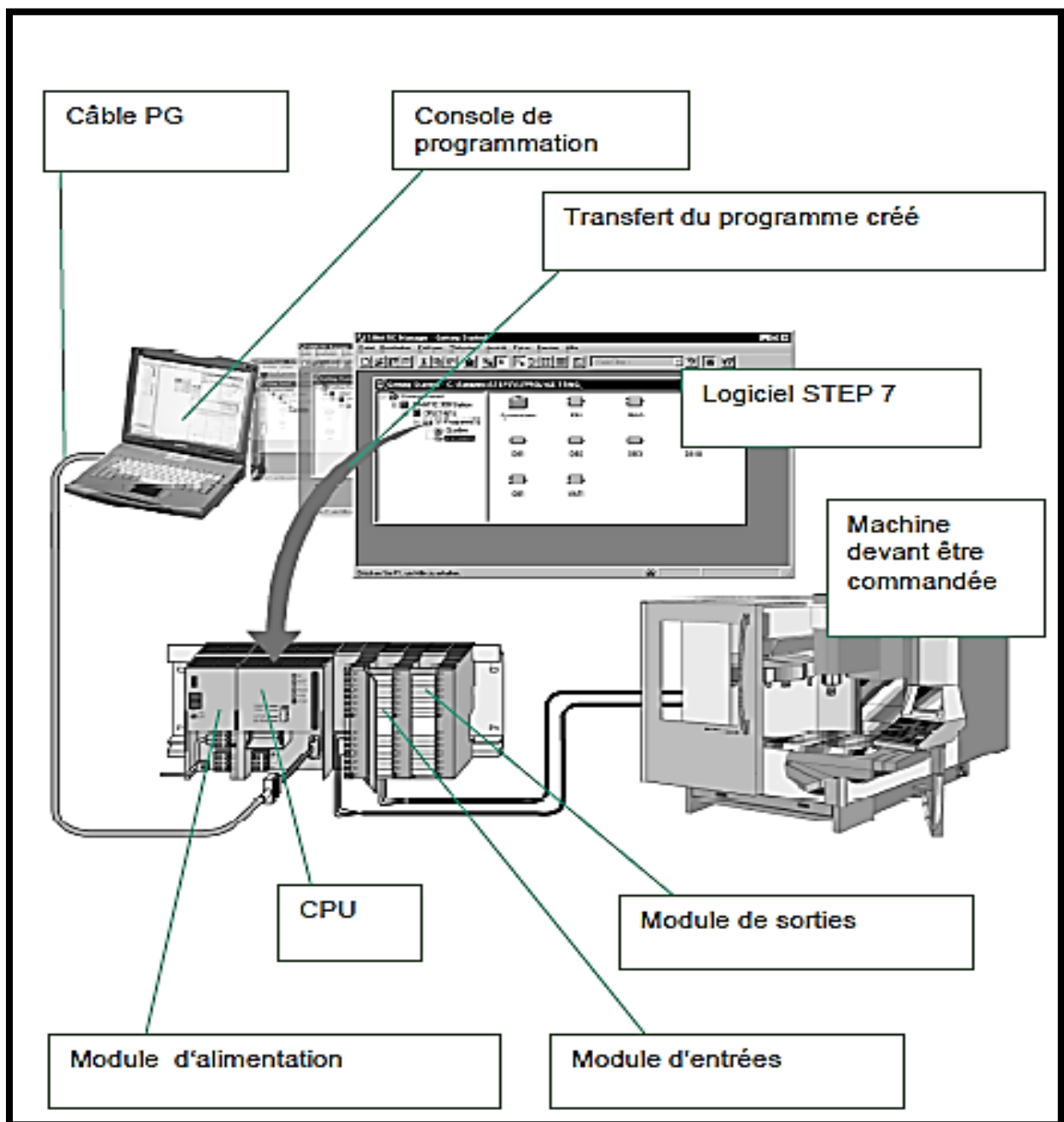


Figure IV.3 : Transfert de programme dans un automate.

III.5 Présentation de l'automate S7-300

L'API utilisé dans le système automatisé (préparation automatique de l'acide citrique) est le S7-300 de la firme SIEMENS et il est composé de :

- Une CPU 314 ou 315-DP ;
- Des modules d'entrées sorties TOR, un module analogique ;
- Un module d'alimentation (24V, 5A) [28].

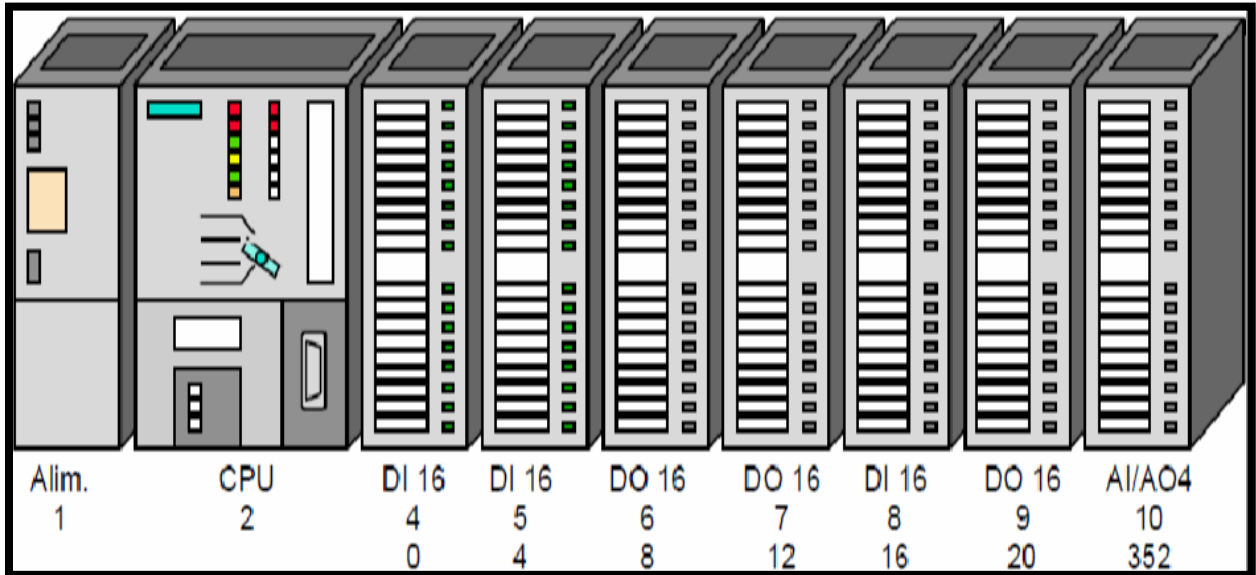


Figure IV.4 : Vue générale de l'automate S7-300.

III.5.1 Structure fonctionnelle de l'automate

L'automate programmable industriel est un appareil qui traite les informations selon un programme préétabli.

Son fonctionnement est basé sur l'emploi d'un micro-processeur et de mémoires.

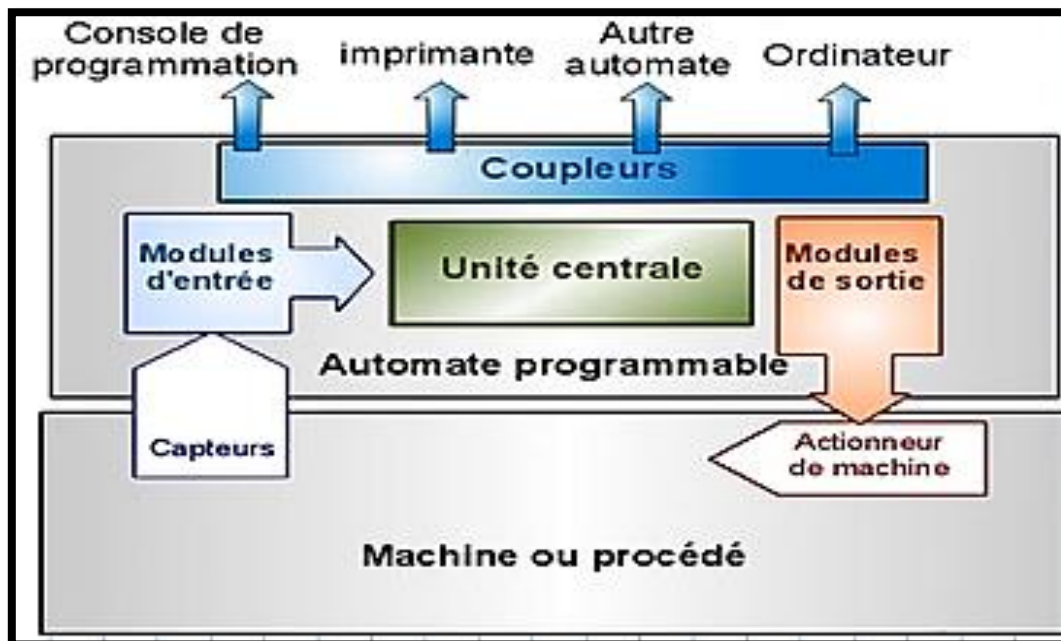


Figure IV.5 : structure fonctionnelle de l'automate.

IV. Programmation sous STEP7

IV.1 Démarrage de STEP7

Le démarrage de STEP7 est réalisé en cliquant deux fois sur l'icône "SIMATIC Manager", ce qui permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle et qui est représentée dans la Figure IV.5 suivantes :

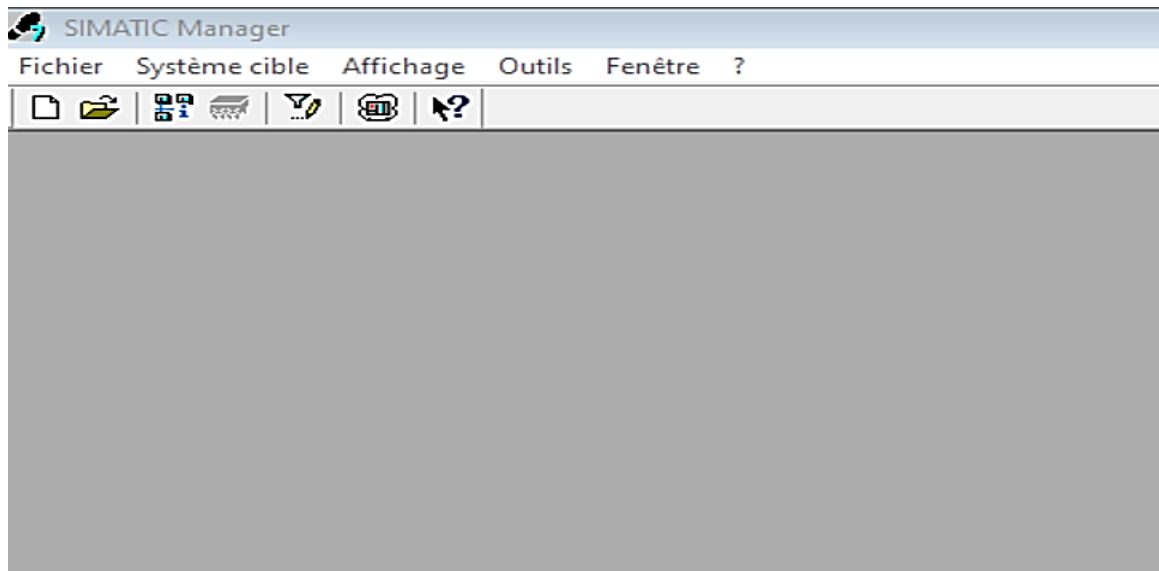


Figure IV.6 : Fenêtre SIMATIC Manager.

IV.2 Création d'un nouveau projet

La création d'un nouveau projet, est obtenue en cliquant sur l'icône « fichier » dans La barre de menu. Après la sélection de « Fichier, nouveau », une fenêtre (la figure IV.6) s'ouvre pour donner un nom au projet, pour notre projet « prod _ chimique » puis on clique sur 'OK'

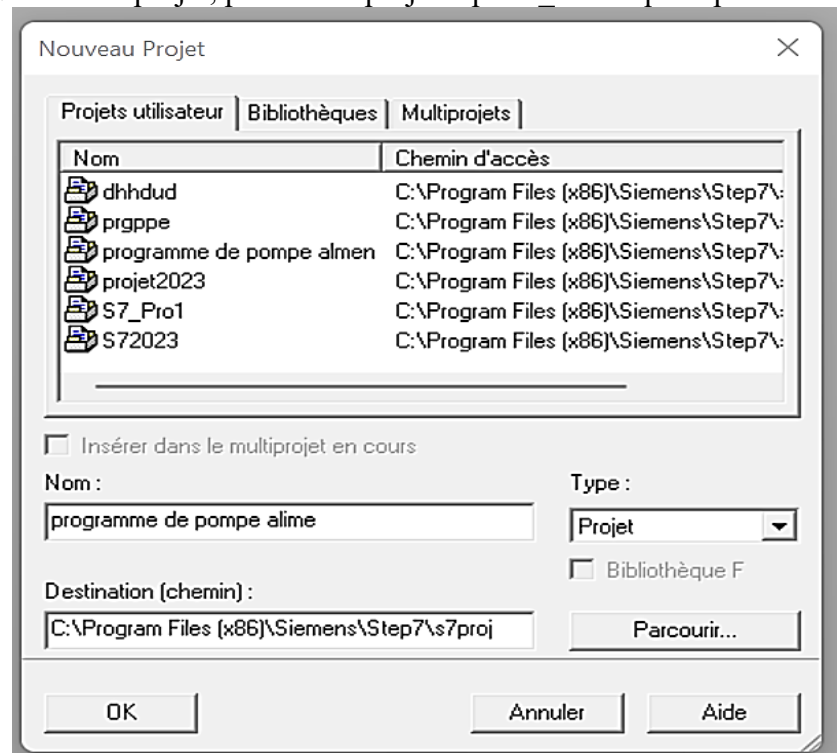


Figure IV.7: Fenêtre portant le nom du projet.

Afin de choisir une station de SIMATIC on utilise « insertion, station », pour notre travail on choisit « SIMATIC 300 ».

IV.3 Configuration matérielle

Le projet contient deux grandes parties : une description de matériel et la description de fonctionnement (le programme), 'HW Config' ou la Configuration du matériel est utilisée pour configurer et paramétrer le support matériel dans un projet d'automatisation. En cliquant sur l'icône « station SIMATIC 300 », situant dans la partie gauche qui contient l'objet « matériel ». On ouvre l'objet « matériel », la fenêtre 'HW Config' Configuration matérielle S'ouvre (figure IV.7) :

On choisit le matériel qui on a besoin [CPU, les modules de sortie et les modules d'entrée, préfini...etc.]

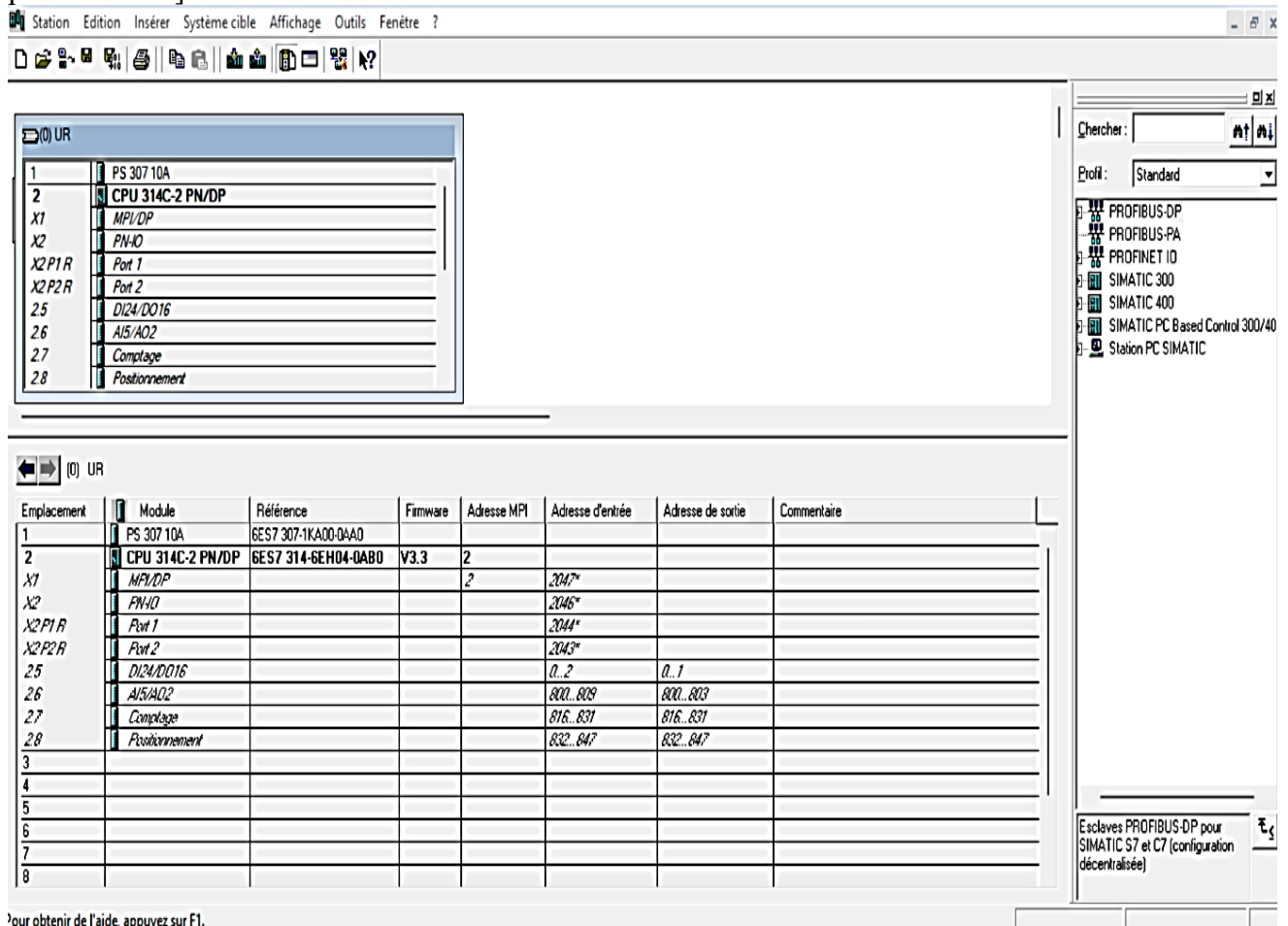


Figure V.8 : Fenêtre configuration matérielle.

IV.4 Table mnémonique

Les mnémoniques permettent de déclarer les différents entrées / sorties ainsi que les mémentos en leurs associant un nom pour les distinguer facilement et faciliter la programmation, et un commentaire décrivant l'action ou l'Etat de chaque mnémonique, elle se présente dans la figure ci-dessous :

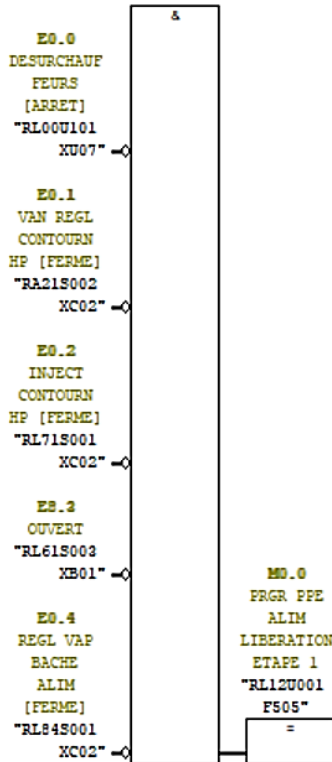
Tableau IV.1 : la table mnémonique.

Mnémonique ▽	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL82S003 YB21	A 3.2	BOOL	VAN ARRET DESURCH D1 [OUVRIR]
RL82S004 YB21	A 3.3	BOOL	VAN ARRET DESURCH D2 [OUVRIR]
RL81S001 YR21.	A 3.4	BOOL	REGL VAN DESUR G1 [AUTO]
RL81S002 YR21	A 3.5	BOOL	REGL VAN DESUR G2 [AUTO]
RL82S001 YR21	A 3.6	BOOL	REGL VAN DESURCH D1 [AUTO]
RL82S002 YR21	A 3.7	BOOL	REGL VAN DESURCH D2 [AUTO]
RL61S001 YR21	A 4.0	BOOL	REGL VAN DESURCH 1G1 [AUTO]
RL61S002 YR21	A 4.1	BOOL	REGL VAN DESURCH 1G2 [AUTO]
RL62S001 YR21	A 4.2	BOOL	REGL VAN DESURCH 1D1 [AUTO]
RL62S002 YR21	A 4.3	BOOL	REGL VAN DESURCH 1D2 [AUTO]
RL63S001 YR21	A 4.4	BOOL	REGL VAN DESURCH 2G1 [AUTO]
RL63S002 YR21	A 4.5	BOOL	REGL VAN DESURCH 2G2 [AUTO]
RL64S001 YR21	A 4.6	BOOL	REGL VAN DESURCH 2D1 [AUTO]
RL64S002 YR21	A 4.7	BOOL	REGL VAN DESURCH 2D2 [AUTO]
RL50S003 YR84	A 5.0	BOOL	REGL DEAU ALIM [FMIN =15T/H]
RF50U001 YA21	A 5.1	BOOL	RECHAUFF HP OPERAT [NORMAL]
RL13S001 YB21.	A 5.2	BOOL	VAN REFOUL PPE 1 ALIM [OUVRIR]
RL23S001 YB21	A 5.3	BOOL	VAN REFOUL PPE 2 ALIM [OUVRIR]
RL33S001 YB21	A 5.4	BOOL	VAN REFOUL PPE 3 ALIM [OUVRIR]
RL12S001 YR21.	A 5.5	BOOL	VITESSE PPE 1 ALIM [REGL AUTO]
RL22S001 YR21	A 5.6	BOOL	VITESSE PPE 2 ALIM [REGL AUTO]
RL32S001 YR21	A 5.7	BOOL	VITESSE PPE 3 ALIM [REGL AUTO]
RL50S003 YR22.	A 6.0	BOOL	REGL DEAU ALIM [MANU]
RL50S003 YC22.	A 6.1	BOOL	SOUP REGL EAU ALIM [FERMER]
RL61S003 YB22	A 6.2	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1G1 [FERMER]
RL61S004 YB22	A 6.3	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1G2 [FERMER]

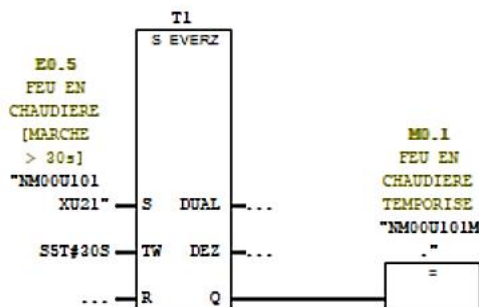
V. Adaptation d'une commande numérique au coupleur hydraulique

V.1 Programme de marche d'une pompe alimentaire

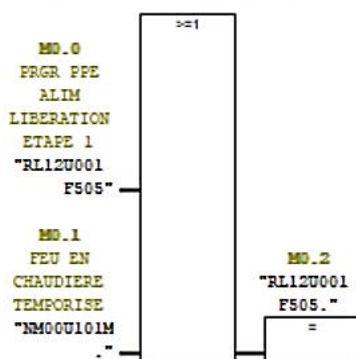
☐ Réseau 1 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 1



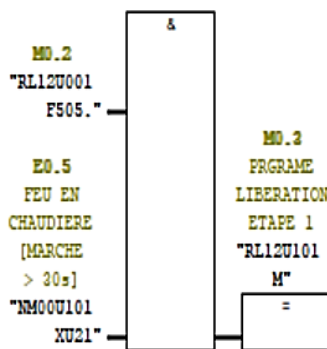
☐ Réseau 2 : FEU EN CHAUDIERE TEMPORISEE



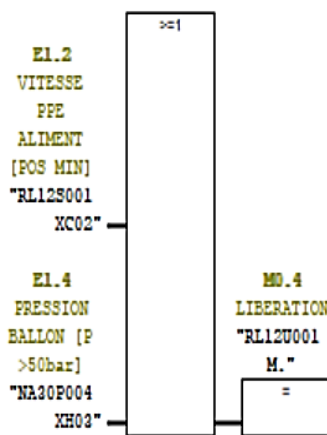
☐ Réseau 3 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 2



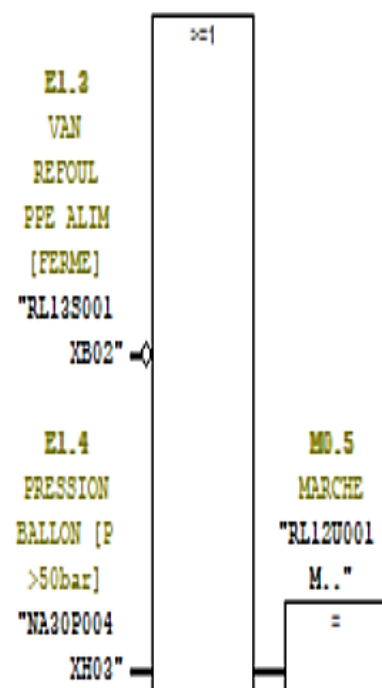
☐ Réseau 4 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 3



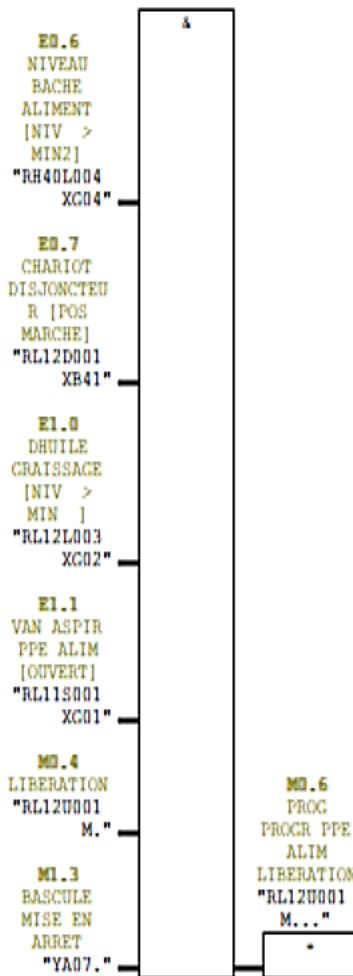
☐ Réseau 5 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 4



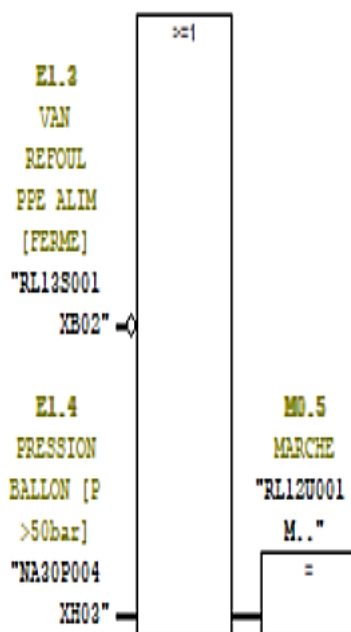
☐ Réseau 6 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 5



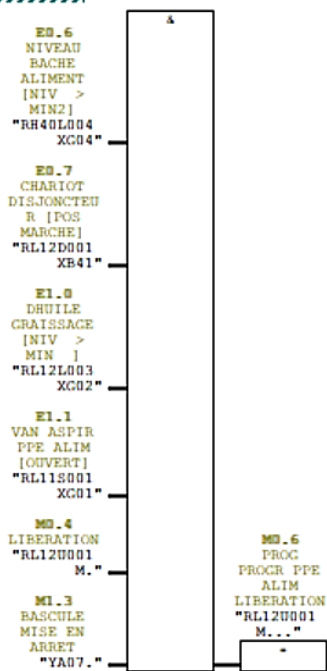
☐ Réseau 7 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 6



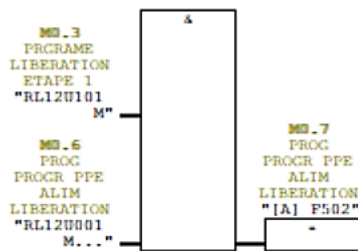
☐ Réseau 6 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 5



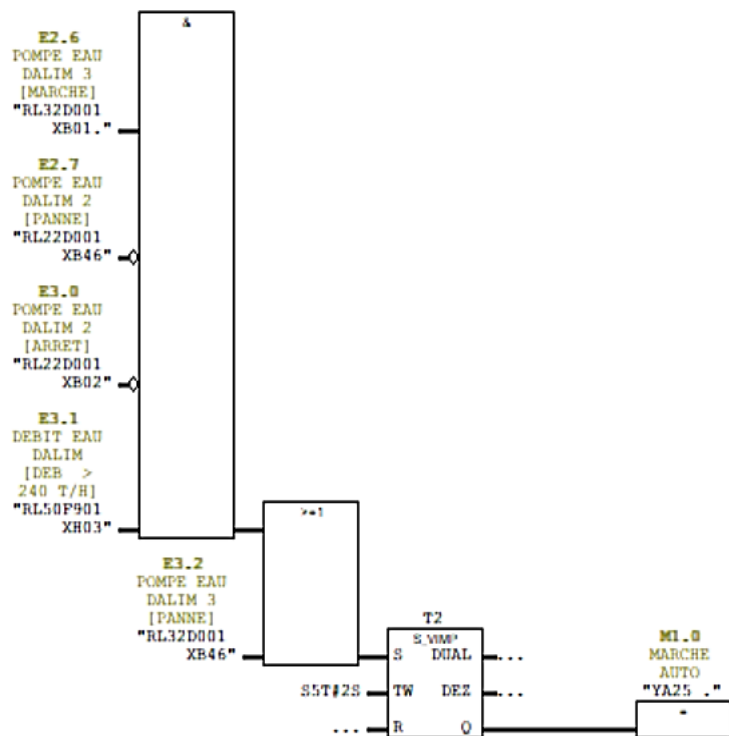
▣ Réseau 7 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 6



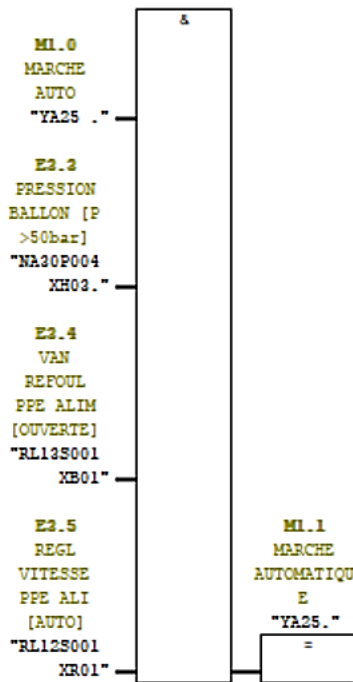
▣ Réseau 8 : PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 7



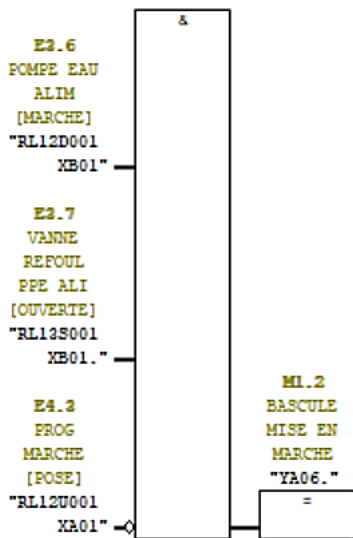
▣ Réseau 9 : PROGRAMME MARCHE AUTOMATIQUE ETAPE 1



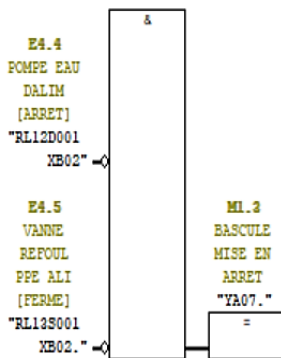
☐ Réseau 10 : PROGRAMME MARCHÉ AUTOMATIQUE ETAPE 2



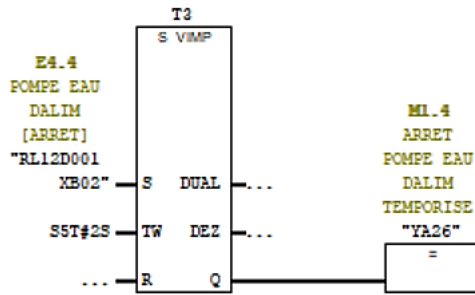
☐ Réseau 11 : CONDITION BASCULE MISE EN MARCHÉ



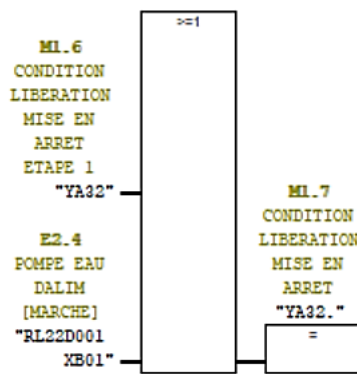
☐ Réseau 12 : CONDITION BASCULE MISE EN ARRÉT



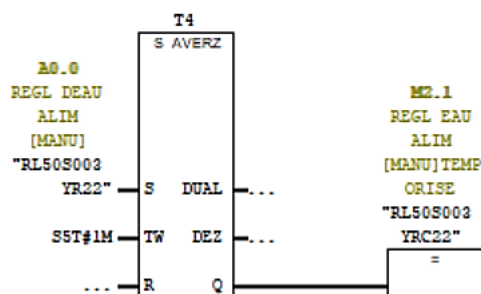
☐ Réseau 13 : CONDITION ARRET AUTOMATIQUE



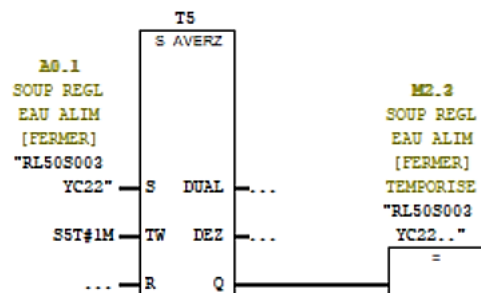
▣ Réseau 16 : PROGRAMME LIBERATION MISE EN ARRET ETAPE 2



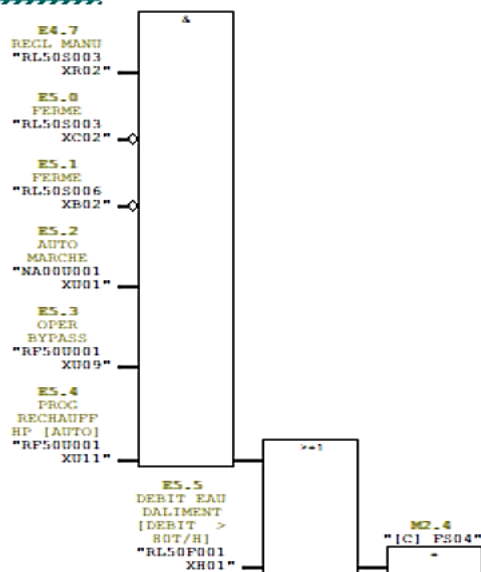
▣ Réseau 18 : ACTIVATION DE LA PHASE 1 ETAPE 2



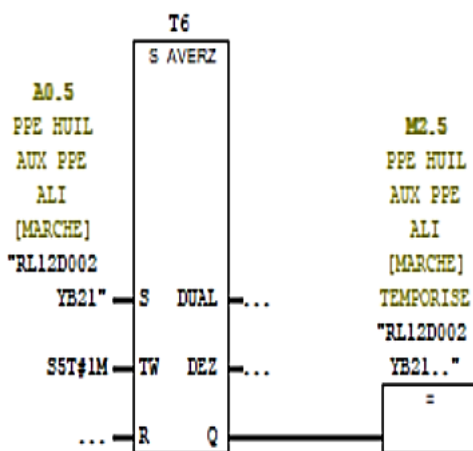
▣ Réseau 19 : ACTIVATION DE LA PHASE 1 ETAPE 3



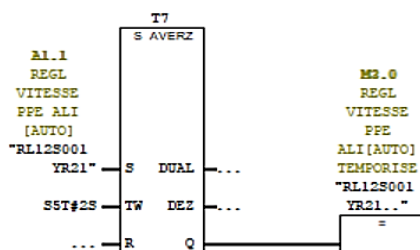
▣ Réseau 20 : ACTIVATION DE LA PHASE 2 ETAPE 1



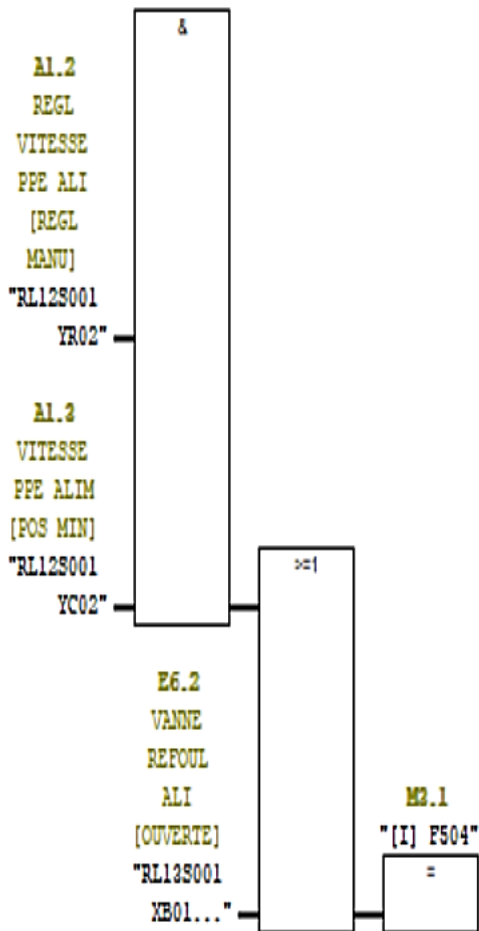
☐ Réseau 21 : ACTIVATION DE LA PHASE 2 ETAPE 1



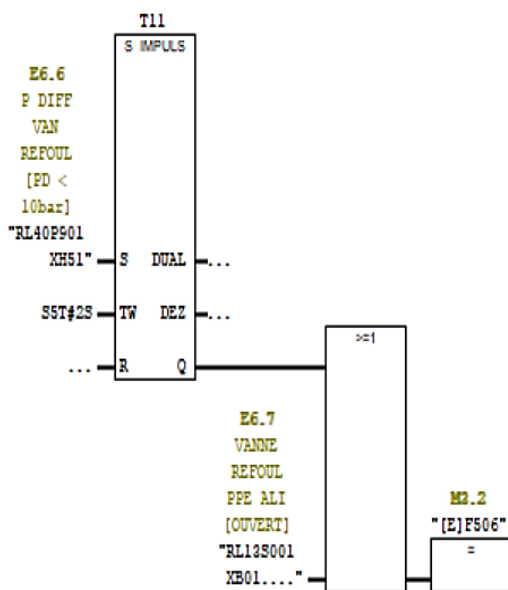
☐ Réseau 24 : REGL VITESSE PPE ALI [AUTO] TEMPORISE



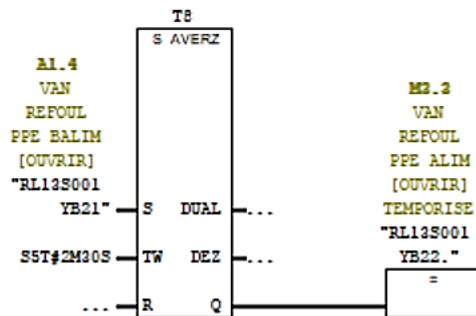
☐ Réseau 25 : Titre :



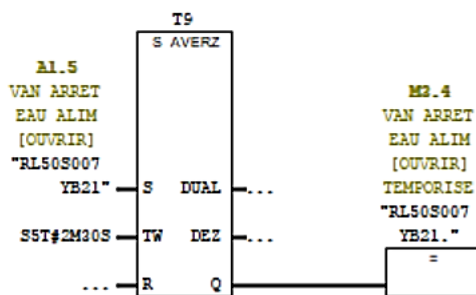
☐ Réseau 26 : ACTIVATION DE LA PHASE 6



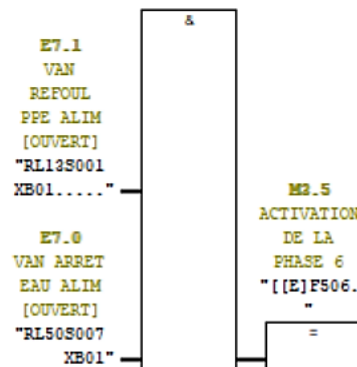
☐ Réseau 27 : VAN REFOUL PPE ALIM [OUVRIR] TEMPORISE



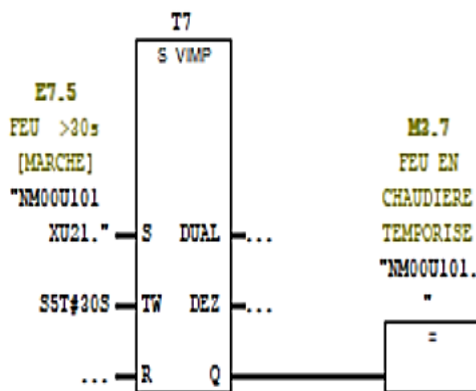
☐ Réseau 28 : Titre :



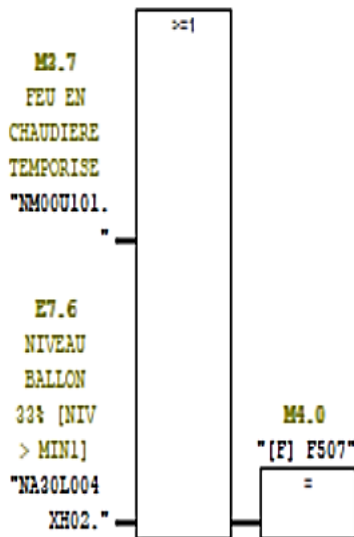
☐ Réseau 29 : ACTIVATION LA PHASE 7



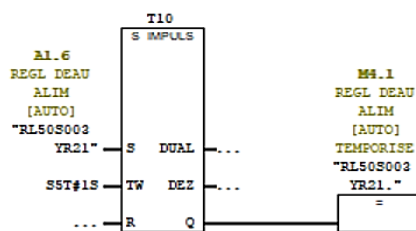
☐ Réseau 31 : FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE



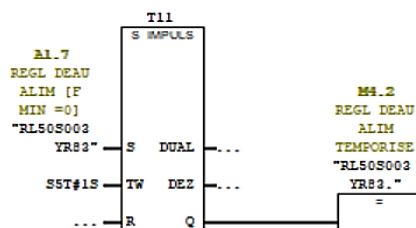
☐ Réseau 32 : ACTIVATION DE LA PHASE 8



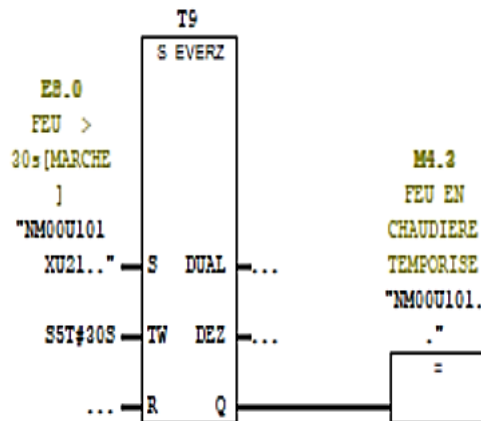
☐ Réseau 33 : REGL DEAU ALIM [AUTO] TEMPORISE



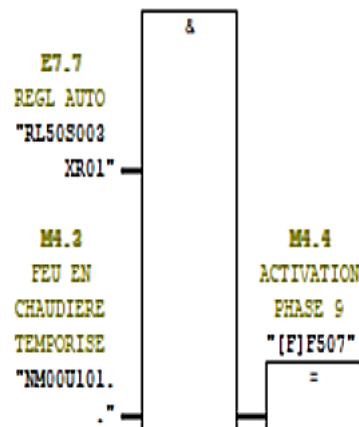
☐ Réseau 34 : Titre :



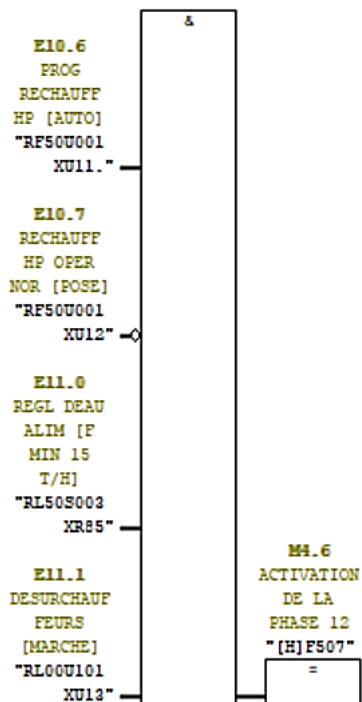
☐ Réseau 35 : FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE



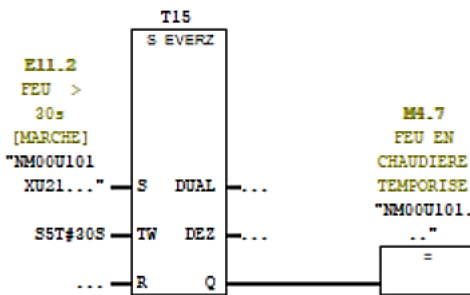
☐ Réseau 36 : ACTIVATION DE LA PHASE 9



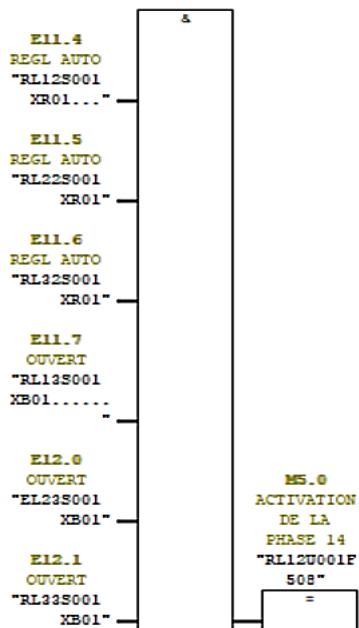
☐ Réseau 38 : ACTIVATION DE LA PHASE 12



☐ Réseau 39 : FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE

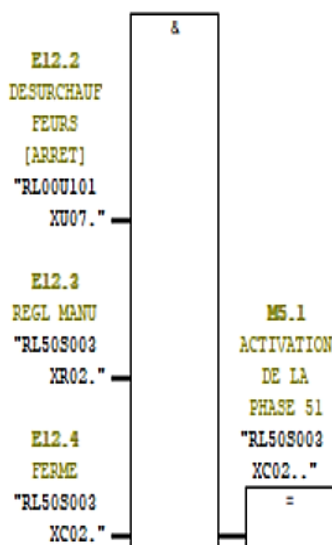


☐ Réseau 41 : ACTIVATION DE LA PHASE 14

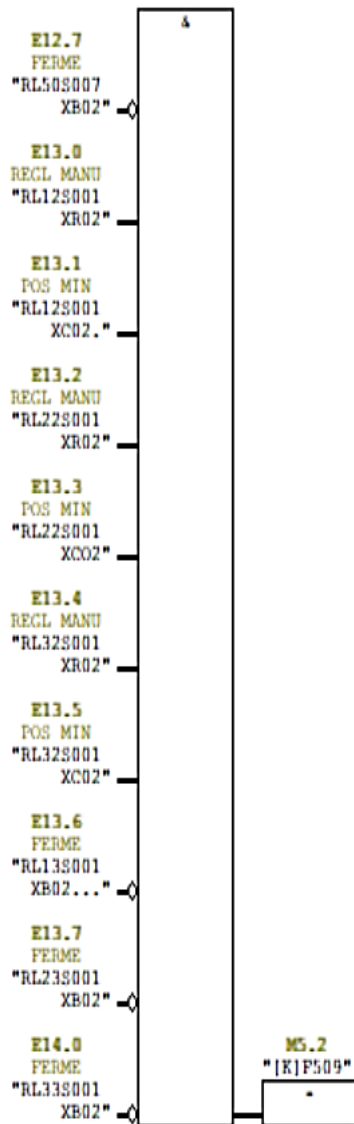


V.2 Programme d'arrêt de la pompe alimentaire

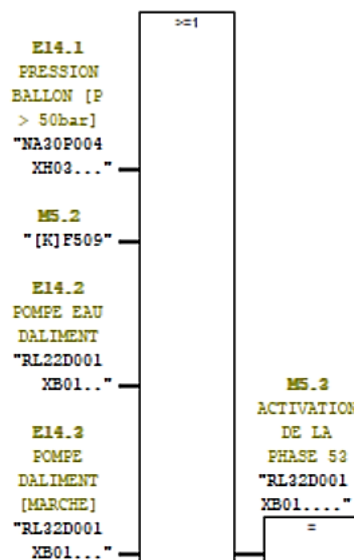
☐ Réseau 43 : ACTIVATION DE LA PHASE 52



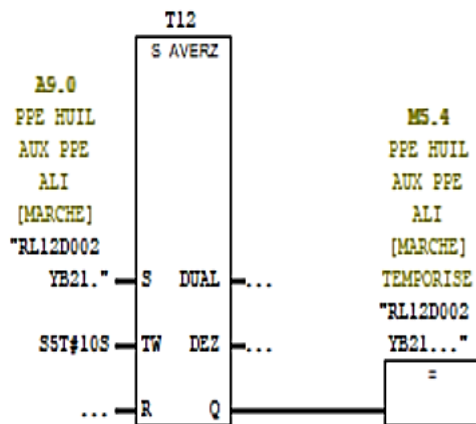
☐ Réseau 44 : ACTIVATION DE LA PHASE 53 ETAPE 1



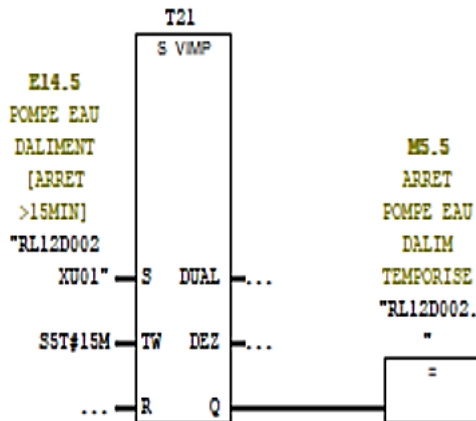
☐ Réseau 45 : ACTIVATION DE LA PHASE 53



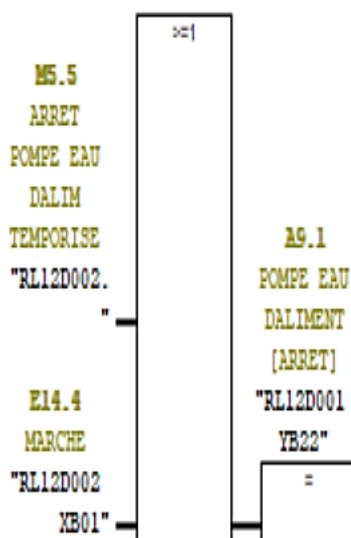
☐ Réseau 46 : PPE HUIL AUX PPE ALI [MARCHE] TEMPORISE



☐ Réseau 47 : TEMPORISATION DE POMPE EAU DALIM



☐ Réseau 48 : ACTIVATION DE LA PHASE 54



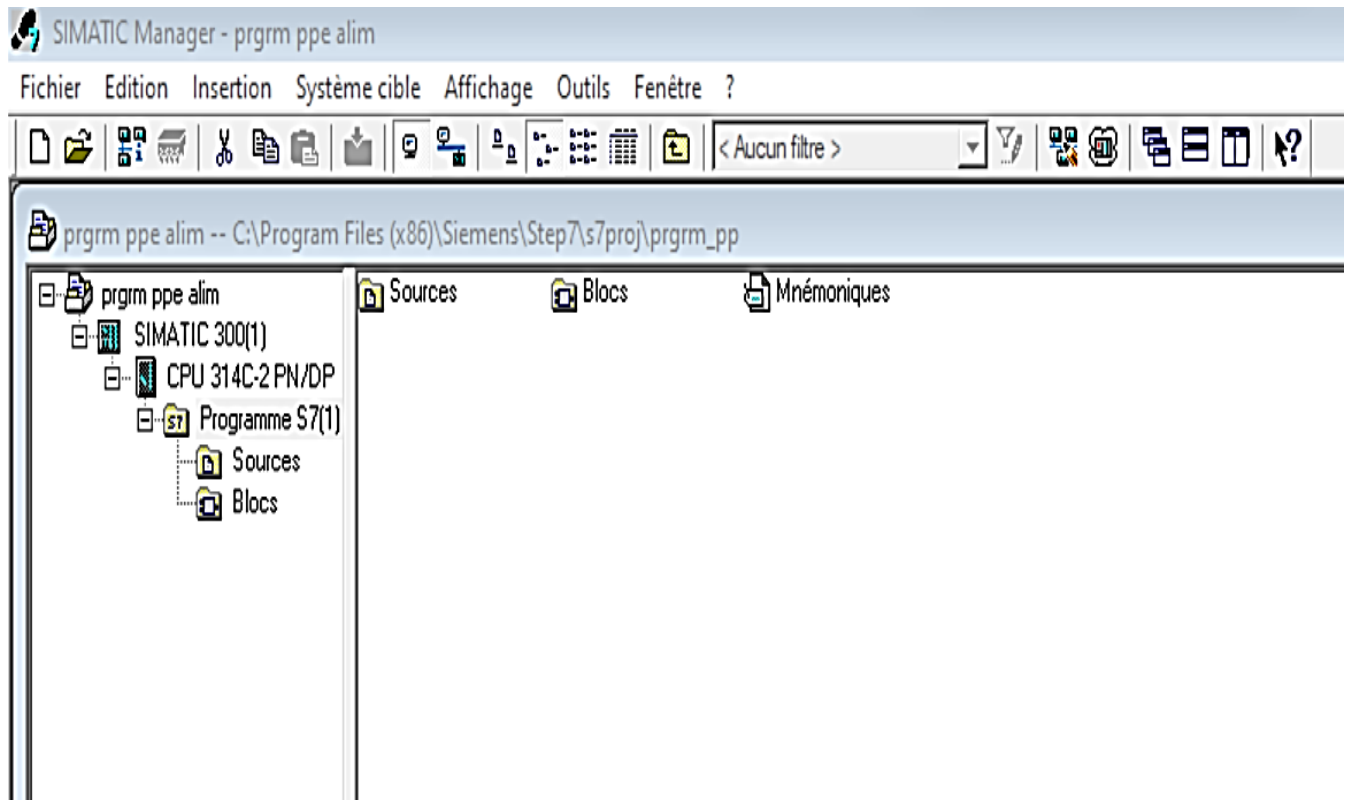
VI. Simulation

VI.1 Présentation du logiciel de simulation PLCSIM

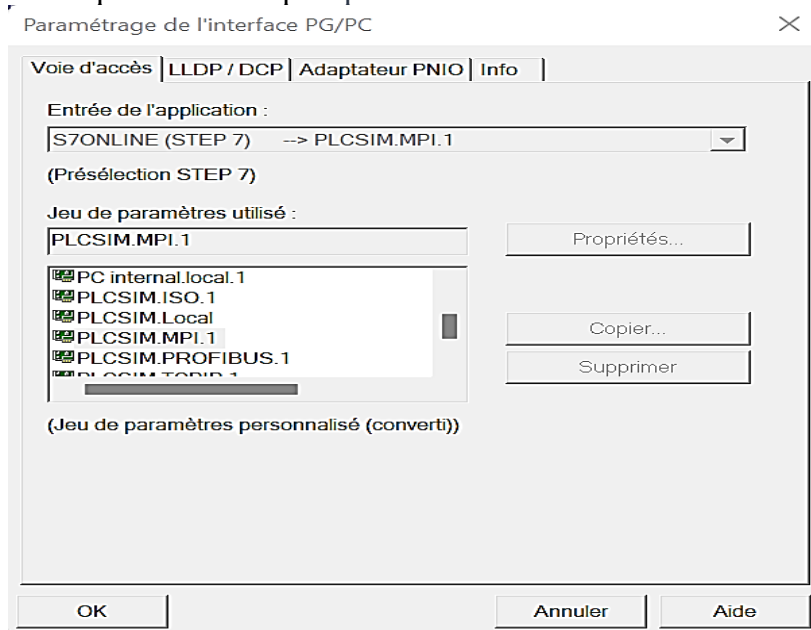
Logiciel de simulation d'automate S7-PLCSIM intégré dans l'atelier logiciel STEP 7 professionnel, permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer du matériel cible

VI.2 Simulation par PLCSIM

On clique sur outils après paramètre de l'interface PC/PG

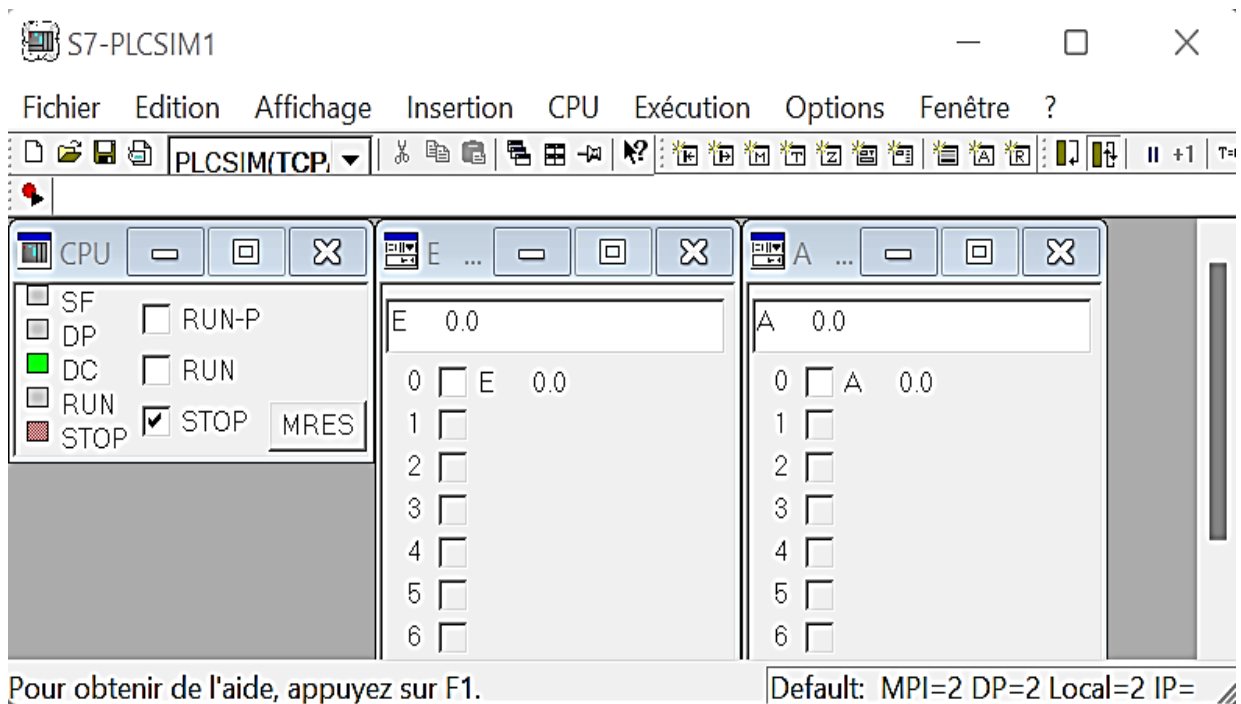
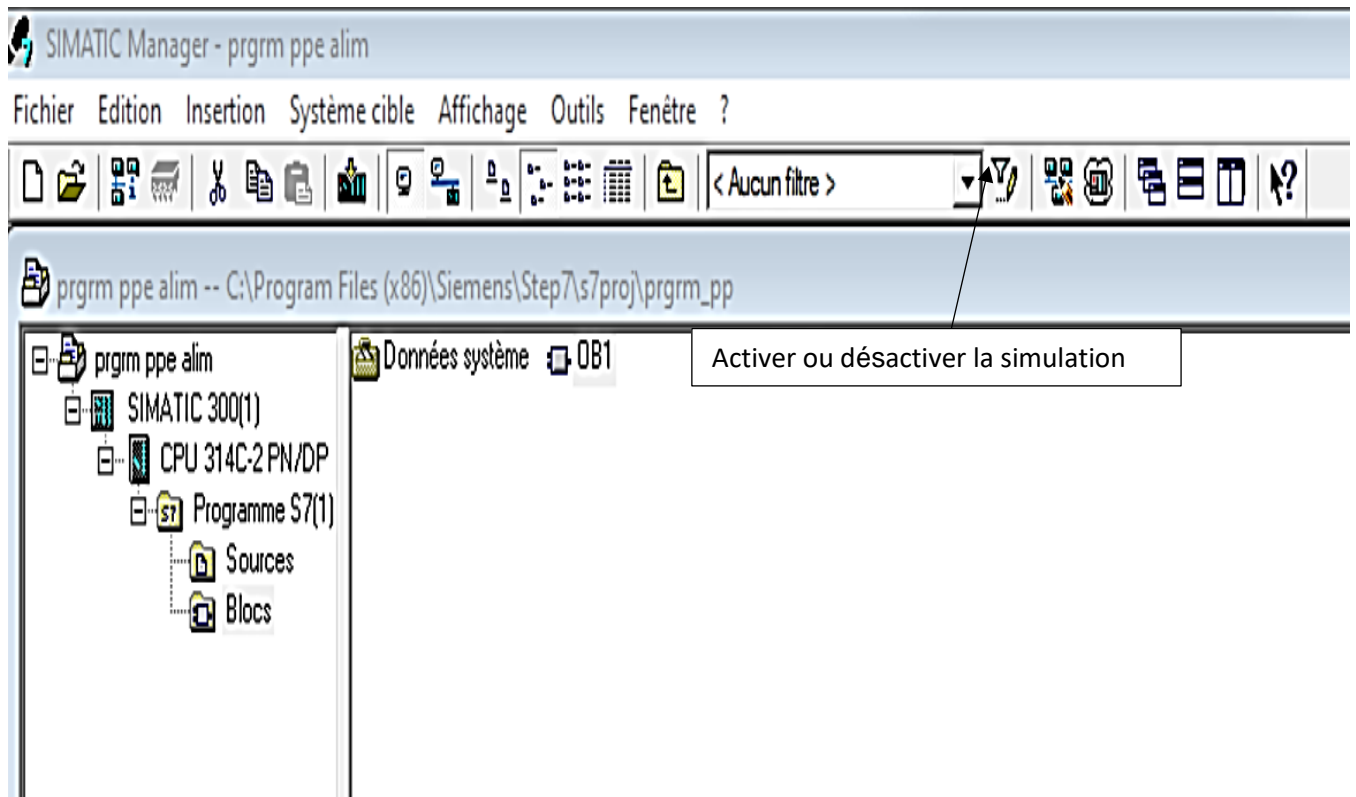


On clique sur outils après paramètre de l'interface PC/PG

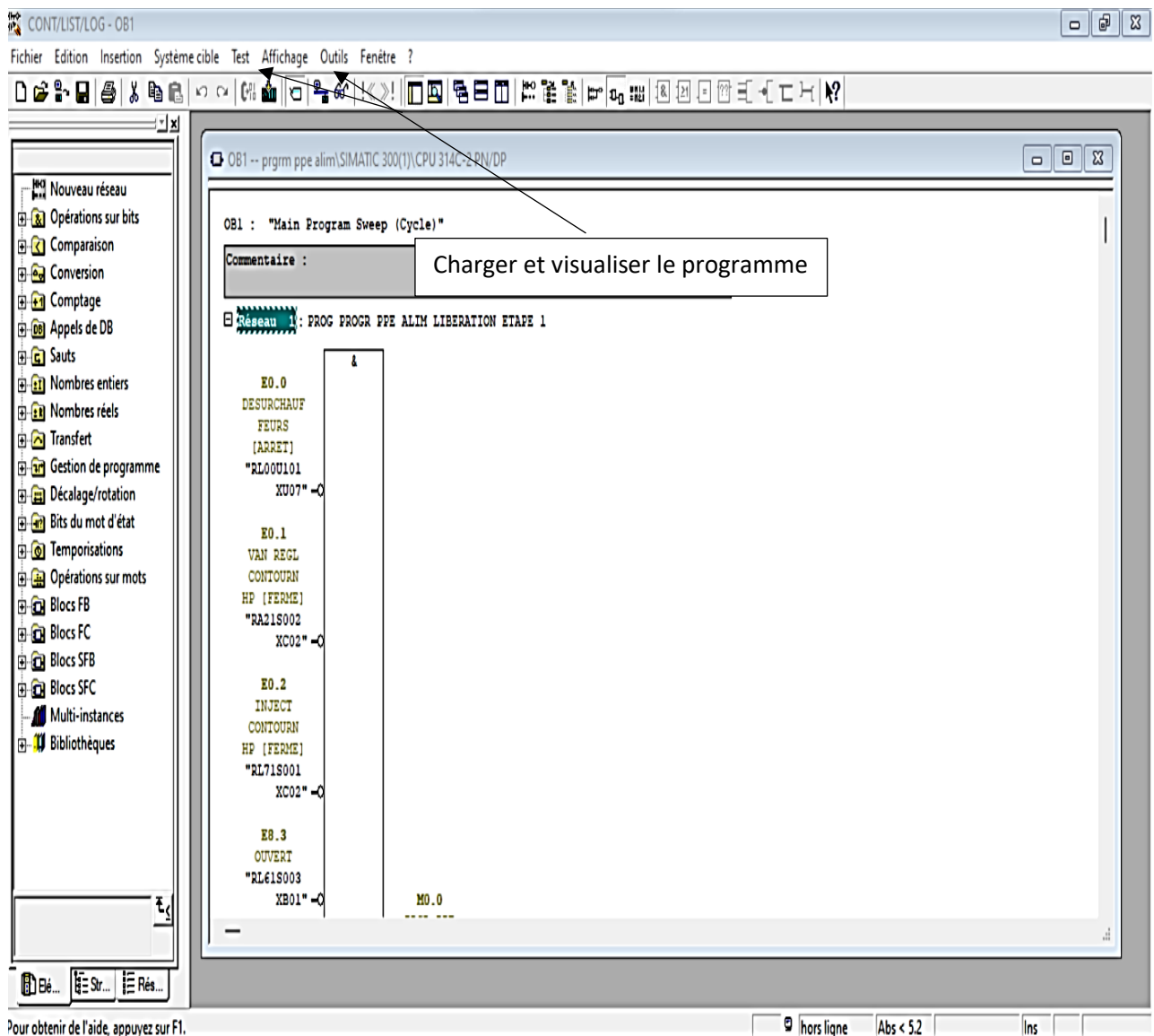


On choisit l'interface PLCSIM. MPI

Et appui sur ok
On active la simulation



Après en charge, et en visualise le programme sur l'automate



VI.3 Etats fonctionnel de la CPU

L'état marche dispose de deux états : état RUN-P et état RUN

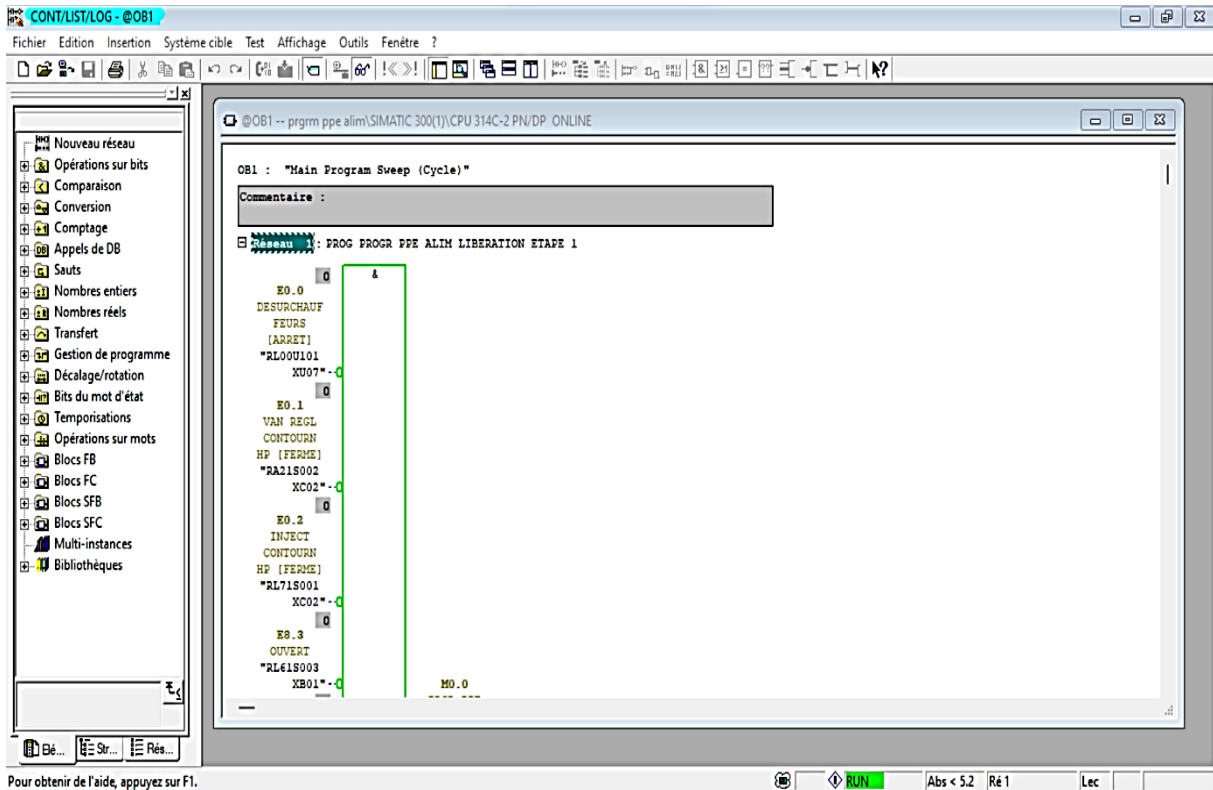
- **ETAT RUN-P**

La CPU exécute le programme tout en offrant une marge de modification de ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP 7 pour appliquer un paramètre quelconque du programme on va mettre le CPU l'état RUN-P.

- **ETAT RUN**

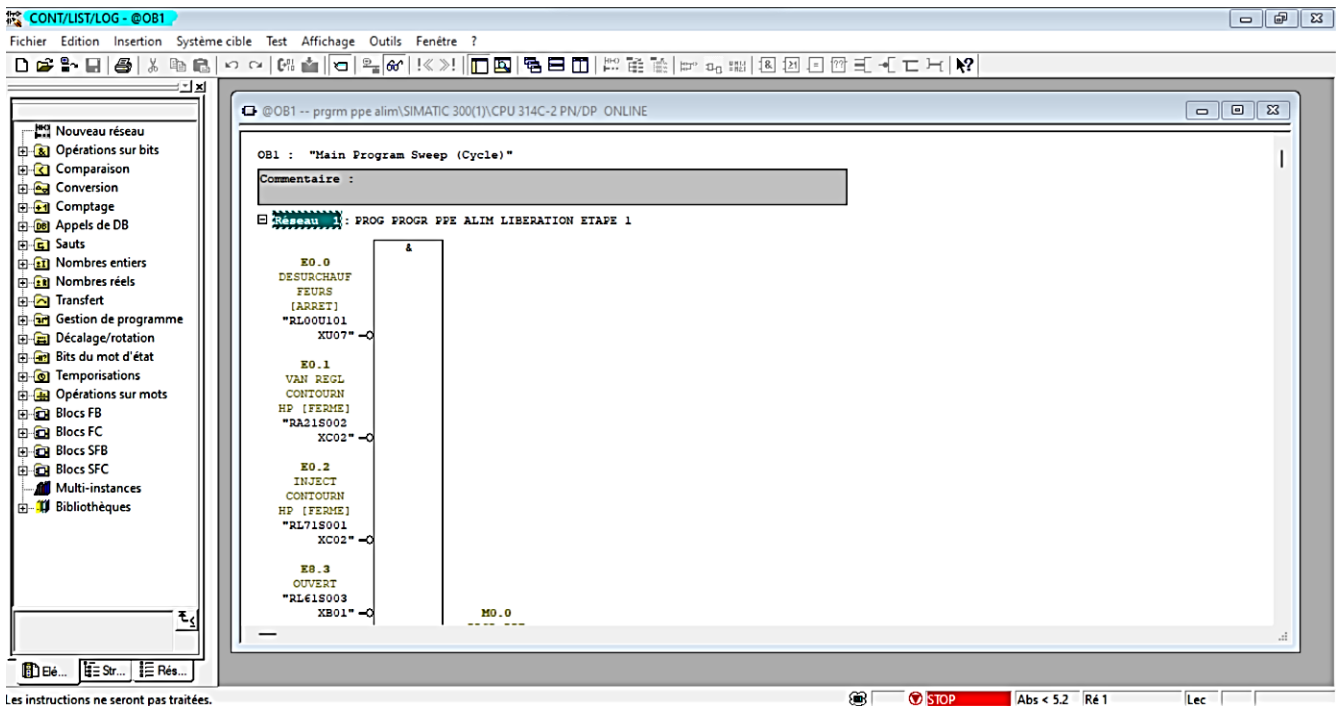
La CPU exécute le programme en lisant les entrées, puis en actualisant les sorties, lorsque la CPU se trouve à l'état RUN, on ne peut ni charger le programme ni utiliser les applications de STEP 7 pour forcer un paramètre quelconque (comme les valeurs d'entrées).

On peut uniquement utiliser les fenêtres créées dans l'application de simulation des modules S7-PLASCIM pour modifier une donnée quelconque utiliser par le programme.



• **ETAT ARRET**

Le CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état marche, dans cet état on peut charger des programmes dans la CPU. Le passage de l'état d'arrêt [STOP] à celui de marche RUN démarre l'exécution du programme à partir de la première opération. Les états de fonctionnement de la CPU sont tous représentés dans la fenêtre de la CPU. On peut définir l'état de fonctionnement de la CPU avec la commande de position de commutateur à clé.



VII. Conclusion

Dans ce chapitre on a fait deux parties :

La première partie est consacré à la description des systèmes automatisés et les automates.

Programmables industriels d'une manière générale.

La deuxième partie est consacré adapter une nouvelle commande au coupleur hydraulique.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Autrefois l'automatisation est réalisée avec la logique câblée utilisant une quantité importante des relais électromécanique causant ainsi un enchevêtrement inextricable de fils électrique.

Actuellement le coupleur hydraulique a été commandé par un système analogique à base des cartes électroniques analogiques.

Dans le cadre du développement de notre mémoire nous avons procéder à l'adaptation d'une commande numérique par un automate industriel du coupleur hydraulique de la centrale thermique Cap-Djenet.

En premier nous avons bénéficier des connaissances acquises durant le cursus universitaire dans le domaine hydraulique et automate. Ce qui nous a permis tout d'abord durant notre séjour scientifique au sein de la centrale afin de mieux assimiler son principe de fonctionnement et particulièrement celui du coupleur hydraulique qui fait l'objet de notre travail.

Après nous sommes intéressés à l'étude détaillée du coupleur, ses organes et son principe de fonctionnement. En fin nous avons procédé à l'adaptation d'une commande numérique au coupleur hydraulique pour l'utilisation du travail STEP7 par l'élaboration d'un programme par langage LOG.

En perspective, nous proposant l'automatisation du système coupleur-pompe principale.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Documentation technique de la centrale thermique cap-Djenet
- [2] cour installation hydraulique ; LAIDOUDI Houssem « Polycopié d'installation hydraulique est consacré aux étudiants de 3eme année de Licence » Science et Technologie (ST), 2018/2019.
- [3] cour BOUJILA Sofiane « transmission des puissances hydrauliques et pneumatique »
- [4] FISLI Samir : « organisation de la maintenance d'un système hydraulique (centrale hydraulique d'un concasseur MODEL GP120 » Mémoire Master Université Badji Mokhtar Annaba FACULTE, promotion juin 2018
- [5] BOUZNADA Houdaifa, MERCHICHI Mohamed, « Éléments de la maintenance préventive d'une presse plieuse hydraulique « PROMECAM RG 50-20 », Mémoire Master Faculté de Technologie, promotion juin 2021.
- [6] Abdelaziz DERRAR, Said BOUHADJLA, « Etude et simulation d'une installation hydraulique industrielle », Mémoire Master Université -Ain- T'émouchent- Belhadj Bouchaib faculté des Sciences et de la Technologie, promotion 2020/2021
- [7] cour automatique : « système hydraulique industriel », lycée Paul Emile Victor, Champagnole
- [8] Manuel de KTR, coupleur hydraulique, « Transmission de puissance selon le principe hydrodynamique Föttinger », Edition 06.09.2016.
- [9] Asl, H. A.; Azad, N. L.; McPhee, J. 2014. Math-based torque converter modelling to evaluate damping characteristics and reverse flow mode operation, International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing, 91, 36-55.
- [10] Lindas, R.1988.Embrayages. Etude technologique. Techniques de l'ingénieur. Génie Mécanique : B5851 .5851- B5851-5822.
- [11] Chapallaz, J. M; Eichenberger, P; Fischer, G. 1992. Manual on pumps used as turbines.
- [12] Bajkowski, J; Grzesikiewicz, W. 2001. Matematyczny opisukładów napędowych Zuwzglesnieniem sil tarcia suchego. Zeszyty Naukowe, Mechanika/Politechnica Opolska: 35-50.
- [13] BARGLAZAN, M. 2010. Dynamic Identification of a Hydrodynamic Torque Converter. UPB Sci. Bull, Series D, 724.
- [14] Fiche technique, « COUPLEUR HYDRAULIQUE "COFLUID" (Caractéristiques générales) », édition 02-2018.
- [15] Zdankus, N; Kargaudas, V. 2009. Hydraulic machine wear control by working regime, Mechanika 5: 68-73.
- [16] KICKBUSCH, E.1963.Fottinger Kupplungen and Fottinger Getriebe. Springer-Verlag Berlin.

- [17] Mechanical education Fluid Coupling – Main Parts, Principle, Working, Advantages, Disadvantages & Applications <https://www.mechanicaleducation.com/fluid-coupling-parts-working/>
- [18] Linquip technews <https://www.linquip.com/blog/what-is-a-fluid-coupling/>
- [19] Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electrotechnique UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
- [20] cour de Dr. Rahmoune chemseddine, électrotechnique 2 : « moteur asynchrone triphasé »,2019
- [21] Lycée professionnel, CFA, bails les bails cour électrotechnique : « représentation symbolique et compréhension ».
- [22] A. Simon, « Automates Programmable », L'ELANE, 1983.
- [23] Diffuseur de connaissance,Catoloque des mémoires de fin d'études <https://www.mawarid.ma/document-2530.html>
- [24] A. Madi, « Cours d'automatisme industriel », (cours en PDF), 2005/2006.
- [25] « Etude des automates programmables Industriels (API), S4 : Communication et Traitement de l'information », « cours ELEC », <http://www.courselec.free.fr>.
- [26] L. Bergognoux, « Automates Programmables Industriel », cours (PDF), Polytechnique de Marseille, département génie mécanique, 2004/2005.
- [27] « Mise en route STEP 7 », SIMATIC, édition 03 /2006.
- [28] « La compétence en automatisation centre de formation industrie », SIMATIC S7.

Annexe

Annexe

Annexe 1

Mnémonique ▾	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL12U001 F505	M 0.0	BOOL	PRGR PPE ALIM LIBERATION ETAPE 1
NM00U101M.	M 0.1	BOOL	FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE
RL12U001 F505.	M 0.2	BOOL	
RL12U101 M	M 0.3	BOOL	PRGRAME LIBERATION ETAPE 1
RL12U001 M.	M 0.4	BOOL	LIBERATION
RL12U001 M..	M 0.5	BOOL	MARCHE
RL12U001 M...	M 0.6	BOOL	PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION
[A] F502	M 0.7	BOOL	PROG PROGR PPE ALIM LIBERATION
YA25 .	M 1.0	BOOL	MARCHE AUTO
YA25.	M 1.1	BOOL	MARCHE AUTOMATIQUE
YA06.	M 1.2	BOOL	BASCULE MISE EN MARCHE
YA07.	M 1.3	BOOL	BASCULE MISE EN ARRET
YA26	M 1.4	BOOL	ARRET POMPE EAU DALIM TEMPORISE
NM00U101	M 1.5	BOOL	FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE
YA32	M 1.6	BOOL	CONDITION LIBERATION MISE EN ARRE...
YA32.	M 1.7	BOOL	CONDITION LIBERATION MISE EN ARRET
[B] F503	M 2.0	BOOL	
RL50S003 YRC22	M 2.1	BOOL	REGL EAU ALIM [MANU]TEMPORISE
RL50S003 YC22..	M 2.3	BOOL	SOUP REGL EAU ALIM [FERMER] TEMP...
[C] FS04	M 2.4	BOOL	
RL12D002 YB21..	M 2.5	BOOL	PPE HUIL AUX PPE ALI [MARCHE] TEMP...
RL12D001 YB21.	M 2.6	BOOL	POMPE EAU DALIM [MARCHE] TEMPORI...
[D]F505	M 2.7	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 4
RL12S001 YR21..	M 3.0	BOOL	REGL VITESSE PPE ALI[AUTO] TEMPORI...
[I] F504	M 3.1	BOOL	
[E]F506	M 3.2	BOOL	

Mnémonique ▾	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL13S001 YB22.	M 3.3	BOOL	VAN REFOUL PPE ALIM [OUVRIR] TEMP...
RL50S007 YB21.	M 3.4	BOOL	VAN ARRET EAU ALIM [OUVRIR] TEMPO...
[[E]F506.	M 3.5	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 6
RL12U001 XU07.	M 3.6	BOOL	REMPHIR BALLON
NM00U101.	M 3.7	BOOL	FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE
[F] F507	M 4.0	BOOL	
RL50S003 YR21.	M 4.1	BOOL	REGL DEAU ALIM [AUTO] TEMPORISE
RL50S003 YR83.	M 4.2	BOOL	REGL DEAU ALIM TEMPORISE
NM00U101..	M 4.3	BOOL	FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE
[F]F507	M 4.4	BOOL	ACTIVATION PHASE 9
RL12U001	M 4.5	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 10
[H]F507	M 4.6	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 12
NM00U101...	M 4.7	BOOL	FEU EN CHAUDIERE TEMPORISE
RL12U001F508	M 5.0	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 14
RL50S003 XC02..	M 5.1	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 51
[K]F509	M 5.2	BOOL	
RL32D001 XB01....	M 5.3	BOOL	ACTIVATION DE LA PHASE 53
RL12D002 YB21...	M 5.4	BOOL	PPE HUIL AUX PPE ALI [MARCHE] TEMP...
RL12D002.	M 5.5	BOOL	ARRET POMPE EAU DALIM TEMPORISE

Mnémonique	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL00U101 XU07	E 0.0	BOOL	DESURCHAUFFEURS [ARRET]
RA21S002 XC02	E 0.1	BOOL	VAN REGL CONTOURN HP [FERME]
RL71S001 XC02	E 0.2	BOOL	INJECT CONTOURN HP [FERME]
RL83S001 XC02	E 0.3	BOOL	REGL TRANSF VAP AUX [FERME]
RL84S001 XC02	E 0.4	BOOL	REGL VAP BACHE ALIM [FERME]
NM00U101 XU21	E 0.5	BOOL	FEU EN CHAUDIERE [MARCHE > 30s]
RH40L004 XG04	E 0.6	BOOL	NIVEAU BACHE ALIMENT [NIV > MIN2]
RL12D001 XB41	E 0.7	BOOL	CHARIOT DISJONCTEUR [POS MARCHE]
RL12L003 XG02	E 1.0	BOOL	DHUILE GRAISSAGE [NIV > MIN]
RL12S001 XC02	E 1.2	BOOL	VITESSE PPE ALIMENT [POS MIN]
RL13S001 XB02	E 1.3	BOOL	VAN REFOUL PPE ALIM [FERME]
NA30P004 XH03	E 1.4	BOOL	PRESSION BALLON [P >50bar]
RL12U001 XU01	E 1.5	BOOL	PROG PROGR PPE ALIM [LIBERATION]
RL12F502 XU01	E 1.6	BOOL	PROG PROGR PPE ALIM [LIBERATION]
RA21S002 XC02.	E 1.7	BOOL	CONTOURNEMENT HP [FERME]
RL71S001 XC02.	E 2.0	BOOL	INJECT EAU CONT HP [FERME]
NA30L004 XH02	E 2.1	BOOL	NIVEAU BALLON [>MIN]
NM00U101 XU25	E 2.2	BOOL	FEU EN CHAUDIERE [ARRET > 60s]
NG00U002 XU06	E 2.3	BOOL	BRUIL FUEL NETTOYAGE [FIN]
RL22D001 XB01	E 2.4	BOOL	POMPE EAU DALIM [MARCHE]
RL32D001 XB01	E 2.5	BOOL	POMPE EAU DALIM [MARCHE]
RL32D001 XB01.	E 2.6	BOOL	POMPE EAU DALIM 3 [MARCHE]
RL22D001 XB46	E 2.7	BOOL	POMPE EAU DALIM 2 [PANNE]
RL22D001 XB02	E 3.0	BOOL	POMPE EAU DALIM 2 [ARRET]
RL50F901 XH03	E 3.1	BOOL	DEBIT EAU DALIM [DEB > 240 T/H]
RL32D001 XB46	E 3.2	BOOL	POMPE EAU DALIM 3 [PANNE]

Mnémonique	Opérande	Type de donn	Commentaire
NA30P004 XH03.	E 3.3	BOOL	PRESSION BALLON [P >50bar]
RL13S001 XB01	E 3.4	BOOL	VAN REFOUL PPE ALIM [OUVERTE]
RL12S001 XR01	E 3.5	BOOL	REGL VITESSE PPE ALI [AUTO]
RL12D001 XB01	E 3.6	BOOL	POMPE EAU ALIM [MARCHE]
RL13S001 XB01.	E 3.7	BOOL	VANNE REFOUL PPE ALI [OUVERTE]
RL12S001 XR01.	E 4.0	BOOL	REGL VITESSE PPE ALI [AUTO]
RL12D001 XB02 .	E 4.1	BOOL	POMPE EAU DALIM [MARCHE]
RL13S001 XB01..	E 4.2	BOOL	VANNE REFOUL PPE ALI [OUVERTE]
RL12U001 XA01	E 4.3	BOOL	PROG MARCHE [POSE]
RL12D001 XB02	E 4.4	BOOL	POMPE EAU DALIM [ARRET]
RL13S001 XB02.	E 4.5	BOOL	VANNE REFOUL PPE ALI [FERME]
RL12D001 XU05	E 4.6	BOOL	
RL50S003 XR02	E 4.7	BOOL	REGL MANU
RL50S003 XC02	E 5.0	BOOL	FERME
RL50S006 XB02	E 5.1	BOOL	FERME
NA00U001 XU01	E 5.2	BOOL	AUTO MARCHE
RF50U001 XU09	E 5.3	BOOL	OPER BYPASS
RF50U001 XU11	E 5.4	BOOL	PROG RECHAUFF HP [AUTO]
RL50F001 XH01	E 5.5	BOOL	DEBIT EAU DALIMENT [DEBIT > 80T/H]
RL13S001 XB02..	E 5.6	BOOL	VANNE REFOUL PPE ALI [FERME]
RL12P007 XG02	E 5.7	BOOL	DHUILE GRAISSAGE [P > MIN 1]
RL12D001 XB01..	E 6.0	BOOL	MARCHE
RL12P001 XH01	E 6.1	BOOL	PRESS AV VAN REFOUL [P > 25bar]
RL13S001 XB01...	E 6.2	BOOL	VANNE REFOUL ALI [OUVERTE]
RL12S001 XR01..	E 6.3	BOOL	VITESSE PPE ALIM [REGL AUTO]
RL12F001 XH01	E 6.4	BOOL	DEBIT EAU DALIM [DEBIT > 80T/H]

Mnémonique √	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL12F001 XH01	E 6.4	BOOL	DEBIT EAU DALIM [DEBIT > 80T/H]
RL40P901 XH53	E 6.5	BOOL	P DIFF VAN REFOUL [PD < 30 bar]
RL40P901 XH51	E 6.6	BOOL	P DIFF VAN REFOUL [PD < 10bar]
RL13S001 XB01.....	E 6.7	BOOL	VANNE REFOUL PPE ALI [OUVERT]
RL50S007 XB01	E 7.0	BOOL	VAN ARRET EAU ALIM [OUVERT]
RL13S001 XB01.....	E 7.1	BOOL	VAN REFOUL PPE ALIM [OUVERT]
RL22U001 X507	E 7.2	BOOL	PROG PROGR PPE ALIM 2 [PHASE 7]
RL32U001 X507	E 7.3	BOOL	PROG PROGR PPE ALIM 3 PHASE 7
RL12U001 XU07	E 7.4	BOOL	REEMPLIR BALLON [POSSIBLE]
NM00U101 XU21.	E 7.5	BOOL	FEU >30s [MARCHE]
NA30L004 XH02.	E 7.6	BOOL	NIVEAU BALLON 33% [NIV > MIN1]
RL50S003 XR01	E 7.7	BOOL	REGL AUTO
NM00U101 XU21..	E 8.0	BOOL	FEU > 30s[MARCHE]
NR60T001 XH04	E 8.1	BOOL	FUMEE AV ECO [T > 200 C]
RA20F001 XH03	E 8.2	BOOL	VAPEUR VIVE [DEB > 80T/H]
RL61S003 XB01	E 8.3	BOOL	OUVERT
RL61S004 XB01	E 8.4	BOOL	OUVERT
RL62S003 XB01	E 8.5	BOOL	OUVERT
RL62S004 XB01	E 8.6	BOOL	OUVERT
RL63S003 XB01	E 8.7	BOOL	OUVERT
RL63S004 XB01	E 9.0	BOOL	OUVERT
RL64S003 XB01	E 9.1	BOOL	OUVERT
RL64S004 XB01	E 9.2	BOOL	OUVERT
RL81S003 XB01	E 9.3	BOOL	OUVERT
RL81S004 XB01	E 9.4	BOOL	OUVERT
RL82S003 XB01	E 9.5	BOOL	OUVERT

Mnémonique √	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL82S004 XB01	E 9.6	BOOL	OUVERT
RL12U001 XU11	E 9.7	BOOL	
RL12U001 XU12	E 10.0	BOOL	
RL12U001 XU13	E 10.1	BOOL	
RL12U001 XU14	E 10.2	BOOL	
RL12U001 XU15	E 10.3	BOOL	
RL12U001 XU16	E 10.4	BOOL	
RL12U001 XU17	E 10.5	BOOL	
RF50U001 XU11.	E 10.6	BOOL	PROG RECHAUFF HP [AUTO]
RF50U001 XU12	E 10.7	BOOL	RECHAUFF HP OPER NOR [POSE]
RL50S003 XR85	E 11.0	BOOL	REGL DEAU ALIM [F MIN 15 T/H]
RL00U101 XU13	E 11.1	BOOL	DESURCHAUFFEURS [MARCHE]
NM00U101 XU21...	E 11.2	BOOL	FEU > 30s [MARCHE]
NA30P004 XH03..	E 11.3	BOOL	PRESSION BALLON [P > 50bar]
RL12S001 XR01...	E 11.4	BOOL	REGL AUTO
RL22S001 XR01	E 11.5	BOOL	REGL AUTO
RL32S001 XR01	E 11.6	BOOL	REGL AUTO
RL13S001 XB01.....	E 11.7	BOOL	OUVERT
EL23S001 XB01	E 12.0	BOOL	OUVERT
RL33S001 XB01	E 12.1	BOOL	OUVERT
RL00U101 XU07.	E 12.2	BOOL	DESURCHAUFFEURS [ARRET]
RL50S003 XR02.	E 12.3	BOOL	REGL MANU
RL50S003 XC02.	E 12.4	BOOL	FERME
RL22D001 XB01.	E 12.5	BOOL	POMPE EAU DALIMENT [MARCHE]
RL32D001 XB01..	E 12.6	BOOL	POMPE EAU DALIMENT [MARCHE]
RL50S007 XB02	E 12.7	BOOL	FERME

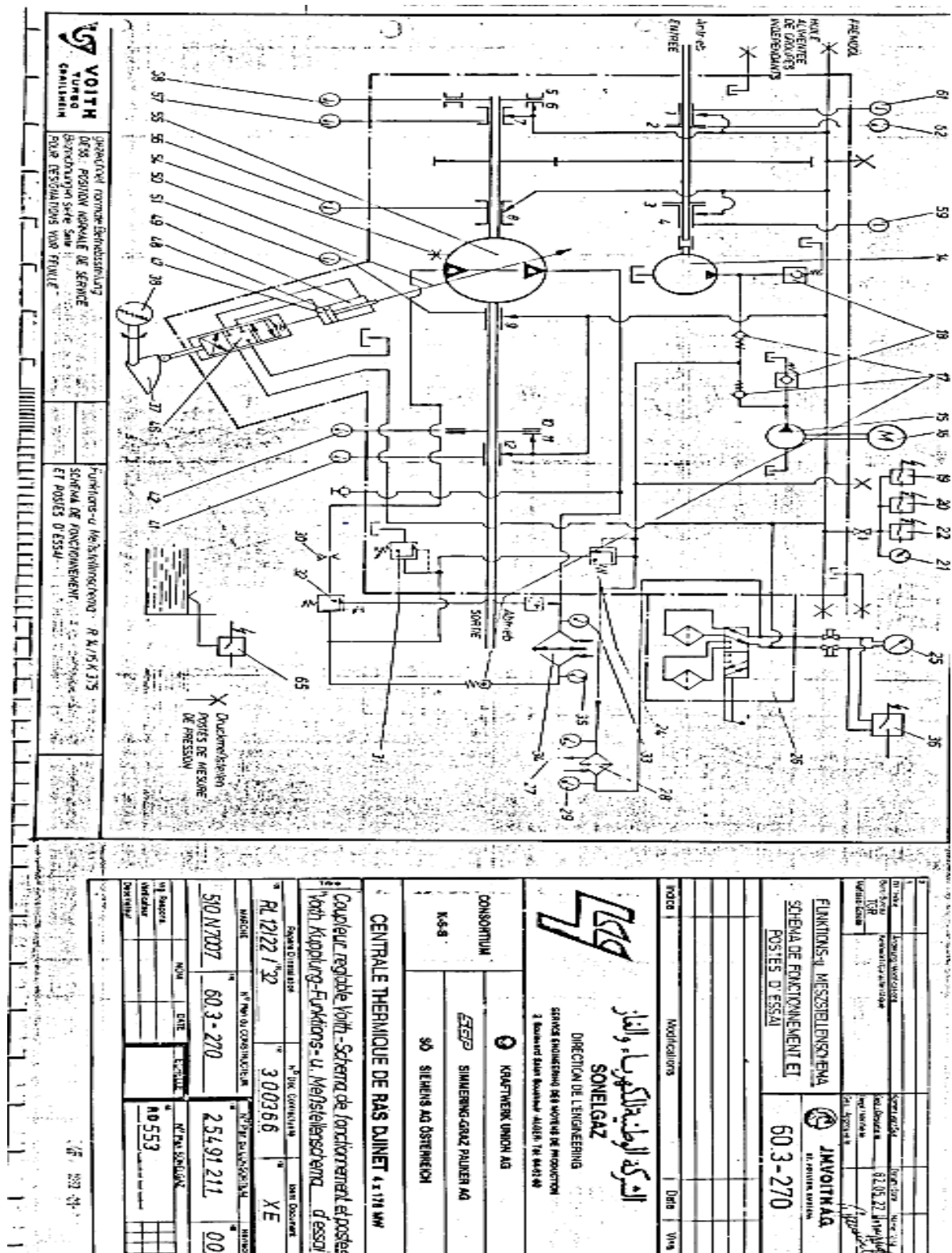
Mnémonique ▾	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL50S007 XB02	E 12.7	BOOL	FERME
RL12S001 XR02	E 13.0	BOOL	REGL MANU
RL12S001 XC02.	E 13.1	BOOL	POS MIN
RL22S001 XR02	E 13.2	BOOL	REGL MANU
RL22S001 XCO2	E 13.3	BOOL	POS MIN
RL32S001 XR02	E 13.4	BOOL	REGL MANU
RL32S001 XC02	E 13.5	BOOL	POS MIN
RL13S001 XB02...	E 13.6	BOOL	FERME
RL23S001 XB02	E 13.7	BOOL	FERME
RL33S001 XB02	E 14.0	BOOL	FERME
NA30P004 XH03...	E 14.1	BOOL	PRESSION BALLON [P > 50bar]
RL22D001 XB01..	E 14.2	BOOL	POMPE EAU DALIMENT
RL32D001 XB01...	E 14.3	BOOL	POMPE DALIMENT [MARCHE]
RL12D002 XB01	E 14.4	BOOL	MARCHE
RL12D002 XU01	E 14.5	BOOL	POMPE EAU DALIMENT [ARRET >15MIN]
RL12D001 XB02.	E 14.6	BOOL	ARRET
RL11S001 XG01	E 1.1	BOOL	VAN ASPIR PPE ALIM [OUVERT]

Mnémonique ▾	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL50S003 YR22	A 0.0	BOOL	REGL DEAU ALIM [MANU]
RL50S003 YC22	A 0.1	BOOL	SOUP REGL EAU ALIM [FERMER]
RL50S006 YB22	A 0.2	BOOL	DYPASS REGL EAU ALI [FERMER]
NA00 U001 YA21	A 0.3	BOOL	AUTO VIDANGES PURG [MARCHE]
RF50U001 YA22	A 0.4	BOOL	RECHAUFF HP OPERAT [BYPASS]
RL12D002 YB21	A 0.5	BOOL	PPE HUIL AUX PPE ALI [MARCHE]
RL12S001 YR22	A 0.6	BOOL	REGL VITESSE PPE ALI [MANU]
RL12S001 YC22	A 0.7	BOOL	VITESSE PPE ALIM [POS MIN]
RL12D001 YB21	A 1.0	BOOL	POMPE EAU DALIM [MARCHE]
RL12S001 YR21	A 1.1	BOOL	REGL VITESSE PPE ALI [AUTO]
RL12S001 YR02	A 1.2	BOOL	REGL VITESSE PPE ALI [REGL MANU]
RL12S001 YC02	A 1.3	BOOL	VITESSE PPE ALIM [POS MIN]
RL13S001 YB21	A 1.4	BOOL	VAN REFOUL PPE BALIM [OUVRIR]
RL50S007 YB21	A 1.5	BOOL	VAN ARRET EAU ALIM [OUVRIR]
RL50S003 YR21	A 1.6	BOOL	REGL DEAU ALIM [AUTO]
RL50S003 YR83	A 1.7	BOOL	REGL DEAU ALIM [F MIN =0]
RL61S003 YB21	A 2.0	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1G1 [OUVRIR]
RL61S004 YB21	A 2.1	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1G2 [OUVRIR]
RL62S003 YB21	A 2.2	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1D1 [OUVRIR]
RL62S004 YB21	A 2.3	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1D2 [OUVRIR]
RL63S003 YB21	A 2.4	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2G1 [OUVRIR]
RL63S004 YB21	A 2.5	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2G2 [OUVRIR]
RL64S003 YB21	A 2.6	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2D1 [OUVRIR]
RL64S004 YB21	A 2.7	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2D2 [OUVRIR]
RL81S003 YB21.	A 3.0	BOOL	VAN ARRET DESURCH G1 [OUVRIR]
RL81S004 YB21	A 3.1	BOOL	VAN ARRET DESURCH G2 [OUVRIR]

Mnémonique	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL82S003 YB21	A 3.2	BOOL	VAN ARRET DESURCH D1 [OUVRIR]
RL82S004 YB21	A 3.3	BOOL	VAN ARRET DESURCH D2 [OUVRIR]
RL81S001 YR21.	A 3.4	BOOL	REGL VAN DESUR G1 [AUTO]
RL81S002 YR21	A 3.5	BOOL	REGL VAN DESUR G2 [AUTO]
RL82S001 YR21	A 3.6	BOOL	REGL VAN DESURCH D1 [AUTO]
RL82S002 YR21	A 3.7	BOOL	REGL VAN DESURCH D2 [AUTO]
RL61S001 YR21	A 4.0	BOOL	REGL VAN DESURCH 1G1 [AUTO]
RL61S002 YR21	A 4.1	BOOL	REGL VAN DESURCH 1G2 [AUTO]
RL62S001 YR21	A 4.2	BOOL	REGL VAN DESURCH 1D1 [AUTO]
RL62S002 YR21	A 4.3	BOOL	REGL VAN DESURCH 1D2 [AUTO]
RL63S001 YR21	A 4.4	BOOL	REGL VAN DESURCH 2G1 [AUTO]
RL63S002 YR21	A 4.5	BOOL	REGL VAN DESURCH 2G2 [AUTO]
RL64S001 YR21	A 4.6	BOOL	REGL VAN DESURCH 2D1 [AUTO]
RL64S002 YR21	A 4.7	BOOL	REGL VAN DESURCH 2D2 [AUTO]
RL50S003 YR84	A 5.0	BOOL	REGL DEAU ALIM [FMIN =15T/H]
RF50U001 YA21	A 5.1	BOOL	RECHAUFF HP OPERAT [NORMAL]
RL13S001 YB21.	A 5.2	BOOL	VAN REFOUL PPE 1 ALIM [OUVRIR]
RL23S001 YB21	A 5.3	BOOL	VAN REFOUL PPE 2 ALIM [OUVRIR]
RL33S001 YB21	A 5.4	BOOL	VAN REFOUL PPE 3 ALIM [OUVRIR]
RL12S001 YR21.	A 5.5	BOOL	VITESSE PPE 1 ALIM [REGL AUTO]
RL22S001YR21	A 5.6	BOOL	VITESSE PPE 2 ALIM [REGL AUTO]
RL32S001 YR21	A 5.7	BOOL	VITESSE PPE 3 ALIM [REGL AUTO]
RL50S003 YR22.	A 6.0	BOOL	REGL DEAU ALIM [MANU]
RL50S003 YC22.	A 6.1	BOOL	SOUP REGL EAU ALIM [FERMER]
RL61S003 YB22	A 6.2	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1G1 [FERMER]
RL61S004 YB22	A 6.3	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1G2 [FERMER]

Mnémonique	Opérande	Type de donn	Commentaire
RL62S003 YB22	A 6.4	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1D1 [FERMER]
RL62S004 YB22	A 6.5	BOOL	VAN ARRET DESURCH 1D2 [FERMER]
RL63S003 YB22	A 6.6	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2G1 [FERMER]
RL63S004 YB22	A 6.7	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2G2 [FERMER]
RL64S003 YB22	A 7.0	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2D1 [FERMER]
RL64S004 YB22	A 7.1	BOOL	VAN ARRET DESURCH 2D2 [FERMER]
RL81S003 YB22	A 7.2	BOOL	VAN ARRET DESURCH G1 [FERMER]
RL81S004 YB22	A 7.3	BOOL	VAN ARRET DESURCH G2 [FERMER]
RL82S003 YB22	A 7.4	BOOL	VAN ARRET DESURCH D1 [FERMER]
RL82S004 YB22	A 7.5	BOOL	VAN ARRET DESURCH D2 [FERMER]
RL59S007 YB22	A 7.6	BOOL	VAN ARRET EAU ALIM [FERMER]
RL12S001 YR22.	A 7.7	BOOL	REGL VITESSE PPE 1 ALI [MANU]
RL12S001 YC22.	A 8.0	BOOL	VITESSE PPE 1 ALIM [POS MIN]
RL22S001 YR22	A 8.1	BOOL	REGL VITESSE PPE 2 ALI [MANU]
RL22S001 YC22	A 8.2	BOOL	VITESSE PPE 2 ALIM [POS MIN]
RL32S001 YR22	A 8.3	BOOL	REGL VITESSE PPE 3 ALI [MANU]
RL32S001 YC22	A 8.4	BOOL	VITESSE PPE 3 ALIM [POS MIN]
RL13S001 YB22	A 8.5	BOOL	VANNE REFOUL PPE 1 ALI [FERMER]
RL23S001 YB22	A 8.6	BOOL	VANNE REFOUL PPE 2 ALI [FERMER]
RL33S001 YB22	A 8.7	BOOL	VANNE REFOUL PPE 3 ALI [FERMER]
RL12D002 YB21.	A 9.0	BOOL	PPE HUIL AUX PPE ALI [MARCHE]
RL12D001 YB22	A 9.1	BOOL	POMPE EAU DALIMENT [ARRET]

Annexe 2



Circuit hydraulique de la pompe alimentaire

Annexe 3

Poste	Désignations au schéma de fonctionnement et postes d'essai	
1	Palier 1	(arbre d'entrée)
2	Butée 2	(arbre d'entrée)
3	Butée 3	(arbre d'entrée)
4	Palier 4	(arbre d'entrée)
5/6	Butée 5/6	(arbre primaire)
7	Palier 7	(arbre primaire)
8	Palier 8	(arbre primaire)
9	Palier 9	(arbre secondaire)
10/11	Butée 10/11	(arbre secondaire)
12	Palier 12	(arbre secondaire)
13		
14	Pompe à commande mécanique	
15	Pompe auxiliaire	
16	Moteur électrique	pompe auxiliaire
17	Soupapes de retenue	
18	Soupape de purge	
19	Manostat	huile de graissage
20	Manostat	huile de graissage
21	Manomètre	pression de l'huile de graissage
22	Manostat	huile de graissage
23		
24	Soupape de mise en circuit	huile de fonctionnement et de graissage
25	Manomètre de pression différentielle	

Poste	Désignations au schéma de fonctionnement et postes d'essai	
26	Filtre double à commutation	
27	Thermomètre	température d'huile avant le réfrigérant
28	Réfrigérant d'huile de graissage	
29	Thermomètre	température d'huile après le réfrigérant
30	Diaphragme	
31	Limiteur de pression	huile de fonctionnement
32	Soupape de réglage de température	huile de fonctionnement
33	Thermomètre	température d'huile avant le réfrigérant
34	Réfrigérant d'huile de fonctionnement	
35	Thermomètre	température d'huile après le réfrigérant
36	Manostat de pression différentielle	
37	Came	commande de l'écope
38	Servo-commande	
39		
41	Thermomètre	(palier 12)
42	Thermomètre	(butée 10/11)
43		
44		
45		
46	Soupape de contrôle	écope
47	Chambre sous pression au-dessus du piston de l'écope	servo-vérin hydraulique à double effet

Poste	Désignations au schéma de fonctionnement et postes d'essai	
48	Piston de l'écope	
49	Chambre sous pression au- dessous du piston de l'écope	
50	Ecope	
51	Thermomètre	(palier 9)
52		
53		
54	Bouchon fusible	
55	Coupleur réglable Voith	
56	Thermomètre	(palier 8)
57	Thermomètre	(palier 7)
58	Thermomètre	(butée 5/6)
59	Thermomètre	(palier 4)
60	Thermomètre	(butée 3)
61	Thermomètre	(palier 1)
62	Thermomètre	(butée 2)
65	Surveillance du niveau d'huile	