

**Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Boudiaf - M'sila**



**Faculté de technologie
Département d'Hydraulique
MEMOIRE
Présenté pour l'obtention du diplôme
de MASTER
FILIERE : Hydraulique
Option : hydraulique urbaine
THEME**

Conception d'un système anti-colmatage des pompes

**Dirigé par :
Dr.MAHDI Djallel**

**Présenté par:
BLIZAK Nour elhouda
BENNACER Asma**

Promotion : 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a données au cours de ces longues années.

Nous tenons à remercier Dr.MAHDI DJALLEL d'avoir accepté de superviser nos recherches et nos conseils dans la conduite de ce travail.

Nous remercions également tous les professeurs du Département d'hydraulique

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux amis et aux collègues qui nous ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de notre parcours d'étude

Enfin, nous remercions nos familles pour leurs aides

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

*A ma mère et mon père qui m'ont soutenu et aider tout le long de mon
Parcourt et sans qui je ne serais pas ou j'en suis A mes chères frères et
Mes sœurs, à toute ma famille À tout mes amis de l'université de m'sila
Avec qui j'ai eu d'agréable moments et appris beaucoup de choses.*

BLIZAK NOURELHOUDA

Dédicace

BENNACER ASMA

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
------------------------------------	----------

Chapitre I: Généralité sur les pompes et les moteurs électrique :

I.1. Introduction.....	2
I.2. pompe hydraulique	2
I.3.Types des pompes	3
I.3.1.Les turbopompes	3
I.3.1.1.Les pompes centrifuges	3
I.3.1.2.Les pompes axiales.....	3
I.3.1.3.Les pompes hélico-centrifuge	3
I.3.1.5. Selon le nombre d'étages	3
I.3.1.6.Selon la disposition de l'axe de la pompe	3
I.3.1.7.Principe de fonctionnement d'une turbopompe	3
I.3.1.8.Avantages et inconvénients des turbopompes.....	4
I.3.2 Les pompes volumétriques et principe de fonctionnement	4
I.3.2.2.Pompes volumétriques rotatives.....	5
I. 3.2.2.1. Pompes à palettes.....	5
I. 3.2.2.1.1. Pompes à palettes libres	5
I. 3.2.2.1.2. Pompes à palettes flexibles.....	5
I. 3.2.2.2. Pompes à engrenages extérieurs	6
I. 3.2.2.3. Pompes à lobes	7
I.3.2.2.4.Pompes péristaltiques	7
I. 3.2.3.Avantages et inconvénients des pompes volumétriques	7
I.3.2.4.Les pompes volumétriques alternatives	9
I.3.2.4.1.Pompes à membranes.....	9
I.3.2.4.2. Avantages et inconvénients des pompes à membranes	9
I.3.2.4.3. Pompes à piston.....	10
I.3.2.4.4. Avantages et inconvénients des pompes à piston.....	11

I.4.Pompes immergées.....	11
I.4.1.Domaines d'applications	12
I.4.2. Avantages et inconvénients des pompes.....	12
I.5. Moteur électrique	12
I.5.1.Définition du moteur électrique	12
I.5.2.Principe de fonctionnement	13
I.5.3.Différents types de moteurs électriques.....	13
I.5.3.1.Moteur à courant continu	13
I.5.3.2.Moteur électrique universel	13
I.5.3.3.Moteur électrique asynchrone	14
I.5.3.5. Moteur à réluctance variable	14
I.6.Conclusion	15

Chapitre II: Eléments d'automatisme inclus au système anti-colmatage l'automatisme:

II.1.Introduction	16
II.2.Composant de base de l'automatisme	16
II.3.Structure détaillée des automatismes	16
II.3.1.Les actionneurs (Partie opérative).....	17
II.3.1.1.Prés actionneur (Relais mécanique)	18
II.3.2.Capteurs (Partie transmission des informations)	19
II.3.2.1.Capteur de pression	19
II.3.2.2.Capteur de niveau.....	19
II.3.2.2.1.Capteur à mesure par pression	19
II.3.2.2.2.Capteur de type acoustique ou de type Radar	19
II.3.2.2.3.Capteur à mesure par contact de type flotteur TOR.....	20
II.3.2.2.4.Le capteur de position.....	20
II.3.2.2.5.Capteur de débit (Débitmètre).....	20
II.3.2.3.Choix d'un capteur.....	20
II.3.3.Automates programmables (Partie Commande)	21

II.3.3.1. Matériels internes de l'automate	22
II.3.3.1.1. Processeur	22
II.3.3.1.2. Interface d'entrée.....	22
II.3.3.1.3. Interface de Sortie	23
II.3.3.1.4. Mémoire (Éléments de stockage).....	23
II.3.3.1.5. Interface de communication et de liaison	23
II.3.3.2. Matériels externes (Auxiliaires).....	23
II.3.3.3. Branchement des modules d'entrées /sorties de l'automate (E/S)	24
II.3.4. Affectation et écriture des entrées/sorties.....	25
II.3.5. Programmation d'un automate.....	25
II.3.5.1. Logigramme	25
II.3.5.2. Langages Graphiques	25
II.3.5.3 Langage de programmation GRAFCET et notion de base.....	26
II.3.5.4. Éléments de base du GRAFCET	27
II.3.5.4.1. Etape	27
II.3.5.4.2. Action associée à une étape	27
II.3.5.4.3. Transition	27
II.3.5.4.4. Réceptivité associée à la transition.....	27
II.3.5.4.5. Liaisons orientées	28
II.3.6. Structure de base	29
II.3.6.1. Séquence unique.....	29
II.3.6.2. Séquence simultanée	29
II.3.6.2.1. parallélisme structural.....	29
II.3.6.3 Sélection de séquence.....	30
II.3.6.4. Séquences exclusives	30
II.3.7. Saut d'étape	31
II.3.8. Reprise de séquence	31
II.3.9. Réutilisation d'une même séquence	32

II.3.10.Classification des actions.....	32
II.3.10.1.Action continue	32
II.3.10.2.Action retardée	32
II.3.10.3.Action limitée dans le temps	33
II.3.10.4.Action conditionnelle	33
II.3.10.5.Action impulsionnelle	33
II.3.10.6.Action mémorisée	33
II.3.11.Règles d'évolutions.....	34
II.3.11.1.Règle N°1 : initialisation	34
II.3.11.2.Règle N2:franchissement d'une transition	34
II.3.11.3.Règle N 3: évolution des étapes actives	34
II.3.11.4.Règle N°4: Evolutions simultanées.....	35
II.3.11.5.Règle N°5: Activations et désactivations simultanées d'une même étape.....	35
II.4.Description du logiciel de programmation GRAFCET	35
II.4.1.Présentation du logiciel PL7	35
II.4.1.1. Structure du logicielle PL7	35
II.4.2.Modules fonctionnels	37
II.4.2.1.Vue fonctionnelle	37
II.4.2.2.Services associés à la vue fonctionnelle	38
II.4.2.3.Export/Import de modules fonctionnels	38
II.4.3.Accès à l'écran de saisie du GRAFCET sous PL7	38
II.5.Conclusion	39

Chapitre III: Conception et automatisation du système anti-colmatage:

III.1.Introduction	40
III.2.Le colmatage	40
III.3.Equipement principal de la station de traitement	40
III.3.1.Dégrilleur	40
III.3.2.Pompe immergée	41

III.3.2.1.Caractéristiques de la pompe	41
III.3.3.Moteur	42
III.3.3.1.Données techniques / Caractéristiques.....	42
III.4.Conception et fonctionnement du système anti-colmatage.....	42
III.4.1.Fonctionnement en mode manuel.....	34
III.4.1.1.Fonctionnement en mode automatique	44
III.4.1.2.Fonctionnement de la station sous des conditions normales.....	44
III.4.1.3.Fonctionnement de la station sous des conditions anormales	44
III.4.Partie commande	45
III.4.1.Câblage des entrées et sorties de l'automate	45
III.4.1.1.Câblage des entrées de l'automate.....	45
III.4.1.2.Câblage des sorties de l'automate.....	46
III.4.2. Affectation des entrées et sorties de l'automate	47
III.4.3.Programmation de l'automate et principe de fonctionnement	47
III.4.4.La description de fonctionnement de GRAFCET est donnée par les étapes suivant	48
III.5.Connexion des composants de la station au panneau de commande.....	53
III.6.Conclusion.....	55
Conclusion général	

Liste des tableaux :

Chapitre I: Généralité sur les pompes et les moteurs électrique.

Tableau I.1 : Avantages et inconvénients des turbopompes.	4
Tableau I.2: Avantages et inconvénients des différentes pompes.....	9
Tableau I.3: Les avantages et les inconvénients des pompes à membranes	10
Tableau I.4 : Les avantages et les inconvénients des pompes à piston	11
Tableau I.5 : Avantages et inconvénient des pompes immergées.....	12

Chapitre III: Conception et automatisation du système anti-colmatage:

Tableau III.1: d'entrée et sortie physique.....	47
---	----

Liste des figures :

Chapitre I: : Généralité sur les pompes et les moteurs électrique

Figure I.1: Transformation de l'énergie mécanique en énergie hydraulique.....	2
Figure I.2: Symbole de la pompe hydraulique.	2
Figure I.3: Roues mobiles de machines centrifuges, hélico centrifuge et axiale	3
Figure I.4: Fonctionnement de quelques pompes volumétriques rotatives	5
Figure I.5: Pompes à palettes libres.....	5
Figure I.6: Pompes à palettes flexibles.	6
Figure I.7: Pompes à engrenages extérieurs	6
Figure I.8: Pompes péristaltiques.	7
Figure I.9: Pompes à membranes.	9
Figure I.10: Principe pompe à piston.	11
Figure I.11: Pompe à piston à double effet.....	11
Figure I.12: une pompe immergée.	12
Figure I.13: Moteur à courant continu.....	13
Figure I.14: Charbon.....	13
Figure I.14: Moteur électrique de type universel.	13
Figure I.15: Moteur électrique de type asynchrone.....	14
Figure I.17: Moteur à réluctance variable.....	15

Chapitre II: Eléments d'automatisme inclus au système anti-colmatage

L'automatisme:

Figure II.1: schéma fonctionnel d'un système.	16
Figure II.2: Structure détaillée d'un automatisme.....	17
Figure II.3: Relais électrique.....	18
Figure II.4: Schéma du relais	18
Figure II.5: Principe mesure de niveau par capteur de pression.	19
Figure II.6: Capteur de niveau acoustique.	19
Figure II.7: Photo du capteur flotteur.	20
Figure II.8: Photo du Débitmètre.	20
Figure II.9: photo d'un automate programmable.	22
Figure II.10: structure interne de l'automate.	22
Figure II.11: câblage de la partie opérative et la partie commande (automate).	24
Figure II.12: Branchement du module E/S de l'automate SIEMENS.....	24
Figure II.13: Descriptif physique des modules d'entrées/sorties de l'automate TSX37	25
Figure II.14: structure générale d'un GRAFCET.	26
Figure II.15: Une Etape.	27
Figure II.16: Une Etape Initiale.....	27
Figure II.17: Une Action.....	27
Figure II.18: Une Transitions.....	28
Figure II.19: Réceptivité sous forme de proposition logique.	28
Figure II.20: Réceptivité sous forme d'activation.	28
Figure II.21: Réceptivité sous forme d'un ET logique.	29
Figure II.22: Liaison Orientée.....	29
Figure II.23: Séquence unique.	29
Figure II.24: Transition en ET convergent.	30
Figure II.25: Transition en ET divergent.	30
Figure II.26: Transition en OU divergent.	30

Figure II.27: Transition en OU convergent.....	31
Figure II.28:Une Séquences exclusives.....	31
Figure II.29:Saut d'étape.	31
Figure II.30:Reprise de séquence.	32
Figure II.31:Réutilisation d'une même séquence.	32
Figure II.32:Action continue (non mémorisée).....	32
Figure II.33:Action retardée.....	33
Figure II.34:Action retardée dans le temps.....	33
Figure II.35:Action conditionnelle.	33
Figure II.36:Action impulsionnelle.	33
Figure II.37:Action mémorisée.	34
Figure II.38:initialisation d'une étape.	34
Figure II.39:Transition non validée.....	35
Figure II.40:Transition validée.....	35
Figure II.41:Transition non simultanément franchissable.	35
Figure II.42:Langage Grafcet.....	36
Figure II.43:un exemple de découpage d'un programme PL7.....	36
Figure II.44:les 2 vues possibles d'une application.	37
Figure II.45:l'écran de saisie du grafcet.	38
Figure II.46:Page de la saisie du GRAFCET sur PL7.....	38

Chapitre III: Conception et automatisation du système anti-colmatage:

Figure III.1: dégrilleur.	40
Figure III.2 : Schéma de la pompe CAPRARI (CAPRARI caractéristiques technique).....	42
Figure III.3: Schéma du système anti-colmatage implanté dans la station de traitement	43
Figure III.4 : Système de commande.....	45
Figure.III.5: Câblage des entrées de l'automate.....	46
Figure.III.6: Câblage des sorties de l'automate.	46
Figure III.7: GRAFCET du système anti-colmatage.....	48

Figure III.8: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 1, démarrage de la pompe.	49
Figure III.9: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 2, montée du dégrillage	49
Figure III.10: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 3 déplacement du dégrillage à droite.	50
Figure III.11: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 4, déplacement du dégrillage à gauche.	50
Figure III.12: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 5, descente du dégrillage.	51
Figure III.13: Schéma de réinitialisation automatique du système, cas de blocage du dégrillage verticalement.	52
Figure III.14: Schéma de réinitialisation automatique du système, cas de blocage du dégrillage incliné.	52
Figure.III.15: Schéma de Connecter les composants de la station au panneau de commande.	54

Liste d'abréviation :

API : Automates programmables industriels.

PC: partie commande.

PO: partie opérative.

ADC: digitale analogie convertir.

AC: courant alternatif.

DC: courant constant.

ROM: Read only Memory.

EEPROM: electrically erasable programmable.

S: sortie.

E: entre.

Cap1: capteur position 1.

Cap2: capteur position 2.

Cap3: capteur position 3.

Cap4: capteur position 4.

D: capteur de débit (débitmètre).

Cap N1: capteur de niveau haut.

Cap N2: capteur de niveau bas.

P: la pompe.

M1_{montées}: moteur1 montées.

M1_{Dexente}: moteur1 descente.

M2_{droite}: moteur2 à droite.

M2_{gauche}: moteur2 à gauche.

ملخص:

مشكلة انسداد المضخة هي دائماً مشكلة ناجمة عن رمي مياه الصرف الصحي. لقد أنشأنا نظاماً جديداً لمكافحة الانسداد. يتألف هذا النظام من محركين، سياج ثابتة، سياج متنقلة، وجهاز الحصول على البيانات ونقل المعلومات، ونظام التحكم، مما يجعل من الممكن مستقبلاً تجنب تعلق النفايات كبيرة الحجم في المضخة والتصرف في حالة حدوث مشكلة.

Résumé :

Le problème de colmatage des pompes reste toujours gênant pour bien rejeter les eaux usées. On a créé un nouveau système anti-colmatage. Ce système comporte deux moteurs, un dégrilleur fixe, dégrilleur mobile, un dispositif d'acquisition de données et de transmission de l'information et un système de commande permettent désormais d'éviter les déchets à volume important d'être collés dans la pompe et d'agir en cas de problème.

Abstract:

The problem of pump clogging is always a problem for properly rejecting wastewater. We created a new anti-clogging system. This system comprises two motors, a fixed screen, mobile screen, a data acquisition and information transmission device and a control system now make it possible to avoid large-volume waste from being stuck in the pump and to act in the event of a problem.

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

L'eau signifie la vie, de sorte que les sources d'eau sont plus importantes que les sources d'énergie, la plupart de l'eau se trouve dans les rivières, les puits, les mers ou les zones de collecte d'eau, les réservoirs, les stations de levage et les stations d'épuration. Les humains ont besoin d'efforts manuels ou mécaniques de levage de l'eau. Les humains ont essayé d'inventer des machines qui aident à soulever l'eau; actuellement, les pompes sont utilisées pour soulever et déplacer les fluides d'un endroit à un autre. Les problèmes courants dans les pompes sont le blocage par les dépôts ou les déchets dans l'eau, La manipulation d'une pompe obstruée n'est jamais facile et peut corriger le travail de nettoyage quotidien dangereux. Pour entretenir ces pompes, nous concevons un système automatique pour éviter le colmatage et pour ce faire bien, ce travail sera livré à trois chapitres comme suit:

Le premier chapitre englobe Les différentes pompes et moteurs ainsi que leurs principes de fonctionnement, leurs avantages et leurs inconvénients, puis nous examinerons les performances et les facteurs qui affectent leurs performances. Tout cela se termine par une approche de sélection de la pompe et du moteur dont nous avons besoin dans notre étude.

Un deuxième chapitre, dont le but est de rappeler brièvement les notions générales des systèmes automatisés. Nous évoquerons ensuite, les automates programmables avec un aperçu sur leurs architectures principe de fonctionnement et langages de programmations.

Dans le dernier chapitre, qui sera le cœur de notre travail, nous allons créer notre système anti-colmatage automatisé qui est la solution du problème et nous allons montrer les éléments qui composent ce système. Ce travail va aider à la réalisation et l'implantation de ce système dans les stations de pompage des eaux usées existantes.

Chapitre I:

Généralité sur les pompes et les moteurs électriques.

I.1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'étude technologique des pompes. Ce dernier est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un liquide. Il existe plusieurs types des pompes chaque type de pompe correspondent une nature et un agencement particulier des pièces mobiles internes quel qu'en soit le type.

Nous montrons également dans ce chapitre les types de moteurs et le fonctionnement de chaque moteur, en plus de l'efficacité et des avantages et inconvénients de chacun.

I.2. pompe hydraulique :

Les pompes sont des appareils qui servent à aspirer, refouler et comprimer les liquides et elles permettent de transformer l'énergie mécanique de rotation (ou de translation) en énergie hydraulique. En pratique, il s'agit souvent d'augmenter la pression du fluide. [1]

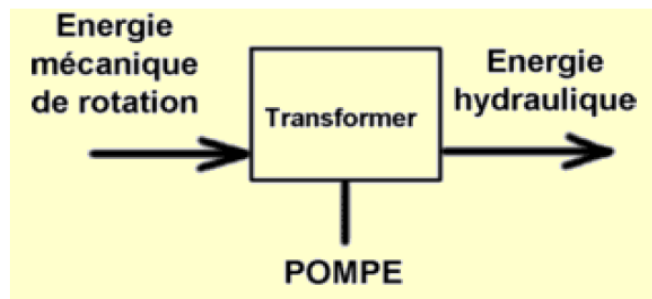


Figure I.1: Transformation de l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

Une pompe hydraulique est une machine destinée à accroître l'énergie d'un liquide en vue de provoquer son élévation de pression et son déplacement dans un circuit.

Son rôle se limite à aspirer l'huile de réservoir et de la refouler. La pompe fournit un débit. Elle est donc un générateur de débit.

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie que lui est communiquée par la force Centrifuge.

Une pompe se caractérise par :

- son débit.
- sa cylindrée.
- son rendement.
- Son sens de rotation.
- Sa vitesse de rotation.

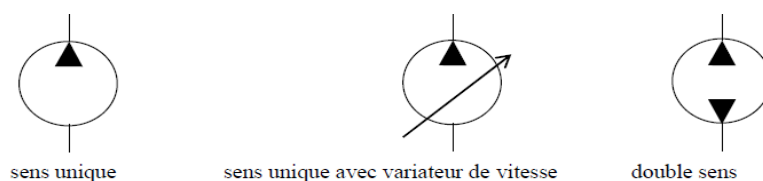


Figure I.2: Symbole de la pompe hydraulique.

I.3.Types des pompes :

Les pompes véhiculant des liquides se divisent en deux catégories principales :

- Les turbopompes.
- Les pompes volumétriques.

I.3.1.Les turbopompes:

Une turbopompe est une machine dans laquelle l'énergie transmise au liquide est une énergie principalement cinétique, qui lui est communiquée par l'intermédiaire d'un rotor.

Elles sont toutes rotatives. Ce sont des pompes centrifuges, à hélice (axiale) et hélico centrifuge.

I.3.1.1.Les pompes centrifuges:

Le mouvement du liquide est rigoureusement normal à l'axe, car il pénètre au centre de la roue et est projeté vers l'extérieur par l'action combinée de la force centrifuge et des aubes du rotor. [3]

I.3.1.2.Les pompes axiales :

Dans ce type de pompes, le fluide est animé d'un mouvement parallèle à l'axe de la pompe. [3]

I.3.1.3.Les pompes hélico-centrifuge :

Ce type de pompe a un impulseur qui est intermédiaire entre les deux types extrêmes, centrifuge et à hélice ; le mouvement imprimé au liquide est donc à la fois centrifuge et axial [2]

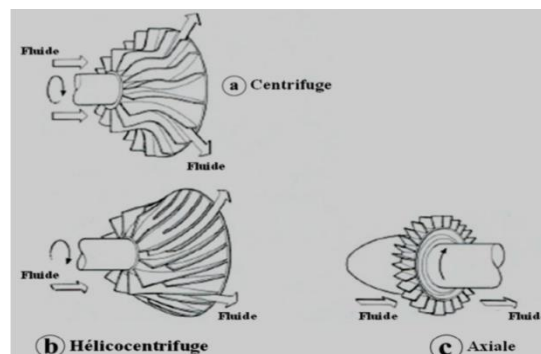


Figure I.3: Roues mobiles de machines centrifuges, hélico centrifuge et axiale. [4]

I.3.1.5. Selon le nombre d'étages :

- Monocellulaire : avec une seule roue sur l'arbre.
- Multicellulaire : avec plusieurs roues sur l'arbre déposées en série.

I.3.1.6.Selon la disposition de l'axe de la pompe :

- Pompe verticale.
- Pompe horizontale.

I.3.1.7.Principe de fonctionnement d'une turbopompe :

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge. Les turbopompes sont des machines tournantes qui grâce à un rotor à aubes convenablement orientées augmente l'énergie cinétique et projette à l'aide de la force centrifuge

le liquide à la périphérie sur la volute. A la sortie et à l'aide d'un divergent, une grande partie de l'énergie cinétique se transforme en pression motrice.

I.3.1.8. Avantages et inconvénients des turbopompes :

les avantages :	Les inconvénients :
• A caractéristiques égales, elles sont plus compactes que les machines volumétriques ; • Leur rendement est souvent meilleur que celui des volumétrique ; • Elles sont adaptées à une très large gamme de liquides ; • Leur débit est régulier et le fonctionnement silencieux; • En cas de colmatage partiel ou d'obstruction de la conduite de refoulement, la pompe centrifuge ne subit aucun dommage et l'installation ne risque pas d'éclater. La pompe se comporte alors comme un agitateur...	• Impossibilité de pomper des liquides trop visqueux ; • Production d'une pression différentielle peu élevée ; • Elles ne sont pas auto-amorçages ;

Tableau I.1 : Avantages et inconvénients des turbopompes.

I.3.2. Les pompes volumétriques et principe de fonctionnement :

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos à l'intérieur duquel déplace un élément mobile en translation ou en rotation rigoureusement ajusté.

L'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide. [5]

Leur fonctionnement repose sur l'exécution d'un mouvement cyclique. Un volume V de fluide emprisonné dans un espace donné (le récipient de départ) est contraint à se déplacer de l'entrée vers la sortie de la pompe par un système mécanique. Ce volume prélevé dans la conduite d'aspiration engendre une dépression qui fait avancer le fluide vers la pompe par aspiration. Cet effet confère aux pompes volumétriques d'être auto-amorçant. Dans le cas des liquides, la pression d'aspiration ne doit pas s'abaisser en-dessous de la pression de vapeur saturante sous peine de voir le liquide entrer en ébullition. On obtient un débit théorique moyen proportionnel à la vitesse de rotation ou de translation. Les pompes volumétriques sont caractérisées par une grande diversité d'emploi et une grande variété de réalisations technologiques. On se limitera ici, à la présentation de quelques types à cette grande famille de machines tournantes :

- Les pompes volumétriques alternatives.
- Les pompes volumétriques rotatives.

I.3.2.2. Pompes volumétriques rotatives :

Ces pompes sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.

Les principaux types de pompes volumétriques sont les suivants : à palettes, engrenages, lobes, vis, ...etc.

La figure ci-après, nous illustre la façon dont quelques pompes volumétriques rotatives fonctionnent :

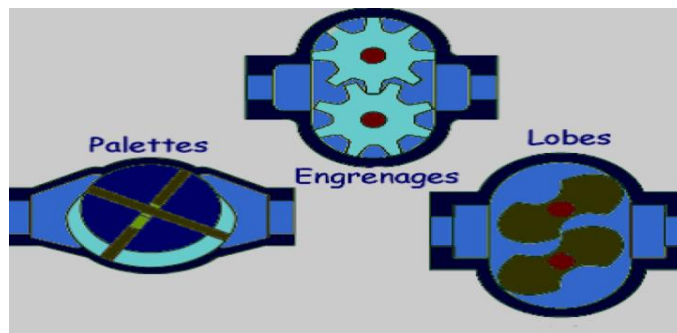


Figure I.4: Fonctionnement de quelques pompes volumétriques rotatives. [4]

I. 3.2.2.1. Pompes à palettes :

I.3.2.2.1.1. Pompes à palettes libres :

Un corps cylindrique fixe communique avec les orifices d'aspiration et de refoulement.

A l'intérieur se trouve un cylindre plein, le rotor, tangent intérieurement au corps de la pompe et dont l'axe est excentré par rapport à celui du corps. Le rotor est muni de 2 à 8 fentes diamétralement opposées deux à deux, dans lesquelles glissent des palettes que des ressorts appuient sur la paroi capacités comprises entre les cylindres et les palettes en créant ainsi une aspiration du liquide d'un côté et un refoulement de l'autre (**Figure 5**).



Figure I.5: Pompes à palettes libres. [5]

I.3.2.2.1.2. Pompes à palettes flexibles :

L'ensemble rotor-palettes est en élastomère. Il entraîne le liquide jusqu'au refoulement où les palettes sont fléchies par la plaque de compression et permettent l'expulsion du liquide

(Figure 6).

Comme toutes les pompes à palettes, ces pompes n'entraînent ni brassage, ni laminage, ni émulsion du produit. Elles peuvent également pomper des particules solides. Les caractéristiques, débit, vitesse, pression sont sensiblement identiques aux précédentes. [2]

Dans la figure suivante, nous avons les différentes étapes de transfert du liquide à l'intérieur des pompes à palettes flexibles :



Figure I.6: Pompes à palettes flexibles. [5]

I.3.2.2.2. Pompes à engrenages extérieurs :

Ce type de pompe comporte un grand nombre de variantes qui diffèrent entre elles soit par la disposition, soit par la forme des engrenages. Dans tous les cas, le principe consiste à aspirer le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers la section de refoulement (**Figure I.7**). Les pompes à engrenages peuvent avoir une denture droite, hélicoïdale, ou encore à chevrons. Cette dernière solution présente l'avantage de rendre le mouvement plus uniforme.

Ces pompes peuvent tourner vite (2000 à 3000 tr/min), elles sont relativement silencieuses et permettent d'atteindre des pressions moyennes au refoulement de l'ordre de 20 à 50 bars. [5]

Dans ce qui suit, nous avons une figure représentative du mode de fonctionnement des Pompes à engrenages extérieurs

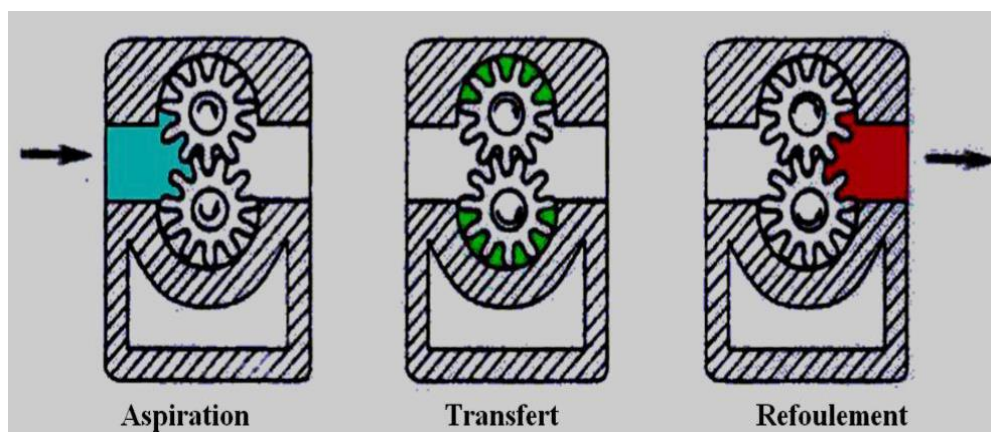


Figure I.7: Pompes à engrenages extérieurs

I.3.2.2.3. Pompes à lobes

Le principe reste le même que celui d'une pompe à engrenages externes classique à ceci près que les dents ont une forme bien spécifique et qu'il n'y a que deux ou trois dents (lobes) par engrenage. Les rotors ne sont jamais en contact et, pour ce faire, sont entraînés par des engrenages externes. De ce fait, le pouvoir d'aspiration reste faible. [4]

I.3.2.2.4. Pompes péristaltiques :

Son principe de fonctionnement est plutôt simple : un tuyau souple est écrasé par des galets, le fluide est alors repoussé sans turbulence, ni cisaillement (**Figure 8**). Il n'y a pas non plus de contact entre le fluide et les pompes mécaniques. Son débit est limité à des Valeurs de l'ordre de 60 à 80 m³/h. Par contre, le rendement est de 100 % et elle est la pompe doseuse par excellence.

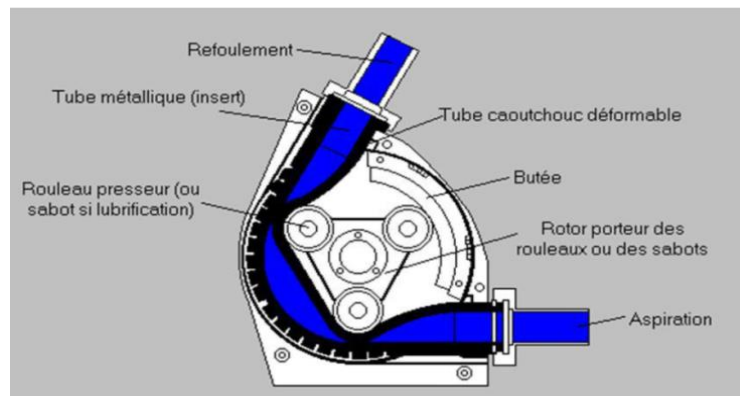


Figure I.8: Pompes péristaltiques. [4]

I.3.2.3. Avantages et inconvénients des pompes volumétriques :

Le tableau suivant nous donne les avantages et inconvénients de quelques différentes pompes volumétriques :

Type de pompé	Avantages	Inconvénient
Pompes à engrenages ext	Silencieuse. Les quatre paliers permettent une bonne tenue mécanique. Pompe réversible si les pignons sont droits. Meilleure répartition des efforts si pignons à chevrons. Étanchéité par tresse ou garniture mécanique. Débit	Souvent plusieurs boîtiers d'étanchéité. Surtout pas de particules solides dans cette pompe. Pas de produits abrasifs. Nombreuses pièces

	régulier.	
Pompes à lobes	Pas de contact entre les lobes. Pompe réversible. Facile à nettoyer. Possibilité d'adjoindre un by-pass. Pompage de produits chargés	Nécessite des engrenages d'entraînement extérieurs. Encombrement assez important. Nécessite deux boîtiers d'étanchéité. Impose
Pompes péristaltiques	Pompage de produits chargés et abrasifs. Silencieuse. Entretien facile. Pompe doseuse. Pas de boîtier d'étanchéité ni de garnitures. Fonctionnement à sec.	Pulsations importantes au refoulement. Débit limité. Températures d'utilisation assez faibles.
Pompes à palettes libres ou Plaquées	Possibilité d'une enveloppe de réchauffage. Pas de brassage, ni de laminage, ni d'émulsion. Débit régulier. Marche de la pompe réversible. Rattrapage automatique du jeu par l'avancée des palettes. Possibilité d'adjoindre un by-pass simple. Étanchéité par garniture mécanique.	Fuites internes avec produits très liquides. Légères pulsations suivant la vitesse. Pression d'utilisation limitée

Pompes à palettes flexibl	Pompage de produits moyennement abrasifs ainsi que de particules solides molles. Pas de brassage, ni d'émulsion, ni de laminage. Pompe réversible. Débit régulier. Silencieuse. Étanchéité par garniture mécanique. Maintenance simple.	Petits débits. Pressions de refoulement faibles. Ne doit pas tourner à sec. Le liquide doit être compatible avec le matériau impulsé.
---------------------------	---	---

Tableau I.2: Avantages et inconvénients des différentes pompes. [5]

I.3.2.4.Les pompes volumétriques alternatives :

Ces pompes sont caractérisées par le fait que la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif. Ses principaux types sont les suivants :

- A membrane
- A piston. [5]

I.3.2.4.1.Pompes à membranes :

Le déplacement du piston est remplacé par les déformations alternatives d'une membrane en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, etc.). Ces déformations produisent les phases d'aspiration et de refoulement que l'on retrouve dans toute pompe alternative.

Actuellement, les pompes à membranes sont constituées de deux membranes, ce qui permet d'avoir des pompes à double effet. Elles ont l'avantage de pouvoir pomper à peu près n'importe quel liquide.

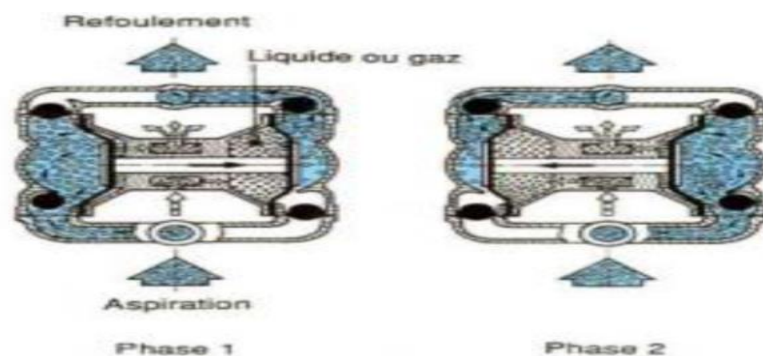


Figure I.9: Pompes à membranes. [5]

I.3.2.4.2.Avantages et inconvénients des pompes à membranes :

Le tableau suivant nous donne les avantages et les inconvénients des pompes membranes :

Les avantages:	L'inconvénient:
•Fonctionnement à sec sans dommage. •Propreté absolue du liquide pompé (chargé, abrasif, acide, visqueux ou non). •Bon rendement (90 %).	•Débit limité. •Viscosités assez faibles. •Pompage de particules solides impossible. •Bon fonctionnement que si l'étanchéité est parfaite entre le cylindre et le piston. •Pulsations importantes au refoulement (système amortisseur indispensable).

Tableau I.3: Les avantages et les inconvénients des pompes à membranes. [4]

I.3.2.4.3.Pompes à piston :

Ces machines ont un fonctionnement alternatif et nécessitent un jeu de soupapes ou de clapets pour obtenir tantôt l'aspiration du fluide, tantôt le refoulement.

Elles peuvent être à simple effet et, dans ce cas, le piston n'a qu'une seule phase active (premier temps : aspiration, deuxième temps : refoulement) sur les deux que comporte le cycle.

Elles peuvent être à double effet et, dans ce cas, le piston est actif dans les deux phases, celles-ci étant à la fois phase d'aspiration et phase de refoulement. Cela permet un débit deux fois plus important et une régularité plus grande dans le débit.

On peut également associer plusieurs pompes à simple ou à double effet en les calant de manière à ce que leurs mouvements respectifs s'accordent harmonieusement. On arrive dans ce cas à augmenter nettement le débit et surtout sa régularité. Ces pompes ont généralement un fort pouvoir d'aspiration, et surtout permettent d'obtenir des pressions élevées.

Les pompes à piston sont robustes et ont de bons rendements au-dessus d'une certaine taille.

Elles peuvent être utilisées comme pompes doseuses, on les trouve d'ailleurs assez souvent avec des pistons à course réglables. L'étanchéité de ce type de pompes ne leur permet pas de travailler avec des fluides possédant des particules solides.

Les figures suivantes illustrent les deux phases respectivement des pompes à piston à simple effet et double effet :

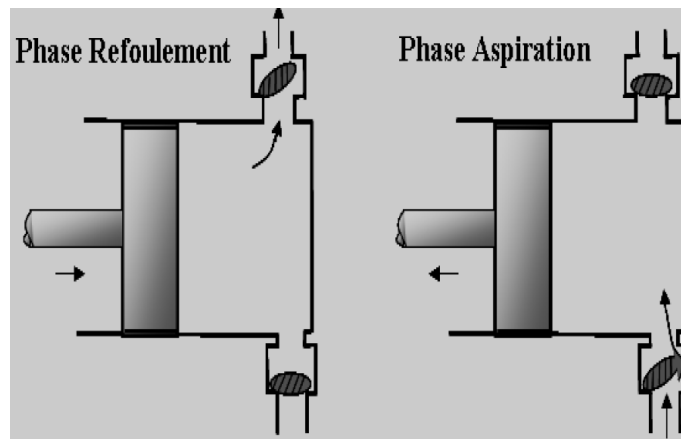


Figure I.10: Principe pompe à piston. [4]

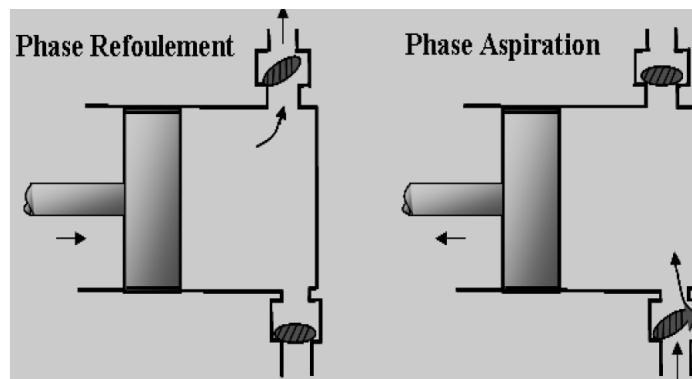


Figure I.11: Pompe à piston à double effet. [4]

I.3.2.4.4. Avantages et inconvénients des pompes à piston:

Les avantages	Les inconvénients
•Fonctionnement à sec sans dommage. •Bon rendement ($> 90 \%$). •Pression au refoulement très importante. •débit réglable.	•Débit limité. •Viscosités assez faibles. •Pompage de particules solides impossible. •Bon fonctionnement que si étanchéité parfaite entre le cylindre et le piston. •Pulsations importantes au refoulement.

Tableau I.4 : Les avantages et les inconvénients des pompes à piston. [4]

I.4.Pompes immergées :

Une pompe immergée c'est une pompe verticale mono ou multicellulaire centrifuge avec roues radiales ou semi-axiales. Les roulements de guidage et les bagues d'usure garantissent la résistance à l'usure en assurant la constance et la fiabilité des caractéristiques hydrauliques dans

le temps. Sur demande, les pompes sont disponibles en bronze ou en acier inoxydable pour les applications en eau de mer ou avec des liquides agressifs.

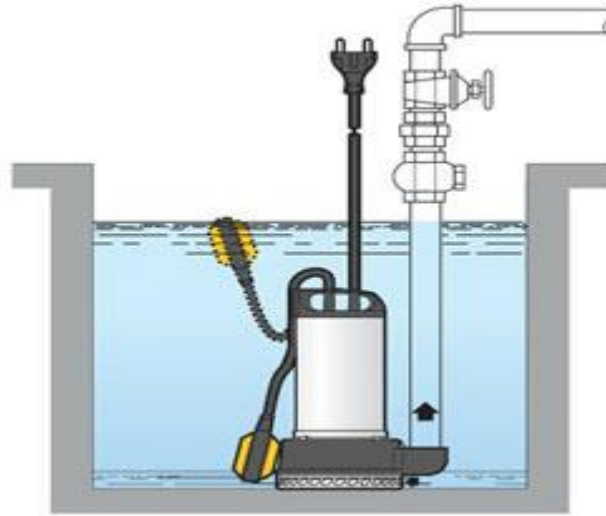


Figure I.12: une pompe immergée.

I.4.1.Domaines d'applications :

Les pompes submersibles sont utilisées dans les systèmes de lutte contre l'incendie et les stations de pompage ainsi que pour élever l'eau primaire des puits. Ils peuvent être utilisés pour transporter de l'eau pure et dans les usines de purification d'eau, les pompes sont utilisées pour alimenter les systèmes d'irrigation et les systèmes d'eau utilisés dans les activités agricoles.

I.4.2.Avantages et inconvénients des pompes :

Avantages	Inconvénients
• Très efficace, écoulement régulier, • Capacité constante. • Offre une vaste gamme de capacités et de pressions. • Silencieuse. • Bonne durabilité.	• Prematurée des pièces. • Couteuse et parfois difficile a réparer.

Tableau I.5 : Avantages et inconvénient des pompes immergées.

I.5.Moteur électrique :

I.5.1.Définition du moteur électrique :

Le moteur électrique est un dispositif électromécanique permettant de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique, il est composé de fils conducteurs placés à la périphérie d'un axe tournant. La façon de disposer les fils conducteurs permet de créer des forces. Ces dernières constitueront le couple moteur (effort de rotation appliqué à un axe par deux forces égales et opposées sr différents points de ce axe) (plus un couple est élevé, plus sa puissance libérée au démarrage de l'outil électrique est grande). [9]

I.5.2.Principe de fonctionnement:

Dans un moteur électrique, le couple est produit par l'interaction des champs magnétique créés au stator et au rotor. Ce couple dépend de l'intensité et de l'angle entre ces deux champs. Pour obtenir un couple constant. Il existe plusieurs types de moteurs électriques, réalisant cette fonction de différentes manières.

I.5.3.Différents types de moteurs électriques:

I.5.3.1.Moteur à courant continu:

Dans ce type de moteurs, les champs au stator est fixe et est obtenu par un simple bobinage. Afin de maintenir un angle à peu près constant, il est nécessaire de déplacer les champs du rotor lorsque celui-ci tourne. Ceci est obtenu par la consommation de plusieurs bobinages au rotor, grâce à un dispositif électromécanique appelé collecteur. Le courant alimentant les bobines du rotor est donc amené par ce dispositif est des balais (appelé parfois charbons (**Figure13**)) frottant sr celui-ci. Le moteur à courant continu a l'avantage de fonctionner directement en courant continu, qui est le type de courant fourni par une batterie. L'électronique de pilotage est aussi très simple. Son principal inconvénient réside dans le collecteur, qui est une pièce couteuse, fragile, et soumise à l'usure. De plus, ce type de moteur est plus lourd et encombrant que les autres types de moteur, et son rendement est plus faible. C'est pour ces raisons que le moteur à courant continu n'est plus utilisé dans les voitures électriques de dernière génération, les voitures électriques des années 90, telles la Peugeot 106 par exemple, utilisaient ce type de moteur.

(**Figure14**).

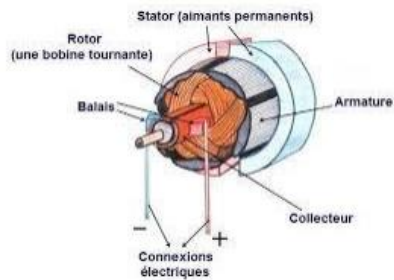


Figure I.13: Moteur à courant continu.

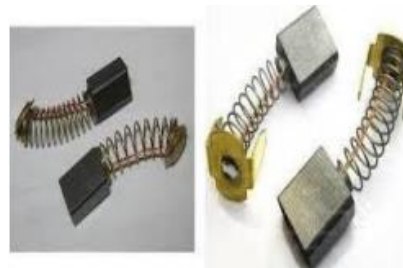


Figure I.14: Charbons.

I.5.3.2.Moteur électrique universel :

Un moteur universel est un moteur électrique fonctionne sur le même principe qu'une machine à courant continu à excitation série. Le rotor est connecté en série avec l'enroulement de l'inducteur; il peut donc être alimenté indifféremment en courant continu ou en courant alternatif, d'où son appellation. D'une manière générale, le rendement de ce type de machine est mauvais, mais leur coût de fabrication est minime. Ce genre de moteur électrique est utilisé sur de petits et moyens électroménagers, perceuse, aspirateurs et outillages électroportatifs de faible puissance.

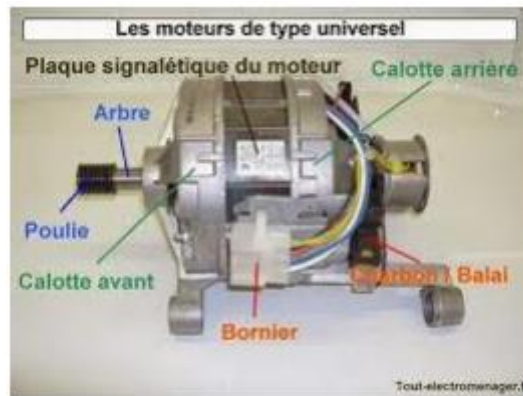


Figure I.15: Moteur électrique de type universel.

I.5.3.3.Moteur électrique asynchrone:

Le moteur électrique asynchrone est plus répandu des moteurs alternatifs. Le moteur asynchrone connu également sous le terme "anglo-saxon" de moteur à induction, est un moteur à courant alternatif sans connexion entre le stator et le rotor. Le terme asynchrone provient du fait que la vitesse de ces moteurs n'est pas forcément proportionnelle à la fréquence des courants qui la traversent. Le moteur asynchrone est uniquement alimenté par un courant alternatif triphasé. Il a la particularité d'être robuste et simple. Le moteur asynchrone est aujourd'hui le moteur électrique le plus utilisé, car sa gamme de puissance peut aller de quelques certains de watts à plusieurs milliers de kilowatts. Ce genre de moteur électrique est utilisé sur des machines-outils tels que des nettoyeurs à haute pression.



Figure I.16: Moteur électrique de type asynchrone.

I.5.3.5.Moteur à réluctance variable:

Le moteur à réluctance variable possède un dispositif prometteur et est toujours en développement. Il s'agit d'un moteur qui comporte un rotor à encoches se positionnant dans la direction de la plus faible réluctance. Ce rotor, en fer doux, comporte moins de dents qu'il n'y a de pôles au stator. L'étant en fer doux, son mouvement est indépendant du sens d'alimentation des différentes phases. Le choix de la séquence d'alimentation détermine son sens de rotation. Le

fonctionnement du moteur est assuré par un pilotage du type unipolaire et l'avance du rotor est obtenue en excitant tour à tour une paire de pôles.



Figure I.17: Moteur à réluctance variable

I.6.Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit le principe de fonctionnement des pompes et des moteurs et leurs avantages et inconvénients et les différents types de chacun d'eux. Nous en concluons que n'importe quel type de pompe, la pompe hydraulique remplit essentiellement le même rôle, c'est celui de faire aspirer et de refouler un liquide.

En effet la station de traitement des eaux usées le quel le réservoir de stockage se situe à un niveau plus bas que les sites de traitement et de rejet dans le cycle de l'eau d'où le nom de relevage. Donc le réservoir de stockage des eaux usées doit impérativement être équipé des pompes de relevage qui sont immergées.

Dans notre étude, nous avons besoin essentiellement d'une pompe immergée et deux moteurs électriques puissants pour qu'on puisse réaliser notre système.

Chapitre II :

Éléments d'automatisme

inclus au système anti-

colmatage l'automatisme.

II.1.Introduction :

L'automatisation des équipements hydrauliques peut améliorer les coûts, la qualité et même la continuité du traitement des eaux et surtout après avoir bénéficié du progrès de la micro-électronique et la micro-informatique.

Cependant cette automatisation doit être maîtrisée par connaissances des notions de bases des systèmes automatisés d'une part, et par le savoir faire des technologies câblés et programmés. Nous évoquerons dans ce chapitre, en premier lieu les notions générales sur les systèmes automatisés, et le champ d'application des systèmes automatisés.

Puis nous passerons à la description détaillée de l'architecture des automates programmables industriels (API); et les différents langages de programmation. [10]

II.2.Composant de base de l'automatisme :

Dans le schéma de la figure 3, on donne la structure fonctionnelle d'un système automatisé, on distingue une partie opérative, où les actionneurs agissent physiquement sur le processus, et une partie commande où les automates récupèrent les informations sur l'état de ce processus à l'aide des capteurs et coordonnent en conséquence les actions pour atteindre les objectifs prescrits (matérialisés par des consignes). [11]

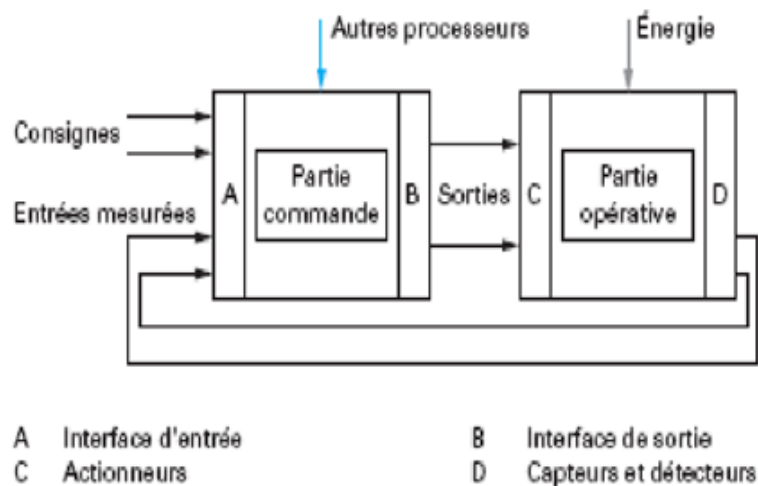


Figure II.1: schéma fonctionnel d'un système.

II.3.Structure détaillée des automatismes :

La partie commande reçoit également des informations transmises par un opérateur en fonctionnement normal, ou un dépanneur en cas de régalage ou de mauvais fonctionnement de la partie commande ou de la partie opérative. Entre la partie commande et l'homme se trouve la partie dialogue qui permet à ce dernier transmettre des informations au moyen de dispositifs adaptés boutons, poussoirs, commutateurs, ... [10]

La partie dialogue se compose de deux ensemble :

Les visualisations et avertisseurs que transforment les informations fournies par l'automate en informations par l'homme (informations optiques ou sonores) ;

Les capteurs que transforment les informations fournies par l'homme (actions manuelle sur un bouton-poussoir, par exemple) et informations exploitable par l'automate.

De même, la partie commande retourne vers l'homme des informations sous des formes compréhensibles par lui (voyants, afficheurs, cadrans, etc.).

Partant des définitions de base énoncées au paragraphe précédent, nous allons maintenant détailler les éléments constitutifs d'un automatisme (Figure.2). [10]

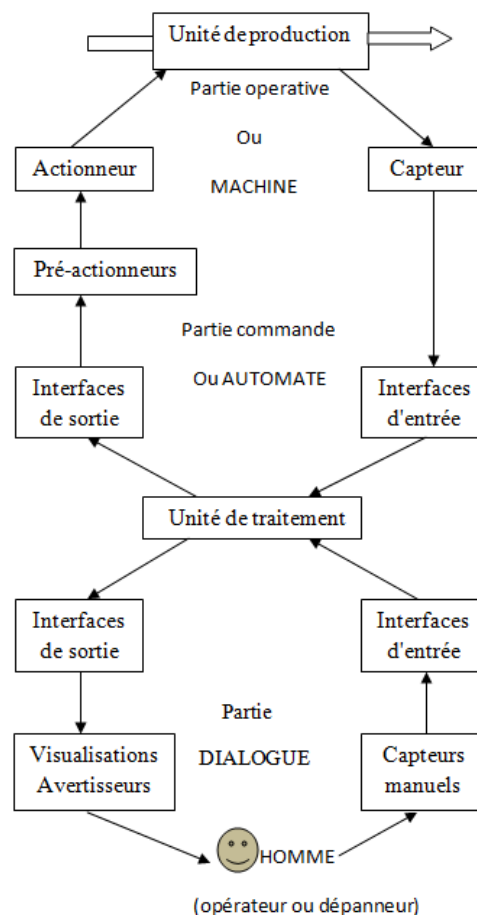


Figure II.2:Structure détaillée d'un automatisme.

II.3.1.Les actionneurs (Partie opérative):

Chaque machine ou partie opérative comprend un ensemble de moteurs, vérins, vannes et autres dispositifs qui lui permet de fonctionner

Ces moteurs, vérins, vannes et autres dispositifs s'appellent actionneurs, ils sont pilotés par un automate ou partie commande.

Dans un circuit hydraulique, l'actionneur constitue l'outil indispensable pour convertir une forme d'énergie à d'autre forme quelconque (Ex : énergie hydraulique en énergie mécanique ou l'inverse). Ce sont les éléments impliqués dans la partie opérative et qui exécutent les ordres, en

agissant sur le processus physique. Citons ici les actionneurs nécessaires à la conception de notre système : moteur, pompe, relais.

II.3.1.1. Prés actionneur (Relais mécanique) :

Un relais est un interrupteur à commande électrique.

Un relais est un pré actionneur constitué au moins :

- D'un électroaimant (bobine+ circuit ferromagnétique).
- D'une palette mobile supportant 1 contact mobile.
- D'un ressort de rappel du contact mobile.
- D'un contact fixe.

Lorsqu'on lui envoie un courant électrique d'une faible intensité, électro-aimant actionne une sorte de petit interrupteur. Le premier circuit se nomme "circuit de commande", le second "circuit de puissance".

En alimentant la bobine, le contact mobile est déplacé fermant ainsi le contact électrique (figure)
En l'absence de courant dans la bobine le ressort de rappel maintient le contact ouvert

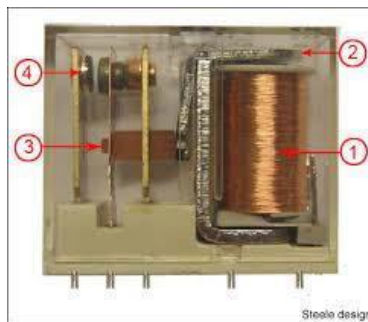
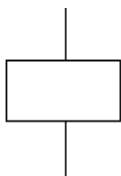


Figure II.3: Relais électrique.

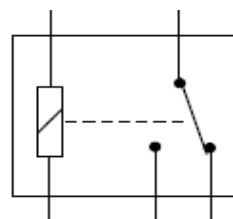
Le but est de commander le passage d'un courant fort, à partir d'une faible tension.

Ce type de relais a une entrée de commande en 5 V de tension continue, et permet de piloter un appareil électrique en 220 V jusqu'à 300 W de puissance.

Symbole du relais :



Bobine de relais ou contacteur



Bobine contact

Figure II.4: Schéma du relais.

II.3.2.Capteurs (Partie transmission des informations) :

La partie commande élabore les ordres transmis aux actionneurs à partir des informations fournies par la machine au moyen des contacts de position, thermostats, manostats et autres dispositifs appelés capteurs

Un capteur est un transducteur capable de transformer une grandeur physique en une autre grandeur physique généralement électrique (tension) utilisable par l'homme ou par le biais d'un instrument approprié.

II.3.2.1.Capteur de pression :

Il existe deux types de capteur de pression : les capteurs de pression absolue, et les capteurs de pression différentiels.

Ce type de composant est généralement construit autour d'une "puce" composée d'un élément piezorésistif à la silicone, qui permet de délivrer une tension continue proportionnelle à la pression mesurée, avec une très bonne linéarité.

II.3.2.2.Capteur de niveau :

La mesure de niveau est une mesure continue ou discontinue, ce fait en utilisant des capteurs de différents Type :

II.3.2.2.1.Capteur à mesure par pression :

Un capteur de pression mesure la pression relative au fond du réservoir. Cette pression est l'image du niveau L du liquide .C'est-à-dire que le capteur délivre un signal proportionnel au niveau de liquide dans le réservoir.

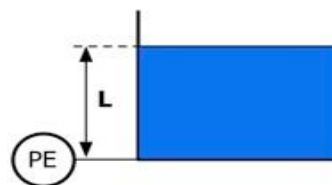


Figure II.5: Principe mesure de niveau par capteur de pression.

II.3.2.2.2.Capteur de type acoustique ou de type Radar :

Le capteur émet un signal acoustique ou électromagnétique selon le type à utilisé, et reçoit le même signal pour mesurer la distance parcourus entre la position du capteur et la surface du liquide et alors continuellement délivre un signal proportionnel au niveau de liquide dans le réservoir.



Figure II.6: Capteur de niveau acoustique.

II.3.2.2.3. Capteur à mesure par contact de type flotteur TOR :

La mesure de niveau dans ce type de capteur est une mesure discontinue. Le capteur est implanté à certain niveau dans le réservoir et délivre un signal électrique lorsque le liquide touche le capteur sinon pas de signal électrique lorsque le liquide est inférieur au capteur (Tout ou Rien, TOR en abrégé).



Figure II.7: Photo du capteur flotteur.

II.3.2.2.4. Le capteur de position :

Est un dispositif qui permet de recueillir des informations sur le position précise et le mouvement d'un objet. Les informations peuvent être obtenues à l'aide des capteurs l'épaisseur d'une pièce, le niveau d'un fluide ou encore l'angle de rotation d'un fluide ou encore l'angle de rotation d'un arbre. Le capteur de position est indispensable pour faire fonctionner correctement les différentes machines.

II.3.2.2.5. Capteur de débit (Débitmètre) :

Le débitmètre est un dispositif destiné à mesurer le débit d'eau qui circule par la rotation d'une turbine immergée dans le flux du liquide.

Le principe de fonctionnement est basé sur l'interaction entre un aimant monté sur la turbine et un capteur à effet hall monté sur le corps du compteur.

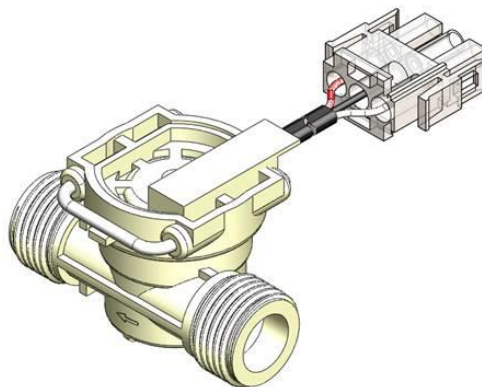


Figure II.8: Photo du Débitmètre.

II.3.2.3. Choix d'un capteur :

Tous les capteurs dont les fonctionnements ont été décrits précédemment présentent deux parties distinctes. Une première partie qui a pour rôle de détecter un événement et une deuxième partie

qui a pour rôle de traduire événement en un signal compréhensible d'une manière ou d'une autre par une partie PC. Pour choisir correctement un capteur, il faudra définir tout d'abord :

- Le type événement à détecter.
- La nature d'événement.
- La grandeur de l'événement.
- L'environnement de l'événement.

En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix pour un type de détection. D'autres éléments peuvent permettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- Ses performances ;
- Son encombrement ;
- Sa fiabilité (MTBF) ;
- La nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique) ;
- Son prix...

II.3.3. Automates programmables (Partie Commande) :

Les équipements notés « commande » sont souvent des automates systèmes de traitement de l'information (API).

Nous considérerons comme automate programmable un système :

- Construit autour d'un processeur numérique, spécifique ou non ;
- Pouvant être relié à de nombreux signaux physiques ;
- Fonctionnant grâce à une protection adaptée dans des conditions industrielles ;
- Doté d'un logiciel de programmation permettant un traitement simple des variables booléennes (TOR) ;
- Doté de possibilités d'échanges avec d'autres processeurs ;

L'automate doit remplir les fonctions suivantes :

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

Avec des opérateurs humains (superviseur) : c'est dialogue d'exploitation,

Avec d'autres processeurs, hiérarchiquement supérieurs (calculateur de gestion), égaux (autres automates intervenant dans la même chaîne) ou inférieurs (instrumentation intelligente).

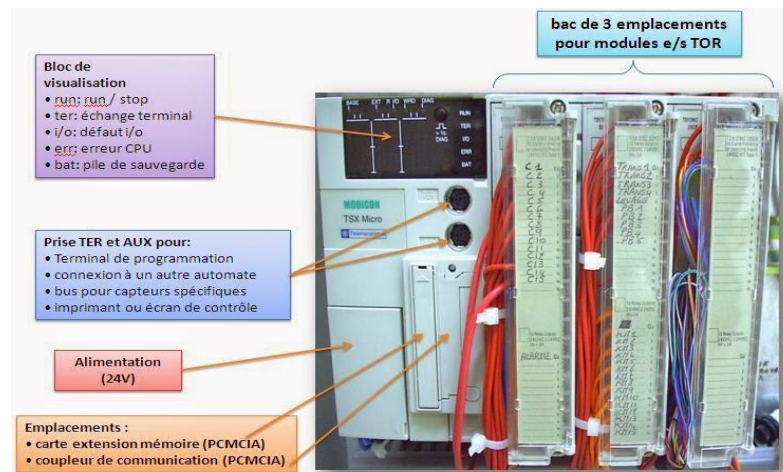


Figure II.9: photo d'un automate programmable.

II.3.3.1. Matériels internes de l'automate :

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la Figure 13 :

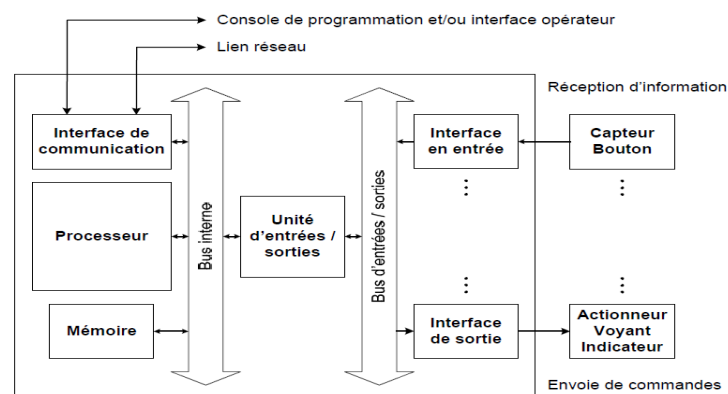


Figure II.10: structure interne de l'automate.

II.3.3.1.1. Processeur :

Cœur de l'appareil, dans l'unité centrale UC est une carte électronique bâtie autour de la (ou des) « puce(s) » processeur(s), qui assure au moins les fonctions suivantes :

- Opérations logiques sur bits (le bit, contraction de « binary digit », étant l'information).
- Élément à deux états ou sur mots (ensemble de bits, le plus souvent 16 bits pour les API).
- Temporisation et comptage.
- Opération arithmétique.

II.3.3.1.2. Interface d'entrée:

• Module d'entrée analogique :

Mesure une tension ou un courant électrique et la convertit en une valeur numérique (ADC).

Adapté à des capteurs de température, de pression ou autres variables continues.

• Module d'entrée logique :

Mesure un signal binaire (deux états).

Adapté à des interrupteurs de fin de course, des capteurs des proximités de détecteurs photoélectriques, capteur de niveau à contact ou d'autres interrupteurs (manuels ou non). Généralement, pour chaque entrée logique, automate possède une DEL qui indique l'état de l'entrée correspondante.

II.3.3.1.3.Interface de Sortie :

●Module de sortie analogique :

Génère une tension ou un courant électrique proportionnel à une valeur numérique (DAC).

Adapté aux moteurs (AC et DC), aux électrovannes proportionnelles,

●Module de sortie logique :

Génère un signal de contrôle binaire (deux états).

Adapté aux lampes témoin, un relais électromagnétique, au système de verrouillage de porte,...

II.3.3.1.4. Mémoire (Éléments de stockage) :

Le stockage des données et des programmes s'effectue dans des mémoires. La mémoire vive (RAM) est volatile mais secourue par batterie. La mémoire morte (ROM) dont l'utilisateur ne peut que lire le contenu, contient le système d'exploitation, tandis que les programmes installés (utilisables) peuvent se stocker dans des mémoires reprogrammables (EEPROM) ou mémoire flash.

II.3.3.1.5.Interface de communication et de liaison :

Les liaisons s'effectuent :

Avec l'extérieur par des borniers (à visser, à clasper, etc.) sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique ;

Avec l'intérieur par des bus, liaisons parallèles entre les divers éléments, il peut y avoir plusieurs bus, car on doit transmettre des données, des états, des adresses.

II.3.3.2.Matériels externes (Auxiliaires) :

Il s'agit principalement : de l'**alimentation électrique**

- D'un **ventilateur** indispensable dans les châssis comportant de nombreux modules ou dans le cas où la température ambiante est susceptible de devenir assez élevée (plus de 40 °C) ;

- Du **support mécanique**. Il peut s'agir d'un rack (structure métallique accueillant des cartes avec généralement un raccordement arrière), l'automate se présentant alors sous forme d'un ensemble de cartes, d'une armoire, d'une grille et fixations correspondantes.

- D'indicateurs d'état concernant la présence de tension, l'exécution du programme (mode RUN), la charge de la batterie, le bon fonctionnement des coupleurs...

II.3.3.3. Branchement des modules d'entrées /sorties de l'automate (E/S) :

Les modules d'entrées/sorties assurent le rôle d'interface de la partie commande(PC) et la partie opérative (PO) (schéma de la figure 14), ou l'automate récupérant les informations sur l'état de ce processus et coordonnant en conséquence les actions, les actionneurs agissent physique sur le système pour atteindre les objectifs prescrits.

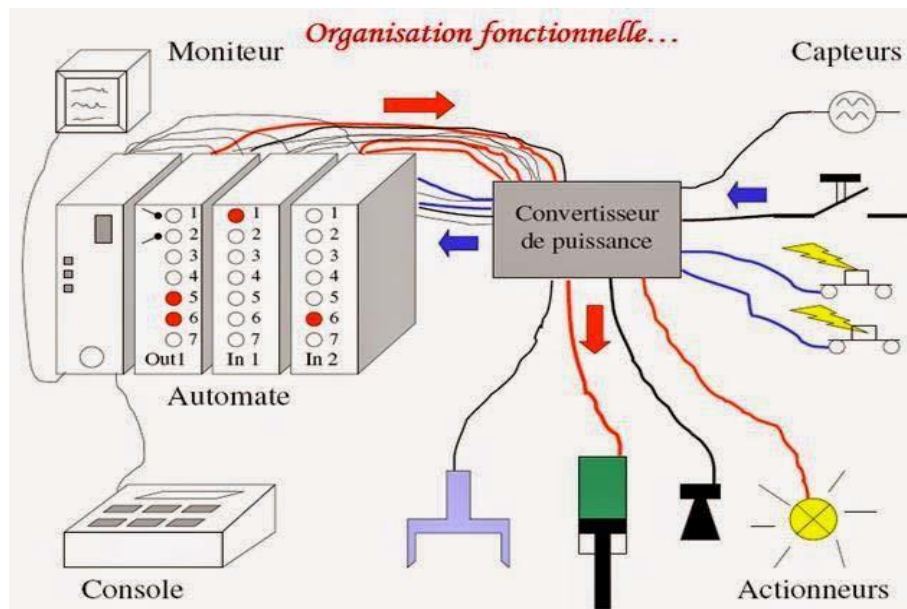


Figure II.11: câblage de la partie opérative et la partie commande (automate).

- Les modules d'entrées traduisent les signaux industriels (tension, courant, résistance, pulsation, ...) en information logique ou numérique interprétable par le processeur.

Inversement, les modules de sorties traduisent les commandes du processeur en des signaux industriels.

- Ces modules comportent 1, 4, 8, 16 ou 32 voies (ports) d'entrée et /ou de sortie (figure 15).

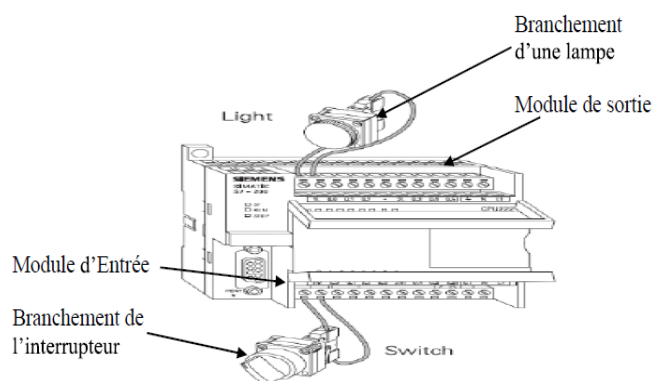


Figure II.12: Branchement du module E/S de l'automate SIEMENS.

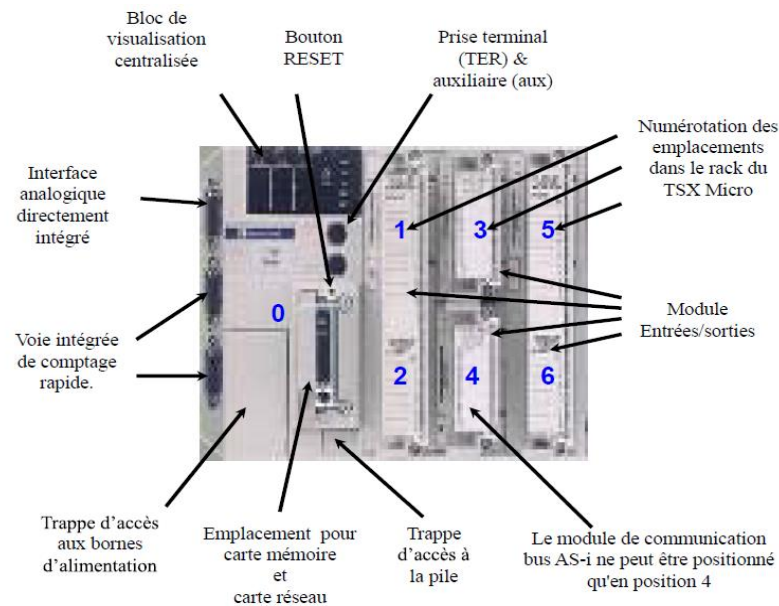


Figure II.13: Descriptif physique des modules d'entrées/sorties de l'automate TSX37.

II.3.4.Affectation et écriture des entrées/sorties :

L'affectation des entrées et des sorties permet de faire l'adressage entre le matériel (capteurs, actionneurs) et l'automate (API) en fonction de son câblage. D'un point de vue de la programmation on travaillera sur l'adressage des E/S.

Les entrées et les sorties analogiques sont notées par un mot de la façon suivante : %Xy.z

x : les sorties analogiques seront notées par la lettre Q (Output).

Les entrées analogiques seront notées par la lettre I (Input).

y : c'est l'emplacement physique du module analogique.

z : c'est le numéro de la voie utilisée.

II.3.5.Programmation d'un automate :

La programmation est un des atouts majeurs des API puisqu'elle permet une multitude de traitement des informations reçues sans toucher à la configuration matérielle.

La programmation est un des atouts majeurs des API :

II.3.5.1.Logigramme :

Langages textuels :

- IL (Instruction List) Liste d'instructions.
- ST (Structured Text) Texte structuré.

II.3.5.2.Langages Graphiques :

Citons ici langage graphique de programmation :

Diagramme en échelle LD (Ladder Diagram)

GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande Étape/Transition)

Dans ce travail nous avons utilisé le langage GRAFCET.

II.3.5.3.Langage de programmation GRAFCET et notion de base:

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition), également appelé Diagramme Fonctionnel en Séquence ou Séquentiel Fonction Charte, permet "...l'établissement des descriptions de la fonction et du comportement des systèmes de commandes en établissant une représentation graphique indépendant de la réalisation technologique....[12]

Le GRAFCET est destiné représenter des automatismes logiques séquentiels, c'est à dire des systèmes événementiels dans lesquels les informations sont de type booléennes (tout ou rien) ou peuvent s'y ramener (numériques). Le GRAFCET est utilisé généralement pour spécifier et concevoir le comportement souhaité de la partie commande d'un système de commande mais il peut également être utilisé pour spécifier le comportement attendu de la partie opérative ou bien de tout le système de commande, Destiné à être un moyen de communication entre l'automaticien et son client, le GRAFCET est un outil utilisé pour la rédaction du cahier des charges d'un automatisme.

Cependant un des points forts du GRAFCET est la facilité de passer du modèle l'implantation technologique de celui-ci dans un automate programmable industriel.

Le GRAFCET passe alors du langage de spécification au langage d'implémentation utilisé pour la réalisation de l'automatisme. [13].

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (Représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (Elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles. [13]

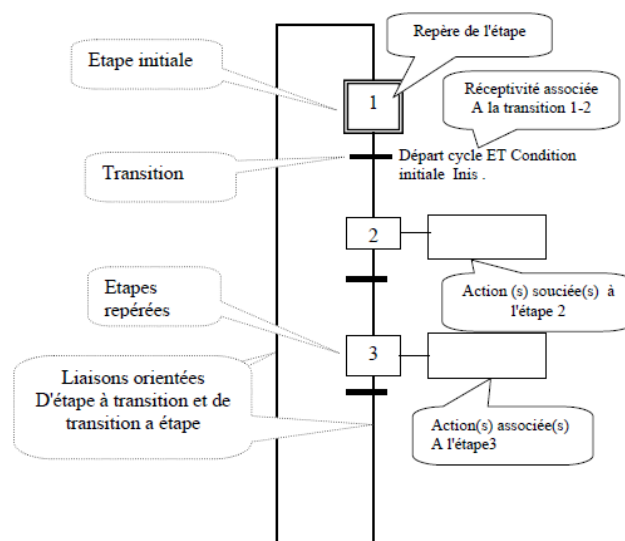


Figure II.14: structure générale d'un GRAFCET.

II.3.5.4.Éléments de base du GRAFCET :

Le GRAFCET se compose des éléments suivants, [12] :

- Étapes auxquelles sont associées des actions;
- Transition auxquelles sont associées des réceptivités;
- Liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

II.3.5.4.1.Etape :

Une étape est symbolisée par un carré repéré numériquement, (**Figure II.16**). [12].

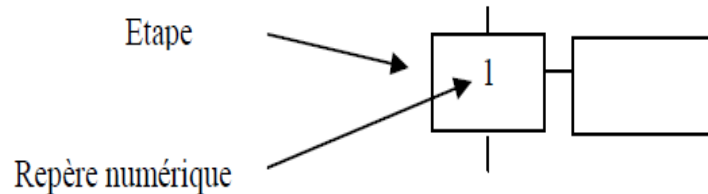


Figure II.15: Une Etape.

L'étape initiale est représentée par un double carré, (**Figure II.16**).

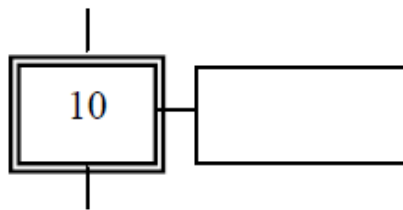


Figure II.16: Une Etape Initiale.

II.3.5.4.2.Action associée à une étape :

Une action est symbolisée par un rectangle relié au symbole de l'étape associé, (**Figure II.17**). [13].

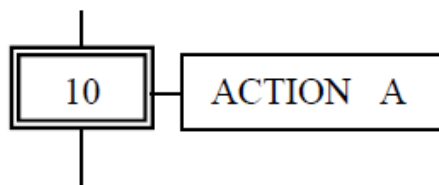


Figure II.17: Une Action.

II. 3.5.4.3.Transition :

Une transition est représentée par une barre perpendiculaire à la liaison orientée. Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes successives, (**Figure II.18**). [12].

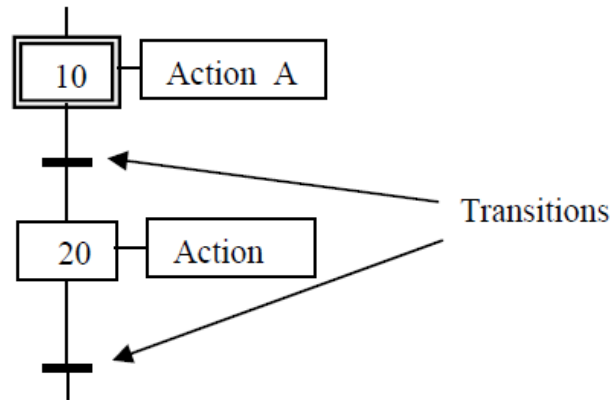


Figure II.18: Une Transitions.

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.

II.3.5.4. Réceptivité associée à la transition :

A chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui peut être soit vraie soit fausse. La réceptivité peut s'écrire sous plusieurs formes : [12].

- Réceptivités sous forme de proposition logique ou sous forme d'une fonction combinatoire, (Figure II.19).

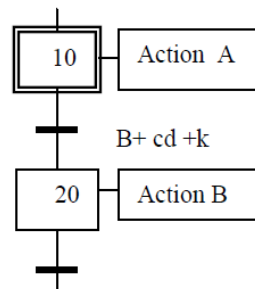


Figure II.19: Réceptivité sous forme de proposition logique.

- Réceptivité sous forme d'activation ou de désactivation d'une variable d'entrée du système, (Figure II.20).

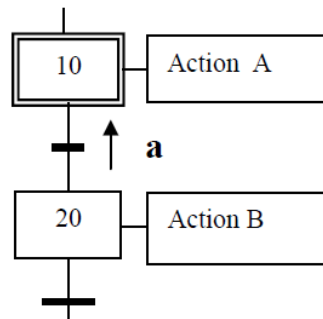


Figure II.20: Réceptivité sous forme d'activation.

Où ↑ à est le forme montant de la variable a.

- Réceptivité sous forme de condition ET logique entre une variable logique et un événement, (Figure II.21).

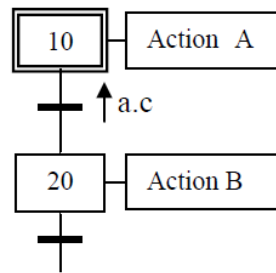


Figure II.21: Réceptivité sous forme d'un ET logique.

II.3.5.4.5.Liaisons orientées :

Les liaisons orientées relie une étape à une transition ou inversement, (Figure II.22), [12].

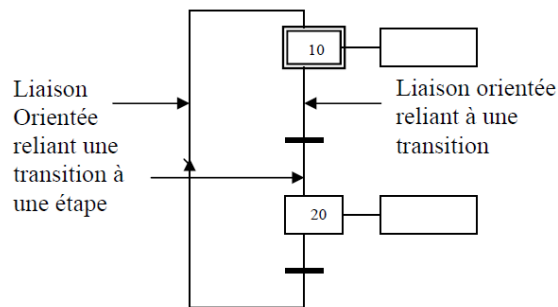


Figure II.22: Liaison Orientée.

II.3.6.Structure de base :

Les structures de base les plus utilisées sont décrites ci – après.

II.3.6.1.Séquence unique :

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les une après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape, (Figure II.23). [13].

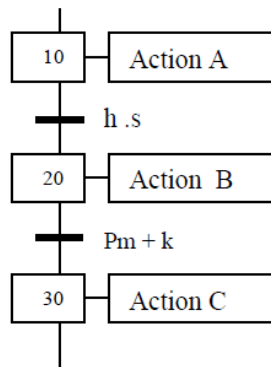


Figure II.23: Séquence unique.

II.3.6.2.Séquence simultanée :

II.3.6.2.1.parallélisme structural :

Une transition peut supporter plusieurs étapes en amont et plusieurs étapes en aval : la notion de transitions en ET divergent, ET convergent est introduite. Le ET convergent permettent de

décrire deux ou plusieurs séquences parallèles. Le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps, ces séquences sont dites séquences simultanées. Après l'activation simultanée de ces séquences, les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors indépendantes. Pour assurer la synchronisation de la désactivation de plusieurs séquences en même temps, des étapes d'attente réciproques sont généralement prévues, (**Figure II.24**) et (**Figure II.25**). [13].

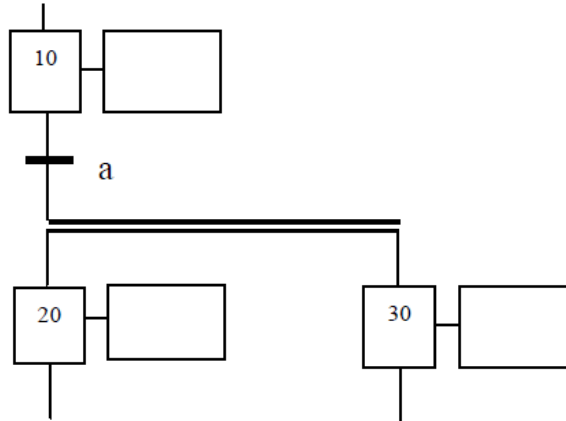


Figure II.24: Transition en ET convergent.

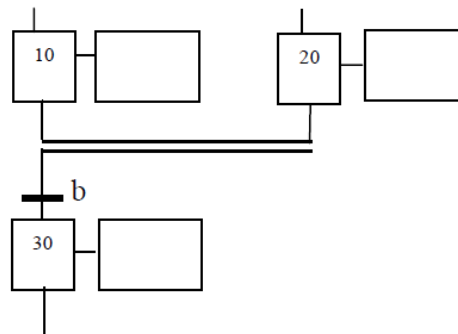


Figure II.25: Transition en ET divergent.

II.3.6.3.Sélection de séquence :

Une étape peut être reliée à plusieurs transitions en amont ou en aval : La notion de transition en OU convergent OU divergent est introduite. Le OU divergent permet de prendre en compte un choix, un (aiguillage) entre deux fonction. Une sélection ou un choix d'évolution entre plusieurs étapes ou séquences se présente, à partir d'une ou plusieurs étapes. Autant de transitions validées qu'il y a d'évolutions possibles (**Figure II.26**) (**Figure II.27**). [13].

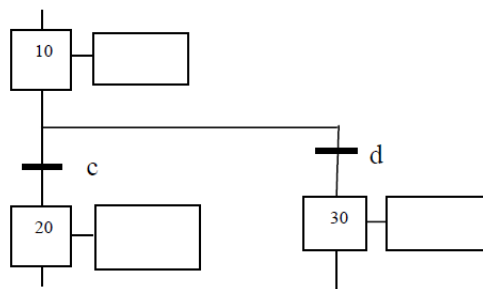


Figure II .26: Transition en OU divergent.

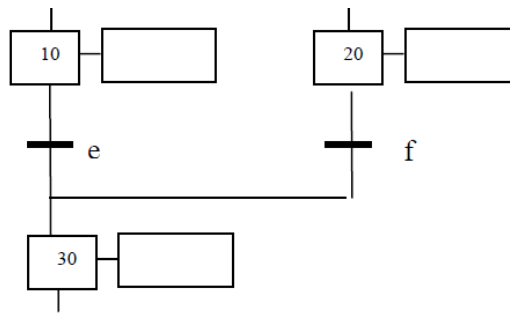


Figure II.27: Transition en OU convergent.

II.3.6.4.Séquences exclusives :

Pour obtenir une sélection exclusive entre plusieurs évolutions possibles à partir d'une même étape, il est nécessaire de s'assurer que toutes les réceptivités associées aux transitions sont exclusives, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas être vraies simultanément, (**Figure II.28**). [13].

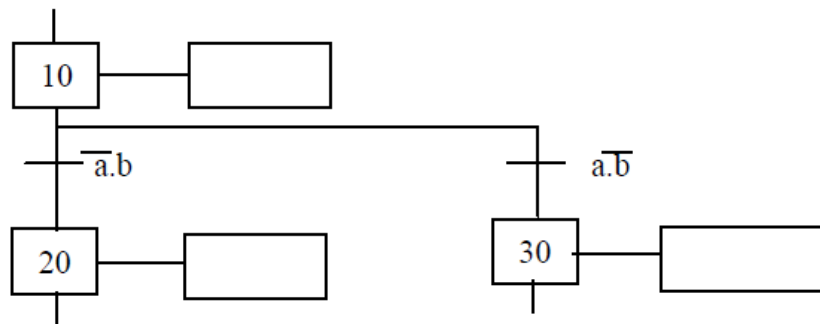


Figure II.28: Une Séquences exclusives

II.3.7.Saut d'étape :

Saut d'étapes : permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à effectuer dans ces étapes deviennent inutiles ou sans objet, (**Figure II.29**). [12].

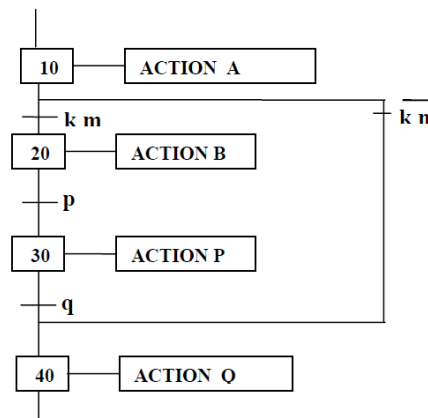


Figure II.29: Saut d'étape.

II.3.8.Reprise de séquence :

Reprise de séquence : permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue.

L'activation de l'étape 30 permet la reprise de la séquence 20-30 par la réceptivité Kc' tant que la réceptivité Kc n'est pas vraie, (**Figure II.30**). [13].

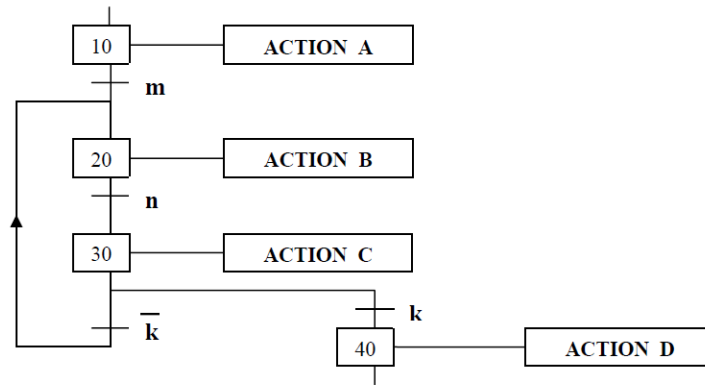


Figure II.30: Reprise de séquence.

II.3.9.Réutilisation d'une même séquence :

Réutilisation d'une même séquence: une même séquence répétée plusieurs fois peut être traitée comme un sous programme, (**Figure II.31**). [13].

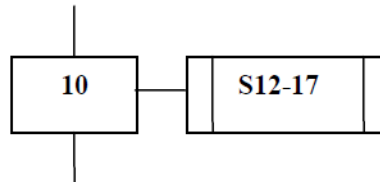


Figure II.31: Réutilisation d'une même séquence.

A l'étape 10 est associé le sous programme S12-17 qui comprend les étapes de 12 à 17. Ce sous programme doit faire l'objet d'un diagramme séparé.

II.3.10.Classification des actions:

Les actions associées à une étape traduisent ce qui doit être exécuté à un instant donné lorsque cette étape est active. Les différents types d'actions sont les suivants, [13] :

II.3.10.1.Action continue:

Action continue ou action non mémorisée : l'exécution de l'action se poursuit tant que l'étape à laquelle elle est associée reste active, (**Figure II.32**). [13].

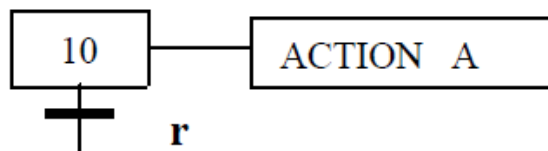


Figure II.32: Action continue (non mémorisée).

L'exécution de l'action A se continue tant que l'étape X10 à laquelle elle est associée reste active.

II.3.10.2.Action retardée:

Action retardée : c'est une action continue qui est exécutée après un délai donné, compté à partir de l'activation de l'étape à laquelle l'action est associée, tant que l'étape reste active, (**Figure II.33**). [13]

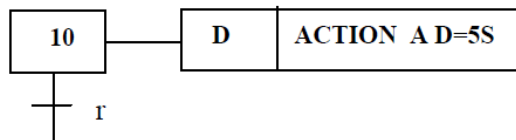


Figure II.33: Action retardée.

II.3.10.3.Action limitée dans le temps:

Action limitée dans le temps : c'est une action continue qui est exécutée dès que l'étape à laquelle elle est associée est activée, elle cesse lorsque le délai donné, compté à partir de l'activation de l'étape, est écoulé, (**Figure II.34**). [13].

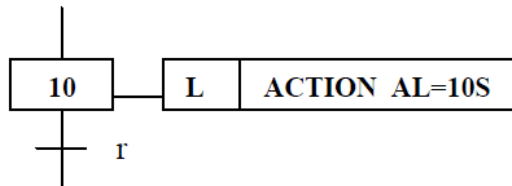


Figure II.34: Action retardée dans le temps.

II.3.10.4.Action conditionnelle:

Action conditionnelle : c'est une action continue dont l'exécution est soumise à une condition logique, (**Figure II .35**). [12].

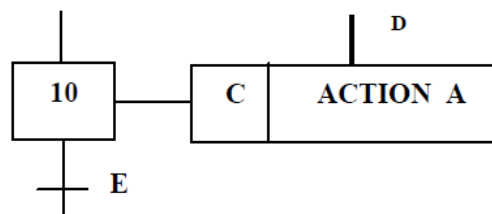


Figure II.35: Action conditionnelle.

L'action A est exécutée tant que l'étape 10 est active et la condition D qui lui est associée est valide.

II.3.10.5.Action impulsionnelle :

Action impulsionnelle : c'est une action de durée très petite dont la valeur est sans importance mais suffisante a priori pour obtenir l'effet souhaité, (**Figure II .36**). [13].

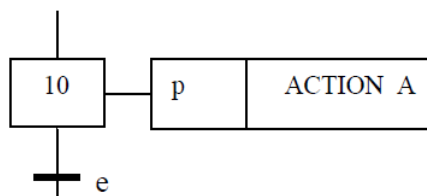


Figure II.36: Action impulsionnelle.

La description spécifiée par le GRAFCET précise que l'action a sera impulsionnelle lors de l'activation de l'étape 10.

II.3.10.6.Action mémorisée :

Action mémorisée: elle est associée à deux étapes, une étape de déclenchement, une étape d'arrêt.

L'action mémorisée est exécutée dès que l'étape de déclenchement est activée, elle cesse dès que l'étape d'arrêt est activée, (**Figure II.37**). [13].

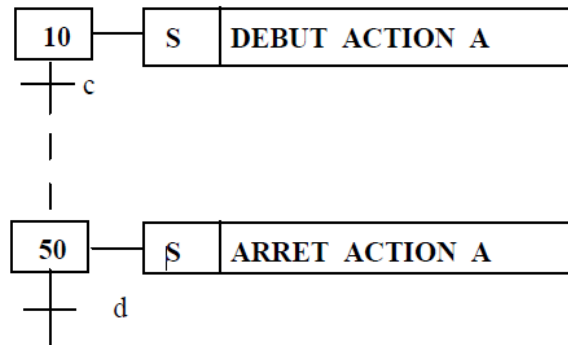


Figure II.37: Action mémorisée.

Le GRAFCET spécifie que l'action A doit commencer dès l'activation de l'étape 10 et doit cesser dès l'activation de l'étape 50.

II.3.11.Règles d'évolutions:

Les règles d'évolution qui définissent les conditions dans lesquelles les étapes peuvent être actives ou inactives sont les suivantes : [12].

II.3.11.1.Règle N°1 : initialisation:

La situation initiale du GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative et correspond aux étapes actives au début du fonctionnement, (**Figure II.38**).

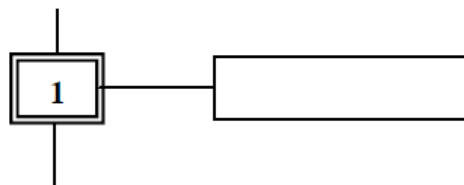


Figure II.38: initialisation d'une étape.

II.3.11.2.Règle N2:franchissement d'une transition :

Le franchissement d'une transition ne peut se produire que lorsque:

- La transition est validée.
- La réceptivité associée à cette transition est vraie.

Une fois ces deux conditions sont réunies, la transition devient franchissable et est obligatoirement franchie.

II.3.11.3.Règle N 3: évolution des étapes actives :

Le franchissement d'une transition entrain simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes, (**Figure II.39**).

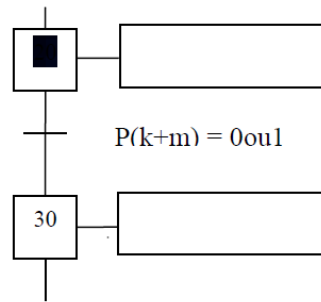


Figure II.39: Transition non validée.

Transition non validée : la transition 20-30 est non validée, l'étape 20 est inactive, (Figure II.40).

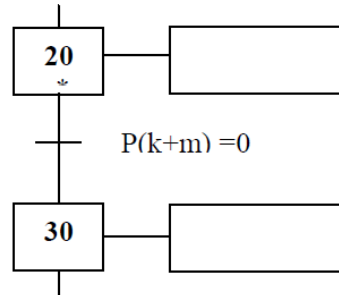


Figure II.40: Transition validée.

Transition validée : L'étape 20 étant active, la transition 20-30 est validée mais ne peut être franchie car la réceptivité n'est pas vraie : $p(k+m) = 0$

II.3.11.4.Règle N°4: Evolutions simultanées :

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies, (Figure II .41).

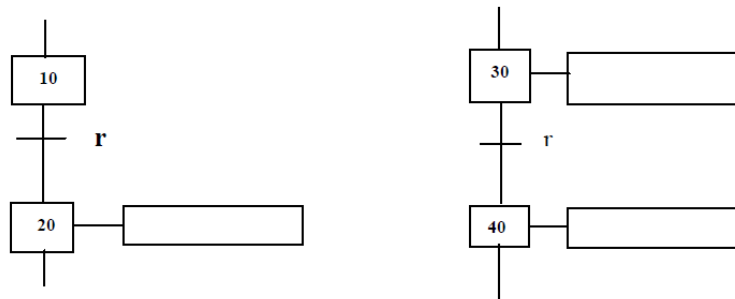


Figure II.41 : Transition non simultanément franchissable.

Deux GRAFCET séparés dont le franchissement de la transition r de l'un n'implique pas le franchissement de la transition r de l'autre.

II.3.11.5.Règle N°5: Activations et désactivations simultanées d'une même étape :

Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active,

II.4.Description du logiciel de programmation GRAFCET:

II.4.1.Présentation du logiciel PL7 :

II.4.1.1.Structure du logicielle PL7 :

Le langage Grafcet permet de représenter graphiquement et de façon structurée le fonctionnement d'un automatisme séquentiel.

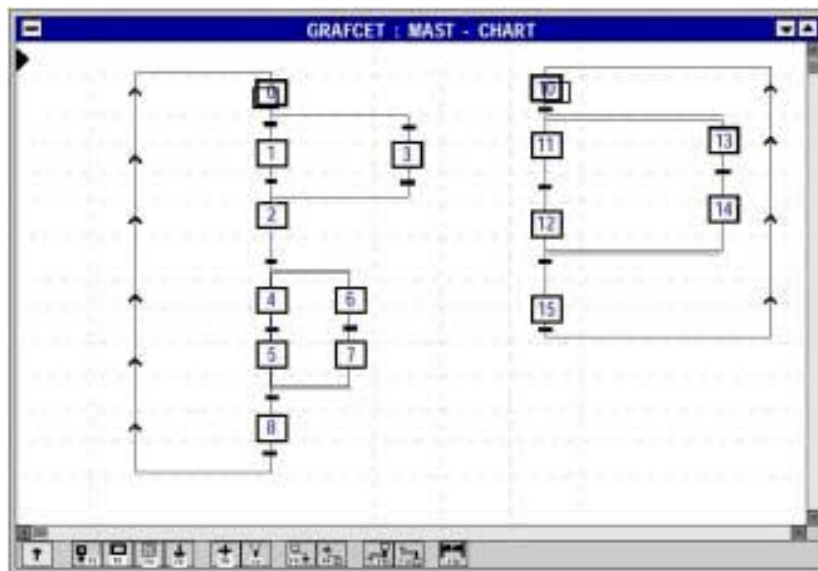


Figure II.42 : Langage Grafcet.

II.4.2. Structure logique PL7 :

Le logiciel PL7 propose deux types de structure :

- Mono tâche : c'est la structure simplifiée proposée par défaut, où une seule tâche maître composée d'un programme, constitué de plusieurs sections et de sous programmes, est exécutée.
 - Multitâche : cette structure, mieux adaptée pour des applications temps réel performantes, se compose d'une tâche maîtresse, d'une tâche rapide et de traitements événementiels prioritaires.
- Les tâches maître et rapide d'un programme PL7 se composent de plusieurs parties appelées sections et de sous-programmes. Chacune de ces sections peut être programmée dans le langage approprié au traitement à réaliser.

L'illustration suivante montre un exemple de découpage d'un programme PL7. [15]

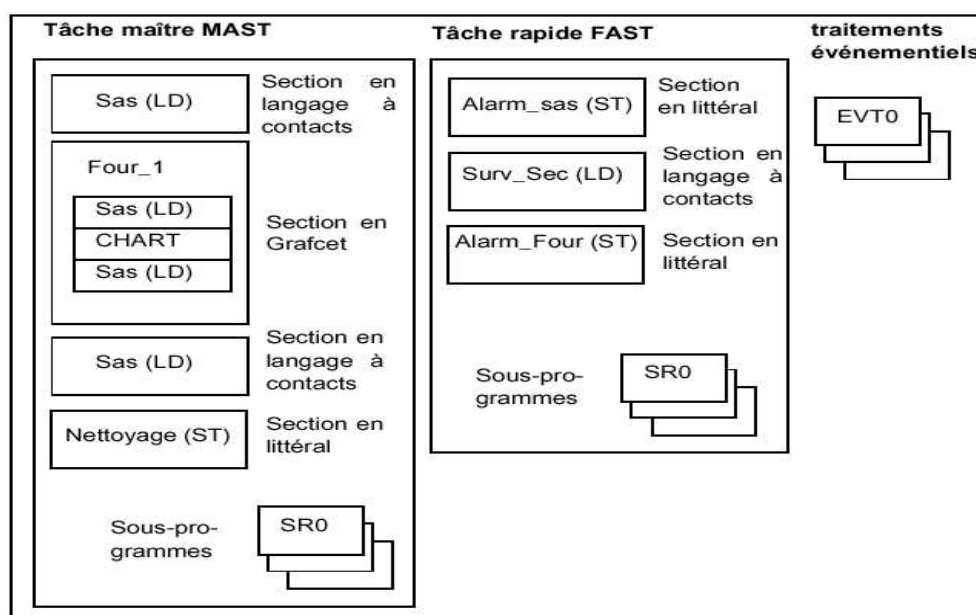


Figure II.43: un exemple de découpage d'un programme PL7.

Ce découpage en sections permet de créer un programme structuré et de générer ou incorporer aisément des modules de programme. Les sous-programmes peuvent être appelés depuis n'importe quelle section de la tâche à laquelle ils appartiennent ou depuis d'autres sous-programmes de la même tâche.

II.4.3. Modules fonctionnels :

Le logiciel PL7 Pro permet de structurer une application pour automate Premium en modules fonctionnels.

Un module fonctionnel est un regroupement d'éléments de programme destinés à réaliser une fonction d'automatisme.

Indépendamment de la structure multitâche des automates, vous pouvez définir une structure arborescente multi niveaux de l'application d'automatisme.

A chaque niveau, vous pouvez rattacher des sections de programme écrites en langage à contacts, littéral, liste d'instructions ou Graftet, ainsi que des tables d'animation et des écrans d'exploitation. [15]

II.4.3.1. Vue fonctionnelle :

La vue fonctionnelle en modules permet d'avoir une découpe par fonctions cohérentes vis-à-vis du procédé à commander.

La vue structurelle donne une vue de l'ordre d'exécution des sections de programme par l'automate.

L'illustration suivante montre les 2 vues possibles d'une application.

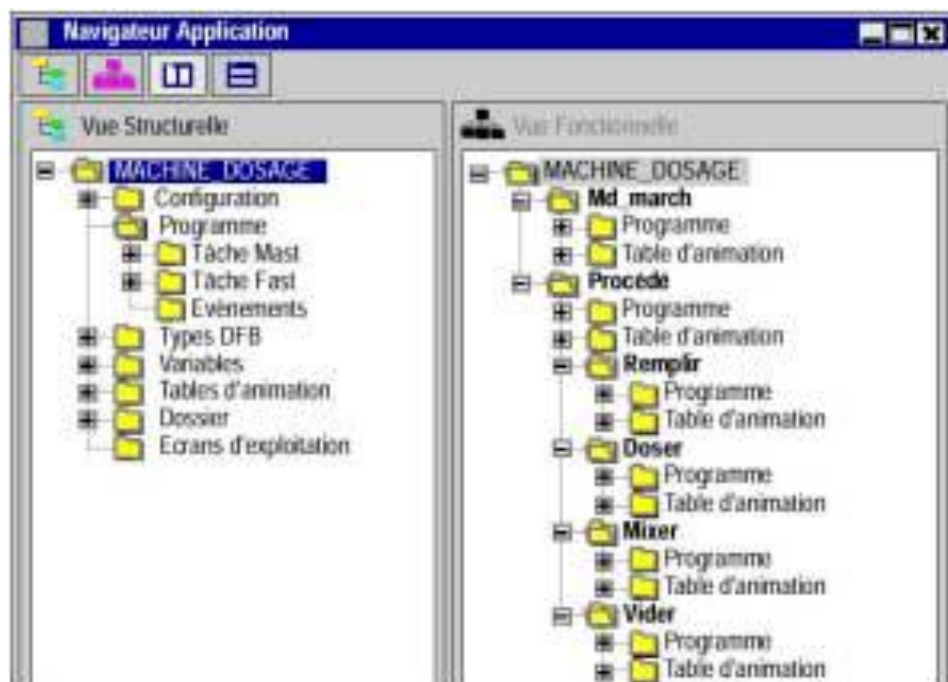


Figure II.44: les 2 vues possibles d'une application.

II.4.3.2.Services associés à la vue fonctionnelle :

Les services d'exploitation sont disponibles dans l'une ou l'autre vue. En particulier, par une seule commande, il est possible de forcer l'exécution ou non d'un module fonctionnel.

Dans ce cas, toutes les sections rattachées au module fonctionnel sont automatiquement forcées.

II.4.3.3.Export/Import de modules fonctionnels :

Vous pouvez exporter tout ou partie de la structure arborescente en modules fonctionnels. Dans ce cas, l'ensemble des sections de programme des différents niveaux de modules est exporté.

II.4.2.Accès à l'écran de saisie du GRAFCET sous PL7 :

Accès à l'écran de saisie du grafcet

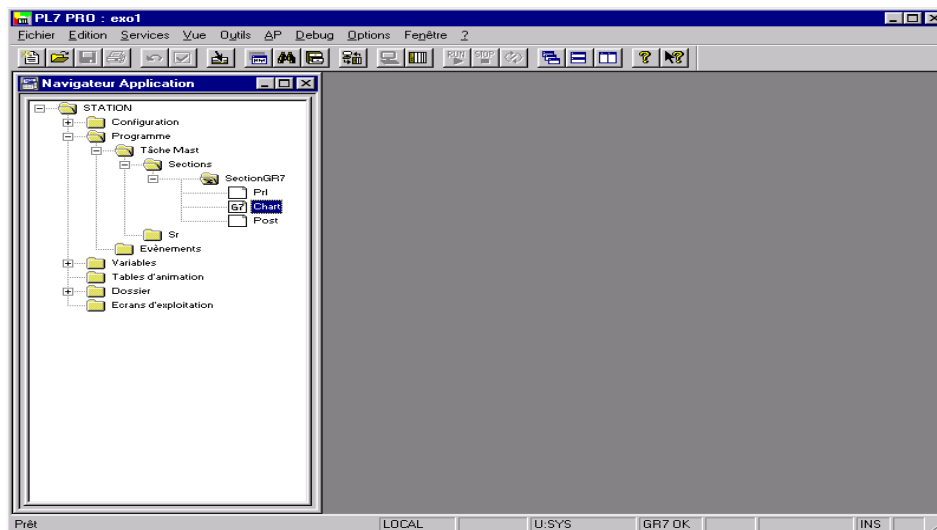


Figure II.45: l'écran de saisie du grafcet.

Ainsi la page de saisie du Grafcet est présentée par la figure suivante :

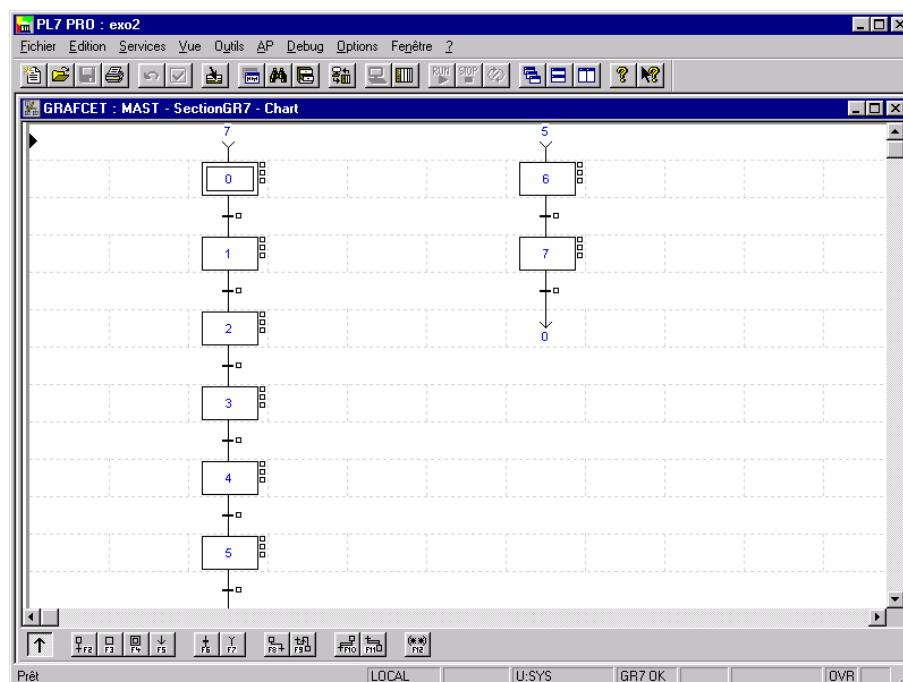


Figure II.46: Page de la saisie du GRAFCET sur PL7.

II.5.Conclusion :

L'automatisation s'est constamment développée dans l'unique but de réduire la pénibilité du travail humain et d'améliorer la productivité du travail. Les problèmes d'automatisme rencontrés dans l'hydraulique ne font que rarement appel à une solution technologique, ils nécessitent l'imbrication d'équipements électronique, électrique, pneumatiques voire hydraulique.

Une intégration dès la conception autour des automates programmables facilite la tâche d'automatisation des systèmes hydrauliques et étant donné que le GRAFCET est l'un des outils de programmation des systèmes automatisés.

En conclusion nous pouvons dire que l'automate joue le rôle principal d'une unité de commande et contrôle pour notre système. Pour fonctionner cette unité de commande, il faut programmer cette dernière et l'adapter à un compilateur de programmation tel que PL7 pour pouvoir flasher l'automate.

Chapitre III :

Conception et automatisations du système anti-colmatage.

III.1.Introduction:

Dans ce chapitre, nous concevrons un système anti-colmatage de la pompe immergé dans la station de traitement, en plaçant un grillage fixe de la zone d'entrée d'eau dans le réservoir et nous introduisons un dégrilleur mobile connecté à un moteur qui anime le fait de descendre et monter du grillage. Ce système lui-même est complètement connecté à un deuxième moteur qui fait décharger les déchets collectés au dégrilleur mobile, tout cela est commandé par un automate programmé par le langage GRAFCET qui met en œuvre les étapes de fonctionnement de ce système anti-colmatage.

III.2.Le colmatage:

Le colmatage est le phénomène par lequel un système poreux ou filtrant se retrouve obstrué, bouché, jointés, empêchant le passage du fluide qui pouvait traverser la pompe.

III.3.Equipement principal de la station de traitement:

III.3.1.Dégrilleur:

Sont des fils de fer croisés et prolongés entre les piquets, et nous les utiliserons comme une première étape dans le prétraitement de l'eau pour se débarrasser des déchets de grande taille tels que les chiffons, les textiles, le papier, les plastiques, et même les brindilles qui sont lavées par l'eau qui coule dans le bassin d'égout et ceci afin de protéger les pompes submersibles dans l'eau.

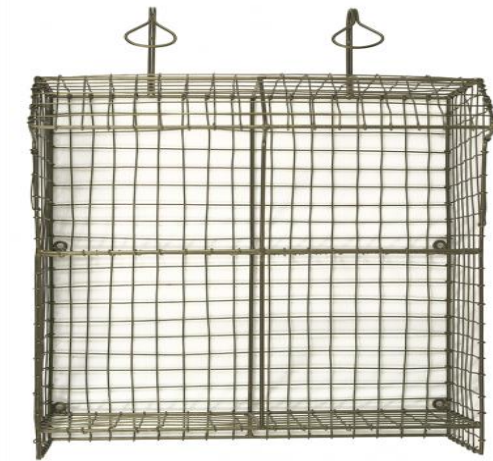


Figure III.1: dégrilleur.

Les dégrilleur sont à bords retournés en inox ou en aluminium. Ce mode de construction permet d'éviter les corrosions et les risques de déformation.

Le dégrilleur (**Figure III.1**) retient les particules dont les dimensions sont supérieures à 50 mm. Le dimensionnement du dégrilleur dépend de la nature de l'effluent, de la section de passage et du débit.

La surface de la dégrilleur est définie par :

$$S = \frac{Q_p (m^3/s)}{(V \times O \times C)}$$

Avec :

Qp : débit (m3/s).

S : surface de la grille (m2).

v : vitesse de passage de l'effluent, v = 0.6 m/s.

C : coefficient de colmatage (0.10-0.50).

O : coefficient de passage.

$$O = \frac{\text{espace libre entre barreaux}}{\text{espace libre} + \text{épaisseur barreaux}}$$

La vitesse de l'effluent est choisie de façon à minimiser les pertes de charges.

III.3.2.Pompe immergée :

Pour installation automatique immergée la station de traitement est équipée d'électropompe accouplée à un moteur électrique de surface IP 55.

III.3.2.1.Caractéristiques de la pompe :

- Asynchrone triphasé, fermé normalisé suivant les normes UNEL - CEI, ventilation extérieure, rotor en court-circuit.
- Forme de construction B5 / V1.
- Protection IP 68.
- Classe d'isolation F.
- Accouplement direct par joint rigide.
- Corps de pompe, carter d'huile en fonte.
- Roue monocanal en fonte, bloquée sur l'arbre par clavette.
- Arbre, visserie et bouchons d'huile en acier inoxydable.
- Orifice de refoulement à bride avec joint d'étanchéité.
- Double garniture mécanique sur l'arbre, lubrifiée à l'huile contenue dans la chambre barrière :
 - ✓ Garniture mécanique côté pompe en carbure de silicium/oxyde d'alumine.
 - ✓ Garniture mécanique côté moteur en graphite/stéatite.
- Rotor soutenu par roulements à billes lubrifiés à la graisse.
- Protections :
 - Sonde de conductivité insérée dans la chambre à huile pour signaler la présence éventuelle d'infiltrations de liquide pompé.
- lanterne d'accouplement à moteur électrique en fonte sphéroïdale.

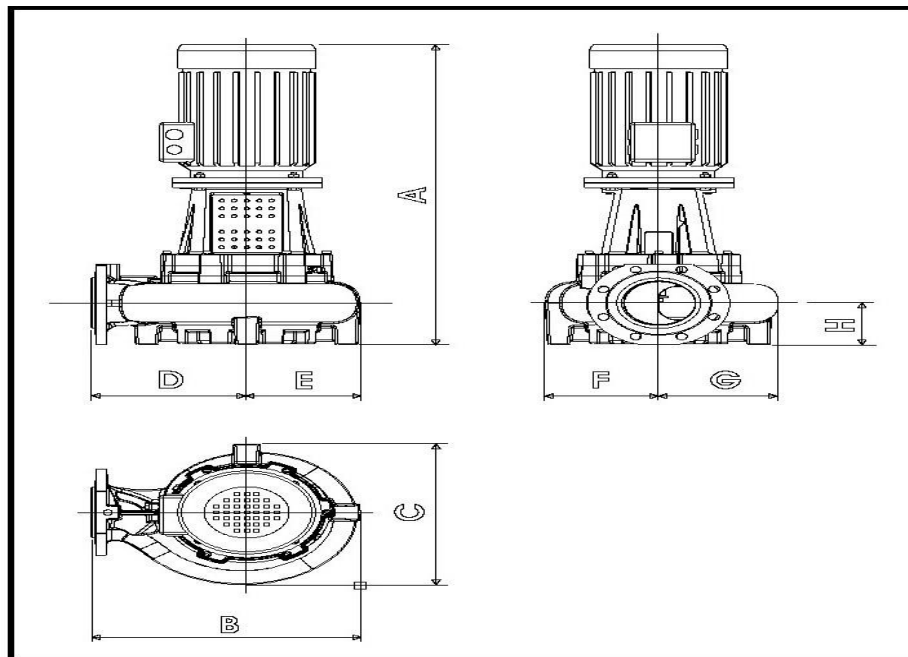


Figure III.2 : Schéma de la pompe CAPRARI (CAPRARI caractéristiques technique).

III.3.3. Moteur :

Constructeur de première importance CEE 4P - IP 68 - 400 V - 50 Hz
(P2= 32 kW).

III.3.3.1. Données techniques / Caractéristiques :

Q : 25.5 l/s.

H : 83 m.

Roue type: Monocanal.

Passage libre: 80 mm.

Nombre de pôles : 2.

Fréquence: 50 Hz.

Monophasé / Triphasé : 3~.

Puissance moteur P2: 32 kW.

III.4. Conception et fonctionnement du système anti-colmatage :

Dans la station de traitement et à l'aide du dégrilleur l'eau est filtrée dans la cuve laquelle se trouve la pompe immergée. Le dégrilleur permet de protéger l'ouvrage contre l'arrivée intempestive de gros objets flottants et de particules volumineuses qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement et créer des colmatages. Mais lors des dépôts excessifs des déchets dans le dégrilleur cela entraîne une diminution des performances de la pompe, d'où nous allons créer un dégrilleur mobile automatisé, pour se débarrasser complètement des déchets collectés.

Alors notre système comporte deux moteurs, dégrilleur mobile, un dégrilleur fixe pour une deuxième protection contre les déchets qui s'échappent lors du déplacement du dégrilleur mobile, un dispositif d'acquisition de données et de transmission de l'information à base des

capteurs électriques et un automate programmable qui permet le contrôle et l'automatisation du système complet.

Ainsi notre système est conçu et schématisé par la figure suivante :

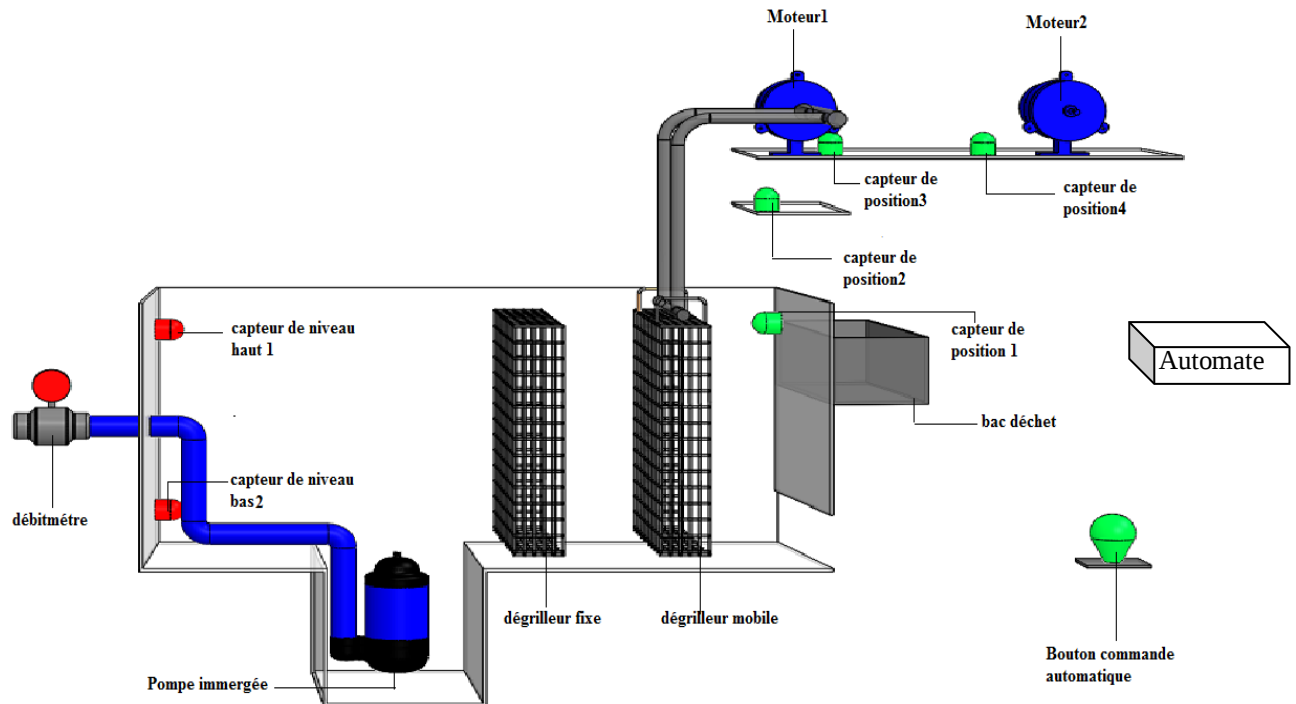


Figure III.3: Schéma du système anti-colmatage implanté dans la station de traitement.

Notre problématique est d'automatiser le dégrilleur mobile. Pour une commande manuelle ou automatique on implante un pupitre de commande qui contient sept boutons, repartis de la manière suivante:

- Un bouton principal pour la commande automatique.
- Deux boutons pour la commande manuelle de la pompe.
- Trois boutons pour la commande manuelle du moteur 1.
- Trois boutons pour la commande manuelle du moteur 2.

Pour réaliser ce processus, l'automatisme doit assurer les tâches suivantes :

III.4.1 Fonctionnement en mode manuel :

•Commande de la pompe :

- En appuyant sur le bouton Marche BM, la pompe démarre.
- En appuyant sur le bouton Arrêt BA, la pompe s'arrête.

•Commande du moteur 1 :

- En appuyant sur le bouton Marche B2M, le moteur démarre, montée du dégrilleur.
- En appuyant sur le bouton Marche B2D, le moteur démarre, descente du dégrilleur.
- En appuyant sur le bouton Arrêt B2A, le moteur s'arrête.

•Commande du moteur 2 :

-En appuyant sur le bouton Marche B3M, le moteur démarre, déplacement du dégrilleur vers la gauche.

-En appuyant sur le bouton Marche B3D, le moteur démarre, déplacement du dégrilleur vers la droite.

-En appuyant sur le bouton Arrêt B3A, le moteur s'arrête.

III.4.1.1.Fonctionnement en mode automatique :

Dans la station de traitement, la vanne d'entrée et celle de la sortie sont ouvertes, l'eau est filtrée dans la cuve et il n'y a pas de défaut thermique de la pompe. On distingue alors deux états de fonctionnement de notre système dans cette station.

III.4.1.2.Fonctionnement de la station sous des conditions normales (pas de colmatage de la pompe ou état de non démarrage du système anti-colmatage) :

Sous l'action de l'appui sur le bouton automatique, le démarrage de la pompe se fait par la présence en plus des trois conditions suivantes:

1. le niveau haut est atteint par le liquide.
2. le débit de refoulement est supérieur ou égal à une valeur critique de bouchage.
3. le dégrilleur est à la position initiale en contact avec le capteur de position1.

La pompe continue d'être en marche et elle s'arrête si le liquide est au-dessous du niveau bas, ainsi le cycle commence dès que les conditions précédentes sont réunies.

III.4.1.3.Fonctionnement de la station sous des conditions anormales (Etat de démarrage du système anti-colmatage) :

Sous l'action de l'appui sur le bouton automatique et sous les conditions suivantes :

1. le dégrilleur est à la position initiale.
2. le débit de refoulement est inférieur à une valeur critique de bouchage.

Alors risque de colmatage de la pompe, le système anti-colmatage démarre de la façon suivante:

Le dégrilleur remonte sous l'action du moteur 1, jusqu'à la position haut, touche le contact capteur de position 2 le moteur 1 s'arrête et le moteur 2 démarre alors le dégrilleur s'incline et les déchets sont renversés dans le bac de déchet (figure III.3). Si le dégrilleur touche le contact de position 4 à ce moment-là le moteur 2 s'arrête, ensuite tourne dans le sens inverse et le dégrilleur revient à la position verticale et touche le contact de position 3 et 2, le moteur 2 s'arrête et le moteur 1 démarre pour faire descendre le dégrilleur à sa position initiale en touchant le contact de position 1 le moteur 1 s'arrête.

Maintenant, si le dégrilleur n'est pas à la position initiale et sous l'action de l'appui sur le bouton automatique, le repositionnement initial du système se fait automatiquement puis le démarrage du système anti-colmatage commence.

III.4. Partie commande :

III.4.1.Câblage des entrées et sorties de l'automate :

• Nous connectons les capteurs à la section de contrôle afin que les modules d'entrée traduisent les références aux informations numériques qui peuvent être lues par l'automate.

• La pompe est entraînée par des signaux programmables à l'aide d'un capteur de niveau et capteur de débit.

Les variables peuvent être de type entrée, sortie.

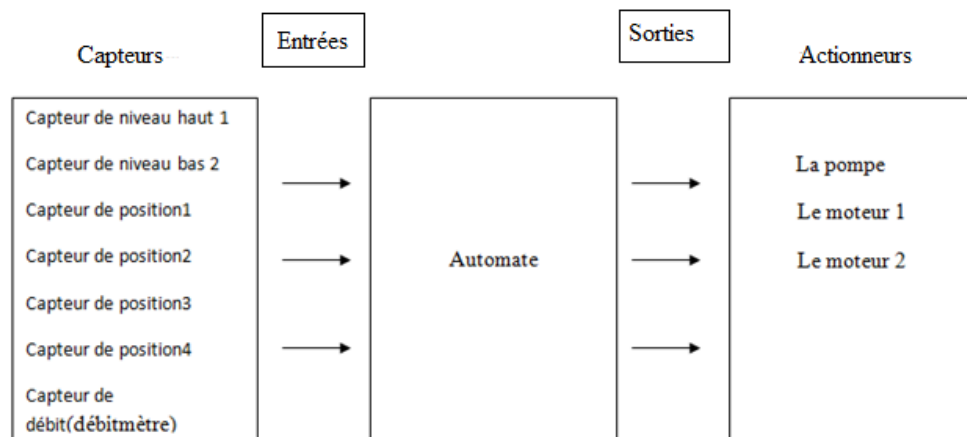


Figure III.4 : Système de commande.

III.4.1.1.Câblage des entrées de l'automate :

Pour savoir l'état et le déroulement de processus, l'automate recueille des informations venant de l'installation et cela via des entrées automate qui sont connectées aux différents capteurs et boutons de l'installation pour ensuite les traiter et générer la commande. Dans notre système nous avons 8 entrées :

1. Bouton en mode automatique.
2. Capteur de niveau 1 (haut).
3. Capteur de niveau 1 (bas).
4. Capteur de position 1(contact de fin de course).
5. Capteur de position 2(contact de fin de course).
6. Capteur de position 3(contact de fin de course).
7. Capteur de position 4(contact de fin de course).
8. Capteur de débit (débitmètre).

Ainsi le câblage des capteurs avec l'automate est donné par la figure suivante :

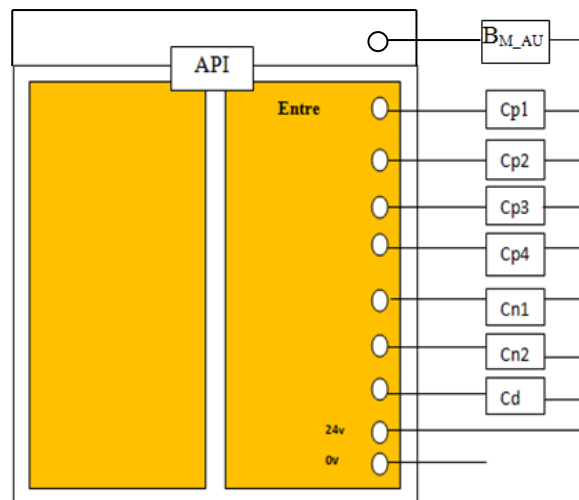


Figure.III.5: Câblage des entrées de l'automate.

III.4.1.2. Câblage des sorties de l'automate :

Après traitement des données d'entrée et pour commander le système anti-colmatage, l'automate doit générer et envoyer des signaux par ces sorties. Les sorties de l'automate sont connectées aux différents actionneurs du système. Nous avons trois actionneurs : Pompe, Moteur 1 (double sens de rotation) et Moteur 2 (double sens de rotation). Ces actionneurs sont connectés à 5 sorties de l'automate :

Sortie 1 vers la pompe.

Sortie 2 vers Moteur1 sens de rotation de la montre.

Sortie 3 vers Moteur1 sens inverse de rotation.

Sortie 4 vers Moteur2 sens de rotation de la montre.

Sortie 5 vers Moteur2 sens inverse de rotation.

Ainsi le câblage des actionneurs avec l'automate est donné par la figure suivante :

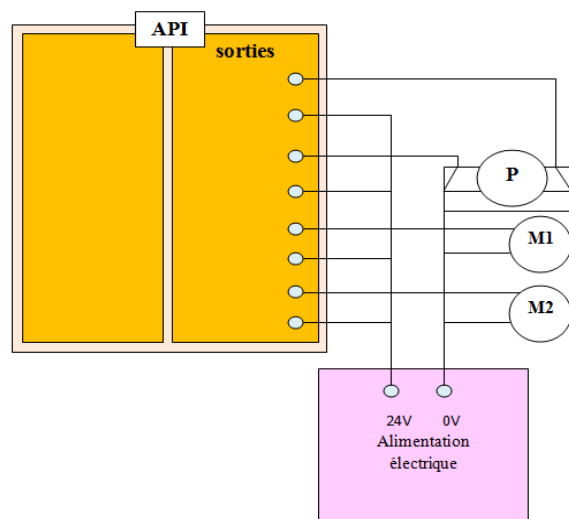


Figure.III.6: Câblage des sorties de l'automate.

III.4.2. Affectation des entrées et sorties de l'automate :

Après avoir connecté les capteurs et les actionneurs (entrées-sorties) avec l'automate chaque point de connexion a une adresse bien déterminé. En effet, l'étape de l'affectation des entrées-sorties et leurs adressages est primordial avant la programmation de l'automate. L'affectation est donnée par le tableau suivant :

	commentaire	Adressage
Entrées	Capteur niveau haut 1	% I.1
	Capteur niveau bas 2	% I.2
	Capteur de débit (débitmètre)	% I.3
	Capteur position 1	% I.4
	Capteur position 2	% I.5
	Capteur position 3	% I.6
	Capteur position 4	% I.7
	Bouton mode automatique	% I.8
Sorties	La pompe	% Q.2.1
	Moteur 02	% Q.2.2
		% Q.2.3
	Moteur01	% Q.2.4
		% Q.2.5

Tableau III.1: Adressage des entrées et sorties.

III.4.3. Programmation de l'automate et principe de fonctionnement:

Pour établir le fonctionnement de notre système on a besoin de programmer l'automate. La programmation est un des atouts majeurs des automates puisqu'elle permet une multitude de traitement des informations reçues sans toucher à la configuration matérielle. On a choisi le langage GRAFCET qui est l'un des outils graphique de rédaction du cahier des charges d'un automatisme, il peut également être utilisé pour spécifier le comportement attendu de la partie opérative ou bien de tout le système de commande.

En effet, l'établissement des descriptions de la fonction et du comportement de notre système de commande (décrit au paragraphe III.7) est traduit par le programme en langage GRAFCET suivant :

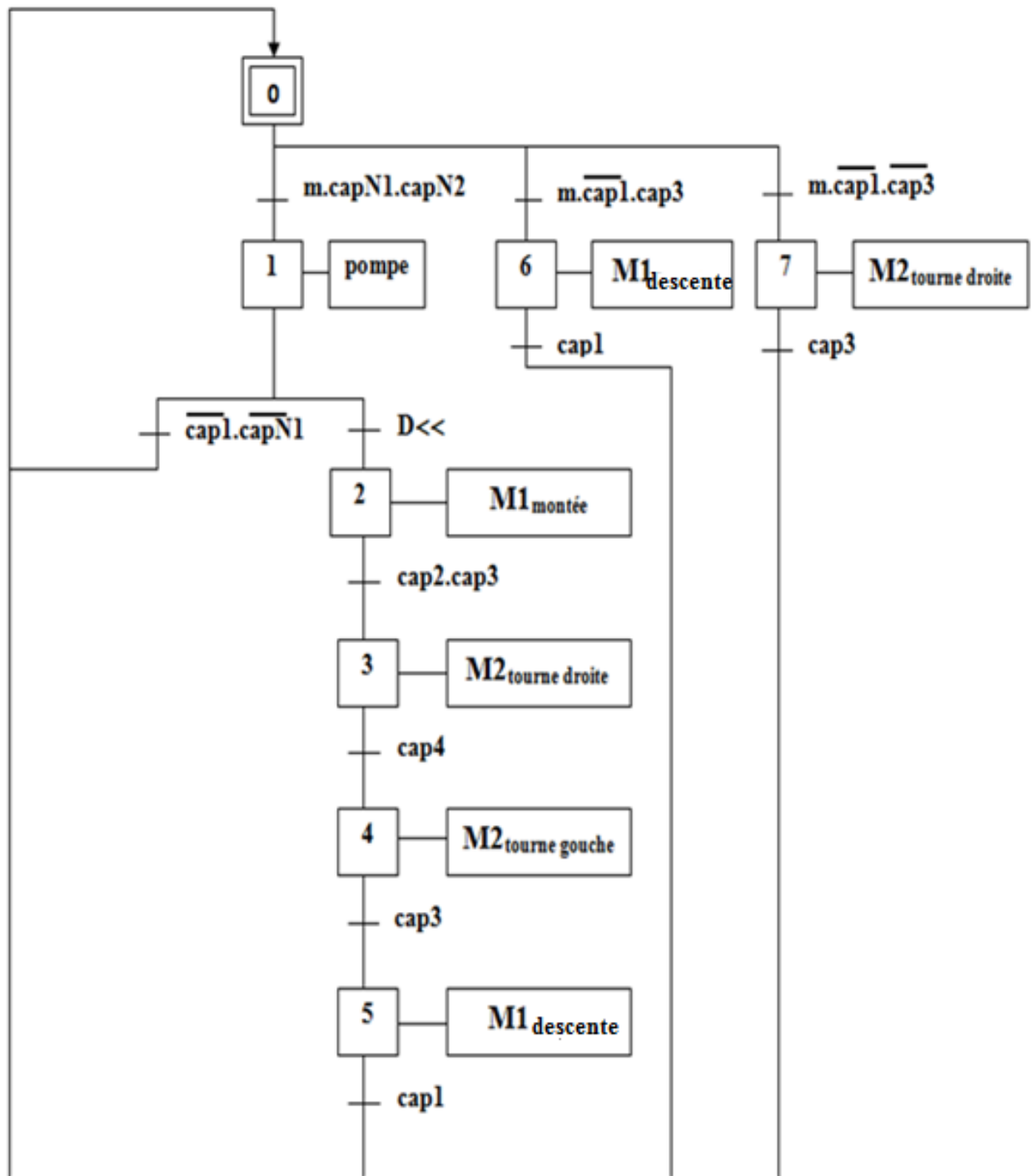


Figure III.7: GRAFCET du système anti-colmatage.

III.4.4. La description de fonctionnement de GRAFCET est donnée par les étapes suivantes :

Étape1: On appuie sur le bouton AUTO m et sous la condition que les capteurs de niveau $capN1.capN2$ sont touchés par le liquide le système fonctionne en mode pas de colmatage alors la pompe démarre et le niveau du liquide décent jusqu' au dessous du niveau $Cap1$ donc la pompe s'arrête et le système revient à l'état initial.

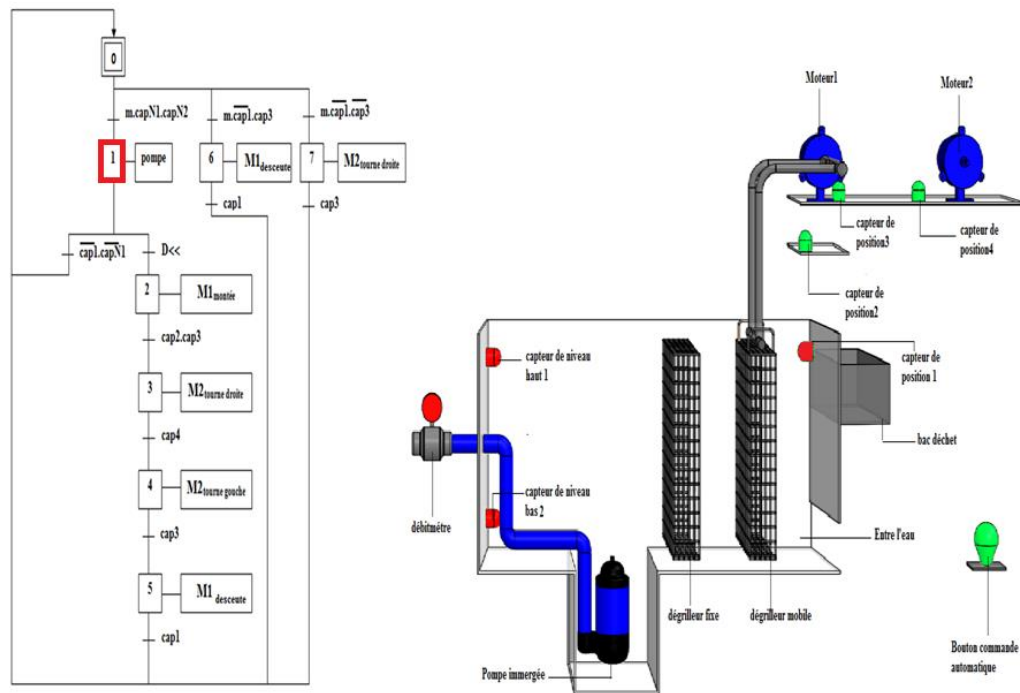


Figure III.8: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 1, démarrage de la pompe.

Étape 2: En cas de blocage, le débit diminue et le système fonctionne en mode de démarrage du système anti-colmatage alors la pompe s'arrête. Le moteur 1 démarre automatiquement et soulève le dégrillage pour atteindre le capteur de position 2 **cap2** puis il s'arrête.

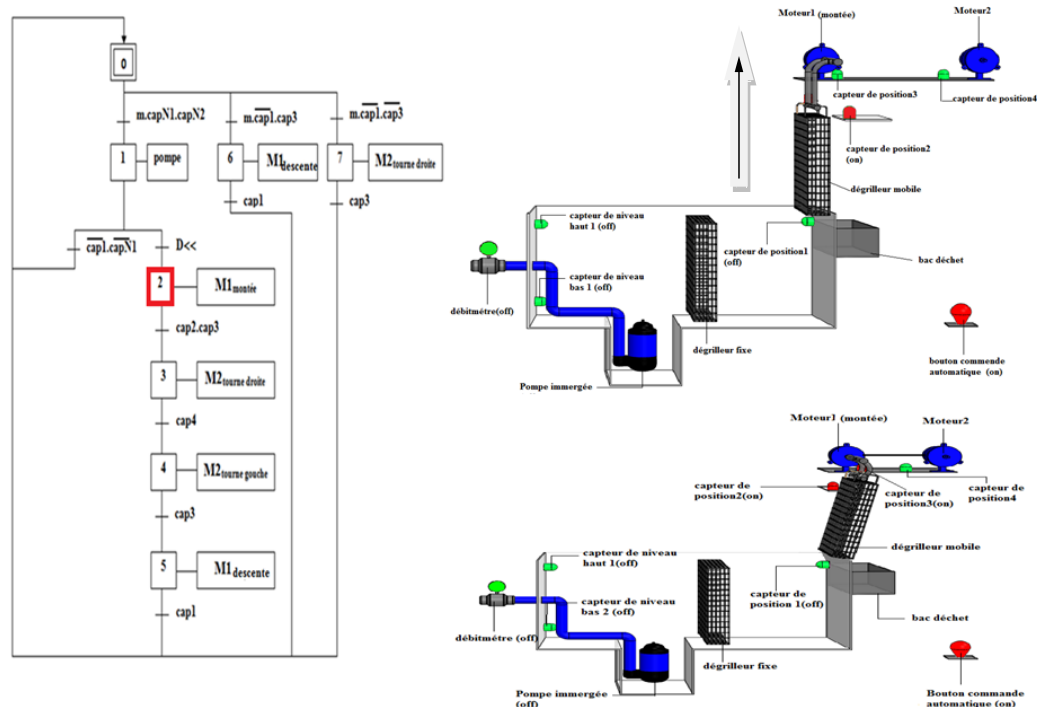


Figure III.9: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 2, montée du dégrillage.

Étape3 : Lorsque le dégrillage touche le capteur de position 2 et le moteur 1 (**M1**) est collé au capteur Cap 3 à ce moment là le moteur 2 (**M2**) démarre et tire le système moteur1-dégrillage et les pousse vers la droite pour incliner le dégrillage et vider les déchets coincés dans le bac des

déchets. Le moteur 2 (M2) s'arrête lorsque le système moteur1-dégrillage touche le capteur de position Cap4 (les déchets sont complètement vidés).

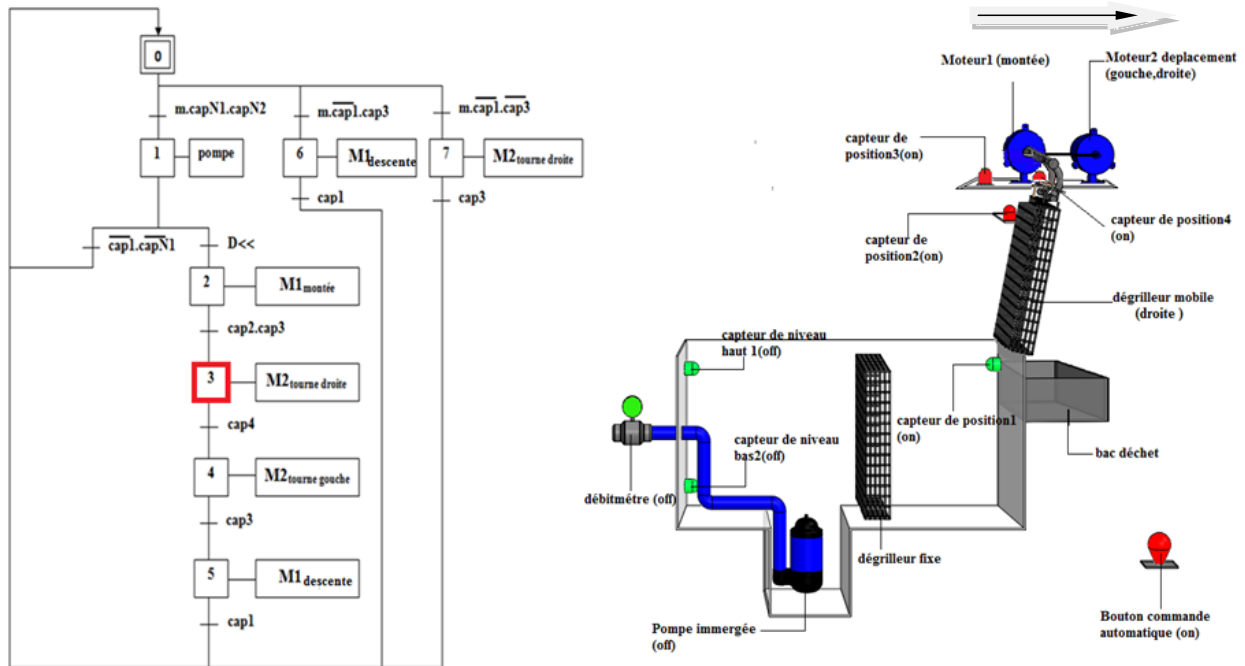


Figure III.10: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 3 (décharge des déchets), déplacement du dégrillage à droite.

Étape 4 : Lorsque le système moteur1-dégrillage touche Cap4, le moteur 2 (M2) démarre dans le sens inverse de rotation et tire le système vers la gauche pour le remettre à sa place (position verticale) en touchant le capteur de position Cap3 à ce moment là le moteur 2 s'arrête.

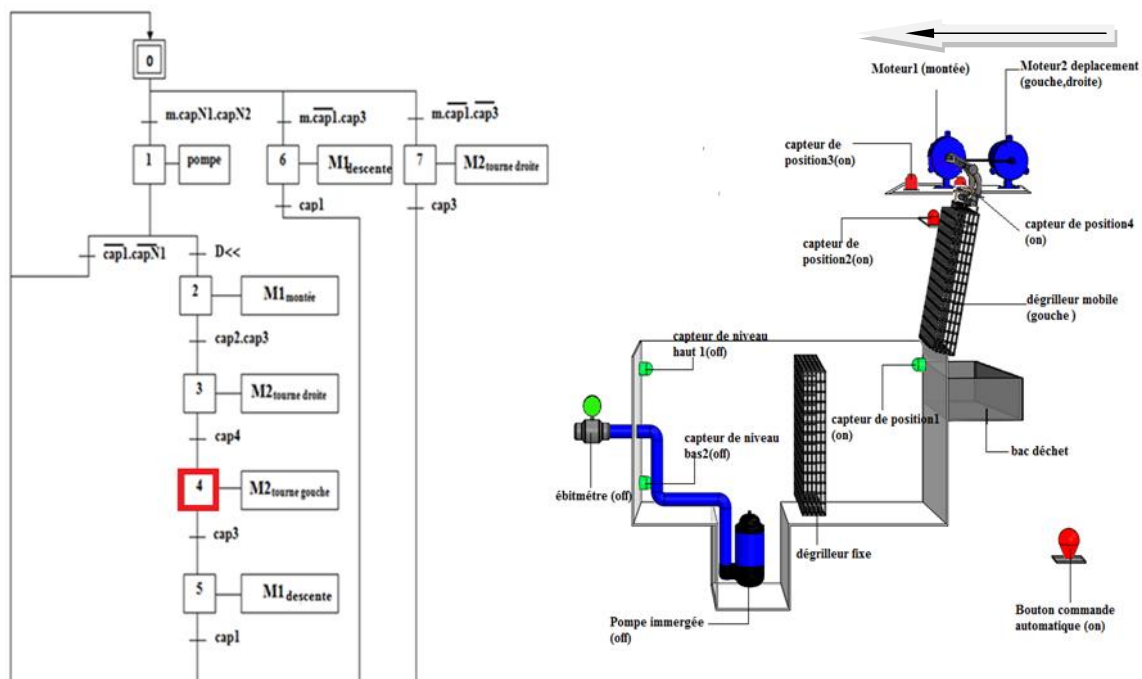


Figure III.11: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 4, déplacement du dégrillage à gauche.

Étape 5 : Lorsque le système moteur 1-dégrillage touche le capteur de position Cap3, le moteur 1 démarre et tourne dans le sens inverse pour faire descendre le dégrillage à la position initiale, en touchant Cap1 le moteur 1 s'arrête.

Alors le risque de colmatage est enlevé et le système revient à son état initial. Ainsi le cycle commence en vérifiant les conditions nécessaires pour démarrer la pompe.

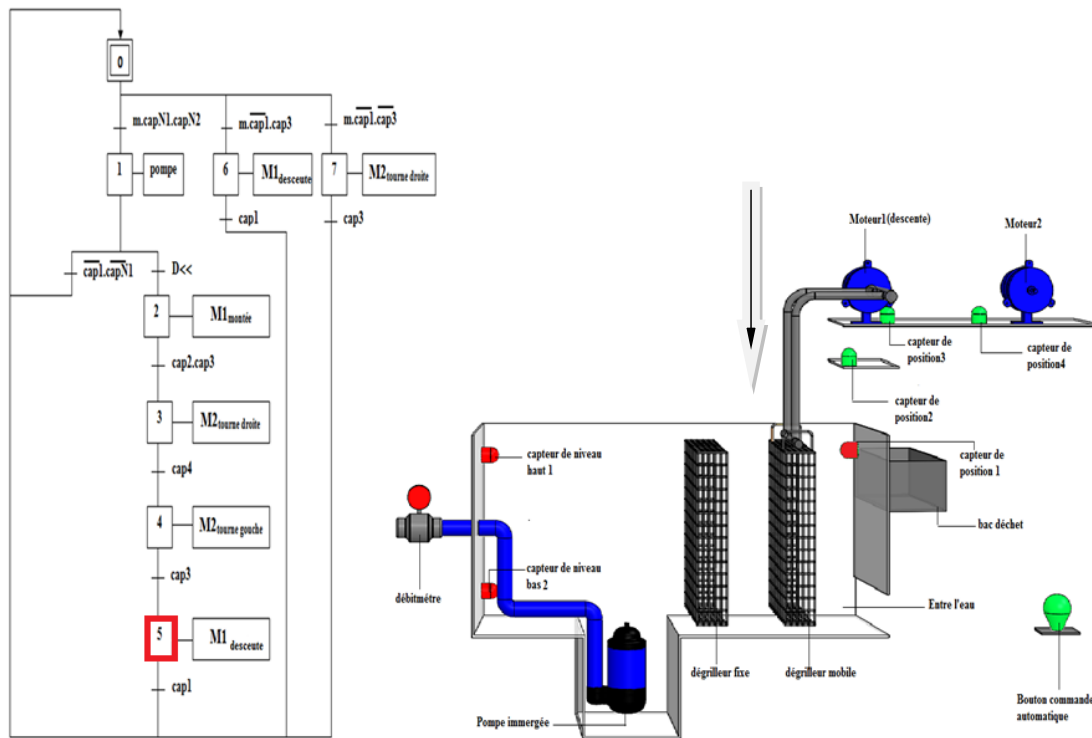


Figure III.12: Schéma de fonctionnement du système à l'étape 5, descente du dégrillage.

Étape6: Dans le cas de coupure d'électricité ou dysfonctionnement du système, l'état où le dégrillage est coincé dans la position verticale (c'est-à-dire le capteur Cap3 est touché et les capteurs de position Cap1 ou Cap2 ne sont pas touchés), le moteur1 démarre et faire descendre le dégrillage pour revenir le système à la position initiale.

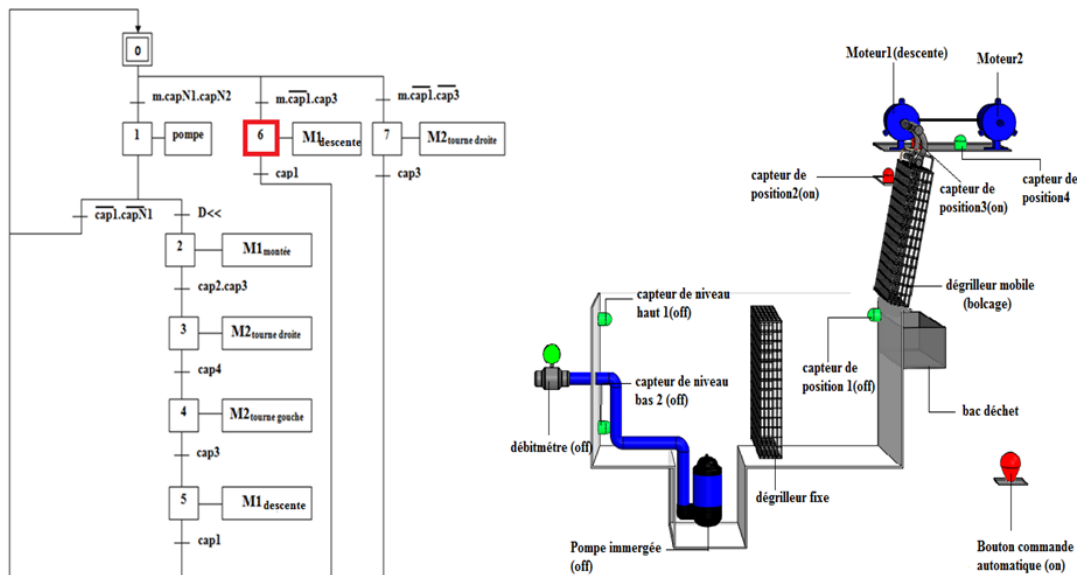


Figure III.13: Schéma de réinitialisation automatique du système, cas de blocage du dégrillage verticalement.

Étape7 : Dans le cas de coupure d'électricité ou dysfonctionnement du système, l'état où le dégrillage est coincé dans la position inclinée (c'est-à-dire les capteurs Cap3 et Cap1 ne sont pas touchés), le moteur2 démarre et faire tourner le dégrillage ver la gauche jusqu'à le capteur de position Cap3 soit toucher par le système Moteur1-dégrillage, alors le système revient à l'étape initial puis à l'étape 6 et le système revient automatiquement à la position initiale.

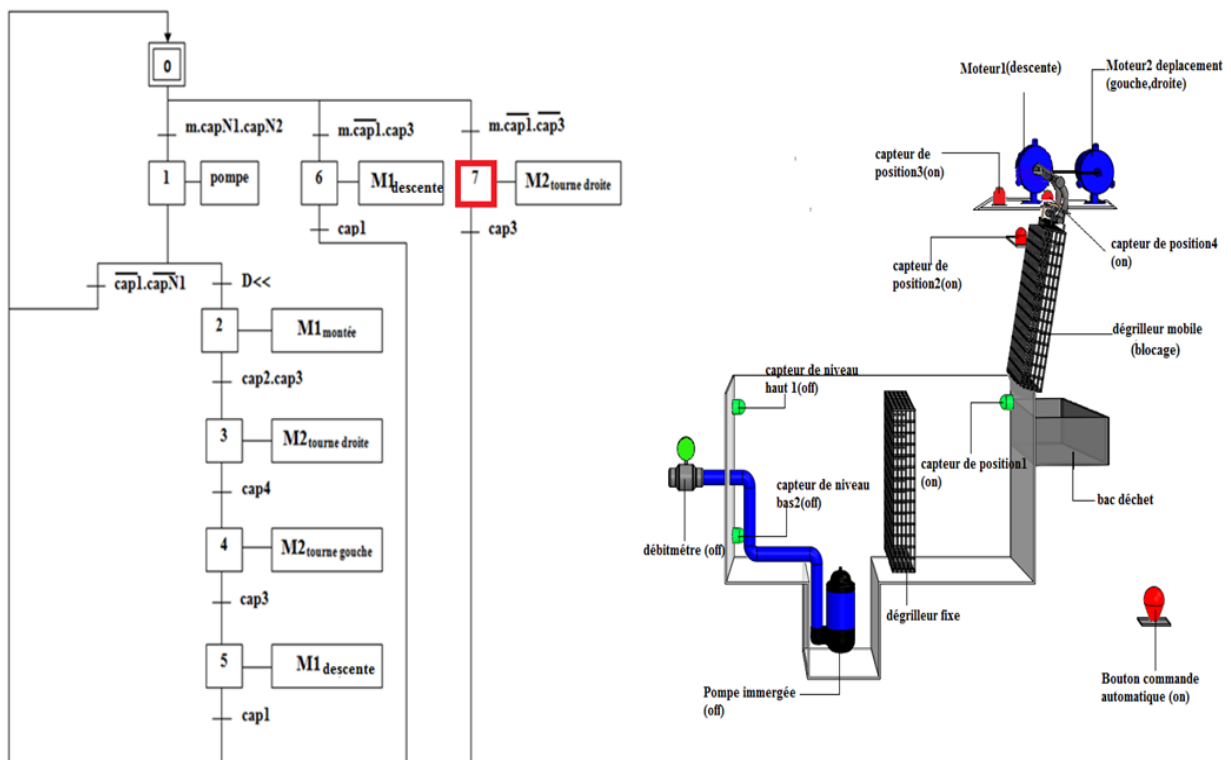


Figure III.14: Schéma de réinitialisation automatique du système, cas de blocage du dégrillage incliné

III.5.Connexion des composants de la station au panneau de commande:

Le fonctionnement automatique de l'usine de filtration des eaux usées nous permettra de faire ce qui suit:

- Résoudre les défauts en peu de temps.
- Communication entre la commande logique programmable et la station de traitement d'eau.
- Surveiller la station à partir d'un ordinateur connecté au réseau.
- Indique l'état de la pompe et le niveau du réservoir à l'aide de la console de commande.

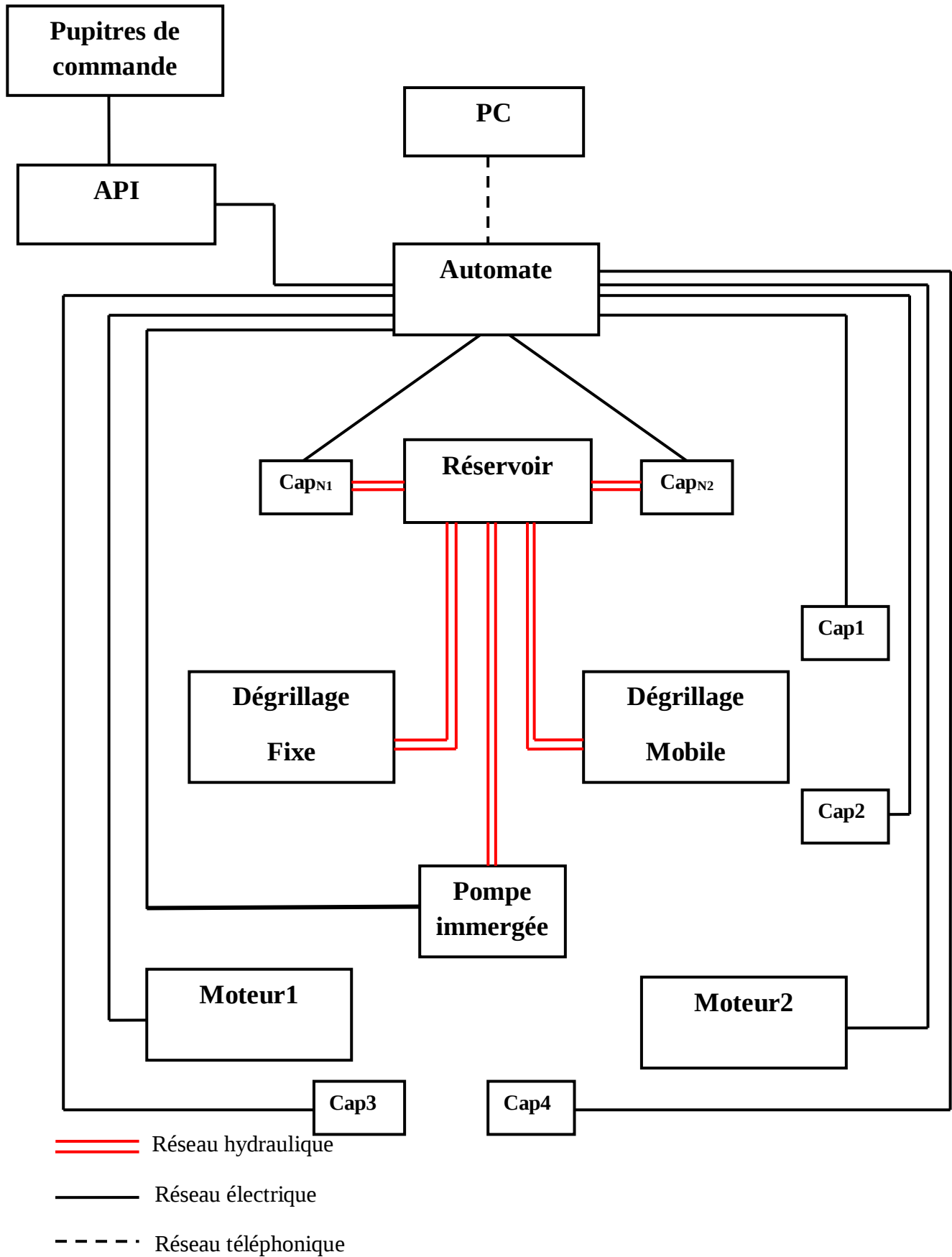


Figure.III.15: Schéma de connexion des composants de la station au panneau de commande.

III.6. CONCLUSION:

Dans ce chapitre, nous avons conçu un système anti-colmatage de la pompe qui est placée dans une station de traitement d'eau. Nous avons développé un programme en langage GRAFCET pour ce système afin de le mettre en œuvre. Nous avons donné une description de chacune des étapes du GRAFCET pour mettre les actions de fonctionnement du système anti-colmatage.

En effet le système que nous avons conçu répond au cahier des charges est protège complètement la pompe.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Notre objectif principal était de concevoir un système automatique pour éviter le colmatage des pompes. Nous avons présenté les concepts de base des systèmes de contrôle et des systèmes automatiques dont nous avons besoin dans notre projet. Ainsi nous avons collecté les informations sur les pompes immergées, les moteurs, les capteurs de niveau, de position et de débit, qu'ils sont placés dans la station de collecte des eaux usées.

En effet le système conçu est composé des actionneurs, des capteurs et d'un automate qui contient dans sa mémoire un programme. Ce programme est écrit en langage GRAFCET permet de transmettre les ordres aux actionneurs de la partie opérative. Il explique le cheminement de l'état de la station étape par étape et donne une image de fonctionnement de notre système.

Ce projet a proposé une mise en place progressive d'un ensemble des outils permettant la compréhension, l'implantation et la réalisation de ce système pour bien équiper les stations de traitement qui ne sont pas protégées contre le colmatage. Nous espérons que cette idée réussira d'être réalisée.

Ce projet contribue à :

- Protéger la pompe du colmatage.
- Faciliter le processus de transfert de l'eau vers une autre zone.
- Réduire les coûts financiers.

En fin, la mise en place des capteurs de plus et des mesures complémentaires vont aider à l'amélioration des performances du système et à la supervision de l'installation qui seront nos perspectives.

RÉFÉRENCE

- [1] : « Pompes Volumétriques », **ENPSSPM Formation industrie-IFP Training**, Juillet 2005.
- [2] : **Pascal BIGOT**, « Les Pompes ».
- [3] : « Machines tournantes- les pompes centrifuges- technologie et fonctionnement des pompes centrifuges ». **IFP ENSPM Formation Industrie T029 A**, 2000.
- [4] : « Les Pompes », **TOTAL Manuel de Formation : EXP-PR-EQ070 Révision 0.1**, Dernière Révision : Mai 2007.
- [5] : **Bernard DE CHARGERE** et **Robert REY**, « Pompes volumétrique pour liquides ». Techniques d'ingénieur, Juillet 2009.
- [6] **MESSAOUD Zahi** mémoire pour l'obtention d'un diplôme mémoire de magister en génie mécanique option énergétiques université hassiba benbouali de chlef (2007-2008).
- [7] : ENPMH (POVAL), catalogue des pompes centrifuges (Pompe MITIDJA 32, pompes NVA).Berrouaghia, 2003.
- [8] : **Zergoune Zakaria** mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention la spécialité conception mécanique & innovation université sidi Mohammed ben Abdallah (2010-2011).
- [9] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_%C3%A9lectrique.
- [10] : livre automatisme applique collection A. Capliez **D. Mérat** : professeur technique et **J.C. Bossy** : ingénieur en électronique à la télémécanique
- [11]: Cours télégestions .**Dr.MAHDI Djallel**.
- [12]: **BENYAHIA ISMAHANE. BOUMELIT ASMA**
« Application du GRAFCET pour l'automatisation d'une remplisseuse d'un liquide », Mémoire du Technicien Supérieur, I.N.S.F.P.BATNA, MARS 2008.
- [13]: **PHILIPPE LE BRUN FLORENCE**
« Programmation des automates » Lycée Louis ARMAND, 173 Bd de Strasbourg, 94736 NOGENT sur Marne.
- [14] : **BENARIBAMMAR. BELMILOUD ABD ELAZIZ**
« Étude de réalisation d'un API a bas d'un microcontrôleur » Mémoire d'ingénieur, université de M'sila 2006.
- [15]: **Manuel de Référence PL7 Pro**
Description du logiciel PL7 ISIM – MEA 2 (version 2001) au Tome 2 du Manuel de Référence PL7Micro/Junior/Pro.