

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'Informatique  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE



**Mémoire de Fin d'Etude  
de MASTER PROFESSIONNEL  
Spécialité : Automatique industrielle**

*Présenté par*  
**Fariza AYOUNI  
Sonia AMGHAR**

Mémoire dirigé par **Mr M.LAZRI** et co-dirigé par **Mr H.MEGHERBI**

Thème

**Automatisation du système de contrôle  
d'étanchéité et de système de  
palettisation d'une ligne de production à  
l'aide d'un microcontrôleur à NAFTAL de  
Freha**

*Mémoire soutenu publiquement le 10/07/2018 devant le jury composé de :*

**M<sup>r</sup> OUALOUCHE**

M.A.C.B, U.M.M.T.O, Président

**M<sup>r</sup> M.LAZRI**

M.A.C.A, U.M.M.T.O, Rapporteur

**M<sup>r</sup> ALOUACHE**

M.A.C.B, U.M.M.T.O, Examineur

**M<sup>r</sup> H.MEGHERBI**

Encadreur

**Promotion 2017/2018**

## **REMERCIEMENTS**

*Nous remercions Dieu le tout Puissant et le tout Miséricordieux de nous avoir donné tout au long de ce parcours, le courage, l'abnégation, la santé et la patience nécessaires à l'accomplissement et la finalisation de ce mémoire de fin d'étude.*

*Nos vifs remerciements à notre promoteur **Mr. LAZRI** pour son orientation, son soutien et ses précieux conseils qui nous ont été très pertinents pour mener à bien ce projet de fin d'étude.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements à notre encadreur **Mr. MEGHERBI Hocine** pour les conseils qu'il nous a donné, le temps qu'il nous a accordé et sa disponibilité et toute l'équipe pédagogique de NAFTAL et les intervenants professionnels pour leurs efforts en vue d'assurer une formation de haut niveau et spécialement à **Mme. CHIBANE**.*

*Nous tenons aussi à témoigner nos sincères remerciements à toutes personnes ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement de notre projet de fin d'étude et à la réalisation de ce travail surtout nos professeurs pour leurs directives, conseils et encouragements qu'ils nous ont prodigué et les remercier aussi tant pour leurs disponibilités.*

*Nos sincères remerciements vont également aux membres de jurés qui nous feront l'honneur de juger notre travail.*

# Dédicaces

**J**e dédie ce travail, à tous ceux que je porte

*Dans mon cœur :*

*À ma chère maman ;*

*Maman ! Oui, je suis arrivée à travers le chemin que tu m'as tracé .Le destin m'a pas donné la chose de t'offrir quelque chose pour te remercier sur tes sacrifices, Aujourd'hui, je t'offre ce travail pour que sois heureuse malgré tu n'es plus là.*

*Tu es toujours mon cœur.*

*Que dieux t'accueille dans son vaste paradis.*

*À mon cher papa ;*

*A toi qui joue le rôle d'un père et d'une mère, de mon respect, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour que je porte pour toi.*

*Je t'offre mon travail pour te remercier sur tous ce que tu m'as fais papa pour arriver à ce que je suis arrivée aujourd'hui.*

*Que dieux te protège et te garde pour nous.*

*À ma chères sœurs « lila et naima et leurs maris» ;*

*À ma chères sœurs « touli,diya,souad et dihy » ;*

*À mes petits neveux « dany, delane, melane et aylan» ;*

*À mon futur mari ;*

*À mes grands parents ;*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidée et encouragée, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnée.*

*A tous mes amis son exception ,et toute la promotion 2017/2018.*

*Sonia*



**J** e dédie ce travail à :

**Ma mère,**

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'affection et l'amour que j'éprouve envers toi.*

*Puisse ce travail être la récompense de tes soutiens moraux et sacrifices.*

**Mon père,**

*Puisse ce modeste travail constituer une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que tu t'es imposé pour assurer mon bien être et mon éducation.*

**Mes sœurs : Lila et Fatiha et leurs maris**

**Mes frères : Nourdine, Tarik et Mouloud**

**Mes neveux et mes nièces,**

**Mon futur mari,**

**Ma binôme : Sonia**

**Ma famille, Mes amis,**

*Sans oublier mes camarades de la promotion chacun avec son nom.*

*Fariza*

## ***Liste des figures***

### ***Chapitre I***

<b><i>Figure I-1</i></b> -Organigramme de l'entreprise.....	02
---	----

### ***Chapitre II***

<b><i>Figure II-1</i></b> -Vérin hydraulique double effet à double tiges.....	09
---	----

<b><i>Figure II-2</i></b> -Vérin hydraulique double effet.....	09
--	----

<b><i>Figure II-3</i></b> - Vérin pneumatique double effet.....	10
---	----

<b><i>Figure II-4</i></b> -Distributeur 3/2.....	10
--	----

<b><i>Figure II-5</i></b> -Distributeur 4/2.....	11
--	----

<b><i>Figure II-6</i></b> -Plonge de vérification.....	13
--	----

<b><i>Figure II-7</i></b> -Palettiseur a 3 positions.....	16
---	----

<b><i>Figure II-8</i></b> - Automate programmable.....	20
--	----

<b><i>Figure II-8</i></b> - Microcontrôleur .....	21
---	----

### ***Chapitre III***

<b><i>Figure III-1</i></b> - Pins du 16F877 .....	25
---	----

<b><i>Figure III-2</i></b> - Architecture interne du pic 16F877.....	27
--	----

<b><i>Figure III-3</i></b> - Schéma de brochage du pic 16F877 .....	31
---	----

<b><i>Figure III-4</i></b> - Quartz ou résonateur céramique .....	32
---	----

<b><i>Figure III-5</i></b> - Plan mémoire pour les instructions.....	34
--	----

<b><i>Figure III-6</i></b> - Module du convertisseur .....	36
--	----

<b><i>Figure III-7</i></b> - Synoptique des modes d'interruption .....	38
--	----

<b><i>Figure III-8</i></b> - LOGO du logiciel proteus.....	39
--	----

<b><i>Figure III-9</i></b> - l'environnement IDE de compilateur MikroC.....	40
---	----

## ***Chapitre IV***

***Figure IV-3-*** Interrupteurs de position .....42

***Figure IV-4-*** Jauge de contrainte.....43

## ***Chapitre IV***

***Figure V-1-*** Organigramme de commande du fonctionnement de la plonge .....50

***Figure V-2-*** Organigramme de commande du palettiseur .....54

***Figure V.3 :*** Déclaration des variables sous « MikroC ».....55

***Figure V.4 :*** Initialisation des ports.....55

***Figure V.4 :*** Le programme correspond à notre cahier des charges.....56

***Figure V.4 :*** Le schéma de simulation de notre programme.....57

## *Liste des tableaux*

### *Chapitre II*

<b>Tableau II-1-</b> Caractéristique du système hydraulique et système pneumatique.....	<b>11</b>
<b>Tableau II-2-</b> Les constituants de la partie de vérification.....	<b>14</b>
<b>Tableau II-3-</b> Les constituants du palettiseur.....	<b>17-18</b>

### *Chapitre III*

<b>Tableau III-1-</b> différents circuits de la famille 16F87X.....	<b>24</b>
---	-----------

### *Chapitre IV*

<b>Tableau IV-1-</b> liste des composants ajoutés à la partie vérification.....	<b>43</b>
<b>Tableau IV-2-</b> liste des composants ajoutés à la palettiseuse.....	<b>45</b>

<b>Abréviation</b>	<b>Désignation</b>
P1	Palpeur1
P2	Palpeur2
P3	Palpeur3
V1	Verin1
V2	Verin2
V3	Verin3
V10	Verin10
Fc101	Fin de course entrée verin10
Fc102	Fin de course sortie verin10
Fc31	Fin de course entrée verin3
Fc32	Fin de course sortie verin3
FC11	Fin de course entrée verin1
FC12	Fin de course sortie verin1
FC21	Fin de course entrée verin2
FC22	Fin de course sortie verin2
C1	Compteur01
C2	Compteur02
T	temporisateur

**Tableau01 : Nomenclature plonge de vérification**

<b>Abréviation</b>	<b>désignation</b>
P4	Palpeur4
CPP1	Présence palette poste1
CPP2	Présence palette poste2
CPP3	Présence palette poste3
V4	Verin4
V5	Veri5
V6	Veri6
Vch	Vérin chargement/déchargement
Vab	Vérin arrêt bouteille
Fc41	Fin de course entrée verin4
Fc42	Fin de course sortie verin4
Fc51	Fin de course entrée verin5
Fc52	Fin de course sortie verin5
FC61	Fin de course entrée verin6
FC62	Fin de course sortie verin6
FCch1	Fin de course entrée vérin chargement/déchargement
FCch2	Fin de course sortie vérin chargement/déchargement
FCab1	Fin de course entrée vérin arrêt bouteille
FCab2	Fin de course sortie vérin arrêt bouteille
H	Hauteur plus que clarck
JG	Jauge de contrainte
C3	Compteur3 (5bouteilles)
C4	Compteur4 (7 rangées)
T1	Table1
T2	Table2

**Tableau2 : nomenclature palettiseur**

# Sommaire

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
-----------------------------------	-----------

## Chapitre I

<b>I-1-Introduction .....</b>	<b>02</b>
I-2-Description de l'entreprise nafal .....	02
I-2-1-Historique.....	02
I-2-2-Organisation .....	02
I-2-3-Organigramme de l'entreprise.....	03
I-2-3-1-Définition du GPL.....	04
I-2-3-2-Politique de nafal pour la promotion GPL.....	05
I-2-3-3-Développement du GPL/c.....	05
I-3-Description du centre d'enfutage de Freha.....	06
I-3-1-1-Le remplissage de bouteilles de gaz b13.....	06
I-3-1-2-Déchargement de bouteilles vides .....	06
I-3-1-3-Acheminement des bouteilles.....	07
I-3-1-4-Introduction des bouteilles .....	07
I-3-1-5-Ejection des bouteilles .....	07
I-3-1-6-Contrôle de la tare.....	07
I-3-1-7-Contrôle de fuite .....	08
I-3-1-8-Chargement des bouteilles .....	08
<b>Conclusion.....</b>	<b>08</b>

## Chapitre II

<b>II-1-introduction .....</b>	<b>09</b>
II-1-Composants constituant les deux systèmes .....	09
II-2-1-Actionneurs et pré-actionneurs hydrauliques et pneumatiques.....	09
II-2-1-a- Vérin hydraulique double tige.....	09
II-2-1-b-Vérin hydraulique double effet.....	10
II-2-1-c-Vérin double effet pneumatique.....	10
II-2-1-d-distributeur 3/2 hydraulique.....	11
II-2-1-e-Distributeur 5/2 pneumatique.....	11
II-2-2-Caractéristiques du système pneumatique et du système hydraulique.....	12
II-2-2-a-Avantages de l'hydraulique .....	13

II-2-2-b-Inconvénients de l'hydraulique.....	13
II-2-2-c-Avantages du pneumatique .....	13
II-2-2-d-Inconvénients du pneumatique.....	13
II-3-Plonge de vérification de la fuite des bouteilles .....	14
II-3-1-Arrivées des bouteilles .....	15
II-3-2-Immersion du casier de bouteilles .....	16
II-3-3-Fin de vérification et retour du casier à sa position du départ.....	16
II-4-Palettiseur.....	17
II-4-1-Présentation et constitution du palettiseur.....	17
II-4-1-a-Définition du palettiseur.....	17
II-4-1-b- Les avantages du palettiseur.....	17
II-4-1-c-Constituants du palettiseur.....	18
II-4-2-Fonctionnement détaillé .....	20
II-4-2-a-Pose de palette à bouteilles vides .....	20
II-4-2-b-Chargement et déchargement de palette .....	20
II-4-2-c-Enlèvement de palette .....	20
II-5-Choix de la méthode qui convient à nos systèmes .....	21
II-5-1-Définition de l'automate programmable.....	21
II-5-2-Définition du microcontrôleur.....	22
<b>II-6-Conclusion .....</b>	<b>23</b>

## Chapitre III

III-1-Introduction.....	24
III-2-Définition du pic.....	24
III-3-Classification des pics de microchip.....	24
III-4-Identification des pics.....	25
III-5-Pic 16f877.....	26
III-5-1-Architecture interne du pic 16f877.....	27
III-5-2- Pins du PIC16F877.....	28
III-5-2-1-MCLR.....	28
III-5-2-2- Oscillateur OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT.....	29
III-5-2-3- Alimentation VDD et VSS.....	29
III-5-2-4- Particularités des ports.....	29
III-5-2-4-a- Ports d'entrées /sorties .....	30
III-5-2-5- Caractéristiques principale du pic 16f877.....	31

III-5-2-6- Eléments de base du PIC 16F877 [10].....	33
III-5-2-6-a- Horloge.....	33
III-5-2-6-b-L'ALU et l'Accumulateur W.....	33
III-5-2-7- Mémoires du PIC 16F877.....	34
III-5-2-7-a- Mémoire FLASH.....	34
III-5-2-7-b- Mémoire RAM.....	34
III-5-2-7-c-L'EPROM Interne.....	34
III-5-2-8-Organisation de la mémoire.....	35
III-5-2-8-a- Timers.....	35
III-5-2-8-b- Convertisseur.....	36
III-5-2-9- Instructions du 16F877.....	37
III-5-2-9-a- Instructions « orientées Registre».....	37
III-5-2-9-b- Instructions « orientées bits ».....	37
III-5-2-9-c- Instructions opérant sur une constante.....	37
III-5-2-9-d- Instructions de saut et appel de procédures.....	38
III-6- Les interruptions.....	38
III-6-1-Mécanisme générale d'une interruption .....	38
III-7-Définition du logiciel "PROTEUS" .....	39
III-8-Compilateur MikroC PRO pour PIC.....	40
<b>III-9-Conclusion.....</b>	<b>41</b>

## Chapitre IV

<b>IV-1-Introduction .....</b>	<b>42</b>
IV-2-Liste des composants ajoutés .....	42
IV-2-1-compteur.....	42
IV-2-2-Temporisateur.....	43
IV-2-4-jauge de contrainte .....	44
IV-2-3-Interrupteur de position.....	44
IV-3-1-arrivées de bouteilles dans le casier .....	45
IV-3-2-Immersion du casier et vérification des bouteilles.....	45
IV-3-3-Enlèvement du casier .....	45
IV-3-4-fin de vérification .....	46
IV-4-palettisation.....	46
IV-4-1-La palettiseuse est constituée de trois postes.....	46
IV-4-1-a-poses des casiers à bouteilles vides .....	47

IV-4-1-b-Transport de la palette a bouteilles vides .....	47
IV-4-1-c-Chargement et déchargement de la palette.....	47
<b>IV-5-Conclusion .....</b>	<b>48</b>

## Chapitre V

<b>V-1-Introduction.....</b>	<b>49</b>
V-2-Organigramme de la plonge de vérification .....	49
V-3-Organigramme du palettiseur .....	51
V-4-Application .....	55
4-1-les étapes suivies dans notre programmation .....	55
4-1-1-déclaration des variables .....	55
4-1-2-configuration du pic .....	55
4-1-3-simplification des étapes .....	56
4-2-le programme qui correspond à notre cahier des charges .....	56
V-6-simulation de notre programme .....	56
<b>V-5-Conclusion .....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>58</b>

# Introduction générale

---

L'automatique est un ensemble de théories, de techniques, d'outils ..., utilisés pour rendre les systèmes autonomes, indépendants de l'intervention humaine, afin de réduire la fréquence et la difficulté des tâches humains.

Autrement dit, est un art de modéliser, d'analyser puis de commander les systèmes. C'est aussi celui de traiter l'information et de prendre des décisions. Il fait partie des sciences de l'ingénieur, il traite de la : Modélisation Analyse Commande et de la Régulation.

L'automatique a pour objet le contrôle automatique de procédés industriels ou d'appareillage divers dans le but de supprimer ou de faciliter l'intervention humaine.

L'automatique s'applique dans deux domaines tels que les systèmes à événements discrets, on parle d'automatisme (séquence d'actions dans le temps) comme les distributeurs et aussi dans les systèmes continus pour asservir et/ou commander des grandeurs physiques de façon précise et sans aide extérieure comme le pilotage automatique d'un avion.

Après une durée de stage qu'on a effectué à l'entreprise NAFTAL branche GPL centre d'enfutage situé à FREHA, on a vu plusieurs systèmes qui se déroulent manuellement tel que « le système de vérification d'étanchéité et le système de palettisation d'une ligne de production ». Notre but dans ce mémoire est d'automatiser ces deux derniers pour la raison de sécurité et de faciliter le travail aux opérateurs.

Cette opération se fait avec la programmation à base d'un microcontrôleur PIC 16F877.

Le premier chapitre de ce mémoire est consacré à la présentation de l'entreprise, le second présente le principe de fonctionnement des deux systèmes à étudier ainsi que les matériels y afférents sont présentés et étudiés en détail. Le chapitre d'après présente des généralités sur les microcontrôleurs et on a focalisé particulièrement sur le PIC16f877 ainsi qu'on a ajouté une brève présentation sur les logiciels utilisés pour la programmation et la simulation de ce pic, Le chapitre qui suit aborde notre apport d'amélioration au système existant qui consistent au rajout des composants spécialement dans la détection. Et expliquera les étapes à suivre pour la programmation et la simulation.

Enfin, une conclusion générale synthétise les résultats obtenus et donne les perspectives et les voies d'amélioration du projet.

## **I-1-Introduction :**

Dans ce chapitre, après une brève présentation de l'entreprise Naftal, nous allons faire une description du processus de remplissage de bouteilles de gaz butane.

## **I-2-Présentation de l'entreprise NAFTAL :**

### **I-2-1-Historique :**

Issue de Sonatrach, l'entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers a été créée par le décret N 80/101 du 06 avril 1981. entrée en activité le 01 janvier 1982, elle est chargée de raffinage et de distribution des produits pétroliers.

En 1987, l'activité du raffinage est séparée de celle de distribution et attribuée à NAFTEC. NAFTAL est désormais chargé uniquement de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et de leurs dérivés. En 1998, elle change de statut et devient une société par action (SPA) et filiale à 100% de SONATRACH.[1]

### **I-2-2-Organisation :**

Naftal est une société par actions (SPA) au capital social de 15 650 000 000 DA. Fondée en 1982 et filiale à 100% du Groupe Sonatrach, elle est rattachée à l'activité commercialisation. Elle a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national.

Elle intervient également dans le domaine de :

- L'enfûtage des GPL ;
- La formulation des bitumes ;
- La distribution, le stockage et la commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques, GPL/carburant, produits spéciaux ;
- Le transport des produits pétroliers.

Pour assurer la disponibilité des produits sur tout le territoire, Naftal met à contribution plusieurs modes de transport :

- Le cabotage et les pipes, pour l'approvisionnement des entrepôts à partir des raffineries.
- Le rail pour le ravitaillement des dépôts à partir des entrepôts.
- La route pour livraison des clients et le ravitaillement des dépôts non desservis par le rail.

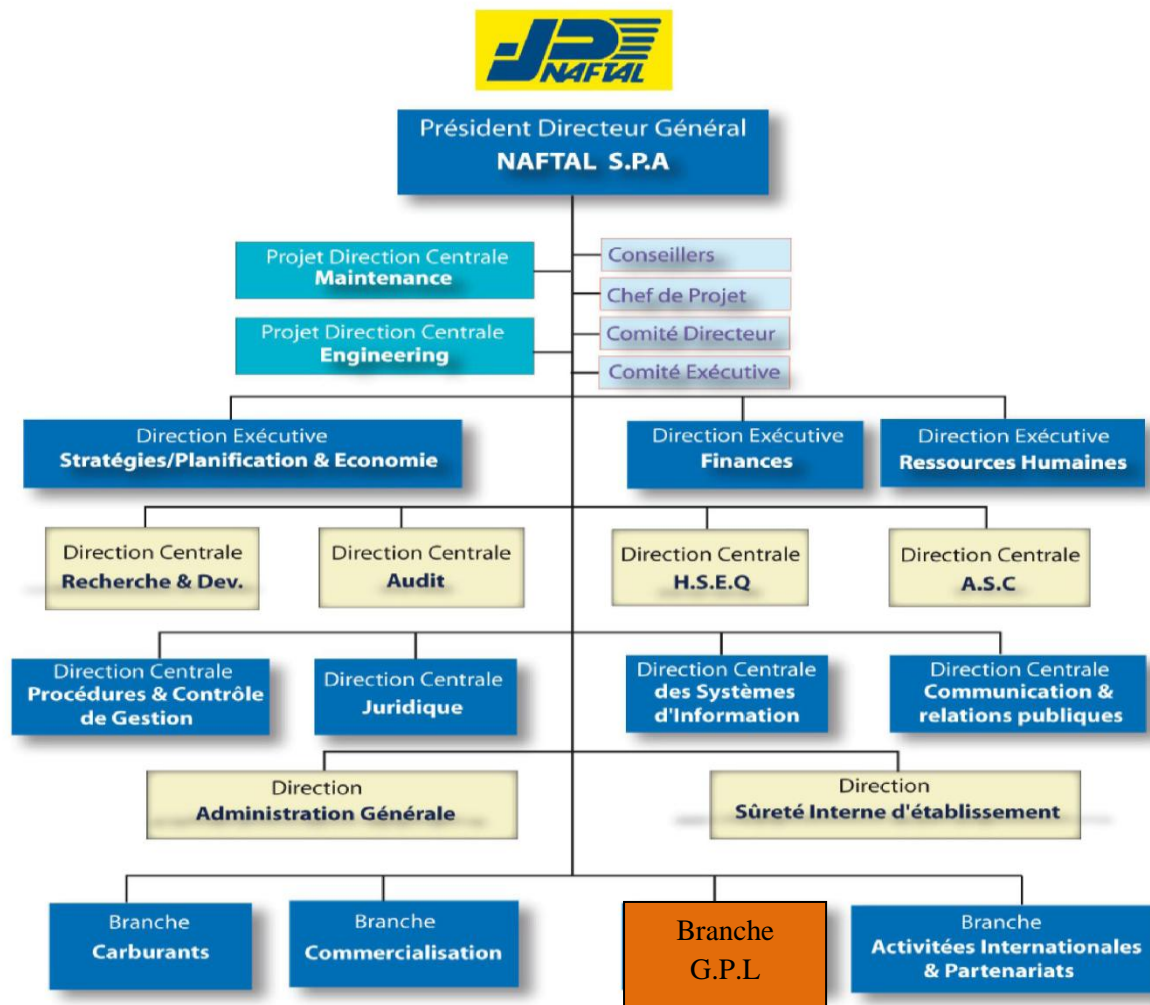
A l'ère de la mondialisation, Naftal a jugé indispensable la mise en place d'une nouvelle organisation par ligne de produit (bitumes, lubrifiants, réseau, logistique, GPL, pneumatique, Aviation, Marine).

Naftal fournit près de 13,3 millions de tonnes de produits pétroliers par an, un chiffre appelé à augmenter avec une demande en constante croissance.

Elle a également mis en place une nouvelle vision stratégique à moyen terme orientée client avec un plan de mise en œuvre.

### I-2-3-organigramme de l'entreprise :

L'organigramme de l'entreprise naftal est illustré par la figure ci-dessous :



**Figure I-1** : organigramme de l'entreprise.[2]

Dans la gamme des produits GPL, Naftal commercialise deux produits essentiels: le butane et le propane, nous dans notre travail on se base sur le butane arrivant au mini centre de freha.

### **I-2-3-1-Définition du GPL:**

Le terme **GPL** (Gaz de Pétrole Liquéfiés) est utilisé pour désigner des mélanges d'hydrocarbures essentiellement composés de butane ou de propane.

Les GPL sont des hydrocarbures saturés dont les molécules sont composées d'atomes de carbone et d'hydrogène.[2]

### **I-2-3-2-Politique de naftal pour la promotion de GPL :**

Naftal étant une entreprise citoyenne participe activement à travers ses activités à la promotion et au développement de produits respectant l'environnement tout en permettant au consommateur de bénéficier de rapport qualité/prix très attrayant. Ainsi, deux produits s'inscrivent dans cette perspective à savoir le GPL/c et le GNC dont le potentiel de disponibilité en Algérie est très important.[2]

### **I-2-3-3- Développement du GPL/c :**

Le GPL carburant est un mélange de butane et de propane à des proportions normalisées. Ce carburant est distribué en Algérie par Naftal depuis 1983 sous le nom commercial déposé « SIRGHAZ ».

Grâce à une taxation avantageuse, le « **SIRGHAZ** » est aujourd'hui le carburant le moins cher du marché avec son prix de 9 DA/litre et présente aussi une autre source d'économie qui réside dans la combustion du GPL qui ne laisse aucun dépôt de calamine, ce qui rend l'entretien du véhicule roulant au « SIRGHAZ » moins coûteux qu'un véhicule traditionnel.

Le « SIRGHAZ » réduit significativement les émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CO) et les émissions polluantes par rapport aux carburants classiques. Le « SIRGHAZ » ne contient ni plomb, ni benzène, et ne produit pas de particules.

Le marché du GPL carburant présente des opportunités certaines en Algérie, compte tenu de la disponibilité de la ressource et de ses avantages économiques et écologiques.

La stratégie de Naftal pour le développement de GPL/c à long et à moyen termes s'articule autour de quatre (4) grands axes :

1. Développement de la chaîne logistique GPL/c (stockage, réseau de canalisation, flotte de transport de livraison) ;
2. Développement de l'activité de conversion des véhicules (rénovation et réalisation de centres de conversion, acquisition de kits de conversion, formation d'installateurs) ;
3. Extension du réseau de points de ventes de GPL/c (réalisation de points de ventes au niveau des stations-service, réalisation de points de vente dédiés uniquement au GPL/c) ;
4. Propositions de mesures incitatives pour la promotion et le développement de ce produit.

Les GPL désignent : GAZ DE PÉTROLE LIQUÉFIÉ. Ce sont des mélanges de Butane (C4) et de Propane (C3). Les GPL peuvent être obtenus à partir de diverses sources de traitement des hydrocarbures telles que:

- le traitement du gaz naturel ou gaz associés.
- le raffinage du pétrole.
- la liquéfaction du gaz naturel.[2]

Dans la gamme des produits GPL, Naftal commercialise essentiellement deux produits: le butane et le propane. Dans notre travail on se base sur l'étude du processus utilisé pour le conditionnement du gaz de butane arrivant au mini centre de Freha.

### **Le Butane Commercial:**

Mélange d'hydrocarbures composé essentiellement de butanes et de butènes et en faible proportion de propane et de propène (moins de 19 % du volume).

Le butane est commercialisé sous deux formes de conditionnement :

- Bouteille de 13 Kg (B13).
- Bouteille de 06 Kg (B6).
- Bouteille de 03 Kg (B3).

### **I-3-Description du centre d'enfutage Freha :**

Le district NAFTAL GPL de Tizi-Ouzou est composé des infrastructures suivantes :

- Un siège administratif et un atelier de maintenance des matériels roulants à Tala Athmane.
- Un centre d'enfutage de GPL à Freha.
- Un centre d'enfutage GPL à Oued Aissi.
- Un micro centre et un dépôt relais de GPL à Ouadias.
- Un dépôt relais de GPL à Ain El Hammam.
- Un dépôt relais de GPL à Tizirt.

L'une des principales applications industrielles est le système de palettisation de bouteilles de gaz et le système de vérification d'étanchéité au centre de Naftal situé à FREHA. Ce système est responsable à la vérification de fuite de bouteilles de gaz pleines et leur chargement dans des palettes après regroupement afin d'être déménager de la salle de remplissage puis stockes dans des dépôts, ect.

L'automatisation du système de contrôle d'étanchéité et le système de palettisation d'une ligne de production comme un projet de fin d'études.[3]

### **I-3-1-Le remplissage de bouteilles de gaz b13 :**

Cette partie a pour le but de définir l'ensemble de fonctionnement de la chaine de remplissage de bouteilles du gaz.

Une chaine de remplissage assure le conditionnement du gaz butane dans des bouteilles B13 (13kg).

Le processus de conditionnement du gaz butane est constitué des étapes suites :

#### **I-3-1-1-Déchargement des bouteilles vides :**

Les bouteilles vides sont déchargées à partir des palettes au niveau du système de palettisation à l'aide d'un operateur, chaque palette est composée de 7 lignes de 5 bouteilles donc 35 bouteilles au total.

Un vérin hydraulique décharge la palette ligne par ligne pour les acheminer vers le poste de remplissage (carrousel).

### **I-3-1-2-Acheminement des bouteilles :**

Les bouteilles déchargées sont acheminées vers le poste de remplissage (carrousel) à l'aide d'un convoyeur à chaîne.

Une chaîne de manutention entraînant en continu par traction les bouteilles présentes sur le convoyeur à chaîne. Toutefois, lorsque cela s'avère nécessaire, les bouteilles peuvent être stoppées à partir d'un équipement complémentaire sans arrêter le fonctionnement des chaînes de manutention.

### **I-3-1-3-Introduction des bouteilles :**

Une fois la bouteille arrivée au poste d'introduction, un capteur de bouteille B13 est activé. La bouteille est à l'arrêt et n'attend que la première machine d'emplissage soit en position pour pouvoir entrer.

### **I-3-1-4-Remplissage des bouteilles :**

Une fois la bouteille introduite dans la machine de remplissage qui lui correspond, l'opérateur fixe la tête de remplissage. En tout, il y a 12 machines de remplissage. Une fois les bouteilles sont remplies.

### **I-3-1-5-Éjection de bouteilles :**

L'éjection des bouteilles tangentiellement sur le convoyeur à chaîne se réalise de manière automatique.

A l'arrivée de la machine de remplissage au poste d'éjection, la plaque codée passe à travers le lecteur de code de l'éjection.

### **I-3-1-6-contrôle de la tare :**

La bouteille arrive sur le convoyeur à chaîne, la cellule photoélectrique B03 (détecteur de bouteille) est activée, et l'arrêt d'accumulation s'ouvre. La bouteille est posée tout en étant levée par table de la bascule. En cas de sous emplissage de la bouteille, celle-ci est poussée sur le convoyeur à rouleaux par l'éjecteur.

### **I-3-1-7-Contrôle de fuite :**

Cette partie sert à vérifier les fuites constatées sur les bouteilles remplis en gaz. Ces dernières rentrent dans un casier qui est incliné par un operateur dans une plonge remplie d'eau servant à contrôler les bouteilles feillardes, après l'enlèvement du casier, les bouteilles sortent de ce dernier et à l'aide d'un operateur, celles qui fuient seront enlevées puis seront envoyées vers le poste de chargement à l'aide du convoyeur à chaîne.

### **I-3-1-8-Chargement des bouteilles :**

Les bouteilles arrivent au poste de chargement au niveau du palettiseur, un palpeur pneumatique permet de compter l'arrivée de 5 bouteilles. Une fois sur place un arrêt d'accumulation empêche le passage de plus de 5 bouteilles, un vérin pneumatique est commandé pour pousser les 5 bouteilles dans la palette. Cette opération est répétée 7 fois pour que la palette soit remplie, et c'est l'operateur qui commande l'arrêt du chargement. et le reprendre après avoir amené au poste de chargement une nouvelle palette vide.

### **Conclusion :**

Dans ce premier chapitre, nous avons fait une présentation générale de la société, ses produits et ses domaines d'activités ainsi que l'organisation et le fonctionnement de chaque système.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le fonctionnement des deux systèmes à étudier.

### **II-1-Introduction :**

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes parties qui composent les deux systèmes étudiés dans ce présent travail, à savoir : la plonge de vérification d'étanchéité et le palettiseur. Le principe de fonctionnement de ces deux systèmes à étudier ainsi que les matériels y afférents sont présentés et étudiés en détail.

### **II-2- Composants constituant les deux systèmes :**

Dans les deux systèmes, on trouve des actionneurs et pré actionneurs hydrauliques et pneumatiques ainsi que des moteurs asynchrone réducteurs dont le fonctionnement sera décrit ci-dessous

#### **II-2-1- Actionneurs et pré-actionneurs hydraulique et pneumatique :**

Les actionneurs et les pré actionneurs pneumatiques et hydraulique convertissent l'énergie de puissance pneumatique ou hydraulique en énergie mécanique de translation, de rotation ou d'aspiration. Leurs principales caractéristiques sont : la course, la force et la vitesse. Parmi les actionneurs pneumatiques et hydrauliques, on retrouve principalement les vérins, les distributeurs...etc.

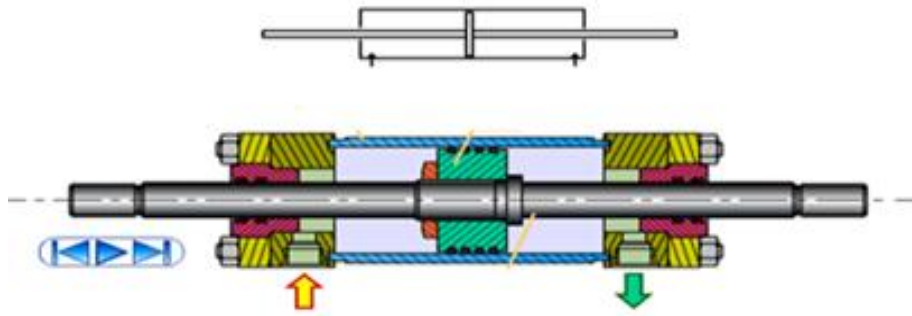
##### **II-2-1-1- Actionneurs :**

###### **II-2-1-1-a- Vérin hydraulique double tige :**

Le vérin à double tige comporte une tige traversant la totalité du corps et un piston placé en son milieu.

Si la pression est la même dans les deux chambres, il n'y a pas de déplacement de la tige car les deux surfaces du piston en contact avec l'huile sont de même dimension. la charge est maintenue immobile.

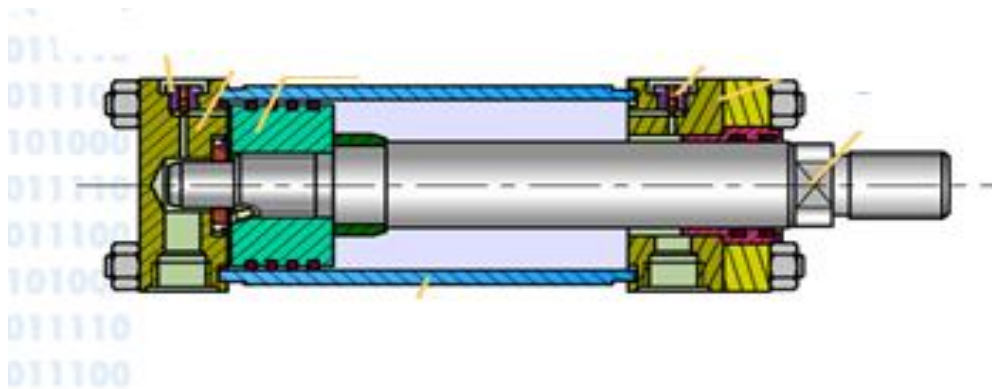
Cependant, l'encombrement d'un tel vérin est nettement supérieur à l'encombrement d'un vérin traditionnel.[4]



**Figure II-1:** vérin hydraulique double effet a double tiges

**II-2-1-1-b-Vérin hydraulique double effet :**

Le vérin hydraulique est n actionneur constitué d'un corps fixe et d'un ensemble piston+tige mobile.il est en principe équipée d'un système d'amortissement pour freiner le mouvement en fin de course.[4]

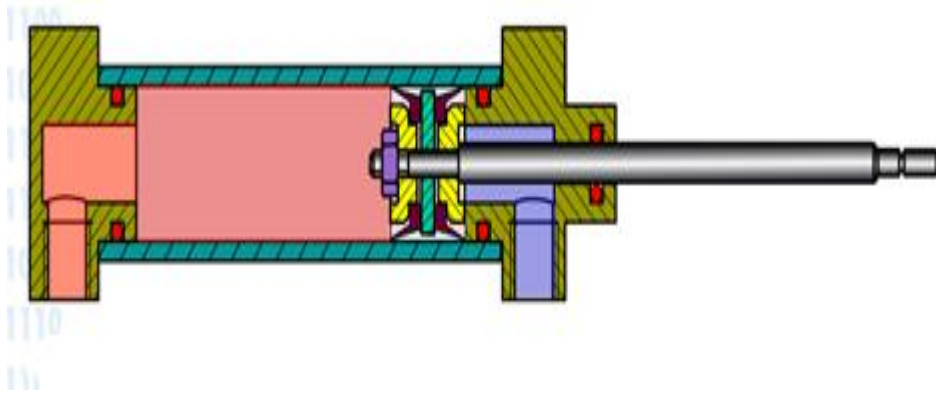


**Figure II-2:** vérin hydraulique double effet

**II-2-1-1-c- Vérin double effet pneumatique :**

Le piston peut se déplacer librement dans le corps lorsqu'il est poussé par l'air comprimé.

En absence d'air comprimé, il reste en position (tige rentrée ou sortie).[4]



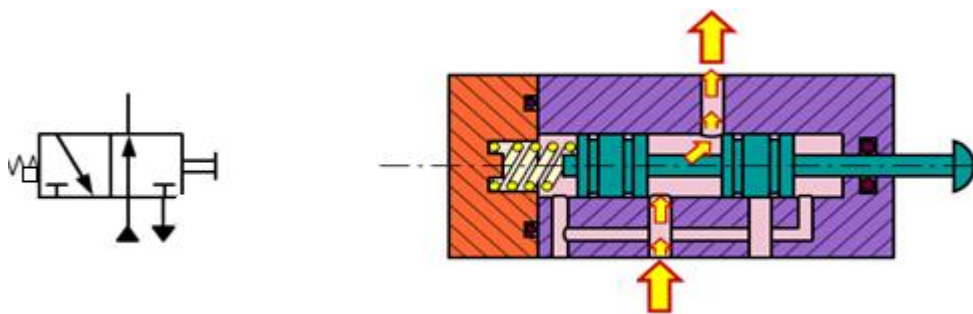
**Figure II-3 :** vérin pneumatique double effet

**II-2-1-2- pré-actionneurs :**

**II-2-1-2-a- Distributeur 3/2 hydraulique :**

Les distributeurs sont des robinets directionnels. Ils dirigent le fluide **hydraulique** issu des organes de génération, selon les besoins du circuit. Il peut être bloqué, orienté ou stoppé en fonction de la configuration du tiroir.

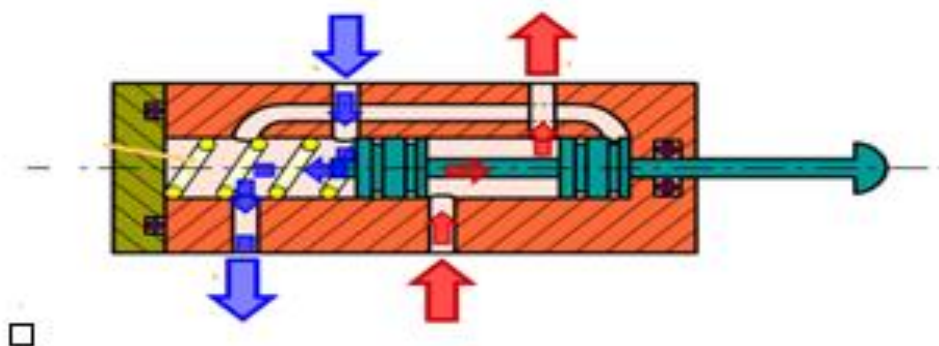
Le distributeur 3/2 permet d'alimenter un circuit hydraulique ou de le mettre à l'échappement : lorsque le distributeur est en position repos, la canalisation A est vidée de son huile.[4]



**Figure II-4:** distributeur 3/2

**II-2-1-2-b- Distributeur 5/2 pneumatique :**

Le distributeur 5/2 est utilisé par les vérins doubles effet au même titre qu'un distributeur 4/2. le 5/2 possède un orifice d'échappement par chambre du vérin.[4]



**Figure II-5:** distributeur 4/2

**II-2-2- Caractéristiques du système pneumatique et du système hydraulique :**

Le tableau II-1 Donne les caractéristiques des deux systèmes, à savoir ; système pneumatique et système hydraulique.[4]

	<b>pneumatique</b>	<b>hydraulique</b>
<b>Pression de travail</b>	basse pression (6 à 8 bars)	Haute pression (plusieurs centaines de bars)
<b>Effort transmis</b>	Faible (du fait de la basse pression)	Importants (si la pression est élevée)
<b>Vitesse obtenues</b>	Grande vitesse mais irrégulière du fait de la compressibilité de l'air	très régulières moins grandes qu'en pneumatique
<b>Installation</b>	Une unique source d'énergie pour l'ensemble d'une installation (un seul compresseur)	Chaque machine possède son propre groupe hydraulique pour lui fournir l'énergie nécessaire
<b>Mise en œuvre</b>	Relativement simple (tuyaux souples, raccords rapides...)	Moins simple qu'en pneumatique (gestion de l'étanchéité, du retour à la bêche...)

**Tableau II-1 :** Caractéristiques du système hydraulique et système pneumatique.

**II-2-2-a- Avantages de l'hydraulique :[5]**

-Les vérins et moteurs hydrauliques peuvent démarrer en charge, y compris avec des charges élevées.

-Les actionneurs sont auto lubrifiés lors de leur fonctionnement : leur fiabilité est accrue.

**II-2-2-b- Inconvénients de l'hydraulique :[5]**

-Les pressions élevées peuvent être cause d'accidents en cas de fuites.

-La longueur où la complexité du circuit hydraulique provoque des pertes de charges dans l'installation. Le rendement en est alors affecté.

-Coûts d'installation et des équipements élevés. Cependant, à service équivalent, l'installation pneumatique sera souvent d'un coût supérieur.

### **II-2-2-c- Avantages du pneumatique :[5]**

-L'air comprimé se transporte facilement dans des conduites bon marché.

-Il est propre et les composants fonctionnant sous cette énergie sont peu coûteux.

-Pas de risque de détérioration pour cause de surcharge (moteurs pneumatiques de visseuses).

-Il est également peu sensible aux variations de température.

-Enfin les échappements d'air et les fuites ne sont que peu polluants.

-Utilisation idéale en milieu explosif.

### **II-2-2-d- Inconvénients du pneumatique :[5]**

Malgré de nombreux avantages, l'automatisation par l'air comprimé présente certains inconvénients qu'il faut prendre en considération.

-Cette source d'énergie exige un excellent conditionnement (filtration). Aucune impureté (poussière etc.) ne doit pénétrer dans le système.

-Il est difficile d'obtenir des vitesses régulières du fait de la compressibilité de l'air.

-Les forces développées restent relativement faibles. Pour des efforts importants, il est préférable et impératif de faire appel à de l'énergie hydraulique.

-L'air des échappements est bruyant. Ce phénomène désagréable se trouve en partie résolu grâce à l'utilisation de silencieux.

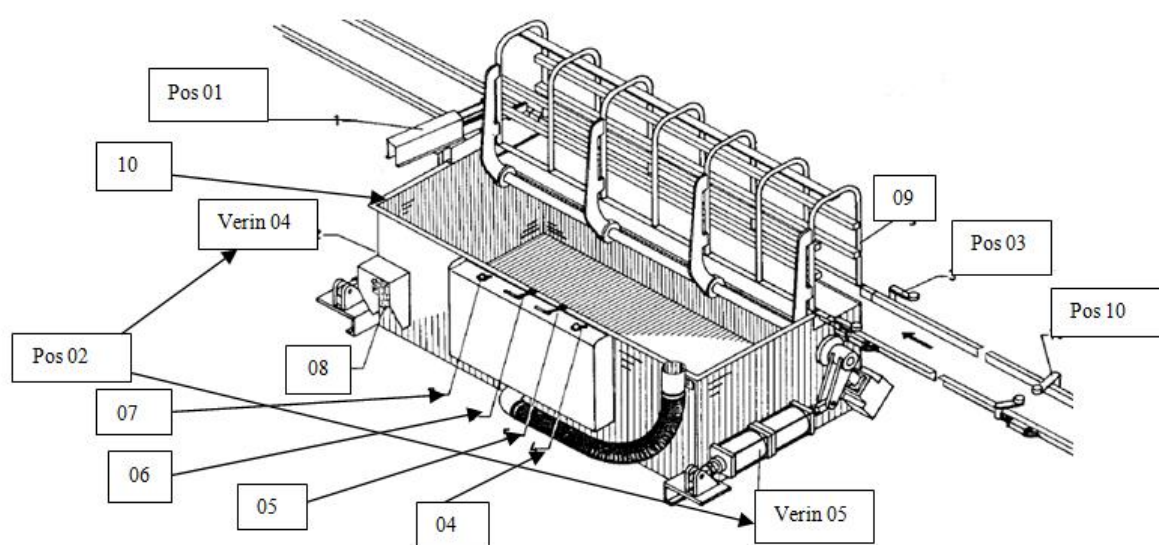
-Il n'existe peu ou pas de gaz pré-comprimé économiquement exploitable à l'état naturel. Il est donc nécessaire de le comprimer artificiellement (consommation d'une autre énergie accompagnée de pertes thermiques), ce qui n'en fait qu'un moyen de transport ou de stockage d'énergie, mais pas une source d'énergie primaire au plein sens du terme.

-La production de l'énergie est relativement chère.

### II-3- Plonge de vérification d'étanchéité :

Cette plonge sert à vérifier la fuite du gaz des bouteilles remplies (voir figure2). Son principe de fonctionnement est constitué de trois étapes :

- Arrivée de bouteilles dans le casier ;
- Immersion du casier et vérification de bouteilles ;
- Fin de vérification et retour du casier à sa position du départ ;



**Figure II-6:** Plonge de vérification de la fuite des bouteilles

La liste des matériels est donnée par le tableau ci-dessous :

Index	Nom	Rôle
Pos 01	vérin N°01	C'est de stopper les bouteilles arrivant au casier pour ne pas continuer l'acheminement
Pos 02	Vérin N°04 et vérin N°05 (vérins hydraulique)	Faire la rotation et l'émergence du casier dans le bassin d'eau
Pos 03	vérin N°03	Bloquer les autres bouteilles à l'enter du casier

<b>Pos 10</b>	vérin N°10	C'est d'assurer la sécurité et d'éviter le bourrage des bouteilles à l'arrivée du casier
<b>04</b>	Bouton poussoir 01	Commande de stop bouteille N°03
<b>05</b>	Bouton poussoir02	Commande du vérin N°05
<b>06</b>	Bouton poussoir03	Commande du vérin N°04
<b>07</b>	Bouton de commande	Commande de stop bouteille N°01
<b>08</b>	Filtre régulateur lubrifiant	Filtrer l'huile revenant du vérin N°05 et N°04
<b>09</b>	Casier	C'est un terroir où elles arrivent les bouteilles pré à vérifier
<b>10</b>	Bassin d'eau	C'est un récipient creux remplie d'eau ou se détecte les bouteilles ayant la fuite

**Tableau II-2** : Les constituants de la partie de vérification (la plonge).

Les étapes du principe de fonctionnement de la plonge sont comme suit :

### **II-3-1- Arrivée des bouteilles :**

Avant l'arrivée des bouteilles dans le casier, les stops bouteilles Pos 3 et pos 1 doivent être fermés et le pos 10 doit être ouvert (voir la figure II-6).

L'opérateur appuie sur la position de l'arrêt de bouteilles, pos 3 sera fermé et l'arrêt pos 10 s'ouvre et les bouteilles avancent vers l'arrêt pos 3.

### **II-3-2- Immersion du casier et vérification de bouteilles :**

En appuyant sur la soupape pos 5, le casier avec les bouteilles pleines seront inclinées à 45°, et en appuyant sur la soupape pos 6, le casier sera immergé dans le réservoir. Les bouteilles fuyardes seront repérées par l'apparition des bulles sur la surface de l'eau.

En appuyant sur la soupape pos 5 et la soupape pos 6, le casier sera levé et retenu incliné à 45° (par exemple : si le robinet de la bouteille n'est pas bien serré, l'opérateur doit le serrer), ensuite, les bouteilles seront plongées une autre fois pour un nouvel examen.

Après le contrôle des bouteilles, en appuyant sur pos 5 et pos 6, le casier sera levé à la position vertical suivi d'un appuie sur la soupape pos 7 afin d'ouvrir pos 1 qui va libérer les bouteilles contrôlées.

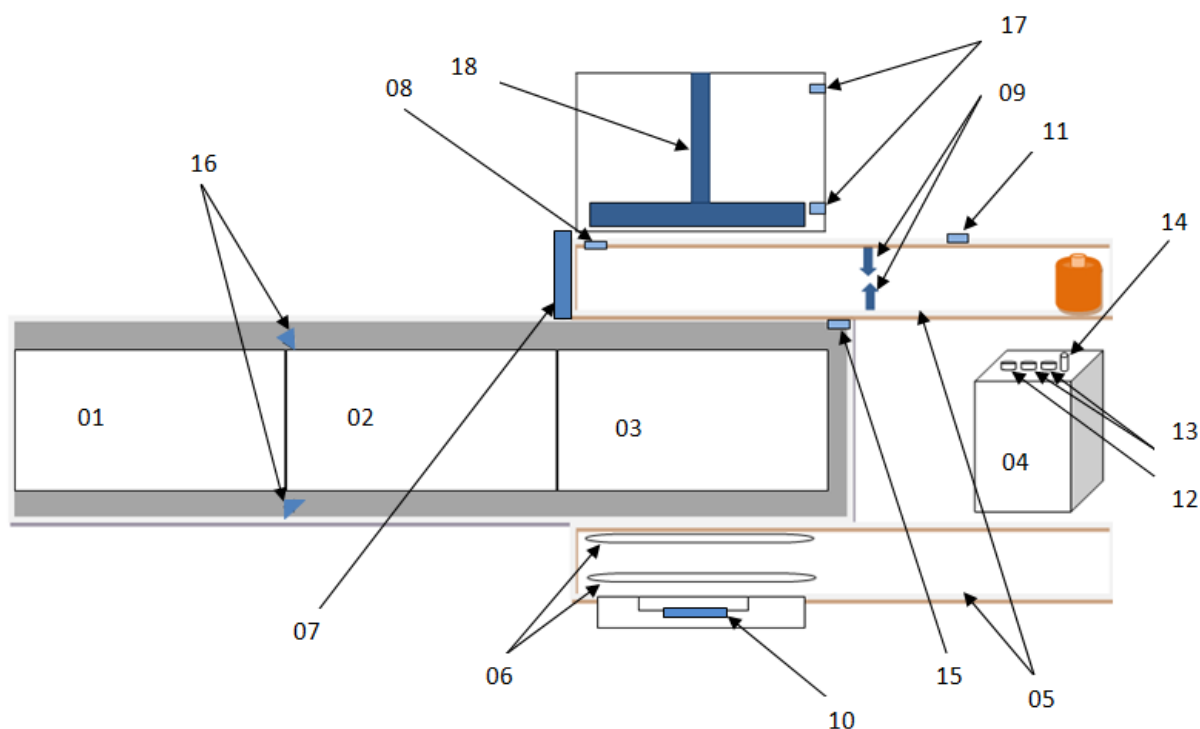
### **II-3-3- Fin de vérification et retour du casier à sa position du départ :**

Une fois toutes les bouteilles sont évacuées du casier en actionnant de nouveau la pos7 qui a pour effet de fermer l'arrêt bouteilles 01 précédent, un nouveau cycle de fonctionnement comme décrit en section *i*.

Après avoir retiré les bouteilles déclarées fuyardes, le reste des bouteilles s'achemineront vers la palettiseuse.

### II-4- Palettisation :

Les bouteilles non fuyardes passeront au processus de palettisation qui consiste à les introduire dans des palettes métalliques contenant chacune 35 bouteilles destinées à leur commercialisation comme schématisé dans la figure suivante :



**Figure II-7:** Palettiseur à 3 positions

#### II-4-1-Présentation et constitution du palettiseur:

##### II-4-1-a-Définition d'un palettiseur :

Un palettiseur est un système qui permet de remplir des produits (bouteilles) sur une palette. Le rôle d'une palette est de garantir l'outil logistique pour mieux répondre à la nouvelle donnée de distribution moderne tel que l'esthétique et l'emballage réduit.

##### II-4-1-b- Les avantages du palettiseur :

Parmi les avantages du palettiseur on peut citer :

- Il permet de manipuler les produits difficiles : comme le palettiseur des bouteilles à gaz ;

- L'opération de chargement et de déchargement des produits devient plus facile et plus rapide ;
- Il garante la stabilité des produits à transporter.
- Il permet de compter les produits facilement : chaque palette pleine contient un nombre bien déterminé de produit (dans notre cas les produits sont des bouteilles de gaz).

### II-4-1-c- Constituants de la palettiseuse :

-Liste des composants présentés sur la figure02 :

N°	nom	Rôles
01	Poste de dépôt	Est 'accueillir des palettes contenant des bouteilles vides destiné au poste de chargement/déchargement.
02	Poste intermédiaire	Constitue un poste de transition pour les palettes à bouteilles vides et un poste d'enlèvement une fois les palettes seront remplies.
03	Poste de chargement/déchargement	C'est le poste ou se déroule l'opération proprement dite palettisation a savoir le chargement et le déchargement des palettes.
04	Armoire de commande	Renferme tout les distributeurs nécessaires pour le fonctionnement ainsi qu'un pupitre de commande.
05	Chaine à convoyeur	Acheminement des bouteilles.
06	Tables élévatrices	La table cote plein sert à soulever les bouteilles pleines afin de les introduire sans chevauchement de la chaine et a l'autre table en se soulevant empêche les bouteilles décharger de butée contre la chaine convoyeur évite ainsi le dirayèrent de cette dernière.

07	Frein butée	Sert de centrage pour le poussoir en bloquant les bouteilles passent directement en face de la palette.
08	Palpeur	Synchronise l'entrée des bouteilles au poste de chargement/déchargement par l'ouverture et la fermeture vérin 09.
09	vérin	Bloque les bouteilles pour permettre au vérin poussoir pour charger ou décharger une rangée déjà introduite.
10	Fin de course	Détecte la présence des bouteilles sur la chaîne au côté de déchargement.
11	Anti bourrage	Evite le bourrage des bouteilles a l'amant du poste de chargement/déchargement.
12	Arrêt d'urgence	Permet d'interrompre le fonctionnement a n'importe quelle étape pour raison de Sécurité.
13	Boutons poussoir	Commande de distributeurs.
14	Bouton manuel	En appuyant sur ce bouton en passant du mode automatique au mode manuel.
15	Guide palette	positionne la palette d'une manière précise au poste chargement/déchargement.
16 16	Bloqueur palette	Empêche la palette à bouteilles pleines revenir au post N°01
17	Fins de course	Détectent la sortie et la rentrée du bras poussoir.
18	Bras poussoir	Pousse par range de 05 bouteilles pleines dans la palette tout en évacuant 05 vides c est l'opération de chargement/déchargement proprement dite.

**Tableau II-3 : Les constituants du palettiseur**

### **II-4-2- fonctionnement détaillé du palettiseur :**

Le système de palettisation des bouteilles de gaz comprend trois étapes :

- pose de palette à bouteilles vides ;
- chargement et déchargement des palettes ;
- enlèvement des palettes ;

Et le fonctionnement de chaque étape de ce processus est comme suit :

#### **II-4- 2- a- Pose de palette à bouteilles vides :**

Le poste de pose de palette de bouteilles vide est situé à l'extrémité du chemin de chaîne de transfert.

La palette avec des bouteilles vides est déposée par le chariot élévateur au poste A. Un opérateur la pousse jusqu'à la position C en traversant sans interruption le poste B.

#### **II-4-2-b-Chargement et déchargement de la palette :**

Une fois la palette est bien positionner l'opération de chargement/déchargement peut commencer.

A l'arrivée de 5 bouteilles pleines devant le poste de chargement/déchargement, l'opérateur actionne le moteur en poussant sur le bouton de démarrage faisant la sortie du bras pousseur, cela se fait 7 fois pour avoir 35 bouteilles.ici on la palette est pleine.

L'opérateur pousse manuellement la palette à bouteilles remplies jusqu'au poste intermédiaire.

#### **II-4-2-c-Enlèvement de palette :**

Une fois que la palette pleine est immobilisée par le bloqueur palette (voir Tableau II-2 N°16). Un Clark procédera à l'enlèvement de cette dernière et libérera le poste pour un nouveau cycle.

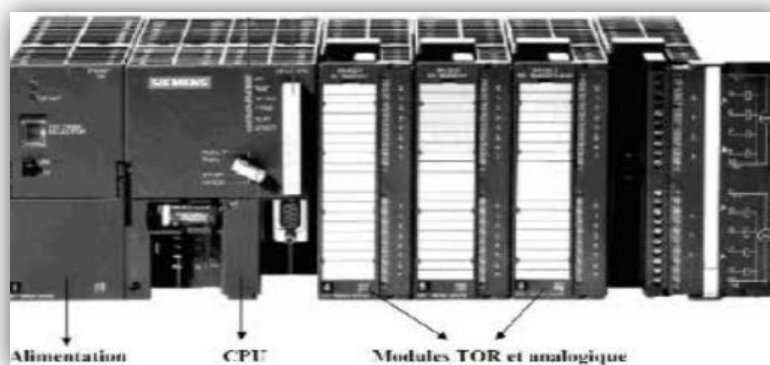
Et là, on arrive à la fin de l'opération et pour la redémarrer à nouveau, l'opérateur doit appuyer sur le bouton de mise à zéro (voir la figure II-7).

Et pour faire fonctionner ces deux systèmes automatiquement il existe plusieurs méthodes telles que l'automate programmable et le microcontrôleur...etc.

## II-5- Choix de la méthode qui convient a nos systèmes :[14]

### II-5-1-Définition de l'automate programmable industriel (API):

L'automate programmable industriel (API) défini par NEMA comme un appareil électronique à commande numérique qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions pour la mise en œuvre de fonctions spécifiques telles que logique, séquentiel, temporisation, comptage et arithmétique à l'aide des modules analogiques et numérique entrée/sortie.



**Figure II-8** : automate programmable

### -Les Avantages des automates programmables industriels (API):

Son microprocesseur développé en profondeur produit pour l'industrie qui peut être programmé par le biais de logiciels de programmation haut de gamme utilise son langage de programmation Ladder simple et compréhensible.

L'automate peut être programmé pour contrôler n'importe quoi d'une centrale électrique à une petite pression. Il dispose du matériel et des logiciels requis pour ce faire.

API développé pour l'automatisation industrielle.

Le temps de développement est moins, cela semble être une solution rentable dans l'industrie des services.

Le dépannage d'un système API est beaucoup plus technique et très facile à adapter et à modifier. L'interfaçage d'un automate est tellement plus facile car il est conçu pour vous les signaux de base de la machine, DC / AC, Entrée haute vitesse, série et mise en réseau.

Avec un microcontrôleur, vous devrez concevoir votre propre interface de signal.

L'automate est un contrôleur logique d'entrée / sortie infiniment extensible généralement programmé avec un programme PC externe.

- Ils sont très fiables, rapides et flexibles.
- Ils peuvent traiter des conditions sévères telles que la poussière, l'humidité, etc.
- Ils peuvent communiquer avec d'autres contrôleurs.
- Ils sont faciles à programmer et à résoudre.
- Ils comprennent des unités d'affichage.

### II-5-2-Définition du microcontrôleur:

Le microcontrôleur est un microprocesseur avec entrée et sortie interne et mémoire, RAM, ROM, PORTS.



**Figure II-9 :** microcontrôleur

#### -Les Avantages des microcontrôleurs :

- En cas de microcontrôleur, la programmation est un peu fastidieuse à cause du langage machine.
- Un microcontrôleur est également un contrôleur logique mais utilisé dans des systèmes dédiés qui sont programmés une fois pour toutes, dont le programme ne sera pas accessible par l'utilisateur et dont le programme ne devra pas être modifié fréquemment.

- Microcontrôleurs développés pour les équipements dédiés.
- Le temps de développement est plus important.
- Avec un microcontrôleur, vous devrez concevoir votre propre interfaçage de signal.
- Microcontrôleur n'est pas un contrôleur logique d'entrée / sortie infiniment extensible.

Et dans notre application, nous avons opté pour un microcontrôleur car il est moins cher que l'automate programmable en plus, il est aussi comme certains APIs supporte de nos jours les langages de programmation évolués comme le Mikroc.

### **II-6- Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit le fonctionnement actuel des deux systèmes non modifiés et aussi nous avons présenté en détail les différents accessoires les composant.

Après avoir mis en évidence le fonctionnement des deux systèmes, nous avons constaté que le fonctionnement manuel est un processus délicat où l'opérateur doit intervenir régulièrement. En revanche, l'adoption d'un fonctionnement automatique facilitera les tâches pour l'opérateur. Puis on a fait le choix de la méthode à utiliser pour ce processus qui est la programmation du microcontrôleur.

## Introduction

Le microcontrôleur est un objet technique, intégrant de l'électronique, fait souvent apparaître des fonctions ayant pour rôle le traitement d'information : opérations arithmétiques (Addition, multiplication...) ou logiques (ET, OU...) entre plusieurs signaux d'entrée permettant de générer des signaux de sortie.

Ces fonctions peuvent être réalisées par des circuits analogiques ou logiques. Mais, lorsque l'objet technique devient complexe, et qu'il est alors nécessaire de réaliser un ensemble important de traitements d'informations, il devient plus simple de faire appel à une structure à base de microcontrôleur.

### III-1-Définition de PIC

Les microcontrôleurs sont aujourd'hui implantés dans la plupart des applications grand public ou professionnelles, il en existe plusieurs familles. La société Américaine Microchip Technologie a mis au point dans les années 90 un microcontrôleur CMOS : le PIC (Periphériol Interface contrôler). Ce composant encore très utilisé à l'heure actuelle, est un compromis entre simplicité d'emploi, rapidité et prix [6].

Les PIC existent dans plusieurs versions :

- Les UVPROM qui sont effaçable par une source de rayonnements ultraviolets
- Les OTPROM programmable une seule fois
- Les EEPROM et flash EPROM qui sont effaçables électriquement.

### III-2-Classification des PICs de Microchip

Actuellement les modèles microchip, sont classes en trois grandes familles, comportant chacune plusieurs références. Ces familles sont [6] :

- Base –line : les instructions sont codées sur 12 bits.
- Mide –line : les instructions sont codées sur 14 bits.
- High –end : les instructions sont codées sur 16 bits.

Les PICs sont des composants STATIQUES, Ils peuvent fonctionner avec des fréquences d'horloge allant du continu jusqu'à une fréquence max spécifique à chaque circuit.

Un PIC16F876-04 peut fonctionner avec une horloge allant du continu jusqu'à 4 MHz. Nous nous limiterons dans ce chapitre à la famille Mid-Range et particulièrement au PIC 16F876/877. Le tableau 01 indique les différents circuits de la famille 16F87X, [7] :

PIC	FLASH	RAM	EEPROM	I/O	A/D	PORT//	PORT SERIE
16F870	2K	128	64	22	5	NON	USART
16F871	2K	128	64	33	8	PSP	USART
16F872	2K	128	64	22	5	NON	MSSP
16F873	4K	192	128	22	5	NON	USART/MSSP
16F874	4K	192	128	33	8	PSP	USART/MSSP
16F876	8K	368	256	22	5	NON	USART/MSSP
16F877	8K	368	256	33	8	PSP	USART/MSSP

**Tableau III-1** : Différents circuit de la famille 16F87X.

Dans notre application, nous avons choisi d'utiliser le PIC 16F877 car il contient un espace mémoire plus large que les autres Pics, disponible dans le marché et aussi c'est très utilisé.

### III-3- Identification des PICs

Un PIC est généralement identifié par une référence de la forme suivante : xx(L)XXyy-zz

xx : famille du composant, actuellement « 12, 14, 16,17 et 18 ».

L : tolérance plus importante de la plage de tension.

XX : type de programme

C : EPROM ou EEPROM

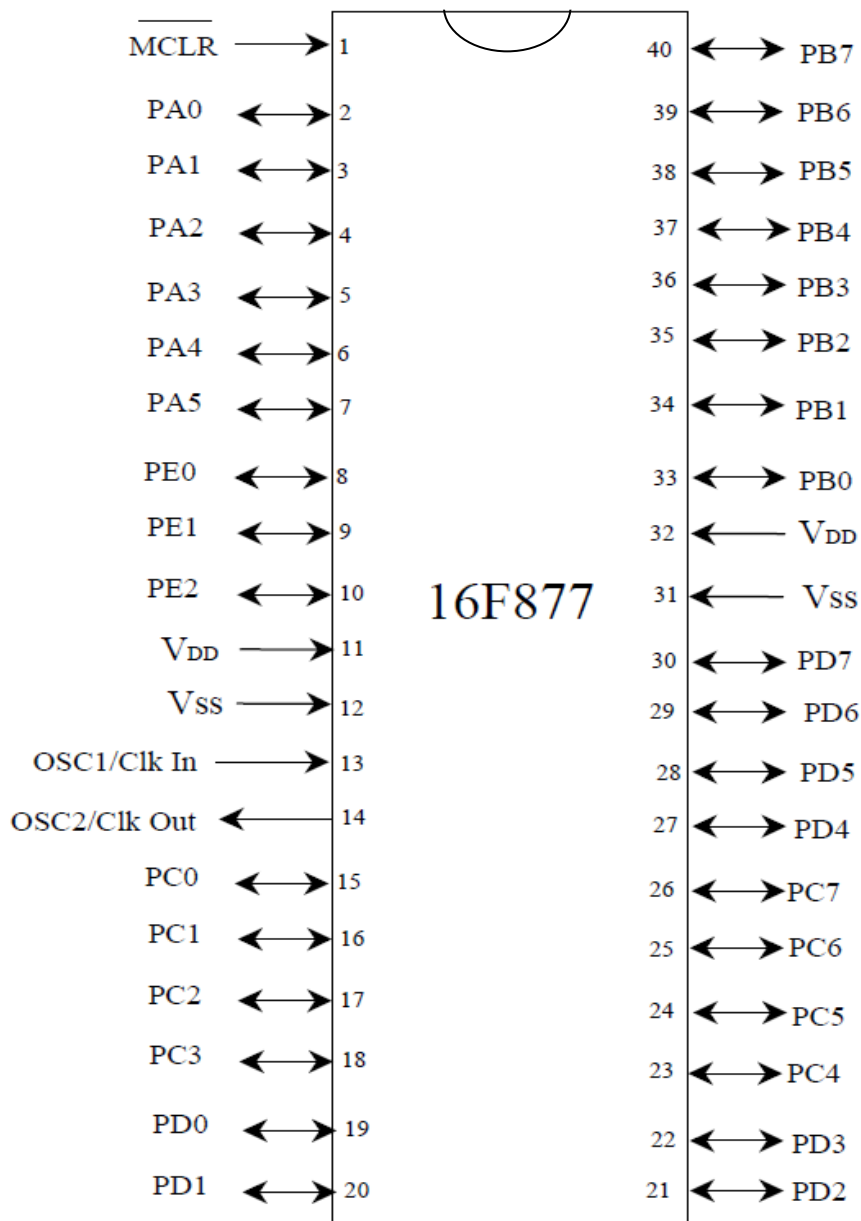
F : flash

yy : identificateur

zz : vitesse maximale du quartz de pilotage

**III-4- Pic 16F877:**

Le pic 16F877 est un circuit intégré, contenu dans un boîtier nommé « DIL 40 », il présente 40 broches, 20 de chaque côté comme on le voit sur la figure ci-dessous (voir la figure IV-3-2). Les broches sont virtuellement numérotées de 1 à 40. La 1ère broche est placée dans le coin situé à gauche de l'encoche de repérage



**Figure III-1 : Pins du 16F877**

**III-4-1- Architecture interne du 16F877**

Comme pour tous les circuits intégrés, chacun de ses broches a une ou plusieurs fonctions qui sont résumées par un sigle mnémotechnique. Ce microcontrôleur présente une architecture Harvard, les données sont placées dans une mémoire de type RAM de 368 bytes. La mémoire de programme est constituée de mot de 14 bytes, est type FLASH (non volatile). Ces ressources sont donc précieuses, en comparaison de celles d'autres composants. Le 16F877 possède encore 5 ports (A à E) et 3 temporisateurs (timers),

La famille du microcontrôleur PIC16F877 utilise l'architecture RISC, cette architecture permet une accessibilité séparée de la mémoire programme et celle de donnée.

Ce diagramme bloc présente les composantes du 16F877 :

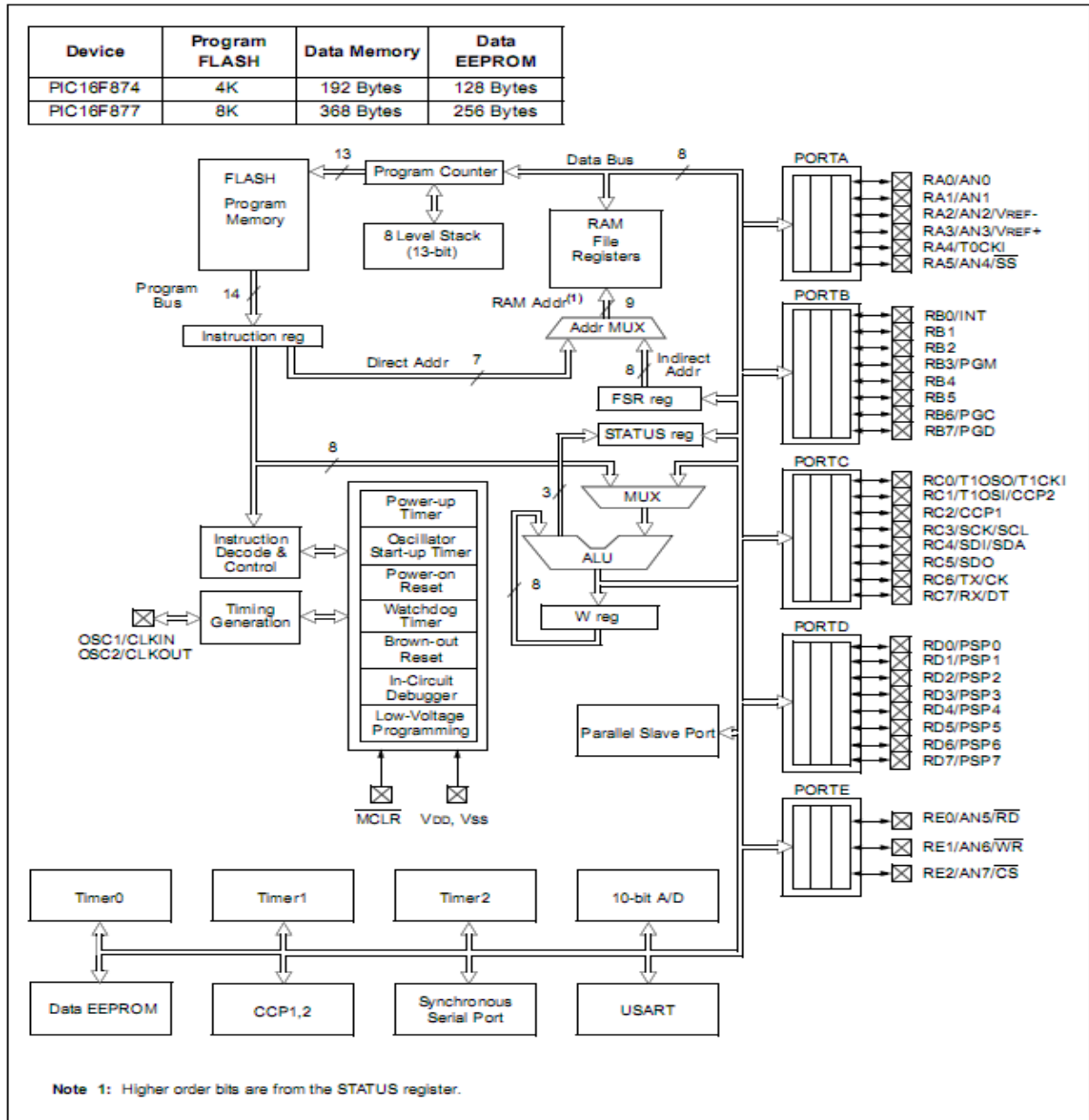


Figure III-2: Architecture interne du PIC 16F877

### III-4-2- Pins du PIC16F877

#### III-4-2-1-MCLR

Cette broche sert à initialiser le microcontrôle. Un front montant sur MCLR déclenche l'initialisation du microcontrôle.

- EXTERNAL RESET (Mise à l'état bas de MCLR). Remise à zéro extérieure. Il faut appliquer un niveau bas sur l'entrée RESET pendant au moins 2µS pour que l'Initialisation soit prise en compte.
- WDT: Watch dog timer(Chien de garde).

Si le WDT arrive à la fin du temps de garde sans avoir été rafraîchi il y aura alors une initialisation du microcontrôleur.

- BOR: Baisse de l'alimentation.

Si la tension VDD chute en dessous de 4V pendant 100µS au moins, le microcontrôleur peut générer un RESET.

#### **III-4-2-2- Oscillateur OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT.**

Ces broches permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du PIC. On peut utiliser 3 types d'oscillateurs :

- Un quartz ou résonateur céramique
- Un oscillateur externe
- Un réseau RC

#### **III-4-2-3- Alimentation VDD et VSS.**

Ce sont les broches d'alimentation du circuit. Les tensions qui peuvent être appliquées vont :

- De 4,5V à 6V pour la gamme standard F.
- De 2 à 6V pour la gamme étendue LF.

L'intensité du courant consommé peut aller de 1µA à 10mA.

La consommation du microcontrôleur sera fonction de :

- La tension d'alimentation.
- La fréquence interne.
- Le mode de fonctionnement.

#### **III-4-2-4- Particularités des ports**

Les 5 ports sont d'entrées sorties (input/output), ils sont bidirectionnels :

- Le port A (6 bits) I/O pure et/ou convertisseur analogique et/ou TIMER 0.
- Le port B (8 bits) I/O pure et/ou programmation in situ ICSP/ICD, RB0 est entrée d'interruption externe.
- Le port C (8 bits) I/O pure et/ou SPI/I2C et/ou USART.
- Le port D (8 bits) I/O pure et/ou port parallèle 8 bits associé au port E.
- Le port E (3 bits) I/O pure et/ou pilotage du port E RE0/R, RE1/WR et RE/CS.

---

### III-4-2-4-a- Ports d'entrées /sorties

Le PIC16F877 possède 5 ports d'entrée / sortie dont les broches sont bidirectionnelle et qu'ils peuvent être programmées soit en sortie soit en entrée.

#### - Port A

Le Port A est un port bidirectionnel, il possède de 6 pins dont la fonction de chacune est:

RA0/AN0: broche E/S analogique.

RA1/AN1: broche E/S analogique.

RA2/AN2/Vref- : broche E/S, tension de référence négative.

RA3/AN3/Vref+ : broche E/S, tension de référence positive.

RA4/TOCK1 : broche E/S et multiplexé avec une entrée d'horloge pour TMR0.

RA5/ (SS/) / AN4 : broche E/S, synchronisation du port série de l'esclave choisit.

#### - Port B

Est un port bidirectionnel ; il possède 8 pins dont la fonction de chance est :

RB0/INT : broche E/S ou aussi une source d'interruption externe.

RB1 : broche E/S.

RB2 : broche E/S.

RB3/PGM : broche E/S, tension de programmation.

RB4 : broche E/S.

RB6/PGC : broche E/S, entrée d'horloge pour la programmation série du  $\mu$ C.

RB7/PGD : broche E/S, entrée de données pour la programmation série du  $\mu$ C.

#### - Port C

Le port C est un port bidirectionnel, il possède 8 pins dont la fonction de chacune est :

RC0/T1OS0/T1CK1 : broche E/S, sortie d'oscillation du TIMER 1, entrée d'horloge du TIMER1.

RC1/T1OS1/CCP2 : broche E/S, entrée d'oscillation du TIMER 1, comparaison de 2 sorties.

RC2/CCP1 : broche E/S, entrée de capture, sortie du registre PWM 1.

RC3/SCK/SC1 : entrée du signal d'horloge synchronisé, sortie SP1 et I2C.

RC4 : broche E/S, donné d'entée en mode SP1 ou donnée d'E/S en mode I2C.

RC5 : broche E/S, sortie de donnée en mode SPI.

RC6 /TX/CK : broche E/S, bit de transmission asynchrone de l'USART ou du signal d'horloge.

---

RC7/RX/DT : broche E/S, bit de réception asynchrone de l'USART ou du signal de donnée.

- **Port D**

Le port D est un port bidirectionnel, il possède 8 pins dont la fonction de chacune est :

RD0/SP0: broche d'E/S.

RD1/SP1: broche d'E/S.

RD2/SP2: broche d'E/S.

RD3/SP3: broche d'E/S.

RD4/SP4: broche d'E/S.

RD5/SP5: broche d'E/S.

RD6/SP6: broche d'E/S.

RD7/SP7: broche d'E/S.

- **Port E**

Le port E est un port bidirectionnel, il possède 3 pins dont la fonction de chacune est:

RE0/(RD)/AN5 : broche d'E/S, lire en mode de contrôle le port parallèle esclave, entrée analogique input 5.

RE1/(WR)/AN6 : broche d'E/S, écrire en mode de contrôle le port parallèle esclave, entrée analogique input 6.

RE0/ (CS)/AN7 : broche d'E/S, sélectionner en mode de contrôle le port parallèle esclave, entrée input 7.

### III-4-2-5- Caractéristiques principale du pic 16f877

Le PIC16F877 dispose les ressources suivantes :

- Unité centrale de traitement avec une architecture de haute performance RISC (Reduced Instruction Set Computer)
- La mémoire de programme s'étend jusqu'à 8 k \* 14 mots.
- La mémoire de données s'étend jusqu'à 368\*8 octet (RAM).
- La mémoire de données s'étend jusqu'à 256\*8 octet (EEPROM).
- Temps de cycle d'instruction : 20 ns.
- Fréquence de l'horloge : 20 MHz.
- 14 sources d'interruption.
- Adressage direct, indirect et relatif

- Protection du code programmable.
- Large gamme du voltage de fonctionnement : 2.0V à 5.5V.
- Haut courant de source : 25 mA.
- Les timers:
  - Timer 0 : (8 bits) temporisation / compteur programmable.
  - Timer 1 : (16 bits) temporisation / compteur programmable.
  - Timer 2 : (8 bits) temporisation / compteur programmable avec une période de 8 bit.
- Communication série (MSSP, USART)
- Communication parallèle (PSP)
- Transmetteur (USART/SCI) avec 9-bit d'adresse
- 5 ports d'E/S
  - Port A : 6 bits analogiques et numériques
  - Port B : 8 bits numériques
  - Port C : 8 bits numériques (RS232, I2C)
  - Port D : 8 bits numériques
  - port E : 3 bits analogiques et numériques (contrôle du port parallèle)
- Boitier 40 broches dont le schéma de brochage est le suivant :

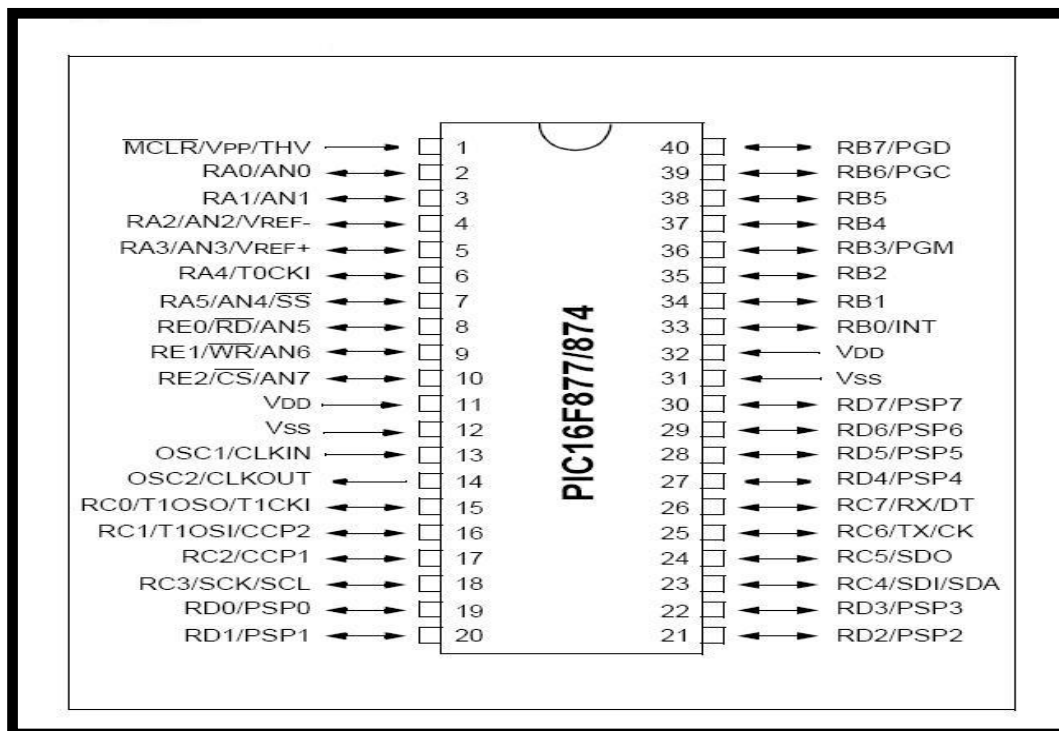
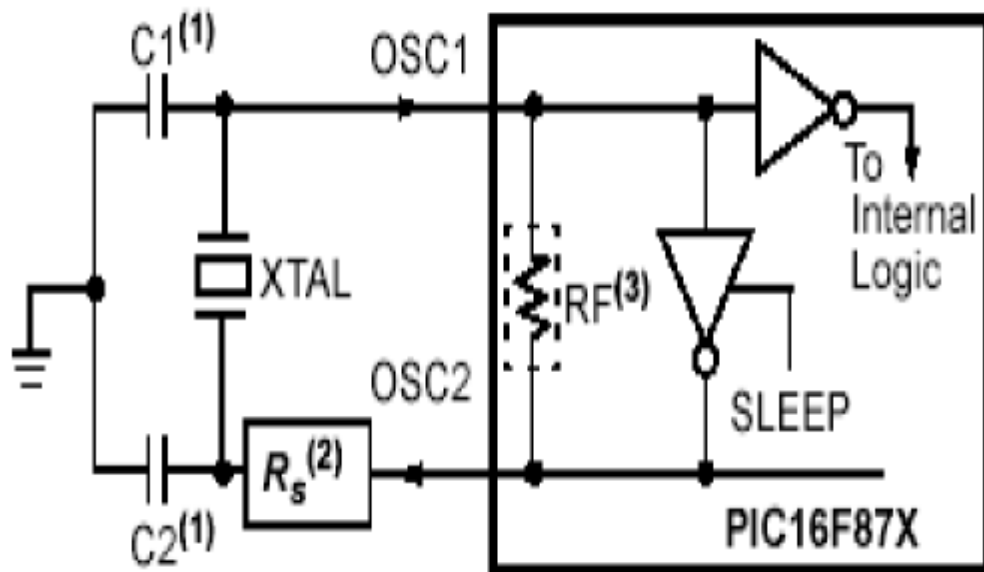


Figure III-3: Schéma de brochage du PIC16F877

**III-4-2-6- Eléments de base du PIC 16F877 [8]****III-4-2-6-a- Horloge**

L'horloge peut être soit interne soit externe. L'horloge interne est constituée d'un oscillateur à quartz ou d'un oscillateur RC. Avec l'oscillateur à Quartz, on peut avoir des fréquences allant jusqu'à 20 MHz selon le type de  $\mu$ c. Le filtre passe bas ( $R_s$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et Réduit l'amplitude de l'oscillation, il n'est pas obligatoire



**Figure III-4:** Quartz ou Résonateur céramique.

**III-4-2-6-b-L'ALU et l'Accumulateur W**

L'ALU est une Unité Arithmétique et Logique à 8 Bits qui réalise les opérations arithmétiques et logique de base. L'accumulateur W est un registre de travail 8 bits, toutes les opérations à deux opérandes passent par lui. On peut avoir :

- Une instruction sur un seul opérande qui est en général un registre situé dans la RAM
- Une instruction sur 2 opérandes. Dans ce cas, l'un des deux opérandes est toujours l'accumulateur W, l'autre peut être soit un registre soit une constante.

Pour les instructions dont un des opérandes est un registre, le résultat peut être récupéré soit dans l'accumulateur, soit dans le registre lui-même.

**III-4-2-7- Mémoires du PIC 16F877**

Les mémoires sont de trois types différents :

**III-4-2-7-a- Mémoire FLASH**

C'est une mémoire programme de taille 8 ko. Chaque case mémoire unitaire est de taille 13 bits. Cette mémoire est de type mémoires stable, c'est-à-dire qu'on peut réécrire dessus à volonté, car le 16F877 est caractérisé par la possibilité d'écrire des données. La zone mémoire est caractérisée par une adresse de 13 bits, alors ceci nous impose donc pour l'adressage les registres EEAR et EEADRH. De même, nous aurons pour les données, les registres EEDATA et EEDATH. Le PIC commence l'exécution à l'adresse 0000H. De plus, lorsqu'il y a une interruption, le PIC va à l'adresse 0004H. Il est donc nécessaire de bien organiser le programme si celui-ci utilise des interruptions. Le programme exécutable par le PIC est implanté dans la mémoire flash à l'aide d'un programmeur (hard+soft).

**III-4-2-7-b- Mémoire RAM**

Cette mémoire de taille 368 octets est une mémoire d'accès rapide et elle est volatile (les données seront perdus lorsque elle n'est plus sous tensions). Elle contient tous les registres de configuration du PIC ainsi que les différents registres de données. Elle contient également les variables utilisées par le programme. La RAM est la mémoire la plus utilisée. Toutes les données qui y sont stockées sont perdues lors d'une coupure de courant.

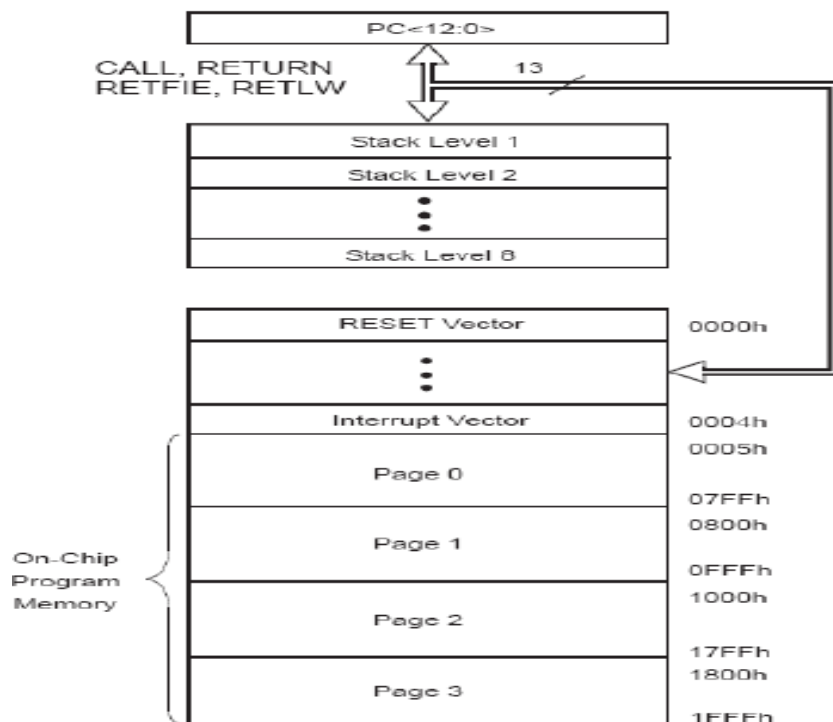
La RAM est subdivisée de plus en deux parties dans chacune on trouve des « cases mémoire spéciales » appelée REGISTRES SPECIAUX et des cases mémoire « libre » dont on peut se servir provoque un fonctionnement spécial du PIC ou la mise en service d'une fonction particulière.

**III-4-2-7-c-L'EPROM Interne**

Le pic 16F877 contient également la mémoire électriquement effaçable, réécrivable et stable. Ce type de mémoire est d'accès plus lent. Pour gérer cette EEPROM on a besoin de quatre registres, à savoir EEDR, EEDATA, EECON1 et EECON2. Le registre EEADR est utilisé pour placer l'adresse relative en EEPROM, tandis que l'EEDATA contient la donnée à lire ou à écrire. L'adresse relative de l'accès EEPROM est donc comprise entre 0000 et 00FF ce qui nous permet d'utiliser un registre de huit bit pour définir cette adresse.

### III-4-2-8-Organisation de la mémoire

Comme les **PICs** utilisent un bus pour les instructions et un bus pour les données, il faut considérer deux plans mémoire l'un pour les instructions et l'autre pour les données ainsi que les registres internes.



**Figure III-5** : Plan Mémoire pour les instructions (Code programme)

Le plan mémoire est linéaire ; les adresses vont de **0000h** à **1FFFh** (**8k** mots de **14 bits**), par page de **2K mots**. On peut remarquer, le vecteur de reset est figé en **0000h**. Les **PICs** n'ont qu'un seul vecteur d'interruption en **0004h**. Lors d'une interruption, le sous-programme associé devra déterminer quel périphérique a demandé une interruption. La pile utilisée par les sous programmes n'est pas implantée en mémoire de donnée comme avec les microcontrôleurs classiques, mais dans la mémoire programme. Elles sont utilisées lors d'appels de sous programmes, on ne peut pas imbriquer plus de **8** sous programmes.

---

### III-4-2-8-a- Timers

Notre PIC possède 3 timers qui sont :

- Le Timer0 (8bits) : il peut être incrémenté par des impulsions extérieures via la broche (TOCKI/RA4) ou par l'horloge interne Fosc/4 (mode Timer).
- Le Timer1 (16 bits) : il peut être incrémenté soit par l'horloge interne par des impulsions sur la broche T1CKI/RC0 ou par un oscillateur (RC ou quartz) connecté sur les broches T1OSO/RC0 et T1OSI/RC1.
- Le Timer2 (8bits) : il est incrémenté par l'horloge interne, celle peut être pré divisée.

Tous ces timers peuvent déclencher une interruption interne, s'ils ont été autorisés.

### III-4-2-8-b- Convertisseur

Le CAN est un périphérique intégré destiné à mesurer une tension et la convertir en nombre binaire qui pourra être utilisé par un programme. Notre 16F877 travaille avec un convertisseur analogique/numérique qui permet un échantillonnage sur 10 bits. Le signal numérique peut donc prendre 1024 valeurs possibles. On sait que pour pouvoir numériser une grandeur, nous devons connaître la valeur minimale qu'elle peut prendre, ainsi que sa valeur maximale, Les pics considèrent par défaut que la valeur minimale correspond à leur  $V_{ss}$  d'alimentation, tandis que la valeur maximale correspond à la tension positive d'alimentation  $V_{dd}$  [7].

Le module de conversion utilise 4 registres disposés comme suit :

- \*Registre de Résultat High (ADRESH)
- \*Registre de Résultat Low (ADRESL)
- \*Registre 0 de Contrôle (ADCON0)
- \*Registre 1 de Contrôle (ADCON1)

Regardons cela de près dans la figure ci-dessous :

Configuration interne du module de convertisseur analogique/numérique :

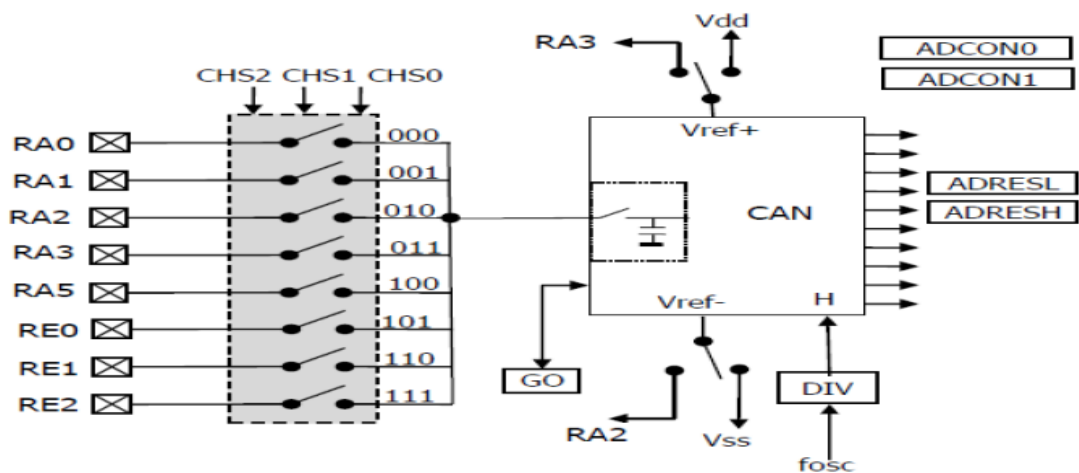


Figure III-6: Module du convertisseur

#### III-4-2-9- Instructions du 16F877

Tous les PICs Mid-Range ont un jeu de 35 instructions. Chaque instruction est codée sur un mot de 14 bits qui contient le code opération (CO) ainsi que l'opérande. Toutes les instructions sont exécutées en un cycle d'horloge, à part les instructions de saut qui sont exécutées en 2 cycles d'horloge. Sachant que l'horloge système est égale à  $f_{osc}/4$ , si on utilise un quartz de 4MHz, on obtient une horloge  $f_{osc}/4 = 1000000$  cycles/seconde, cela nous donne une puissance de l'ordre de 1MIPS (1 Million d' Instructions Par Seconde). Avec un quartz de 20MHz, on obtient une vitesse de traitement de 5 MIPS [8].

##### III-4-2-9-a- Instructions « orientées Registre »

Ce sont des instructions qui manipulent un octet se trouvant dans la RAM. Ça peut être un registre de configuration SFR ou une case mémoire quelconque (Registre GPR)

##### III-4-2-9-b- Instructions « orientées bits »

Ce sont des instructions destinées à manipuler directement un bit d'un registre que ce soit un registre de configuration SFR ou une case mémoire quelconque (registre GPR). Tous les bits de la RAM peuvent être manipulés individuellement.

##### III-4-2-9-c- Instructions opérant sur une constante

Ce sont les instructions entre l'accumulateur W est une constante K

#### III-4-2-9-d- Instructions de saut et appel de procédures

Ce sont les instructions qui permettent de sauter à une autre position dans le programme et de continuer l'exécution du programme à partir de cette position.

#### III-5- Les interruptions

Une interruption provoque l'arrêt du programme principal pour aller exécuter une procédure d'interruption. A la fin de cette procédure, le microcontrôleur reprend le programme principal à l'endroit où il l'a laissé. A chaque interruption sont associés deux bits, un bit de validation et un drapeau. Le premier permet d'autoriser ou non l'interruption, le second permet au programmeur de savoir de quelle interruption il s'agit [8].

Sur le 16F877, les interruptions sont classées en deux catégories, les interruptions primaires et les interruptions périphériques. Elles sont gérées par les registres.

Le microcontrôleur dispose de plusieurs sources d'interruptions.

- Une interruption externe, action sur la broche **INT/RB0**.
- Débordement du **TIMER0**.
- Changement d'état logique sur une des broches du **PORTB (RB4 à RB7)**.
- Une interruption d'un des périphériques (**PEIE**).
- Fin de programmation d'une case mémoire de l'**EEPROM**.
  
- Changement d'état sur le **PORTD (PSPIE)**.
- Fin de conversion analogique numérique (**ADIE**).
- Réception d'une information sur la liaison série (**RCIE**).
- Fin d'émission d'une information sur la liaison série (**TXIE**).
- Interruption **SPI** ou **I2C** du module **MSSP (SSPIE)**.
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 1 (**CCPI1E**).
- Interruption du registre de capture et/ou de comparaison 2 (**CCPI2E**).
- Débordement du **TIMER1 (TMR1E)**.
- Débordement du **TIMER2 (TMR2E)**.
- Collision de BUS (**BCLIE**)

### III-5-1-Mécanisme générale d'une interruption :

Nous pouvons dire, sans nous tromper de beaucoup, qu'une routine d'interruption est un sous-programme particulier, déclenché par l'apparition d'un événement spécifique. Cela a l'air un peu ardu, mais vous allez voir que c'est très simple.

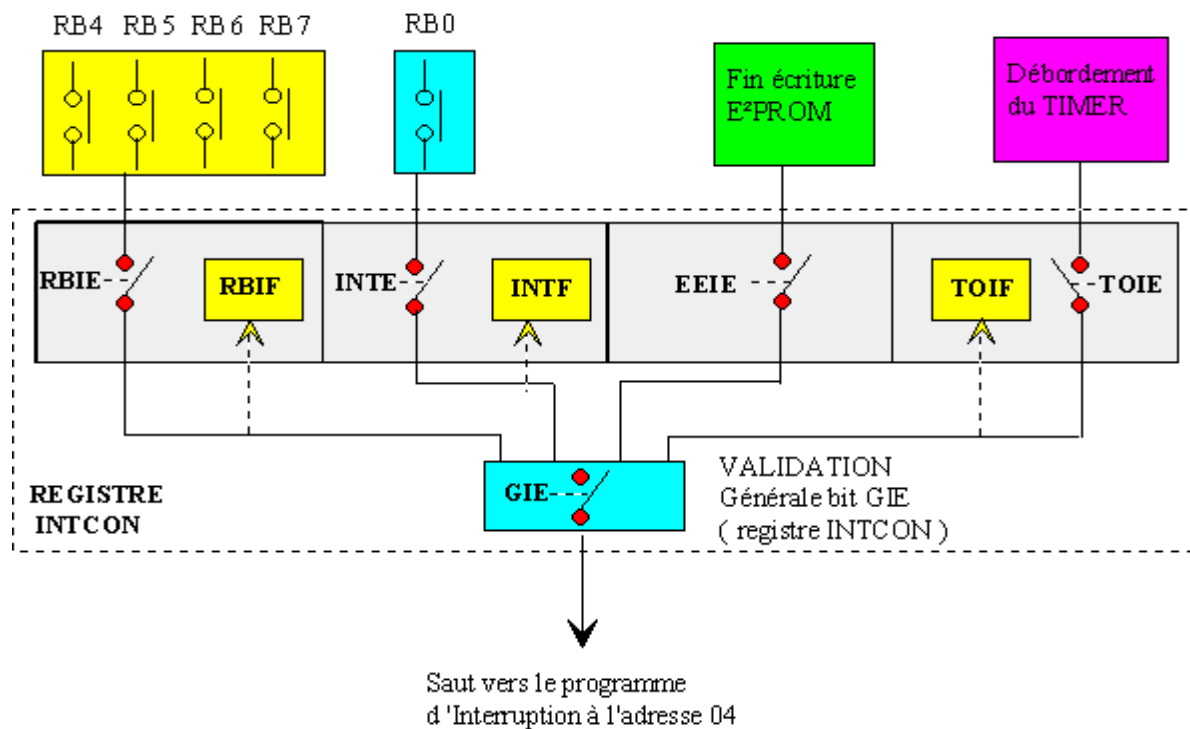


Figure III-7: Synoptique des modes d'interruptions

Pour la simplicité et la facilité de la programmation, plusieurs langages ont été évolués dans le temps. En cherchant le compilateur le plus adapté aux microcontrôleurs PIC, on trouve le MikroBasic, MikroPascal et MikroC .Et pour la simulation on trouve le logiciel (PROTEUS ISIS).

### III-4-Définition du logiciel “PROTEUS“ :

Proteus est une suite de logiciels permettant la CAO (conception assisté par ordinateur) électronique éditée par la société Lab Center Electronics. Proteus est composé de deux logiciels principaux : ISIS, permettant entre autres la création de schémas et la simulation électrique ; Et ARES, dédié à la création de circuits imprimés. Grâce à des modules additionnels, ISIS figure.

Proteus est un logiciel regroupant ISIS, ARES, PROSPICE et VSM. Tous ces modules sont destinés à l'électronique, grâce à ce logiciel, nous pouvons réaliser des schémas structurels et simuler.

Développé par « LABCENTERELECTRONICS », ces logiciels présents dans Proteus permettent la CAO dans le domaine de l'électronique. ce logiciel est bien connu et utilisé dans de nombreuses entreprises et organismes de formations, Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
- Le support technique est performant
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet. [9]

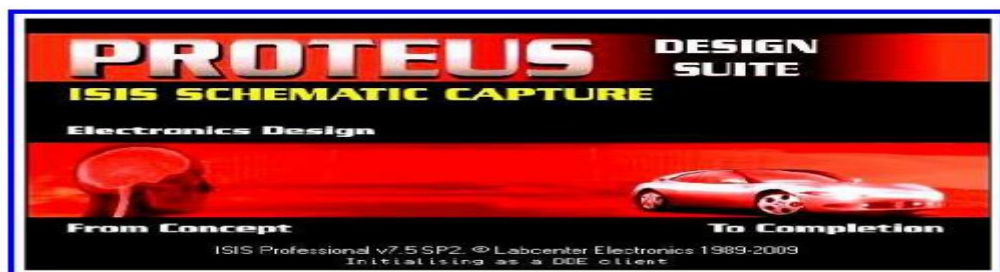


Figure III-8 : LOGO du logiciel « Proteus »

Pour la programmation des pics il existe plusieurs logiciels avec des langages différents, qui permettent tous de réaliser notre projet grâce à une prise en main très intuitive à l'image de Mplab, C++, Assembleur...etc.

Pour mettre en œuvre cela on s'est appuyer sur le logiciel de programmation '**MikroC pro for pic**', notre choix s'est porté sur cette utile par apport à ça simplicité d'utilisation et ces nombreuses améliorations de fonctionnalité.

### III-5-Compilateur MikroC PRO pour PIC:

La nouvelle version appelée mikroC PRO dispose de très nombreuses améliorations du compilateur mikroC : nouvelles variables utilisables, nouvelle interface IDE, amélioration des performances du linker et de l'optimisateur, cycle de compilation plus rapide, code machine généré plus compact (jusqu'à 40 % suivant les cas), nouveaux PIC supportés, environnement de développement encore plus ergonomique, nouveaux exemples d'applications, etc. [10]

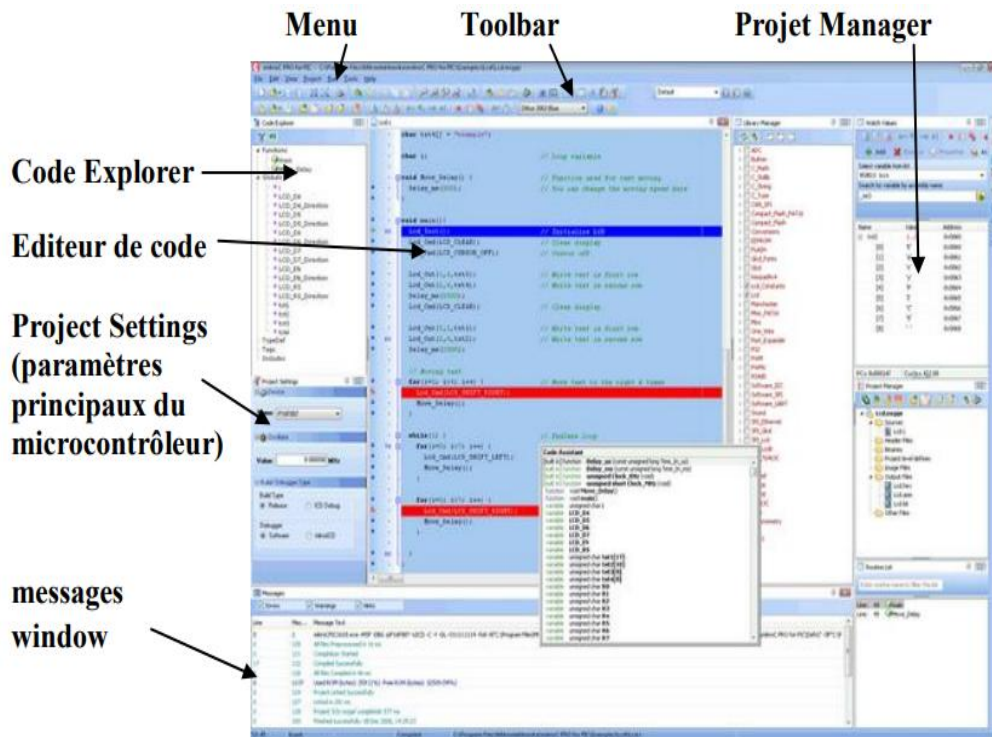


Figure III-9: l'environnement IDE de compilateur MikroC.

### III-6-Conclusion

Partant d'une présentation générale sur les microcontrôleurs, nous avons ensuite défini la famille des PICs et plus particulièrement le 16F877 et nous avons présenté le logiciel de simulation et celui de la programmation de ce pic.

En conclusion, dans ce chapitre nous pouvons dire que le microcontrôleur peut bien jouer le rôle d'une unité de contrôle pour notre système. Pour fonctionner cette unité de contrôle, il faut la programmer et l'adapter à un compilateur de programmation.

### IV-1-Introduction

Dans ce chapitre, nous allons proposer une application à base d'un microcontrôleur permettant de commander le système existant d'une façon autonome. Pour ce faire, nous utilisons des composants de détection qui sont (interrupteurs de position) ,Les actionneurs et prés actionneurs sont ajustés selon la nouvelle application et sont pilotés par microcontrôleur.

### IV-2-Liste des composants ajoutés :

Dans les deux systèmes on a ajouté presque les même composants tel que ; les compteurs, les temporisateurs, les capteurs, la jauge de contrainte.

#### IV-2-1-compteur :

Un compteur est un élément que l'on utilise lorsque l'on a besoin d'établir une relation d'ordre sur une succession d'événements.

Bien sûr il sert également à effectuer la fonction de comptage d'événements, mais il a des applications très variées, comme par exemple la division de fréquence.

Un compteur comprend une entrée et plusieurs sorties. Les sorties présentent une combinaison de bits à 0 et à 1 qui correspond à un codage du nombre d'impulsions injectées en entrée.

#### IV-2-2-Temporisateur :

Les temporisateurs électroniques sont utilisés pour les automatismes, en raison du faible pouvoir de coupure, il est souhaitable de les relayer pour les charges importantes. Ils possèdent généralement un contact inverseur. En fonction des constructeurs ils ont plusieurs gammes et modes d'alimentation, courant continu ou alternatif. Les constructeurs les proposent généralement en deux types de fabrication pour un montage sur rail DIN ou en face avant sur un coffret électrique. Certains sont paramétrables par des petits interrupteurs pour le choix de la fonction.[12]

### IV-2-3-Interrupteur de position :

Ces capteurs sont aussi appelés «interrupteurs de positions». ce sont des commutateurs actionnés par le déplacement d'un organe de commande.

Lorsqu'ils sont actionnés, ils ouvrent ou ferment un ou plusieurs circuits électriques.

Le signal de sortie est tout ou rien.

La plupart des interrupteurs de position sont constitués d'un corps commun à tous les types de capteurs et d'une tête de commande interchangeable et parfois orientable.

Ces interrupteurs de position sont présents dans toutes les installations automatisées ainsi que dans des applications variées en raison de nombreux avantages inhérents à leur technologie.

Ils transmettent au système de traitement les informations de:

- Présence / Absence.
- Passage.
- Positionnement.
- Fin de course

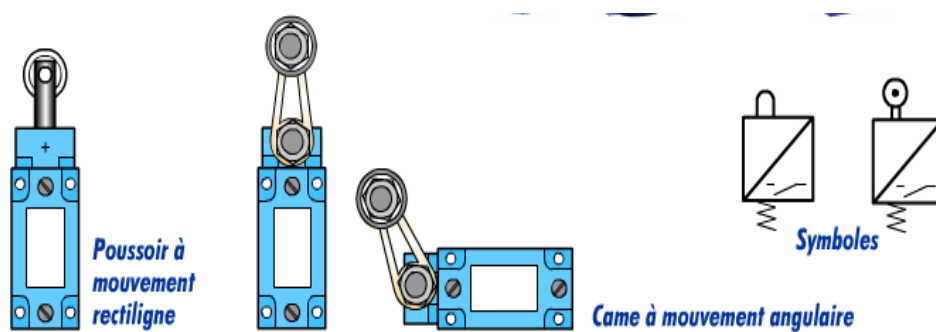


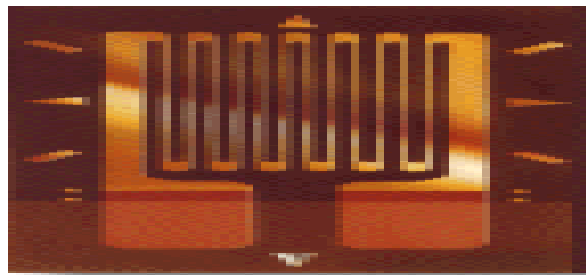
Figure IV-3 : Interrupteurs de position

### IV-2-4-jauge de contrainte :[13]

Jauge extensiométrique (ou jauge de contrainte) : C'est un fil électrique dont la résistance varie avec les déformations subies.

Cette jauge est constituée d'un dépôt de semi-conducteur sur un substrat mince. La déformation du substrat s'accompagne d'une variation de la résistance de la jauge. La jauge de contrainte est donc un capteur de déformation.

Collons maintenant la jauge sur une pièce soumise à des contraintes : le corps d'épreuve. La déformation subie entraîne une variation de la longueur du semi-conducteur.



**Figure IV-4 : Jauge de contrainte**

### IV-3-La plonge de vérification :

Dans cette partie nous allons présenter les composants ajoutés à la plonge de vérification. Ainsi que le nouveau fonctionnement de cette dernière.

#### Liste des composants ajoutés à la plonge de vérification :

Composants	Rôle
capteurs	Commande les vérins N° 10, 03,01 et aussi incrémentaire et compteur N°01.
Temporisateur	Le temps de vérification de fuite et le retour du casier à son état initial
Compteur 01	Compte le nombre de bouteilles qui rentre dans le casier
Compteur 02	Compte le nombre de bouteilles qui sortantes du casier

**Tableau IV-1 : Liste des composants ajoutés a la plonge de vérification**

Les étapes du nouveau fonctionnement de la plonge de vérification d'étanchéité est comme suit :

### **IV-3-1-arrivées de bouteilles dans le casier :**

A l'arrivée d'une bouteille à l'entre du casier, le palpeur N°01 fait sortir le vérin N°01 via la commande d'un distributeur (5/2) et de le tenir, simultanément il fait rentrer le vérin N°03 à chaque fois la bouteille touche le palpeur.

Une fois le vérin N°10 désexcite il fait sortir le vérin N°03 via son distributeur.

### **IV-3-2-Immersion du casier et vérification des bouteilles :**

En remplissage totale du casier(le nombre de bouteilles correspond à la largeur de ce dernier dans notre cas 6 bouteilles), le compteur N°01 excite le vérin N°02 de se ferme pour émerge le casier dans le bassin d'eau.la fermeture de ce vérin déclenche un temporisateur pour que l'opérateur peut vérifier les bouteilles ayant une fuite de gaz.

### **IV-3-3-Enlèvement du casier :**

Une fois cette opération de vérification d'étanchéité est terminée le temporisateur se remet à zéro et donne l'ordre au vérin N°02 de revenir à son état initiale pour enlever le casier simultanément donne l'ordre au vérin N°01 de sortir pour libérer les bouteilles vérifiées.

### **IV-3-4-fin de vérification :**

La première bouteille qui sort touche le palpeur N°02 qui décrémente le compteur N°02, après la sortie de deux bouteilles le compteur N°02 donne ordre au vérin N°03 de rentrer et de libérer les bouteilles vérifier et le vérin N°01 reste en position fermée jusqu'à la sortie de toutes les bouteilles vérifier

### **IV-4-palettisation :**

Dans cette partie nous allons présenter les composants ajoutés à palettiseuse. Ainsi que le nouveau fonctionnement de cette dernière.

### Liste des composants ajoutés à la palettiseuse :

Composants	Le rôle
Vérin 01	Déplacer la palette à bouteilles vides vers le poste N°02
Vérin 02	Déplacer la palette vers le poste N°03 (poste chargement/déchargement)
Vérin 03	Déplacer la palette pleine vers le poste N°02
Capteur01	Guide déplacement de la palette, soit vers le poste 02 soit vers le poste03
Compteur 01	Compte les 5 bouteilles
Compteur 02	Compte les 7 rangés
Capteur02	Incrémente le compteur N°02
Jauge de contrainte	Indique si la palette est pleine
Table élévatrice	Guide de bouteilles ententes dans la palette

**Tableau IV-2 :** liste des composants ajoutés à la palettiseuse

#### IV-4-1-La palettiseuse est constituée de trois postes :

**Poste01 :** Absence de palette vide de bouteilles vides situé à l'extrême nommé N°01. les bouteilles sont déposées dans le poste des palettes remplies de bouteilles vides destiné à être rempli, équipé de guide palette qui servent à positionné la palette et être détecté par un capteur appelé palpeur 01.

**Poste02 :** ce dernier appel le poste intermédiaire qui sert aussi de poste d'enlèvement permet d'acquies les palettes à bouteilles et d'acheminer les palettes vides pour être charger et charger en même temps et les accueille une fois chargé .pour être enlever par Clark.

**Poste0 3 :** comme nous l'avant cité, c'est un poste de chargement/déchargement où s'effectués le chargement et le déchargement des palettes .ce dernier obéi à une logique de fonctionnement appelé cycle de chargement.

Cette partie est composé de plusieurs parties telles que :

##### IV-4-1-a-poses des casiers à bouteilles vides :

Le début de ce procédé commence par le dépôt de palette à bouteilles vides au niveau du poste N°01, cela ce fait par la condition suivante:

-Absence de palette dans le poste N°01

Le transport de différentes palettes d'un poste à l'autre s'effectue par l'intermédiaire du vérin qui obéissent à des fonctions précises, suivant besoin.

### **IV-4-1-b-Transport de la palette a bouteilles vides :**

Le vérin N°01 prend la palette de bouteilles vides au poste N°02(poste intermédiaire) puis le vérin N°03 la prend vers le poste n°03 (poste de chargement /déchargement de bouteilles).

### **IV-4-1-c-Chargement et déchargement de la palette :**

Lorsque le passage des bouteilles s'effectue, un palpeur placé sur le convoyeur à chaîne permet d'incrémenter le compteur N°01(compteur de bouteilles) à chaque passage d'une bouteille tout en abaissant la table de chargement et de déchargement. A la 5<sup>ème</sup> bouteille, ce compteur fait sortir un vérin nommé arrêt bouteilles qui empêchera le passage d'autres bouteilles et enlève les deux tables de chargement et de déchargement, permettant aussi le vérin de chargement de pousser la rangée de 5 bouteilles remplies tout en faisant la sortie d'une rangée de bouteilles vides, en reprenant sa position initiale, il incrémente un compteur N°02 nommé compteur de rangée(il compte le remplissage de la palette avec les bouteilles remplies c.-à-d. 35 bouteilles) via le fin de course et désactive l'arrêt bouteilles pour laisser le libre accès à une nouvelle rangée de bouteilles.

La sortie du frein arrêt bouteilles fait enlever les deux tables celle de chargement de bouteilles remplies ainsi celles de déchargement de bouteilles vides. Ces dernières vont toucher un palpeur nommé palpeur bouteilles vides qui fait descendre les tables laissant ainsi la chaîne continuer l'acheminement vers le carrousel pour remplissage.une fois la totalité de rangée avancée, laissant le témoin reprendre sa position initiale qui soulèvera à son tour les deux tables faisant partie d'une condition pour un nouveau cycle.

### **IV-5-Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté les nouvelles améliorations apportées au fonctionnement des deux systèmes après modification, nous avons aussi présenté en détail les différents composants ajoutés et le choix de la méthode à utiliser pour un fonctionnement autonome des deux systèmes.

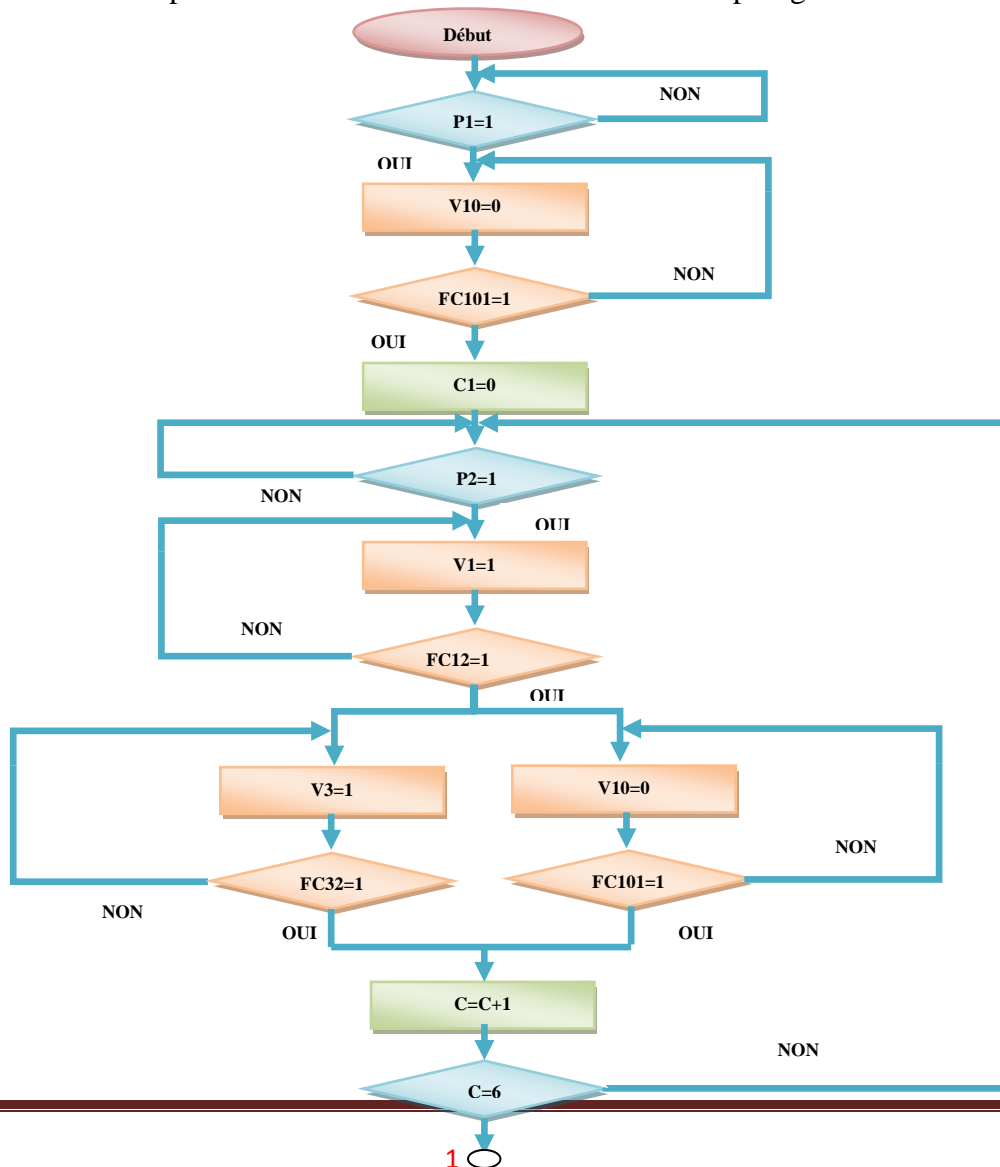
## V-1-Introduction

Avant la modélisation de nos systèmes et la réalisation sur « Proteus », on se porte de la mise en œuvre de programme de simulation.

Dans le but d'expliquer notre programme, nous allons utiliser un ensemble des représentations schématiques organigrammes expliquant les programmes que nous avons programmé sous « MikroC » et indiquer les blocs de fonction programmés.

## V-2-Organigramme de la plonge de vérification :

L'organigramme (fig.V.1) décrit la commande de l'ouverture et de la fermeture des composants. L'ouverture ou la fermeture des vérins ainsi l'incrémentation des compteurs ne se fait pas si les bouteilles ne sont pas présentes au niveau de la plonge de vérification. Si ceci est vérifié, les vérins seront fermés et s'ouvre via la commande des distributeurs. Le fonctionnement de ces vérins commence dès la première bouteille touche le premier palpeur. Le bloc de fonction permettant de réaliser fonctionnement de la plonge.



Suite :

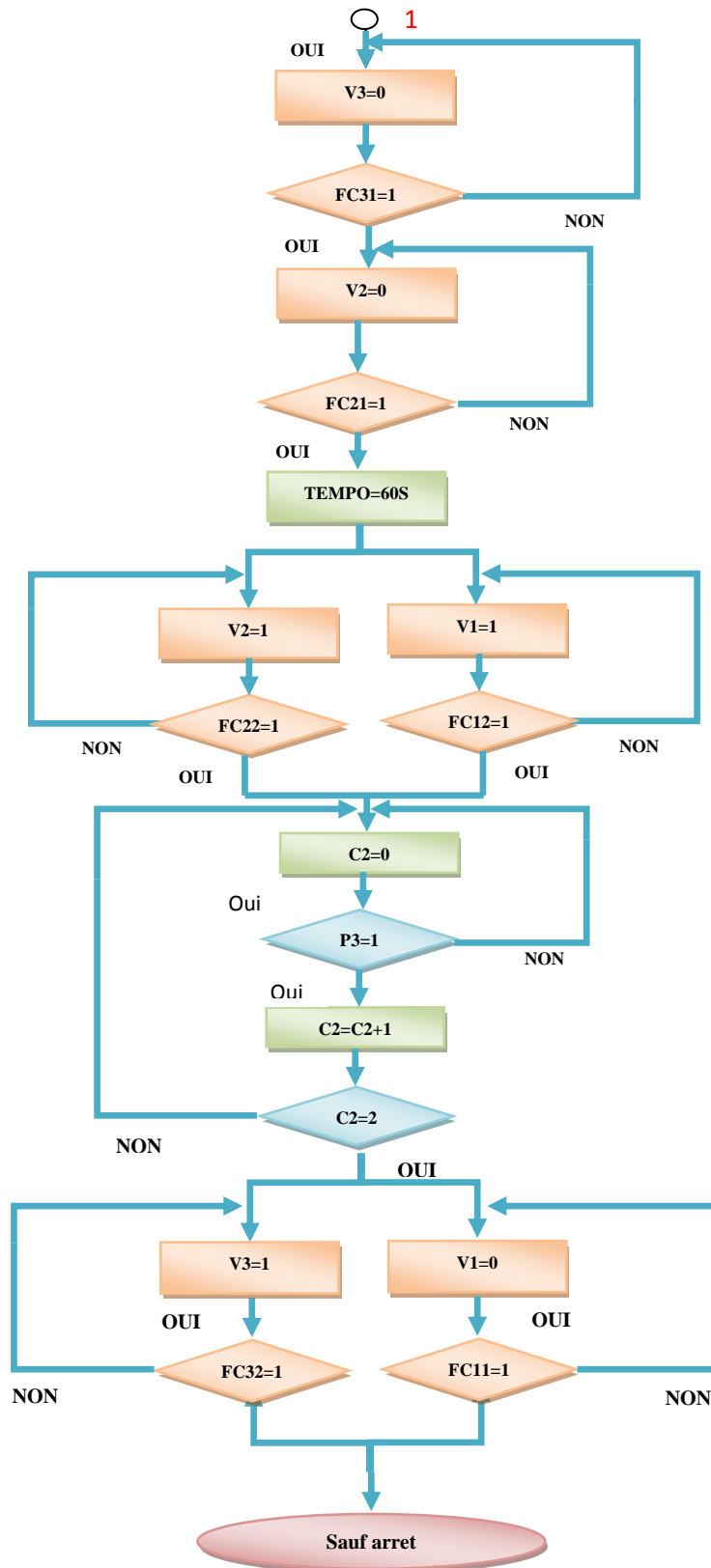
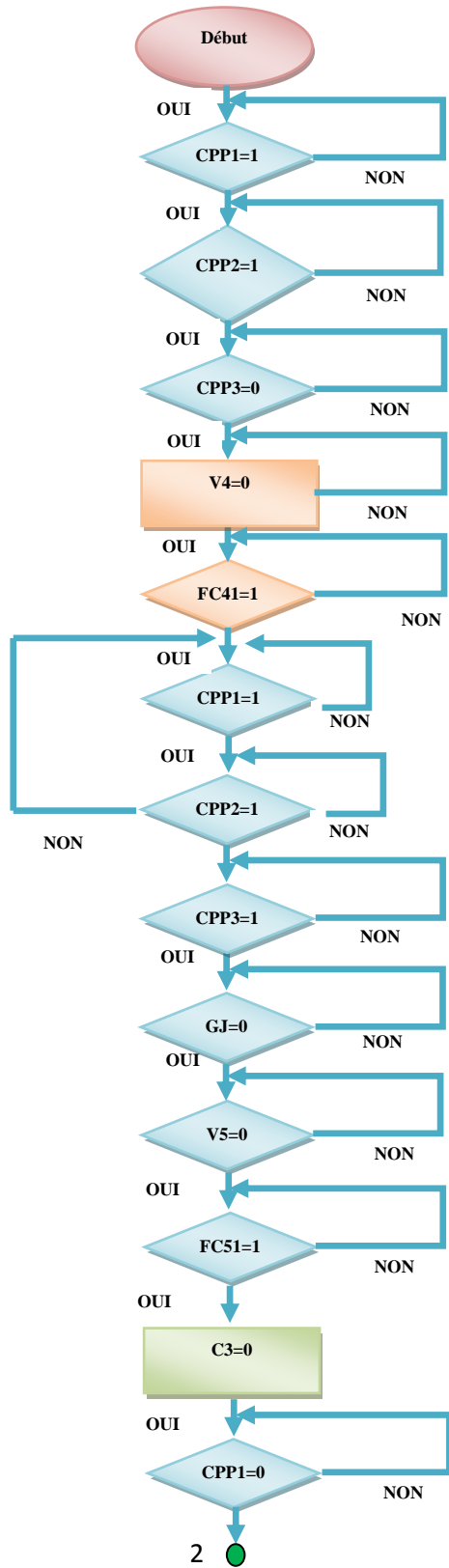


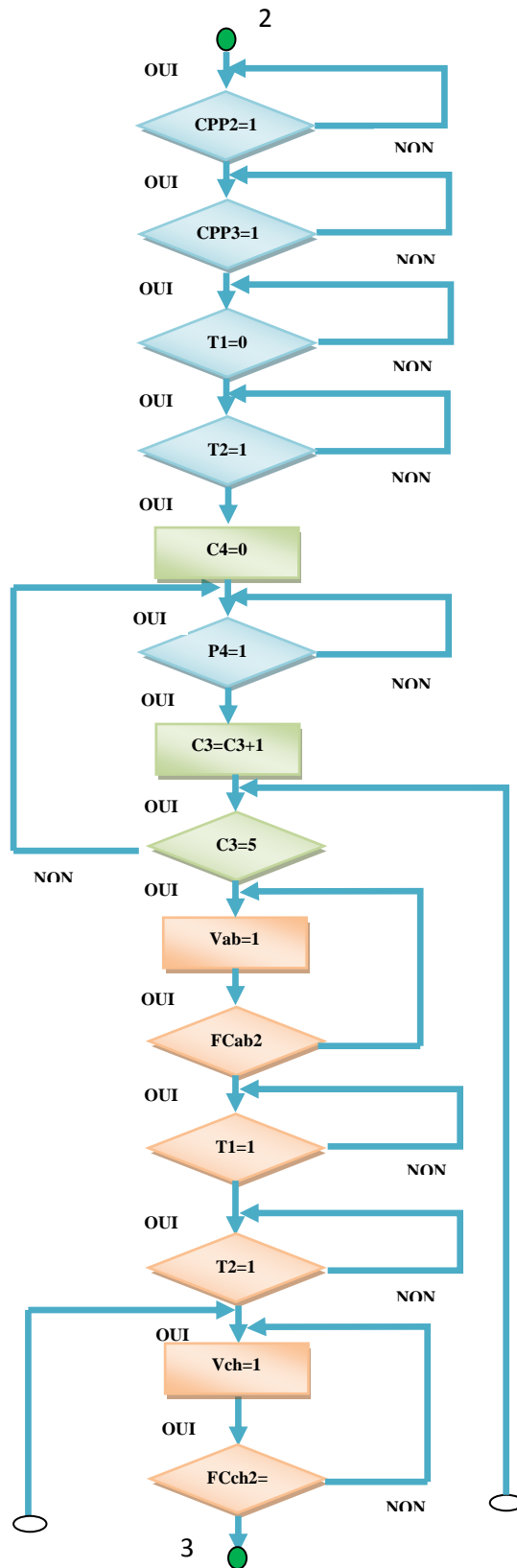
Figure V.1 : Organigramme de commande du fonctionnement de la plonge

### **V-3-Organigramme du palettiseur :**

L'organigramme (fig.V.2) décrit la commande de l'ouverture et de la fermeture des composants. L'ouverture ou la fermeture des vérins ainsi l'incrémentation des compteurs ne se fait pas si les bouteilles ne sont pas présentes au niveau de la plonge de vérification. Si ceci est vérifié, les vérins seront fermés et s'ouvre via la commande des distributeurs. Le fonctionnement de ces vérins commence dès la première bouteille touche le premier palpeur. Le bloc de fonction permettant de réaliser fonctionnement de la plonge.



Suite :



Suite :

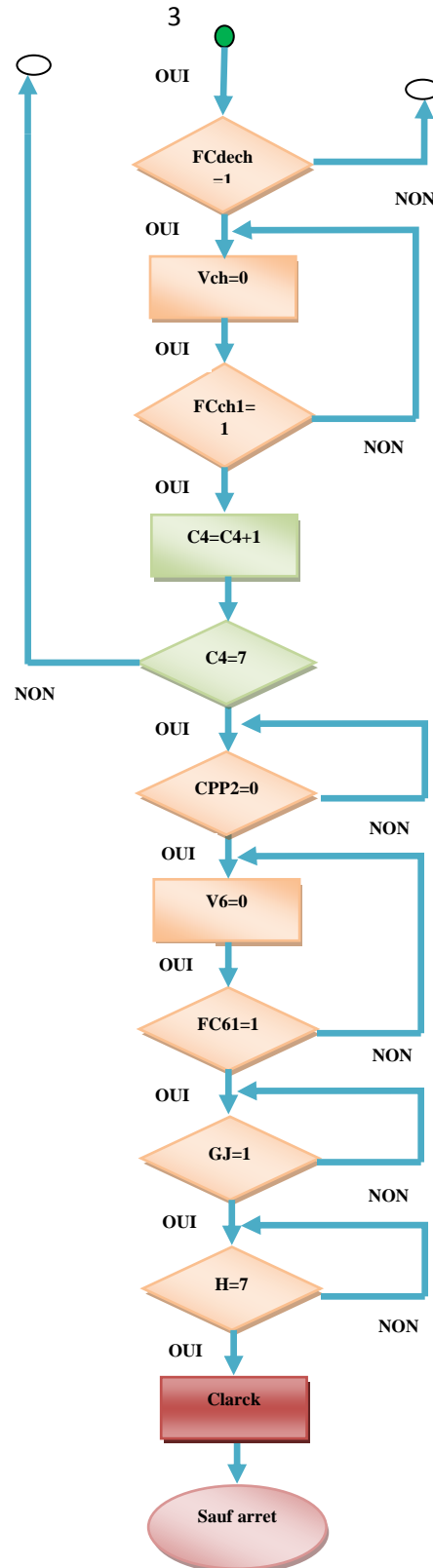


Figure V.2 : Organigramme de commande du palettiseur

## V-4-Application :

Dans cette partie, on se focalise sur la programmation de notre pic 16f877 en utilisant le « MikroC pour pic » à fin de réaliser le fonctionnement dans le cahier des charges.

### 4-1-les étapes suivies dans notre programmation :

Dans cette partie nous allons présenter les étapes qui nous permettront d'écrire notre programme :

#### 4-1-1-déclaration des variables :

Durant l'exécution du programme, nous avons besoin de garder quelques condition activées pour les vérifier dans les étapes suivantes .pour cela nous devons déclarer ces variables (fig.V.3) pour mémoriser le continue avant de le mettre à zéro, et nous devons aussi initialiser les compteurs qu'on a déclaré sous le type variable.

```
3 | //*****déclaration des variables*****//  
  | //declaration du compteur1  
  | //declaration du compteur2  
  | //declaration du compteur3  
  | //declaration du compteur4  
  |  
  |  
  |
```

Figure V.3 : Déclaration des variables sous « MikroC »

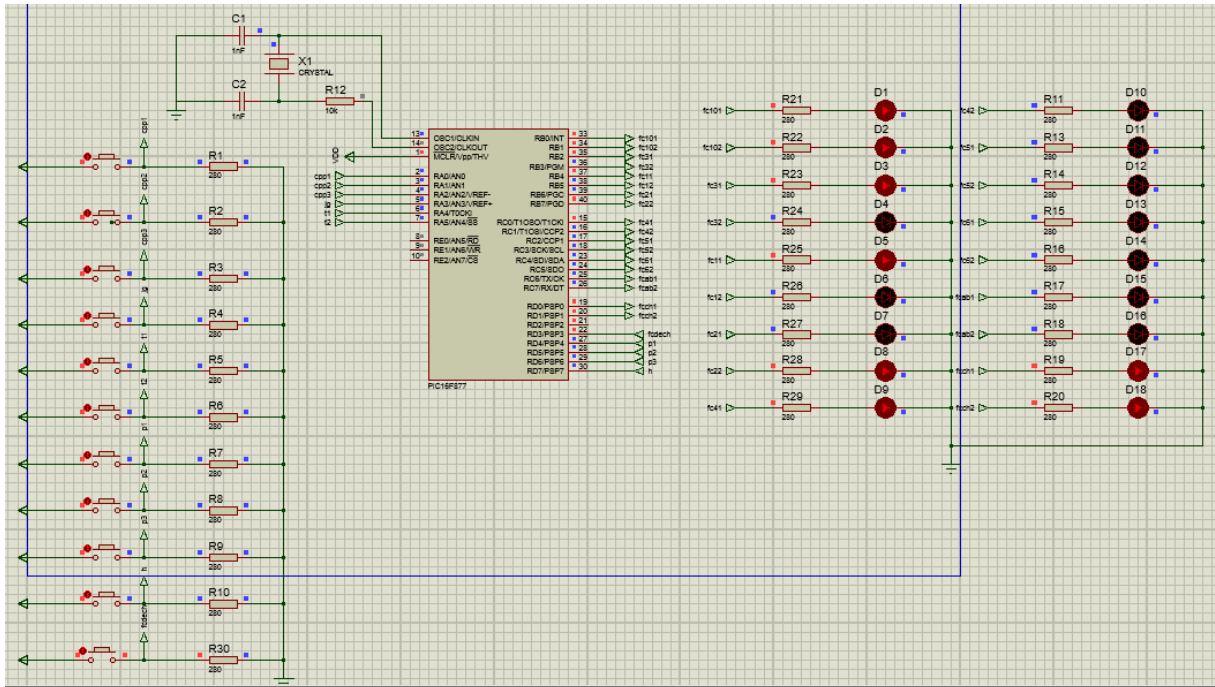
#### 4-1-2-configuration du pic :

Avant la saisie de notre programme, il faut configurer le pic en spécifiant les entrées, les sorties (fig.V.4) et l'utilisation des valeurs numériques seulement en mettant les bits du registre à 1.

```
20 | //*****initialisation des ports*****//  
  | void main() {  
  |     TRISA=0b11111111; //portA en entree  
  |     TRISB=0b00000000; //portB en sortie  
  |     TRISC=0b00000000; //portC en sortie  
  |     TRISD=0b11110000; //portD en sortie & en entree  
  |     //porta=0b00000000;  
  |     //portb=0b00000000;  
  |     //portc=0b00000000;  
  |     //portd=0b00000000;  
30 |
```

Figure V.4 : Initialisation des ports





**Figure V.4 :** Le schéma de simulation de notre programme

## V-5-Conclusion :

Après la compilation de notre programme et le chargé dans le microcontrôle, on obtient exactement le fonctionnement voulu en simulant le projet « ISIS » et en suivant les étapes et les conditions citées dans notre cahier des charges.

## Conclusion générale

---

Notre travail a été effectué au sein de l'entreprise Naftal GPL de Tizi-Ouzou dont l'objectif est l'automatisation de deux systèmes de production déjà existants et exploités en mode manuel, à savoir : une plonge de vérification d'étanchéité et une palettiseuse de bouteilles de gaz, en utilisant un microcontrôleur.

Du point de vue méthodologie, la collection des données techniques nécessaires pour notre travail sur le terrain, nous a permis de toucher plusieurs domaines : l'automatique, l'électronique, l'électrotechnique, l'électromécanique et l'informatique industrielle. Nous avons pris connaissance de la chaîne de production puis approfondi sur le fonctionnement des deux systèmes et de leurs éléments constitutifs ainsi que leurs rôles. Ensuite, nous avons étudié les différents logiciels d'automatisation de ces deux systèmes, leurs caractéristiques et leurs domaines d'utilisation. Pour réaliser cette automatisation, nous avons opté pour le microcontrôleur pic 16f877.

Pour modéliser le fonctionnement de nos systèmes, nous avons procédé à l'élaboration des organigrammes. Ensuite, nous avons programmé notre application en utilisant le langage de programmation « Mikroc ». Par la suite nous avons simulé ce programme sur le logiciel « Proteus ». La simulation que nous avons réalisée nous a permis de vérifier et de confirmer la fiabilité de notre programme et la possibilité de le mettre en œuvre pour l'automatisation de nos deux systèmes étudiés.

Au long de tout notre travail au sein de l'entreprise dont nous avons effectué notre stage, nous avons pu acquérir plusieurs connaissances dans divers domaines, notamment, le sens de la communication ainsi le travail en équipe, sans oublier le sens de la responsabilité que nous avons acquis vu la confiance que notre Co-encadreur et formateur a mis en nous, en nous confiant ce présent projet, en espérant de nous des résultats satisfaisants et répondant aux besoins demandés, d'amélioration et de modernisation de leurs systèmes existants.

Afin d'automatiser le fonctionnement du système existant, nous proposons de garder le système tel qu'il est, et d'ajouter des composants qui vont faire vérifier et charger les palettes automatiquement.

## Conclusion générale

---

Enfin, nous espérons que les techniciens et les ingénieurs peuvent s'en servir pour bien comprendre le fonctionnement des systèmes et optimiser le temps des opérateurs de la maintenance. Espérons aussi que l'entreprise Naftal prendra notre travail comme référence.

## **Mot clé :**

**Mikroc ; Organigramme ; Proteus ; ISIS ; Microcontrôleur ; Palettiseur ; Plonge de vérification ; Pic 16f877 ; GPL ; Freha ; Palpeur ; Bloqueur Palette ; Fin de course ; Temporisateur ; Compteur ; Jauge de contrainte ; Interrupteur de position.**

## Résumé :

L'automatique est un ensemble de théories, de techniques, d'outils ..., utilisés pour rendre les systèmes autonomes, indépendants de l'intervention humaine, afin de réduire la fréquence et la difficulté des tâches humains.

Autrement dit, est un art de modéliser, d'analyser puis de commander les systèmes. C'est aussi celui de traiter l'information et de prendre des décisions. Il fait partie des sciences de l'ingénieur, il traite de la : Modélisation Analyse Commande et de la Régulation.

L'automatique a pour objet le contrôle automatique de procédés industriels ou d'appareillage divers dans le but de supprimer ou de faciliter l'intervention humaine.

L'automatique s'applique dans deux domaines tels que les systèmes à événements discrets, on parle d'automatisme (séquence d'actions dans le temps) comme les distributeurs et aussi dans les systèmes continus pour asservir et/ou commander des grandeurs physiques de façon

Précise et sans aide extérieure comme le pilotage automatique d'un avion.

Après une durée de stage qu'on a effectué à l'entreprise NAFTAL branche GPL centre d'enfutage situé à FREHA, on a vu plusieurs systèmes qui se déroulent manuellement tel que « le système de vérification d'étanchéité et le système de palettisation d'une ligne de production ». Notre but dans ce mémoire est d'automatiser ces deux derniers pour la raison de sécurité et de faciliter le travail aux opérateurs.

Cette opération se fait avec la programmation à base d'un microcontrôleur PIC 16F877.

Le premier chapitre de ce mémoire est consacré à la présentation de l'entreprise, le second présente le principe de fonctionnement des deux systèmes à étudier ainsi que les matériels y afférents sont présentés et étudiés en détail. Le chapitre d'après présente des généralités sur les microcontrôleurs et on a focalisé particulièrement sur le PIC16f877 ainsi qu'on a ajouté une brève présentation sur les logiciels utilisés pour la programmation et la simulation de ce pic, Le chapitre qui suit aborde notre apport d'amélioration au système existant qui consistent au rajout des composants spécialement dans la détection. Et expliquera les étapes à suivre pour la programmation et la simulation.

Enfin, une conclusion générale synthétise les résultats obtenus et donne les perspectives et les voies d'amélioration du projet.