



Université Sidi Mohamed Ben Abdellah  
Faculté des Sciences et Techniques de Fès  
Département de Génie Industriel



## Mémoire de Projet de fin d'études

Préparé par

**ET-TOUALY Khadija**

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Ingénierie en Mécatronique

Intitulé

Conception d'un système automatique pour transformer une opération manuelle de sertissage des câbles sur les presses reculs à une opération semi-automatique

Lieu : Sews Ain Aouda

Réf : 13/IMT15

Soutenu le 02 Juillet 2015 devant le jury :

- Pr. CHERKANI Mohammed (Encadrant FST)
- Mr. LAASRI Mohamed (Encadrant Société)
- Pr. CHAMAT Abderrahim (Examineur)
- Pr. RZINE Bouchra (Examineur)



Année Universitaire 2014-2015

DEDICACE :

*A mes très chers parents*

*Dont leurs mérites, leurs sacrifices, leurs qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour : Les mots me manquent pour exprimer toute la reconnaissance, la fierté et le profond amour que je vous porte pour les sacrifices que vous avez consenti pour ma réussite, que vous trouvez ici le témoignage de mon attachement ma reconnaissance, gratitude et respect, que dieu vous préservent bonne santé et longue vie. Tous mes sentiments de reconnaissance pour vous*

*A mes frères MOHAMMED, MUSTAJA ET ABDELALI et ma grande sœur ZAHRA*

*Votre présence ne cesse de me réjouir le cœur. Le soutien, l'encouragement et la bonté que vous m'avez accordés, m'ont permis d'aller vers l'avant. Je vous souhaite tout le bonheur que vous méritez  
En vous souhaitant un brillant avenir.*

*A mon grand-père Ahmed*

*Pour votre énorme générosité et vos vœux ardents auxquels je voue tout le respect et l'estime du monde.*

*A mes neveux : ZINEB, YOUSSEF et ABDERAHMANE*

*A tous mes chers professeurs*

*A ceux que j'admire de tout cœur et ceux qui m'aiment  
A tous ces gens qui me sont si chers, je dédie ce modeste travail, qui n'est d'autre que le fruit de leur soutien le long de ces longues années d'étude.*

*ET-TOUALY Khadija.*

## REMERCIEMENTS :

*« La reconnaissance est la mémoire du cœur »*

*Hans Christian Andersen.*

*Il m'est agréable d'exprimer mon sentiment de reconnaissance envers toutes les personnes, dont l'intervention au cours de ce projet de près ou de loin, a favorisé son aboutissement.*

*Je tiens à exprimer mes profondes gratitudees à mes parrains industriels M.HOUSNI, manager du département ingénierie et M.LAASRI, chef de projet (Maintenance et ingénierie) pour l'intérêt qu'ils m'ont manifesté, pour leurs directifs et leurs disponibilités permanente et qui n'ont épargnés aucun effort pour mettre à ma disposition tous ce dont j'avais besoin pour réussir ce travail.*

*Je tiens vivement à exprimer mes profondes reconnaissances à Monsieur M.CHERKANI-HASSANI, encadrant pédagogique à la FST-Fès. Autre ces remarques et suggestions techniques, académiques et professionnelles, qui m'ont été inestimables.*

*J'éprouve une reconnaissance toute spéciale envers les membres de l'équipe projet pour leurs sympathies, leurs idées et conseils.*

*Je remercie également tous les opérateurs et le personnel de la ligne SUB pour leur collaboration et pour leur aide tout au long de ce projet.*

*Une gratitude particulière aux membres du jury Mr. CHAMAT Abderrahim et Mme. RZINE Bouchra qui ont accepté d'évaluer ce travail ainsi qu'à l'ensemble du corps professoral et administratif de la faculté des sciences et techniques de Fès pour la qualité de la formation offerte, et d'avoir toujours répondu présents.*

## SOMMAIRE

<i>Dédicace</i> :.....	1
REMERCIEMENTS : .....	3
<b>Liste des figures</b> :.....	7
<b>Liste des tableaux</b> : .....	9
Glossaire .....	10
Liste des abréviations.....	11
Introduction générale:.....	12
CHAPITRE 1 :Organisme d'accueil et contexte général du projet .....	13
introduction.....	14
1.    présentation de l'organisme d'accueil .....	14
1.1.    le groupe multinational Sumitomo .....	14
1.2.    Historique : .....	15
1.3.    SEWS MAROC .....	16
1.4.    SEWS AIN AOUDA .....	16
2.    Description du processus de fabrication : .....	21
2.1.    Les composants d'un faisceau : .....	22
2.2.    Processus de production : .....	25
3.    Note de cadrage du projet .....	29
3.1.    Contexte du projet .....	29
3.2.    Problématique .....	30
3.3.    Equipe projet .....	30
3.4.    Démarche adoptée pour la réalisation de l'étude .....	31
3.5.    Date début et fin du projet .....	31
3.6.    livrables du projet.....	31
3.7.    WBS du projet .....	31
3.8.    Planification.....	32
Conclusion : .....	34
CHAPITRE 2:Diagnostic de l'état actuel de l'entreprise et de la ligne SUB .....	35
introduction.....	35
1.    Analyse de l'environnement de l'entreprise et de la ligne SUB par la matrice SWOT. 36	
1.1.    Aperçu sur l'analyse SWOT .....	36
1.2.    Matrice SWOT de l'entreprise .....	36

2.	Analyse de l'état actuel de la ligne SUB.....	38
2.1.	Description des presses reculs.....	38
2.2.	Fonctionnement de la presse.....	39
2.3.	Analyse SWOT de la ligne SUB.....	42
3.	Historique de la production des presses reculs .....	43
4.	Historique du SCRAP des presses reculs.....	44
	Conclusion.....	44
CHAPITRE 3:Conception d'un mécanisme de sertissage automatique .....		45
	Introduction.....	46
1.	Analyse fonctionnelle.....	46
1.1.	Diagramme de la bête à cornes.....	46
1.2.	Diagramme pieuvre .....	46
1.3.	Diagramme SADT .....	47
1.4.	Diagramme FAST .....	48
2.	partie mécanique .....	50
2.1.	Modélisation des solutions proposés sous CATIA V5.....	50
2.2.	Choix du Matériels.....	53
3.	Partie automatique .....	56
3.1.	Généralités sur l'automatisation.....	57
3.2.	choix du microcontrôleur .....	58
3.3.	Automatisation des presses recul.....	59
3.4.	Programmation sous MIKROC .....	62
	Conclusion.....	65
CHAPITRE 4:Etude technico-économique de la semi-automatisation de la ligne SUB.....		66
	Introduction.....	67
1.	Estimation des prix des équipements.....	67
2.	Justification de l'automatisation.....	67
2.1.	Réduction du SCRAP .....	67
2.2.	Augmentation de la production des câbles .....	67
2.3.	Rentabilité de l'automatisation.....	68
	Conclusion.....	68
	Conclusion et perspectives.....	69
	Bibliographie.....	70

Annexe 1: Description de l'analyse SWOT .....	71
Annexe 2 : Vérin pneumatique.....	72
Annexe 3 : Détecteurs photoélectriques .....	74
Annexe 4 : Distributeur pneumatique .....	75
Annexe 5 : microcontrôleur PIC .....	76

## LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Les parts de marché dans le domaine du câblage automobile .....	14
Figure 2 : Historique du groupe Sumitomo dans le secteur du câblage automobile.....	15
Figure 3 : Réseau de sews Maroc. ....	16
Figure 4:Vue externe SEWS MAROC « AIN aouda ». ....	16
Figure 5 : Organigramme de sews-E AIN AOUDA. ....	17
Figure 6 : les clients de SEWS AIN AOUDA. ....	20
Figure 7: Les clients de SEWS - Nissan - .....	21
Figure 8 : les principaux types des câbles automobiles .....	22
Figure 9:exemple d'un fil conducteur.....	22
Figure 10 : EXEMPLE D'UN TERMINAL.....	23
Figure 11 : Exemple d'un connecteur. ....	23
Figure 12 : Exemple des tubes de type PVC. ....	23
Figure 13 : Exemple des tubes de type COT.....	23
Figure 14 : Exemple de quelques types de ruban d'isolement.....	24
Figure 15 : Exemples des fusibles.....	24
Figure 16 : Exemple des clips.....	24
Figure 17: exemple d'un faisceau .....	25
Figure 18: Synophtie du flux de production.....	25
Figure 19 : préparation de la matière première.....	26
Figure 20 : Machine de la coupe KOMAX. ....	26
Figure 21 : Coupage dénudage sertissage de câble. ....	27
Figure 22 : Machine de sertissage manuelle. ....	27
Figure 23 : Machine épissurage ultra sonique.....	27
Figure 24 : image du carrousel .....	28
Figure 25 : Appareil de test électrique.....	28
Figure 26 : Poste de contrôle de qualité "Audit". ....	29
Figure 27 : Faisceaux emballés dans le sachet et carton d'expédition.....	29
Figure 28:Diagramme GANT du projet .....	34
Figure 29: Applicateur de la presse recul.....	38
Figure 30: système d'alimentation en terminal .....	38
Figure 31: condition pour le fonctionnement des presses reculs .....	39
Figure 32: LOGigramme de la presse Recul .....	40
Figure 33: Bête à cornes de la presse recul.....	41
Figure 34: Diagramme des interacteurs de la presse recul .....	41
Figure 35: production de la ligne SUB.....	43
Figure 36: Evolution du scrap des presses.....	44
Figure 37 : la bête à cornes du mécanisme proposé.....	46
Figure 38:diagramme pieuvre du mécanisme proposé.....	47
Figure 39: SADT du mécanisme proposé.....	47
Figure 40: diagramme FAST du mécanisme proposé .....	48
Figure 41: Diagramme FAST du nouveau mécanisme .....	49
Figure 42: mécanisme proposé pour le sertissage de tout type de câble .....	51
Figure 43: Mécanisme proposé pour le single .....	51
Figure 44: mécanisme proposé .....	52
Figure 45: logigramme du choix du capteur .....	55
Figure 46: Détecteur choisi.....	56
Figure 47: Voyant sonore .....	56

Figure 48: tableau de référence des distributeurs .....	56
Figure 49: Structure d'un système automatisé .....	58
Figure 50: PIC16F877A .....	59
Figure 51: Grafcet de sécurité .....	59
Figure 52: Grafcet de gestion .....	60
Figure 53: GRAFECT de fonctionnement en mode automatique .....	60
Figure 54: Code de commande sous MikroC .....	63
Figure 55: Schéma électrique sous isis.....	64
Figure 56: Simulation sous FESTO FLUID.....	64
Figure 57: schéma électrique pour le fonctionnement du mécanisme sous FESTO.....	65

## **LISTE DES TABLEAUX :**

Tableau 1: Fiche technique de la société .....	17
Tableau 2 : Méthode QQQQCP pour dimensionnement de problème.....	30
Tableau 3:Planning du projet.....	33
Tableau 4: Matrice de l'entreprise .....	37
Tableau 5: tableau des fonctions principales et contraintes .....	42
Tableau 6: Matrice SWOT des pressés reculs. ....	42
Tableau 7:Tableau des fonctions principales et contraintes .....	47
Tableau 8: Les entrées du système .....	61
Tableau 9: Les sorties du système .....	61
Tableau 10: Estimation des prix des équipements.....	67

## GLOSSAIRE

**Audit** : Activité de contrôle et de conseil qui consiste en une expertise et un jugement sur l'organisation, la procédure, ou une opération quelconque.

**BIGG LEADS**: machine de coupe des fils de grandes sections.

**BOARD PLOT**: plan de faisceaux.

**CATIA** : Logiciel de conception CAO.

**COSSE**: terminal de grande dimension.

**Dénudage** : Opération qui permet de retirer partiellement l'isolant d'un câble de son âme conductrice.

**ENGINE**: moteur.

**ENGINE-ROOM**: tableau de bord.

**JIG**: support de positionnement des fils dans le carrousel.

**HAI-Q**: activité qui permet d'enrichir les capacités des membres du personnel du site à travers l'amélioration de la qualité par la réduction du taux de défaut.

**HAI-V**: activité qui permet d'enrichir les capacités des membres du personnel du site à travers l'amélioration de la productivité par augmentation de l'efficacité.

**ISIS**: logiciel permettant la CAO électronique.

**GROMMET**: étanchéité contre les fuites d'air et d'eau.

**GUN CLIP**: outil de serrage des clips.

**Kiting**: personne qui déplace les composants et les accessoires vers les pré-blocks.

**KOMAX**: machine de coupe et sertissage.

**LEAD STORE**: supermarché des fils finis.

**MIKROC** : compilateur C pour microcontrôleurs PIC.

**PIKA PIKA**: mot japonais propreté et brillance.

**POKA YOKE**: emplacement spécifique.

**Rework**: retravail.

**SCRAP** : Ensemble des câbles non ok ( de non qualité) et qui ne peuvent pas être retravailler, ou bien les câbles qui étaient utilisés en tant que des échantillons.

**Sertissage** : une opération qui consiste à fixer par écrasement un élément d'extrémité sur un câble dénudé, pour réaliser une liaison électrique et mécanique entre l'âme du câble et l'élément d'extrémité.

**SPLICE**: Epissurage ultra sonique.

**SUB**: sertissage manuelle.

**TAKT TIME**: c'est le temps qui sépare la sortie de deux pièces.

**Torque**: machine de serrage des écrous.

**WBS** : Structure de décomposition des systèmes.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**BOL:** Banc off line.

**BOM:** billet of material.

**CST:** Coupe, Dénudage sertissage.

**HAI-Q:** Harness Activity Innovation Quality.

**HAI-V:** Harness Activity Innovation Convoyeur.

**QQOQCP:** Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Pourquoi.

**SWOT:** Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats.

**WBS:** Work Breakdown Structure.

## INTRODUCTION GENERALE:

L'industrie automobile constitue aujourd'hui un des principaux secteurs d'activité. Les bonnes perspectives d'avenir du transport routier se traduisent en effet par des importantes commandes. Ainsi, les acteurs du secteur automobile cherchent à améliorer leur productivité et répondre aux performances de qualité et de délai attendues par leurs clients. Pour ce faire, il a fallu se tourner vers l'automatisation de ces processus

C'est dans le cadre de cette philosophie que s'inscrit notre projet de fin d'études au sein de SEWS Maroc. Il s'agit en fait de la semi-automatisation d'une opération manuelle de sertissage des câbles sur les presses reculs de la ligne SUB

Dans un premier temps, nous présentons l'entreprise SEWS AIN AOUDA comme filiale du groupe SUMITOMO. Ensuite nous décrivons la problématique. Puis, nous parcourons les différentes étapes d'une démarche de progrès bien structurée pour la résolution de la problématique.

Le 2ème chapitre décrit le système existant, fait un diagnostic de l'état actuel de l'entreprise et de la ligne SUB pour avoir une idée sur la démarche à suivre par la suite qui fera l'objet de notre étude.

Le 3ème chapitre est consacré à l'étude d'un mécanisme particulier que nous proposons, dont nous souhaitons déterminer les caractéristiques ainsi que la capacité à remplir les objectifs exigés pour la manipulation des câbles.

Dans le 4ème chapitre nous présentons les gains et les bénéfices obtenues en semi-automatisant les presses reculs.

## CHAPITRE 1 :

---

### ORGANISME D'ACCUEIL ET CONTEXTE GENERAL DU PROJET.

**A**vant tout développement, il est nécessaire de procurer une brève présentation de l'entreprise accueillante et du processus de production des faisceaux.

**E**nsuite nous avons décrit le contexte général du projet en détaillant la problématique du projet, le cahier des charges, la démarche suivie pour répondre au besoin de l'ensemble des parties prenantes du projet et le plan d'action.

## INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous présentons d'une manière générale le groupe SUMITOMO et en particulier SEWS AIN AOUDA, l'organisme d'accueil. Par la suite, nous présentons le projet où nous décrivons sa problématique, les objectifs ciblés ainsi que l'ordonnancement des tâches du projet et la démarche de conduite suivie.

### 1. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Cette première partie sera consacrée à la présentation du groupe multinational SUMITOMO, de sa filiale à AIN AOUDA ainsi que les différents produits de SEWS.

#### 1.1. LE GROUPE MULTINATIONAL SUMITOMO

Sumitomo, fondé depuis quatre siècles, est l'un des principaux regroupements d'entreprises japonaises, il a commencé ses activités par l'exploitation et la transformation des matières premières. Depuis lors et jusqu'à présent, le groupe continue à multiplier ses unités de production, ses centres techniques et d'ingénierie et ses centres de distribution, et à diversifier ses domaines d'activité qui intéressent de plus en plus les secteurs d'industrie, de commerce, de finance, des télécommunications et des services.

Sumitomo s'intéresse particulièrement à l'industrie électrique SEI (Sumitomo Electric Industries) destinées aux différents domaines :

- Automobile SWS.
- Telecom.
- Electronique.
- Les services publics d'électricité.

En 1985, la filiale du groupe Sumitomo dont les activités sont concentrées autour du domaine du câblage industriel a pris le nom de Sumitomo Electric Wiring Systems (SEWS), son réseau mondial s'étend sur les cinq continents et occupe le troisième rang mondial du secteur du câblage.

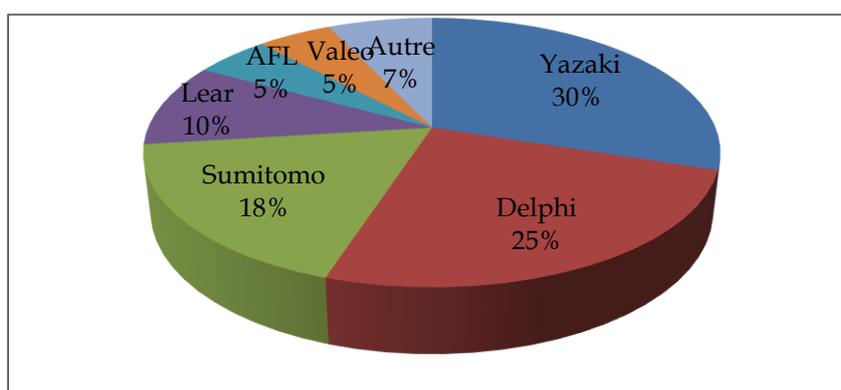


FIGURE 1 : LES PARTS DE MARCHÉ DANS LE DOMAINE DU CABLAGE AUTOMOBILE

## 1.2. HISTORIQUE :

Les dates ci-dessous illustrent l'historique du groupe dans le secteur du câblage automobile :



FIGURE 2 : HISTORIQUE DU GROUPE SUMITOMO DANS LE SECTEUR DU CABLAGE AUTOMOBILE.

### 1.3. SEWS MAROC

La société Sumitomo Electric Wiring Systems, filiale du groupe japonais Sumitomo Electric Industries, est présentée au Maroc à travers 6 sites de production de faisceaux de câbles automobiles, à Casablanca, Berrechid, Tanger, Kenitra (2 sites) et AIN AOUDA.

La décision d'investir au Maroc se veut essentiellement par la proximité de l'Europe, la stabilité politique du pays et la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée et moins cher.



FIGURE 3 : RESEAU DE SEWS MAROC.

### 1.4. SEWS AIN AOUDA

#### A. INTRODUCTION

SEWS Maroc "AIN AOUDA" a démarré en 2009, est une société à responsabilité limitée, filiale de Sumitomo Electric Wiring System Europe Ltd (SEWS-E) dont le siège est basé à Staffordshire en Angleterre.



FIGURE 4:VUE EXTERNE SEWS MAROC « AIN AOUDA ».

## B. FICHE TECHNIQUE DE LA SOCIETE :

Le tableau 1 présente la fiche technique de SEWS :

<b>Dénomination sociale</b>	<b>SEWS Maroc AIN AOUDA</b>
<b>Lieu</b>	Commune d'AIN AOUDA
<b>Forme juridique</b>	S.A.R.L
<b>Secteur d'activité</b>	Industrie Automobile
<b>Activité</b>	Fabrication des faisceaux électriques
<b>Siège social</b>	Staffordshire, Angleterre
<b>Directeur général</b>	Tyrone Griffiths
<b>Chiffre d'affaire annuel</b>	80millions euros
<b>Début de la production</b>	2009
<b>Effectif total</b>	3600
<b>Superficie</b>	45.150m <sup>2</sup>
<b>Téléphone</b>	05 37 77 43 00
<b>Fax</b>	05 37 77 44 48
<b>E-mail</b>	fadwa.bayali@sews-e.com

TABLEAU 1: FICHE TECHNIQUE DE LA SOCIETE

## C. ORGANIGRAMME DE SEWS MAROC AIN AOUDA

L'organigramme de la société est présenté dans la figure ci-dessous :

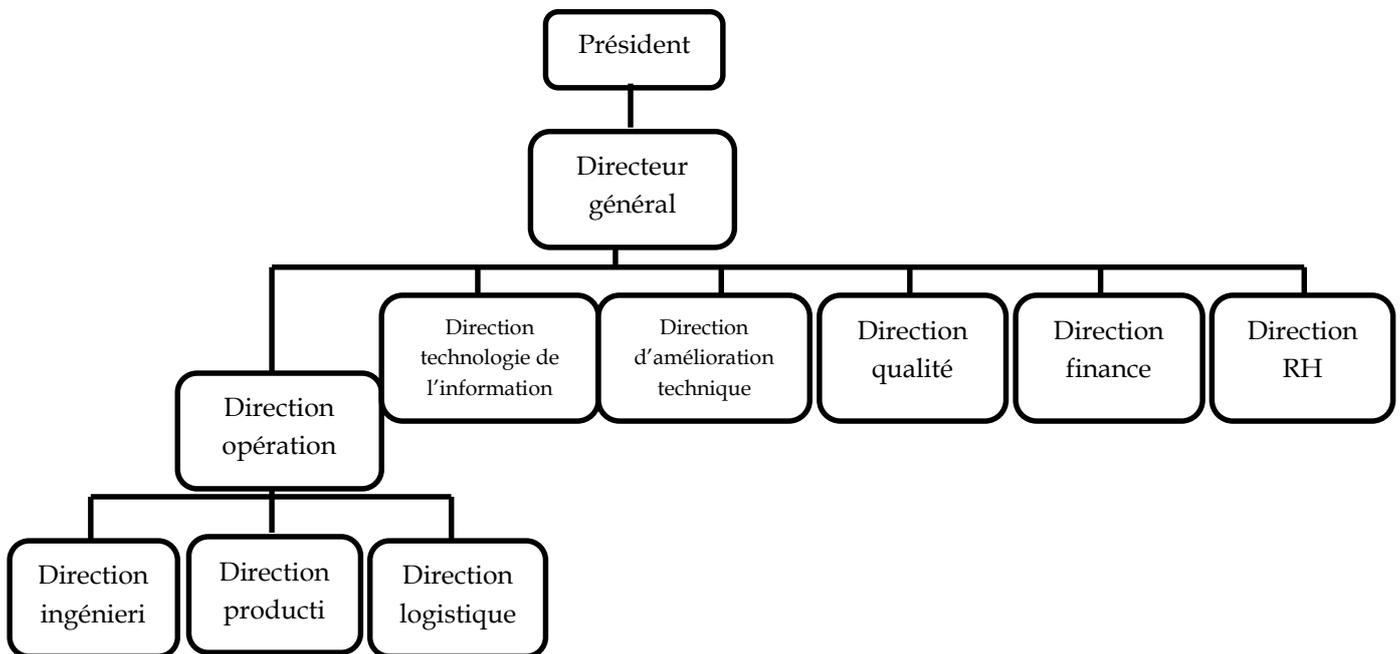


FIGURE 5 : ORGANIGRAMME DE SEWS-E AIN AOUDA.

#### D. DESCRIPTION DES DIFFERENTS SERVICES

Au sein du SEWS-Maroc on trouve plusieurs départements avec des activités diverses, l'information circule entre eux tout en assurant une certaine coordination qui minimise les dysfonctionnements internes, ci-dessous une brève description des missions de ces départements :

**Direction générale** : Cette direction est chargée de l'étude des projets, de l'établissement des grandes lignes des objectifs à réaliser, de la gestion quotidienne et de la prise de décision au sein de l'entreprise.

**Direction des ressources humaines** : Ce service est responsable de la gestion quotidienne du personnel depuis l'embauche jusqu'au départ dans l'entreprise, du recrutement, de la gestion des employés, des salaires, des congés...

**Service formation** : Ce service a pour mission d'assurer la formation de base pour l'ensemble du personnel recruté à SEWS, et ils interviennent dans :

- La sensibilisation des opérateurs de production sur les réclamations clients, les cares pointes et les panoplies des défauts.
- Deux évaluations : une à chaud (instruite par le formateur à la fin de la session) et l'autre à froid (sur terrain).

**Direction finance** : S'intéresse aux factures, établit les dossiers économiques.

**Direction qualité** : Le rôle de ce service est de veiller à améliorer la qualité du produit, des processus et d'assurer des produits conformes suivant les exigences des clients ainsi de faire le contrôle de la matière première en réception.

**Direction d'amélioration technique** : Les services d'amélioration techniques sont :

- **Santé, sécurité et environnement** : qui a pour vocation de respecter les conditions d'hygiène et de sécurité du travail, prévenir les risques industriels et préserver l'environnement.

- **PIKA PIKA** (propreté et brillance): Activité qui a pour but de satisfaire aux exigences du client et leurs attentes pour exceller grâce à la qualité du produit par la méthode utilisé et l'attitude lors de travail. Pour ce faire, ce service réalise des audits internes (audit PIKA) pour :

- ✓ S'assurer du respect des règles des 6S ;
- ✓ Respecter des règles de travail et sécurité ;
- ✓ Garder l'équipement dans de bonnes conditions.

Pika Pika exige que pour chaque action et chaque tâche, un document doit être affiché au poste et validé par le département concerné et le département qualité.

- **HAI-Q**: activité qui permet d'enrichir les capacités des membres du personnel du site à travers l'amélioration de la qualité par la réduction du taux de défaut.

- **HAI-V**: activité qui permet d'enrichir les capacités des membres du personnel du site à travers l'amélioration de la productivité par augmentation de l'efficacité.

**Direction des technologies de l'information** : Veille au bon fonctionnement des réseaux ainsi que du parc informatique.

**Direction des opérations** : Elle centralise toutes les fonctions relatives à la production.

**Direction des logistiques** : Ils regroupent les services suivant :

- **L'approvisionnement** : Procure à l'entreprise au moment voulu, dans les meilleures conditions ce dont elle a besoin en termes de matière première, en respectant le coût, la qualité et le délai. La gestion d'approvisionnement repose sur le système MRP.

- **Planification** : Supervise l'établissement des programmes de fabrication et leurs ordonnancements après avoir déterminé la capacité requise, en optimisant les objectifs et les contraintes à partir :

- ✓ Des commandes clients ou du planning général de fabrication.

- ✓ Des stocks et des encours.

- ✓ De la capacité de production des machines, outillages et main d'œuvre.

- **Transport** : Gère des flux import/export en coordination avec tous les prestataires logistiques (compagnie de transport, transitaires, ...).

- **Les achats** : Gère les achats de SEWS, en respectant le tiers Qualité Coût Délai avec les fournisseurs validés.

- **Magasin** : Anime une équipe d'employés chargée de la réception et du stockage de matières ou autres produits tout en organisant les opérations de chargement et déchargement, stockage, réception et livraison se aux factures, établit les dossiers économiques.

**Direction de production** : Qui veille à assurer la production des faisceaux et de garantir le flux de fabrication en optimisant les ressources.

**Direction ingénierie** : Pour maîtriser le processus de montage de faisceaux, il a fallu trouver les méthodes de production optimales tout en gardant les mêmes qualités exigées par le client. C'est le souci du service ingénierie, ce dernier reçoit tous les documents contractuelles du produit (plan budgétaire, plan client, nomenclature) et valide par la suite tous les documents de la production (cycle de travail, les gammes des cosses, les gammes

d'épissurage, les gammes de sertissage) ainsi que la validation des tracés des tables de montage des faisceaux et la réalisation de prototype.

**Work study** (méthodes): est service intérieur de direction ingénierie veille à la :

- ✓ Préparation et la mise en œuvre de changement dans les schémas de pré bloc et dans les aides visuelles.
- ✓ Décomposition et l'analyse de différentes étapes du processus de fabrication pour assurer une production fiable.
- ✓ Réalisation des diagrammes de Pré block et Carrousel pour un nouveau projet.

**Service maintenance** : Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale.

#### E. LES CLIENTS DE SEWS MAROC « AIN AOUDA »

Dans le cadre de ses relations clients-fournisseurs, la production au sein de SEWS AIN AOUDA se fait selon des projets spécifiques, ses principaux clients sont Renault et Nissan. De l'autre partie, SEWS-E AIN AOUDA collabore avec différents fournisseurs qui doivent assurer en termes de quantité, qualité, coût et délais l'ensemble des composants intervenant tout au long du processus de fabrication des faisceaux électriques, ses principaux fournisseurs sont : TYCO Electronics, MOLEX, SUMITOMO, et YAZAKI.

Le site d'AIN AOUDA est chargé d'assurer la production des faisceaux :

« Engine » : quatre types de voiture pour la marque Renault.

« Main, Engine, Engine-Room et Smalls » : pour un seul type de voiture pour le client Nissan.

Renault avec 3 projets (X95 et X61 et W09) :

- X95 : Pour (Mégane/ Scenic/ Fluence) ;
- X61 : Kangoo ;
- W09 : Twizy.



**Renault scenic  
X95**



**Renault Fluence  
X95**



**Renault Megane  
X95**



**Renault Twizy  
W09**



**Nissan Qashqai  
P32L**



**Renault Kangoo  
X61**

FIGURE 6 : LES CLIENTS DE SEWS AIN AOUDA.

- Nissan Avec deux projets (P32L et P32S):

P32L: QASHQAI (Main Left & Right Hand)

P32S (Nouveau projet en réalisation) : QASHQAI (Main, Engine, Engine-Room et Smalls).

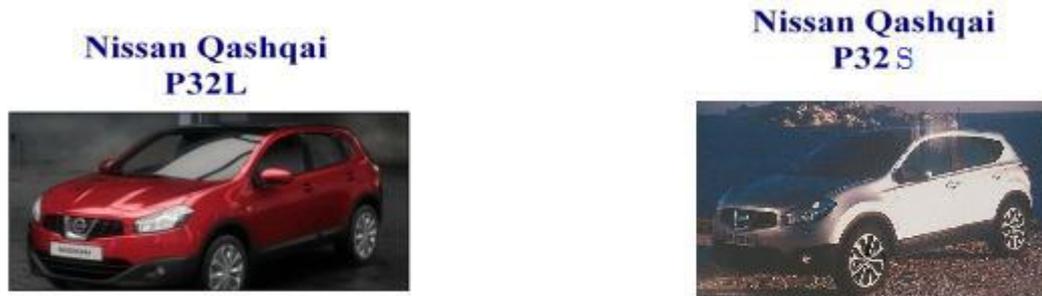


FIGURE 7: LES CLIENTS DE SEWS - NISSAN -

## 2. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE FABRICATION :

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres) et certains équipements de sécurité (Airbag, Eclairage), mais aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile. Le parcours du câblage dans le véhicule définit son architecture qui peut être ainsi complexe et surtout variée.

Ce produit qu'est le câblage est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection.

Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches pour le client en l'occurrence le montage dans la voiture, ou bien la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile.

Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblage :

- ✓ Câblage principal (Main)
- ✓ Câblage moteur (Engine)
- ✓ Câblage Tableau de bord (Engine-room)
- ✓ Câblage sol (Body)
- ✓ Câblage porte (Door)
- ✓ Câblage toit (Roof)
- ✓ Autres...

La figure 8 montre les différents types de câblage :

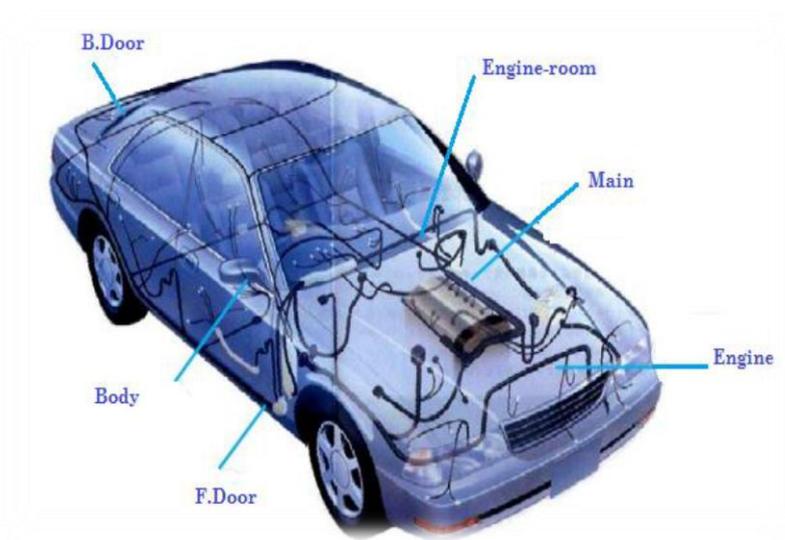


FIGURE 8 : LES PRINCIPAUX TYPES DES CABLES AUTOMOBILES

### 2.1. LES COMPOSANTS D'UN FAISCEAU :

Un faisceau électrique se compose de :

- **Fils conducteur** : transmet le courant électrique d'un point à une autre, avec une perte minimale d'énergie. Il est constitué par un nombre défini de filaments et un revêtement isolant en PVC.

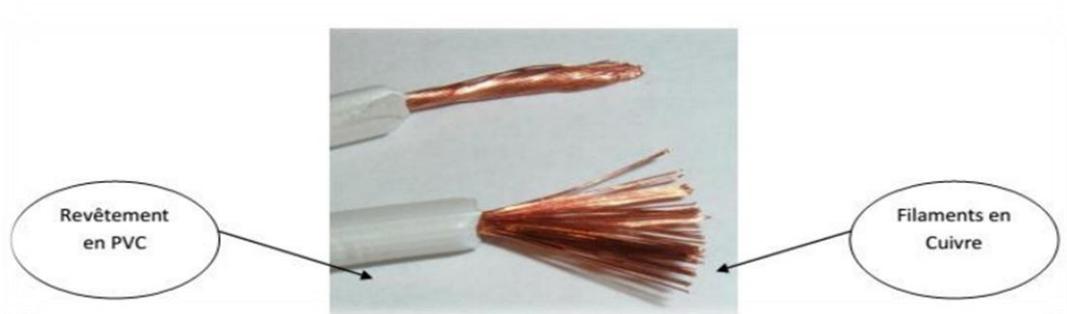


FIGURE 9:EXEMPLE D'UN FIL CONDUCTEUR.

- **Terminal** : assure une bonne connexion entre le fil et le connecteur.



FIGURE 10 : EXEMPLE D'UN TERMINAL.

- **SEAL** : un composant en PVC assure l'étanchéité des fils.
- **Connecteur** : c'est un dispositif qui connecte les fils entre eux pour établir un circuit électrique, il permet de :
  - ✓ Établir un circuit électrique débranchable.
  - ✓ Établir un accouplement mécanique séparable.
  - ✓ Isoler électriquement les parties conductrices.

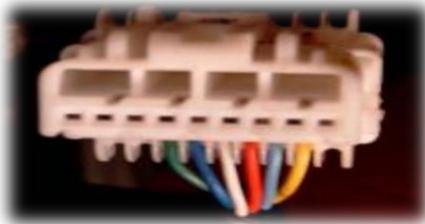


FIGURE 11 : EXEMPLE D'UN CONNECTEUR.

- **Accessoires** : Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage: Les rubans d'isolement et les tubes.



FIGURE 12 : EXEMPLE DES TUBES DE TYPE PVC.



FIGURE 13 : EXEMPLE DES TUBES DE TYPE COT.



FIGURE 14 : EXEMPLE DE QUELQUES TYPES DE RUBAN D'ISOLEMENT.

- **Matériel de Protection (fusible) :** Sont des pièces qui protègent le câblage et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.

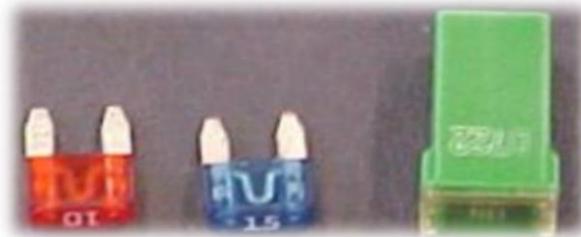


FIGURE 15 : EXEMPLES DES FUSIBLES.

- **Clips ou agrafes :** élément qui permettent de fixer le câblage à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câblage restera détaché provoquant des bruits et exposé aux détériorations à cause des frottements.

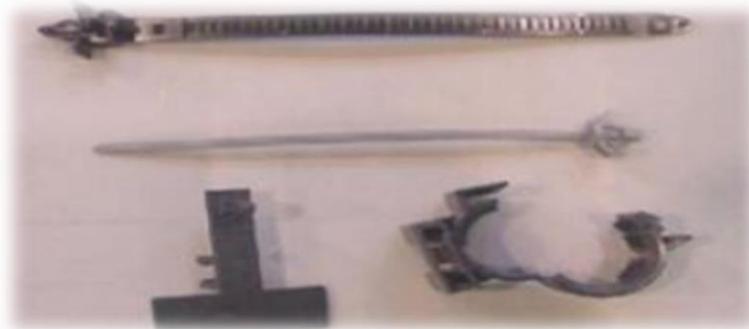


FIGURE 16 : EXEMPLE DES CLIPS.

La figure 17 montre l'exemple d'un faisceau :



FIGURE 17: EXEMPLE D'UN FAISCEAU

## 2.2. PROCESSUS DE PRODUCTION :

Le processus de production du câble passe par cinq étapes :

- Réception de la matière première;
- La coupe;
- Le pré assemblage;
- Le montage;
- L'emballage et expédition.

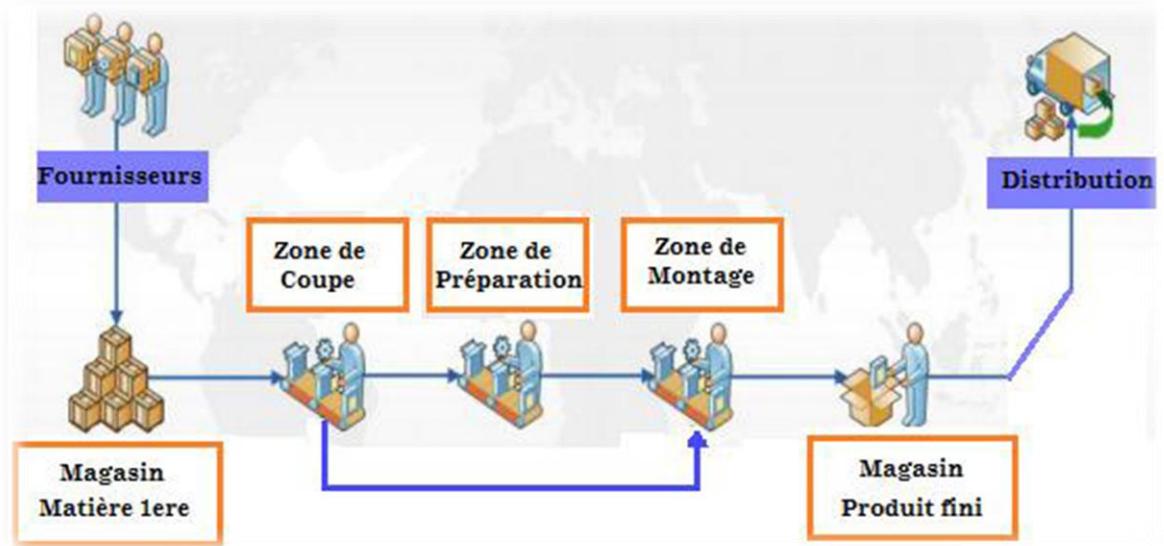


FIGURE 18: SYNOPTIE DU FLUX DE PRODUCTION

### A. MAGASINS MATIERES PREMIERS :

La matière première venant du fournisseur passe par un contrôle de réception avant d'être stockés dans le magasin de matière première. Le stock de matière première est géré par un système DHS qui prépare le stock des 24h prochaines de production.



FIGURE 19 : PREPARATION DE LA MATIERE PREMIERE.

#### B. LA COUPE (CST) :

C'est la première étape de fabrication d'un faisceau. Elle consiste à découper la matière première (bobines des fils électriques en des fils dénudés et sertis afin d'approvisionner la zone du pré assemblage.

Pour chaque circuit sont définis les paramètres suivants: la longueur désirée, le dénudage, les terminaux, et autres. Et pour ce faire ils utilisent la machine Komax.



FIGURE 20 : MACHINE DE LA COUPE KOMAX.

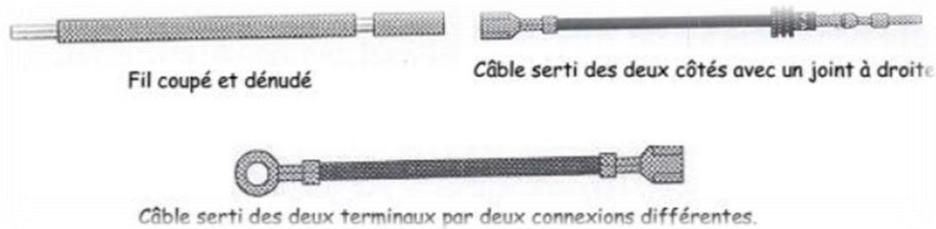


FIGURE 21 : COUPAGE DENUDAGE SERTISSAGE DE CABLE.

### C. LE PRE ASSEMBLAGE :

Certains circuits se produisent au niveau de la coupe et passent directement vers le secteur montage pour être utilisés, d'autres circuits selon leur nature (torsadé, grande section...) passent par l'une ou toutes les étapes qui vont être décrites par la suite :

- ✓ SUB : «sertissage manuelle » c'est conçue pour faire les tâches qu'elles s'estiment non réalisables par les machines de coupe comme le sertissage des fils de grandes sections et le sertissage des connexions de grande taille après être coupé et dénudé en CST.



FIGURE 22 : MACHINE DE SERTISSAGE MANUELLE.

- ✓ SPLICE : « épissurage ultra sonique » c'est l'opération de soudage de deux ou plusieurs fils pour construire un nœud. Son principe est de placer les extrémités à souder dans un siège d'enclume qui assure l'énergie de soudage (température et pression), et ensuite mettre l'isolation par un joint ayant une appellation RBK.



FIGURE 23 : MACHINE EPISSURAGE ULTRA SONIQUE.

- ✓ L'ETAMAGE : C'est l'opération qui consiste à déposer de l'étain sur les cosses, pour offrir une bonne conductibilité électrique et améliorer la soudabilité.

### D. L'ASSEMBLAGE :

Cette opération consiste à assembler plusieurs fils en les connectant à des connecteurs et à habiller les troncs de fils par des gaines, des agrafes et des passes fils. Elle se fait

généralement sur des carrousels formés de plusieurs planches fixées sur un support roulant et tournant avec une vitesse et un temps programmé appelé : « le Takt Time ».

A tours de rôle, chaque opérateur met un ensemble de fils dans sa propre place en respectant le « Board plot » sur la planche et ainsi de suite jusqu'à l'assemblage d'un faisceau complet.



FIGURE 24 : IMAGE DU CARROUSEL

Parmi les postes qui s'installent après le carrousel, on trouve la table du test électrique, et pour faire ce test, il y a des appareils, appelés Banc Off Line, sur lesquelles on trouve les emplacements de chaque connexion du faisceau comme sur le véhicule à laquelle il est destiné contenant des appareils. En montant le faisceau sur ces derniers, le logiciel de supervision donne la commande pour passer par plusieurs phases de test (selon la référence du faisceau) comme le test de continuité, des fusibles...



FIGURE 25 : APPAREIL DE TEST ELECTRIQUE

Juste après le test électrique il y a un contrôle final du faisceau dans le poste audit qui se fait visuellement par le département qualité qui vérifie le dimensionnement ainsi que toute anomalie non détectable par les autres tests comme l'excès d'enrubannage, le manque d'une pièce auxiliaire, les connecteurs cassés...

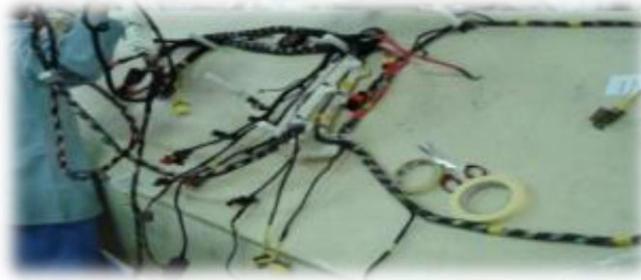


FIGURE 26 : POSTE DE CONTROLE DE QUALITE "AUDIT".

#### E. EMBALLAGE ET EXPEDITION:

C'est l'étape où le faisceau est emballé dans un sachet et puis mis dans le carton d'expédition.



FIGURE 27 : FAISCEAUX EMBALLES DANS LE SACHET ET CARTON D'EXPEDITION.

### 3. NOTE DE CADRAGE DU PROJET

Cette partie met l'accent sur le cadre général de notre étude ainsi que sur la démarche adoptée pour l'aborder, cette démarche est inspirée étroitement des connaissances acquises ces trois dernières années.

#### 3.1. CONTEXTE DU PROJET

Dans le cadre du projet de fin d'étude, effectué au sein de l'organisme de SEWS AIN AOUDA du 02 Février au 19 Juillet 2015, j'ai été affectée au sein du département ingénierie.

Notre mission principale durant cette période est de : « transformer une opération manuelle de sertissage des câbles sur les presses reculs à une opération semi-automatique » dans la ligne du SUB afin d'augmenter la production et diminuer le SCRAP tout en assurant la sécurité de l'opérateur.

Dans ce sens, la méthode QQQQCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels.

Le tableau ci-dessous donne un bref aperçu sur notre projet :

---

QQQQCP

---

<b>Qui</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le département ingénierie</li> </ul>
<b>Qui est concerné par le problème ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'unité responsable du sertissage des câbles</li> </ul>
<b>Quoi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible productivité</li> </ul>
<b>C'est quoi le problème ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taux élevé du SCRAP</li> <li>Temps d'arrêt</li> </ul>
<b>Où</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ligne du SUB (presse recul)</li> </ul>
<b>Où apparait le problème ?</b>	
<b>Quand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Après le sertissage des câbles</li> </ul>
<b>Quand apparait le problème ?</b>	
<b>Comment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse du processus de sertissage;</li> </ul>
<b>Comment trouver une solution ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction de la non-qualité ;</li> <li>Réduction des temps d'arrêt des presses;</li> </ul>
<b>Pourquoi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter la production</li> </ul>
<b>Pourquoi résoudre le problème ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction du SCRAP</li> <li>Répondre à l'attente de l'entreprise</li> <li>Satisfaire le client</li> </ul>

TABLEAU 2 : METHODE QQQQCP POUR DIMENSIONNEMENT DE PROBLEME

### 3.2. PROBLEMATIQUE

Dans un contexte de concurrence internationale, de plus en plus rude, la vie de l'entreprise dépend de sa capacité à optimiser l'emploi de ses moyens de production ou de service afin d'en tirer le meilleur profit.

Consciente de ce fait, SEWS doit répondre aux exigences des clients en respectant toujours le même taux de production et de garder, en même temps, la qualité de ces produits et la sécurité de ces opérateurs. En effet, SEWS s'est penchée sur l'amélioration de son processus de fabrication pour mieux répondre aux aspirations du marché et du client.

Le projet de fin d'étude intitulé : « **Conception d'un système automatique pour transformer une opération manuelle de sertissage des câbles sur les presses reculs à une opération semi-automatique** », a pour objectifs essentiels :

- ✓ Réduction des temps d'arrêts des presses ;
- ✓ Réduction du SCRAP (câble de non qualité).
- ✓ Augmentation de la production;

### 3.3. EQUIPE PROJET

Au niveau de notre projet, différentes parties prenantes participent à sa réalisation, à savoir :

- Le maître d'ouvrage : C'est la société SEWS Maroc AIN AOUDA. Le projet a été proposé par le Département ingénierie;
- Le chef de projet technique et le parrain industriel : M.LAASRI, ingénieur à SEWS, chef de projet (maintenance et ingénierie) ;
- L'encadrant pédagogique : M.CHERKANI professeur à la FST-Fès, département génie industriel.

#### 3.4. DEMARCHE ADOPTEE POUR LA REALISATION DE L'ETUDE

La démarche utilisée pour l'accomplissement de notre mission se caractérise par son aspect logique et coordonné. En effet, le projet suivra les phases suivantes, qui seront plus développées dans les paragraphes qui suivent :

- Phase 1: Collecte de données et identification des problèmes;
- Phase 2 : Traitement des données et analyse des problèmes ;
- Phase 3 : Conception d'un nouveau mécanisme automatique ;
- Phase 4 : Etude technico-économique du projet.

#### 3.5. DATE DEBUT ET FIN DU PROJET

A l'aide du programme MS Project, nous avons pu estimer les dates de début et fin du projet.

Le projet ayant commencé au 2 Février, et achevé au 19 Juillet 2015. Ce qui équivaut à une durée totale de 100 jours

#### 3.6. LIVRABLES DU PROJET

Les livrables du projet sont :

- Rapport détaillé du projet de fin d'étude ;
- Présentation des résultats des projets ;
- Résultat du mécanisme sur CATIA V5 ;
- Code de programmation du PIC sur MIKROC ;
- Résultat de la simulation du circuit électrique sur ISIS
- Résultat de la simulation des vérins sur FESTO FLUID.

#### 3.7. WBS DU PROJET

- Phase1 : Collecte des données et identification des problèmes;
  - Sous-phase 1-1 : Définition du thème de projet ;
  - Sous phase 1-2 : Collecte des données sur l'historique de la production et du SCRAP des presses reculs;
  - Sous phase 1-3 : Identification des problèmes dû au mode de travail des presses reculs.
- Phase 2 : Traitement des données et analyse des problèmes;

- Phase 3 : Conception d'un nouveau mécanisme automatique;
  - Sous-phase 3-1 : Analyse fonctionnelle du nouveau mécanisme ;
  - Sous-phase 3-2 : Conception sous CATIA du nouveau mécanisme ;
  - Sous-phase 3-3 : Dimensionnement des actionneurs;
  - Sous-phase 3-4 : Programmation du fonctionnement du nouveau mécanisme sous MikroC;
  - Sous-phase 3-5 : Simulation du circuit électrique sous ISIS;
  - Sous-phase 3-6 : Simulation du fonctionnement des vérins sous FESTO FLUID.
- Phase 4 : Etude technico-économique du projet.

### 3.8. PLANIFICATION

Le projet de fin d'études a débuté le 02 Février 2015 pour une durée de 4 mois et demi. Le tableau suivant présente le planning qui a été suivi :

Nom de la tâche	Date de début	Date de fin	Durée
Accueil de l'établissement et formation sur l'environnement du travail et sécurité	02/02	02/02	1jour
Affectation au département ingénierie	03/02	03/02	1jour
Observation et compréhension du processus global de fabrication des faisceaux électriques	04/02	13/02	08 jours
Définition du thème de projet	16/02	20/02	5 jours
Collecte des données sur l'historique de la production et du SCRAP	23/03	27/02	5 jours

<b>des presses reculs</b>			
<b>Identification des problèmes dus au mode de travail des presses reculs</b>	25/02	06/03	08jours
<b>Traitement des données et analyse des problèmes</b>	09/03	20/03	10jours
<b>Analyse fonctionnelle du nouveau mécanisme</b>	23/03	27/03	5jours
<b>Conception sous CATIA du nouveau mécanisme</b>	25/03	10/04	12 jours
<b>Dimensionnement des actionneurs</b>	13/04	24/04	10 jours
<b>Programmation du fonctionnement du nouveau mécanisme sous MikroC</b>	20/04	08/05	15 jours
<b>Simulation du circuit électrique sous ISIS;</b>	11/05	29/05	15jours
<b>Simulation du fonctionnement des vérins sous FESTO FLUID.</b>	21/05	05/06	12 jours
<b>Etude technico-économique du projet.</b>	08/06	12/06	5jours

TABLEAU 3:PLANNING DU PROJET

La figure 28 représente le diagramme de GANTT de notre projet de fin d'études:

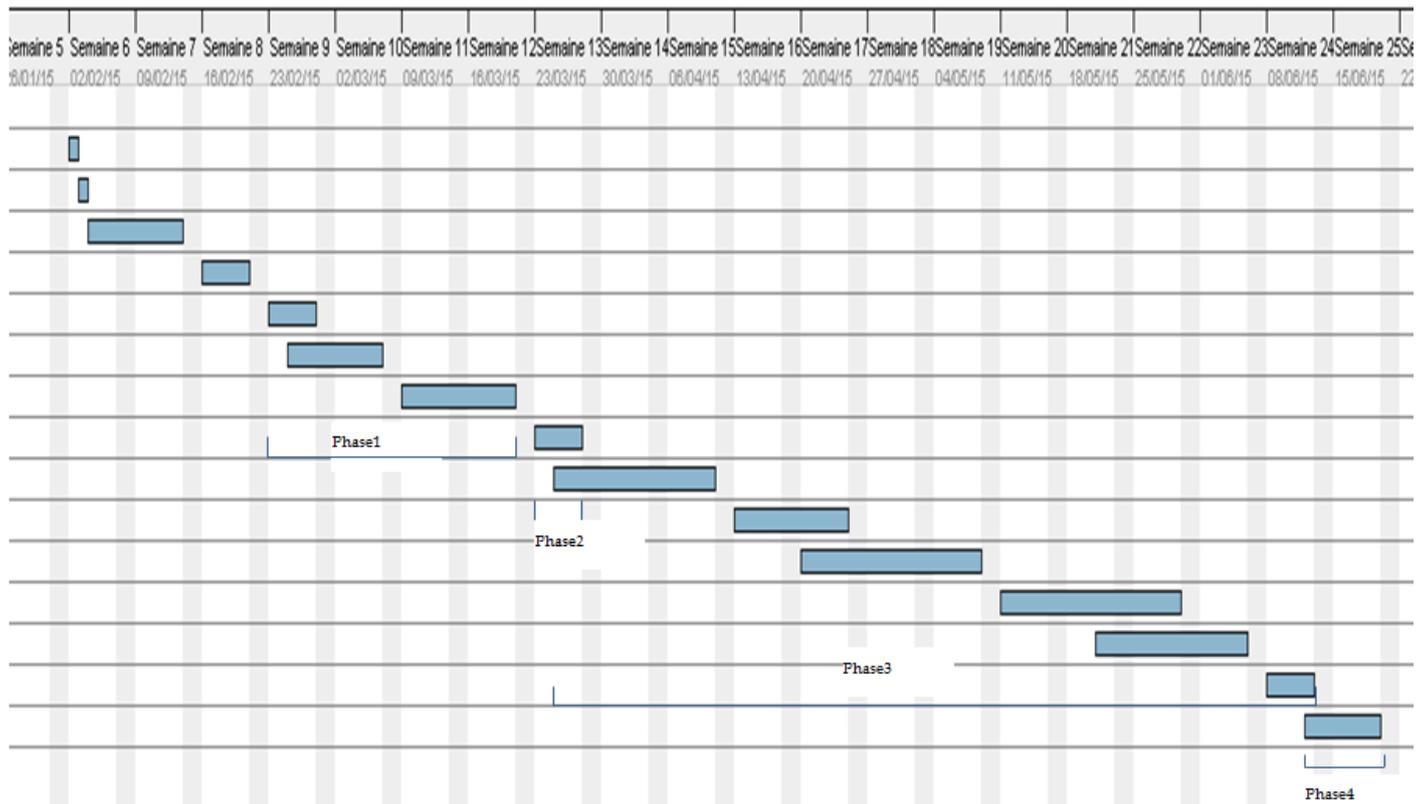


FIGURE 28:DIAGRAMME GANT DU PROJET

CONCLUSION :

L’organisme d’accueil, le processus de fabrication des faisceaux, la problématique, le contexte du travail, la démarche adopté et l’ordonnancement des tâches du projet étant éclairci, un diagnostic et une analyse détaillée de la situation actuelle relative à la ligne SUB et les presses reculs concernées seront l’objet du chapitre suivant.

## CHAPITRE 2:

---

# DIAGNOSTIC DE L'ETAT ACTUEL DE L'ENTREPRISE ET DE LA LIGNE SUB.

**A**fin de choisir une méthode adéquate de traitement, une évaluation des différents aspects de l'entreprise et de ligne SUB est la première étape logique et serait d'une grande utilité vis-à-vis du déroulement de notre projet, et débouchera sur l'adoption d'un mécanisme efficace.

Ce chapitre a pour objectif de faire un diagnostic de l'état actuel de l'entreprise, de la ligne SUB et plus précisément les pressés reculs pour avoir une idée sur la démarche à suivre par la suite qui fera l'objet de notre étude.

## 1. ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'ENTREPRISE ET DE LA LIGNE SUB PAR LA MATRICE SWOT

L'analyse de l'environnement de l'entreprise procédera par la méthode de la matrice SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). C'est un outil de stratégie d'entreprise permettant d'évaluer l'environnement interne et externe de l'organisme, c'est un modèle élaboré par quatre professeurs de la Harvard Business School (Learned, Christensen, Andrews et Guth).

### 1.1. APERÇU SUR L'ANALYSE SWOT

Afin de mieux comprendre l'analyse SWOT, des explications sur cette analyse sont données sur l'annexe1

### 1.2. MATRICE SWOT DE L'ENTREPRISE

Afin de pouvoir prendre le facteur environnement dans l'élaboration des solutions de notre problème, ainsi que dans le choix de la méthode de traitement, un diagnostic global de l'entreprise ses forces et faiblesses, ainsi que les opportunités et menaces qui existent en externe s'impose.

<b>Positif</b>	<b>Négatif</b>
----------------	----------------

<b>Analyse interne</b>	<b>Forces (S)</b>	3ème leader mondial en câblage électrique automobile	<b>Faiblesses (W)</b>	Facteur humain détérioré
		Utilisation des méthodes de Lean pour l'amélioration continue		Tous les fournisseurs se trouvent hors du Maroc
		Maîtrise de la qualité du produit: Certifiée ISO 9001		Les clients se trouvent hors du Maroc
		La plupart des fournisseurs dérivent du même groupe		
		Respect total des délais de livraison		
<b>Analyse externe</b>	<b>Opportunités (O)</b>	Croissance du marché de câblage automobile	<b>Menaces (T)</b>	Grande concurrence mondiale
		Politique stricte avec les fournisseurs et respect des clients		Fluctuations du marché automobile mondial
		Part de marché de SEWS en croissance		Concurrents désirant s'installer à Ain Aouda
		Site d'Ain Aouda adapté à la réception des nouveaux projets		
		Possibilité de vendre les projets stables en termes d'efficience et de productivité aux autres sites de SEWS Maroc		

TABLEAU 4: MATRICE DE L'ENTREPRISE

L'analyse de l'environnement nous a permis d'avoir une vue interne et externe globale sur l'entreprise. Maintenant, pour mieux serrer le problème et le comprendre, l'analyse de la ligne SUB et des presses reculs sera menée dans le paragraphe suivant.

## 2. ANALYSE DE L'ETAT ACTUEL DE LA LIGNE SUB

La presse recul (figure 29) se situe dans la tête de la chaîne de production des faisceaux électriques au sein de SEWS AIN AOUDA. C'est une machine qui permet le sertissage de plusieurs types de câbles : SINGLE, SCREEN, et TWIST. L'examen de cette presse permet de bien comprendre son fonctionnement, de répondre à un cahier de charges pour leur semi-automatisation et de proposer enfin une solution pour la rénovation de son système actuel par un autre basé sur les nouvelles technologies en matière de contrôle commande.

### 2.1. DESCRIPTION DES PRESSES RECULS

La presse recul (figure 29) a pour rôle le sertissage des câbles : SINGLE, SCREEN, et TWIST ; elle est constituée d'un applicateur de terminal (qui permet le sertissage des câbles), et d'un moteur synchrone pour alimenter la presse en terminal. Ces éléments sont montrés sur l'image ci-dessous :



FIGURE 29: APPLICATEUR DE LA PRESSE RECUL



FIGURE 30: SYSTEME D'ALIMENTATION EN TERMINAL

Pour assurer la sécurité de l'opérateur la machine ne fonctionne que dans le cas où la porte du boîtier de l'applicateur est fermée et un tournevis est présent à une position bien déterminée.



FIGURE 31: CONDITION POUR LE FONCTIONNEMENT DES PRESSES RECULS

## 2.2. FONCTIONNEMENT DE LA PRESSE

Les presses reculs fonctionnent actuellement en mode manuel.

Avant le démarrage du cycle, la presse doit être en position de repos avec : applicateur à l'état haut, terminal présent, porte fermé, tournevis à son emplacement et pédale désactivée. Une action sur la pédale provoque la mise en service de la presse, son fonctionnement suit le cycle suivant :

Le terminal doit être présent pour permettre le sertissage des câbles. Une fois que l'opérateur fait entrer le câble à la presse jusqu'à un niveau déterminé par un stoppeur, il agit sur une pédale qui actionne le moteur de l'applicateur de terminal afin d'obtenir un câble sertit. A ce moment le moteur qui alimente la presse en terminal s'actionne afin d'être prêts pour un nouveau cycle

Les presses reculs travaillent en mode de production continu (24h/24h). 3 opérateurs travaillent en alternance de 8h à 16h, 16h à 00h et de 00h à 8h.

### A. LOGIGRAMME DE LA PRESSES RECVL

Le logigramme suivant récapitule les étapes de fonctionnement de la machine :

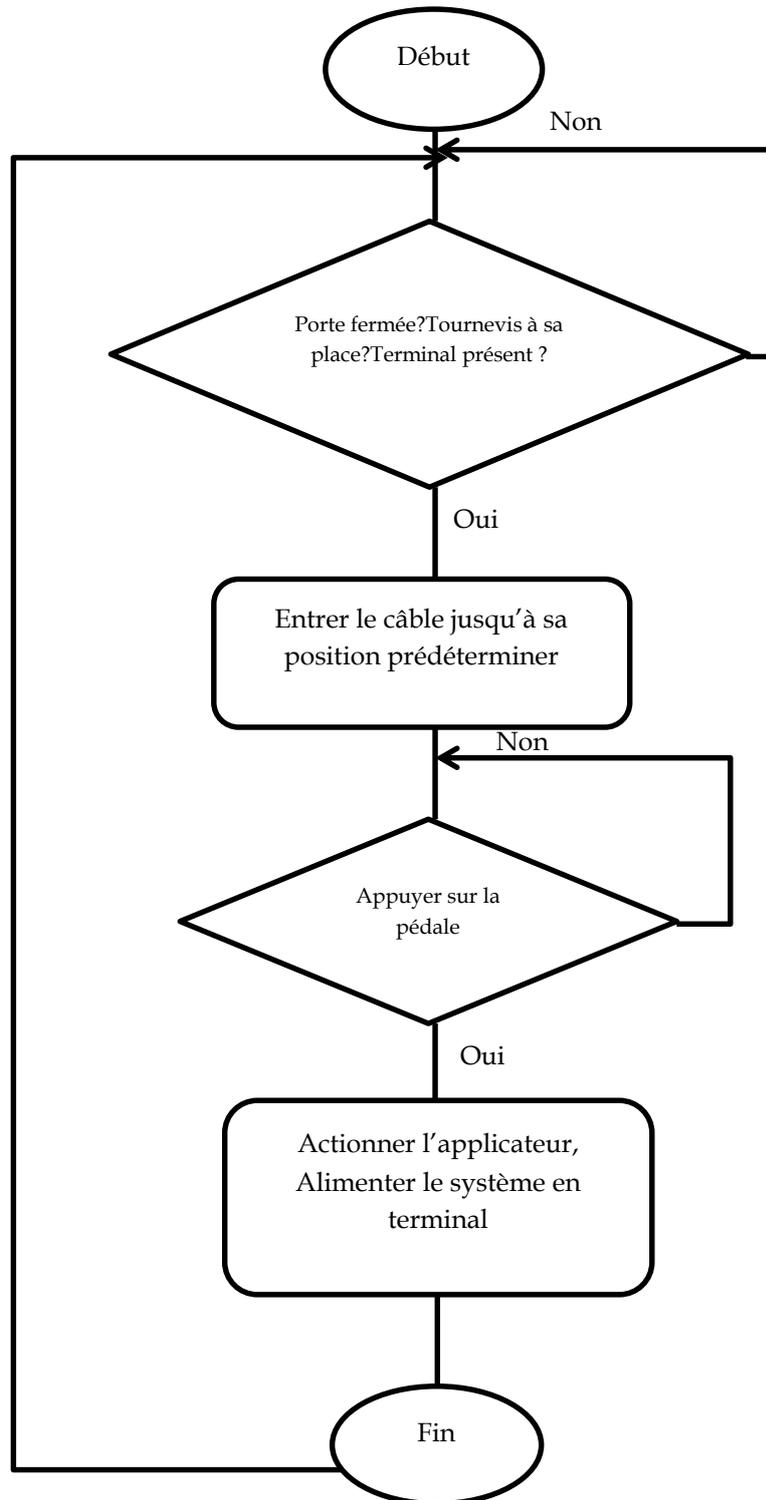


FIGURE 32: LOGIGRAMME DE LA PRESSE RECVL

## B. LES OUTILS DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE

- Bête à cornes :

La bête à cornes est un outil de base qui permet d'explicitier l'exigence fondamentale qui justifie la conception et la reconception d'un produit en se posant les questions suivantes :

- ✓ A qui et à quoi le produit rend-il service ?
- ✓ Sur qui et sur quoi agit-il ?
- ✓ Dans quel but ?

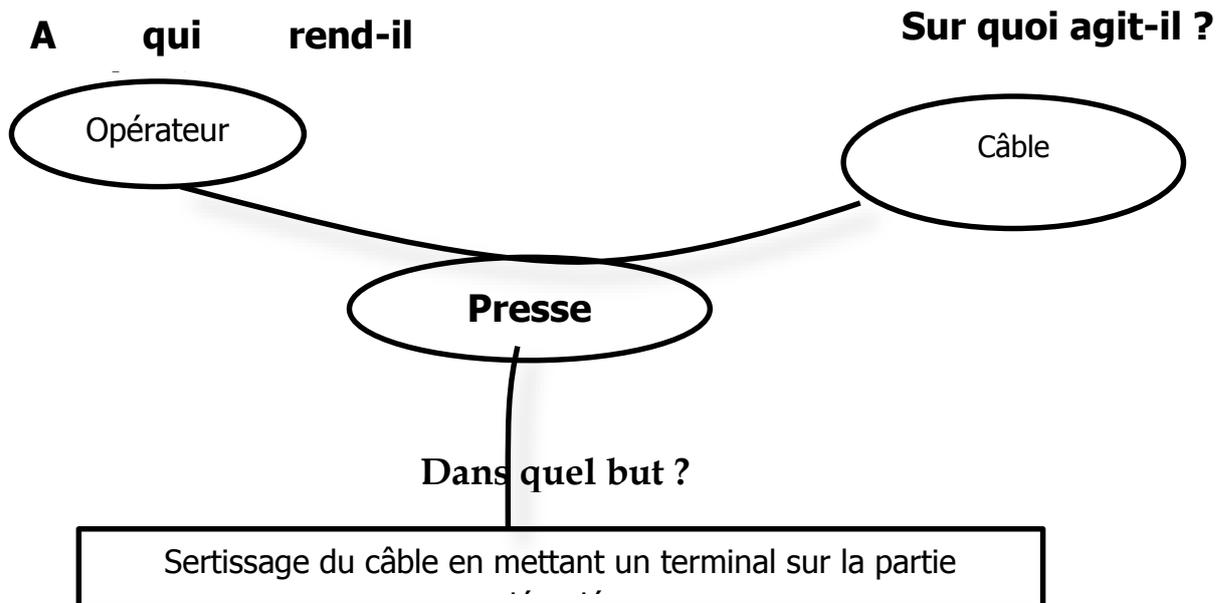


FIGURE 33: BETE A CORNES DE LA PRESSE REcul

- Diagramme pieuvre :

Cet outil identifie les fonctions d'un système ou d'un produit, recherche les fonctions attendues et leurs relations dans l'analyse fonctionnelle du besoin (ou analyse fonctionnelle externe).

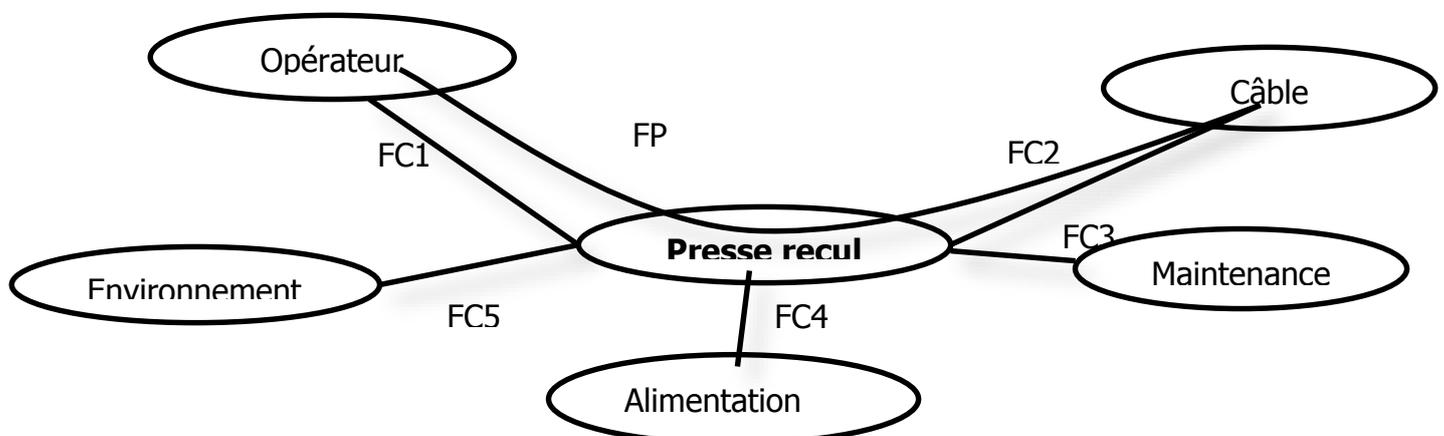


FIGURE 34: DIAGRAMME DES INTERACTEURS DE LA PRESSE REcul

<b>FP</b>	<b>Permettre le sertissage du câble.</b>
<b>FC1</b>	Commander la presse par l'opérateur
<b>FC2</b>	Sertir les câbles pré-dénudés
<b>FC3</b>	Etre facile à maintenir.
<b>FC4</b>	Assurer l'alimentation de la MECAL en tension
<b>FC5</b>	Résister aux conditions climatiques du fond : l'humidité, la température, ect.

TABLEAU 5: TABLEAU DES FONCTIONS PRINCIPALES ET CONTRAINTES

### 2.3. ANALYSE SWOT DE LA LIGNE SUB

Dans le tableau qui suit on a présenté les forces et les faiblesses, ainsi que les opportunités et les menaces de la ligne SUB :

		<b>Positif</b>	<b>Négatif</b>
<b>Analyse interne</b>	<b>Forces (S)</b>	Application des 5S	Opérateurs peu qualifiés
		Réunions quotidiennes pour améliorer le travail	Déséquilibre des postes
		Management visuel	Pertes au niveau de la qualité
		Standardisation du travail	Pannes machines
<b>Analyse externe</b>	<b>Opportunités (O)</b>	Assurance des formations continues pour l'ensemble du personnel	Stress des opérateurs
		Amélioration tout en automatisant les lignes de SUB	Complexité et diversité des références
			Changement brusque des JOBS
			Départ et absentéisme des opérateurs
			Perte de clients

TABLEAU 6: MATRICE SWOT DES PRESSES RECULS.

### 3. HISTORIQUE DE LA PRODUCTION DES PRESSES RECULS

Notre projet se déroule durant une phase où SEW AIN AOUDA passe par plusieurs audits qui exigent que sa production augmente, avec la qualité demandée et sur des délais compétitifs mais ce en enregistrant des retards internes et des nombres de non qualité relativement élevés rattrapés sous la forme d'heures supplémentaires et d'augmentation d'effectifs et de postes de travail ,et cela afin de permettre au client de couvrir son marché mondial, chose qui explique l'enregistrement d'une productivité moyenne, un SCRAP élevé durant l'année en cours et la non atteinte des objectifs déterminé au préalable par la fabrication et la direction .

Pour concrétiser notre problématique et afin de mieux cerner les écarts enregistrés nous avons représenté ces derniers sous forme d'un graphique visualisant la productivité mensuelle durant la période de stage.

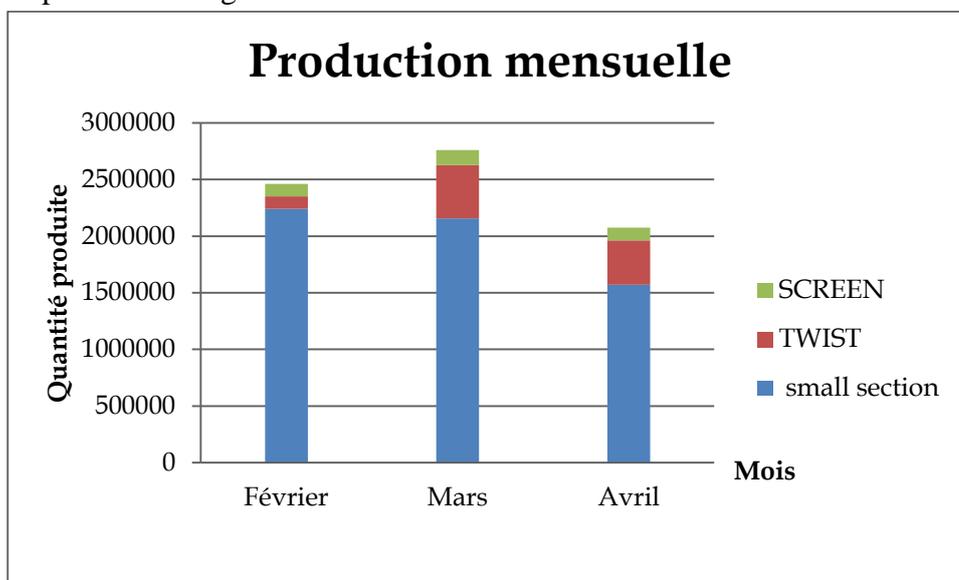


FIGURE 35: PRODUCTION DE LA LIGNE SUB

Pendant cette phase, SEWS Ain Aouda s'est engagée à améliorer ces performances en répondant aux exigences des auditeurs tout en augmentant son efficacité. De ce fait, elle s'est orientée vers les politiques d'amélioration qui sont capables de garantir la satisfaction du besoin du client.

Dans cette optique, SEWS-Maroc nous a confié la mission de la semi-automatisation des presses reculs dans la ligne SUB, par le déploiement des connaissances pré requis au cours des trois années passées.

#### 4. HISTORIQUE DU SCRAP DES PRESSES RECULS

Le SCRAP est l'ensemble des câbles mal sertit, et les câbles utilisés en tant que des échantillons.

Le SCRAP est l'un des causes majeur de la diminution de la production, afin de mieux visualiser ce dernier nous allons le présenter sous forme d'un graphique.

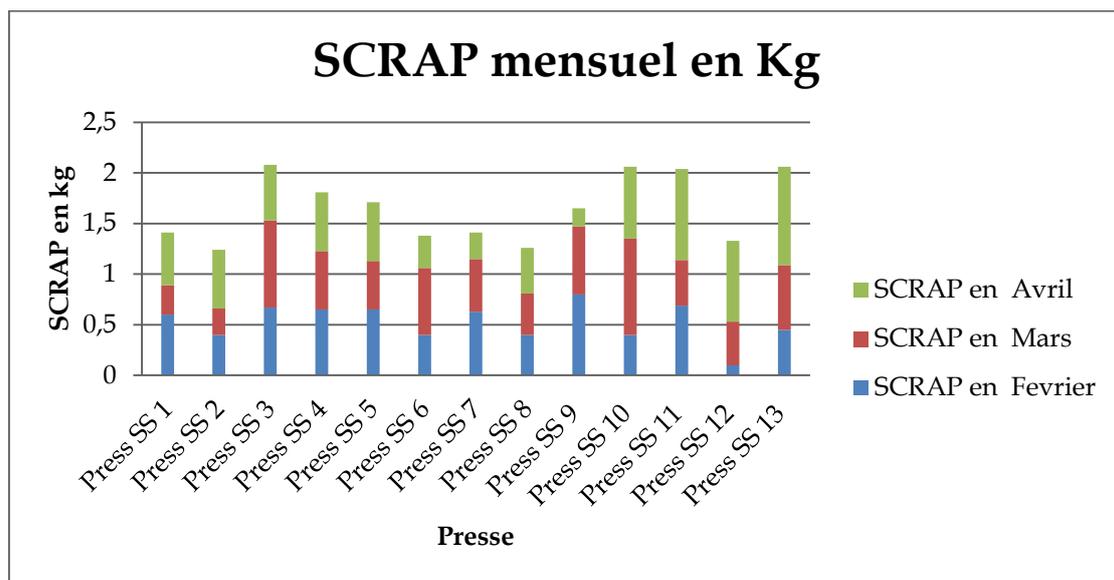


FIGURE 36: EVOLUTION DU SCRAP DES PRESSES

C'est pour cela que la diminution du SCRAP doit être prise en considération lors de la conception du nouveau mécanisme.

#### CONCLUSION

Ce chapitre a été un prélude afin de présenter la ligne SUB en général et les presses reculs en particulier.

L'étude d'un nouveau mécanisme automatique qui a pour rôle d'augmenter la production et réduire le SCRAP sur les presses reculs de la ligne concernée « SUB » sera l'objet du chapitre suivant.

## CHAPITRE 3:

---

### CONCEPTION D'UN MECANISME DE SERTISSAGE AUTOMATIQUE.

Ce chapitre est consacré à l'étude d'un mécanisme particulier que nous proposons, dont nous souhaitons déterminer les caractéristiques ainsi que la capacité à remplir les objectifs exigés pour la manipulation des câbles.

## INTRODUCTION

Ce chapitre a pour objectif de présenter le mécanisme proposé dans ces différents domaines : mécanique, informatique et automatique.

### 1. ANALYSE FONCTIONNELLE

Cette partie a pour objectif de présenter une analyse fonctionnelle du nouveau mécanisme proposé.

#### 1.1. DIAGRAMME DE LA BÊTE À CORNES

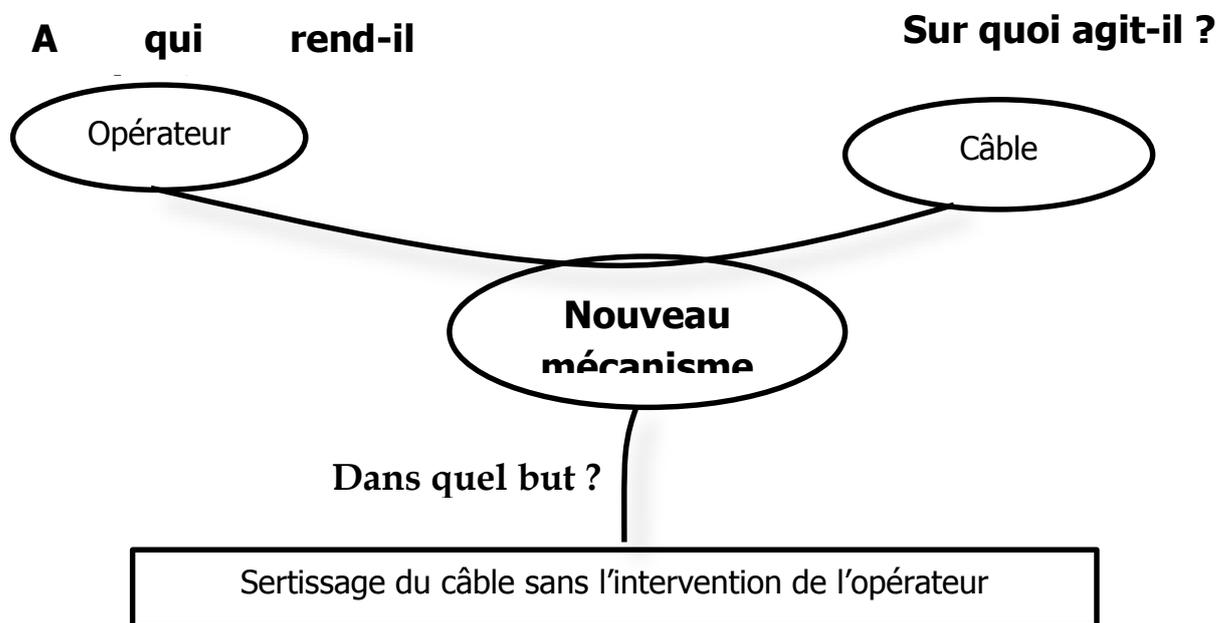


FIGURE 37 : LA BÊTE À CORNES DU MÉCANISME PROPOSÉ

Le mécanisme que nous avons proposé met en contact direct le câble et l'applicateur du terminal.

Sa fonction principale est de sertir le câble de façon semi-automatique pour fournir un câble sertit sans aucun défaut et sans un contact direct de l'opérateur avec l'applicateur.

#### 1.2. DIAGRAMME PIEUVRE

Le diagramme pieuvre est une représentation permettant de mettre en évidence et de recenser les différentes interactions entre le système et son environnement.

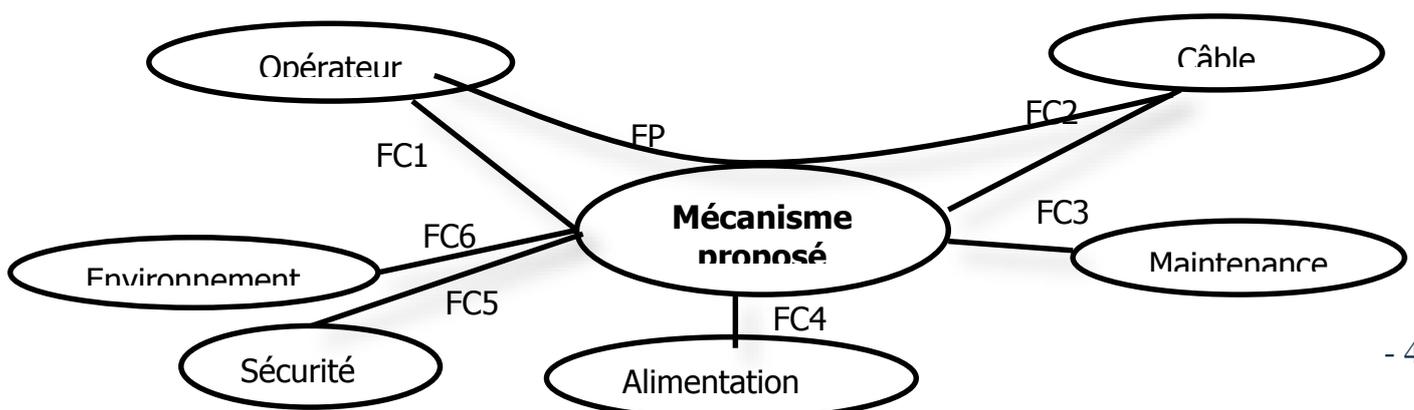


FIGURE 38:DIAGRAMME PIEUVRE DU MECANISME PROPOSE

<b>FC1</b>	Pas d'intervention de l'operateur apres insertion du cable.
<b>FC2</b>	Mettre le terminal sur la partie dénudée du câble.
<b>FC3</b>	Etre facile à maintenir
<b>FC4</b>	Assurer l'alimentation du mécanisme proposé en air et en courant.
<b>FC5</b>	Commander le mécanisme proposé par l'opérateur tout en assurant sa sécurité.
<b>FC6</b>	Résister aux conditions climatiques du fond : l'humidité, la température, ect.

TABLEAU 7:TABLEAU DES FONCTIONS PRINCIPALES ET CONTRAINTES

### 1.3. DIAGRAMME SADT

Le diagramme SADT nous a permis d'identifier et de modéliser la fonction globale et les différents échanges entre le système et son environnement.

Les entrées sont :

- Câble dénudé ;
- Câble semi-fini.

Les données de contrôle sont :

- L'alimentation ;
- Les réglages et les contrôles des déplacements ;
- Partie Commande.

En sortie :

- Câble sertit ;
- Pertes énergétiques.

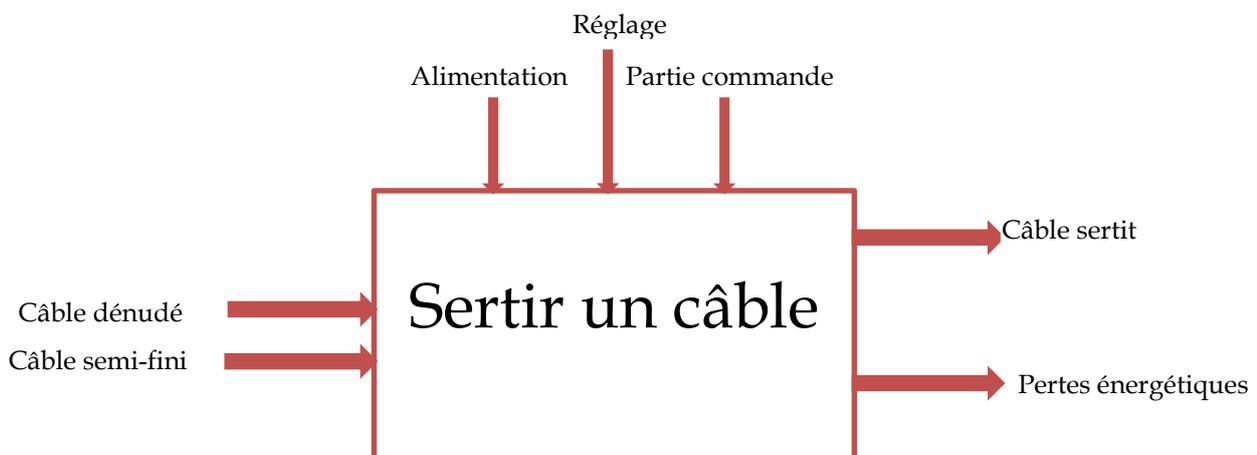


FIGURE 39: SADT DU MECANISME PROPOSE

#### 1.4. DIAGRAMME FAST

Le diagramme FAST constitue l'ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

Diagramme FAST contient deux types de fonctions :

- Fonctions de service qui constituent une relation entre le système et le milieu extérieur, elles traduisent l'action attendue ou réalisée par le produit pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné. Il existe deux types de fonctions de service:
  - les fonctions principales, correspondant au service rendu par le système pour répondre aux besoins.
  - les fonctions contraintes, traduisant des réactions, des résistances ou des adaptations à des éléments du milieu extérieur.
- Fonctions techniques sont internes au produit, elles sont choisies par le constructeur dans le cadre d'une solution, pour assurer une fonction de service.

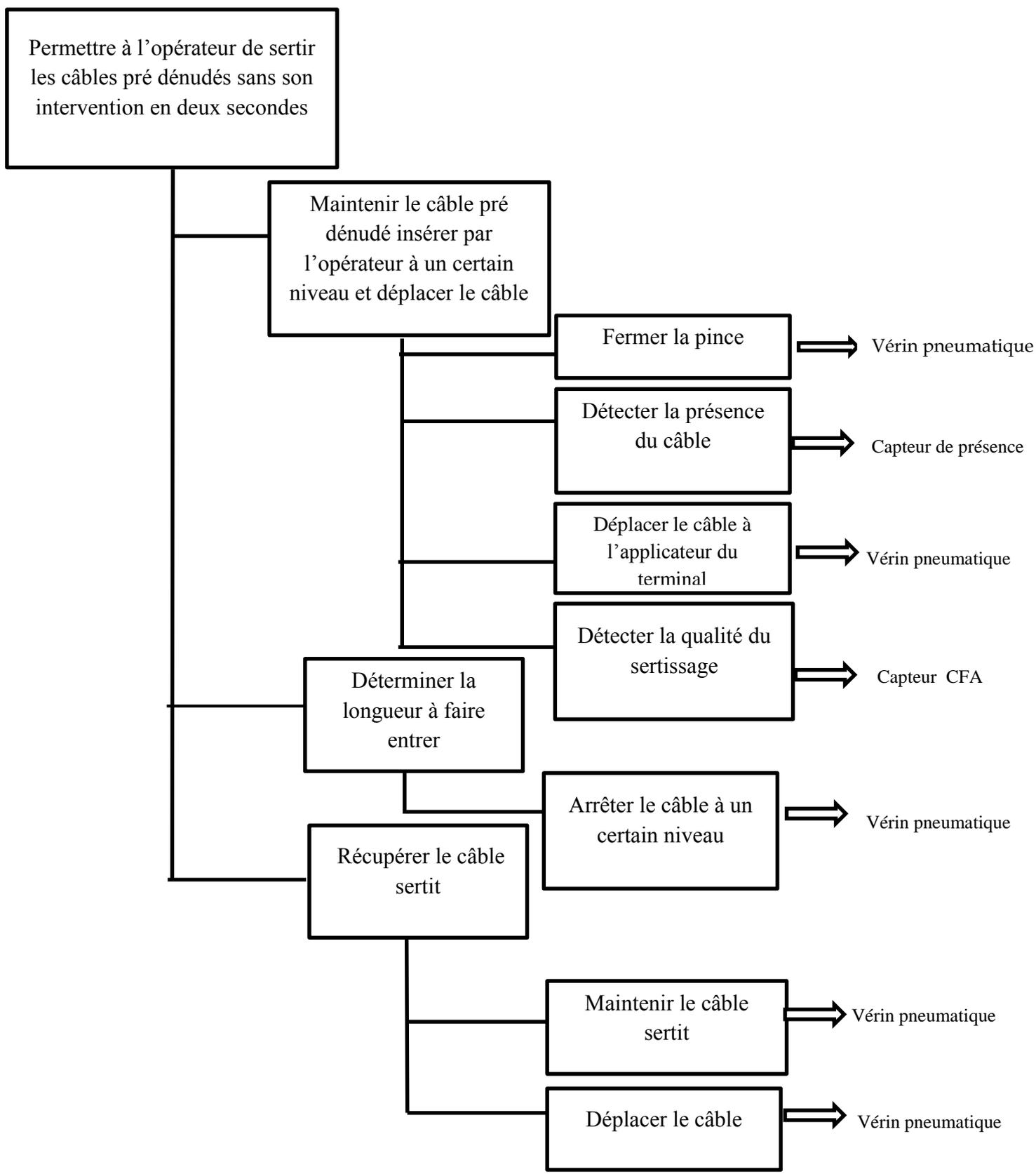


FIGURE 41: DIAGRAMME FAST DU NOUVEAU MECANISME

Le diagramme FAST nous a permis de décomposer le système en trois sous-systèmes, aussi il nous a permis de connaître les actionneurs et les capteurs dont le système aura besoin pour assurer son bon fonctionnement.

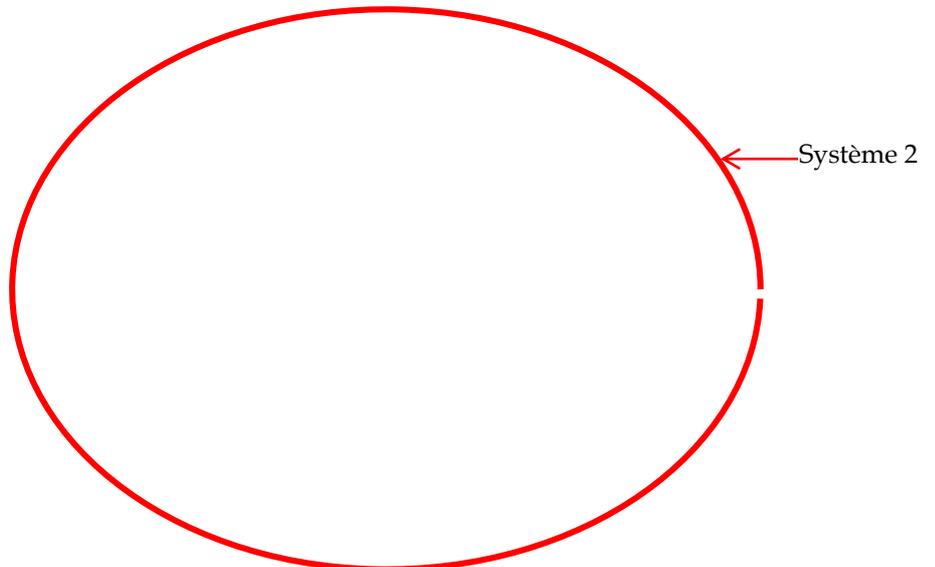
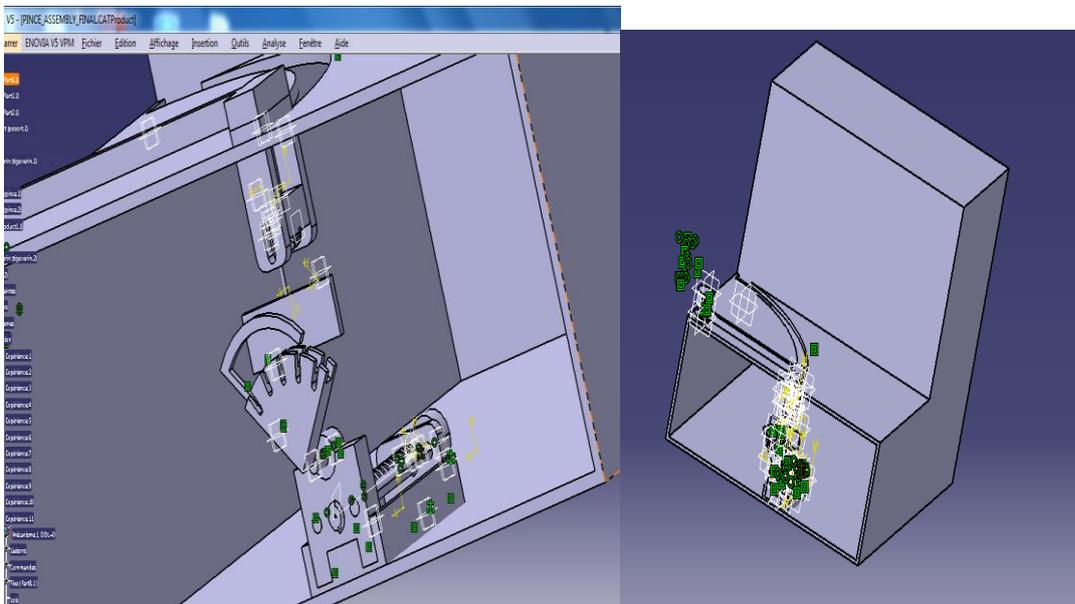
## 2. PARTIE MECANIQUE

Dans cette partie, nous avons décrit les différentes solutions qui permettent de réaliser la fonction principale «Sertir un câble pré dénudé ou un câble semi-fini sans intervention de l'opérateur».

### 2.1. MODELISATION DES SOLUTIONS PROPOSEES SOUS CATIA V5

La modélisation du mécanisme proposé est réalisée sur CATIA V5 qui nous a permis d'avoir une image concrète du système et de définir toutes les cotes des pièces mécaniques.

#### A. SOLUTION POUR LE SERTISSAGE DES DIFFERENTS TYPES DE CABLES



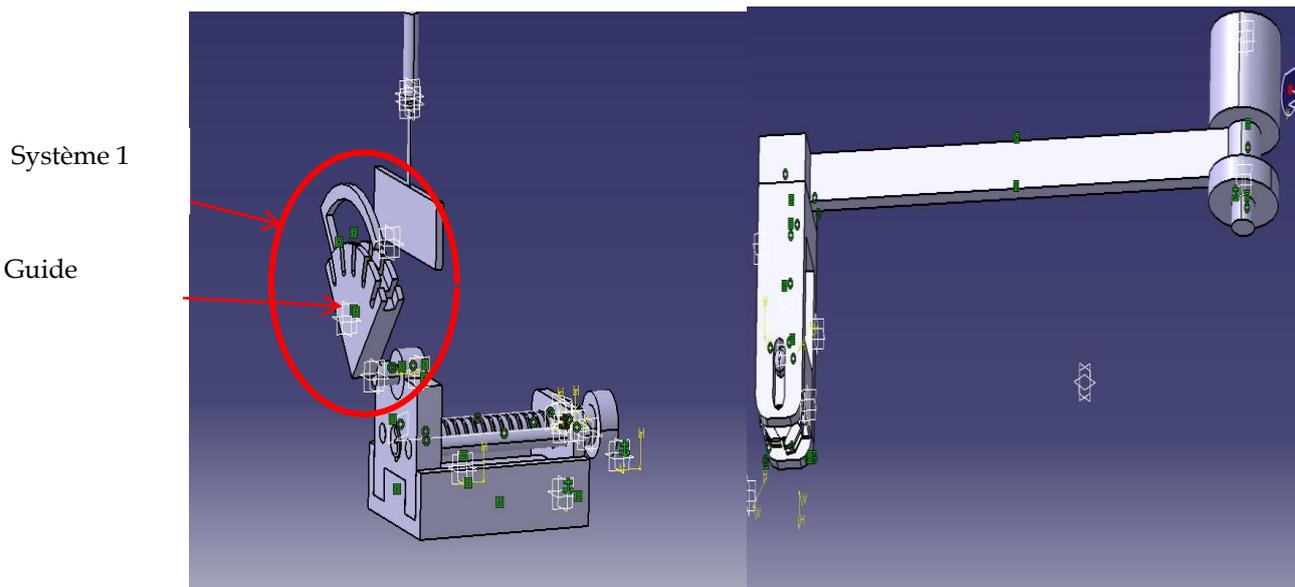


FIGURE 42: MECANISME PROPOSE POUR LE SERTISSAGE DE TOUT TYPE DE CABLE

Cette solution a été rejetée, vu que le type de câble le plus utilisé sur les presses REÇUL est le SINGLE.

Son fonctionnement suit le cycle suivant :

Une fois l'opérateur met le câble à l'intérieur du guide le système 1 se ferme pour maintenir le câble, puis le moteur s'actionne afin de déplacer le câble vers l'applicateur, une fois le système est arrivé à l'applicateur un moteur pas à pas s'active pour faire tourner le guide dans le but de sertir les câbles.

Puis le deuxième système récupère le câble sertie et le met dans un bouquet

#### B. SOLUTION POUR LE SERTISSAGE DES CABLES DE TYPE SINGLE

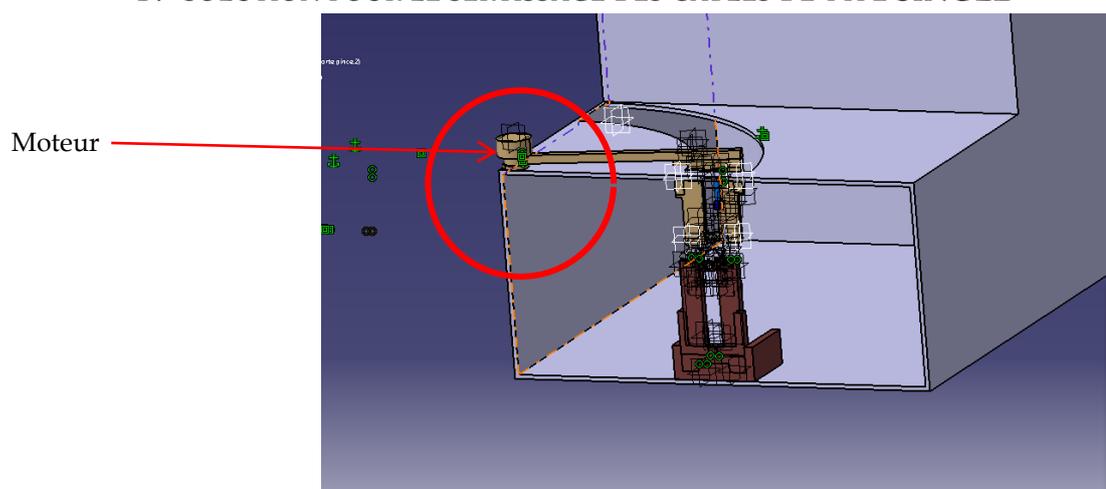


FIGURE 43: MECANISME PROPOSE POUR LE SINGLE

Ce système a été rejeté vu que le moteur utilisé va être facilement grillé vu l'action répétitif du sertissage

Nous avons pensé à des différentes solutions pour maintenir le câble sertit et de le mettre dans un bouquet, Après réflexion, il s’est avéré que seul un système purement pneumatique permettait de bien maintenir le câble et de le mettre avec son propre bouquet, en résistant aux actions répétitifs du sertissage.

### C. VUE D’ENSEMBLE DU MECANISME PROPOSE

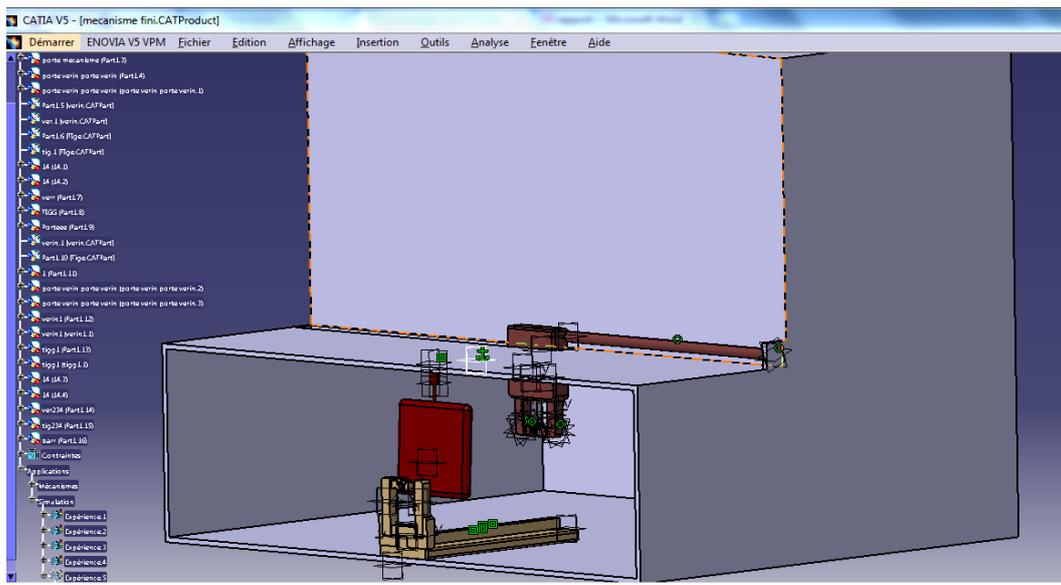


FIGURE 44: MECANISME PROPOSE

Vu la difficulté du processus de maintenance, nous avons conçu un mécanisme capable d’aider les opérateurs à réaliser leurs tâches avec une plus grande efficacité, rapidité et surtout sécurité.

Le mécanisme que nous avons proposé se compose de trois systèmes distincts :

- Le 1<sup>er</sup> système qui a pour rôle de maintenir le câble introduit par l’opérateur et de le ramener à la presse afin qu’elle puisse le sertir, le maintien et le mouvement de translation sont assurés par des vérins pneumatiques.

- Le 2ème système qui a le même rôle que le stoppeur, il permet à l'opérateur de déterminer la longueur du câble à faire entrer, afin d'éviter des problèmes de sertissage. Ce mécanisme est commandé par un vérin.
- Le 3ème système a pour rôle de récupérer les câbles sertis et de les mettre dans un bouquet. Ce système possède trois degrés de liberté : la translation vers le bas afin que le 3ème système soit au même niveau que le câble, le maintien du câble par les pinces et la translations afin de mettre le câble dans un bouquet.

## 2.2. CHOIX DU MATERIELS

### Vérin pneumatique

Le fonctionnement des vérins pneumatiques, ainsi que la méthode de dimensionnement des vérins sont décrite sur l'annexe 2

Dimensionnement des vérins

Calcul des masses des pièces à utiliser :

$$\text{On sait que : } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho * V$$

Sachant que la masse volumique de l'acier est :  $\rho = 8\,100\text{kg/m}^3$

### Mécanisme 1 :

La masse du premier système est  $m = 170.1\text{g}$

Si on ajoute une marge de sécurité on donne la masse du système 1 est égale à : 200g

### Diamètre minimum de la tige

$$d = \sqrt[4]{\frac{F \times L^2 \times 64 \times \alpha}{\pi^3 \times E}}$$

Avec d = diamètre de la tige en cm

F = charge dynamique en daN

L = longueur libre de flambage en cm

E = module d'élasticité longitudinal (20.105 daN/cm<sup>2</sup> pour l'acier)

$\alpha$  = coefficient de sécurité (entre 3 et 5)

$$F = m \times g + m \times a = 0.2 \times 9.81 + 0.2 \times 5 = 2.962 \approx 3\text{N.}$$

$$L = 54\text{mm}$$

$$d = 3.92\text{mm} \Rightarrow D \approx 10\text{mm}$$

<b><i>D Vérin (mm)</i></b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>40</b>
<b><i>D Tige (mm)</i></b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>18</b>

<b><i>D Vérin (mm)</i></b>	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>160</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
<b><i>D Tige (mm)</i></b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>50</b>

*Diamètres normalisés des vérins*

⇒ D'après le tableau de normalisation des diamètres le diamètre du piston est égal à 20mm.

De même pour les 2 autres systèmes et pour les pinces, on trouve que :

Pour mécanisme 2 : d= 6mm donc D sera égal soit à 12 ou bien 16 mm

Pour déterminer le diamètre d'alésage du vérin du mécanisme 2

On sait que :  $S = \frac{F}{p \times \eta}$  avec  $S = \frac{\pi \times D^2}{4}$ . Donc  $D = \sqrt{\frac{F \times 4}{p \times \eta \times \pi}} = 12\text{mm}$

Mécanisme 3 : d=30 mm donc D égal soit à 100 ou bien 125 mm

De même  $S = \frac{F}{p \times \eta} \Rightarrow D = 100\text{mm}$

Pince 1 : d=4mm donc D égal soit à 8mm ou bien 10mm

De même  $S = \frac{F}{p \times \eta} \Rightarrow D = 8\text{mm}$

Choix du capteur de position

L'annexe 3 définit le fonctionnement des capteurs de position

Le choix du capteur passe par deux phases:

La première c'est définir le type du capteur, on répondant à ce logigramme :

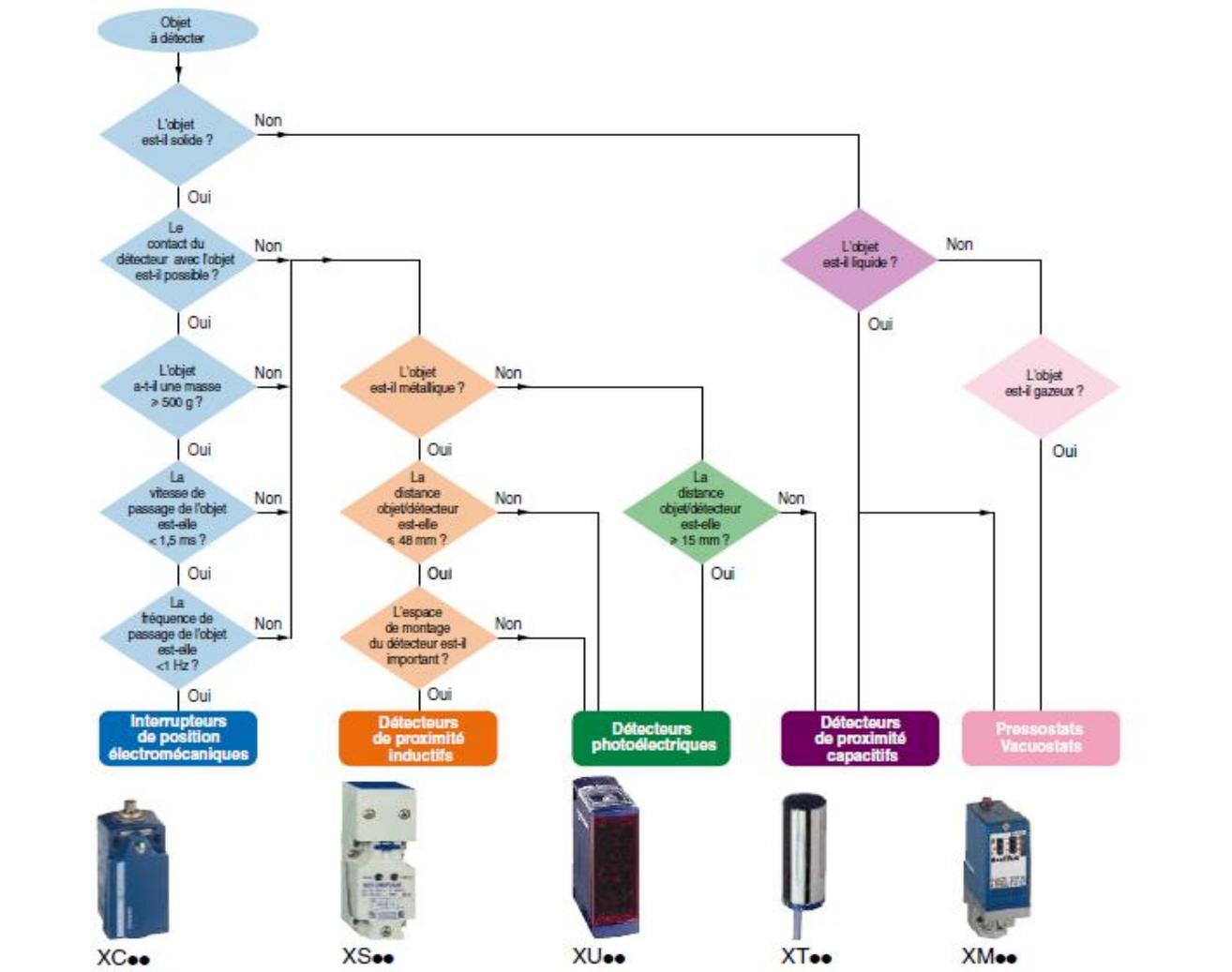


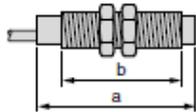
FIGURE 45: LOGIGRAMME DU CHOIX DU CAPTEUR

On répondant à ce logigramme on a trouvé comme capteur : détecteur photoélectrique  
 La deuxième phase tient en compte les paramètres liés à :

- l'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses,...
- la source d'alimentation : alternative ou continue
- le signal de sortie : électromécanique, statique
- le type de raccordement : câble, bornier, connecteur

On tenant ces paramètres en compte, nous avons choisi comme détecteur, le détecteur à émission laser XUBL

**Détecteurs à émission laser XUBL**



	câble (mm)		connecteur (mm)	
	a	b	a	b
récepteur (1)	62	44	76	44
récepteur (2)	52	28	66	28

FIGURE 46: DETECTEUR CHOISI

Sécurité sonore :

Il est utilisé pour avertir l'opérateur que le câble sertit n'est pas conforme.



FIGURE 47: VOYANT SONORE

Distributeurs pneumatiques :

Le fonctionnement des distributeurs est donné sur annexe 4

Choix du distributeur :

Le distributeur dont on aura besoin est un distributeur à commande électrique bistable

Distributeur 4/2	Nature du pilotage	Type	référence
Taille : 1/8" KV = 7	Pneumatique	Bistable	PVD - B142-128
		Monostable	PVD - B141-128
	Electrique	Bistable	PVD - B142-428
		Monostable	PVD - B141-428
Taille : 1/4" KV 15	Pneumatique Ou Electrique	Bistable	PVD - C 34229
		Monostable	PVD - C 341229
Taille 3/8" et 1/2" KV = 29	Pneumatique Ou Electrique	Bistable	PVDE - 142223
		Monostable	PVDE - 241223

FIGURE 48: TABLEAU DE REFERENCE DES DISTRIBUTEURS

On se basant sur ce tableau on a choisi comme distributeur le distributeur qui a comme référence : PVD-B142-428

3. PARTIE AUTOMATIQUE

### 3.1. GENERALITES SUR L' AUTOMATISATION

#### A. INTRODUCTION

L'automatisation est définie comme étant l'ensemble des procédés qui rendent l'exécution d'une tâche, auparavant manuelle, automatique, sans intervention de l'homme.

L'automatisation des systèmes industriels n'est aujourd'hui pas seulement très répandue dans le domaine industriel, mais aussi indispensable à l'industrie, vu la complexité des systèmes de production de cette dernière, et les contraintes économiques dans un environnement très concurrentiel.

L'outil d'automatisation par excellence est la carte électronique, qui offre des solutions simples à mettre en œuvre une souplesse d'adaptation à l'évolution des processus de production et une grande flexibilité.

#### B. BUT DE L' AUTOMATISATION

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- L'accroissement de la productivité du système c'est-à-dire l'augmentation de la quantité de produits.
- L'amélioration de la flexibilité de production.
- L'amélioration de la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- L'adaptation à des contextes particuliers :
  - Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire...),
  - Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...),
  - Augmentation de la sécurité, etc.

#### C. STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE

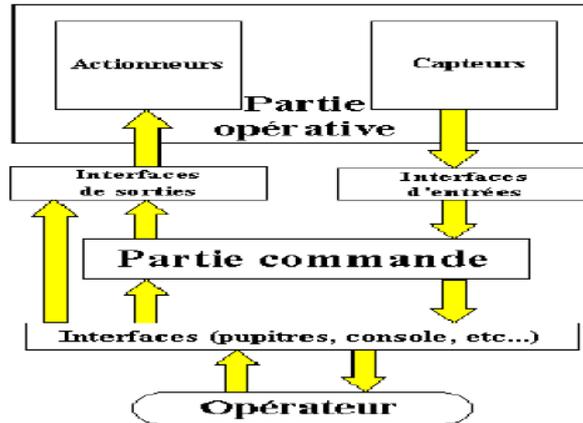


FIGURE 49:STRUCTURE D'UN SYSTEME AUTOMATISE

Un système automatisé peut être représenté suivant le schéma ci-dessus (figure 49). Sur ce schéma nous avons représenté les liaisons qui existent entre les différents éléments du système automatisé. Ces différentes liaisons sont:

L'opérateur dialogue avec la partie commande (PC) du système à l'aide de boutons poussoirs du pupitre ou d'un terminal de programmation. La partie commande peut dialoguer avec l'opérateur à l'aide de voyants, de compteurs, d'afficheurs du pupitre, etc...

### 3.2. CHOIX DU MICROCONTROLEUR

Une introduction au PIC est donnée sur annexe 5

#### A. LE CHOIX DU PIC

Le choix d'un microprocesseur est, en premier lieu, le choix d'une société ou d'un groupe. Les contacts commerciaux et expériences vécues par l'entreprise constituent un point de départ.

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels. Une très grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions sur le fonctionnement de l'entreprise. Un PIC utilisant des langages de programmation en langage C est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économie (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées / sorties.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).

- Fonctions de communication : le PIC doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).

Pour réaliser la semi-automatisation des presses recul qui font l'objet de ce stage, il m'a été proposé par les responsables de la société de travailler sur des PIC 16F877A.

## B. PRESENTATION DU PIC 16F877A



FIGURE 50: PIC16F877A

Le 16F877A est un microcontrôleur de MICROCHIP, fait partie intégrante de la famille des Mid Range (16) dont la mémoire programme est de type flash (F) de type 877 et capable d'accepter une fréquence d'horloge maximale de 4Mhz.

### 3.3. AUTOMATISATION DES PRESSES RECU

#### A. GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe de Contrôle Etape-Transition) est un outil qui permet de représenter graphiquement et de façon structurée le fonctionnement d'un automatisme séquentiel à l'aide d'étapes et de transitions.

Il décrit les interactions informationnelles à caractère déterministe à travers la frontière d'isolement entre la Partie Commande et la Partie Opérative d'un système isolé.

Il établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

- Les Entrées, c'est-à-dire les transferts d'informations de la partie opérative vers la partie commande.
- Les Sorties, c'est-à-dire les transferts d'informations de la partie commande vers la partie opérative.

Pour l'automatisation du système, nous avons utilisée 3 Grafcets chacun d'eux dispose d'une fonction bien déterminée : Grafcet de sécurité (figure 51), Grafcet de gestion (figure 52), Grafcet de fonctionnement en mode automatique (figure 53).

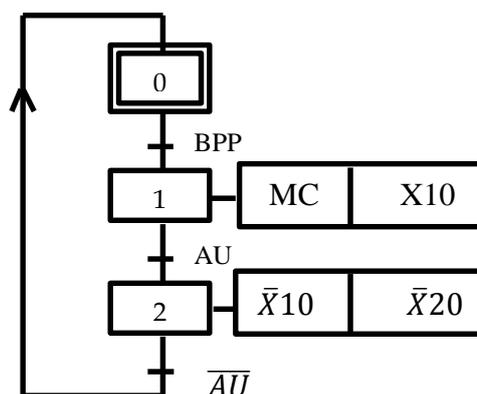


FIGURE 51: GRAFCET DE SECURITE

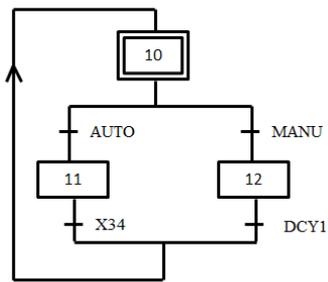


FIGURE 52: GRAFCET DE GESTION

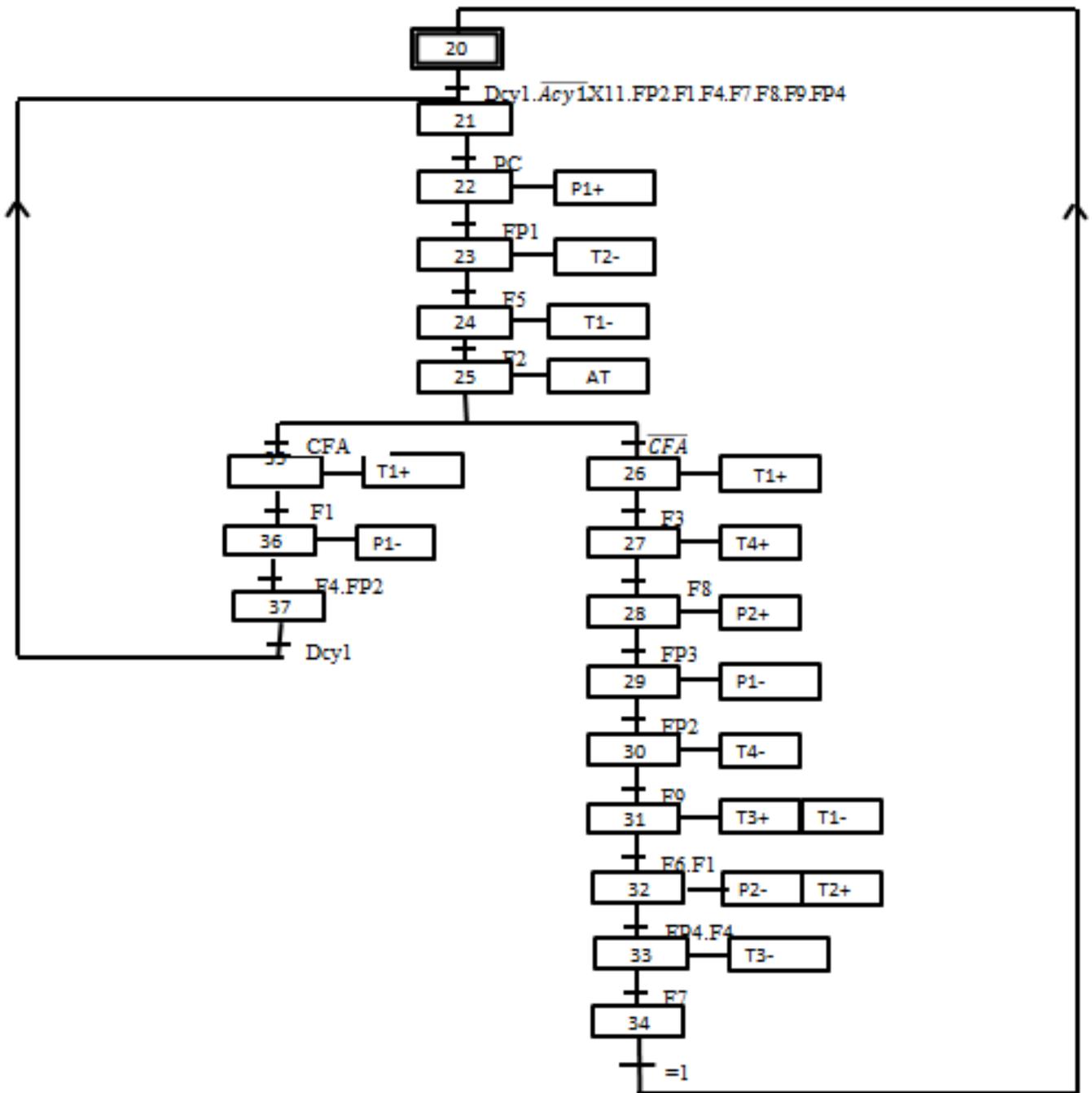


FIGURE 53: GRAFCET DE FONCTIONNEMENT EN MODE AUTOMATIQUE

B. TABLEAU ENTREES-SORTIES DU PIC

<b>Entrée</b>	<b>Signification</b>
<b>BP</b>	Bouton poussoir de marche du groupe pneumatique
<b>AU</b>	Arrêt d'urgence
<b>AUTO</b>	Sélecteur mode automatique
<b>MANU</b>	Sélecteur mode manuel
<b>FP1</b>	Fin de course avance pince du mécanisme 1
<b>FP2</b>	Fin de course recul du pince du mécanisme 1
<b>F1</b>	Fin de course avance mécanisme 1
<b>F2</b>	Fin de course Recul mécanisme 1
<b>F3</b>	Position intermédiaire du mécanisme 1
<b>F4</b>	Fin de course avance mécanisme 2
<b>F5</b>	Fin de course recul mécanisme 2
<b>F6</b>	Fin de course avance mécanisme 3
<b>F7</b>	Fin de course recul mécanisme3
<b>F8</b>	Fin de course avance mécanisme intermédiaire
<b>F9</b>	Fin de course recul mécanisme intermédiaire
<b>FP3</b>	Fin de course avance pince du mécanisme 3
<b>FP4</b>	Fin de course recul du pince du mécanisme 3
<b>CFA</b>	Capteur CFA
<b>PC</b>	Capteur de présence du câble
<b>Acy1</b>	Arrêt du cycle automatique
<b>Dcy1</b>	Départ du cycle automatique

TABLEAU 8: LES ENTREES DU SYSTEME

<b>Sortie</b>	<b>Signification</b>
<b>P1+</b>	Fermeture pince du mécanisme 1
<b>P1-</b>	Ouverture pince du mécanisme 1
<b>P2+</b>	Fermeture pince du mécanisme 2
<b>P2-</b>	Ouverture pince du mécanisme 2
<b>T1+</b>	Translation à droite du mécanisme 1
<b>T1-</b>	Translation à gauche du mécanisme 1
<b>T2+</b>	Translation vers le bas du mécanisme 2
<b>T2-</b>	Translation vers le haut du mécanisme 2
<b>T3+</b>	Translation à droite du mécanisme 3
<b>T3-</b>	Translation à gauche du mécanisme 3
<b>T4+</b>	Translation vers le bas du mécanisme intermédiaire
<b>T4-</b>	Translation vers le haut du mécanisme intermédiaire
<b>AT</b>	Actionner l'applicateur du terminal

TABLEAU 9: LES SORTIES DU SYSTEME

### 3.4. PROGRAMMATION SOUS MIKROC

#### A. INTRODUCTION

Le langage mikroC pour PIC a trouvé une large application pour le développement de systèmes embarqués sur la base de microcontrôleur. Il assure une combinaison de l'environnement de programmation avancée IDE (Integrated Development Environment) , et d'un vaste ensemble de bibliothèques pour le matériel, de la documentation complète et d'un grand nombre des exemples.

Le compilateur mikroC pour PIC bénéficie d'une prise en main très intuitive et d'une ergonomie sans faille. Ses très nombreux outils intégrés (mode simulateur, terminal de communication Ethernet, terminal de communication USB, gestionnaire pour afficheurs 7 segments, analyseur statistique, correcteur d'erreur, explorateur de code, mode Débug ICD...) associé à sa capacité à pouvoir gérer la plupart des périphériques rencontrés dans l'industrie (Bus I2C™, 1Wire™, SPI™, RS485, Bus CAN™, USB, gestion de cartes compact Flash et SD™/MMC™, génération de signaux PWM, afficheurs LCD alphanumériques et graphiques, afficheurs LEDs à 7 segments, etc..) en font un outil de développement incontournable pour les systèmes embarqués, sans aucun compromis entre la performance et la facilité de débogage.

#### B. PROGRAMMATION SOUS MIKROC

La programmation est réalisée sous MikroC, afin de pouvoir piloter la carte PIC qui va assurer le bon fonctionnement du nouveau mécanisme proposé

Le code du programme est donné sur la figure 54 :

```

PRO for PIC v.6.4.0 - NOT REGISTERED
View Project Build Run Tools Help
1024x768
prog2.c
void main()
{
    trisc=0x00; // set port c 2 as output pin for
    trisb=0x00; // set port b as output port
    trisa=0xFF;
    trisd=0xFF;
    portc=0x00; // reset port c
    portb=0x00;
    portd=0x02;
    porta=0x20;
    PWM1_Init(5000); // initialisation PWM1 at 5KHZ speed
    PWM1_Start(); // start PWM1
    PWM1_Set_Duty(127); // set PWM duty cycle

    while (porta!=0x10)
    {
        portb=0x08; //signal to motor 2 reverse direction
        while(portd!=0x08)
        portb=0x10; // signal to motor 3 forward direction
        while (portd!=0x20)
        portc=0x10; // pince 2 fermée
        while (portd!=0x04)
        portb=0x20; //signal to motor 3 reverse direction
        while (porta!=0x20)
        portb=0x08; // etat initial du méca 1
        while(portd!=0x02)
        portb=0x02; //signal to motor 1reverse direction
        while ( portd!=0x20)
        portb=0x10; // signal to motor 4 forward direction
        while (portd!=0x10)
        portb=0x08; //signal to motor 4 reverse direction
        while(porta!=0x20)
        portb=0x08; //signal to motor 2 reverse direction
        while (portd!=0x02)
        portb=0x02; //signal to motor 1reverse direction
    }
    else
    { while ( porta!= 0x20)
    portb=0x08;
    while ( portd!=0x02)
    portb=0x02; //signal to motor 1reverse direction
    }
}

```

FIGURE 54: CODE DE COMMANDE SOUS MIKROC

### C. SIMULATION SOUS ISIS

ISIS est un logiciel permettant la CAO électronique éditée par la société Labcenter Electronics. Il permet la création de schémas et la simulation électrique.

Avant toute réalisation la simulation du fonctionnement est une étape primordiale afin de pouvoir anticiper les problèmes et de valider le fonctionnement. Pour se faire nous avons utilisé le logiciel de simulation ISIS

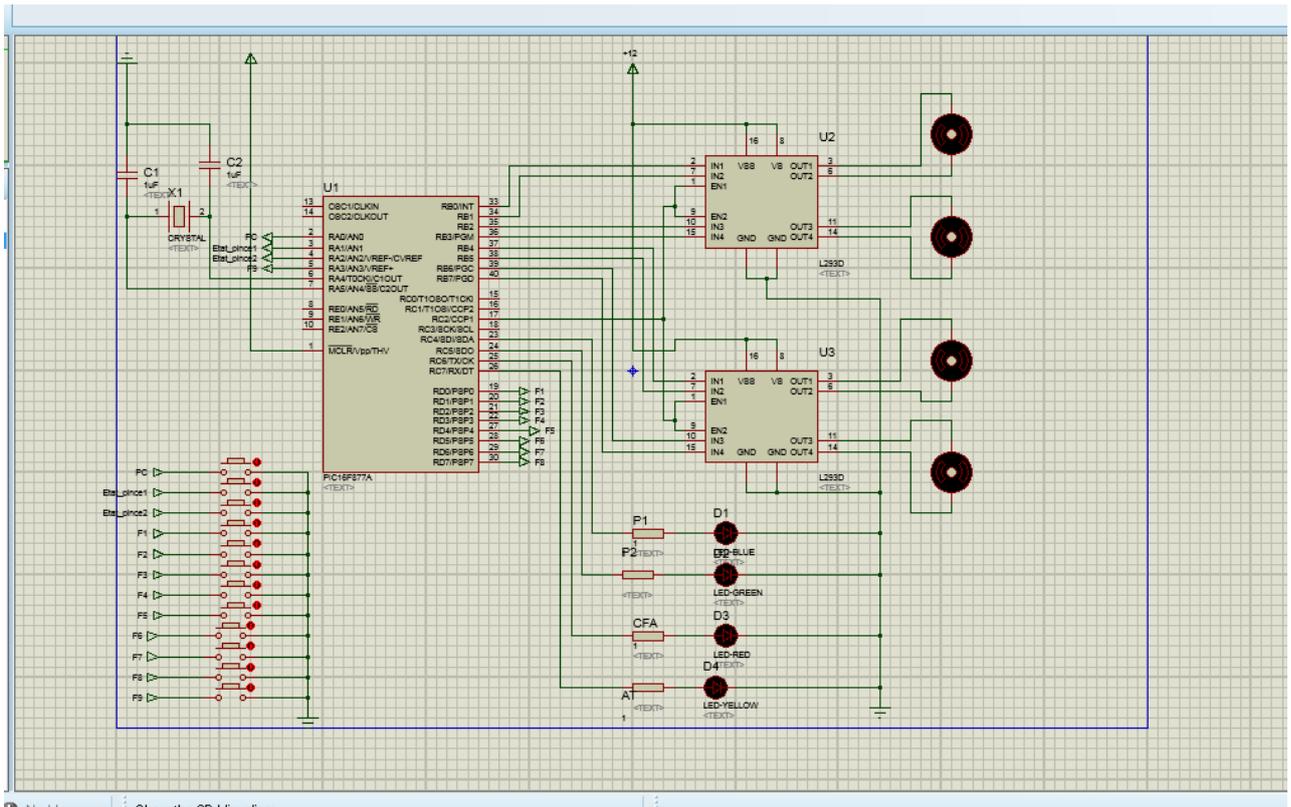


FIGURE 55: SCHEMA ELECTRIQUE SOUS ISIS

Donc, on simulant le fonctionnement sous ISIS on a pu valider le fonctionnement du nouveau mécanisme. Et on a pu déterminer les sources de débogage du PIC.

#### D. SIMULATION DU FONCTIONNEMENT DES VERINS SOUS FESTO FLUID

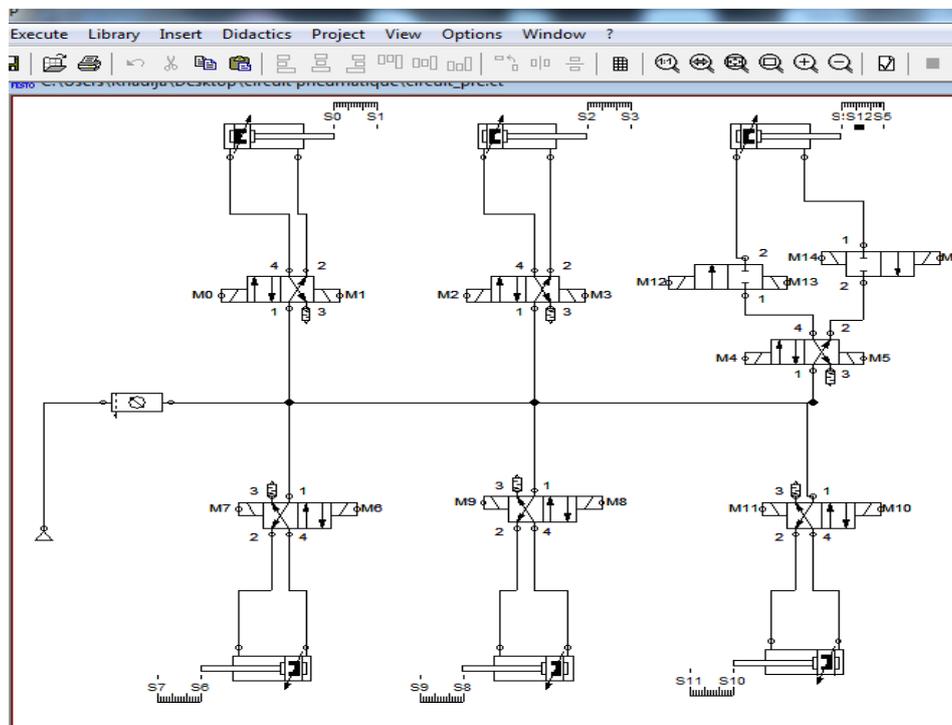


FIGURE 56: SIMULATION SOUS FESTO FLUID

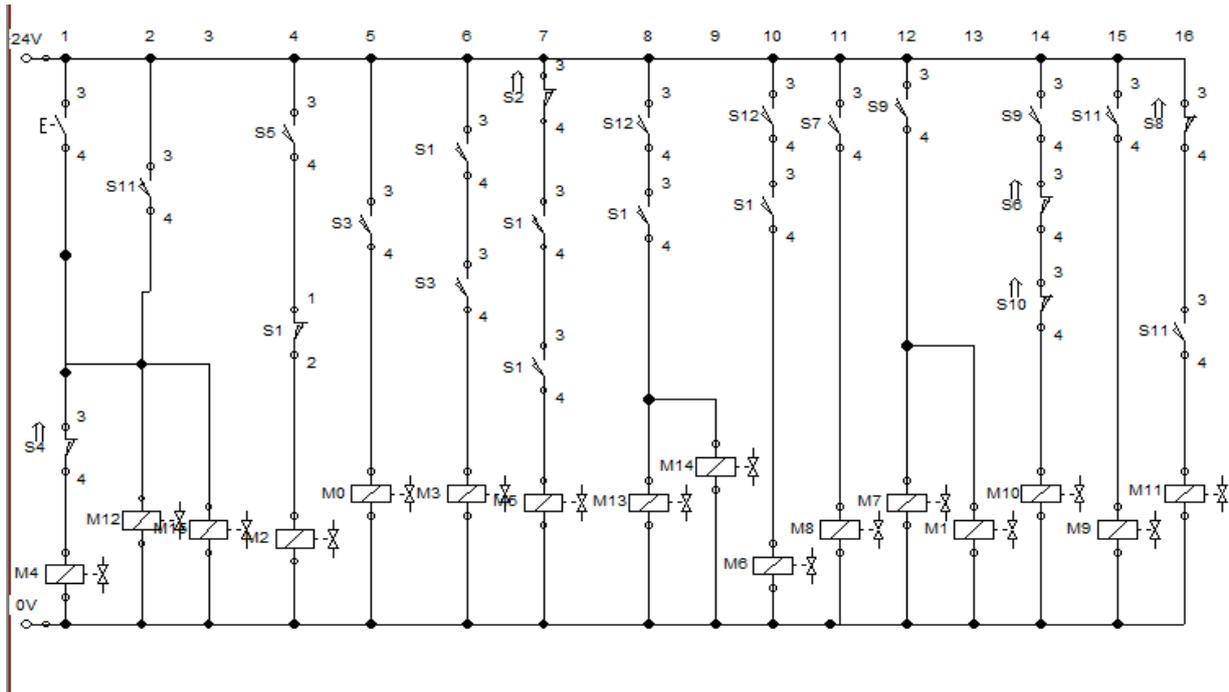


FIGURE 57: SCHEMA ELECTRIQUE POUR LE FONCTIONNEMENT DU MECANISME SOUS FESTO

A l'aide du logiciel FESTO FLUID on a pu valider le fonctionnement des vérins pneumatiques.

## CONCLUSION

Le mécanisme proposé étant défini dans les différents domaines (mécanique, informatique, et automatique), une étude technico-économique s'impose afin de démontrer les gains obtenus en semi-automatisant les presses reculs.

## CHAPITRE 4:

---

### ÉTUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA SEMI-AUTOMATISATION DES PRESSES RECULS.

**U**ne étude économique s'impose comme une partie indispensable pour la réalisation de tout projet, dans la mesure où elle permet de donner une représentation financière des gains réalisés en appliquant ce projet.

## INTRODUCTION

Afin de déterminer les bénéfices engagés de l'automatisation des presses Recul, une étude technico-économique sera l'objet de ce chapitre.

### 1. ESTIMATION DES PRIX DES EQUIPEMENTS

L'étude économique s'impose comme une partie indispensable pour la réalisation de tout projet, dans la mesure où elle permet de donner une représentation financière du projet.

Le tableau ci-dessous récapitule le prix des équipements nécessaires :

Equipements	Quantité	Total hors taxe
Capteur de présence	1	330
Fin de course	12	900
Bouton poussoir	2	96
Temporisateur	1	260
PIC	1	120
Distributeur 4/2	6	4 800
Bloqueur	2	1 400
Vérin pneumatique	6	600
Voyant sonore	1	162,5
<b>Net à pays HT</b>		<b>8668.5</b>
<b>TVA 20%</b>		<b>1733.7</b>
<b>Net à pays TTC (DH)</b>		<b>10 402.2</b>

TABLEAU 10: ESTIMATION DES PRIX DES EQUIPEMENTS

### 2. JUSTIFICATION DE L' AUTOMATISATION

Cette automatisation trouve sa justification et sa pertinence dans ce qui suit :

#### 2.1. REDUCTION DU SCRAP

Après une analyse des fils sertit sur les presses recul durant la période du stage il s'est démontré que la moyenne des SCRAP sur les presses pendant une semaine est de :

- 36,28kg/semaine pour le SCREEN  $\Rightarrow$  573,4€/semaine ;
- 29,46kg/semaine pour SIGNLE  $\Rightarrow$  379,22€/semaine ;
- 21,46kg/semaine pour TWIST  $\Rightarrow$  176,2384€/semaine.

Le SCRAP qui provient des échantillons présente 80% de la totalité du SCRAP, donc en semi-automatisant les presses recul on aura une diminution de 80% du SCRAP.

#### 2.2. AUGMENTATION DE LA PRODUCTION DES CABLES

En raison de l'évolution rapide de la technologie industrielle, qui va dans le sens de l'amélioration des performances des machines par la réduction au minimum de l'intervention de l'homme, il a été jugé nécessaire de procéder à la semi-automatisation des presses reculs, suite au désir et aux souhaits des responsable de la société.

Comme, il a été mentionné précédemment, l'automatisation va permettre une augmentation de la performance de la machine en matière de la production hebdomadaire de 80 %, la production passera de :

- 89 712 à 161 482 câble/semaine pour le câble SCREEN ;
- 31 360 à 56 448 câble/semaine pour les TWIST ;
- 32 460 à 58 428 câble/semaine pour les SINGLES.

### 2.3. RENTABILITE DE L'AUTOMATISATION

Comme, il a été mentionné précédemment, l'automatisation va permettre :

- La réduction de l'effectif hebdomadaire de la main d'œuvre responsable du fonctionnement de la machine de 40%. Soit une réduction mensuelle de 2 880 Dh, à noter que ces presses fonctionnaient 24h/24h en alternance de 3 fois par jour.
- Augmentation de la performance de la machine en matière de la production journalière de 80 %, La marge bénéficiaire résultante sera augmentée de 80%. De ce fait la trésorerie de la société sous l'effet de cette automatisation va être améliorée après quatre mois, sans compter le bénéfice engendré par l'augmentation de la production qui correspond à l'amortissement du matériel nouvellement acquis en ce qui concerne uniquement le fonctionnement de la machine, soit :

$$10\,402.2\text{Dh} / 2\,880\text{ Dh} = 3.61\text{mois}$$

Il convient de signaler en effet que l'effectif réduit en main d'œuvre déjà travaillant d'une manière permanente pourra être redéployé ailleurs dans la société et servira de ce fait à améliorer l'efficacité au niveau des autres services de l'entreprise.

## CONCLUSION

Dans ce chapitre, j'ai justifiée l'automatisation des presses reculs qui a donné des gains économiques, en augmentant la production et en diminuant le SCRAP.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

### Conclusion

Mon projet intitulé «**Conception d'un système automatique pour transformer une opération manuelle de sertissage des câbles sur les presses reculs à une opération semi-automatique**» a eu pour objectif l'augmentation de la productivité, l'élimination du SCRAP, et la diminution des temps d'arrêts. Après un diagnostic de l'état de lieu nous avons défini les paramètres qui influencent la qualité et la productivité des presses reculs dans les lignes SUB. A l'issue de cette analyse, nous avons entamé les actions suivantes :

#### **Pour la conception du mécanisme:**

-Nous avons résolu le problème de la surface en concevant un système suspendu, qui résiste aux conditions de l'environnement et aux actions répétitifs de sertissage;

-Nous avons aussi, dimensionné les actionneurs du mécanisme.

#### **Pour la programmation du PIC:**

-Nous avons programmé la carte PIC par le logiciel MikroC, afin de pouvoir commander le fonctionnement du nouveau mécanisme.

#### **Pour l'automatisation:**

-Nous avons simulé le fonctionnement du nouveau mécanisme sur ISIS et le fonctionnement des vérins pneumatiques sur FESTO FLUID, afin de pouvoir concrétiser le fonctionnement de ce mécanisme.

#### **Pour l'étude des gains :**

-Nous avons fait une étude technico-économique afin de pouvoir déterminer les gains et la rentabilité de cette semi-automatisation.

### Perspectives

En perspective, et dans le but d'augmenter d'avantage la productivité de l'unité de production, surtout après la préparation du terrain par l'ensemble des améliorations proposées cela nous amène à résumer nos perspectives dans les points suivants :

- Concevoir un mécanisme qui permet le sertissage des câbles de types SCREEN.
- Concevoir un mécanisme qui réalise les deux opérations : dénudage et sertissage.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Le Guide Norgren pour le choix des vérins pneumatiques ;
- [2] Les actionneurs -dimensionnements des vérins- ;
- [3] Manuelle de la presse de table BT 752 ;
- [4] Systèmes à microprocesseurs, structure interne du PIC 16F877A ;
- [5] Programmation en mikroC, Application pour les microcontrôleurs de la famille PIC ;
- [6] Flambement des poutres comprimées. Cours RDM ;
- [7] Disponible sur : Equipe Zinc. *La méthode QQQCP. PRT2009 [En ligne]*. Equipe Zinc PRT, 2009. Disponible sur : [http://gii.polytech.up.univ-mrs.fr/deuterium/page\\_guide.php?num\\_page=442](http://gii.polytech.up.univ-mrs.fr/deuterium/page_guide.php?num_page=442) (page Consultée le 17/03/2015).

## ANNEXE 1: DESCRIPTION DE L'ANALYSE SWOT

Conduire une analyse SWOT consiste à effectuer deux diagnostics :

- un diagnostic externe, qui identifie les opportunités et les menaces présentes dans l'environnement. Celles-ci peuvent être déterminées à l'aide d'une série de modèles d'analyse stratégique, tels que l'analyse PESTEL, le modèle des « 5 forces de la concurrence » ou encore une analyse de scénarios.
- un diagnostic interne, qui identifie les forces et les faiblesses du domaine d'activité stratégique. Celles-ci peuvent être déterminées à l'aide d'une série de modèles d'analyse stratégique, tels que la chaîne de valeur, l'étalonnage (*benchmarking*) ou l'analyse du tissu culturel.

C'est la confrontation entre les deux résultats établis grâce au modèle SWOT (résultats du diagnostic externe et du diagnostic interne), qui va permettre d'avoir une vue d'ensemble sur l'environnement de l'entreprise.

La forme du résultat attendu :

- Un tableau comportant une grille composée de 4 grandes cases (cf. illustration ci-contre)
- Verticalement : 2 colonnes.
  - Celle de gauche recueille la liste des éléments ayant une incidence positive ou favorable sur le domaine d'activité stratégique étudié
  - Celle de droite recueille la liste des éléments ayant une incidence négative ou défavorable sur le domaine d'activité stratégique étudié.
- Horizontalement : 2 lignes.
  - Celle du haut recueille la liste des éléments internes, spécifiques au domaine d'activité stratégique étudié.
  - Celle du bas recueille la liste des éléments externes, communs à tous les concurrents présents sur le marché.

Au croisement des colonnes et des lignes sont donc constituées 4 cases destinées à recevoir l'information pertinente.

- Case S ⇒ Les Forces (facteurs positifs d'origine interne)
- Case W ⇒ Les Faiblesses (facteurs négatifs d'origine interne)
- Case O ⇒ Les Opportunités (facteurs positifs d'origine externe)
- Case T ⇒ Les Menaces (facteurs négatifs d'origine externe)

La liste figurant dans chaque case ne doit pas compter trop d'éléments. En général, la liste comprend 3 à 5 éléments.

Par ailleurs, les meilleurs rédacteurs de matrice SWOT s'attachent à hiérarchiser les éléments listés dans chaque case :

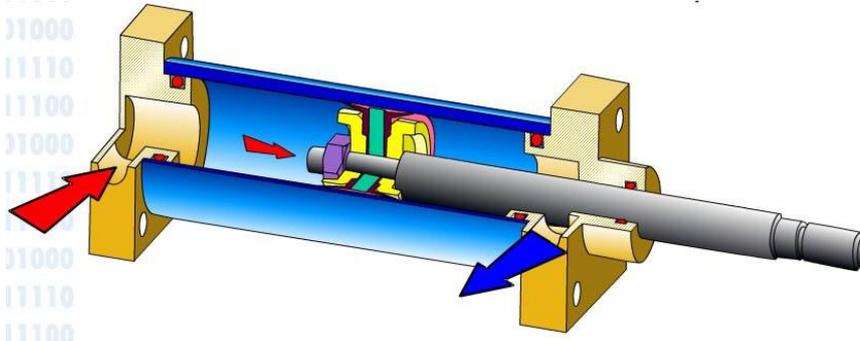
- Dans la case "Forces", les éléments sont classés par intensité de force décroissante : les plus forts en tête de liste.
- Dans la case "Faiblesses", les éléments présentant les faiblesses les plus importantes figurent en tête de liste.

## ANNEXE 2 : VERIN PNEUMATIQUE

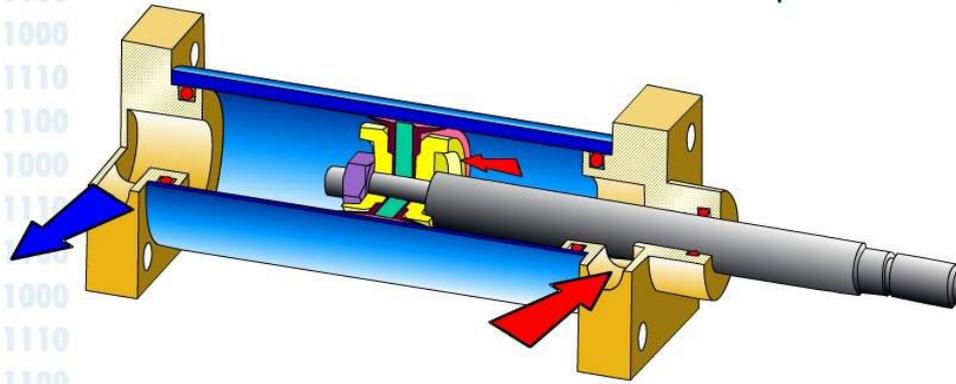
Les vérins pneumatiques permettent la transformation pneumatique en énergie mécanique.

Le principe de fonctionnement des vérins pneumatiques est le suivant :

C'est l'air comprimé qui, en pénétrant dans l'une des chambres, pousse le piston. La tige se déplace. L'air présent dans l'autre chambre est donc chassé et évacué du corps du vérin.



Le mouvement contraire est obtenu en inversant le sens de déplacement de l'air comprimé.



Le piston d'un vérin pneumatique à double effet peut se déplacer librement dans le corps lorsqu'il est poussé par l'air comprimé.

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

### Dimensionnement des vérins

Pour déterminer un vérin, on dispose généralement des paramètres suivants :

- Masse à déplacer ;
- Course ;
- Position et type de fixation du vérin ;
- Temps et vitesse de déplacement.

### Diamètre minimum de la tige

Une tige de vérin, lors de sa sortie, est soumise au flambage. La formule d'Euler nous donne le diamètre minimum de la tige :

$$d = \sqrt[4]{\frac{F \times L^2 \times 64 \times \alpha}{\pi^3 \times E}}$$

Avec d = diamètre de la tige en cm

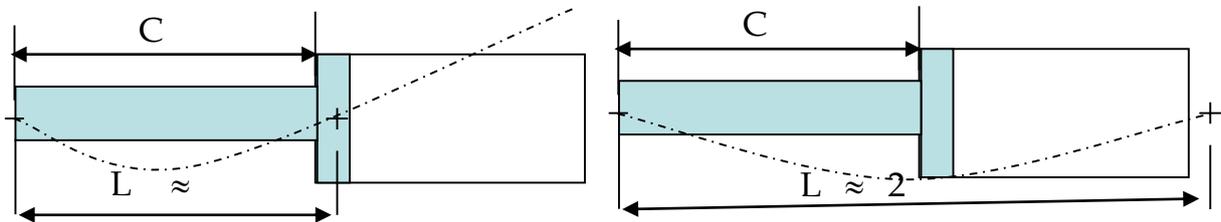
F = charge en daN

L = longueur libre de flambage en cm

E = module d'élasticité longitudinal (20.105 daN/cm<sup>2</sup> pour l'acier)

$\alpha$  = coefficient de sécurité (entre 3 et 5)

Nota : la longueur L s'étend depuis l'extrémité de la tige jusqu'au point de fixation du vérin.



### **Diamètre de l'alésage**

Premier cas : la pression d'utilisation est fixée.

On calcule le diamètre théorique du vérin en fonction de cette pression et de l'effort nécessaire, en tenant compte du rendement du vérin.

$$S = \frac{F}{p \times \eta}$$

On peut utiliser le vérin dont l'alésage est égal ou supérieur à la valeur calculée et dont la tige et au moins égale à celle calculée précédemment.

Deuxième cas : la pression n'est pas fixée.

On calcule la pression correspondant au plus petit alésage compatible avec la tige déterminé précédemment.

- La pression calculée est raisonnable ou (et) compatible avec l'implantation de la machine, dans ce cas, il est possible d'utiliser le vérin envisagé.
- La pression calculée est trop élevée et il y a lieu de choisir un vérin plus gros dans les limites d'un encombrement raisonnable.
- La pression calculée est trop faible, il n'est pas possible d'utiliser un vérin plus petit à cause de la résistance de la tige.

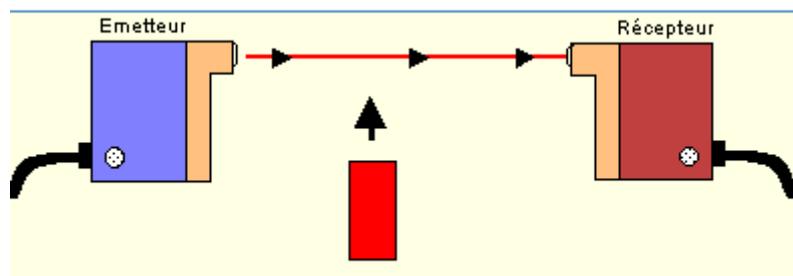
### ANNEXE 3 : DETECTEURS PHOTOELECTRIQUES

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux. Ses deux constituants de base sont donc un émetteur et un récepteur de lumière.

La détection est effective quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie.

#### Principe :

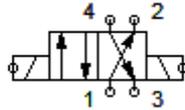
Les détecteurs photoélectriques ont un émetteur à diode électroluminescente et un récepteur à phototransistor. Ces constituants électroniques sont utilisés pour leur grand rendement lumineux, leur insensibilité aux chocs et aux vibrations, leur tenue en température, leur durée de vie pratiquement illimitée, leur rapidité de réponse. Selon les modèles de détecteurs, l'émission se fait en infrarouge ou en lumière visible verte ou rouge. Pour insensibiliser les systèmes à la lumière ambiante, le courant qui traverse la DEL émettrice est modulé pour obtenir une émission en lumière pulsée.



## ANNEXE 4 : DISTRIBUTEUR PNEUMATIQUE

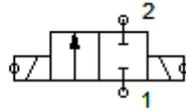
Ils ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins.

Comme le contacteur associé à un moteur électrique, le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.



### Bloqueur :

Il interdit le passage de l'air entre le distributeur et le vérin.



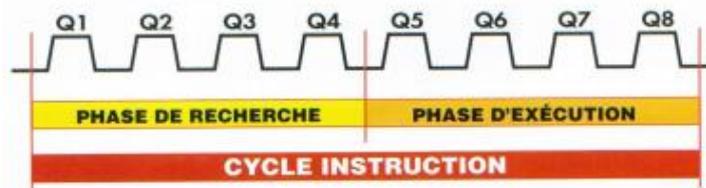
## ANNEXE 5 : MICROCONTROLEUR PIC

Un microcontrôleur PIC est une unité de traitement et d'exécution de l'information à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter d'ajout de composants annexes. Un microcontrôleur PIC peut donc fonctionner de façon autonome après programmation.

Les PIC intègrent une mémoire programme non volatile (FLASH), une mémoire de données volatile (SRAM), une mémoire de donnée non volatile (E2PROM), des ports d'entrée-sortie (numériques, analogiques, MLI, UART, bus I<sup>2</sup>C, Timers, SPI, etc.), et même une horloge, bien que des bases de temps externes puissent être employées. Certains modèles disposent de ports et unités de traitement de l'USB et Ethernet.

Un microcontrôleur exécute des instructions. On définit «le cycle instruction » comme le temps nécessaire à l'exécution d'une instruction. Une instruction est exécutée en deux phases:

- la phase de recherche du code binaire de l'instruction stocké dans la mémoire de programme.
- la phase d'exécution ou le code de l'instruction est interprété par le processeur et exécuté. Chaque cycle instruction dure 4 coup d'horloge comme le montre la figure 53:



### Architecture des PIC

On peut décomposer la structure interne d'un microprocesseur en trois parties :

- Les mémoires ;
  - Le processeur ;
  - Les périphériques.
- Les mémoires sont chargées de stocker le programme qui sera exécuté ainsi que les données nécessaires et les résultats obtenus.
- Le processeur est le cœur du système puisqu'il est chargé d'interpréter les instructions du programme en cours d'exécution et de réaliser les opérations qu'elles contiennent. Au sein du processeur, l'unité arithmétique et logique ALU interprète, traduit et exécute les instructions de calcul.
- Les périphériques ont pour tâche de connecter le processeur avec le monde extérieur dans les deux sens. Soit le processeur fournit des informations vers l'extérieur (périphérique de sortie), soit il en reçoit (périphérique d'entrée).

## RESUME :

Le projet consiste à semi-automatiser une opération manuelle de sertissage des câbles sur les presses-reculs de la ligne SUB.

Effectivement le travail de déclenchement, d'arrêt, et de contrôle des presses reculs, s'effectue par un opérateur.

La semi-automatisation de l'opération de sertissage permettra un gain de temps considérable. Elle facilitera la détection des câbles de non qualité. Elle permettra aussi et surtout d'augmenter la production et la diminution du SCRAP.

Le travail de la semi-automatisation consiste d'abord à concevoir un nouveau mécanisme, dimensionner les actionneurs, ensuite programmer le PIC afin de commander ces actionneurs.

Finalement je considère que la solution proposée va contribuer de façon directe et efficace à l'augmentation de la production et la diminution du SCRAP.

**Mots clés :** SUB, Presse recul, câble, capteur, actionneur, carte électronique, vérin pneumatique, productivité, SCRAP, Takt time, semi-automatisation.

## ABSTRACT

The project is to semi-automat manual crimping operation cables to setbacks presses in the SUB line.

Actually trigger labor, stop, and control of setbacks presses, is performed by an operator.

The semi-automation of the crimping operation will allow a considerable time saving. It will facilitate the detection of non-quality cables. It will increase production and decrease of SCRAP.

The work of the semi-automation is therefore to construct a new mechanism, dimension of the actuators size, then program the PIC to control these actuators.

Finally I consider that the proposed solution will contributed directly and effectively to promote production and reduce the SCRAP.

**Keywords:** SUB, press, cable, sensor, actuator, electronic card, pneumatic cylinder, productivity, SCRAP, Timing, semi-Automation.