



## Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

### *À mes chers parents : Jama'a et Mohamed*

*Aucune expression ne pourrait assez exprimer ma gratitude et mon profond respect à mes chers parents, vous êtes symbole de responsabilité, sacrifice, tendresse, bonté et de courage pour réussir toutes ces années, votre sacrifice était le principal support afin que je puisse arriver à mon but. Je vous dédie ce travail afin de vous remercier et afin d'exprimer mon éternelle reconnaissance et notre amour inépuisable. Que Dieu protège votre âme, vous comble de santé et vous accorde une longue vie.*

### *À mes chères sœurs :*

*J'ai vraiment apprécié votre aide, votre patience et votre soutien durant mon cursus scolaire, à qui je vous souhaite tout le bonheur du monde, vous êtes le grand cadeau de Dieu, que Dieu vous garde.*

### *Au corps professoral du département génie électrique :*

*Je tiens à vous écrire un « merci » sincère pour votre soutien, votre effort pour nous assurer une formation complète et pour vos conseils tout au long de ces trois années. Je vous suis extrêmement reconnaissante de votre aide.*

*Je dédie ce travail aussi à ma famille et mes chers amis pour leur soutien et aide pendant notre parcours.*

## REMIRCIEMENTS :

*Mes vifs remerciements vont à tous les cadres et les professeurs de département du génie électrique en faculté des sciences et technique à Fès, et à toutes les personnes qui ont contribué à réaliser ce travail.*

*A tous ceux qui m'ont aidé par leur soutien, leur expérience et leur esprit afin de rendre ce travail un pur moment d'apprentissage et de joie.*

*Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Mr OMAR EZZAHNI qui m'a beaucoup aidé dans ma recherche de stage et m'a permis de postuler dans cette entreprise. Son écoute et ses conseils m'ont permis de cibler mes candidatures, et de trouver ce stage qui était en totale adéquation avec mes attentes.*

*Mes vifs remerciements vont à notre encadrant a YAZAKI Kenitra Mr DLIMI AYOUB (process coordinator), qui m'a offert tous les moyens pour développer mes connaissances techniques et pour le bon déroulement durant la période de stage, JE SUIS PLEINE de gratitude et de reconnaissance.*

*J'apprécie sincèrement l'aide de Mr MOHAMED AMINE ALAMI (Technical process), qui m'a donné toutes les informations nécessaires afin de faciliter et de conclure mon travail.*

*Mes sincères appréciations au personnel de l'entreprise, qui m'ont aidé à adapter l'environnement de travail.*

*Mes remerciements particuliers Madame GHITA ZAZ, Je suis tellement reconnaissante pour votre temps consacré, votre aide et votre conseil pendant ce travail.*

*Enfin, Je tiens à remercier les membres du jury qui ont accepté de juger cet humble travail.*

## Table des matières

Dédicace : .....	2
REMIRCIEMENTS : .....	3
Table des matières .....	4
Liste des tableaux : .....	6
Liste de figures : .....	6
Résumé : .....	7
ABSTRACT .....	7
Introduction.....	8
CHAPITRE 1 : présentation de l’organisme d’accueil : .....	9
1 Introduction : .....	9
1.1 Aperçu général d’entreprise d’accueil : .....	9
1.2 Organigramme général de YAZAKI : .....	10
1.3 Domaines d’activités : .....	11
1.4 L’implémentation des groupe YAZAKI au monde : .....	12
2 Présentation de YAZAKI Morocco Kenitra : .....	13
2.1 L’historique de YAZAKI MAROC KENITRA : .....	13
2.2 L’environnement restreint (YMOK) : .....	13
2.3 Structure organisationnelle .....	14
2.4 Fiche signalétique de YAZAKI Morocco Kenitra : .....	14
2.5 Les zones de production : .....	15
2.5.1 Zone de coupe : .....	15
2.5.2 Zone de pré-assemblage ou préparation : .....	15
2.5.3 Zone d’assemblage (montage) : .....	15
3 Planning : .....	15
3.1 Diagramme de Gantt : .....	15
4 La présentation de projet : .....	17
4.1 Problématique : .....	17
4.2 La solution proposée : .....	17
4.3 La méthodologie de démarche suivie : .....	17
4.4 ANALYSER : .....	18
4.4.1 Outil QQOQCP : .....	18
4.4.2 Diagramme bête à cornes : .....	19
4.5 L’objectif de ce projet : .....	19
Conclusion : .....	20

CHAPITER 2 : la description et la fonctionnalité de la machine soudeuse ZEVATRON :.....	21
INTRODUCTION : .....	21
1 La présentation de processus de soudure :.....	21
1.1 Définition :.....	21
1.2 Les étapes de processus de recuit.....	21
2 La présentation de machine de soudure :.....	22
2.1 La machine de soudure ou (SOLDRING) :.....	22
2.2 Les composants de la machine SOLDRING à l'état de l'existant : .....	23
2.2.1 La fiche technique : .....	23
2.3 Fonctionnement de machine soudure : .....	23
2.3.1 Les composants de la machine :.....	24
a) Le moteur de pompe :.....	25
b) Courroie dentée : .....	25
c) Pulley drive D11 et D10:.....	26
CONCLUSION : .....	26
CHAPITRE 3 : la conception et la commande d'une bras manipulateur : .....	27
1 INTRODUCTION : .....	27
2 La présentation d'un API S7-200 : .....	27
2.1 Notion sur l'api s7-200 : .....	27
3 La conception d'un API s7-200 :.....	28
3.1 Chaine d'acquisition : .....	28
3.2 Communication par transmission série RS232 :.....	29
3.2.1 Qu'est-ce qu'une liaison série : .....	29
3.2.2 Le protocole d'échange lors d'une liaison série asynchrone RS232 :.....	29
3.2.3 Les conducteurs nécessaires pour échanger deux signaux en RS232 :.....	30
3.2.4 Options de communication (S7 200 – PC/PG) :.....	30
3.2.5 Connexion du câble RS-232/PPI multi-maître :.....	30
4 La Commande d'un bras manipulateur :.....	31
4.1 Le grafcet de la partie commande :.....	31
4.2 La commande ladder :.....	33
4.3 Explication de programme ladder :.....	33
4.4 L'étude de solution proposé :.....	37
4.5 Résultats obtenus :.....	38
Conclusion : .....	39
Conclusion Générale :.....	40
Annexe 1 :.....	41

Référence : ..... 42

Liste des tableaux :

Tableau 1:fiche signalétique de Yazaki maroc ..... 14  
 Tableau 2 : L’outil QQQQCP : ..... 18  
 Tableau 3: la fiche technique de machine ..... 23  
 Tableau 4: les différents entrée/sortie de Grafcet commande : ..... 32  
 Tableau 5: la comparaison entre la main d'œuvre et le bras manipulateur..... 37  
 Tableau 6: le cout de matérielles : ..... 39

Liste de figures :

Figure 1: SADAMI YAZAKI, Le fondateur du groupe YAZAKI..... 9  
 Figure 2 : Yazaki coopération ..... 10  
 Figure 3: l'organigramme générale de l'entreprise..... 10  
 Figure 4:les domaines d’activités du groupe YAZAKI..... 11  
 Figure 5: L’implémentation des groupe YAZAKI au monde..... 12  
 Figure 6: YAZAKI MAROC KENITRA ..... 13  
 Figure 7 : l’organigramme de YAZAKI MAROC ..... 14  
 Figure 8: les taches réalisées durant le stage..... 16  
 Figure 9: le diagramme de Gantt..... 16  
 Figure 10: le digramme de bête à cornes..... 19  
 Figure 11: la machine de soudage ZEVATRON. .... 22  
 Figure 12 : Régulateur de température ..... 24  
 Figure 13: les composants de machine ..... 25  
 Figure 14:l’automate s7-200 ..... 27  
 Figure 15: schéma descriptif du projet..... 28  
 Figure 16:Structure e d’une chaine d’acquisition ..... 29  
 Figure 17:la transmission de série..... 30  
 Figure 18:la connexion des cables rs-232..... 31  
 Figure 19:AUTOMGENE LOGO..... 32  
 Figure 20: le GRAFCET DE COMMANDE ..... 32  
 Figure 21:les mouvements de bras réalisé..... 32  
 Figure 22:logo STEP 7. .... 33  
 Figure 23: graphe représente la comparaison ..... 37

## Résumé :

Ce rapport de projet de fin d'études a été effectué au sein de l'entreprise YAZAKI Morocco Kenitra et est présenté en vue de l'obtention du diplôme de licence en génie électrique à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST-FES).

J'ai effectué ce stage dans le département technique de YAZAKI, L'objectif principal de ce projet est l'amélioration de la performance d'une machine de soudure ZEVATRONE à la zone de pré-assemblage.

Premièrement, nous avons étudié le fonctionnement de la machine ZEVATRON existant et la nécessité d'améliorer les performances de cette machine. Deuxièmes, nous avons proposé une solution fiable est d'automatiser le processus de recuite par un bras manipulateur. Finalement, nous avons fait la conception de cette bras manipulateur commandé par un automate programmable industriel (API), en réalisant cette commande par deux langages de programmation : ladder et grafcet, en utilisant les logiciels : step 7 et automgne.

## ABSTRACT

This end-of-studies project report was carried out within the company YAZAKI Morocco Kenitra and is presented with a view to obtaining the bachelor's degree in electrical engineering at the Faculty of Sciences and Techniques of Fez (FST-FES ).

I did this internship in the technical department of YAZAKI, The main objective of this project is to improve the performance of a ZEVATRONE welding machine in the pre-assembly area.

First, we studied the operation of the existing ZEVATRON machine and the need to improve the performance of this machine. Second, we proposed a reliable solution is to automate the annealing process by a manipulator arm. Finally, we designed this manipulator arm controlled by an industrial programmable logic controller (PLC), by performing this command with two programming languages: ladder and grafcet, using the software: step 7 and automgen.

## Introduction

Dans le cadre de la réalisation de notre projet de fin d'études, nous avons eu l'opportunité de réaliser un stage dans la société YMOK.

Au cours de cette période de deux mois, nous avons pu achever notre formation académique grâce à ce stage professionnel et mettre en pratique nos connaissances acquises au cours de notre stage.

Dans toute entreprise, le concept de production et de gain de temps est essentiel à sa survie. En conséquence, l'automatisation des machines est essentielle.

Dans ce sens, le travail que nous avons accompli dans le cadre du projet de fin d'études, a consisté en l'étude et l'amélioration d'une machine de soudure ZEVATRON des connecteurs pour les câbles batterie automobile, afin de remplacer la main d'œuvre par un bras manipulateur qui va effectuer le processus de recuit par une API et minimiser les délais de production et les défauts.

Au premier chapitre, l'organisme d'accueil est présenté. Au deuxième chapitre, nous avons exposé le problème étudié et le fonctionnement de notre machine ZEVATRON. Dans le troisième, la conception et la commande de l'API réalisé à l'aide du logiciel de programmation STEP 7 et AUTOMGEN est présenté. Finalement, une conclusion conclut ce rapport.

---

## CHAPITRE 1 : présentation de l'organisme d'accueil :

---

### 1 Introduction :

A travers ce premier chapitre, nous présentons l'entreprise d'accueil : son secteur d'activité, ses départements, sa structure organisationnelle, son processus de production et finalement les différentes zones de production, nous allons également présenter le planning de réalisation du projet, l'outil QQQCCP et les objectifs de ce projet.

#### 1.1 Aperçu général d'entreprise d'accueil :

Fondé en 1929 par le père SADAMI YAZAKI, est une multinationale japonaise, dans ces débuts il est créé afin de la vente des câbles électriques, En 1935, le gouvernement japonais a donné la permission aux sociétés de fabriquer des instruments automobiles, puis YAZAKI a profité de l'occasion pour élargir son domaine d'activité et s'est tourné vers la production de câbles.

Cependant en 1949 SADAMI YAZAKI a fait la décision stratégique la plus importante en se concentrant sur la production de faisceaux de câbles automobiles.



Figure 1: SADAMI YAZAKI, Le fondateur du groupe YAZAKI

À l'heure actuelle, les activités de YAZAKI couvrent 38 pays / régions, avec 153 entreprises et 410 unités réparties entre les usines de production, les centres de service à la clientèle, la technologie et les centres technologiques, et emploient plus de 180 000 employés dans le monde.

YAZAKI corporation est une société familiale qui a choisi de traverser son territoire japonais pour mettre en place ses trois divisions en Amérique, en Europe et en Asie :

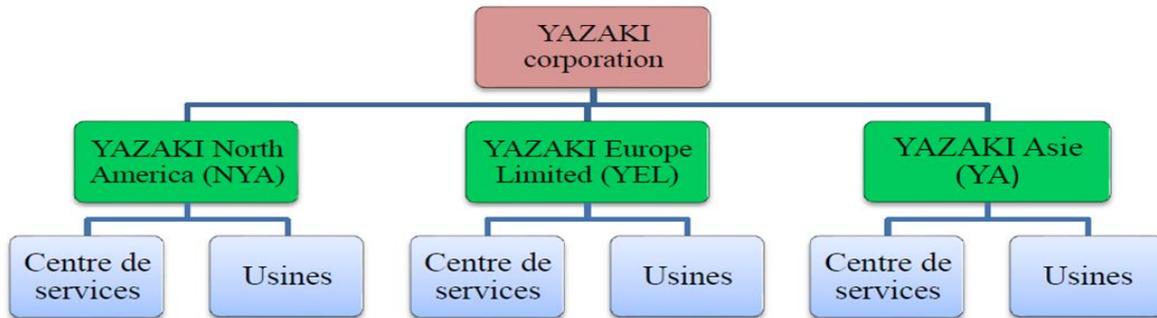


Figure 2 : Yazaki coopération

### 1.2 Organigramme général de YAZAKI :

La société YAZAKI comprend une hiérarchie bien structurée, son organigramme est montré dans la figure suivante :

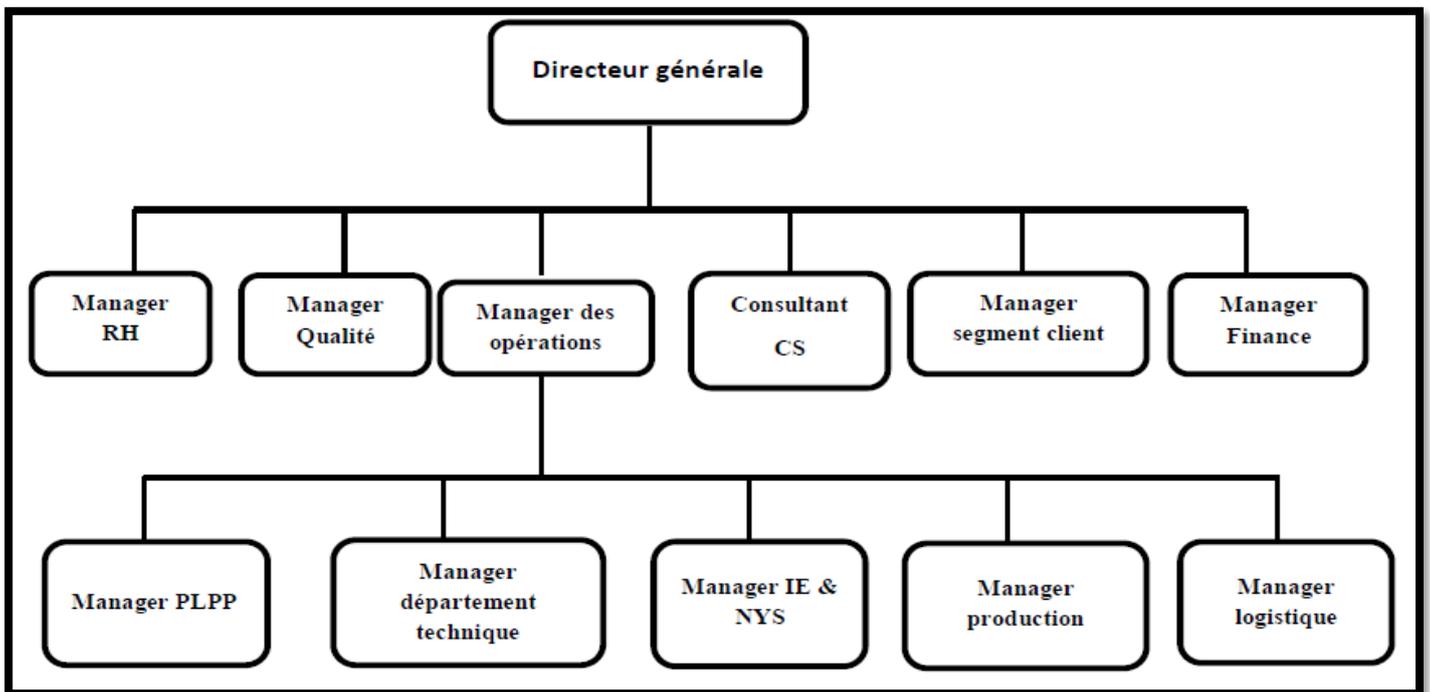


Figure 3: l'organigramme générale de l'entreprise

1.3 Domaines d'activités :

Le groupe YAZAKI opère dans plusieurs secteurs, parmi lesquels on distingue :

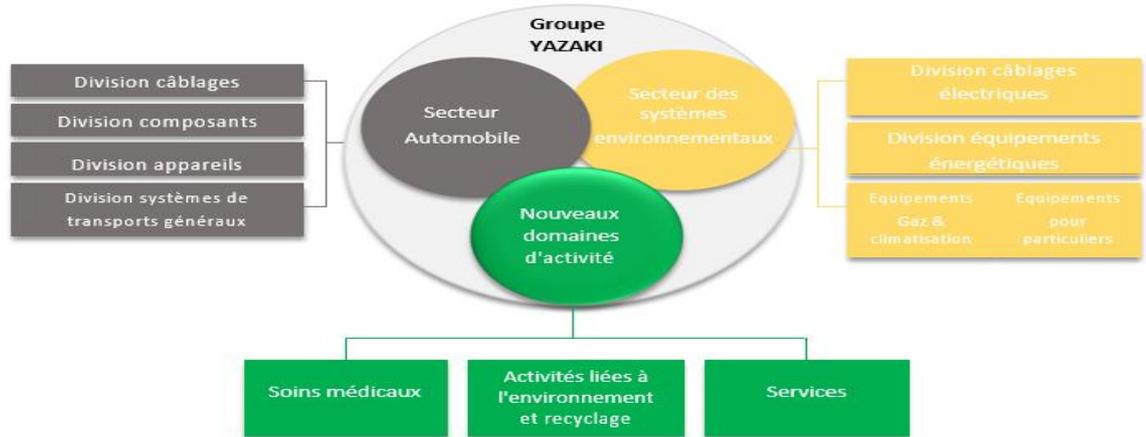


Figure 4: les domaines d'activités du groupe YAZAKI.

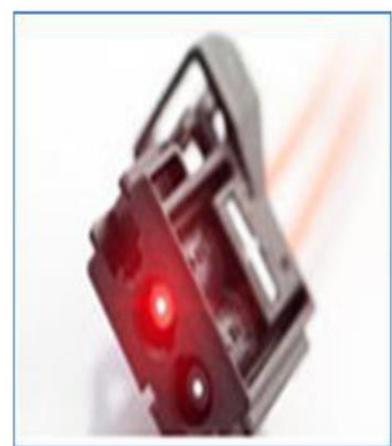
a) **Secteur automobile** : YAZAKI est un fournisseur d'une large gamme de produits qui comprend l'électronique automobile, et plus spécialement la production des fils électriques, des faisceaux de câbles. Près de 90% de l'activité de YAZAKI se situe dans ce secteur.



Faisceaux électriques



Instruments de mesure



Composants

b) **Environnement et secteur d'énergie** : YAZAKI développe et fabrique un grand nombre de produits qui prennent en charge la fourniture et l'utilisation des différentes sources d'énergie, tels que le gaz, l'électricité et l'énergie solaire.

c) **Autres secteurs** : Pour concrétiser sa charte environnementale, YAZAKI a étendu son activité pour absorber de nouveaux secteurs médicaux et environnementaux incluant les soins médicaux, le recyclage et autres.

#### 1.4 L'implémentation des groupe YAZAKI au monde :

Le processus de délocalisation de la société a commencé en 1962 avec sa filiale, THAI YAZAKI ELECTRIC WIRE CO. LTD.

Il est représenté dans 38 pays dans le monde :

- 174 filiales sans oublier la nouvelle implantation d'unité de production (YMOK) en (Kenitra).
- 410 unités réparties entre usines de production et centres de service au client et centres de Recherche & Développement.
- 200 000 employés au moins au service d'une multitude des clients.

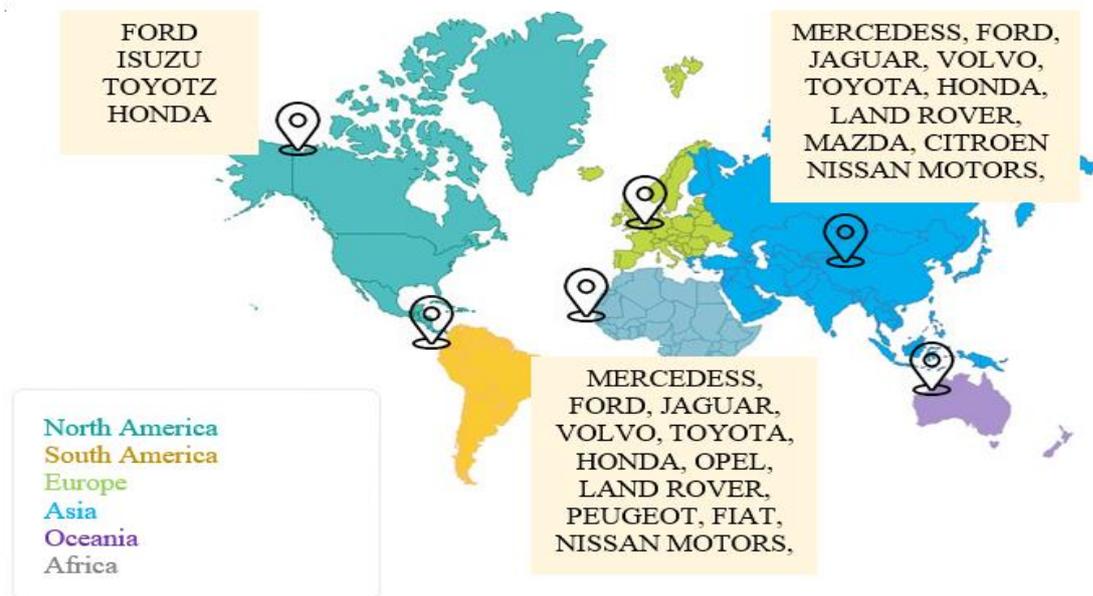


Figure 5: L'implémentation des groupe YAZAKI au monde

## 2 Présentation de YAZAKI Morocco Kenitra :

### 2.1 L'historique de YAZAKI MAROC KENITRA :

En 2001, Le Maroc a été le premier pays africain auquel M. YAZAKI a fait honneur, par l'inauguration de son site opérationnel YMO pour la production du câblage automobile, en présence de SM le Roi MOHAMMED VI. Vu la performance de son personnel et des résultats réalisés depuis ses débuts, et sa certification par la maison mère et par plusieurs organismes de renommée mondiale, YAZAKI SALTANO de Portugal, succursale du Maroc, a été transformée en mai 2003 en une entité indépendante appelée YAZAKI MORROCO S.A.

Aujourd'hui YAZAKI dispose de quatre importantes unités de production localisées à Tanger, Kenitra et Meknès.

### 2.2 L'environnement restreint (YMOK) :



Figure 6: YAZAKI MAROC KENITRA

YAZAKI Morocco Kenitra est spécialisée dans le câblage pour automobile et la totalité de sa production de câbles électriques est destinée pour l'équipement des marques NISSAN et FORD pour le moment.

### 2.3 Structure organisationnelle

La société YAZAKI se compose de plusieurs départements ou services. Ces derniers ont des activités diverses, et l'information circule entre eux en assurant une certaine coordination qui minimise le pourcentage des défauts et de dysfonctionnements internes.

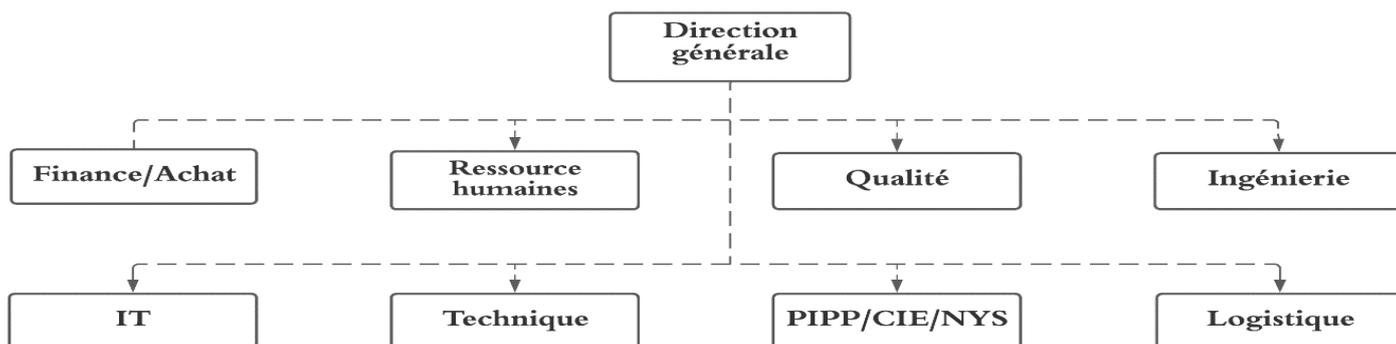


Figure 7 : l'organigramme de YAZAKI MAROC

### 2.4 Fiche signalétique de YAZAKI Morocco Kenitra :

Tableau 1:fiche signalétique de Yazaki maroc

Raison sociale	YAZAKI Morocco Kénitra
Forms juridique	Société anonyme
Date de création	01/01/2019
Activité	Câblage Automobile
Capital	86.025.400DH
Effectif	2500
Surface de production	23000m <sup>2</sup>
Surface totale	34743m <sup>2</sup>
Adresse	Yazaki Morocco SA RN4 Atlantic Free zone AMEUR SEFLIA, Kénitra Morocco.
Directeur général	Mr Sougmane Mohamed.

## 2.5 Les zones de production :

### 2.5.1 Zone de coupe :

La coupe, appelée aussi zone P1, est la première étape après le stockage de la matière première dans le processus de production.

### 2.5.2 Zone de pré-assemblage ou préparation :

Appelée aussi zone P2, certains circuits se finissent au niveau de la coupe et passent directement vers le secteur montage pour être utilisés, d'autres circuits selon leur nature (torsadé, grande section...)

### 2.5.3 Zone d'assemblage (montage) :

Appelée aussi zone P3, L'assemblage ou le montage est la phase finale qui consiste à assembler l'ensemble des composants pour obtenir le câble final.

## 3 Planning :

### 3.1 Diagramme de Gantt :

Le diagramme de Gantt : est un outil permettant de modéliser la planification des tâches nécessaires et la succession des différentes activités à la réalisation d'un projet. (<https://www.gantt.com/fr/>).

Ce diagramme nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation de ce projet, il jouait le rôle d'un fil conducteur tout au long du projet.

Le tableau et la figure au-dessous présentent les nombres de tâches que j'ai effectués durant ce projet :

Figure 8: les taches réalisées durant le stage

TÂCHE	NOM DE TÂCHE	DATE DE DÉBUT	ÉCHÉANCE
Tâche 1	Visite de l'usine et familiarisation avec les processus de travail	09/05/2022	13/05/2022
Tâche 2	Réunions avec le tuteur de stage et l'équipe du projet	16/05/2022	20/05/2022
Tâche 3	Etude bibliographique sur le sujet proposé par l'encadrent du stage	23/05/2022	27/05/2022
Tâche 4	Collecter des données concernant le fonctionnement de machine ZEVATRON	30/05/2022	03/06/2022
Tâche 5	Proposition des solutions pour améliorer le performance de machine	06/06/2022	10/06/2022
Tâche 6	l'application de solution sous les programme de commande ladder	13/06/2022	17/06/2022
Tâche 7	Rédaction du rapport	21/06/2022	25/06/2022

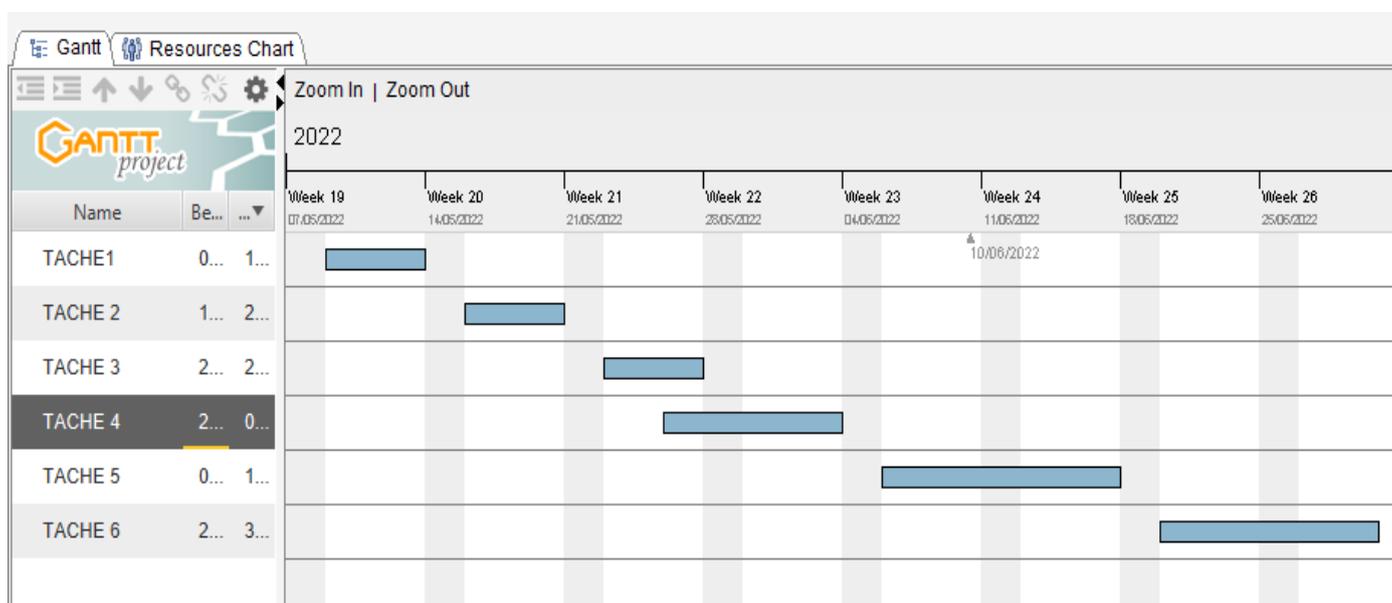


Figure 9: le diagramme de Gantt

## 4 La présentation de projet :

### 4.1 Problématique :

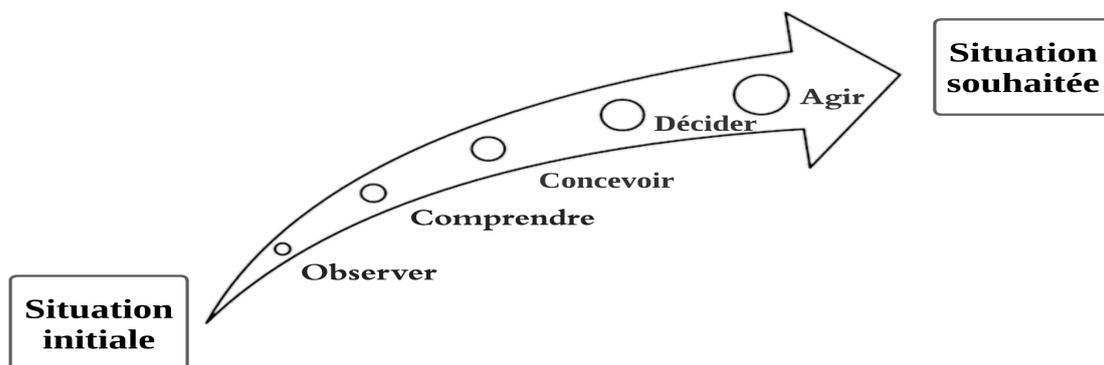
La qualité de produit joue un rôle très important dans l'industrie de câblage, la machine de soudure ZEVATRONE est une machine utilisée pour faire fondre l'étain afin de recuire la terminale du câble pour éviter nombreux problèmes comme : l'oxydation et la déformation de câble avec le temps, etc. Le processus de recuit est un processus manuel faire par l'opérateur, mais parfois les fils de câble sont déformés à cause de ce processus, alors notre projet consiste à trouver des solutions pour améliorer cette opération afin de réduire les pertes de temps, d'argent et de produit.

### 4.2 La solution proposée :

- Remplacer la main d'œuvre par un bras manipulateur qui fera les étapes de processus de recuit, c'est-à-dire d'automatiser le processus, cette automatisation réalisée par une carte électronique (microcontrôleur, Arduino ...) ou par une API (automate industrielle programmable).

### 4.3 La méthodologie de démarche suivie :

La démarche franchie pour traiter et résoudre les problèmes vécus se compose de cinq étapes en choisissant à chacune d'elles le ou les outils les mieux adaptés :



#### 4.4 ANALYSER :

Cette étape sert à identifier le problème à traiter et à décrire la situation insatisfaisante du système de pré-assemblage. Pour cela nous utilisons un outil très efficace pour cette partie :

##### 4.4.1 Outil QQQQCP :

La méthode QQQQCP est un outil adaptable à diverses problématiques permettant la récolte d'informations précises et exhaustives d'une situation et d'en mesurer le niveau de connaissance que l'on possède. Elle adopte une démarche d'analyse comme suit :

Tableau 2 : L'outil QQQQCP :

Quoi ?	De quoi s'agit-il ?
Nom du projet	Automatisation de processus de recuit
Type de câble	Les câbles de batterie automobile
Qui ?	Qui est concerné par le problème ?
Département	Production Technique
L'équipe de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AICHA SEDDIQ, Etudiante en LICENCE Génie électrique.</li> <li>- DLIMI AYOUB, Coordinateur Process.</li> </ul>
Où ?	Où cela se produit-il ?
Zone	La zone de pré-assemblage « P2 »
Quand ?	Quand le problème est-il apparu ?
Temps	Dès le démarrage du projet NISSAN
Comment ?	Comment mettre en œuvre les moyens nécessaires ?
Méthodes utilisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse détaillée des données actuelles ;</li> <li>- Analyse comparative entre l'existence et cible ;</li> <li>- Estimation et Perspective ;</li> </ul>

Pourquoi ?	Pourquoi le problème se pose-t-il ?
Objectifs du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimiser les défauts de qualité.</li> <li>- Augmenter le taux d'effectivité et de productivité.</li> <li>- Améliorer le flux de production.</li> <li>- Minimiser le temps.</li> </ul>

#### 4.4.2 Diagramme bête à cornes :

Un diagramme bête à cornes est un outil utilisé pour l'analyse fonctionnelle du besoin. C'est un schéma qui démontre si le produit, système, service est utile pour l'utilisateur, s'il répond ses besoins.

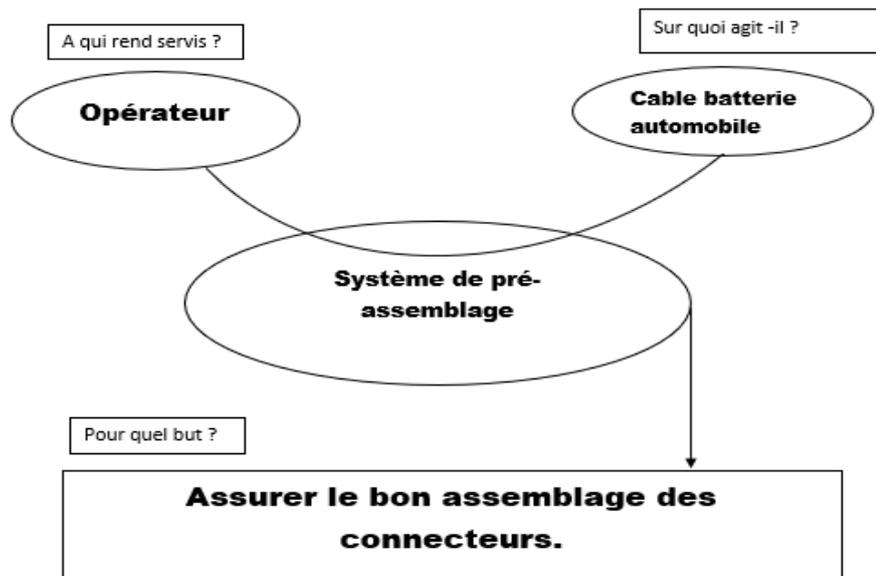


Figure 10: le digramme de bête à cornes

#### 4.5 L'objectif de ce projet :

L'objectif de ce projet est de réaliser un bras manipulateur basé par un API S7-200, quand le capteur de température détecte que l'étain est fondu ou que le niveau de température est de 280°C, il envoie un signe au notre bras afin de commencer le processus de recuit et faire les 3 étapes de recuit (ANNEXE 1).

Tableau 3 : les objectifs de projet

CONTEXTE	Le processus n'est pas 100% automatique alors l'opérateur peut commettre plus d'erreurs et passe plus de temps en exécutant sa tâche.
OBJECTIF	<ul style="list-style-type: none"><li>• Minimiser le nombre des défauts.</li><li>• Faciliter la tâche pour l'opérateur.</li><li>• Automatiser le système.</li></ul>
PRINCIPALE	Aider l'opérateur et faciliter sa tâche.

Conclusion :

Ce chapitre portait sur le contexte général du projet y compris la présentation de l'organisme d'accueil, la planification, la méthodologie de démarche, le cahier de charge du projet ainsi que les objectifs du projet.

---

CHAPITER 2 : la description et la fonctionnalité de la machine soudeuse  
ZEVATRON :

---

## INTRODUCTION :

Ce chapitre a afin de présenter d'abord, le processus de recuit et leur étape, puis je décrire le fonctionnement de la machine à souder ZEVATRONE, leurs fonctionnalités ainsi que leur composant.

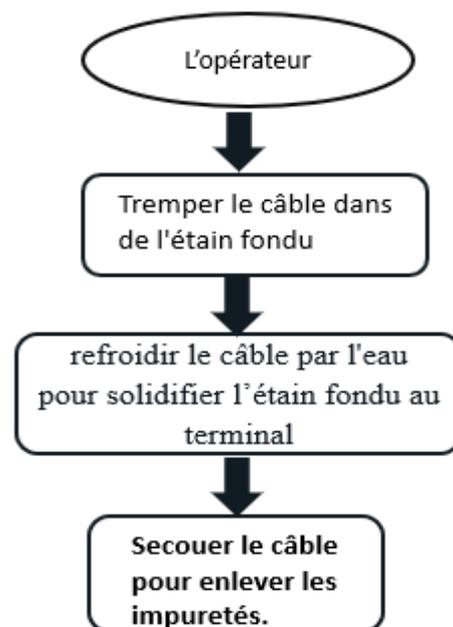
### 1 La présentation de processus de soudure :

#### 1.1 Définition :

Le recuit d'une pièce métallique ou d'un matériau : est un procédé correspondant à un cycle de chauffage. Celui-ci consiste en une étape de montée graduelle en température suivie d'un refroidissement contrôlé. Cette procédure, courante en sciences des matériaux, permet de modifier les caractéristiques physiques du métal ou du matériau étudié.

#### 1.2 Les étapes de processus de recuit

Le processus de recuit s'effectue en 3 étapes :



## 2 La présentation de machine de soudure :

### 2.1 La machine de soudure ou (SOLDRING) :

Les entreprises de câblage afin de garantir la qualité de câble ils sont tremper le câble dans l'étain afin d'éviter les problèmes d'oxydation des câbles durant le temps et par conséquent la déformation des fils, ce processus de fondre l'étain est réalisé par la machine soudeuse ZEVATRON.

La machine soudeuse ZEVATRON : est fabriqué pour fondre l'alliage d'étain dans une plage de température de 200 à 400. (*Zevatron machine Manual for using*).

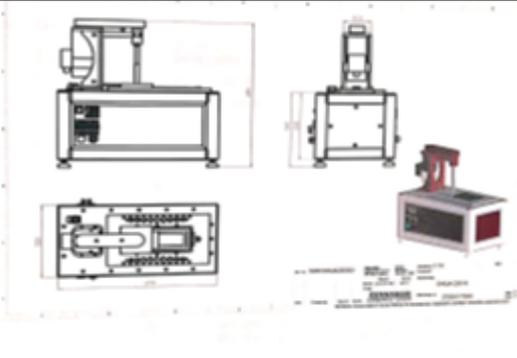


Figure 11: la machine de soudage ZEVATRON.

## 2.2 Les composants de la machine SOLDRING à l'état de l'existant :

### 2.2.1 La fiche technique :

Tableau 3: la fiche technique de machine

Poids	60Kg	
		
Les données électrique	La tension	Un=230V
	L'intensité	In=12A
	La puissance	<u>Pn</u> =2.7KW
	La fréquence	50HZ
Temps de chauffage	1h	
Température de soudure	Min=200C	Max=400C

### 2.3 Fonctionnement de machine soudure :

La machine fonctionne lorsque l'opérateur met l'interpréteur en mode ON, le moteur de la pompe tourne ce qui entraîne la poulie motrice de type D11, le mouvement de cette dernière produit la température pour chauffer le bain de soudure.

L'opérateur doit vérifier d'abord Le réglage de la commande de température et prendre soin que la température de déclenchement dépasse 280 C, ensuite, il place la barre d'étain dans la buse (Soyez prudent avec la température et garder la buse propre avant de placer le lingot) afin de le faire fondre, ce processus se déroule environ en une heure.

Ensuit l'opérateur y plonge le terminal de câble pour effectuer le processus de recuit, le câble recuit est mis dans l'eau pour le refroidir et l'étain s'y solidifie, puis le câble est bien secoué afin d'éliminer les impuretés, il est livré vers la zone suivante (la zone d'assemblage)

pour monter le câble avec les autres, pour les expédie aux clients( *Zevatron machine Manual for using*).



Figure 12 : Régulateur de température

### 2.3.1 Les composants de la machine :

Cette machine est généralement conçue et réalisée selon le besoin de la société par un fournisseur spécifique, le besoin pour lequel la machine était conçue de souder les terminales des connecteurs de batterie automobile ( *Zevatron machine Manual for using*).

La machine ZEVATRONE est constituée des éléments suivants :

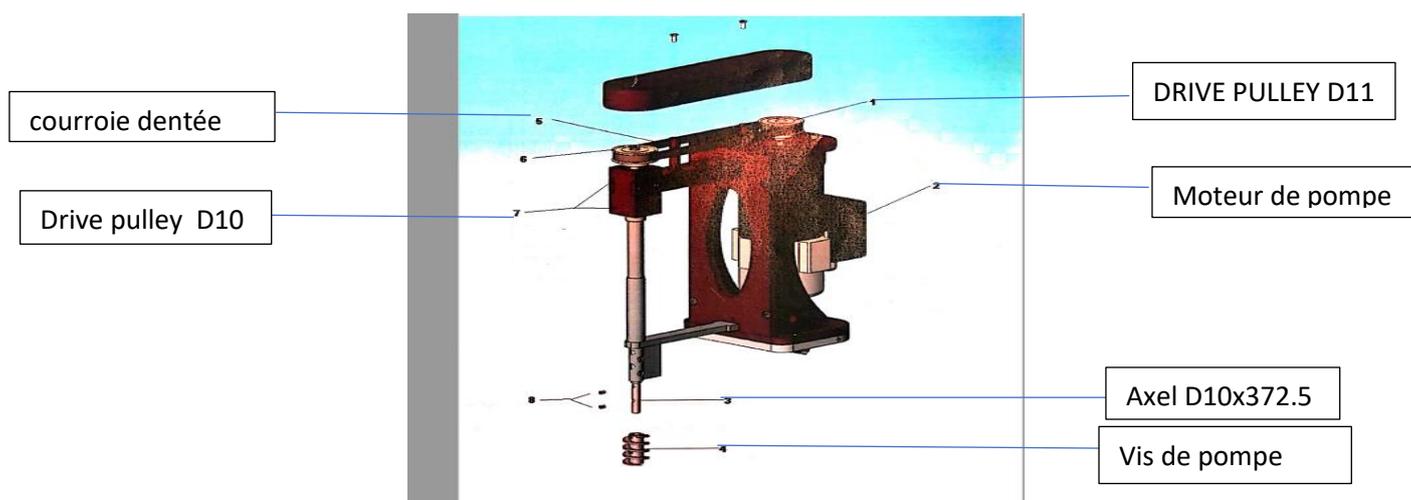


Figure 13: les composants de machine

a) [Le moteur de pompe :](#)

Pour faire simple, il s'agit d'une pièce mécanique permettant de faire circuler un fluide ou un gaz sous pression. Grâce à un moteur, la pompe transforme l'énergie dite mécanique (couple et vitesse de rotation) en une énergie hydraulique ou thermique.



b) [Courroie dentée :](#)

La courroie dentée présente des crans ou dents sur son revêtement. Son rôle primordial est de faire la jonction entre deux pièces pour permettre une rotation entre elles. Ce mouvement est possible grâce à une poulie sur laquelle la courroie est disposée.



c) Pulley drive D11 et D10:

Le système de poulies comme le système de roues de friction, repose sur le principe d'adhérence et de frottement entre les éléments pour transmettre le mouvement. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système chaîne et roues dentées.



CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons présenté le processus de recuit, ainsi le fonctionnement de la machine soudeuse ZEVATRON, et nous nous sommes arrêtés sur le problème du fonctionnement manuel de processus de recuit et la déformation des câbles à cause de cette dernière, pour résoudre ce problème nous avons proposé de remplacer la main-d'œuvre par un bras manipulateur. Le chapitre suivant, nous concevrons un bras de manipulation commandé par une API.

---

*CHAPITRE 3 : la conception et la commande d'une bras manipulateur :*

---

## 1 INTRODUCTION :

Ce chapitre est consacré la présentation d'un API s7-200, ainsi que la simulation de projet sous un programme ladder et grafcet en utilisant les logiciels suivants : Step 7 et Automgen 8.

## 2 La présentation d'un API S7-200 :

### 2.1 Notion sur l'api s7-200 :

L'automate programmable ou système d'automatisation est un appareil qui commande un processus (par exemple une machine à imprimer pour l'impression de journaux, une installation de remplissage de ciment, une presse pour le moulage de formes plastiques sous pression, etc.), ceci est possible grâce aux instructions d'un programme stocké dans la mémoire de l'appareil.

La famille S7-200 est constituée de micro-automates programmables pouvant commander une large gamme d'appareils afin de répondre à vos besoins en matière d'automatisation.

Le S7-200 surveille les entrées et modifie les sorties conformément au programme utilisateur, qui peut contenir des opérations booléennes, des opérations de comptage, des opérations de temporisation, des opérations arithmétiques complexes et des opérations de communication avec d'autres unités intelligentes. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'opérations en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU S7-200 combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et des circuits de sortie dans un boîtier compact afin de créer un puissant micro--automate. Une fois que vous avez chargé votre programme, le S7--200 contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande d'unités d'entrée et de sortie dans votre application. (*Automate programmable S7-200 Manuel système*)

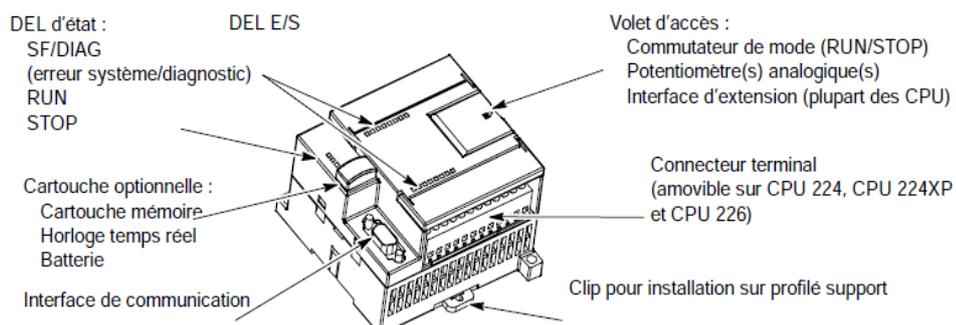


Figure 14:l'automate s7-200

3 La conception d'un API s7-200 :

Sur cette figure nous représentons les différentes connexions nécessaires entre les différents étages du projet et l'ordinateur pour assurer son fonctionnement :

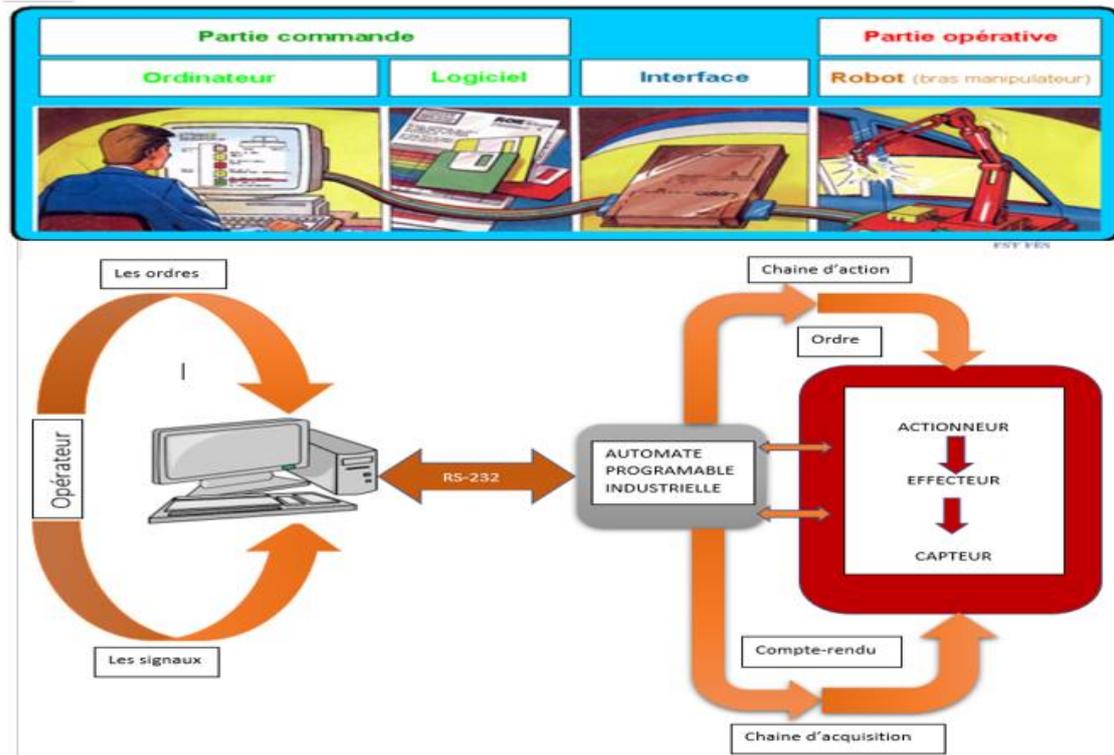


Figure 15: schéma descriptif du projet

3.1 Chaîne d'acquisition :

Le système d'acquisition des données (S.A.D) désigne un ensemble d'éléments matériels et logiciels destinés à collecter des données physiques via des capteurs.

La Chaîne d'acquisition comporte :

- Capteur pouvant transformer des informations physiologiques en quantité électrique.
- La carte d'acquisition des données.
- Support logiciel permettant d'acquérir, d'afficher, de traiter et de transmettre des données conformément à un protocole de communication. (daziri, hamza. *Commande d'une torsadeuse YAZAKI par une carte microcontrôleur pic 16f887*).

Nous pouvons décrire la chaîne d'acquisition par le schéma suivant :

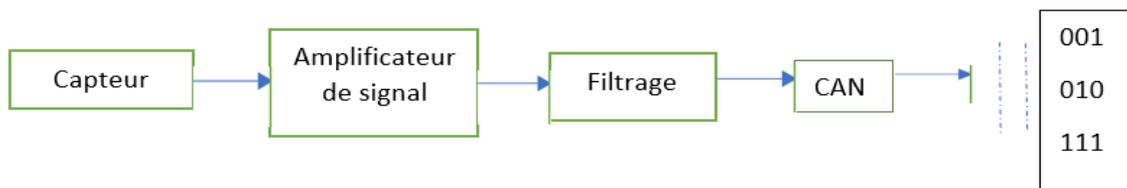


Figure 16: Structure e d'une chaîne d'acquisition

### 3.2 Communication par transmission série RS232 :

#### 3.2.1 Qu'est-ce qu'une liaison série :

Les « liaisons séries » sont des moyens de transport d'informations (communication) entre divers dispositifs numériques. On les oppose aux liaisons parallèles qui nécessitent au moins un conducteur par bit à transmettre.

Dans une liaison série RS 232, les différents bits ne sont pas échangés en parallèle mais les uns après les autres dans le temps, ce qui limite le nombre de fils de transmission à 2 conducteurs. (ressources de Stéphane Gautreau Lycée Bernard Palissy)

#### 3.2.2 Le protocole d'échange lors d'une liaison série asynchrone RS232 :

Le protocole d'échange asynchrone est défini par l'envoi, pour chaque caractère émis, de :

- un bit de Start,
- les 5 à 8 bits de données, Poids faible en tête,
- éventuellement, un bit de vérification de Parité qui permet de déceler des erreurs de transmission des 8 bits de donnée sur la ligne.

Le bit de parité est mis à 1 si le nombre de bits de données est pair. Ainsi, si un bit de données est erroné durant la transmission, le comptage du nombre de bits à 1 à la réception mettra en évidence une non-concordance avec le bit de parité, et donc une erreur de transmission. Si 2 bits sont erronés, la vérification de parité n'a plus d'effet.

-1 ou 2 bits de Stop après.

- Lorsqu'aucun caractère ne circule sur la ligne, celle-ci reste à l'état logique haut («1»).

La vitesse de transmission : les différentes vitesses de transmission sont réglables à partir de 110 bauds (bits par seconde) de la façon suivante : 110 bds, 150 bds, 300 bds,

600 bds, 1200 bds, 2400 bds, 4800 bds, 9600 bds, ....

(ressources de Stéphane Gautreau Lycée Bernard Palissy)

### 3.2.3 Les conducteurs nécessaires pour échanger deux signaux en RS232 :

La transmission série nécessite besoin trois conducteurs pour réaliser la connexion, l'un pour la transmission (Tx) et l'autre pour la réception (Rx) et un fils de masse (GND)

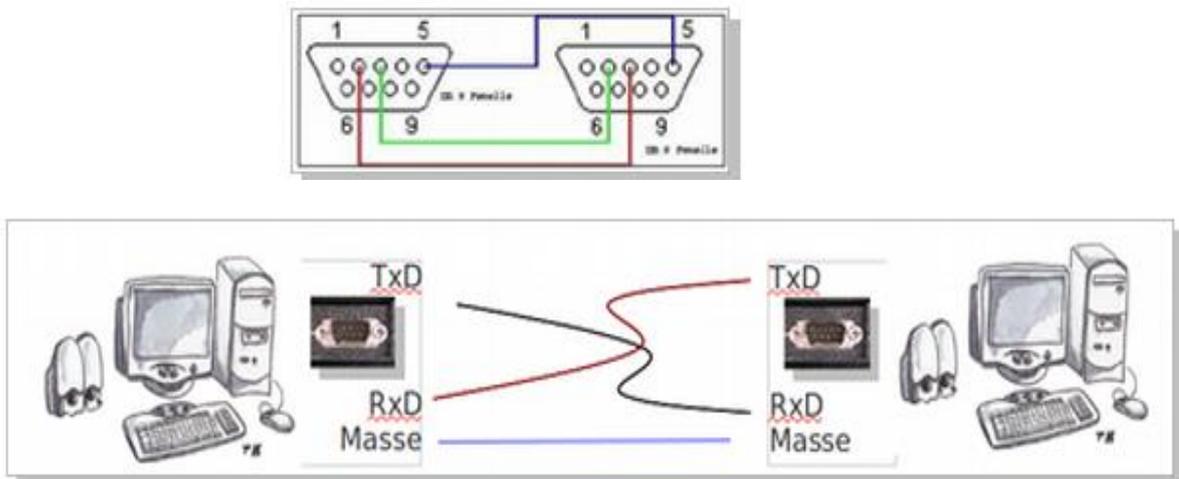


Figure 17: la transmission de série

### 3.2.4 Options de communication (S7 200 – PC/PG) :

Siemens dispose de deux options de programmation pour raccorder votre PC à votre S7-200 :

- Une connexion directe utilisant un câble PPI multimètre.
- Une carte CP (Processeur de communication) avec un câble MPI.

Le câble de programmation multi-maître PPI est la solution la plus commune et la plus économique pour la connexion de votre ordinateur à la S7-200, ce câble relie l'interface de communication du S7-200 au port de communication série de votre ordinateur. (*Automate programmable S7-200 Manuel système*)

### 3.2.5 Connexion du câble RS-232/PPI multi-maître :

Un câble RS-232/PPI multi-maître reliant le S7-200 à la console de programmation. Procédez comme suit pour connecter le câble :

1. Raccordez le connecteur RS-232 (identifié par "PC") du câble RS-232/PPI multi-maître à

L'interface de communication de la console de programmation.

2. Assurez-vous que les commutateurs câble multiples du RS-232/PPI multi-maître sont réglés. (Aut1)

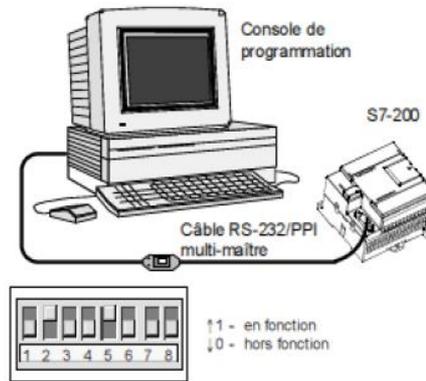


Figure 18: la connexion des cables rs-232

#### 4 La Commande d'un bras manipulateur :

##### 4.1 Le grafcet de la partie commande :

Ce Grafcet (Graphe Fonctionnel de commande des étapes et Transitions) est un mode de représentation et d'analyse d'une machine. Ce dernier est un mode de représentation de fonctionnement et d'analyse d'un automate, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes, par un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions ;
- De transitions entre étapes auxquelles sont associées des conditions de transition (réceptivités) ;
- Des liaisons orientées entre les étapes et les transitions ;

(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Grafcet>)

Pour simuler le grafcet de commande on utilise le logiciel AUTOMGENE.

Automgen : est un logiciel permet la création de programmes avec des langages normalisés (norme CEI-1131-3, SysML), la simulation des programmes sur PC, la génération et le téléchargement du code pour des automates programmables ou autres cibles (Arduino, PIC, etc.).

(<https://www.irairance.com/automgen>)



Figure 19:AUTOMGENE LOGO

Le Grafcet est représenté sur la figure ci-dessous :

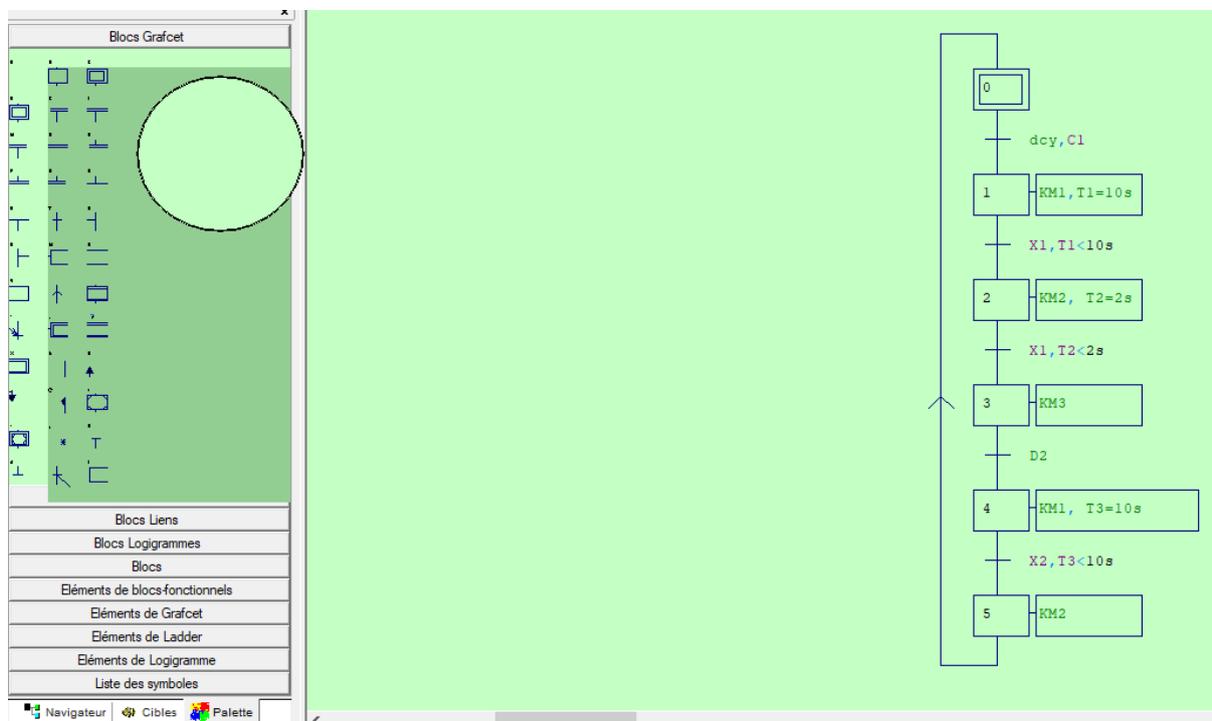


Figure 20: le GRAFCET DE COMMANDE

Tableau 4: les différents entrée/sortie de Grafcet commande :

KM1	Bras descende
KM2	Bras monte
KM3	Le bras se déplace vers le droit 90°
D1	Capteur de température
D2	Détecteur de position

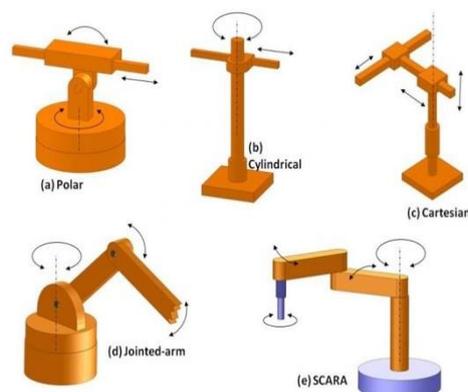


Figure 21:les mouvements de bras réalisé

L'organigramme qui permet de comprendre le fonctionnement de la machine ainsi que l'intervention de chaque département auprès de cette machine est détaillée dans l'annexe 1.

## 4.2 La commande ladder :

Step 7 permet l'accès "de base" aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Il tient également compte du réseau, qui permet l'accès à n'importe quel automate du réseau (pour le programmer), et éventuellement pour automatiser l'envoi de messages entre eux.

Ladder Diagram (LD) ou Langage Ladder ou schéma à contacts est un langage graphique très populaire auprès des automaticiens pour programmer les automates programmables industriels. Il ressemble un peu aux schémas électriques, et est facilement compréhensible. ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Langage\\_Ladder](https://fr.wikipedia.org/wiki/Langage_Ladder))



Figure 22:logo STEP 7.

## 4.3 Explication de programme ladder :

Nous ajoutons un détecteur de température C1 (capteur de température) à la machine de soudure, lorsque la température dépasse 200 °C, le capteur envoyé des signes à notre bras pour commencer le processus, l'opérateur met le câble dans la pince du bras, après le moteur marchera en sens directe (KM1), alors le bras s'abaisse pendant 10 secondes, puis le moteur marche en sens inverse (KM2), donc le bras monte pendant 5 secondes, puis le bras se déplace vers la droite avec un angle de 90°, ensuite le moteur marche en sens direct autrefois le bras s'abaisse dans un récipient d'eau pendant 6 secondes, enfin le bras laisse le câble pour l'opérateur afin de le secouez pour enlever les impuretés et terminer le processus de recuit.

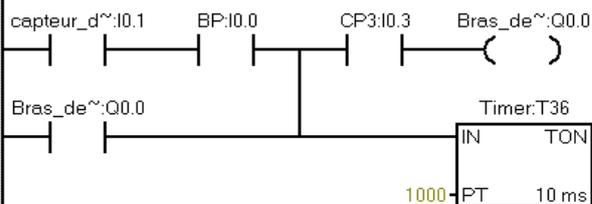
Table des mnémoniques

	Mnémonique	Adresse	Commentaire
1	BP	I0.0	bouton poussoir pour le demarrage de mouvement
2	capteur_de_temper ature	I0.1	detecter la temperature en 280C
3	Capteur_niveau_ha ut	I0.2	Detecter que le bras monte afin de se deplace vers le droit 90
4	Bras_descende	Q0.0	bras descend pour tremper le cable dans l'étain fondu
5	Bars_monte	Q0.1	bras monte
6	bras_vers_le_droit_90	Q0.2	pour refroidir le cable recuit afin de solidifier l'étain fondu
7	Timer	T36	
8	Timer_2	T37	
9	TIMER_3	T38	
10	CP3	I0.3	Detecteur de présence dobjct solide dans le pince de bras
11	Bras_verssaplace_ origin	Q0.3	

COMMENTAIRES DE PROGRAMME

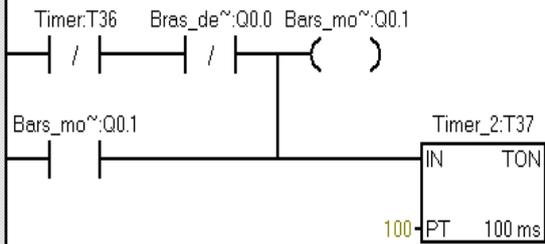
Réseau 1 Pemiere étape

Commentaire de réseau



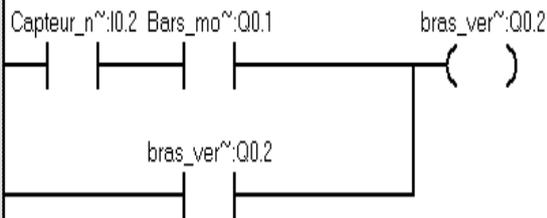
Mnémonique	Adresse	Commentaire
BP	I0.0	bouton poussoir pour le demarrage de mouvement
Bras_descende	Q0.0	bras descend pour tremper le cable dans l'étain fondu
capteur_de_temp...	I0.1	detecter la temperature en 280C
CP3	I0.3	Detecteur de présence dobjct solide dans le pince de bras
Timer	T36	

Réseau 2



Mnémonique	Adresse	Commentaire
Bars_monte	Q0.1	bras monte
Bras_descende	Q0.0	bras descend pour tremper le cable dans l'étain fondu
Timer	T36	
Timer_2	T37	

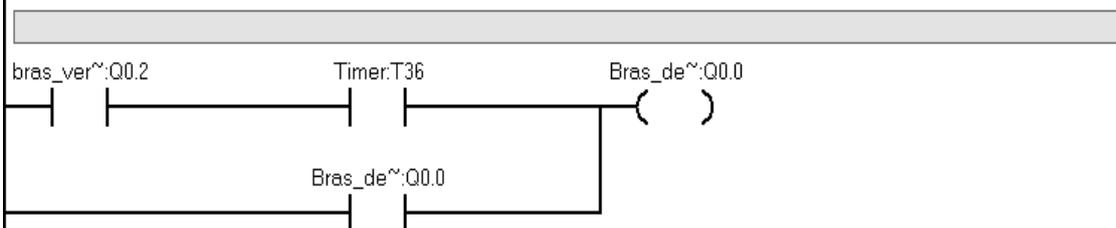
Réseau 3 Deuxieme étape



Mnémonique	Adresse	Commentaire
Bars_monte	Q0.1	bras monte
bras_vers_le_dro...	Q0.2	pour refroidir le cable recuit afin de solidifier l'étain fondu
Capteur_niveau_...	I0.2	Detecter que le bras monte afin de se deplacer vers le droit 90

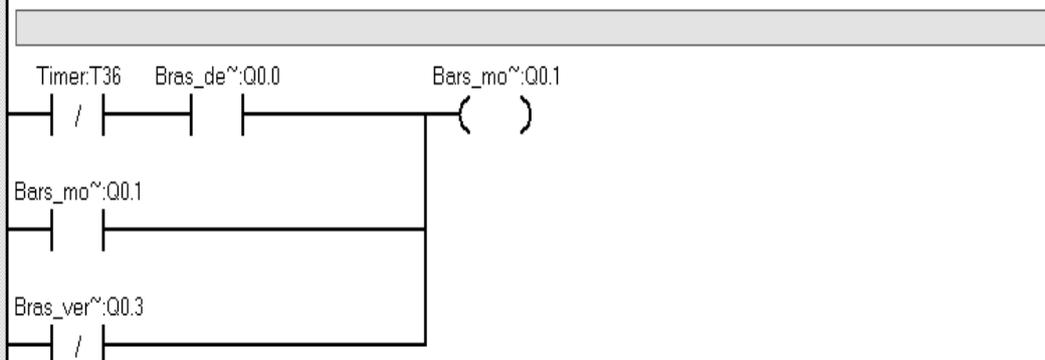
Réseau 4

**Réseau 4**



Mnémonique	Adresse	Commentaire
Bras_descende	Q0.0	bras descend pour tremper le cable dans l'étain fondu
bras_verse_le_dro...	Q0.2	pour refroidir le cable recuit afin de solidifier l'étain fondu
Timer	T36	

**Réseau 5**



Mnémonique	Adresse	Commentaire
Bars_monte	Q0.1	bras monte
Bras_descende	Q0.0	bras descend pour tremper le cable dans l'étain fondu
Bras_verseaplac...	Q0.3	
Timer	T36	

**Réseau 6**

4.4 L'étude de solution proposé :

Tableau 5: la comparaison entre la main d'œuvre et le bras manipulateur.

LE PROCESSUS DE RECUIT	AVEC LA MAIN D'OEUVRE	AVEC BRAS MANUPILATEUR
Durée de recuit d'un seul câble	5 min	3 min
Durée nécessaire pour achève la quantité exigée (100 câbles).	20 jours	12 jours
Le pourcentage de qualité	60%	Entre 76% -81%
Le taux d'erreur	50%	40%

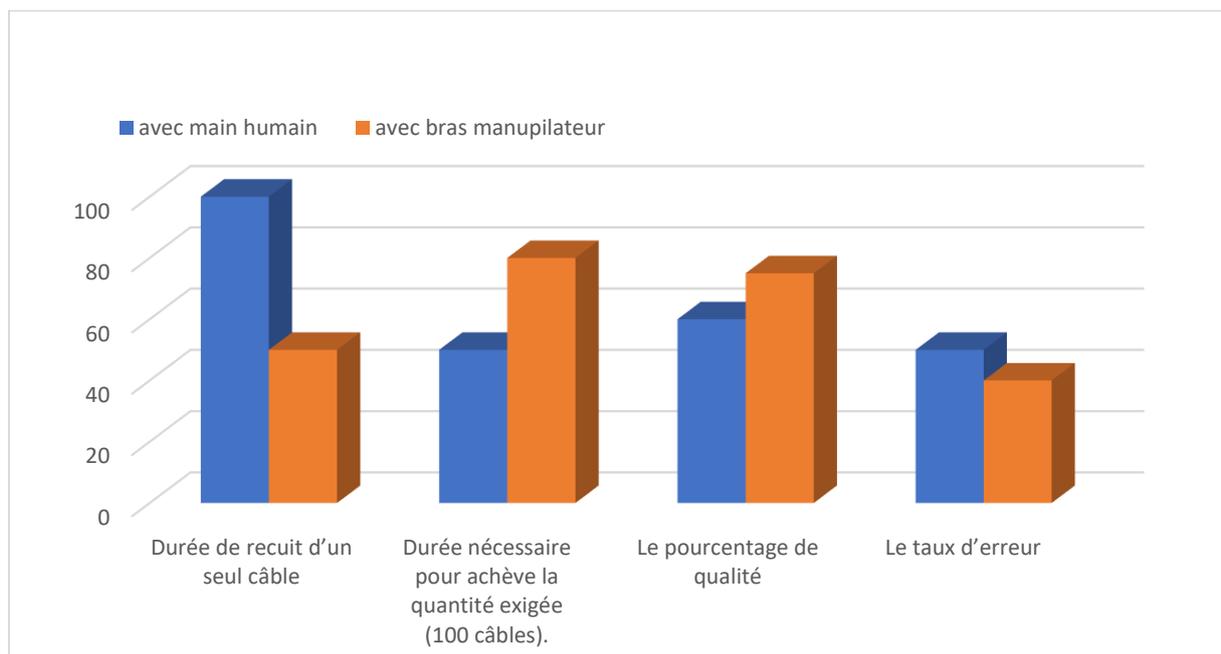


Figure 23: graphe représente la comparaison

L'automatisation du processus par un bras manipulateur simplifie le développement des applications et le processus de recuit et vous permet ainsi d'économiser du temps et de l'argent.

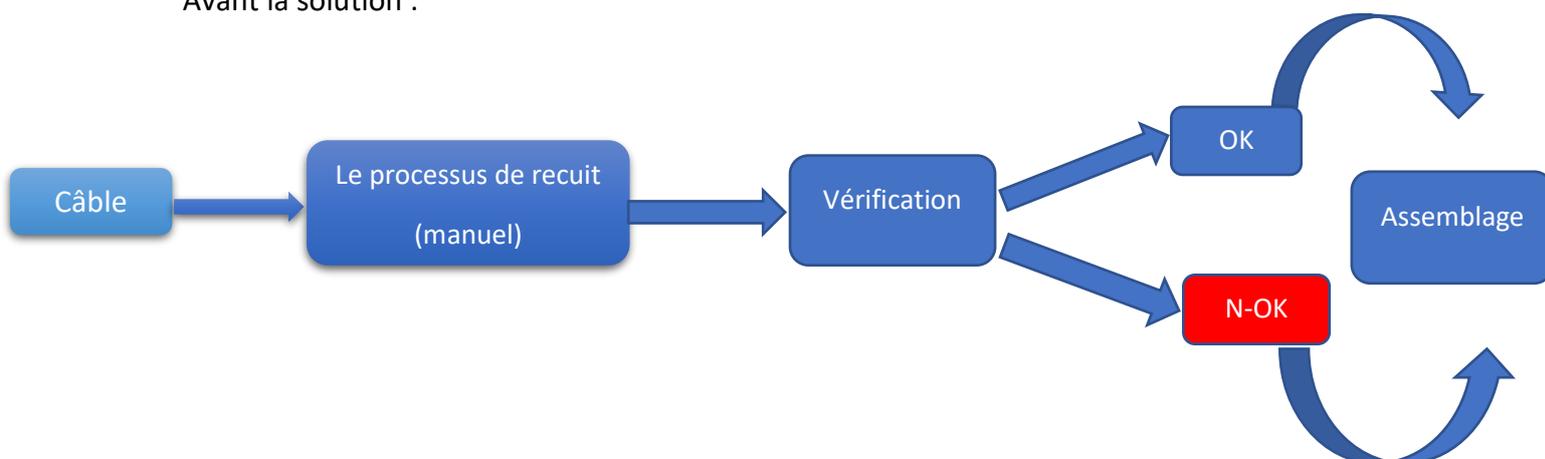
En résumé, grâce aux API, vous ouvrez l'accès à vos ressources sans sacrifier le contrôle et la sécurité.

#### 4.5 Résultats obtenus :

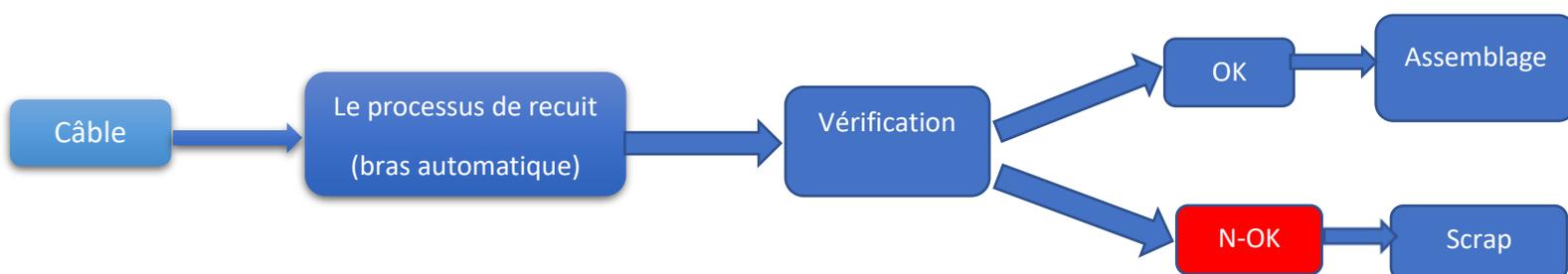
En réalisant le nouveau système développé nous assurons un produit de meilleure qualité nous diminuons le temps et nous facilitons la tâche aux opérateurs de la machine.

La figure suivante avant et après la solution, La figure suivante schématise l'état de l'avant et après la solution développée

Avant la solution :



Après la solution :



D'autre part la réalisation de la solution ne nécessite pas un investissement énorme, le tableau suivant résume l'étude économique du projet.

Tableau 6: le cout de matérielles :

API S7-200	1355.5 MAD
Les pièces d'un bras	1500.00 MAD
Capteur de température	50.00 MAD
Capteur de position	80.00MAD
Servomoteur du type MG90S	48.00MAd
Servomoteur du Type SG90	35.00 MAD
TOTAL	30685.00MAD

Le prix total à investir pour réaliser la solution pour les 10 Bras manipulateurs est :  $3068,5 \times 10 = 30685.00 \text{ MAD}$

Il est très remarquable que le prix de ce bras très approprié par rapport aux résultats que ce bras obtiendra.

#### Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait la conception et le protocole de communication RS-232, ainsi, la commande d'une automate programmable industriel à l'aide des logiciel Step 7 et Automgen.

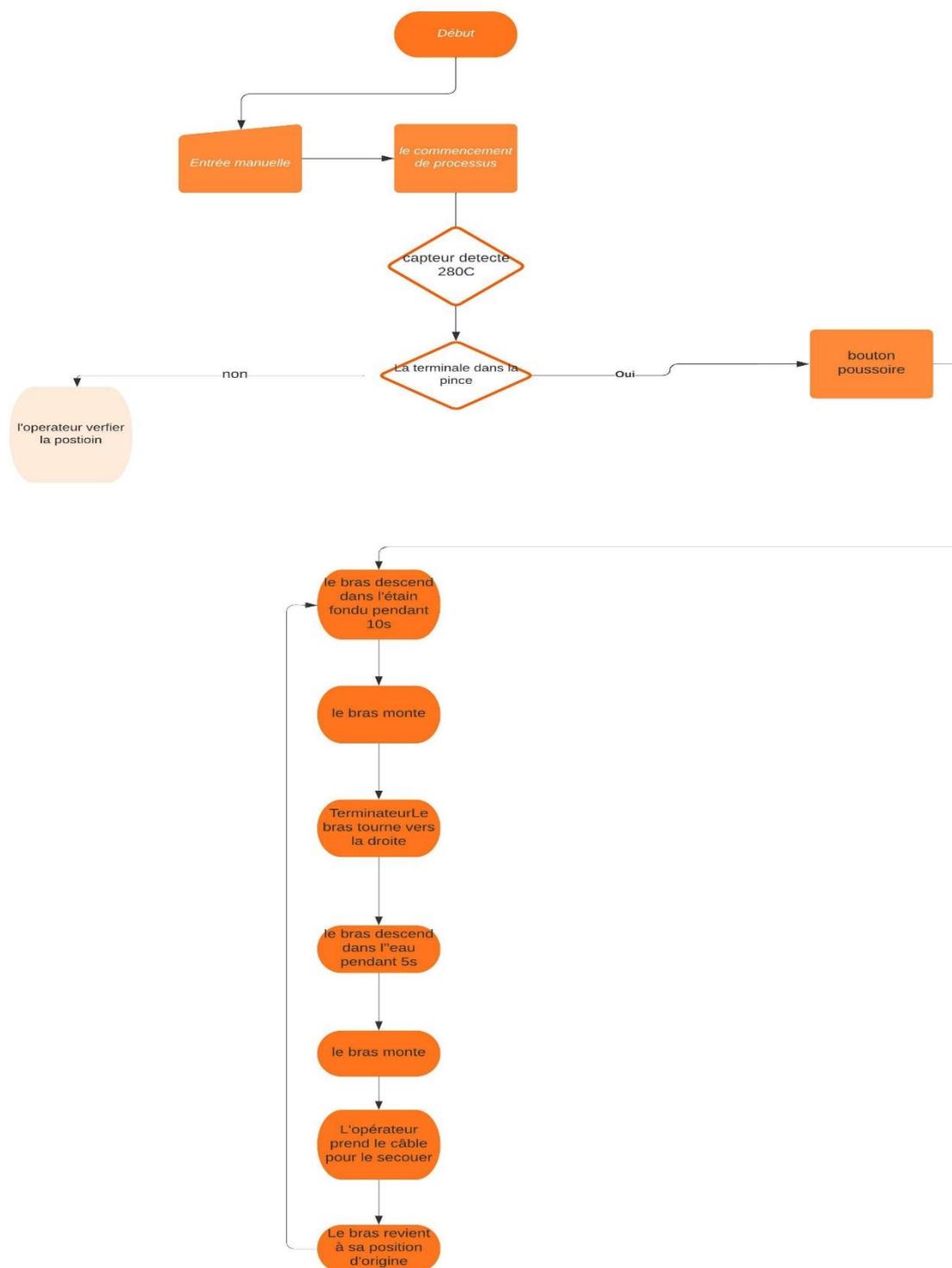
### Conclusion Générale :

Le travail réalisé dans ce projet a porté sur l'étude et l'amélioration de la machine de soudure ZEVATRON. L'objectif a été d'ajouter un bras manipulateur afin de remplacer la main humaine commander par une api s7-200. L'api a été utilisé pour commander un bras manipulateur. Les simulations ont été faites avec le logiciel de simulation Step 7, Automgen.

L'utilisation d'un automate programmable industriel permet à l'entreprise de minimiser le temps dans la chaîne de production en termes de productivité, de souplesse et de compétitivité.

Ce stage m'a été profitable car il m'a permis de mettre en pratique les connaissances acquises lors de ma formation universitaire. Il m'a donné un premier contact avec le monde du travail qui m'a permis d'acquérir une expérience très riche en termes de méthodologie et de travail collectif.

Annexe 1 :



Référence :

- [I] *Automate programmable S7-200 Manuel système.*
- [II] *daziri, hamza. Commande d'une torsadeuse YAZAKI par une carte microcontrôleur pic 16f887.*
- [III] *<https://fr.wikipedia.org/wiki/Grafcet>.*
- [IV] *[https://fr.wikipedia.org/wiki/Langage\\_Ladder](https://fr.wikipedia.org/wiki/Langage_Ladder).*
- [V] *<https://www.gantt.com/fr/>.*
- [VI] *<https://www.iraifrance.com/automgen>.*
- [VII] *kahani, AIT DAHAMAN. Conception et Réalisation d'un Bras Manipulateur Commandé par API.*
- [VIII] *ressources de Stéphane Gautreau Lycée Bernard Palissy, 17100 Saintes, Académie de Poitiers. Communication par transmission série RS232.*
- [IX] *zevatron machine Manual for using.*