



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES  
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Automatisation d'un pont racleur**

Réalisé Par :

**Karam El johri**

Encadré par :

**P<sup>r</sup> Mouhcine Razi (FST FES)**

**Mr .Omar bouamoud (Entreprise)**

Soutenu le 06 Juin 2018 devant le jury

**Pr Mouhcine Razi (FST FES)**

**Pr Echatoui Nor Said (FST FES)**

**Pr Mohammed Jorio (FST FES)**

## Avant-propos :

Ce rapport est le résultat d'un stage de projet de fin d'étude (PFE) de deux mois effectué au sein du SONASID, Il m'a permis de compléter l'ensemble des connaissances acquises durant notre formation en Licence sciences et techniques (LST) en génie électrique à la FST de Fès, de tester mes capacités et de me familiariser avec le monde professionnel. Les objectifs de notre stage correspondent bien aux objectifs de notre formation. Durant les deux mois de stage dans le milieu industriel, nous avons eu l'opportunité de faire de nombreux liens entre nos études et la façon dont ces connaissances sont appliquées dans l'environnement de travail.

Les tâches et le projet qui m'a été assigné ont certainement représentés un défi pour moi à date. En effet, j'ai eu l'opportunité de mettre en pratique mes acquis et mes connaissances qui m'ont été utiles au bon déroulement de mon projet qui a porté sur l'automatisation d'un pont racleur.

# Dédicace

Je dédie mon travail :

À mes chers parents, vous êtes pour moi une source de vie car sans vos sacrifices, votre tendresse et votre affection je ne pourrais arriver jusqu'à ici, je me réjouis de cet amour filial, Que dieu vous garde afin que votre regard puisse suivre ma destinée.

À tout ma famille

À mes deux encadrants de stage

À mes enseignements et ma chère faculté

À mes amis pour leur aide valorisante

À tout l'effectif de la SONASID qui m'a aidé

Je leur exprime toute ma gratitude et mon profond respect pour les efforts qu'ils ont déployés de me soutenir lors du stage.

# Remerciement

**Avant tout remerciement, louange à dieu.**

Au terme de ce stage, je tiens à remercier mon encadrant de stage **Mr.Omar bouamoud** qui a toujours pris le temps de m'écouter, de me suivre et de me conseiller dans les moments importants de ce travail.

Aussi, je tiens à adresser mes vifs remerciements à mon encadrant pédagogique **Mr. Mouhcine Razi** et mes professeurs de la filière **Génie électrique** et à tout le corps de la **faculté des sciences et techniques de Fès**.

Enfin, je tiens à présenter particulièrement ma profonde gratitude au service électrique et en particulier à **MM BACHAOU ABDELMAJID, Yahya rahouti** et **Mohammd elouali** et à toute personne ayant contribué de près ou loin au bon déroulement de mon stage, et qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

**Merci**

## Résumé :

L'automatisation occupe une place incontournable dans le domaine industriel grâce à ses grands bénéfices, En effet, elle facilite les travaux des techniciens, elle permet de bien organiser les tâches d'un processus, plus sécurisé..., etc.

Notre projet a pour objectif de renouvelé un système de commande d'un pont racleur basé sur la logique câblée par un automate programmable (API).

Dans un premier temps nous avons effectué une analyse critique du système existant pour montrer les différents inconvénients et limites de la logique câblée pour mettre au clair la problématique.

Ensuite, nous avons proposé un cahier des charges de fonctionnement du pont racleur qui sera le guide de ce travail.

En fin, après la définition du contexte de projet et le cahier des charges, nous avons suivi un enchainement des étapes pour aboutir à la réalisation de cette automatisation à l'aide de l'API.

# Sommaire :

<b>Avant-propos :</b> .....	<b>2</b>
<b>Dédicace</b> .....	<b>3</b>
<b>Remerciement</b> .....	<b>4</b>
<b>Résumé :</b> .....	<b>5</b>
<b>Sommaire :</b> .....	<b>6</b>
<b>Liste des abréviations :</b> .....	<b>8</b>
<b>Introduction générale :</b> .....	<b>9</b>
<b>Chapitre 1 :</b> .....	<b>10</b>
<b>Présentation de la société SONASID</b> .....	<b>10</b>
<b>I. Description :</b> .....	<b>11</b>
<b>II. Historique :</b> .....	<b>11</b>
<b>IV. Actionnaire :</b> .....	<b>13</b>
<b>V. Site de Nador-Laminoir :</b> .....	<b>13</b>
<b>a. Fiche technique de SONASID-NADOR :</b> .....	<b>13</b>
<b>b. Organigramme du site :</b> .....	<b>14</b>
<b>VI. Procédés de production du laminoir :</b> .....	<b>14</b>
<b>Chapitre 2 :</b> .....	<b>16</b>
<b>Contexte générale du projet</b> .....	<b>16</b>
<b>I. Introduction :</b> .....	<b>17</b>
<b>II. Traitement des eaux usées chez SONASID:</b> .....	<b>17</b>
<b>III. Bassin de décantation :</b> .....	<b>18</b>
<b>IV. Analyse critique de l'automatisme actuel :</b> .....	<b>18</b>
<b>a. Description de l'automatisme actuel :</b> .....	<b>18</b>
<b>b. Limites du système à base de relais :</b> .....	<b>19</b>
<b>V. Cahier des charges :</b> .....	<b>19</b>
<b>VI. Conclusion :</b> .....	<b>21</b>
<b>Chapitre 3 :</b> .....	<b>22</b>
<b>Automatisation du pont racleur</b> .....	<b>22</b>

<b>I. Introduction :</b> .....	<b>23</b>
<b>II. L'automate programmable industriel:</b> .....	<b>23</b>
<b>a. Les avantages d'un API :</b> .....	<b>23</b>
<b>b. Architecture d'un API :</b> .....	<b>24</b>
<b>c. Programmation :</b> .....	<b>24</b>
<b>III. L'automate LOGO de SIEMENS:</b> .....	<b>25</b>
<b>IV. Justification de choix de l'automate LOGO :</b> .....	<b>26</b>
<b>V. Matériels utilisé:</b> .....	<b>26</b>
<b>a. Moteur asynchrone (Actionneur) :</b> .....	<b>26</b>
<b>b. Contacteur (Pré-actionneur) :</b> .....	<b>27</b>
<b>c. Capteur de proximité (inductif) :</b> .....	<b>27</b>
<b>d. Capteur de fin course :</b> .....	<b>27</b>
<b>e. Disjoncteur magnétothermique (appareil de protection) :</b> .....	<b>28</b>
<b>f. Sectionneur porte-fusibles (appareil de séparation) :</b> .....	<b>28</b>
<b>VI. Les schémas électriques:</b> .....	<b>29</b>
<b>VII. Grafcet:</b> .....	<b>31</b>
<b>VIII. Programme LADDER:</b> .....	<b>34</b>
<b>IX. Simulation :</b> .....	<b>35</b>
<b>Table des illustrations:</b> .....	<b>37</b>
<b>Bibliographie:</b> .....	<b>38</b>
<b>Webographie:</b> .....	<b>38</b>

## Liste des abréviations :

**SONASID:** Société nationale de sidérurgie

**FST:** faculté des sciences et techniques

**LST:** licence sciences et techniques

**PFE:** projet de fin d'étude

**API:** automate programmable industriel

**BTP:** Bâtiments Travaux Publiques

**BP:** bouton poussoir

**ArcelorMittal:** groupe sidérurgique mondial

## Introduction générale :

L'industrie sidérurgique est d'une grande importance dans le monde industriel ou elle approvisionne plusieurs industries en aval, en effet, l'acier se retrouve dans une grande part des biens de consommation grand public (automobile, électroménager...), ainsi que dans le secteur du bâtiment.

SONASID qui est un leader dans le domaine de la sidérurgie, se contentait auparavant d'approvisionner les grands industriels et les grands chantiers de Bâtiments Travaux Publics (BTP).

Cette leadership se mesure par l'organisation du travail au sein de l'entreprise qui cherche toujours à assurer une bonne sécurité pour le personnel et les équipements, rendre les machines plus fiables et disponibles et surtout avoir le minimum de pannes et le maximum de production par jour tout en utilisant le minimum possible de main d'œuvre.

Dans ce contexte, la société nous a proposé un projet intitulé « automatisation d'un pont racleur » par un automate programmable de type LOGO pour mettre en œuvre la rénovation de la partie commande du pont racleur qui est basé sur la logique câblée à cause de ses grands inconvénients.

Suite à cela le présent rapport décrit l'essentiel du travail réalisé lors de ce projet. Il comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de la SONASID et son processus de fabrication au sein du laminoir de Nador.
- le deuxième chapitre met en œuvre le contexte général de projet, la problématique et la solution proposée.
- le dernier chapitre sera consacré pour cerner le volet technique du projet tout en mettant en œuvre le choix des matériels nécessaires pour automatiser ce pont racleur.

# Chapitre 1 :

## Présentation de la société SONASID



## **I. Description :**

SONASID ou société nationale de sidérurgie est une entreprise dédiée principalement au secteur de la construction. Elle est le premier producteur marocain de rond à-béton et fil machine destinés au BTP et à l'industrie. Elle a été créée par l'état marocain en 1974 avec l'ambition de développer une sidérurgie complètement intégrée à partir de la production minérale de fer à Ouixane (Nador) en le valorisant dans haut fourneau d'un million de tonnes. Les études technico-économiques ont finalement conclu à une Intégration amont progressive et les travaux de construction du 1ere laminoir marocain ont ainsi été lancés à Nador.

## **II. Historique :**

Des années plus tard après la création du premier laminoir, La production a démarré en mars 1984 avec une capacité annuelle initiale de 420 000 tonnes de rond à béton et de fil machine portée progressivement à 600 000 tonnes. Pour faire face aux nouvelles contraintes du marché et aux impératifs de compétitivité, SONASID a démarrée en juillet 2002, un nouveau laminoir à Jorf Lasfar (EL Jadida), avec une capacité de production annuelle approchant aujourd'hui les 400.000 tonnes.

En 2003, SONASID s'est lancée dans un ambitieux projet de réalisation d'une aciérie électrique à Jorf Lasfar qui a démarré en août 2005 et assure la production des billettes, matière première des laminoirs de Nador et de Jorf Lasfar.

Le 3 mars 2006, l'accord de partenariat entre Arcelor et SNI a été conclu pour le développement de SONASID et ce qui deviendra quelques mois plus tard ArcelorMittal.

### **Date marquants de l'entreprise :**

- **1974** : Création de SONASID par l'état marocain.
- **1984** : Démarrage de la production avec le laminoir de Nador avec une capacité de 420 000 t.
- **1991** : Libéralisation des importations.
- **1996** : Introduction de 35% du capital en bourse.
- **1997** : Cession par l'Etat de 62% du capital de SONASID à un consortium d'investisseurs institutionnels piloté par la SNI.
- **1998** : Acquisition de Longo métal Industries.
- **2000** : Entrée en vigueur de l'accord d'association avec l'U.E.
- **2001** : Fusion avec la filiale Longo métal Industries.
- **2002** : Démarrage du laminoir à JORF LASFAR
- **2003** : Certification ISO 9001 versions 2000.lancement de la TPM à Nador et JORF LASFAR.
- **2004** : Certification NM (Norme Marocaine) du rond à béton de JORF LASFAR.
- **2005** : Démarrage de l'aciérie électrique d'une capacité de 650.000 t/an.
- **2006** : partenariat entre ArcelorMittal et SNI.

## **III. Produits :**

La société produit généralement deux gammes de produits : Rond à béton et fil machine.

	BILLETTES	ROND A BETON EN BARRES	ROND A BETON EN COURRONNES	FIL MACHINE
<b>Unité de production</b>	Aciérie de Jorf Lasfar	Laminoir de Jorf Lasfar	Laminoir de Nador	
<b>Capacité</b>	800 000 tonnes	450 000 tonnes	600 000 tonnes	
<b>Gamme de produits</b>	Billettes : 130x130 mm 140x140 mm Longueur : 12 – 13 m	Rond à béton en barres Diamètre 8 à 40 mm	Rond à béton en couronnes Diamètre : 5,5 à 16 mm	FM Calmé FM TS FM 8.5 Effervescent FM 9 Effervescent FB 10 Diamètre 5,5 à 16 mm

**Tableau 1:** produits de SONASID

**Par exemple les billettes, Rond à béton, Fil machine sont représentés comme suit :**



**Figure 1:** Aperçue des billettes



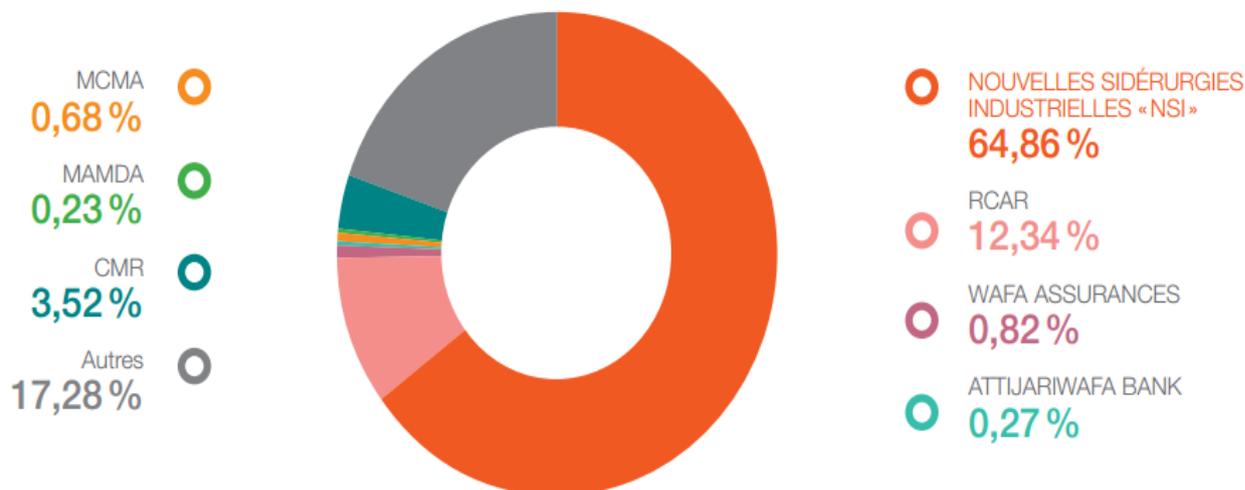
**Figure 2:** Aperçue de quelques produits de Fil machine



**Figure 3:** Aperçue de quelques produits de Rond à Béton

#### IV. Actionnaire :

Le schéma suivant donne en chiffre les différents actionnaires du SONASID :



**Figure 4:** Actionnariat du SONASID

#### V. Site de Nador-Laminoir :

##### a. Fiche technique de SONASID-NADOR :

<b>Raison sociale</b>	SONASID Société Nationale de sidérurgie 
<b>Direction générale</b>	Twin Center, Tour A.18ème Etage, Casablanca
<b>Directeur générale</b>	M. Amin ABRAK
<b>Directeur de site</b>	M. Khalid SALHI
<b>Siege sociale</b>	Route nationale N°2 El aruit, BP551, Nador
<b>Statut juridique</b>	Société anonyme
<b>Fondateur</b>	L'état marocain
<b>Date de création</b>	09/12/1974
<b>Introduction en bourse</b>	02/07/1996
<b>Téléphone/Fax</b>	05 36 60 94 41 /05 36 60 94 42
<b>Site internet</b>	<a href="http://www.sonasid.ma">www.sonasid.ma</a>
<b>Secteur d'activité</b>	Industrie sidérurgique
<b>Nature d'activité</b>	Production des différents produits sidérurgiques
<b>Secteur d'activité</b>	Industrie sidérurgique
<b>Gamme de production</b>	Production des différents produits sidérurgiques
<b>Position sur le marché</b>	Le rond à béton/Le fil machine/Le laminé marchand
<b>Concurrence</b>	Leader de la sidérurgie au Maroc

**Tableau 2 ;** Fiche technique de SONASID site de Nador

## b. Organigramme du site :

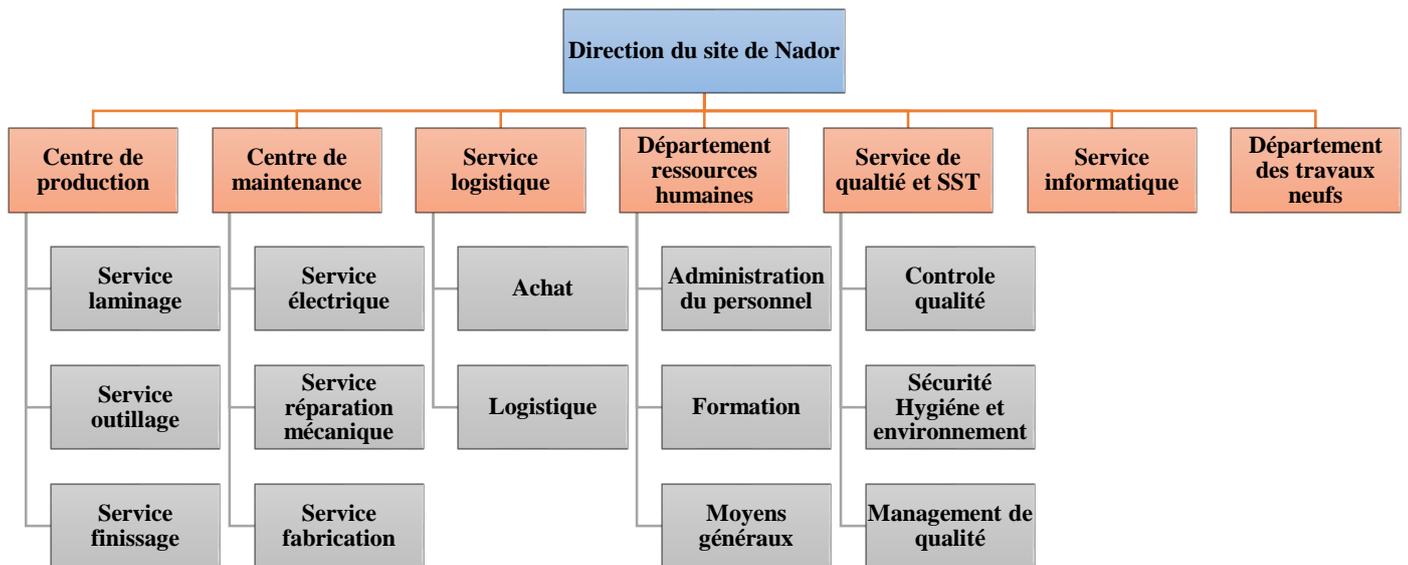


Figure 5: Organigramme de SONASID de Nador

## VI. Procédés de production du laminoir :

Le laminage consiste à réduire la section (diamètre et forme) du métal, puis à lui donner les propriétés mécaniques conformes aux normes du secteur. Le laminoir du SONASID NADOR dispose de deux veines de laminage identiques.

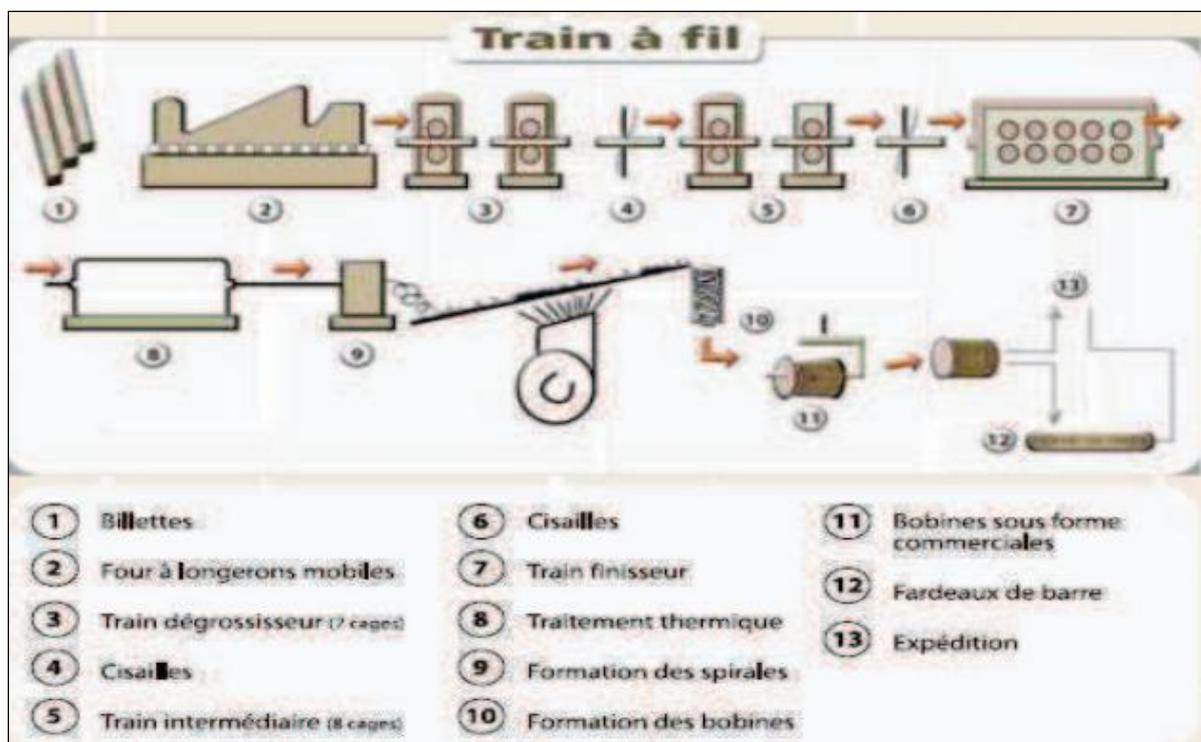


Figure 1.4 : Processus de laminoir

Les billettes produites à l'aciérie constituent la matière première du laminoir et voici les tirets suivants qui vont expliquer le processus de production au sein de laminoir :

- ✓ Le déplacement des billettes se fait à l'aide de deux ponts roulants parallèle équipés de deux électroaimants supportant chacun une charge maximale de 20 tonne.
- ✓ L'entrée des billettes dans un four à 1200 C° à l'aide d'un convoyeur à rouleaux afin de les échauffer pour environ 1h30min et faciliter leur laminage.
- ✓ Défournement de la billette à l'aide de la barre pousseuse.
- ✓ Laminage de la billette dans un train dégrossisseur, Son rôle est de dégrossir la billette et d'effectue les premières réductions de la section du produit laminé.

Il contient 7 cages, numéroté de 1 à 7 :

- Cage 1 : section rectangulaire
- Cages 2, 4, 6 : section ovale
- Cages 3, 5, 7 : section ronde

Chaque cage est composée d'un moteur, d'un réducteur, d'un montant, des cylindres et des guides.

- ✓ Passage du fil par un train intermédiaire Son fonctionnement est pareil à celui du train dégrossisseur.

Il contient 8 cages, numéroté de 8 à 15 :

- Cages 8, 10, 12, 14 : section ovale
- Cages 9, 11, 13, 15 : section ronde

La section du fil continue à diminuer alors que sa longueur continue à augmenter avec une vitesse plus que celle du dégrossisseur.

- ✓ La cisaille ébouteuse sert à ébouter le fil et couper son bout avant et celui d'arrière (parce qu'ils sont déformés et froids) pour éviter le cobble.
- ✓ Passage du fil par un train finisseur de 10 cages pour avoir un fil d'une section bien définie.
- ✓ Passage dans du fil dans la boîte à eau Pour effectuer le traitement thermique, le refroidissement se fait d'une façon uniforme et contrôlé. Cette procédure permet d'obtenir des produits dont les propriétés physiques sont pratiquement uniformes.
- ✓ La mise en spire des fils qui passent par un convoyeur qui contient 5 ventilateurs, jusqu'à l'arrivée à un mandrin qui les transforment en bobines qui seront transférées par un chariot de transfert afin d'être élevées par un crochet CTI.
- ✓ La prise d'un échantillon de chaque 15 couronne pour le contrôle de la qualité du fil dans le laboratoire métallurgique.
- ✓ Compacter et ligaturer les couronnes par une machine spécialisée appelée compacteuse, puis le pesage du poids de la couronne pour être noté sur l'étiquette de la couronne.
- ✓ Stockage et commercialisation du fil sous forme de couronnes ou barres selon les commandes des clients.

# **Chapitre 2 :**

## **Contexte générale du projet**

## **I. Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons donner une vue globale sur l'environnement du projet. En commençant en premier lieu par une description générale de la station de traitement des eaux usées au sein de SONASID, en particulier les deux bassins de décantation.

Par la suite, nous allons faire une analyse critique de l'automatisme actuel. Afin d'élaborer un diagnostic illustrant ses différentes limites et contraintes. Nous proposons à la fin les différentes prescriptions du cahier des charges qui fera la guide d'enchaînement de ce projet.

## **II. Traitement des eaux usées chez SONASID:**

Le domaine sidérurgique nécessite une grande utilisation des eaux, parmi les bienfaits de SONASID c'est la minimisation de la consommation des eaux, ce qui implique un traitement adéquat.

La sidérurgie est l'un des plus importants utilisateurs et consommateur d'eau dans le secteur industriel, les usages de l'eau y sont multiples et variés.

Parmi les usages de l'eau c'est celle de refroidissement qui la plus répandu, et l'entreprise SONASID applique cette fonction dans tous les procédés. L'installation de cette station a pour but de traiter et refroidir l'eau provenant des machines du laminoir.

Le traitement des eaux de refroidissement du laminoir qui constitué de deux circuit (direct et indirect).

- **Circuit d'eau direct :** Il a pour objectif le refroidissement des joints du four, les cylindres des cages, barre pousseuse, les boites à eaux...

Le rejet est généralement chargé en calamine (C'est de l'oxyde de fer généré lors du refroidissement), grises, huiles et en morceaux des produits fini, qui proviennent du fonctionnement du laminoir.

Les eaux exigent donc avant leur réutilisation une purification qui comprend les traitements suivants : Décantation, filtration, refroidissement.

- **Circuit d'eau indirect :** Les refroidisseur des moteurs, échangeurs thermique d'huile, portes de visite de four, climatiseur et compresseurs, Les camera, Les HMD...

L'eau indirecte ne subit pas tous les traitements effectués au circuit direct, elle est moins chargée car elle n'est pas en contact avec le four et le produit. Elle subit uniquement les traitements suivants :

- Passage par les tours de refroidissement
- Traitement chimique par l'ajout de certains biocides et inhibiteur.

### III. Bassin de décantation :

L'eau venant du laminoir par gravité chargée de calamine et des huiles est répartie dans deux bassins de décantation. Dans ces bassins on assiste à la sédimentation de la calamine et à la flottation des huiles et graisses à la surface. Puis raclage de la calamine décanté par un mouvement en arrière des ponts racleur vers les fosses à battitures où elle sera prise par un grappin mis dans des cuves puis transportée vers les lieux de stockage (rejets solides industriels qui peuvent être utilisés dans l'industrie du ciment ou goudronnage des routes). Par un mouvement en avant les ponts racleurs raclent à la surface les huiles et les graisses vers une jauge basculante puis vers la station de séparation huile/eau où l'huile flotte à la surface de l'eau sera raclée par une bande déshuileurs, l'eau est recyclée vers les bassins de décantation, les huiles usées sont récupérées et stockés dans des fûts (rejets industriels liquide qui peuvent être réutilisés chez certains industriels).(voir figure 10).

## Le pont racleur



Figure 7: Bassin de décantation N°1



Figure 6: Bassin de décantation N°2

### IV. Analyse critique de l'automatisme actuel :

#### a. Description de l'automatisme actuel :

La commande du pont racleur est basée sur la logique câblée, qui s'organise sous forme des séquences. Chacune de ces séquences est une mise en série ou en parallèle de plusieurs contacts qui proviennent des relais ou d'autres appareils. Tous ces relais sont installés dans une seule armoire de commande.

Cette armoire est équipée dans son ouverture d'un ensemble de commutateurs et de boutons poussoirs pour commander le pont racleur.

Tandis que leur contrôle est fait par des voyants lumineux indiquant leurs états de marche/arrêt et les défauts électriques correspondants.



**Figure 8:** Armoire de commande

#### **b. Limites du système à base de relais :**

La technologie utilisée actuellement pour l'automatisation du pont racleur s'est montrée inefficace dans plusieurs fonctionnalités, ses principaux inconvénients sont :

- **Complexité :** Dans la technologie câblée, un problème est résolu par un ensemble de fonctions logique, la taille du circuit croissant avec la complexité du problème.
- **Maintenance :** La responsable de maintenance doit faire un effort énorme pour pouvoir localiser le relais ou le câble défectueux à cause de la poussière ou de serrage, surtout dans le cas des défauts regroupés.
- **Evolutivité :** En logique câblé, la moindre modification du problème entraîne la mise au point d'un nouveau circuit.
- **Archivage des données :** L'automatisme actuel ne comporte aucun moyen d'enregistrement, En effet, la signalisation du défaut disparaît une fois le défaut est acquitté, ce qui rend l'analyse et le diagnostic très difficile pour les agents électriciens.
- **Absence des pièces de rechange :** Il y a des relais temporisés qui n'existent plus dans le marché, De ce fait, l'équipe de maintenance doit avoir des équipements dont les fonctionnalités et l'efficacité restent les mêmes.

#### **V. Cahier des charges :**

Vu le nombre d'inconvénients que l'automatisme actuel présente et l'incompatibilité technologique, notre encadrant nous a proposé d'effectuer l'automatisation du pont racleur à l'aide de l'automate LOGO.

L'eau qui arrive au bassin de décantation doit subir la première étape de son traitement, qui est le raclage de sédiments (calamine ...) et les trucs qui flottent à la surface d'eau (huiles, graisses...) à partir du pont racleur.

### **Exigences relatives à la commande du pont racleur :**

- Le personnel peut choisir entre deux modes de fonctionnement (manuel ou automatique).

#### **Fonctionnement manuelle :**

- Le racleur est en mouvement descente ou montée par actionnement des boutons poussoir depuis l'armoire de commande.
  - D : (contact à fermeture) descente.
  - M : (contact à fermeture) montée.
- Le pont racleur est en mouvement avant ou arrière par actionnement des boutons poussoir depuis l'armoire de commande.
  - Av : (contact à fermeture) avant.
  - Ar : (contact à fermeture) arrière.
- Les boutons poussoirs AVANT, ARRIERE, MONTEE, DESCENTE permettent d'amorcer le mouvement de Le pont racleur, dans la mesure où l'un de ces mouvements n'est pas activé.
- La Fin de chaque mouvement est obtenue par le capteur de fin de course correspondant:
  - Ph : (contact à ouverture) position haut.
  - Pb : (contact à ouverture) position bas.

Ou par le capteur de proximité inductif correspondant :

- C1 : (contact à ouverture) première coté.
- C2 : (contact à ouverture) deuxième coté.

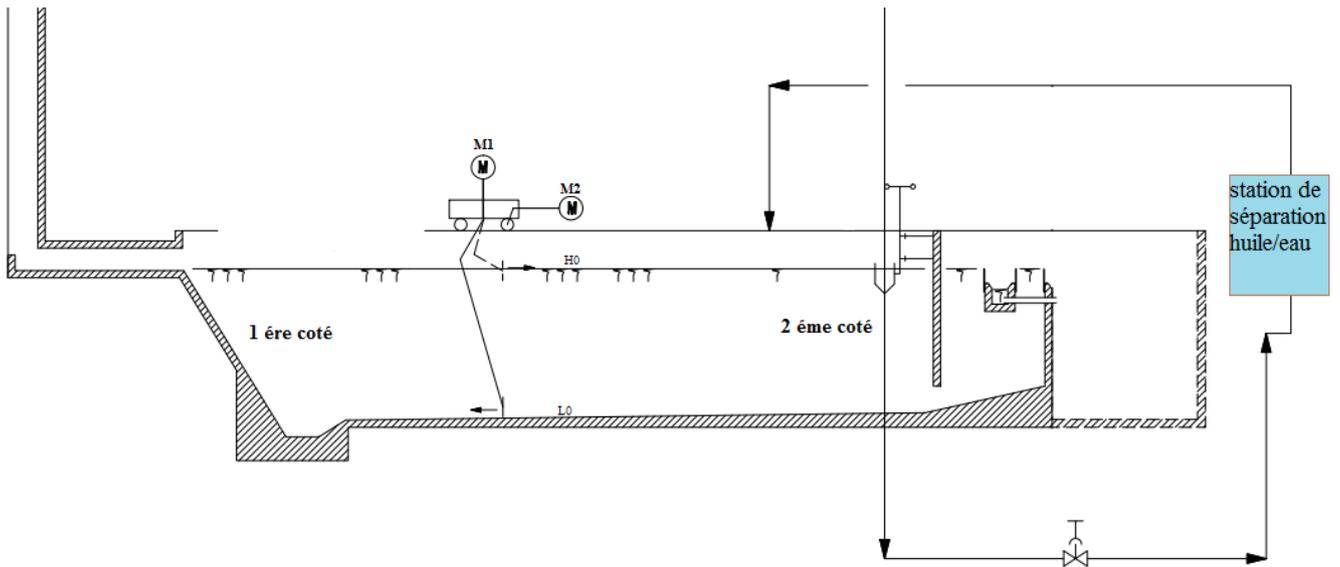
#### **Fonctionnement automatique :**

- Lorsque le racleur est en position haut H0 le pont doit se mettre en mouvement avant automatiquement.
- Lorsque le racleur est en position bas L0 le pont doit se mettre en mouvement arrière automatiquement.
- Lorsque le pont se trouve dans le première coté le racleur doit se monter jusqu'au le niveau H0.
- Lorsque le pont se trouve dans le deuxième coté le racleur doit se descendre jusqu'au le niveau L0.
- La Fin de mouvement est obtenue par le bouton poussoir STOP.

#### **Composants utilisés :**

- KM1 : Contacteur principal Avant
- KM2 : Contacteur principal Arrière
- KM3 : Contacteur principal Descente
- KM4 : Contacteur principal Montée
- AU : arrêt d'urgence (contact à ouverture)

Un voyant d'alarme s'allume lors du déclenchement du disjoncteur magnétothermique à cause des défauts de surcharge ou court-circuit.



**Figure 9:** exemple de bassin de décantation

## VI. Conclusion :

Ce chapitre donne une idée sur l'importance de traitement des eaux pour assurer le bon fonctionnement des circuits de refroidissement, et aussi une image proche fins visées pour la réalisation de ce projet.

# Chapitre 3 :

## Automatisation du pont racleur

## I. Introduction :

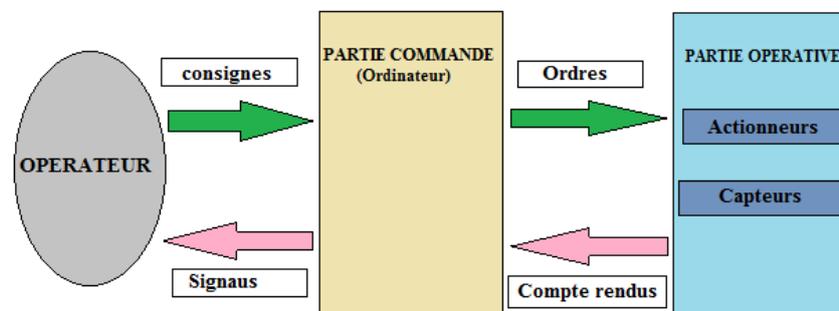
Après avoir présenté le contexte et les prescriptions du projet, nous allons entamer dans ce chapitre la démarche et l'enchaînement de la réalisation de cette automatisation à l'aide de l'automate LOGO.

## II. L'automate programmable industriel:

L'automate programmable industriel A.P.I ou programmable logique Controller P.L.C est un appareil électronique programmable destiné à réaliser des fonctions d'automatisme à l'aide d'un langage adapté. Pour assurer la commande de pré-actionneur et d'actionneur à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques .c'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué avec le processus industriel de conduit. Il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs.
- En faire le traitement.
- Elaborer la commande des actionneurs
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement



**Figure 10:** Structure d'un système automatique

### a. Les avantages d'un API :

Dans un monde industriel cadencé par une compétitivité accrue, l'utilisation d'un automatisme pour la commande de processus industriels est nécessaire. L'automatisation présente beaucoup d'objectifs dont on peut citer les plus importants :

- La recherche du coût le plus bas par réduction d'énergie, de main d'œuvre, etc.
- La réalisation d'opérations qui exigent de la précision, la rapidité, etc., et qui sont difficiles à réaliser manuellement.
- Augmenter la sécurité.
- La suppression des travaux dangereux, ce qui améliore les conditions du travail.

## b. Architecture d'un API :

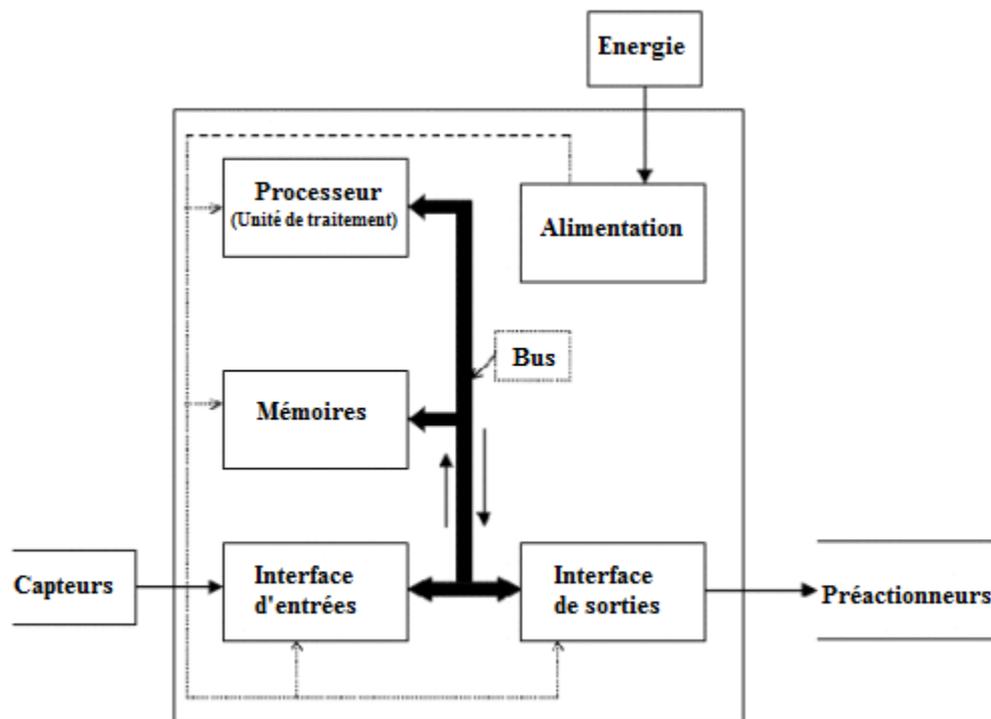


Figure 11: Architecture d'un API

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Un API se compose donc de trois grandes parties :

- Le processeur
- La mémoire
- Les interfaces Entrées/sorties

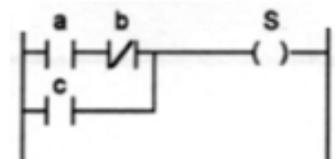
## c. Programmation :

Elle peut s'effectuer de trois manières différentes :

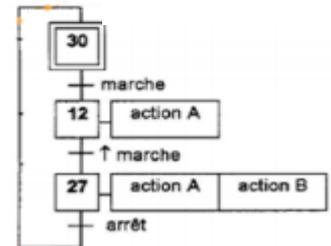
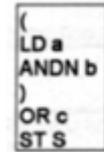
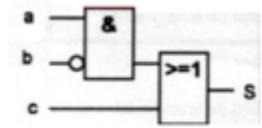
- Sur l'A.P.I. lui-même à l'aide de touches.
- Avec une console de programmation reliée par un câble spécifique à l'A.P.I.
- Avec un PC et un logiciel approprié.

**Les langages utilisés pour la programmation sont :**

- Le LADDER, C'est un langage de programmation graphique, La syntaxe des instructions ressemble à un schéma des circuits et permet de suivre sans difficulté le parcours des signaux entre les barres d'alimentation, à travers les contacts, les éléments complexes et les bobines.



- Langages par logigramme(LOG), pour les spécialistes des circuits ou le programmeur préfère les opérations logiques, Il s'agit du second langage graphique. Les instructions y sont représentées sous la forme de boîtes fonctionnelles logiques connues de l'algèbre booléenne. Tout comme dans le LADDER, il est possible de suivre le trajet du courant parcourant les fonctions.
- Langage par liste d'instructions (LIST), pour les informaticiens, C'est un langage de programmation littéral. La syntaxe des instructions est très proche du langage machine : les ordres ou les opérations sont suivis par les opérandes. Ceci permet d'obtenir des programmes optimisés en place mémoire et en temps d'exécution.
- Le GRAFCET qui est un séquenceur



### III. L'automate LOGO de SIEMENS:

C'est un nano automate développé par la marque SIEMENS. Il connaît un succès mondial dans la petite et la grande industrie où il remplace avantageusement les techniques de commutation et de commande. Il possède des entrées et des sorties bien déterminées, avec une interface de modules d'extensions. Par ses nombreuses fonctions et sa simplicité de mise en œuvre, LOGO offre une solution de rentabilité pour pratiquement toutes les applications, dans toutes les branches. Il est rapide à installer et facile à programmer, comme il induit des économies substantielles de câblage. Ce petit automate possède un logiciel spécifique pour le programmer, qui met plusieurs éléments à la disposition de l'utilisateur qui sont répartis en :

- Listes des bornes (connecteurs)
- Liste des fonctions de base AND, OR...
- Listes des fonctions spéciales (Compteurs, Retard, Minuterie, Horloge...)
- Listes des blocs déjà complétés dans le circuit et réutilisables.



## Types de LOGO :

LOGO! Basic est disponible pour deux classes de tension :

classe 1 : 12 V CC, 24 V CC, 24 V CA

classe 2 : 115...240 V CA/CC

➤ variante avec écran : 8 entrées et 4 sorties

➤ variante sans écran ("LOGO! Pure") : 8 entrées et 4 sorties

Chaque variante, possède une interface d'extension et 33 fonctions de base et fonctions spéciales prédéfinies pour la création du programme de commande.

LOGO! Basic	Module d'extension					
	DM 8 12/24R	DM 8 24	DM 8 24R	DM 8 230R	AM2/ AM2 PT100	CM
LOGO! 12/24RC	x	x	x	–	x	x
LOGO! 24	x	x	x	–	x	x
LOGO! 24RC	x	x	x	–	x	x
LOGO! 230RC	–	–	–	x	x	x
LOGO! 12/24RCo	x	x	x	–	x	x
LOGO! 24o	x	x	x	–	x	x
LOGO! 24RCo	x	x	x	–	x	x
LOGO! 230RCo	–	–	–	x	x	x

**Figure 12:** Raccordement d'un module d'extension à LOGO! Basic

## IV. Justification de choix de l'automate LOGO :

Il existe différents types d'automate distingués principalement par leur nombre d'entrées-sorties qui permet de connecter un plus grand d'éléments, Son microprocesseur car lui dépend sa rapidité, de sa mémoire (RAM, ROM...). Les automates se distinguent aussi par leur forme, taille, leur mode d'alimentation, leur langage de programmation, etc...

Pour notre projet on a choisi d'utiliser l'automate **LOGO !230RC** et un module d'extension **DM 16 230R** grâce à son adaptation avec les nombres des entrées-sorties qui se trouve dans le cahier des charges y compris son efficacité et son prix raisonnable.

## V. Matériels utilisés:

### a. Moteur asynchrone (Actionneur) :

Le moteur asynchrone est constitué de deux parties : le stator et le rotor.

Le stator est formé d'une carcasse ferromagnétique qui contient trois enroulements électriques. C'est la partie fixe du moteur. Le passage d'un courant dans les enroulements crée un champ magnétique à l'intérieur du stator.

Au centre des 3 bobines se trouve le rotor. Le rotor C'est l'élément en rotation qui transmet la puissance mécanique. Il se trouve au centre du moteur et est soumis au champ magnétique créé par le stator. Le stator, alimenté en courant triphasé, crée un champ magnétique tournant.

Le champ tournant vient induire des courants dans le rotor et leur interaction entraîne la rotation du rotor.

### b. Contacteur (Pré-actionneur) :

Un contacteur est un appareil électrotechnique. Il fonctionne comme un interrupteur à l'intérieur d'un circuit en établissant ou en interrompant le passage du courant dans un circuit. Il est commandé à distance en alimentant la bobine KM d'un électroaimant.

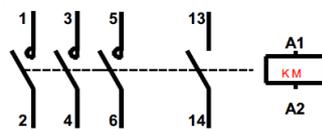


Figure 13: Symbole d'un contacteur

### c. Capteur de proximité (inductif) :

Les capteurs de proximité inductifs permettent de détecter tout objet métallique qui se trouve à proximité de la tête de détection. Son principe est basé sur la variation d'un champ magnétique à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique.

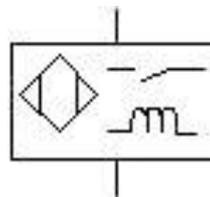


Figure 14: Symbole d'un Capteur de proximité inductif

### d. Capteur de fin course :

Les interrupteurs de positions mécaniques peuvent aussi être appelés "Déecteur de position" et "Interrupteur de fin de course". Ils coupent ou établissent un circuit lorsqu'ils sont actionnés par un mobile.

La détection s'effectue par contact d'un objet extérieur sur le levier ou un galet. Ce capteur peut prendre alors deux états :

- Enfoncé (l'interrupteur est fermé).
- Relâché (l'interrupteur est ouvert).

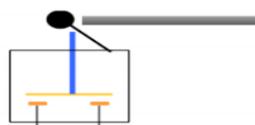


Figure 15: Schéma d'un capteur de fin de course

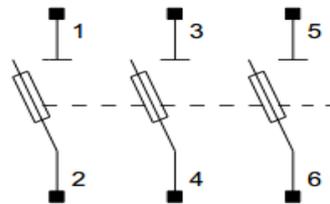
**e. Disjoncteur magnétothermique (appareil de protection) :**

C'est un appareil capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit ( $I_{\text{nominal}}$ ), ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées ( $I_{\text{défaut}} > I_{\text{nominal}}$ ). Le disjoncteur protège donc le récepteur et les conducteurs contre les surintensités de type surcharge et court-circuit.

**f. Sectionneur porte-fusibles (appareil de séparation) :**

Le sectionneur est un appareil qui permet d'isoler électriquement l'installation de son réseau d'alimentation. L'objectif est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties.

Un dispositif de cadenassage du sectionneur en position d'ouverture assure la consignation de l'installation (pour la sécurité des personnes et du matériel).



**Figure 16:** Symbole d'un Sectionneur porte-fusibles

## VI. Les schémas électriques:

Les schémas électriques (puissance et commande) sont élaborés par le logiciel Winrelais.

### a. Schéma de puissance :

Le schéma de la figure 18 représente la commande des deux moteurs (moteur du pont deux sens, moteur du racleur deux sens). Il contient un sectionneur porte-fusibles et un disjoncteur magnétothermique afin de protéger les moteurs.

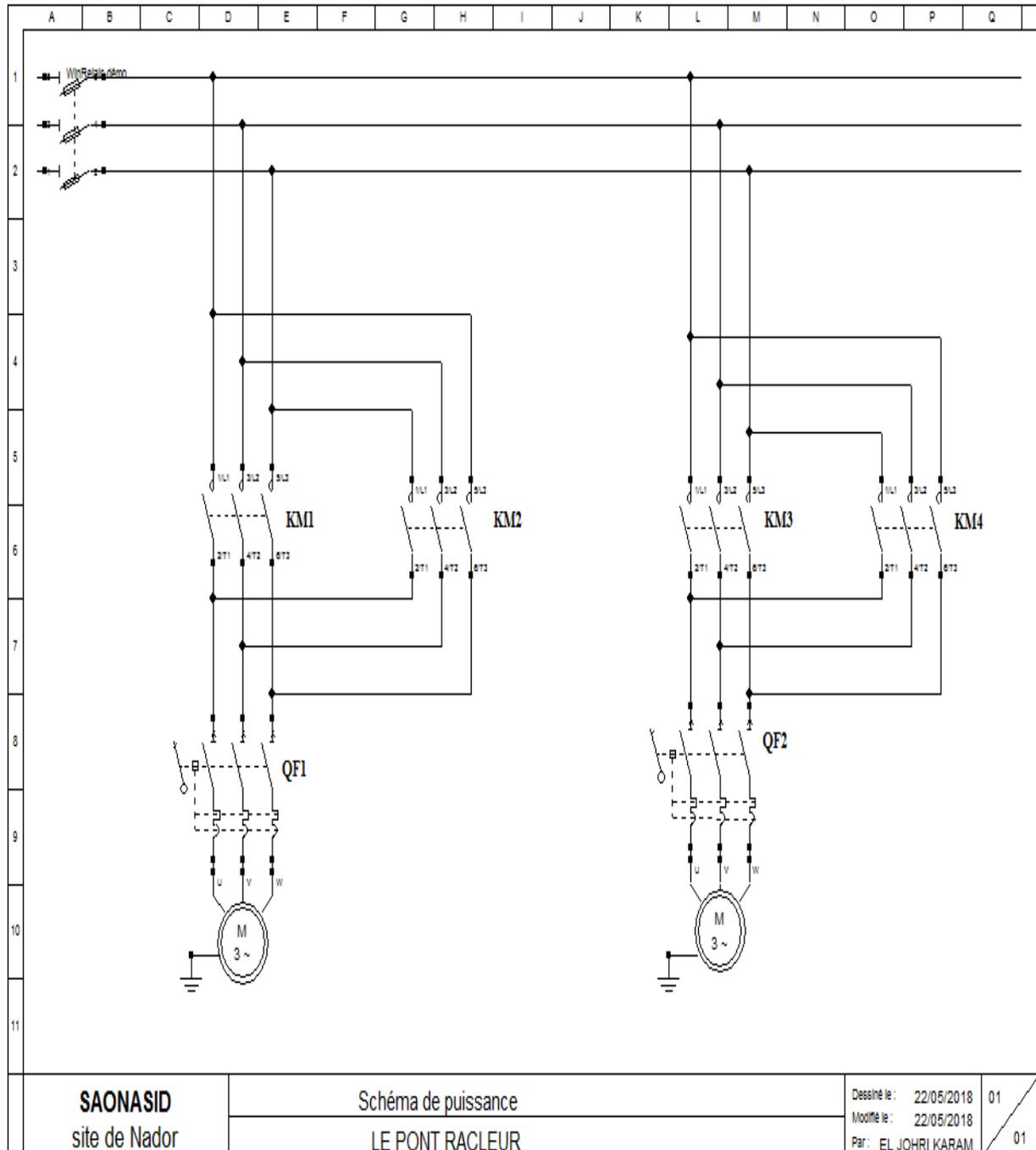
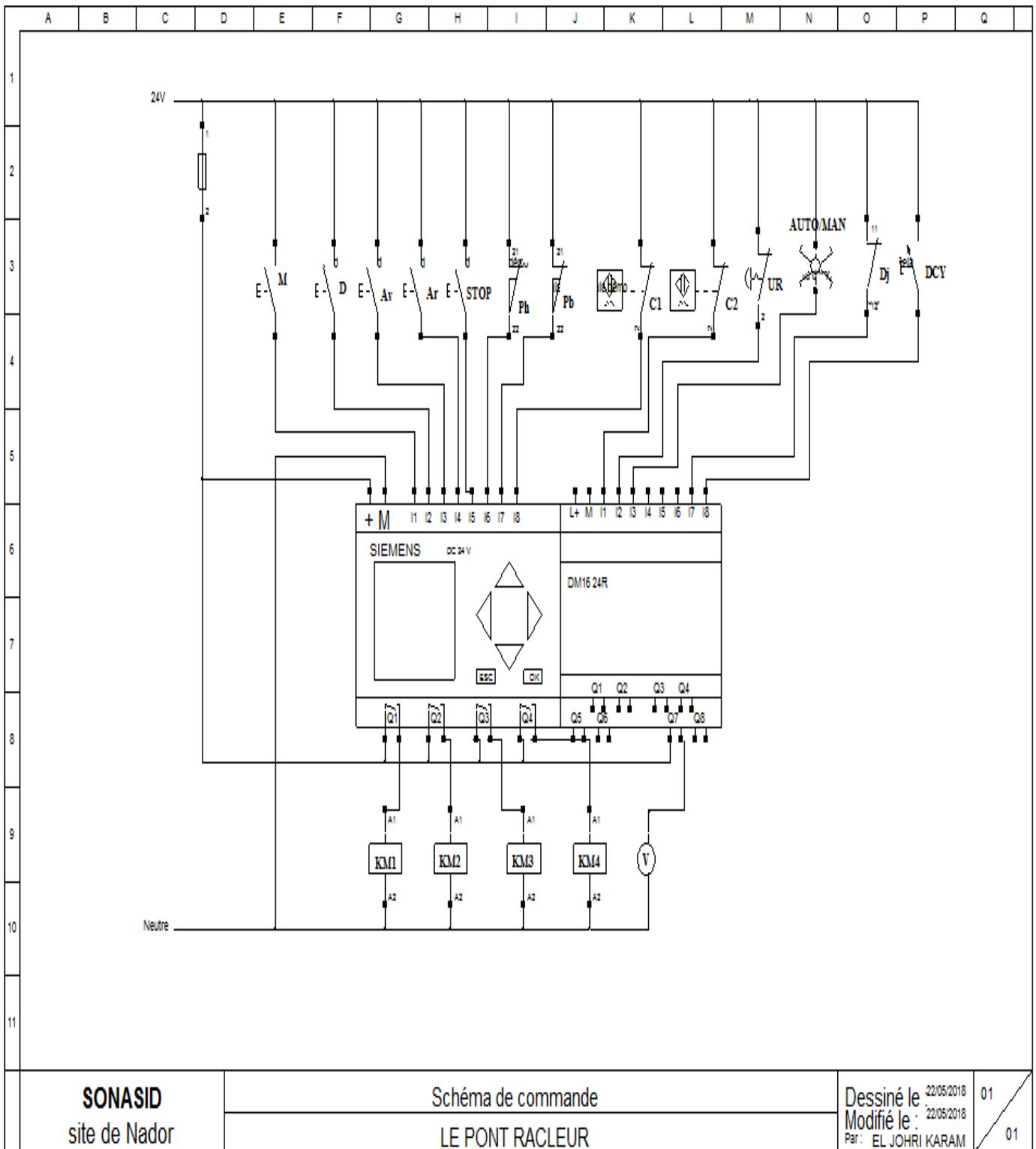


Figure 17 : Schéma de puissance

**b. Schéma de commande :**

Ce schéma représente les entrées de l'automate connectés avec les boutons poussoir et les capteurs (capteur de proximité inductif, capteur de fin de course), et aussi les sorties de l'automate connectés au voyant d'alarme et les bobines des contacteurs.



**Figure 18:** Schéma de câblage de l'automate

## VII. Grafcet:

Le diagramme fonctionnel ou GRAFCET (Graphe de Commande Etape – Transition) est un moyen de description du cahier des charges d'un automatisme. C'est une méthode de représentation graphique et symbolique d'un système automatisé. Cela permet une meilleure compréhension de l'automatisme par tous les intervenants.

### a. GRAFCET du fonctionnement automatique :

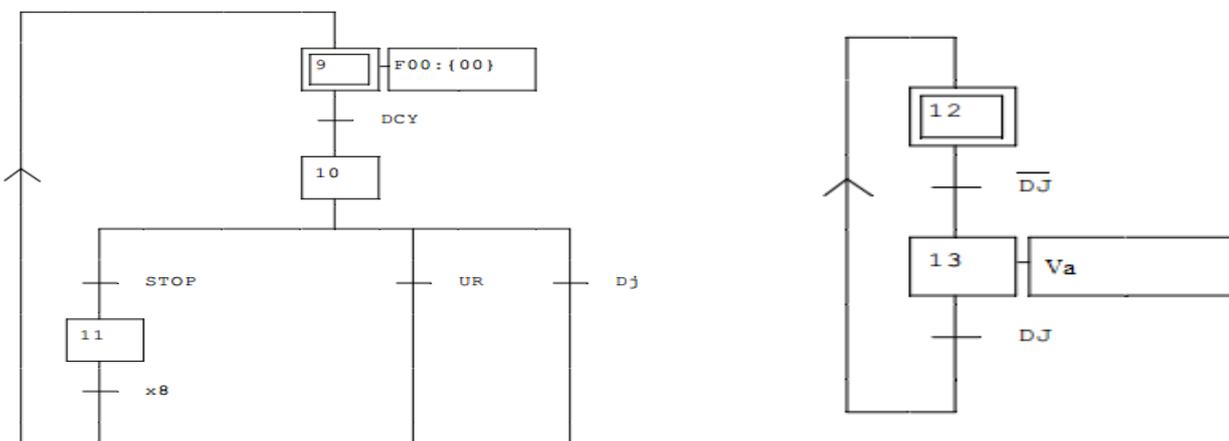
Le GRAFCET suivant définit les étapes de fonctionnement automatique du pont racleur. Il est dessiné à l'aide du logiciel **Autongen**.

#### ❖ Liste des entrées-sorties :

Nous avons utilisé des symboles pour dessiner le GRAFCET et le LADDER et ce tableau montre leur signification.

Table de mnémorique			
entrées		Sorties	
Symbole	Commentaire	Symbole	Commentaire
AUTO	automatique	KM1	Mv en avant
MAN	Manuel	KM2	Mv en arrière
DCY	Départ cycle	KM3	Mv en descente
M	Montée	KM4	Mv en montée
D	Descente	Va	Voyant alarme
Av	Avant		
Ar	Arrière		
Ph	Position haut		
Pb	Position bas		
C1	Premier coté		
C2	Deuxième coté		
Dj	Disjoncteur		
STOP	BP stop		
AU	Arrêt d'urgence		

**Tableau 3:** Tableau de mnémorique



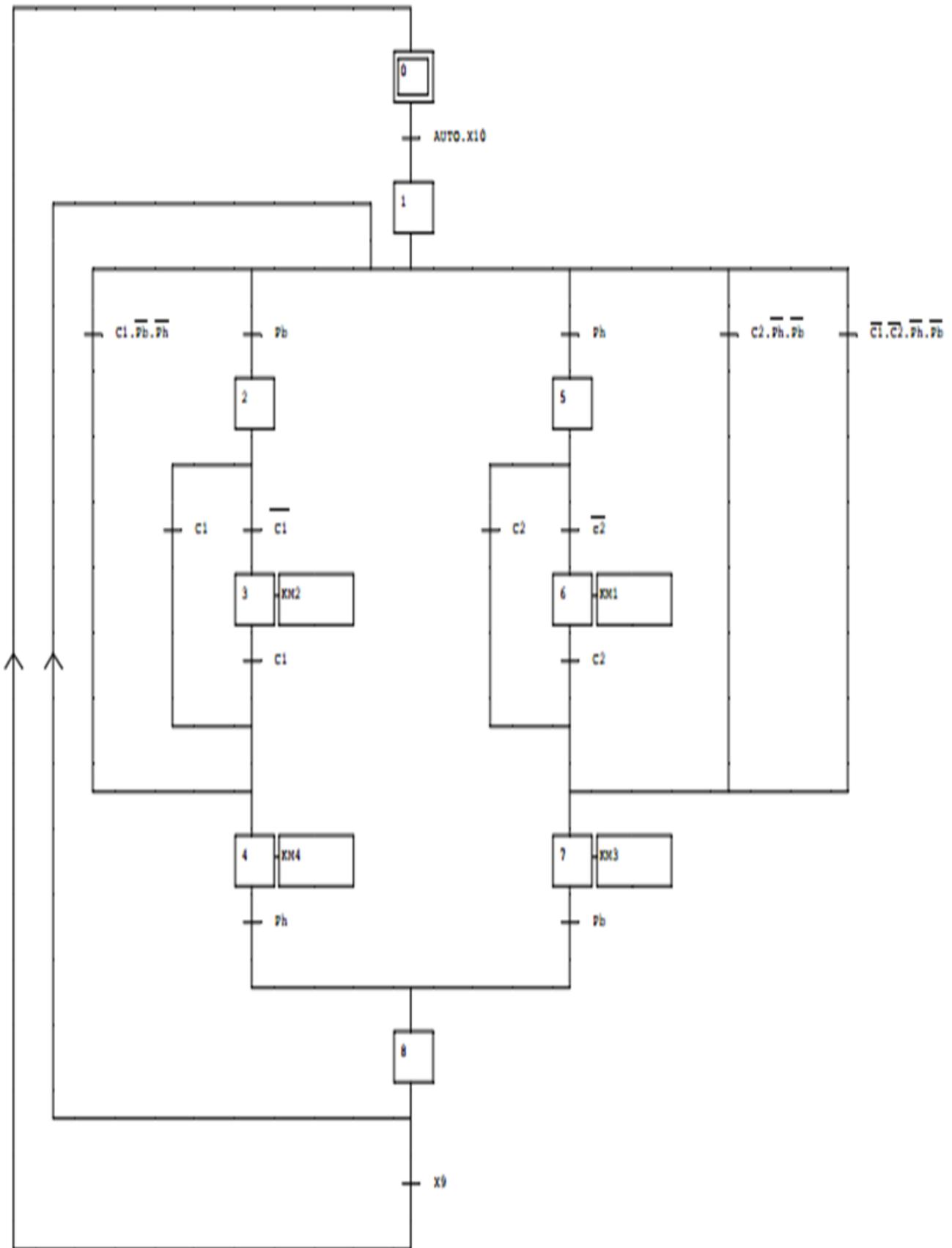


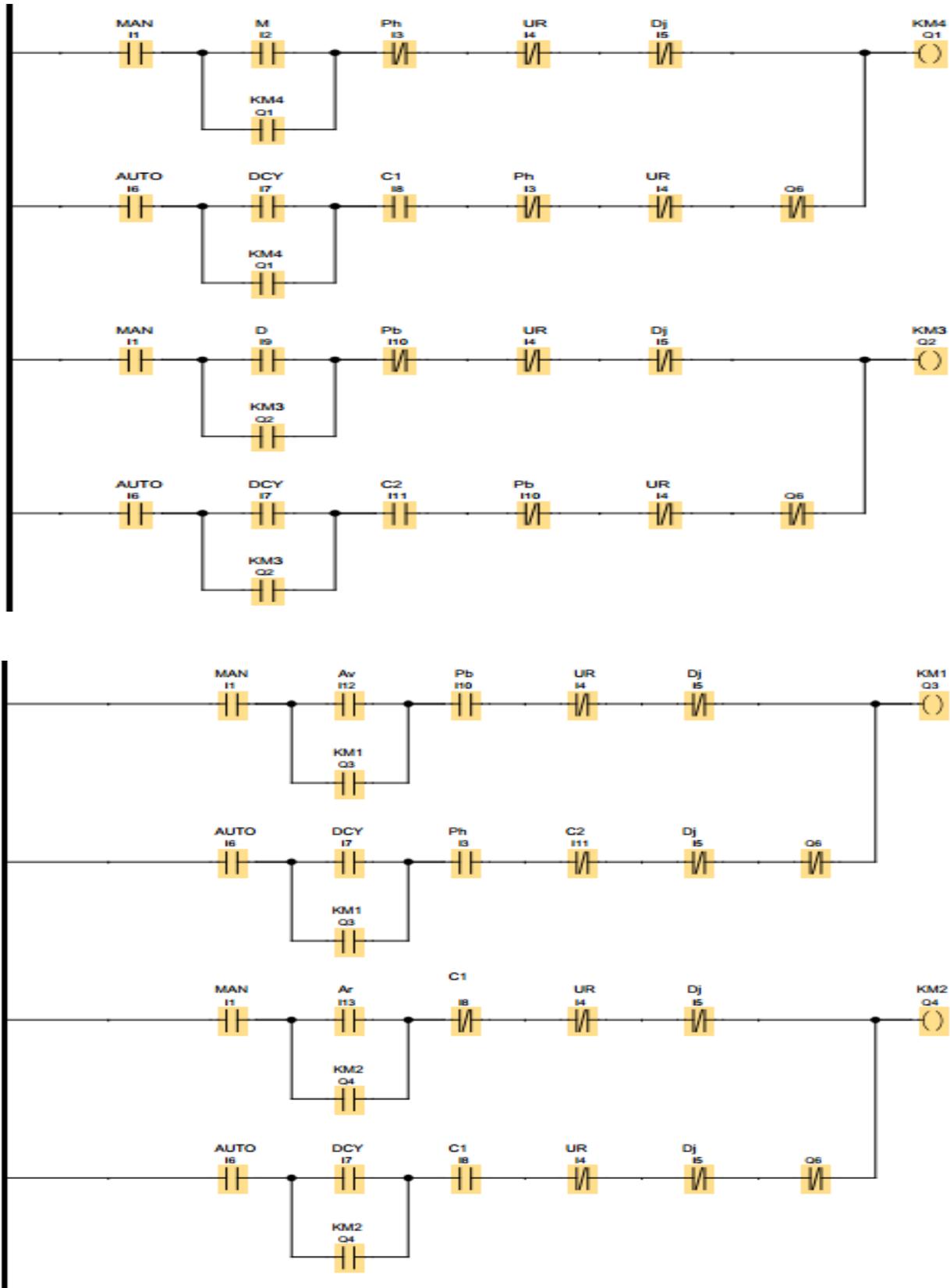
Figure 19 : Grafcet de fonctionnement automatique

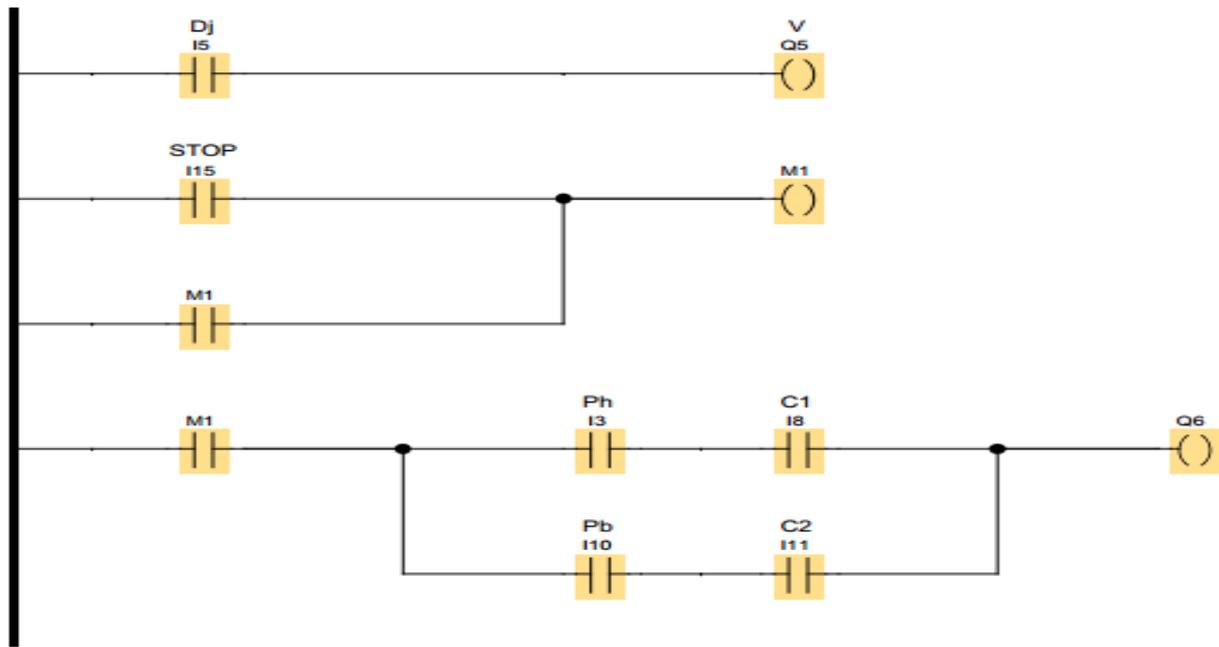
**Ce GRAFCET fonctionne comme suit :**

- ❖ A l'état initiale les contacteurs KM1, KM2, KM3, KM4 sont ouverts.
- ❖ En choisissant le mode automatique (AUTO) et En appuyant sur le DCY (départ cycle).
- ❖ mouvement en AVANT :
  - Si le racleur se trouve dans une position haute (Ph) et le capteur de proximité inductif (C2) n'est pas actionné.
- ❖ mouvement en ARRIERE :
  - Si le racleur se trouve dans une position bas (Pb) et le capteur de proximité inductif (C1) n'est pas actionné.
- ❖ mouvement en MONTEE :
  - Si le capteur de proximité inductif (C1) est actionné.
- ❖ mouvement en DESCENTE :
  - Si le capteur de proximité inductif (C2) est actionné.
- ❖ Lors de déclenchement du disjoncteur magnétothermique le fonctionnement de système s'arrête et un voyant s'allume.
- ❖ En appuyant sur le bouton poussoir STOP le fonctionnement de système s'arrête lorsque :
  - Le capteur de proximité inductif (C2) est actionné et le racleur dans une position bas.
  - Le capteur de proximité inductif (C1) est actionné et le racleur dans une position haut.
- ❖ L'arrêt d'urgence (UR) permet de forcer l'arrêt du système.

## VIII. Programme LADDER:

Le programme LADDER ci-dessus répond au cahier des charges de fonctionnement du pont racleur. Il est programmé avec le logiciel LOGO! Soft Comfort V8.0.





### IX. Simulation :

Une fois le programme est sauvegardé, il est nécessaire d'activer la simulation au niveau de LOGO! Soft Comfort V8.0.

Lors du test de programme on remarque que tous les éléments sont en états actifs. Donc il nous reste que de charger le programme vers l'automate.

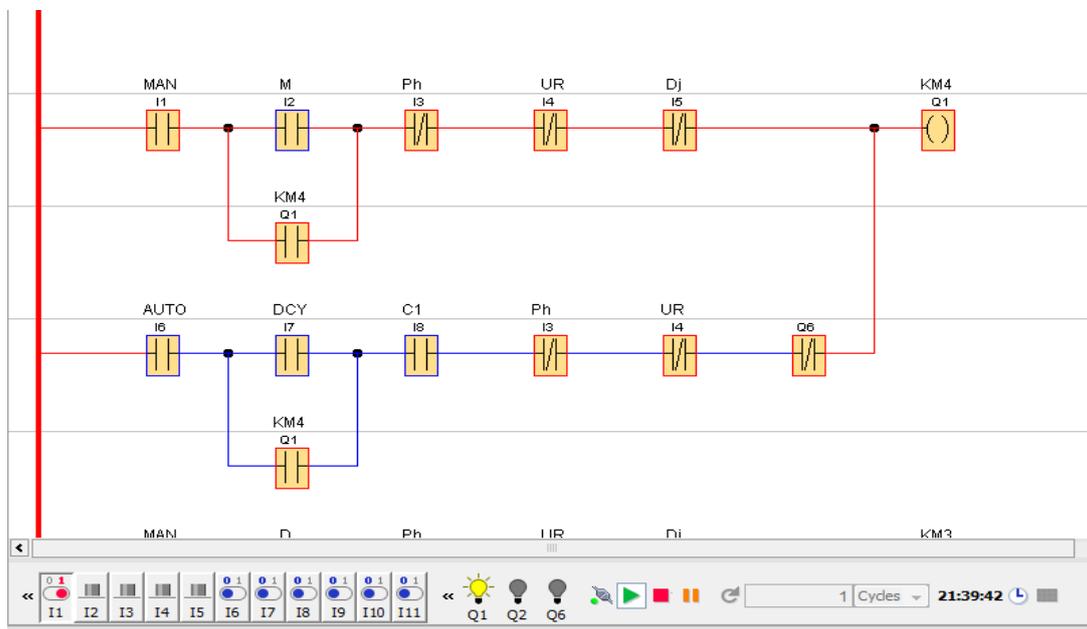


Figure 20 : exemple d'une simulation

### X. Conclusion:

Nous avons réussi à répondre au cahier des charges au niveau de la programmation sur LOGO! Soft Comfort V8.0 et de charger le programme vers l'automate pour tester son exécution sur le terrain.

## Conclusion générale :

Toute automatisation d'un système industriel a besoin de plusieurs disciplines dans différents domaines. Ce stage a été une occasion qui m'a permis de toucher de loin et de près ces domaines.

Dans ce projet nous sommes arrivés à une phase avancée du projet. En effet nous avons étudié le fonctionnement du pont racleur, faire une analyse critique pour détecter les problèmes, proposé des solutions, élaboré les schémas de commandes et de puissance du système, élaboré le grafcet et nous avons réalisé le programme qui sera par la suite implanté dans l'automate.

Ce projet est le point de départ pour des autres études d'automatisation, En effet l'entreprise peut faire la supervision pour commander le pont racleur à distance (par exemple par WIFI..) à partir de l'opérateur principale de Laminoir et visualisée à tout moment l'état de fonctionnement du pont racleur pour plus de sécurité.

## Table des illustrations:

<b>Figure 1:</b> Aperçue des billettes.....	12
<b>Figure 2:</b> Aperçue de quelques produits de Fil machine.....	12
<b>Figure 3:</b> Aperçue de quelques produits de Rond à Béton.....	12
<b>Figure 4:</b> Actionnariat du SONASID .....	13
<b>Figure 5:</b> Organigramme de SONASID de Nador.....	14
<b>Figure 6:</b> Bassin de décantation N°2.....	18
<b>Figure 7:</b> Bassin de décantation N°1 .....	18
<b>Figure 8:</b> Armoire de commande .....	19
<b>Figure 9:</b> exemple de bassin de décantation.....	21
<b>Figure 10:</b> Structure d'un système automatique .....	23
<b>Figure 11:</b> Architecture d'un API .....	24
<b>Figure 12:</b> Raccordement d'un module d'extension à LOGO! Basic .....	26
<b>Figure 13:</b> Symbole d'un contacteur.....	27
<b>Figure 14:</b> Symbole d'un Capteur de proximité inductif.....	27
<b>Figure 15:</b> Schéma d'un capteur de fin de course .....	27
<b>Figure 16:</b> Symbole d'un Sectionneur porte-fusibles .....	28
<b>Figure 17 :</b> Schéma de puissance .....	29
<b>Figure 18:</b> Schéma de câblage de l'automate.....	30
<b>Figure 19 :</b> Grafcet de fonctionnement automatique .....	32
<b>Figure 20 :</b> exemple d'une simulation .....	35
<b>Tableau 1:</b> produits de SONASID .....	12
<b>Tableau 2 ;</b> Fiche technique de SONASID site de Nador .....	13
<b>Tableau 3:</b> Table de mnémonique.....	31

## Bibliographie:

Cours Electrotechnique de Mr ELMARKHI licence GE S5.

Cours automatisme industriel de Mr ELMARKHI licence GE S6.

Manuel de LOGO siemens.

## Webographie:

<http://www.sonasid.ma/>

<https://www.wikipedia.org/>

<https://www.automation-sense.com/>

<https://www.siemens.com/>