

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945 – Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrotechnique et Automatique

Réf:...../2023



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER Académique**

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique industrielle

Par: MAIZI Mohammed Said et BELOUAHAD Ahmed

Thème

Rénovation du pont dépileur de l'unité laminoir à chaud

Soutenu publiquement, le 18/06/2023, devant le jury composé de :

Mme BOUCERREDJ Leila	MCA	Univ. Guelma	Encadreur
Mr BABOURI Abdesselam	Professeur	Univ. Guelma	Président/ Examineur
Mr DEBECHE Mehdi	MAA	Univ. Guelma	Examineur Principal
Mr REBBANI Riad	Chef de service	Unité LAC/ Sider- El Hadjar Annaba	Co-Encadreur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier d'abord (الله سبحانه وتعالى) de nous avoir accordé longue vie, santé et les conditions nécessaires pour la réalisation de ce document.

Nous remercions M^{me} BOUCERREDJ Leila pour l'opportunité donnée en acceptant de diriger notre mémoire, pour ses conseils et ses critiques tout le long de l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions toutes les personnels de l'unité LAC qui nous ont aidé à réaliser notre mémoire de fin d'études notamment l'ingénieur Mr : REBBANI RIAD du terrain ainsi l'ingénieur Mr : BOUDERBALA Abdelkarim qui avaient été perpétuellement pour ses soutiens et ses efforts et son temps précieux à notre disponibilité et prêt à répondre à nos questions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à toute l'équipe de Sider-El Hadja Annaba.

Aussi à remercier l'ensemble des enseignants du département de génie électrotechnique et Automatique de l'université de Guelma.

Nous n'oublions pas également nos camarades de classe avec qui on a vécu des moments de joies et de réussite dans le respect et la fraternité.

En fin nous remercier les membres du jury pour le temps précieux qu'ils ont consacré à la lecture et à l'évaluation de ce projet

Merci à tous à toutes

Dédicaces

Avant tous, je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce Travail malgré toutes les difficultés rencontrées.

*Je dédie ce fruit de mes années d'études les plus chère au monde
à :*

À la personne la plus chère pour moi dans ce monde ma mère qui est la fleur de ma vie, le symbole de l'amour et la tendresse qui s'est sacrifier pour mon bonheur et ma réussite.

À mes chers frères

À toute ma famille pour leurs soutiens et encouragements.

À tous les ingénieurs de l'unité LAC de Sider-El Hadja Annaba.

À tous les professeurs et enseignants qui m'ont suivi durant tout mon cursus scolaire et qui m'ont permis de réussir dans mes études.

À tous mes respectueux collègues.

À mes chers amis et à tous ceux que j'aime

"Inna yas yiwen, iheffed ard yimɣur; inna yas wayed, iheffed ard immet" "On apprend jusqu'à l'âge mûr, dit l'un, jusqu'à la mort dit l'autre" Proverbe kabyle ancien.

Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'automatisation et de contrôle des systèmes industriels. L'idée est le développement et la rénovation des équipements et matériels apportés, par les concepteurs de l'unité de laminoir à chaud (LAC) de l'entreprise nationale Sider El Hadjar, basé essentiellement sur l'utilisation des automates programmables industriels (API) AC 450 de ABB à l'aide du logiciel de programmation advabuild, pour commander une machine industrielle pont dépilleur (pont roulant). Nous avons aussi proposé de lui attribuer un HMI typique ABB afin qu'on puisse le surveillé et commandé en local ; pour cette raison nous avons choisi le langage de programmation fonction block, c'est le langage le plus utilisé par les fabricants des automates programmable.

Mots clés :

Laminoir à chaud, automates programmables industriels (API), pont roulant, Interface homme machine, Automates programmable ABB (AC 450).

Abstract:

The work presented in this brief is part of the automation and control of industrial systems. The idea is the development and renovation of the equipment and materials provided by the designers, of the hot rolling mill unit (LAC) of the national company Sider El Hadjar based essentially on the use of industrial programmable controllers (APIs) ABB AC 450 using advabuild programming software to control an industrial machine (depiler bridge) i.e. (overhead crane) We also proposed to assign it a typical ABB HMI so that it can be monitored and controlled locally; for this reason we chose the block function programming language, it is the language most used by the manufacturers of programmable automatons.

Keywords:

Hot Rolling Mill, Industrial Programmable Controllers (API), Crane, Human Interface Machine, ABB Programmable Controllers (AC 450).

ملخص

العمل المقدم في هذه المذكرة يندرج ضمن المراقبة والتحكم الصناعي في الآلات، الفكرة في هذه المذكرة هي تجديد وعصرنة وحدة الدرفلة على الساخن التابعة للشركة الوطنية سيدار الحجار بعناية اعتمادا على المتحكم البرمجي المنطقي من نوع AC 450 لشركة ABB وهذا باستعانة ببرمجية التي توفرها الشركة المصنعة من أجل التحكم الصناعي في الجسر المتحرك، كذلك استندنا الى استعمال واجهة مراقبة وتحكم لشركة، لهذا فكرنا في اختيار لغة برمجة تدعى بالكنتل الوظيفية فهي اللغة الأكثر استخداما في صناعة المتحكمات القابلة للبرمجة.

الكلمات المفتاحية

مطحنة الدرفلة على الساخن، المتحكم البرمجي المنطقي، جسر متحرك، واجهة مراقبة وتحكم، وحدات التحكم القابلة للبرمجة (ABB (AC 450)

Abréviations

LAC : Le laminoir à chaud

PAB : Parc à brames

ARC : Atelier de rectification de cylindres

FLD : Fluide

TAC : Train à chaud

PO : Partie opérative

PC : Partie commande

PR : Partie relation

IHM : interface homme/machine

GEMMA : Guide d'Étude des Modes de Marche set Arrêts

API: Automate Programmable Industriel

RAM : Random Acces Memory

ROM : Read Only Memory

EPROM : mémoires mortes reprogrammables effacement aux rayons ultra-violets

EEPROM : mémoires mortes reprogrammables effacement électrique

ABB : Asea Brown Boveri

CPU : Central Processing Unit

TCS : technologie Control Système

AS : Advant Station

OCS : OVER Control System

AMPL : ABB master Programilg Language

TCP : Transmission Control Protocol

IP : Internet Protocol

AMPL : ABB Master Programming Language

PCPGM : Control Un Prpgramme PC

CONTRM : Control L'exécution D'un élément

List des figures

Figure I.1 : Situation géographique.....	2
Figure I.2 : les différentes unités du complexe sidérurgique.....	3
Figure I.3 : Organigramme de l'entreprise.....	7
Figure I.4 : Processus de la production SIDER El-Hadjar.....	8
Figure I.5 : Laminage.....	12
Figure I.6 : L'organigramme de l'unité LAC.....	13
Figure I.7 : Tenue de sécurité.....	14
Figure I.8 : Organisation de l'unité LAC.....	14
Figure I.9 : Laminoir à chaud.....	15
Figure I.10 : Dimension des produits.....	15
Figure I.11 : Train de laminage.....	16
Figure I.12 : Parc des brames.....	17
Figure I.13 : Bruleur (gauche) Thermocouple (droit).....	17
Figure I.14 : Brise oxyde.....	18
Figure I.15 : Cage quarto.....	19
Figure I.16 : Décalamineuse de brame.....	20
Figure I.17 : Train finisseuse (6 cages).....	21
Figure I.18 : Cage finisseur.....	21
Figure I.19 : Bobine.....	23
Figure I.20 : Système de refroidissement.....	24
Figure II.1 : Quelques applications des ponts roulants, avec : (a) Pont roulant pour containers, (b) Pont roulant pour manutention de matériaux, (c) Pont roulant avec grappin et palan auxiliaire pour centrale d'incinération et (d) Pont roulant pour les scories proven.....	26
Figure II.2 : Différents types de ponts.....	27
Figure II.3 : mono poutre suspendu et bipoutre suspendu.....	27
Figure II.4 : Semi portique.....	28
Figure II.5 : Schéma descriptif d'un pont roulant.....	28
Figure II.6 : Différents mouvements d'un pont roulant.....	29
Figure II.7 : de pont semi portique.....	30
Figure II.8 : Principaux éléments du mécanisme de levage.....	31
Figure II.9 : Symbole d'un moteur courant continu.....	32
Figure II.10 : Moteur a courant continue.....	32
Figure II.11 : Représentation d'un moteur asynchrone.....	33
Figure II.12 : Le stator.....	34
Figure II.13 : Stator et rotor d'un moteur asynchrone.....	34
Figure II.14 : couplage du rotor en court – circuit.....	35
Figure II.15 : couplage du rotor à bague.....	35
Figure II.16 : Démarrage d'un moteur à bagues.....	36
Figure II.17 : représente les freins.....	37
Figure II.18 : Photographie d'un réducteur de vitesse.....	38
Figure II.19 : Photographie d'un Tambour d'un pont roulant.....	38
Figure II.20 : Poulie de moufle.....	38
Figure II.21 : Câble métallique.....	39
Figure II.22 : électroaimants circulaires de levage.....	39
Figure II.23 : Structure d'un système automatisé.....	44
Figure II.24 : schéma de principe d'un système automatisé.....	45
Figure II.25 : échange d'information dans un système automatisé.....	46

Figure III.1 : automate type compact (Allen-Bradley) et modulaire (ABB).....	48
Figure III.2 : structure interne des automates.....	48
Figure III.3 : Rack E/S ABB (AC 450).....	49
Figure III.4 : L'interface d'entrée d'un API.....	50
Figure III.5 : L'interface de sortie d'un API.....	51
Figure III.6 : Les langages de programmation supportés.....	52
Figure III.7 : Automate AC 450.....	53
Figure III.8 : Armoire de l'AC450.....	54
Figure III.9 : Armoire de l'AC450.....	55
Figure III.10 : Rack CPU et Connexion sur rack.....	56
Figure III.11 : rack des E/S s100.....	57
Figure III.12 : Station E/S déportée S800.....	58
Figure III.13 : Modules de ventilation RC510.....	58
Figure III.14 : Les différents réseaux d'ABB au niveau LAC.....	60
Figure IV.1 : différents réseaux et stations.....	64
Figure IV.2 : relation entre DB et PC.....	65
Figure IV.3 : chargement de programme.....	66
Figure IV.4 : Structure AMPL.....	66
Figure IV.5 : Élément PC PCPGM.....	67
Figure IV.6 : Élément PC Contrôle module.....	67
Figure IV.7 : Élément PC Portes Logiques OR et AND.....	68
Figure IV.8 : Élément PC Comparateur.....	68
Figure IV.9 : Élément PC Bascule SR.....	69
Figure IV.10 : Élément PC Soustraction.....	69
Figure IV.11 : Élément PC D'addition.....	70
Figure IV.12 : Élément PC Convertisseur.....	70
Figure IV.13 : démarrage l'application builder.....	71
Figure IV.14 : Création un nouveau projet.....	72
Figure IV.15 : création un nouvel node.....	73
Figure IV.16 : Structure d'un programme PC.....	73
Figure IV.17 : Exemple d'un programme PC.....	74
Figure IV.18 : Exemple d'un programme PC.....	74
Figure IV.19 : base de donner d'entrée.....	76
Figure IV.20 : représente la partie d'alimentation.....	77
Figure IV.21 : représente la partie de levage.....	78
Figure IV.22 : représente la partie de translation.....	79
Figure IV.23 : représente la partie d'électroaimant.....	80
Figure IV.24 : fenêtre de système de supervision.....	93
Figure IV.25 : le mode de configuration.....	93
Figure IV.26 : fenêtre de configuration de système.....	94
Figure IV.27 : création du display builder.....	94
Figure IV.28 : représentation des points statiques et dynamiques.....	95
Figure IV.29 : paramètre de pont statique et dynamique.....	95
Figure IV.30 : paramètre de pont statique et dynamique.....	96
Figure IV.31 : vue globale en arrêt.....	96
Figure IV.32 : représentation vue globale de processus.....	97

List des tableaux

Tableau I.1 : Les unités de l'entreprise.....	9
Tableau I.2 : Produits du complexe.....	10
Tableau I.3 : Dimension des produits.....	16
Tableau IV.1 : différent type d'entrée et sortie.....	75
Tableau IV.2 : Partie d'alimentation.....	84
Tableau IV.3 : Partie de levage.....	85
Tableau IV.4 : Partie de translation.....	85
Tableau IV.5 : Partie d'électroaimant.....	86

Sommaire

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

CHAPITRE I - DESCRIPTION DE SITUATION GEOGRAPHIQUE.

I.1. Introduction.....	2
I.2. Description de Situation géographique.....	2
I.2.1. Situation géographique.....	2
I.2.2. Histoire du complexe d'El Hadjar.....	3
I.2.2.1. SIDER EL-HADJAR.....	6
I.2.2.2. Organigramme de l'entreprise.....	7
I.2.2.3. Processus de la production.....	8
I.2.2.4. Généralité sur les unités.....	8
I.2.2.5. Les unités de l'entreprise.....	9
I.2.2.6. Produits du complexe.....	10
I.3. Processus technologique de laminoir à chaud.....	11
I.3.1. DEFINITION DE LAMINAGE.....	11
I.3.2. Organigramme.....	12
I.3.3. Service sécurité.....	13
I.4. REPRESENTATION DE L'UNITE (LAC).....	14
I.4.1. Laminage à chaud (Principe).....	15
I.4.2. Description de l'installation.....	15
I.5. Train de laminage.....	16
I.5.1. Parc des brames.....	16
I.5.2. Fours poussant.....	17
I.5.3. Laveuse à brame.....	18
I.5.4. Brise oxyde.....	18
I.5.5. Quarto réversible.....	18
I.5.6. Cisaille à ébouté.....	19
I.5.7. Décalamineuse.....	19
I.5.8. Train finisseuse (6 cages).....	20
I.6. Fonctionnement de laminage d'une bande.....	23
I.7. Système de refroidissement.....	24
I.8. Conclusion.....	25

CHAPITRE II - LE PONT ROULANT GENERALITE ET MECANISME.

II.1. Introduction.....	26
II.1.1. Différents types de ponts roulants et structures.....	26
II.1.1.1. Structure.....	26
II.1.1.2. Différents types de ponts roulants.....	26
II.2. Eléments constitutifs du pont roulant.....	28
II.2.1. Ossature.....	28
II.2.2. Chariot.....	28
II.2.3. Chemin.....	28
II.3. Différents mouvements possibles.....	29
II.3.1. Le pont de notre étude : C'est le pont dépilleur semi-portique.....	29
II.4. Principaux mécanismes des ponts roulants.....	30
II.4.1. Mécanisme de levage.....	30

II.4.1.1. le principe de levage.....	31
II.4.1.2. Moteur de levage principal.....	31
II.4.2. Mécanisme de translation.....	39
II.4.3. Electroaimant Porteur.....	40
II.4.4. Opération Eventuelle en cas de la Panne d'Electricité.....	40
II.4.5. Problématique.....	41
II.4.6. La solution.....	41
II.5. Etude des systèmes automatisés.....	41
II.5.1. Introduction.....	41
II.5.2. Définition d'un système automatisé.....	42
II.5.2.1. Définition.....	42
II.5.3. Objectifs de l'automatisation.....	42
II.5.4. Avantages de l'automatisation.....	43
II.5.5. Inconvénients de l'automatisation.....	43
II.5.6. Structure d'un système automatisé.....	43
II.5.6.1. La partie opératives (PO).....	44
II.5.6.2. La partie commande (PC).....	44
II.5.6.3. La partie relation (PR) (L'Interface Homme-Machine (IHM)).....	45
II.5.7. Principe de fonctionnement d'un système automatisé.....	45
II.5.7.1. Echange d'information.....	46
II.6. Conclusion.....	46

CHAPITRE III - AUTOMATES ABB (AC 450) ET LE RESEAU AU NIVEAU LAC.

III.1. Architecture des API.....	47
III.1.1. Définition.....	47
III.1.2. Architecture des automates.....	47
III.1.2.1. Aspect extérieur.....	47
III.1.2.2. Architecture interne des automates.....	48
III.1.3. Critères de choix d'un automate.....	51
III.1.3.1. Le Processeur.....	51
III.1.3.2. La capacité mémoire de l'automate programmable.....	51
III.1.3.3. Les langages de programmation supportés.....	52
III.2. Automate programmable industriel ABB (AC 450).....	52
III.2.1. Introduction.....	52
III.2.2. Définition.....	53
III.2.2.1. Caractéristique de Contrôleur AC450.....	53
III.2.3. Partie hardware de l'AC450.....	54
III.2.3.1. Configuration armoire.....	54
III.3. Les différents réseaux d'ABB au niveau LAC.....	59
III.4. Conclusion.....	60

CHAPITRE IV - PROGRAMMATION ET AUTOMATISATION PAR AC 450 PLUS SUPERVISION PAR HMI

IV.1. Introduction.....	61
IV.2. Programmation des automates ABB.....	61
IV.2.1. ADVANT CONTROLER AC450.....	61
IV.2.2. Langages de programmation.....	62
IV.2.3. Création du projet.....	70
IV.2.4. Cahier de charge.....	80
IV.2.4.1. Partie d'alimentation.....	80
IV.2.4.2. Partie de levage.....	81
IV.2.4.3. Translation.....	82
IV.2.4.4. Electroaimant.....	84

IV.2.4.5. Signalisation et alarme.....	84
IV.2.5. Les Entrées et Sorties.....	84
IV.2.5.1. réalisation de programme	86
IV.2.6. Visualisation HMI.....	92
IV.2.6.1. Création des vues d'exploitation HMI.....	93
IV.2.6.2. Interface graphique opérate.....	97
IV.3. Conclusion.....	102
Conclusion générale.....	103
Annexe.....	104
Bibliographie.....	115

Introduction générale

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées. La production et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des installations de fabrication et de production.

L'automate programmable industrielle est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des fonctions d'automatismes. On le trouve dans pratiquement tous les secteurs de l'industrie car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations.

L'automatisation sera d'une grande utilité dans ce projet. Nous allons donc essayer de proposer une réhabilitation de pont roulant (pont dépileur) basé sur l'élimination de la logique câblé est son remplacement par un automate programmable industrielle de type ABB (AC 450) avec un HMI typique de l'ABB.

La méthode de travail a débuté à partir d'une documentation approfondie et une exploitation des données fournies par SIDER EL HADJAR pour comprendre le principe de fonctionnement de la machine en question.

Ce travail est scindé en quatre chapitres.

Le chapitre I trace l'introduction générale sur le complexe SIDER EL HADJAR et l'unité laminoir à chaud.

Le chapitre II présente le mécanisme des ponts roulant d'ordre générale et le principe de Fonctionnement de système existant aussi on a déterminé la problématique et propose la solution pour ce système, On a vu aussi l'architecteur des systèmes automatisée. En suite le chapitre III représente l'architecture des automates programmable et les différents types d'automates. Ensuite, nous avons étudié les caractéristiques de l'automate ABB (AC450) ainsi que les différents types de réseaux d'ABB au niveau LAC et ses fonctions enfin nous avons proposé un choix pour la réhabilitation.

Le chapitre IV présente l'étude pratique à base sur le logiciel de programmation AdvBuild dans ce chapitre on a étudié la configuration et le langage de programmation utilisée pour l'automate ABB (AC 450) avec l'interface homme machine HMI pour surveiller et commander le pont en local.

Enfin l'approfondissement des connaissances devra permettre l'adaptation permanente aux nouvelles technologies.

Chapitre I

Description de Situation géographique.

I.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons une définition de la position géographique et stratégique de l'entreprise Sider El Hajar à Annaba, ainsi que les différentes étapes de son développement et les infrastructures sur lesquelles repose son processus de production industrielle.

I.2. Description de Situation géographique :

I.2.1. Situation géographique :

Le complexe sidérurgique d'El Hajar est situé à l'est du pays dans la zone industrielle d'Annaba et à 15KM au sud de la ville. Il occupe une superficie de 800Hectares dont :

- 300H pour les ateliers de production.
- 200H de service.
- 300 H pour le stockage

A l'intérieur il y a près de 60 KM de voie ferrée permettant la libre circulation des matières premières et près de 60 KM de voie permettant la circulation des engins (auto bus, camions, véhicules, légères...etc...).

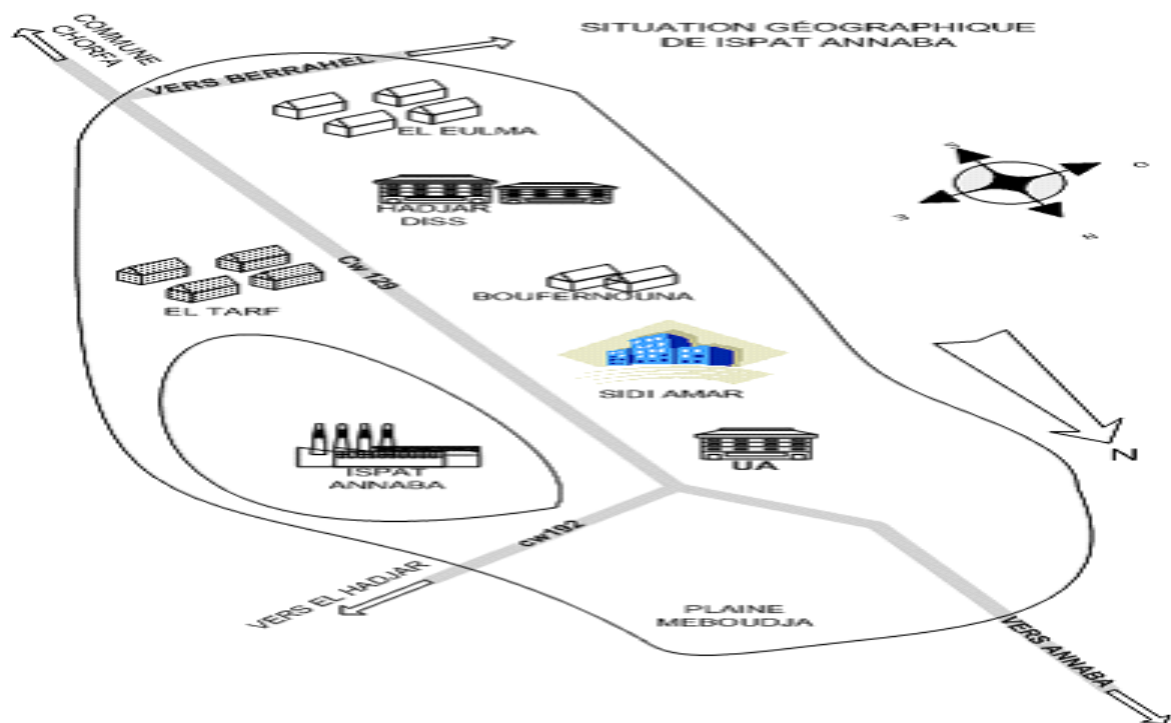
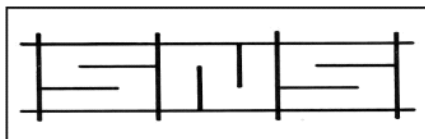


Figure I.1: Situation géographique.

Chapitre I : Description de Situation géographique.

La Société nationale de sidérurgie (SNS) a été créée le 3 septembre 1964, chargée de la construction du Complexe sidérurgique d'El Hadjar qui a été inauguré le 19 juin 1969.



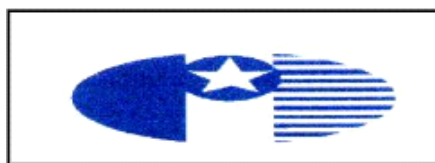
Courant 1983, la restructuration de l'industrie algérienne donne naissance à l'entreprise nationale Sider qui devient Groupe Sider en 1995, pour passer de l'entreprise administrée à l'Entreprise publique économique (EPE/SPA) avec un plan de redressement.



en 1999 création d'ALFASID Le recentrage sur les métiers de bases en application du plan de redressement interne (PRI) de l'ensemble de SIDER a donné naissance au groupe SIDER comprenant 24 filiales dont 14 sont issues du complexe sidérurgique d'El-Hadjar. ALFASID -ALGERIENNE DE FABRICATION SIDERURGIOQUES- représente le cœur du métier de SIDER elle est sa filiale principale et la plus importante.



Le 18 janvier 2001, c'est un partenariat entre LNM (Inde) et Sider (Algérie) qui donne naissance à Ispat Annaba.



Le complexe d'El Hadjar avait été cédé à Mittal en 2001, qui détenait 70% et 30% par l'Etat algérien à travers Sider.



Par la suite, courant 2013, pour sauver l'unique complexe sidérurgique du pays employant 5000 personnes d'un public Sider augmentant sa participation dans AMA de 30% à 51% avec un plan d'investissement de 763 millions de dollars (565 millions d'euros) destiné au complexe sidérurgique de Annaba et aux mines de l'Ouenza et de Boukhadra cessation d'activité, il a été décidé par le gouvernement de reprendre le contrôle, le groupe.

Une grande partie de l'investissement relatif à la modernisation du complexe, 600 millions de dollars environ, devait être financée à travers un crédit bancaire, dont la BEA (banque de Sonatrach). L'investissement à engager par les fonds propres des deux partenaires devait être de l'ordre de 123 millions de dollars.

Arcelor Mittal gardant le management, Sider préside le conseil d'administration, cet accord prévoyait un important plan de développement des ressources humaines au travers de formations intensives destinées aux employés afin de s'adapter aux nouvelles technologies prévues pour le site.



L'objectif était d'augmenter la capacité de production du complexe d'El Hadjar (Annaba) à 2,2 millions de tonnes par an, de renforcer les capacités de l'aval par l'implantation d'un nouveau laminoir de rond à béton et de fil machine d'une capacité de 1 million de tonnes. Cela impliquait la modernisation de la filière fonte d'Annaba, notamment du haut-fourneau, ainsi que les installations de préparation matière, aciéries et laminoirs existants et la construction d'une nouvelle filière électrique. Lors des négociations en octobre 2013, il avait été prévu que le complexe devrait atteindre sa pleine capacité de production, 2,2 millions de tonnes d'acier, en 2017.



Or, le complexe de sidérurgie d'El Hadjar n'a produit en 2012, que 580 000 tonnes d'acier, alors que l'objectif initialement fixé était de parvenir à produire 600.000/700 000 tonnes pour l'année 2012. Et récemment en 2015 le DG du groupe Sider a signalé que la production d'acier du complexe sidérurgique d'El-Hadjar qui était d'un million de tonnes au départ a, depuis, chuté à 600 000 tonnes, «jusqu'à atteindre, aujourd'hui, 300000 tonnes», contre une demande nationale, pour les seuls ronds à béton et fils pour machines, d'environ 4 millions de tonnes. Cette contreperformance avec des pertes de plusieurs dizaines de millions de dollars est d'autant plus dommageable qu'elle s'inscrit dans un contexte économique porteur et une demande très dynamique d'acier sur le marché algérien. [2]

I.2.2.1. SIDER EL-HADJAR :

- ✓ Capacité de production nominale : 1.8 Million de tonnes de produits sidérurgiques.
- ✓ Gamme de produit : Bobines et tôles laminées à chaud, Tôles fines et bobines laminées à froid, Tôles nervurées, Tubes, Fil machine et rond lisse, Rond a béton ...
- ✓ Effectifs : 5000.
- ✓ SIDER EL-HADJAR dispose de ses propres installations maritimes reliées au réseau ferroviaires pour le transport des matières premières et les expéditions des produits finis.
- ✓ SIDER EL-HADJAR dispose d'un réseau commercial à travers le pays de 12 points de vente.
- ✓ Deux mines de fer d'une capacité totale de 3 millions de tonnes/an situées à 200km d'Annaba gérées par SIDER EL-HADJAR Tébessa sont reliées à l'usine par une ligne ferroviaire. [1]

Réserves minières exploitables de 86 millions de tonnes.

I.2.2.2. Organigramme de l'entreprise :

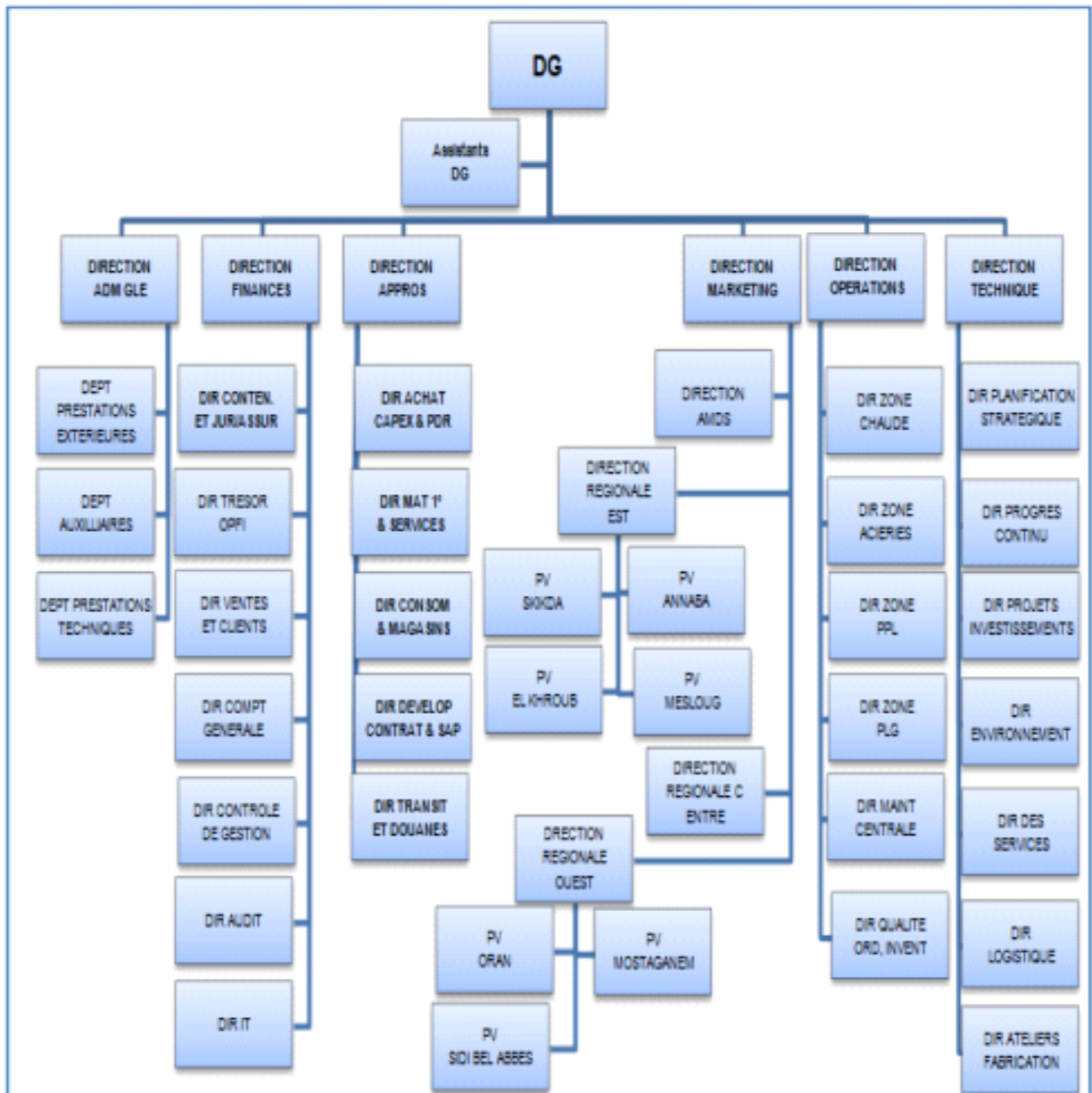


Figure I.3 : Organigramme de l'entreprise. [3]

I.2.2.3. Processus de la production :

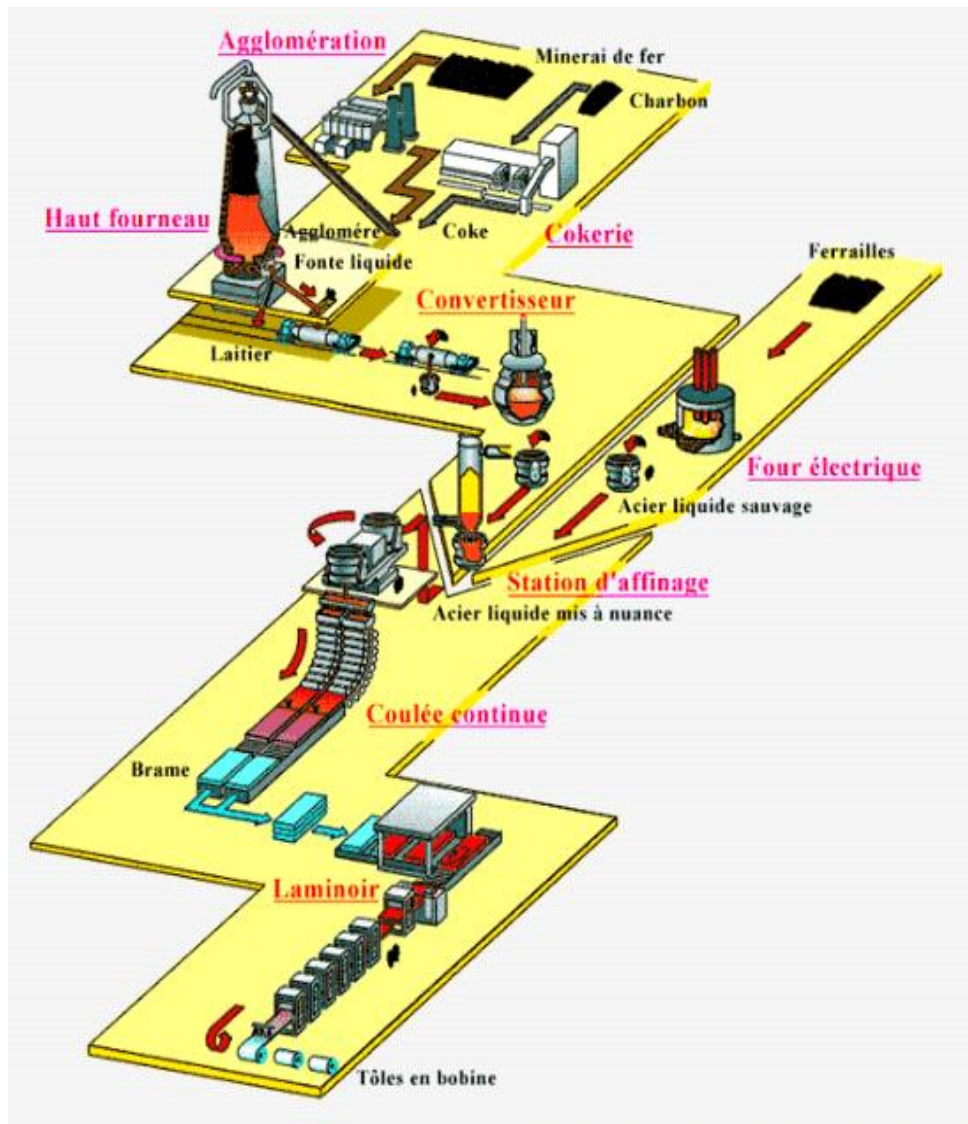


Figure I.4 : Processus de la production SIDER El-Hadjar. [3]

I.2.2.4. Généralité sur les unités :

SIDER EL-HADJAR est une entreprise qui comprend tous les ateliers intervenant dans le processus de production de l'acier, les installations intervenant dans ce processus sont :

- La PMA : préparation du minerai.
- La Cokerie : approvisionner l'HF en coke.
- L'HF : le haut fourneau, production de la fonte.
- Les aciéries (ACO1, ACO2 et ACE) : production de l'acier.
- Les laminoirs : transformer l'acier en divers produits sidérurgiques (tôles, bobines, tubes...).

- La centrale à oxygène COX : produire les gaz industriels de l'air et approvisionner sans arrêt les différents ateliers et installation du complexe.

I.2.2.5. Les unités de l'entreprise :

Tableau I.1: Les unités de l'entreprise. [1]

N ⁰	Libellé complet	Libellé réduit
1	Laminoir à chaud	LAC
2	Laminoir à froid	LAF
3	Hauts fourneaux N ⁰²	HF2
4	Préparation matière	PMA
5	Hauts fourneaux N ⁰¹	HF1
6	Aciérie a oxygène N ⁰¹	ACO1
7	cokerie	COK
8	agglomération	AGL
9	Revêtement parachèvement	RPA
10	Aciérie a oxygène N ⁰²	AC 02
11	Laminoir a fil et ronds	LFR
12	Laminoir à rond a béton	LRB
13	Aciéries électrique	ACE
14	Laminage tube sans soudures	TSS
15	Parachèvement TSS	PAT
16	Maintenance centrale mécanique	MCM
17	Climatisation, électrique et bâtiment	CEB
18	Maintenance et régulation électrique	MRE
19	Entretien matériel roulant	EMR
20	Maintenance AMM/ATCX	MAINT
21	Production et distribution électrique	PDE
22	Production et distribution oxygène	PDO
23	Fluides	FLUID
24	Usine à chaux	USAC
25	Centrale ferraille	FERSID
26	Unité logistique	LOG
27	IMPORT	PORT

I.2.2.6. Produits du complexe :

Tableau I.2 : Produits du complexe. [1]

installation	produit	Principaux utilisateurs
cokerie	coke	Métallurgie
HF1 et HF2	fonte	Métallurgie
AC 01	brames	Industrie de transformation
AC 02	billettes	Industrie de transformation
LAC	Tôle fortes, Tôles	Construction métallique chantiers Navals tube bouteilles à gaz
LAF	Tôle fines	Electroménager mobilier métallique,[industrie de transformation]
étamage	Fer blanc	Emballage métallique divers pour les industries alimentaires et chimique
galvanisation	Tôles galvanisées	Bâtiment pour l'agronomie industriel et levage
ACE	lingots	Recherche et production pétrolière (transport des hydrocarbures)
LFR	Fil rond à béton	Bâtiment et travaux publics hydraulique
LRB	Rond à béton	Bâtiment et travaux publics hydraulique
TSS	Tube sans soudure	Bâtiment et travaux publics hydraulique

I.3. Processus technologique de laminoir à chaud :

I.3.1. DEFINITION DE LAMINAGE :

Le laminage est un procédé de fabrication par déformation plastique. Il concerne différents matériaux comme le métal, cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre 2 cylindres tournants dans des sens opposés appelés laminoir. Un laminoir est une installation industrielle ayant pour but de mettre en forme le matériau (la réduction d'épaisseur).

Il permet également la production de bandes profilées. Son principal avantage est d'améliorer les caractéristiques mécaniques dans le sens de l'étirement, changer la structure et les propriétés du métal.

Le laminage à chaud est une technique très puissante de mise en forme et dont les applications sont nombreuses, une très grande partie des matériaux métalliques est soumise à un formage par laminage à un moment ou un autre de son cycle de fabrication. Bien que le mot laminage évoque plus spécialement les produits plats (plaques, tôles, large plats) de nombreux autres procédés de laminage sont utilisés pour obtenir d'autres géométries dont certains sont simples (fils, ronds, barres) de nombreux autres procédés de laminage sont utilisés pour obtenir d'autres géométries dont certains sont simples (fils, ronds, barres), ou complexes (rails, poutrelles, profilés divers, tube sans soudure).

La mise en forme à chaud concerne en principe les opérations de déformation plastique effectuées à une température absolue $T > 0.5 T_f$ désigne la température absolue de fusion commençante du matériau (la température ambiante peut être une haute température pour le matériau considéré cas du Pb $T_f = 540^\circ$)

Le laminage à haute température permet donc la mise en forme facile dans les conditions économiques, de grandes quantités des matières. Le produit laminé est suivant le cas d'un produit fini (qui sera utilisé dans ce cas) ou un demi-produit qui suivra d'autres étapes de fabrication (traitement thermique, usinage ...) avant utilisation.

Lorsque le produit obtenu par laminage à chaud est utilisé à l'état brut de laminage, la mise en forme doit permettre d'obtenir à la fois les caractéristiques mécaniques et les paramètres technologiques souhaités, c'est-à-dire que le laminage est alors un véritable traitement thermomécanique

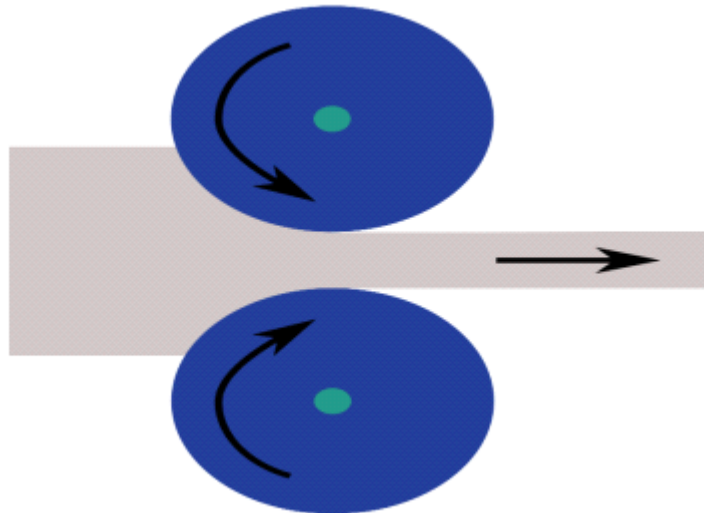


Figure I.5 : Laminage. [4]

I.3.2. Organigramme :

La politique générale étant tracée et formalisée dans une note générale d'organisation, nous pouvons nous pencher sur les organigrammes qui en résultent, ils ne concernent, par nature, que le personnel interne à l'entreprise « organique » ; ils comprennent des services de documents, préparations, ordonnancement des travaux, achats, magasins.

Un organigramme est une répartition des activités en postes de travail, complété par un regroupement et une dépendance hiérarchique des postes. Le regroupement des postes peut se faire à différents niveaux dont les appellations changent d'une entreprise à une autre, il s'agira selon les cas de :

- Division ou Directions.
- Service ou Départements.
- Cellules ou Sections ... etc.

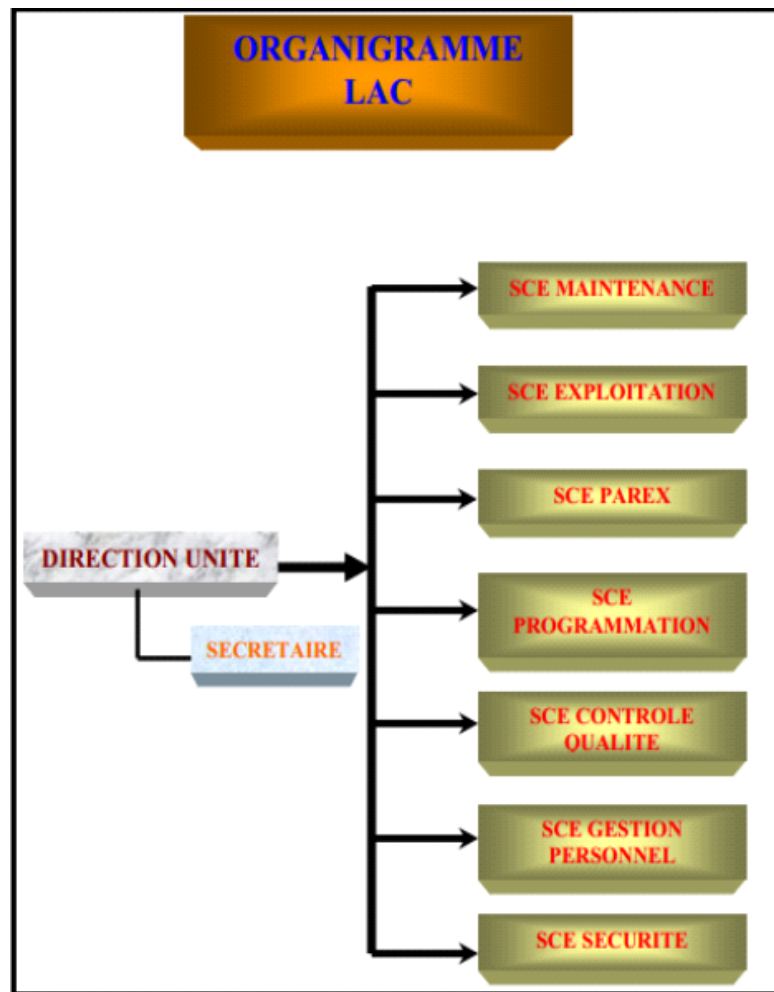


Figure I.6 : L'organigramme de l'unité LAC. [2]

I.3.3. Service sécurité :

Le domaine d'application du système de management de la sécurité et de la santé au travail selon le référentiel OHSAS 18001 couvre l'ensemble des activités de la Division LAC.

La sécurité est l'une des principales priorités du groupe Sider. En effet chaque stagiaire et chaque employé doivent assister à une présentation de l'entreprise basée sur la Sécurité : consignes à respecter, protections à utiliser (casque, chaussures, gants et règles de Circulation dans l'usine,...).



Figure I.7 : Tenue de sécurité. [2]

I.4. REPRESENTATION DE L'UNITE (LAC) :

Le laminoir à chaud est l'unité la plus importante dans le processus de transformation de l'acier (sous forme de brame) au produit fini (bobine). Elle constitue de 5 secteurs.

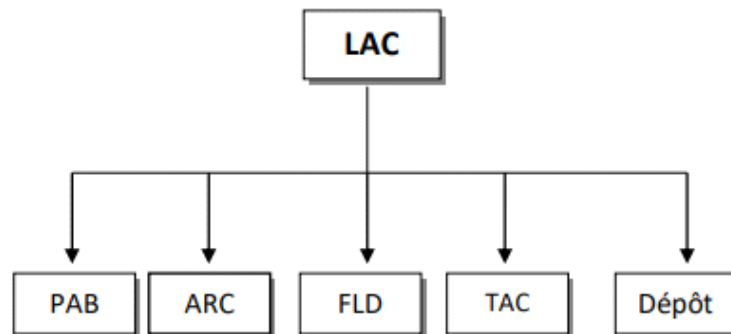


Figure I.8 : Organisation de l'unité LAC. [2]

Le laminoir à chaud est composé de 05 secteurs :

- Parc à brames (PAB).
- Atelier de rectification de cylindres (ARC)
- Fluide(FLD).
- Train à chaud (TAC).
- Dépôt. [2]

I.4.1. Laminage à chaud (Principe) :

Le laminage à chaud est un type de déformation à chaud. Du point de vue de la science des matériaux, la déformation à chaud se produit dans la plage de Température de recristallisation et de recuit des matériaux c à d au-dessus de la moitié du point de fusion.

En technique de fabrication la déformation à chaud fait référence aux procédés dans lequel le matériau est chauffé pour être déformé.

Le laminage à chaud permet de produire toutes les grandes familles de produits comme les plaques, les bobines, les carrés, les ronds, les fils, les poutrelles, etc.



Figure I.9 : Laminoir à chaud.

I.4.2. Description de l'installation :

Un ensemble de plusieurs installations forment la chaîne du laminage.

Le Réchauffage des brames fait à la température de $1260\text{ C}^0 - 1300\text{ C}^0$, Donc le LAC est un atelier qui transforme à chaud des brames d'acier en bandes et tôles fortes, Les bandes sont présentés comme produit fini dans des bobines.

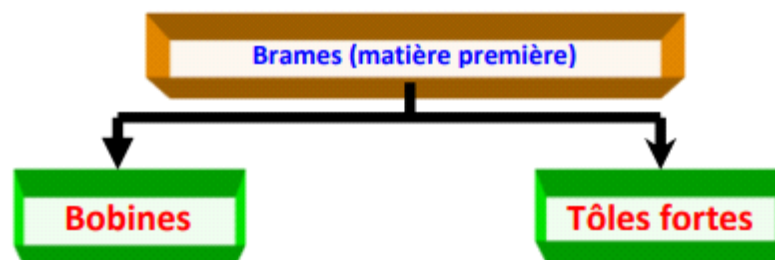


Figure I.10 : Dimension des produits.

Les caractéristiques principales des produits sont les suivants :

Tableau I.3 : Dimension des produits.

produit	Dimensions		
	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)	Poids(T)
Tôle fort	16 :80	650 :1350	4
Bobine	1.5 :15	60 :1350	21

I.5. Train de laminage :

Le train de laminage comprend les installations suivantes :

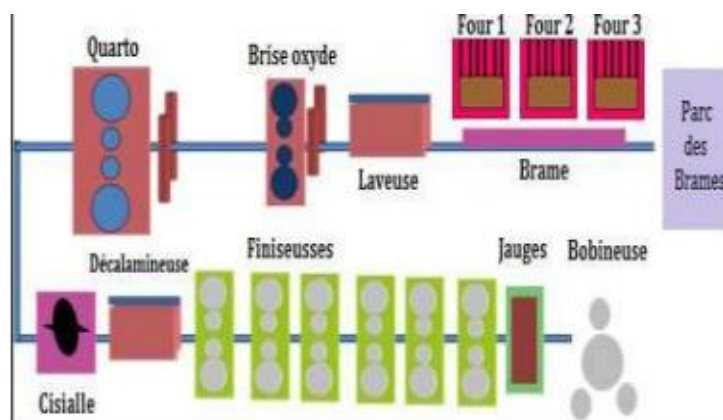


Figure I.11 : Train de laminage.

I.5.1. Parc des brames :

Les brames produites au niveau de l'aciérie à oxygène AC01 sont réceptionnées Par deux halles de stockage parallèles au LAC, ensuite les brames subissent un refroidissement à l'air libre ou avec de l'eau dans des piscines.



Figure I.12 : Parc des brames.

I.5.2. Fours poussant :



Figure I.13 : Bruleur (gauche) Thermocouple (droit).

a) Four 1 :

Il est destiné à réchauffer les brames programmées afin de produire la tôle forte, cette opération vise l'augmentation de l'élasticité du métal et par conséquent on économise l'effort de laminage et pour avoir une meilleure réduction de l'épaisseur et de la largeur.

Le four a les caractéristiques suivantes :

- Longueur $L1 = 32000$ mm ;
- Largeur $L2 = 6300$ mm ;
- Hauteur $H = 650$ mm
- Capacité $C = 125t/h$;
- Température $T = 12600c$.

b) Fours 2 et 3 :

Ils sont spécialisés pour les brames destinées à la production des bandes fines (bobines).

Elles ont les caractéristiques suivantes :

- Longueur $L1 = 32500$ mm ;
- Largeur $L2 = 9800$ mm ;
- Hauteur $H = 4700$ mm ;
- Capacité $C = 240t/h$;
- La température $T = 1300c$;

I.5.3. Laveuse à brame :

Cette installation permet d'enlever la calamine qui se forme sur les brames durant leur séjour dans le four, le milieu ambiant ainsi que le temps de séjour contribuent à la formation de cette calamine (oxyde de fer) cette dernière est enlevée par jets d'eau avec une pression de 140 bars.

I.5.4. Brise oxyde :

C'est une cage universelle avec deux cylindres verticaux et deux autres horizontaux, elles ont comme rôle de briser la calamine qui couvre la brame en permettant la première réduction de l'épaisseur et de la largeur, après la brame sera nettoyée par un jet d'eau d'une pression de 140 bar, les cylindres eux même seront refroidies avec une pression d'eau de 4 à 18 bar.



Figure I.14 : Brise oxyde.

I.5.5. Quarto réversible :

Il se compose de :

a) La dégrossisseuse réversible QUARTO :

Elle est équipée de deux cylindres de travail et deux autres d'appuis, Il a comme rôle de laminier les brames, qui arrivent de la brise oxyde en les modelant par processus de va et Vient allant de 5 à 7 passes celons des paramètres (température des brames a l'entrée, épaisseur voulue à la sortie, type du métal etc...). Ces paramètres sont incorporés dans le processus qui est piloté par un système automatisé et un logiciel qui assure la commande et le contrôle instantané et la signalisation des pannes.

b) **La cage verticale « EDJER QUARTO » :**

Cette cage est équipée de deux cylindres verticaux en acier de forage, principalement utilisé pour réduire largeur du brame qui augment pendant l'opération de laminage.

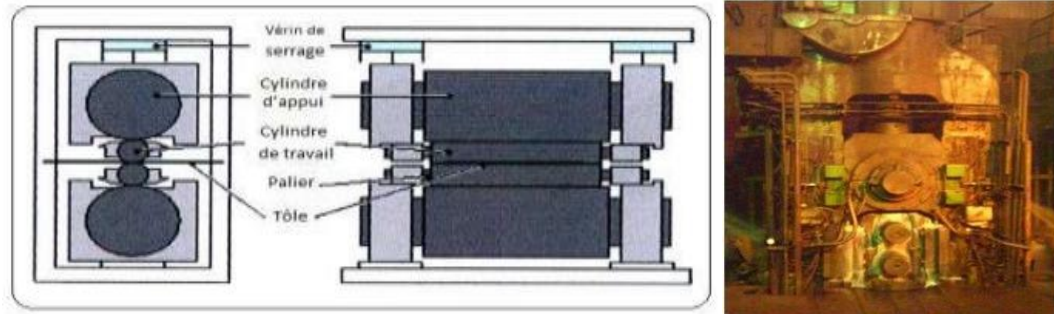


Figure I.15 : Cage quarto.

I.5.6. Cisaille à ébouté :

Placée devant le train finisseur, cette installation permet l'ébouage des têtes et queues des ébauches provenant du quarto, la tête est coupée en forme d'arrondie pour faciliter son engagement au train finisseur, tandis que la queue est coupée droite pour éviter son retournement, entre les cages risqueraient d'abimer la surface des cylindres. La vitesse de coupe correspond à une vitesse maximale de 1.25m/s.

I.5.7. Décalamineuse :

Son utilité est de chasser la couche de calamine formée sur la surface de la brame durant l'ébauchage qui s'effectue au niveau du quarto réversible jusqu'au train finisseur, cette opération se fait par un jet d'eau sous pression de 140 bar.



Figure I.16 : Décalamineuse de brame.

I.5.8. Train finisseuse (6 cages) :

C'est un train à action continue de la première cage à la sixième cage, l'ébauche durant son passage est prise dans toutes les cages en même temps, cette installation est destinée à la production des tôles minces livrées en bobine, en réduisant successivement l'épaisseur de l'ébauche, pour la porter jusqu'à la dimension demandée et de donner à la bande un profil bien déterminé suivant sa destination. Le train finisseur a les caractéristiques suivantes :

- ✓ Type de cage : finisseuses.
- ✓ Diamètre des cylindres de travail de 650 -720mm.
- ✓ Diamètre des cylindres d'appuis de 1270-1425mm.
- ✓ Largeur de la Table est de 1500mm.
- ✓ Ecartement de cylindres est de 90mm.
- ✓ Vitesse de laminage est de 0-1.25m/s.
- ✓ Les cylindres de travail et d'appui sont refroidis à l'eau avec une pression respectivement de 4 à 18 bars.
- ✓ La durée de vie des cylindres de travail est relative aux paramètres mécaniques (diamètre dureté élasticité).
- ✓ Le train finisseur est doté aussi des systèmes de mesure et de contrôles suivants :
- ✓ Jauge d'épaisseur à rayons X.
- ✓ Jauge de largeur : placée en aval de la jauge d'épaisseur, elle sert pour la mesure des largeurs de bandes



Figure I.17 : Train finisseuse (6 cages).



Figure I.18 : Cage finisseur.

a) Systèmes de refroidissement bandes :

Placée à la sortie du train finisseur, ce système permet de refroidir la bande pour l'obtention des températures de bobinage désirée.

Le refroidissement se fait par écoulement laminaire d'eau cette installation est composée de : 84 caissons supérieurs comportant chacune, 43 buses avec un débit global d'arrosage bande de 6000m³/heures, 117 rampes inférieures comportant chacune 19 buses avec un débit global unitaire de balayage de 700m³/heures.

b) Tableau à rouleaux sortie finisseur :

Cette Tableau permet l'acheminement de la bande, du train finisseur jusqu'aux bobineuses,

elle est composée de 264 rouleaux automoteurs, divisée en quatre sections, les vitesses de ces sections sont synchronisées avec celle de la dernière cage finisseuse, respectivement de 7%, 10%, 12% et 15% de plus que la vitesse de la cage N° 06.

➤ **Les bobineuses :**

Le LAC possède trois bobineuses à la sortie du train finisseur espacé d'une distance bien déterminé, car la bande peut atteindre une longueur plus de 500 m, ce qui exige un bon bobinage de la bande et avoir un produit fini et acceptable pour le client.

➤ **Bobineuses (1) et (2) :**

Ils sont entraînés par deux moteurs à courant continu.

En trouve dans Chaque bobineuse :

- Un rouleau entraîneur ou pinceur.
- Quatre rouleaux presseurs.
- Un mandrin à expansion.
- Vérin pneumatique.

➤ **La bobineuse (3) :**

- Elle est entraînée par un moteur asynchrone à cage d'écureuil.
- Un rouleau entraîneur ou pinceur.
- Trois rouleaux presseurs.
- Un mandrin à expansion.
- vérin pneumatique



Figure I.19 : Bobine.

I.6. Fonctionnement de laminage d'une bande :

Le laminoir à chaud (LAC) est destiné à la production des bobines et tôles fortes en acier.

La brame est chauffée au Four (Four 2 ou Four 3 qui travaillent en permutation) à une température de 1300°C, pour permettre d'appliquer sur elle des traitements qui sont les suivants:

Après son enfournement, elle passe à la laveuse via la voie à rouleaux pour éliminer la calamine qui existe sur elle (Brame), par une pression d'eau de 140 bars.

En suite elle (brame) passe au niveau de la brise oxyde pour éliminer encore la couche de calamine (oxyde de fer) qui s'est formée sur sa surface et entre-temps pour effectuer une réduction sur son épaisseur (faible réduction), après cette opération la brame doit subir une diminution d'épaisseur par quarto à plusieurs passes, [de 5 à 7], pour obtenir une bande. Cette dernière doit être cisailée au niveau de la tête et la queue. Une décalaminisation générale est effectuée pour éliminer toute calamine, ensuite la transférer au train finisseur pour avoir une épaisseur et une largeur demandées.

La bande passe dans une unité de mesure appelée « jauge de mesure » pour vérifier son épaisseur, son profil, sa largeur et sa planéité, en suite elle passe dans une douche pour diminuer sa température à 600 °C, enfin elle est embobinée par une des 3 bobineuses pour obtenir une bobine selon les besoins.

I.7. Système de refroidissement :

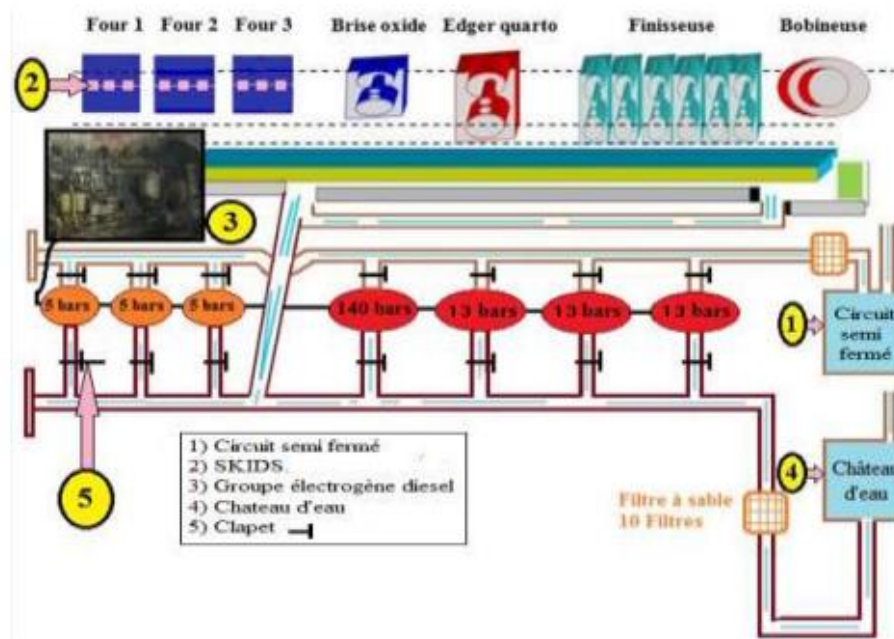


Figure I.20 : Système de refroidissement. [1]

Pendant la production, les pompes (13 bars), font l'opération de refroidissement des cylindres de travail avec une pression de 13 bars pour éviter tout risque d'abimer les surfaces des cylindres.

Les pompes (13 bars), absorbent l'eau (voir schéma d'installation (1) [circuit semi ouvert d'eau]) et la refoule aux cylindres, ensuite cette eau fait le retour pour être filtrée et répéter la même opération.

Dans l'opération d'échauffement des brames à 1300°C, l'eau passe à l'intérieur des SKIDS qui portent ces brames pour leur refroidissements afin d'éviter leurs déformations, chaque SKID est protégé par une couche de béton spécial qui résiste à la haute température.

La pompe (140 bars) pour décalaminage de la bande.

➤ Remarque

- Dans le cas de panne électrique ces pompes sont alimentées par un groupe électrogène diesel.
- Dans le cas où ce groupe électrogène est en panne, le circuit de refroidissement est effectué directement du château d'eau qui peut dépanner pendant trois heures au maximum.
- Tout cela est pour protéger contre l'usure et la déformation des SKIDS.

- Dans le cas où une défaillance est survenue dans l'une des motopompes en doit fermer les deux vannes clapet (5) avant d'effectuer une éventuelle intervention de réparation. [5]

I.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une définition complète de l'entreprise Sider El Hadjar à Annaba, en mettant en évidence sa position stratégique et géographique. De plus, nous avons souligné les changements qu'elle a connus et mis en évidence sa capacité matérielle et humaine à suivre le processus de fabrication. Nous avons décrit et défini l'unité de laminage à chaud ainsi que les mécanismes impliqués dans le processus de production. Nous avons également identifié les différents produits fabriqués au niveau de l'usine en général et au niveau de l'unité de laminage à chaud en particulier.

Chapitre II

Le Pont Roulant généralité et Mécanisme.

II.1. Introduction :

Les Ponts roulants sont des moyens de manutention que nous rencontrons principalement dans l'industrie et dans la distribution de matériels manufacturés. Ils permettent de déplacer des objets d'un point à un autre, en temps relativement court et avec toute sécurité nécessaire à son fonctionnement

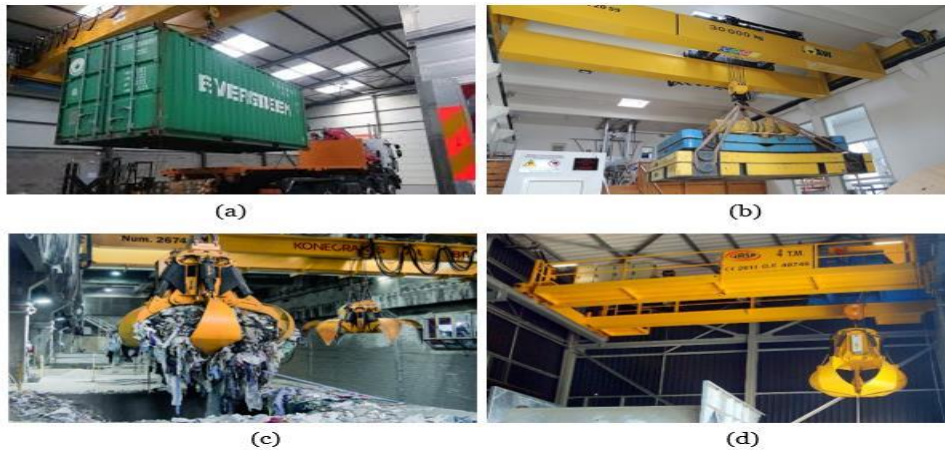


Figure II.1: Quelques applications des ponts roulants, avec : (a) Pont roulant pour containers, (b) Pont roulant pour manutention de matériaux, (c) Pont roulant avec grappin et palan auxiliaire pour centrale d'incinération et (d) Pont roulant pour les scories proven.

Un pont roulant (aussi appelé portique et semi-portique, poutres roulantes, grue industrielle, grue, ou pont roulant aérien) sont des appareils de levage destinés à soulever et à déplacer des charges. Ils se déplacent sur des chemins de roulement parallèles, leur organe de préhension (crochet ou autre accessoire de levage) est suspendu par l'intermédiaire d'un câble et de poulies à un mécanisme de levage (treuil ou palan) susceptible de se déplacer perpendiculairement aux chemins de roulement de l'appareil [6].

II.1.1. Différents types de ponts roulants et structures :

II.1.1.1. Structure :

La charpente des ponts roulants peut être réalisée selon les cas : Profilés, Entreillais, Caissons, Structure mécano-soudée, Mixte.

II.1.1.2. Différents types de ponts roulants :

Les ponts roulants sont de différents styles et on peut distinguer 4 familles principales d'appareils dont la construction peut être des deux types suivants :

Chapitre II : Le Pont Roulant généralité et mécanisme.

- x Le pont (ou le portique) est dit mono poutre, lorsque sa charpente est réalisée avec une seule poutre (le chariot de levage est alors monorail).
- x Le pont est dit bipoutre lorsque sa charpente est constituée de deux poutres, le chariot de levage est alors du type bi rail

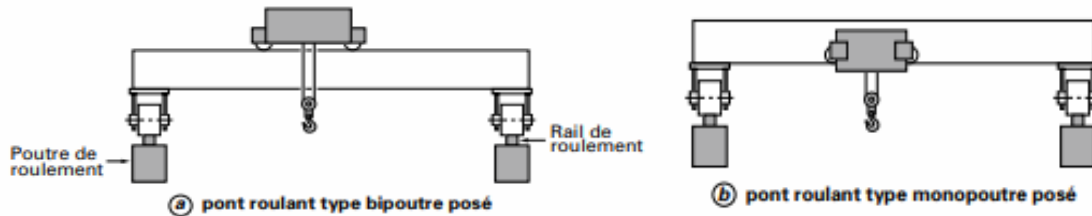


Figure II.2 : Différents types de ponts [14].

- Ponts roulants suspendus : L'appareil roule sur l'aile inférieure d'un profilé repris directement sur les fermes du bâtiment. Ces chemins de roulement peuvent comporter plus de deux voies de roulement. Ils peuvent en outre être équipés de plusieurs moyens de levage pour desservir toute la surface du bâtiment. Dans le cas de portée très importante on installera donc plutôt ce type de matériel

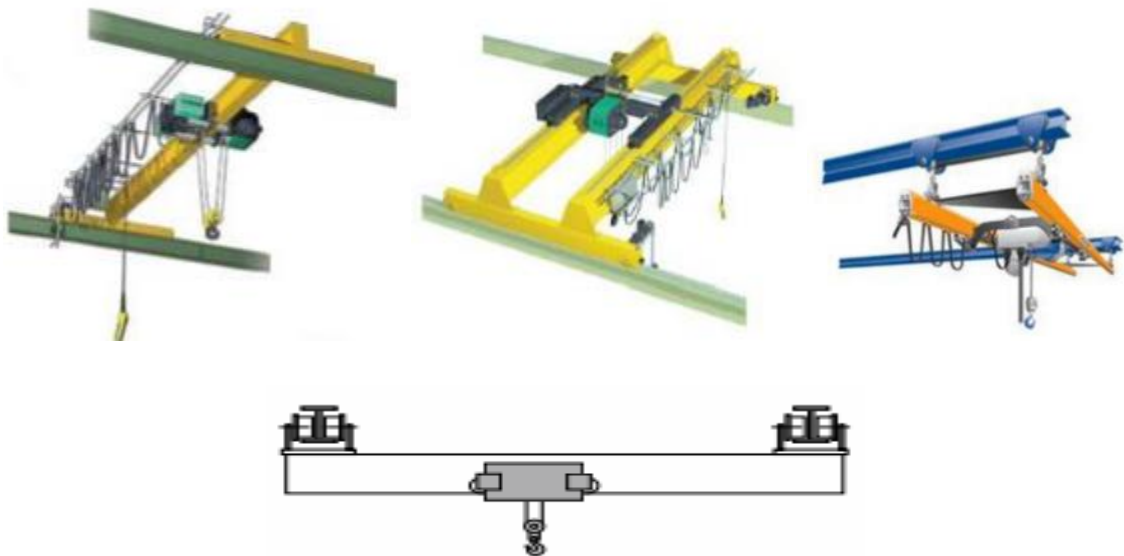


Figure II.3 : mono poutre suspendu et bipoutre suspendu [7].

- Semi-portiques : L'appareil roule sur deux voies de roulement. L'une est constituée par un rail au sol, alors que l'autre s'appuie sur la charpente du bâtiment et roule sur un chemin de roulement aérien. Cette formule est utilisée le plus souvent en complément

d'un pont roulant important qui assure la liaison entre les postes équipés chacun d'un semi-portique

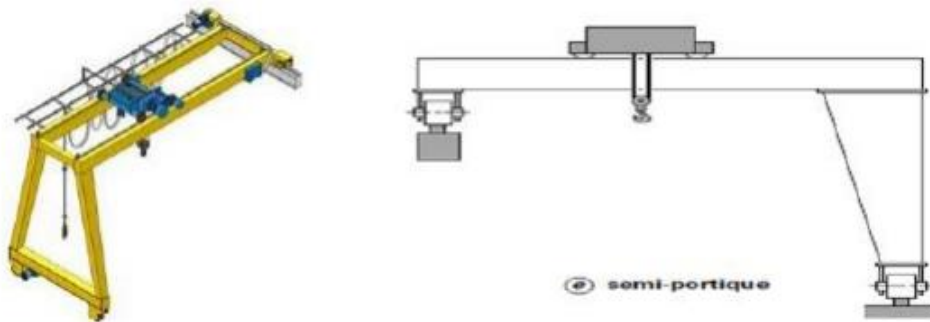


Figure II.4 : Semi portique. [7]

II.2. Eléments constitutifs du pont roulant :

Les éléments principaux du pont roulant sont :

II.2.1. Ossature :

C'est l'ensemble de charpente comprenant en particulier les éléments suivants : Poutres principales (passerelle plus garde-corps) et Sommier.

II.2.2. Chariot :

C'est l'ensemble auquel est suspendu le dispositif de préhension, il contient les éléments suivants : Galet de roulement ; Tambour ; Moteur de levage ; Moteur de direction ; Moufle.

II.2.3. Chemin

De roulement : Il se compose de deux rails (généralement on choisit le rail BURBACH) fixés au bâtiment, sur lesquels le pont roule

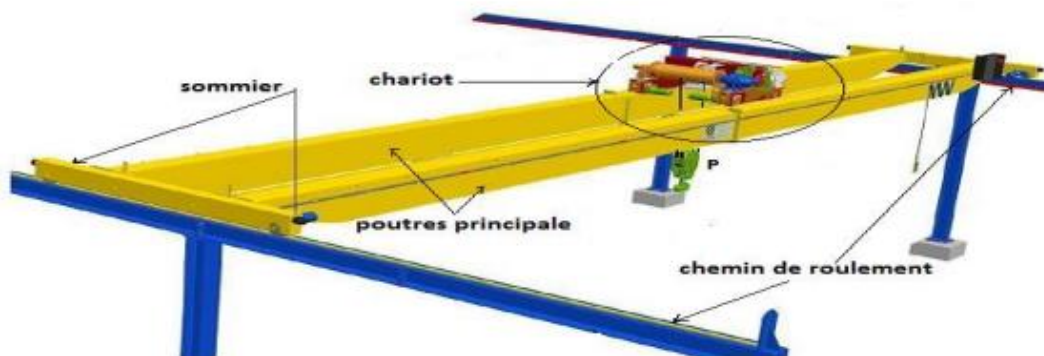


Figure II.5 : Schéma descriptif d'un pont roulant. [7]

II.3. Différents mouvements possibles :

- Mouvement de levage : Mouvement vertical du crochet ou des accessoires de levage (avec ou sans charge) selon l'axe (OY).
- Mouvement de direction : Déplacement du chariot par rapport à l'ossature du pont selon l'axe (OX).
- Mouvement de translation : Déplacement de l'ensemble, de l'appareil sur le chemin de roulement selon l'axe (OZ).
- Orientation : Rotation autour de l'axe (Oy).

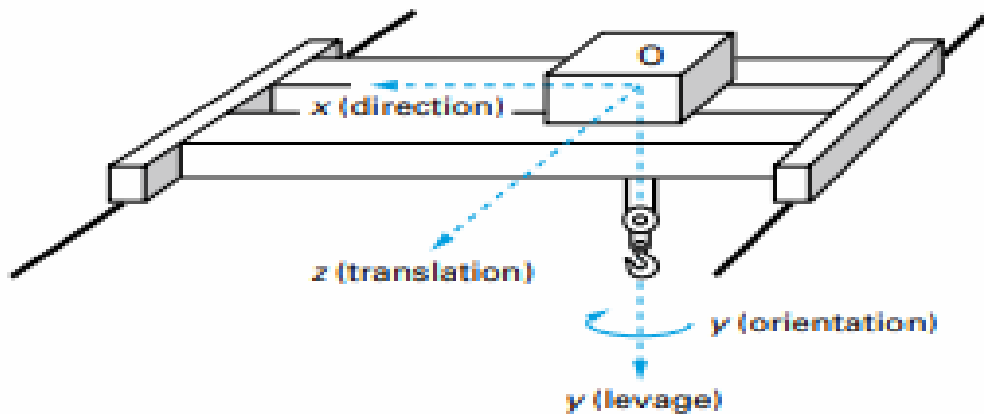


Figure II.6 : Différents mouvements d'un pont roulant. [15]

II.3.1. Le pont de notre étude :

C'est le pont dépileur semi-portique, les brames viennent de l'aciérie à oxygène 1 (ACO1) où elles sont entreposées dans le parc à brame n°1, transférer par le chariot de transfert vers le parc à brame n°2. Pour les brames programmer pour le laminage, elles sont transportées à l'aide d'un pont roulant jusqu'au banc chariot longeron mobile (pas à pas) puis à l'aide du pont dépileur avec des électroaimants la brame est déposée sur la voie à rouleau K1 qui va la transporter jusqu'à la 2eme voie K2 et puis K3.1 et K3.2 pour la positionner. Ensuite elle est poussée à l'intérieur du four poussant (first in, first out) grâce à des pousseuses [1].



Figure II.7 : de pont semi portique.

II.4. Principaux mécanismes des ponts roulants :

Le pont roulant est un ensemble monté de mécanismes à savoir :

II.4.1. Mécanisme de levage :

Il assure la monte et la descente de la charge, ce mécanisme peut comporter les éléments suivants :

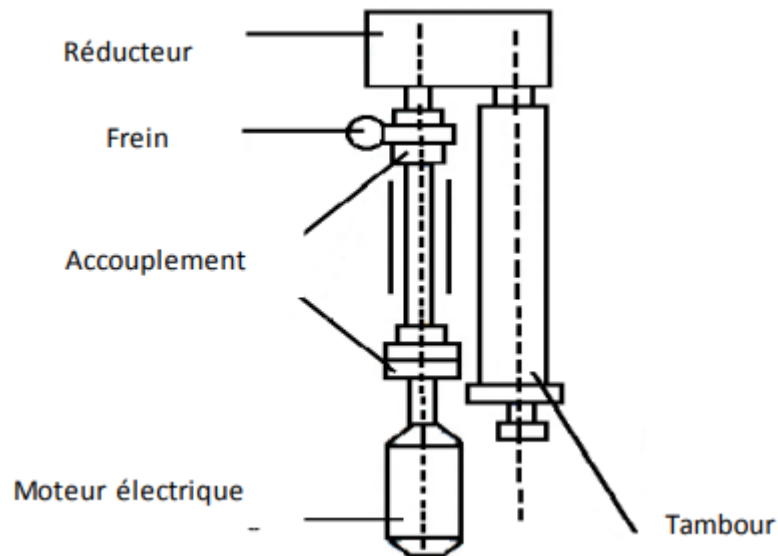


Figure II.8 : Principaux éléments du mécanisme de levage [16].

II.4.1.1. le principe de levage :

Opération de Levage : Quand on dirige la manette du contrôleur pour levage vers "UP" (la montée) le moteur tourne et l'électro- aimant porteur se hisse. Le contrôleur a deux crans. Le cran 2 fonctionne plus rapidement. Quand l'électro-aimant porteur atteint le maximum, le contact de fin de course fonctionne et le levage s'arrête [1].

Opération d'abaissement : Quand on dirige la manette du contrôleur pour levage vers "DOWN" (la descente), le moteur tourne et l'électro- aimant porteur s'abaisse. Le contrôleur a deux crans, et Au cran 1, le frein magnétique contrôle la vitesse et l'électro-aimant porteur s'abaisse à petite vitesse. Au cran 2 arrête, la suppression de la vitesse est dégagée, le moteur tourne et l'électro-aimant porteur se hisse à toute vitesse. Quand l'électro-aimant porteur atteint le minimum, le fonctionnement du contact de fin de course arrête l'abaissement. [1]

II.4.1.2. Moteur de levage principal :

Types des moteurs : Les données techniques ont été fournies par la cellule d'automatisation de l'unité de LAC responsable de tous les équipements électriques et automatiques.

Ces moteurs existent réellement sur le pont roulant de levage et manutention des poches. Mais avant d'aborder les caractéristiques techniques de ces derniers on va présenter les différents types de moteur électriques [15].

- **Moteurs à courant continu** : Il est surtout utilisé pour la traction de véhicules : chariots élévateurs, chariots filoguidés et pour obtenir les déplacements des organes de machines à commande numérique.

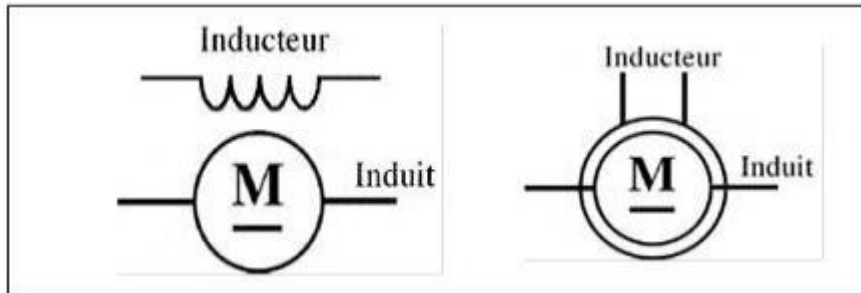


Figure II.9 : Symbole d'un moteur courant continu

Constitution

Le moteur comprend :

- un circuit magnétique comportant une partie fixe, le stator, une partie tournant, le rotor et l'entrefer l'espace entre les deux parties.
- une source de champ magnétique nommée l'inducteur (le stator) crée par un bobinage.
- un circuit électrique induit (le rotor) subit les effets de ce champ magnétiques le collecteur et les balais permettent d'accéder au circuit électrique.

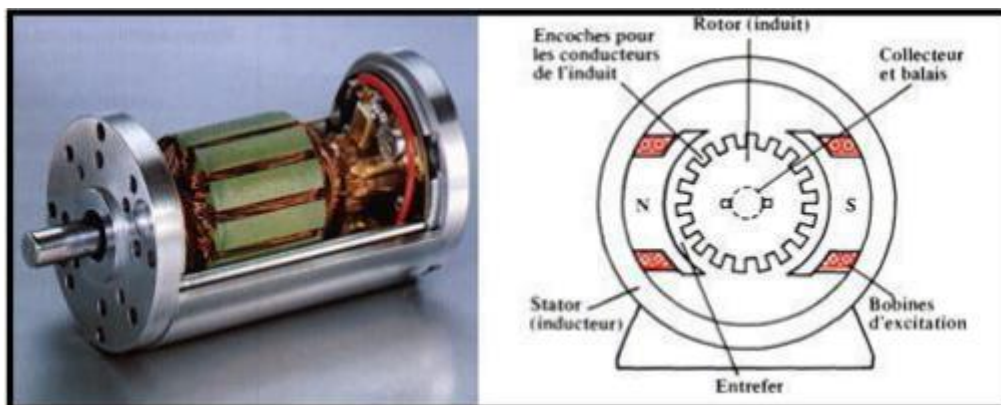


Figure II.10 : Moteur à courant continu [15].

Le sens de rotation il est défini par les polarités de l'inducteur et de l'induit. Pour changer le sens de rotation de ce moteur, il suffit d'inverser la polarité de l'inducteur ou de l'induit.

Les types de moteur à courant continu

De construction, les moteurs à courant continu peuvent être :

- à excitation indépendante : inducteur et induit sont séparés.
- des moteurs « série » : inducteur et induit sont en série.
- des moteurs « dérivation » : inducteur et induit sont en parallèle.

Contrôler un moteur à courant contenu

La boîte à bornes d'un moteur à courant continu comporte généralement quatre bornes : deux pour l'inducteur et deux pour l'induit. Elles sont généralement de dimension et/ou de couleurs différentes.

Si le moteur est à excitation indépendante ou en dérivation :

- la résistance entre les bornes de l'inducteur est de l'ordre de la centaine d'ohms.
- la résistance aux bornes de l'induit est d'environ 1Ω .

Si le moteur est un moteur série, l'inducteur et l'induit ont des résistances qui sont du même ordre de grandeur, environ 1Ω . [8]

- **Moteurs asynchrones triphasé** : Les moteurs asynchrones sont les moteurs employés le plus fréquemment dans l'industrie ils possèdent en effet plusieurs avantages, simplicités robustesse, entretien facile [15].



Figure II.11 : Représentation d'un moteur asynchrone.

Le moteur asynchrone, comme le moteur à courant continu, comporte deux parties

- Une partie fixe (le stator) : C'est la partie fixe du moteur, représente l'inducteur du moteur. Il est constitué d'une carcasse en *fonte* ou en *aluminium*, sur laquelle est fixée une couronne d'un empilement de tôles *ferromagnétiques* très fines (0.35 à 0.5mm). Des

encoches se forment ainsi sur la périphérie interne permettant d'y loger les conducteurs en *cuivre* des bobinages du stator. Ils sont répartis dans ce dernier et formant un ensemble d'enroulements qui comporte autant de circuits qu'il y a de phases sur le réseau d'alimentation.

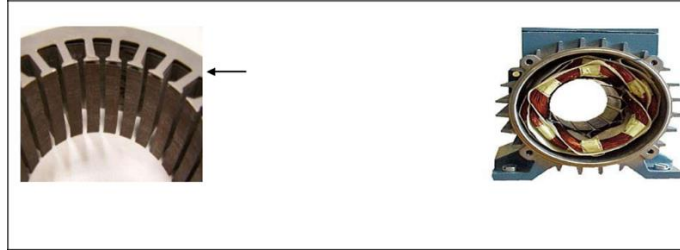


Figure II.12 : Le stator [8].

- Une partie mobile (le rotor) : C'est la partie mobile du moteur ; il est placé à l'intérieur du stator et représente l'induit de la machine, il est séparé du stator par un entrefer de 0,4 à 2 mm. Selon sa constitution on trouve : Le rotor a cage d'écureuil et Le rotor bobiné à bague.

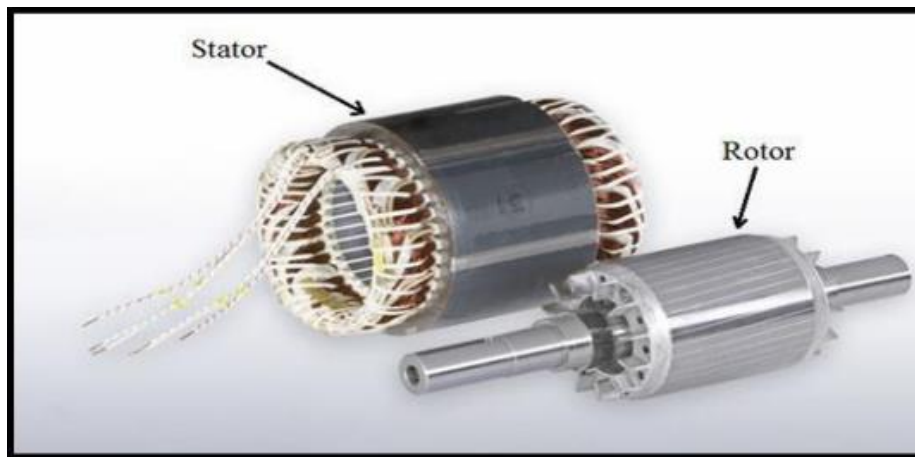


Figure II.13. Stator et rotor d'un moteur asynchrone [15].

Le rotor a cage d'écureuil : est constitué de barres conductrices très souvent en aluminium les extrémités de ces barres sont réunies par deux couronnes également conductrices. On dit que (le rotor est en court –circuit). Sa résistance électrique est très faible. La figure suivant repère le couplage du rotor en court – circuit.

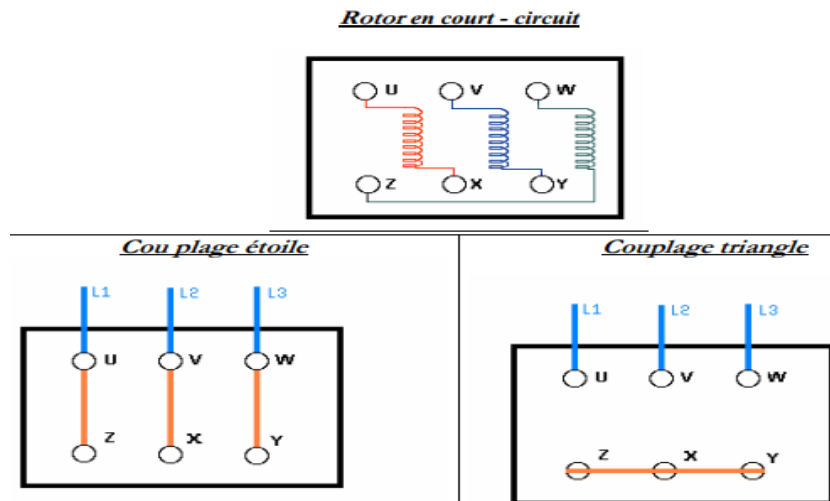


Figure II.14 : couplage du rotor en court – circuit.

Le rotor bobiné à bague : Les tôles de ce rotor sont munies d'encoches où sont placés des conducteurs formant un ensemble de bobinage le plus souvent triphasé monté en étoile, les autres extrémités sont reliées à des bagues tournantes avec l'arbre du rotor. Des balais sont prévus pour accéder à ces enroulements, permettant de modifier certaines des caractéristiques électriques du circuit en y ajoutant des résistances afin de réaliser un démarrage rotorique [11].

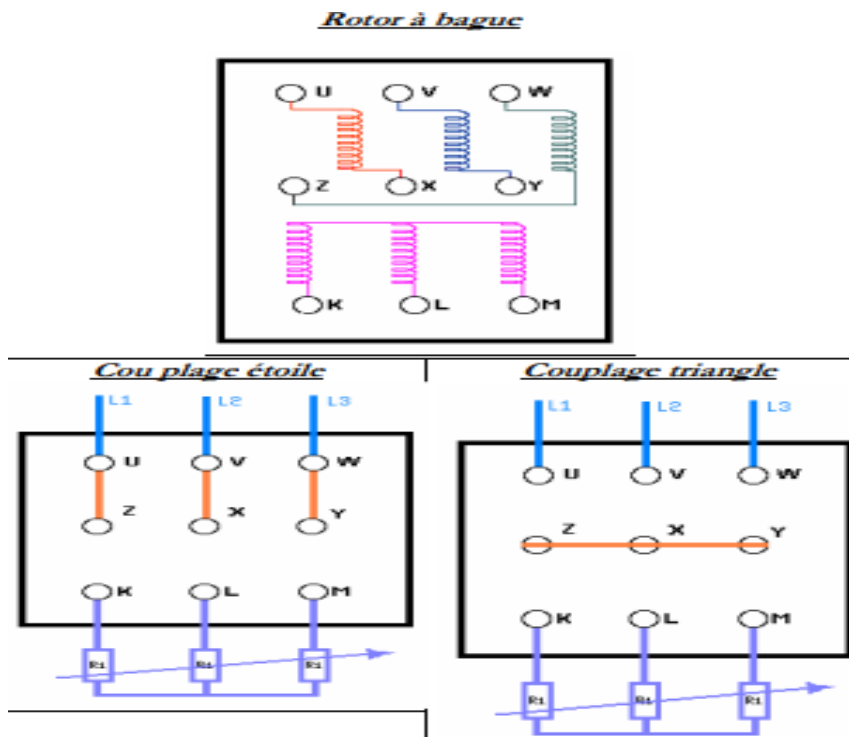


Figure II.15 : couplage du rotor à bague [11].

Modes de démarrage

En fonction des caractéristiques du moteur et de la charge, plusieurs méthodes de démarrages sont utilisées. Le choix sera dicté par des impératifs électriques, mécaniques et économiques. La nature de la charge entraînée aura également une grande incidence sur le mode de démarrage à retenir. Le moteur asynchrone possède un fort couple de démarrage mais il a l'inconvénient d'absorber de 4 à 8 fois son intensité nominale. Pour réduire cet appel de courant on dispose de plusieurs procédés de démarrage.

- Démarrage direct.
- Démarrage étoile-triangle.
- Démarrage statorique à résistance.
- Démarrage par auto-transformateur.
- Démarrage des moteurs à bagues :

Un moteur à bagues ne peut démarrer en direct, avec ses enroulements rotoriques court-circuités, sinon il provoquerait des pointes de courant inadmissibles. Il est nécessaire, tout en alimentant le stator sous la pleine tension du réseau, d'insérer dans le circuit rotorique des résistances qui sont ensuite court-circuitées progressivement [11].

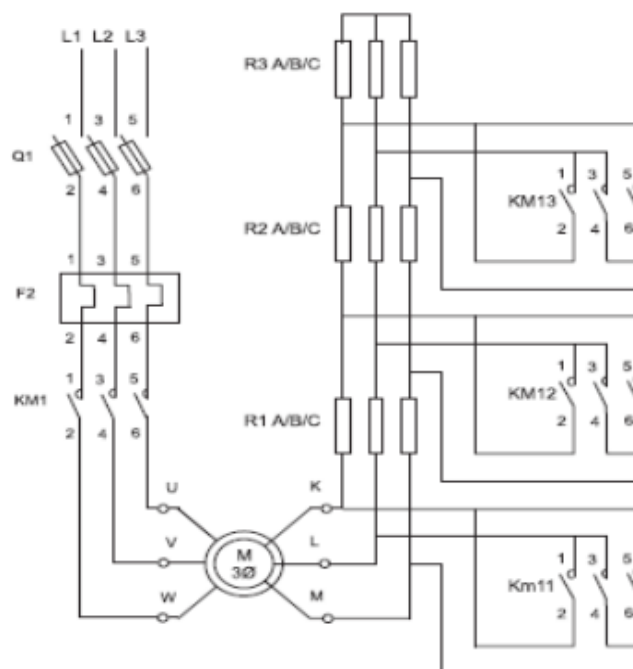


Figure II.16 : Démarrage d'un moteur à bagues.

➤ **Freins :**

Les freins ont deux rôles :

- Absorber l'inertie cinétique des masses en mouvement pour ralentir rapidement la charge avant l'arrêt.
- Maintenir la charge en toute sécurité.

Les freins les plus utilisés pour les appareils de levage de moyenne puissance sont les freins à sabots, commandés par électro-aimants [1].



Figure II.17 : représente les freins.

➤ **Réducteur de vitesse : (levage)**

Les engrenages de réducteurs sont montés sous carter étanche à bain d'huile. Toutefois, pour les grandes puissances ou les très grands rapports de réduction (≥ 100), on utilise une couronne dentée à l'air libre fixée sur le tambour, et attaquée par un pignon monté sur l'arbre de sortie du réducteur. Les réducteurs à engrenage (denture inclinée) sont les plus employés. Ils sont silencieux et ont un très bon rendement (0,98 à 0,99 par train d'engrenage). Les réducteurs à 1 train d'engrenage sont utilisés pour des rapports de réduction variant de $1 \div 10$, ceux à 2 trains d'engrenages de $6 \div 50$, ceux à 3 trains d'engrenage de $30 \div 300$. L'emploi d'un premier train conique épicycloïdal permet d'avoir l'arbre moteur à 90° de l'arbre mené [16].



Figure II.18 : Photographie d'un réducteur de vitesse [16].

➤ **Tambour :**

Roue dentée ou noix d'entraînement de levage principal. Le tambour, pièce essentielle du mécanisme de levage, sur laquelle s'enroule le câble il a une surface utile tubulaire, en effet, il obtenu à partir d'un "tube mécanique" ; ainsi les économies sur le poids sont appréciables constitué en acier, suffisamment dur pour éviter les indentations créés par le câble ne viennent détériorer le câble qui le remplace. Les tambours doivent être dimensionnés dans toute la mesure du possible afin que la capacité d'enroulement soit tenue en une seule couche. L'angle de déflexion du câble sur le tambour ne devra pas dépasser 6,33% soit approximativement degré 40.



Figure II.19 : Photographie d'un Tambour d'un pont roulant [16].

➤ **Poulies :**

Les poulies sont des roues dont la jante est appelée gorge qui reçoit un flexible, câble ou cordage.



Figure II.20 : Poulie de moufle [16].

➤ Câble :

Des fils d'acier enroulés en hélice autour d'un fil central constituent un toron, ces torons sont eux-mêmes enroulés en hélice autour d'une âme centrale ; un câble à fils fins est plus souple qu'un câble à gros fils, il pourra s'enrouler sans dommage sur une poulie ou un tambour de plus faible diamètre.

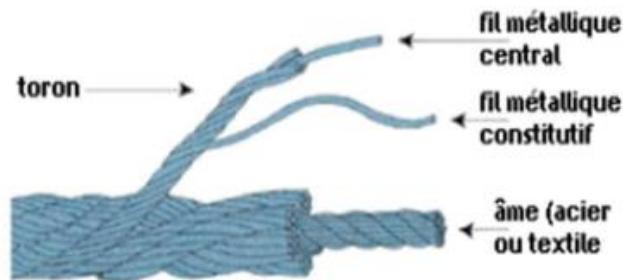


Figure II.21 : Câble métallique [16].

➤ électroaimants circulaires de levage :

Un courant magnétique traversant le bobinage de l'électroaimant crée un champ magnétique qui lui-même génère une force magnétique assurant la préhension, le maintien et la manutention de la charge ferromagnétique.



Figure II.22 : électroaimants circulaires de levage [17] et [1].

II.4.2. Mécanisme de translation :

Opération de Translation :

Le contrôleur de translation a deux crans :

la manette du contrôleur de l'électroaimant "For Ward (en avant)" et "Back Ward (en arrière)". Le cran 1 fait tourner le moteur à petite vitesse et le pont roulant translate à petite vitesse. Le cran 2 fait tourner le moteur à grande vitesse et le pont roulant translate à grande vitesse. Le changement de la grande vitesse à la petite vitesse et celui d'envers se font par l'embrayage magnétique. Le changement lisse se fait, pour éviter un changement abrupt, par le contact de vitesse. Le "For Ward (en avant)" et le "Back Ward (en arrière)" ont tous les deux pour plus de sûreté la manette du contrôleur fin de course [1].

II.4.3. Electroaimant Porteur :

Quand on emploie l'électro-aimant porteur, on rétablira le contact sur panneau chargement sur panneau de redresseur.

Aspiration :

Les brames sont aspirées quand on dirige à "Lift" la manette du contrôleur de l'électro-aimant porteur.

Dégagement :

Les brames sont dégagées quand on dirige à "Drop" porteur.

Préférence :

On peut préférer l'emploi d'un ou celui de deux parmi trois aimants de levage. On préférera

L'un l'autre en convertissant le contact de changement (change over switch) sur le pupitre à "Ends" (extrême) ou à "Center" (centre) respectivement [1].

II.4.4. Opération Eventuelle en cas de la Panne d'Electricité :

Si l'électricité est coupée quand on est en train d'opérer le pont roulant qui suspend les brames, on peut abaisser les brames en employant la batterie d'accumulateur pour l'électro-aimant porteur. Quand le courant est coupé, la sonnerie d'alarme dans la salle d'opération sonne en même temps que la source électrique pour l'aimant se convertit en batterie et le frein fonctionne aussi, et les brames #MCB3 du panneau chargement à "ON", et en déchargeant le frein magnétique de levage, on lève les brames. Cette opération, est exécutée facilement par tournant le bouton de sécurité, pausant graduellement le magnat, vers le bas, sur le plan des

opérations. La batterie conserve sa capacité restante pendant cinq minutes après la panne d'électricité [1].

II.4.5. Problématique :

Après notre visite au niveau du complexe sidérurgique d'El Hadjar unité laminoir à chaud on a constaté plusieurs problèmes potentiels qui peuvent provoquer des arrêts francs de la production.

Le développement et la rénovation des équipements et matériels apportés par les concepteurs, impose aux industriels de suivre le rythme de ces améliorations, Dans ce projet, nous avons rencontré un certain nombre de problèmes :

- ✓ Le pont dépileur est un système vétuste avec un état très dégradé.
- ✓ La PDR est obsolète (abandonnée de fabrication).
- ✓ Manque d'un système de supervision et une commande à distance.
- ✓ Manque un système de diagnostic des défauts et alarmes.
- ✓ Manque flexibilité et possibilité de modifier le programme et ajouter d'autres capteurs.

II.4.6. La solution :

Remplacement la logique câblée par la logique programmée c.-à-d. en ajoute un automate programmable industrielle ABB (AC 450), en ajoute aussi une interface homme machine (HMI) pour le contrôle et la supervision.

II.5. Etude des systèmes automatisés :

II.5.1. Introduction :

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande.

La partie commande mémorise le savoir-faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées [10].

II.5.2. Définition d'un système automatisé :

II.5.2.1. Définition :

Un système technique automatisé est un ensemble de constituants conçu pour effectuer une ou certain nombre de tâches. Le processus est l'ensemble ordonné des tâches effectuées par le système.

On appelle tâche un ensemble d'opérations regroupées selon un critère fonctionnel (Partie Commande). Chaque tâche confère une partie de la valeur ajoutée à la matière d'œuvre.

Au cours du processus, le système agit sur une (ou plusieurs) matière d'œuvre : il lui confère ainsi une valeur ajoutée.

Toute l'énergie nécessaire à la transformation du produit est fournie par une source extérieure le constituant automate (communication Homme-Machine) dirige la succession des opérations. L'homme surveille le système et peut dialoguer avec lui par l'intermédiaire du pupitre [9].

II.5.3. Objectifs de l'automatisation :

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système.

Ces éléments sont exprimables en termes objectifs par :

Accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenté la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :

- D'une meilleure rentabilité,
- D'une meilleure compétitivité, etc.
- Améliorer la flexibilité de production ;
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée ;
- S'adapter à des contextes particuliers
- Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme
- (Milieu marin, spatial, nucléaire, etc.),
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme.
- Augmenter la sécurité, etc....

D'autres objectifs, à caractères sociaux, financiers, peuvent s'ajouter à ceux-ci [9].

II.5.4. Avantages de l'automatisation :

- Améliorer les conditions de travail (effectuer des tâches pénibles, dangereuses et répétitives)
- Sécurité
- Précision
- Réduire les coûts de fabrications (produit plus compétitif)
- Augmenter la productivité (réduire le temps de travail nécessaire à la production, donc augmenter les cadences de travail)
- Flexibilité (une machine peut s'adapter à plusieurs productions)
- Confidentialité (une machine ne peut pas parler)
- Un S.A. peut travailler 24h sur 24h
- Pas de grèves

II.5.5. Inconvénients de l'automatisation :

- Incidence sur l'emploi (licenciement –chômage : la mise en place d'une machine se substituant à 10 salariés n'aboutit pas à la création de 10 emplois)
- Investissement pour l'achat de machines
- Coût de maintenance
- Pannes
- Consommation d'énergie
- Formation d'un personnel plus qualifié (technicien de maintenance, de contrôle...)

II.5.6. Structure d'un système automatisé :

Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes. Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles que l'on nomme :

- Partie opérative (PO) assurant la conversion de puissance et l'action sur la matière d'œuvre.
- Partie commande (PC) assurant la mesure en continu sur le processus, le traitement des données par comparaison aux consignes et le pilotage de la partie opérative.
- Partie relation (pupitre de dialogue) (PR) ou interface homme/machine (IHM) permettant de définir les consignes et de surveiller l'évolution.

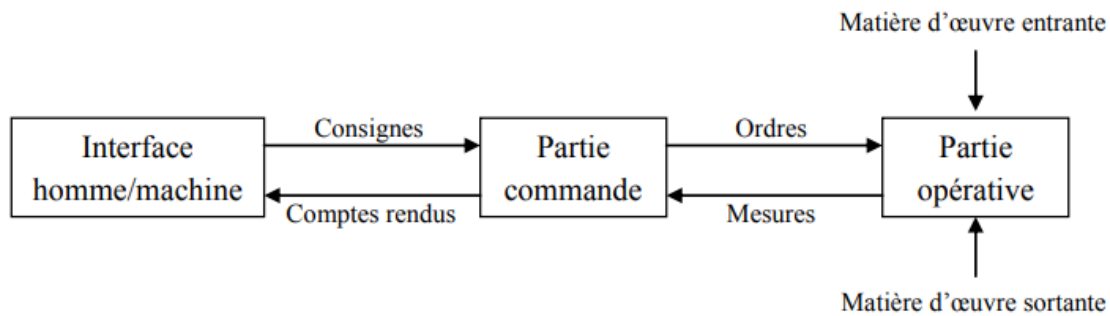


Figure II.23 : Structure d'un système automatisé [9].

II.5.6.1. La partie opératives (PO) :

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments mécaniques du mécanisme avec :

- des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs), lesquels reçoivent des ordres de la partie commande.
- des actionneurs (vérins, moteurs) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique. Ils se présentent sous différentes formes comme :
 - Moteurs : hydraulique, pneumatique, électriques,
 - Vérins : linéaires (1 ou 2 tiges) rotatifs, sans tige ;
- des capteurs servent à détecter des positions physiques, des pressions, des températures, des forces, des vitesses, etc. L'information captée par la partie opérative est transmise à la partie commande par l'intermédiaire d'une interface d'entrée. Ils existent sous différents types comme :
 - Capteurs mécaniques, pneumatiques ou électriques ;
 - Capteurs magnétiques montés sur es vérins,
 - Capteurs pneumatiques à chute de pression.

Ce secteur de détection représente le service de surveillance et renseignement du mécanisme. Il contrôle, mesure, surveille et informe la PC sur l'évolution du système [10].

II.5.6.2. La partie commande (PC) :

Ce secteur de l'automatisme gère dans la suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs situés dans la PO, et les restitue vers cette même PO en direction des pré-actionneurs (distributeurs).

II.5.6.3. La partie relation (PR) (L'Interface Homme-Machine (IHM)) :

Sa complexité et sa taille dépendent de l'importance du système. Il regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé : marche-arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, marche cycle/cycle...

L'outil de description s'appelle GEMMA : Guide d'Étude des Modes de Marche set Arrêts.

Par ailleurs, la Partie Commande est en interaction avec son milieu extérieur par des liaisons informationnelles avec l'environnement humain à travers l'Interface Homme Machine [10].

II.5.7. Principe de fonctionnement d'un système automatisé :

La partie commande envoie des ordres aux actionneurs, elle reçoit des informations d'état en provenance des capteurs. Il y a donc une chaîne de transmission entre la partie opérative et la partie commande. Chaque partie doit aussi être alimenté en énergie, on parle donc d'une chaîne d'énergie [9].

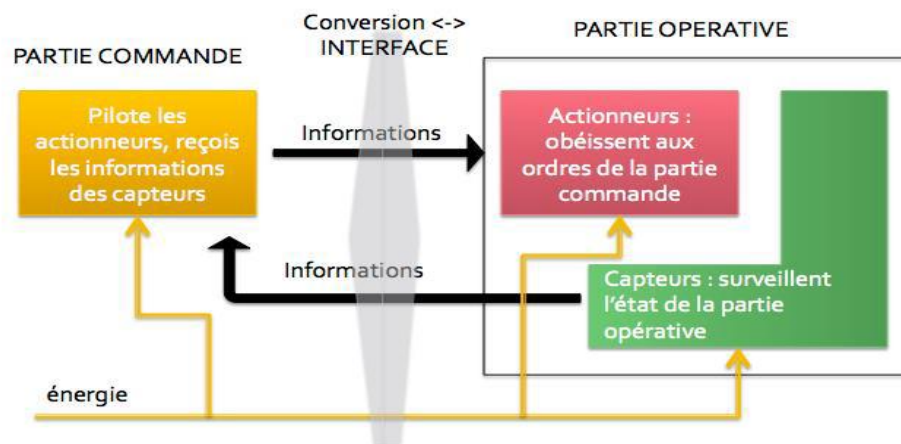


Figure II.24 : schéma de principe d'un système automatisé.

Chaque composant d'un système automatisé à sa propre façon de décoder les informations et d'être alimenté en énergie. Afin qu'ils puissent se comprendre et fonctionner ensemble il est nécessaire d'adapter les informations et convertir les énergies. C'est le rôle des interfaces.

II.5.7.1. Echange d'information :

L'ensemble des échanges d'informations est contrôlé par le programme de la partie commande :

- L'opérateur donne des consignes à la partie commande.
- La partie commande adresse des ordres à la partie opérative.
- Les actionneurs exécutent les ordres reçus : production d'un phénomène physique.
- Les capteurs réagissent à une variation d'état : détection d'un phénomène physique.
- La partie opérative adresse des comptes rendus à la partie commande.
- La partie commande envoie à l'opérateur des signaux sur l'état du système ou de son environnement. Il s'établit un dialogue d'exploitation entre l'opérateur et la partie commande, et un dialogue de fonctionnement entre la partie commande et la partie opérative.

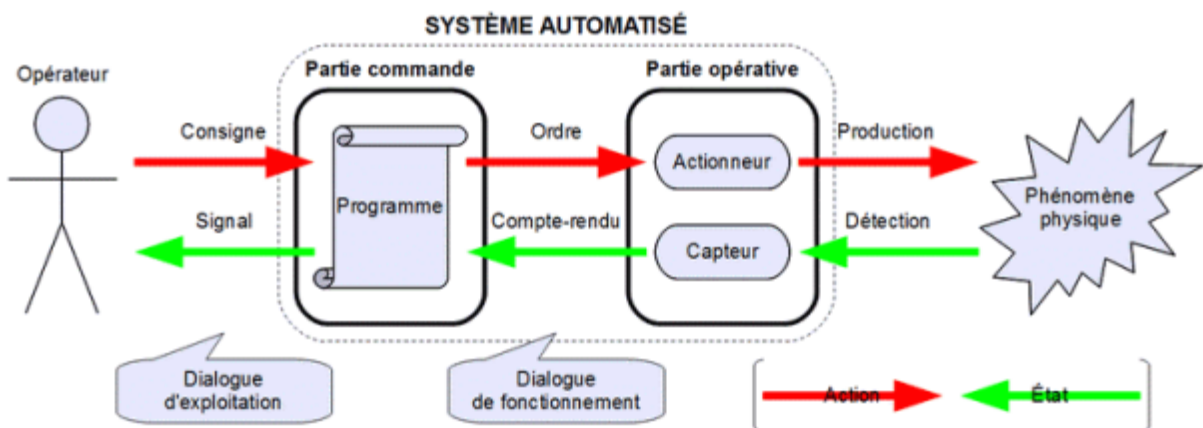


Figure II.25 : échange d'information dans un système automatisé [10].

II.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté un aperçu général des ponts roulants et de leurs utilisations. Nous avons également étudié certaines caractéristiques cinétiques des ponts roulants ainsi que leurs composants. De plus, nous avons introduit le pont dépilleur semi portique, qui est le sujet de notre étude, en précisant la problématique, ensuite nous avons proposé une solution optimale et appropriée, et en nous familiarisant avec ses composants et son principe de fonctionnement. En outre, nous avons défini les systèmes automatisés et les éléments impliqués dans leur fonctionnement, ainsi que leurs méthodes et domaines d'utilisation.

Chapitre III :

Automates ABB (AC 450) et le réseau au niveau LAC.

III.1. Architecture des API :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie d'automobile américaine, qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles. On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agro-alimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

III.1.1. Définition :

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique [10].

III.1.2. Architecture des automates :

III.1.2.1. Aspect extérieur : Les automates peuvent être de deux types : compacts ou modulaires.

- **De type compact :** on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet). Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes
- **De type modulaire :** le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires. IL existe plusieurs marques d'automates (ABB, Siemens, Allen-Bradley, Télémécanique (Schneider), Jetter, Mitsubishi, Omron) [10].

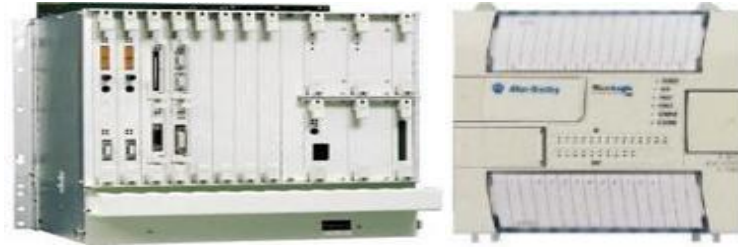


Figure III.1 : automate type compact (Allen-Bradley) et modulaire (ABB).

III.1.2.2. **Architecture interne des automates** : La structure interne d'un API peut se représenter comme suit :

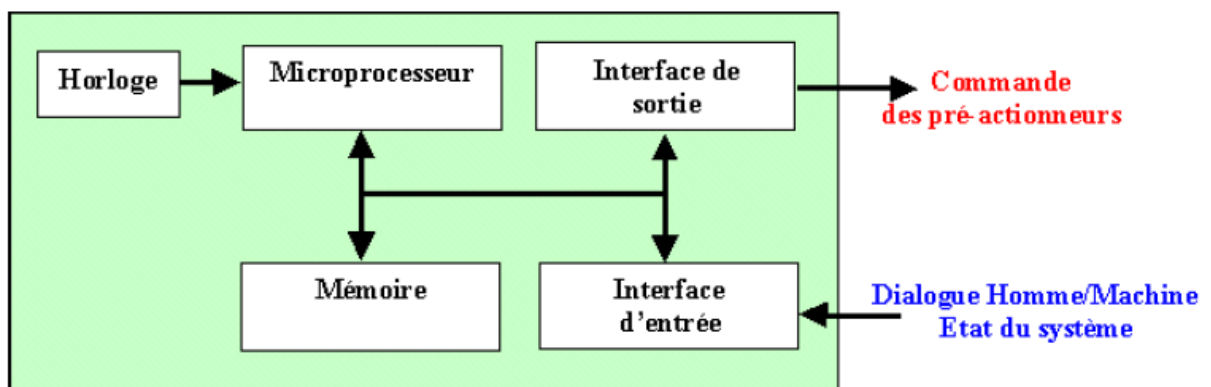


Figure III.2 : structure interne des automates [10].

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 microprocesseur
 - ✓ Les Mémoires
 - ✓ Les interfaces
- a. **Le microprocesseur** : Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire.

- b. **La zone mémoires** : La Zone mémoire va permettre : De recevoir les informations issues des capteurs d'entrées De recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des compteurs, des temporisations, ...)

De recevoir et conserver le programme du processus. Action possible sur une mémoire :

ECRIRE pour modifier le contenu d'un programme.

EFFACER pour faire disparaître les informations qui ne sont plus nécessaires.

LIRE pour en lire le contenu d'un programme sans le modifier. Technologie des mémoires :

- **RAM** (Random Access Memory) : mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer (contient le programme)
 - **ROM** (Read Only Memory): mémoire morte accessible uniquement en lecture.
 - **EPROM** mémoires mortes reprogrammables effacement aux rayons ultra-violets.
 - **EEPROM** mémoires mortes reprogrammables effacement électrique.
- c. **L'interface d'entrées /sorties** : Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur. Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes ...) et aux éléments de signalisation [9].

Ces interfaces relient l'automate au monde extérieur, se présente sous forme des modules et peuvent être de type analogique ou du type numérique (TOR) [9].

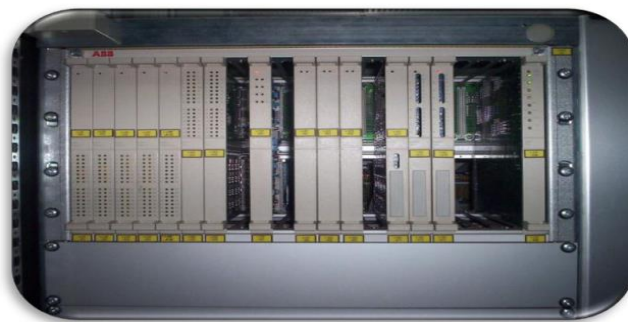


Figure III.3 : Rack E/S ABB (AC 450).

- **Les interfaces d'entrées** :

Les interfaces d'entrées comportent des adresses d'entrées, elles reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs), et traitent le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

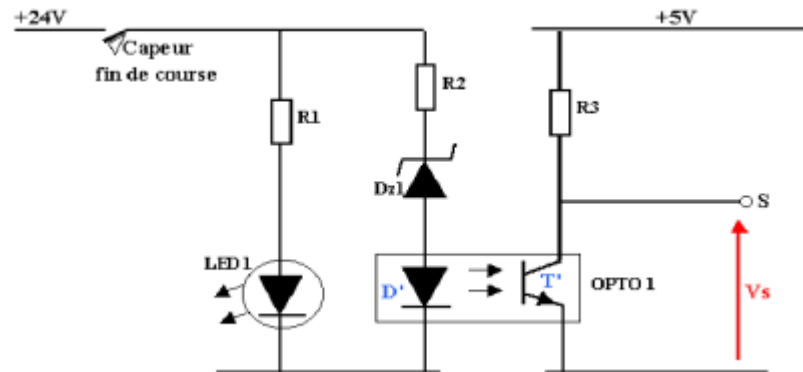


Figure III.4 : L'interface d'entrée d'un API [10].

❖ Fonctionnement de l'interface d'entrée Lors de la fermeture de capteur :

- ✓ LED1 signale que l'entrée automate est actionnée.
- ✓ La LED s'éclaire.
- ✓ La photo transistor T' devient passante.
- ✓ La tension $V_s = 0V$.

• Les interfaces de sortie :

Les interfaces de sortie comportent des adresses de sortie, elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments des signalisations du système. Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8,16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent une tension continue 0-24 Vcc.

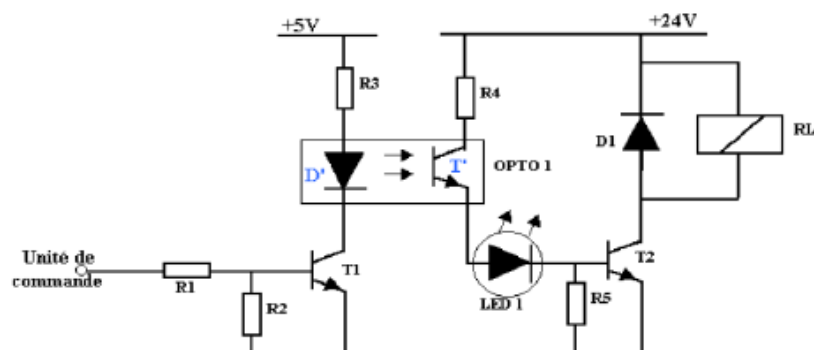


Figure III.5 : L'interface de sortie d'un API [10].

❖ **Fonctionnement de l'interface de sortie :** Lors de la commande d'une sortie automate :

- ✓ L'unité de commande envoie 1 logique (5V).
- ✓ T1 devient passant, donc D s'éclaire.
- ✓ Le phototransistor T' devient passant.
- ✓ Le D1 s'éclaire et nous informe de la commande de la sortie 00,1.
- ✓ T2 devient passant.
- ✓ La bobine RL1 devienne sous tension et commande la fermeture de contacte de la sortie 00,1.

III.1.3. Critères de choix d'un automate:

III.1.3.1. Le Processeur :

La performance d'un processeur consiste essentiellement à la vitesse de traitement des données dans un processus.

III.1.3.2. La capacité mémoire de l'automate programmable :

- La capacité mémoire de l'U.C.T de l'automate programmable est un critère d'évaluation de la complexité des applications réalisables.
- Le nombre d'entre/sorties.
- les prix.

III.1.3.3. Les langages de programmation supportés :

- Le langage texte.
- Le langage instruction.
- Le langage Ladder.
- Le langage fonction block.

- Le langage séquentiel fonction block.

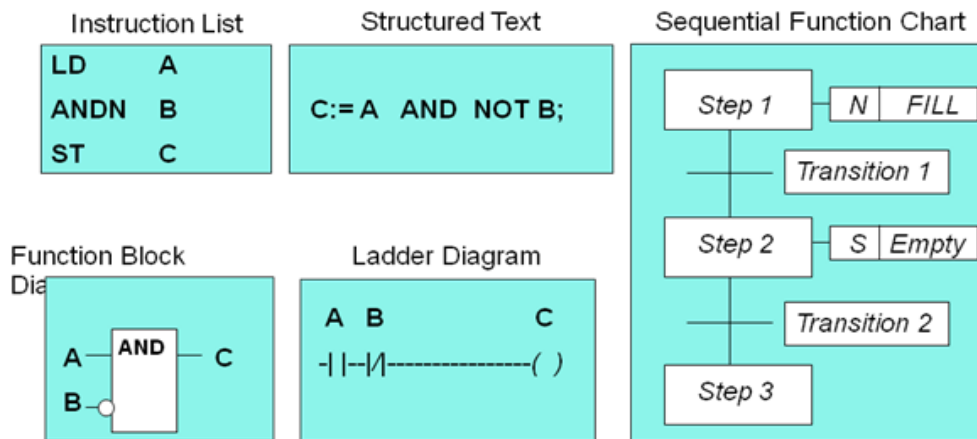


Figure III.6 : Les langages de programmation supportés.

III.2. Automate programmable industriel ABB (AC 450):

III.2.1. Introduction :

L'innovation des nouvelles techniques de l'informatique industrielle a bouleversée complètement notre vie sociale et a laissé un impact positif sur le terrain économique.

Ce dynamisme est provoqué par l'utilisation des automates programmables industrielle et autres PLC (programmable logique contrôle). Ils offrent la simplicité, la robustesse, la gestion d'alarme, la souplesse et l'adaptabilité conférée par leur nature programmable.

Le système de supervision et de contrôle HMI (hommes interfaces machine), grâce à sa spécification de communication avec les différents PLC facilite l'échange d'information entre les processus ce qui engendre une forte rentabilité de production et une rapidité de diagnostic en cas des pannes [12].

Parmi les PLC de l'entreprise ABB on a les Advant Contrôler (AC450) qui sont disponibles au niveau de la filiale et qui offre un grand nombre d'Entrée / Sortie.



Figure III.7 : Automate AC 450 [12].

III.2.2. Définition :

La firme ABB (Asea Brown Boveri) dispose d'une large gamme d'automate de type PLC (programmable logic control) ; les plus utilisés sont (AC450 ; AC410 ...) ces PLC interconnectés et communiquent entre eux à travers un réseau. Les installations qui font objet de notre étude sont pilotées par l'automate AC450 [12].

III.2.2.1. Caractéristique de Contrôleur AC450 :

- Redondance CPU possible.
- CPU 25MHZ.
- E/S jusqu'à 5700 point.
- Maximum 5 rack E/S.
- Pas E/S dans le rack principal.
- Slots pour carte porteuses.
- 2 Slots pour carte interfaces -Par carte porteuse.
- E/S déportées possible.

III.2.3. Partie hardware de l'AC450 :

III.2.3.1. Configuration armoire :



Figure III.8 : Armoire de l'AC450.

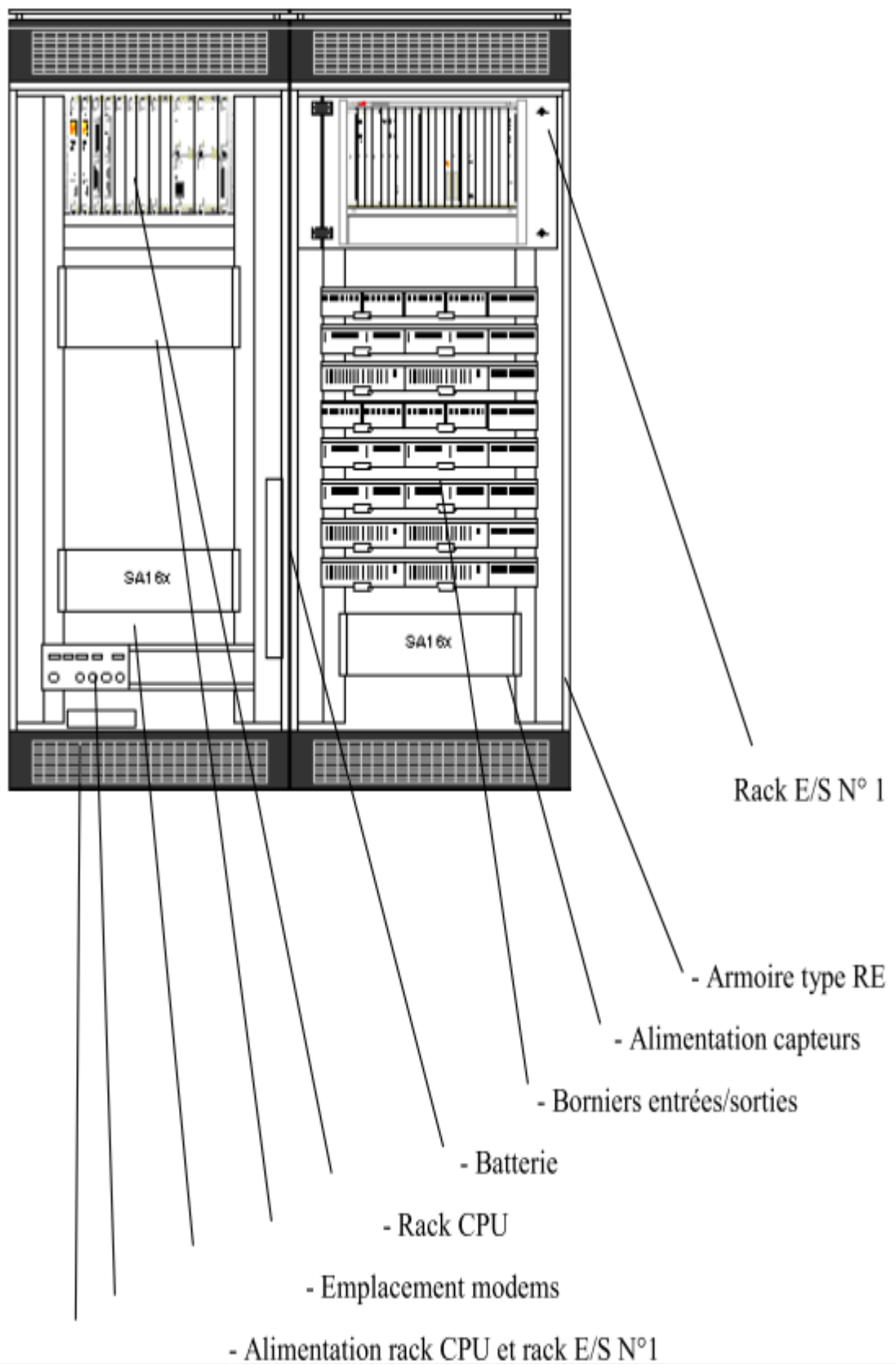


Figure III.9 : Armoire de l'AC450 [12].

a. **Le Rack CPU :** Le rack CPU SC520 est constitué de :

- Module CPU PM511.
- Module CPU PM511 redondante
- Plusieurs cartes submodule
- Module d'alimentation.
- Chargeur Batterie SB510.
- Carte de supervision.
- Carte de communication CS513.
- Carte de communication de bus de champs CI522.
- Module de ventilation RC510.

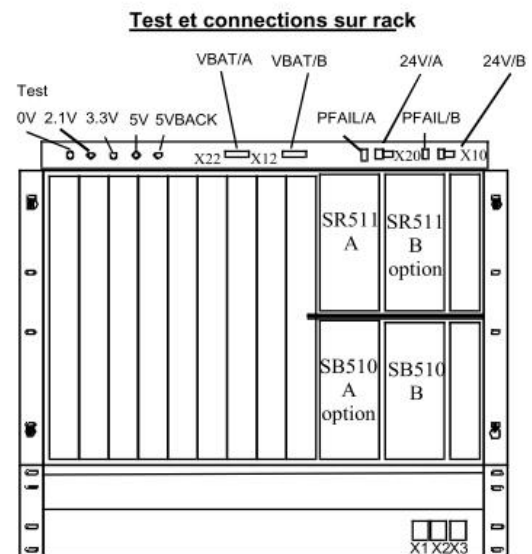


Figure III.10 : Rack CPU et Connexion sur rack [12].

b. **Carte CPU PM511 :**

La carte CPU a un microprocesseur Motorola 68040 25 Mhz 32 bits. La mémoire dynamique RAM est organisée en mémoire de 64 bits avec un test redondance cyclique.

Toutes les informations résidant sur la carte CPU primaire sont sauvegardées sur la carte CPU secondaire. Ce mode de fonctionnement permet à cette dernière d'assurer la continuité du

traitement en cas de défaillance de la carte primaire. Deux cartes maximums sont installées dans de rack CPU.

c. Carte communication MB300, MB300E, CS513, GCOM, CI543 :

La carte CS513, CI543 est un circuit adapté au protocole MIB (Module Interconnexion Bus) et est conçue pour une insertion dans diverses cartes processeurs telles que AC 410, ou SC510, SC520, Cette carte contient un contrôleur de communication intégré qui réalise le niveau physique de communication, Le nom du réseau est Master Bus 300 et travaille à 10Mbit/s.

d. Rack d'entrées/sorties S100 :

Il est disponible pour l'insertion des cartes (AI, AO, DI, DO).

La dernière carte DSBC176 sert de supervision des alimentations du rack et de son fonctionnement. Le bus se nomme P C B Parallèle Communication Bus (Bus parallèle de communication). La configuration maximum pour un contrôleur AC450 est de 5 racks S100.

La communication entre CPU et les racks S100 est faite par câbles avec une longueur maximum de 12mètres entre la carte PM511 X11 et le dernier rack. Un réseau fibre optique peut être utilisé pour déporter les racks S100 avec une longueur maximum de 500mètres en utilisant les modems TC560 et TC561 [12].

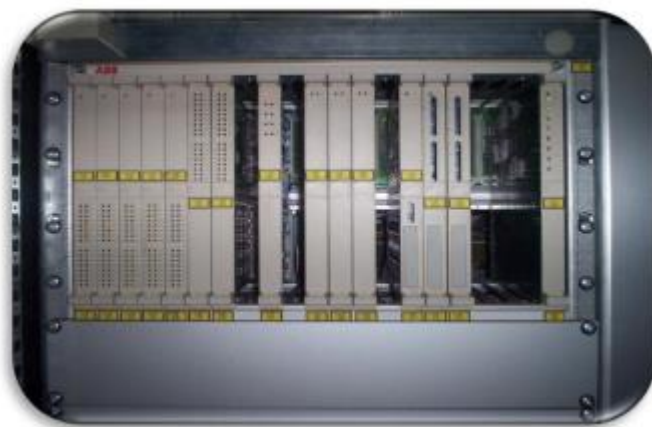


Figure III.11: rack des E/S s100.

e. La station E/S déportée S800 :

La station E/S déportée S800 est constituée de :

- Module de communication avec le PLC AC450 (CI810).

- Module pour des entrées numériques (DI810).
- Module pour des sorties numériques (DO810).
- Module d'alimentation.

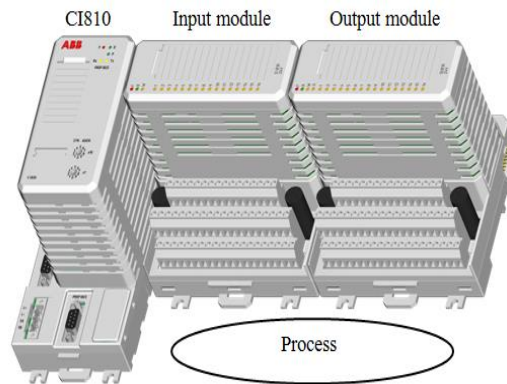


Figure III.12 : Station E/S déportée S800 [13].

f. Module de ventilation RC510 :

Le système de ventilation RC510 est monté dans le tiroir et il est démontable facilement. Il est composé de trois ventilateurs avec alimentation redondante. En option et une détection du manque de rotation pour chaque ventilateur.

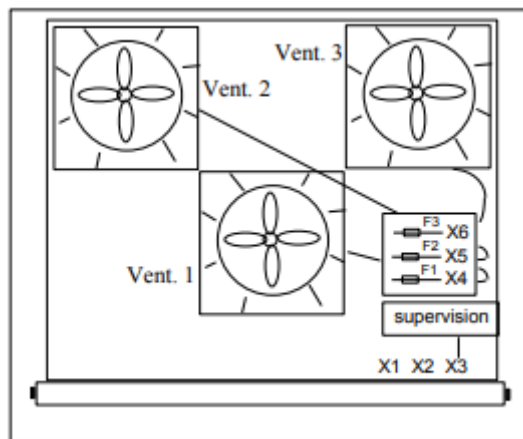


Figure III.13 : Modules de ventilation RC510 [13].

Pour un bon fonctionnement de l'automate, les trois ventilateurs doivent être en service.

Si un ou plusieurs ventilateurs sont hors service, une alarme (X3) est renvoyée sur la carte de supervision TC520 du rack CPU.

g. Chargeur batterie SB510 :

Le module SB510 gère l'alimentation de la mémoire RAM du contrôleur en cas de coupure secteur et recharge la batterie SB520 [13].

III.3. Les différents réseaux d'ABB au niveau LAC :

ABB offre une variété de solutions en termes de communication permettant de répondre à toutes demandes entre les différents processus ; depuis l'interconnexion de quelques abonnés (réseaux terrain) jusqu'aux réseaux usine pour cela on trouve :

- a. **Réseaux usine (TCP/IP) :** C'est un réseau ouvert interconnecte les différents réseaux de contrôle.
- b. **Réseaux master bus300 (MB 300) :** C'est un réseau de contrôle il permet de communiquer en temps réel aux stations ingénieurs ; opérateurs ; ainsi qu'aux différents PLC.
- c. **Réseaux Advant Field 100(AF 100) :** Il permet de communiquer entre les PLC et les stations remote (à distance).
- d. **Réseaux GCOM :** Il permet de communiquer entre les PLC et les autres types d'automate exemple : TCS (technologie control système) [12].

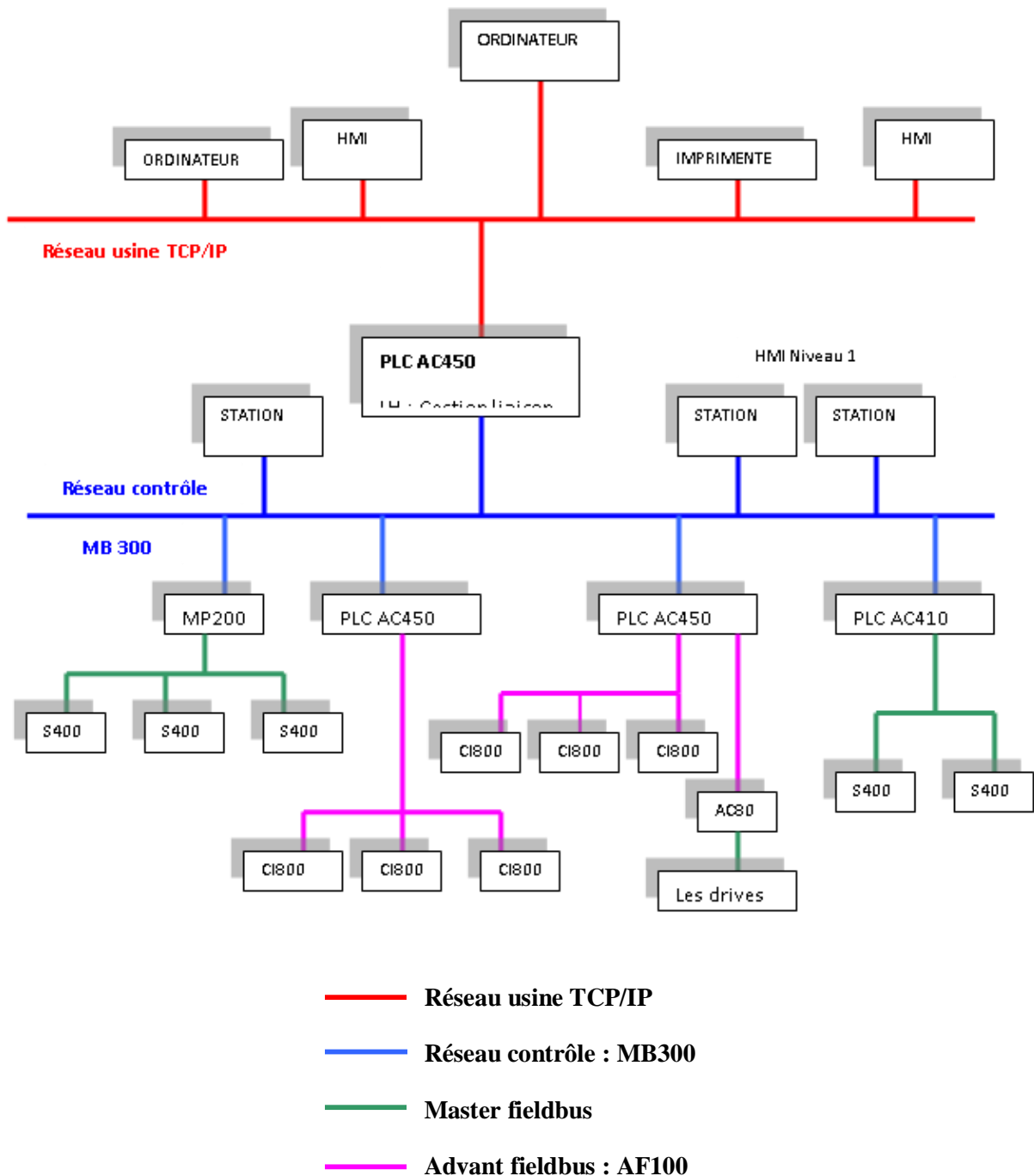


Figure III.14 : Les différents réseaux d'ABB au niveau LAC.

III.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les informations générales sur la Architecture des automates programmables industriel dans le domaine industriel et aussi on a présente les caractéristiques qui les distinguent et les éléments qui les composent du point de vue technique. Nous avons

Chapitre III : Automates ABB (AC 450) et le réseau au niveau LAC.

également étudié l'automate programmable AC 450 d'ABB et identifié ses caractéristiques et composants. On a aussi présenté la partie hardware de l'automate AC 450 d'ABB et Les différents réseaux d'ABB au niveau LAC.

Chapitre IV :

Programmation et Automatisation par AC

450 Plus Supervision par HMI

IV.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons découvrir les stations impliquées dans la programmation d'un automate AC 450 et le langage utilisé pour programmer le AC 450 ainsi que mettre en évidence les phases du processus pour réaliser un programme en utilisant adva builder Ensuite, nous réaliserons une interface homme machine HMI permettant une surveillance efficace.

IV.2. Programmation des automates ABB :

IV.2.1. ADVANT CONTROLER AC450 :

L'innovation des nouvelles techniques de l'informatique industrielle a bouleversée complètement notre vie sociale et a laissé un impact positif sur le terrain économique.

ABB a créé son propre série des logiciels ADVA SOFT FOR WINDOWS ce qui permet d'affichées plusieurs fenêtres en même temps.

Parmi les PLC de l'entreprise ABB on a les Advant Contrôler qui sont disponibles au niveau de la filiale et qui offre un grand nombre d'E/S.

Advant contrôler est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation ABB. Il fait partie de l'industrie logicielle.

Le progiciel de base Advant Contrôler existe en plusieurs parties [12] :

- ❖ **Application builder** : outil de configuration de la station ingénieur et création des projets.
- ❖ **Fonction chart builder** :
 - ✓ Permet La programmation graphique des systèmes.
 - ✓ Permet Documentation automatique des programmes d'applications.
- ❖ **On line builder** :
 - ✓ Connexion on line au système destinataire.
 - ✓ Chargement des applications.
 - ✓ Maintenance Soft.
 - ✓ Ajout en ligne et modification de programme PC.
 - ✓ Visualisation et modification des paramètres des configurations.

La programmation par ces logiciels est assurée par le langage AMPL (ABB MASTER PROGRAMING LANGUAGE) [12].

IV.2.2. Langages de programmation :

Dans le but de contrôler le Processus avec le system OCS on a besoin d'introduire la partie soft qui se fait à partir de la programmation qui est assuré par la programmation AMPL.

❖ **Qu'est-ce que OCS (OVER CONTROL SYSTEM) :** C'est un système ouvert, intègre et distribue à l'automatisation industrielle. Il consiste à une famille d'unité, divers option de communication à travers des bus et des réseaux [18].

➤ **Configuration de OCS :** il peut être configurée des multiples façons :

- ✓ Dépendant de la taille et de complexité du processus.
- ✓ L'investissement peut consister en contrôleur processus seul et optionnellement en station opérateur.
- ✓ Plusieurs contrôleurs processus peuvent être interconnectée :
 - a. Les stations opérateurs centrale.
 - b. La station de gestion d'information(IMG).
 - c. Plusieurs réseaux de contrôle peuvent être interconnectée.
- ✓ Plusieurs réseaux de contrôle peuvent être interconnectée.

❖ **OVERTURE :** le système donne la possibilité de :

- a. Ajoute des matérielles (hardware) et progiciel (software) : pour des applications comme Contrôle de vitesse, système de sécurité et des mesures de qualité de produit.
- b. On peut intégrer les informations administratives.

Donc c'est system puissant pour l'automatisation de l'usine, Il offre la possibilité de : contrôle processus, fonctionnalité ingénieur, management d'information (gestion, traitement et stockage ...etc.), contrôle batch, communication [18].

❖ **PRESENTATION OCS :** OCS est constitué de plusieurs stations qui communique entre aux à travers un réseau, Ces stations donne à l'opérateur le plein contrôle de processus ainsi que les gestions des informations [18], Est voici les différentes stations :

➤ **Station opérateur : AS100 et AS500 (AS : Advant station) :**

Il contient les informations permettons de présente et contrôler le processus.

- **Station ingénieur : AS100 et AS500 :**
 - AS500 : gestion efficace d'automatisation
 - AS100 : programmation, maintenance et recherche des défauts Pour le rôle (fonction) de : Programmation graphique, La maintenance, Modification on-line, Recherche des pannes.
- **Station batch :** master batch (200/1) Fonction de contrôle batch :
 - Il existe dans OCS une station batch pour le rôle de : gestion de recettes, gestion de matériels et contrôle de stocks.
- **Station IMG :** gamme pour gestion d'information : acquisition de donnée historique, stockage, Gestion d'objet.
- ❖ **FONCTION DE COMMUNICATION :** Il existe trois niveaux de communication
 - **Au niveau le plus haut :** un réseau usine ouvert interconnecte les réseaux de contrôle il permet de compléter l'intégration du OCS [18].
 - **Au niveau intermédiaire :** les réseaux de contrôles fournissent des services de communication en temps réel aux stations opérateur, ingénieur, batch ainsi aux contrôleurs.
 - **Au niveau le plus bas :** des réseaux de terrain interconnectent les périphériques de terrain.
 - ✓ **Réseau usine :** plant network communication..... (TCP/IP).
 - ✓ **Réseau contrôle :** control network communication.... (MASTER BUS 300).

TCP/IP : interconnecte les différents réseaux de contrôle, connecte les stations opération et station IMS.

MP300 : interconnecte les contrôleurs processus et stations opérateurs.

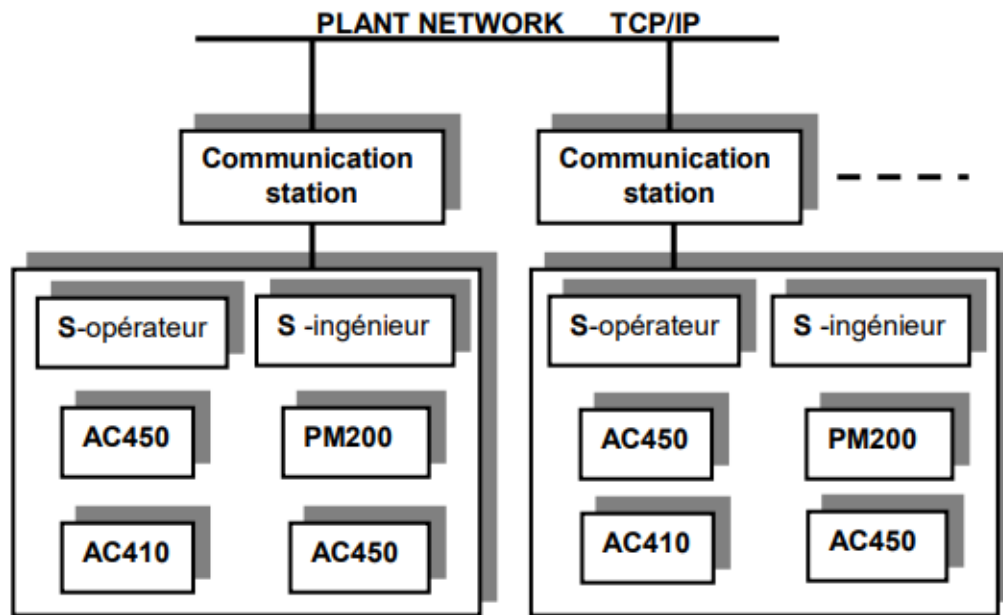


Figure IV.1 : Différents réseaux et stations.

❖ **Qu'est-ce que AMPL :**

AMPL: ABB MASTER PROGRAMMING LANGUAGE.

- ✓ Il est basé sur des blocs logiciels dès les fonctions implémentées les PC éléments.
- ✓ Il est utilisable dans MASTER PIECE 200.
- ✓ Il est utilisé en mode graphique PC.

Programmation AMPL : pour programmée un contrôleur et concevoir des programme PC OFF-LINE. AMPL est un logiciel de la programmation qui se compose en trois parties :

- ✓ Application builder
- ✓ Fonction chart builder
- ✓ On- line builder

Application builder:

- ✓ Création des projets
- ✓ Configuration station ingénieur.

Fonction chart builder:

- ✓ Développement des applications en mode graphique.

- ✓ Création des éléments de base de données(DB) OFF-LINE.
- ✓ Modification DB.

On-line builder :

- ✓ Chargement des applications.
- ✓ Maintenance SOFT.
- ✓ Ajout On line et modification programme PC.
- ✓ Visualisation et modification des paramètres.

Relation DB et PC :

DB : transfert et stockage des données

PC : contrôle une fonction Processus (ou une partie d'une fonction)

- ✓ Utilise DB pour lire et écrire vers les E/S.
- ✓ C'est parti divisé en programme chaque PC contrôle e*une partie Processus.
- ✓ Effectue les actions de contrôle.

Gestion base de données :

- ✓ Avec le fonction chart builder (FCB) créer un élément DB OFF-LINE
- ✓ Avec FCB modifier l'élément DB.

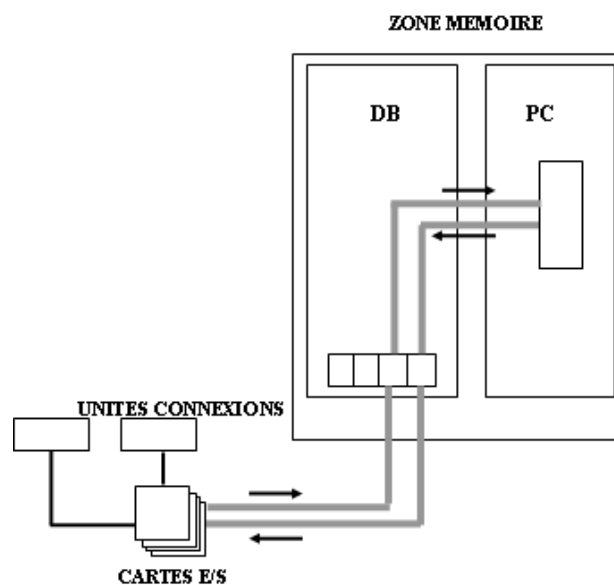


Figure IV.2 : Relation entre DB et PC [13].

Type de données :

- **B** : BOOLEEN
- **I** : ENTIER COURT
- **IL** : ENTIER LONG
- **R** : REEL
- **T** : TIMER
- **TR**: TEMPS REEL
- **A** : CHAMP
- **G** : GROUP

Chargement du programme :

- 1) FCB stocke l'application dans ODB.
- 2) Le code source est généré.
- 3) Application builder convertir le code source.
- 4) Code source chargé dans contrôleur processus.



Figure IV.3 : Chargement de programme [13].

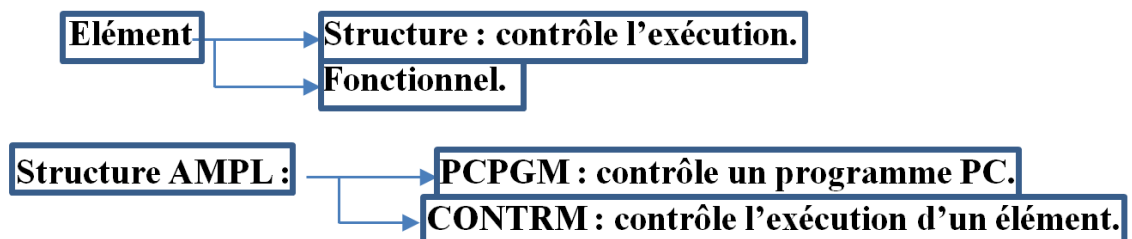


Figure IV.4 : Structure AMPL.

➤ **Bloc PCPGM [19] :**

C'est l'élément de base de chaque **PC**. Le **PCPGM** est employé pour le contrôle d'exécution du programme en définissant la valeur de cyclicité de ce dernier :

- ✓ **C1** : cyclicité en ms.
- ✓ **ON** : entrée à 1 exécution.
- ✓ **R** : Reset de l'exécution (reprise du début si **ON=1**).
- ✓ **RUN** : sortie indique que le **PC** programme est opérationnel.

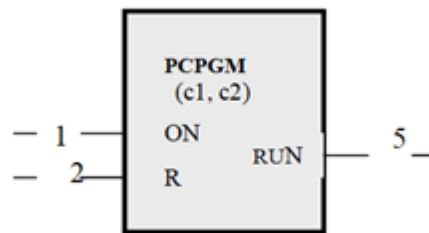


Figure IV.5 : Elément PC PCPGM [19].

➤ **Bloc CONTRM :**

Cet élément est employé pour le contrôle de l'exécution d'une partie du programme et définir une nouvelle cyclicité différente de celle du PCPGM (augmenter la cyclicité selon la rapidité ou bien la lenteur des tâches).

C1 : cyclicité en ms.

ON : entrée à 1 exécution.

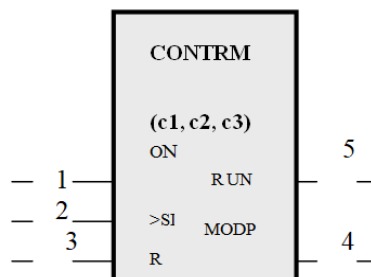


Figure IV.6 : Elément PC Contrôle module [19].

➤ **Bloc ET/OU :**

Ces éléments sont employés pour exécuter des fonctions logiques utilisées selon les conditions de marche des systèmes. Ils utilisent des variables du type booléen (tout ou rien). Les entrées de chaque élément peuvent aller jusqu'à 19.

C1 : nombre d'entrées.

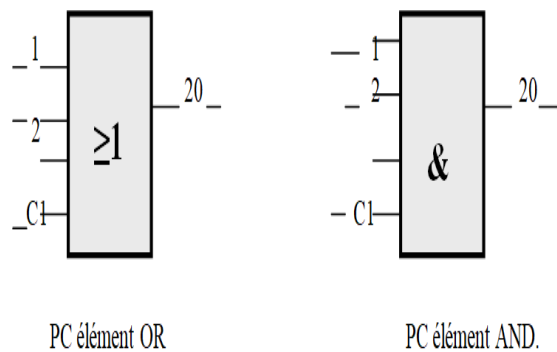


Figure IV.7 : Elément PC Portes Logiques OR et AND [19].

➤ **Bloc COMP :**

Il est utilisé pour comparer deux valeurs. Ces types de données peuvent être des entiers, réelles, booléens, un temps ou une chaîne de caractères.

C1 : type de données.

C2 : nombre de caractères pour le type de données A.

I1, I2 : les entrées à comparer.

5 : sortie mise à 1 si **I1>I2**.

6 : sortie mise à 1 si **I1 =I2**.

7 : sortie mise à 1 si **I1<I2**.

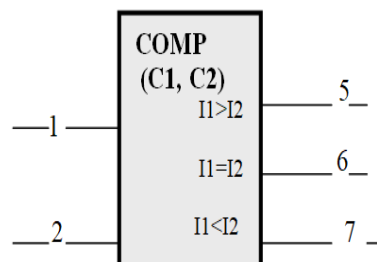


Figure IV.8 : Elément PC Comparateur [19].

➤ **Bascule SR :**

Elle est employée comme une mémoire pour les variables booléennes.

S : entrée d'activation.

R : entrée de désactivation.

O : sortie de l'élément de mémoire.

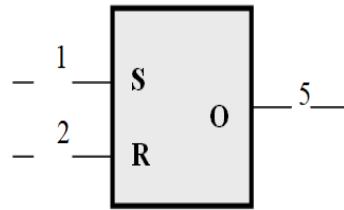


Figure IV.9 : Elément PC Bascule SR [19].

➤ **Bloc SUB :**

Il sert pour la soustraction arithmétique de deux entiers ou réels.

C1 : Type de donnée (**I, IL, R**).

1 : Entrée 1.

2 : Entrée 2.

20 : Sortie de la différence.

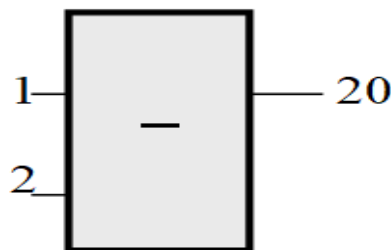


Figure IV.10 : Elément PC Soustraction [19].

➤ **Bloc ADD :**

Il est employé pour l'addition arithmétique d'un certain nombre d'entiers ou de réels :

C1 : type de donnée (**I, IL, R**).

C2 : Nbre entrées pour l'addition de 1 à 19.

I1...I19 : entrées du bloc.

20 : sortie pour la somme.

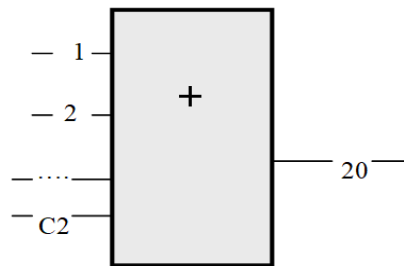


Figure IV.11 : Elément PC D'addition [19].

➤ **Bloc CONV :**

Convertit des données depuis et vers des entiers, réels ou temps.

C1 : type de donnée en entrée (**B, I, IL, R, T**).

C2 : type de donnée en sortie (**I, IL, T**).

1 : entrée de donnée à convertir.

5 : sortie de donnée à convertir.

6 : (**ERR**) sortie active (**à1**) si limite atteinte pour la sortie 0.

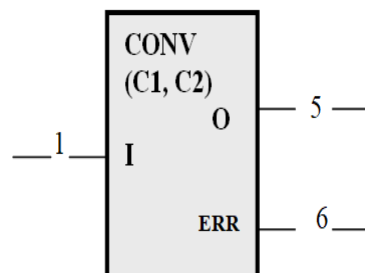


Figure IV.12 : Elément PC Convertisseur [19].

IV.2.3. Création du projet :

Qu'est-ce qu'un projet ?

Le projet est à la base de la configuration de l'interface graphique.

Tous les objets indispensables à la commande et au contrôle de la machine ou de l'installation doit être créés et configurés dans le projet.

Pour créer un projet on doit suivre les étapes suivantes :

1. Démarrer l'application builder depuis le groupe de programme Windows Adva Build.

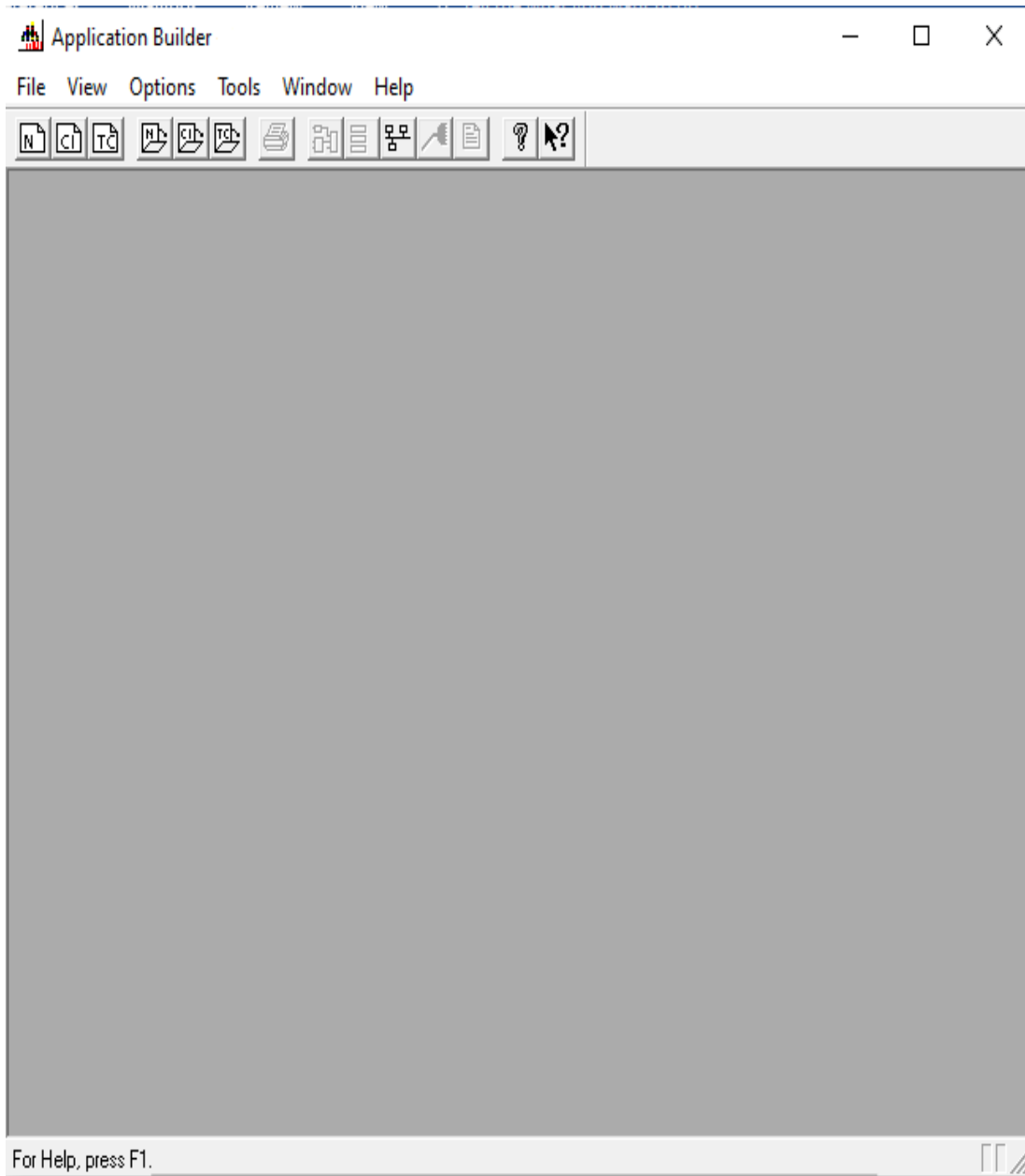


Figure IV.13 : démarrage de l'application builder.

2. Créer un nouveau projet : la sélection depuis le menu file/new/projet puis donné le nom de projet.

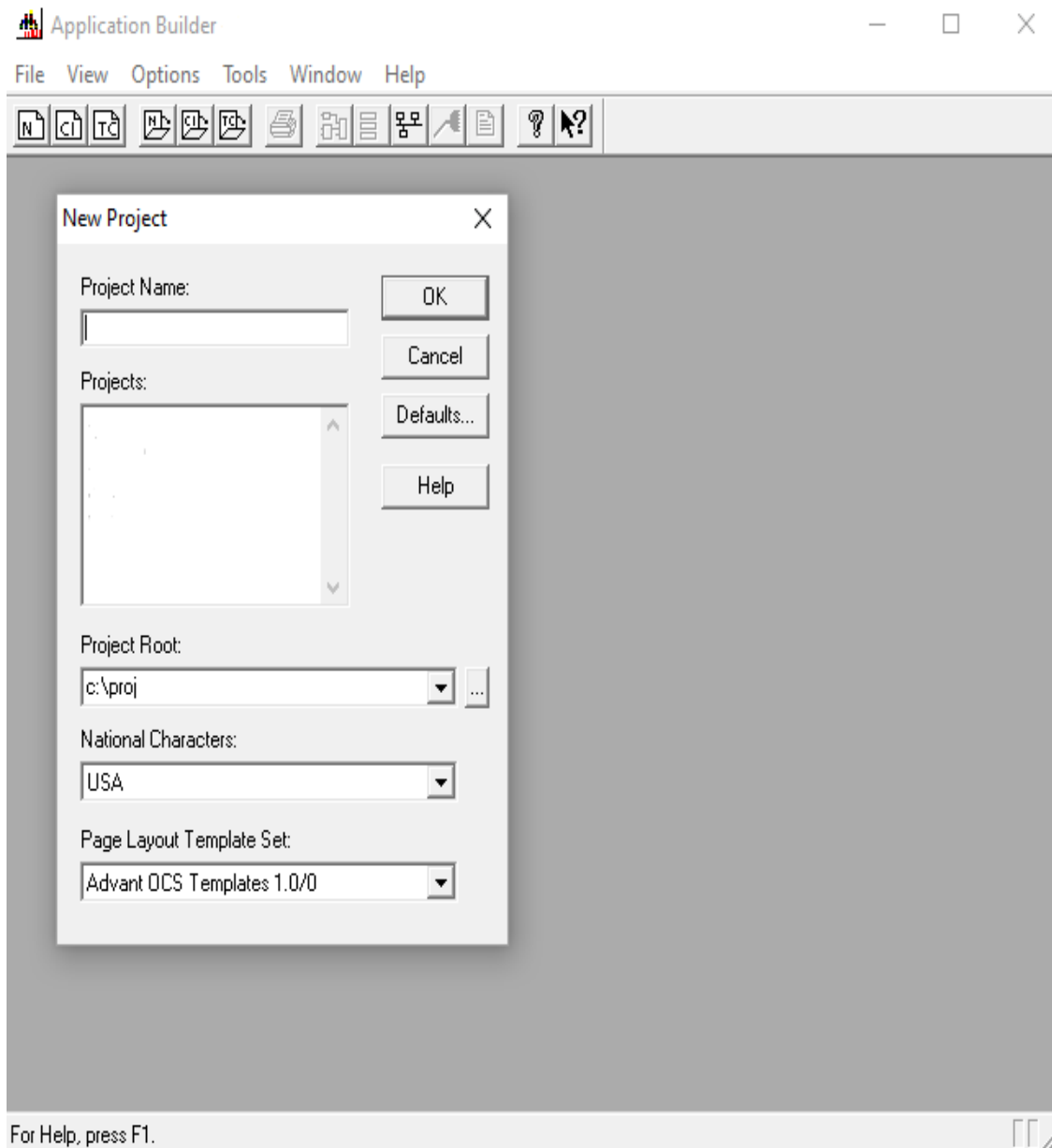


Figure IV.14 : Création un nouveau projet.

Exemple d'un programme PC

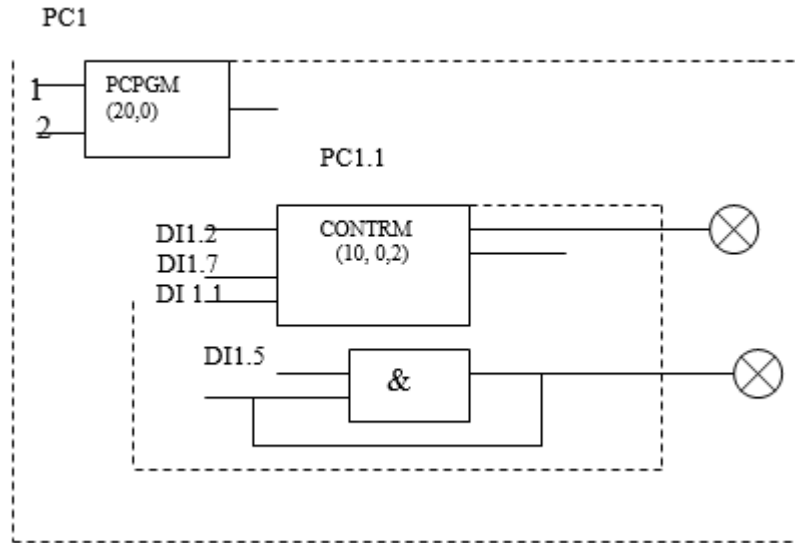


Figure IV.17 : Exemple d'un programme PC.

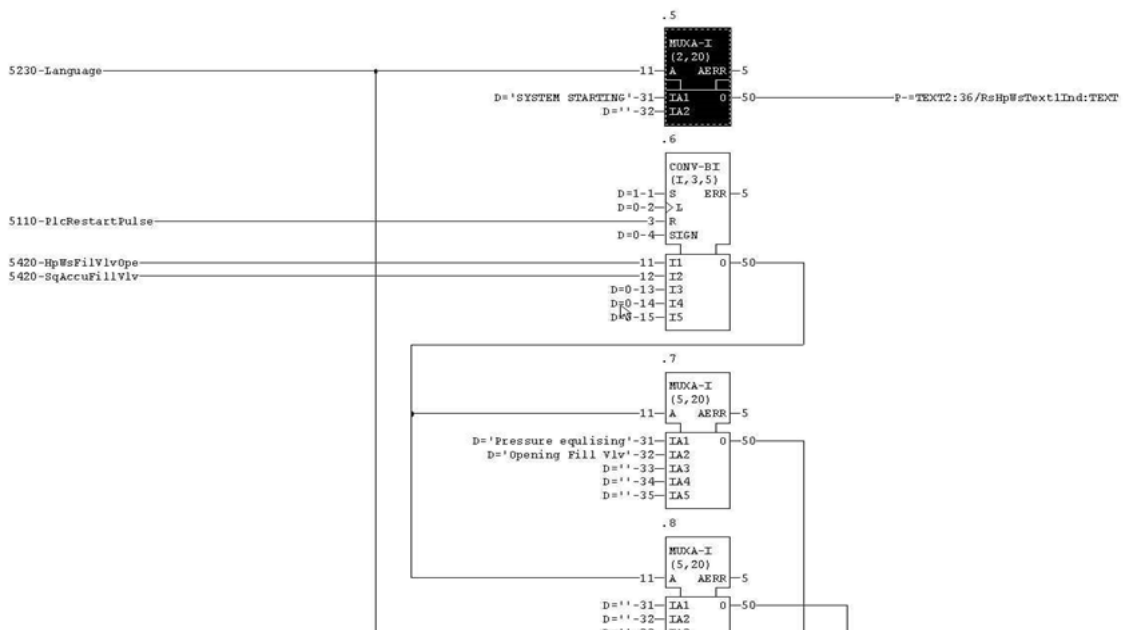


Figure IV.18 : Exemple d'un programme PC.

❖ **RELATION ENTRE DB ET PC :**

Les programmes **PC** utilisent la base de données **DB** pour lire et écrire vers les E/S effectue les actions de contrôle des fonctions de Processus. La base de données à un

double rôle, le stockage et le transfert des données, toutes communications passent par la **DB**.

❖ **CONNEXION DES ENTREES ET DES SORTIES DU PC ELEMENT :**

Tableau IV.1: différent type d'entrée et sortie.

Désignation	Type de données
I	Entier, 16 bits.
IL	Entier, 32 bits.
R	Nombre réel.
B	Booléen.
T	Temps.
TG	Temps, représentation réelle.
G	Groupe de données.
A	Tableau.

Les entrées et sorties ne peuvent être interconnectées que si elles sont de même type .si par exemple, une entrée de type I doit être connectée avec une entrée de type R, un code de conversion d'éléments ; par exemple CONV (I, R), doit être inséré dans le chemin de données.

The screenshot shows the HMI software interface with a table of input data. The table has the following columns: Item Designation, Instance Name, Attr., Callname, and Address. The data is as follows:

Item Designation	Instance Name	Attr.	Callname	Address
DI800_1.1	selecteur-on-o-off		DIS810	
DI800_1.2	boutonarreturgence		DIS810	
DI800_1.3	boutonpupitrebloque		DIS810	
DI800_1.4	boutonpupitreaneoff		DIS810	
DI800_1.5	bouton_pup_crane_on		DIS810	
DI800_1.6	crhmanetteposi0Lev		DIS810	
DI800_1.7	crhmanetteposi1levag		DIS810	
DI800_1.8	crhmanetteposi2levag		DIS810	
DI800_1.9	crhmanettpos1descend		DIS810	
DI800_1.10	crhmanettpos2descend		DIS810	
DI800_1.11	crtmanettpos0transl		DIS810	
DI800_1.12	Contact_Aux_M		DIS810	
DI800_1.13	contactauxiliaireH		DIS810	
DI800_1.14	FC_surcourse_HAUT		DIS810	
DI800_1.15	relaissurcharge0L		DIS810	
DI800_1.16	relaissurcharge10L		DIS810	
DI800_2.1	relaissurcharge20L		DIS810	
DI800_2.2	1NVRcaufreinEmcaque		DIS810	
DI800_2.3	2NVRcaauxfreinelectr		DIS810	
DI800_2.4	FCHfincourshaut		DIS810	
DI800_2.5	Contact_Aux_L		DIS810	
DI800_2.6	FCBfincoursbas		DIS810	
DI800_2.7	2B_BPfrein_Mec		DIS810	
DI800_2.8	1Acotauxiliaire_lev		DIS810	
DI800_2.9	2Acotauxiliaire_lev		DIS810	
DI800_2.10	3Acotauxiliaire_lev		DIS810	
DI800_2.11	EBcontauxiliaire		DIS810	
DI800_2.12	crtmanettepo0transla		DIS810	
DI800_2.13	crtpo1marchlentavant		DIS810	
DI800_2.14	crtp2marchrapidavant		DIS810	
DI800_2.15	crtp1marchlentARRIER		DIS810	
DI800_2.16	crtp2marchrapidARRIER		DIS810	
DI800_3.1	LSavfincours		DIS810	
DI800_3.2	LSarfincours		DIS810	
DI800_3.3	1Fcontauxiliaire		DIS810	
DI800_3.4	SDcontactfermee		DIS810	
DI800_3.5	CLcontactauxiembraya		DIS810	

Figure IV.19 : base de donner d'entrée.

❖ **Programme Logigramme :**

Nous avons entamé la programmation avec le langage AMPL d'automate ABB de type AC450 en utilisation plusieurs porte logique comme AND, OR, comparateur...etc. Alors notre programme se compose une seule pc éléments : PC1.

Le programme PC1 :

Qui contient un Programme de commande et surveillance de pont dépileur ;

Ce programme surveille les conditions de marche de pont.

❖ Schéma électrique :

Les figures ci-dessous représentent les schémas électrique de la partie commande du système étudié (le pont dépileur) :

- La partie d'alimentation :

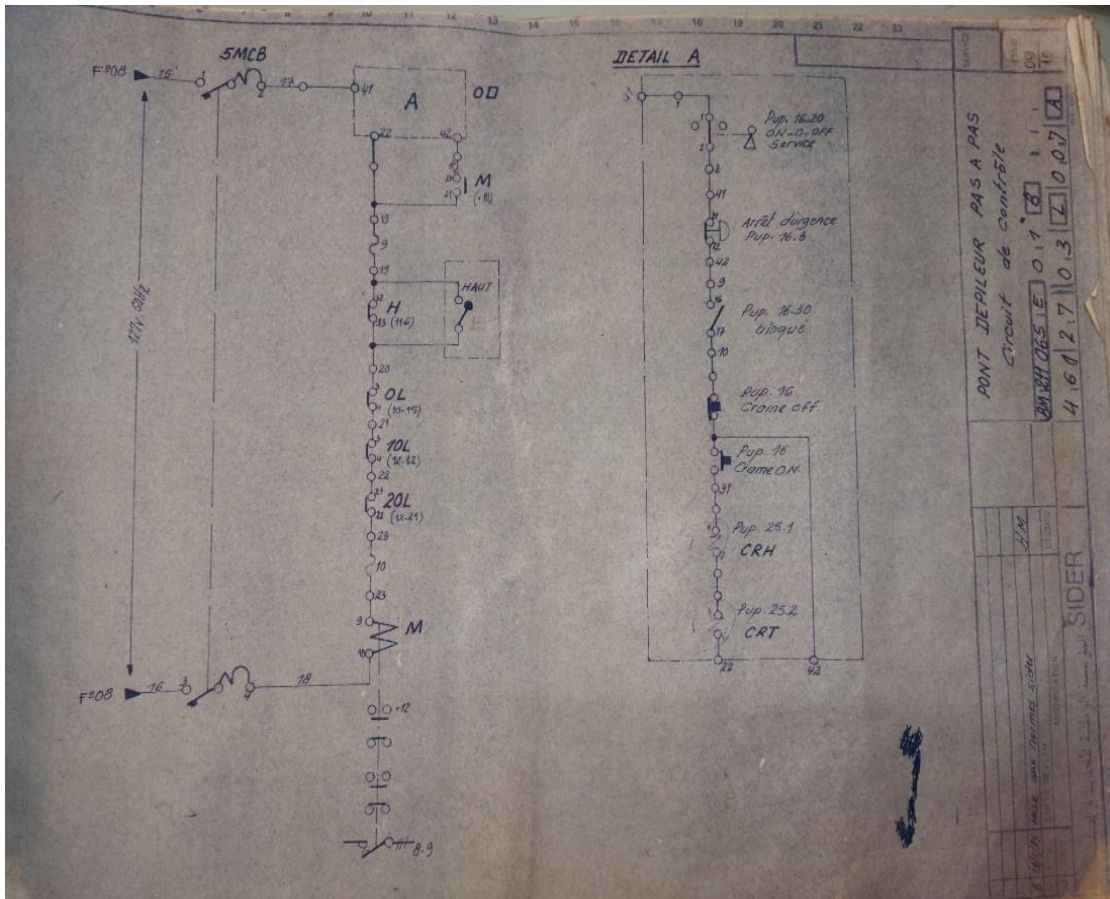


Figure IV.20 : Schéma électrique de la partie d'alimentation.

➤ La partie de translation :

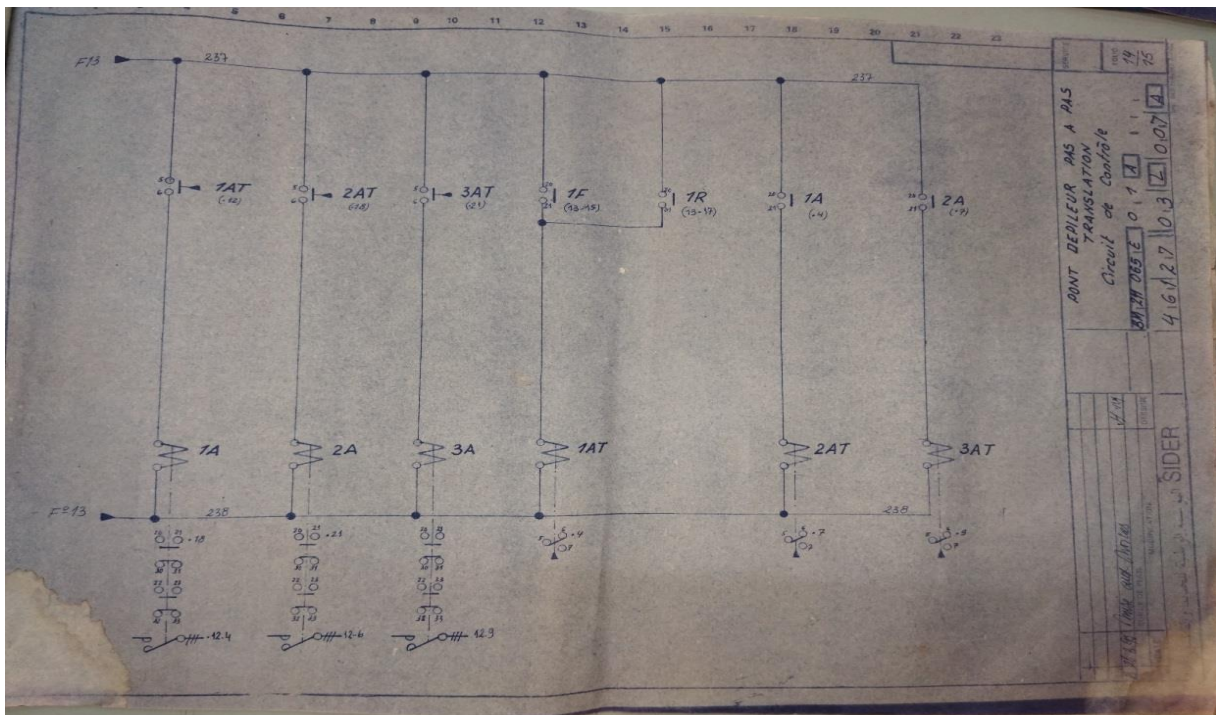
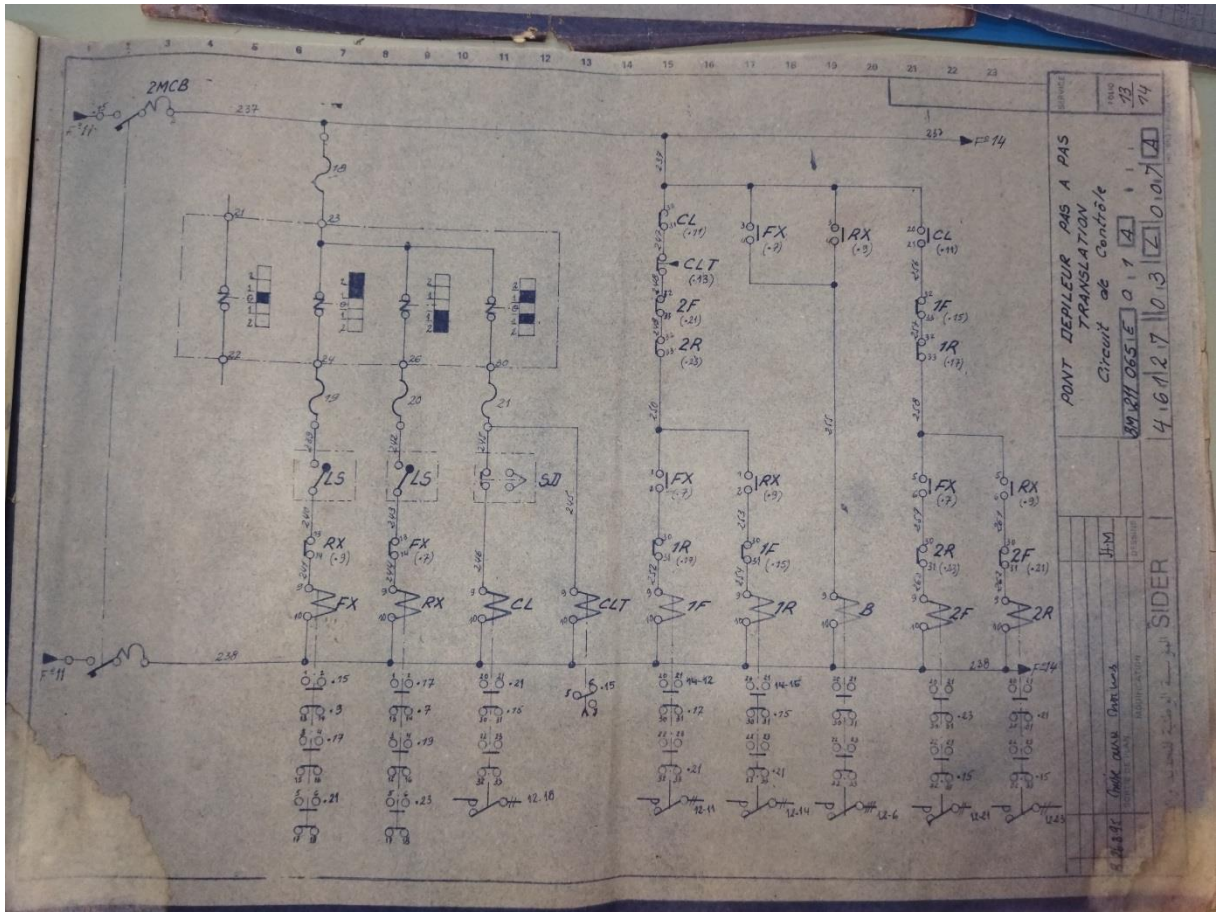


Figure IV.22 : Schéma électrique la partie de translation.

➤ La partie d'électroaimant :

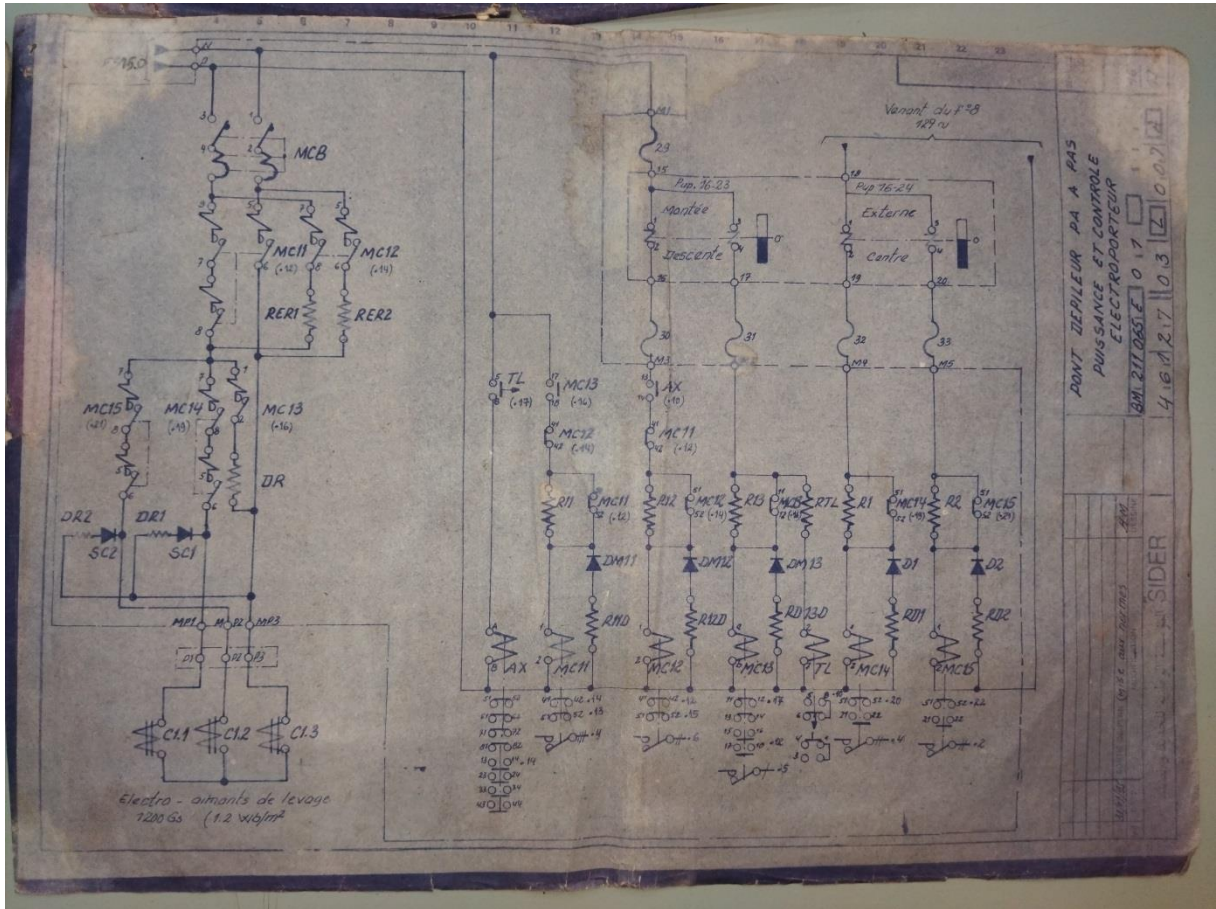


Figure IV.23 : Schéma électrique la partie d'électroaimant.

Après l'analyse de la partie commande dans le schéma électrique (les autres schémas électrique en annexe) on réalise le cahier de charge.

IV.2.4. Cahier de charge :

IV.2.4.1. Partie d'alimentation :

Condition de contacteur M :

- ✓ 2OL : contact fermée (relais thermique) en charge de moteur IM de translation secours.
- ✓ 1OL : contact fermée (relais thermique) de moteur IM de translation principale.
- ✓ OL : contact fermée (relais thermique) en charge de moteur de levage.
- ✓ H : contact fermée de levage pour la manette.
- ✓ HAUT (FCH) : contact ouvert (fin de course) maintien de contacteur de levage pour la manette.

- ✓ Maintient (contact ouvert) de contacteur M.
- ✓ Sélecteur (contact fermée) de service (on-o-off).
- ✓ Bouton (contact fermée) d'arrêt d'urgence.
- ✓ Bouton sur pupitre (contact ouvert) bloqué.
- ✓ Bouton (contact fermée) crame OFF.
- ✓ Bouton (contact ouvert) sur pupitre crame ON.
- ✓ CRH manette de (haut levage) sur pupitre en position 'o'.
- ✓ CRT manette de (translation) sur pupitre en position 'o'.
- ✓ Maintient (contact ouvert) de contacteur M.

IV.2.4.2. Partie de levage :

Levage marche lente H :

- ✓ 1NVR : présence d'alimentation continue de frein mécanique.
- ✓ 2NVR : présence d'alimentation continue de frein électrique.
- ✓ Manette en position montée 1ere vitesse.
- ✓ FCH Fin de course haut.
- ✓ L : Verrouillage électrique avec la descente.

Levage marche rapide : H+ (1A, 2A, 3A, 4A) :

- ✓ 1NVR : présence d'alimentation continue de frein mécanique.
- ✓ 2NVR : présence d'alimentation continue de frein électrique.
- ✓ Manette en position montée 2ere vitesse.
- ✓ FCH Fin de course haut.
- ✓ L : Verrouillage électrique avec la descente.

Descente marche lente L :

- ✓ 1NVR : présence d'alimentation continue de frein mécanique.
- ✓ 2NVR : présence d'alimentation continue de frein électrique.
- ✓ Manette en position montée 1ere vitesse.
- ✓ BAS : fin de course.
- ✓ H : Verrouillage électrique avec la montée.

Descente marche rapide L+1A, 2A, 3A, 4A :

- ✓ 1NVR : présence d'alimentation continue de frein mécanique.
- ✓ 2NVR : présence d'alimentation continue de frein électrique.
- ✓ Manette en position montée 2ere vitesse.

Freinage mécanique 1B

- ✓ 2B : Pas de freinage électrique.
- ✓ Commande montée 'H' ou bien commande descente 'L'.

Freinage électrique 'EB' :

- ✓ Manette position zéro '0'.
- ✓ Intervention juste coupure la commande descente L de quelques secondes 5S.

IV.2.4.3. Translation :

Translation normale 1F :

Marche Avant 1F :

- ✓ CL : Pas d'embrayage secours.
- ✓ 2F : pas de commande avant secours.
- ✓ 2R : pas de commande arrière secours.
- ✓ Manette commande avant.
- ✓ 1R : Verrouillage de la commande arrière.
- ✓ Pas de fin de course limite avant.

Marche Arrière 1R :

- ✓ CL : Pas d'embrayage secours.
- ✓ 2F : pas de commande avant secours.
- ✓ 2R : pas de commande arrière secours.
- ✓ Manette commande arrière.
- ✓ LS : Verrouillage électrique de la commande avant '1F'.
- ✓ Pas de fin de course limite arrière.

Translation secours :

Marche avant 2F :

- ✓ Embrayage 'CL'.
- ✓ 1F : pas de commande avant normal.
- ✓ 1R : pas de commande arrière normal.
- ✓ LS : Pas de fin course limite avant.
- ✓ 2R : Verrouillage électrique de la commande secours arrière.

Marche arrière 2R :

- ✓ Embrayage 'CL'.
- ✓ 1F : pas de commande avant normal.
- ✓ 1R : pas de commande arrière normal.
- ✓ LS : Pas de fin course limite arrière.
- ✓ 2F : Verrouillage électrique de la commande secours avant.

Commande frein mécanique 'B'

- ✓ Commande avant : 1F ou bien 2F.
- ✓ Commande arrière : 1R ou bien 2R.

Translation vitesse rapide 1A ,2A ,3A :

Marche vitesse 1A :

- ✓ CL : Pas d'embrayage secours.
- ✓ 2F : pas de commande avant secours.
- ✓ 2R : pas de commande arrière secours.
- ✓ Manette commande avant en 2eme vitesse avant ou bien arrière.

Marche vitesse 2A et 3A.

- ✓ CL : Pas d'embrayage secours.
- ✓ 2F : pas de commande avant secours.
- ✓ 2R : pas de commande arrière secours.
- ✓ Manette commande avant en 2eme vitesse avant ou bien arrière.

IV.2.4.4. Electroaimant :

- ✓ Sélecteur d'aspiration (**Lift**).
- ✓ Sélecteur dégagement (**Drop**).

Aimantation de la descente MC11 :

- ✓ Commande descente.
- ✓ Pas de commande monte.

Aimantation de la descente MC12 :

- ✓ Commande monte.
- ✓ Pas de commande descente.

Choix aiment centre MC15 :

- ✓ Sélecteur de choix centre.

Choix aiment extrême MC14 :

- ✓ Sélecteur de choix extrême.

IV.2.4.5. Signalisation et alarme :

- ✓ **NVR3** : contact principale de signalisation.
- ✓ **LR** : lampe rouge.
- ✓ **AL** : alarme sonore.
- ✓ **Sélecteur de secour**

IV.2.5. Les Entrées et Sorties :

Les entrées sorties est données dans les tableaux ci-dessous :

Tableau IV.2: Partie d'alimentation.

Entrée	Sortie
Sélecteur (on-o-off)	M (contacteur principale d'alimentation)
Bouton d'arrêt d'urgence fermée	
Bouton de pupitre bloque ouvert	
Bouton de pupitre crame off	
Bouton crame on	
Crh fermée de la manette en position zero'o'	
Contact auxiliaire M	
Contact auxiliaire H fermée	
Fin de sur course ouvert (HAUT)	
Relais de surcharge fermée OL	
Relais de surcharge fermée 1OL	
Relais de surcharge fermée 2OL	

Tableau IV.3 : Partie de levage

Entrée	Sortie
1NVR Contacte d'alimentation auxiliaire ouvert de frein mécanique	H Bobine d'excitation de commande monte
2NVR Contacte d'alimentation auxiliaire ouvert de frein électrique.	L Bobine d'excitation de bas
FCH fin de course fermée haut	LX bobine d'excitation de commande descente
L contacte fermée auxiliaire bas	1B Bobine d'excitation de frein mécanique
FCB Contact fermée de fin de cours bas	EB Bobine d'excitation de frein électrique
2B contacte auxiliaire de frein	2B commande freinage mécanique par opérateur
1A Contacte auxiliaire levage	1A Commande de levage de vitesse
2A Contacte auxiliaire levage	2A Commande de levage de vitesse
3A Contacte auxiliaire levage	3A Commande de levage de vitesse
EB Contacte auxiliaire	4A Commande de levage de vitesse
4A contact auxiliaire levage	

Tableau IV.4 : Partie de translation.

Entrée	Sortie
Crt fermée de la manette en position zero '0' de translation	1F de commande translation avant
Crt fermée de la manette en position '1' de marche lent avant	1R de commande translation arrière
Crt fermée de la manette en position '2' de marche rapide avant	CL commande embrayage
Crt fermée de la manette en position '1' de marche lent arrière	2F Commande secourt avant
Crt fermée de la manette en position '2' de marche rapide arrière	2R Commande secourt arrière
LS(avant) contact ouvert de fin de course	B commande frein mécanique
LS(arrière) contact ouvert de fin de course	1A ₂ Commande vitesse de translation
1F Contacte auxiliaire	
SD Contact fermée	
CL Contacte auxiliaire de l'embrayage	
2F Contacte auxiliaire	
2R Contacte auxiliaire	
1A Contacte auxiliaire translation	
2A Contacte auxiliaire translation	
3A Contacte auxiliaire translation	
Manette commande avant	
Manette commande arrière	

Tableau IV.5 : Partie d'électroaimant.

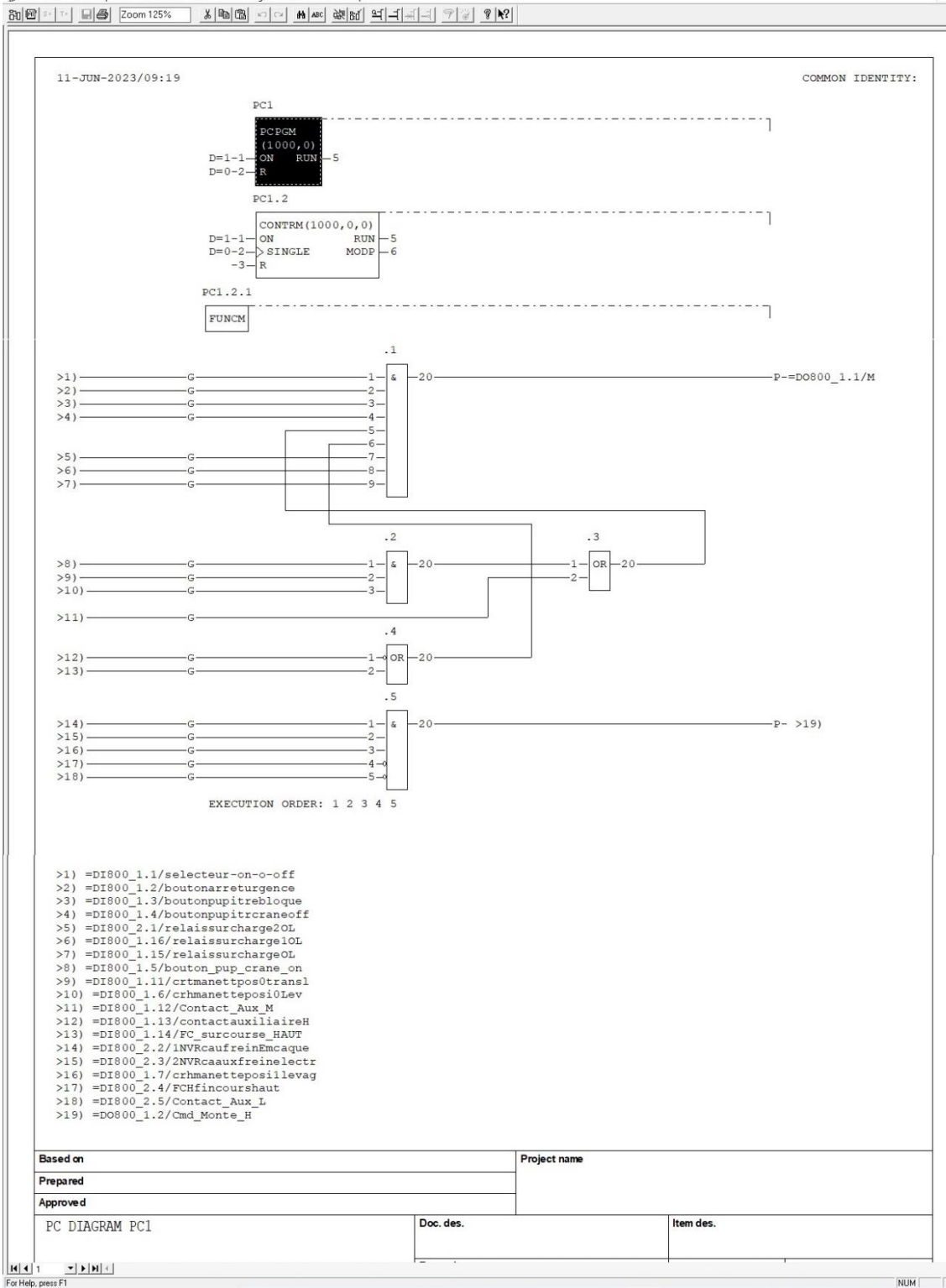
Entrée	Sortie
la manette montée	MC11
la manette descente	MC12
Sélecteur de choix Centre	MC14
Sélecteur de choix extrême	MC13
Sélecteur de choix extrême	MC15

MC13 alimentation descente toujours excitée dans la partie puissance en sélection centre ou extrême.

IV.2.5.1. Réalisation de programme :

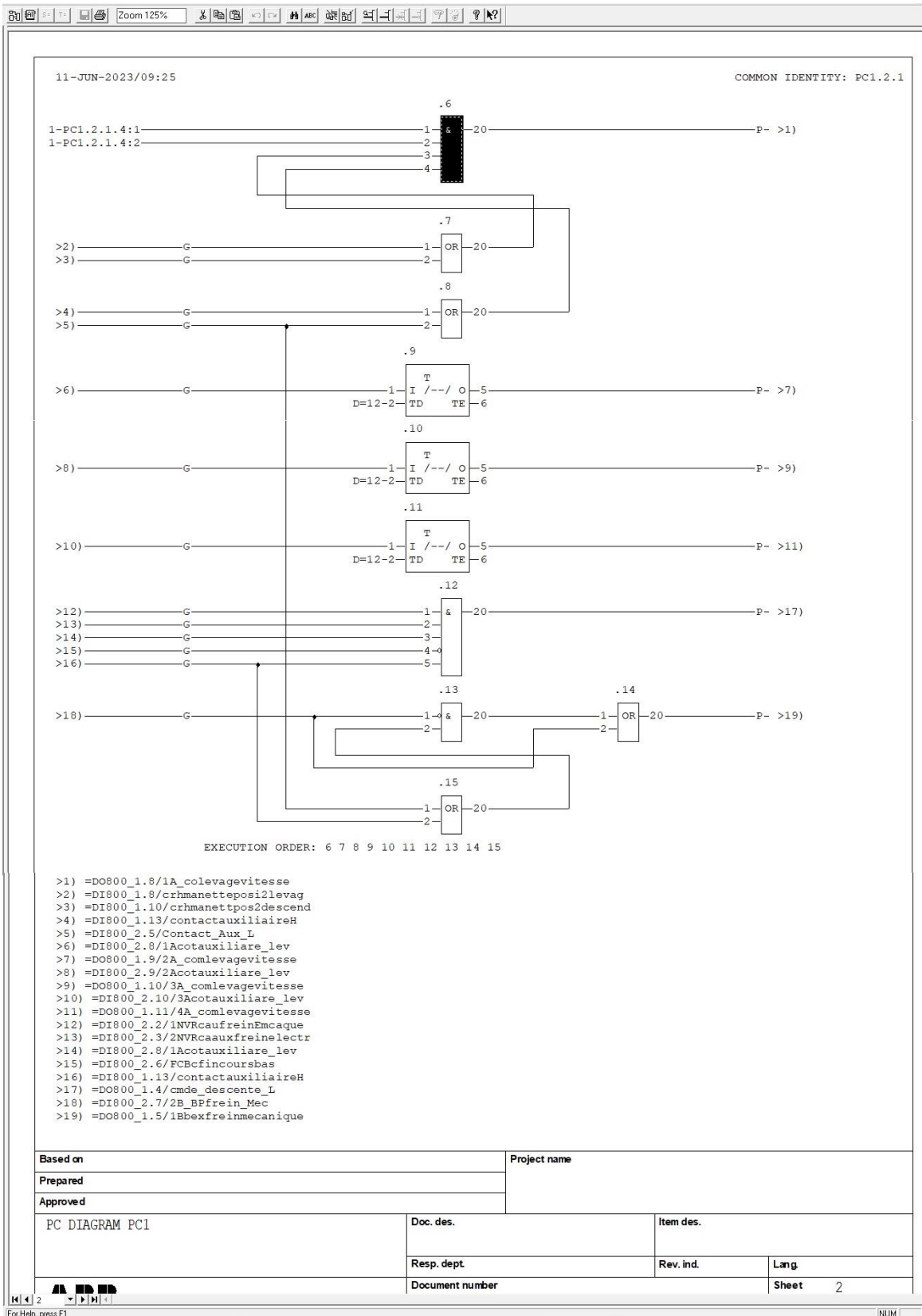
Vue la taille énorme du programme, on mettra ici quelque partie de programmation. Les programmes sont présentés dans les parties suivantes :

➤ Programmation de partie d'alimentation :



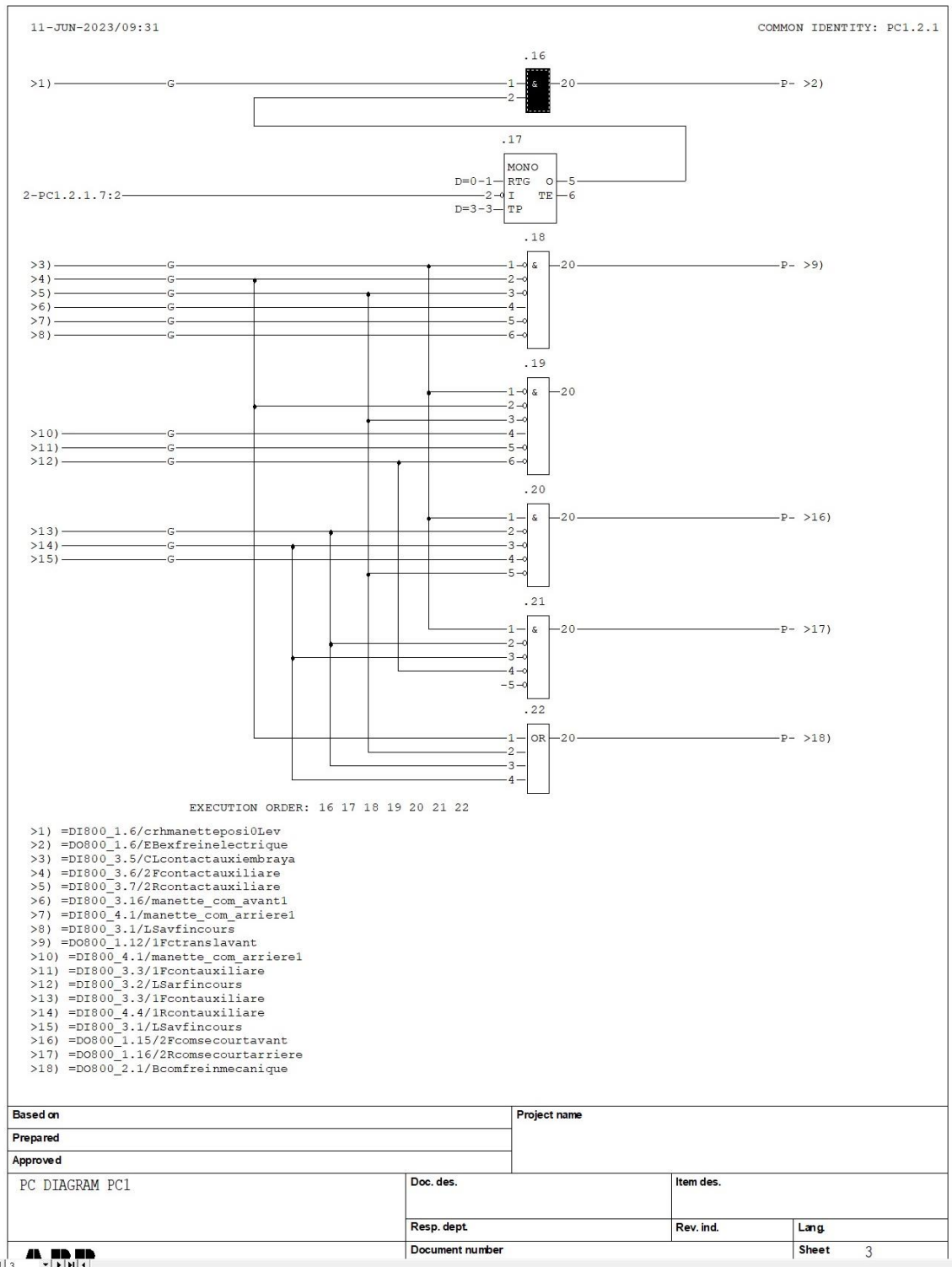
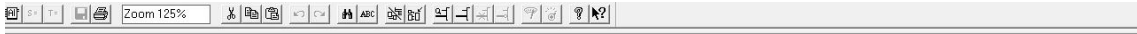
- Programmation de la parité de levage :

Chapitre IV: programmation et automatisation par AC 450 plus supervision par HMI

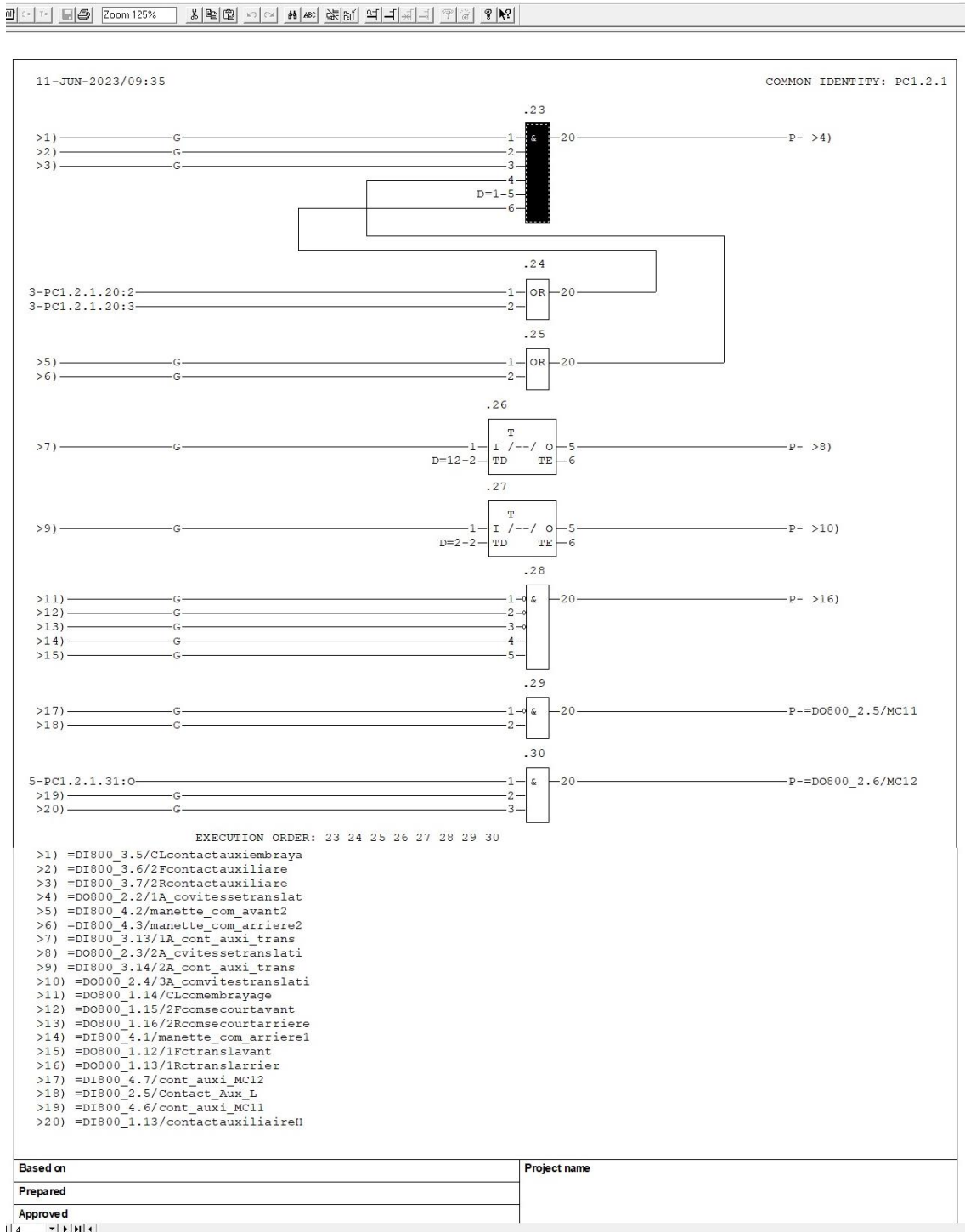


➤ Programmation de partie de translation :

Chapitre IV: programmation et automatisation par AC 450 plus supervision par HMI

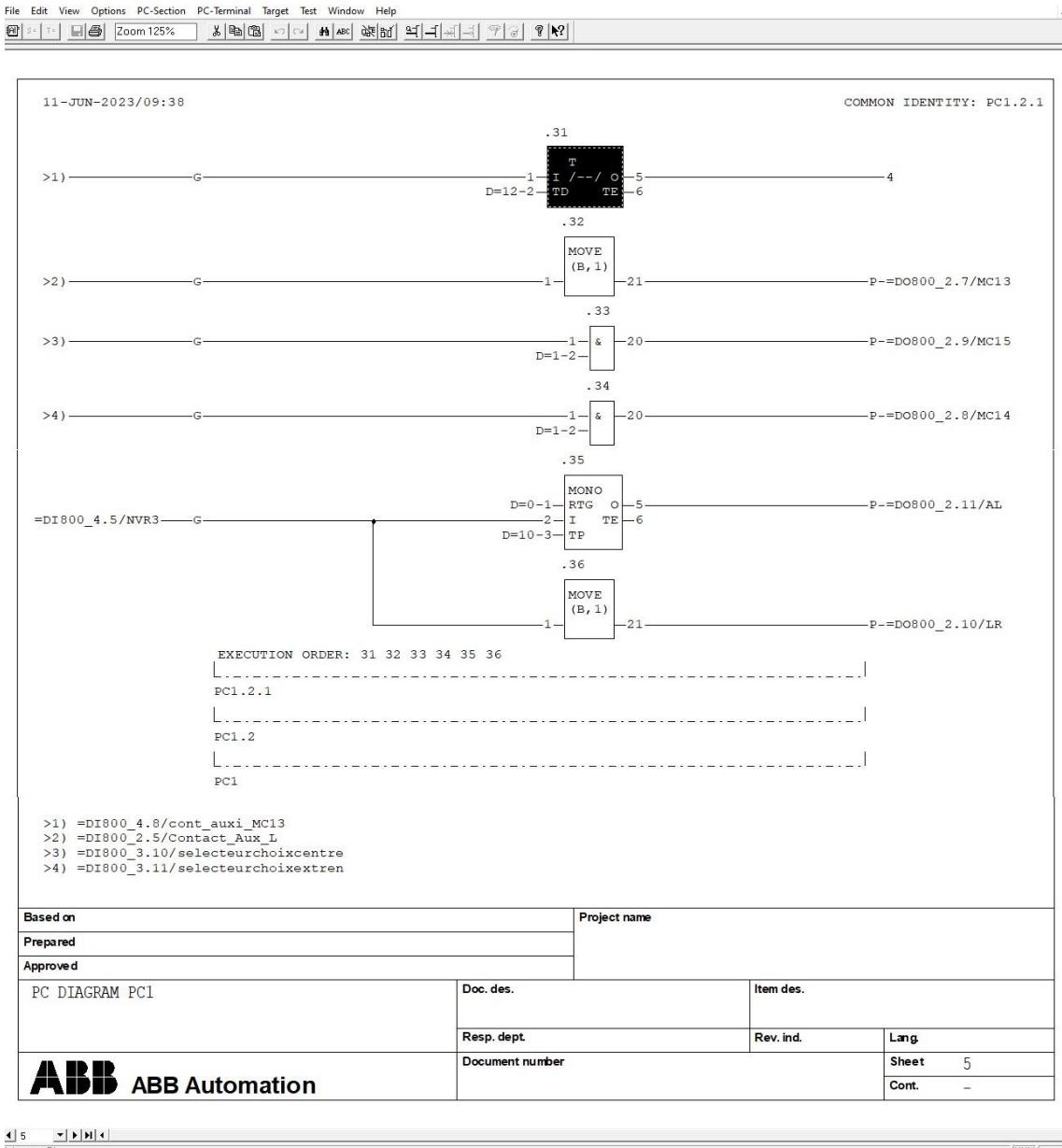


Chapitre IV: programmation et automatisation par AC 450 plus supervision par HMI



Chapitre IV: programmation et automatisation par AC 450 plus supervision par HMI

➤ Programmation de la partie l'électroaimant :



IV.2.6. Visualisation HMI :

Après la programmation par le langage AMPL sur l'automate AC450 et la réussite du fonctionnement.

Nous avons entamé la mise en place d'une station de supervision de pont dépileur (la description de cette station est détaillé dans le chapitre 2, paragraphe II.3.1) à l'aide d'un HMI, par le logiciel de supervision « ADVACOMMAND », cela nécessite une création des vues d'exploitation qui se termine par la configuration avec l'automate AC450.

IV.2.6.1. Création des vues d'exploitation HMI :

En premier en va choisir le mode de configuration sur le système de supervision comme suit :

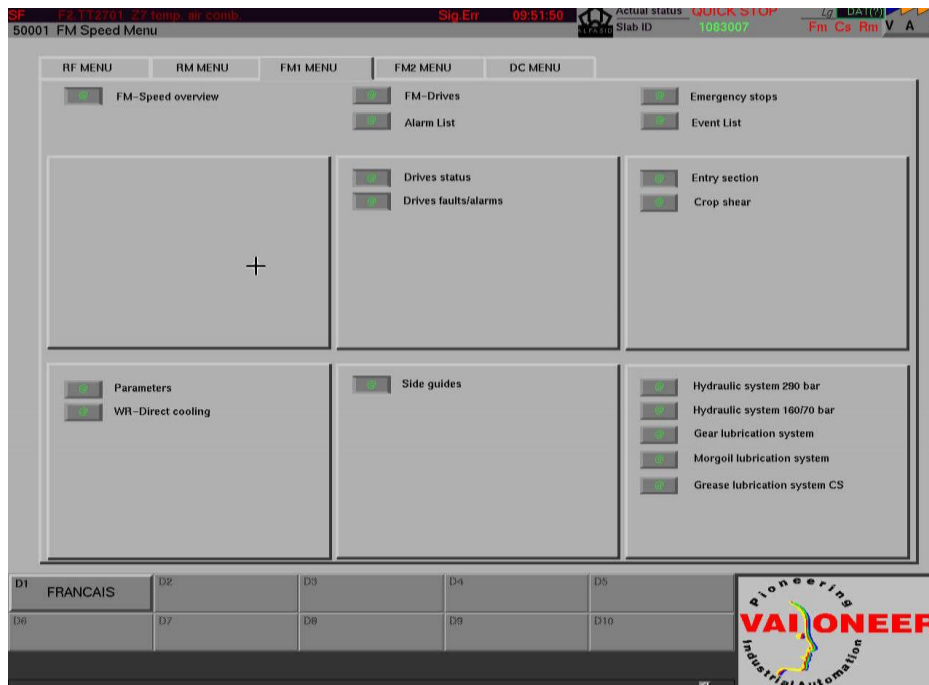


Figure IV.24 : fenêtre de système de supervision.

A- Etape de création des vues :

- 1- Sur l'HMI en click sur bouton poussoir droite en va sur le mode configuration.

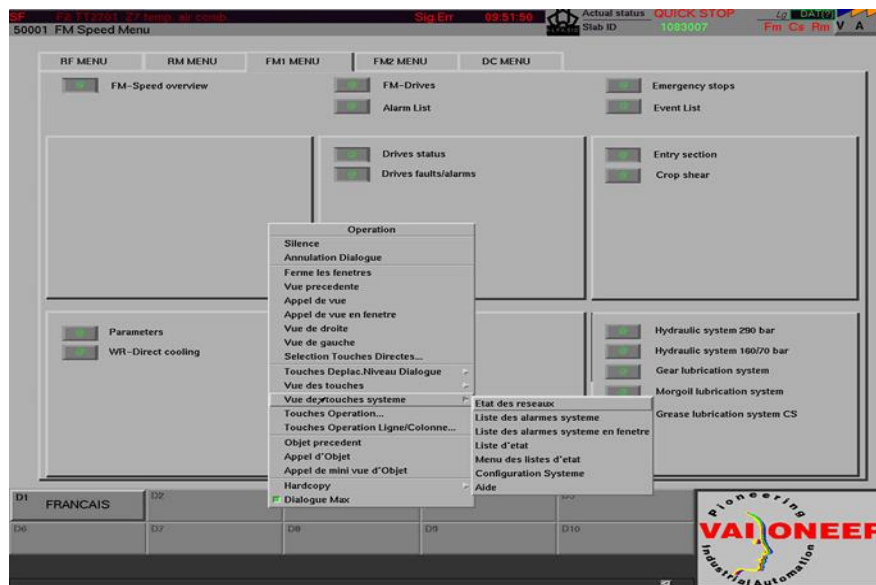


Figure IV.25 : le mode de configuration.

2- Sélectionner adava command



Figure IV.26 : fenêtre de configuration de système.

3- Ouvrir une nouvelle vue sur le display builder

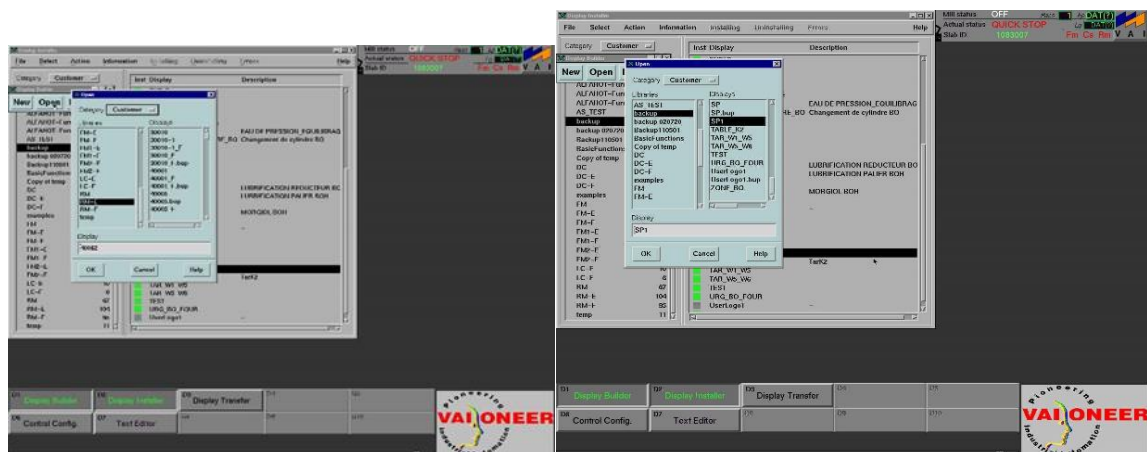


Figure IV.27 : création du display builder.

- 4- Création des points statiques et dynamiques (base de données) sur la nouvelle vue et sauvegarde des modifications

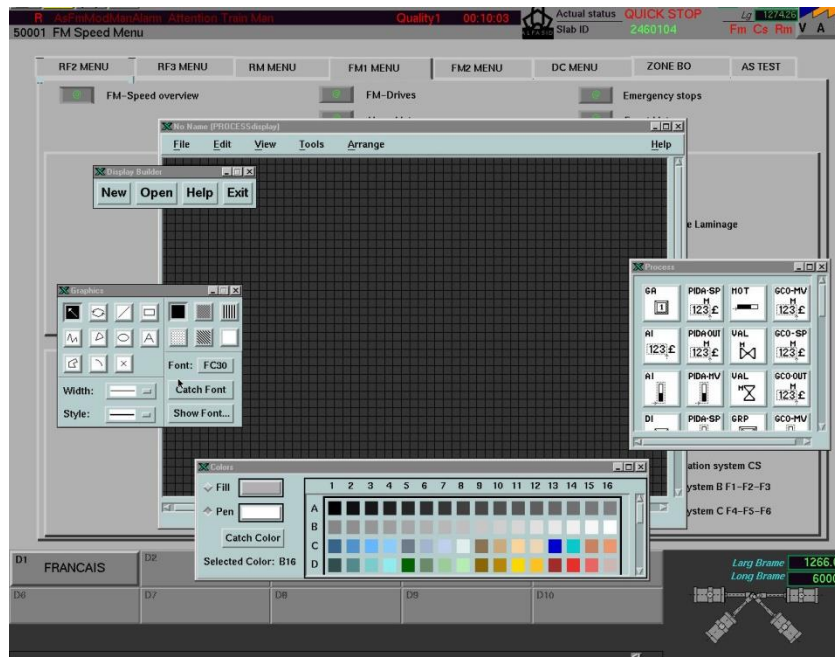


Figure IV.28 : représentation des points statiques et dynamiques

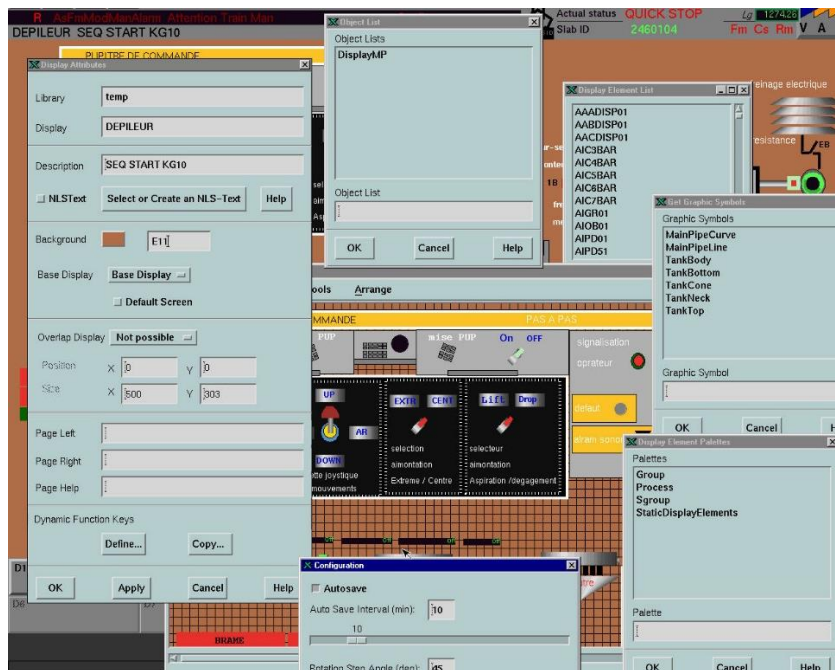


Figure IV.29 : paramètre de point statique et dynamique

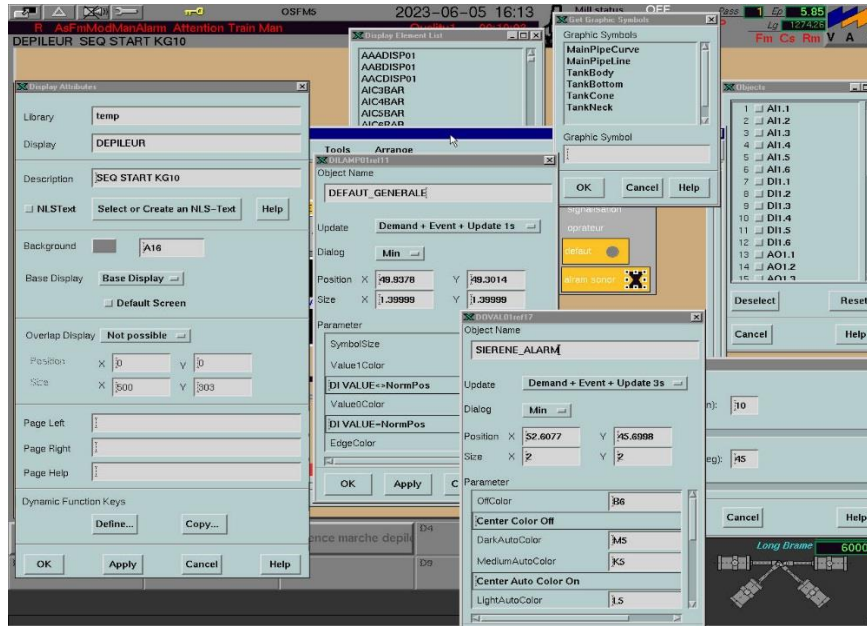


Figure IV.30 : paramètre de pont statique et dynamique.

5- Installation de la nouvelle vue avec l'outil display installer

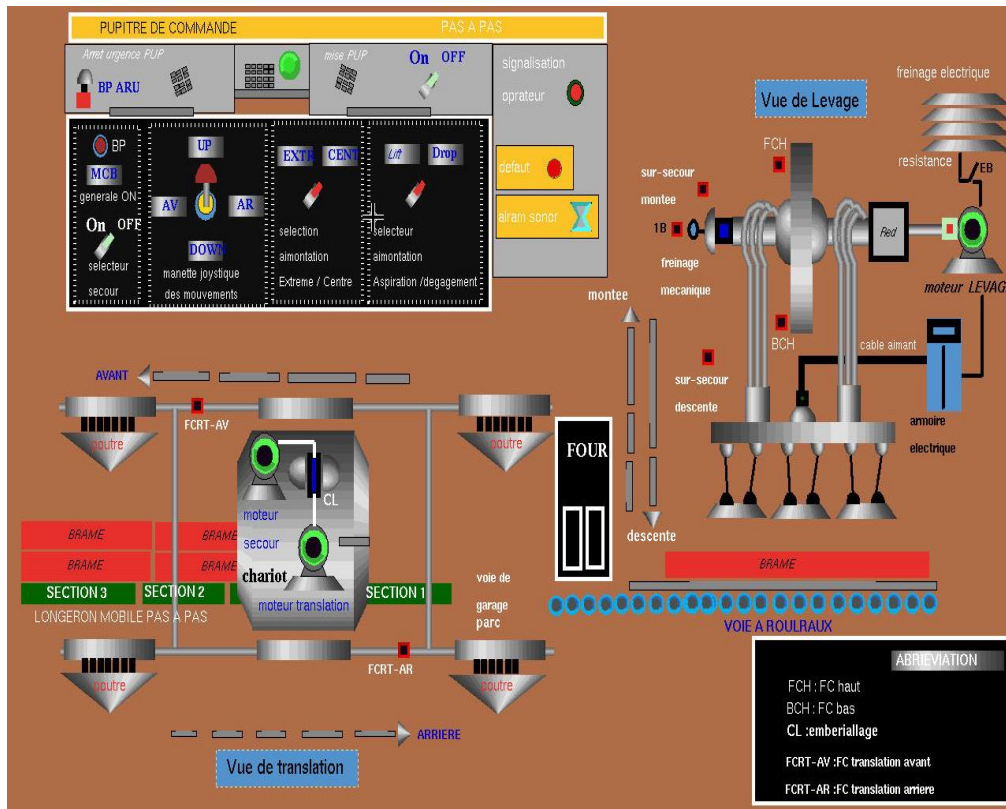


Figure IV.31 : vue globale en arret.

IV.2.6.2. Interface graphique opératoire :

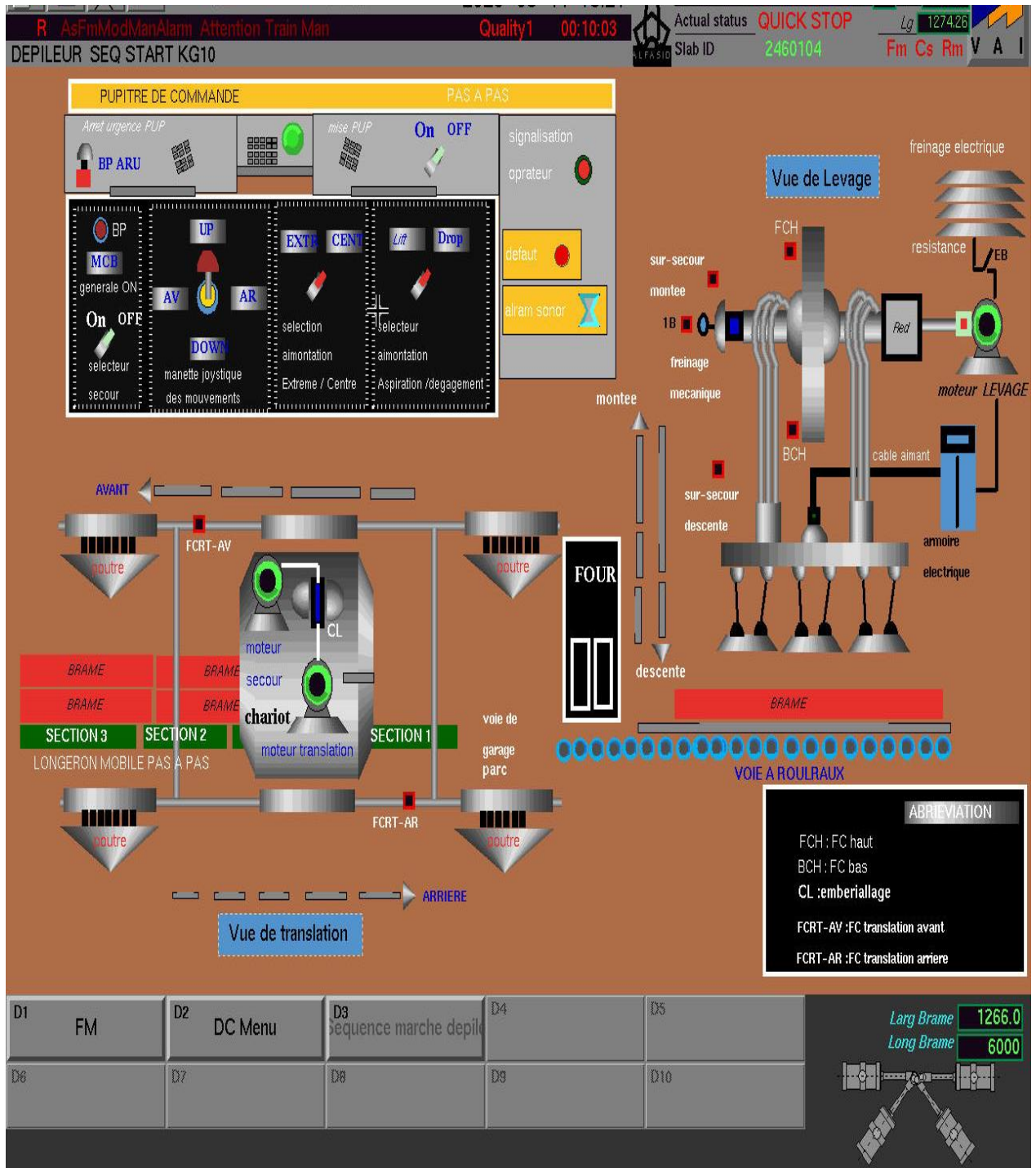


Figure IV.32 : Vue globale de processus.

IV.3. Conclusion :

Dans ce chapitre pratique, nous avons abordé les étapes de la réalisation d'un programme de contrôle pour l'automate programmable industrielle AC 450 d'ABB. De plus, nous avons réalisé une interface permettant le contrôle et la surveillance du pont, mettant en évidence les différentes opérations logiques impliquées dans le processus de programmation et de contrôle. Avec cette application pratique, nous avons intégré les connaissances théoriques et les données disponibles pour contribuer au processus de rénovation et de mise à jour de l'unité de laminage à chaud (LAC).

Conclusion générale

Notre projet a été mené en grande partie au sein de l'entreprise Sider El Hadjar (unité LAC) à Annaba. Il a pour but d'élaborer une automatisation de pont roulant (pont dépileur) de laminoir à chaud.

Durant ce travail de mémoire et à l'aide d'un stage de fin d'études au sein de l'entreprise Sider El Hadjar (unité LAC), nous avons pu acquérir une expérience, une compréhension adéquate en automatisation des systèmes industriels et apprendre des notions sur le fonctionnement de pont roulant (pont dépileur)

Dans ce travail de mémoire, nous nous intéressons à la commande et l'automatisation d'un pont roulant (pont dépileur) de laminoir à chaud en utilisant l'automate ABB (AC 450) et HMI typique de l'ABB.

Cet automate nous permet dans un futur proche d'aller plus loin et de faire même la supervision de ce système où l'opérateur peut conduire le procédé à partir des représentations graphiques interactives et l'ingénieur peut faire des travaux de maintenance et de développement du système en utilisant des logiciels informatiques.

La bonne planification des tâches, le bon choix du matériel, la bonne collaboration du groupe sont la base de tout travail de qualité, et qui forgent sans doute des hommes de profession qui peuvent affronter toutes les difficultés dans la vie professionnelle.

Pour résoudre d'autres problèmes et contribuer au processus de rénovation de pont et à l'augmentation de la durée de vie des moteurs et préserver la mécanique, et optimiser la consommation de l'énergie électrique je vous propose des variateurs de vitesse pour les moteurs du levage et de la translation.

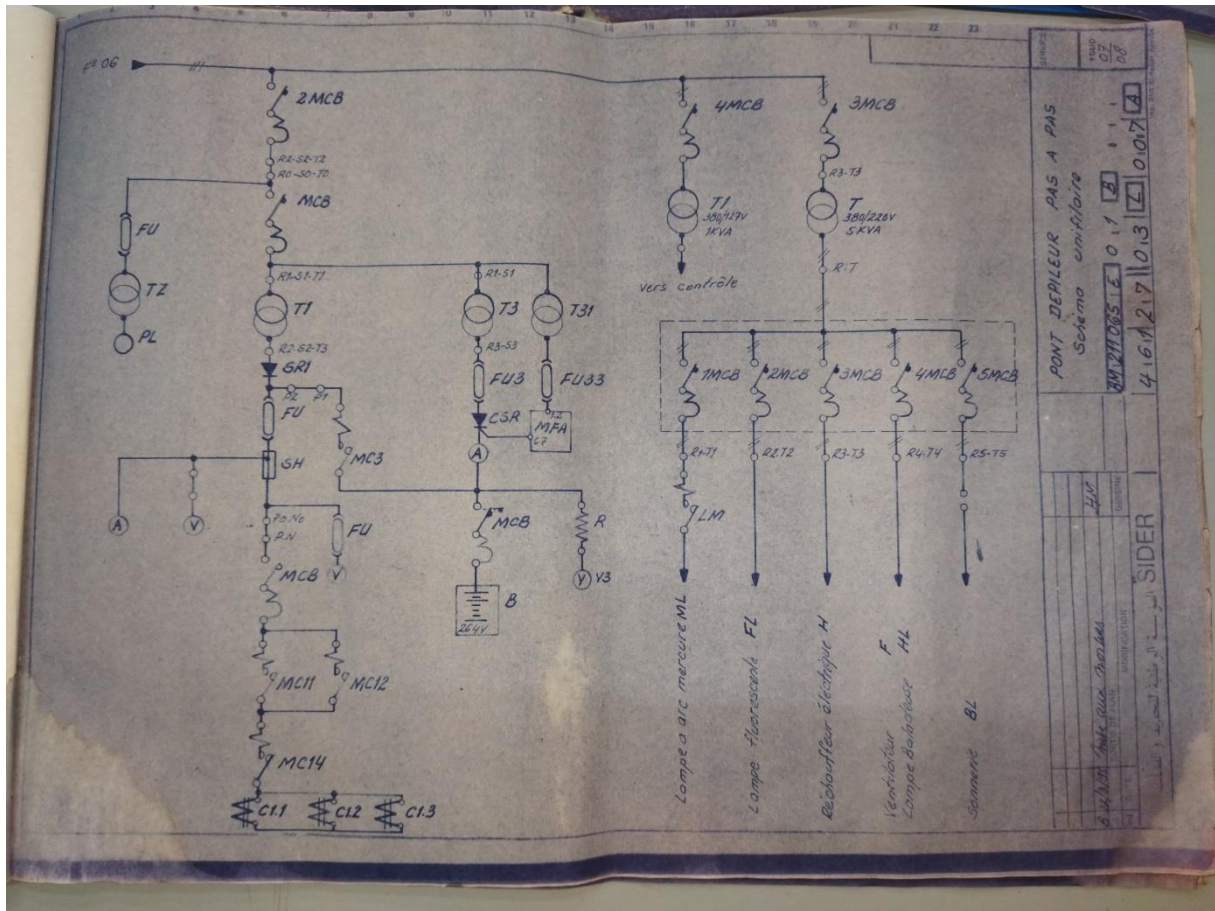
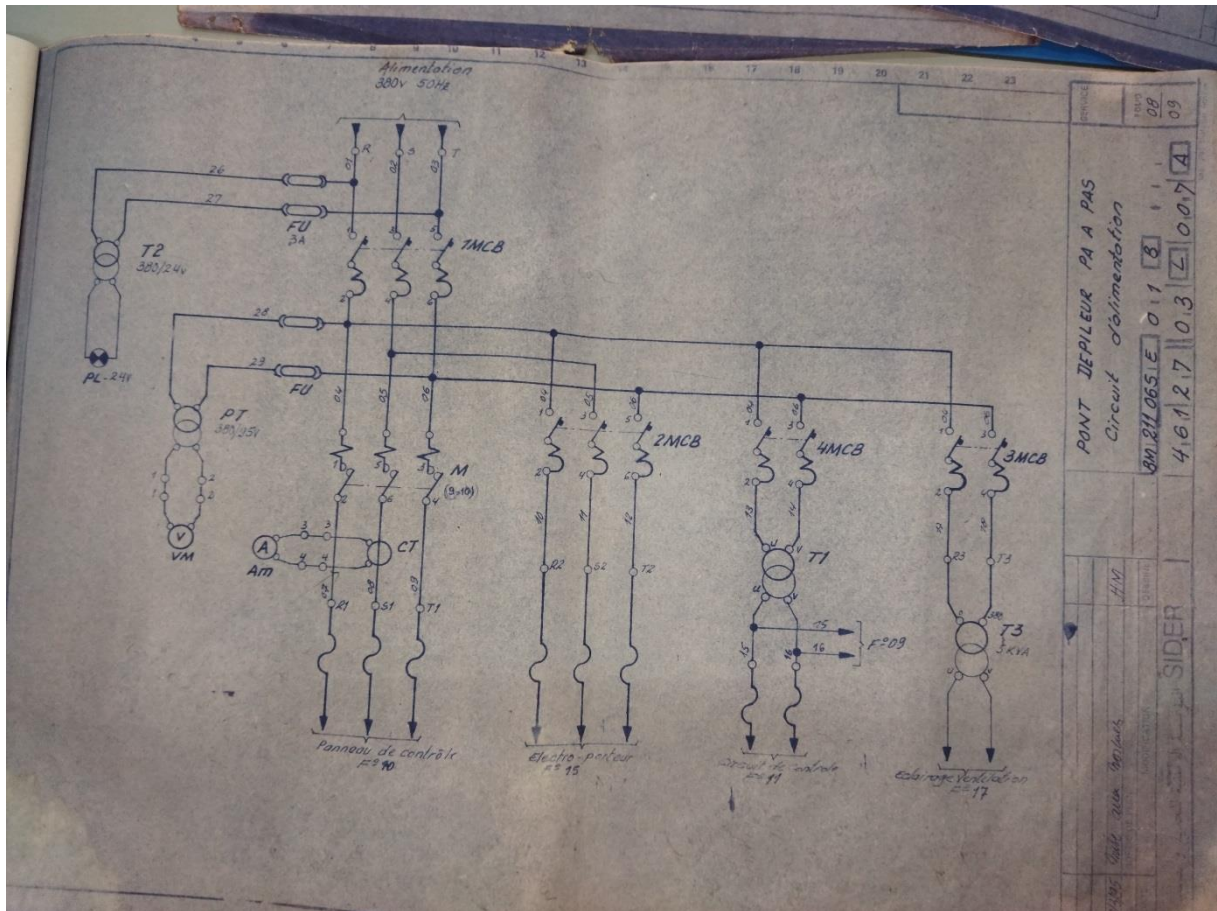
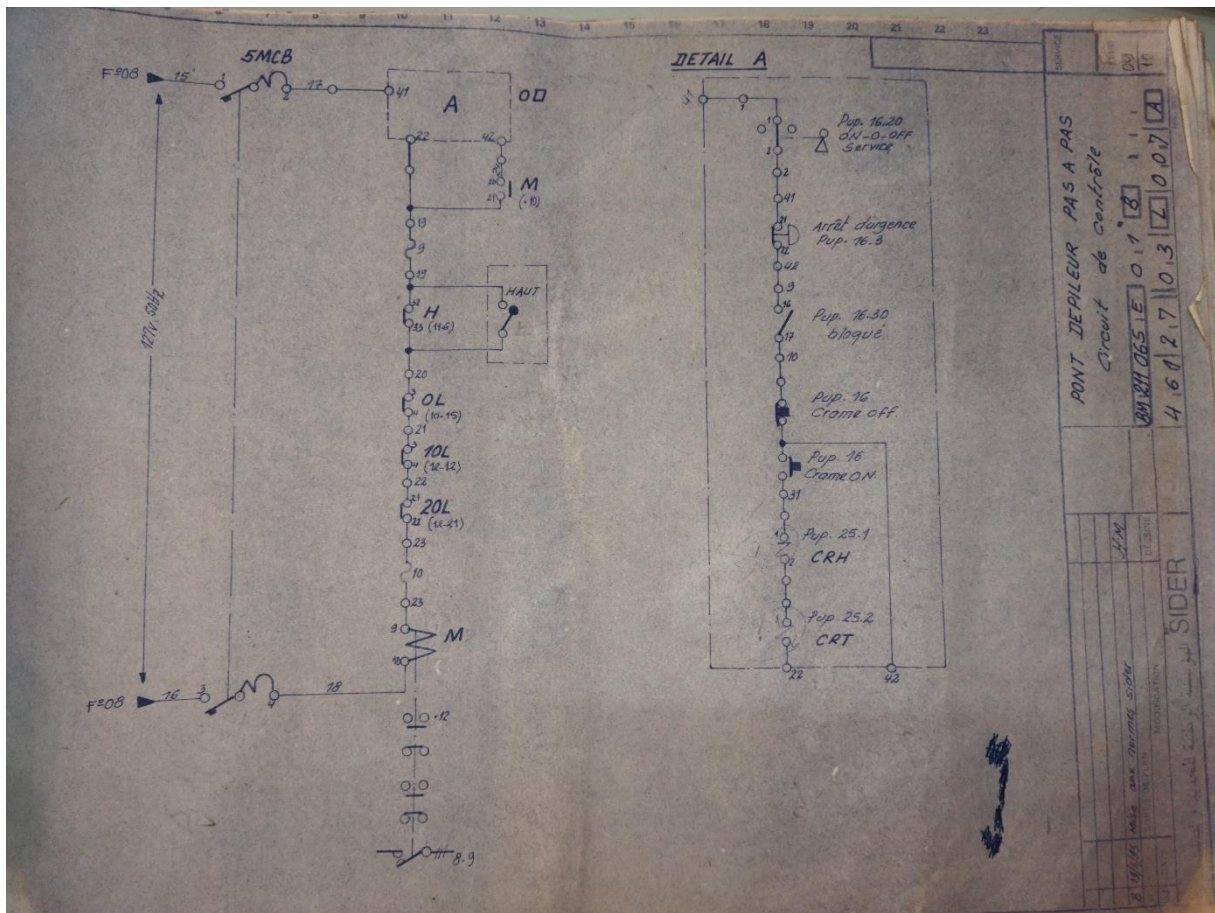


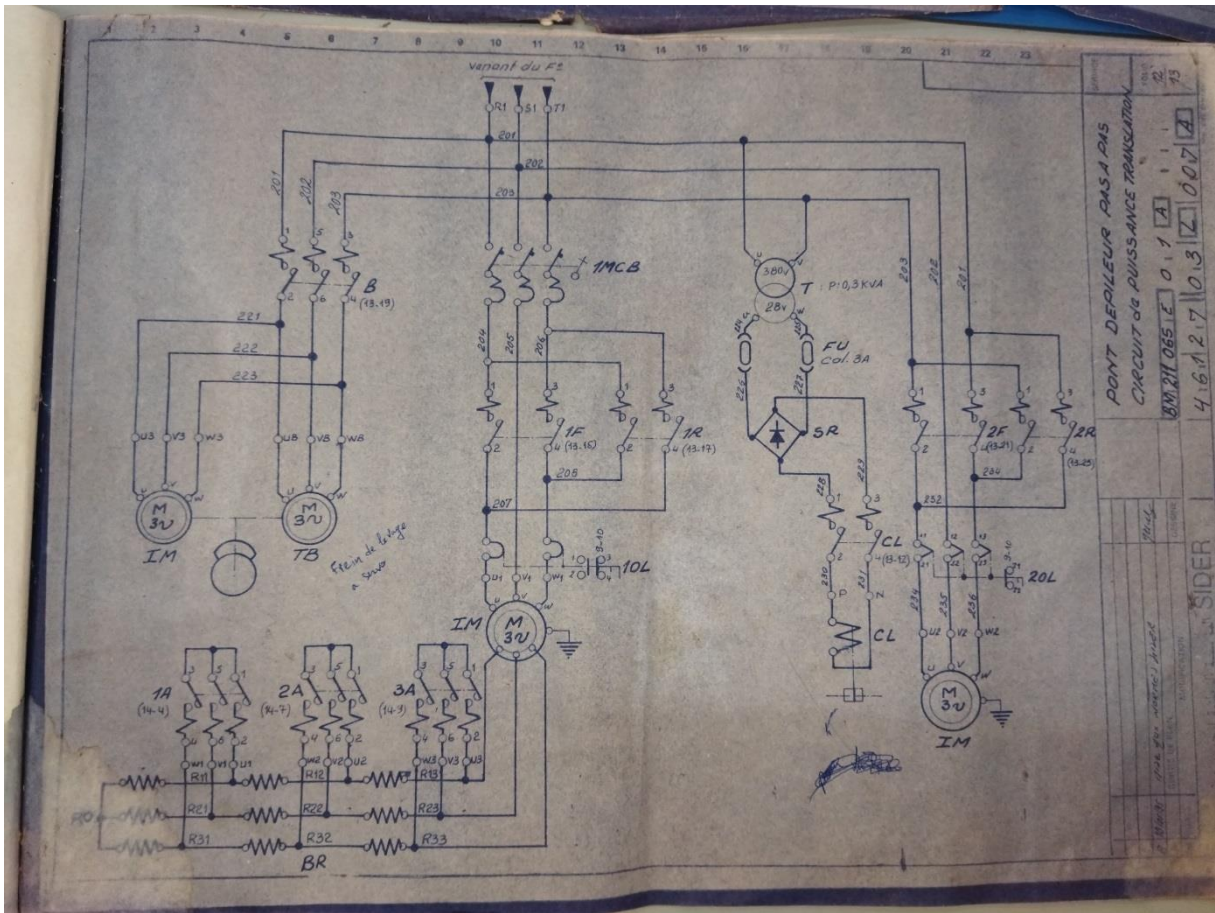
Schéma unifilaire du pont dépilleur



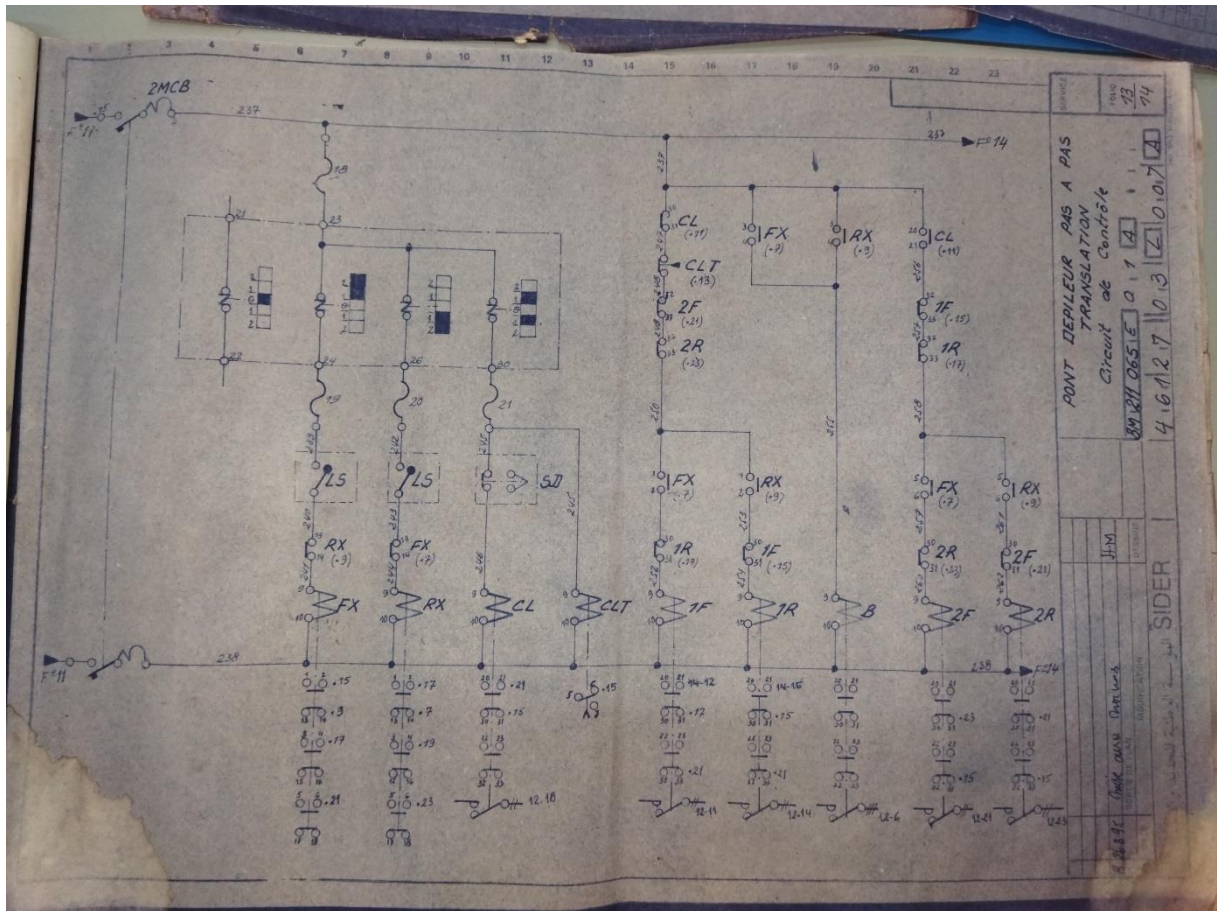
Circuit d'alimentation du pont dépileur



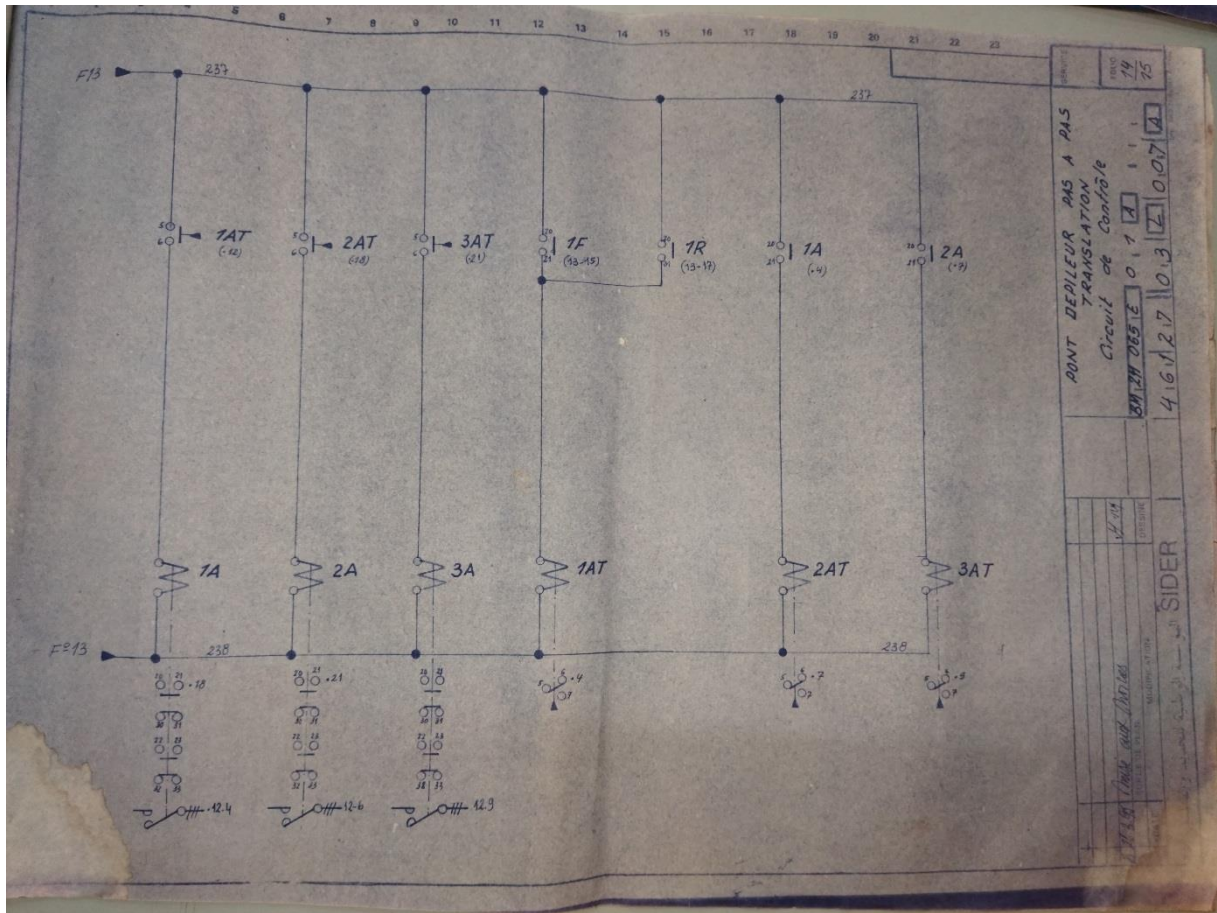
Circuit de contrôle du pont dépileur



Circuit de puissance translation du pont dépileur



Circuit de contrôle translation du pont dépiléur



Circuit de contrôle translation du pont dépileur

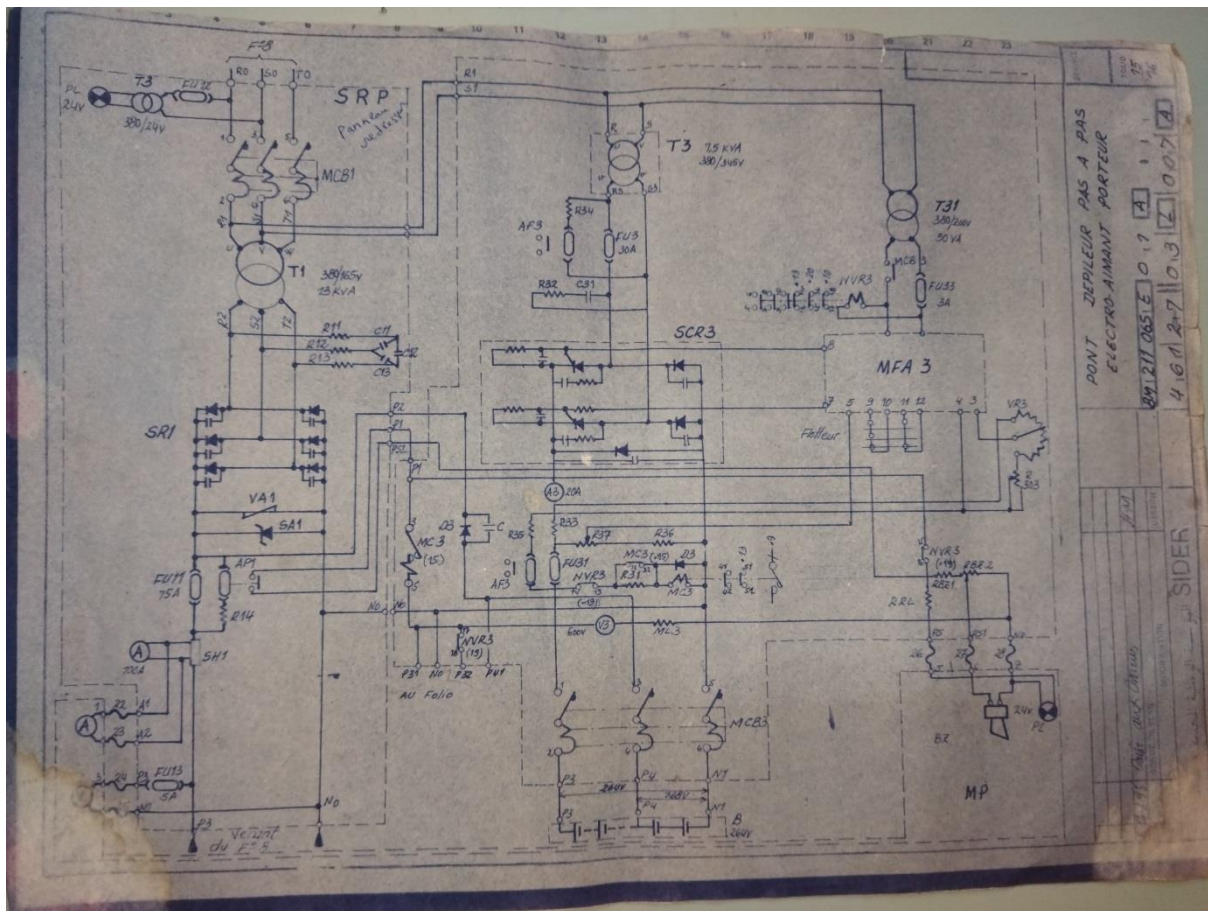


Schéma électro-aimant porteur

Références Bibliographiques

- [1] Documentation interne de la complexe SIDER EL HADJAR (LAC).
- [2] Bengacemi ilyes el houari, Laminage à chaud, Mémoire fin d'étude Master 2, Université d'ANNABA, 2017/2018.
- [3] Tahar ahlam, Etude et optimisation de la maintenance de la COX du complexe Sider El-Hadjar, Mémoire fin d'étude Master 2, Université d'ANNABA, 2017.
- [4] Boudjelida Alaeddine, Etude bibliographique d'un des défauts sur les cylindres de travail, entre autre L'écaillage des cylindres ; Mémoire fin d'étude Master 2, Université d'ANNABA, 2017/2018.
- [5] MAHDJOUR Alaedine & TAIBI Achraf, Étude de la fiabilité d'une pompe centrifuge type 300/LNN 750 pour circuit de refroidissement d'un cylindre de laminoir à chaud (LAC), Mémoire fin d'étude Master 2, Université Guelma, 2021/2022.
- [6] MOUAZIZ Ahmed Adlane et OULD BABAALI Racha, Commande d'un pont roulant avec bras manipulateur de 6 degrés de libertés par radio fréquence, Mémoire fin d'étude Master 2, Université de Tlemcen, 2020.
- [7] Guenadzia kheir-eddine, etude des mecanismes de levage et de direction d'un pont roulant ; Mémoire fin d'étude Master 2, Université d'ANNABA, 2018.
- [8] KEBBAB Fatima Zohra, Cours Actionneurs 'LAT62' 3eme Automatique, Université, Ferhat Abbas Sétif 1, 2019/2020.
- [9] Cours Architecture des Systèmes Automatisés, 2ème année Automatique, université, batna2, 2018/2019.
- [10] KEBBAB Fatima Zohra, Cours Architecture des Systèmes Automatisés, Université, Ferhat Abbas Sétif 1, 2019/2020.
- [11] KEBBAB Fatima Zohra, Cours commande de moteur triphasé, Université, Ferhat Abbas Sétif1, 2019/2020.
- [12] Manuel Maintenance Advant Controller 450, ABB/ATABB/301 Fr, 2015.10.01.
- [13] <https://new.abb.com/products/fr>.

[14] Techniques de l'ingénieur AG2 / AG7010 et AG2 / AG7020 (Appareils de levage et Appareils de manutention).

[15] GUEZGOUZ AZIZ ; Etude et amélioration de la commande d'un pont roulant ; Mémoire fin d'étude Master 2 ; Université d'ANNABA ; ANNÉE UNIVERSITAIRE 2016/2017.

[16] Maacha mohamed et Mokrane ouahiba ; Etude et conception d'un pont roulant ; Mémoire fin d'étude Master académique ; Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ; Année universitaire 2019 – 2020.

[17] <https://andrin-magnets.fr>

[18] Manual OCS with Master software Advant Controller 450, Reference Manual: 3BSE 002-415R701 Rev.

[19] Manual PC Elements Advant Controller 400 Series, 3BSE 002-418R601 Rev A.