

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique*



*Université de Ghardaïa*

Faculté des Sciences et Technologies  
Département d'automatique et électromécanique

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine : *Sciences et Technologies***

**Filière : Automatique**

**Spécialité : *Automatique***

**Par : BOUASRIA Hadj Mohamed**

**Thème**

**COMMANDE ET CONTROL D'UNE MACHINE A SOUDER  
PIPELINE PAR UN AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL  
SIEMENS (S7-300.)**

**Soutenu publiquement le 04/10/2020**

**Devant le jury :**

**AGGOUN Mohamed Salah**

Univ-Ghardaia

**Président**

**ARRIF Mohamed**

Univ-Ghardaia

**Examineur**

**MASBAH Charaf Abdelkrim**

Univ-Ghardaia

**Examineur**

**BOUKHARI Hamed**

Univ-Ghardaia

**Encadreur**

**Année universitaire 2019/2020**



# *Remerciements*



*Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par mon encadreur Mr. BOUKHARI Hamed, que je tiens à remercier vivement.*

*Mes remerciements aussi à tout le département Génie électrique pour leur accueil et pour m'avoir facilité mon intégration au sein du groupe et plus particulièrement je tiens à remercier Mrs :*

- *Mr. Le chef de département ARRIF Mohammed,*
- *Mr. BELGHOUNI Mohamed,*
- *Mr. BENOUIA Mustapha,*
- *Mr. ALMAOUI Abdenour,*
- *Mr. MENDOUZI Abdelmalek.*

*Aussi je tiens à remercier tous les enseignants et personnels de la faculté des sciences et technologies, université de GHARDAA et particulièrement du Master 2 Automatique (2019|2020) qui m'ont soutenu durant cette année d'étude.*

*Mes remerciements spéciales à toutes les personnes de l'entreprise ALFA PIPE GHARDAA qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de mon stage et aussi pour la sympathie dont ils ont fait part envers ma personne, et en plus particulier Mr. BOUHADDA Abdelaziz pour m'avoir accueilli au sein de l'entreprise.*

*Je tiens aussi à remercier très sincèrement Mrs HAMDY Mohamed et HANNA Yacine qui m'ont beaucoup aidé dans la réalisation de mon projet de fin d'études, non seulement pour leurs précieux conseils, mais aussi pour la disponibilité et le dévouement dont ils ont fait part tout au long du déroulement de mon stage.*



# *Dédicaces*



*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,*

*L'amour, le respect, la reconnaissance...*

*Aussi, c'est tout simplement que*



*Je dédie cette  
Thèse ...*

*UNE SPECIALE DEDICACE A CETTE PERSONNE QUI  
COMPTE DE JA ENORMEMENT POUR MOI, ET POUR QUI  
JE PORTE BCP DE TENDRESSE ET DE RESPECT.*

*Pour toi, ma chère épouse NADIRA*

## *À MES CHERS PETITS fils et fille*

*Youcef Ahmed, Myriam Sabah*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que  
j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur.  
Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider  
à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.*

## *À MES CHERS PARENTS*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon  
amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez  
consenti pour mon instruction et mon bien être.  
Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous  
me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction  
m'accompagne toujours.  
Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant  
formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en  
acquitterai jamais assez.  
Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et  
longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive*

*A MES CHERS ET ADORABLE FRÈRES ET*

*SŒUR Ahmed, Nora, Abdellah, Siham, le généreux,*

*Othman*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de ma  
profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine  
de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protégé et  
vous garde.*

*À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT  
PARTICIPÉ À L'ÉLABORATION DE CE TRAVAIL À  
TOUS CEUX QUE J'AI OMIS DE CITER*

## ملخص:

في هذا العمل، درسنا التحكم في آلة لحام الأنابيب بواسطة SIMATIC SIMENS Step7 S-300 PLC والهدف من هذا الأخير هو إنشاء Grafcet لجزء من الماكينة، ولا سيما جزء الفك، عن طريق الترجمة إلى لغة LADDER والمحاكاة بواسطة Step7 S-300 لهذا قمنا بتدريب عملي في الشركة الوطنية ALFA PIPE حيث وجدنا كل الوسائل لتحقيق هدفنا. قد تعلمنا الحياة المهنية من خلال معالجة بعض المشكلات الفنية التي أثرت على مستوى وحدات تصنيع الأنبوب والتي تشغل مساحة أقل من خزانات التحكم التقليدية وتستهلك طاقة أقل وقابلة للبرمجة ومجهزة بمؤشرات الحالة وواجهات برمجة التطبيقات تجعل من السهل التحقق من عملها وتحديد المشاكل.

## كلمات مفتاح :

آلة لحام. Step7 . Grafcet . فتح اللف . LADDER.

## Résumé

Dans ce travail, nous avons étudié le control de la machine à souder Pipeline par un automate programmable SIMATIC SIMENS Step7 S-300 .Le but de ce dernier est de créer un Grafcet pour une partie de la machine en particulier la partie débobinage, en le traduisant dans le langage LADDER et en simulant par Step7 S-300.Pour cela nous avons effectué un stage pratique dans l'entreprise nationale ALFA PIPE que nous avons trouvé tous les moyens pour atteindre notre objectif. Nous avons appris la vie professionnelle en abordant certains problèmes techniques soulevés au niveau des unités de fabrication de tubes qui prennent moins de place que les réservoirs de contrôle traditionnels et consomment moins d'énergie, programmables et équipées d'indicateurs d'état, les API permettent de vérifier facilement leur bon fonctionnement et d'identifier les problèmes.

## Mots clés :

Machine à souder. Step7. Grafcet. Débobinage. LADDER.

## **Abstract**

In this work, we studied the control of the Pipeline welding machine by a SIMATIC SIMENS Step7 S-300 PLC. The aim of the latter is to create a Grafcet for a part of the machine, in particular the unwinding part, by translating into the LADDER language and simulating by Step7 S-300. For this, we did a practical internship in the national company ALFA PIPE that we found all the means to achieve our goal. We have learned the professional life by tackling certain technical problems raised at the level of the tube-manufacturing units, which take up less space than traditional control tanks and consume less energy, programmable and equipped with status indicators, APIs make it easy to check their operation and identify problems.

### **Keywords:**

Welding machine. 7 Step. Grafcet. Open coiling. LADDER

## SOMMAIRE

<b>Remerciement.....</b>	<b>I</b>
<b>Dédicace.....</b>	<b>III</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>VII</b>
<b>Symboles et abréviation.....</b>	<b>IX</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise</b>	
<b>I.1 Introduction .....</b>	<b>14</b>
<b>I.2 Développement de TUS Ghardaïa .....</b>	<b>16</b>
<b>I.3 Plan de l'usine .....</b>	<b>18</b>
<b>I.4 Procède de la fabrication .....</b>	<b>18</b>
<b>I.4.1 Préparation de bobine .....</b>	<b>18</b>
<b>I.4.2 Caractéristiques techniques .....</b>	<b>18</b>
<b>I.4.3 Les équipements .....</b>	<b>19</b>
<b>I.4.4 Schéma synoptique du procédé de fabrication .....</b>	<b>20</b>
<b>I.4.5 Machine à soude en spirale .....</b>	<b>21</b>
<b>I.4.5.1 Description .....</b>	<b>21</b>
<b>I.4.5.2 Caractéristiques techniques .....</b>	<b>22</b>
<b>I.4.5.3 Fonctionnement de la machine à souder en spirale .....</b>	<b>22</b>
<b>I.4.5.4 Sécurité de la machine à souder .....</b>	<b>23</b>
<b>I.5 Entretien de la machine à souder en spirale .....</b>	<b>24</b>
<b>I.5.1 Nettoyage des tubes .....</b>	<b>24</b>
<b>I.5.2 Contrôle visuel .....</b>	<b>25</b>
<b>I.5.3 Radioscopie .....</b>	<b>25</b>
<b>I.6 Installation hydrostatique .....</b>	<b>26</b>
<b>I.6.1 Chanfreinage .....</b>	<b>26</b>
<b>I.6.2 Examen ultrasons .....</b>	<b>26</b>
<b>I.6.2.1 Examen de soudure .....</b>	<b>27</b>
<b>I.6.2.2 Examens des dédoublets .....</b>	<b>27</b>
<b>I.6.2.3 Contrôle radiographique .....</b>	<b>28</b>
<b>I.7 Usine de revêtement de tubes .....</b>	<b>28</b>
<b>I.7.1 Revêtement extérieur .....</b>	<b>29</b>

<b>I.7.2</b>	<b>Revêtement intérieur .....</b>	<b>29</b>
<b>I.8</b>	<b>Domaine d'utilisation .....</b>	<b>30</b>
<b>I.9</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>30</b>

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

<b>II .1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>32</b>
<b>II .2</b>	<b>Identification de la machine et description générale .....</b>	<b>32</b>
<b>II .3</b>	<b>Caractéristique techniques de la machine .....</b>	<b>33</b>
<b>II .3.1.1</b>	<b>Tube .....</b>	<b>33</b>
<b>II .3.1.2</b>	<b>Matériau de base .....</b>	<b>33</b>
<b>II .3.1.3</b>	<b>Plan de production de la machine .....</b>	<b>34</b>
<b>II .4</b>	<b>Description des composants individuels de la machine.....</b>	<b>35</b>
<b>II .4.1</b>	<b>châssis d'entrée pilotage.....</b>	<b>35</b>
<b>II .4 .1.1</b>	<b>Dispositif de débobinage .....</b>	<b>35</b>
<b>II .4 .1.2</b>	<b>Chariot de transport de bobines .....</b>	<b>35</b>
<b>II .4 .1.3</b>	<b>Supports de bobine (dévidoir) .....</b>	<b>36</b>
<b>II .4 .1.4</b>	<b>Bras de presseur .....</b>	<b>37</b>
<b>II .4 .1.5</b>	<b>Ciseau .....</b>	<b>38</b>
<b>II .4 .1.6</b>	<b>Dispositif de dressage .....</b>	<b>38</b>
<b>II .4 .1.6.1</b>	<b>Conducteur auxiliaire .....</b>	<b>39</b>
<b>II .4 .1.6.2</b>	<b>rouleaux de dressage .....</b>	<b>40</b>
<b>II .4 .1.6.3</b>	<b>Dispositif de retenue de feuillard .....</b>	<b>40</b>
<b>II .4 .1.7</b>	<b>Raboutage par Soudage .....</b>	<b>41</b>
<b>II .4 .1.7.1</b>	<b>Chariot de ramassage pour début de feuillards .....</b>	<b>41</b>
<b>II .4 .1.7.2</b>	<b>Pousseur .....</b>	<b>42</b>
<b>II .4 .1.7.3</b>	<b>Cage de ramassage pour fin de feuillard .....</b>	<b>42</b>
<b>II .4 .1.7.4</b>	<b>Voie de guidage avec chariot de fraisage .....</b>	<b>42</b>
<b>II .4 .1.7.5</b>	<b>Chariot de séparation de soudage .....</b>	<b>43</b>
<b>II .4 .1.7.6</b>	<b>Dispositif de serrage .....</b>	<b>43</b>
<b>II .4 .1.7.7</b>	<b>Chariot de résidus de feuillards .....</b>	<b>43</b>
<b>II .4 .1.7.8</b>	<b>Le dispositif de Fraisage transversal .....</b>	<b>44</b>
<b>II .4 .1.8</b>	<b>Zone de contrôle Ultrasonique du matériau de base .....</b>	<b>45</b>
<b>II .4 .1.8.1</b>	<b>Bâti de base .....</b>	<b>45</b>
<b>II .4 .1.8.2</b>	<b>Poste d'élimination d'eau .....</b>	<b>45</b>

II .4 .1.9	Zone des saignements de bandes .....	46
II .4 .1.9.1	Guidage de feuillards .....	46
II .4 .1.9.2	Dispositif de fraisage des bords longitudinaux de la band .....	47
II .4 .1.9.3	Nettoyage de feuillard .....	49
II .4 .1.10	Conducteur Principal De La Bande.....	50
II .4 .1.10.1	Conducteur principal .....	50
II .4 .1.10.2	dispositif de cambrage des bords de feuillard .....	50
II .4 .1.10.3	les bras de guidage de feuillard .....	51
II .4 .2	Dispositif De Formage .....	52
II .4 .2.1	Corps de forme .....	52
II .4 .2.2	Système de cintrage à trois cylindres .....	53
II .4 .3	Châssis de sortie .....	54
II .4 .3.1	Section De Soudage .....	55
II .4 .3.1.1	Commande de la fente de soudage .....	55
II .4 .3.1.2	Poste de soudage extérieur .....	56
II .4 .3.1.3	Support de soudage .....	56
II .4 .3.2	Tests de cordon de soudure par ultrasons .....	56
II .4 .3.3	Section guide de tube .....	57
II .4 .3.3.1	Lunette auxiliaire .....	57
II .4 .3.3.2	Lunette de commande .....	58
II .4 .3.3.3	Support de tubes .....	58
II .4 .3.4	Section séparation de tube .....	59
II .4 .3.5	Dispositif d'abaissement de tubes .....	60
II .4 .3.6	Grille de sortie .....	60
II .5	Conclusion .....	61

### CHAPITRE III :Présentation de L'API S7-300

III.1	Historique .....	63
III.2	Définition générale .....	64
III.3	Structure interne des automates programmables.....	64
III.3.1	Le processeur .....	65
III.3.2	Les modules entrée/sorties.....	65
III.3.3	Les mémoires.....	65
III.3.4	Alimentation.....	65

<b>III.3.5</b>	<b>Liaisons de communication.....</b>	<b>66</b>
<b>III.4</b>	<b>Description d'automates S7-300.....</b>	<b>67</b>
<b>III.4.1</b>	<b>Commutateur du mode de fonctionnement .....</b>	<b>68</b>
<b>III.4.1.1</b>	<b>Les LED de visualisation.....</b>	<b>68</b>
<b>III.4.1.2</b>	<b>Pile de sauvegarde.....</b>	<b>68</b>
<b>III.4.1.3</b>	<b>Carte mémoire.....</b>	<b>68</b>
<b>III.4.1.4</b>	<b>Interface MPI.....</b>	<b>69</b>
<b>III.5</b>	<b>Choix de l'automate programmable .....</b>	<b>69</b>
<b>III.5.1</b>	<b>Nombre d'entrées / sorties .....</b>	<b>69</b>
<b>III.5.2</b>	<b>Type de processeur .....</b>	<b>69</b>
<b>III.5.3</b>	<b>Fonctions ou modules spéciaux .....</b>	<b>69</b>
<b>III.5.4</b>	<b>Fonctions de communication .....</b>	<b>70</b>
<b>III.6</b>	<b>Caractéristique technique d'un API siemens .....</b>	<b>70</b>
<b>III.6.1</b>	<b>Caractéristique technique de la CPU .....</b>	<b>70</b>
<b>III.6.2</b>	<b>Module d'alimentation.....</b>	<b>72</b>
<b>III.6.3</b>	<b>Modules d'entrées TOR.....</b>	<b>72</b>
<b>III.6.4</b>	<b>Modules de sorties TOR.....</b>	<b>73</b>
<b>III.6.5</b>	<b>Module d'entrées sorties analogiques.....</b>	<b>73</b>
<b>III.6.5.1</b>	<b>Remarque .....</b>	<b>75</b>
<b>III.7</b>	<b>Description du STEP7 .....</b>	<b>76</b>
<b>III.7.1</b>	<b>Gestionnaire de projets SIMATIC.....</b>	<b>76</b>
<b>III.7.2</b>	<b>Editeur de mnémoniques.....</b>	<b>76</b>
<b>III.7.3</b>	<b>Diagnostic du matériel.....</b>	<b>77</b>
<b>III.7.4</b>	<b>Langages de programmation.....</b>	<b>77</b>
<b>III.7.4.1</b>	<b>Mode contacte .....</b>	<b>77</b>
<b>III.7.4.2</b>	<b>Mode List .....</b>	<b>78</b>
<b>III.7.4.3</b>	<b>Mode logique .....</b>	<b>79</b>
<b>III.7.4.4</b>	<b>Configuration matérielle.....</b>	<b>79</b>
<b>III.7.4.5</b>	<b>Net Pro.....</b>	<b>80</b>
<b>III.7.4.6</b>	<b>Langage GRAPH.....</b>	<b>80</b>
<b>III.7.4.6.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>80</b>
<b>III.7.4.6.2</b>	<b>Définition .....</b>	<b>80</b>
<b>III.7.4.6.3</b>	<b>Structures de base .....</b>	<b>81</b>

<b>III.8</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>82</b>
<b>CHAPITRE IV : Modélisation et simulation</b>		
<b>IV.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>84</b>
<b>IV.2</b>	<b>Algorithme de fonctionnement .....</b>	<b>84</b>
<b>IV.3</b>	<b>Création du Grafcet .....</b>	<b>85</b>
<b>IV.4</b>	<b>Mise en équation .....</b>	<b>86</b>
<b>IV.4.1</b>	<b>L'équation des actions .....</b>	<b>87</b>
<b>IV.5</b>	<b>Création de projet S7 avec configuration matérielle.....</b>	<b>88</b>
<b>IV.6</b>	<b>Structure du programme .....</b>	<b>90</b>
<b>IV.7</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>95</b>
	<b>Conclusion générale.....</b>	<b>97</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>99</b>
	<b>Annexe.....</b>	<b>102</b>

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : Image satellitaire de l'usine .....	<b>14</b>
<b>Figure I.2</b> : Certifiée ISO 9001, API Q1 et API Spec 5 L .....	<b>15</b>
<b>Figure I.3</b> : Implantation de d'efférentes zones de l'usine .....	<b>16</b>
<b>Figure I.4</b> : Organigramme de l'usine .....	<b>17</b>
<b>Figure I.5</b> : Bobine de la matière première .....	<b>18</b>
<b>Figure I.6</b> : Schéma synoptique du procède de fabrication.....	<b>20</b>
<b>Figure I.7</b> : Contrôle visuel.....	<b>24</b>
<b>Figure I.8</b> : Ecran Radioscopie .....	<b>24</b>
<b>Figure I.9</b> : Tube à l'examen ultrasons .....	<b>26</b>
<b>Figure II.1</b> : Dispositif de débobinage.....	<b>35</b>
<b>Figure II.2</b> : Chariot de transport de bobines.....	<b>36</b>
<b>Figure II.3</b> : Supports de bobine (dévidoir).....	<b>37</b>
<b>Figure II.4</b> : Bras de presseur.....	<b>37</b>
<b>Figure II.5</b> : Ciseau.....	<b>38</b>
<b>Figure II.6</b> : Dispositif de dressage.....	<b>39</b>
<b>Figure II.7</b> : Zone de contrôle Ultrasonique du matériau de base.....	<b>45</b>
<b>Figure II.8</b> : Guidage de feuillards.....	<b>46</b>
<b>Figure II.9</b> : Dispositif de fraisage.....	<b>47</b>
<b>Figure II.10</b> : Fraiseuse de profil.....	<b>49</b>
<b>Figure II.11</b> : Nettoyage de feuillard.....	<b>49</b>
<b>Figure II.12</b> : Les bras de guidage de feuillard superficiels.....	<b>51</b>
<b>Figure II.13</b> : Corps de formage.....	<b>52</b>
<b>Figure II.14</b> : Commande de la fente de soudage.....	<b>55</b>
<b>Figure II.15</b> : Poste de soudage extérieur.....	<b>56</b>
<b>Figure II.16</b> : Lunette auxiliaire.....	<b>57</b>
<b>Figure II.17</b> : Lunette de commande.....	<b>58</b>
<b>Figure II.18</b> : Support de tubes.....	<b>59</b>
<b>Figure II.19</b> : Grille de sortie.....	<b>60</b>
<b>Figure III.1</b> : structure interne d'un API.....	<b>64</b>
<b>Figure III.2</b> : l'automate programmable Siemens.....	<b>66</b>
<b>Figure III.3</b> : Description de l'automate S7-300La CPU.....	<b>67</b>

<b>Figure III.4</b> : réseau de communication SIMATIC .....	<b>69</b>
<b>Figure III.5</b> : Exemple de programmation en mode contacte.....	<b>78</b>
<b>Figure III.6</b> : Exemple de programmation en mode liste.....	<b>79</b>
<b>Figure III.7</b> : Exemple de programmation en mode logique.....	<b>79</b>
<b>Figure III.8</b> : Divergence et convergence en ET (séquences simultanées).....	<b>81</b>
<b>Figure III.9</b> : Divergence et convergence en OU (aiguillage).....	<b>81</b>
<b>Figure III.10</b> : Exemple de Graf cet.....	<b>82</b>
<b>Figure IV.1</b> : Grafcet de la partie optative.....	<b>85</b>
<b>Figure IV.2</b> : Grafcet de partie commande .....	<b>86</b>
<b>Figure IV.3</b> : SIMATIC Manager.....	<b>88</b>
<b>Figure IV.4</b> : Fenêtre de création du projet.....	<b>88</b>
<b>Figure IV.5</b> : CPU 313 C sélectionnée.....	<b>88</b>
<b>Figure IV.6</b> : Sélection des blocs et choix du langage CONT.....	<b>89</b>
<b>Figure IV.7</b> : Création du projet.....	<b>89</b>
<b>Figure IV.8</b> : Nomination du projet.....	<b>90</b>
<b>Figure IV.9</b> : CPU avec réseau maitre DP.....	<b>90</b>
<b>Figure IV.10</b> : Création bloc fonctionnel.....	<b>91</b>
<b>Figure IV.11</b> : Clique sur FB1.....	<b>91</b>
<b>Figure IV.12</b> : Création un tables des mnémonique (Entrée/ Etape/Sortie).....	<b>91</b>
<b>Figure IV.13</b> : Tables des mnémoniques (Entrée/ Etape/Sortie).....	<b>92</b>
<b>Figure IV.14</b> : Bloc de création du programme LD.....	<b>92</b>
<b>Figure IV.15</b> : Table de commande.....	<b>93</b>
<b>Figure IV.16</b> : Etat initiale active.....	<b>93</b>
<b>Figure IV.17</b> : L'étape 101 et démarrage de vérin hydraulique.....	<b>94</b>
<b>Figure IV.18</b> : L'étape 102 et 103 et démarrage les vérins gauche et droite au même temps.....	<b>94</b>
<b>Figure IV.20</b> : L'étape 107 et 108 et démarrage les deux moteurs de Rotation de chaise bobine et Translation de la bande de bobine au même temps.....	<b>94</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> : Caractéristiques techniques de la machine MAS.....	<b>22</b>
<b>Tableau II.1</b> : Description générale de la machine à souder S-SPM-2000.....	<b>32</b>
<b>Tableau II.2</b> : Caractéristique technique du tube.....	<b>33</b>
<b>Tableau II.3</b> : Bobines feuillards laminés à chaud.....	<b>33</b>
<b>Tableau II.4</b> : Programme de production / Plan de production de tuyaux. O.D. 20 "- diamètre extérieur 80" acc. aux spécifications API. 5 L.....	<b>34</b>
<b>Tableau II.5</b> : Données techniques générales de conducteur auxiliaire.....	<b>39</b>
<b>Tableau II.6</b> : Données techniques générales .....	<b>40</b>
<b>Tableau II.7</b> : Données techniques générales .....	<b>44</b>
<b>Tableau II.8</b> : Unité de fraisage.....	<b>44</b>
<b>Tableau II.9</b> : Données techniques générales .....	<b>48</b>
<b>Tableau II.10</b> : Fraise de rognage.....	<b>48</b>
<b>Tableau II.11</b> : Fraise de profil .....	<b>48</b>
<b>Tableau II.12</b> : Données techniques générales .....	<b>50</b>
<b>Tableau II.13</b> : Données techniques générales .....	<b>51</b>
<b>Tableau II.14</b> : Données techniques générales .....	<b>54</b>
<b>Tableau II.15</b> : Données techniques générales .....	<b>57</b>
<b>Tableau III.1</b> : Positions du commutateur du mode de fonctionnement.....	<b>68</b>
<b>Tableau III.2</b> : Description de la CPU 3152DP.....	<b>70</b>
<b>Tableau III-3</b> : Description du module d'entrée TOR SM321 DI 32x24Vcc.....	<b>72</b>
<b>Tableau III.4</b> : Description du module de sortie TOR SM322 DO 32 x 24 Vcc.....	<b>73</b>
<b>Tableau III-5</b> : Description du module d'E/S analogiques SM 334 AI 4/AO 2 x 8/8 bits	<b>74</b>
<b>Tableau III-6</b> : Correspondance valeurs analogiques tension.....	<b>75</b>
<b>Tableau III.7</b> : Correspondance valeurs analogiques courant.....	<b>76</b>
<b>Tableau IV.1</b> : Paramètre E/S.....	<b>87</b>

# Symboles et abréviation

**API** : Automate Programmable industriel.

**Anm** : Sortie de l'automate numéro m, se trouvant sur le module numéro n.

**AI**: Analog Input.

**AO**: Analog Output.

**BATF** : Batterie tension faible.

**CONT** : Le langage à base de schémas de contacts.

**CPU**: Central Procession Unit.

**CP**: Processeurs de communication.

**DP**: Decentralized Peripheral.

**DI**: Digital Input.

**DO**: Digital Output.

**DC 5V** : Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5V.

**DB** : Bloc de donnée.

**E n.m** : Entrée « TOR » vers l'automate numéro m, se trouvant sur le module numéro n.

**FB** : Bloc de fonction.

**FC** : Fonction.

**FRCE** : Allumage en cas de commande de forçage permanent active.

**FM**: Modules de fonction.

**LOG** : Le langage à base de logigramme.

**LIST** : Le langage de liste d'instructions.

**MPI** : Message passing interface.

**M RES** : Module Reset.

**OB** : Bloc d'organisation.

**PG** : La console de programmation sur le terrain.

**PLC** : Programmable logic contrôlé.

**PS**: Alimentation.

**RAM**: Random Access Memory.

**ROM**: Read Only Memory.

**RUN-P** : Marche.

**RUN** : Marche en lecture seule.

**SIMATIC**: Siemens Automatic.

**S7**: Step 7.

**SM** : Gamme des modules E/S des automates de Siemens.

**SFB** : Bloc de fonction spécial.

**SFC** : Bloc programme pour le langage évolue textuel.

**SF** : Signalisation groupée de défauts.

**TOR** : Toute ou rien

# INTRODUCTION GENERALE

## **Introduction Générale :**

Dans la conjoncture relative à la mondialisation et l'économie du marché, les entreprises Nationales doivent impérativement, améliorer leur productivité tant sur le plan de la qualité que du cout de leur produits afin d'éviter leurs disparition.

Pour ce faire, il est nécessaire que ces entreprises procèdent à une rénovation totale des moyens technologiques de productions.

Actuellement, et à travers le monde, les grandes entreprises donnent beaucoup d'importance à l'automatisation des différentes tâches de production, et les raisons de cet intérêt sont dues aux différents avantages que procure ce procédé.

Avec le progrès technologique, l'automatisation des installations constitue un des facteurs essentiels contribuant à la croissance de la productivité, et un élément important dans l'amélioration de la sécurité du travail ainsi que la réduction des coûts de production.

De nos jours, grâce au développement de l'informatique et de la microélectronique et à la fabrication de microprocesseurs de plus en plus performants, l'automatisation est assurée par des Automates Programmables Industriels (API) qui intègrent ces nouvelles technologies.

Depuis l'ouverture de l'entreprise **ALFAPIPE GHARDAIA** en 1977 elle s'est équipée

de plusieurs machines, les premières étaient dotées de commandes électromécaniques, les suivantes étaient commandées par des séquenceurs électriques, et les plus récentes sont commandées par des automates programmables.

Au niveau de ces deux chaînes de production (moteurs et transformateur), on trouve de nombreux postes de production, utilisant des automatismes en technologie câblée à base de relais et contacteurs, avec tous les inconvénients que présentent ces derniers, tel que la durée de vie limitée, les pannes fréquentes provoquées par l'usure mécanique des contacteurs, ...etc.

Les automates programmables industriels sont apparus pour satisfaire les besoins de l'industrie et la résolution de nombreux problèmes de commande, et augmenter la productivité. Chaque système automatisé possède une partie commande et une partie opérative. Dans la partie commande l'automate programmable représente l'élément principal de la machine ou de l'installation, car c'est lui qui doit procéder à son exécution en fonction de l'état des entrées et des sorties, mais la partie opérative représente en général le moteur ou bien les paramètres gérés.

Les équipements dont **ALFAPIPE** dispose sont de haute performance et très coûteux, leur protection se fait via des systèmes de contrôle continu. L'objet de notre travail est de commander par un automate programmable un compacteur tubulaire.

Pour ce faire on a organisé notre travail comme suite :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise.
- Le deuxième chapitre est consacré à la description de la machine, et son fonctionnement dans l'état actuel.
- Le troisième chapitre est consacré à l'étude de l'automate S7-300, avec ses deux aspects, matériel et logiciel.
- Le dernier chapitre est réservé à la modélisation par l'outil GRAFCET et la simulation via le logiciel S7.

Finalement nous terminons notre travail par une conclusion générale.

# CHAPITRE I

## PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

### I.1-Introduction :

L'unité TUS (Tuberie Spirale) de GHADAIA est une filiale de société ALFAPIPE (algérienne de fabrication de pipe) SPA. Située à 600 Km de la capitale et à 200 km de Laghouat au sud de notre pays. Implantée exactement à la zone industrielle BOUNOURA-GHARDAIA à 10 Km de chef-lieu de wilaya ; l'usine occupe une surface de 230000 m<sup>2</sup>.

L'implantation de cette 2eme tuberie spirale entre dans le cadre de politique d'équilibre régional et du développement des régions déshéritées, a cette raison politique s'ajoutent des motivations économiques : [1]

- Les puits de pétrole et de gaz (HASSI R' MEL et HASSI MESSAOUD), se trouvent à proximité de l'usité.
- La tuberie spirale d'EL HADJAR ne pouvant pas seule satisfaire les gros besoins de SONTRACH en matière de transport des hydrocarbures.

Il a été décidé de créer cette 2ème unité similaire au 1<sup>er</sup>. Sa réalisation à essentiellement confiée à des entreprises algériennes.



Figure I.1 : Image satellitaire de l'usine [1].

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

La construction des principaux équipements a été confiée aux entreprises étrangères (HOECH principal fournisseur des équipements). L'unité produit une gamme des tubes allant de 16 à 64 pouces (406.4 à 1625.6mm), de 7 à 20 mm d'épaisseur et 7 à 16 m de longueur (la demande a exigé jusqu'à présent 13m de longueur max) Q1-0403 et ISO 9001. [2]

### QUALIFICATIONS :

ALFAPIPE Tuberie de Ghardaïa est certifiée API Q1 et ISO 9001 depuis le 02 janvier 2001.  
Le tube fabriqué par ALFAPIPE Tuberie de Ghardaïa est certifié API 5L.

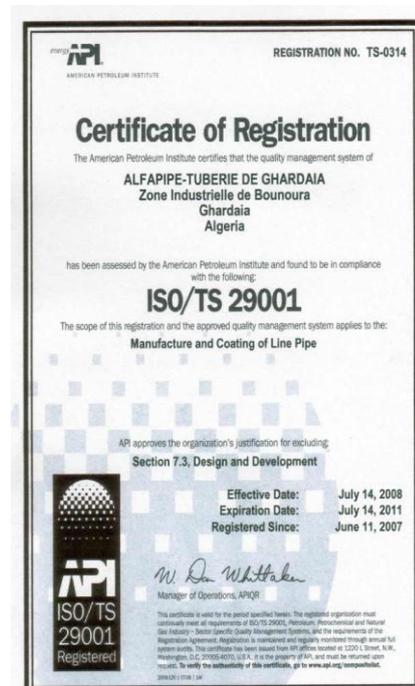
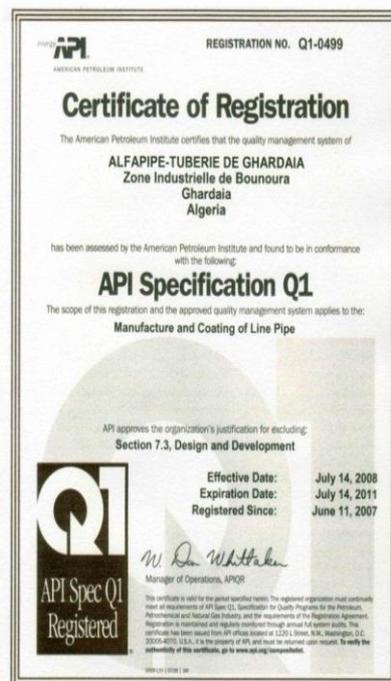


Figure I.2 : Certifiée ISO 9001, API Q1 et API Spec 5 L [1].

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

### I.2-Développement de TUS Ghardaïa :

1974 c'était la mise en chantier de SNS (société national da sidérurgie) à Ghardaïa. Et la mise en service de l'unité de production c'était qu'après deux ans, d'une capacité de 125000 t/ans ; l'équivalent de 375 km.

Pour améliorer ces produit ; en 1992 la SNS a fait une extension et à la démarrer les deux unités de revêtement ; intérieure et extérieure. Après cette extension elle a été capable de fabriquer les tubes gazoduc et oléoduc.

Après la restructuration des entreprises elle à devenu SNTPP (la société National de Traitement des Produits Plats) du groupe ANABIB, et direction Alger. En 2001 elle à devenu PIPE GAZ filiale ANABIB, et en 2006 elle à devenu TUS Ghardaïa, la jumelle de TUS Annaba ; filiales de ALFAPIPE.

Jusqu'à 1999 toutes les unités ont été commandées par les technologies câblées. Après ils ont automatisés l'unité de production et celle de revêtement extérieure.

Et en 2003 ils ont renouveler les automates des quatre machines à soudées. [1]

### I.3-Plan de l'usine :

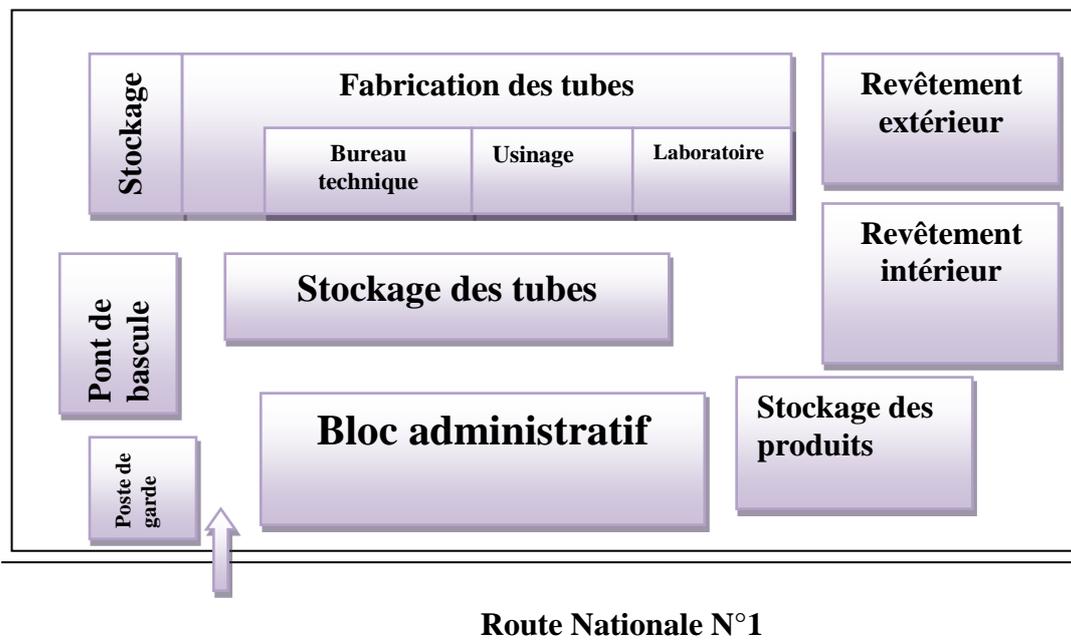


Figure I.3 : Implantation de d'efférentes zones de l'usine [1].

## ➤ Organigramme de l'usine :

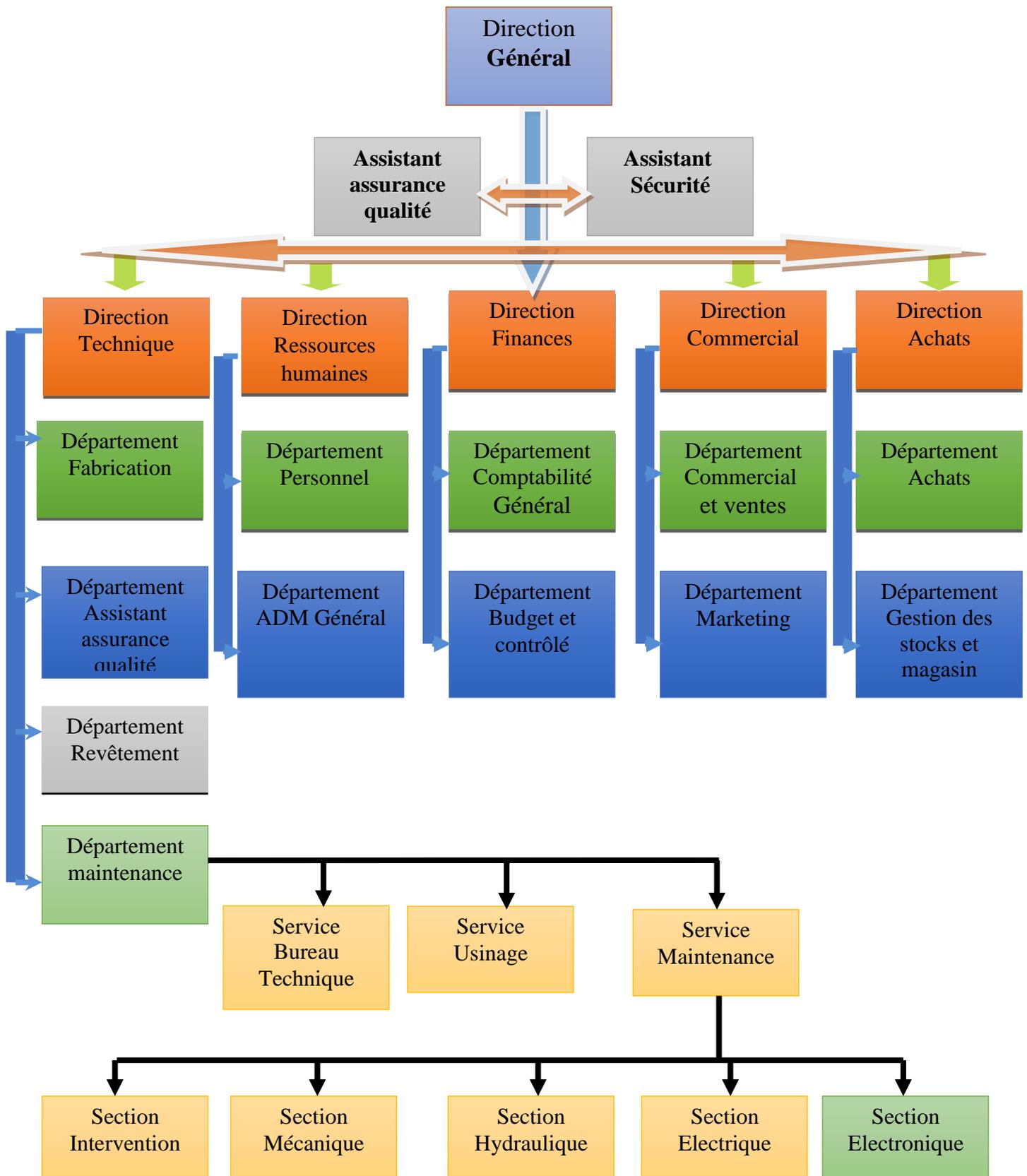


Figure I.4 : Organigramme de l'usine [1].

### I.4- Procède de la fabrication :

Le tube soudé en spirale est obtenu à partir d'une bobine d'acier de largeur et d'épaisseur différent, enroulée en spirale et simultanément soudé selon le procédé de soudure sous flux (extérieur et intérieur). La fabrication d'un tube soudé en spirale passe par les étapes suivantes :

#### I.4.1- Préparation de bobine :

Contiens les séquences suivantes :

- Déroulage de bobine.
- Dressage.
- Rognée les deux côtés.
- Brossage.
- Préparation des rives.

Tous les éléments de la partie\*préparation de bobine\* sont fixés sur un châssis de base qui repose sur des, et il est pivoté dans la position correspondante (angle d'entrée) selon la largeur de la bande et le diamètre du tube.

#### I.4.2- Caractéristiques techniques :

- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| ➤ Poids de bobine              | max 30 ton     |
| ➤ Diamètre intérieur de bobine | 600 à 820mm    |
| ➤ Diamètre extérieur de bobine | 1200 à 2000 mm |



Figure I.5 : Bobine de la matière première [3].

### I.4.3- Les équipements :

La fabrication des tubes en spirale nécessite des employeurs a haute qualification et des grandes équipements, donc ALFAPIPE contient les machines suivantes :

- ❖ Les machines de préparation des bobines
- ❖ Quatre machines à souder
- ❖ Deux installations de nettoyage de tubes
- ❖ Deux zones de reprise de soudure
- ❖ Dispositif d'oxycoupage
- ❖ Contrôle radioscopique et radiographique
- ❖ Installation de chanfreinage
- ❖ Banc d'essai hydrostatique
- ❖ Installation de revêtement extérieur
- ❖ Installation d'enrobage intérieur
- ❖ Des convoyeurs qui assurent les déplacements des tubes entre les différentes machines
- ❖ Des pontes roulantes pour différent poids 15T ,34T

En plus des équipements on trouve des différents ateliers et des laboratoires pour vérifier la qualité des produits et pour fournir les pièces de rechange pour les différentes machines :

- ❖ Atelier d'usinage
- ❖ Atelier chaudronnerie
- ❖ Atelier électrique
- ❖ Labo mécanique
- ❖ Labo électronique
- ❖ Labo chimique

# CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

## I.4.4- Schéma synoptique du procédé de fabrication :

La figure suivante présente le schéma synoptique du procédé de fabrication.

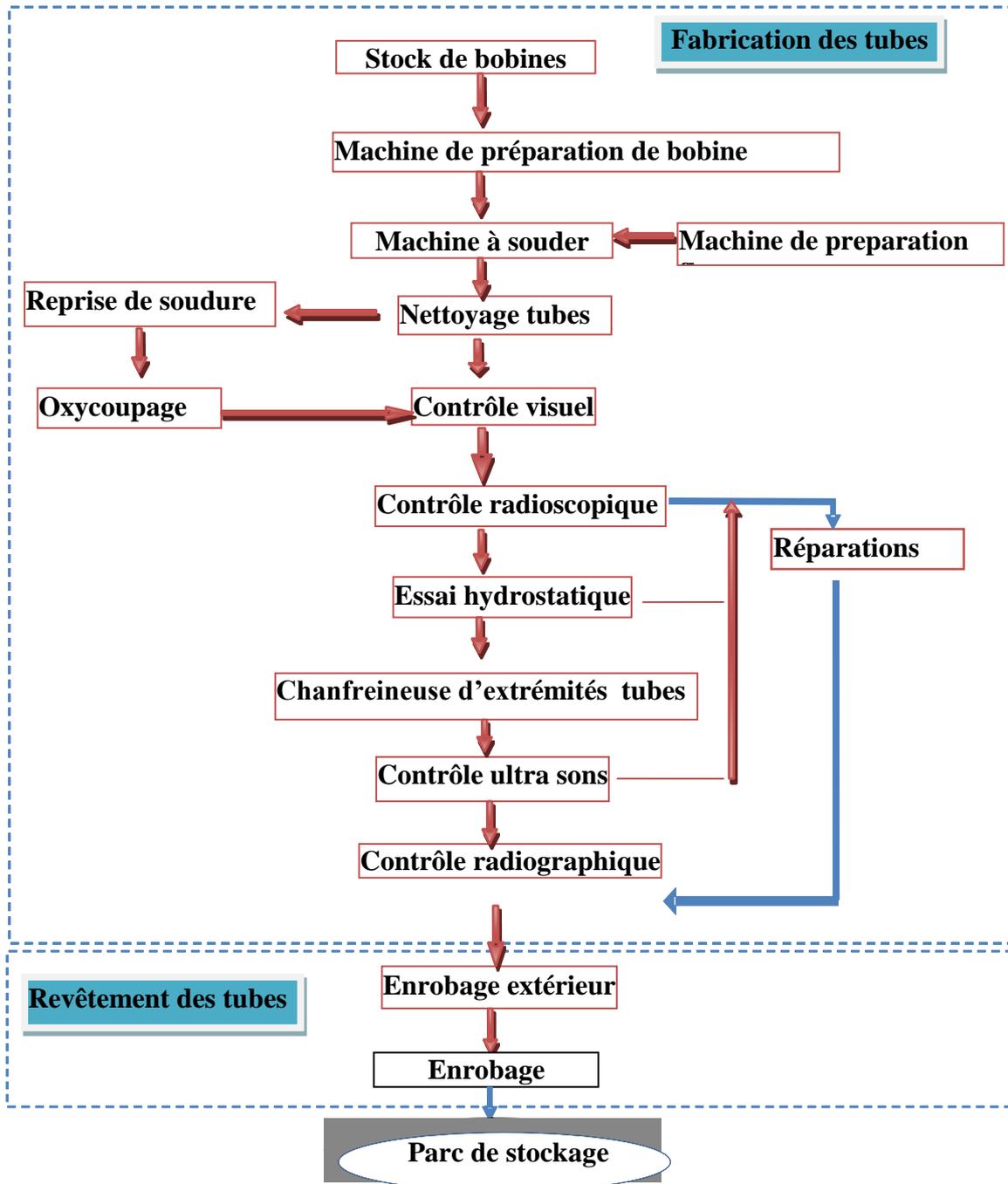


Figure I.6 : Schéma synoptique du procédé de fabrication. [1]

### I.4.5- Machine à soude en spirale :

#### I.4.5.1- Description :

La machine à souder en spirale sert à fabriquer des tubes à partir des bandes de différentes largeurs et épaisseurs dévidées des bobines. Ces bandes sont roulées en hélice et sont ensuite soudées intérieurement et extérieurement selon le procédé de soudure en flux.

Ces éléments essentiels sont constitués par :

- ✚ Élément de préparation de bobine (BANDE)
- ✚ Élément de formage du tube.
- ✚ Élément de sortie du tube.

L'élément de réparation des bandes : s'étend du dispositif de déroulage des bandes dévidées jusqu'aux rouleaux de l'entraîneur. Dans cette zone la bobine est tirée au travers de la machine et passe par différents stades de l'usinage. Elle est dressée, guidée et rongée des deux côtés par la cisaille circulaire de rognage qui fait ensuite.

L'élimination des bords de laminage est liée à la mise au point d'une largeur constante de bande. Ensuite à l'aide des outils raboteurs et de brosse de nettoyage, on prépare les rives pour la soudure.

Le défilement des bobines est assuré par le rabotage des bobines pour obtenir une bande sans fin fait également partie de la réparation des bandes. L'opération se fait comme suit :

- ✚ Couper les languettes de fin de bande.
- ✚ Aligner les rives.
- ✚ Souder.

Pendant cette phase de l'usinage, la soudure de tube est interrompue, pendant un court laps de temps. Tous les éléments de la partie préparation des bobines sont boulonnés fixés sur le châssis de base de la machine, celui-ci repose sur des galets et il est pivoté dans la position correspondante (angle d'entrée) selon la largeur et le diamètre du tube.

Dans la cage de formage, la bande est formée en tube selon le principe de la cintruse à rouleaux multiples. Les rives qui convergent dans la cage de formage sont soudées

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

---

intérieurement d'abord, extérieurement ensuite. Sur un châssis orientable pour le réglage de la fonte de soudure sont montées la lunette de commande (dispositif de guidage du tube) le support avec la traverse pour l'installation de soudage extérieur et le dispositif de descente du tube.

Le tube sortant est réduit à la longueur correspondante par le chariot mobile d'oxycoupage. Le tube sectionné à la longueur voulue, pendant son passage continu, est descendu sur l'installation de transport (grille) est évacuée latéralement hors de la machine.

### I.4.5.2- Caractéristiques techniques :

Tableau I.1 : Caractéristiques techniques de la machine MAS [1]

<b>Largeur de bande</b>	630 à 1830mm
<b>Bande non rongée</b>	
<b>Bande rongée</b>	600 à 1800mm
<b>Poids de bobine</b>	Max .30MP=30tonnes
<b>Diamètre extérieur de bobine</b>	1200 à 2000mm
<b>Diamètre intérieur de bobine</b>	600 à 820mm
<b>Angle d'entrée de bobine</b>	18° à 45°
<b>Epaisseur de la paroi du tube</b>	8 à 16mm
<b>Gamme de diamètre du tube</b>	16 à 64pouce (406.4 à 1625.6mm)
<b>Gamme de longueur du tube</b>	9 à 16m
<b>Qualité de tube</b>	Acier+Fer

### I.4.5.3- Fonctionnement de la machine à souder en spirale :

- ✚ Conformément à la largeur de la bande selon l'échelle graduée, la chaise support de la bobine se trouve dans la position requise transversalement à la direction du déroulement de la bobine (bande).
- ✚ Le chariot récepteur de bobine est avancé, c'est à dire que les dispositifs de serrage se trouvent face à face.
- ✚ La bobine se trouve dans la machine, la précédente bobine est épuisée, il y a lieu, maintenant, de souder l'extrémité (début) de la bande de la nouvelle bobine, sur l'extrémité (fin) de la précédente.

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

---

- ✚ Planeuse avec guide bande.
- ✚ Cisaille circulaire avec râcheuse.
- ✚ Support de raclage avec outils de raclage des rives.
- ✚ Brosse des rives et des surfaces.
- ✚ Cylindre de l'entraîneur, galet de préformage des rives et barre de guidage sont pré-réglés sur l'épaisseur respectivement, la largeur de la bande.

Cage de formage, tête de soudure extérieur avec dispositifs de réglage, lunette de commande avec dispositif de réglage de la fente de soudure, dispositif de control aux ultra-sons, chevalet support du tube, chariot d'oxycoupage et dispositifs de descente son pré-réglé sur le diamètre du tube, respectivement sur l'angle d'inclinaison.

- ✓ Le châssis de la machine est réglé sur l'angle d'entrée de la bande.
- ✓ L'arrêt automatique sur le pupitre de commande un est mise en point.
- ✓ Les réservoirs à flux pour la soudure spirale et transversale sont remplis.
- ✓ Le tambour de fil à souder pour soudure intérieur et extérieur, comme pour le rabotage des bandes, sont équipés de bobine de fin à souder.
- ✓ Propane et oxygène pour dispositif de rabotage et chariot d'oxycoupage sont branchés, la veilleuse sur le chariot d'oxycoupage est allumée. L'air comprimé pour les dispositifs de soufflage entre le racleur et la brosse de surface et avant les cisailles circulaires sont branchés. Il en est de même pour le raccordement de l'eau de refroidissement du tube sur le dispositif du control aux ultra-sons et l'eau de couplage pour refroidissement du support de soudure (soudure intérieur).

### I.4.5.4- Sécurité de la machine à souder :

Avant la mise en route de la machine à souder en spirale, les opérations doivent s'assurer de la présence de dispositifs dans la zone dangereux de la soudure.

Avant tout, il y a lieu de tenir éloignée de la machine toutes personnes étrangères.

Les zones, particulièrement, dangereuses sont ceux entre la chaise-support de bobine et le chariot récepteur de bobine, entre les support de bobine, entre les dispositifs de serrage, devant la râcheuse et la cisaille circulaire dans la zone de l'entraîneur, dans la zone de déplacement du chariot d'oxycoupage, en les, dispositifs de descente des tubes.

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

---

En cas d'urgence appuie sur les boutons poussoirs rouges (ARRET D' URGANCE) qui se trouve sur tous les tableaux et pupitre de commande.

### I.5- Entretien de la machine à souder en spirale :

Il est indiscutable qu'au premier chef de la sécurité du fonctionnement et la longévité de l'équipement dépendant d'un entretien minutieux et du soin qu'on en prend à cet effet il y a lieu :

- ✚ De nettoyage l'équipement une fois par semaine.
- ✚ De graisser, après le nettoyage hebdomadaire, les broches coulisses, vis en mouvement.
- ✚ De rincer proprement les engrenages et les paliers lors de renouvellement de la graisse, avant le nouveau remplissage.
- ✚ De n'employer que les huiles et les graisses indiquées par le constructeur.

#### Remarque :

Les travaux d'entretien ne doivent être entrepris que lorsque la machine est mise hors circuit.

#### I.5.1- Nettoyage des tubes :

Chaque tube sortant du la machine a soudé doit être entré dans la chaine de contrôles pour but d'assurer la qualité de soudure pour éviter les problèmes dans les autres étapes de fabrication, donc le nettoyage des tubes est très intéressent. Le nettoyage de tube se fait comme suit :

- ✚ Le tube est bloqué entre deux têtes porté par un bar de fer et qui entre le tube pendant que celui la tourne
- ✚ Les dispositifs d'interruption de fin de course pour les langueurs nécessaires des tubes sont installés sur le châssis de sortie du tube.
- ✚ La commande est installée dans l'ordre de déroulement de la bande, respectivement de déroulement des tubes. [2]

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

---

### I.5.2- Contrôle visuel :

Le but est de contrôler visuellement la qualité de soudure intérieure et extérieure par des agents professionnels. S'il existe un défaut le tube sera réparé avant de continuer la fabrication. [1]



Figure I.7 : Contrôle visuel [1].

### I.5.3- Radioscopie :

Le tube ainsi fabriqué est nettoyé, et en cas de défaut est mis en examen par la radioscopie. La radioscopie est une installation très sophistiquée disposant d'un générateur de rayons X porté par un long bras de fer. Le tube entrant dans ce bras tourne hélicoïdalement. Ainsi le cordon de soudure et en cas de défaut l'indique sur l'endroit exact, comme il peut tolérer le défaut, dans ce cas le tube est bon et dans le cas contraire il est envoyé à la réparation. [2].



Figure I.8 : Ecran Radioscopie [2].

### I.6- Installation hydrostatique :

Chaque tube est soumis à une épreuve hydraulique, le tube est bloqué entre deux têtes remplis d'eau et soumis à l'aide de pompe haute pression à la pression prescrite, qui correspond à une sollicitation qui voisine la limite élastique. La pression sur les tubes nécessaires à l'étanchéité des extrémités de tube est maintenue pendant un temps fixé. [2]

#### I.6.1- Chanfreinage :

Les extrémités des tubes sont chanfreinées afin de permettre un raccordement cohérent et efficace entre deux tubes adjacents (chantier de canalisation).

Pour le chanfreinage, le tube est fixé par ses deux bouts, et à l'aide de deux machines tournantes disposant d'outils spéciaux, qui usinent les circonférences des deux extrémités de tube. [4]

#### I.6.2- Examen ultrasons :

La surveillance interne de la qualité de la soudure spirale a lieu immédiatement après le soudage à l'aide d'installation automatique. Ils existent deux examens aux ultra-sons, l'un est fait pour le contrôle de la soudure, l'autre est fait pour le contrôle et la détection des dédoubleurs. [4]



Figure I.9 : Tube à l'examen ultrasons [4].

### I.6.2.1-Examen de soudure :

L'examen aux ultra-sons est réalisé à l'aide de palpeur à angles. Dans le cas de l'examen plus simple pour détecter les défauts longitudinaux on utilise deux palpeurs dont faisceau ultrasonore est perpendiculaire à la nature.

Pour un examen supplémentaire des défauts verticaux, on peut utiliser des palpeurs spéciaux, dans lesquels une partie du faisceau ultrasonore est dérivée et dirigée sous un angle de 45° par rapport à la soudure.

La 2<sup>ème</sup> possibilité d'examen des défauts longitudinaux et verticaux est donnée par l'utilisation de 4 palpeurs. Dans tous les cas, les palpeurs sont guidés symétriquement de part et d'autre de la soudure grâce à des dispositifs de guidage de soudure.

### I.6.2.2-Examens des dédoublets :

Pour l'examen des dédoublets, on utilise l'examen ultra-sons avec ondes longitudinales. L'examen sur le tube fini est effectué sur la surface externe du tube. Normalement, on utilise pour l'examen des tubes, des palpeurs émetteurs-récepteurs. Ces palpeurs contiennent un émetteur et un récepteur. Après l'entrée de l'onde sonore à travers une fente d'eau apparaissent sur l'oscillographie la suite échos de la paroi opposée.

Lorsqu'un dédoublet se trouve sur le passage des ondes, le temps du parcours jusqu'à la première de la paroi opposée se prolongera. A l'aide de repère d'écran, on peut surveiller l'examen automatiquement. Avant le premier écho de la paroi opposée, se trouve le repère de la réflexion de dédoublet avancée.

Si une intensité fixée à l'avance est dépassée dans cette zone, le signal sera déclenché. A l'aide de ce principe on examine les extrémités des tubes, le matériau de base et les zones à proximité de la soudure.

Lors de l'examen des matériaux de base entre les soudures et le palpeur décrit sur le tube des mouvements oscillants axiaux, pendant que le tube tourne hélicoïdalement sous le support de palpeur. De cette manière, le matériau est sondé presque perpendiculairement au sens de laminage, c'est à dire dans le sens longitudinal d'éventuelles dédoublets. Les signaux ultrasons de l'installation sont marqués sur le tube à l'endroit précis concerné à l'aide de pistoles à

## **CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise**

---

peinture colorée de la même manière que les autres installations ultrasons automatiques. Les zones de soudure ainsi marquées sont dirigées ensuite vers l'examen aux rayons X.

### **I.6.3-Contrôle radiographique :**

Le contrôle radiographique se fait dans l'installation de rayon X. C'est un appareil à rayon X qui photographie les points de réparation. Ceci pour détecter les éventuels défauts rencontrés lors de l'essai hydraulique.

Les films ainsi obtenus sont étudiés afin d'améliorer la chaîne de fabrication et intervenir pour la modification et l'ajustement d'appareillage. Aussi retire-t-on des instructions à l'encontre des opérateurs et réparateurs pour la fiabilité de fabrication. [4]

### **I.7-Usine de revêtement de tubes :**

Cette usine fait le revêtement de tubes extérieurement par le polyéthylène et intérieurement par la peinture.

Processus de la chaîne de revêtement extérieur :

- ❖ Séchage.
- ❖ Grenailage extérieur
- ❖ Chauffage par induction.
- ❖ Revêtement de tube en PE.
- ❖ Tunnel de refroidissement
- ❖ Cut-back d'extrémité
- ❖ Bosseuse d'extrémité
- ❖ Contrôle d'électrique de défaut de revêtement.

Processus de la chaîne de revêtement intérieur :

- ❖ Nettoyage au karcher.
- ❖ Séchage par brûleur à gaz.
- ❖ Grenailage tube
- ❖ Peinture intérieure
- ❖ Contrôle final

## **CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise**

---

Le séchage se fait par annulaire monté entre 2 convoyeurs à rouleaux est le gaz d'une puissance de 800 thermie. [4]

Le four est contrôlé par armoire de commande disposant d'un régulateur de température qui agit sur des vannes d'arrêt à gaz liés à 4 brûleurs.

Une sonde avec gaine lg 150 sert à détecter la température du four.

L'intérêt du séchage est d'éliminer l'humidité qui est néfaste pour l'opération de grenaillage.

### **I.7.1-Revêtement extérieur :**

Par application d'un revêtement extérieur, le tube est protégé contre les facteurs externes mécaniques et chimique. Le revêtement est obtenu par le film Enroulé sur le tube suivent ces étapes : [4]

- ❖ Séchage.
- ❖ grenaillage.
- ❖ chauffage par induction.
- ❖ revêtement de 2.5 à 4 mm en polyéthylène.

### **I.7.2-Revêtement intérieur :**

La surface interne de tube est protégée après le grenaillage et nettoyage, la couche de peinture est de 40 à 70 micromètre d'épaisseur[4]

- ❖ revêtement en époxy gaz pour hydrocarbure.
- ❖ revêtement en époxy alimentaire pour tubes transfère d'eau

### **Grenaillage :**

Cette fonction permet un nettoyage poussé des tubes c'est une projection de grenaillage métallique sur le tube.

Le système est constitué de :

- ❖ Une cabine.
- ❖ Circuit de récupération.

## CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

---

- ❖ Elévateur.
- ❖ Séparateur.
- ❖ Turbine.
- ❖ Filtre.
- ❖ Installation électrique.
- ❖ Installation pneumatique

### I.8-Domaine d'utilisation :

- ❖ Gazoduc.
- ❖ Oléoduc.
- ❖ Grand transfert d'eau.
- ❖ Réseau de drainage.
- ❖ Conduite d'irrigation.
- ❖ Infrastructure des travaux publics. [4]

### I.9-Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu général sur L'entreprise nationale de transformation des tubes ALFA PIPE Ghardaïa, et les différents services.

Cette plante est la construction de tube en spirale grande taille et diamètre différente pour transporter des fluide en général, où à leur tour support la haute pression depuis qu'il ALFA PIPE fabrique des tubes hélicoïdaux avec des normes de classe mondial ISO ALFA PIPE.

Cette société a plus de 40 ans d'expérience, c'est pourquoi elle doit rivaliser avec les entreprises internationales

**CHAPITRE II**  
**DESCRIPTION GENERALE**  
**DE LA MACHINE A SOUDER**

## CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000

### II.1-Introduction :

Dans le but d'améliorer la production, l'entreprise a acheté un nouveau type de machine à souder en spirale S-SPM 2000, cette machine est entrée en production officielle en octobre 2017.

Il est conçu pour former des tubes en spirale à partir de bobines avec de grandes bandes (ruban), et souder ces tubes complètement à l'intérieur et à l'extérieur à l'aide d'un équipement de soudage SAW en technique multi-fils. .

La machine S-SPM 2000 est capable d'augmenter notre production de 200 000T à 400 000T ainsi que de fabriquer des tubes de grande épaisseur (25,4 mm), pour la première fois en Algérie.

### II.2- Identification de la machine et description générale :

Tableau II.1 : Description générale de la machine à souder S-SPM-2000. [5]

<b>Type</b>	Machine à former et à souder des tubes en spirale S-SPM-2000
<b>N° de machine :</b>	KP0J5801-02/03
<b>Année de construction :</b>	2014
<b>Fabricant :</b>	W+K IndustrieTechnik GmbH & Co. KG Hauert 12a 44227 Dortmund
<b>Téléphone :</b>	+49 (0) 231 – 79 22 11 – 0
<b>Fax :</b>	+49 (0) 231 – 79 22 11 – 9
<b>Site Internet :</b>	www.danieli-wk.de

La machine S-SPM 2000 est conçue pour former des tubes en spirale à partir de bobines à larges feuillards et souder complètement ces tubes à l'intérieur et à l'extérieur à l'aide d'un équipement de soudage SAW en technique multi-fil.

La machine S-SPM 2000 est essentiellement constituée des éléments suivants :

✓ Le **châssis d'entrée pilotable** sur laquelle sont montés tous les dispositifs nécessaires qui transforment les bobines en un feuillard de tôle approprié et le transportent vers le poste de formage.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

✓ Le *poste de formage* dans lequel le feuillard de tôle préparé, retiré, rogné, transformé en tube en spirale et soudé complètement à l'intérieur.

✓ le *châssis de sortie* sur laquelle sont montés les dispositifs assurant le soudage extérieur et le contrôle de la soudure par ultrasons ainsi que les guidages et le dispositif de découpage de la ligne de tube fabriquée et le dispositif d'évacuation du tube coupé vers le système de transport des tubes.

### **II .3- Caractéristique techniques de la machine :**

#### **II .3.1- Tube :**

**Tableau II.2 :** Caractéristique technique du tube. [5]

<b>Diamètre extérieur :</b>	20"-80"      508 mm – 2 032 mm
<b>Épaisseur de feuillard :</b>	6,35 mm – 25,4 mm
<b>Longueur de tube :</b>	6,0 m – 18,0 m
<b>Qualité de tube :</b>	conformément à la spécification API 5 L numéro 44, octobre 2008
<b>Qualité matériau :</b>	max. X 100
<b>Angle soudure en spirale :</b>	10° - 45° en pas à gauche
<b>Vitesse de soudage :</b>	max. 2,5 m/min

#### **II .3.2- Matériau de base :**

**Tableau II.3 :** Bobines feuillards laminés à chaud.

<b>Tolérance matériau :</b>	selon DIN EN 10051
<b>Largeur de feuillard :</b>	1 100 mm – 2 050 mm
<b>Sabre de feuillard :</b>	longueur max. 20 mm / 10 m
<b>Diamètre intérieur bobine :</b>	700 mm – 900 mm
<b>Diamètre extérieur bobine :</b>	1 200 mm – 2 400 mm
<b>Poids rouleau :</b>	45 t max.
<b>Qualité matériau :</b>	X100 max.
<b>Limite d'élasticité :</b>	X100 690 N/mm <sup>2</sup> min. 840 N/mm <sup>2</sup> max.

# CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000

## II.3.3- Plan de production de la machine :

**Tableau II.4 :** Programme de production / Plan de production de tuyaux. O.D. 20 "- diamètre extérieur 80" acc. aux spécifications API. 5 L.

Pipe Diameter		Épaisseur de paroi																							
		Inch	0.219	0.25	0.281	0.312	0.344	0.375	0.406	0.438	0.469	0.5	0.528	0.562	0.591	0.625	0.688	0.719	0.75	0.812	0.875	0.938	1	1.062	
Diamètre Extérieur		Mm	5.56	6.35	7.14	7.92	8.74	9.52	10.31	11.13	11.91	12.7	13.4	14.27	15	15.88	17.48	18.26	19.05	20.62	22.23	23.83	25.4	26.97	
Diamètre de tubes		Inch	mm																						
20	508																								
22	558,8																								
24	609,6																								
26	660,4																								
28	711,2																								
30	762																								
32	812,8																								
34	863,6																								
36	914,4																								
38	965,2																								
40	1016																								
42	1066,8																								
44	1117,6																								
46	1168,4																								
48	1219,2																								
50	1270																								
52	1320,8																								
56	1422,4																								
60	1524																								
64	1625,6																								
68	1727,2																								
72	1828,8																								
76	1930,4																								
80	2032																								

 Up to X 100  
 Up to X 80

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4- Description des composants individuels de la machine :**

#### **II .4 .1- chassis d'entrée pilotage:**

Le châssis d'entrée complet se compose au total de quatre châssis individuels. Les différents châssis sont vissés ensemble sur la face frontale via des plaques de bridage. Sur le côté des châssis se trouvent des galets d'appui. Ils soutiennent le châssis et se déplacent sur les segments de courbe (02) faisant partie de la fondation. Sur le châssis se trouvent toutes les surfaces et perçages nécessaires au montage des différents éléments. [5]

Le châssis arrière (châssis n° 4) comporte le dispositif de réglage et de fixation hydraulique permettant de faire pivoter le châssis d'entrée vers l'angle correspondant pour la fabrication du tube en spirale .Sur le châssis n° 1 se trouve à l'avant le pivot, qui est fixé à la base du poste de formage avec un boulon. Le châssis n° 3 fait partie intégrante du dispositif de fraisage des bords longitudinaux.

#### **II .4 .1.1- Dispositif de debobinage :**



**Figure II.1 :** Dispositif de debobinage.

#### **II .4 .1.2- Chariot de transport de bobines :**

Le chariot de transport de bobines, disposé sur la partie avant du châssis de base d'entrée, sert à recevoir la bobine (feuillard de tôle enroulé) et, à l'aide d'un dispositif de déplacement hydraulique, conduit la bobine dans la position de réception par les supports de bobine.

## CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000



**Figure II.2 :** Chariot de transport de bobines.

À l'aide des rouleaux rotatifs à entraînement hydraulique disposés sur le chariot de transport de bobines et des rouleaux presseurs supérieurs également entraînés hydrauliquement, la bobine est tournée de manière à ce que le début de feuillard soit séparé par le bas à l'aide du ciseau et enfilé par le conducteur auxiliaire ouvert .

### **II .4 .1.3- Supports de bobine (dévidoir) :**

Une fois le début de bobine fixé dans le conducteur auxiliaire, les deux supports de bobine pénètrent latéralement dans l'ouverture intérieure de la bobine et la soulèvent du chariot de transport de bobines pour permettre à ce dernier de retourner dans sa position de réception arrière.

Les deux supports de bobine sont reliés par des guidages linéaires au châssis de base d'entrée. Chaque support de bobine peut être déplacé dans le sens transversal par un vérin hydraulique. Chacun des plateaux tournants, équipés de broches de support et montés sur des roulements, intégrés dans les supports de bobine, est réglable en hauteur à l'aide d'un vérin hydraulique via un système de levier. Ces mouvements permettent la réception de bobines de différentes largeurs de feuillard et de diamètres. Les côtés intérieurs des plateaux tournants sont revêtus de plaques d'usure.

Lors de la production, les broches de support sont automatiquement positionnées en hauteur et déplacées de telle façon que le feuillard retiré de la bobine soit si possible toujours conduit verticalement vers le dispositif de dressage. Par le déplacement latéral des supports de bobine, le feuillard défilant est toujours maintenu au milieu de la machine lors de la production. La

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

position du feuillard en amont du dispositif de dressage est mesurée par le dispositif de régulation du milieu de feuillard et la position de la commande hydraulique des supports de bobine alors communiquée permet de positionner automatiquement les supports de bobine.



**Figure II.3 :** Supports de bobine (dévidoir).

### **II .4 .1.4- Bras de presseur :**

Le bras presseur est conçu comme une bascule où le système de pivot de la bascule est monté contre le dispositif de dressage. La bascule est munie à l'avant des rouleaux presseurs caoutchoutés et du moteur d'entraînement hydraulique qui entraîne les rouleaux via une chaîne. L'autre côté de la bascule comporte un vérin de calage hydraulique pour le pivotement de la bascule ou pour abaisser les rouleaux rotatifs sur la bobine. Les rouleaux presseurs sont maintenus dans leur position pendant et après le changement de bobine jusqu'à ce que tout saut des premières spires de la bobine pendant le fonctionnement puisse être exclu.



**Figure II.4 :** Bras de presseur.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 .1.5- Ciseau :**

La cage de guidage du ciseau est montée sur le support de dressage de manière à ce qu'elle puisse positionner le burin contre la bobine pour la séparation. Pour cela, la cage de guidage est pivotable et le ciseau dans la cage de guidage est réglable en hauteur. Les deux mouvements sont effectués à l'aide d'un vérin hydraulique. Dès que le conducteur auxiliaire est fermé et par conséquent, que le début de bobine est fixé, le burin revient dans sa position de départ.



**Figure II.5 :** Ciseau.

### **II .4 .1.6- Dispositif de dressage :**

Le dispositif de dressage, disposé dans le sens de déplacement du feuillard en aval du débobinage, est fermement vissé sur le châssis d'entrée. Dans et sur la construction de soudage de la cage sont intégrés le conducteur auxiliaire, le dispositif de dressage, le burin, le presse-tôle et le dispositif de retenue.

Le dispositif de dressage a pour fonction de lisser le « bac » présent dans le feuillard de tôle passant. Les ondulations dans le feuillard de tôle qui sont plus petites que l'écart de rouleau horizontal des galets redresseurs ne peuvent pas être éliminées. Il en va de même pour les paliers et les particules entraînés à la fin de la bobine qui se trouvent sur le feuillard après le déroulement du feuillard dans le laminier.

## CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000



**Figure II.6** : Dispositif de dressage.

Le **dispositif de dressage** est constitué des composants suivants :

### **II .4 .1.6.1-Conducteur auxiliaire :**

Le conducteur auxiliaire permet de pousser le début de bobine par le dispositif de dressage fermé jusqu'à ce qu'il puisse être repris par le chariot de serrage du soudage des feuillets. Sinon, le conducteur auxiliaire n'exerce pas de force propulsive sur le feuillet. Lors de la production, le conducteur auxiliaire est ouvert et les rouleaux de commande tournent à couple réduit en fonction de la vitesse de l'installation.

Le conducteur auxiliaire est essentiellement constitué des éléments suivants :

- Deux cylindres de commande montés sur roulements
- Dispositif de serrage hydraulique pour le cylindre de commande supérieur
- Deux unités d'entraînement constituées d'une combinaison d'entraînement avec moteur d'entraînement fixé par brides.

**Tableau II.5** : Données techniques générales de conducteur auxiliaire : [5].

Diamètre de cylindre :	460 mm
Puissance d'entraînement env. :	2 x 44 kW
Couple max sur le cylindre de commande :	2 x 95 000 Nm
Cylindre de pression $\varnothing$ :	400 / 200 mm
Cylindre de pression levage :	100 mm
Pression hydraulique max. :	200 bars

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 .1.6.2- rouleaux de dressage :**

Les 7 rouleaux de dressage sont exécutés de manière à ce que tous les cylindres supérieurs puissent être serrés séparément. La profondeur d'immersion des différents cylindres est indiquée sur le pupitre de commande. L'effet de lissage proprement dit est exécuté avec le 1er cylindre supérieur et les deux cylindres inférieurs correspondants. Les autres cylindres font que le feuillard lissé sorte le plus horizontalement possible du dispositif de dressage.

La mise en contact de chaque cylindre supérieur s'effectue via 2 vérins hydrauliques équipés d'un système de mesure.

Les rouleaux de dressage sont essentiellement constitués des éléments suivants :

Quatre cylindres inférieurs montés sur des roulements dans des logements de palier

Trois cylindres supérieurs montés sur des roulements dans des logements de palier réglables en hauteur

Trois dispositifs de serrage hydrauliques pour les cylindres supérieurs

**Tableau II.6 :** Données techniques générales : [5].

Diamètre de cylindre :	322 mm
Vérin d'approche 1 et 2 cylindre supérieur :	Ø 280 / 200 mm
Vérin d'approche 3. Cylindre supérieur :	Ø 200 / 160 mm
Pression hydraulique :	200 bars
Force de réglage max. du 1er et 2ème cylindre sup.	2400 kN
Force de réglage max. du 3ème cylindre supérieur :	1200 kN

### **II .4 .1.6.3- Dispositif de retenue de feuillard :**

Le dispositif de retenue de feuillard empêche le rebondissement du début de bobine dû à l'effet de ressort de la bobine retirée lors de l'ajustement du début de feuillard après l'ouverture du dispositif de dressage et du conducteur auxiliaire.

Le dispositif de retenue est essentiellement composé des pièces suivantes :

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

- Deux consoles de logement soudées avec supports intégrés pour les vérins de calage et les guidages pour les sabres de serrage
- Deux sabres de serrage avec chacun quatre galets de guidage sur roulements disposés transversalement par rapport au feuillard et serrés hydrauliquement

Chacun des sabres de serrage avec les galets de guidage est pressé par un vérin hydraulique sous / sur le feuillard à aligner. Ainsi, lors de l'ajustement automatique du début de feuillard, le feuillard ne rebondit pas dans le sens de déplacement, mais peut être déplacé par les galets de guidage transversalement par rapport au sens de déplacement.

### **II .4 .1.7- Raboutage par Soudage :**

#### **Dispositif de Soudage des feuillards :**

Dans le dispositif de soudage des feuillards, le début de feuillard de la nouvelle bobine est soudé avec le début de feuillard de la bobine déroulée transversalement par rapport au sens de production. La fin de feuillard est coincée et le bout résiduel inutilisable est coupé au moyen d'un dispositif de séparation au plasma. Le début de bobine étant également coupé, la fin de bobine séparée est convoyée transversalement hors de la ligne par le chariot de résidus de feuillards.[5]

La fin de feuillard et le début de feuillard sont ensuite fraisés sur leur face frontale avec le profil correspondant pour le soudage. Le début de feuillard est coincé dans le chariot de ramassage et le chariot est pressé contre des butées. Ensuite, les deux fins de feuillards sont rassemblées et reliées par un soudage MAG et à l'arc. Un support de soudage hydraulique solvable avec support de bain de soudage posé évite tout passage du feu lors du soudage.

Le dispositif de soudage des feuillards est constitué des composants suivants :

#### **II .4 .1.7.1-Chariot de ramassage pour début de feuillards :**

Le chariot de ramassage est soudé. Il est relié au châssis de base par des guidages linéaires et déplacé par un vérin hydraulique dans le sens de déplacement du feuillard. Le châssis du chariot comporte les points d'articulation pour le dispositif de serrage et l'unité d'ajustement (pousseur). Sur la face frontale en amont de la table de serrage se trouve un support de

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

soudage à serrage hydraulique. Sur le chariot se trouve une plateforme d'observation du processus de soudage qui est accessible par une échelle.

### **II .4 .1.7.2-Pousseur :**

Le pousseur est placé sur le chariot de ramassage du début de feuillard. Avant le serrage du début de feuillard de la nouvelle bobine avec le dispositif de serrage du chariot de début de feuillard, il est automatiquement ajusté au milieu de la machine à l'aide des deux pousseurs et du dispositif de régulation du milieu de feuillard.

Le feuillard est alors poussé au milieu de l'installation par des sabots palpeurs fixés sur des guidages linéaires au moyen de 2 vérins hydrauliques avec système de mesure intégré. Il est possible de modifier le milieu de l'installation par la saisie d'un offset.

### **II .4 .1.7.3-Cage de ramassage pour fin de feuillard :**

La cage de ramassage est soudée et vissée sur le châssis de base d'entrée. La cage est équipée des points d'articulation pour le dispositif de serrage. Au-dessus de la table de serrage se trouvent les surfaces de vissage pour la voie de guidage commune du chariot de fraisage et du chariot de séparation de soudage. Sous la table de serrage se trouvent les butées à pivotement hydraulique pour la position de fraisage et de soudage permettant le positionnement du chariot de ramassage avec le début de feuillard coincé.

### **II .4 .1.7.4-Voie de guidage avec chariot de fraisage :**

La voie de guidage pour ramasser le fraiseur à bords et du chariot de séparation de soudage est vissée sur la cage de ramassage pour la fin de feuillard.

Sur la voie de guidage se trouvent les guidages linéaires sur lesquels se déplacent les chariots pour le fraiseur à bandes et le chariot de séparation de soudage. Le chariot de fraisage est déplacé au moyen d'une vis à billes reliée à un accouplement à lamelles avec un motoréducteur triphasé. Le chariot de fraisage est muni de trous filetés pour recevoir le groupe de fraisage.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 .1.7.5-Chariot de séparation de soudage :**

Le chariot de séparation de soudage se déplace également sur les guidages linéaires de la voie de guidage pour le chariot de fraisage. À l'avant, le chariot soudé est équipé d'une plaque réceptrice sur laquelle sont montés le dispositif de séparation et l'équipement de soudage. Via une courroie crantée attachée au chariot de séparation, ce chariot est déplacé par un motoréducteur réglé qui est fixé sur la voie de guidage. Les fins de course du chariot sont surveillées par des interrupteurs de fin de course.

Le dispositif de réception pour la torche à plasma est constitué d'un bras à pivotement hydraulique de 90° avec guidage linéaire monté et chariot entraîné électriquement avec logement de torche. Cette exécution permet de séparer successivement la fin de feuillard et le début de feuillard avec la même torche.

### **II .4 .1.7.6-Dispositif de serrage :**

Chaque chariot de ramassage est équipé d'un dispositif de serrage pour le serrage du début de feuillard et dans la cage de ramassage pour le serrage de la fin de feuillard. Le dispositif de serrage est constitué d'une barre de serrage avec des griffes de serrage vissées trempées qui pressent le feuillard sur la table de serrage correspondante via un système de levier hydraulique. Pour une transmission homogène de la force de serrage du feuillard, les griffes de serrage sont fixées à la barre de serrage par des rondelles-ressort.

### **II .4 .1.7.7-Chariot de résidus de feuillards :**

Le chariot de résidus de feuillards est constitué d'un châssis de base soudé à profils qui est monté de façon pivotable, en face du côté de commande, sur le châssis d'entrée et qui, lors du pivotement du châssis d'entrée, s'appuie sur le sol de la salle par des roulettes. En position de travail, le châssis de base est soutenu à la fondation par des vis de réglage. Dans le châssis de base, un châssis de roulement à roulettes avec flèche pour la réception des fins de feuillards séparées. L'entraînement s'effectue par un motoréducteur triphasé via une chaîne à rouleaux fixée sur le châssis de roulement. Les fins de course du châssis de roulement sont surveillées par des interrupteurs de fin de course. Un bac de récupération des scories est prévu des deux côtés de la flèche. Pour l'aspiration des gaz formés par la séparation au plasma, des canaux d'aspiration ont d'ores et déjà été prévus dans la table.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 .1.7.8-Le dispositif de Fraisage transversal :**

Le dispositif de fraisage transversal est utilisé comme accessoire pour le fraisage de la nervure normale ou d'un chanfrein en Y (préparation de la soudure) pour le traitement du début et de la fin de la bobine dans une machine de soudage de tubes en spirale. Les deux fins de feuillards sont fraisées l'une après l'autre – pour le début de feuillard, la fraise est pivotée hydrauliquement d'env. 30 mm du bord de fraisage de la fin de feuillard. Un bac de récupération des copeaux pouvant être ouvert hydrauliquement pour le vidage se trouve sous la fraise.

Le dispositif de fraisage transversal est essentiellement constitué des éléments suivants :

- Unité de fraisage avec entraînement et dispositif de pivotement.
- Bac à copeaux ouvrable.
- Fraise avec tête de fraisage à deux rangées

**Tableau II.7 :** Données techniques générales [5].

Pression de service hydraulique :	160 bars
Largeur de transformation :	jusqu'à 2300 mm
Épaisseur de feuillard :	6 – 25,4 mm
Qualité de feuillard :	max. X 100 selon API 5L
Avance de fraisage selon l'épaisseur du feuillard, la profondeur de fraisage et la qualité du feuillard :	réglable de 0,3 à 3,0 m/min
Profondeur de fraisage :	max. 10 mm

**Tableau II.8 :** Unité de fraisage : [5].

Puissance nominale :	45 kW
Vitesse de rotation motrice :	1465 t/min
Vitesse de rotation broche :	162 t/min
Diamètre tête de fraisage :	400 mm
Poids total unité de fraisage :	env. 2600 kg

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4.1.8- Zone de contrôle Ultrasonique du matériau de base :**

La zone de contrôle Ultrasonic du matériau de base est constituée essentiellement des éléments suivants :

#### **II .4.1.8.1- Bâti de base :**

Les deux bâtis de base avec les galets de guidage verticaux se trouvent en amont et en aval du contrôle par ultrasons de la substance et sont vissés sur le châssis de base d'entrée.

Leur fonction est de guider le passage en hauteur du feuillard pour que les éventuelles ondulations dans le feuillard n'endommagent pas les capteurs. [5]



**Figure II.7 :** Zone de contrôle Ultrasonique du matériau de base.

#### **II .4.1.8.2- Poste d'élimination d'eau :**

Le poste d'élimination d'eau assure l'élimination de l'eau de couplage, nécessaire au contrôle par ultrasons, du feuillard qui passe et le recueil de l'eau qui s'égoutte latéralement du feuillard pour la reconduire dans l'installation US.

Ce poste est essentiellement constitué des éléments suivants :

- Lèvre en caoutchouc pneumatique qui est abaissée sur le feuillard lors de l'arrêt de la machine pour que l'eau ne puisse plus retourner dans la zone du soudage des feuillards
- Bac de récupération d'eau sous l'unité complète
- Dispositif de raclage et de soufflage qui sèche la surface du feuillard

## CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000

### II .4 .1.9 -Zone des soignements de bandes :

#### II .4 .1.9.1 - Guidage de feuillards :

Dans la zone d'entrée se trouvent deux guide-feuillards chargés de maintenir le feuillard passant au milieu de la machine. En cas de largeurs de feuillard différentes, les galets de guidage sont automatiquement adaptés à la largeur de feuillard modifiée. [5]

Un guide-feuillard est directement monté en aval du soudage des feuillards. Il est chargé d'assurer que la fin de feuillard non guidée se trouve au milieu, depuis la bobine jusqu'au dispositif de serrage du dispositif de soudage des feuillards. L'autre guide-feuillard est disposé directement en amont de la machine de fraisage des bords longitudinaux. Celle-ci est chargée de centrer le feuillard lors de son passage par la machine de fraisage pour que le rognage de chaque côté du feuillard soit si possible de la même taille.



**Figure II.8** : Guidage de feuillards.

Les guide-feuillards sont essentiellement constitués des éléments suivants :

- Barre de guidage soudée
- De chaque côté, deux galets de guidage trempés avec boudin qui sont logés dans un bras de levier.
- Deux dispositifs de serrage hydrauliques avec contre-palier qui pressent les bras de levier contre le feuillard avec les galets de guidage. Les vérins hydrauliques sont équipés d'un système de mesure permettant de mesurer et d'afficher la position du feuillard au milieu.

## CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000

### II .4 .1.9 .2-Dispositif de fraisage des bords longitudinaux de la band :

Le dispositif de fraisage des bords longitudinaux est composé de deux machines de fraisage individuel identiques qui sont montées sur un châssis de base commun. Le châssis de base fait partie du châssis de base d'entrée de la cintreuse et soudeuse de tubes en spirale.

Dans le dispositif de fraisage, le feuillard passant est rogné latéralement sur la largeur avec les chants correspondants pour le soudage. Le 1er poste de fraisage rogne env. 80 % de la largeur excédentaire du feuillard. Le 2ème poste assure le fraisage des 20 % de largeur excédentaire restants et le profil nécessaire pour le soudage.



**Figure II.9 :** Dispositif de fraisage.

Les différentes têtes de fraisage sont chacune disposées dans un bras de levier réglable hydrauliquement. Chaque bras de levier est articulé sur un chariot de fraisage réglable sur la largeur de feuillard et, à l'avant, s'appuie par le haut sur le feuillard par des roulettes (copiage de la hauteur de la fraise). Dans le bras de levier, un dispositif règle les roulettes en hauteur. La position en hauteur de la fraise par rapport au feuillard est ainsi réglée, de même que la hauteur de nervure du profil à fraiser du bord de feuillard.

À l'avant, le chariot de fraisage est également équipé de roulettes sur lesquelles s'appuie le feuillard passant la mise en contact des fraises avec le feuillard (profondeur de fraisage) est effectuée par les chariots de fraisage qui peuvent être déplacés transversalement et individuellement sur le feuillard par des vis à billes et des motoréducteurs régulés.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

En amont du 2ème poste de fraisage, le dispositif de fraisage des profils, un système de mesure assure la mesure de la position du feuillard par rapport au milieu de la machine. Si le décalage de la mesure est plus grand que la profondeur de fraisage effective de la fraise de profil, l'unité de fraisage de profil entière est déplacée automatiquement vers le centre du feuillard. Ainsi, les contours de profil fraisés des deux bords de feuillard sont toujours les mêmes. Ceci est nécessaire pour le soudage ultérieur afin de mesurer la forme de joint via des caméras laser.

Sous la zone de travail des fraises et dans le chariot de fraisage se trouvent des ouvertures par lesquelles les copeaux de fraisage parviennent sur un convoyeur de copeaux (1 par poste) et dans des conteneurs placés en face du côté de commande.

Pour remplacer les têtes de fraisage, sur le haut, la zone de travail des fraises est protégée par un couvercle pivotant et surveillée électriquement par des interrupteurs de sécurité.

Au-dessus de chaque poste, un rail est monté au milieu au-dessus des fraises. Équipé d'un palan à chaîne électrique, il permet le montage et le démontage des têtes de fraisage.

**Tableau II.9 :** Données techniques générales : [5].

Largeur de fraisage :	min. 1 000 mm, max. 2 100 mm
Épaisseur de feuillard max. :	25,4 mm
Raccord hydraulique :	100 bars
Raccord d'air comprimé :	6 bars

**Tableau II.10 :** Fraise de rognage [5].

Puissance d'entraînement par fraise :	40 kW
Opération de fraisage :	Synchronisation
Diamètre de fraisage :	600 mm
Profondeur de fraisage max. :	12 mm
Nombre de plaquettes :	2 x 28 unités

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

**Tableau II.11** : Fraise de profil [5].

Puissance d'entraînement par fraise :	40 kW
Opération de fraisage :	Synchronisation
Diamètre de fraisage :	600 mm
Profondeur de fraisage max. :	8 mm
Nombre de plaquettes :	3 x 18 unités
Profil :	X avec 2 x 30°



**Figure II.10** : Fraiseuse de profil.

### **II .4 .1.9 .3-Nettoyage de feuillard :**

Le nettoyage de feuillard a pour fonction de nettoyer les copeaux de fraisage et la calamine pouvant se trouver sur la partie supérieure du feuillard entrant dans le conducteur. Un ventilateur est installé à cet effet sur le conducteur qui souffle les copeaux résiduels du côté supérieur du feuillard par des conduites, des tuyaux et des buses réglables.

## CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000



Figure II.11 : Nettoyage de feuillard.

### II .4 .1.10- Conducteur Principal De La Bande :

#### II .4 .1.10.1- Conducteur principal :

Avec le conducteur principal monté en amont du formage, toutes les forces de propulsions nécessaires au processus de fabrication des tubes en spirale sont transmises au feuillard. [5]

Le conducteur principal est constitué d'une cage fermée soudée stable dans laquelle sont logés les deux rouleaux entraînés chacun par un engrenage planétaire. Le cylindre supérieur est serré hydrauliquement par deux pistons plongeurs. La pression de serrage est réglable en fonction de la largeur et de l'épaisseur du feuillard ainsi que de la qualité du matériau. Le cylindre inférieur n'est pas réglable.

Tableau II.12 : Données techniques générales : [5].

Diamètre de rouleau :	670 mm
Vitesse max. :	2,5 m/min
Puissance d'entraînement :	2 x 44 kW
Couple d'entraînement :	2 x 370 000 Nm
Force de pression max. du cyl. supérieur :	8 000 kN
Cylindre de pression Ø :	500 mm
Cylindre de pression levage :	40 mm
Pression hydraulique max. :	200 bars

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 .1.10.2- dispositif de cambrage des bords de feuillard :**

Le dispositif de cambrage des bords de feuillard est monté dans le sens de déplacement du feuillard directement derrière le conducteur principal.

Dans cette unité, lors du passage du feuillard, les bords de feuillard latéraux sont croqués de manière à ce que la remontée sur le tube formé et l'excentricité des deux bords de feuillard à côté de la soudure se situent dans le cadre de la tolérance admise.

L'unité est constituée de deux supports réglables sur la largeur de feuillard. Dans chaque support sont montés trois rouleaux trempés qui se règlent de manière à ce que le contour nécessaire soit croqué au niveau des fins de feuillard lors du passage. Le réglage des rouleaux dépend de l'épaisseur du feuillard, de la qualité du matériau et de l'angle d'entrée du feuillard. Le réglage des deux supports sur la largeur du feuillard et le réglage en hauteur du rouleau de contre-appui supérieur s'effectuent par des broches à commande électromagnétique équipées d'un système de mesure. Les positions de ces réglages peuvent être enregistrées dans l'API et ainsi être reproduites ultérieurement. Toutes les autres broches de réglage pour le réglage du rouleau inférieur et de cintrage sont exécutées à la main.

Pour compenser les éventuelles tolérances du feuillard et des hauteurs excédentaires de soudure de la soudure transversale, le rouleau presseur supérieur est précontraint par un ensemble de ressorts.

**Tableau II.13 :** Données techniques générales : [5].

Largeur de feuillard :	1 100 à 2 000 mm
Diamètre de rouleau :	300 mm
Force de pression du rouleau presseur supérieur :	250 kN

### **II .4 .1.10.3- les bras de guidage de feuillard :**

Les bras de guidage de feuillard sont constitués de trois paires de barres qui sont montées entre le conducteur principal et le formage. Chaque paire de barres est constituée d'une barre revêtue de plastique montée sous le feuillard et d'une autre montée sur le feuillard. Celle-ci empêche le fléchissement du feuillard poussé par le conducteur principal vers le formage.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**



**Figure II.12 :** Les bras de guidage de feuillard superficiels.

Les deux paires de barres extérieures sont déplaçables transversalement en fonction de la largeur de feuillard. Les barres sont réglables dans la longueur pour les différents angles d'entrée ou largeurs de feuillard. Les barres inférieures sont réglables en hauteur sur la hauteur de passage du feuillard et en cas d'usure. Il en va de même pour les barres supérieures qui peuvent également être pressées sur le feuillard par des tendeurs.

### **II .4 .2- Dispositif De Formage :**

#### **II .4 .2 .1- Corps de forme :**

Le corps de forme est en forme de horloge a pour fonction de maintenir dans sa géométrie la boucle tubulaire de formée dans le système de cintrage à trois cylindres. Le guidage de la boucle tubulaire est pris en charge par une cage de roulement. La cage de roulement est constituée de plusieurs barres qui sont réglables sur le diamètre de tube via un moteur. La position réglée des barres peut être enregistrée avec le diamètre de tube correspondant dans le terminal du pupitre de commande. En position de travail, les barres sont tendues hydrauliquement sur leurs bases. Sur les barres se trouvent les galets de guidage montés sur des roulements qui sont réglables en hauteur individuellement et réglables ensemble pour chaque barre à l'angle correspondant du dénivelé du tube. La cage de roulement est tendue sur le côté ouvert par un tendeur avec le châssis du système de cintrage à trois cylindres.



**Figure II.13 :** Corps de formage.

Le **corps de forme** est essentiellement constitué des éléments suivants :

- ✚ Support soudé avec réceptacles et réglage en hauteur pour la flèche et la surface de vissage pour la poutre 9h00
- ✚ Flèche soudée avec surfaces de vissage pour les poutres 10h30, 12h00 et 1h30
- ✚ poutre 9h00, 10h30, 12h00 et 1h30 avec galets de guidage montés sur des roulements et dispositifs de réglage pour le réglage du dénivelé et du diamètre de tube.
- ✚ Tendeur avec broche en pas à droite et à gauche et dispositif de serrage hydraulique.

### **II .4 .2 .2- Système de cintrage à trois cylindres :**

Le feuillard entrant est transformé en tube dans le système de cintrage à trois cylindres. Le feuillard poussé par le conducteur principal est transformé par les rouleaux de formage du bras intérieur et des rouleaux des poutres 5h30 et 6h30 de manière à obtenir le diamètre de tube correspondant. Les différentes barres sont équipées de toutes les possibilités de réglage nécessaires :

Les possibilités de réglages sont les suivantes :

- ❖ **poutre 5h30** – Réglage longitudinal et transversal de la barre complète, réglage de l'angle des rouleaux de formage, réglage en hauteur des différents rouleaux de formage. Tous les réglages, sauf le réglage transversal, sont effectués manuellement.
- ❖ **poutre 6h30** – Réglage longitudinal et transversal de la barre complète, réglage en hauteur du rouleau de formage complet et de chaque rouleau de formage, réglage pivotant des

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

rouleaux de formage complets sur le milieu du tube, réglage de l'angle des rouleaux de formage. Tous les réglages, sauf le réglage transversal, sont effectués manuellement.

❖ **bras intérieur (6h00)** – Réglage en hauteur motorisé du bras intérieur complet (en parallèle et incliné), réglage de l'angle des rouleaux de formage, réglage en hauteur des différents rouleaux de formage.

❖ **L'unité complète** peut ajuster hydrauliquement à la largeur de feuillard correspondante dans le sens horizontal sur l'axe du tube.

Le **système de cintrage à trois cylindres** est essentiellement constitué des éléments suivants :

◆ Cadre soudé fixé dans la fondation avec guidages longitudinaux pour la cage de ramassage et fixation pour le vérin de déplacement ainsi que perçages pour raccorder le châssis d'entrée

◆ Cage de ramassage soudée résistante avec perçages pour les bras intérieurs, surfaces traitées pour la fixation des poutres 6h30 et 5h30 et corps de forme ainsi du perçage pour raccorder le châssis de sortie.

◆ Bras intérieur avec système de direction pour le réglage en hauteur et trous filetés avec les chapes vissées pour recevoir les rouleaux de formage montés sur des roulements

◆ poutre 6h30 avec chapes vissées pour recevoir les rouleaux de formage montés sur des roulements et des dispositifs de réglage

◆ poutre 05h30 avec chapes vissées pour recevoir les rouleaux de formage montés sur des roulements et des dispositifs de réglage

Rouleaux de formage en matériau ultra résistant à l'usure dont le logement est constitué de paires de paliers à roulement pré-réglés spéciaux.

**Tableau II.14** : Données techniques générales : [5].

Diamètre des rouleaux de formage :	225 mm
Force de flexion barre 6:00 :	4 200 kN

### **II .4 . 3- Chassis de sortie :**

Le châssis de sortie complet se compose au total de trois châssis individuels. Les différents châssis sont vissés ensemble sur la face frontale via des plaques de bridage. Sous ces dernières se trouvent les galets d'appui sur lesquels s'appuient les châssis des segments faisant

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

partie de la fondation. Sur les châssis se trouvent toutes les surfaces et perçages nécessaires au montage et au démontage des différents éléments. Sur le premier châssis en aval du formage est fixé le vérin pivotant hydraulique qui assure le réglage de la fente de soudage. Sur la partie avant du châssis est monté un timon mobile à serrage hydraulique. Le timon est fixé sur la base du poste de formage par un boulon au niveau du point de soudage. Ainsi, en cas de modification de dimensions, le pivot du châssis de sortie se trouve toujours sous le point de soudage.

### **II .4 . 3 .1- Section De Soudage :**

#### **II .4 . 3 .1.1-Commande de la fente de soudage :**

Avec la commande de la fente de soudage, la fente pré réglée par l'opérateur est maintenue constante pour le soudage du feuillard entrant avec la boucle tubulaire déformée. Deux galets palpeurs sont montés en amont du point de soudage sur le bord de feuillard entrant et un galet palpeur est monté sur la boucle tubulaire qui arrive. Ces galets sont pressés contre le bord de feuillard ou la boucle tubulaire par la pression de ressort au moyen d'un système à ciseaux. Entre les deux bras de cisaille, un système de mesure de course linéaire est monté qui mesure l'écart entre le bord de feuillard entrant et la boucle tubulaire qui arrive. En cas de modification de la fente, le tube est pivoté en arrière en « mode automatique » via la lunette de commande par pivotement du châssis de sortie sur la fente pré réglée pour que la fente réglée reste constante. La plage de pivotement du châssis de sortie est de  $\pm 1,5^\circ$ . Le décalage de la position du vérin pivotant par rapport à la position zéro est indiqué sur le pupitre de commande. Le vérin pivotant est équipé d'un système de mesure. [5]



**Figure II.14 :** Commande de la fente de soudage.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

En mode manuel, le pivotement du châssis de sortie est effectué manuellement par les touches de commande se trouvant sur le boîtier de contrôle sur place.

L'unité complète s'ajuste manuellement à la largeur de feuillard et au diamètre de tube correspondant via des commandes à broches

### **II .4 . 3 .1.2- Poste de soudage extérieur :**

L'équipement de soudage SAW pour le soudage de la soudure extérieure est monté sur le poste de soudage extérieur. Le poste de soudage extérieur est relié au châssis de sortie par des guidages linéaires. Par la roue dentée et la crémaillère, le poste de soudage est ajusté dans le sens de la longueur du tube au dénivelé du tube correspondante via un entraînement électromécanique. La flèche, sur laquelle est monté l'équipement de soudage, se trouve sur le support. La flèche est reliée au support par des guidages linéaires et sa hauteur est ajustée au diamètre de tube correspondant avec la broche et l'entraînement électromécanique.



**Figure II.15 :** Poste de soudage extérieur.

Pour effectuer des travaux de réglage sur l'équipement de soudage, une plateforme de travail mobile se trouve au niveau de la flèche.

### **II .4 . 3 .1.3-Support de soudage :**

Sous le point de soudage se trouve le rouleau de déplacement à soulèvement et abaissement hydrauliques. Ces rouleaux ont pour fonction de soutenir les deux bords de feuillard de manière à ce que ceux-ci puissent être vissés sans décalage. Le réglage de ces rouleaux permet également, dans une certaine mesure, de corriger le diamètre du tube.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 . 3 .2- Tests de cordon de soudure par ultrasons :**

L'équipement ultrasons pour contrôler la soudure extérieure est monté sur le poste ultrasons. Le poste US est relié au châssis de sortie par des guidages linéaires. Par la roue dentée et la crémaillère, il peut être ajusté dans le sens de la longueur du tube au dénivelé du tube au moyen d'un entraînement électromécanique. La flèche, sur laquelle est monté l'équipement à ultrasons, se trouve sur le support. La flèche est reliée au support par des guidages linéaires et sa hauteur est ajustée au diamètre de tube correspondant avec la broche et l'entraînement électromécanique. :[5]

Pour effectuer des travaux de réglage sur l'équipement à ultrasons, une plateforme de travail mobile se trouve du côté de la commande.

**Tableau II.15** : Données techniques générales : [5].

Course dans l'axe longitudinal du tube :	2 500 mm
Réglage en hauteur :	1 660 mm

### **II .4 . 3 .3- Section guide de tube :**

#### **II .4 . 3 .3.1-Lunette auxiliaire :**

La lunette auxiliaire est disposée sur la première partie du châssis de sortie. Sa fonction est de soutenir la ligne de tube qui vient d'être formée, jusqu'à ce que cette dernière soit reprise par la lunette de commande. :[5]

La lunette auxiliaire est constituée du bâti de base et des deux galets porteurs montés sur des roulements et réglables manuellement au diamètre et au dénivelé de tube.



**Figure II.16** : Lunette auxiliaire.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .4 . 3 .3.2- Lunette de commande :**

La lunette de commande est également disposée sur la première partie du châssis de sortie. La tube repose sur deux galets porteurs dans la lunette de commande. Les deux galets peuvent être ajustés d'une part au diamètre de tube au moyen de broches actionnées par un moteur électrique et d'autre part au dénivelé au moyen d'un mouvement rotatif manuel de l'unité de saisie des rouleaux.

Les entraînements pour le réglage du diamètre sont équipés d'un système de mesure. La position des rouleaux réglés peut être enregistrée pour être reproduite ultérieurement.

La lunette de commande fait également partie intégrante de la commande de la fente de soudage. En cas de modifications de la fente de soudage, le tube se trouvant dans la lunette de commande est saisi par le déplacement du châssis de sortie et modifie ainsi l'angle entre le feuillard entrant et le tube.



**Figure II.17 :** Lunette de commande.

### **II .4 . 3 .3.3-Support de tubes :**

Devant le chariot de séparation se trouvent deux supports fixes et derrière le chariot de séparation, un support de tube à abaissement hydraulique. Les supports de tubes ont pour fonction de porter le tube soudé de la lunette de commande aux abaisseurs de tubes. Sur chaque support de tubes se trouvent deux galets porteurs sur lesquels repose le tube. Ces galets porteurs peuvent être ajustés d'une part au diamètre de tube correspondant au moyen de broches et d'autre part au dénivelé correspondant au moyen d'un mouvement rotatif manuel du support de rouleau. Pour que les galets porteurs n'exercent pas de pression sur le tube, le support de rouleau est logé de façon flottante.



Figure II.18 : Support de tubes.

### II .4 . 3 .4- Section séparation de tube :

Le dispositif de séparation est monté sur la deuxième partie du châssis de sortie à l'arrière côté commande de la machine et a pour fonction de séparer la ligne de tube produite en continu aux longueurs de tube prescrites. La séparation s'effectue via le dispositif de séparation de plasma. La torche à plasma montée sur un chariot mobile dans l'axe longitudinal du tube est serrée pneumatiquement contre le tube et se déplace à la vitesse longitudinale du tube, jusqu'à ce que le tube individuel soit séparé de la ligne de tube (1 tour de tube). Un galet de copiage réglable, mis en contact avec la torche, assure l'écart constant entre la torche et la surface de tube. La vitesse de consigne du chariot lors du processus de séparation est transmise sur l'entraînement de chariot (servomoteur réducteur, roue dentée et crémaillère) par un capteur électronique qui enregistre la vitesse réelle du tube. :[5]

Sur le chariot, la torche peut être ajustée en hauteur ou au diamètre de tube avec une manivelle via un entraînement à broche.

Le **dispositif de séparation** est essentiellement constitué des éléments suivants :

- Bâti de base soudé avec guidages linéaires pour la réception du chariot de déplacement
- Chariot de déplacement avec guidage et l'entraînement à broche pour le passage de la torche.
- Unité d'entraînement pour le chariot de déplacement, composé d'un servomoteur réducteur, d'une roue dentée et d'une crémaillère
- Support de torche avec dispositif de serrage pneumatique de la torche à plasma
- Paroi de protection contre les étincelles de l'autre côté du tube

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

- Balai de masse à mise en place pneumatique pour l'installation de séparation à plasma.

### **II .4 . 3 .5- Dispositif d'abaissement de tubes :**

Sur la dernière partie du châssis de sortie se trouvent les 4 dispositifs d'abaissement. Ils ont pour fonction de soutenir le tube séparé et de le positionner de façon à ce qu'il roule latéralement de la machine côté fixation sur la grille de sortie après l'abaissement.

Les dispositifs d'abaissement sont constitués d'une tringlerie à levier qui peut être soulevée et abaissée hydrauliquement. Sur la tringlerie se trouvent les deux galets porteurs sur lesquels le tube est déposé ou soutenu. Ces galets porteurs peuvent être ajustés d'une part au diamètre de tube correspondant au moyen de broches et d'autre part au dénivelé correspondant au moyen d'un mouvement rotatif manuel du support de rouleau. Pour que les galets porteurs n'exercent pas de pression sur le tube, ils sont alignés de façon flottante.

Pour transporter le tube latéralement hors de la machine sans entraves, il faut qu'il y ait suffisamment d'espace entre la fin de tube séparée et le début du nouveau tube arrivant. À cet effet, un galet porteur est entraîné pour chaque abaisseur, faisant avancer le tube séparé à l'écart souhaité. Ensuite, le tube est abaissé sur la grille de sortie.

### **II .4 . 3 .6- Grille de sortie :**

Sur les 4 grilles de sortie inclinées qui sont fixées sur la fondation et alignées au-dessus du châssis de sortie, les tubes coupés aux longueurs souhaitées roulent jusqu'aux inserts du nettoyage des tubes. Les tubes arrivent sur les grilles de sortie par abaissement du dispositif d'abaissement.



**Figure II.19** : Grille de sortie.

## **CHAPITRE II : Description générale de la machine à souder SPM-2000**

### **II .5-Conclusion :**

A titre de conclusion, La qualité des tubes soudés en spirale fabriqué par ALFAPIPE est basé sur le Processus de fabrication et le bon réglage de machine par un contrôle périodique et mini eux dès la réception de la matière première (bobine) jusqu'au produit fini (tube).

Le respect des procédures de contrôles, des normes, des références et des spécifications du client a permis à ALFAPIPE de réserver sa place en tant que fournisseur potentiel dans le domaine de fabrication de canalisation soudée pour hydrocarbure du moins au niveau national.

# CHAPITRE III

## PRESENTATION DE L'API S7-300

### **III.1-Historique :**

Les automates programmable industriels sont apparus à la fin des années soixante aux états unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ce n'est qu'en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les années soixante-dix connaissent une explosion des besoins industriels dans le domaine de l'automatique, de la flexibilité et l'évolutivité des Systèmes Automatisés de production (SAP).

Siemens AG est un groupe allemand. Fondé en 1847 par Werner Von Siemens, il réalise des équipements électriques et électroniques. Son siège est à Munich, et c'est l'une des plus grosses entreprises européennes. [6]

Dans le cadre de son expansion, Siemens crée le 28 janvier 1972, le consortium Uni data. Ce projet européen permet, dans les années 1970, l'émergence d'une grande industrie informatique européenne. Les compétences de trios participants ont été mises en commun. La maîtrise d'œuvre, l'architecture des machines et le logiciel ont été attribués à la compagnie internationale pour l'informatique (C.I.I), la technologie électronique revenait à Philips tandis que Siemens se chargeait des périphériques mécaniques.

En 1975 : la France abandonne unilatéralement l'accord Uni data, C.I.I fusionne avec Honeywell-Bull, Philips délaisse l'information et Siemens rejoint Fujitsu pour devenir, aujourd'hui, un des plus grands constructeurs mondiaux. [6]

SIEMENS fabrique et développe des Automates programmable industriel depuis plus de 30 ans. Cette expérience a été capitalisée dans la conception de la famille S7.

La compatibilité des appareils, garantie par-delà les changements de génération, vous apporte, une sécurité d'investissement sur des dizaines d'années. [6]

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

### III.2-Définition générale :

L'automate programmable industriel A.P.I ou programmable logique contrôler PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française EN-61131-1, adapte à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes. On le trouve on seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services et dans l'agriculture.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside sa grande capacité de commande avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrée/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite.

Et il a comme rôles principaux dans un processus :

- ❖ D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs ;
- ❖ En faire le traitement ;
- ❖ Elaborer la commande des actionneurs ;
- ❖ Assurer également la communication pour l'échange d'information avec l'environnement. [6]

### III.3-Structure interne des automates programmables :

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donne sur la ci-dessous :

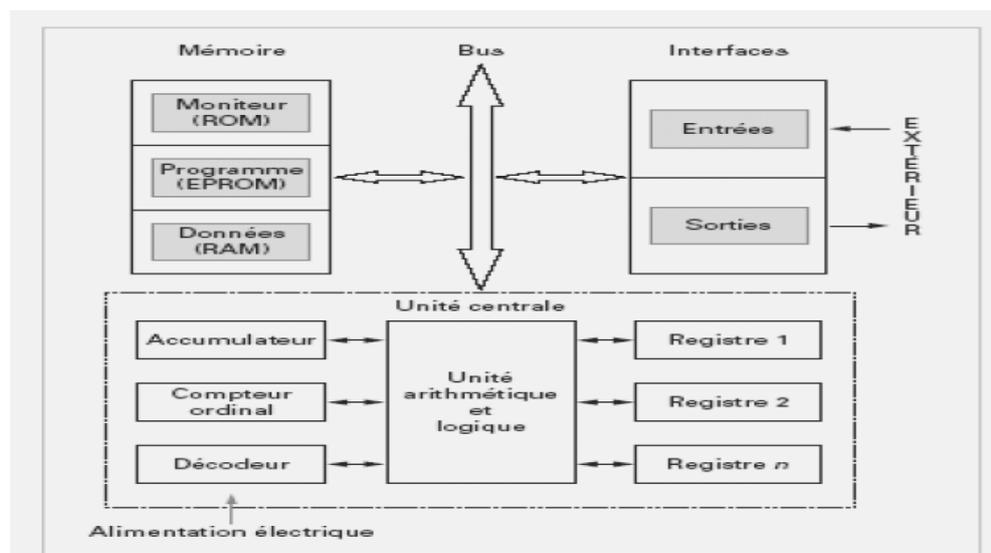


Figure III.1 : structure interne d'un API. [1]

### **III.3.1-Le processeur :**

Il constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale ; En fait, un processeur devant être automatisé, se subdivise en une multitude de domaines et processeurs partiels plus petits ; les uns aux autres.

### **III.3.2-Les modules entrée/sorties :**

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processeur, en récupérant l'information sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- Modules TOR : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1.....), C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton-poussoir....etc.
- Modules analogiques : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température ....etc.).
- Modules spécialisés : l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

### **III.3.3-Les mémoires :**

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires elles permettent :

- De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM.
- Le programme dans des EEPROM.
- Les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

### **III.3.4-Alimentation :**

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230v-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110v ....etc.).

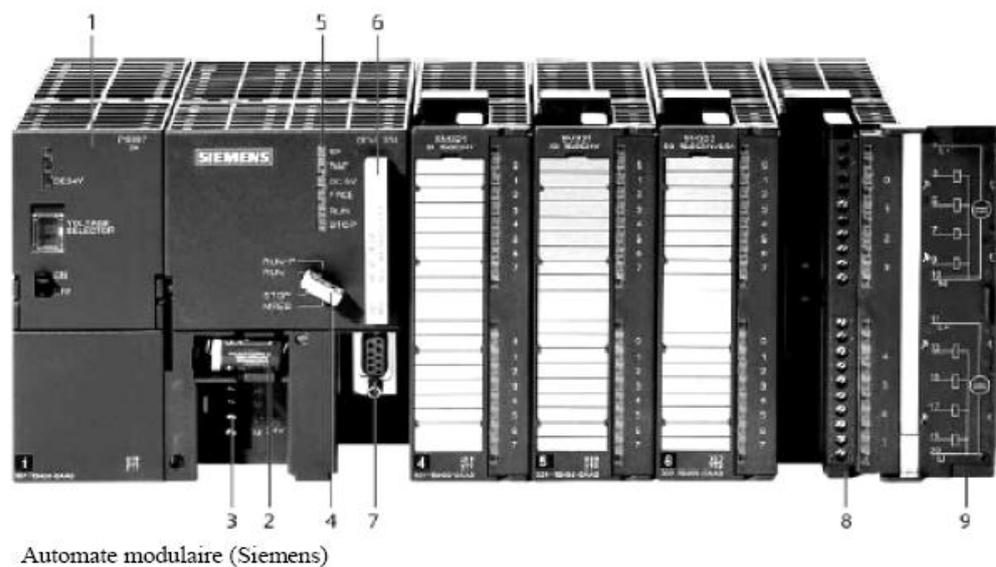
### III.3.5-Liaisons de communication :

Elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des bornes auxquels sur arrivent des câbles transportant le signal électrique.
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin de d'échanger des données, des états et des adresses.

### Architecturées automates programmables industriels :



- |   |   |   |                            |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation                     | 6 | Carte mémoire              |
| 2 | Pile de sauvegarde                        | 7 | Interface multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc                       | 8 | Connecteur frontal         |
| 4 | Commutateur de mode (à clé)               | 9 | Volet en face avant        |
| 5 | LED de signalisation d'état et de défauts |   |                            |

Figure III.2 : l'automate programmable Siemens. [7]

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés l'architecture suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaire pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.
- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220v/50Hz ou dans certains cas de 24v fournir les tensions continues +/-5v, +/-12v ou +/-15v.

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

- Un ou plusieurs modules d'entrées tout ou rien ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative (procède à conduire).
- Un ou plusieurs modules de sorties tout ou (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.
- Un ou plusieurs modules de communication comprenant : Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication ; les liaisons RS-232 ou RS-422/RS-485 ; Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ; Interface d'accès à un réseau Ethernet.

### III.4-Description d'automates S7-300 :

Le SIMATIC S7-300 est l'automate le vendu au monde, il conçu pour des solutions dédiées au système manufacturier et constitue à ce titre une plate-forme d'automatisation universelle pour des applications avec des architectures centralisées et décentralisées. L'innovation est permanente et se manifeste par exemple dans le développement continu de la gamme des CPU avec entre autres des nouveaux modèles orientés sécurité, motion control ou avec interface Ethernet/PROF le net intégrée. [1]

L'automate programmable utilisé est le S7-313, c'est un automate modulaire constitué d'un module d'alimentation, une CPU, un module d'entrées TOR, un module de sorties TOR et un module d'E/S analogiques.

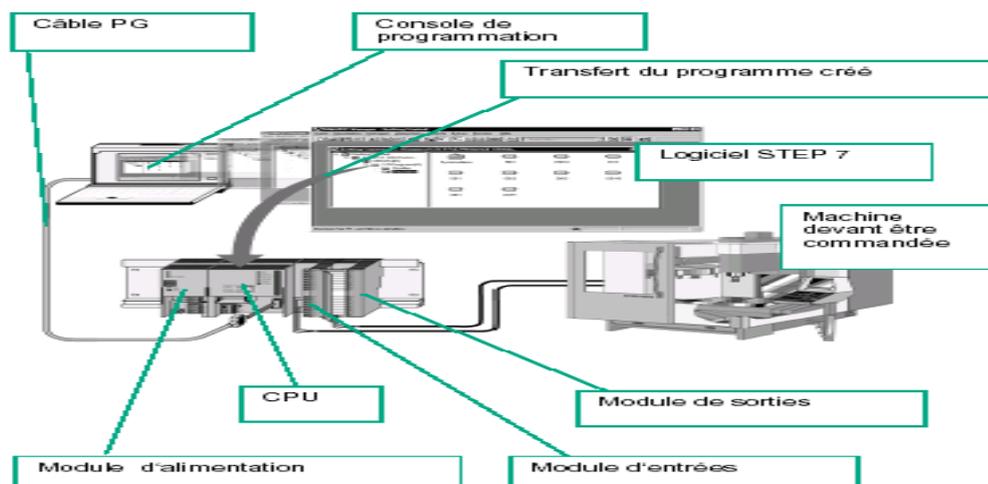


Figure III.3 : Description de l'automate S7-300La CPU. [1]

Sur la plus part des CPU 300, on remarque les éléments suivants :

Des LED, un commutateur, une pile, une carte mémoire et une interface MPI/DP.

### III.4.1-Commutateur du mode de fonctionnement :

Tableau III.1 : Positions du commutateur du mode de fonctionnement. [1]

Position	Signification	Explication
RUN-P	RUN-PROGRAM	La CPU traite le programme utilisateur La clé ne peut être retirée dans cette position
RUN	Mode de marche	La CPU traite le programme utilisateur
STOP	Mode d'arrêt	La CPU ne traite aucun programme utilisateur.
MERS	Effacement général	Position instable du commutateur pour effacement général de la CPU

#### III.4.1.1-Les LED de visualisation :

- SF (rouge) : défaut de matériel ou logiciel.
- BATF (rouge) : défaillance de la pile.
- DC5V (verte) : l'alimentation et bus S7-300 est correcte.
- FRCE (jaune) : le forçage permanent est actif.
- RUN (verte) : CPU en mode RUN, LED clignote à 1Hz au démarrage, à 0.5Hz en mode d'attente.
- STOP (jaune) : CPU en mode STOP ou attente ou en démarrage ; la LED clignote en cas de demande d'effacement générale.

#### III.4.1.2-Pile de sauvegarde :

Elle permet de sauvegarde le programme utilisateur (s'il n'est pas sauvegardé sur une carte mémoire) et de plus grandes zones de données que celles qui sont rémanentes dans blocs de données sans pile, la durée de sauvegarde des données peut attendre une année. Nota : la CPU peut sauvegarder une partie des données, même sans pile. Le recoure à une pile n'est nécessaire que si on désire étendre la rémanence à une plus grande quantité de données.

#### III.4.1.3-Cartemémoire :

Elle étend la mémoire de chargement de la CPU et permet de sauvegarde le programme utilisateur et les paramètres qui déterminent le comportement de la CPU et des modules.

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

On peut également sauvegarder le système d'exploitation de la CPU sur une carte mémoire. Si le programme utilisateur a été sauvegardé sur une carte mémoire, il est conservé après une mise hors tension de la CPU même si celle-ci ne contient pas de pile sauvegarde. Les cartes mémoires disponibles pour la 315 sont du type FEROM 5V (16Ko, 32Ko...4Mo).

### III.4.1.4-Interface MPI :

Elle est utilisée pour connecter l'automate à la console de programmation PG, un pupitre opérateur OP ou pour la communication au sein d'un sous réseau MPI. La vitesse de transmission typique (par défaut) est de 187,5 k bauds. [1]

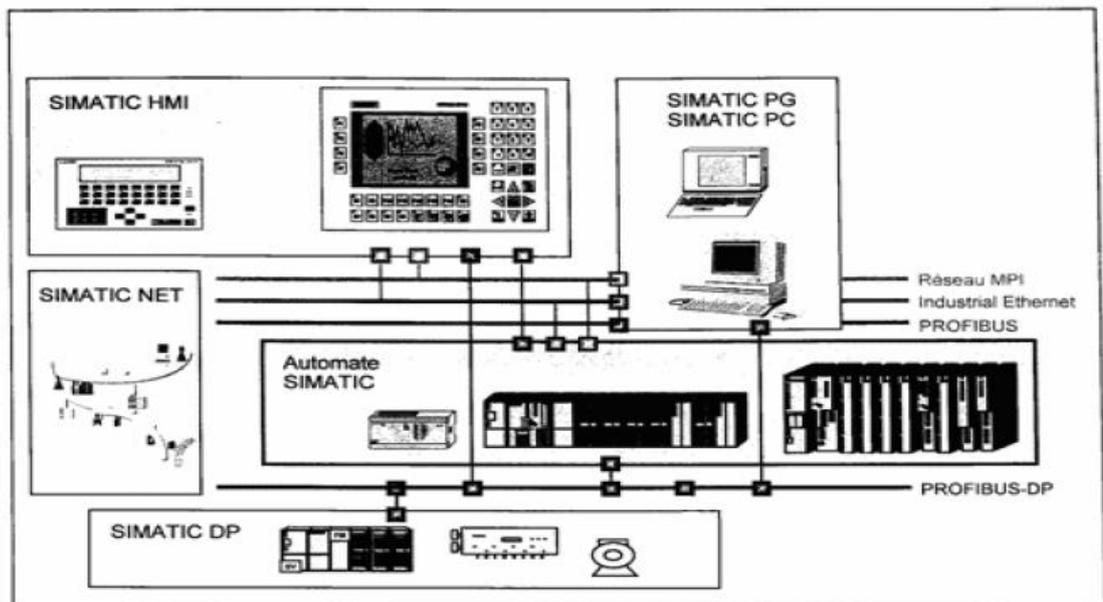


Figure III.4 : réseau de communication SIMATIC [6].

### III.5-Choix de l'automate programmable :

Le choix de l'automate programmable se fait en tenant compte des points suivants :

#### III.5.1-Nombre d'entrées / sorties :

Le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.

#### III.5.2-Type de processeur :

La taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans une gamme souvent très étendue.

#### III.5.3-Fonctions ou modules spéciaux :

Certaines cartes (commande d'axe, carte de pesage ...) permettront de "soulager".

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

Le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).

### III.5.4-Fonctions de communication :

L'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés.

En plus de ces points, il y a aussi le coût de l'automate.

### III.6-Caractéristique technique d'un API siemens

#### III.6.1-Caractéristique technique de la CPU :

Les tableaux suivent résumant les principales caractéristique de la CPU 315-2DP :

Tableau III.2 : Description de la CPU 3152DP. [1]

<b>Mémoire</b>	
Mémoire de travail intégré	256 Kbyte
Taille de la mémoire rémanente pour blocs de données rémanents	128 Kbyte
Mémoire de chargement MMC	8 Mbyte
Sauvegarde avec pile	garantie par MMC
Sauvegarde sans pile	Programme et données
<b>Temps de traitement (min)</b>	
Opération sur bit	0.05 $\mu$ s
Opération sur mot	0.09 $\mu$ s
Opérations à virgule fixe	0.12 $\mu$ s
Opérations à virgule flottante	0.45 $\mu$ s
<b>Compteurs</b>	
Nombre de compteurs	256
Plage de comptage	0 à 999

<b>Temporisations</b>	
Nombre de temporisations	256
Plage de temps	10 ms à 9990 s
<b>Mémentos</b>	
Taille	2048 bits (256 octets)
- Rémanence réglable	De MB 0 à MB 2047
- Par défaut	De MB 0 à MB 15
Mémentos de cadence	8 bits (1 octet de memento)
<b>Interfaces</b>	

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

Nombre d'interfaces RS 485	2 ; MPI et PROFIBUS DP
<b>Blocs de données</b>	
Nombre	1 024 ; (DB, FC, FB) Le nombre maximal de blocs chargeables peut se trouver réduit par la microcarte que vous utilisez Max 64 Ko
Taille	
<b>Blocs</b>	
DB	1 024 ; Plage de numérotation : 1 à 16000
FB	1 024 ; Plage de numérotation : 0 à 7999
FC	1 024 ; Plage de numérotation : 0 à 7999

<b>Zone d'adresses (E/S)</b>	
Mémoire image	2048 octet /2048 octets
Voies numérique	Max 16348/16348
Voies analogique	Max 1024/ 1024
<b>Configuration</b>	
Profilé support	Max 4
Module par profilé support	Max 8
<b>Dimension</b>	
L x H x P (mm)	40 x 125 x 130
Poids	0.29 Kg
<b>Nombre de systèmes maitres DP</b>	
Intégré	1
Via CP	4
<b>Tension, courants</b>	
Tension d'alimentation	24 V ce
Plage admissible	19,2 à 28,8 V
Consommation	0,85 A
Courant d'appel à l'enclenchement	3.5 A
Puissance dissipée Pile	4.5 W
Durée de sauvegarder à 25°C	Min, 1 an

<b>Programmation</b>	
Langage de programmation	STEP 7
Niveau de parenthèses	8
Blocs d'organisations	21
Cycle libre	OB1
Alarmes horaires	OB10

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

Alarmes temporisée	OB20, OB21
Alarmes cycliques	OB32, OB33, OB34, OB35
Alarmes processus	OB40
Alarmes de DPV1	OB55, OB56, OB57
Alarmes d'erreurs asynchrones	OB80, OB82, OB85, OB86 et OB87
Isochronisme	OB61
Démarrage	OB100
Réaction aux erreurs	OB121 et OB122

### III.6.2-Module d'alimentation :

Le module d'alimentation PS 307 /2 A présente les propriétés suivantes :

- Courant de sortie 2A.
- Tension nominale de sortie 24 Vcc, stabilisée, tenue aux courts-circuits et à la marche à vide.
- Raccordement à un réseau alternatif monophasé (tension nominale d'entrée 120/230 Vca, 50/60 Hz).
- Séparation de sécurité des circuits selon EN 60 950.
- Peut servir de tension d'alimentation des capteurs et actionneurs.
- Signalisation de la présence d'une tension de sortie par une LED verte.
- Dimensions L x H x P (mm3) : 50 x 125 x 120, poids en vrac 420g

### III.6.3-Modules d'entrées TOR :

Il s'agit du module des signaux SM321 DI 32x 24 vcc, il contient 32 entrées Tout Ou Rien de 24 vcc munis par une séparation galvanique par groupes de 8.

Le tableau suivant résume ses caractéristiques techniques

**Tableau III-3** : Description du module d'entrée TOR SM321 DI 32x24Vcc. [1]

<b>Dimension &amp; poids</b>	
L x H x P (mm)	40 x 125 x 120
Poids	260g
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	
Nombres d'entrées	32
Signalisation de l'état	Une LED verte par voie
Longueur max du câble	600 m
<b>Caractéristiques pour la sélection d'un capteur</b>	

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

Tension d'entrée Valeur nominale Pour signal '1' Pour signal '0'	24 V -30 à +5 V 13 à 30 V
Courant d'entrée pour signal '1' Temporisation d'entrée De '0' à '1' MINI De '1' à '0' MAXI	7 mA 1.2 ms 4.8 ms

### III.6.4-Modules de sorties TOR :

Le module des signaux SM322 DO 32x24 Vcc comprend 32 sorties Tout Ou Rien 24 Vcc munis d'une séparation galvanique par groupes de 8, il délivre en sortie un courant de 0.5 A.

Le tableau suivant résume ses caractéristiques techniques :

**Tableau III.4 :** Description du module de sortie TOR SM322 DO 32 x 24 Vcc. [1]

<b>Dimension &amp; poids</b>	
L x H x P (mm) Poids	40 x 125 x 120 260g
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	
Nombres de sorties Signalisation de l'état Longueur max du câble	32 Une LED verte par voie 600 m
<b>Caractéristiques pour la sélection d'un actionneur</b>	
Tension de sortie Pour signal '1' Courant de sortie Pour signal '1' Valeur nominale Pour signale '0'	24 Vcc 0.5 A 5 mA 0.5 mA
<b>Plage de résistance de charge</b>	
Limite inférieure Limite supérieure	48 Ω KΩ

### III.6.5-Module d'entrées sorties analogiques :

Le module SM 334 AI 4/AO 2 x 8/8 bits présent les propriétés suivantes :

- 4 entrées, 2 sorties
- résolution 8 bits
- étendue de mesure au choix 0 à 10V ou 0 à 20 mA
- étendue de sortie au choix 0 à 10V ou 0 à 20 mA
- choix libre entre tension et courant
- ans séparation galvanique par rapport au couplage de bus interne
- séparation galvanique par rapport à la tension d'alimentation.

Voici dans le tableau ci-dessous quelques spécifications techniques

**Tableau III-5** : Description du module d'E/S analogiques SM 334 AI 4/AO 2 x 8/8 bits. [1]

<b>Dimension &amp; poids</b>	
L x H x P (mm)	40 x 125 x 117
Poids	285 g
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	
Nombres d'entrées	4
Nombres de sorties	2
Signalisation de l'état	Une LED verte par voie
Longueur max du câble	max. 200 m
<b>Formation des valeurs analogiques</b>	
Résolution	8 bits
Temps de conversion par voie	500 µs
<b>Caractéristiques pour la sélection d'un capteur</b>	
Etendue d'entrée (valeurs nominales/résistance d'entrée) - Tension - Courant	0 à 10 V / 100 K 0 à 20 mA /50
Tension d'entrée admissible Limite de destruction Courant d'entrée admissible	Max. 20V permanents 75V durant max. 1s 40 Ma
<b>Caractéristiques pour la sélection d'un actionneur</b>	
Etendue d'entrée (valeurs nominales/résistance d'entrée)	

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

- tension - courant	0 à 10 V 0 à 20 V
Résistance de charge (dans l'étendue de sortie nominale) - sortie de tension	Min. 5 K
Charge capacitive -sorties de courant Charge inductive Tension à vide Protection contre les courts-circuits Limite de destruction - Tension - Courant	Max. 1 µF Max. 300 Max. 1 mH Max. 15 V Oui Max. 15 V permanents Max. DC 50 Ma

### III.6.5.1-Remarque :

1-Les entrée et sorties du module sont adressées à partir de l'adresse initial du module. L'adresse d'une voie correspond à l'adresse de début du module plus déport d'adresse (2 octets).

2-Les voies d'entrées non utilisées doivent être court-circuitées. Par cette mesure, on obtient une immunité optimale aux perturbations pour le module analogique.

3- Les voies de sortie libres doivent être laissées en l'air.

4- Le SM 334 A14/AO2 x 8/8 bits n'a pas d'étendues de mesure négatives.

La correspondance valeurs analogique tension est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau III-6 :** Correspondance valeurs analogiques tension. [1]

Système			Etude de tension	
Pourcentage %	Décimale	Hexadécimale	Tension	Domaine
117.56 %	32511	7EFF	11.76 V	Domaine de dépassement
	27649	6C01		
100%				Etendue nominale
75%	20736	5100	7.5 V	
0.0036 %	1	1	361.7 µ V	
0%	0	0	0 V	

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

	-1	FFFF	0 V	Impossible la tension min. D'entrée ou de sortie est limitée à 0 V
	-32768	8000	0V	

La correspondance valeurs analogiques courant est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau III.7 :** Correspondance valeurs analogiques courant. [1]

Système			Etude de tension	
Pourcentage %	Décimale	Hexadécimale	Tension	Domaine
117.56 %	32511	7EFF	35.52 Ma	Domaine de dépassement
	27649	6C01		
100%	27648	6C00	20mA	Etendue nominale
75%	20736	5100	15mA	
0.0036 %	1	1	723.4 nA	
0%	0	0	0 mA	
	-1	FFFF	0 mA	Impossible la tension min. D'entrée ou de sortie est limitée à 0 V
	-32768	8000	<i>III</i> mA	

### III.7-Description du STEP7 :

STEP7 est le logiciel de base pour la programmation et la configuration de systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400, Il permet : la création et la gestion de projets, la configuration et le Paramétrage du matériel et de la communication, la gestion des mnémoniques, la création de programmes. [6]

#### III.7.1-Gestionnaire de projets SIMATIC :

Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation. Il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

### III.7.2-Editeur de mnémoniques :

Il permet de gérer toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition de désignation symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), mémentos et blocs, l'importation et l'exportation avec d'autres programmes Windows.

### III.7.3-Diagnostic du matériel :

Il fournit un aperçu de l'état du système d'automatisme. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. De plus permet l'affichage d'informations générales sur module et son état, l'affichage d'erreurs sur les modules de la périphérie centrale et des esclaves DP, l'affichage des messages de la mémoire tampon de diagnostic.

### III.7.4-Langages de programmation :

Quatre langages de programmation sont inclus dans le logiciel de base :

CONT (Ladder Diagram). LIST (IL Instruction List) et LOG (FBD Function Bloc Diagram), d'autre langage de programmation peuvent être procurés sous forme de logiciel additionnel le GRAPH (GRAPHCET).

#### III.7.4.1-Mode contacte :

C'est une suite des réseaux qui seront parcourus séquentiellement.

Les entrées sont représentées par :

- ---| |--- **Contact à fermeture**
- ---| / |--- **Contact à ouverture**
- **XOR Combinaison OU exclusif**
- ---|NOT|--- **Inverser RLG**

Les sorties sont représentées par :

- --- ( ) **Bobine de sortie**
- ---(# ) --- **Connecteur**
- ---(SAVE) **Sauvegarder RLG dans RB**
- ---(S) **Mettre à 1**
- ---(R) **Mettre à 0**
- **SR Bascule mise à 1, mise à 0**
- **RS Bascule mise à 0, mise à 1**

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

Les sorties sont obligatoirement à droite du réseau on doit évidemment définir nos E/S, directement par leur code (**E a.b / A a.b**), ou avec leur nom en clair défini dans la table des mnémoniques (entrez le nom entre guillemets). On relie les éléments en série pour la fonction ET, en parallèle pour le OU on peut utiliser des bits internes (peuvent servir en bobines et interrupteurs), comme on utilise dans une calculatrice une mémoire pour stocker un résultat intermédiaire (**M a.b**).

On peut aussi introduire des éléments plus complexes, en particulier, RS (priorité enclenchement), POS et NEG pour la détection de fronts. Dans le document en ligne « CONT pour S7 » on trouvera d'autres fonctions utiles, les compteurs, les tempos, à la rigueur le registre à décalage qui permettrait de gérer du séquentiel sans Grafcet. On peut également utiliser des fonctions plus complexes (calculs sur mots par exemple), mais là je pense qu'il vaut mieux travailler en langage LIST.

Le programme est en général décomposé en plusieurs réseaux, par exemple un réseau par sortie (2 parties du schéma non reliées entre elles doivent être dans deux réseaux différents). Les réseaux sont exécutés séquentiellement.

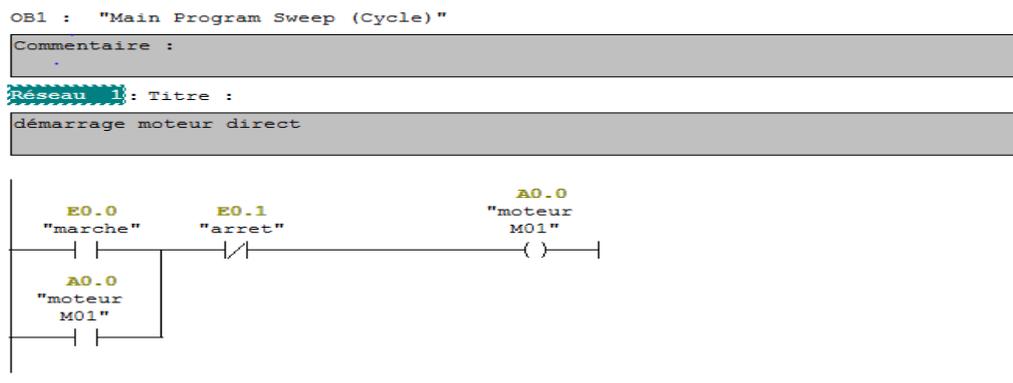


Figure III.5 : Exemple de programmation en mode contacte. [1]

### III.7.4.2-Mode List :

C'est un langage textuel, le plus proche du comportement interne de l'automate (correspond à peu à l'assembleur dans un ordinateur). Le système sait toujours traduire du CONT ou du LOG en LIST, mais pas l'inverse. Le programme se compose d'une suite de lignes, chacune spécifiant un code opération suivi d'un opérande (et un seul). L'opérande peut être une adresse absolue (E0.0) ou un mnémonique entre guillemets (si les mnémoniques ont été définis, bien sûr). Comme on ne peut pas utiliser deux opérandes une même ligne.

On utilise U pour ET (and), O pour Ou (or), X pour Ou Exclusif, UN et même XN pour les entrées inversées, = pour stocker le résultat. L'opération (O ou U) pour le premier opérande n'a pas grande importance. Pour une bascule on utilisera S et R

```
OBl : "Main Program Sweep (Cycle)"
Commentaire :
Réseau 1): Titre :
démarrage moteur direct

U(
O "marche" E0.0
O "moteur M01" A0.0
)
UN "arret" E0.1
= "moteur M01" A0.0
```

Figure III.6 : Exemple de programmation en mode liste. [1]

### III.7.4.3-Mode logique :

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boites de l'algèbre Boole pour représenter les opérations logiques.

Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boites logiques.

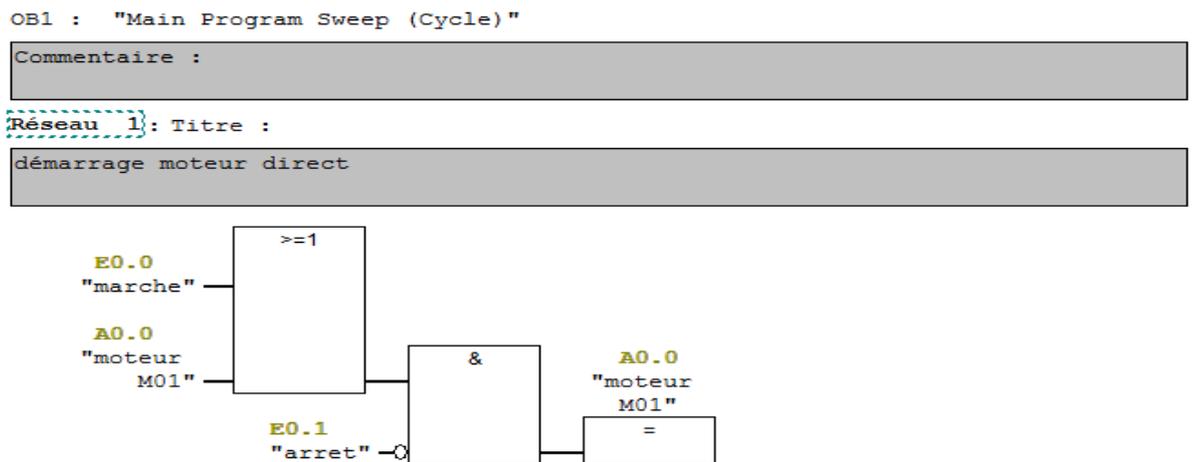


Figure III.7 : Exemple de programmation en mode logique. [1]

### III.7.4.4-Configuration matérielle :

Il permet de configurer et paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation. Il suffit juste de sélectionner le châssis (Rack) dans un catalogue électronique et leurs affecter les modules sélectionnés aux emplacements souhaités dans les racks (CPU, SM, FM ...).[1]

De plus il permet le paramétrage de la CPU (comportement à la mise en route, surveillance du temps de cycle), des modules fonctionnes (FM) et de processeurs de communication (CP).

### **III.7.4.5-Net Pro :**

Il permet le transfert de données via MPI tout en offrant les possibilités de choisir les participants à la communication et de définir les liaisons de communication.

### **III.7.4.6-Langage GRAPH :**

#### **III.7.4.6.1-Introduction :**

La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client et le constructeur qui contient les besoins et conditions de fonctionnement de la machine (le cahier des charges). Ce dialogue n'est pas toujours facile : le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème. D'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément). C'est pourquoi a créé le GRAFCET. [1]

#### **III.7.4.6.2-Définition :**

Le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transition) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il a été proposé par les français en 1977 et normalisé en 1982 par la NF C03-190. [1]

Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transition. Une seule transition doit séparer deux étapes.

- ✚ Chaque étape est représentée par un carré numériquement ;
- ✚ Les étapes initiales, représentant les étapes actives au début du fonctionnement, fonctionnent, se différencient en doublant les côtés du carré ;
- ✚ Les actions associées sont décrites de façon littérale ou symbolique, à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangle, de dimensions quelconques, reliés à la partie droite de l'étape ;
- ✚ Les transitions sont représentées par des barres ;
- ✚ La réceptivité est inscrite à droite de la transition sauf cas particulier.

### III.7.4.6.3- Structures de base :

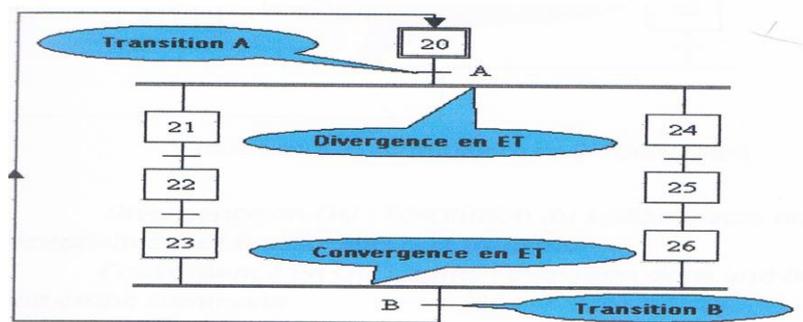


Figure III.8 : Divergence et convergence en ET (séquences simultanées). [1]

**Divergence en ET** : lorsque la transition A est franchie, les étapes 21 et 24 sont actives.

**Convergence en ET** : la transition B sera validée lorsque les étapes 23 et 26 seront actives. Si réceptivité associée à cette transition est vraie, alors celle-ci est franchie

**Remarque :**

Après une divergence en ET, on trouve une convergence en ET.

Le nombre de branches parallèles peut-être supérieur à 2.

La réceptivité associée à la convergence peut-être de la forme =1. Dans ce cas la transition est franchie dès qu'elle est active.

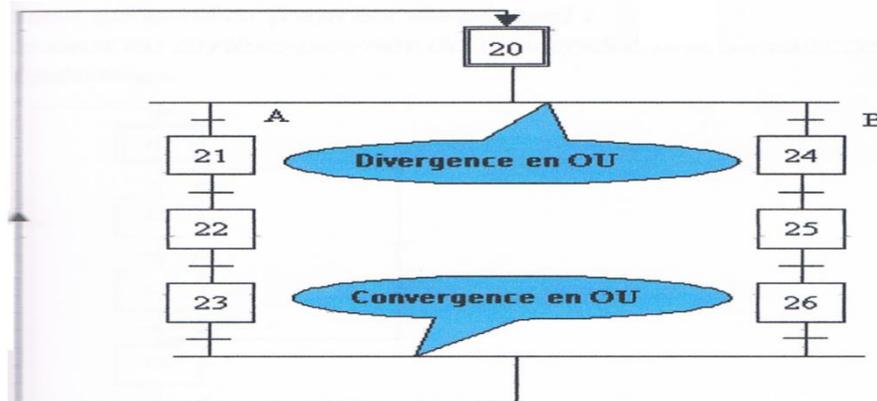


Figure III.9 : Divergence et convergence en OU (aiguillage). [1]

**Divergence en OU** : l'évolution du système vers une branche dépend des réceptivités A et B associées aux transitions.

**Convergence en OU** : après l'évolution dans une branche, il y a convergence vers une étape commune.

**Remarque :**

A et B ne peuvent être vrais simultanément (conflit).

Après une divergence en OU, on trouve une convergence en OU.

Le nombre de branches peut-être supérieur à 2.

## CHAPITRE III : Présentation de L'API S7-300

La convergence de toutes les branches ne se fait pas obligatoirement au même endroit.

### Saut en avant (saut de phase) :

Le saut en avant permet de sauter une ou étapes lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.

### Saute en arrière (reprise de phase) :

Les saute en arrière permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.



### Saut en avance (saut de phase)

### saut en arrière (reprise de saut)

Figure III.10 : Exemple de Graf cet. [1]

## III.8-Conclusion :

Ce chapitre présente le Grafcet qui permet de représenter graphiquement le fonctionnement

De l'APN S7-300.

Par la suite, une vision globale sur les modules constituant l'ensemble de l'automate S7 – 300

Sont détaillés.

Le logiciel de programmation STEP7 qui fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC,

Constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate S7 – 300.

# **CHAPITRE IV**

## **MODELISATION ET SIMULATION**

### IV.1-Introduction :

Dans cette phase du travail, nous allons étudier et simplifiée la commande de la machine à souder, et nous avons choisi la partie de débobinage de la bobine métallique par un automate programmable industrielle siemens s7 300. Notre objectif dans ce chapitre est créé un **Grafct** de débobinage, et traduire **en** langage **LADDER**, et écrire le programme sur l'automate. Pour cela nous avons effectué un stage pratique au sein de l'entreprise **Alf pipe Ghardaïa**, que nous avons trouvé toutes les moyens pour atteindre l'objectif de notre étude.

### IV.2-Algorithmme de fonctionnement :

Cette machine est alimentée en bobines à ave horizontal par le pont roulant, la bobine ainsi placée et déroulée sur une certaine longueur pour subir plusieurs opérations :

- La première opération : Le chariot de transport de bobines, disposé sur la partie avant du châssis de base d'entrée, sert à recevoir la bobine (feuillard de tôle enroulé) et, à l'aide d'un dispositif de déplacement hydraulique, conduit la bobine dans la position de réception par les supports de bobine, et avance entre les dévidoirs.
- La deuxième opération : les deux supports de bobine pénètrent latéralement dans l'ouverture intérieure de la bobine pour faire le serrage de bobine .ce mouvement est effectués à l'aide d'un système hydraulique .après cette opération descendant le bras intérieure pour complété le serrage.
- ✓ La troisième opération : La cage de guidage du ciseau est montée sur le support de dressage de manière à ce qu'elle puisse positionner le burin contre la bobine pour la séparation. Pour cela, la cage de guidage est pivotable et le ciseau dans la cage de guidage est réglable en hauteur. Les deux mouvements sont effectués à l'aide d'un vérin hydraulique. À l'aide des rouleaux rotatifs à entraînement hydraulique disposés sur le chariot de transport de bobines et des rouleaux presseurs supérieurs également entraînés hydrauliquement, la bobine est tournée de manière à ce que le début de feuillard soit séparé par le bas à l'aide du ciseau et enfilé par le conducteur auxiliaire ouvert .
- ✓ La quatrième opération : Une fois le début de bobine fixé dans le conducteur auxiliaire, les deux supports de bobine pénètrent latéralement dans l'ouverture intérieure de la bobine et la

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

soulèvent du chariot de transport de bobines pour permettre à ce dernier de retourner dans sa position de réception arrière.

### IV.3-Création du Grafcet :

Le Grafcet de la partir opérative (OP) est donné dans la figure suivante :

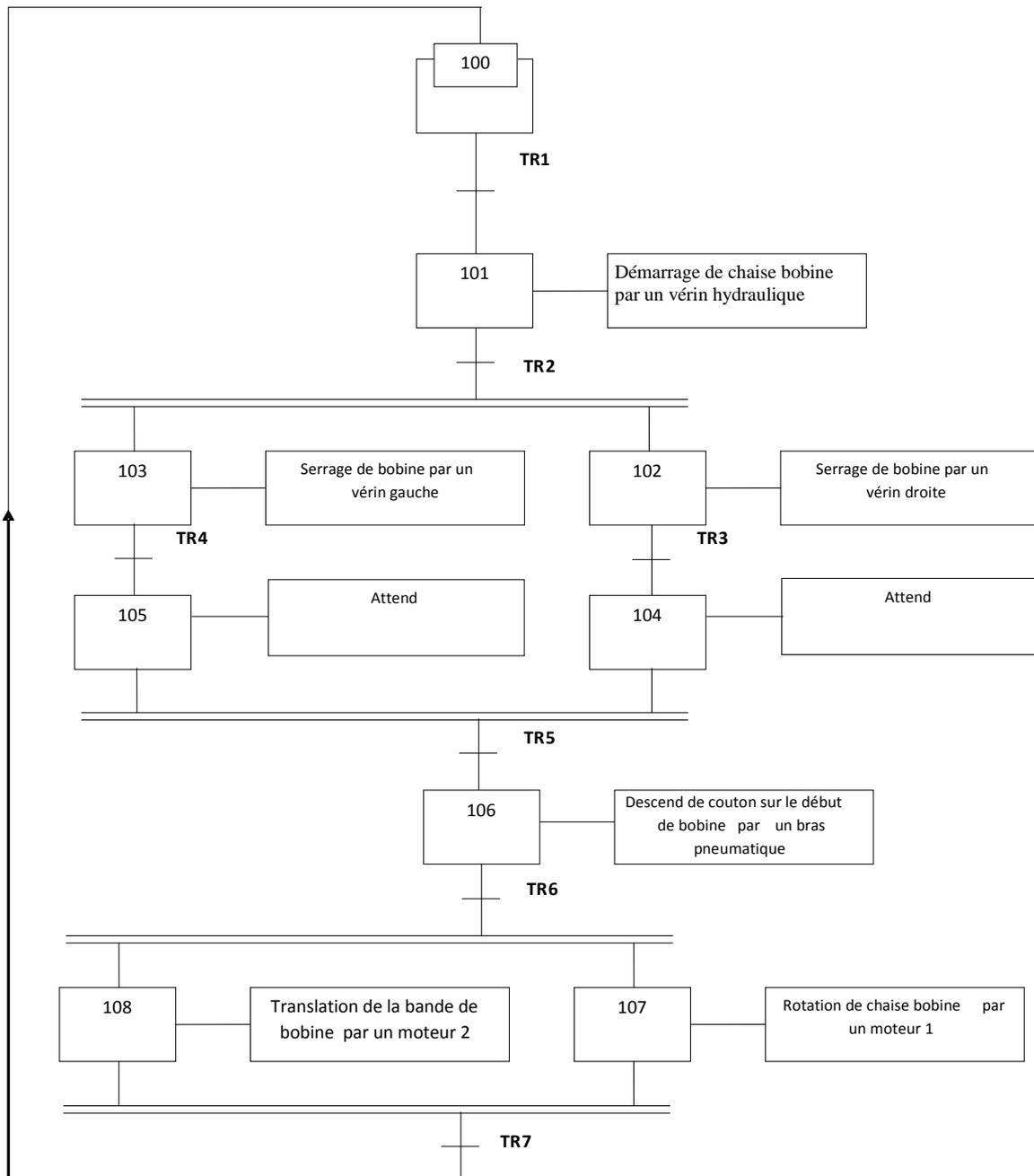
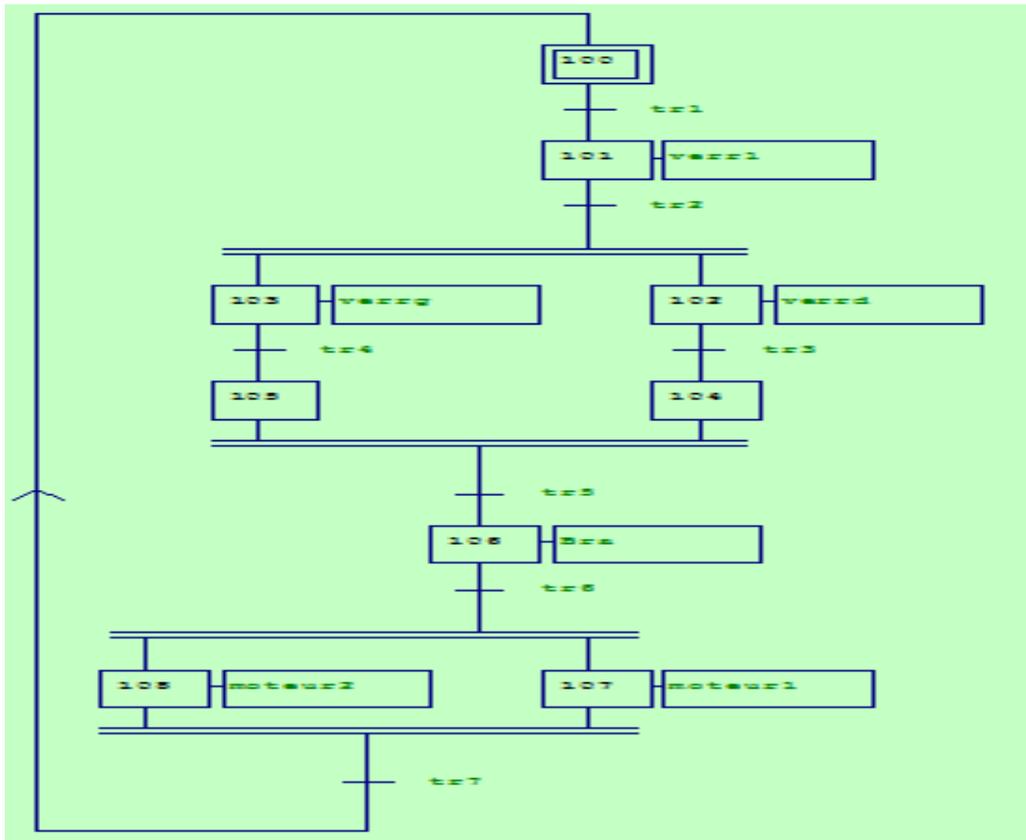


Figure IV.1 : Grafcet de la partie opérative.

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

Le Grafcet de la partie commande présenté dans la **Figure IV.2** :



**Figure IV.2** : Grafcet de partie commande.

Avec

- TR1** : mise en position de la bobine
- TR2** : fine de course (la bobine entre de dévidoir)
- TR3** : Fin de serrage droite
- TR4** : Fin de serrage gauche
- TR5** : Fin de serrage
- TR6** : fine de course (descend de coton)
- TR7** : Fin de Débobinage

### IV.4-Mise en équation :

Pour extrait les équations du Grafcet, nous utiliserons la formule suivante :

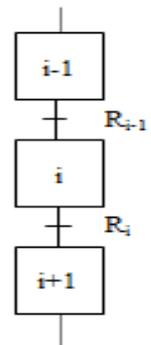
$$X_i = X_{i-1} * R_{i-1} + \overline{X_{i+1}} X_i$$

A l'état initiale du GRAFCET, les étapes initiales sont activées par contre les autres étapes sont désactivées.

On introduit une variable **Init** telle que :

- **Init=0** : Mode **MARCHE** (déroulement du cycle)
- **Init= 1** : Mode **ARRÊT** (initialisation du grafcet)

On introduit deux variables d'Arrêt d'urgence **AUdur** (Arrêt d'Urgence dur) et **AUdoux** (Arrêt d'Urgence doux) telles que :



## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

- **AUdur = 1** : Désactivation de toutes les étapes.
- **Audoux =1** : Désactivation des actions, les étapes restent actives !!

L'équation d'une étape initiale devient alors

$$X_i = (X_{i-1} * R_{i-1} + \overline{X_{i+1}}X_i + INIT)\overline{AUdur}$$

L'équation d'une étape NON initiale devient alors

$$X_i = (X_{i-1} * R_{i-1} + \overline{X_{i+1}}X_i)\overline{INIT} \overline{AUdur}$$

### IV.4.1-L'équation des actions :



Après ces des règles nous avons trouvé les équations suivants

$$\begin{aligned} X_{100} &= (TR7 * X_{107}X_{108} + \overline{X_{101}}X_{100} + INIT)\overline{AUdur} \\ X_{101} &= (TR1 * X_{100} + \overline{X_{102}}X_{103}X_{101})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{102} &= (TR2 * X_{101} + \overline{X_{104}}X_{102})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{103} &= (TR2 * X_{101} + \overline{X_{105}}X_{103})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{104} &= (TR3 * X_{102} + \overline{X_{106}}X_{104})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{105} &= (TR4 * X_{103} + \overline{X_{106}}X_{105})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{106} &= (TR5 * X_{104}X_{105} + \overline{X_{107}}X_{108}X_{106})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{107} &= (TR6 * X_{106} + \overline{X_{101}}X_{107})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ X_{108} &= (TR6 * X_{106} + \overline{X_{101}}X_{108})\overline{AUdur}\overline{INIT} \\ Verin_1 &= X_{101}\overline{AUdoux}_1 \\ Verin_g &= X_{102}\overline{AUdoux}_2 \\ Verin_d &= X_{103}\overline{AUdoux}_3 \\ Bras &= X_{106}\overline{AUdoux}_4 \\ Moteur_1 &= X_{107}\overline{AUdoux}_5 \\ Moteur_2 &= X_{108}\overline{AUdoux}_6 \end{aligned}$$

Et tous les variables d'entré sortie et les étapes présentées sur le tableau suivant :

Tableau IV.1 : Paramètre E/S.

Entre	Etape	Sortie
TR1	100	Verin1
TR2	101	Vérin g
TR3	102	Vérin d
TR4	103	Bras
TR5	104	Moteur1
TR6	105	Moteur2
TR7	106	
INIT	107	
AUdur	108	
AUdoux 1		
AUdoux2		
AUdoux3		
AUdoux4		
AUdoux5		
AUdoux6		

### IV.5-Création de projet S7 avec configuration matérielle :

- 1- Lancer **SIMATIC Manager** par un double clic sur son icône.



Figure IV.3 : SIMATIC Manager.

2. La fenêtre suivante permet de passer aux étapes de la création du projet

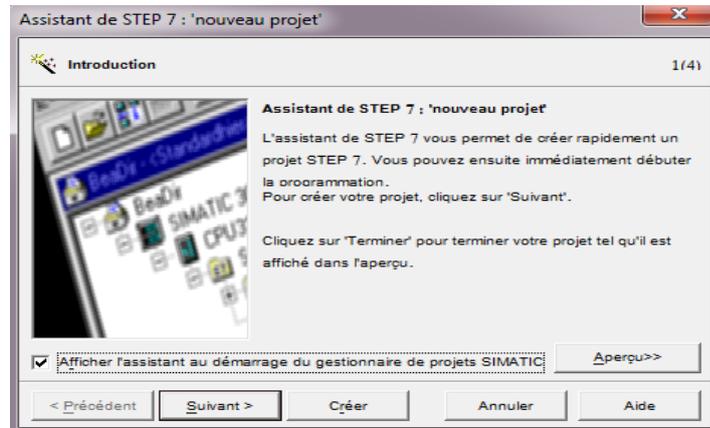


Figure IV.4 : Fenêtre de création du projet.

- Pour passer à l'étape suivante, cliquer sur **Suivant**.

3. La fenêtre qui s'affiche permet de choisir la CPU

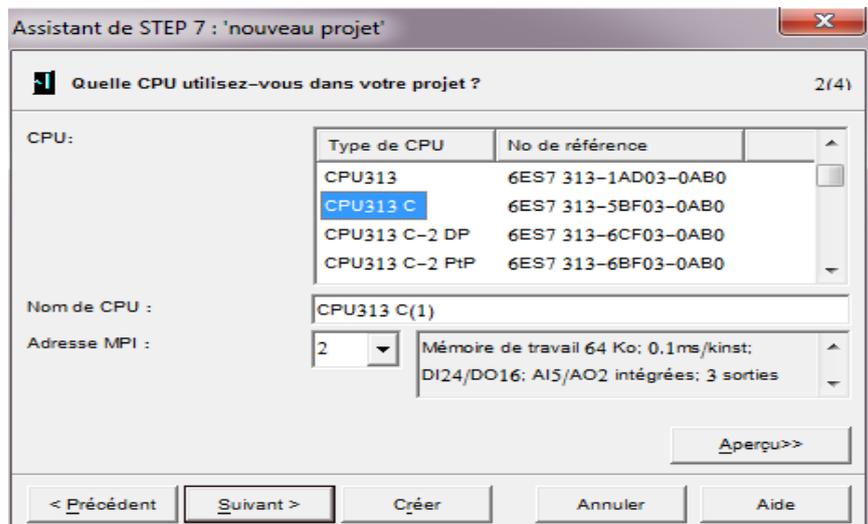


Figure IV.5 : CPU 313 C sélectionnée.

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

4. Après validation de la CPU sélectionnée, choisir les blocs d'organisation à insérer et le langage de programmation (LIST, CONT, LOG) à partir de la fenêtre suivante et valider en cliquant sur suivant :

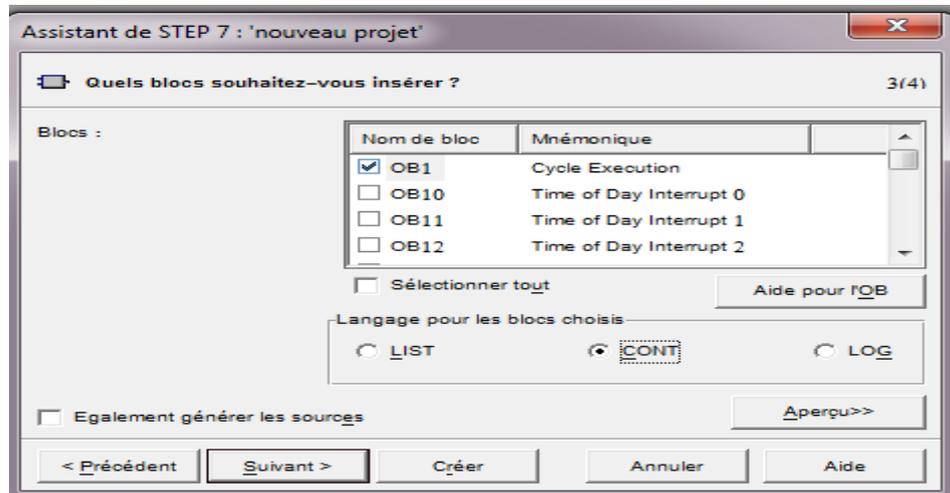


Figure IV.6 : Sélection des blocs et choix du langage CONT.

. La figure qui suit permet de nommer le projet et de le créer en cliquant sur **Créer**.

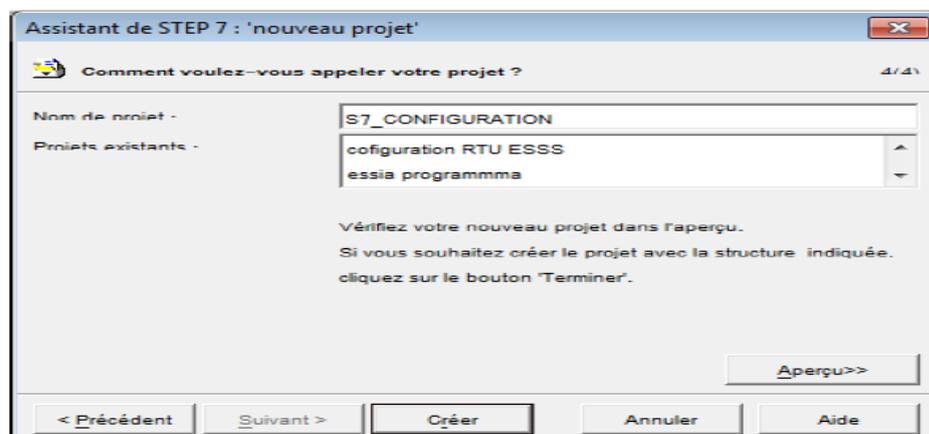


Figure IV.7 : Création du projet.

6. Après l'exécution de la commande **Créer**, SIMATIC Manager s'ouvre avec la fenêtre du projet nouvellement créé, Sélectionner le dossier **Station SIMATIC 300** et double-cliquer sur **Matériel**. Ceci ouvre la fenêtre "HW Config":

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

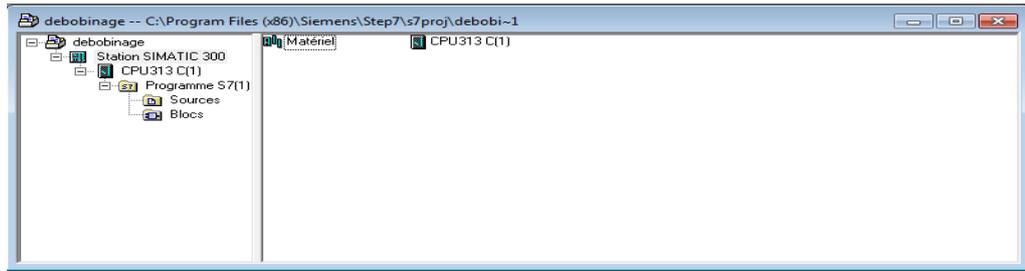


Figure IV.8 : Nomination du projet.

On insère un module d'alimentation.

- Un clic droit sur DP « **insérer un maître DP** »

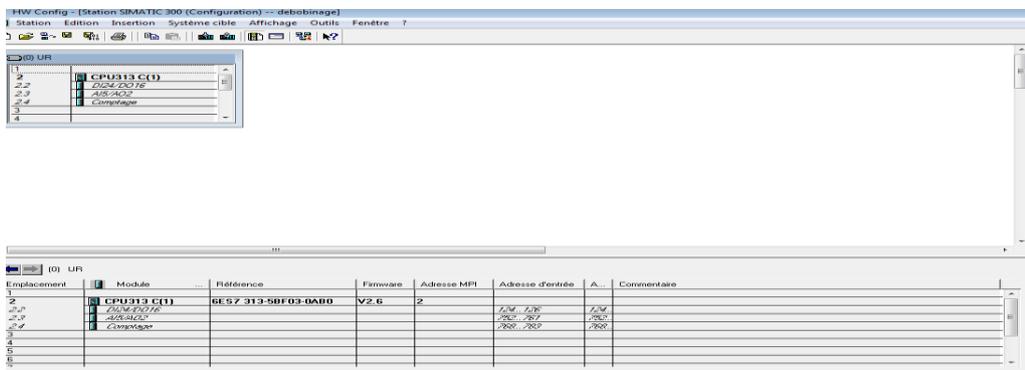


Figure IV.9 : CPU avec réseau maître DP.

### IV.6-Structure du programme :

Les automates Siemens sont orientés « programmation structurée ». Cela signifie que le Programme utilisateur peut être découpé en blocs qui sont eux même découpés en segments. Sur les automates Siemens il existe différents types de blocs programmes : les blocs OB, FB, FC et DB.

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

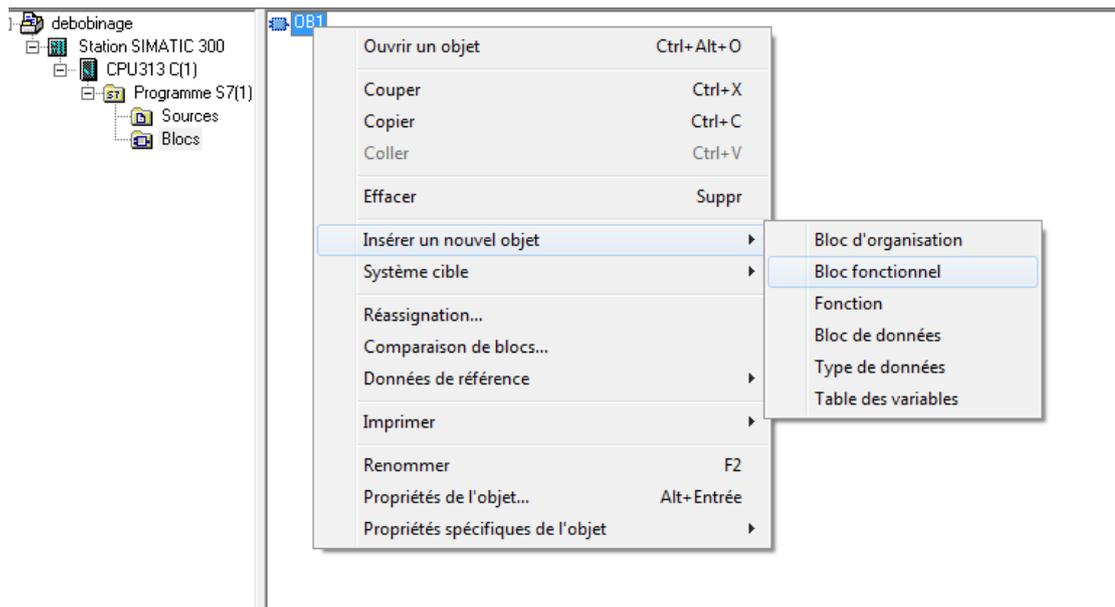


Figure IV.10 : Création bloc fonctionnel.

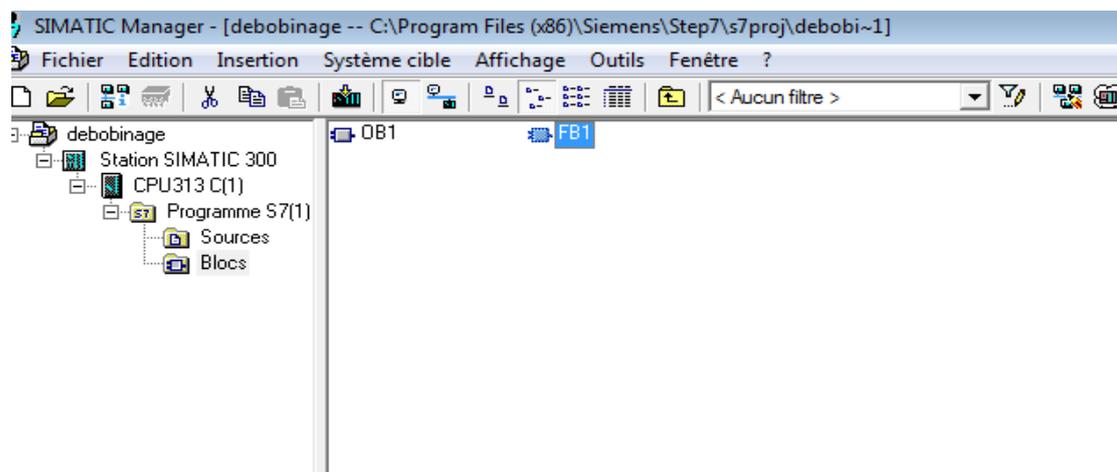


Figure IV.11 : Cliquez sur FB1.

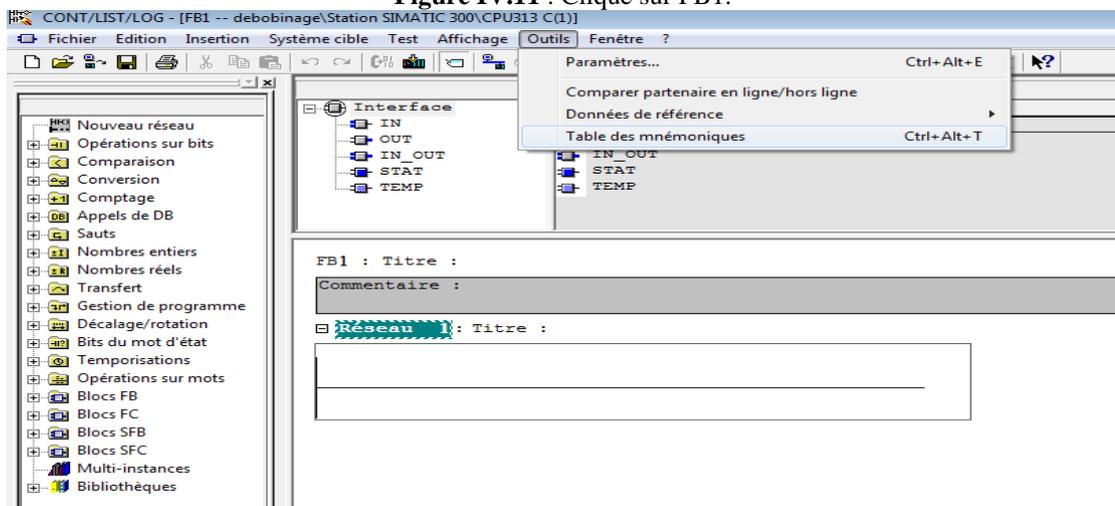


Figure IV.12 : Création un table des mnémonique (Entrée/ Etape/Sortie).



# CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

## Exécution du programme

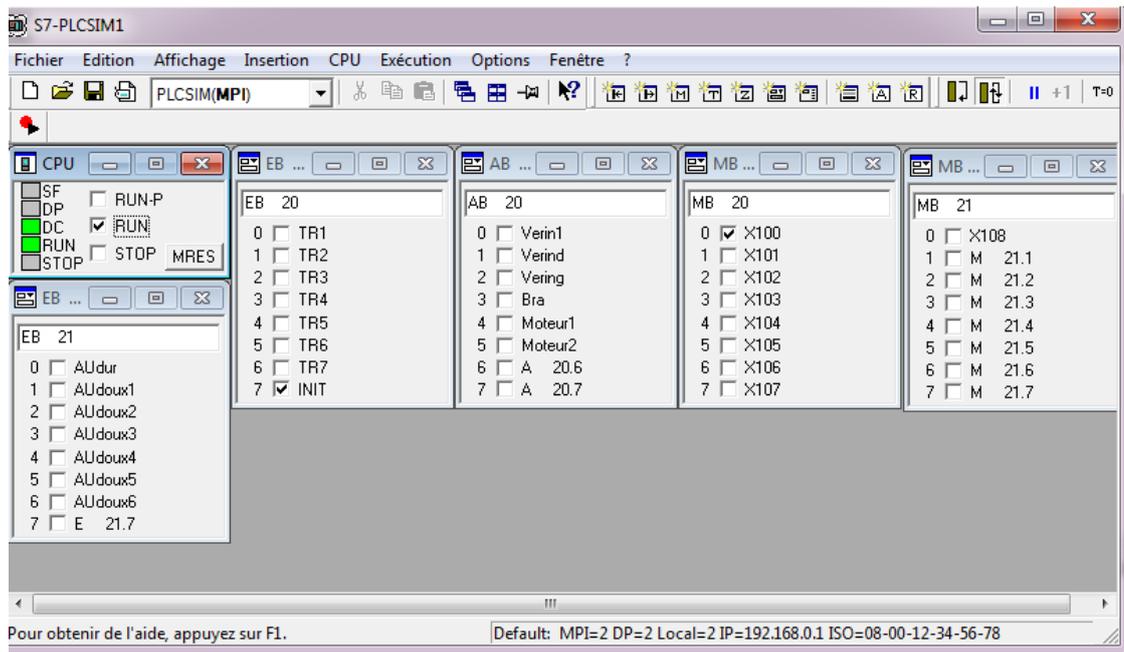


Figure IV.15 : Table de commande.

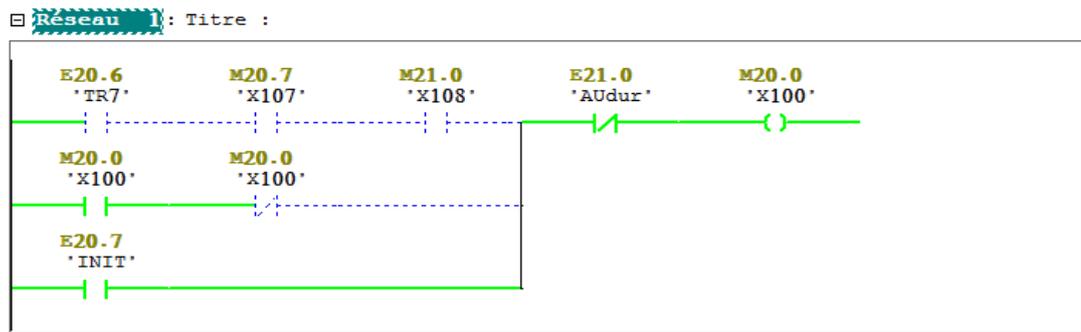
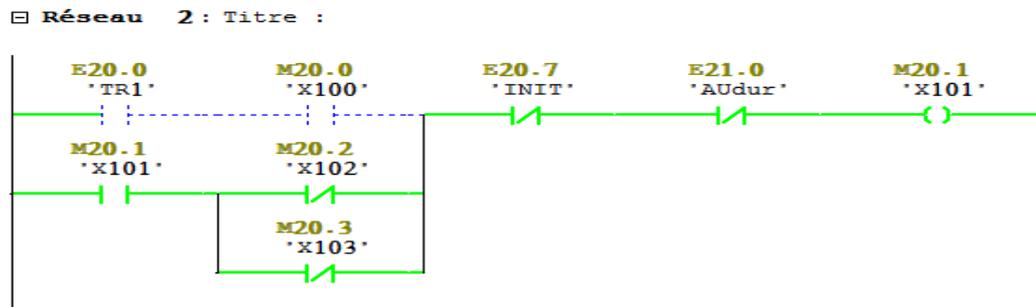
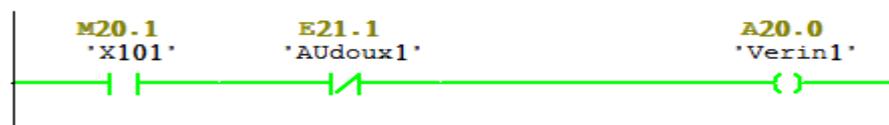


Figure IV.16 : Etat initiale active.



Réseau 10 : Titre :



Réseau 11 : Titre :

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

Figure IV.17 :L'étape 101 et démarrage de vérin hydraulique.

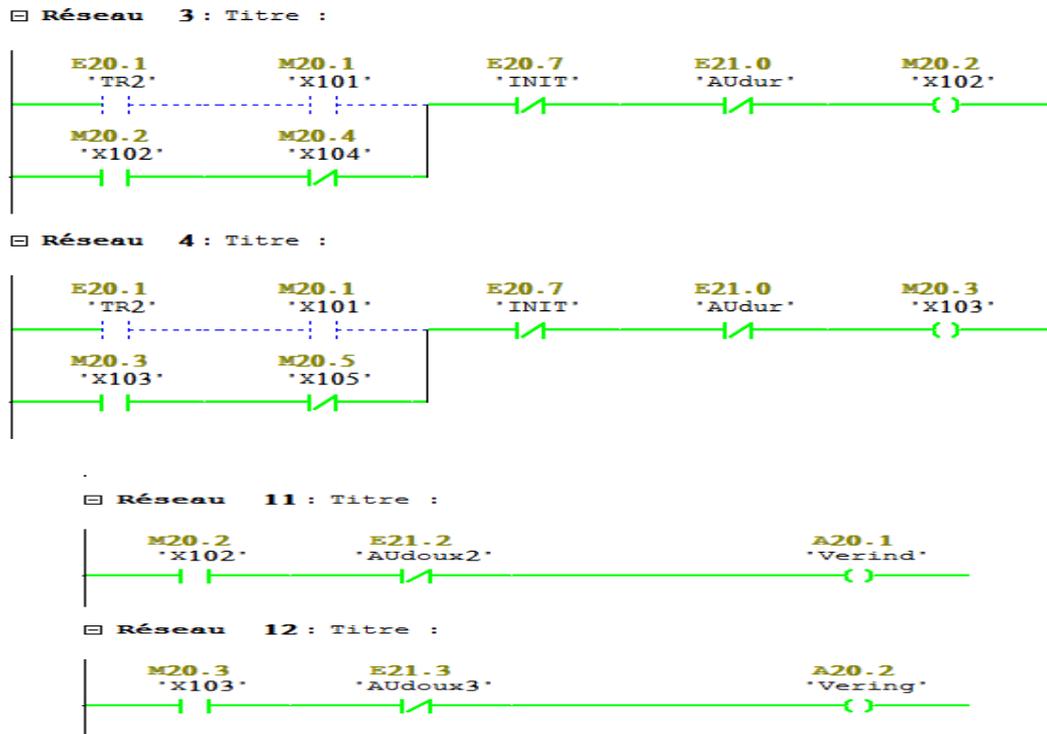


Figure IV.18 :L'étape 102 et 103 et démarrage les vérins gauche et droite au même temps.

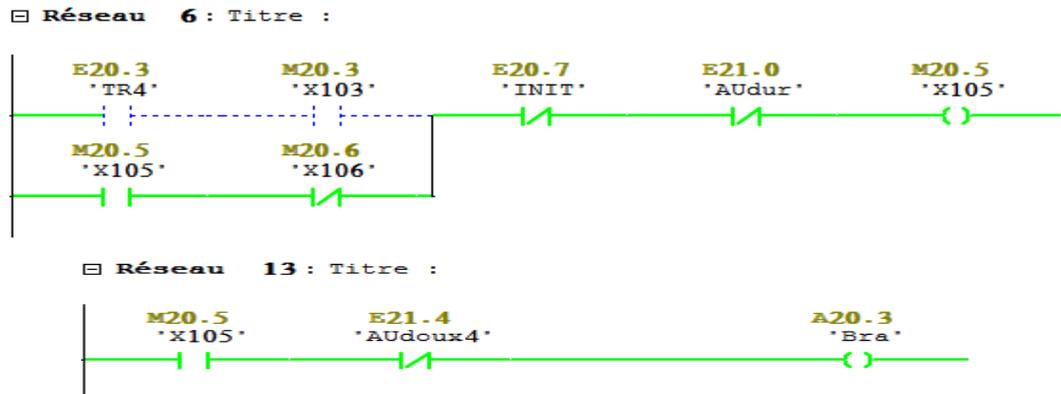


Figure IV.19 :L'étape 105 Descend de couton par un Bras.

## CHAPITRE IV : Modélisation et simulation

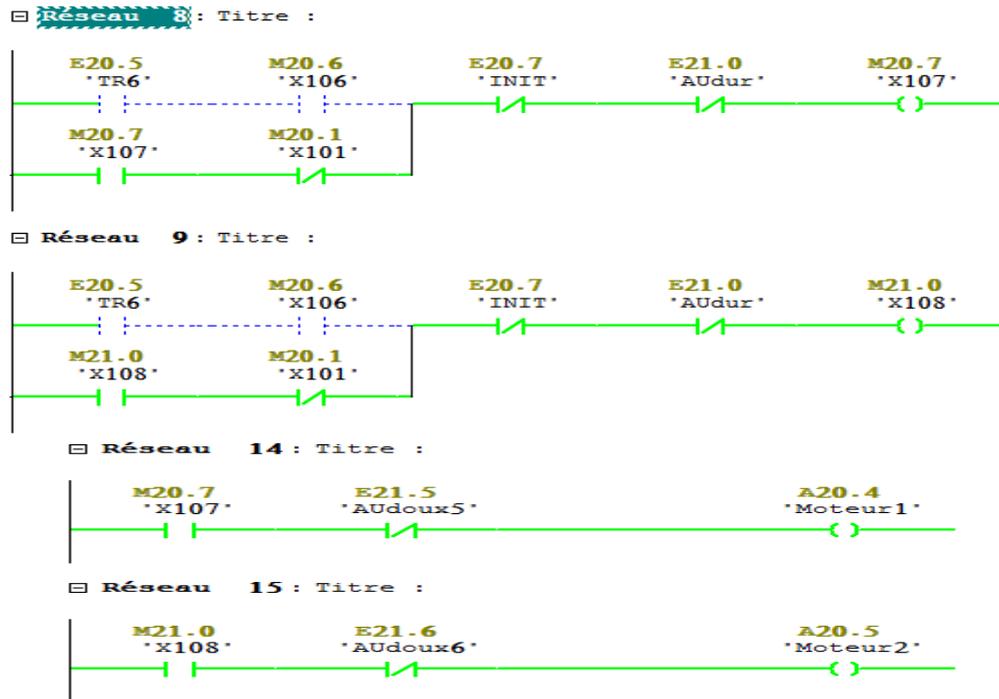


Figure IV.20 :L'étape 107 et 108 et démarrage les deux moteurs de Rotation de chaise bobine et Translation de la bande de bobine au même temps.

### IV.7-Conclusion :

Le programme de commande est élaboré en langage de programmation LADDER qui est le plus exploité en industrie. L'OB1 est le seul bloc utilisé pour la génération du programme.

Dans ce chapitre on a présenté le débobinage, dont l'objectif est son automatisation. La conception du GRAFCET de commande après l'avoir simulé avec le logiciel STEP7 et qui répond au cahier de charge.

# CONCLUSION GENERALE

## **Conclusion Générale :**

Au cours de notre travail, nous avons présenté une description de la machine avec toutes les composantes constituant sa partie opérative et commande, et de son fonctionnement, comme nous avons réalisé une étude de la commande complète du système.

Une fois le fonctionnement est décrit, nous avons élaboré un GRAFCET. Ce dernier est la solution proposée pour l'automatisation de notre machine, cette solution présente une série de tâches correspondantes aux différentes étapes du fonctionnement de la machine.

Pour l'automatisation du processus, notre choix est porté sur l'automate programmable industriel API **S7 -300**, qui répond au cahier de charge.

La simulation du fonctionnement de la machine a été réalisée sous logiciel, SIMATIC STEP 7. Nous avons utilisée dans la programmation langage «**LADDER**» Toute en se basant sur le GRAFCET élaboré a priori.

Enfin, nous avons effectué une simulation du programme tout en visualisant le déroulement et l'exécution du programme à l'aide de logiciel de simulation S7-PLCSIM, afin d'implémenter quelques particularité au module d'entrées.

# BIBLIOGRAPHIE

# Bibliographie

[1] BENNADIR ALI, « Etude et Automatisation d'une chanfreineuse de tube à base d'automate programmable industriel type SIMATIC S7-300), Mémoire de fin d'étude Master, Université de Ghardaïa, promo 2016.

[2] OULED BRAHIM Abdelmoumin Rapport de stage pratique ALFAPIPE-GHARDAIA .1ère année master mécanique des chantiers pétroliers BOUMERDES 2016.

[3] BOUMELITA Yassine, « Dégradation des propriétés mécaniques du cordon de soudure d'un acier API X70 en fonction de la succession des réparations Application dureté ». Mémoire de fin d'étude Master, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA, promo2017.

[4] NOUADRIA FATIMA, « Etude des effets de la réparation de la soudure sur les propriétés mécaniques des pipelines ». Mémoire de fin d'étude Master UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA, promo 2016.

[5] DANIELI W+K, Manuel utilisateur de la machine KP0J5801-02/03 S-SPM 2000, document interne de la société

[6] ABRICHE Anissia et BELKAS Salah-Eddine, « Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automates programmables industriels SIEMENS ». Mémoire de fin d'étude Master, ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE, promo 2016.

[7] Alain GONZAGA, PDF LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS, document interne de la société.

[8] Documentation technique de l'entreprise ALFA-PIPE. Document interne de la société

[9] HADDADI Manel, «Etude des performances de produits renouvelables et locaux adaptés aux applications de l'isolation thermique dans le bâtiment ». Mémoire de fin d'étude Master, Université EL HADJ AKHDAR Batna » promo 2010/2011.

[10] Mr B. Ideki et Mr M. Tesbia: « l'Utilisation du GRAFCET pour l'automatisation d'une plieuse taraudeuse », Mémoire de fin d'étude Master, année 2004/2005.

[11] : Christian Merlaud, Jacques Perrin, Jean-Paul Trichard ‘ ‘ Automatique et informatique industriel’’. Edition DUNOD, Année 1995.

[12] : Daniel Dupont et David Dubois, Réalisation technologique du GRAFCET.

[13] Siemens, logiciel SIMATIC step7 version 5.5.

[14] Jean-Bernard DELUCHE « pour un bon usage du GRAFCET » Lycée Raoul DAUTRY LIMOGES/Faculté des sciences & Technique LIMOGES.

[15] Jean-Claude Humbolt, « Automate programmables Industriels » édition DUNOD.1993.

[16] Notes de laboratoire. Pierre Duysinx Geoffray Hutsemekers Henri Lecocq. automatisation et robotisation de la production. Université de liège 2009/2010.

### **Sites internet :**

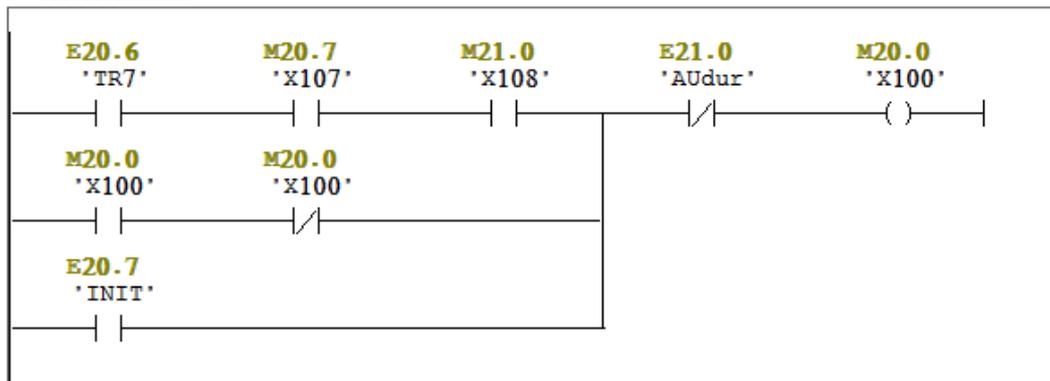
[17] Site web [www.support.industry.siemens.com](http://www.support.industry.siemens.com), vue le 05/08/2020,22h00

[18] Site web [www.fr.wikipedia.org/wiki/Automate\\_programmable\\_industriel](http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel). Vue le 05/08/2020,23h00

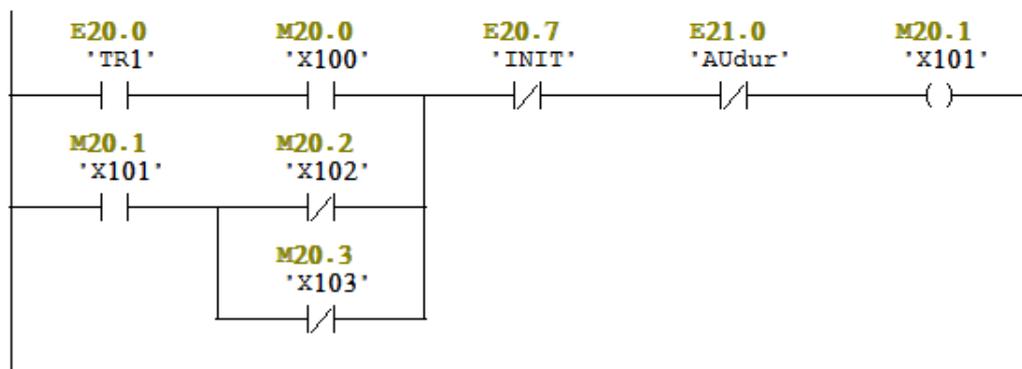
[19] Site web [www.automation.siemens.com](http://www.automation.siemens.com). Vue le 06/08/2020,21h00

# ANNEXE

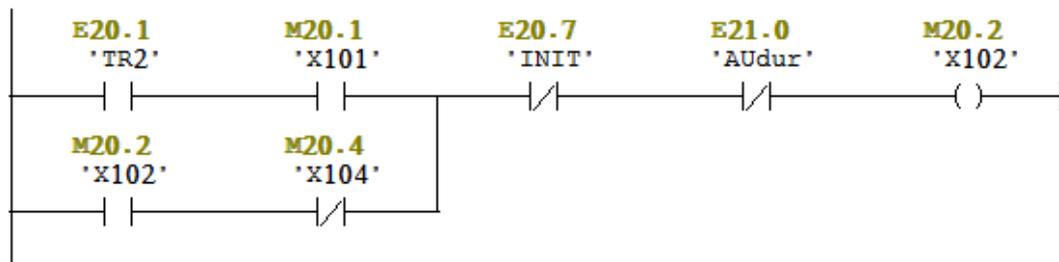
☐ Réseau 1 : Titre :



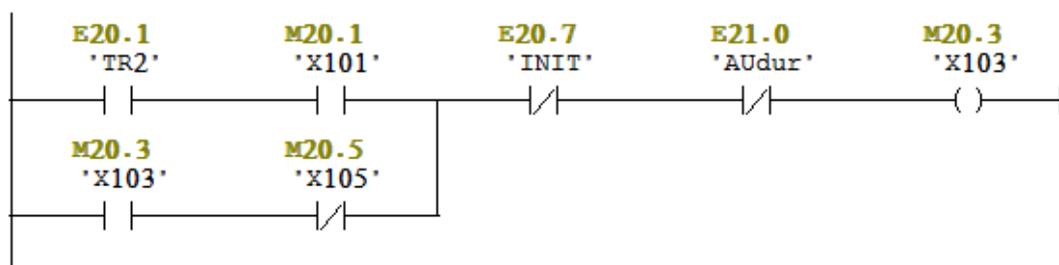
☐ Réseau 2 : Titre :



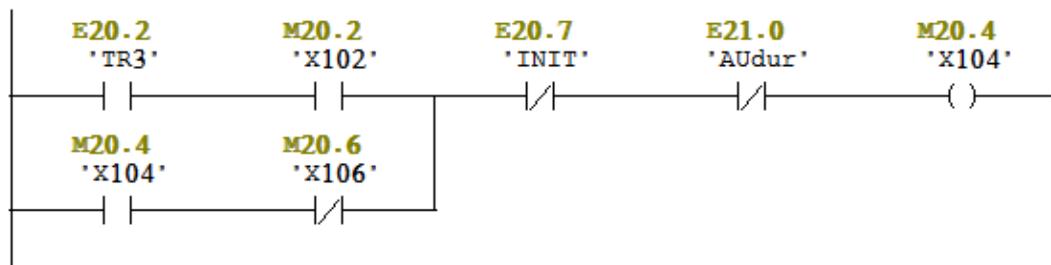
☐ Réseau 3 : Titre :



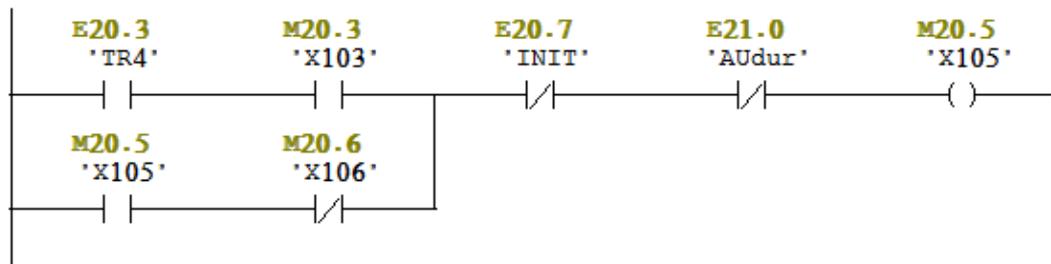
☐ Réseau 4 : Titre :



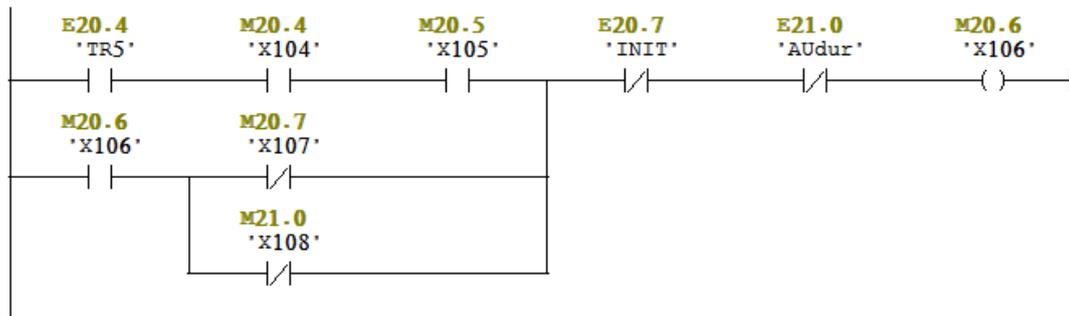
▣ Réseau 5 : Titre :



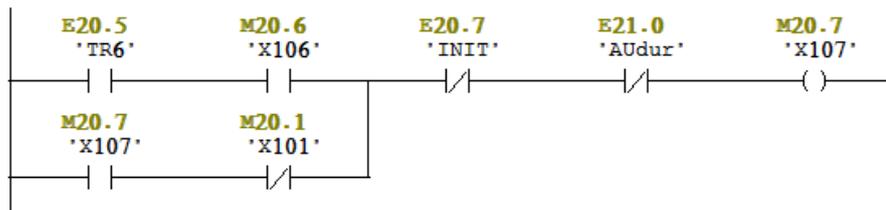
▣ Réseau 6 : Titre :



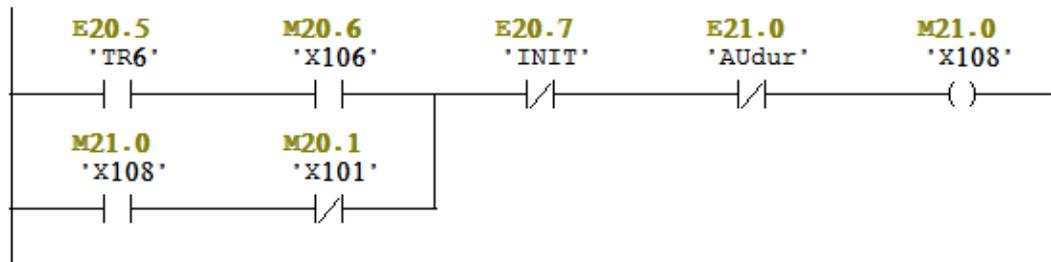
▣ Réseau 7 : Titre :



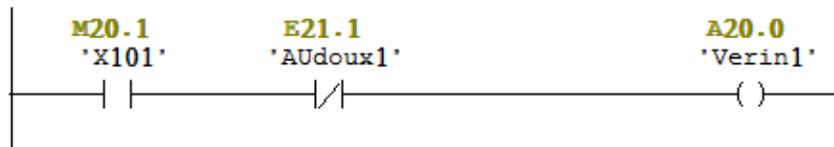
▣ Réseau 8 : Titre :



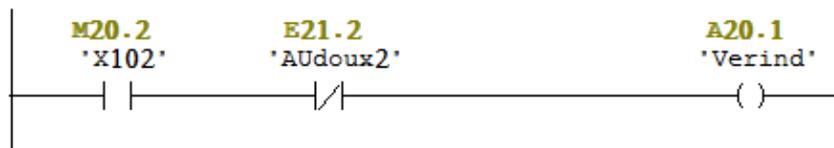
☐ Réseau 9 : Titre :



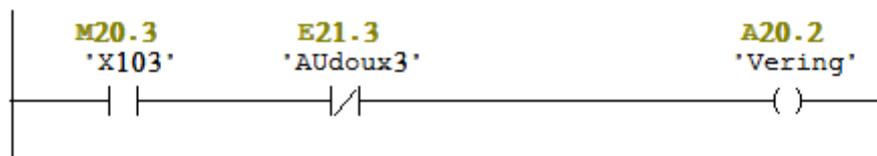
☐ Réseau 10 : Titre :



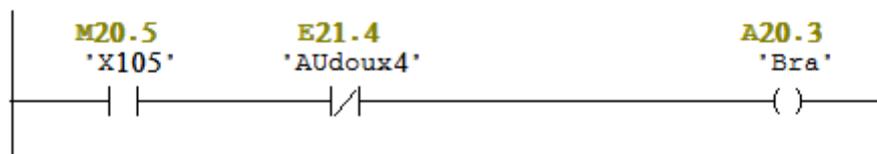
☐ Réseau 11 : Titre :



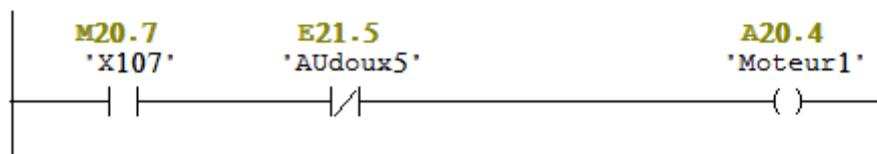
☐ Réseau 12 : Titre :



☐ Réseau 13 : Titre :



☐ Réseau 14 : Titre :



☐ Réseau 15 : Titre :

