

**Mémoire de Projet de fin d'étude**

**Préparé par**

***SOSSEY ALAOUI Othmane  
OUAZZANI CHAHDI Youness***

**Pour l'obtention du diplôme**

**Ingénieur d'Etat en**

**SYSTEMES ELECTRONIQUES & TELECOMMUNICATIONS**

**Intitulé**

***Automatisation & Gestion à distance via réseau de  
l'entreprise de deux usines d'émulsions (Rabat, Meknès)***

**Encadré par :**

**Pr Tajdine Lamcharfi**

**Pr Hassane El Merkhi**

**Mr Omar El Alami (COLAS du Maroc)**

**Soutenu le Mercredi 29 Juin 2011, devant le jury composé de :**

**Pr H. El Merkhi .....: Encadrant**

**Pr T. Lamcharfi.....: Encadrant**

**Pr A. Mechaqrane..... : Examineur**

**Pr L. Bouayad..... : Examineur**

**Pr Az. Ahaitouf.....: Examineur**

# *Dédicace*

*A mon père, A ma mère  
J'ai grandi grâce à vous, dans les meilleures des conditions,  
Dans l'affection, dans  
L'amour, amour de dieu, et de sa création de savoir  
Aujourd'hui mes accomplissements sont les vôtres  
Puisse Dieu m'aider à toujours faire votre bonheur,  
Et puisse t'il vous accorder Santé et bien-être*

*A mes très chers frères  
A mes très chers amis, Aziz, Fadwa, Maria, Fatiha,  
Abdellatif, Mbark, Jamila, Abderrahim, Mokhtar,  
Hajar, Zakaria, Youssef, Sohayb, Ismail*

*J'ai beaucoup appris et été gâtée par chacun d'entre vous  
Merci pour votre soutien et votre encouragement. Que Dieu vous garde*

*Ouazzani Chahdi Youness*

# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail à :*

*Mes parents :*

*J'espère qu'ils trouvent dans ce travail, l'expression de mon profonde  
estime et gratitude, qu'il soit un signe de témoignage de mon affection  
et ma grande reconnaissance pour tous leurs sacrifices, leur suivie et  
leur vaillance sur moi.*

*Mon cousin Hamid ECHBARBI et sa famille :*

*Qui ont représenté pour moi le soutien, l'exemple et qui me guide  
toujours vers le bien à l'aide de ses conseils. Les profonds sentiments*

*que j'éprouve à leurs égards ne peuvent guère être exprimés par des  
simples mots.*

*Mon cher frère SALIM et ma chère sœur ASMAE.*

*Mes chers oncles et tantes...*

*A mes amies...*

*A mes collègues...*

*Sossey Alaoui Othmane*

## ***Remerciement***

Il nous est agréable de nous acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes personnes, dont l'intervention au cours de ce projet a favorisé son aboutissement.

Ainsi, nous exprimons nos profondes gratitudee et nous tenons à remercier tout le personnel de la direction matériel du groupe COLAS du MAROC, pour leur soutien et pour leur générosité considérable quant à l'offre de l'information.

Ainsi Nous tenons à exprimer notre gratitude à M. Claude CAZAL, le Directeur Matériel du groupe, qui nous a accueilli en nous préparant les conditions favorables au bon déroulement du projet. Recevez ici Monsieur l'expression de nos sincères gratitudee.

Nos très chers remerciements vont aussi à M. Omar Elalami notre encadrant au sein de la société, pour son encadrement et son aide durant le stage, sans oublier Mr Abdellatif Arouame, Technicien au service Electrique.

Nos remerciements les plus sincères vont à M. Tajdine LAMCHARFI et Hassane ELMARKHI, nos encadrants à la FSTF, pour nous avoir octroyé leur temps si précieux et nous avoir épaulés tout au long de notre stage, sans oublier leurs participations au cheminement de ce rapport.

Nous remercions aussi tous les professeurs du département Génie Electrique de la FSTF pour la formation et ainsi pour leurs conseils.

Nos remercions les chefs de usines des villes (Rabat, Meknès) pour l'accueil chaleureux durant notre stage

Que messieurs les membres du jury trouvent ici l'expression de nos reconnaissances pour avoir accepté de juger notre travail.

Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de nos remerciements les plus chaleureux.

# **TABLE DES MATIERES**

<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>CHAPITRE 1 :10Présentationd'EntrepriseetduSujet.....</b>	<b>10</b>
<b>I. Présentation de l'organisme d'Accueil :.....</b>	<b>11</b>
1. <i>L'Activité.....</i>	<i>11</i>
2. <i>Historique :.....</i>	<i>11</i>
3. <i>Chiffres clés consolidés- En millions d'euros .....</i>	<i>12</i>
4. <i>Répartition du CA par zone géographique et par activité.....</i>	<i>13</i>
5. <i>Les filiales du Groupe COLAS :.....</i>	<i>13</i>
6. <i>L'Organigramme de la division infrastructure:.....</i>	<i>15</i>
<b>II. Présentation générale du sujet :.....</b>	<b>16</b>
1. <i>Thème du stage:.....</i>	<i>16</i>
2. <i>Énoncé du sujet :.....</i>	<i>16</i>
3. <i>Cahier de charge :.....</i>	<i>18</i>
a. <i>Besoins :.....</i>	<i>18</i>
b. <i>Contraintes :.....</i>	<i>18</i>
4. <i>Planification de projet :.....</i>	<i>19</i>
<b>Conclusion.....</b>	<b>20</b>
<b>CHAPITRE 2 : Description de l'installation et de son fonctionnement.....</b>	<b>21</b>
<b>I. Description de l'installation : .....</b>	<b>22</b>
1. <i>Etude fonctionnelle du processus de Fabrication.....</i>	<i>22</i>
a. <i>1ér Groupe de Fabrication : Fabrication du Savon.....</i>	<i>22</i>
b. <i>2ème groupe de Fabrication : Fabrication d'émulsions .....</i>	<i>22</i>
2. <i>Mode de fonctionnement : .....</i>	<i>24</i>
3. <i>Etude technique :.....</i>	<i>25</i>
a. <i>Etude des Schémas Electriques :.....</i>	<i>25</i>
b. <i>Etude des variateurs de fréquence :.....</i>	<i>25</i>
<b>Conclusion : .....</b>	<b>28</b>
<b>CHAPITRE 3 :30 Automatisation de processus de Fabrication.....</b>	<b>30</b>

<b>I. Plan de Gestion de projet pour l'automatisme :</b>	<b>31</b>
<b>II. Système de commande actuel :</b>	<b>31</b>
<b>III. Architecture de système de commande proposé :</b>	<b>32</b>
<b>1. Spécifications des besoins matériels :</b>	<b>32</b>
a. Critères de choix de l'API :	32
b. Système de commande et supervision :	36
<b>2. Spécifications des besoins fonctionnels :</b>	<b>37</b>
a. Logiciel de programmation : Totally Integrated Automation	37
b. Logiciel de commande et supervision : Wincc Flexible 2008	38
<b>3. Etude économique :</b>	<b>39</b>
a. Automate, Modules E/S et Logiciel de Supervision:	39
b. Unités de Commande et Alimentations :	40
<b>IV. Présentation du travail réalisé :</b>	<b>40</b>
<b>1. Modification apportée sur le circuit de commande :</b>	<b>40</b>
a. Commande Marche/Arrêt :	40
b. Consigne des variateurs de vitesse	43
<b>2. Elaboration des Algorithmes :</b>	<b>44</b>
<b>3. Programmation sur Step7 v10.5 :</b>	<b>44</b>
a. Importation des appareils et Configuration :	45
b. Conception aisée de notre programme :	46
c. Choix du type de structure pour notre programme utilisateur :	47
<b>4. Exemple de programmation sur Step7 :</b>	<b>52</b>
<b>5. Création de l'interface graphique :</b>	<b>54</b>
a. Configuration liaison Pupitre-Automate :	55
b. Exemple de vue de commande :	57
<b>Conclusion :</b>	<b>58</b>

## CHAPITRE 4: 58Gestion à distance du processus de fabrication et Archivage des données

58

<b>I. Gestion à distance du processus de fabrication</b>	<b>60</b>
<b>1. Paramétrage IP et interface réseau :</b>	<b>60</b>
<b>2. Mise en place d'un réseau local :</b>	<b>62</b>
<b>3. Suivi de production et gestion des Notifications</b>	<b>62</b>

<b>II. Archivage des données .....</b>	<b>64</b>
<b>1. Configuration des paramètres d'archivage :.....</b>	<b>64</b>
<b>2. Description des Scripts utilisés.....</b>	<b>65</b>
a. Script d'archivage de vitesse des moteurs : .....	65
b. Script de gestion d'archivage : .....	66
<b>Conclusion : .....</b>	<b>67</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>68</b>
<b>Listes des Figures .....</b>	<b>77</b>
<b>Listes des Tableaux .....</b>	<b>79</b>
<b>Liste des abréviations: .....</b>	<b>80</b>
<b>Bibliographies .....</b>	<b>81</b>

## Introduction

Aujourd'hui, au XXI<sup>e</sup> siècle, les automatismes sont légion autour de nous, rien que dans notre logement : les machines à laver le linge, le réfrigérateur à dégivrage automatique, le réveil, etc, comportent au moins un automatisme. Dans l'industrie, ils sont indispensables : ils effectuent quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et, dangereuses. Parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. L'automatisme est donc aussi synonyme de productivité et de sécurité, que dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'étude, l'automatisation de deux usines d'émulsion du groupe COLAS et la gestion à distance.

Notre projet a visé en premier lieu, la sécurité du personnel et des machines, en procédant à une série de précautions en cas de panne d'une façon automatique, puis l'augmentation de la productivité en jouant sur la réduction des temps d'arrêts en cas défaut. La notification au moment de la panne et le bon diagnostic sont les clés pour mieux préparer une intervention rapide, afin de réduire le temps d'arrêt.

Ce rapport comporte 4 chapitres. Le premier est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil et du projet. Le deuxième chapitre décrit l'installation de processus de fabrication et son fonctionnement.

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté la première partie du projet à réaliser « automatisation de processus de fabrication ». Enfin le dernier chapitre décrira la deuxième partie du projet « gestion à distance du processus de fabrication »

## Résumé

Ce projet présente une application d'automatisme de deux usines d'émulsions localisées sur Rabat et Meknès, et comme deuxième partie, la gestion à distance du processus de fabrication sur les deux usines via réseau de l'entreprise sur une liaison VPN.

Pour réussir cette application d'automatisme, il a fallu bien comprendre le processus de fabrication avant de passer au développement du programme qui va gérer toutes les instructions de commande des éléments de fabrication

La supervision et la commande du processus de fabrication, ainsi que la réalisation automatisée des comptes rendus et l'historique de production font le point fort de notre application.

Cette application est réalisée sous les logiciels « Totally Integrated Automation Portal V10 » qui se base sur le langage Ladder et « Wincc Flexible 2008 » pour la gestion de l'interface graphique.

Ce système doit être accessible juste aux responsables concernés dans le groupe via des connexions VPN



## **ABSTRACT**

This project presents an automation application of two plants manufacturing the emulsions located in Rabat and Meknes, and as the second part, remote management of the manufacturing process of the two plants using the company network with the VPN connection.

To achieve this application, it was necessary to understand the manufacturing process before proceeding to the development of the program that will handle all the control instructions for manufacturing components

Supervision and control of the manufacturing process, and the realization of automated records and production history are the highlight of our application.

This application is implemented in software "Totally Integrated Automation Portal V10" which is based on language Ladder, and "WinCC flexible 2008" for the management of the HMI.

This system must be accessible only to officials employers in the group with VPN link

## CHAPITRE 1 :

### Présentation d'Entreprise et du Sujet

***Colas : Leader de la construction et de l'entretien d'infrastructures de transport***

Le groupe Colas est présent dans tous les métiers liés à la construction et l'entretien des routes et de toute autre forme d'infrastructures de transport (aérien, ferroviaire, maritime), d'aménagements urbains et de loisirs.

Implanté sur tous les continents, dans une quarantaine de pays, à travers un réseau de 1 400 établissements, Colas rassemble plus de 70 000 collaborateurs, dont près de la moitié hors de France métropolitaine, et réalise par an plus de 100 000 chantiers.

En 2010, le chiffre d'affaires consolidé de Colas a atteint 11,7 milliards d'euros et le résultat net (part du Groupe) 224 millions d'euros.

## **Présentation de l'organisme d'Accueil :**

### **L'Activité**

La route représente près de 80% de l'activité du Groupe. Elle comprend :

- la construction et l'entretien de routes, autoroutes, pistes d'aéroport, plateformes portuaires, industrielles et logistiques, aménagements urbains, voies de transports en commun en site propre (tramways), aires de loisirs, pistes cyclables ...
- en amont de la construction, une importante activité industrielle de production et recyclage de matériaux de construction (granulats, émulsions et liants, enrobés, béton prêt à l'emploi), à partir d'un réseau international dense de carrières, usines d'émulsion, centrales d'enrobage et centrales à béton, et une activité de transformation et distribution de bitume.

### **Autour de la route, des activités complémentaires :**

Colas est également présent dans des activités complémentaires à la route :

- sécurité et signalisation routières, gestion de trafic
- génie civil, pipelines, canalisations
- étanchéité, bardage et couverture
- bâtiment (construction neuve, réhabilitation, déconstruction)
- ferroviaire (construction, renouvellement et entretien d'infrastructures)

Ce qui lui permet de proposer à ses clients une offre très large.

### **Historique :**

Au début des années 1920, deux chimistes anglais, Hugh Alan Mackay et George Samuel Hay mettent au point la première émulsion de bitume. Le brevet "Cold Asphalt", dont est issu par contraction le nom de Colas, est exploité en France par la SGE en 1924. Le procédé se développe rapidement. Dès 1925, il sert à la construction de l'autodrome de Montlhéry. En 1929, un rapprochement financier avec la Royal Dutch Shell permet la création d'une filiale qui prend pour nom « Société Routière Colas »

Les décennies suivantes ont affirmé la puissance d'un groupe faisant de sa politique de développement à l'international l'un de ses atouts majeurs. C'est ainsi que, à partir de son socle français, Colas s'implante tout d'abord en Afrique et aux Antilles dans les années 1930, puis en Amérique du Nord au début des années 1960, avec l'acquisition de la société canadienne Sintra, suivie de l'arrivée aux Etats-Unis au tournant des années 1970. Au début des années 1980, l'absorption de GTE (Grands Travaux de l'Est) est le point de départ du développement du Groupe dans l'Océan Indien et son ouverture aux activités du génie civil et du bâtiment. A la même époque, Colas inaugure son arrivée en Asie par le démarrage des travaux de l'aéroport de Djakarta. A partir de 1994, le Groupe complète sa présence internationale en Europe, en Amérique du Nord et en Asie, notamment par l'acquisition des sociétés Colas détenues par le groupe Royal Dutch Shell ainsi que par celles des marques Colas dans le monde. L'ouverture des marchés d'Europe centrale après la chute du mur de Berlin constitue également une opportunité pour Colas dans ses pays.

En France, le Groupe, qui détient **Aximum** (anciennement Somaro) depuis 1959, renforce ses positions en intégrant plusieurs sociétés : en 1993, la routière **Sacer** et ses filiales, ainsi que **Spac** dans le métier des pipelines et canalisations. Le rapprochement avec **Screg** en 1996 permet de constituer un pôle routier sans équivalent sur le marché mondial.

Chiffres clés consolidés- En millions d'euros

<b>Chiffre d'affaires</b>				
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Chiffre d'affaires	11,7	12,8	11,6	11,7
Evolution N/N-1	+8,9%	+9,6%	-9,4%	+0,7%

<b>Résultat net</b>				
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Résultat net	481	495	391	223
dont Part du groupe	474	490	387	224
Evolution N/N-1	+19,7%	+3,4%	-21%	-43%

<b>Production</b>				
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Agrégats	117 MT	118 MT	106 MT	102 MT
Emulsions	1,6 MT	1,5 MT	1,6 MT	1,6 MT
Enrobés	53,8 MT	51,9 MT	48,4 MT	47 MT

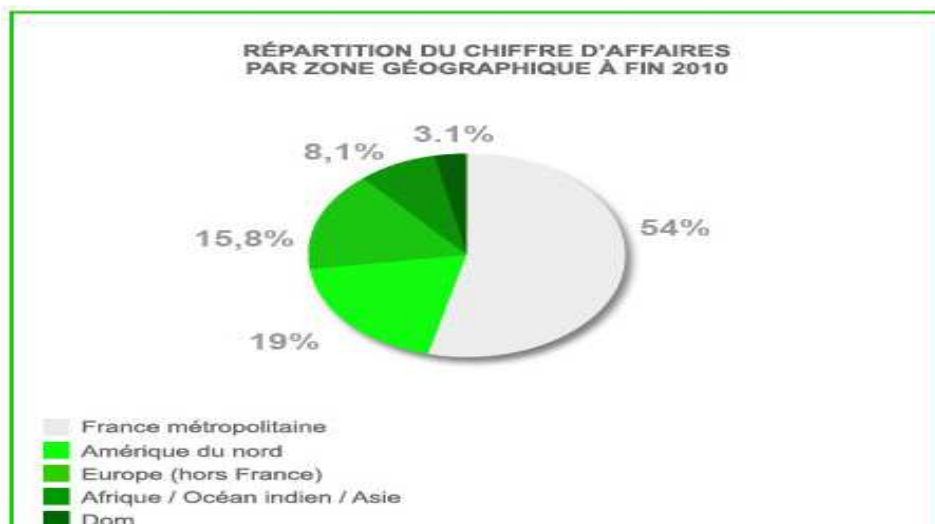
TABLEAU 01: CHIFFRE CLÉS

**Effectifs :**

- 68 900 personnes dans 40 pays
- 7 800 cadres
- 16 100 ETAM
- 45 000 compagnons

**Répartition du CA par zone géographique et par activité**

*Figure  
Du CA*



*01: Répartition  
par zone  
Géographique*

*Figure  
Du CA  
Activité*



*02 :  
Répartition  
par zone*

**Les filiales du Groupe COLAS :**

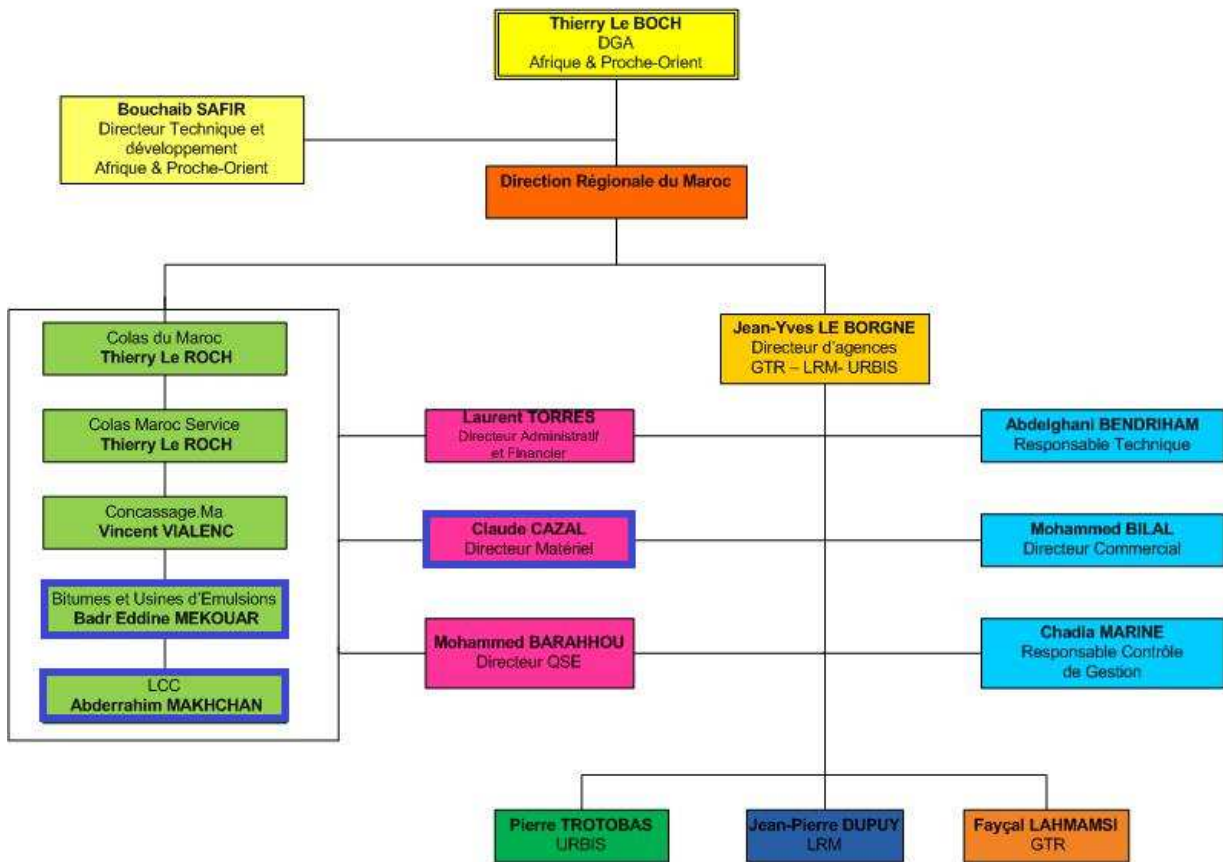
Le groupe COLAS possède les filiales suivantes:

Filiales	Activités Principales
GM : Gestion Matériel	Réparation et maintenance du matériel de tout le groupe
GTR : Les Grands Travaux Routières	Construction des routes (autoroute, Aéroport,...)
LRM : La Route Marocaine	Construction des routes
Urbis Signalétique	peinture routière, marquage au sol
Concassage. Ma	Fabrication d'enrobé
Colas-Emulsions	Fabrication d'émulsions
Colas Rail	Construction des chemins de Fer et Tramway

*TABLEAU 02: FILIALES GROUPE COLAS*

L'Organigramme de la division infrastructure:

## Nouvel Organigramme de Colas du Maroc



 : Organismes avec lesquels on a collaboré pour réussir notre projet

Figure 03 : Organigramme de la société Colas du Maroc

## Présentation générale du sujet :

### Thème du stage:

Le service Matériel a pour objectif d'automatiser tous les usines d'émulsions pour s'assurer de la qualité des produits finis.

L'automatisme permet de mesurer, d'archiver et de superviser à distance tous le processus de fabrication en temps réel pour réduire l'écart d'intervention de responsable maintenance.

Notre sujet intitulé : « Automatisation et Gestion à distance sur une liaison VPN via réseau Intranet deux usines d'émulsions (Rabat & Meknès) » a pour but de maîtriser le processus de fabrication d'émulsions, afin d'automatiser les deux usines, les superviser à distance et aussi d'assurer le suivi de la production.

### Présentation du sujet :

Le système de fabrication d'émulsions sur les deux usines (Rabat et Meknès) est commandé actuellement par un pupitre de commande totalement manuel.

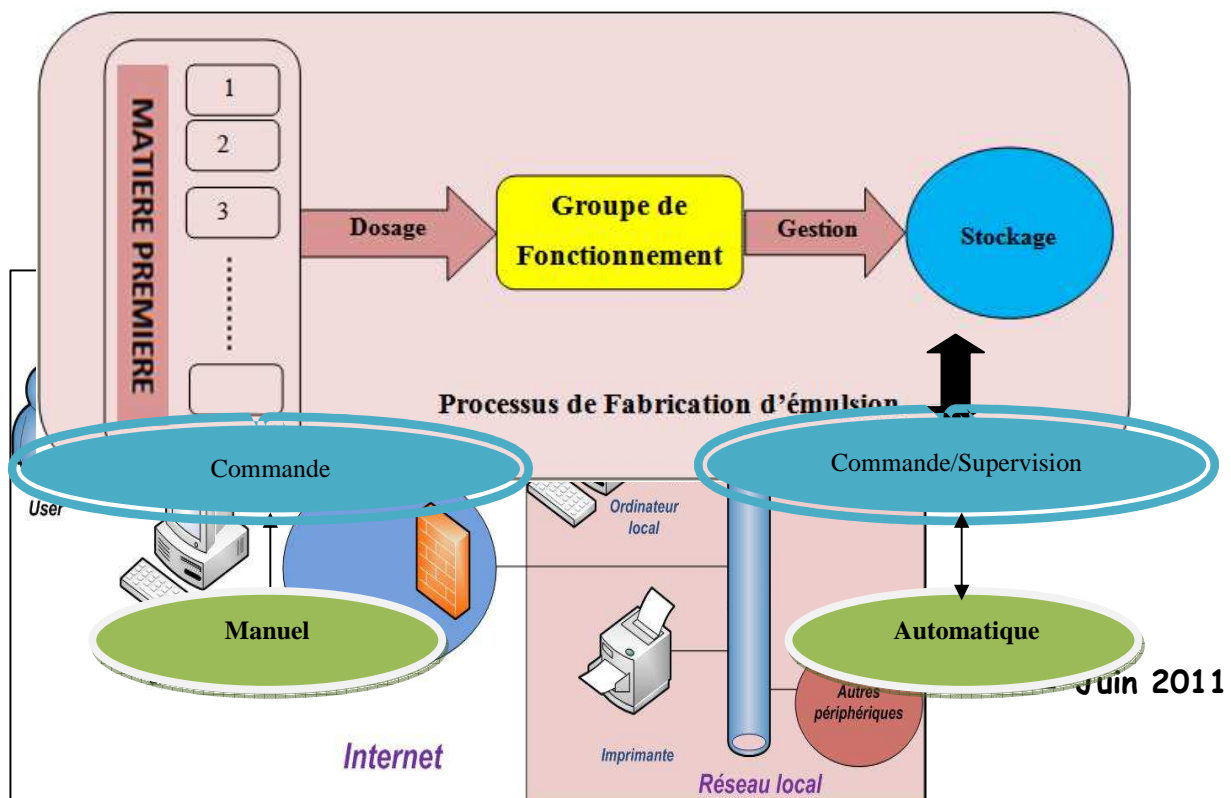
Ce système a présenté une non-conformité des produits fabriqués aux normes exigées par le Laboratoire de l'entreprise suite au:

- Manque du contrôle et suivi de production
- Mauvaise gestion des flux et du processus de production
- Réglage manuel des potentiomètres installés sur le pupitre

A la lumière de ces problématiques il nous est demandé de :

- Faire une étude critique pour ces problématiques
- Faire une étude détaillée de la possibilité de mettre en parallèle du pupitre de commande manuel, un système complètement automatisé
- Faire une étude détaillée pour la gestion à distance du processus de fabrication en utilisant une liaison VPN
- Établir un cahier des charges pour les différentes actions préconisées et faire une évaluation économique.
- Développer sur un langage de programmation l'application d'automatisme

Le schéma synoptique suivant explique en détail ce qui nous a été demandé de faire :





*Figure 04 : Schéma explicatif du travail demandé*

**Cahier de charge :**

Besoins :

**1. automatisation de la chaine de fabrication d'émulsion en :**

- Dosant la matière première.
- Préparant la solution savonneuse (Amines, Acides, Eau,...).
- Passant dans le groupe de fabrication pré-calibré automatiquement.
- Gérant le stockage des produits finis.
- Mettant en place un ordinateur local pour la commande et la supervision du processus.

**2. Gestion à distance des processus de fabrication en :**

- Créant un réseau local.
- Choissant la technologie de transmission (VOIP, GPRS, GSM,...).
- Utilisant une liaison VPN.
- Gérant la Supervision et la maintenance à distance.

**3. Etude de l'existant :**

- Etudier les différents processus de Fabrication d'émulsions.

**4. Etude économique du projet :**

- Estimation du cout global du projet.
- Validation du budget de l'investissement.

**5. Réalisation et mise en service du projet**

Contraintes :

1. Le processus du client est prédéfini et existant.
2. Utilisation du réseau de l'entreprise comme support pour la gestion à distance.

Manuel

**Planification de projet :**

Après la rédaction de cahier de charge, nous avons mis en place notre planification de projet, ce plan comme le montre le tableau suivant se compose de trois axes principaux :

- Etude de l'existant : une partie très nécessaire pour bien démarrer le projet, se compose d'une étude fonctionnelle de processus de fabrication et suivie d'une étude technique.
- Automatisation du processus de fabrication : La première partie du projet et qui comporte deux processus de production à automatiser.
- Gestion à distance du processus de fabrication : la deuxième partie du projet qui vient compléter l'application d'automatisme pour Controller et gérer les flux et le processus de fabrication.

	 Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1	 Rédaction du cahier de charge	2 jours	Lun 07/02/11	Mar 08/02/11
2	Planification des tâches de projet	1 jour	Mer 09/02/11	Mer 09/02/11
3	 <b>Etude de l'existant</b>	<b>12 jours</b>	<b>Jeu 10/02/11</b>	<b>Ven 25/02/11</b>
4	 Documentation	2 jours	Jeu 10/02/11	Ven 11/02/11
5	Etude fonctionnelle du processus de fabrication	2 jours	Lun 14/02/11	Mar 15/02/11
6	 <b>Etude technique</b>	<b>8 jours</b>	<b>Mer 16/02/11</b>	<b>Ven 25/02/11</b>
7	 Documentation	2 jours	Mer 16/02/11	Jeu 17/02/11
8	Schéma Electricques	2 jours	Ven 18/02/11	Lun 21/02/11
9	 Etude de grandeurs (Dosage, Débit, Vitesse de moteurs,...)	4 jours	Mar 22/02/11	Ven 25/02/11
10	 <b>Automatisation de processus de fabrication</b>	<b>63 jours</b>	<b>Lun 28/02/11</b>	<b>Mer 25/05/11</b>
11	 <b>Automatisation de la chaîne de fabrication de la solution savonneuse</b>	<b>31 jours</b>	<b>Lun 28/02/11</b>	<b>Lun 11/04/11</b>
12	 Spécification du besoins matériels	4 jours	Lun 28/02/11	Jeu 03/03/11
13	Etude de Marché(Cout, Performances,...) et Commance des matériels	4 jours	Ven 04/03/11	Mer 09/03/11
14	Rédaction du programme de l'automate	15 jours	Jeu 10/03/11	Mer 30/03/11
15	Validation et Mise en place de la chaîne automatisé	8 jours	Jeu 31/03/11	Lun 11/04/11
16	 <b>Automatisation du groupe de fonctionnement</b>	<b>32 jours</b>	<b>Mar 12/04/11</b>	<b>Mer 25/05/11</b>
17	 Spécification du besoins matériels	3 jours	Mar 12/04/11	Jeu 14/04/11
18	Etude de Marché(Cout, Performances,...) et Commance des matériels	4 jours	Ven 15/04/11	Mer 20/04/11
19	Rédaction du programme de l'automate	15 jours	Jeu 21/04/11	Mer 11/05/11
20	Validation et Mise en place de la chaîne automatisé	10 jours	Jeu 12/05/11	Mer 25/05/11
21	 <b>Gestion à distance du processus de fabrication</b>	<b>10 jours</b>	<b>Jeu 26/05/11</b>	<b>Mer 08/06/11</b>
22	 Création du réseau local	2 jours	Jeu 26/05/11	Ven 27/05/11
23	Choix de Technologie de transmission	1 jour	Lun 30/05/11	Lun 30/05/11
24	Programmation de la liaison VPN	2 jours	Mar 31/05/11	Mer 01/06/11
25	Mise en place d'un ordinateur local	3 jours	Jeu 02/06/11	Lun 06/06/11
26	Mise en place d'un serveur distant	2 jours	Mar 07/06/11	Mer 08/06/11
27	 Validation de tous le Projet	4 jours	Mer 08/06/11	Lun 13/06/11
28	 Finalisation du rapport, et Présentation	9 jours	Mar 14/06/11	Ven 24/06/11

*TABLEAU 03: PLANIFICATION DU PROJET*

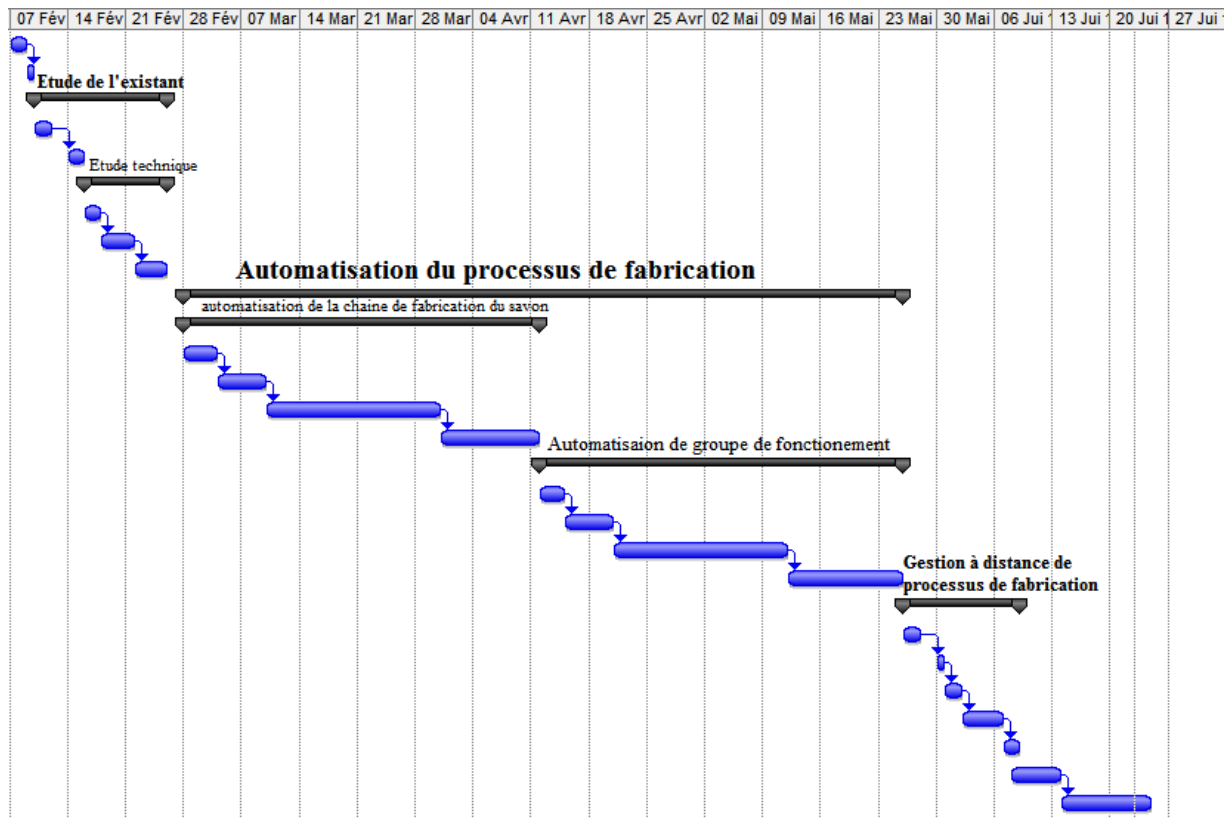


Figure 05 : Diagramme de Gantt

## Conclusion:

Dans ce chapitre, après une présentation de l'organisme d'accueil, nous avons défini le contexte général du projet et ses objectifs. Le chapitre suivant traitera la première phase du projet à savoir : « Description de l'installation et de son fonctionnement ».

## CHAPITRE 2 : Description de l'installation et de son fonctionnement

Au niveau de ce chapitre, on procédera à l'étude détaillée du processus de fabrication d'émulsions sur les deux usines de rabat et Meknès. On étudiera le pupitre de commande manuel ainsi que les variateurs de vitesse utilisés à l'usine.

De manière générale, l'émulsion est une sorte de mélange entre 3 principales matières premières dont on parle de :

- Bitume qui est une substance composée d'un mélange d'hydrocarbures, très visqueuse (voire solide) à la température ambiante et de couleur noire. Il provient de nos jours, presque exclusivement de la distillation des pétroles bruts.
- CB 0/1 qui est un fioul léger et, réglementairement, un carburant (norme fiscale) issu du raffinage du pétrole.
- Savon qui est un mélange d'une certaine quantité d'acide et de l'amine avec l'eau tiède, sachant que les volumes d'acide et de l'amine sont proportionnels au type d'émulsion qu'on désire préparée

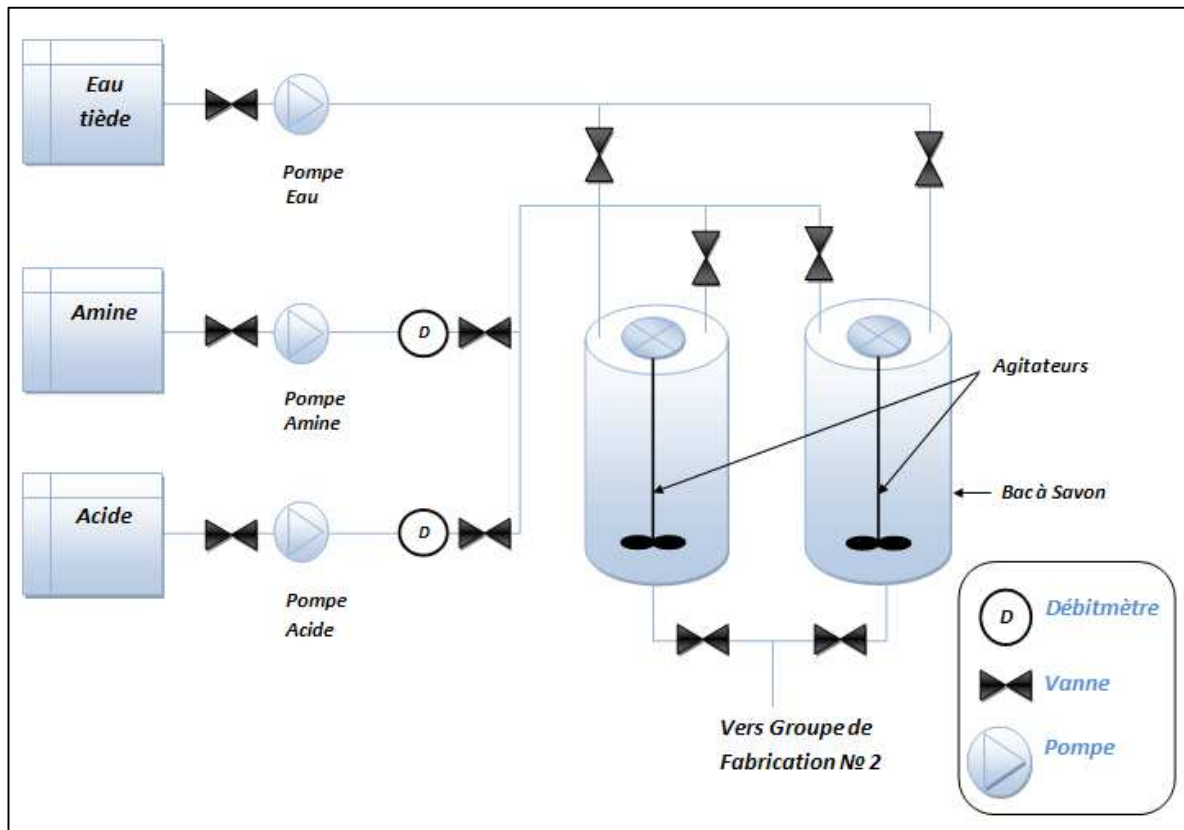
**Description de l'installation :**

**Etude fonctionnelle du processus de Fabrication**

**1<sup>er</sup> Groupe de Fabrication : Fabrication du Savon**

Le Savon ou la solution savonneuse est un mélange entre l'acide, amine et l'eau qui se fait dans des bacs de stockage d'environ 3 tonnes chacun. Au niveau de ces bacs on utilise des agitateurs qui servent à mélanger ces trois matières. Le type du savon préparé se caractérise par le volume de ses trois composants. Chaque type de savon est destiné pour un type d'émulsions bien spécifique.

Le Schéma suivant (Figure 06) traduit le principe de base pour la fabrication de la solution savonneuse:



**Figure 06 : Schéma synoptique de fabrication de la solution savonneuse**

**2<sup>ème</sup> groupe de Fabrication : Fabrication d'émulsions**

Il est constitué de 5 moteurs principaux qui assurent en plus de l'injection des 3 matières premières dans un mélangeur, le mélange et l'extraction du produit fini pour le stocker dans des grands réservoirs à l'extérieur.



*Figure 07 : Image réelle du groupe de fabrication d'émulsion*

Le bitume, Savon et Gasoil provenant du Stock par l'intermédiaire des pompes RN2b, Jabsco et RN1 et/ou Amo25, qui tourne avec différents débits.

Ces trois composants sont injectés dans l'homogénéisateur qui sert à les mélanger de façon homogène. La pompe « Reprise » extrait l'émulsion en sortie d'homogénéisateur pour la stocker dans les bacs produits finis.

Le schéma synoptique suivant (Figure 08) traduit le principe de base pour la fabrication d'émulsion :

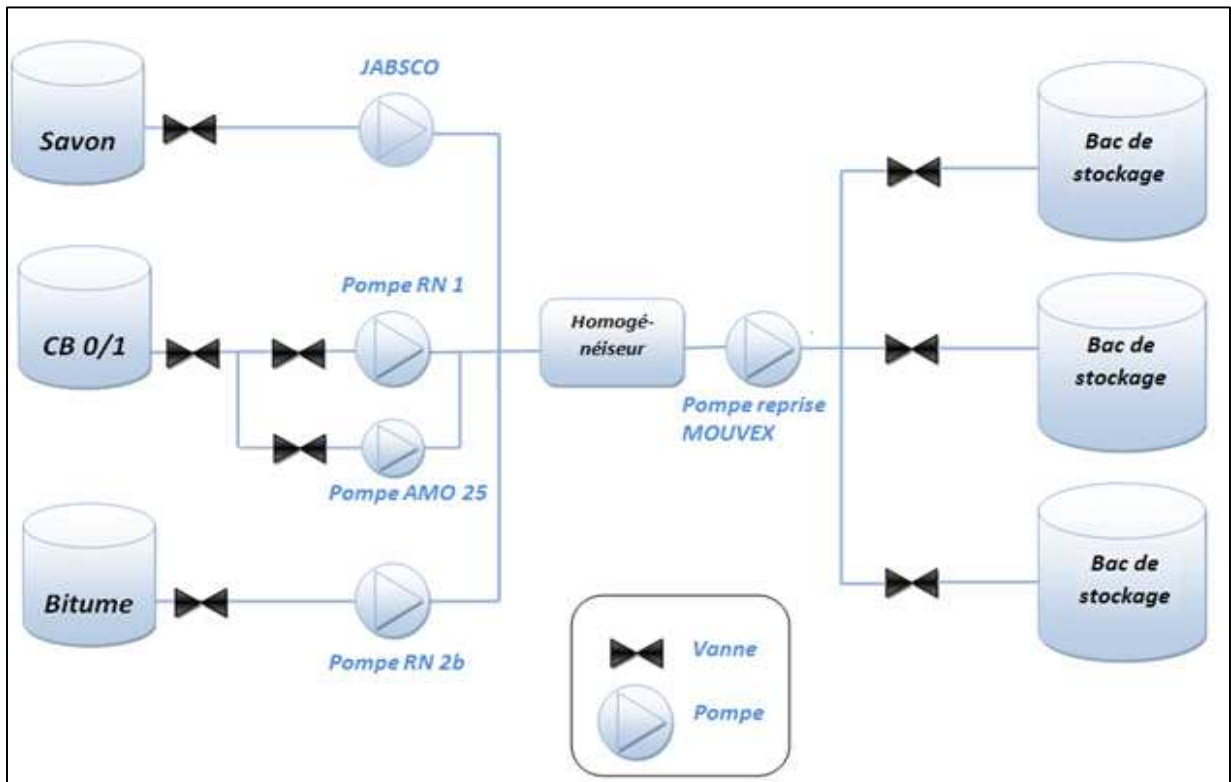


Figure 08 : Schéma synoptique de fabrication de l'émulsion

Mode de fonctionnement :

Il existe 1 seul mode de fonctionnement :

- **Fonctionnement en Mode Local** : il permet le fonctionnement local du moteur par actionnement des BP marche et arrêt avec un potentiomètre rotatif pour faire varier la vitesse des moteurs qui s'affiche sur des écrans numériques





*Figure 09 : Pupitre de commande manuel*

Etude technique :

Etude des Schémas Electriques :

L'étude des schémas électriques a été la base pour bien comprendre le fonctionnement technique du système de fabrication d'émulsion, puisque l'installation est plus ancienne, nous étions obligés de refaire les schémas électriques et de les mettre à jour suivant les modifications qui ont été apportées aux installations industrielles lors des interventions pour la maintenance.

A cet effet, nous sommes partis dans les deux usines, et nous avons réussi à mettre en place une nouvelle version des schémas électriques qui s'adapte avec le circuit réel sur l'usine (**Voir Annexe 1**)

Sur l'image suivante qui est prise du pupitre de commande, nous trouverons l'installation de commande et de puissance des moteurs :



*Figure 10 : Image réelle du pupitre de commande*

Etude des variateurs de fréquence :

➤ Principe de fonctionnement du variateur de vitesse :

La vitesse de synchronisme ( $N_s$ ) d'un moteur asynchrone triphasé est fonction de la fréquence ( $f$ ) (alimentation) et du nombre de paires de pôles ( $p$ ) (constitution) :

$$N_s = f / p$$

Pour un moteur tetrapolaire à 50Hz :  $N_s = 50/2 = 25 \text{ t/s} = 1500 \text{ t/mn}$

Le moteur asynchrone aura une vitesse de rotation inférieure à  $N_s$ . Pour exprimer l'écart entre vitesse de synchronisme et vitesse rotor, on définit le glissement :

$$g = (N_s - N) / N_s \text{ } g \text{ est voisin de } 5\%$$

Pour faire varier la vitesse du moteur asynchrone on pourra donc faire varier la fréquence des courants d'alimentation.

Pour faire varier la fréquence et la valeur efficace de la tension entre phases on utilise:

- ✓ Redresseur : c'est un convertisseur statique alternatif/continu.
- ✓ Filtrage : il atténue ou élimine les phénomènes d'ondulation de la tension en sortie du redresseur.
- ✓ Onduleur : il transforme une tension continue en une tension alternative de fréquence variable tout en maintenant le rapport U/F constant

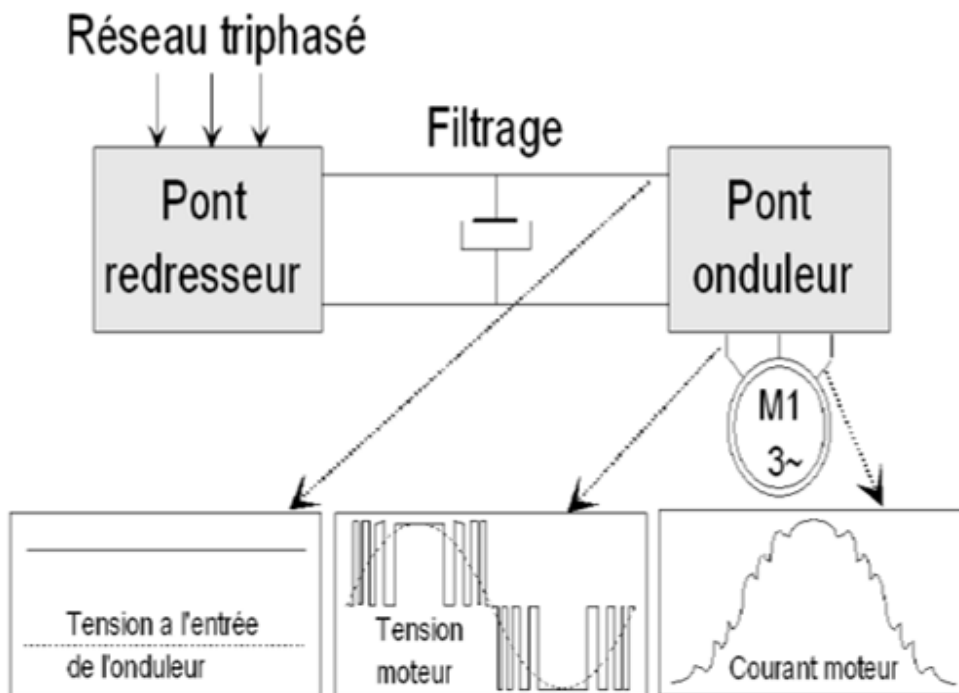


Figure 11: principe du fonctionnement d'un variateur de vitesse.

➤ Mise en œuvre d'un moteur asynchrone avec un variateur de vitesse:



Le dimensionnement de la puissance du variateur de vitesse peut s'effectuer selon 3 méthodes :

- La détermination du courant absorbé par le moteur à charge nominale correspond à celle du courant que peut fournir le variateur.
- La détermination de la puissance apparente "S" du moteur à charge nominale correspond à celle du variateur :

$$S_{\text{moteur}} = S_{\text{variateur}}$$

La détermination de la puissance mécanique du moteur à charge nominale permet de connaître la puissance apparente du variateur :

$$S_{\text{variateur}} = \text{Puissance mécanique} / (\text{rendement} * \cos \psi)$$

Suivant la puissance normalisée du moteur asynchrone par exemple, on peut déterminer celle du variateur.

➤ Avantages de la mise en place d'un variateur de vitesse :

- ✓ Une économie d'énergie car le moteur tourne avec une vitesse correspondant à son besoin momentané. La consommation de courant est également moindre pour une vitesse plus faible et un couple plus élevé.
- ✓ Utilisation optimale des installations. La vitesse peut être adaptée de manière optimale à des conditions bien précises.
- ✓ Un fonctionnement souple du moteur, pas besoin de respecter les impératifs pour la petite et la grande vitesse.
- ✓ Coût de maintenance réduit.
- ✓ Diminution des pertes, causées par le passage GV /PV et vice versa.
- ✓ Suppression des surintensités lors du démarrage.
- ✓ Limitation du bruit...

## Conclusion :

Dans ce chapitre, on a commencé par l'étude de l'existant, afin de comprendre le processus de fabrication d'émulsion, et les schémas électriques appropriés à ce système pour détecter les modifications qu'on doit apporter au circuit d'installation, pour la bonne intégration de l'automate.

Le chapitre suivant fera l'objet de l'étude conceptuelle et la mise en place du système automatisé



## CHAPITRE 3 :

### Automatisation de processus de Fabrication

L'un des sujets les plus controversés en matière de réalisation d'un projet dans l'automatisme est celui du choix du matériel nécessaire, la mise en place et ceux qui décident ce choix sont les membres de direction, et les ingénieurs.

Bien souvent, ce sont des concepts à la mode qui l'emportent, comme indépendance des fournisseurs, solution ouverte. Parfois la préférence va vers un fournisseur ou un langage de programmation déterminé. Il est important de faire le bon choix car cela se traduira par des capacités et des performances supérieures à l'application, une plus grande facilité de développement et de maintenance.

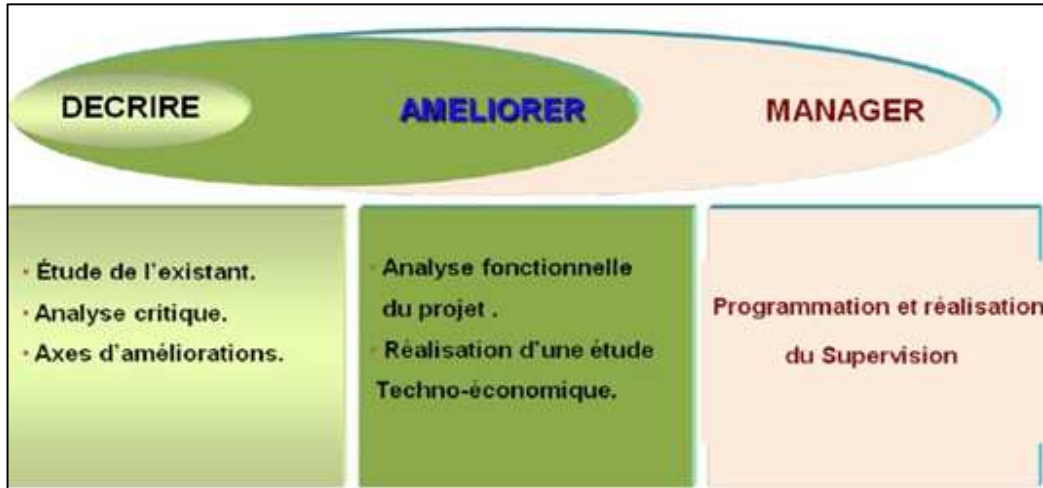
La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que : le chronogramme, l'organigramme et le langage de programmation

A cet effet, nous allons tout d'abord commencer par le choix des matériels adéquats, après nous enchaînerons par la présentation de l'architecture logicielle adoptée pour présenter à la fin les différentes Interfaces Homme Machine qu'offre le « Système d'automatisme ».

**Plan de Gestion de projet pour l'automatisme :**

Afin de réaliser les objectifs fixés au niveau du système d'automatisme et de supervision, nous avons adopté un plan de travail basé sur trois actes principaux :

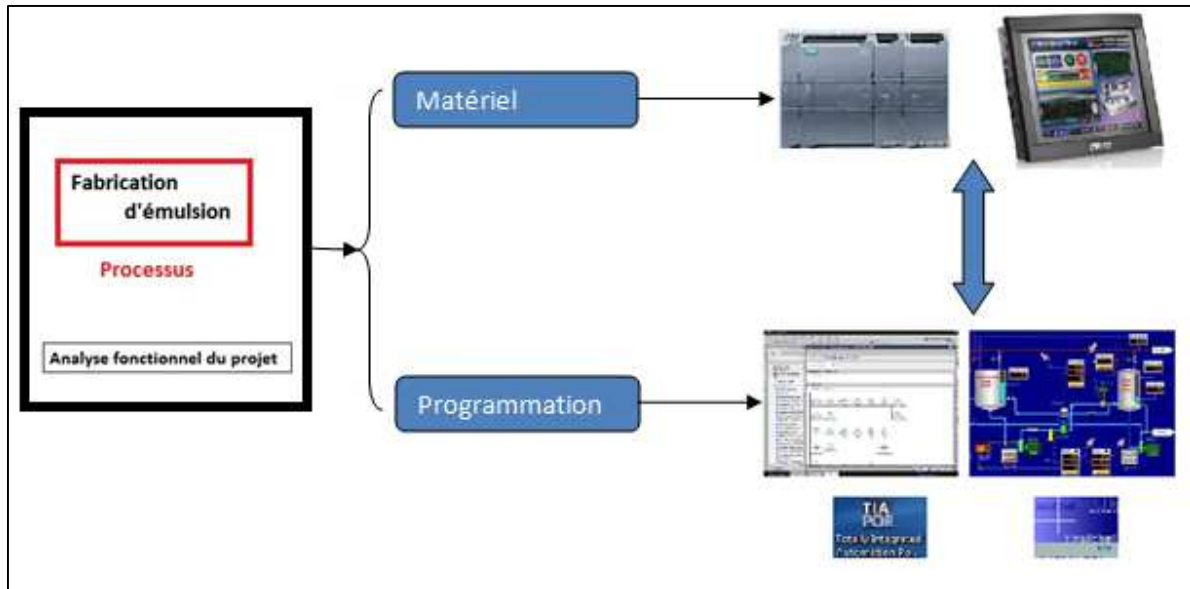
- Décrire
- Améliorer
- Manager



*Figure 14: Plan adopté pour réalisation du*

*projet*

Cette étude nous a permis de définir un plan de gestion de projet illustré sur la figure suivante :



*Figure 15: Plan de gestion de projet*

**Système de commande actuel :**

Le système de commande actuel est basé sur une diversité de boutons poussoirs qui assurent le démarrage et l'arrêt des moteurs, ainsi des potentiomètres télémechaniques branchés sur les variateurs de vitesses pour faire varier la vitesse des moteurs et l'afficher sur des écrans numériques.

Ce système présente plusieurs inconvénients :

- **La non-conformité des produits fabriqués aux normes exigées par le laboratoire de l'entreprise à cause du non respect de critères de démarrage des moteurs.**
- **Manque de gestion de flux et suivi de production**
- **Réglage manuel des variateurs de vitesses**
- **Absence de la maintenance à distance**

Tous ces points cités ont poussés à adopter une nouvelle structure d'automatisme qui s'adapte avec les nouvelles technologies de commande (supervision) et de communication industrielle.

### **Architecture de système de commande proposée :**

Les outils de programmation ainsi que les protocoles utilisés pour la communication peuvent être à la fois hétérogènes et incompatibles, ce qui rend la tâche de centraliser la supervision des installations très complexes, c'est pour cela, on s'est focalisé sur la spécification des besoins matériels et fonctionnels afin de rendre la tâche de programmation largement facile.

#### **Spécifications des besoins matériels :**

Après la réalisation d'une étude fonctionnelle en se basant sur la documentation proposée par le service électrique (Schéma électrique malgré son ancienneté – Fiches techniques), et avec l'aide des agents de service électrique, nous avons pu déterminer la liste des entrées et des sorties qu'on doit définir pour mettre en place l'architecture du système de l'API avec son outil de commande et supervision.

#### Critères de choix de l'API :

- Nombre d'entrées /sorties :
  - Entrées TOR : 30.
  - Sorties TOR : 26.
  - Entrées analogiques 0-10v/4-20mA : 10.
  - Sorties analogiques 0-10v/4-20mA : 6.
- Capacité de la mémoire qui sera utilisée : min 50Ko
- Possibilité de fonctionner en réseau : TCP/IP
- Adaptation du personnel avec la technologie
- Critères Opérationnels : Collaborations économiques entre Colas et ces fournisseurs.

Tous ces critères nous ont permis de bien spécifiés les caractéristiques de base de notre API.

- Etude comparative des différents API présent sur le marché :



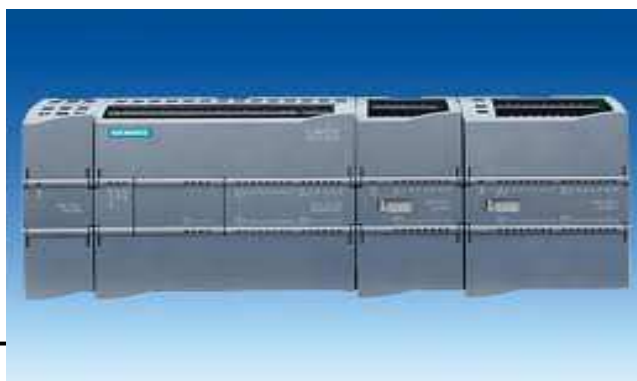
On avait le choix entre la gamme Siemens et Schneider Electric, à cet effet, on s'est mis en contact direct avec les fournisseurs pour demander un devis de matériels.

Lors de la récupération des devis, on a pu compléter le tableau de l'étude comparative suivant :

Critères \ Marques	Siemens	Schneider Electric
<b>Disponibilité de l'API et des pièces de rechange</b>	Disponible	Disponible
<b>Garantie</b>	Un an	Un an
<b>Maîtrise du personnel de la technologie</b>	Technologie déjà utilisée dans plusieurs divisions du groupe Colas	Technologie déjà utilisée dans plusieurs divisions du groupe Colas
<b>Délai de livraison de l'API</b>	1 à 2 semaines après la commande	4 ou 5 semaines après la commande
<b>Services après vente</b>	Assuré	Assuré
<b>Durée de vie (Constructeur)</b>	10 à 12 ans	10 à 12 ans
<b>Prix</b>	49405,00 DHs	82450,00 DHs
<b>Adaptabilité</b>	Oui	Oui

*TABLEAU 04 : ETUDE COMPARATIVE ENTRE DEUX MARQUES D'API*

L'automate **Schneider Electric** présente une multitude d'options et de fonctionnalités qui dépasse largement les besoins de notre application, ce qui explique la grande différence entre les prix des deux automates dans le tableau 04. Et en ce référant à tous ses éléments, et plus précisément au coût de l'installation de l'automate et ses modules, nous avons opté pour « **SIMATIC CPU 1200** » de la marque **Siemens**



*Figure 16 : Simatic CPU 1214 et ses modules d'E/S*

➤ Introduction au S7-1200 :

Le contrôleur S7-1200 offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre à nos besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions font du S7-1200 une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

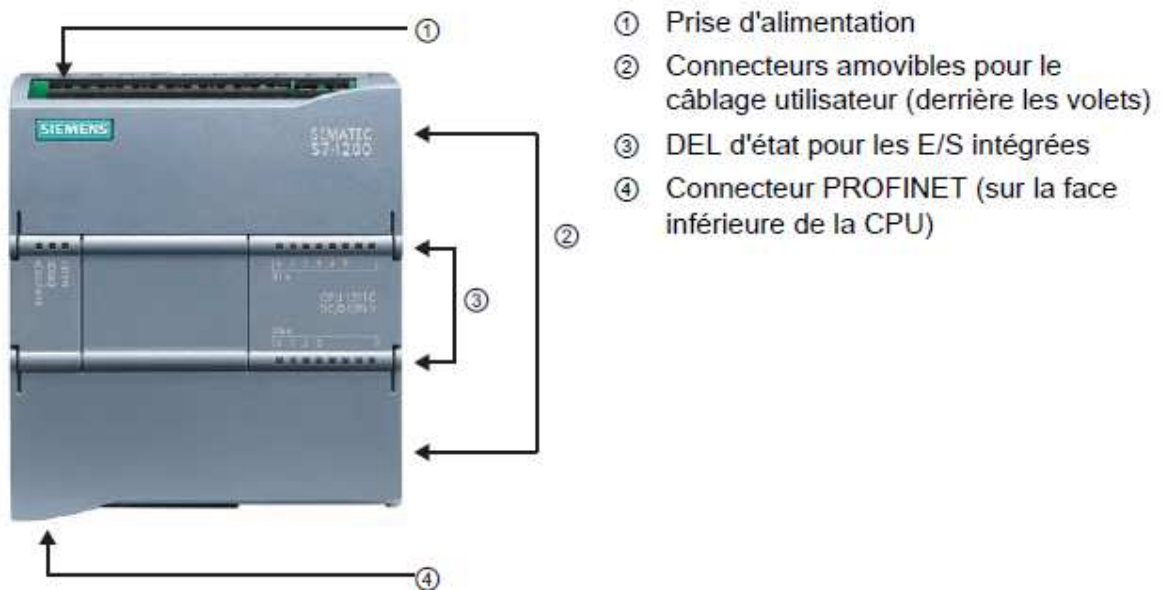
La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de déplacements ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois que nous chargeons notre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans notre application. La CPU surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique du programme utilisateur, qu'il contient des opérations booléennes, des opérations de comptage, des opérations de temporisation, des opérations mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.

La CPU fournit un port PROFINET intégré permettant de communiquer avec une console de programmation. Avec le réseau PROFINET, la CPU peut communiquer avec des pupitres, IHM (Interface Homme-Machine) ou une autre CPU.

Pour assurer la sécurité de notre application, chaque CPU S7-1200 dispose d'une protection par mot de passe qui nous permet de configurer l'accès aux fonctions CPU.

La famille de S7-1200 comporte 3 types des API, CPU 1211, 1212 et 1214, nous avons choisi « **CPU 1214c** »

➤ Architecture de l'API SIMATIC CPU 1214C :



**Figure 17 : Architecture de CPU 1214**

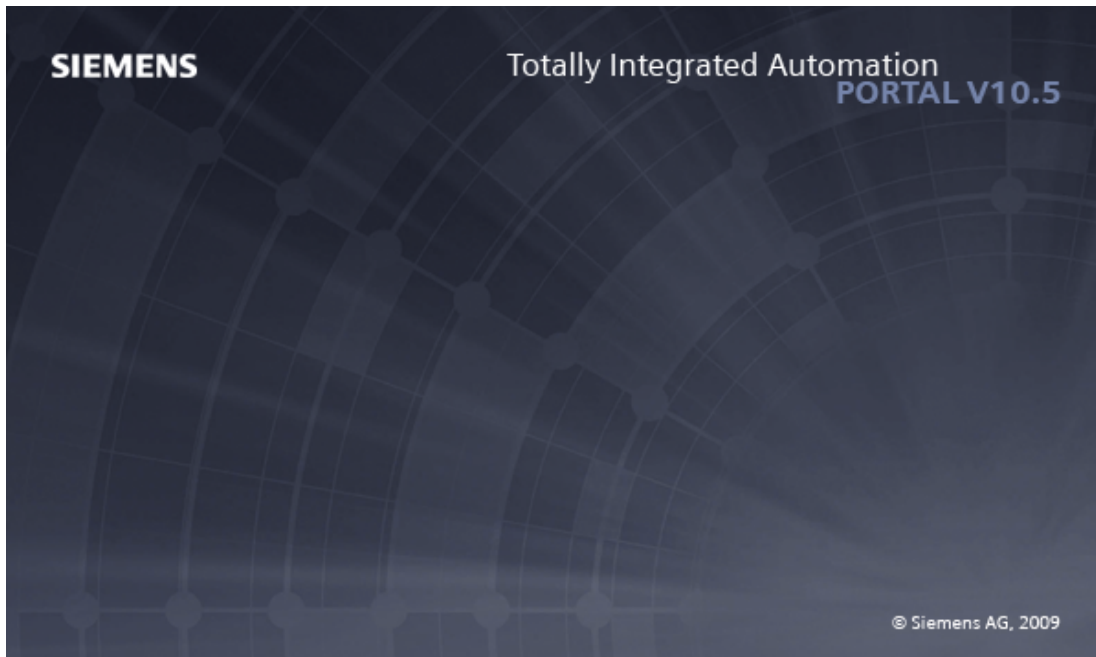
Mémoire de travail 50 Ko; alimentation DC24V avec DI14 x DC24V SINK/SOURCE, DO10 x DC24V et AI2 intégrées; 6 compteurs rapides et 2 sorties d'impulsions intégrées; extension des E/S par Signal Board; jusqu'à 3 modules de communication pour communication série; jusqu'à 8 modules d'entrées-sorties pour extension des E/S; 0,1ms/1000 instructions; port PROFINET pour programmation, communication IHM et API-API

#### Système de commande et supervision :

Siemens propose des Panels tactiles de plusieurs tailles avec la CPU que nous pouvons programmer sur Step7 dans la partie HMI, mais vue le cout élevé de ces panels, on a proposé de mettre des ordinateurs locaux avec un système Windows et puisqu'on n'a pas le choix et la possibilité sur Step7 d'intégrer un Pc sur le projet afin de programmer l'interface graphique, on a utilisé un autre logiciel « Wincc Flexible 2008 » pour réaliser et configurer l'interface graphique qui sera l'interface Homme Machine, et qui sera compatible sur un Pc aussi bien sur un Panel tactile Siemens

**Spécifications des besoins fonctionnels :**

Logiciel de programmation : Totally Integrated Automation



***Figure 18: Simatic Step7/Totally Integrated Automation (TIA)***

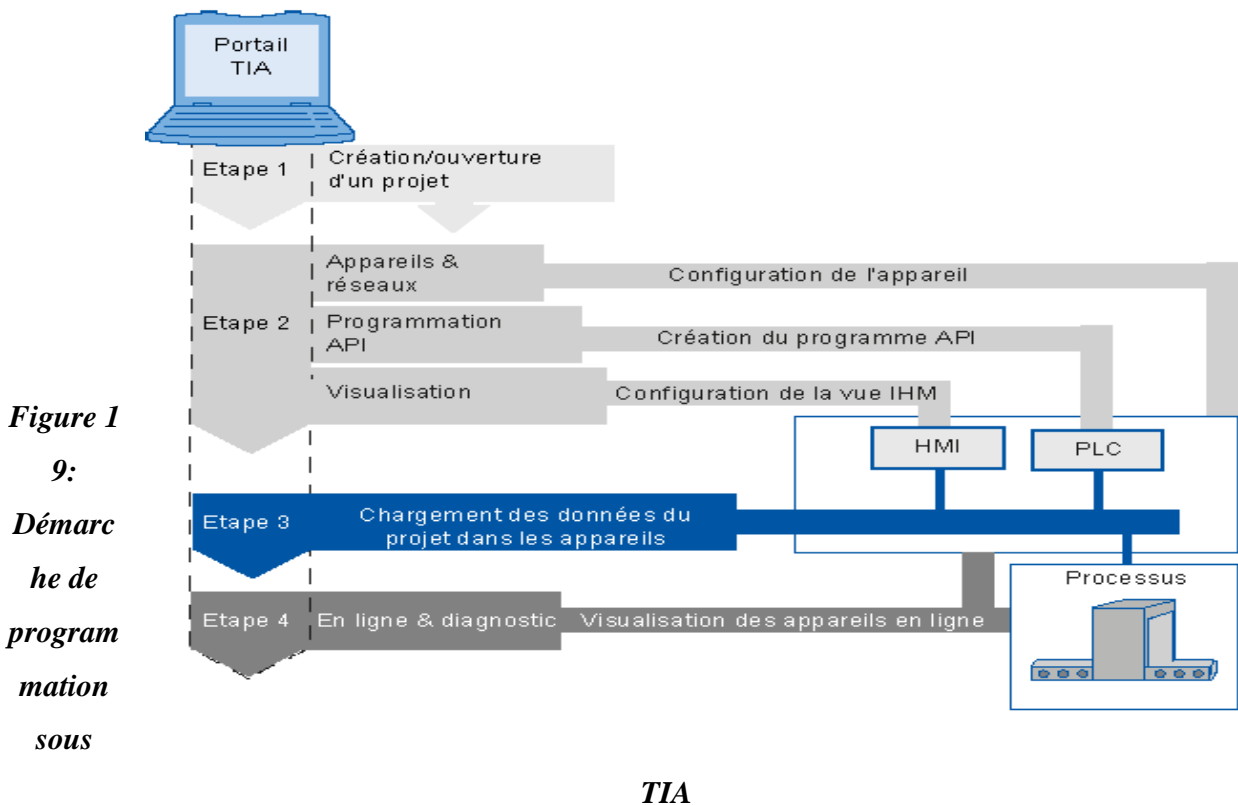
Le portail Totally Integrated Automation (portail TIA) intègre les produits de SIMATIC Totally Integrated Automation (TIA) dans une application logicielle qui permet d'augmenter notre productivité et efficacité. Les produits TIA fonctionnent ensemble en toute facilité et transparence dans le portail TIA qui nous a assisté dans toutes nos tâches de création de solutions d'automatisation.

Dans une tâche d'automatisation typique :

- L'API commande la machine au moyen d'un programme utilisateur.
- L'appareil HMI joue le rôle d'une interface de contrôle-commande du processus.

➤ **Ordre des étapes de programmation :**

Il existe différentes manières de réaliser une tâche d'automatisation. La figure suivante montre une façon à savoir comment programmer sur TIA Portail.



Logiciel de commande et supervision : Wincc Flexible 2008

**WinCC** est un système de supervision doté de puissantes fonctions échelonnables, pour la surveillance de processus automatisés.

WinCC offre une fonctionnalité SCADA complète sous Windows pour toutes les branches (industrie et tertiaires).

**Ce système permet à l'utilisateur d'intégrer des objets Windows dans l'interface de supervision de l'application runtime de telle sorte que l'utilisateur puisse contrôler la partie automatisation du système avec des menus et des barres d'outils.**



Figure 20: Simatic HMI/Wincc Flexible 2008

Etude économique :

Automate, Modules E/S et Logiciel de Supervision:

Quantité	Désignation	Prix
1	CPU 1214C, CC/CC/CC, ONBOARD I/O: 14 ETOR 24VCC;10 S TOR 24VCC; 2 EA 0 - 10V CC	2996,00
1	SM 1223, 16 E TOR / 16 S TOR, 16 E TOR 24 V CC,TYPE P / M, 16 S TOR, TRANSISTOR	2184,00
1	SM 1232, 2 SA, +/-10V, OU 0-20 MA	1879,00
2	SM 1234, 4 EA / 2 SA, +/-10V, OU 0-20 MA	5180,00
1	WINCC FLEXIBLE 2008 RT 4096 POWERTAGS	34307,00
1	WINCC FLEXIBLE /ARCHIVES	2859,00
	<b>TOTAL:</b>	<b>49405,00</b>

TABLEAU 05: COUT DE LA CONFIGURATION MATERIEL ET LOGICIEL

Unités de Commande et Alimentations :

Qté	Désignation	P.T.H.T
1	ALIM.STABILISEE ENTREE: 220 V CC SORTIE: 24 V / 3 A	600,00
28	RELAIS D'INTERFACE 24V DC	2800,00
1	Disjoncteur C32 3A	75.00
	<b>TOTAL:</b>	<b>3475,00</b>

TABLEAU 06: COUT D'ALIMENTATION ET UNITES DE COMMANDE

Le cout total est : **52880,00 DHs**

#### Présentation du travail réalisé :

Comme déjà cité avant, notre objectif a été d'automatiser deux processus de fabrication, dans une première étape on a bien étudié le principe de fonctionnement de chaque système à part. Par la suite, nous avons effectué une mise à jour de circuit de commande de l'installation afin de rendre accessible le fonctionnement en mode automatique par l'automate et le mode manuel par les boutons poussoirs Marche/Arrêt.

Dans ce paragraphe, nous allons voir comment on a suivi le plan de travail pour obtenir une utilisation aisée de ce nouveau système

#### Modification apportée sur le circuit de commande :

##### Commande Marche/Arrêt :

Pour permettre le fonctionnement en mode automatique et manuel, nous avons mis en place un commutateur qui commute entre les deux modes de fonctionnement selon le besoin de l'utilisateur.



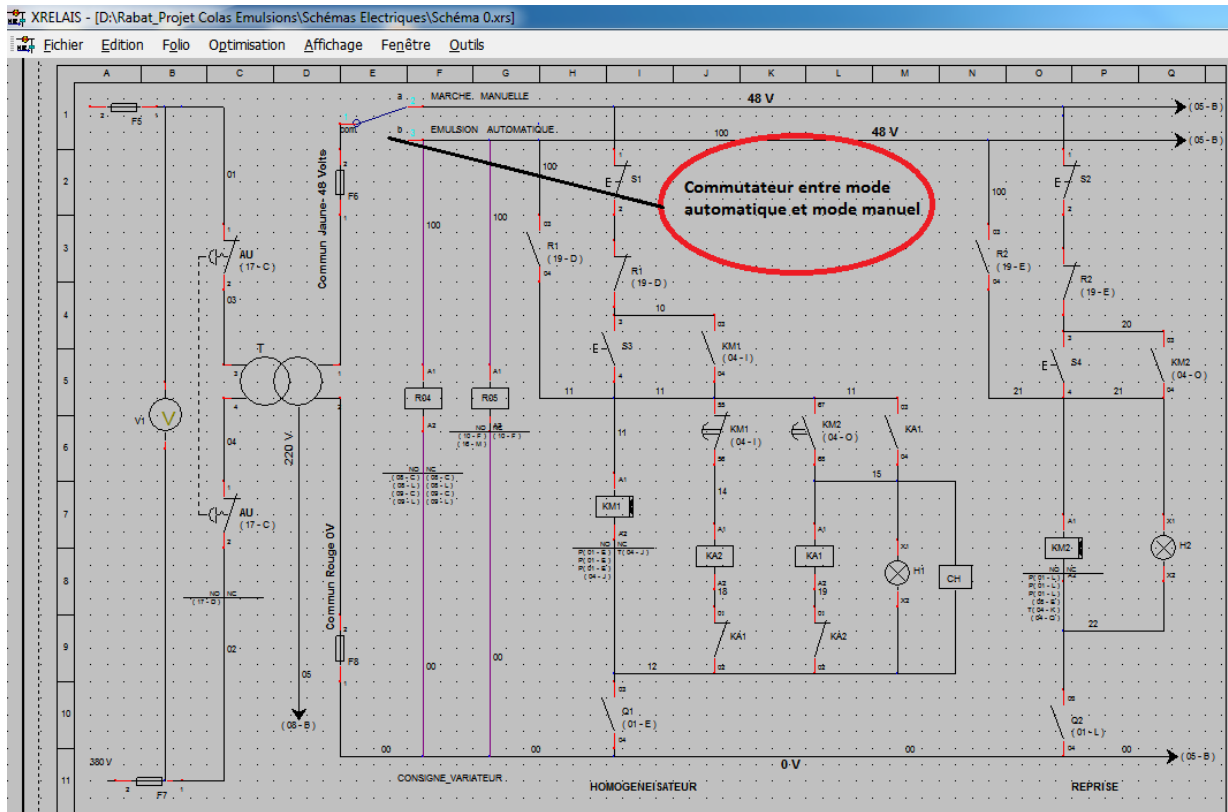


Figure 21 : Commutation entre mode automatique et manuel

Ainsi et pour éviter le retour du courant depuis le mode automatique au mode manuel, illustré sur la figure 22, nous avons mis un verrouillage entre ces deux modes en utilisant des contacts NF et NO des relais d'interface qui sont branchés en série avec les sorties TOR de l'API.

Le schéma sur la figure 23 montre comment on a réussi à éviter ce problème de retour du courant du mode automatique au mode manuel :

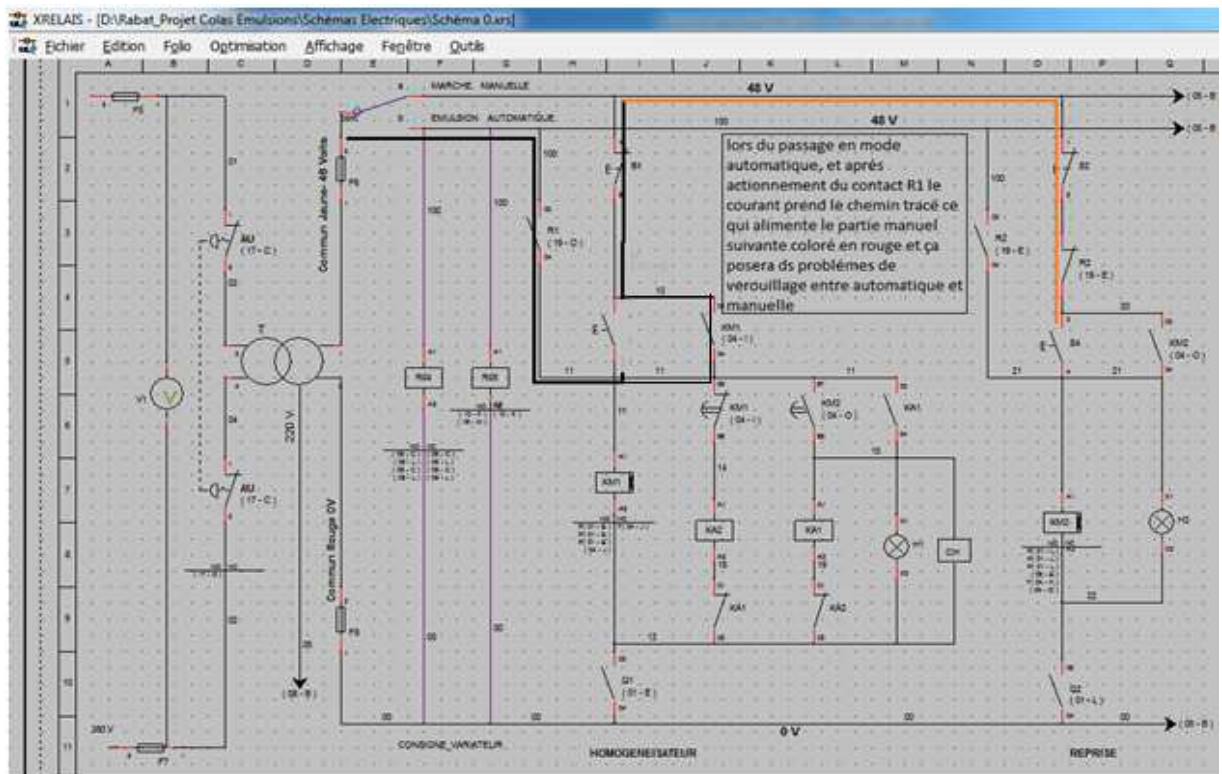


Figure 22 : Retour du courant du mode automatique au manuel

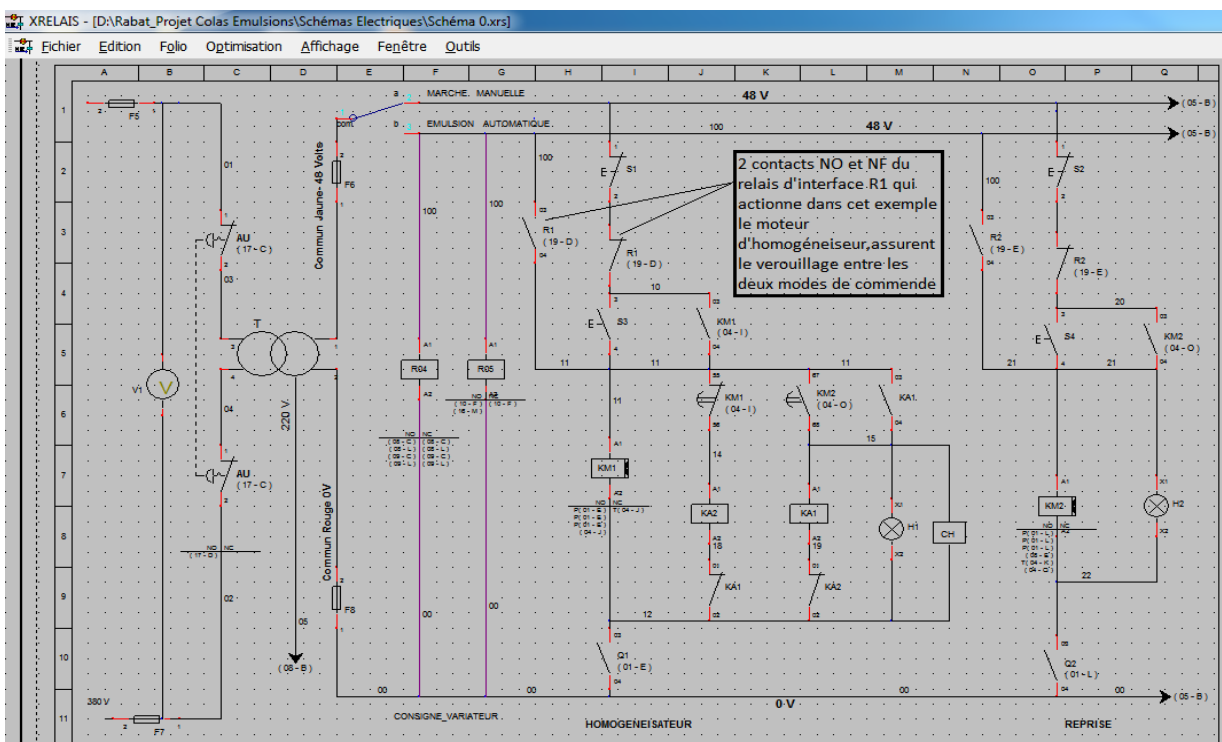


Figure 23 : Verrouillage entre mode automatique et manuel

L'élaboration des nouveaux schémas de commande est réalisée sur le logiciel XRelais 3.1 qui nous a aidé à bien comprendre la logique câblée surtout que les anciens schémas étaient d'une version beaucoup plus ancienne.

### Consigne des variateurs de vitesse

Les modifications qu'on a apporté sur le circuit ne s'arrêtent pas au niveau des boutons marche et arrêt, mais elle s'étend au consigne de variateurs, car en mode manuel, les potentiomètres installés sur le pupitre envoient la consigne aux variateurs mais en mode automatique c'est l'automate qui va gérer depuis ses sorties analogiques la commande des variateurs, donc il était nécessaire de désactiver les potentiomètres manuels en passant au mode automatique, la solution proposée est expliquée sur le schéma de câblage de ce variateur :

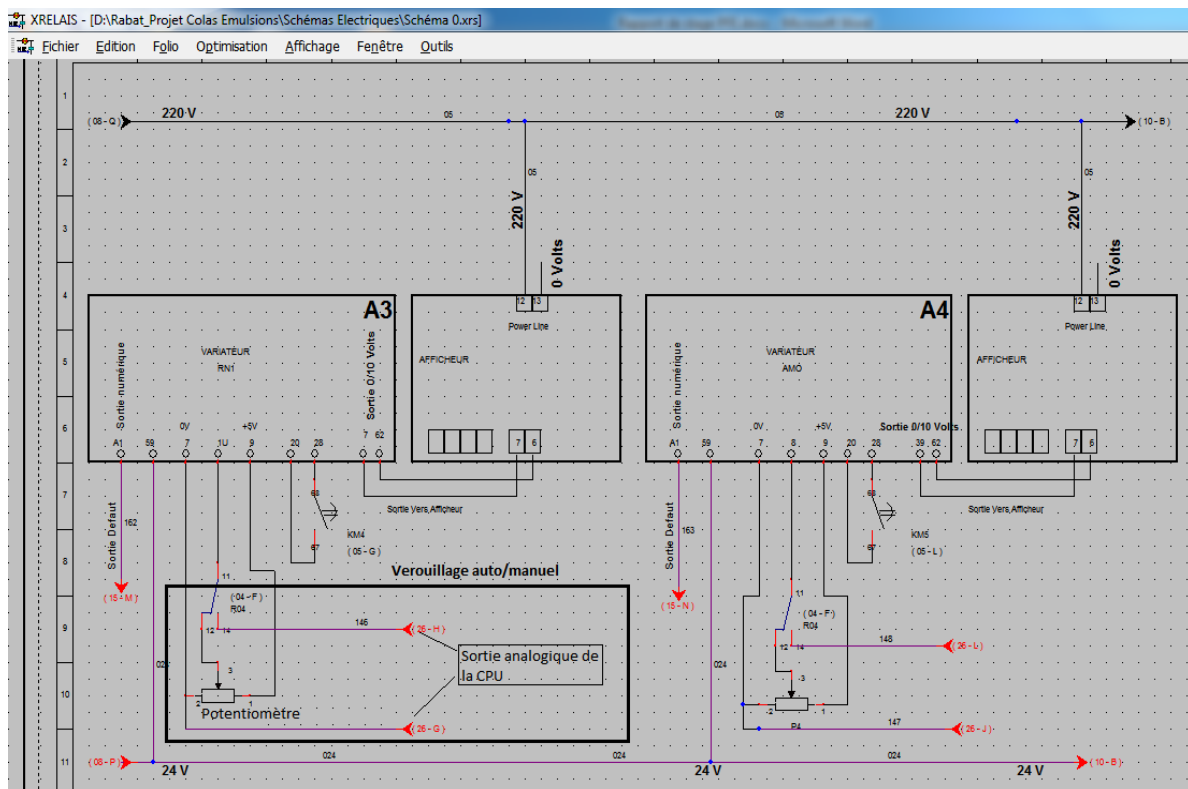


Figure 24 : Verrouillage des consignes provenant du potentiomètre et depuis l'automate

### **Elaboration des Algorithmes :**

Pour réussir son projet, l'ingénieur a besoin de tracer ses besoins et ses contraintes sur son cahier de charge, et avant qu'il commence à programmer, il élabore un algorithme ou des algorithmes qui reflètent le principe de base de fonctionnement du nouveau système, dans ce contexte, et avant qu'on entame la rédaction de programme de l'automate, on a tracé des algorithmes concernant les trois principales objectifs :

- Algorithme pour la gestion de démarrage et arrêt chronologique des moteurs liés au groupe de fabrication du savon (**Voir Annexe 2**).
- Algorithme pour la gestion de démarrage et arrêts des moteurs liés au groupe de fabrication d'émulsion (**Voir Annexe 3**).
- Algorithme pour la gestion des défauts au démarrage et au milieu de la Fabrication (**Voir Annexe 4**).

L'élaboration des algorithmes nous a facilité la tâche lors de la programmation sur step7, elle nous a permis de gérer d'une façon homogène et bien organisée les blocs des sous programmes sous TIA. Le paragraphe suivant traite en détail les axes principaux pour l'élaboration du programme utilisateur.

### **Programmation sur Step7 v10.5 :**

Ce logiciel de programmation fournie avec la CPU, n'est compatible qu'avec la famille S7-1200, la première vue après son exécution est la suivante :

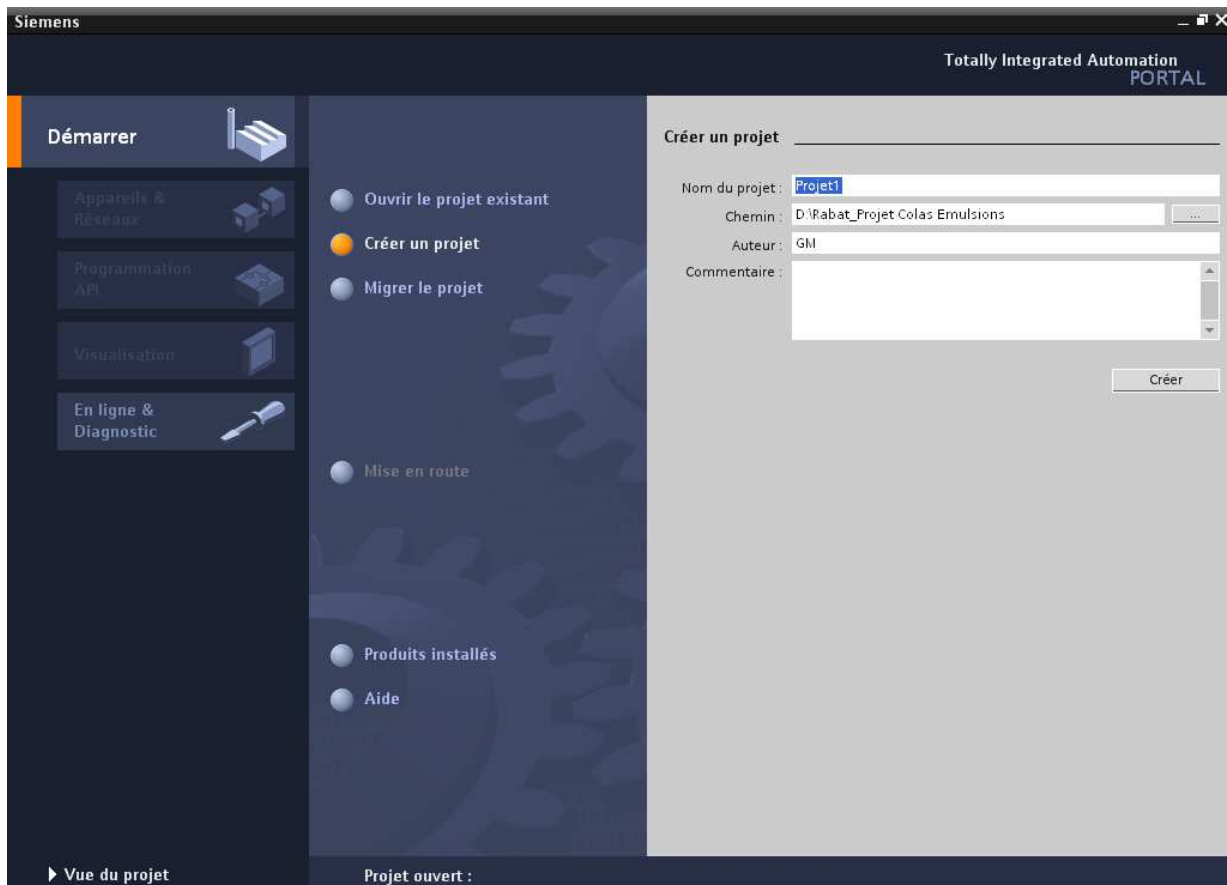


Figure 25 : Première vue de Step après son exécution

### Importation des appareils et Configuration :

L'outil d'importation des appareils permet de placer la CPU et ses modules sur un châssis, d'une manière flexible et représentative (Figures 26,27), provenant d'une large bibliothèque d'appareils. L'ordre est primordial pour le bon fonctionnement, le placement doit être pareil que dans le cas d'installation réelle sur le pupitre de commande.

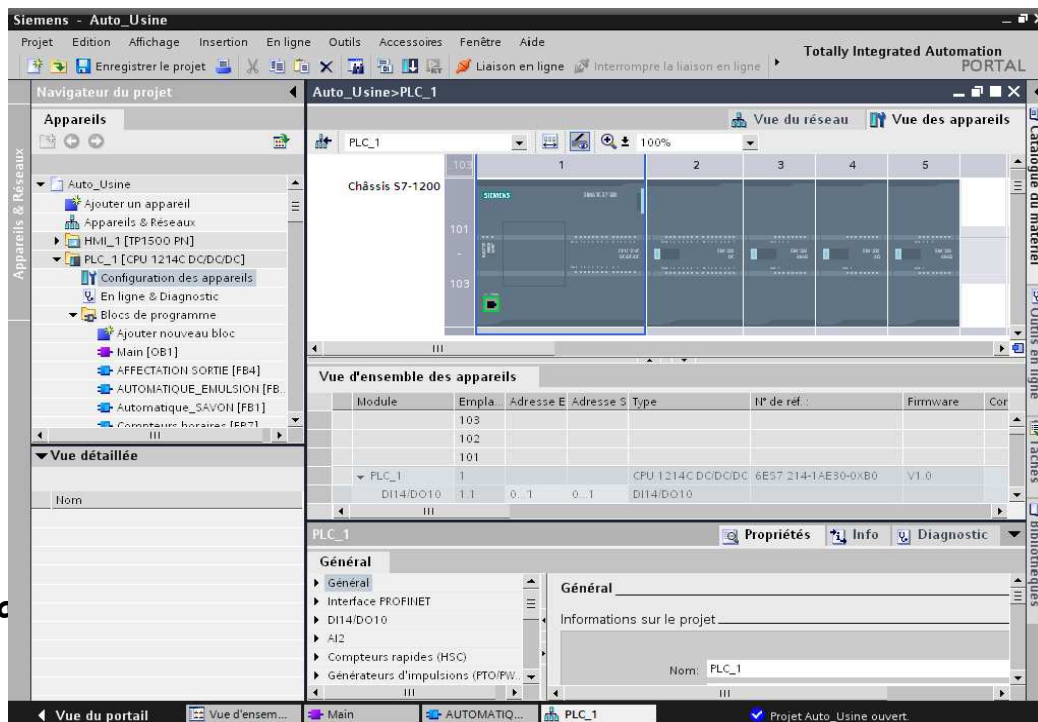


Figure 26: Vue des Appareils

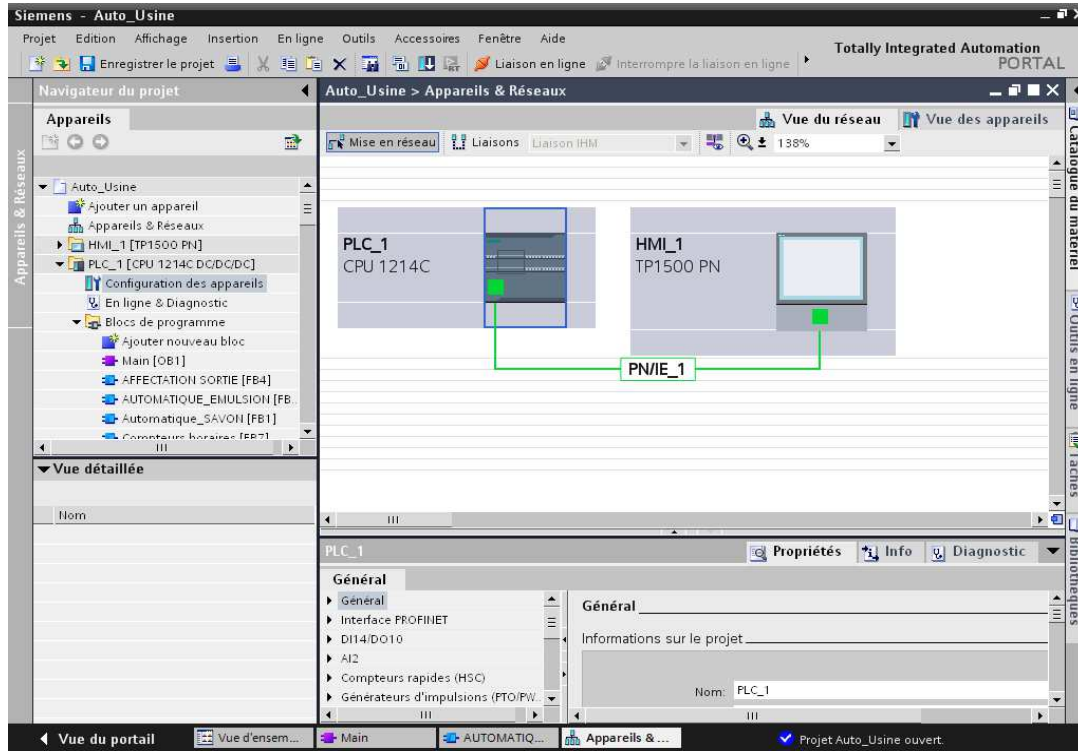


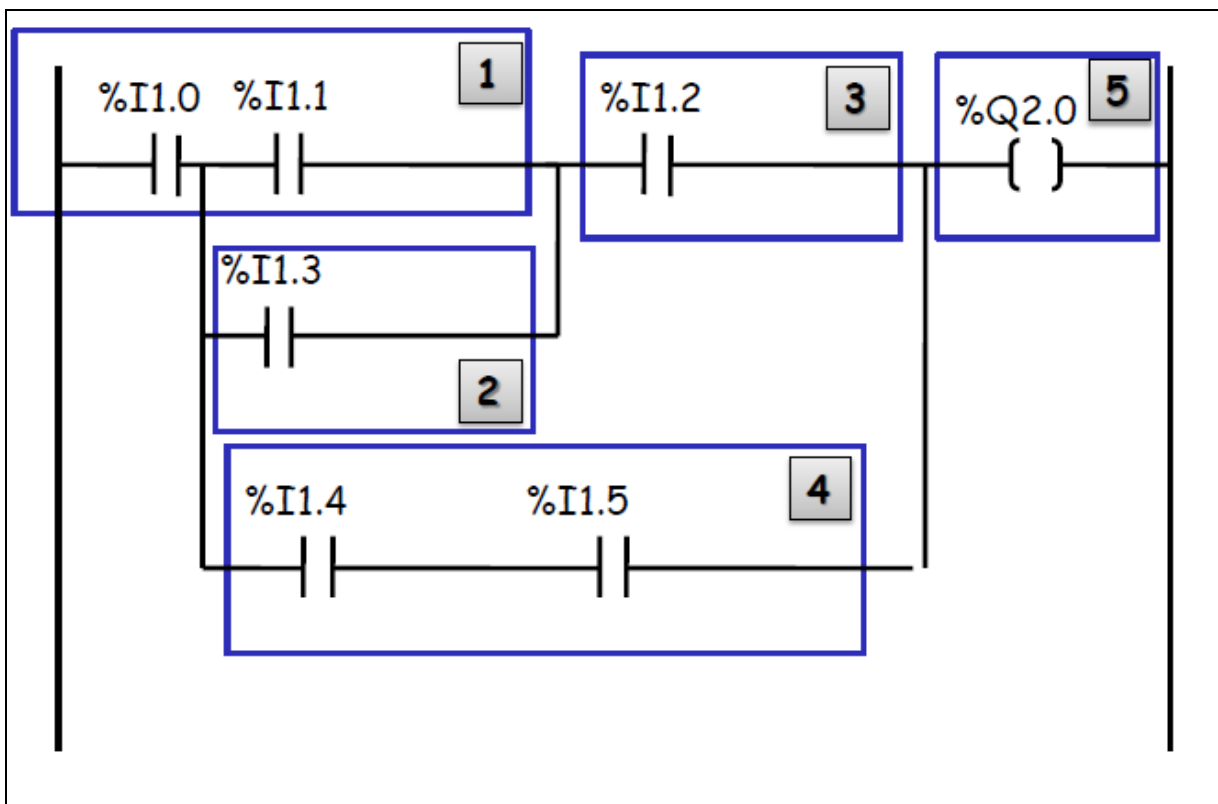
Figure 27:  
Vue du  
Réseau  
Concept

ion aisée de notre programme :

Le langage de programmation sur lequel se base le logiciel Step7 est le langage Ladder, qui est un Langage graphique basé sur deux éléments : contacts et bobines, et qui est composé d'une suite de réseaux (Rung) exécutés séquentiellement

Ce réseau à contact est scruté selon les règles suivantes :

- Règle 1 : La scrutation commence dans le coin haut gauche du réseau
- Règle 2: Le réseau est évalué ligne par ligne de haut en bas
- Règle 3: La ligne est évaluée de la gauche vers la droite
- Règle 4: Su une liaison de convergence est rencontrée, la ligne entre la liaison de divergence et la liaison de convergence est évaluée avant de terminer la ligne en cours.



*Figure 28: Principe d'exécution d'un programme sur Step7*

Choix du type de structure pour notre programme utilisateur :

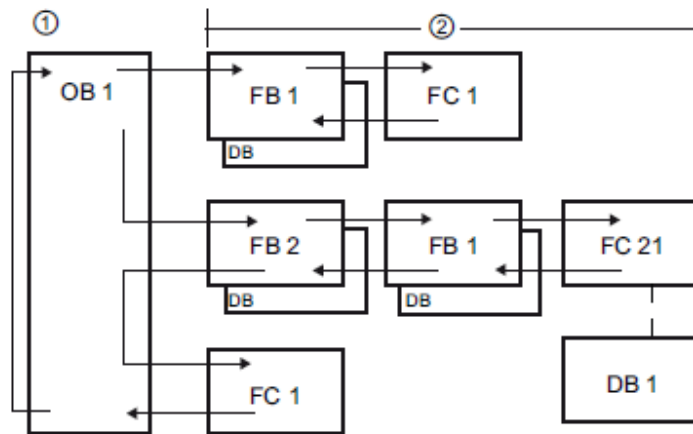
Lorsqu'on crée un programme utilisateur pour les tâches d'automatisation, nous devons insérer les instructions pour le programme dans des blocs de code (OB, FB ou FC).

Un OB est un bloc de code que nous utiliserons pour structurer ou organiser le programme utilisateur de notre application. Dans de nombreuses applications, un OB cyclique continu, tel que le cycle de programme de l'OB 1, contient la logique du programme. En plus du cycle de programme de l'OB, la CPU contient d'autres OB réalisant des fonctions spécifiques, telles que des tâches de démarrage, le traitement d'alarmes et d'erreurs ou l'exécution d'un code de programme spécifique à des intervalles de temps définis. Chaque OB réagit à un événement spécifique dans la CPU et peut interrompre l'exécution du programme utilisateur en fonction des groupes et classes de priorité prédéfinis.

Un FB est un sous-programme qui est s'exécute lorsqu'il est appelé dans un autre bloc de code (OB, FB ou FC). Le bloc appelant transmet des paramètres au FB et identifie également un

bloc de données spécifique (DB) qui contient les données pour l'appel spécifique ou instance de ce FB. Changer le DB d'instance permet à un FB générique de commander le fonctionnement d'un ensemble d'appareils. Ainsi, par exemple, un FB peut piloter plusieurs pompes ou vannes avec des DB d'instance différents contenant les paramètres de fonctionnement spécifiques de chaque pompe ou vanne. Le DB d'instance conserve les valeurs du FB entre différents appels ou entre des appels consécutifs de ce FB, ce qui permet une communication asynchrone.

Une FC est un sous-programme qui s'exécute lorsqu'il est appelé dans un autre bloc de code (OB, FB ou FC). Une FC ne comporte pas de DB d'instance associé. Le bloc appelant transmet des paramètres à la FC. Les valeurs de sortie de la FC doivent être écrites dans une adresse de mémoire ou dans un DB global.



**Figure 29 :**  
**des Bloc de**

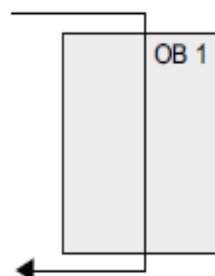
**Principe de traitement**  
**programmation sur**

**TIA**

En fonction des besoins de votre application, nous avons pu choisir entre une structure linéaire et une structure modulaire pour notre programme utilisateur.

Un programme linéaire exécute toutes les instructions pour les tâches d'automatisation séquentiellement les unes après les autres. Typiquement, un programme linéaire place toutes les instructions dans un cycle de programme de l'OB pour l'exécution cyclique du programme.

**Structure linéaire :**

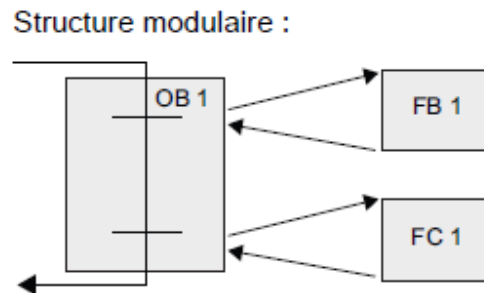




*Figure 30: Structure linéaire de programmation*

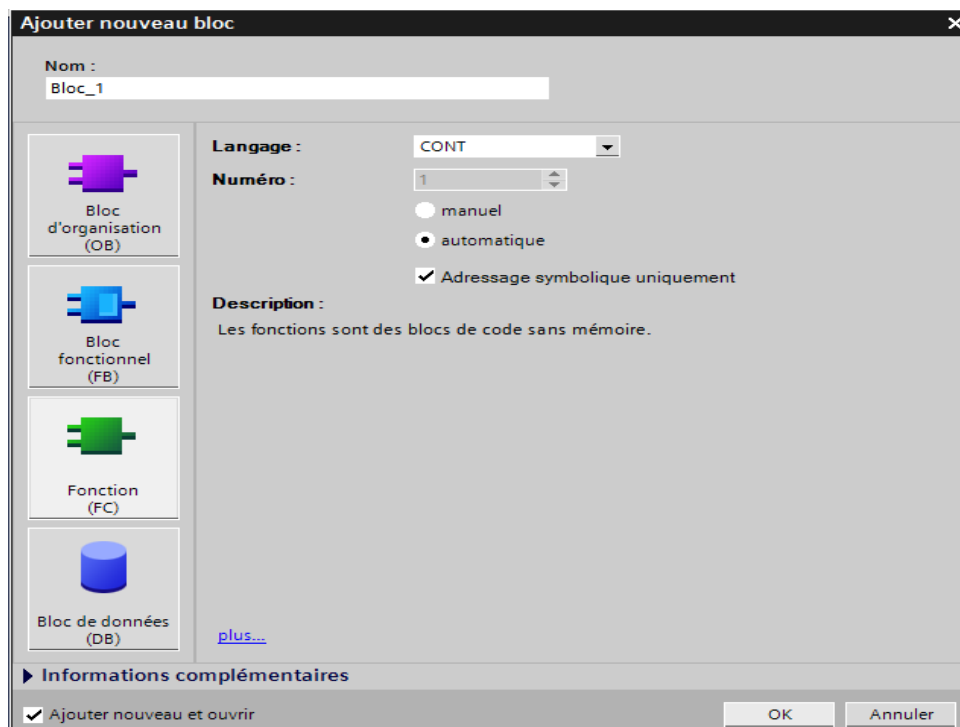
La structure que nous avons adoptée lors de la rédaction de notre programme se base sur un **programme modulaire** qui appelle des blocs de code spécifiques qui exécutent des tâches spécifiques. Pour créer une structure modulaire, nous avons divisé la tâche

d'automatisation complexe en tâches subordonnées plus petites qui correspondent aux tâches fonctionnelles du processus. Chaque bloc de code fournit le segment de programme pour une tâche subordonnée. Et à la fin on structure notre programme en appelant l'un des blocs de code à partir d'un autre bloc sur le Bloc principal



**Figure 31: Structure modulaire de programmation**

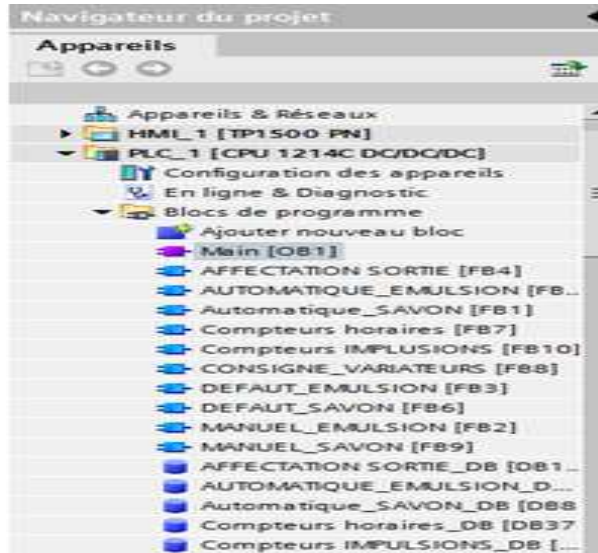
On pourra insérer tous les blocs qu'on veut utiliser dans l'option ajouter nouveau bloc, et on doit paramétrer le type de langage soit **Cont** ou **Log**, dans notre cas, nous avons travaillé avec **Cont**



**Figure 32:**  
**Assistant**

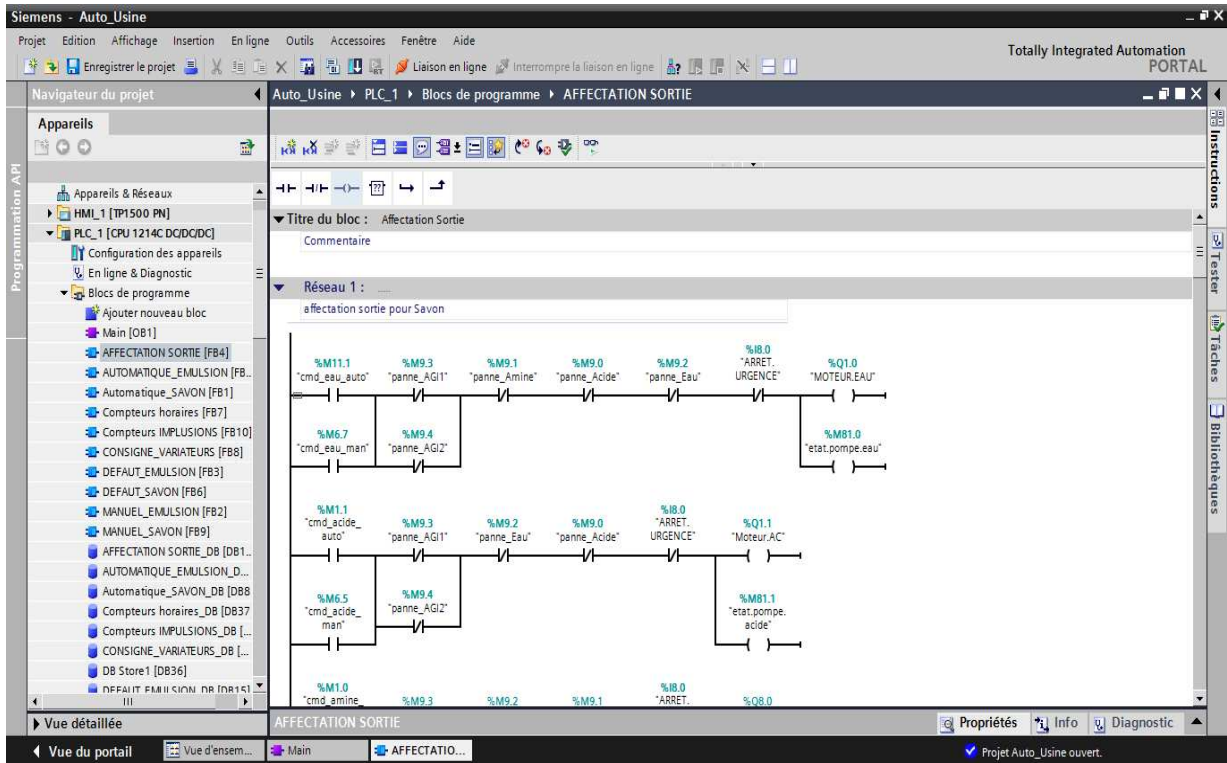
*d'ajout d'un bloc au programme*

Suivant notre programmation, on a utilisé deux types de blocs, un seul Bloc d'organisation (OB) qui organise le traitement et l'appel des autres blocs et des blocs Fonctionnels (FB) qui contiennent les sous-programmes (ex. : gestion de défauts, affectation de sortie, démarrage automatique, mise à l'échelle,.....etc.).



*Figure 33: Bloc utilisé dans notre programme*

**Exemple de programmation sur Step7 :**



**Figure 34: Bloc d'affectation de sortie TOR**

Le bloc ou le sous programme précédent représente les instructions de mise en 1 ou 0 d'une Sortie TOR de l'API, il affecte à chaque sortie des conditions sous forme des contacts et la sortie sous forme d'une bobine.

Le sous programme suivant explique le mise à l'échelle des sorties analogiques de l'API, car une sortie analogique de S71200 est codé sur 11 bits.

Par exemple si on veut avoir un maximum de tension (10 V) en sortie , nous devons mettre 1 partout sur les 11 bits.

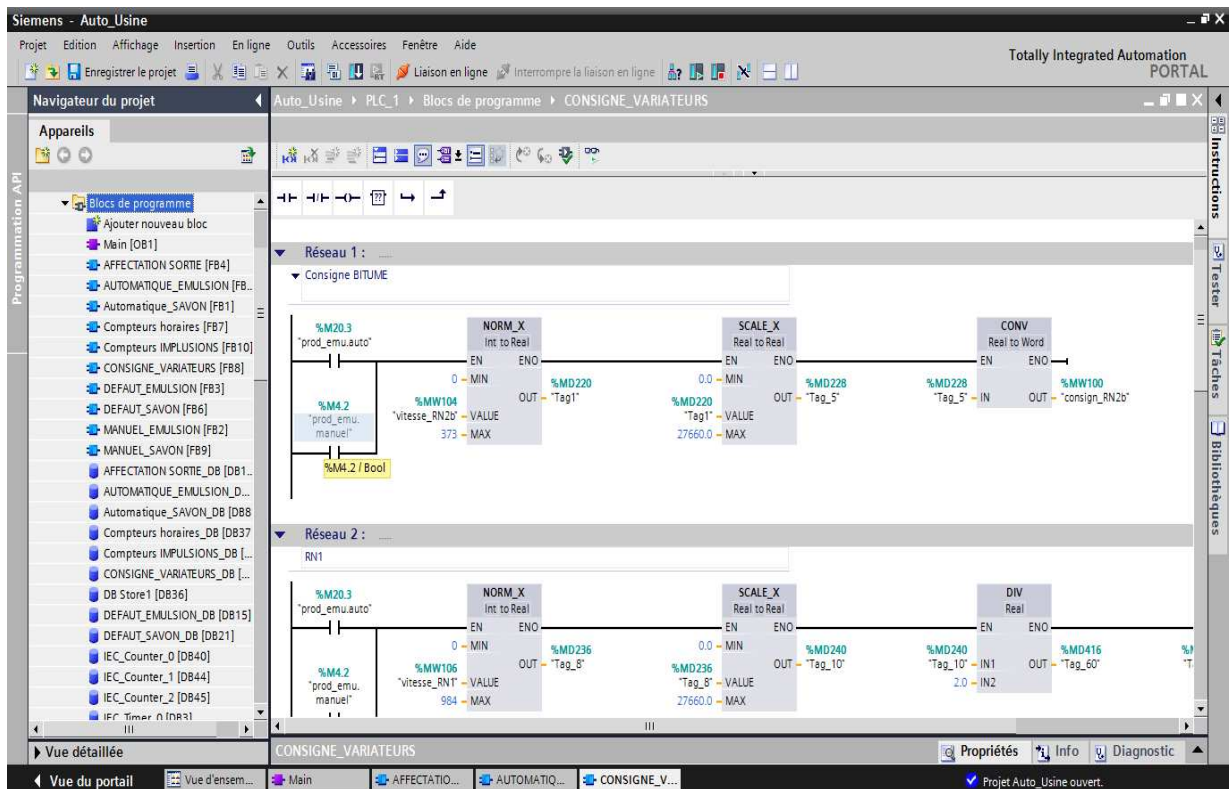


Figure 35 : Bloc de mise à l'échelle de vitesse avec les sorties analogiques

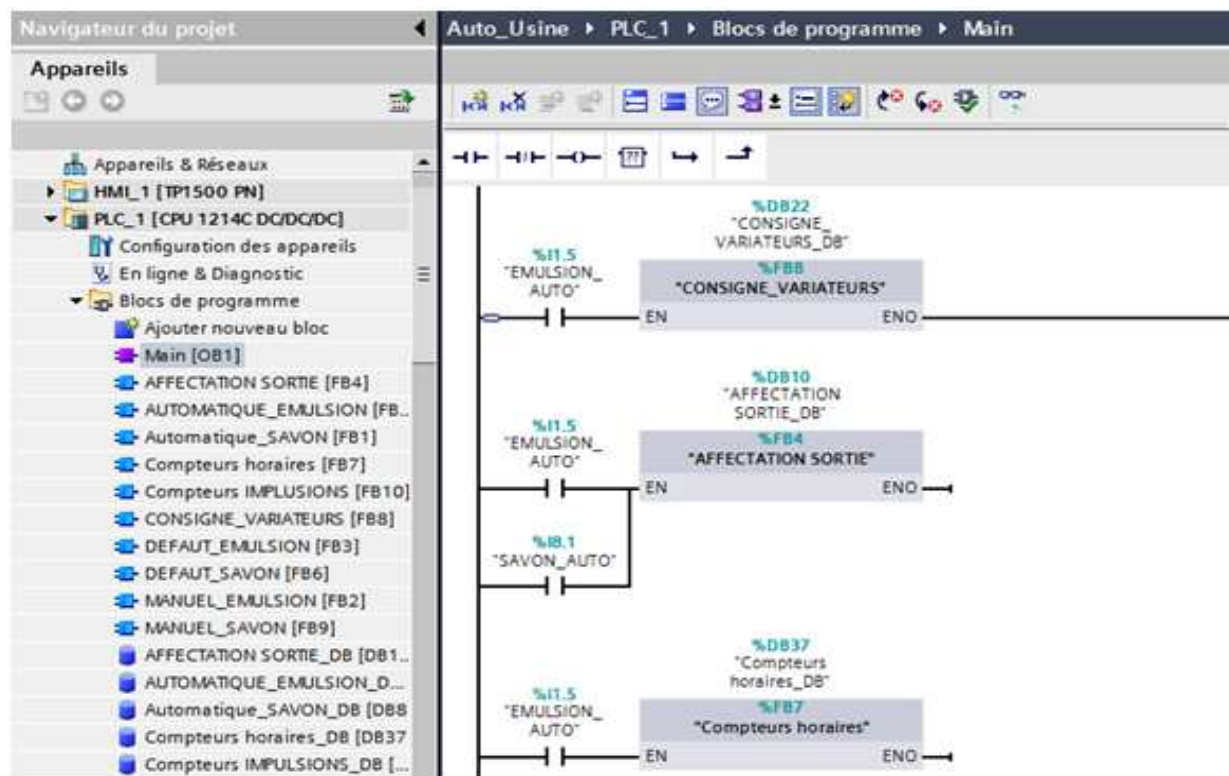


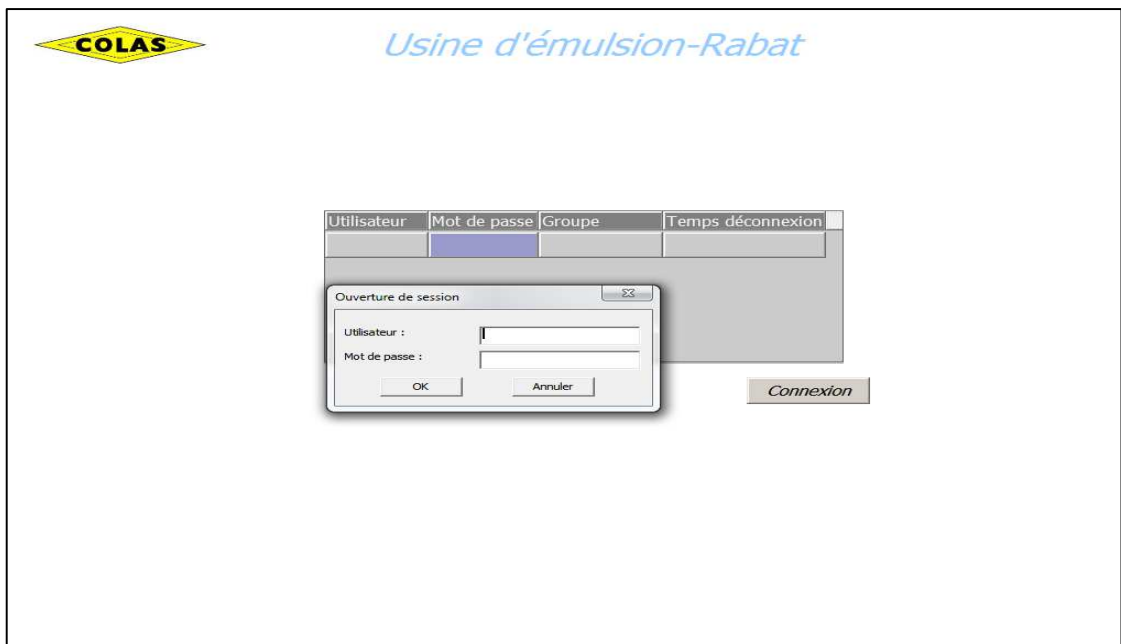
Figure 36: Bloc main qui gère l'appel des sous programmes

Le bloc **main** est le bloc dont nous avons structuré et organisé notre programme, il s'agit d'un bloc où nous avons spécifié pour chaque sous programme ses conditions d'exécution

**Création de l'interface graphique :**

WinCC flexible est l'interface homme-machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations, de machines et de machines de série. De par sa conception généraliste, WinCC flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les pupitres opérateur SIMATIC HMI, du plus petit Micro Panel jusqu'au Multi Panel ainsi que d'un logiciel de supervision runtime pour solutions monoposte basées sur PC et tournant sous Windows XP / Windows 7. Les projets peuvent être portés sans conversion et sont exécutables sur diverses plateformes IHM.

L'interface graphique reflète l'image de processus de fabrication, elle met à la disposition de l'utilisateur les différents éléments nécessaires pour la mise en service du système, lors de notre programmation, et en terme de sécurité on a créé une première vue sur l'interface dont l'utilisateur doit s'authentifier avant qu'il accède aux autres vues de commande de l'API

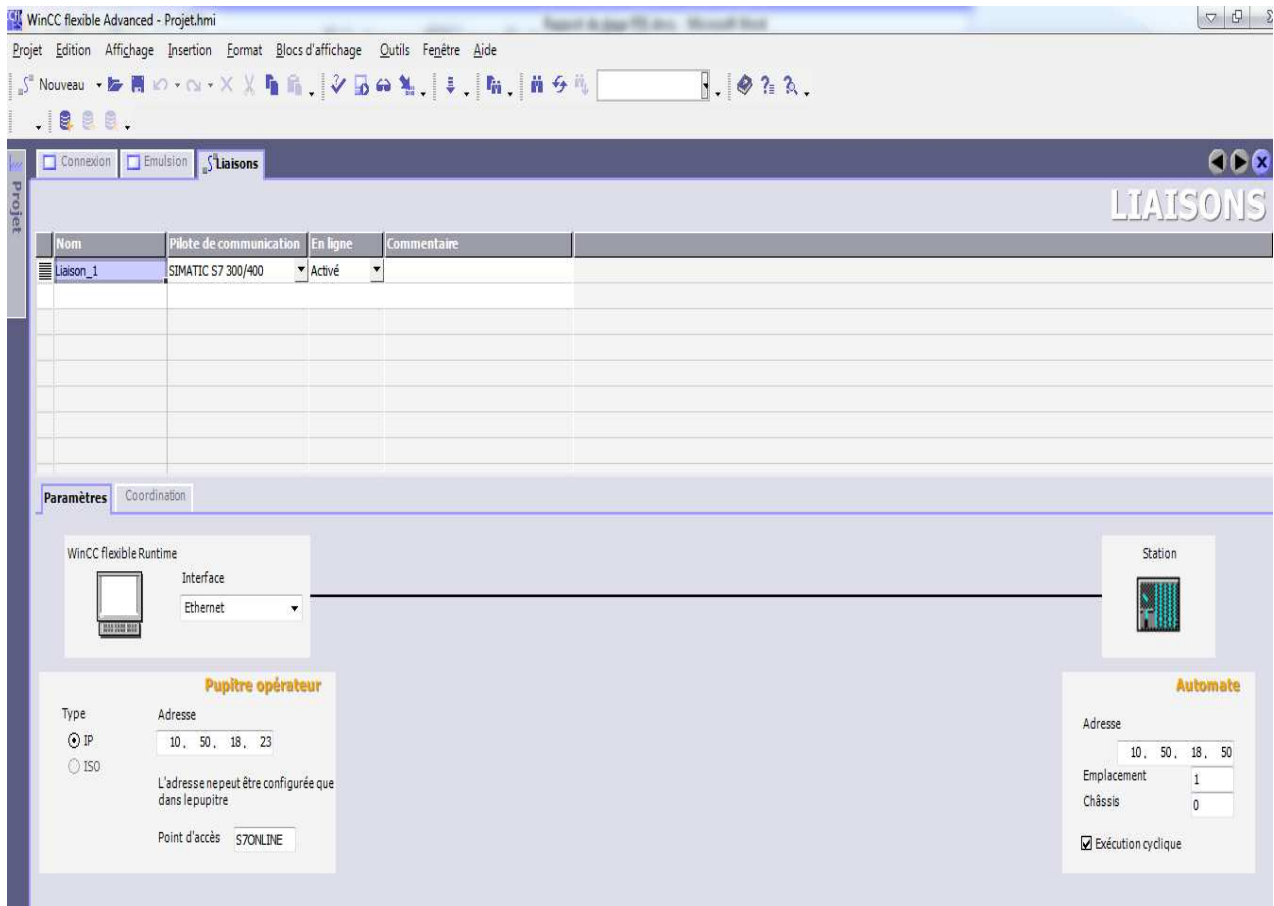


**Figure 37 :**  
**Vue**

**Initiale pour l'authentification**

### Configuration liaison Pupitre-Automate :

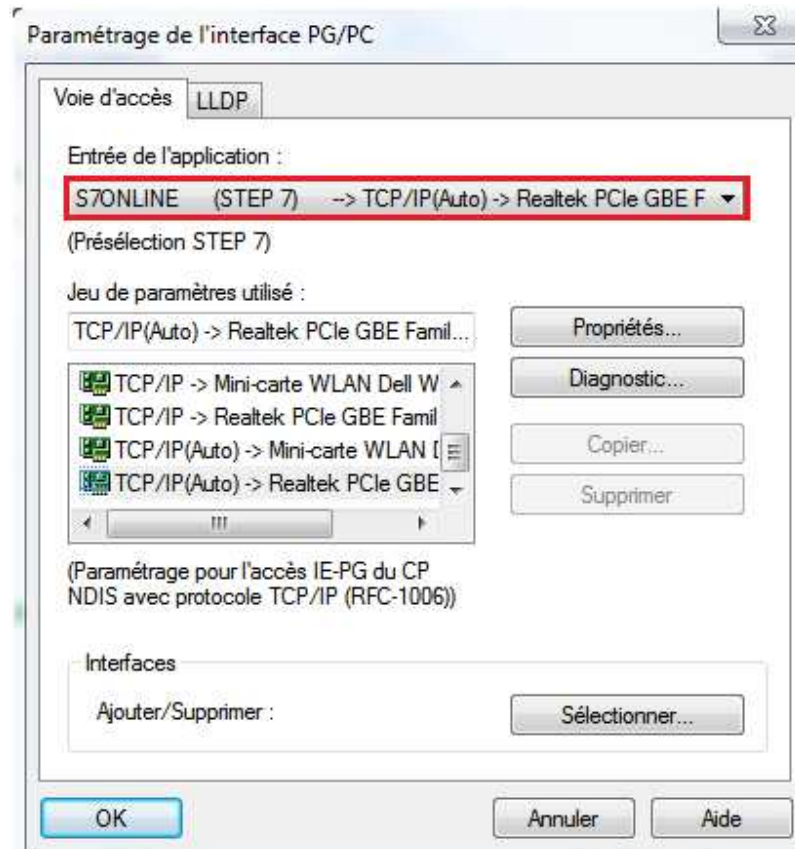
Pour assurer la liaison entre l'unité de commande et l'API, certains paramètres sont nécessaires du côté CPU et HMI. Le premier paramètre à configurer est le type de liaison entre ces deux matériels, dans notre projet on a choisi la liaison TCP/IP, ce qui nous a conduit à configurer sur Wincc les paramètres de connexion comme expliqué sur la figure suivante :



**Figure 38 : Paramétrage de liaisons TCP/IP entre API et HMI**

Vue la nouvelle configuration des API S7-1200, il n'était pas encore possible de les mettre en liaison avec le HMI lors de la configuration sur le logiciel Wincc Flexible, mais comme c'est indiqué sur la figure précédente, on avait la possibilité d'utiliser l'API S7 300/400 parmi les choix des CPU juste pour programmer sans que ça produit aucun conflit pendant la liaison avec S7 1200

Pour que le HMI ait un accès totale aux variables de l'API, et après la configuration de la liaison Ethernet, il reste à indiquer le nom de la carte réseau que nous allons utiliser et le mode d'adressage sur l'interface PG/PC :



*Figure 39 : Paramétrage PG/PC*



Exemple de vue de commande :

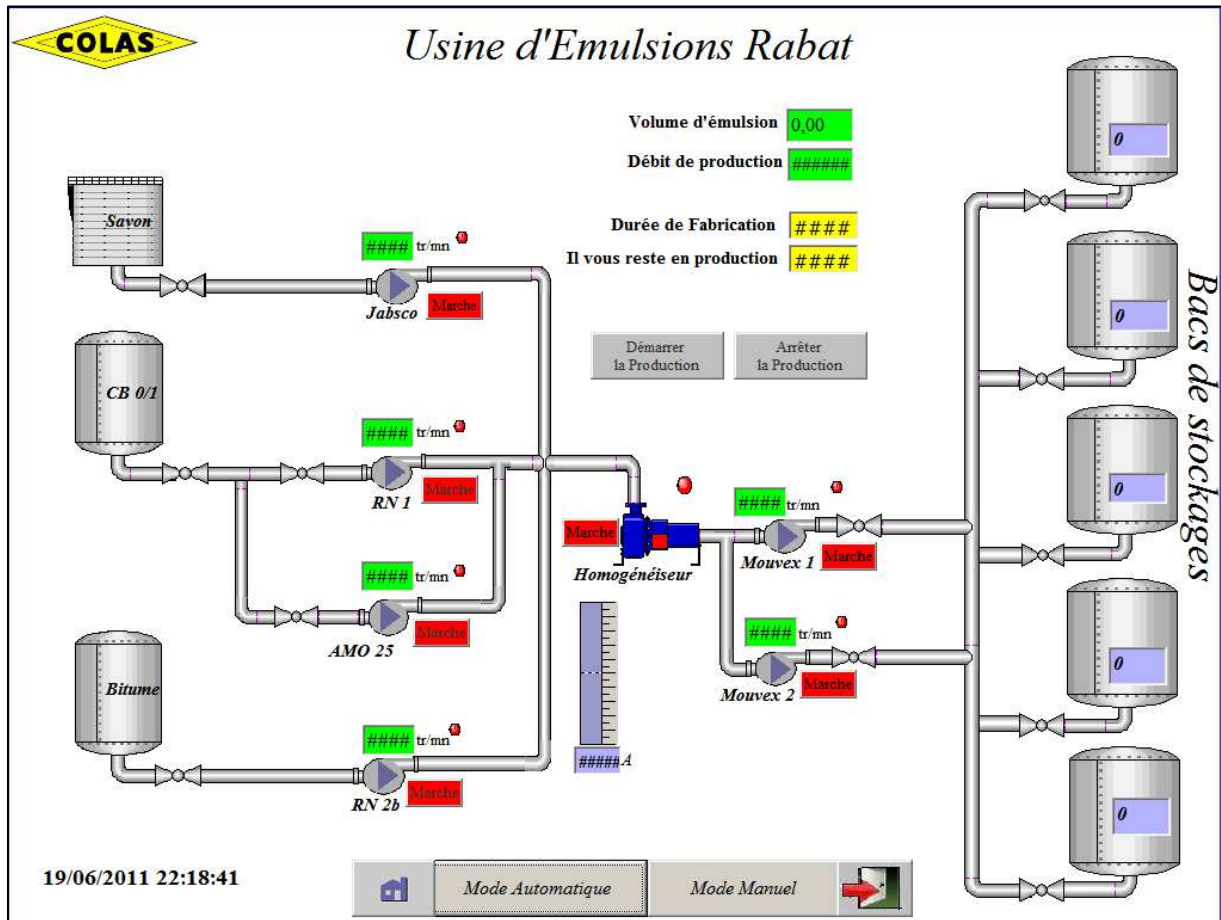


Figure 40 : Vue pour Fabrication d'émulsion

Au niveau de cette vue, nous avons laissé le choix à l'utilisateur de choisir entre le mode automatique et le mode manuel.

Le mode manuel a le même principe que le pupitre de commande réelle, c.-à-d., c'est l'utilisateur qui va gérer lui-même le démarrage ou l'arrêt des moteurs, mais par contre en mode automatique, l'utilisateur n'a qu'à rentrer les vitesses des moteurs qu'il va utiliser et cliquer sur le bouton de démarrage de la production et c'est les sous programme concernés sur l'API qui vont gérer tout le démarrage, l'arrêt et la gestion des défauts au cours de la production.

On trouve pareil pour le processus de fabrication de Savon sur la figure suivante :

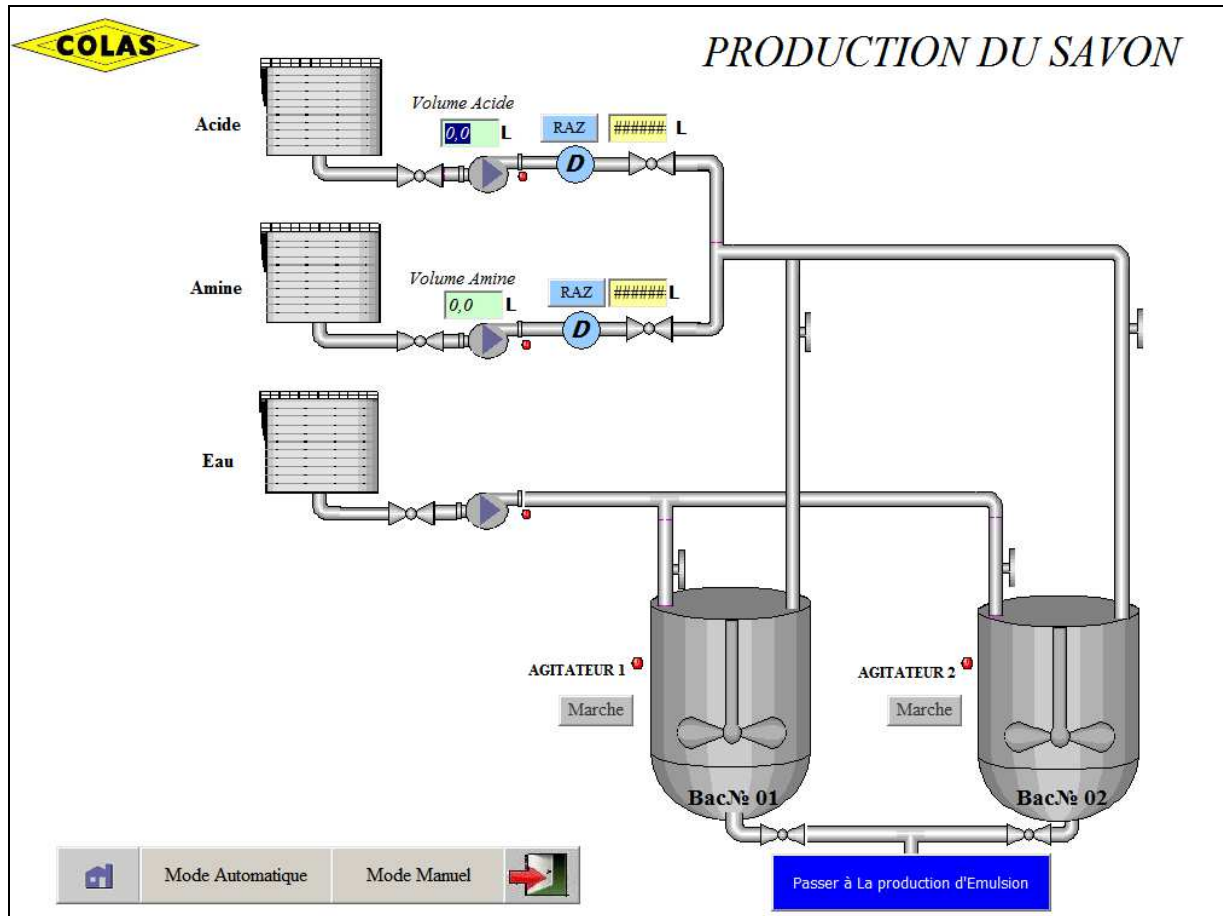


Figure 41 : Vue pour fabrication de Savon

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons expliqué en détail les étapes nécessaires pour l'élaboration du programme de l'automate, ainsi, nous avons mis en place deux interfaces graphiques qui servent comme HMI, le chapitre suivant traitera la gestion à distance et l'archivage des données.

## CHAPITRE 4 :

### Gestion à distance du processus de fabrication et Archivage des données

Parmi toutes les nouvelles technologiques qui ont marqué la révolution dans le monde de l'industrie ces dernières années, la télégestion ou la gestion à distance. Son point fort se résume l'augmentation de la productivité et maintien de la qualité, ainsi elle permet de contrôler et de gérer le flux et processus de fabrication.

L'opérateur ou bien le responsable maintenance suit à distance le déroulement du processus de fabrication en temps réel, et est prêt pour tout problème pour s'y intervenir rapidement en toute sécurité, et par la suite minimiser les temps d'arrêt.

Siemens propose des outils performants pour remplir la tâche, nous avons opté pour l'utilisation de ces outils dans notre projet que nous les dévoilerons par la suite.

## **Gestion à distance du processus de fabrication**

### **Paramétrage IP et interface réseau :**

Le réseau de l'entreprise couvre tous les centres et les filiales de groupe Colas implantés sur plusieurs villes du royaume. La liaison utilisée pour assurer la bonne circulation de l'information est la liaison VPN. Comme c'est déjà mis en place, il était vivement conseillé d'utiliser cette liaison afin de garantir la possibilité d'avoir un accès sécurisé à l'automate depuis l'extérieur

Pour que le réseau identifie notre API, nous devons tout d'abord lui affecter une adresse IP qui appartient au même sous réseau du HMI, et que ces deux adresses IP appartiennent au sous réseau de l'usine

Le réseau de l'entreprise est géré par un serveur DHCP, ce qui veut dire que l'attribution des adresses IP se fait automatiquement, mais vue que l'API ne peut pas chercher sur le serveur une adresse IP valide et la mettre à jour chaque fois qu'elle se met sous tension , il a fallu demandé au service réseau de la société de nous fixer deux adresses IP et les réserver pour les deux adresses MAC de nos API et HMI

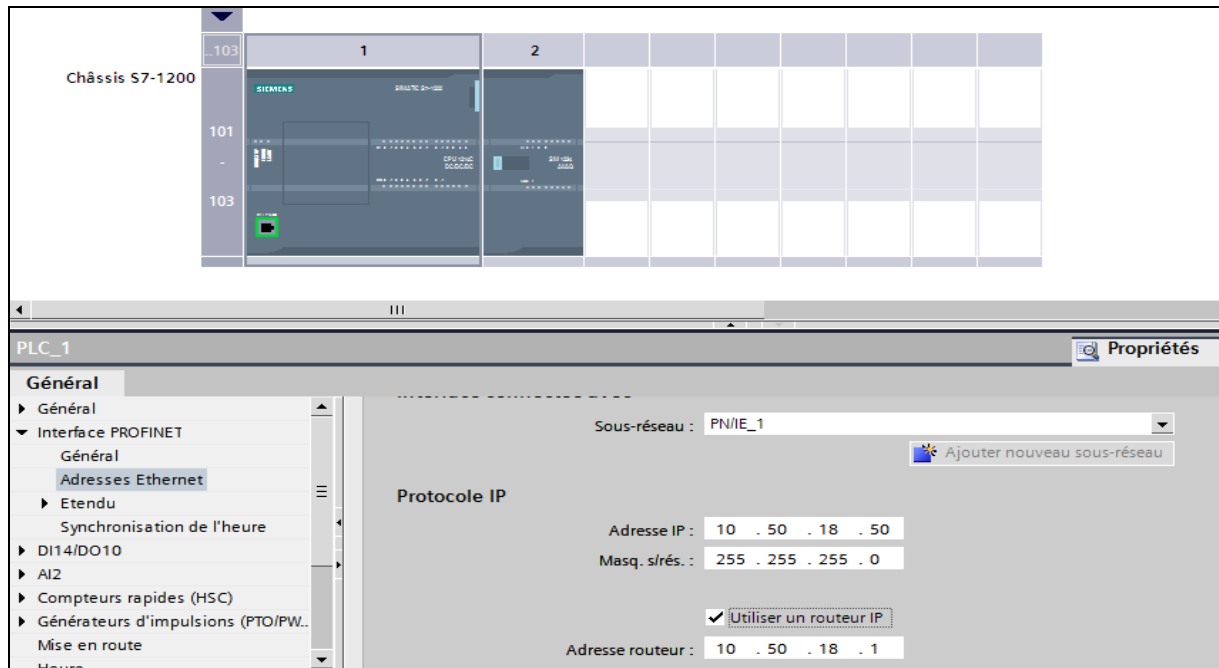


Figure 42 : Affectation d'adresse IP et passerelle à l'API

D'autre part, nous avons configuré l'ordinateur local qui joue le rôle du système de commande de l'API, en lui affectant une deuxième adresse IP appartenant au même sous réseau de l'API.

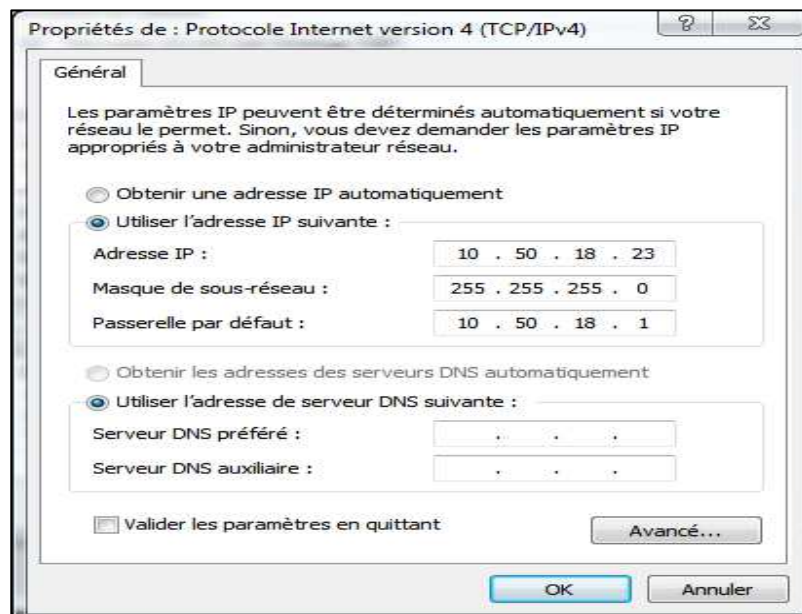
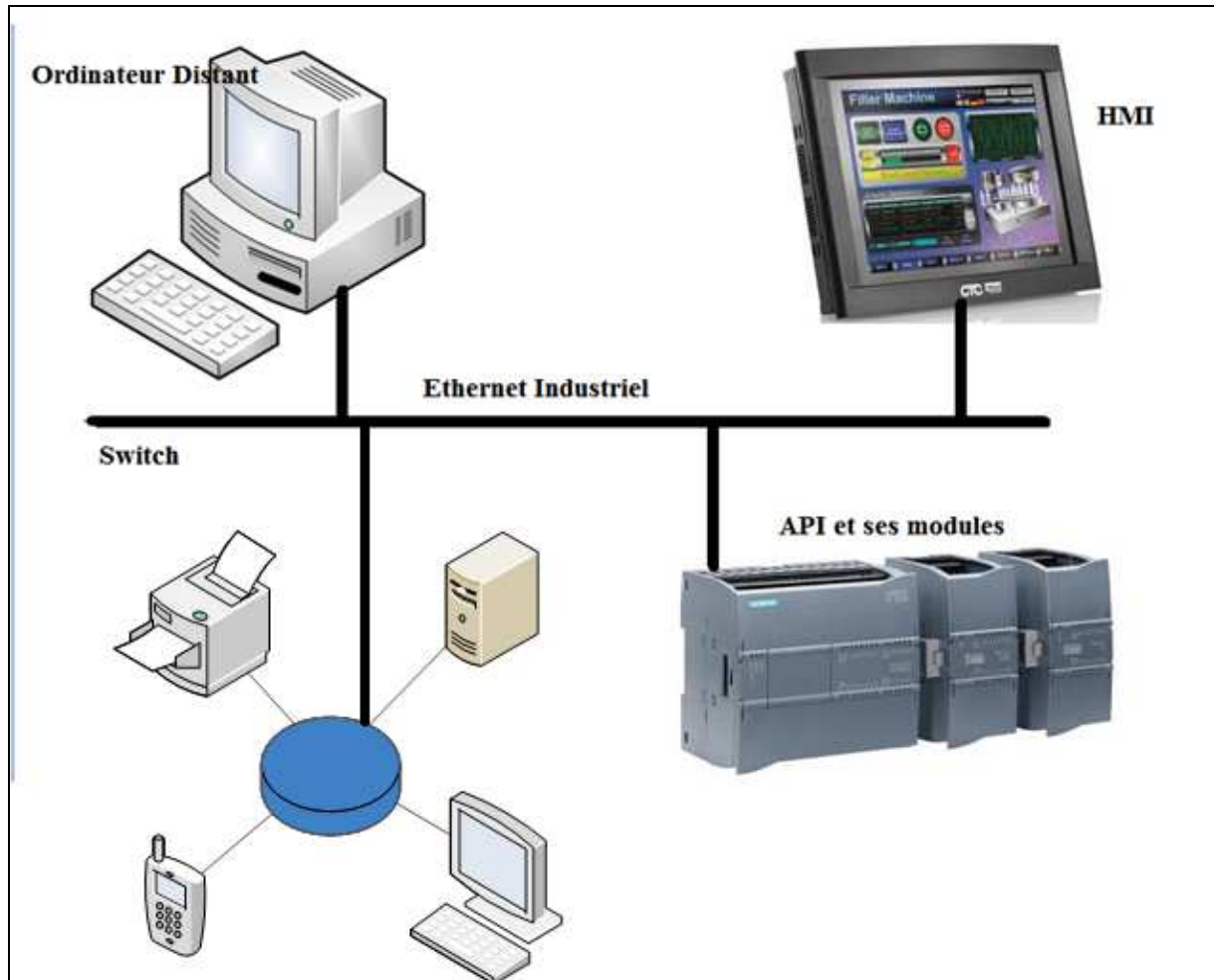


Figure 43 : Paramétrage TCP/IP sur le PC

### Mise en place d'un réseau local :

Après l'affectation des paramètres d'accès au réseau, on a placé un Switch qui a relié notre Système d'automatisme avec le réseau de l'entreprise, le réseau local qu'on a créé se compose de l'API, HMI et le routeur qui assure la liaison avec le réseau global de la société et par la suite assurer une liaison bien sécurisé avec les autres ordinateurs distants concernés.



*Figure 44 : Réseau local sur les usines d'émulsion pour le système automatisé*

### Suivi de production et gestion des Notifications

La qualité de l'émulsion produite fut de Colas-Emulsion, une entreprise très connue non pas au Maroc mais dans tout le monde, à la lumière de ce point fort, le directeur de laboratoire suit d'une façon précise et bien organisé la production de l'émulsion pour ne pas perdre cet avantage.

Au cours de notre stage, nous avons visité le Laboratoire du groupe Colas où nous avons rencontré le responsable de suivi de production de l'émulsion, le manque d'informations dans les

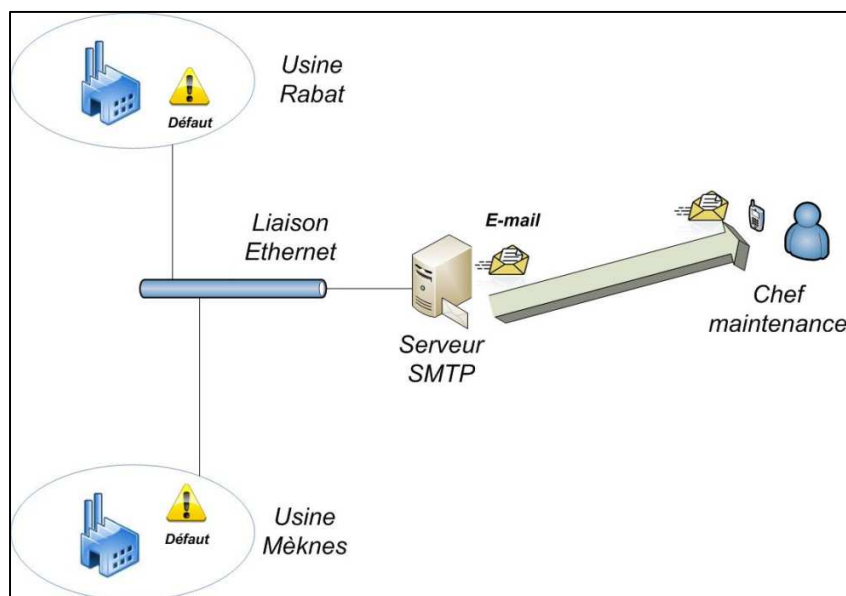
bons délais était l'inconvénient majeur qui pousse ce service à faire beaucoup d'effort pour s'en sortir avec le bon traitement.

A la lumière de ce besoin du laboratoire, on a proposé les différentes solutions citées ci-dessous :

- Assurer une bonne gestion de traitement des défauts au cours de la production
- Prévenir le responsable maintenance par E-mail et/ou SMS au cas d'un défaut afin de bien gérer son intervention dans les bons délais.

Le traitement de défaut au cours de la production est géré depuis l'automate, le processus suivi pour ce traitement est bien précis et spécifique pour chaque type de défaut, de notre part, nous avons rédigé un algorithme propre pour chaque type de défaut afin de le traduire en sous programme sur l'automate.

Le traitement que nous avons suivi pour prévenir le responsable maintenance au cas d'un défaut afin qu'il se met en ligne avec l'automate pour le diagnostiquer se traduit par la figure suivante :



*Figure 45 : Notification par E-mail au cas d'un défaut sur l'usine*

**Archivage des données**

L'archivage des données liées à la fabrication d'émulsion fut le deuxième point que le service suivi de production nous demandé de résoudre. Récemment, et pour améliorer la qualité de produit, le responsable se déplace à l'usine pour récupérer l'archive de production qui se fait par un agent manuellement, en plus lors d'une modification ou changement soit de la vitesse ou de types de moteurs utilisés au cours de la production, l'agent responsable n'en prend pas en considération dans son archive et parfois on remarque une contradiction de ce qui est fabriqué avec ce qui est archivé.

La fonction archivage des données automatique que nous avons proposé au service a répondu à sa demande et était une fonction assez importante pour analyser les modes de défaillance et pour documenter le déroulement du processus.

L'analyse de ces archives permet d'optimiser les cycles de maintenance, d'améliorer la qualité des produits et d'assurer le respect des critères de qualité.

Le principe d'archivage se base sur un sous programme dans l'automate qui communique les informations qu'on désire enregistrer soit sur une base de données ou sur un fichier Excel.

L'archivage des variables est déclenché par cycles et événements. Les cycles d'archivage permettent d'assurer une acquisition et un enregistrement continus des valeurs de variables.

L'archivage des variables peut également être déclenché par des événements tels qu'une modification de valeur. Ces paramètres peuvent être définis individuellement pour chaque variable.

**Configuration des paramètres d'archivage :**



Il existe deux méthodes pour configurer l'option d'archivage, la méthode basic est une simple configuration sous Wincc Flexible 2008, mais elle ne possède pas certaines fonctionnalités nécessaires pour remplir notre cahier de charge. D'autre part, nous avons proposé une deuxième méthode qui s'appuie sur la rédaction des Script sur lesquels on identifie les paramètres qu'on désire archiver, le cycle d'archivage, le lancement, et l'arrêt de cette fonction

**Figure 46: Fichier Excel généré depuis Wincc Flexible**

### Description des Scripts utilisés

Script d'archivage de vitesse des moteurs :

```
Dim fso, f, ts, Fnom, Donnée, Entête, Chemin_enreg, strnom, strTemp, bCreated,
arr, strDir
Chemin_enreg = "C:\Machine_01\Tag_Values\Vitesses_enregistrées"
Fnom = Chemin_enreg & "\Archiv_Vitesse_" & ".csv"
Entête = "Storage
time;Vitesse_Jabsco;Vitesse_RN2b;Vitesse_Amo25;Vitesse_RN1;Vitesse_Reprise
1;Vitesse_Reprise 2" & Chr(10)
Set fso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
On Error Resume Next
bCreated = False
If Not fso.FileExists(Fnom) Then
    fso.CreateTextFile Fnom
    bCreated=True
End If
Set f = fso.GetFile(Fnom)
Set ts = f.OpenAsTextStream (8,-2)
If Err.Number <> 0 Then
    Call ShowSystemAlarm ("Le fichier ne peut pas être créé ou il est ouvert")
    Err.Clear
Else If bCreated = True Then
    ts.WriteLine Fnom
    ts.WriteLine Entête
    End If Donnée = CStr(Now) & ";" & CStr(SmartTags("Vitesse_Jabsco"))
    & ";" & CStr(SmartTags("Vitesse_RN 2b")) & ";" &
    CStr(SmartTags("Vitesse_AMO 25")) & ";" &
    CStr(SmartTags("Vitesse_RN 1")) & ";" &
    CStr(SmartTags("Vitesse_Mouvex 1")) & ";" &
    CStr(SmartTags("Vitesse_Mouvex 2"))
    ts.WriteLine Donnée
    ts.Close
End If
Set ts = Nothing
Set f = Nothing
Set fso = Nothing
```

➤ **Description de script :**

Ce script permet de faire précéder automatiquement l'archive à la date courante. Le nom du fichier CSV est du type "Archiv\_Date.csv".

Le script est écrit de sorte que le chemin d'enregistrement configuré soit créé automatiquement au Runtime. Le chemin ne doit pas être créé manuellement auparavant sur la carte mémoire.

Le script est exécuté sur un événement précis (le changement d'état d'une variable). Le script vérifie, tout d'abord, si une carte mémoire (sur MP277) est présente. Si aucune carte n'est présente, un message système apparaît. Si le fichier à archiver n'existe pas encore sur le support mémoire, un nouveau fichier est créé.

Script de gestion d'archivage :

```
Dim fso, strDir, strTemp, arr,i
' FileSystemObject erstellen
' Create FileSystemObject
Set fso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
' Hilfsvariable
' Help tag strTemp = ""
' Ablagepfad in einzelne "\" zerlegen
'Split the Storage path in several "\"
arr = Split (strPath, "\")
i = 0
For Each strDir In arr ' Schleifenzähler / loop counter If i > 0 Then
    strTemp = strTemp + "\" + strDir
    If Not fso.FolderExists (strTemp) Then ' Wenn kein "\" mehr vorhanden ist -> keine weiteren
Unterpfade / If no "\" existing, then no further sub-folders
        fso.CreateFolder (strTemp)
```

➤ **Description de Script :**

Le script décompose le chemin d'enregistrement prédéfini à l'aide du caractère "\" en "sous-répertoires" et les écrits les uns après les autres sur le support mémoire.

La fonction est exécutée tant que le caractère "\" est rencontré dans le chemin d'enregistrement.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons réussi à mettre en place deux options principales pour accomplir le système d'automatisme, la première partie a décrit le principe de la gestion à distance et sa mise en place, et la deuxième partie a illustré la méthode d'archivage automatique des données nécessaires pour le suivi de production.

## Conclusion générale

Pour améliorer le système de fabrication d'émulsion, nous avons mis en place un système automatisé géré par un automate de marque Siemens. Cette nouvelle installation a pour but d'optimiser la qualité des produits finis, gérer le flux et le suivi de production.

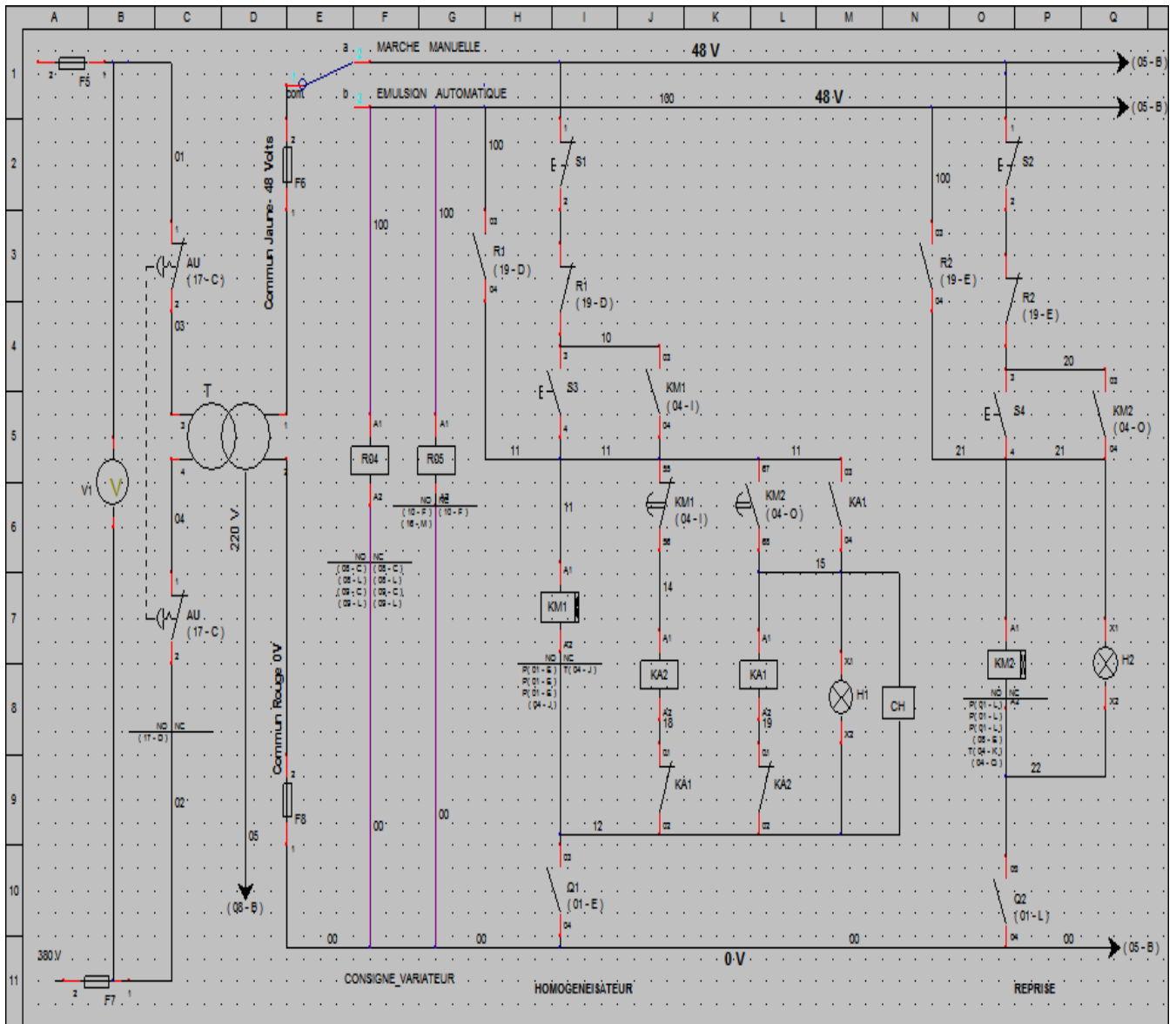
Quant au control et surveillance, nous avons choisi de gérer à distance ce processus de fabrication, et d'archiver d'une façon cyclique les données de fabrication, afin de faciliter l'entretien et diminuer les charges de la maintenance.

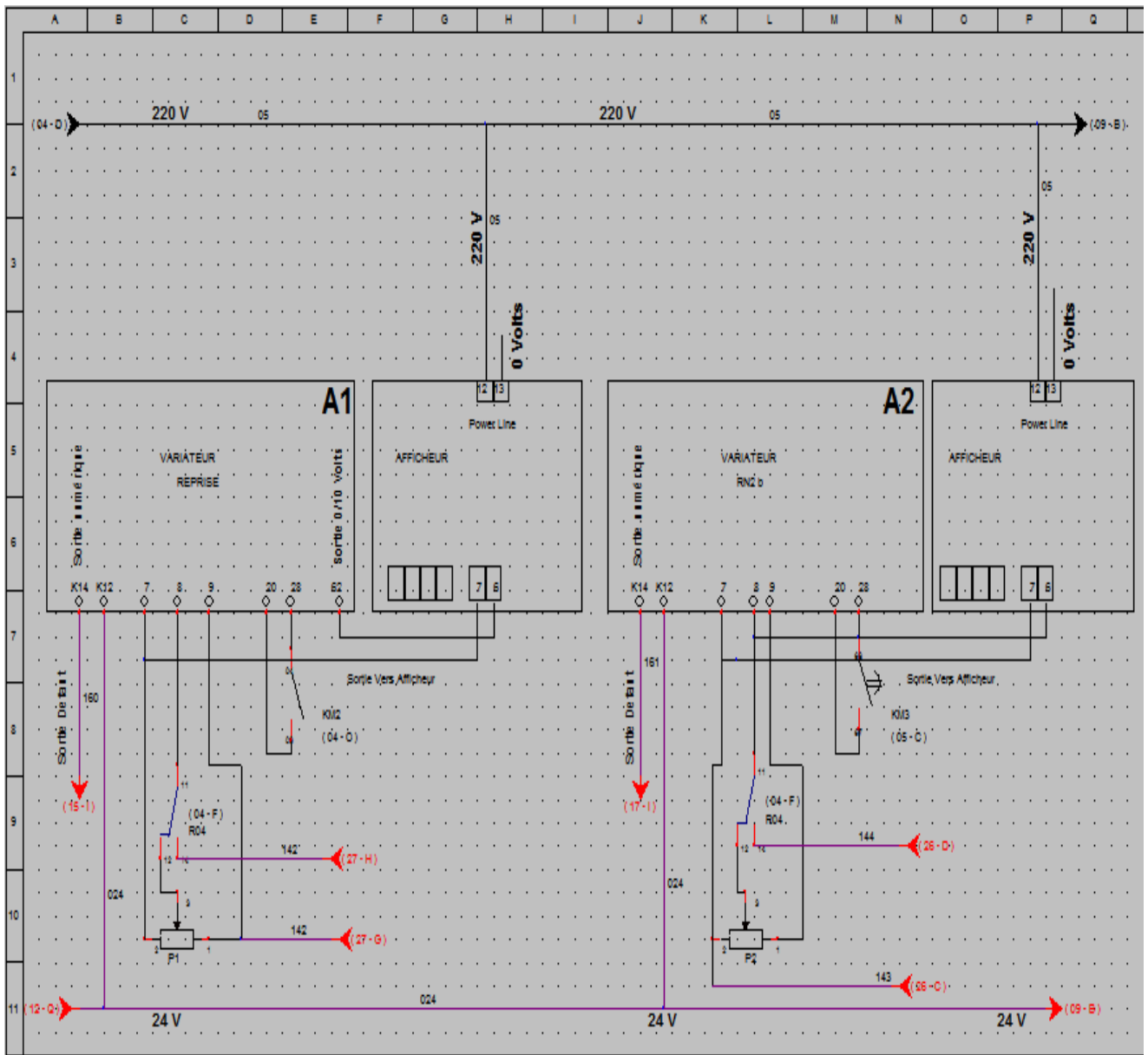
Ce stage au sein de Colas au service Gestion Matériel nous a été extrêmement enrichissant de part, sa diversité tant au point de vue technique que relation humain. Il nous a permis de réaliser une expérience professionnelle qui nous permettra de nous lancer dans la vie professionnelle à l'avenir avec confiance.

Au niveau professionnel, ce séjour à COLAS nous a appris comment mener un vrai projet, surmonter les contraintes rencontrées, respecter la planification du projet, c'étaient les atouts majeurs pour mieux se lancer dans la vie professionnelle.

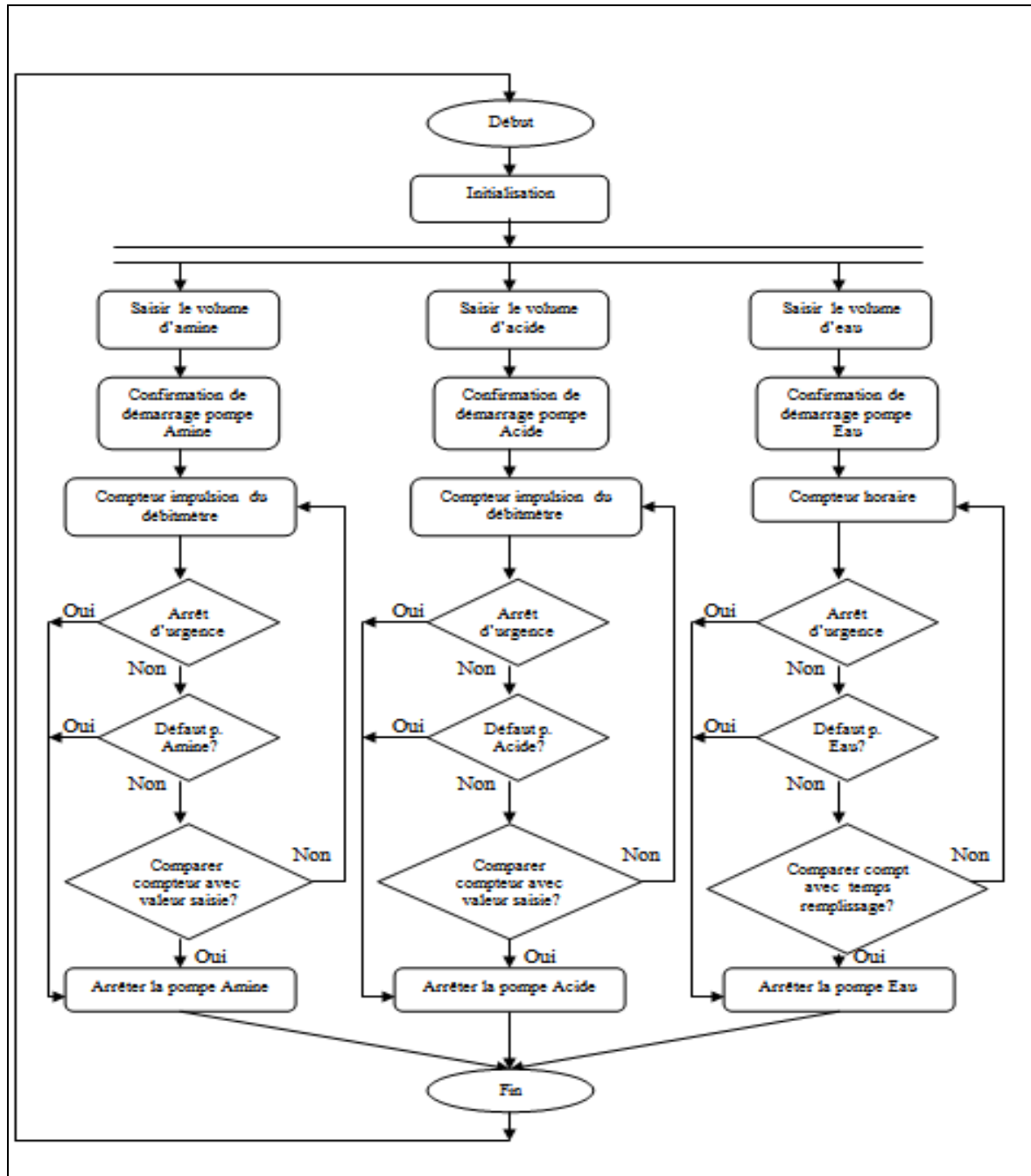
Nous aimerons bien que ce rapport sera un document utile pour les gents qui ont intérêt à poursuivre cette étude et l'améliorer pour le bien de l'entreprise.

## ANNEXE 1 : Schémas Electriques pour les deux modes automatique et manuel



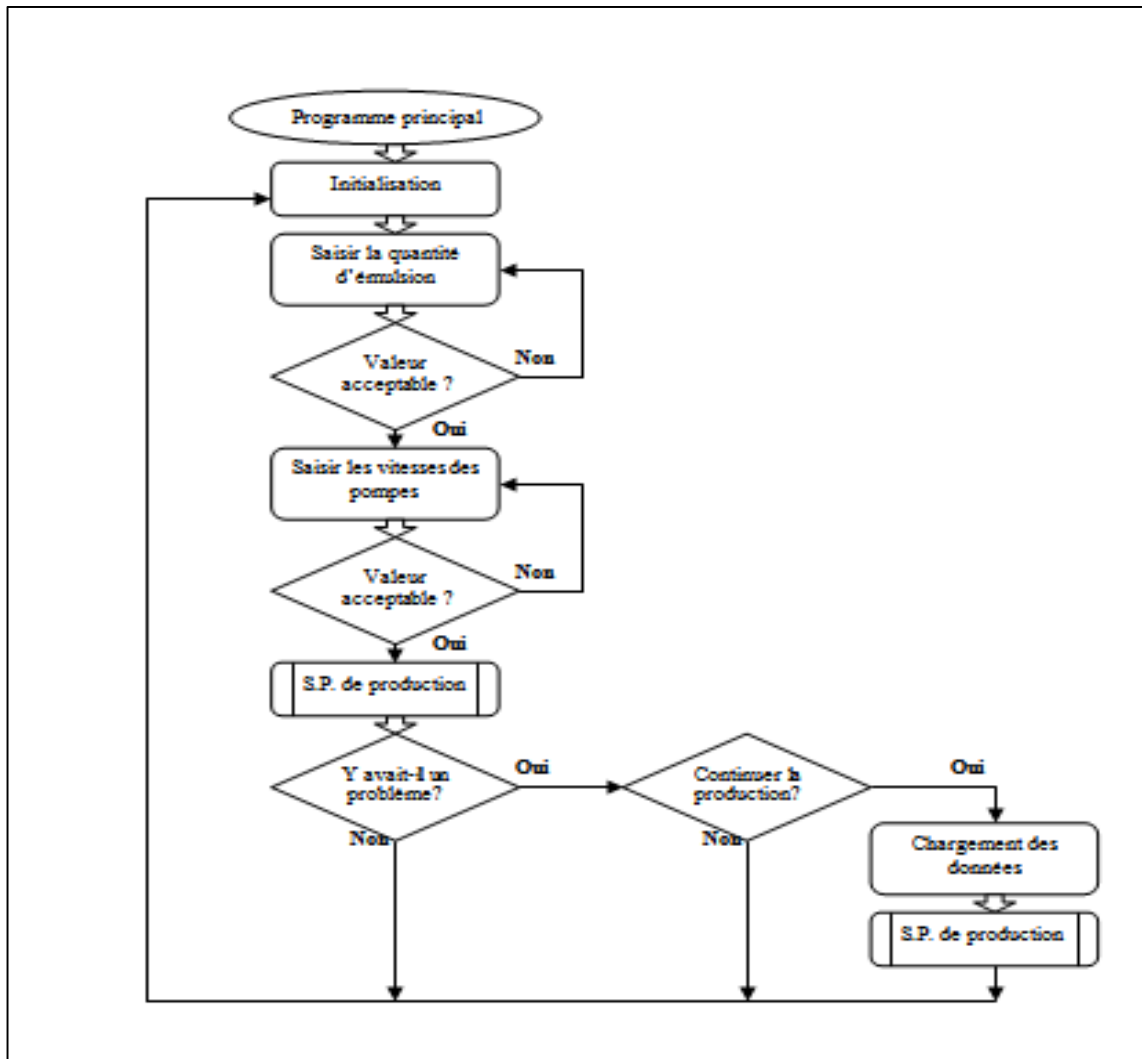


## Annexe 2 : algorithme pour gérer le démarrage et l'arrêt chronologique des moteurs de groupe de fabrication de savon

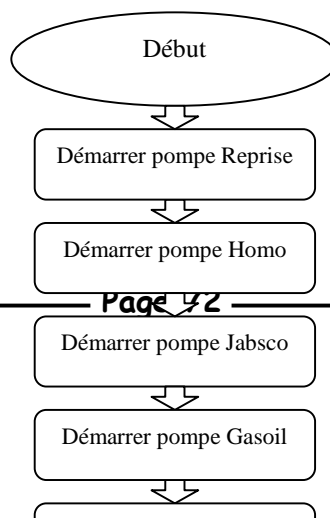


### Annexe 3 : algorithme pour gérer le démarrage et l'arrêt chronologique des moteurs de groupe de fabrication d'émulsion

#### 1) Paramétrages de type d'émulsion :

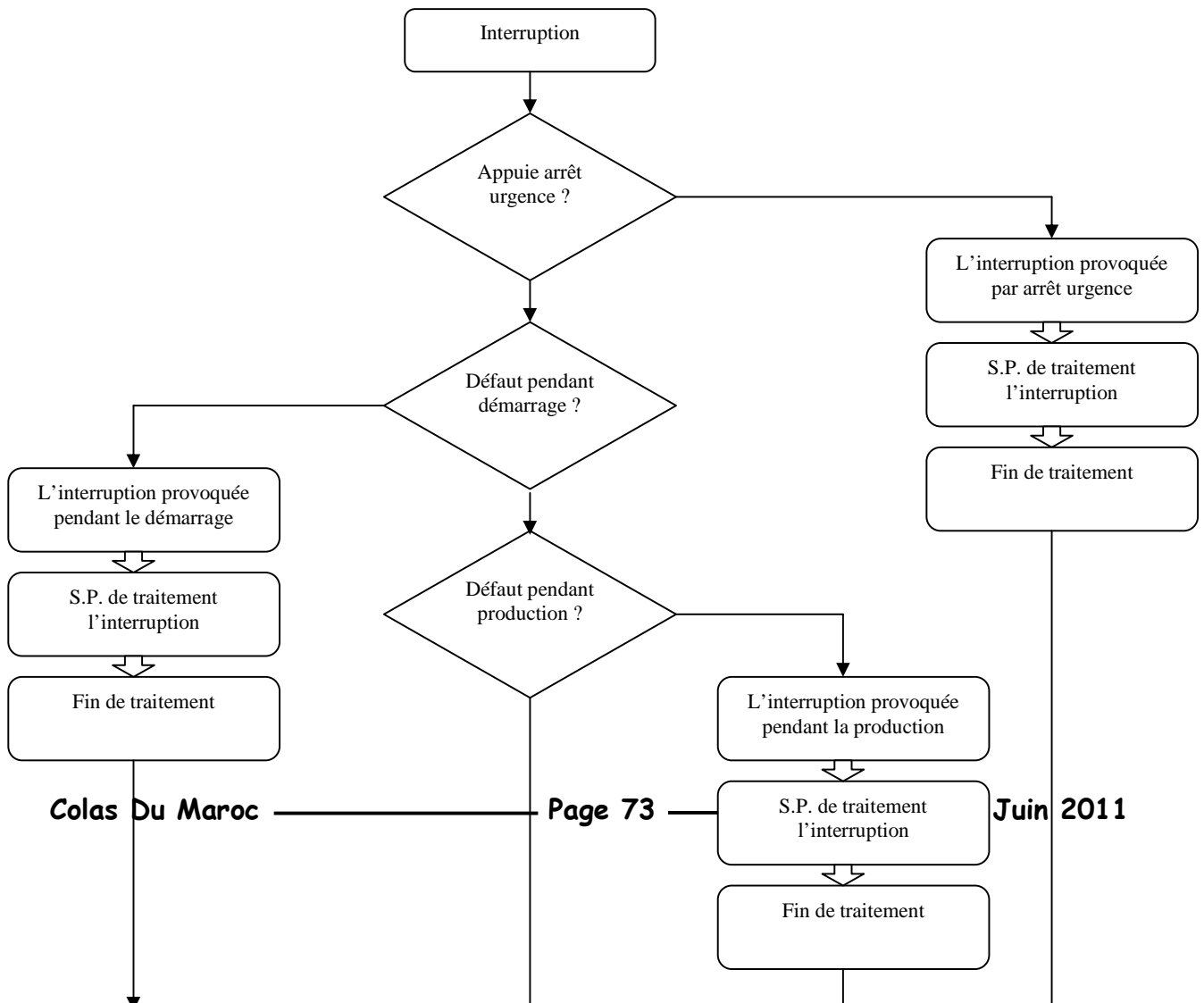


#### 2) Démarrage des pompes



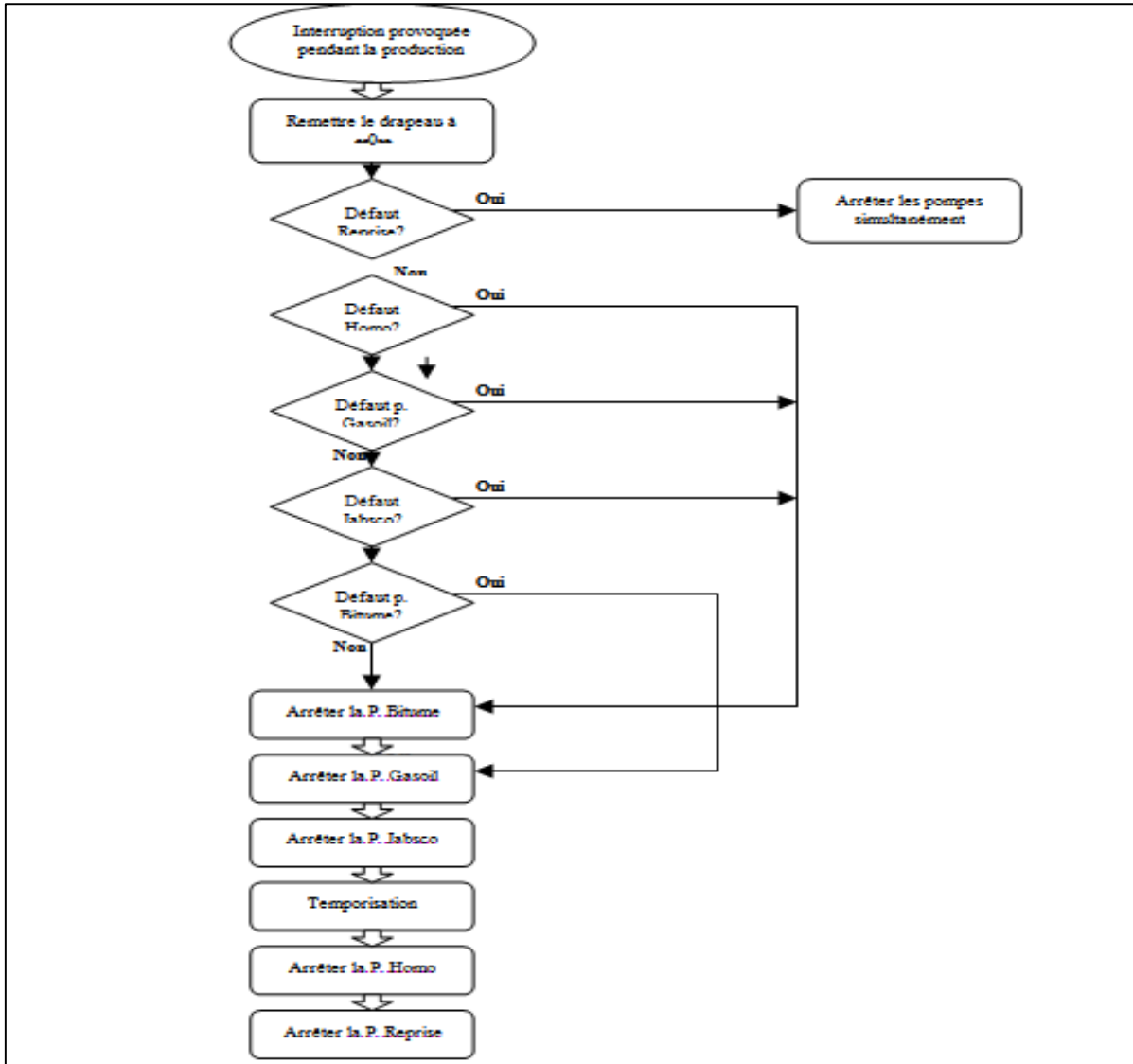


### ANNEXE 4 : Gestion du défaut au cours de la production

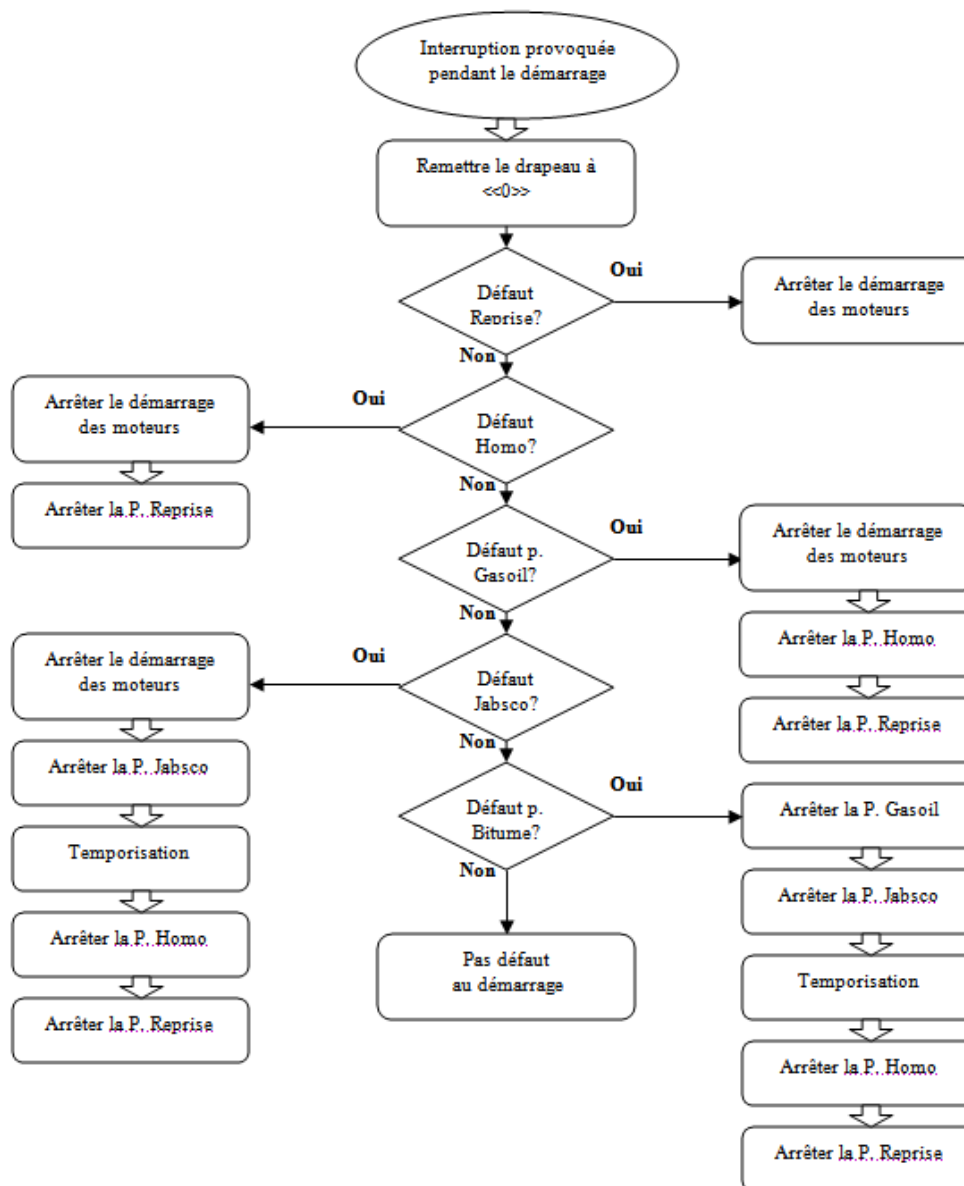


Dans la gestion du défaut, nous avons défini trois interruptions principales:

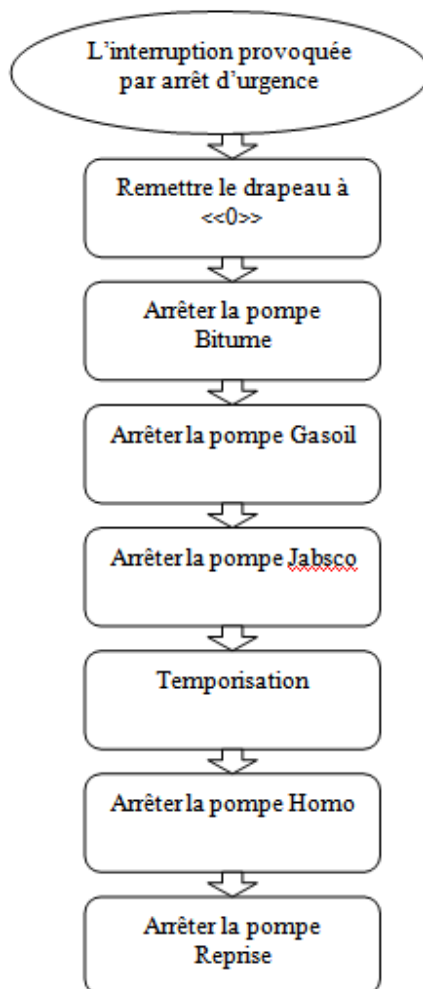
**1) Interruption provoquée par un défaut au cours de la production**



## 2) Interruption provoquée par un défaut lors de démarrage



### 3) Interruption provoquée par appuie sur arrêt d'urgence



## Listes des Figures

Figure 01: Répartition Du CA par zone Géographique .....	13
Figure 02 : Répartition Du CA par zone Activité.....	13
Figure 03 : Organigramme de la société Colas du Maroc .....	15
Figure 04 : Schéma explicatif du travail demandé.....	17
Figure 05 : Diagramme de Gantt .....	20
Figure 06 : Schéma synoptique de fabrication de la solution savonneuse .....	22
Figure 07 : Image réelle du groupe de fabrication d'émulsion .....	23
Figure 08 : Schéma synoptique de fabrication de l'émulsion.....	24
Figure 09 : Pupitre de commande manuel .....	25
Figure 10 : Image réelle du pupitre de commande .....	25
Figure 11: principe du fonctionnement d'un variateur de vitesse. ....	26
Figure 12: Schéma de câblage général d'un variateur de fréquence .....	27
Figure 13: Courbes caractéristiques d'une régulation U/f constant.....	27
Figure 14: Plan adopté pour réalisation du projet.....	31
Figure 15: Plan de gestion de projet .....	31
Figure 16 : Simatic CPU 1214 et ses modules d'E/S .....	35
Figure 17 : Architecture de CPU 1214 .....	36
Figure 18: Simatic Step7/Totally Integrated Automation (TIA) .....	37
Figure 19: Démarche de programmation sous TIA .....	38
Figure 20: Simatic HMI/Winc Flexible 2008 .....	39
Figure 21 : Commutation entre mode automatique et manuel .....	41
Figure 22 : Retour du courant du mode automatique au manuel .....	42
Figure 23 : Verrouillage entre mode automatique et manuel .....	42
Figure 24 : Verrouillage des consignes provenant du potentiomètre et depuis l'automate	43
Figure 25 : Première vue de Step après son exécution.....	45
Figure 26: Vue des Appareils .....	46
Figure 27: Vue du Réseau.....	46
Figure 28: Principe d'exécution d'un programme sur Step7.....	47
Figure 29 : Principe de traitement des Bloc de programmation sur TIA.....	48
Figure 30: Structure linéaire de programmation.....	49

<b>Figure 31: Structure modulaire de programmation .....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 32: Assistant d'ajout d'un bloc au programme.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 33: Bloc utilisé dans notre programme .....</b>	<b>51</b>
<b>Figure 34: Bloc d'affectation de sortie TOR.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 35 : Bloc de mise à l'échelle de vitesse avec les sorties analogiques.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 36: Bloc main qui gère l'appel des sous programmes.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 37 : Vue Initiale pour l'authentification .....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 38 : Paramétrage de liaisons TCP/IP entre API et HMI.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure 39 : Paramétrage PG/PC .....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 40 : Vue pour Fabrication d'émulsion .....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 41 : Vue pour fabrication de Savon.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 42 : Affectation d'adresse IP et passerelle à l'API.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 43 : Paramétrage TCP/IP sur le PC .....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 44 : Réseau local sur les usines d'émulsion pour le système automatisé.....</b>	<b>62</b>
<b>Figure 45 : Notification par E-mail au cas d'un défaut sur l'usine .....</b>	<b>64</b>
<b>Figure 46: Fichier Excel généré depuis Wincc Flexible.....</b>	<b>65</b>

## Listes des Tableaux

<b>TABLEAU 01: CHIFFRE CLÉS.....</b>	<b>12</b>
<b>TABLEAU 02: FILIALES GROUPE COLAS.....</b>	<b>14</b>
<b>TABLEAU 03: PLANIFICATION DU PROJET.....</b>	<b>19</b>
<b>TABLEAU 04 : ETUDE COMPARATIVE ENTRE DEUX MARQUES D'API.....</b>	<b>34</b>
<b>TABLEAU 05: COUT DE LA CONFIGURATION MATERIEL ET LOGICIEL.....</b>	<b>39</b>
<b>TABLEAU 06: COUT D'ALIMENTATION ET UNITES DE COMMANDE.....</b>	<b>40</b>

**Liste des abréviations:**

*API* Automate Programmable Industrielle  
*BD* Bloc de Données  
*BP* Bouton Poussoir  
*CA* Chiffre d'affaire  
*CB* Cut-Back  
*E/S* Entrée / Sortie  
*FB* Bloc Fonctionnel  
*FC* Fonction  
*GM* Gestion Matériel  
*GTR* Les Grands travaux routières  
  
*HMI* Interface Homme Machine  
*LRM* La Route Marocaine  
*OB* Bloc d'Organisation  
*SCADA* Supervisory Control And Data Acquisition  
*TIA* Totally Integrated Automation  
*TOR* Tout Ou Rien





## Bibliographies

<http://support.automation.siemens.com>

Siemens Introduction à CPU S7-1200

Documentation Automation Integrated Automation Portail

Documentation Wincc Flexible 2008

Documentation XRelais 3.1

Usine d'émulsions\_Documentation Colas

Memotech

[www.colas.com](http://www.colas.com)