



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté Des Sciences et Techniques De Fès Département Génie industriel Filière Ingénierie en Mécatronique

Projet de stage de fin d'études : Automatisation d'une centrale à béton

Pour l'obtention du titre : Ingénieur d'Etat en Mécatronique

Réalisé par :

SBAI MOHAMMED

Encadré par :

> Mr. KARMOUSSI HICHAM

Année universitaire : 2014/2015

Dédicace

Je dédie ce travail,

À mes chers Parents,

Pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée avec tous les moyens et au prix de tous les

sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard et pour le sens du devoir qu'ils m'ont

enseigné depuis mon enfance.

À mes chers frères et sœurs,

Vous aviez toujours cru en moi, et c'est dans ma présence que j'ai puisé la volonté de

continuer.

À mes chers amis,

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Remerciement

Avant tout, un grand merci à toute ma famille qui me soutient de façon inconditionnelle non seulement le long de mon parcours scolaire, mais aussi dans mon quotidien.

Je tiens à présenter mes très sincères remerciements à <u>Mr.GARBIJA</u> le directeur général de l'entreprise d'avoir bien voulu m'accorder mon stage de fin d'étude au sein de PERFECT INDUSTRY.

Je remercie et j'exprime ma reconnaissance à mon encadrant de la F.S.T <u>Mr.BELMAJDOUB</u> pour ses conseils, ses remarques, sa disponibilité et son soutien tout au long de la période du stage.

Je remercie Chaleureusement mon encadrant industriel <u>Mr.Karmoussi Hicham</u>, Responsable d'automatisme, pour sa disponibilité à me faire partager ses connaissances, son expérience et son savoir-faire, et n'ayant ménagé aucun effort pour m'initier à la vie professionnelle, par les conseils précieux et les recommandations qu'il m'a prodigués durant toute la période du stage.

Mes vifs remerciements vont également à l'ensemble du personnel du service maintenance, en particulier à <u>Mr. YONLI SYLVESTRE</u>, l'ingénieur de conception, de m'avoir aidé techniquement et moralement, et pour leurs amabilité à m'écouter et à répondre à mes questions chaque fois que je les sollicite.

Finalement, je remercie tous ceux de PERFECT INDUSTRY et de FST-FES qui de près ou de loin ont contribué à l'accomplissement de ce modeste travail.

Dédio	zace
Reme	erciement
Intro	duction
Chap	itre 1:
Prése	entation de Perfect Industry
1.	Introduction :
2.	Domaines d'intervention de la société :10
3.	Services proposés :
4.	Présentation de l'espace de travail :10
5.	Organigramme :
6.	Informations complémentaires sur la société :11
Chap	itre 2:13
Géné	eralités sur les centrales à béton13
1.	La structure d'une centrale à béton (figure 3) :14
2.	La classification des centrales à béton14
3.	Le dosage des matières premières15
4.	Le malaxage du béton frais
5.	Types de malaxeurs dans les centrales à béton18
Chap	itre 3 : 20
L'aut	omatisation du processus de fonctionnement de la centrale au sein de PERFECT INDUSRTY . 20
Partie	e 1 : Présentation de l'automatisme & la supervision22
1.	INTRODUCTION A L'AUTOMATISME
2.	Automate Programmable Industriel "API"
3.	GRAFCET :
4.	Introduction à la Supervision :25
Partie	2 2 : la mise en pratique du fonctionnement de la centrale à béton
1-	Description du projet
	1.1 Les composants de l'installation :
	1.2 Cycle de fonctionnement :
	1.3 Ce qui est demandé (cahier de charge) :
2-	Programmation sur Step7
	2.1 Le logiciel " Step 7"
3. I	dentification des E/S de l'installation :
	3.1 Les entrées analogiques :

Sommaire

3.2 Les sorties TOR :
3.3 Les entrées TOR :
3. Elaboration de la configuration matérielle :
3.1 Démarche de la programmation :
4. Elaboration de la table des mnémoniques :
4.1 Les sorties TOR" Actionneurs " :
4.2 Les entées TOR :
4.3 Les entrées analogiques :
4.4 Les entrées de sécurité : " les alarmes "40
5. Mode Manuel :
5.1 Représentation de la bascule SR : 41
5.2 Description de l'opération : 41
5.3 La programmation en step7 : 41
6. Mode Automatique :
6.1 Grafcet Production Normale du processus:
6.2 Les transitions de pesage :
6.3 Grafcet de sécurité :
7. Supervision sur " Wincc Flexible" :
7.1 Définition du Wincc Flexible:
7.2 Démarche pour la conception d'écran de supervision :
Conclusion
Bibliographie
Annexes

Liste des figures :

Figure 1 : Organigramme de la société 11
Figure 2 : Profil de la société
Figure 3 : les phases de fabrication du béton 14
Figure 4 : moteur Vis_Ciment 16
Figure 5 : tapis convoyeur
Figure 6 : Malaxeur-agitateur à axe vertical18
Figure 7 : Malaxeurs à tambour19
Figure 8 : Malaxeur à auge 19
Figure 9 : Liaison MPI entre écran et automate 22
Figure 10 : Structure interne d'un API 23
Figure 11 : schéma synoptique de la centrale 25
Figure 12 : Pyramide CIM
Figure 13 : les langages de programmation du Step7
Figure 14 : Interaction du logiciel-matériel 32
Figure 15 : les applications disponibles dans STEP7
Figure 16 : les blocs utilisés dans la programmation
Figure 17 : appel du bloc fonctionnel
Figure 18 : Les caractéristiques de la CPU utilisée
Figure 19: bascule SR 41
Figure 20: mode manuel
Figure 21: Pesage du ciment
Figure 22: Grafcet de sécurité
Figure 23 : choix de l'écran de supervision 46
Figure 24 : intégration Wincc dans le STEP746
Figure 25 : liaison MPI entre l'automate et le pupitre de commande
Figure 26 : la liaison entre la station et la CPU47
Figure 27: schéma synoptique 48
Figure 28 : l'écran de supervision conçu 48
Figure 29: programmation des boutons poussoir
Figure 30: champs d'entrées et sorties 51
Figure 31 : les alarmes TOR

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les sorties TOR	38
Tableau 2 : Les entées TOR	39
Tableau 3:Les entrées analogiques	39
Tableau 4: Les entrées de sécurité	40

Introduction

Dans le contexte économique actuel, marqué par une concurrence tendue et par la mondialisation des produits et des services, les entreprises ne cessent de chercher des moyens d'améliorer la productivité. Actuellement, les systèmes automatisés performants constituent des solutions d'amélioration de la productivité et de la recherche d'excellence.

En effet, l'acquisition de tels systèmes permet aux entreprises de maitriser les processus de production pour répondre de manière optimale aux demandes des clients et aux besoins du marché.

Cependant l'automatisation est devenue indispensable dans tous les secteurs industriels afin de remplacer les tâches de l'être humain qui sont caractérisées par la répétition, la simplicité, et parfois le danger. En plus les machines automatisées ont une précision et rapidité meilleures que l'être humain.

L'automatisme trouve son utilité dans de nombreux domaines comme par exemple la gestion d'une chaîne de production dans une usine ou bien encore dans le domaine du béton pour la gestion des centrales à béton.

J'ai pour ma part effectué un stage dans le domaine de l'automatisme au sein de l'entreprise PERFECT INDUSTRY située à Kenitra.

L'automatisation du fonctionnement d'une centrale à béton ainsi que la conception d'une interface de supervision qui permet le contrôle et la commande du processus font l'objet de mon projet de fin d'études.

Ce projet sera présenté en 3 chapitres :

- Chapitre 1 : je donne une présentation générale de l'entreprise ainsi que l'espace de travail qui se compose par les différents départements et ses domaines d'activités.
- Chapitre 2 : je présente des généralités sur les centrales à béton, en commençant par la structure générale des centrales à béton, les étapes de fabrication du béton et les différents types des centrales à béton.
- Chapitre 3 : ce chapitre est dédié à la phase d'étude du projet qui est basée sur le cahier de charge imposé par l'entreprise soit la programmation du fonctionnement par l'élaboration de deux modes (manuel et automatique). Et aussi la conception d'une interface de supervision pour la commande et le contrôle de l'installation automatisée.

Et à la fin je terminerai par une conclusion

Chapitre 1:

Présentation de Perfect Industry

1. Introduction :

PERFECT INDUSTRY est une société spécialisée dans le domaine d'installation et la réparation des machines industrielles au Maroc. Avec son personnel qualifié, elle a su gagner la confiance des grandes sociétés.

PERFECT INDUSTRY a été créée en 2000, et compte de nos jours de nombreux salariés qui travaillent dur pour la grande satisfaction de ses clients.

2. Domaines d'intervention de la société :

2.1- Dans le domaine de l'automatisme :

Une équipe constituée d'ingénieurs et de techniciens propose des solutions aux clients sur la base d'un cahier des charges. Cette équipe dimensionne et installe tout type d'automate programmable et de variateurs notamment celui de DELTA dont la société détient le monopole dans tout le Maroc.

2.2- Dans le domaine de l'électronique :

Une équipe de techniciens hautement qualifiés travaillent dans un atelier qui est consacré à la maintenance des cartes et équipements électroniques endommagés.

3. Services proposés :

- Installation, maintenance et réparation des machines électroniques.

- Réparation et fabrication des cartes électroniques.

- Réparation des cartes électroniques des groupes électrogènes.

- Etude, installation des automates programmables.
- Réparation et installation des variateurs de vitesse des moteurs électriques.

- Réparation de tout appareillage industriel (Thermo – régulateurs, étude, appareils des laboratoires, balances électronique).

4. Présentation de l'espace de travail :

La société PERFECT INDUSRTY est constituée de trois départements principaux :

- <u>Département Commercial</u> : Qui inclut la comptabilité et la finance de la société.
- <u>Département Distribution</u> : Se charge de la livraison des appareils conçus ou réparés et de l'apport du matériel nécessaire.
- <u>Département Atelier</u>: Un laboratoire qui se compose de plusieurs postes d'études et de réparation où des ingénieurs et des techniciens se chargent d'effectuer les principales activités de la société.

5. Organigramme :

La structure de l'organigramme de PERFECT INDUSRTY représenté dans la figure 1 est une structure fonctionnelle, qui coiffe un ensemble des activités diverses, et l'information circule entre eux en assurant une certaine coordination qui minimise le pourcentage des défauts et de dysfonctionnement interne.



Figure 1 : Organigramme de la société.

6. Informations complémentaires sur la société :

Dans ce paragraphe, je donne un ensemble de données de la société par son profil représenté par ses coordonnées ainsi que les clients potentiels qui font appel à ses services.

6.1- Profil de la société :

Dans ce tableau de la figure 2, je présente les informations concernant la société en précisant sa raison sociale, son statut juridique ainsi que ses coordonnées.

Raison sociale	Ste PERFECT INDUSRTY
Statut juridique	S.A.R.L
Date de création	Le 12/05/2000
Adresse	Angle avenue Mohammed V rue Sebta immeuble 18- appartement 9 Kenitra
Tel	+212 5 37 36 40 39
E-mail	perfect.industy@yahoo.fr

N° CNSS	6342266
N° de Patente	2043 5301
Siège social	Kenitra

Figure 2 : Profil de la société

6.2- Clients potentiels :

Les clients avec lesquels travaille la société sont considérés parmi les grandes sociétés au Maroc et je présente parmi eux :

- ➢ ONCF KENITRA
- ➢ ONE KENITRA
- > ASSAWK ASSALAM
- > DELPHI
- ➢ REGIE DES TABACS
- SUPER CERAME-GROCER
- CENTRALE LAITIERE
- SUNABEL-SURAC-SUTA
- ➢ KOUTOUBIA
- ≻ Etc....

Chapitre 2:

Généralités sur les centrales à béton

1. La structure d'une centrale à béton (figure 3) :

1-1 Introduction

Une granularité adéquate et une composition appropriée du béton frais n'assurent pas en soi une bonne qualité du béton. En effet, le stockage et le dosage des matières premières, de même que le malaxage, le transport et la mise en œuvre du béton frais sont des opérations qui doivent être effectuées avec la plus grande compétence.

Des défaillances survenant au niveau de chacun de ces facteurs peuvent avoir des incidences néfastes sur la qualité du béton.

La fabrication du béton comprend les phases suivantes :

- l'approvisionnement et le stockage des matières premières;
- la manutention et le transport des granulats;
- le dosage des matières premières et le chargement du malaxeur;
- le malaxage du béton frais;
- la vidange du malaxeur;
- le transport du béton frais.



Figure 3 : les phases de fabrication du béton

2. La classification des centrales à béton

2.1 Généralités

Les différents types de centrales à béton peuvent se classer comme suit :

- selon la méthode de fabrication utilisée;

- selon la configuration de la centrale;

- selon le degré de mobilité.
 - 2.2 Répartition selon la méthode de fabrication utilisée

> Centrale sans malaxeur

Dans ce type de centrale, les matières premières sont uniquement dosées et déversées dans un camion malaxeur. Le malaxage a lieu dans le camion malaxeur; cette méthode, moins appréciée, est très peu utilisée de nos jours.

> Centrale avec malaxeur

Dans ce type de centrale, les matières premières ne sont pas uniquement pesées mais aussi mélangées dans un malaxeur fixe d'où le béton frais est déversé vers un mode de transport approprié.

> Centrale mixte

Dans le cas d'une centrale mixte, le sable, le ciment, l'eau et les éventuels adjuvants et/ou additions sont dosés et pré-malaxés dans un malaxeur fixe. Le malaxage du mortier et des gros granulats s'effectue dans le camion malaxeur.

2.3 Répartition selon la configuration de la centrale

> Centrale de type vertical

Dans cette centrale, les matières premières descendent depuis la partie supérieure des tours le long des silos et des trémies peseuses, vers le malaxeur et ce, sous le simple fait de la gravité. Ce type de centrale est souvent utilisé aux endroits où la superficie est limitée (p.ex. en ville).

3. Le dosage des matières premières

3.1 Généralités :

Pour tous les mélanges de béton à produire, une instruction de malaxage écrite doit être disponible, elle donne des détails sur le type et la quantité des composants.

3.2 Ciment :

Le ciment est généralement dosé en poids. Le dosage en volume est déconseillé étant donné que la masse volumique de ce matériau dépend fortement de son degré de compactage. Dans les centrales à béton, le dosage en volume n'est pas autorisé. Le ciment est toujours commercialisé au poids et exprimé par conséquent en poids dans les compositions à base de béton. Pour le dosage du ciment en vrac, l'extraction à la base du silo se fait par une vis à ciment vers une trémie peseuse située au-dessus du malaxeur. Le dispositif de pesage commande alors automatiquement l'arrivée du ciment (figure4).



Figure 4 : moteur Vis_Ciment

3.3 Granulats :

Les granulats sont presque toujours dosés en poids, parfois en volume. Pour autant que l'on tienne compte de la teneur en eau, la première méthode est la plus précise.





Figure 5 : tapis convoyeur

Dosage en poids :

Le dosage en poids s'effectue selon le type de centrale, le degré d'automatisation et la méthode de pesage utilisée (mécanique, électronique). On distingue :

- le pesage séparé de chaque granulat,

- le pesage cumulatif où l'on pèse successivement les différents granulats dans une même trémie (c'est le cas de mon projet).

Deux facteurs ont leur importance lors du pesage : la précision et la vitesse de pesage. Une bonne méthode consiste à déverser rapidement la plus grande partie des matériaux et à contrôler minutieusement la partie restante en la déversant lentement. A l'heure actuelle, dans la plupart des centrales, il est fait usage d'installations de pesage où la masse souhaitée peut être instaurée préalablement. Ces appareils sont souvent pourvus d'un préréglage permettant de passer automatiquement d'une amenée rapide à une amenée lente et d'atteindre avec précision la masse souhaitée. Pour tous les pesages entièrement ou partiellement automatiques, il y a lieu de contrôler régulièrement si la masse obtenue est exacte et il faut toujours vérifier si les trémies peseuses sont complètement vidées ou, en d'autres termes, si la balance est remise à zéro.

3.4 Eau :

La mesure du taux d'humidité des granulats permet de déterminer la quantité d'eau présente dans les granulats.

La quantité d'eau à ajouter au mélange est la quantité totale d'eau de gâchage prévue, diminuée de la quantité d'eau contenue dans les granulats.

Pour une mesure correcte, les installations sont pourvues :

- soit d'un réservoir à eau avec indicateur de niveau;

- soit d'un réservoir à eau avec compteur volumétrique;

- soit d'un réservoir à eau avec temporiseur réglé manuellement ou automatiquement selon le taux d'humidité des granulats dosés, utilisé le plus souvent pour des mélanges de composition uniforme et à consistance déterminée;

- soit d'une installation de dosage complètement automatique où l'amenée d'eau dans le malaxeur est contrôlée par :

• la mesure de la résistance électrique du béton frais dans le malaxeur;

• la mesure de l'énergie de malaxage absorbée qui dépend de la teneur en eau effective (consistance) du béton frais.

3.5 Adjuvants et additions :

L'utilisation d'adjuvants et d'additions requiert certaines précautions.

Les adjuvants et additions liquides sont généralement dosés en volume et généralement en poids pour ceux en poudre.

4. Le malaxage du béton frais

4.1 Généralités :

Le malaxage est le terme générique qui désigne l'ensemble des opérations successives au dosage, à savoir :

- le remplissage du malaxeur;

- le malaxage proprement dit;

- la vidange du malaxeur.

L'objectif du malaxage consiste à répartir les matières dosées le plus uniformément possible de façon à obtenir un mélange homogène. Lors du malaxage, chaque particule de ciment devra entrer en contact avec l'eau pour pouvoir former de la colle de ciment. Cette dernière doit, à son tour, enrober tous les granulats et également être répartie de manière uniforme dans tout le mélange. Le malaxage des constituants doit être effectué dans une installation mécanique de malaxage et poursuivi jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène.

5. Types de malaxeurs dans les centrales à béton

5.1 Généralités :

Dans la pratique, on rencontrera deux types principaux de malaxeurs, à savoir :

- les malaxeurs à production discontinue;

- les malaxeurs à production continue.

Dans les centrales à béton, on trouve en majorité des malaxeurs à production discontinue.

5.2 Malaxeurs-agitateurs :

> Malaxeur-agitateur à axe vertical

Dans un malaxeur à axe vertical, le malaxage s'effectue dans une cuve au moyen de palettes qui se déplacent indépendamment de la cuve. Il existe des types de malaxeursagitateurs à cuve fixe et à cuve rotative, lesdits malaxeurs à contre-courant. La cuve est remplie par le haut et est habituellement vidée par un registre se trouvant dans le fond ou dans une paroi latérale de la cuve. Les matières premières sont malaxées par le mouvement rotatif des palettes, accompagné ou non d'une rotation de la cuve et, après ouverture du registre de vidange, le béton frais est vidé de l'orifice par les palettes. Le malaxage dans un malaxeur-agitateur est également appelé malaxage forcé.



Figure 6 : Malaxeur-agitateur à axe vertical

Malaxeurs à tambour

Dans ces malaxeurs, le malaxage se fait dans un tambour muni de palettes du côté intérieur qui soulèvent les matériaux à mélanger pendant que le tambour tourne jusqu'à ce que les matériaux redescendent. Les bétonnières à tambour basculant ainsi que les malaxeurs à axe horizontal font partie de ce groupe de malaxeurs. Ce dernier type de malaxeur est principalement utilisé dans une centrale à béton.



Figure 7 : Malaxeurs à tambour

> Malaxeur à axe horizontal

Un malaxeur à axe horizontal fonctionne selon le principe de la chute libre. Dans ce type de malaxeur, le tambour tourne généralement sur des rouleaux d'appui horizontaux. L'orifice de remplissage se trouve à l'arrière du tambour et l'orifice de vidange à l'avant. Le sens de rotation pour le remplissage et le malaxage est opposé à celui de la vidange. Dans ce type de malaxeur où les cuves tournent également dans le sens opposé à celui des palettes, on trouve un ou deux croisillons comme dans un malaxeur-agitateur ordinaire. Ils sont en outre munis de un ou deux rotors pouvant tourner rapidement. Dans ce malaxeur, le ciment, le sable, l'eau et les éventuels adjuvants et/ou additions sont d'abord pré-malaxés au moyen des rotors à rotation très rapide, après quoi ils sont hissés hors de la cuve et les gros granulats sont dosés. Le malaxage subséquent s'effectue au moyen des palettes. Le malaxage du mortier frais au moyen des rotors peut être très rapide et intensif étant donné que ces derniers sont actionnés avec une grande énergie.

Malaxeur à auge

Dans ce type de malaxeur, le malaxage se fait dans deux grandes cuves accolées installées horizontalement dans lesquelles deux arbres horizontaux munis de palettes tournent en sens inverse. Le malaxeur est vidé par un orifice de vidange situé dans le fond.



Figure 8 : Malaxeur à auge

<u>Chapitre 3 :</u>

L'automatisation du processus de fonctionnement de la centrale au sein de PERFECT INDUSRTY

Partie 1 : Présentation de l'automatisme & la supervision

1. INTRODUCTION A L'AUTOMATISME

L'automatisme est une discipline importante et nécessaire dans tous les secteurs industriels car il facilite la tâche des opérateurs intervenants dans toute installation industrielle et il permet de développer des systèmes automatisés qui assurent des tâches dangereuses, répétitives et dans des milieux hostiles pour l'homme. Or l'automatisation de toute unité de production augmente la productivité et améliore la qualité du produit.

Les automates programmables industriels représentent l'élément important de la chaîne automatisée, car il assure de bonnes performances, meilleure flexibilité et facilite la maintenance.

Une automatisation performante assure en plus d'un fonctionnement fiable de l'installation industrielle, la détection de toute anomalie éventuelle. La diversité des processus industriels nécessite des connaissances sur l'aspect processus et les différentes technologies du domaine de l'automatisme.

Les automatismes câblés qui ont précédé les automates programmables industriels sont en développement en même temps que ceux des systèmes de production. Ils sont compétitifs, toute fois leur structure présente des inconvénients relatifs à leur maintenance et leur configuration.

Automate Programmable Industriel "API" 2.1 <u>Définition :</u>

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique. Les constituants élémentaires d'un automate programmable sont :

• Unité centrale de traitement

- L'unité centrale est le cœur de l'automate programmable industriel, elle comporte un microprocesseur et de la mémoire qui permettent de définir sa capacité.
- <u>La liaison MPI (Multi Point Interface)</u> :

Le réseau MPI est un réseau homogène de SIEMENS.

La liaison MPI est assurée via La communication OP "Operator panels" qui permet de réaliser l'échange de données entre les pupitres operateurs et les modules SIMATIC communicants (figure 9). La communication OP met à disposition toutes les fonctions nécessaires au contrôle commande. Ces fonctions sont intégrées dans le système d'exploitation des modules S7SIMATIC. Une CPU peut maintenir simultanément plusieurs liaisons en ligne avec un ou différents OP.



Figure 9 : Liaison MPI entre écran et automate

Concernant l'API utilisé dans cette application, la centrale est commandée par l'automate **313-C** qui a les caractéristiques présentées dans le chapitre 3 et qui contient une unité centrale de traitement qui traite l'ensemble des données reçues par les entrées de l'installation et commande les moteurs et électrovannes, ainsi qu'une liaison MPI qui assure l'échange des données entre l'automate et le pupitre de commande qui est présenté par l'écran **MP 370 15'' tactile.**

2.2 Architecture des Automates :

Les automates peuvent être de type <u>compact</u> ou <u>modulaire</u> :

Type compact: On distinguera les modules de programmation des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les automates, il pourra réaliser des fonctions supplémentaires et recevoir des extensions en nombre limité. Ils sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

Type modulaire : Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées et les sorties résidents dans des unités séparés (modules) et sont fixés sur un ou plusieurs racks. Ces automates sont intègres dans les automatismes complexes où la puissance et la capacité de traitement sont nécessaires.

Or l'API que j'ai utilisé est de type modulaire qui nous permet d'ajouter des modules d'entrées et sorties dans le cas si on voudra améliorer l'application ou bien modifier quelques paramètres en gardant toujours le même automate .

Le schéma ci-dessous (figure 10) présente la structure interne d'un automate programmable industriel qui est composé par une alimentation et les deux parties de commande et l'opérative.



Figure 10 : Structure interne d'un API

2.3 Fonctionnement :

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

Généralement les API ont un fonctionnement cyclique, le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, etc... il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèle appelées BUS qui véhiculent les informations sous forme binaire.

2.4 Choix de l'Automate SIEMENS :

Dans notre cas, la centrale est commandée par l'automate 313-C qui est déjà utilisé.

Or le choix de l'API dans les systèmes automatisés s'est basé sur :

- Nombre d'entrées et sorties : c'est-à-dire, le nombre de modules d'entrées et sorties qu'on doit utiliser.
- Type de processeur : la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions de communication : notre automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande, et spécialement pour l'écran de supervision qui sera mis en place pour poursuivre le fonctionnement de l'installation.

2.5 Applications des automates programmables :

Commande des machines

- > Machines outil à commande numérique
- Machines de chantier, engin de levage
- > Automatisme du bâtiment
- Sécurité, alarmes
- Régulation de Processus Chimie
- > Pétrochimie
- > Pharmaceutique
- > Traitement des eaux
- > Thermique, fours, métallurgie
- Contrôle de systèmes
- Production et distribution d'énergie (électricité, pétrole, gaz) Transports (chemin de fer, routier, marine).

3. GRAFCET :

3.1 Définition :

Le GRAFCET (<u>GRA</u>phe <u>Fonctionnel de C</u>ommande par <u>E</u>tapes et <u>T</u>ransition) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme et établit une correspondance à caractère et combinatoire :

- <u>Les entrées :</u> c'est-à-dire le transfert d'informations de la partie opérative vers la partie de commande.
- Les sorties : c'est-à-dire le transfert d'informations de la partie commande vers la partie opérative.

C'est un outil graphique puissant, simple à déchiffrer ainsi qu'un langage pour la plupart des API existants sur le marché. Il comprend :

- ✓ Des étapes associées à des actions.
- ✓ Des transitions associées à des réceptivités.
- ✓ Des liaisons orientées reliant étapes et transitions.

Pour le principe de fonctionnement est représenté dans l'annexe.

3.2 Domaine d'applications :

Le diagramme fonctionnel est indépendant des techniques séquentielles "tout ou rien", pneumatique, électrique ou électronique, câblées ou programmées, pouvant être utilisées pour réaliser l'automatisme de commande. Mais l'utilisation de séquenceurs, d'une part, et d'automates à instructions d'étapes d'autre part, permet une transcription directe du diagramme fonctionnel.

Cette représentation graphique concise et facile à lire est aisément compréhensible par toute personne en relation avec le système automatisé, du concepteur à l'utilisateur sans oublier l'agent de maintenance.

3.3 Langage et interprétation

4. Introduction à la Supervision :

La **supervision** est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

Or le but de mon projet est de faire une application de surveillance sous forme d'un écran de supervision (MP 370 15" tactile) qui nous permet de superviser l'état de fonctionnement de toute l'installation, ainsi que le contrôle et la commande des différents composants de la centrale à automatiser.

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements : **Automate Programmable Industriel**, ordinateur, carte spécialisée. La plateforme qui constitue le système de supervision est le **Wincc Flexible**.

Le logiciel de supervision est composé d'une page (d'écran), dont l'interface opérateur est présentée sous la forme d'un schéma synoptique (figure 12).



Figure 11 : schéma synoptique de la centrale.

Ce système assure aussi un rôle : de gestionnaire d'alarmes, d'événements déclenchés par des dépassements de seuils (pour attirer l'attention de l'opérateur et d'enregistrement d'historique de défauts).

4.1 Fonctions de la Supervision :

Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés à la production dont les buts sont :

- l'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique...)

- la visualisation de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée de contrôle de processus, avec une mise en évidence des anomalies (alarmes)

- la collecte d'informations en temps réel sur des processus depuis des sites distants (machines, ateliers, usines...) et leur archivage

- l'aide à l'opérateur dans son travail (séquence d'actions, recette) et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème ...)

- fournir des données pour l'atteinte d'objectifs de production (quantité, qualité, traçabilité, sécurité...)

4.2 Pyramide CIM :

Le CIM ("Computer Integrated Manufacturing") est un concept décrivant la complète automatisation des processus de fabrication. C'est à dire que tous les équipements de l'usine fonctionnent sous le total contrôle des ordinateurs, automates programmables et autres systèmes numériques.

Dans le concept CIM, il y avait aussi la fameuse pyramide CIM, qui consistait à "découper" une unité de production en plusieurs niveaux, du niveau "capteurs/actionneurs" (le niveau le plus bas, dit niveau 0) au niveau "gestion", en passant notamment par les niveaux "cellule" et "atelier". Au niveau du contrôle/commande, chaque niveau pouvait être mis en œuvre avec des technologies bien identifiées. Avec l'émergence des technologies d'automatismes répartis, qui couvrent souvent plusieurs niveaux, la pyramide du CIM est de moins en moins en vogue.

La figure 13 représente les différents niveaux de la pyramide CIM.



Figure 12 : Pyramide CIM

Il s'agit d'une représentation comportant 4 niveaux auxquels correspondent des niveaux de décision. Plus on s'élève dans la Pyramide du CIM, plus le niveau de décision est important, plus la visibilité est globale et plus les cycles standards s'allongent.

Un niveau supérieur décide ce qu'un niveau inférieur exécute.

<u>Niveau 3 :</u> la gestion des produits et des stocks, la gestion des approvisionnements, la gestion des clients, des commandes et de la facturation (gérés par les ERP).

<u>Niveau 2</u> : la localisation des produits en stocks, les mouvements physiques et la gestion des lots.

<u>Niveau 1</u> : les automatismes. <u>Niveau 0</u> : les capteurs et actionneurs.

A propos de l'application concernant l'automatisation de la centrale, les niveaux sur lesquels j'ai travaillé sont 0 et 1 qui sont représentés respectivement par les entrées analogiques de pesage (les capteurs), les sorties TOR "les électrovannes et les moteurs "(les actionneurs) et les automatismes représenté par l'API qui traite les différentes données et commande les actionneurs ainsi que l'interface de commande qui nous permet de superviser tout le fonctionnement de l'installation

Partie 2 : la mise en pratique du fonctionnement de la centrale à béton

1- Description du projet

Le but de ce projet est d'automatiser une centrale à béton pour rendre le fonctionnement du processus automatique sans l'intervention de l'être humain sauf que pour le lancement du cycle.

1.1 Les composants de l'installation :

L'installation à automatiser se compose par des éléments communs comme pour toute centrale à béton par un malaxeur, Un dispositif de pesée des agrégats et du ciment, Un ou plusieurs silos de stockage du ciment et des agrégats, des cuves de stockage des adjuvants et de l'eau, des éléments permettant le chargement des agrégats et du ciment (trémies et tapis roulants).

Et plus précisément je recense les différents éléments de cette centrale à béton qui sont comme suit :

- On a 4 Silos qui contiennent respectivement les matières G1, G2, SM et SC.
- On dispose une électrovanne pour chaque silo qui permet de doser les matières sur un convoyeur.
- On a le convoyeur "1" qui transporte l'ensemble des matières dosées vers le convoyeur "2".
- On a le convoyeur "2" qui transporte à son tour l'ensemble des matières transportées par le convoyeur "1" vers le Malaxeur.
- On a 2 trémies de l'eau et du ciment qui disposent des électrovannes qui permettent de doser l'eau et le ciment dans le malaxeur.
- Le remplissage de la trémie est fait par la mise en marche du Vis_Ciment, or son arrêt est conditionnel par l'atteinte de la valeur souhaitée.
- On a un malaxeur qui tourne en 2 sens.
 - o 1^{er} sens : malaxe toutes les matières dosées.
 - o 2^{ème} sens : permet de vidanger suite à commande manuelle d'opérateur.
- Pendant la vidange, les matières s'écoulent dans un camion.

1.2 Cycle de fonctionnement :

Suite au cahier de charge imposé par l'entreprise, on doit respecter un cycle de fonctionnement précis qui permet d'obtenir un béton de qualité bien définie, c'est pour cela j'ai traduit ce cycle de fonctionnement par une liste d'instructions que je vais la programmer par la suite en Grafcet.

- 1- Démarrer le cycle de fonctionnement
 - Appuyer sur le bouton de départ du cycle "Dcy"
 - Mettre le Malaxeur_sens1 à l'état 1 (marche)
 - Mettre le Convoyeur 2 à l'état 1.

2- Peser l'eau et le ciment.

Le pesage de l'eau et du ciment est établi simultanément en actionnant respectivement le moteur vis_ciment et la moto-pompe ainsi que leur arrêt est conditionnel par l'atteinte des valeurs souhaitées.

- Faire marche le Moteur Vis_Ciment & La pompe d'eau
- Pesage du ciment (jusqu'à P=120 kg)
- Pesage de l'eau (jusqu'à P=90 kg)
- Arrêter les 2 moteurs.
- 3- Dosage des matières :

Le dosage des matières est assuré par l'ouverture et la fermeture des électrovannes pour chaque silo par l'atteinte des valeurs de pesage souhaitées pour chaque matière.

a- G1

- o Ouverture d'électrovanne EV1.
- Pesage (jusqu'à P=220 Kg)
- o Fermeture d'électrovanne EV1.
- b- G2
 - o Ouverture d'électrovanne EV2.
 - Pesage (jusqu'à P=220+240=460Kg)
 - Fermeture d'électrovanne EV2.
- c- SM
 - Ouverture d'électrovanne EV3.
 - Pesage (jusqu'à P=310+460= 770 Kg)
 - Fermeture d'électrovanne EV3.
- d- SC
 - o Ouverture d'électrovanne EV4.
 - Pesage (jusqu'à P=770+222=992 Kg)
 - o Fermeture d'électrovanne EV4.
- e- Si∑Poids = ∑poids souhaité
 - Faire marche le convoyeur 1.
- f- Si∑Poids = 0 Kg.
 - o Arrêter le moteur 1.
- 4- Dosage de l'eau et du ciment :

Le dosage de l'eau et du ciment est évacué directement dans le malaxeur.

- Ouverture des électrovannes EV5 "Ciment" et EV6 "Eau".
- Temporisation EV5 " 12s"
- Temporisation EV6 "3s"
- 5- Malaxage Principal

Apres avoir transporté toutes les matières dans le malaxeur, cette étape du processus est pour le malaxage principale du béton temporisé en une minute.

- Malaxeur_sens1 = 1.
- Temporisation = 1 min.
- 6- Vidange :

La dernière étape du processus concerne la vidange du béton vers un camion en mettant la fin du cycle

- Malaxeur_sens2 = 1.
- Temporisation = 3 min.
- Fin de cycle

1.3 Ce qui est demandé (cahier de charge) :

- 1- Identification des E/S de l'installation.
- 2- L'élaboration de la configuration matérielle.
- 3- Elaboration de la table des mnémoniques.
- 4- Elaboration du mode manuel.
- 5- Elaboration du mode automatique (Grafcet séquentiel).
- 6- Conception d'un écran de supervision.

2- Programmation sur Step7

L'automatisation de cette centrale à béton est établie en deux parties, la 1^{ère} qui est la programmation et la 2^{ème} qui est la supervision.

La programmation de ce projet est faite sur le logiciel "Simatic Manager Step7 Siemens "sur lequel on programme le fonctionnement du processus, et pour la supervision elle est faite sur le logiciel "Wincc Flexible "sur lequel on fait la conception de l'interface de supervision.

2.1 Le logiciel "Step 7"

i. Définition du STEP 7 :

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC.

Pour créer un programme S7, on dispose dans STEP 7 de trois langages de programmation CONT, LIST ou LOG (figure14).



Figure 13 : les langages de programmation du Step7

L'automate S7-300 est constitué d'un module d'alimentation, d'une CPU et de modules d'entrées ou de sorties. L'automate programmable contrôle et commande à l'aide du programme STEP7 des installations et des machines qui seront automatisés.

L'adressage des modules d'E/S se fait par l'intermédiaire des adresses du programme STEP7 nommé liste des mnémoniques qu'on va découvrir par la suite.

La figure 15 donne une vue globale d'un système automatisé qui montre l'interaction entre le logiciel "Step7" où on fait toute la programmation du processus ainsi que la CPU avec ses modules d'entrées et sorties et la machine à commander.



Figure 14 : Interaction du logiciel-matériel

ii. Fonction de base de STEP7 :

Parmi les fonctions du logiciel, on trouve :

- > La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication,
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.

Les applications disponibles dans le logiciel sont :

Editeur des mnémoniques	Gestionnaire de projet SIMATIC MANAGER	Configuration de la communication NETPRO
Configuration du matériel	Langage de programmation CONT- LIST- LOG	Diagnostic du matériel

Figure 15 : les applications disponibles dans STEP7

iii. Définition des blocs utilisés dans la programmation :

A ce stade là je commence à présenter et à expliquer les blocs que j'ai utilisés dans la programmation (figure 17).

🎒 pfe C:\Program Files\Siemens\Step7\s7proj\pfe 📃 🗖 🔀						
🖃 🖶 pfe	Nom de l'objet	Nom symbolique	Langage de création			
🖻 🏢 Station SIMATIC 300	Données système		(
🖻 🔛 CPU 313C	🕞 OB1		CONT			
E ST Programme S7[2]	€ FB1	Grafcet_Mode_Auto	GRAPH			
	FB2	grafcet_mode_manuel	GRAPH			
Dipitro enérateur, 1	E FC1	cmd man_auto	CONT			
Fupitie Operateur_1	FC2	pesage	CONT			
	5 FC72	G7_STD_3	LIST			
E Communication	5- FC105	SCALE	LIST			
🕀 🧏 Gestion des alarm	5 FC110		LIST			
😟 🚰 Recettes	5 FC120		LIST			
🗄 🐜 Historique	5 FC130		LIST			
🕀 🎼 Scripts	DB1		DB			
🗄 🌄 Journaux	DB2		DB			
😟 🙀 Listes de textes e	SFC64	TIME_TCK	LIST			
🕀 🏧 Gestion utilisateur	a series and a series of the s					
庄 🚰 Paramétrage du p						
< >	<		>			

Figure 16 : les blocs utilisés dans la programmation

Dans la programmation sous step7, il existe un ensemble de blocs qui servent à remplir une fonction précise, donc je vais présenter brièvement à quoi sert chaque bloc. Quand on procède à la programmation, on entre tout d'abord dans le dossier bloc qui à stocker les :

- -Bloc de code,
- -Données système,
- Bloc de code:

Dans SIMATIC S7, il s'agit d'un bloc qui contient une partie du programme utilisateur STEP7. Un bloc de données qui contient exclusivement des données. Il existe les blocs de code suivants :

- bloc d'organisation(OB)
- blocs fonctionnels(FB)
- fonctions(FC)
- blocs fonctionnels système(SFB),
- fonctions système (SFC).

Dans mon projet j'ai utilisé les blocs qui sont déjà cités, en commençant par le bloc d'organisation(OB) car le système d'exploitation de la CPU S7 exécute toujours l'OB1 dans premier temps et d'une manière cyclique, et on peut aussi se servir de l'OB1 pour appeler des blocs fonctionnels (FB, SFB) ou des fonctions (FC, SFC), et cette option-là qui m'a facilité le travail car j'ai procédé à programmer chaque partie à part. En commençant par le mode manuel dans une fonction, ensuite le mode automatique en Grafcet qui nécessite un bloc fonctionnel en faisant appel aux fonctions de pesage qui constituent les conditions à franchir dans le Grafcet et à la fin une fonction qui sert pour la sécurité du fonctionnement de processus.

La figure 18 montre un aperçu du bloc d'organisation OB1 dont l'appel du bloc fonctionnel où j'ai fait le Grafcet :

aa .	1 mo	de aucomacique		
M3.0	1	DB1		
uto" 1/	"Grafcet_1 EN	fode_Auto" ENO		
νı	-OFF_SQ	S_NO-		
	-INIT_SQ	S_MORE-		
	-ACK_EF	S_ACTIVE-		
	-S_PREV	ERR_FLT-		
		AUTO_ON_		
	-SW_AUTO	TAP_ON-		
	-SW_TAP	MAN_ON-		
	-SW_MAN	0.001		
	-S_SEL			
	_s_on			
	_S_OFF			
	T PUSH			

Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Figure 17 : appel du bloc fonctionnel

Pour les autres fonctions que j'ai utilisées, elles sont représentées en annexe.

- Bloc de données système (SDB):

Un bloc de données système est une zone de mémoire dans l'unité centrale contenant des paramètres système et des paramètres de bloc. Les blocs de données système sont créés et modifies par :

- la configuration matérielle,
- la configuration de liaisons,
- la configuration de communication,
- la configuration de message sur mnémonique.

Dans la suite de ce rapport, je vais montrer toutes ces configurations.

Alors dans le progiciel " step7", on programme le fonctionnement du processus. Donc il s'agit d'automatiser le fonctionnement, et pour se faire, on doit suivre le cahier de charge imposé par l'entreprise.

3. Identification des E/S de l'installation :

Après une analyse du cahier de charge, j'ai essayé dans un premier temps d'identifier quelles sont les entrées et sorties de l'installation ainsi que leurs type soit booléen ou bien analogique.

3.1 Les entrées analogiques :

Pour obtenir un béton avec une qualité bien définie et pour que le déroulement du fonctionnement du processus soit correct, on dispose dans cette centrale des entrées qui nous donnent le poids de la quantité dosée. Les entrées se sont d'un type analogique parce que la donnée reçue est de type réel (poids). Ces entrées sont :

- Pesage des matières dans le convoyeur "1".
- o Pesage du ciment.
- Pesage de l'eau.

Toutes les entrées possèdent une boucle de "4mA -20mA" qui nous donnent le poids de la quantité dosée.

3.2 Les sorties TOR :

Les sorties TOR constituent les actionneurs à commander, et dans notre cas se sont les moteurs et les électrovannes qui soient à l'état marche ou bien à l'arrêt.

- o Les Moteurs :
 - Convoyeur "1",
 - Convoyeur "2",
 - Malaxeur sens1,
 - Malaxeur sens 2,

- Pompe d'eau,
- Vis_ciment.

• Les électrovannes :

- EV1 "G1",
- EV2 "G2",
- EV3 "SM",
- EV4 "SC",
- EV5 "Ciment',
- EV6 "Eau",

3.3 Les entrées TOR :

Pour ce qui concerne le mode manuel, il y a juste des boutons pour commandes les organes de l'installation, autrement dit, il nous faut des <u>entrées TOR</u> pour actionner directement les moteurs et les électrovannes.

- o Départ de cycle,
- Bouton poussoir pour convoyeur 1,
- o Bouton poussoir pour convoyeur 2,
- Bouton poussoir pour EV1,
- Bouton poussoir pour EV2,
- o Bouton poussoir pour EV3,
- o Bouton poussoir pour EV4,
- o Bouton poussoir pour EV5,
- o Bouton poussoir pour EV6,
- Bouton poussoir pour Malaxeur sens 1,
- o Bouton poussoir pour Malaxeur sens 2,
- Bouton poussoir pour pompe d'eau,
- Bouton poussoir pour Vis_Ciment.

3. Elaboration de la configuration matérielle :

Après avoir déterminé les Entrées/Sorties de l'installation, autrement dit, recenser les Entrées/Sorties, ainsi qu'une liaison MPI il faut maintenant choisir une CPU qui réponde aux caractéristiques demandées qui sont 12 entrées TOR, 12 sorties TOR_et 3 entrées analogiques.

C'est pour cela j'ai choisi la CPU 313-C qui a ces caractéristiques.

3.1 Démarche de la programmation :

Après avoir ouvrir le logiciel, on choisit la CPU 313-C.

- Choix de la CPU :

La figure 18 nous montre les caractéristiques de la CPU choisie en précisant sa mémoire, le nombre des entrées et sorties, etc....



<u>C</u> PU:	Type de CPU	No de référence	~	
	CPU312 CPU312 C CPU312 IFM CPU312 IFM CPU313 C	6ES7 312-1AE14-0AB0 6ES7 312-5BE03-0AB0 6ES7 312-5AC02-0AB0 6ES7 313-1AD03-0AB0 6ES7 313-1AD03-0AB0		
	CPU313 C-2 DP	6ES7 313-6CF03-0AB0	~	Les caractéristique
<u>N</u> om de CPU :	CPU313 C(1)			
Adresse <u>M</u> PI :	2 Mémoir D124/D impulst	e de travail 64 Ko; 0,1ms/kinst; 016; AI5/AO2 intégrées; 3 sorl ion (2,5kHz); comptage et mesu Aperc	u>>	

🚍 (0) UR	
1	
2	CPU 313C
2.2	DI24/D016
23	AI5/AO2
2.4	Comptage
3	
4	
F	

Figure 18 : Les caractéristiques de la CPU utilisée.

4. Elaboration de la table des mnémoniques :

En suivant toujours le cahier de charge, et après avoir déterminé les entrées et sorties de l'installation ainsi que leurs type, il est maintenant indispensable de traduire ce type en langage du logiciel.

4.1 Les sorties TOR" Actionneurs " :

Pour les sorties de type TOR c.-à-d. (soit état 1 "marche", soit 0 " arrêt"), on désigne par A plus son adresse.

Le tableau ci-dessous donne les sorties utilisées avec ses adresses.

Par exemple, la première sortie " conv1" est le moteur du convoyeur 1 avec son adresse A0.0.

Mnémoniques	Opérande	Type de données	Commentaire
conv1	A0.0	BOOL	Moteur du convoyeur 1
conv2	A0.1	BOOL	Moteur du convoyeur 2
ev1	A0.2	BOOL	L'électrovanne de la matière G1
ev2	A0.3	BOOL	L'électrovanne de la matière G2
ev3	A0.4	BOOL	L'électrovanne de la matière SM
ev4	A0.5	BOOL	L'électrovanne de la matière SC
ev5	A0.6	BOOL	L'électrovanne du ciment
ev6	A0.7	BOOL	L'électrovanne de l'eau
malax_sens1	A1.0	BOOL	Moteur du malaxeur sens 1
malax_sens2	A1.1	BOOL	Moteur du malaxeur sens 2
pompe_eau	A1.2	BOOL	Moto-pompe de l'eau
vis_ciment	A1.3	BOOL	Moteur du vis_ciment

La troisième sortie " ev1" désigne l'électrovanne 1.

Tableau 1 : Les sorties TOR.

4.2 Les entées TOR :

Pour les entrées TOR, on les désigne par E avec plus son adresse.

Ces entrées se sont des boutons poussoir qui servent directement pour la commande des organes.

Par exemple, l'entrée " **bp_malax_sens1**" est un bouton pour mettre directement le malaxeur sens 1 en marche ou bien l'arrêter.

Mnémoniques	Opérande	Type de données	Commentaire
bp_conv1	E0.0	BOOL	Bouton poussoir du moteur du convoyeur 1
bp_conv2	E0.1	BOOL	Bouton poussoir pour le moteur du convoyeur 2
bp_ev1	E0.2	BOOL	Bouton poussoir de l'électrovanne de la matière G1
bp_ev2	E0.3	BOOL	Bouton poussoir de l'électrovanne de la matière G2
bp_ev3	E0.4	BOOL	Bouton poussoir de l'électrovanne de la matière SM
bp_ev4	E0.5	BOOL	Bouton poussoir de l'électrovanne de la matière SC
bp_ev5	E0.6	BOOL	Bouton poussoir de l'électrovanne du ciment
bp_ev6	E0.7	BOOL	Bouton poussoir de l'électrovanne de l'eau
bp_malax_sens1	E1.0	BOOL	Bouton poussoir du moteur du malaxeur sens 1
bp_malax_sens2	E1.1	BOOL	Bouton poussoir du moteur du malaxeur sens 2
bp_eau	E1.2	BOOL	Bouton poussoir du moto-pompe de l'eau
bp_ciment	E1.3	BOOL	Bouton poussoir du moteur du vis_ciment

Tableau 2 : Les entées TOR

4.3 Les entrées analogiques :

Ces entrées servent à nous donner le poids dosé et elles constituent les conditions à franchir dans le déroulement du fonctionnement du processus.

Mnémoniques	Opérande	Type de données	Commentaire
pesage_mat	PEW770	REAL	pesage des matières
pesage_eau	PEW752	REAL	pesage de l'eau
pesage_ciment	PEW760	REAL	pesage du ciment

Tableau 3:Les entrées analogiques

4.4 Les entrées de sécurité : " les alarmes "

Ces entrées servent pour nous indiquer l'état des composants, en cas où il y a un dysfonctionnement d'un certain composant.

Mnémoniques	Opérande	Type de données	Commentaire
conv1_urg	E3.1	BOOL	entrée d'urgence pour le convoyeur 1
conv2_urg	E3.2	BOOL	entrée d'urgence pour le convoyeur 2
ev1_urg	E3.3	BOOL	entrée d'urgence pour l'électrovanne de la matière G1
ev2_urg	E3.4	BOOL	entrée d'urgence pour l'électrovanne de la matière G2
ev3_urg	E3.5	BOOL	entrée d'urgence pour l'électrovanne de la matière SM
ev4_urg	E3.6	BOOL	entrée d'urgence pour l'électrovanne de la matière SC
ev5_urg	E3.7	BOOL	entrée d'urgence pour l'électrovanne du ciment
ev6_urg	E4.0	BOOL	entrée d'urgence pour l'électrovanne de l'eau
malax1_urg	E4.1	BOOL	entrée d'urgence pour le moteur du malaxeur sens 1
malax2_urg	E4.2	BOOL	entrée d'urgence pour le moteur du malaxeur sens 2
eau_urg	E4.4	BOOL	entrée d'urgence pour moto- pompe de l'eau
ciment_urg	E4.3	BOOL	entrée d'urgence pour le moteur du vis_ciment
arr_u	E2.3	BOOL	arrêt d'urgence total

Tableau 4: Les entrées de sécurité

5. Mode Manuel :

Ce mode sert à commander manuellement tous les composants de l'installation, en appuyant juste sur des boutons poussoirs (des commutateurs).

Ce mode a pour but soit pour s'assurer que tous les composants sont en marche, soit pour effectuer des cycles manuels.

J'ai utilisé une bascule SR pour commander les organes manuellement.

5.1 Représentation de la bascule SR :



Figure 19: bascule SR

5.2 Description de l'opération :

SR (Bascule mise à 1, mise à 0)

Cette opération exécute la mise à 1 si l'état de signal est 1 à l'entrée S et 0 à l'entrée R. si l'état de signal est 0 à l'entrée S et 1 à l'entrée R, la bascule est mise à 0. Si le RLG est égal à 1 aux deux entrées, c'est l'ordre qui compte : la bascule SR exécute d'abord la mise à 1, puis la mise à 0 de l'<opérande> indiqué. L'opérande reste donc à 0 pour le reste du programme.

5.3 La programmation en step7 :

J'ai créé tout d'abord une fonction dans le logiciel et je la nomme "mode manuel", ensuite j'ai utilisé la bascule SR pour commander la sortie. La raison pour laquelle j'ai choisi la bascule c'est que s'il y a une contradiction c.-à-d. les deux entrées sont à 1, la sortie reste à 0.

Je prends comme un exemple la commande d'électrovanne 1 (figure 20) :

Comme pour entrées, j'ai le bouton poussoir de commande d'électrovanne 1 "E0.0", un contact ouvert et l'autre est fermé, et pour la sortie il y a l'actionneur à activer.

Et pour des raisons de sécurité, j'ai ajouté deux entrées, la première est pour l'arrêt total du système suite à une commande, et la deuxième sert pour nous indiquer s'il y a un défaut dans cet organe.

Or le principe de fonctionnement de ce mode manuel s'applique sur les autres organes (voir annexe).





6. Mode Automatique :

Le mode automatique est le cœur de ce projet, il nous permet d'automatiser tout le fonctionnement, en appuyant juste sur un bouton de départ du cycle.

Ce mode est programmé en Grafcet, et pour établir le Grafcet il faut :

- Détermination des étapes "les actions" :
- Activation des sorties " Moteurs, électrovannes ... "
- Détermination des transitions "s e sont les conditions à franchir" :
 - <u>Pesage des matières :</u> " les entrées analogiques ",
 - <u>Temporisation.</u>

6.1 Grafcet Production Normale du processus:

En partant du cahier du charge et en suivant le cycle du fonctiennement déjà decrit. J'ai traduit ce cycle en Grafcet qui est presenté ci-dessous :

6.2 Les transitions de pesage :

Les transitions de pesage constituent les conditions à franchir dans le Grafcet, or la donnée de pesage est de type analogique c.-à-d. réel or pour activer une transition l'information est booléen et pour remédier à ce problème, j'ai utilisé la fonction " scal" ou bien la mise à l'échelle.

Cette fonction de la mise à l'échelle convertit la donnée d'entrée de type réel en une sortie de type numérique en précisant dans la programmation l'adresse d'entrée, l'intervalle de mesure (la basse et la haute limite) ainsi que la sortie.

Je prends comme exemple le pesage du ciment :

On doit tout d'abord peser la quantité du ciment c.-à-d. convertir l'entrée analogique "PEW760" en une sortie numérique "MD100" qui est à son tour l'entrée à comparer avec la valeur souhaitée pour qu'on puisse activer la sortie qui est la condition à franchir.

La figure donne un aperçu du programme sous "Step7".

- Réseau : 4 transition ciment Réseau : 3 pesage ciment A1.6 FC110 pesage ΕN ENO ciment CMP >=R PEW760-IN RET VAL-MW20 1.000000e+ MD100 MD100 OUT - "ciment" 003-HI LIM "ciment"-IN1 0.000000e+ MD110 000-LO LIM "quant ciment". M10.0-BIPOLAR
- Pesage du ciment :



6.3 Grafcet de sécurité :

Pour le fonctionnement normal, il nous faut obligatoirement un arrêt d'urgence qui arrête tout le processus, autrement dit, un Grafcet de sécurité (figure 22).



Figure 22: Grafcet de sécurité.

7. Supervision sur "Wince Flexible" :

7.1 Définition du Wincc Flexible:

Wincc flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. Wincc flexible réunit les avantages suivants:

- Simplicité
- Ouverture
- Flexibilité

Wincc flexible est le logiciel de Scada de Siemens qui permet de créer des systèmes de supervision. Il permet ainsi de programmer les Panels de supervision de Siemens. Il dispose du langage de script VB script qui permet de faire appel à des fonctions bien définies. Il peut être associé à TIA Portal ou au système numérique de contrôle commande PCS7.Il utilise Microsoft SQL Server pour gérer l'historisation des données. Les projets de conception d'interface homme-machines sous Wincc Flexible, peuvent être simulés sur PLCSim le simulateur de Siemens.

7.2 Démarche pour la conception d'écran de supervision :

Pour superviser et commander notre travail, il nous faut un pupitre de commande "Ecran de supervision". C'est pour cela j'ai utilisé le "Wincc Flexible" qui nous permet de communiquer avec le "Step7" et de concevoir une interface pour la supervision du processus.

7.2.1 Choix de l'écran :

Dans un premier temps, on doit choisir un écran de supervision qui convient avec le schéma synoptique correspondant (figure 12). L'écran choisis est présenté dans la figure 24 qui est " MP 370 15 Touch" (tactile).

📽 Sélection du pupitre		
	Type de pupitre	
	 Basic Panels Panels Multi Panels 170 270 370 MP 370 12" Key MP 370 15" Touch MP 377 12" Key MP 377 12" Key MP 377 12" Touch MP 377 15" Touch MP 377 15" Touch MP 377 15" Touch Daylight MP 377 19" Touch SliMATIC C7 Sinumerik 	
	Autres pupitres opérateur Version du pupitre 7.2.4.0	~
	OK Anr	nuler

Figure 23 : choix de l'écran de supervision

7.2.2 La liaison entre Wincc et le Step 7 :

Pour réussir la communication entre l'automate et le pupitre de commande, j'ai intégré le "Wincc Flexible" dans le "Step7" (figure 25).

rojet	Edition Affichage Insertion Format	Blocs d'affichage	<u>O</u> utils Fe <u>n</u> être <u>Ai</u> de
2	<u>N</u> ouveau Nouveau projet avec Project <u>Wi</u> zard		B ↔ M ↓ . M. M ↔ M.
•	O <u>u</u> vrir <u>F</u> ermer	Ctrl+O	
	<u>E</u> nregistrer En <u>r</u> egistrer sous Sauvegarder comme <u>v</u> ersion Enregistrement et optimi <u>s</u> ation	Ctrl+S	<u>vs</u>
	Arch <u>i</u> ver Désarc <u>h</u> iver		-
	Modifier le type de pupitre Importation / Exportation	×	
	Intégrer dans le projet STEP 7		
	<u>C</u> opier du projet STEP 7.		
	Imprimer l <u>a</u> documentation du projet Imprimer la sélection	Ctrl+P Ctrl+W	
	⊆ompilateur	۱.	
	Transférer	F	
	Projets récents	E.	
1	Quitter		
	Textes du projet Dictionnaire Structures		

Figure 24 : intégration Wincc dans le STEP7

Ensuite j'ai réalisé une liaison MPI entre le pupitre et la CPU dans le "Step7" (figure 26).



Figure 25 : liaison MPI entre l'automate et le pupitre de commande

Par la suite j'ai établi la liaison entre la station et la CPU (figure 27).

	la-sic	nil-t- diti	(market)	Deuterstin	1	(Pa lines	LIAISOI
aison_1	Activé	 SIMATIC 57 300/400 	Ipfe\Station SIMATIC 300	✓ CPU 313C	CPU 313C	Chilighte ▼ Activé	
outorio.c					-		
		<					
nètres C	oordination						
MP 370 15"	Touch						Station
	Interfa	.e					
	IF18 M	PI/DP					1



7.2.3 Choix des icônes convenables avec le schéma synoptique

Le Wincc flexible contient une bibliothèque des icônes qui schématise tous les composants industriels soient mécaniques, électriques, thermiques..., qui nous permet de choisir aisément le composant convenable avec l'installation à superviser.

Pour mon projet, il s'agit des silos pour les matières, des convoyeurs, des trémies, des moteurs, des électrovannes, un malaxeur et un camion de transport.



Figure 27: schéma synoptique

Ecran de supervision :

Pour schématiser toute l'installation, j'ai choisis l'écran " MP 370 15" touch".

Pour la conception de l'écran de supervision, j'ai essayé de donner une vue globale du projet en schématisant tous les composants ainsi que les boutons, et les champs d'entrées/sorties.



Figure 28 : l'écran de supervision conçu

Après avoir choisi les icones convenables avec le schéma synoptique grâce à la bibliothèque du Wincc Flexible, il est maintenant le temps de programmer chaque icône choisie.

Chaque icône est associée à des évènements bien définis suite au cahier de charge.

1- Programmation des boutons poussoir :

Je commence par la programmation des boutons. Chaque bouton a une fonction d'enclenchement d'évènement c.-à-d. à chaque fois qu'on clique sur le bouton d'un élément, la mise à 1 ou à 0 est faite mais juste en mode manuel, donc l'option qui remplit cette est "inverser bit".

Je choisis la fonction convenable et la variable en question pour chaque icône en faisant appel aux variables de la CPU en liaison avec, à travers la liaison MPI entre la CPU et le pupitre de commande.

Je prends comme exemple le dosage de la matière G1 qui est commandé par l'ouverture et la fermeture d'électrovanne 1 (figure 30).



Figure 29: programmation des boutons poussoir

2- La visibilité des matières :

La deuxième option que j'ai programmée est la visibilité des matières pendant le déroulement du fonctionnement du processus.

Si par exemple j'appuie sur un bouton de dosage d'une matière, cette dernière doit apparaitre dans l'écran. L'option choisie pour cet évènement est la visibilité (figure 31).

	ON/OFF Pesage	SM SC SM SC 000 Kg
Bibliothèque icônes	_28 (Bibliothèque icô	ones)
Propriétés	Mativees	
Représentation	Variable	Etat de l'objet
 Dynamisation Déplacement diagonal Déplacement borizont 	ev1	 Visibles
 Déplacement vertical 	Туре	
 Déplacement direct Visibilité 	◯ Entier	Plage de 🖸 🛨 à 🖸
Evénements	 Bit Position de bit 	0 🚊

3- Les champs d'entrées et sorties :

Les informations reçues par les capteurs ainsi que les valeurs qu'on souhaite les obtenir dans le processus représentées par les quantités des matières dosées sont considérées comme des champs d'entrées et sorties (figure 31).

	Quantité 000 000 000	000
	Doser Doser Doser	er : Doser
	G1 G2 SN	
imp E/S_8 (i Sénéral Propriétés Animations	Champ E/S)	Format
mp E/S_8 (iénéral ropriétés nimations ivénements	Champ E/S) Type de champ d'E/S Mode Entrée	Format Type de format Décimal V
mp E/S_8 (iénéral ropriétés nimations vénements	Champ E/S) Type de champ d'E/S Mode Entrée	Format Type de format Décimal V
mp E/S_8 (sénéral Propriétés nimations svénements	Champ E/S) Type de champ d'E/S Mode Entrée Variable de processus quant_g1	Format Type de format Décimal 💌 Modèle de format 999 👻

	Quantité 000 000 00	JU . 000
	Doser Doser Do	oser Doser
	G1 G2 S	
	Pesage [000	
<		500
<[Champ E/S_2 (Cl	namp E/S)	0.09
Champ E/S_2 (Cl Général Propriétés	namp E/S)	
Champ E/S_2 (Cl Général Propriétés Animations	Type de champ d'E/S	Format
Champ E/S_2 (Cl Général Propriétés Animations	Type de champ d'E/S Mode Sortie	Format Type de format Décimal
Champ E/S_2 (Cl Général Propriétés Animations	Type de champ d'E/S Mode Sortie	Format Type de format Modèle de format
Champ E/S_2 (Cl Général Propriétés Animations	Type de champ d'E/S Mode Sortie Variable de processus	Format Type de format Modèle de format 999

Figure 30: champs d'entrées et sorties.

4- Les alarmes TOR :

Les alarmes TOR assurent le rôle de sécurité et de diagnostic car elles s'affichent au cas il y une panne sur un organe dans l'installation ainsi que pour attirer l'attention d'opérateur qui est devant l'écran de supervision (figure 32).

S'il y a une panne au cours de fonctionnement, un message s'affiche pour indiquer l'opérateur d'où vient cette anomalie.

9 x	process Ralarmes TOR					
ipitre opérateur_1(MP 370 15" Tou					ļ	LARMES TOR
vues → AjouterVue - ☐ Modèle	Texte	🔺 Numéro	Classe	Variable de déclenchement	Numéro de l	oit Adresse de déc
	ARRET D'URGENCE	1	Erreurs	▼ alarme	• 8	
alarmes	PANNE CONVOYEUR 1	8	Erreurs	alarme	15	M 30.7
process	PANNE CONVOYEUR 2	9	Erreurs	alarme	0	M 31.0
✓ Coninduidadon	PANNE ELECTROVANNE 1 " MATIERE G1"	2	Erreurs	alarme	9	M 30.1
S ^T Liaisons	PANNE ELECTROVANNE 2 " MATIERE G2"	3	Erreurs	alarme	10	M 30.2
🚭 Cycles	PANNE ELECTROVANNE 3 " MATIERE SM"	4	Erreurs	alarme	11	M 30.3
Gestion des alarmes	PANNE ELECTROVANNE 4 " MATIERE SC"	5	Erreurs	alarme	12	M 30.4
Alames TOR	PANNE ELECTROVANNE 5 " CIMENT "	6	Erreurs	alarme	13	M 30.5
🤯 Paramétrage	PANNE ELECTROVANNE 6 " EAU"	7	Erreurs	alarme	14	M 30.6
Recettes	PANNE MALAXEUR SENS 1	10	Erreurs	alarme	1	M 31.1
Historique	PANNE MALAXEUR SENS 2	11	Erreurs	alarme	2	M 31.2
Historique Scripts Journaux Listes de textes et de graphique: Gestion utilisateur runtime Paramétrage du pupitre	PANNE MOTOPOMPE	13	Erreurs	alarme	4	M 31.4
	PANNE VIS CIMENT	12	Erreurs	alarme	3	M 31.3
	PAINE MALAVEUR SENS 2 PAINE MOTOPOMPE PAINE VIS CIMENT	11 13 12	Erreurs Erreurs Erreurs	alarme alarme alarme	2 4 3	M 31.2 M 31.4 M 31.3

Figure 31 : les alarmes TOR

A ce point-là je mets fin à la partie supervision, mais pour vous puissiez sentir et appréciez ce travail de supervision, la simulation de fonctionnement de ce processus valorise ce que j'étais entrain de rédiger.

Conclusion

Arrivant à la fin de mon projet de fin d'études concernant l'automatisation d'une centrale à béton au Perfect Indusrty, je présente le bilan du travail effectué. D'abord il fallait bien s'intégrer et comprendre le fonctionnement de la société et ses différents services afin de pouvoir bénéficier de la collaboration de ses différents membres et de leurs conseils.

Ensuite, j'ai commencé l'étude par une analyse de l'existant pour bien comprendre les problèmes du système actuel et afin de trouver les axes de progrès prioritaires à traiter.

Les axes prioritaires à traiter sont :

- Comprendre le fonctionnement de l'installation,
- Recenser les composants de l'installation afin de les automatiser pour choisir la CPU qui réponde aux caractéristiques demandées,
- L'élaboration des modes de fonctionnement en répondant au cahier de charge imposé.
- La conception d'un écran de supervision.

Finalement, j'ai pu développer un programme répondant au cahier de charge imposé, celui-ci a pour but l'automatisation du fonctionnement de l'installation. Ce programme dispose de deux modes de fonctionnement (manuel et automatique). J'ai aussi développé une application de supervision permettant de contrôler et commander toute l'installation en utilisant la plateforme Wincc. Cette plateforme constitue un axe essentiel dans ce projet car il englobe tout le travail accompli.

Ce travail a été implémenté et mis en service, et il a donné des résultats attirants tout en respectant le cahier de charge et le délai prévu pour la réalisation de ce projet qui a laissé l'impression de satisfaction chez les gérants de l'entreprise de Perfect Industry.

Bibliographie

[1] : http://www.e-cours.com/search/label/automatisme

 $\cite{2}: http://fr.slideshare.net/simosbai1/savedfiles?s_title=introduction-automatisme-industriel&user_login=adnaneahmidani$

[3] : http://fr.wikipedia.org/wiki/B%C3%A9tonni%C3%A8re

[4] : http://www.ammann-group.com/fr/home/centrale-a-beton/

[5] : http://monindependancefinanciere.com/lenciclopedie/seccion-c/centrale-a-beton.php

[6] : https://www.youtube.com/watch?v=ATh9dHUonUc

[7]: <u>https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10202317827546219&set</u> =gm.402681713224860&type=1&theater

[8] : <u>https://www.facebook.com/groups/tutorial.mrplc/403816593111372/?ref</u> =notif¬if_t=group_activity " Page fb formations & logiciels "

Annexes

1- Principe du Grafcet :

Pour visualiser le fonctionnement de l'automatisme, le GRAFCET utilise une succession alternée d'ETAPES et de TRANSITIONS.

A chaque étape correspond une ou plusieurs actions à exécuter. Une étape est soit active, soit inactive. Les actions associées à cette étape sont effectuées lorsque celle-ci est active.

Les transitions indiquent avec les LIAISONS ORIENTEES, les possibilités d'évolution entre étapes.

A chaque transition est obligatoirement associée une condition logique pouvant être vraie ou fausse. Cette condition de transition est appelée RECEPTIVITE. L'évolution d'une étape à une autre ne peut s'effectuer que par le franchissement d'une transition.

Une transition ne peut être franchie, donc activer l'étape suivante que :

- Si elle est validée par l'étape antérieure active,
- Et que les conditions de réceptivité soient satisfaites.

Dans la figure ci-dessous, je présente le principe de fonctionnement du Grafcet qui est sous forme d'un schéma comportant un ensemble d'étapes associées à des actions et des transitions qui forment les conditions à franchir pour passer à l'étape suivante.





- Etape initiale : représente une étape qui est active au début du fonctionnement. Elle se différencie de l'étape en doublant les côtés du carré.
- Transition : la transition est représentée par un trait horizontal
- * Réceptivité : les conditions de réceptivité sont inscrites à droite de la transition
- Etape : chaque étape est représentée par un carré repéré numériquement
- Action(s) : elles sont décrites littéralement ou symboliquement à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles reliés par un trait à la partie droite de l'étape.
- Liaisons orientées : indique le sens du parcours.
- 2- la programmation du mode manuel



Annexe 2 : mode manuel 1



Annexe 3: mode manuel 2

3- Pesage des matières G1 & G2 :

