

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière Automatique

Automatique et Informatique Industrielle

présenté par

Mouloudj Oussama

&

Benmeddah Yasser

# Automatisation d'une centrale à béton Mobile

Proposé par : Ayade Hocine

Année Universitaire 2018-2019

*Ce travail modeste est dédié :*

*À nos parents;*

*À tous nos proches de la famille,*

*et plus particulièrement, nos sœurs et nos frères tout à son  
nom;*

*et sans oublier les familles Mouloudj ET Benmeddah;*

*À tous mes chers amis et mes collègues de l'Université de  
Saad Dahleb ;*

*Et à tous ce qui ont enseigné nous au long de ma vie  
scolaire.*

## Remerciements

---

*Avant de Commencer, nous remercions **DIEU** pour tout le courage, la foi, la force, la volonté et la patience qu'il nous a accordé pour pouvoir achever ce travail nous le remercions de nous avoir donné des familles, qui nous ont toujours soutenu dans les bons et mauvais moments, ainsi que des amis qui nous ont toujours été à nos côtés.*

*Nos plus sincères remerciements vont à notre promoteur enseignant **Mr.Ayade hocine**, qui a toujours été là pour nous durant toute l'année, de nous avoir soutenus, épaulé, enseigné, et de nous avoir poussés au-delà de nos limites, dans une année difficile. Merci d'avoir cru en nous.*

*Merci également à la société **SARL AMAN INTERNATIONAL** qui nous a proposé le thème de ce projet et qui nous a donné la chance d'appliquer nos connaissances sur terrain.*

*Enfin, nous ne pouvons qu'être reconnaissantes à toute personne ayant contribué de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.*

---

## ملخص:

أصبح إنتاج الخرسانة مهمًا مع مرور الزمن، حيث يبذل المقاولون قصارى جهدهم لتزويد العملاء بخرسانة عالية الجودة. و من جهة اخرى، يعمل صانعو الآلات على تطوير منتجاتهم من محطات انتاج الخرسانة باستمرار عن طريق إضافات مهمات أكثر تعقيدًا باستخدام أنظمة البرمجة الصناعية . في هذا المشروع، سنعمل على برمجة محطة إنتاج خرسانة متنقلة و حديثة مع برنامج المراقبة الآني للإنتاج. حيث تتميز محطتنا بدورة إنتاج أقصر وتشغلا أكثر أمانًا.

**كلمات المفاتيح:** محطة إنتاج الخرسانة ، آلية ، برنامج مراقبة الإنتاج.

---

## Résumé :

La production du béton devient de plus en plus importante, les entrepreneurs font leur possible pour fournir aux clients un béton de haute qualité. De leurs part, les constructeurs des machines ne cessent pas d'améliorer leurs centrales à béton en ajoutant des taches plus complexe à l'aide des automates programmables(API) . Dans ce projet on va programmer une centrale à béton mobile moderne avec un logiciel de supervision. Notre centrale à béton offre un cycle de rotation plus rapide et un fonctionnement plus sûr.

**Mots clés :** centrale à béton ; automatique ; supervision.

---

## Abstract :

The production of concrete is very important in this time, the contractors are doing their best to provide customers with high quality concrete. Byy they turn, the productors improuve continually their concrete plants by adding more complex tasks using programmable logic controllors (PLC). In this project we will program a modern mobile concrete mixing plant with supervision software. Our concrete batching plant offers a faster rotation cycle and safer operation.

**Keywords :** Concrete plant ; automation ; superision.

## Listes des acronymes et abréviations

**API** : Automate programmable industrielle.

**CEI** : Commission Electrotechnique Internationale.

**DCS** : Distributed Control Systems.

**EEPROM** : Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

**EPROM** : Erasable Programmable Read-Only Memory

**Grafset** : Graphe fonctionnel de commande des étapes et transitions.

**IHM** : Interface Homme Machine.

**LED** : Light Emitting Diode

**MPI** : Message Passing Interface.

**PLC** : Programmable logic control.

**PLCSIM** : Programmable logic control Simulator.

**Profibus-DP** : Process Field Bus-Decentralized Peripherals.

**Profibus-DP** : Process Field Bus-Decentralized Peripherals.

**RAM** : Random Access Memory.

**ROM** : Read-Only Memory.

**Rt Ad** : Runtime Advanced

**RTU** : Remote Terminal Unit.

**SCADA** : Supervisory Control And Data Acquisition .

**TCP/IP** : Transmission Control Protocol / Internet Protocol.

**TIA Portal** : Totally Integrated Automation.

**TOR** : Tout Ou Rien.

# Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre1</b> : Présentation de la société AMAN .....	<b>2</b>
<b>1.1) Introduction</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2) Domaine d'activité</b> .....	<b>2</b>
1.2.1) Dans le commerce.....	2
1.2.2) Dans le technique.....	2
<b>1.3) Structure de l'entreprise</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4) Clients potentiels</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5) Conclusion:</b> .....	<b>3</b>
<b>Chapitre2</b> : Généralités sur les centrales à béton :.....	<b>4</b>
<b>2.1) Introduction</b> :.....	<b>4</b>
<b>2.2) La centrale à béton</b> :.....	<b>4</b>
<b>2.3) Classification des centrales à béton</b> .....	<b>5</b>
2.3.1) Architecture de la centrale à béton .....	5
2.3.2) Degré de mobilité de la centrale à béton .....	5
2.3.3) Type de transporteur d'agrégat .....	6
2.3.4) Type de malaxeur .....	7
2.3.5) Type de commande :.....	8
<b>2.4) Le dosage de matières premières</b> .....	<b>8</b>
2.4.1) Pesage du ciment .....	10
2.4.2) Pesage des granulats .....	10
2.4.3) Pesage d'eau .....	10
2.4.4) Les adjuvants .....	11
<b>2.5) Conclusion</b> .....	<b>12</b>
<b>Chapitre3</b> : L'automatisation et la supervision industrielle .....	<b>13</b>
<b>3.1) Introduction</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2) Les Automates programmables industrielles</b> .....	<b>13</b>
3.2.1) Caractéristiques générales des APIs .....	14
3.2.2) Structure interne d'un automate programmable industrielle(API) .....	14
3.2.3) Fonctionnement des APIs .....	15
3.2.4) Langages de programmation .....	17
<b>3.3)La supervision industrielle</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4) Les systèmes SCADA</b> .....	<b>19</b>
3.4.1) Fonctionnement d'un système SCADA .....	20

3.4.2) Architecture des systèmes SCADA .....	21
<b>3.5)Tia portal Win CC .....</b>	<b>22</b>
3.5.1) Avantage du TIA Portal .....	23
<b>3.6) Conclusion .....</b>	<b>25</b>
<b>Chapitre4 : Mise en œuvre de la solution .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1) Introduction .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2) Problématique.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3) Etude du système .....</b>	<b>26</b>
4.3.1) Les composants du centrale à béton AMAN .....	26
4.3.2) Le câblage de la centrale .....	27
<b>4.4) Cahier de charge.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5) Cycle de fonctionnement .....</b>	<b>36</b>
4.5.1) les entrées et les sorties du système .....	36
<b>4.6) Elaboration du programme sur TIA Portal .....</b>	<b>37</b>
4.6.1) Partie programmation .....	38
4.6.2) Partie supervision .....	49
4.6.3) la connexion entre l'API et Runtime Ad .....	52
<b>4.7) Conclusion .....</b>	<b>53</b>
<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>54</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>55</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>57</b>

## Liste des figures

Figure1 : Organigramme de la société.....	3
Figure2: Les composants d'une centrale à béton mobile à deux tapis.....	4
Figure3 : centrale à béton vertical.....	5
Figure4 : Centrale à béton horizontal.....	5
Figure5 : Centrale à béton fixe.....	6
Figure6 : Centrale à béton mobile.....	6
Figure7 : Centrale à béton à Skip.....	6
Figure8 : centrale à béton convoyeur.....	6
Figure9: un malaxeur vertical.....	7
Figure10: un malaxeur horizontal.....	7
Figure11 : malaxeur à tambour sur camion.....	8
Figure12: Load cell forme S.....	9
Figure13: Load cell standard.....	9
Figure14 : un transporteur à vis.....	10
Figure15 : Indicateur de niveau d'eau électronique. ....	11
Figure16 : Les adjuvants et leurs effets sur le béton. ....	11
Figure17: Schéma d'un API modulaire.....	14
Figure18: Architecture interne d'un API.....	15
Figure19 : Cycle d'exécution d'un programme API. ....	16
Figure20 : Temps de scrutation vs Temps de réponse.....	16
Figure21 : exemple d'un programme grafcet. ....	17
Figure22 : exemple d'un réseau de programme Ladder.....	18
Figure23 : Les types de contact les plus utilisés sur ladder. ....	18
Figure24: utilisation des RTU dans un SCADA. ....	21
Figure25 : Architecture d'un système SCADA.....	22
Figure26: Page Start du TIA Portal V13.....	23
Figure27 : les dispositifs programmés par TIA Portal. ....	24
Figure28: écran personnalisé poste de travail sur TIA Portal ....	24
Figure29 : Vue Appareils et Réseaux du Tia portal ....	25

Figure30 : Structure générale d'une centrale à béton AMAN40 Mobile.....	27
Figure31.a : schéma-1- du circuit de la puissance.....	28
Figure31.b : schéma-2- du circuit de la puissance.....	29
Figure31.c : schéma-3- du circuit de la puissance.....	30
Figure32.a : schéma-1- du circuit de commande. ....	31
Figure32.b : schéma-2- du circuit de commande.....	32
Figure32.c : schéma-3- du circuit de commande. ....	33
Figure33 : Schéma pneumatique de la centrale à béton AMAN.....	34
Figure34 : Organigramme du fonctionnement exigé par le cahier de charge.....	35
Figure35 : API Siemens S-314C-DP et ces caractéristiques.....	38
Figure36 : Module de sorties TOR et ses caractéristiques. ....	38
Figure37.a : Table de mnémonique du projet. ....	39
Figure37.b : Table de mnémonique du projet (suite).....	40
Figure38 : les Blocs et les fonctions utilisées dans le projet. ....	41
Figure39 : démarrage du système. ....	41
Figure40 : appel de la fonction lecture du poids. ....	42
Figure41 : démarrage d'une pompe à eau avec maintien et une autre sans maintien....	42
Figure42 : appel du grafcet auto. ....	43
Figure43 : démarrage étoile triangle du malaxeur JS750.....	43
Figure44 : choix de la recette ....	44
Figure45: calcule le nombre du cycle de rotation.....	45
Figure46 : calcule des quantités de la production.....	45
Figure47 : la fonction SCALE utilisé pour lire les poids.....	46
Figure48 : Grafcet du mode automatique.....	47
Figure49 : connexion entre un ordinateur et un API virtuel de PLCSIM.....	48
Figure50 : démarrage de la simulation avec PLCSIM.....	48
Figure51 :Vue principale du projet.....	49
Figure52 : Les étapes de programmation d'une LED. ....	50
Figure53 : Programmation du bouton Exit pour fermer la fenaitre du Runtime Ad.....	50
Figure54 : programmer un afficheur décimal du poids des granulats. ....	51
Figure55 : programmer une recette du production.....	51
Figure56 : vue de recettes.....	52

Figure57 : la connexion profibus entre l'API et Wincc RT.....52

Figure58 : fenêtre du S7-PLCSIM pour contrôler la centrale à béton automatique....56

# Introduction générale

---

Dans le domaine de la construction, la production du béton devient de plus en plus importante, les entreprises font leur possible pour améliorer la productivité. De leurs parts aussi les producteurs des centrales à béton ne cessent pas de fournir des machines plus complexes, plus sécurisées, plus productives et surtout plus autonomes.

Pour une entreprise de béton, avoir un tel système complexe et automatique leur permet de maîtriser les processus de production pour répondre de manière optimale aux demandes des clients et aux besoins du marché.

L'automatique intervient dans plusieurs domaines (industrielle, médical, agricole...). D'un petit appareil médical, jusqu'aux des chaînes de productions des grandes usines. Cependant l'automatique est devenue indispensable dans les secteurs industriels afin de remplacer les tâches de l'humain qui sont généralement: simple, répétitive et parfois dangereuse.

De notre part nous avons effectués un stage dans le domaine d'automatique au sein de SARL AMAN INTERNATONAL situé à Blida.

Après le contact direct avec les machines du secteur de la construction et la compréhension du fonctionnement des machines, la société nous a proposé le projet de L'automatisation du fonctionnement d'une centrale à béton mobile ainsi que la conception d'une interface de supervision qui permet de contrôler et de commander le processus auquel l'objet de notre projet de fin d'études.

Ce projet sera présenté en quatre chapitres :

- Chapitre 1: Présentation de la société AMAN.
- Chapitre 2: Généralités sur les centrales à béton.
- Chapitre 3: L'automatisation et la supervision industrielle.
- Chapitre 4: Mise en œuvre de solution.

Et nous mettons fin à notre projet par une conclusion.

# Chapitre 1 Présentation de la société AMAN

---

## 1.1 Introduction

Sarl AMAN INTERNATIONAL, est une société privée nouvellement créée précisément fin 2015, elle jouit d'un capital de 25.000.000.00 DA et du savoir-faire dans son domaine d'activité lié à la commercialisation et la maintenance des matériels de construction.

## 1.2 Domaine d'activité

### 1.2.1 Dans le commerce

Cette société est spécialisée dans la commercialisation de la marque AMAN, on bénéficie d'une large gamme de produit dont les 3 axes important :

- Carrière : les concasseurs, les alimentateurs, les cibles vibrantes...
- Le béton : les centrales à béton, les camions malaxeurs, les presses à béton, les bétonnières, les projecteurs de mortier...
- Ferronnerie : les machines de fer rond (codeuses, cisailles, redresseuses...)
- Matériel de levage : les Grues à tours, les montes charges, Les plateformes suspendus...

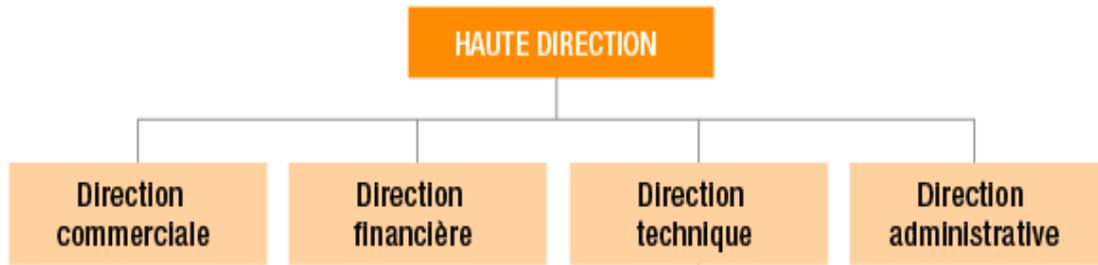
### 1.2.2 Dans le technique

Une équipe technique hautement qualifié constituée d'ingénieurs chinois et d'autres algériens travaillent dur pour garantir aux clients un service d'après-vente et les services suivants :

- Etudes et Consultations techniques dans le domaine de concassage et la construction.
- Mise en place des lignes de concassage, centrales à béton, grues à tours et les lignes de la production des blocs en béton.
- Réparation et maintenance de toutes les machines et lignes de production.

## 1.3 Structure de l'entreprise

La société SARL AMAN INTERNATIONAL est constituée de la structure suivante :



*Figure 1* : Organigramme de la société.

## 1.4 Clients potentiels

AMAN travaille avec plusieurs sociétés étatiques et privées, on cite parmi ces sociétés :

- INFRAFER
- Cosider Construction
- CRCC12
- CRECC Alger
- SPA INTER ENTREPRISE
- SARL MOD PUB CONSTRUCTION
- EURL SOLID SERVICE
- Et autres promoteurs et entrepreneurs

## 1.5 Conclusion

Face aux besoins économique du payé, la production local devient de plus en plus indispensable pour répondre à la demande du marché et créer des postes d'emplois.

Et appliquant son plan stratégique la société AMAN se prépare pour ouvrir son usine des centrales à béton automatique.

## Chapitre 2 Généralités sur les centrales à béton

### 2.1 Introduction

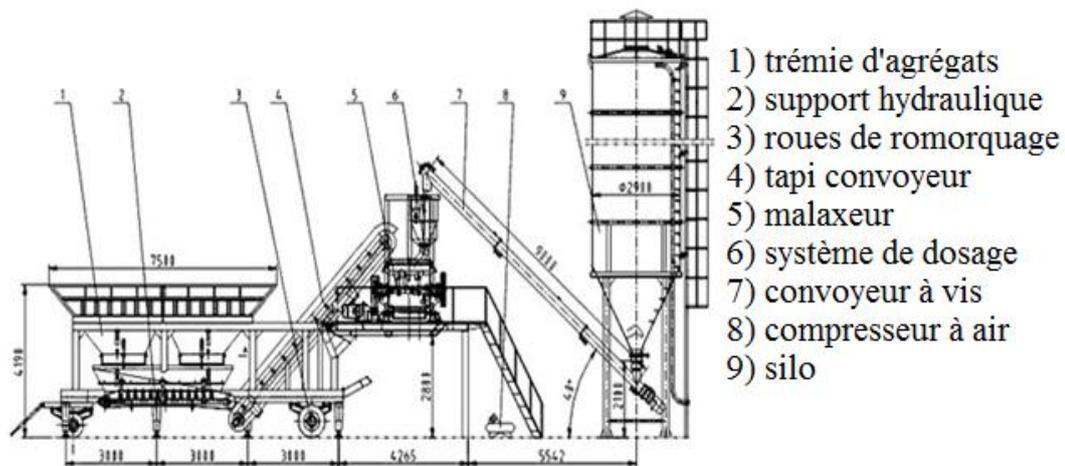
Le béton est un matériau de construction formé par un mélange de granulats, de sable, et d'eau aggloméré par un liant hydraulique (ciment), éventuellement complété par des adjuvants et des additions. Ce mélange, qui est mis en place sur le chantier ou en usine à l'état plastique, peut adopter des formes très diverses parce qu'il est moulable ; il durcit progressivement pour former finalement un monolithe. Selon le choix du ciment et son dosage par rapport aux granulats, selon la forme des granulats, selon l'utilisation d'adjuvants, les bétons obtenus peuvent avoir des caractéristiques très diverses. Leur mise en œuvre et leur traitement de surface peuvent également faire varier leurs performances et leur aspect.[1]

### 2.2 La centrale à béton

Une centrale à béton est une installation conçue pour produire du béton avec une efficacité et une fiabilité maximum et pour produire tous types de bétons de haute qualité avec une grande capacité de production. Elle peut être installée soit sur un chantier spécifique, soit près d'une carrière, ou encore de façon permanente en périphérie des zones urbaines.

Une centrale à béton se compose principalement :

- D'un silo à ciment équipé d'un filtre pour assurer la meilleure qualité possible.
- Des trémies à agrégats ou d'un rayon raclant acheminant ces derniers.
- D'un système de pesage pour l'ensemble des matériaux.
- D'un équipement d'arrivée d'eau avec réservoir et pompe.
- Un système pneumatique.
- D'un malaxeur.
- Une salle de contrôle du système.[2]



*Figure2 : les composants d'une centrale à béton mobile à deux tapis*

## 2.3 Classification des centrales à béton

Les centrales à béton sont classées selon cinq coefficients principaux :

- Architecture de la centrale à béton.
- Degré de mobilité de la centrale à béton.
- Le type de transporteur d'agrégats
- Le type de malaxeur utilisé.
- Le type de commande.

### 2.3.1 Architecture de la centrale à béton

- Centrale à béton vertical :

Dans ce type de centrale est utilisé aux endroits où la superficie est limitée. Les agrégats sont stockés dans des silos peseuses est le déchargement est fait par effet de gravité.

- Centrale à béton standard (horizontal):

C'est l'architecture des centrales les plus utilisés, là où les agrégats sont stockés en plein air est chargé dans les trémies de pesage par un engin.



*Figure3 : centrale à béton vertical.*

*Figure4 : Centrale à béton horizontal.*

### 2.3.2 Degré de mobilité de la centrale à béton

- Centrale à béton fixe :

C'est une centrale à béton permanente ou installée à longue durée. Elle ne peut pas être déplacé sauf après sont démontage.

- Centrale à béton mobile :

Elle peut être déplacée d'un endroit à un autre grâce à son système de remorquage. Elle est généralement pliable avec une structure métallique plus complexe, équipé des roues pour être tractable.



**Figure5** : Centrale à béton fixe.



**Figure6** : Centrale à béton mobile.

### 2.3.3 Type de transporteur d'agrégat

- Centrale à Skip :

Après le pesage, l'alimentation des agrégats dans le malaxeur est garantie par une benne coulissante sur des rails. Une fois arrivée à sa limite supérieure elle se vidange par gravité.

- Centrale à tapi convoyeur :

Dans ce type soit le pesage et le transport des agrégats est fait sur deux tapis différents : un tapi suspendu pour le pesage, et un autre penché pour le transport vers le malaxeur, Ou bien un seul tapi penché et suspendu pour les deux opérations.



**Figure7** : Centrale à béton à Skip.



**Figure8** : centrale à béton convoyeur.

### 2.3.4 Type de malaxeur

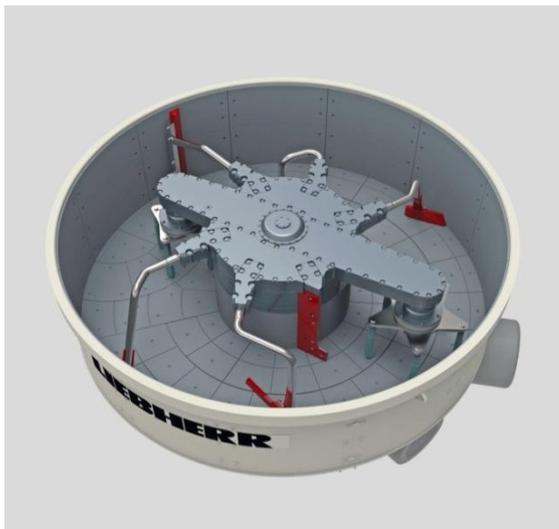
- malaxeur planétaire :

Ce malaxeur dispose un axe vertical avec des bras mélangeurs. Généralement utilisé dans les centrales à production faible ou bien les usines du pavé, hourdis et autres types des blocs en béton.

- malaxeur horizontal :

Le malaxeur à deux arbres horizontaux est plus particulièrement utilisé dans les centrales à béton pour fournir le béton dans les grands travaux comme la construction des ponts, les barrages...

Les deux axes de ce type de mélangeur tournent dans un sens opposés l'un par rapport à l'autre. Et chaque axe à deux bras blindés pour assurer une bonne qualité de béton.[3]



*Figure9: un malaxeur vertical.*



*Figure10: un malaxeur horizontal.*

- Malaxeur sur camion :

Dans certains types des centrales à béton, les matières premières sont dosées puis déchargés directement dans malaxeur à tambour monté sur un camion. Et c'est là où le mélange est fait. Cette méthode est utilisée pour gagner le temps. Ce type de malaxeur est appelés un malaxeur sur camion ou auto malaxeur.



*Figure11 : malaxeur à tambour sur camion.*

Le même type des camions peut être utilisé pour transporter le béton fini des fournisseurs aux clients.

### **2.3.5 Type de commande**

- Centrale à béton semi-automatique :

Le dosage des matières premières est fait manuellement par l'opérateur, ainsi que le déchargement, la marche et l'arrêt des moteurs et pompes

- Centrale à béton automatique :

La production dans ce type de central est faite sans intervention d'opérateur. Il n'a que choisir la formule du béton et la quantité à produire et donner l'ordre pour commencer le cycle. Cette centrale est équipée d'un pupitre ou un pc de supervision.

## **2.4 Le dosage des matières premières**

Il existe plusieurs types de béton selon son utilisation. Le béton des dalles est différent de celui d'une fondation. Chaque type doit contenir une quantité précise de chaque matière première. C'est pour cette raison le dosage des granulats, ciment, eau et adjuvants est la tâche plus importante dans le fonctionnement du centrale à béton.[4]

Pour cette opération on trouve deux manières de doses les matières premières :

- Dosage en poids :

On dose en utilisant des balances appelées « Load Cell » (cellule de poids), ces cellule sont très sensible à la pression. En appliquant une charge sur les balances émise une tension électrique sur une plage bien définie (entre -4v et +4v généralement).

Une utilise des balances de forme « S » pour peser les agrégats sur tapi suspendu. Et des balances standard pour les autres matières.



*Figure12 : Load Cell forme S.*



*Figure13 : Load Cell standard.*

**NB :**

- On doit prendre en considération le taux d'humidité de la matière pesée pour avoir une bonne qualité du béton.

- Dosage en débit :

Le principe du dosage en débit est basé sur le volume de la matière passée par la porte dans un intervalle de temps. Par exemple : une porte de trémie d'agrégats fait passer 40Kg du ciment en une second, pour peser 360Kg du ciment, on ouvre la porte pour 9 seconds. Cette méthode est moins précise par rapport à la première, donc elle est moins utilisée.

### 2.4.1 Pesage du ciment

Pour peser le ciment on doit transporter le ciment à partir du silo du stockage jusqu'à la bag de pesage en utilisant un tube transporteur à vis. Une fois arrivé à la quantité souhaitée l'API donne un signal d'arrêt pour le moteur du transporteur à vis. Et ouvre l'électrovanne pour décharger le ciment dans le malaxeur. Pour les centrales semi-automatiques l'opérateur doit effectuer cette tâche manuellement.



*Figure14 : un transporteur à vis.*

### 2.4.2 Pesage des granulats

Pour les granulats, on peut soit peser chaque granulats sur un tapi différent en parallèle, ou bien peser les granulats l'un après l'autre séquentiellement en ajoutant le poids de chaque granulats à son précédent. Et c'est le cas le plus favorable car c'est plus économique.

### 2.4.3 Pesage d'eau

Le pesage d'eau par rapport aux autres matières ne pose pas un problème car comme il est connu, la quantité volumique d'eau est égale à un. Donc soit peser en poids ou bien en volume ça ne pose pas vraiment un obstacle. Si on utilise le pesage en poids on doit utiliser les load cells, si est le cas de pesage en volume on doit utiliser un clapet flotteur pour indiquer le niveau d'eau dans la bag.



Figure15 : Indicateur de niveau d'eau électronique.

#### 2.4.4 Les adjuvants

Appelés également additifs, produit chimique incorporé à faible dose (moins de 5 % de la masse du ciment) dans le béton ou le mortier, afin de modifier certaines de ses propriétés. L'incorporation se fait soit avant, soit pendant le mélange, soit au cours d'une opération supplémentaire de malaxage. Selon l'effet recherché, on peut distinguer, trois grandes familles d'adjuvant : les accélérateurs de prise et les accélérateurs de durcissement, ainsi que les retardateurs qui ont chacun une action sur les délais de prise et de durcissement; les plastifiant et les surperplastifiants, qui ont une action sur la plasticité et la compacité; les entraîneurs d'air, les antigels, les antigélatifs et les hydrofuges de masse, qui ont une action sur la résistance aux agents extérieurs.[6]

	Adjuvants				
	Réducteurs d'eau de faible ou moyenne portée	Réducteurs d'eau de grande portée (superplastifiants)	Accélérateurs de prise/durcissement	Retardateur de prise	Entraîneur d'air
Dosage en % du poids du ciment	0,3 à 0,5 %	0,3 à 3%	0,2 à 3 %	0,1 à 1%	0,01 à 0,5%
Ouvrabilité	↗	↗	-	-	↗
Temps de prise	-	-	↘	↗	-
Résistance mécanique	↗	↗	↘	↗	-
Résistance au gel/dégel	-	-	-	-	↗
Perméabilité	↘	↘	-	-	-
Ségrégation	↘	↘	-	-	-

Figure16 : Les adjuvants et leurs effets sur le béton.

## **2.5 Conclusion**

La fabrication des centrales à béton est un domaine très vaste qui offre aux clients des différents types des machines pour répondre à leurs besoins aux terme de superficie , architecture du chantier et durée du projet.

# Chapitre 3 L'automatisation et la supervision industrielle

---

## 3.1 Introduction

L'automatique est une science qui traite de la modélisation, de l'analyse, de l'identification et de la commande des systèmes dynamiques. Elle inclut la cybernétique au sens étymologique du terme, et a pour fondements théoriques les mathématiques, la théorie du signal et l'informatique théorique. L'automatique permet de commander un système en respectant un cahier des charges (rapidité, précision, stabilité...).

Les professionnels en automatique se nomment automaticiens. Les objets que l'automatique permet de concevoir pour procéder à l'automatisation d'un système (automates, régulateurs, etc.) s'appellent les automatismes ou les organes de contrôle-commande d'un système piloté.

Un exemple simple d'automatisme est celui du régulateur de vitesse d'une automobile : il permet de maintenir le véhicule à une vitesse constante prédéterminée par le conducteur, indépendamment des perturbations (pente de la route, résistance du vent, etc.). [6]

## 3.2 Les automates programmables industrielles

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage. C'est pour cela qu'il est de construction modulaire.

L'automate fonctionne en boucle et effectue répétitivement les actions suivantes :

- 1- Lecture des entrées : l'automate regarde chaque entrée et détermine si elles sont activées ou désactivées.
- 2- Exécution du programme : l'API exécute la logique de programme écrite dans l'automate, instruction par instruction.
- 3- Mise à jour des sorties : en fonction de la logique programmée, les sorties de l'automate sont activées ou désactivées.

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Améliorer la productivité (rentabilité, qualité du produit, compétitivité) du système
- Améliorer la flexibilité de production ;
- Adaptation à des contextes particuliers tel que les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux.. nucléaire...), adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...).
- Augmenter la sécurité, etc...

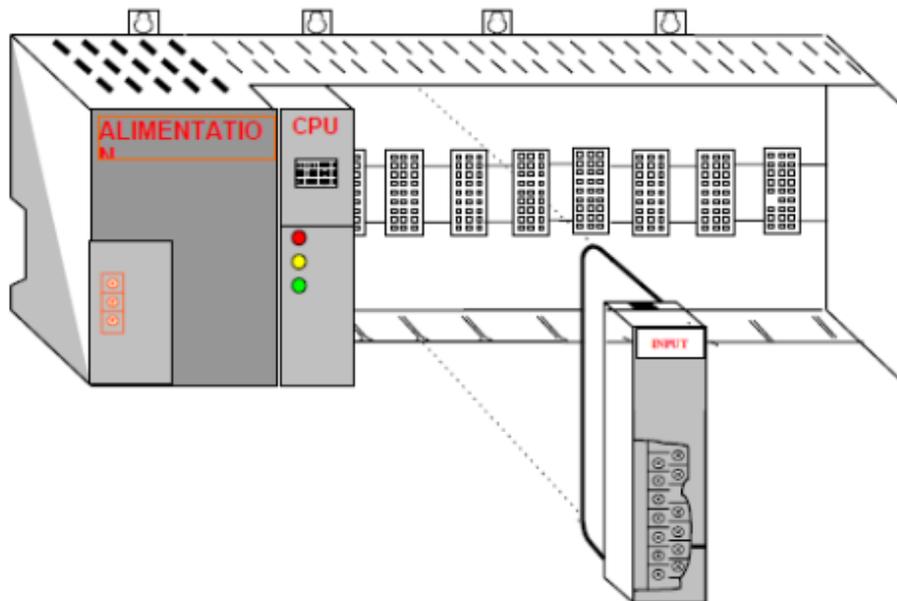
### 3.2.1 Caractéristiques générales des APIs

Les caractéristiques principales d'un automate programmable industriel (API) sont:

- Coffret, rack, baie ou cartes.
- Compact ou modulaire.
- Tension d'alimentation.
- Taille mémoire.
- Sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...).
- Nombre d'entrées / sorties.
- Modules complémentaires (analogique, communication,..).
- Langage de programmation.

Des API en boîtier étanche sont utilisées pour les ambiances difficiles (température, poussière, risque de projection ...) supportant ainsi une large gamme de température, humidité ... L'environnement industriel se présente sous trois formes :

- environnement physique et mécanique (poussières, température, humidité, vibrations);
- pollution chimique.
- perturbation électrique. (parasites électromagnétiques). [7]



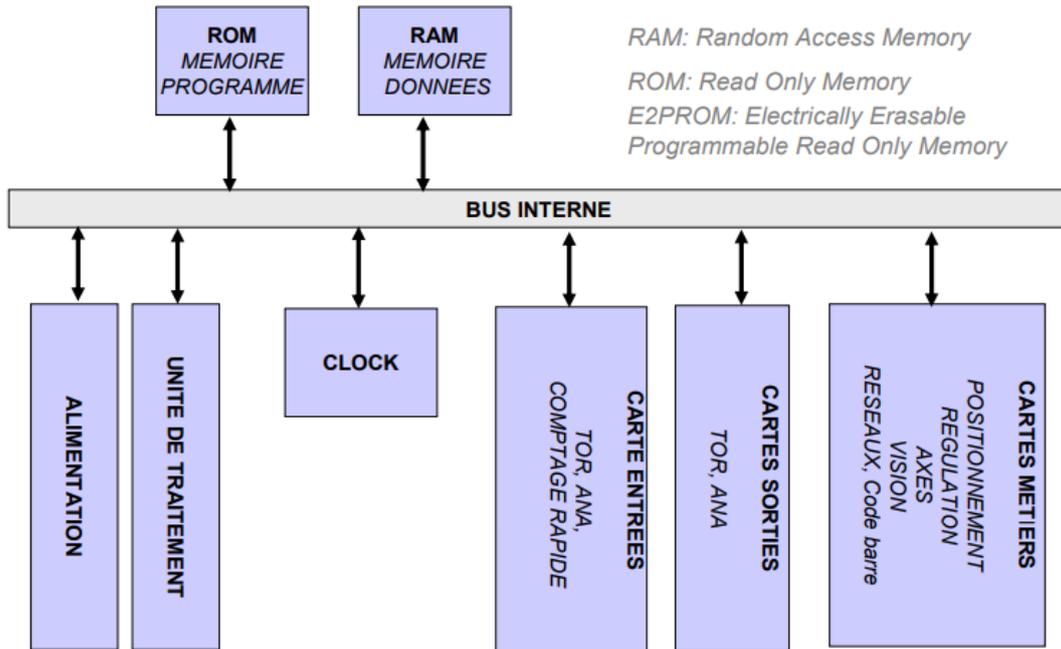
*Figure17 : Schéma d'un API modulaire.*

### 3.2.2 Structure interne d'un automate programmable industrielle

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple, L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Deux types de mémoire cohabitent :

- La mémoire Programme où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement. (ROM : mémoire morte)
- La mémoire de données utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement c'est la RAM (mémoire vive). Elle fait partie du système entrées-sorties. Elle fige les valeurs (0 ou 1) présentes sur les lignes d'entrées, à chaque prise en compte cyclique de celle-ci, elle mémorise les valeurs calculées à placer sur les sorties.

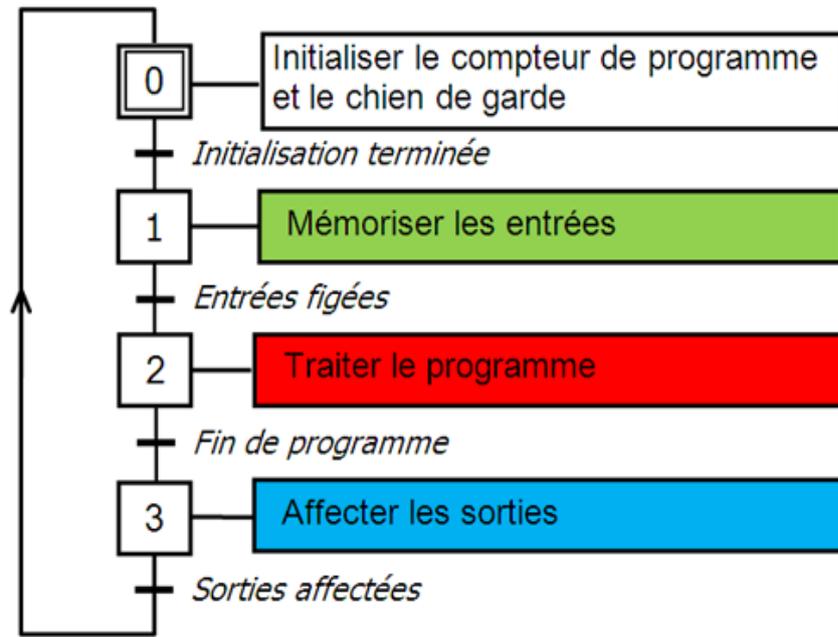


*Figure18 : Architecture interne d'un API.*

### 3.2.3 Fonctionnement des APIs

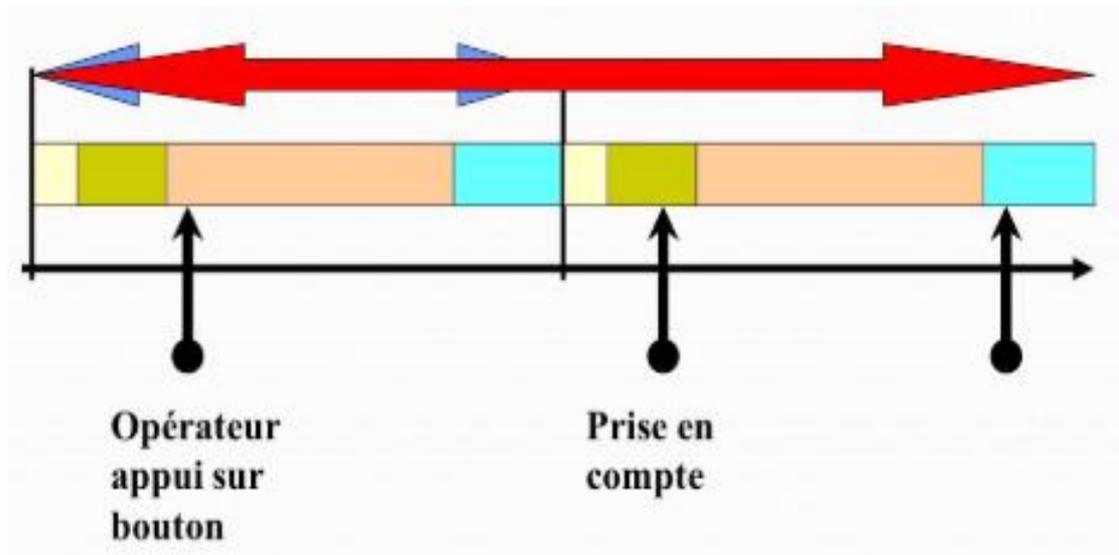
L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Généralement les APIs ont un fonctionnement cyclique. Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées « BUS » qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.



*Figure19 : Cycle d'exécution d'un programme API.*

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En Fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15ms.[7])



*Figure20 : Temps de scrutation vs Temps de réponse.*

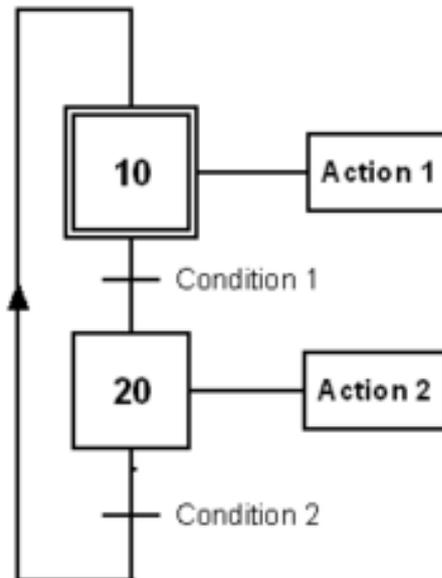
### 3.2.4 Langages de programmation

Il existe deux langages principaux pour programmer un API :

#### Grafcet :

Le Grafcet (Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions) est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme. Particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle. C'est-à-dire décomposable en étapes. Il est dérivé du modèle mathématique des réseaux de Petri.

1. Une étape est représentée par un carré repéré par un numéro identificateur. Une étape active peut être désignée par un point au-dessous du numéro. Les actions associées sont indiquées de façon littérale ou symbolique, dans un rectangle relié à la partie droite. Une étape initiale est représentée par un carré doublé.
2. Une liaison orientée est représentée par une ligne, parcourue par défaut de haut en bas ou de gauche à droite. Dans le cas contraire, on utilise des flèches. On évite les croisements.
3. Une transition entre deux étapes est représentée par une barre perpendiculaire aux liaisons orientées qui la relient aux étapes précédente(s) et suivante(s). Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. À chaque transition est associée une réceptivité inscrite à droite de la barre de transition. Une réceptivité est une condition logique qui permet de distinguer parmi toutes les combinaisons d'informations disponibles celle qui est susceptible de faire passer le système aux étapes suivantes.



*Figure21 : exemple d'un programme grafcet.*

Lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs étapes, les séquences issues de ces étapes sont dites « séquence simultanées ». Ces séquences débutent toujours sur une réceptivité unique et se terminent toujours sur une réceptivité unique. Le début et la fin des séquences simultanées sont représentés par deux traits parallèles. [8]

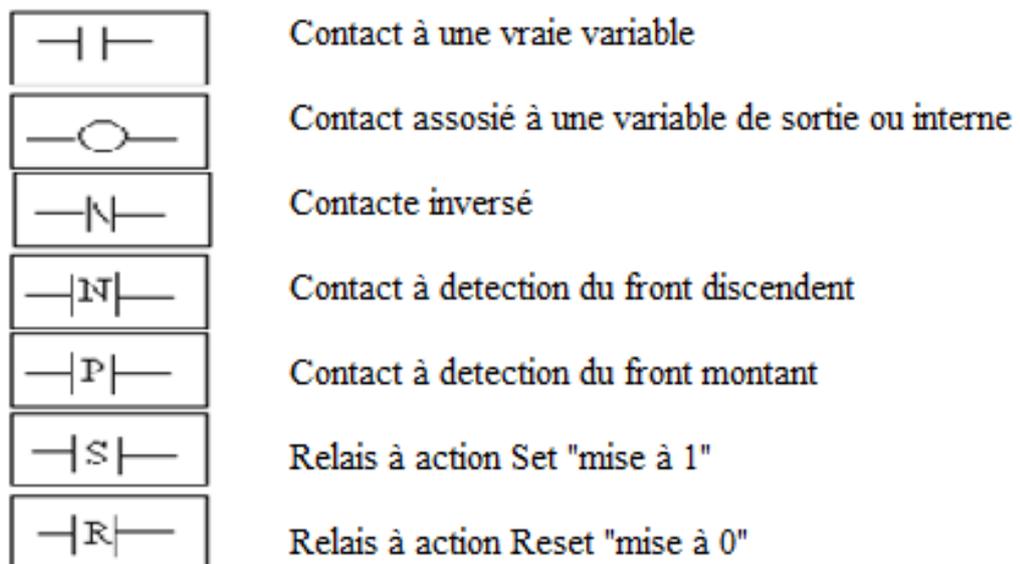
## Ladder :

Le langage Ladder ou langage à contact ou encore schéma à relais fait partie des cinq langages standards de la norme CEI61131-3 défini par la commission électrotechnique internationale (CEI). Le langage Ladder est un langage de programmation graphique facile à comprendre et à prendre en main. C'est sans doute le langage de programmation des automates programmables industriels le plus couramment utilisé. Le Ladder est composé d'une séquence de contacts (interrupteurs qui sont soit fermés, soit ouverts) et de bobines qui permettent de traduire les états logiques d'un système. [9]



*Figure22 : exemple d'un réseau de programme Ladder.*

Dans la figure ci-dessus un appuie sur «X1 » laisse passer le courant sur la ligne ce qui permet d'exciter la sortie « Y1 ».il existe plusieurs types de contacts :



*Figure23 : Les types de contact les plus utilisés sur ladder.*

### **3.3 La supervision industrielle**

La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine. De nos jours, de nouveaux procédés de supervision commencent à avoir le jour et se basent sur les architectures de systèmes permettant la surveillance ou le monitoring à distance « DCS » (Distributed Control Systems).

Ces logiciels de supervision intègrent la plupart du temps des systèmes d'historisation des données et d'événements permettant par exemple leur exportation sous format Excel ou CSV. Cela permettra à l'agent de production l'optimisation de la production en déterminant les besoins en termes de matières premières et la planification des opérations de maintenance. Les systèmes de supervision peuvent aussi inclure des systèmes d'alertes qui permettent d'envoyer un SMS ou d'avertir l'opérateur en cas de problème sur la chaîne de production.[10]

### **3.4 Les systèmes SCADA**

SCADA est l'acronyme de « Supervisory Control And Data Acquisition ». Il peut être appelé Interface Homme-Machine (IHM) en Europe. Le terme fait référence à un système de mesure (et de contrôle) distribué à grande échelle. Les systèmes SCADA sont utilisés pour surveiller ou contrôler les processus chimiques, physiques ou de transport.

Le terme SCADA se réfère généralement à un système central qui surveille et contrôle un site complet. La majeure partie du contrôle du site est effectuée automatiquement par une unité terminale à distance (RTU) ou par un automate programmable (PLC).

L'acquisition des données commence au niveau de la RTU ou de l'API et comprend les lectures des compteurs et les états de l'équipement qui sont communiqués au SCADA selon les besoins. Les données sont ensuite compilées et formatées de manière à ce qu'un opérateur de salle de contrôle utilisant l'IHM puisse prendre les décisions de supervision appropriées qui peuvent être nécessaires pour surmonter les contrôles RTU (PLC) normaux.

Un système SCADA comprend toutes les pièces : IHM, contrôleur, périphériques d'E/S, réseaux, logiciels, etc...)

Les Systèmes SCADA implémentent généralement une base de données centralisée qui contient les éléments de données appelés points (Tags). Un tag représente une seule entrée ou valeur de sortie surveillée ou contrôlée par le système.

### **3.4.1 Fonctionnement d'un système SCADA**

Un système SCADA comprend deux sous-ensembles fonctionnels : la commande et la surveillance.

- **La commande :**

Le rôle de la commande est de faire exécuter un ensemble d'opérations au procédé en fixant des consignes de fonctionnement en réponse à des ordres d'exécution. Il s'agit de réaliser généralement une séquence d'opérations dans le but de fabriquer un produit en réponse à une demande d'un client. La commande regroupe toutes les fonctions qui agissent directement sur les actionneurs du procédé qui permettent d'assurer :

- 1- Le fonctionnement en absence de défaillance.
- 2- La reprise ou gestion des modes.
- 3- Le traitement d'urgence.
- 4- Une partie de maintenance corrective.

Les fonctions de commande en marche normale sont :

- L'envoi de consignes vers le procédé dans le but de provoquer son évolution.
- L'acquisition de mesures ou de compte-rendu permettant de vérifier que les consignes envoyées vers le procédé produisent exactement les effets escomptés.
- L'acquisition de mesures ou d'informations permettant de reconstituer l'état réel du procédé et/ou du produit.
- L'envoi vers le procédé d'ordres prioritaires permettant de déclencher des procédures de sécurité (arrêt d'urgence par exemple).

- **La surveillance :**

La partie surveillance d'un superviseur a pour objectifs :

- recueillir en permanence tous les signaux en provenance du procédé et de la commande,
- reconstituer l'état réel du système commandé.
- Produire les données pour dresser des historiques de fonctionnement.
- Mettre en œuvre un processus de traitement de défaillance le cas échéant

- La détection d'un fonctionnement ne correspondant plus à ce qui est attendu.[11]

### 3.4.2 Architecture des systèmes SCADA

. Un Système SCADA est généralement composé de :

- L'interface homme-machine:

Il peut un être un PC, IHM, ou un autre type d'écrans. Il présente les données à un opérateur humain en temps réel, et permet de superviser et commander les processus.

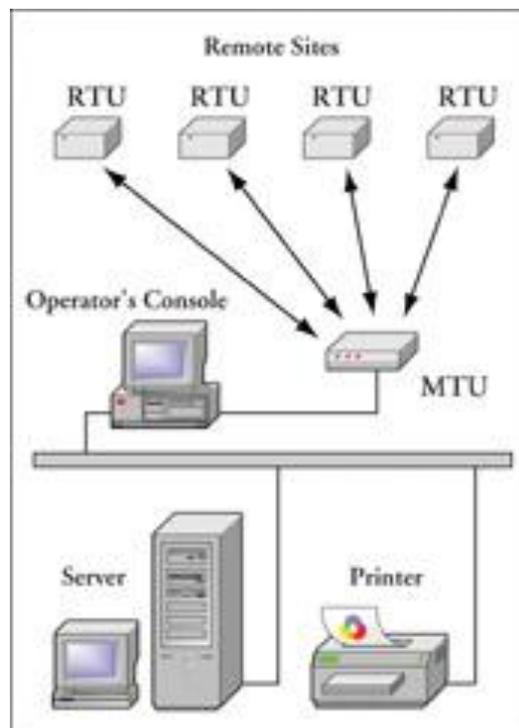
- Le programmable :

C'est la tête pensante du système qui contient le programme. Il fait l'acquisition des données et envoie des commandes aux actionneurs en exécutant le programme.

- RTU : (Remot Terminal Unit) :

C'est un périphérique installé à un emplacement distant qui recueille les données, code les données dans un format qui peut être transmis et transmet les.

Une unité RTU collecte également des informations à partir du périphérique maître et implémente les processus qui sont dirigés par le maître, les RTU sont équipés de canaux d'entrés pour la détection ou la mesure, de canaux de sortie de canaux de sortie pour le contrôle, l'indication ou les alarmes et d'un port de communication. Les RTU peuvent être des API ou des systèmes DCS.



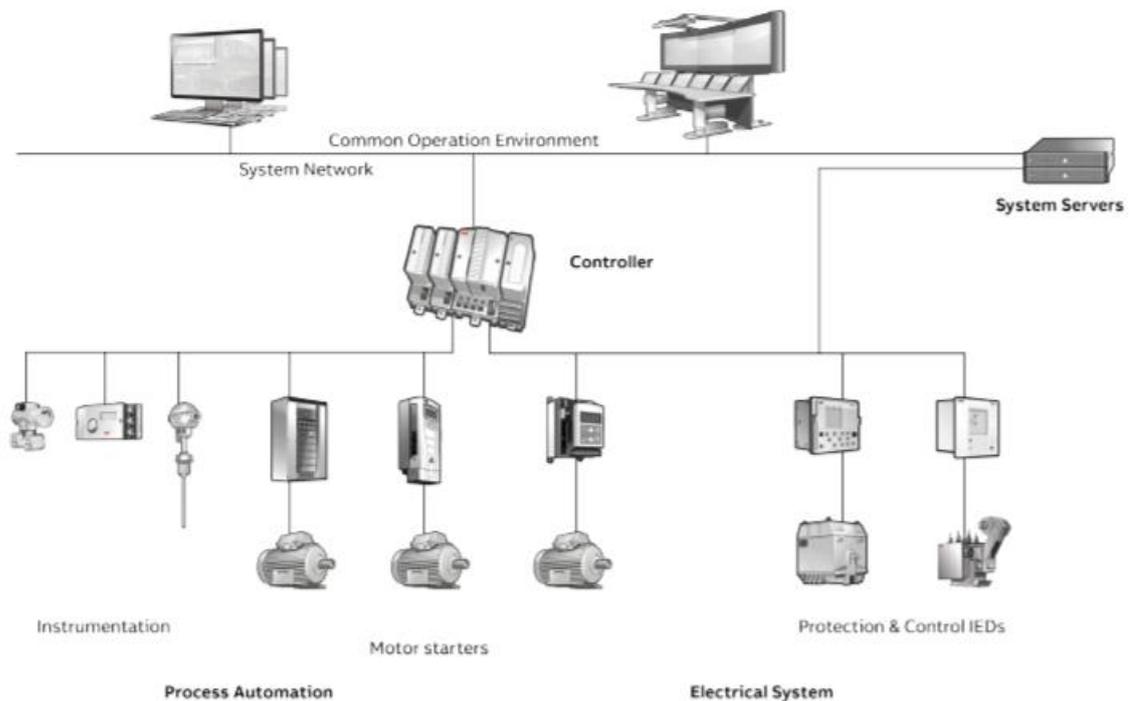
*Figure24 : utilisation des RTU dans un SCADA*

- La base des données :

C'est l'archive des informations du système. Il permet de sauvegarder les différentes activités des processus pour être consulté plus tard sous forme des courbes, tableaux...

- La connexion :

Une infrastructure de communication relie le système de supervision et de contrôle aux éléments terminaux. [11]



*Figure25 : Architecture d'un système SCADA.*

### 3.5 TIA Portal WinCC

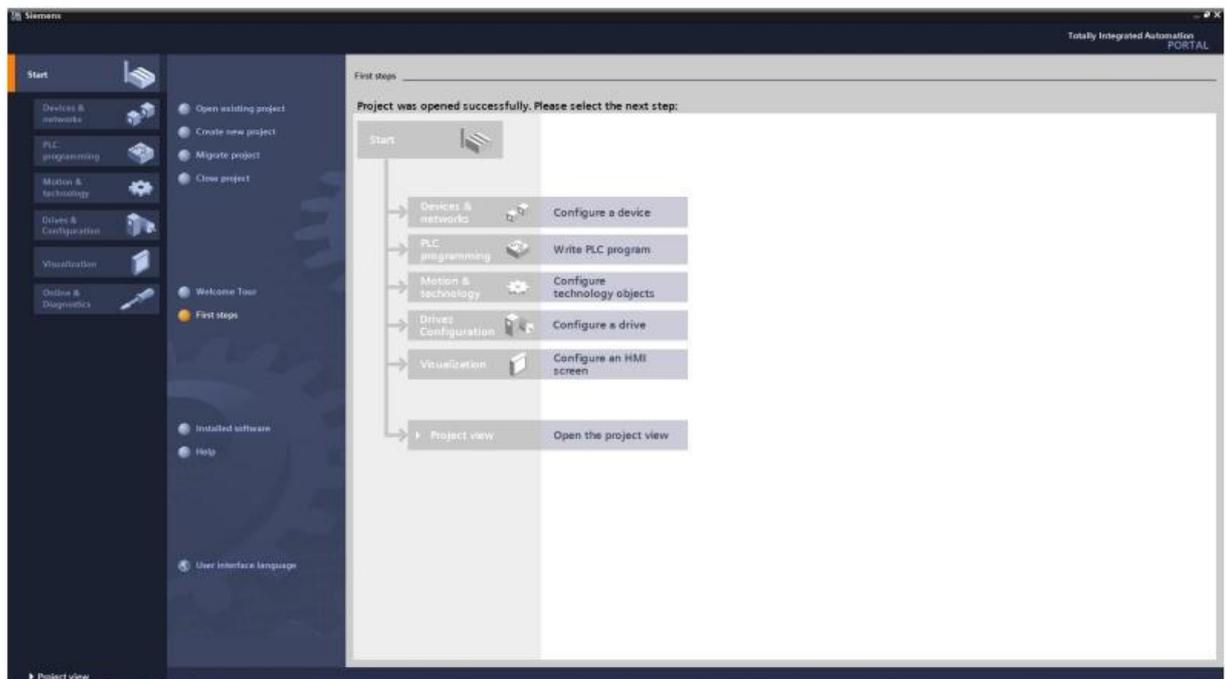
La plate-forme Siemens TIA portal (Totally Integrated Automation) est la dernière évolution des logiciels de programmations Siemens. Cette plate-forme regroupe dans un seul logiciel la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc avec ce logiciel programmer et configurer, en plus, les automates programmables, les IHMs, les variateurs... ce qui est étai impossible avant le TIA Portal.

Son interface utilisateur intuitive, est fonctions simples et sa transparence totale des données le rendent extrêmement convivial. Des données et projets déjà existants peuvent être intégrés aisément, ce qui garantit la sécurité de l'investissement.[12]

### 3.5.1 Avantage du TIA Portal

- .Orientation d'utilisateur :

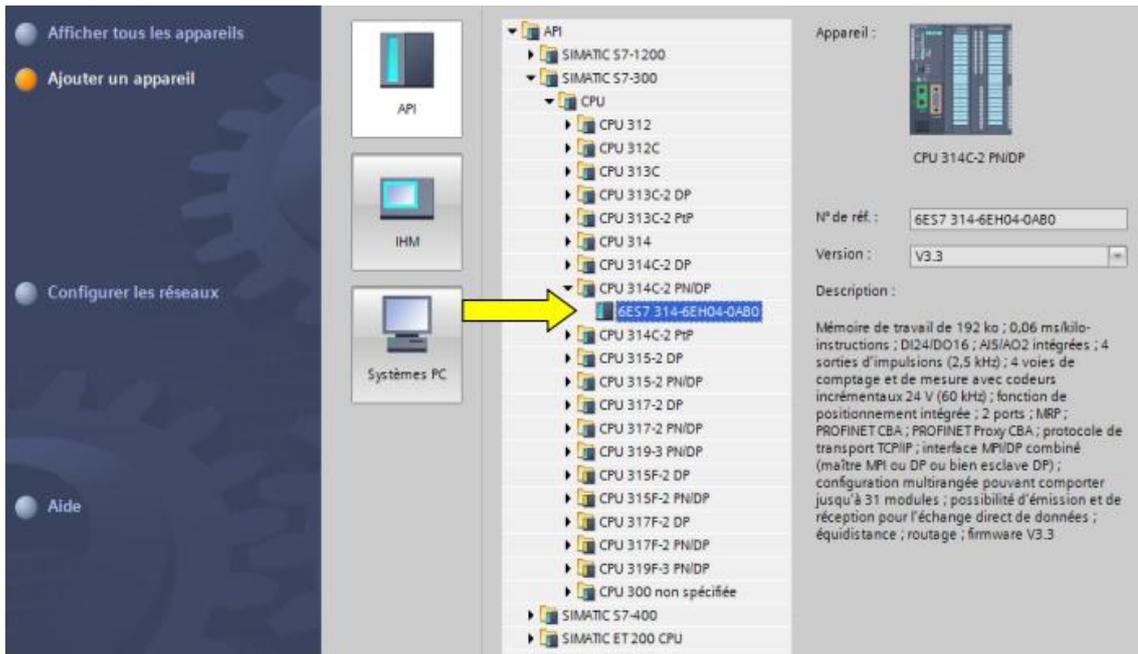
Au début d'un projet, vous pouvez choisir entre la vue Portal qui vous guide intuitivement à travers les différentes étapes de l'ingénierie, et la vue Projet qui vous procure un accès rapide aux outils pertinents. Ainsi, le TIA Portal aide les nouveaux utilisateurs comme les utilisateurs expérimentés à travailler de manière aussi productive que possible.



*Figure26: Page Start du TIA Portal V13.*

- Présentation cohérente pour tous les éditeurs de programmation :

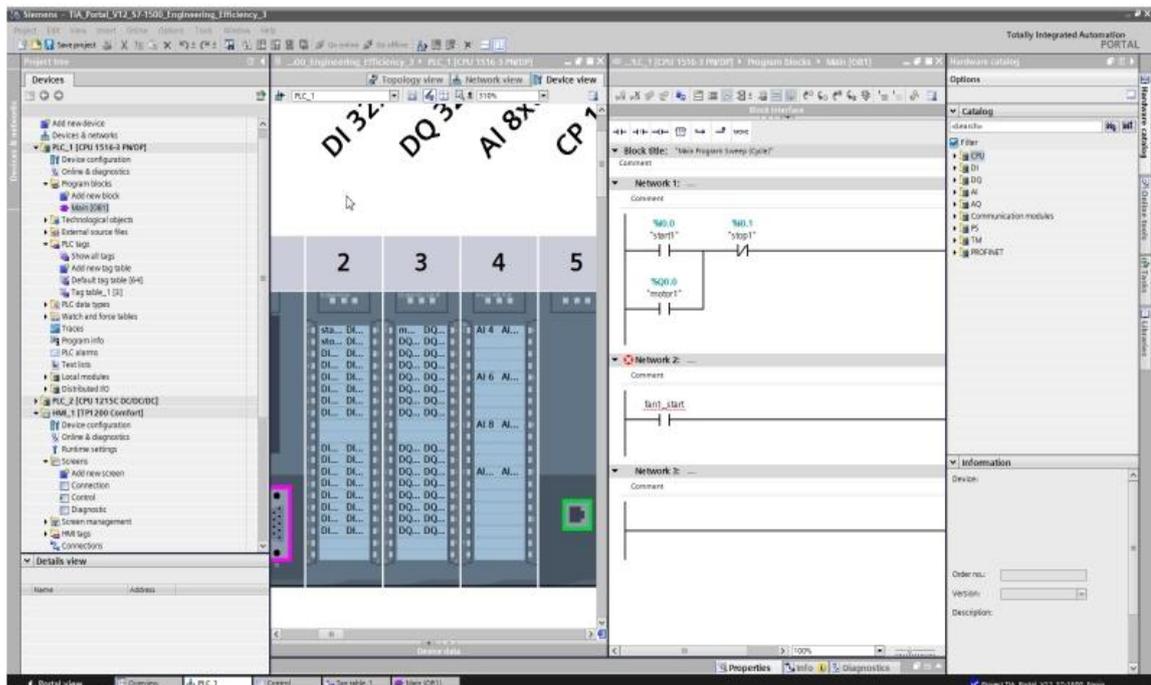
La conception des éditeurs logiciels du TIA Portal s'appuie sur une présentation commune et sur un concept de navigation commun. La configuration d'un matériel, la programmation logique, le paramétrage d'un variateur ou la conception d'une image IHM – chaque environnement reprend le même design pour les éditeurs, conçu délibérément dans un esprit d'utilisation intuitive, qui permet d'économiser du temps et de l'argent. Les fonctions, les caractéristiques et les bibliothèques sont affichées automatiquement dans leur vue la plus intuitive – en fonction de l'activité souhaitée - pour tous les composants de sécurité également.



**Figure27** : les dispositifs programmés par TIA Portal.

- Configuration flexible de l'écran pour un poste de travail optimisé :

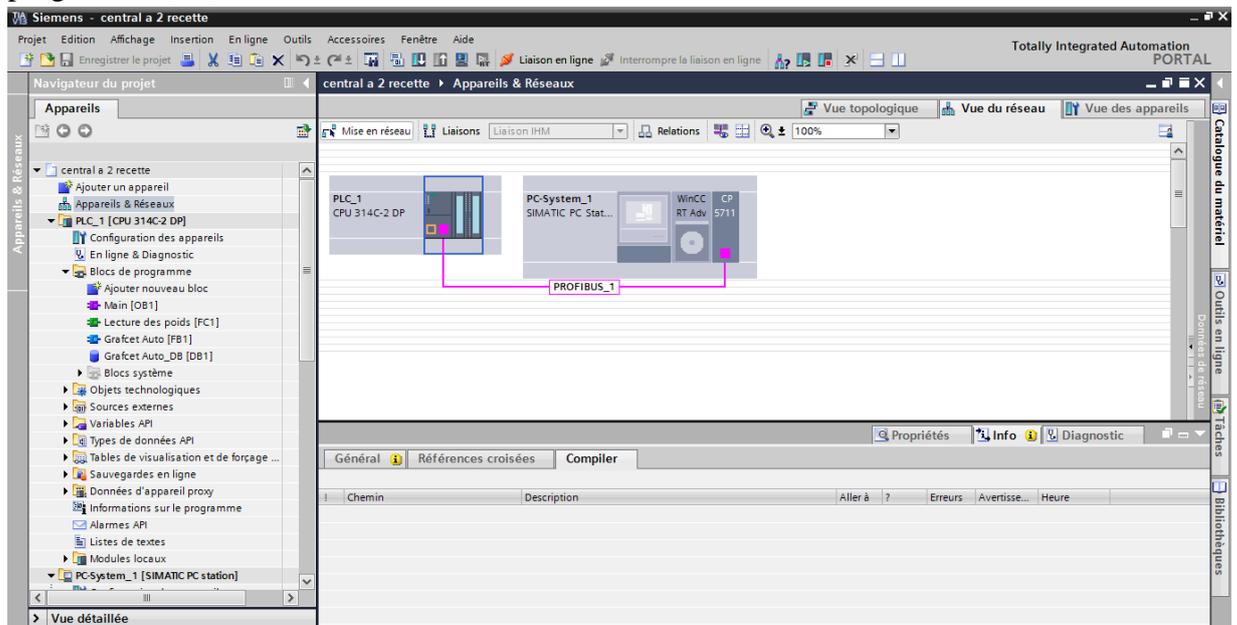
Le TIA Portal offre une architecture logicielle moderne, dont la conception repose sur un schéma de navigation simple. Son ergonomie aboutie permet une efficacité maximale et une économie de temps. Tous les éditeurs sont disposés de façon claire, aisément accessibles et ajustables individuellement. L'utilisateur a toujours un aperçu de l'ensemble du projet, sans devoir passer par des menus ou des structures compliquées.



**Figure28**: écran personnalisé poste de travail sur TIA Portal.

- Gestion de données commune et mnémoniques cohérents :

La configuration de l'ensemble de la partie matérielle et de sa mise en réseau s'effectue dans une vue graphique intégrale des appareils et du réseau. En effet, la mise en réseau du contrôleur, des IHM ou encore du PC et des entraînements s'effectue par simple configuration graphique des connexions. À cet effet, on utilise des fonctions confortables telles que la fonction glisser-déposer de variables ou de composants matériels, ou encore le simple copier-coller de parties de programme.[13]



*Figure29 : Vue Appareils et Réseaux du Tia Portal.*

### 3.6 Conclusion

L'automatique et la supervision industrielle sont deux broches en parallèle qui interviennent dans tous les domaines (industrie, agroalimentaire, construction...), ce qui offre un pilotage facile et un rendement optimal des systèmes automatique.

## Chapitre 4 Mise en œuvre de la solution

---

### 4.1 Introduction

La centrale à béton étudiée de la marque AMAN 40M est une centrale à béton mobile fabriqué prochainement en Algérie, avec une capacité de production de  $40\text{m}^3$  par heure.

### 4.2 Problématique :

Vu à la nouvelle stratégie d'importation imposée par l'état aux promoteurs économique auquel le but ciblé est de favorisé la production local. Dans ce contexte la société AMAN à entamée une démarche de production des centrales à béton en Algérie. Après avoir assisté au montage d'une centrale à béton pour comprendre son principe de fonctionnement, nous avons eu l'honneur d'accepter le défi de réaliser un programme à bas d'automate programmable pour la commande et la supervision d'une centrale à béton mobile.

### 4.3 Etude du système

#### 4.3.1 Les composants de la centrale à béton AMAN

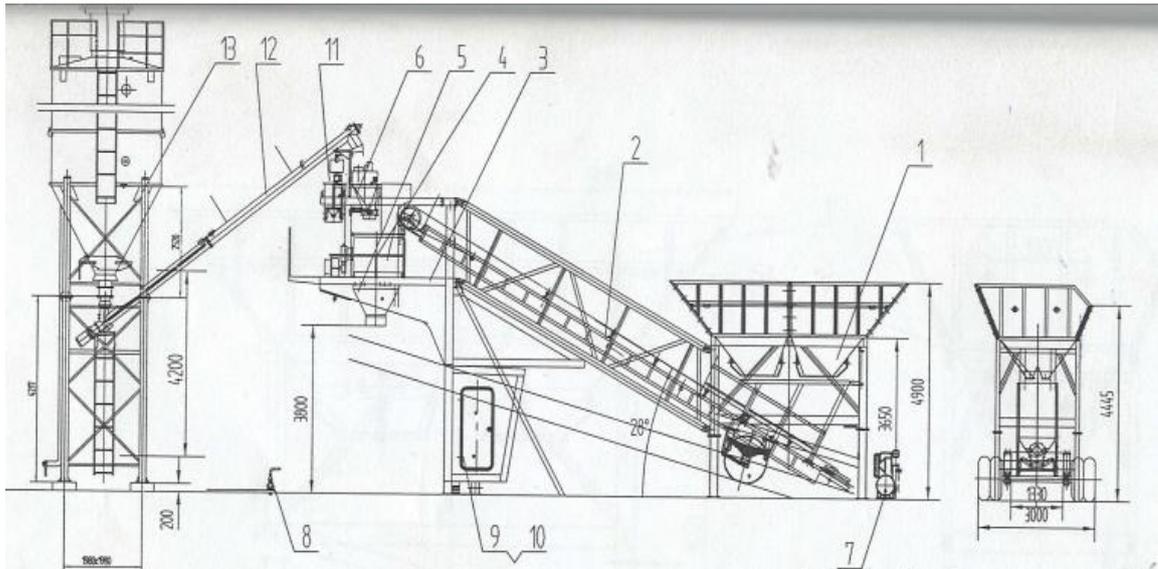
##### *a Type de transporteur des granulats*

Pour la plupart des centrales de type mobile, le transport des granulats au malaxeur est assuré par un tapi convoyeur penché .le pesage des granulats est fait sur le même tapis les uns après les autres.

##### *b Type de malaxeur*

La centrale dispose d'un malaxeur JS750. C'est un malaxeur de type horizontal à double arbres avec une capacité volumique de  $0,75\text{m}^3$ .

Le reste des composants est mentionné dans la figure suivante :



- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1 : Trémies de stockage des granulats. | 8 : Pompe des Adjuvants.      |
| 2 : Tapi convoyeur.                    | 9 : Salle de contrôle.        |
| 3 : Châssis principale.                | 10 : Armoire électrique.      |
| 4 : Malaxeur.                          | 11 : Système de dosage d'eau. |
| 5 : Porte de déchargement du béton.    | 12 : Convoyeur à vis.         |
| 6 : Système de dosage du ciment.       | 13 : Silo à ciment.           |
| 7 : Compresseur à aire.                |                               |

**Figure30** : Structure générale d'une centrale à béton AMAN 40 Mobile.[14]

### 4.3.2 Le câblage de la centrale

Pour une bonne compréhension du système, nous avons étudié toutes les schémas de la centrale à béton, pour commencer à programmer à bas de ses schémas.

#### a Schémas électriques

- Schémas du circuit de puissance :

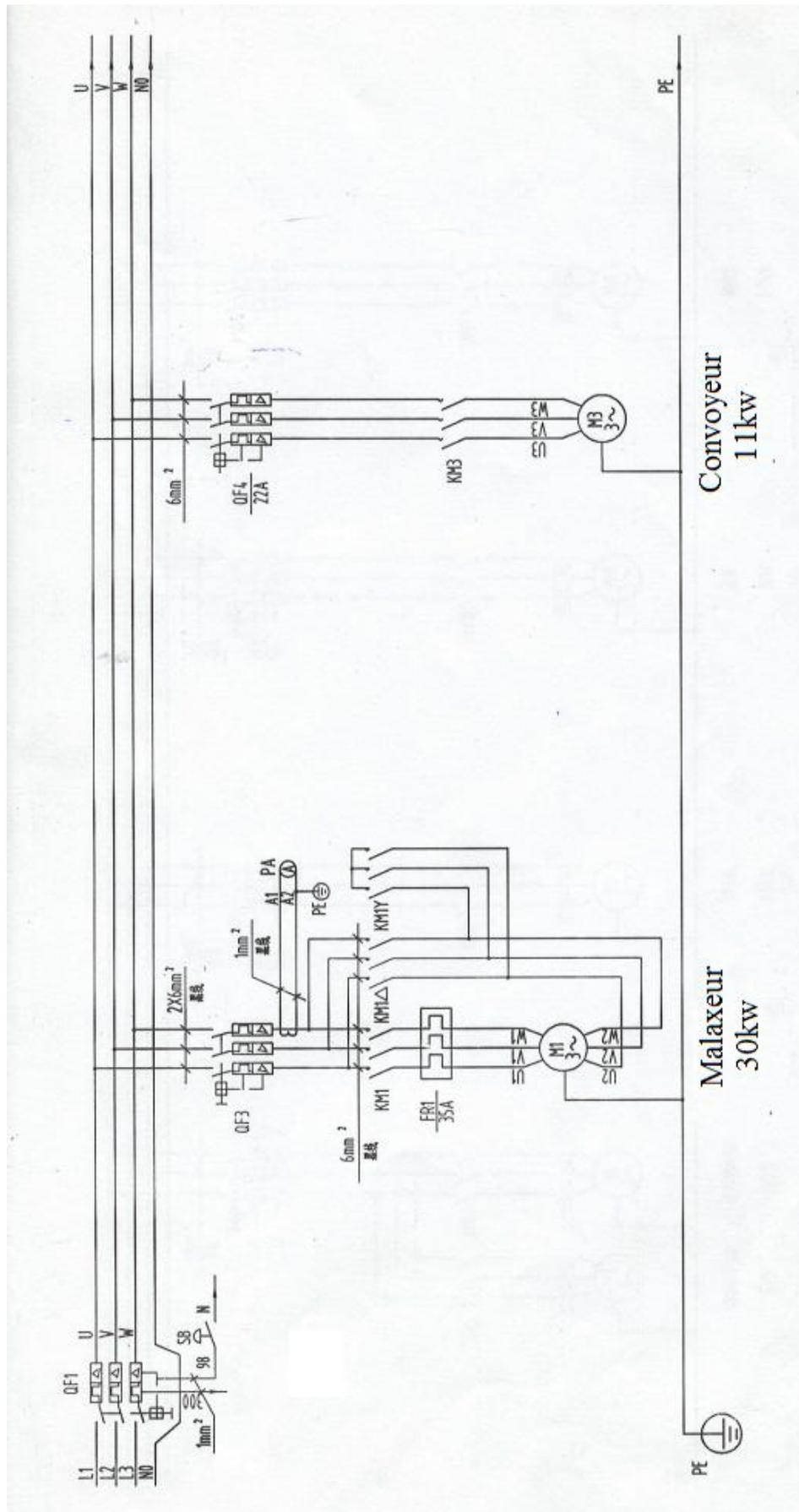


Figure31.a : schéma-1- du circuit de la puissance.[15]

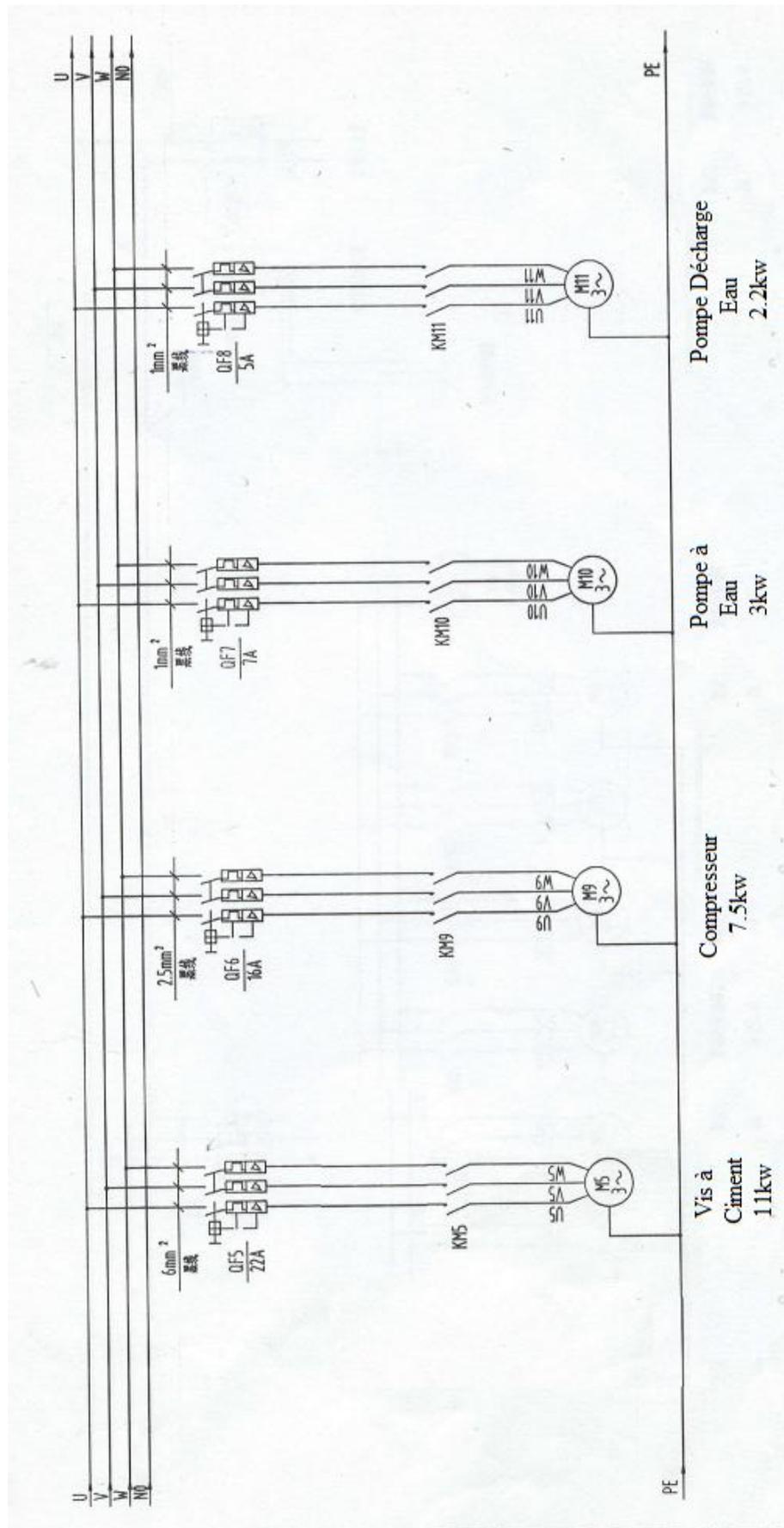


Figure31.b : schéma-2- du circuit de la puissance.[15]

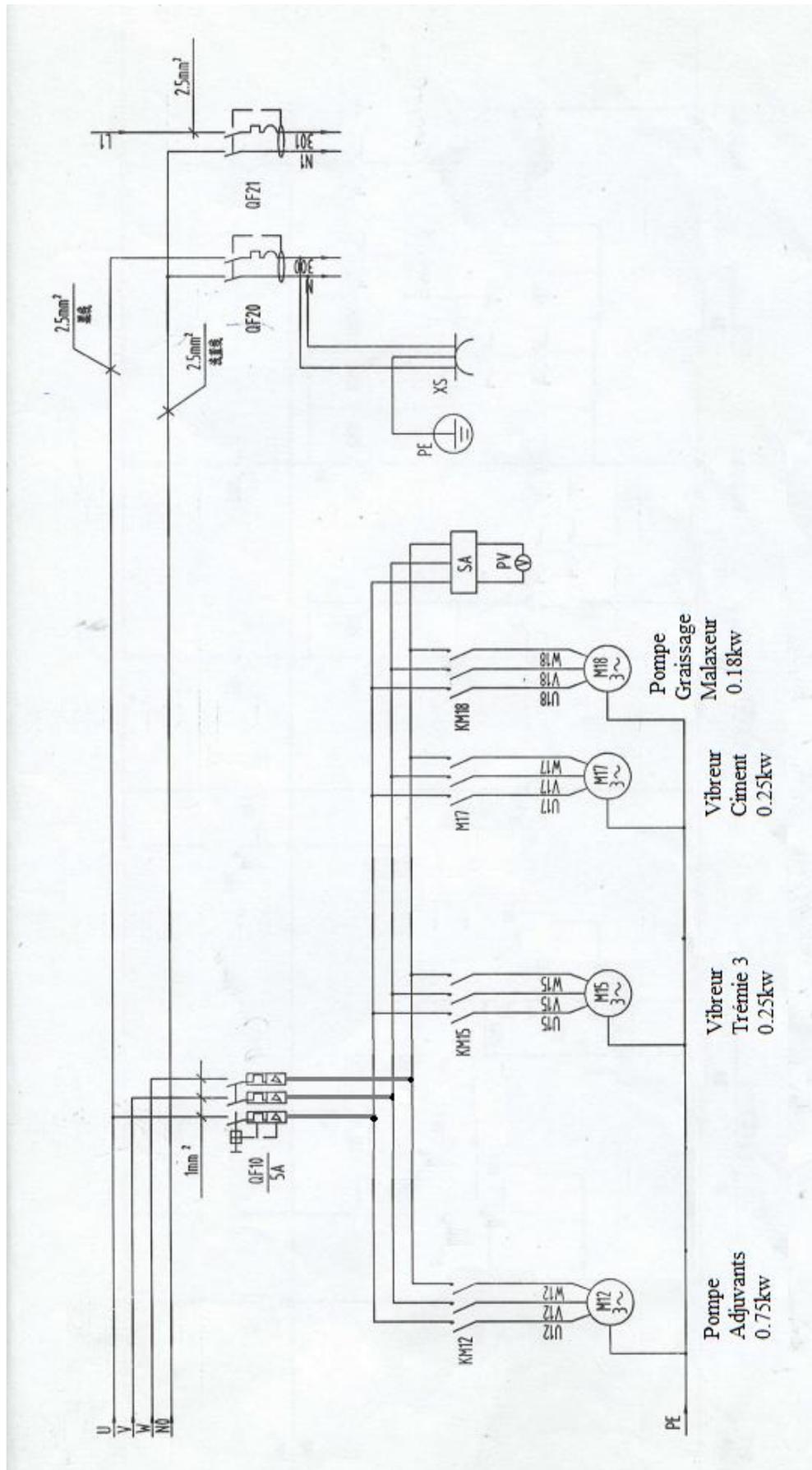


Figure31.c : schéma-3- du circuit de la puissance.

- Schémas du circuit de commande :

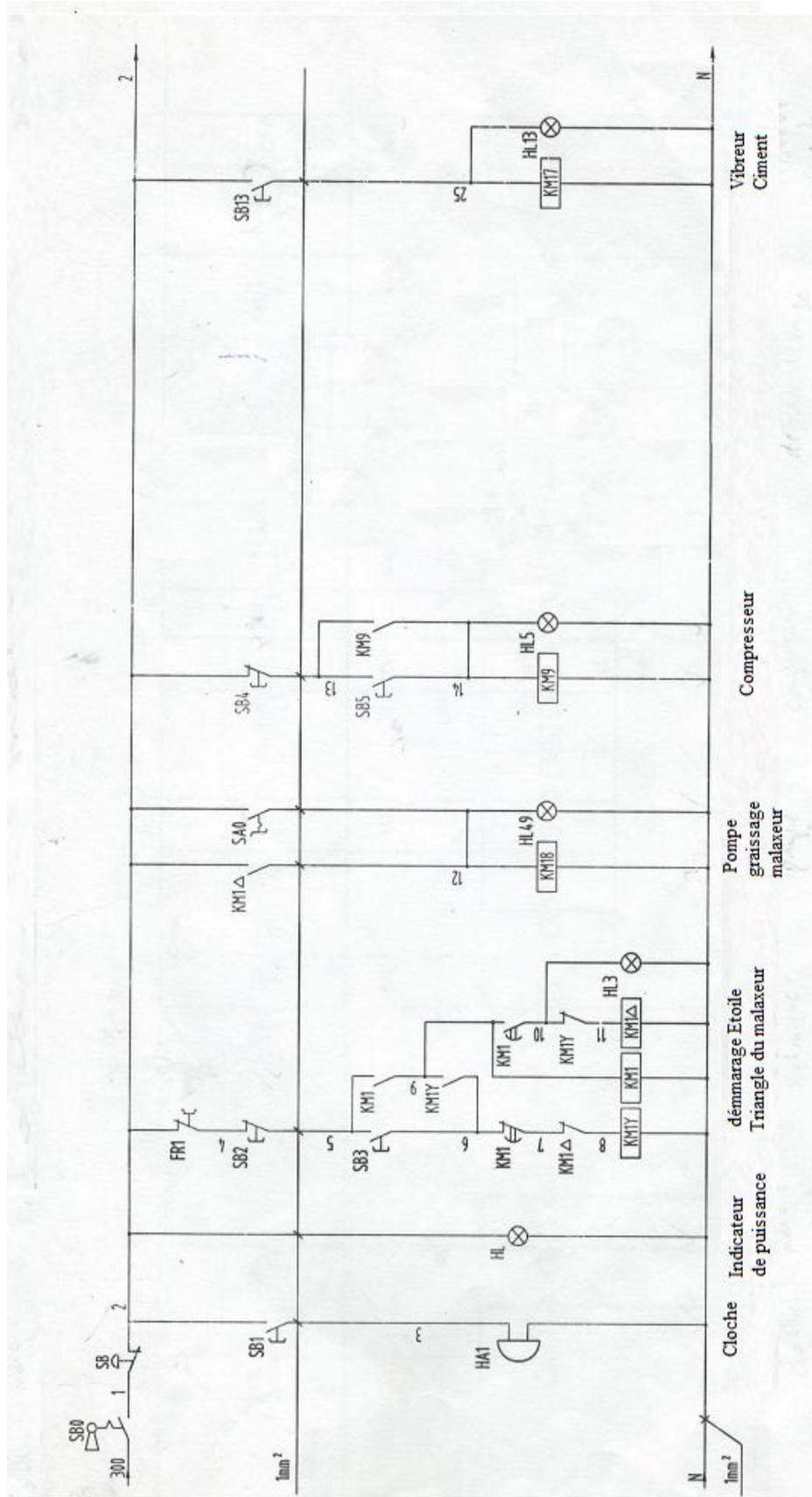


Figure32.a: schéma-1- du circuit de commande.[15]

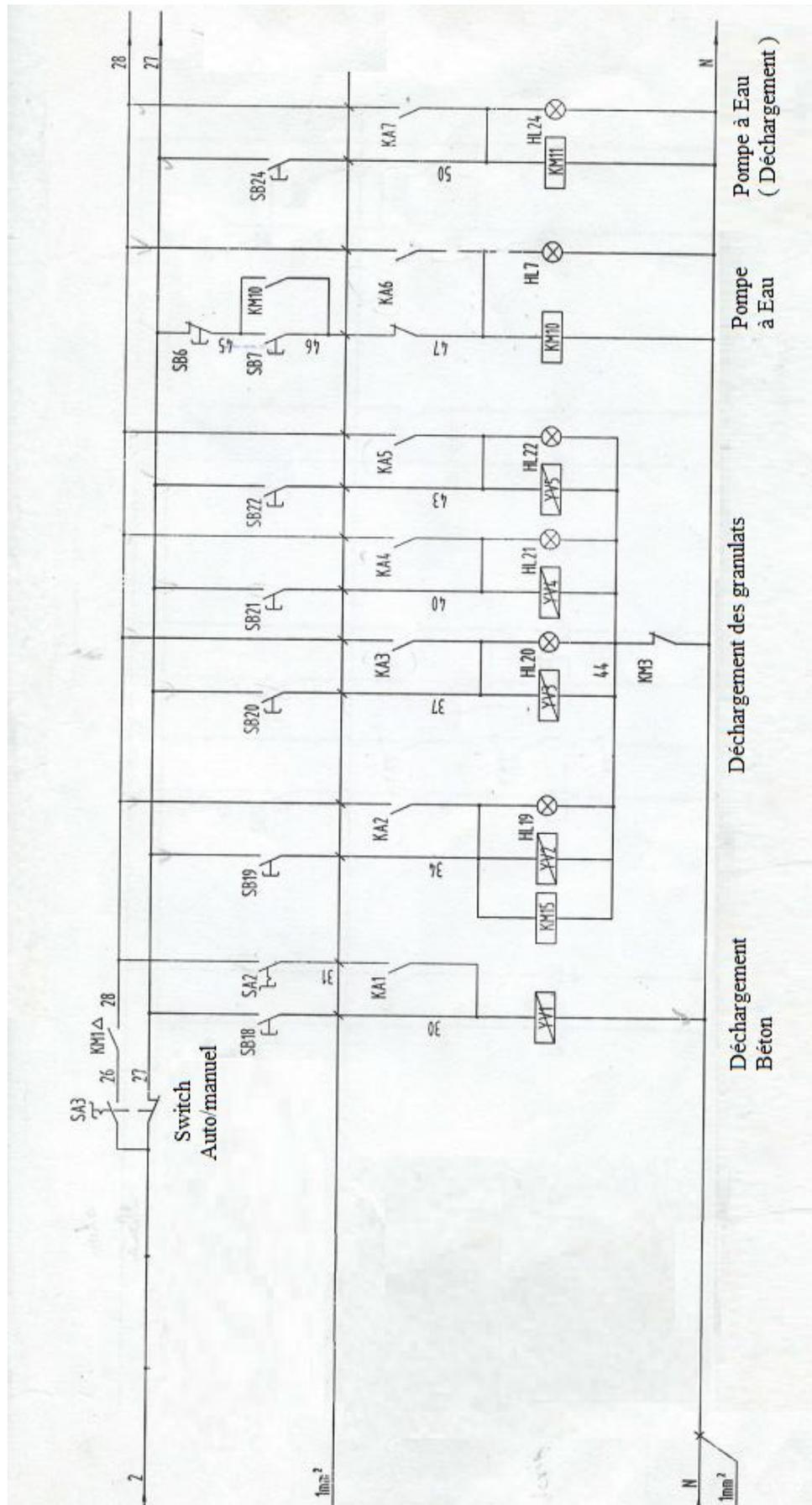


Figure 32.b : schéma-2- du circuit de commande.

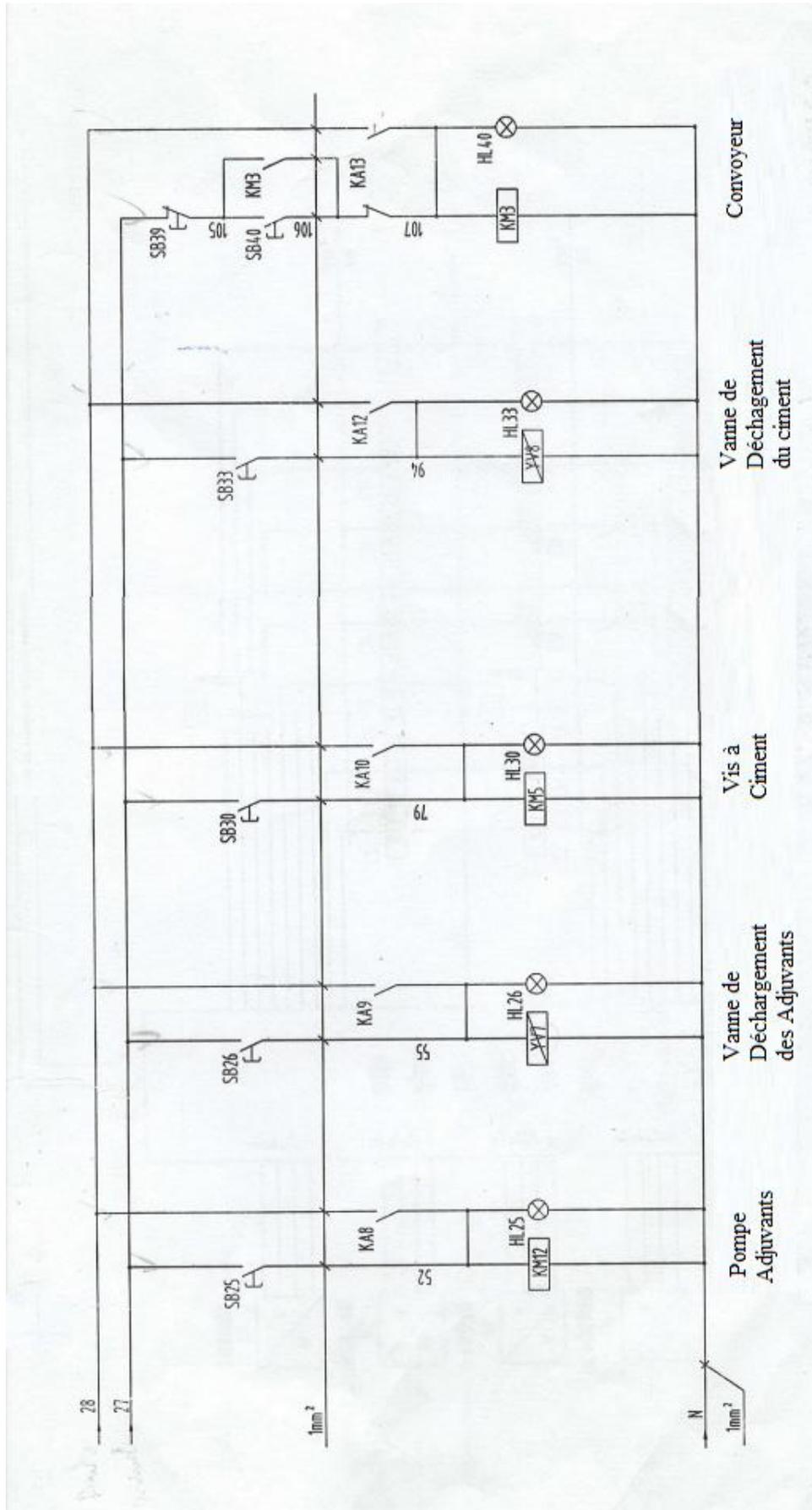
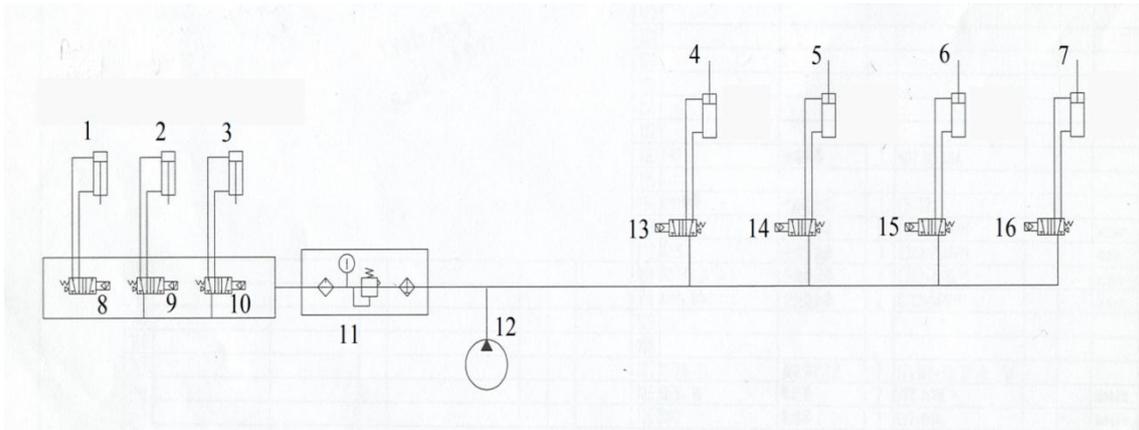


Figure32.c : schéma-3- du circuit de commande.[15]

### a Schéma pneumatique



1-7: Vérins pneumatiques.

8-10;13-16 : Distributeurs pneumatiques à commande électrique et un ressort de rappel.

11 : Régulateur de pression pneumatique.

12 : Compresseur à air.

**Figure33** : Schéma pneumatique de la centrale à béton AMAN.[15]

## 4.4 Cahier de charge

La société d'accueil nous a imposé un cahier de charge qui définit le mode de fonctionnement de la centrale à béton. Elle nous a exigés un pesage simultané de toutes les matières premières puis un déchargement simultané dans le malaxeur. L'organigramme suivant explique le processus.

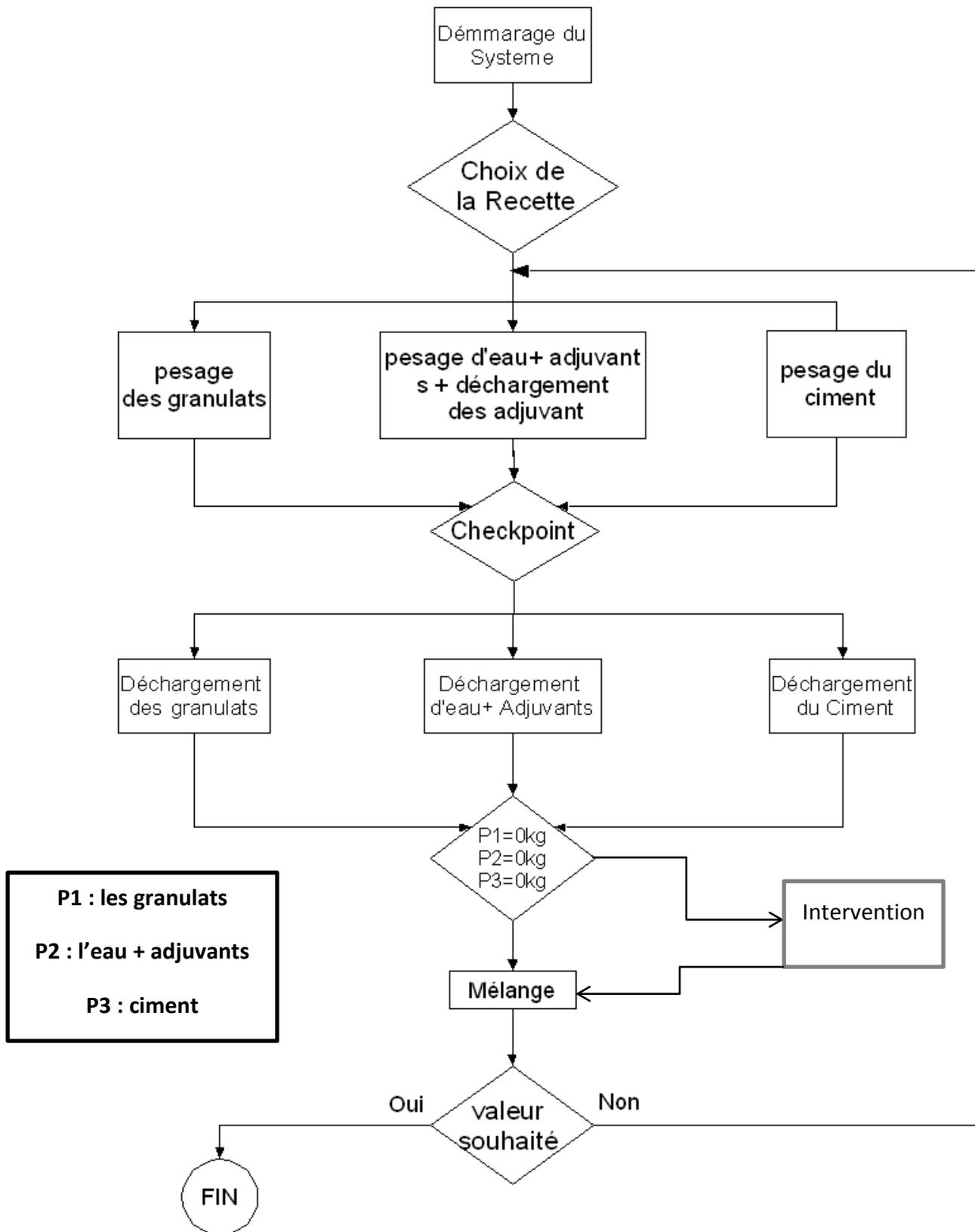


Figure34 : Organigramme du fonctionnement exigé par le cahier de charge.

## 4.5 Cycle de fonctionnement

On a programmé la centrale à béton avec une optimisation maximale du temps d'une rotation. Aussi, la sécurité des personnes et des équipements est un facteur important dans notre projet.

Les étapes de la production en mode automatique sont les suivantes :

1- Démarrer le système :

- Appuyer sur le bouton démarrage système « SB ».
- Démarrer le malaxeur et le compresseur à air.
- Passer le commutateur « SA3 » du mode automatique en position « 1 ».
- Passer les commutateurs « SA0 » et « SA2 » en position « 1 ».

Les commutateurs SA3, SA0 et SA2 représente respectivement : production en mode automatique, graissage automatique du malaxeur et déchargement automatique du béton.

2- Pesage des matières premières :

Le pesage des matières premières se fait simultanément sur trois broches :

- Broches1 : pesage des granulats l'un après l'autre sur le tapis convoyeur.
- Broches2 : pesage d'eau, puis pesage des adjuvants, en suite le déchargement des adjuvants dans la bag d'eau puis le tout dans le malaxeur principal.
- Broches3 : pesage du ciment puis son déchargement dans le malaxeur

NB : après avoir assuré le bon passage les opérations des trois broches précédentes, on donne un signal pour démarrer le convoyeur et décharger les granulats dans le malaxeur.

3- Après avoir mélangé les matières premières pour une période bien défini, on décharge le béton dans le camion malaxeur.

### 4.5.1 Les entrées et les sorties du système

Pour une bonne réalisation du programme il faut bien identifier les entrées et les sorties du système, les classer par types pour faciliter le choix d'automate programmable à utiliser.

Notre système électrique contient exactement :

- 25 entrées TOR (boutons poussoirs).

- 20 Sorties TOR (moteurs, pompes et vérins).
- 4 entrées analogique (balances).
- 15 mémentos binaires.
- 61 mémentos de type (World, Real, Int, Dint)

Après avoir identifié toutes les partie du notre système on peut maintenant choisir l'automate programmable qui nous convient.

## **4.6 Elaboration du programme sur TIA Portal**

Notre projet est divisé en deux parties :

- partie programmation
- partie supervision

Avant de commencer à programmer, il faut d'abord passer par le choix d'automate programmable. On a choisie l'automate programmable Siemens S-314C-DP et on lui ajoute un module de sorties TOR.

### **Critère de choix d'automate S-314C-DP :**

On a choisi ce type d'automate pour les critères suivants :

- il est programmable par le TIA Portable qui est disponible en « Open source ».
- il est disponible sur le marché algérien avec des prix raisonnable.
- C'est un automate modulaire, ce qui nous donne la possibilité d'ajouter des modules d'extension.
- Il possède deux ports de connexion (PROFIBUS et MPI).



N° de réf. :

Version :

Description :

Mémoire de travail de 192 Ko ; 0,1 ms/kilo-instructions ; DI24/DO16 ; AI5/AO2 intégrées ; 4 sorties d'impulsions (2,5 kHz) ; 4 voies de comptage et de mesure avec codeurs incrémentaux 24 V (60 kHz) ; fonction de positionnement intégrée ; interface MPI + DP (maître DP ou esclave DP) ; configuration multirangée pouvant comporter jusqu'à 31 modules ; possibilité d'émission et de réception pour l'échange direct de données ; temps de cycle constant du bus ; routage ; communication S7 (FB/FC

*Figure35 : API Siemens S-314C-DP et ses caractéristiques.*



Appareil actuel:



DO 16x24VDC/0.5A

N° de réf. :

Version :

Description :

Module de sorties TOR, DO16 xDC24V / 0,5A, avec diagnostic, reparamétrable en ligne, redondance

*Figure36 : Module de sorties TOR et ses caractéristiques.*

#### 4.6.1 Partie programmation

En suivant le cahier de charge et après avoir déterminé les entrées et les sorties du système, on peut traduire nos données en un programme sur TIA Portal.

La première chose à faire est de charger nos entrées et sorties du système dans la table des variable API sur PC.

*a Table des mnémoniques*

Variables API					
	Nom	Table des variables s..	Type de données	Adresse ▲	Commentaire
1	SB	Table de variables s..	Bool	%I0.0	arrêt d'urgence
2	SB0	Table de variables s..	Bool	%I0.1	démarrage système
3	SB2	Table de variables s..	Bool	%I0.2	arrêt mélangeur
4	SB3	Table de variables s..	Bool	%I0.3	marche mélangeur
5	SB4	Table de variables s..	Bool	%I0.4	arrêt compresseur
6	SB5	Table de variables s..	Bool	%I0.5	marche compresseur
7	SB6	Table de variables s..	Bool	%I0.6	arrêt pompe à eau
8	SB7	Table de variables s..	Bool	%I0.7	marche pompe à eau
9	SB13	Table de variables s..	Bool	%I1.0	vibreux ciment
10	SB18	Table de variables s..	Bool	%I1.1	décharge béton
11	SB19	Table de variables s..	Bool	%I1.2	porte agrégat 1
12	SB20	Table de variables s..	Bool	%I1.3	porte agrégat 2
13	SB21	Table de variables s..	Bool	%I1.4	porte agrégat 3
14	SB22	Table de variables s..	Bool	%I1.5	porte agrégat 4
15	SB24	Table de variables s..	Bool	%I1.6	pompe décharge eau
16	SB25	Table de variables s..	Bool	%I1.7	pompe sika
17	SB26	Table de variables s..	Bool	%I2.0	vanne sika
18	SB30	Table de variables s..	Bool	%I2.1	BP vis à ciment
19	SB33	Table de variables s..	Bool	%I2.2	BP vanne ciment
20	SB39	Table de variables s..	Bool	%I2.3	BP arrêt convoyeur
21	SB40	Table de variables s..	Bool	%I2.4	BP marche convoyeur
22	SA0	Table de variables s..	Bool	%I2.5	BS pompe à huile A/M
23	SA2	Table de variables s..	Bool	%I2.6	BS déchargement béton A/M
24	SA3	Table de variables s..	Bool	%I2.7	BS Mode Auto/Manuel
25	KA1	Table de variables s..	Bool	%I3.0	fin de cours porte béton
26	KM1	Table de variables s..	Bool	%Q0.0	mélangeur
27	KM1E	Table de variables s..	Bool	%Q0.1	mélangeur étoile
28	KM1T	Table de variables s..	Bool	%Q0.2	mélangeur triangle
29	KM3	Table de variables s..	Bool	%Q0.3	convoyeur
30	KM5	Table de variables s..	Bool	%Q0.4	vis à ciment1
31	KM9	Table de variables s..	Bool	%Q0.5	compresseur
32	KM10	Table de variables s..	Bool	%Q0.6	pompe à eau
33	KM11	Table de variables s..	Bool	%Q0.7	pompe décharge eau
34	KM12	Table de variables s..	Bool	%Q1.0	pompe sika
35	KM15	Table de variables s..	Bool	%Q1.1	vibreux sable
36	KM17	Table de variables s..	Bool	%Q1.2	vibreux ciment
37	KM18	Table de variables s..	Bool	%Q1.3	pompe à huile
38	SB1	Table de variables s..	Bool	%Q1.4	cloche
39	YV1	Table de variables s..	Bool	%Q1.5	verin porte béton
40	YV2	Table de variables s..	Bool	%Q1.6	verin porte agrégat1
41	YV3	Table de variables s..	Bool	%Q1.7	verin porte agrégat2
42	YV4	Table de variables s..	Bool	%Q2.0	verin porte agrégat3
43	YV5	Table de variables s..	Bool	%Q2.1	verin porte agrégat4
44	YV7	Table de variables s..	Bool	%Q2.2	vanne décharge sika
45	YV8	Table de variables s..	Bool	%Q2.3	vanne décharge ciment

*Figure37.a : Table de mnémonique du projet.*

46	Mom demarage	Table de variables s.. Bool	%M0.0	Mom demmarage
47	Mom auto	Table de variables s.. Bool	%M0.1	Mom Auto
48	mom E/T	Table de variables s.. Bool	%M0.2	momento etoile triange
49	mom TM	Table de variables s.. Bool	%M0.3	mémonto temps de milange
50	mom dech beton	Table de variables s.. Bool	%M0.4	
51	bipolar ag	Table de variables s.. Bool	%M0.5	pr lecture des poids
52	bipolar eau	Table de variables s.. Bool	%M0.6	pr lecture des poids
53	bipolar sika	Table de variables s.. Bool	%M0.7	pr lecture des poids
54	bipolar ciment	Table de variables s.. Bool	%M1.0	pr lecture des poids
55	Start	Table de variables s.. Bool	%M1.1	démarrer la production
56	voyant préparer	Table de variables s.. Bool	%M1.2	voyant auto
57	fin de cycle	Table de variables s.. Bool	%M1.3	pr compteur de cycle
58	reset cycle	Table de variables s.. Bool	%M1.4	pr compteur de cycle
59	set compt cycle	Table de variables s.. Bool	%M1.5	pr compteur de cycle
60	voyant graf7	Table de variables s.. Bool	%M1.6	voyant grafctet
61	BAG final	Table de variables s.. Dint	%MD5	poids agrégat final
62	BAG	Table de variables s.. Real	%MD10	quantité agrégats ( balance)
63	Beau final	Table de variables s.. Dint	%MD15	poids eau final
64	Beau	Table de variables s.. Real	%MD20	quantité eau ( balance)
65	BAdj final	Table de variables s.. Dint	%MD25	poids sika final
66	BAdj	Table de variables s.. Real	%MD30	quantité sika ( balance)
67	Bcim final	Table de variables s.. Dint	%MD35	poids ciment final
68	Bcim	Table de variables s.. Real	%MD40	quantité ciment ( balance)
69	real val ag	Table de variables s.. Word	%MW45	pr lecture des poids
70	V BAG	Table de variables s.. Int	%MW50	balance agrégats ( balance)
71	real val eau	Table de variables s.. Word	%MW55	pr lecture des poids
72	V Beau	Table de variables s.. Int	%MW60	balace eau ( balance)
73	real val sika	Table de variables s.. Word	%MW65	pr lecture des poids
74	V BAdj	Table de variables s.. Int	%MW70	balance sika ( balance)
75	real val ciment	Table de variables s.. Word	%MW75	pr lecture des poids
76	Ka in12	Table de variables s.. Int	%MW80	balance ciment ( balance)
77	flag1	Table de variables s.. Real	%MD82	pr recette granulat1
78	flag2	Table de variables s.. Real	%MD86	pr recette granulat 2
79	flag3	Table de variables s.. Real	%MD90	pr recette granulat3
80	flag4	Table de variables s.. Real	%MD94	pr recette granula4
81	flc	Table de variables s.. Real	%MD98	pr recette ciment
82	fltea	Table de variables s.. Real	%MD102	pr recette eau
83	fladj	Table de variables s.. Real	%MD106	pr recette adjuvants
84	num formule	Table de variabl... Int	%MW110	pr recette ( numero recette)
85	flt	Table de variables s.. Time	%MD112	pr recette ( temps de melange)
86	temps de mélange	Table de variables s.. Time	%MD116	temps de melange
87	quantité selected	Table de variables s.. Real	%MD120	pr recette quantité a produire
88	Ag1 > m3	Table de variables s.. Real	%MD124	pr 1m3 granulat1
89	Ag4 > m3	Table de variables s.. Real	%MD128	pr 1m3 granulat4
90	Ag2 > m3	Table de variables s.. Real	%MD132	pr 1m3 granulat2
91	ciment > m3	Table de variables s.. Real	%MD136	pr 1m3 ciment
92	Ag3 > m3	Table de variables s.. Real	%MD140	pr 1m3 granulat 3
93	eau > m3	Table de variables s.. Real	%MD144	pr 1m3 eau
94	adjuvant > m3	Table de variables s.. Real	%MD148	pr 1m3 adjuvant
95	Ag1 > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD152	pr 0.75m3 granulat1
96	Ag2 > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD156	pr 0.75m3 granulat2
97	Ag3 > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD160	pr 0.75m3 granulat
98	Ag4 > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD164	pr 0.75m3 granulat4
99	ciment > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD168	pr 0.75m3 ciment
100	eau > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD172	pr 0.75m3 eau
101	adjuvant > 0.75	Table de variables s.. Real	%MD176	pr 0.75m3 adjuvants
102	ag2 > 0.75 fina	Table de variables s.. Real	%MD180	ag1+ag2
103	ag3 > 0.75 final	Table de variables s.. Real	%MD184	ag1+ag2+ag3
104	ag4 > 0.75 final	Table de variables s.. Real	%MD188	ag1+ag2+ag3+ag4
105	Q4P	Table de variables s.. Real	%MD192	quantité à produire
106	Q2	Table de variables s.. Real	%MD196	quantité produite
107	Q3	Table de variables s.. Real	%MD200	quantité restée à produire
108	dernier Ag1 < 0.75	Table de variables s.. Real	%MD204	pr dernier cycle ag1
109	dernier Ag2 < 0.75	Table de variables s.. Real	%MD208	pr dernier cycle ag2
110	dernier Ag3 < 0.75	Table de variables s.. Real	%MD212	pr dernier cycle ag3

Figure37.b : Table de mnémonique du projet (suite).

### ***b Blocs du programme***

La plateforme du TIA nous donne la possibilité de programmer en plusieurs blocs, fonctions et grafquets, et les appelle dans le bloc principal.

Dans ce projet, on a programmé le mode manuelle en langage de contact et le mode automatique en grafquet. On a utilisé aussi une fonction pour la lecture des poids à partir des balances « loadcell ».

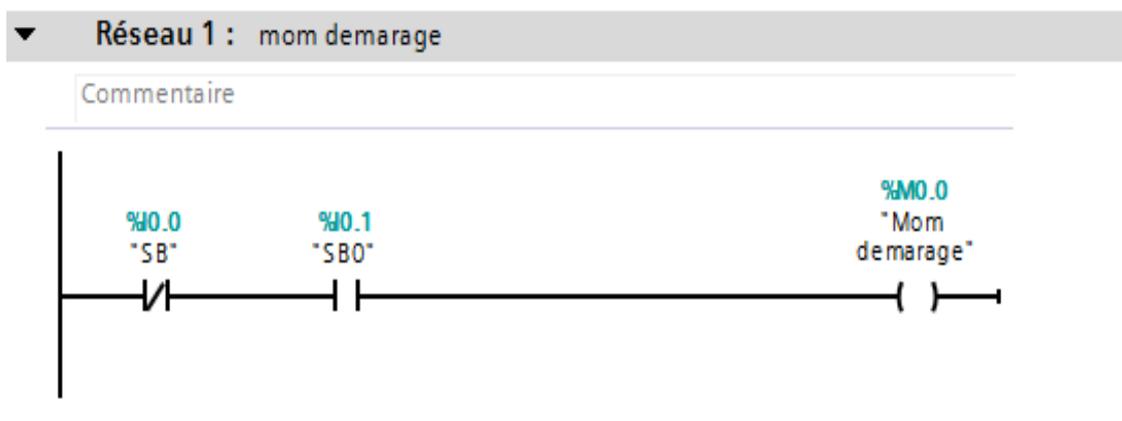


*Figure38 : les Blocs et les fonctions utilisées dans le projet.*

- **Bloc principale: main [OB1] :**

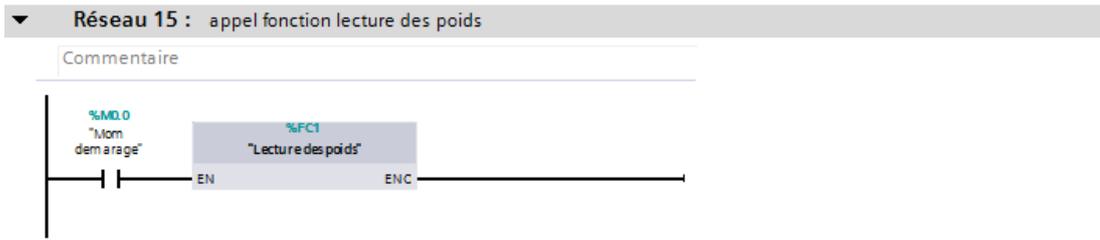
Dès que l'automate programmable est sous tension ce bloc s'exécute d'une manière cyclique et sans arrêt. Et dedans on fait appel les fonctions et les blocs de programme et programmer d'autre séquence. Dans notre « OB1 » on trouve 33 réseaux qui assurent les opérations suivantes :

- démarrage du système.



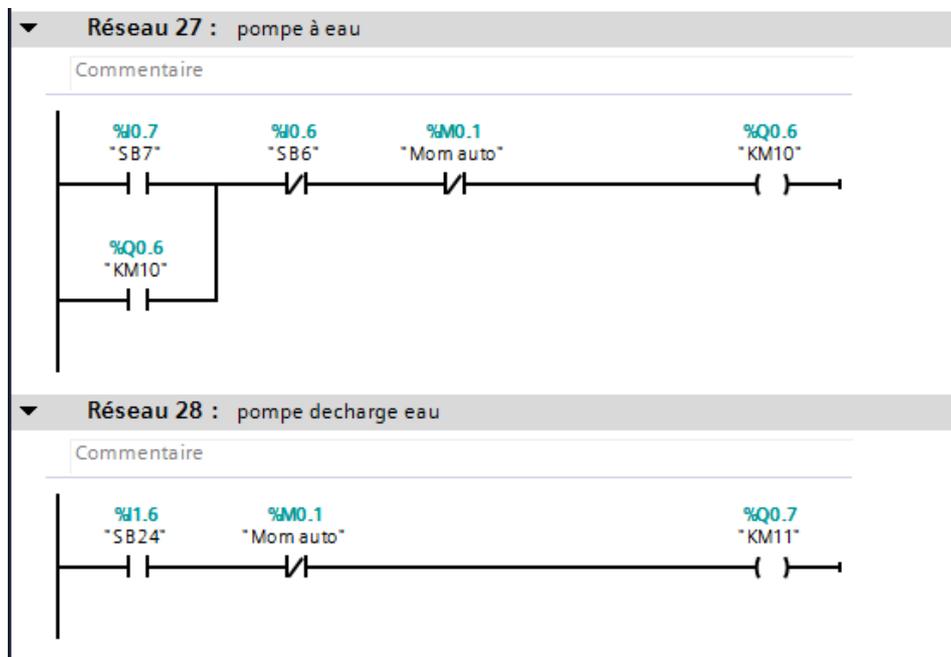
*Figure39 : démarrage du système.*

- Appel de la fonction «lecture du poids ».



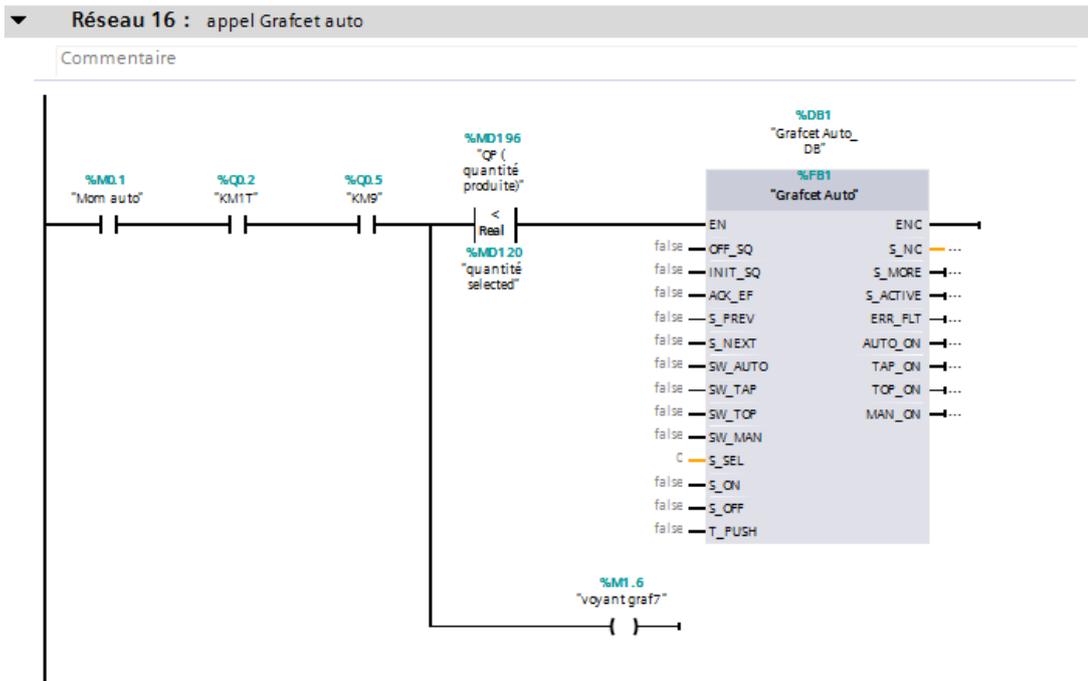
*Figure40 : appel de la fonction lecture du poids.*

- Le fonctionnement en mode manuel.



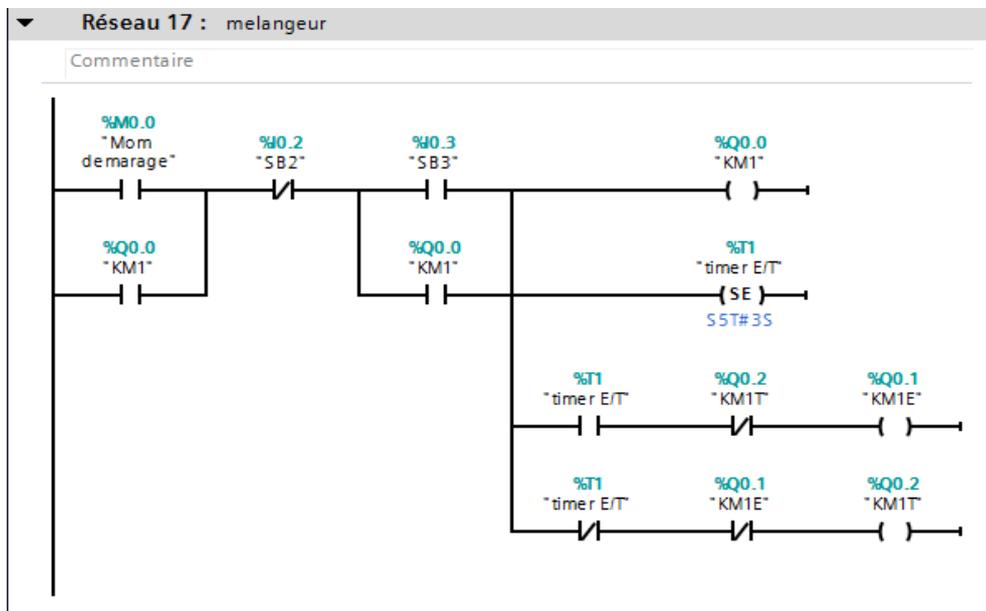
*Figure41 : démarrage d'une pompe à eau avec maintien et une autre sans maintien.*

- Appel du grafcet du mode automatique.



*Figure42 : appel du grafcet auto.*

- Démarrage étoile triangle du malaxeur.



*Figure43 : démarrage étoile triangle du malaxeur JS750.*

- Choix de la recette.

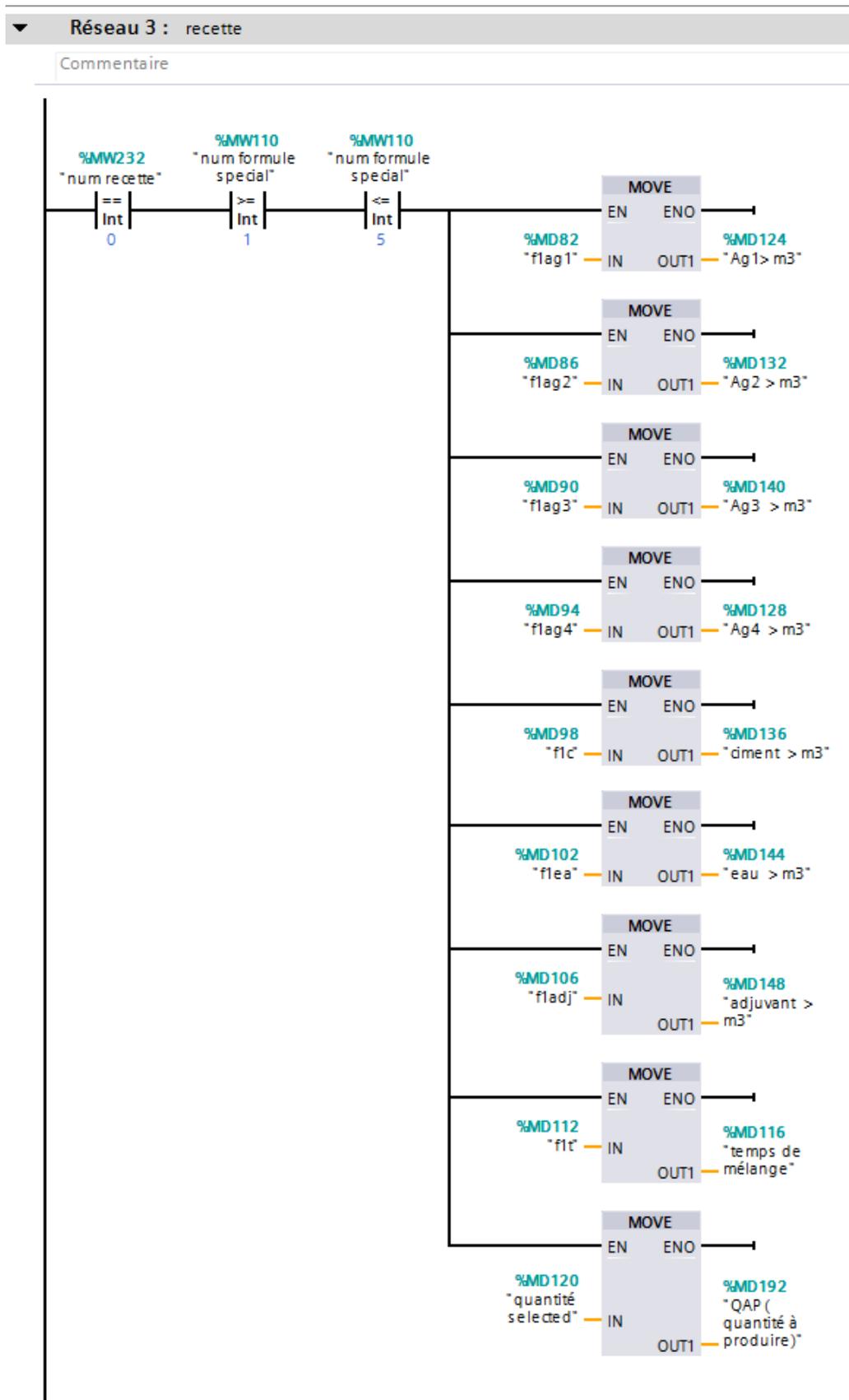
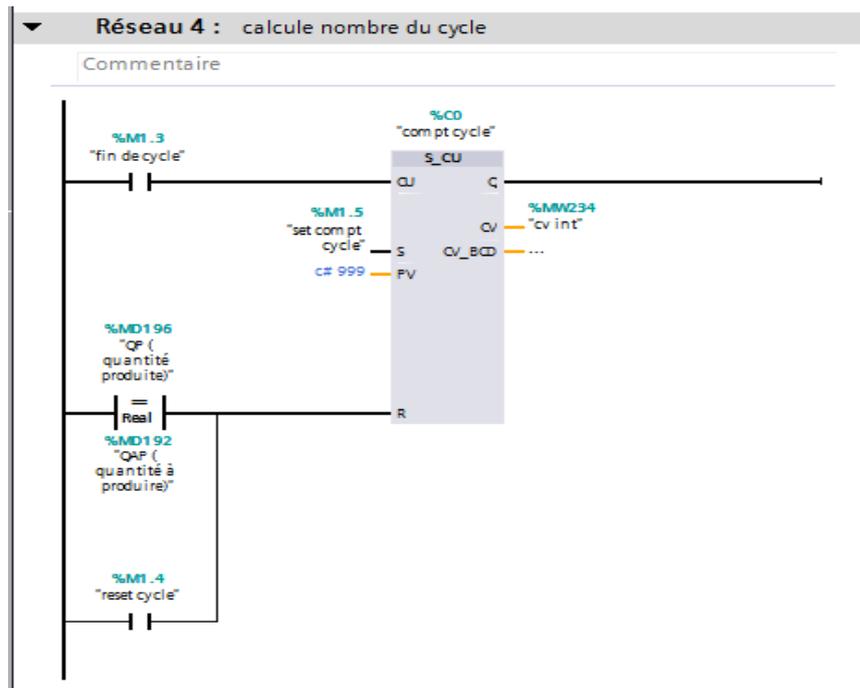


Figure44 : choix de la recette.

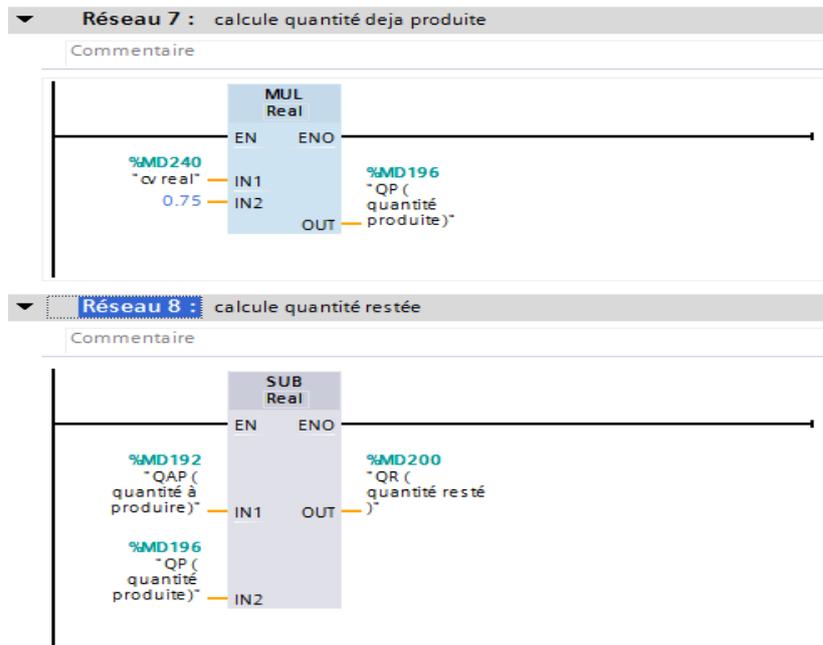
- Calcul nombre du cycle.



**Figure45:** calcule le nombre du cycle de rotation.

Note : la recette est programmé dans la partie supervision et on l'appel dans le bloc [OB1]. Elle contient les quantités des granulats, le temps de mélange et la quantité à produire.

- Calcul de la quantité de la production.



**Figure46 :** calcul des quantités de la production.

- Et d'autres calculs et conversions des valeurs...

- **Fonction lecture des poids :**

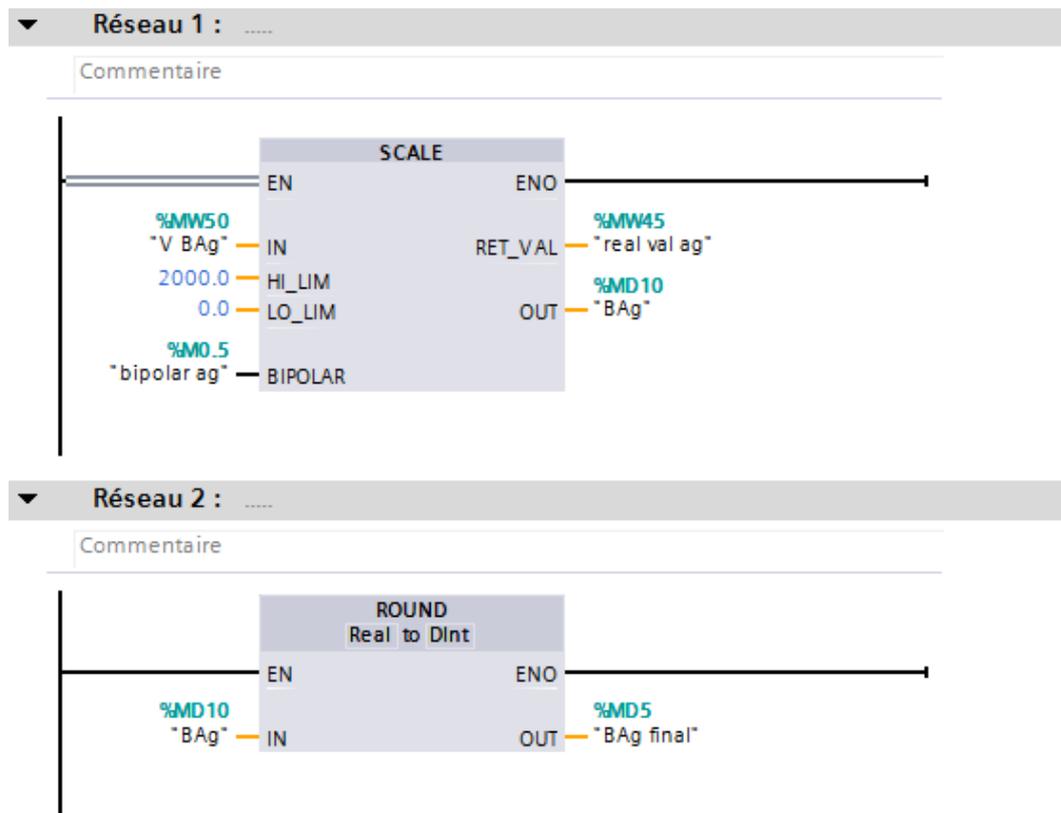


Figure47: la fonction SCALE utilisé pour lire les poids.

- **Grafctet auto [FB1]:**

Ce bloc est responsable de la production en mode automatique. Lors du choix du mode automatique et l'appuie sur le bouton « START » sur le pc, la production commence automatiquement jusqu'à l'obtention de la valeur de la production souhaitée.

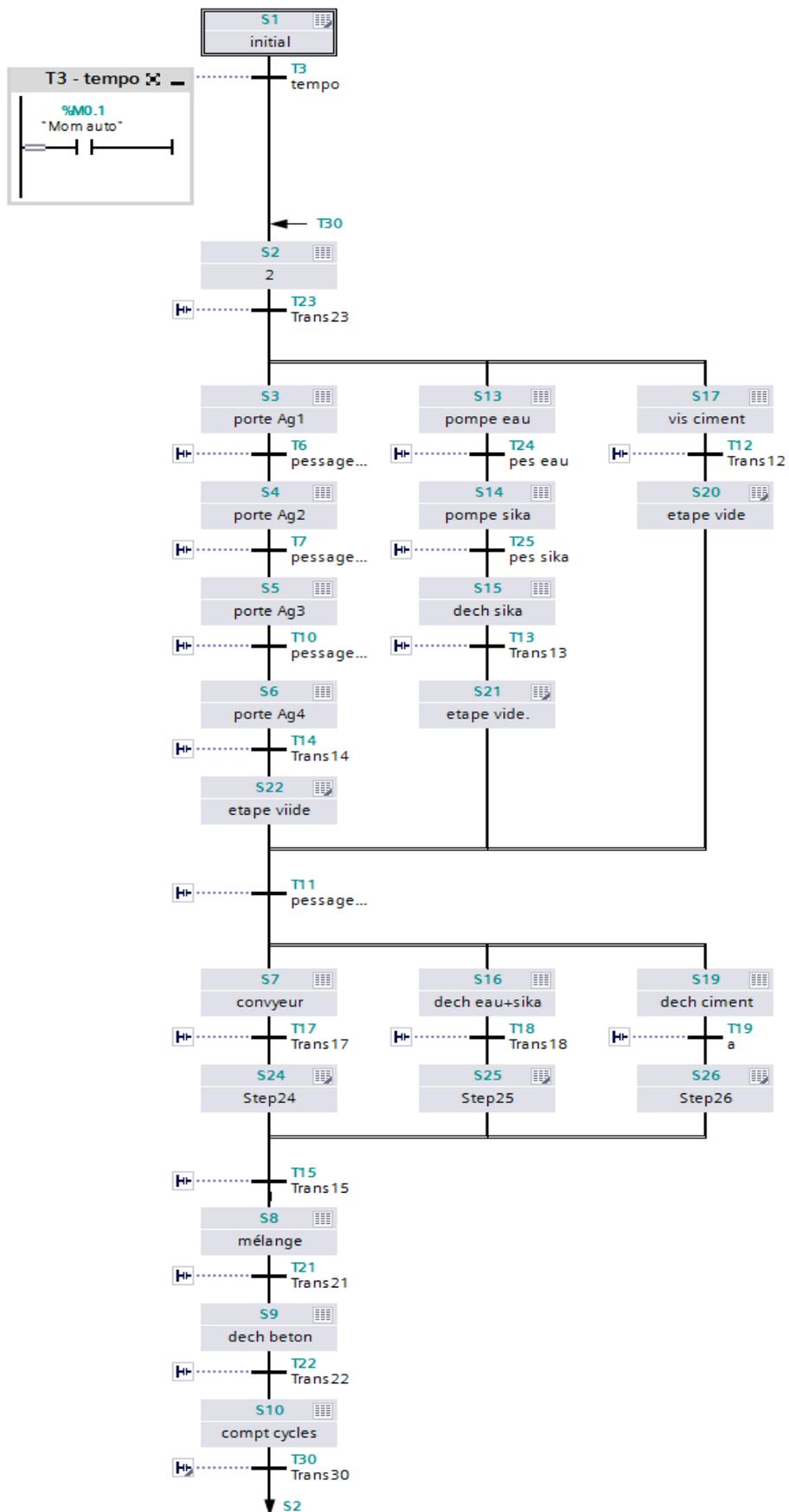
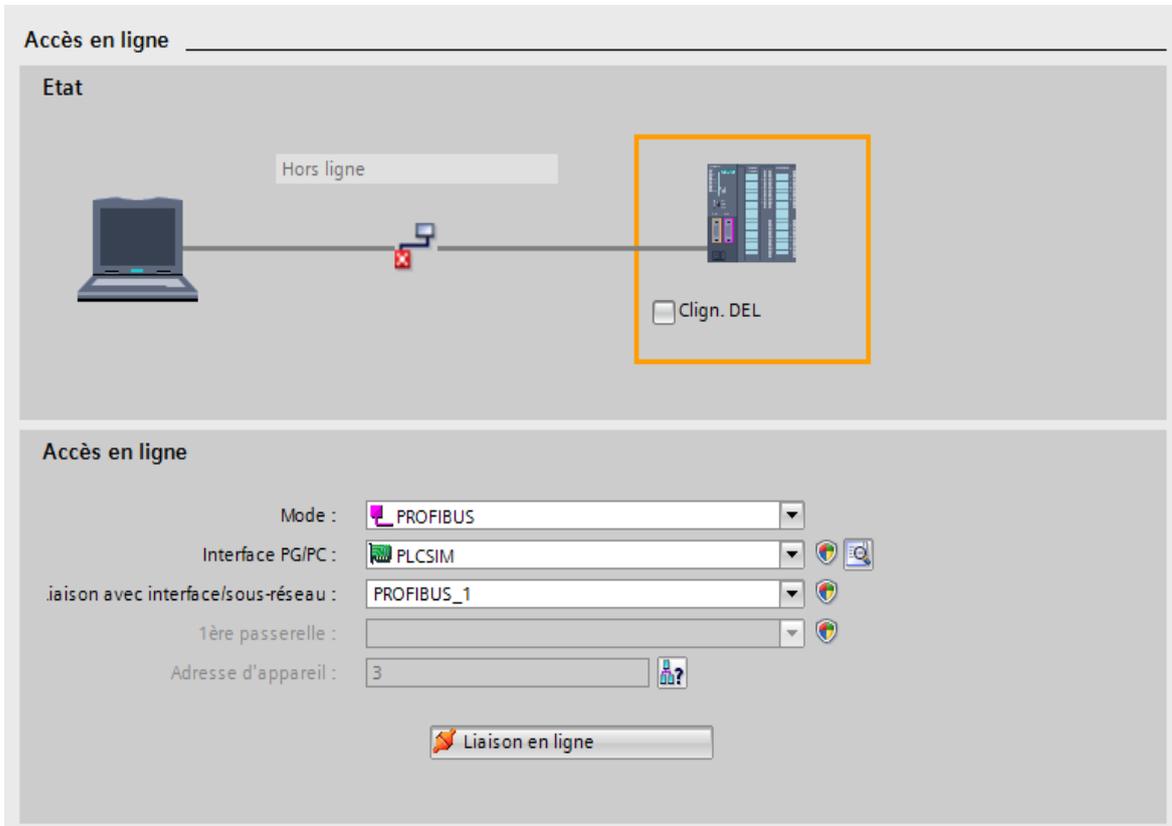


Figure48 : Grafet du mode automatique.

- Simulation du programme avec PLCSIM :

Avant de charger le programme, il faut effectuer une connexion en ligne avec le logiciel PLCSIM et interrompez tous les autres connexions. Le PLCSIM support tous types de liaison ( Profibus, MPI, Teleservice...).



**Figure49** : connexion entre un ordinateur et un API virtuel de PLCSIM.

Après avoir effectué la connexion, on compile notre programme pour détecter les erreurs, ensuite on clique sur l’icône « Démarrer la simulation ».



**Figure50** : démarrage de la simulation avec PLCSIM.

## 4.6.2 Partie supervision

Dans cette partie on va travailler sur le Wincc Runtime Advanced. C'est un logiciel associé à Tia Portal qui permet de programmer les vues des écrans de visualisation industrielle (IHMs, PCn pupitre) et les exécuter sur l'écran du PC du programmeur.

### Vue principale :

Pour la conception de notre écran de supervision, on utilise les icônes de la bibliothèque du TIA Portal pour schématiser une vue synoptique d'une centrale à béton.

Dans cette vue on a :

- Des LEDs qui nous affichent les états « On/Off » des moteurs, pompes et vérins.
- Des Boutons .
- Les afficheurs du poids pour chaque matériaux.
- Les afficheurs des quantités de production.

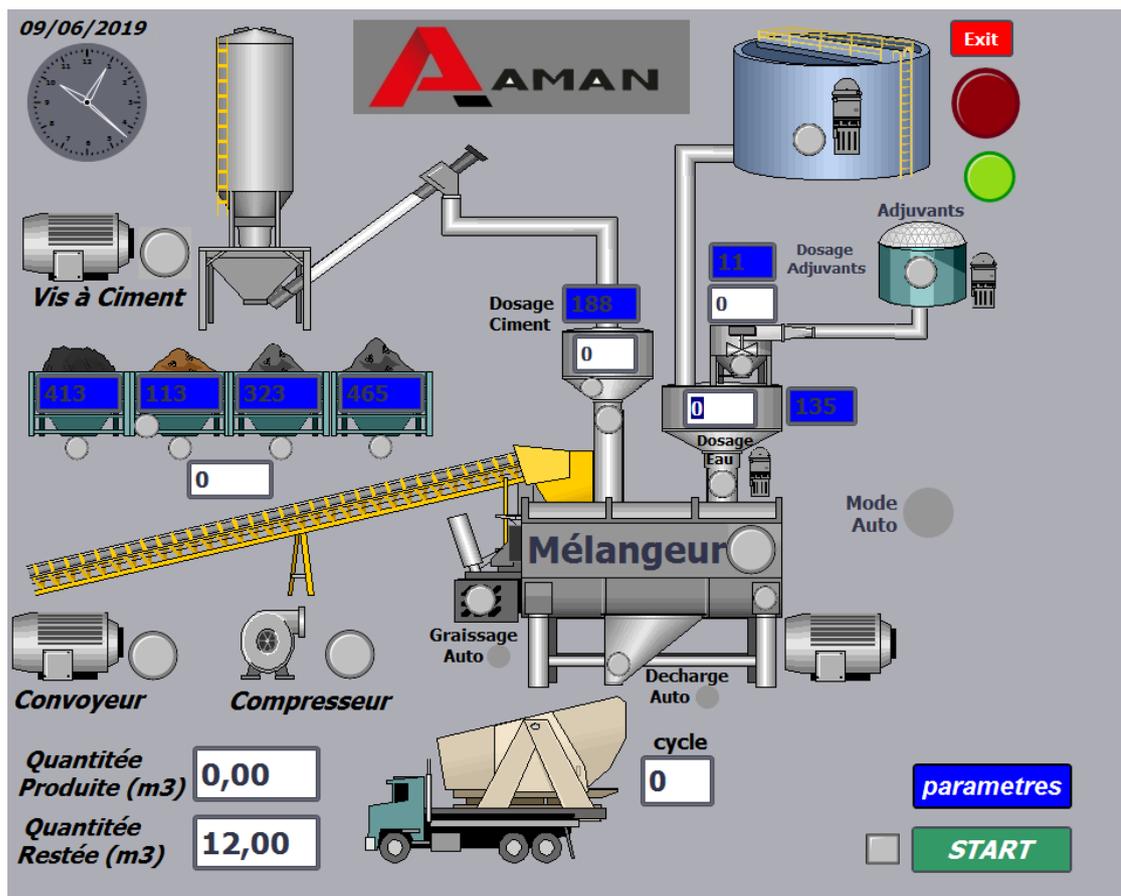


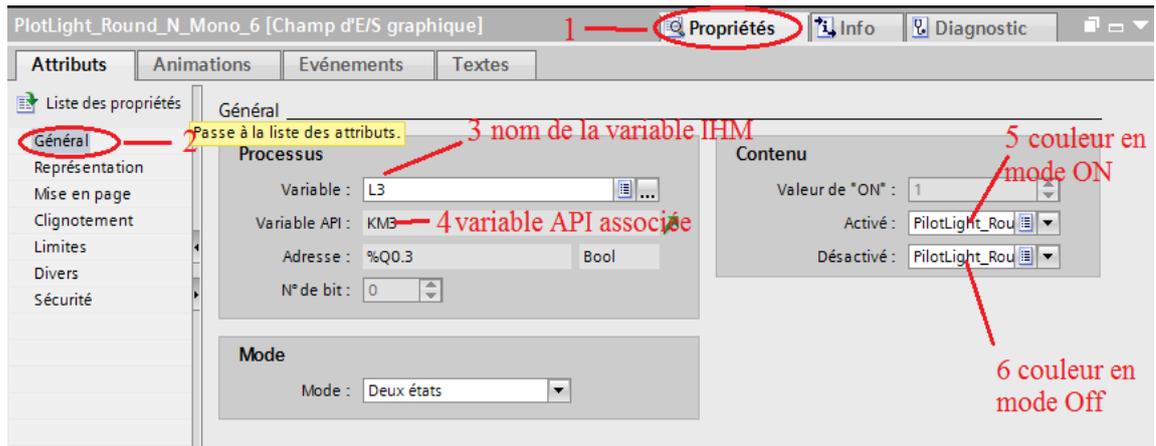
Figure51 :Vue principale du projet.

- **programmation des icônes :**

Pour donner la vie à l'écrans, on doit programmer les LEDs, les boutons et les afficheurs avec les variables d'API, pour supervisonner en temps réelle la production du béton.

- Programmation des LEDs :

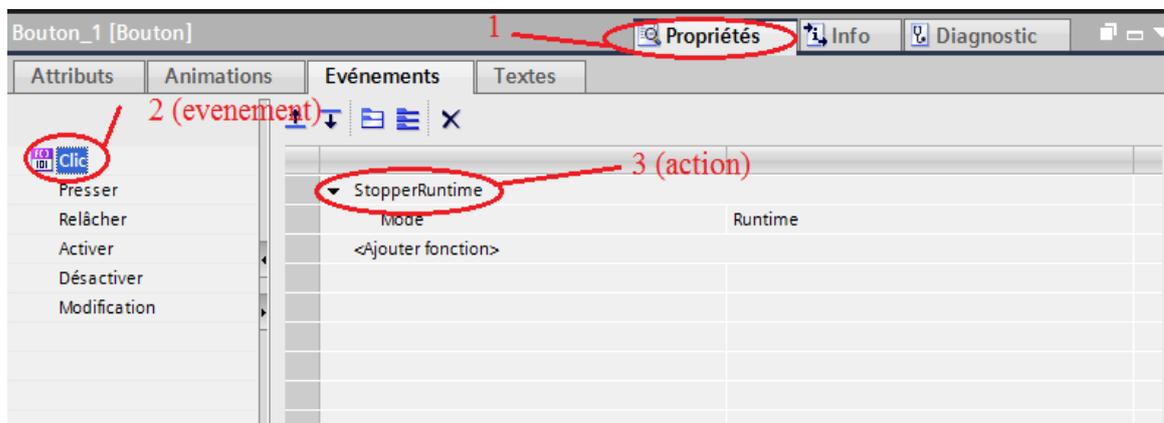
On associe la LED avec la variable API correspondente, et on choisie la couleur d'allumage en mode On et la couleur d'allumage en mode Off.



**Figure52 :** Les étapes de programmation d'une LED.

- Programmation des boutons :

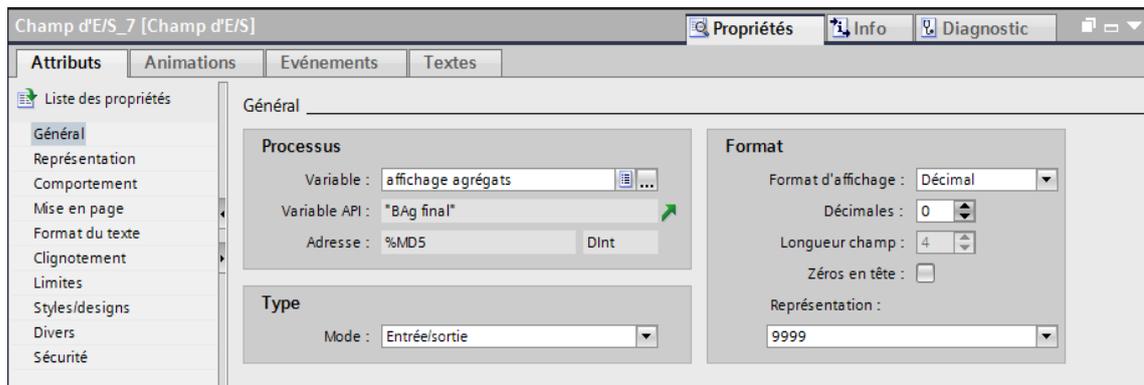
Programmer un bouton c'est programmer une action (mise à 1 bit , mise à 0 bit) et d'autre fonction plus complex ( fermer runtime , aller à une autre vue...). Le déclanchement de l'action se passe lors de l'un de ces evenements : (clic,apui,relacher... ). On peut modifie aussi le cadre , la couleur et le text du bouton.



**Figure53 :** Programmation du bouton Exit pour fermer la fenaitre du Runtime Ad.

- Programmations des afficheurs :

Pour programmer l'afficheur on choisi la variable API qu'on veut afficher et qu'elle doit etre de type « DInt », puis on choisi le format d'affichage.

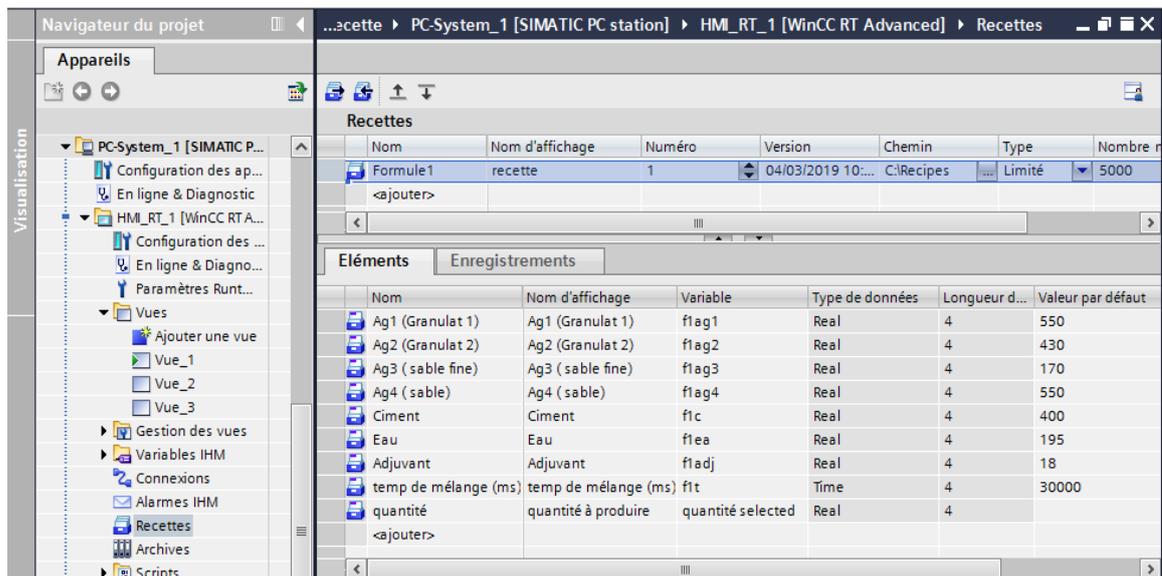


*Figure54 : programmer un afficheur décimal du poids des granulats.*

De cette manière notre vue principale est prête et on passe à la vue des recettes.

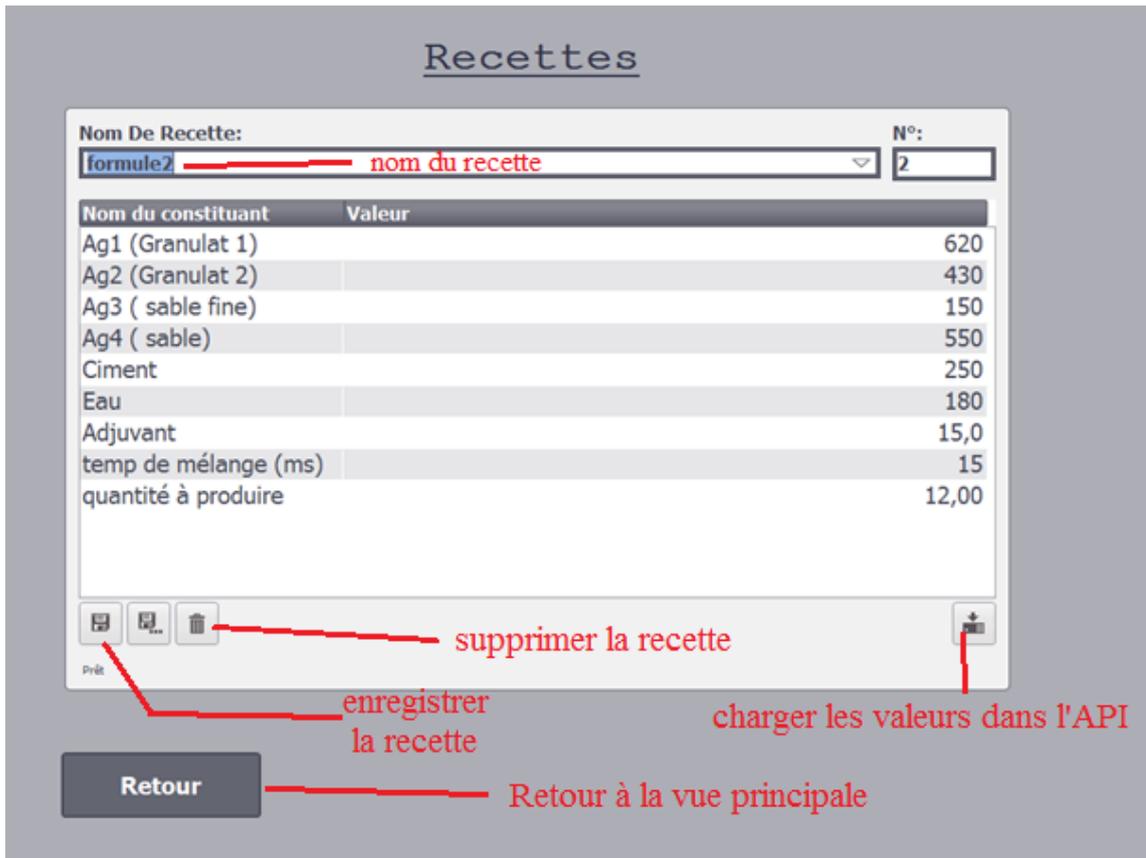
### Vue des recettes :

Avant d'ajouter un vue pour la recette, on doit ajouter une recette à notre station runtime : sur la gauche d'écran et dans la station PC-System on clique sur « recettes ». et on charge les variable du recette dans le tableau.



*Figure55 : programmer une recette du production.*

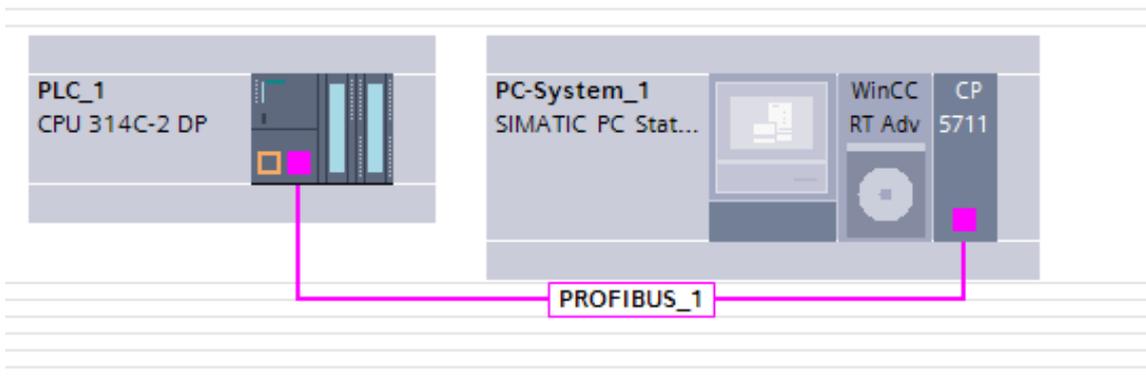
- On ajoute une deuxième vue , puis à droite de l'écran dans « accessoire » , on trouve « vue recette ». on glisse le tableau dans notre vue vierge et on programme un bouton de retour à la vue principale



*Figure56 : vue de recettes.*

### 4.6.3 La connexion entre l'API et Runtime Ad

Pour effectuer une liaison entre l'automate programmable et la station PC du runtime advanced, on a effectué une connexion Profibus entre eux .



*Figure57 : la connexion profibus entre l'API et Wincc RT.*

## **4.7 Conclusion**

A ce point-là, nous arrivons à la fin de notre projet, on a programmé une centrale à béton sur un automate programmable Siemens S7-314c-DP avec l'écran de la supervision sur un ordinateur. Je vous prie de rester branché pour la simulation de notre projet en temps réel.

## Conclusion générale

---

Arrivons à la fin de ce projet de fin d'étude qui a été le résultat des années d'éducation et de la recherche scientifique, nous profitons encore fois l'occasion pour exprimer nos sincères gratitude a tout personne qui nous a donnés le moins d'aide pendant notre parcours.

Pendant notre stage au sein de la société SARL AMAN INTERNATIONAL, nous avons commencé notre projet par l'étude des documents de la centrale à béton fournit par la société. Ensuite, nous avons commencés à accompagner les ingénieurs de SARL AMAN pendant les sorties sur chantier pour pourvoir identifier les différentes parte de la centrale et comprendre son principe de fonctionnement.

Après l'analyse des documents, on a créé un projet sur TIA Portal basé sur deux parties principales :

- Partie programme :

Cette partie contient les deux modes de travail « automatique et manuel », ainsi que les différentes fonctions et calculs

- Partie supervision :

La partie supervision c'est la partie visuelle du projet qui nous permet de contrôler le déroulement de la production en temps réel, et choisir le type du béton qu'on veut produire, la quantité et le temps de mélange.

Ce travail a étai simulé devant les responsables de la société d'accueil et il a laissé une bonne impression chez eux. Espérons que notre projet soit réalisé dans le futur pour récolter les résultats des années d'études.

### **La fonction SCALE :**

Pour simuler le travail du Loadcells, on utilise la fonction « SCALE » (mise à l'échelle). Cette fonction prend une valeur entière (IN) et le converti selon l'équation-ci-après en une valeur réelle exprimée en unités physiques, comprises entre une limite inférieure (LO\_LIM) et une limite supérieure (HI\_LIM). Le résultat est écrit dans le paramètre OUT. Si la valeur entière d'entrés se situe en dehors de la plage définie pour son type (bipolaire ou unipolaire), la sortie (OUT) est saturée à la valeur la plus proche de la limites inférieure (LO\_LIM) ou supérieure (HI\_LIM) et une erreur est signalée.

Plage de mesure :

- Bipolaire : la valeur entière d''entrée est supposée être comprise entre -27648 et 27648.
- Unipolaire : la valeur entière d''entrée est supposée être comprise entre 0 et 27648.[15]

### **S7-PLC simulateur :**

S7-PLCSIM exécute le programme utilisateur comme un véritable API. Pendant l'exécution du programme, différentes valeurs de processus peuvent être surveillées et modifiées via une simple interface utilisateur (par exemple, l'activation ou la désactivation des entrées / sorties).

Cela permet de réaliser l'ensemble du test du programme sur site dans le bureau de développement. La possibilité de simuler la communication via MPI, PROFIBUS DP et TCP / IP est nouvelle et garantit une grande flexibilité dans la simulation.

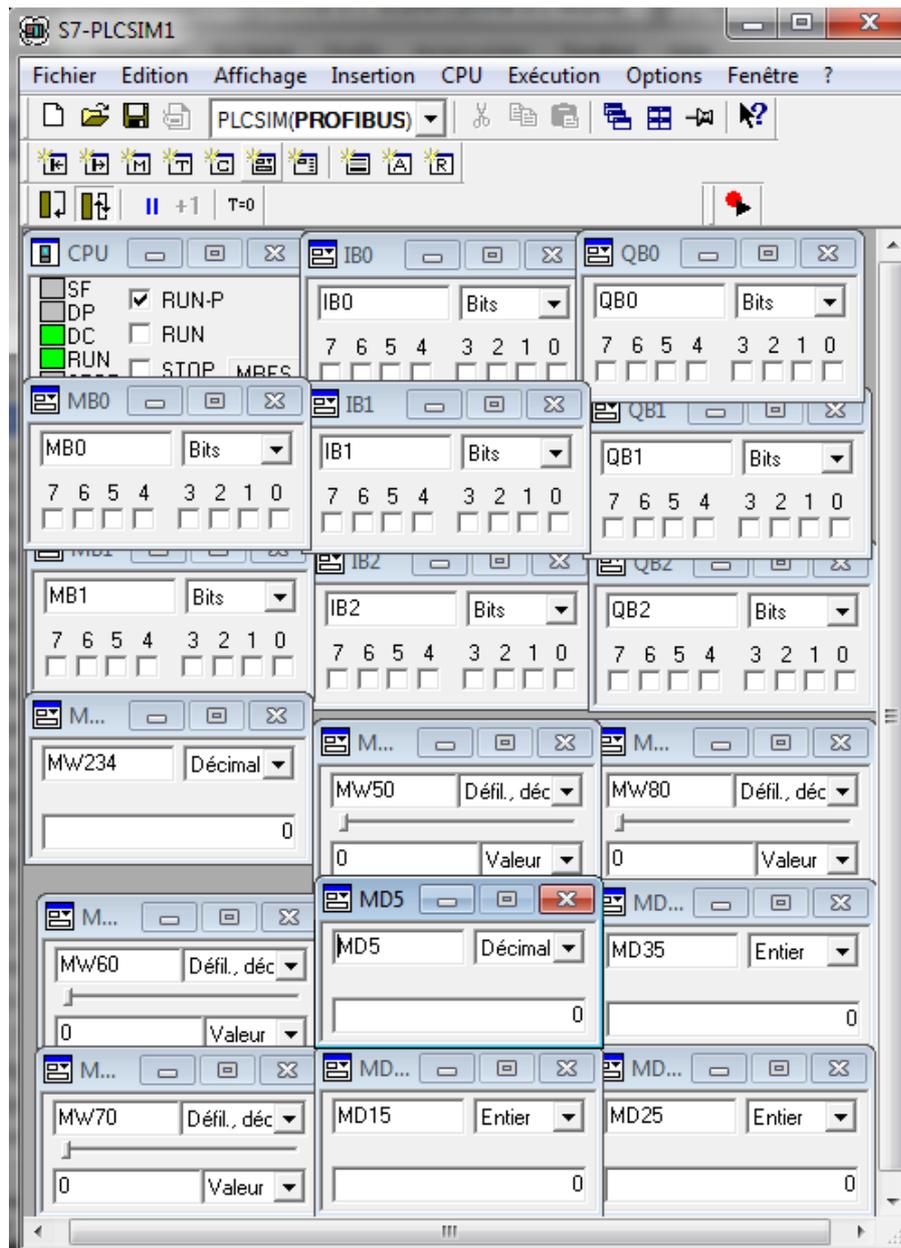


Figure58 : fenêtre du S7-PLCSIM pour contrôler la centrale à béton automatique.

# Bibliographie

---

- [1] Leslie Rainer, Angelyn Bass Rivera, David Gandreau, *Terra 2008: The 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage*, Getty Publications, 14 juin 2011
- [2] <http://www.planete-tp.com/centrales-a-beton-a289.html>
- [3] <https://www.liebher.com/fr/>
- [4] <http://www.guidebeton.com/differents-types-beton>
- [5] <https://www.infociments.fr/glossaire/adjuvants>
- [6] Karl Johan Åström et Björn Wittenmark, *Adaptive Control*, Dover Publications, 2008, 2<sup>e</sup> éd., 573 p
- [7] Cours de Mr Alain GONZAGA « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS » Mr Alain GONZAGA (7/11/2004). Institut universitaire de technologie à Saint-Quentin, France
- [8] René David et Hassane Alla, *Du Grafset aux réseaux de Petri*, Paris, Hermès , coll. « Traité des nouvelles technologies / Automatique », 1992, 2<sup>e</sup> éd. (1<sup>re</sup> éd. 1989), 500 p.
- [9] <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/le-langage-ladder-pour-les-nuls.html>
- [10] <https://www.automation-sense.com/blog/supervision-industrielle.html>
- [11] [http://www-lagis.univ-lille1.fr/~bonnet/supervision/Cours\\_intro\\_super.pdf](http://www-lagis.univ-lille1.fr/~bonnet/supervision/Cours_intro_super.pdf)
- [12] Pierre BONNET ,Université des Sciences et Technologies de Lille « Cours introduction à la supervision » Master SMaRT. Novembre 2010  
<https://www.industry.siemens.com/topics/global/fr/tia-portal/pages/default.aspx>
- [13] Alain Greffier, Directeur division Industry Automation « SIMATIC magazine » N° 63 - JUIN 2014
- [14] Doucement fournit par la société (Manuel technique)
- [15] Support industrie siemens « FC105 la fonction SCALE » 01/02/2008.