Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques Fès
Département Génie Electrique

SIEMENS

Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

ZEDOUH Othmane

Pour l'obtention du diplôme

Master Sciences et Techniques

Electronique, Signaux et Systèmes Automatisés

(E.S.S.A)

Intitulé

Etude technico-commercial d'automatisation et de télégestion d'une station de pompage SP2 à Marrakech

Encadré par :

Pr E.ABARKAN

Mr M.ELOUATI (SIEMENS)

Mr A.*ETTOUHAMI* (SIEMENS)

Soutenu le 14 Juin 2016, devant le jury composé de :

Pr E.ABARKAN……: Encadrant (FST Fès)

Pr H.EL MARKHI …… : Examinateur (FST Fès)

Pr T.LAMHAMDI …… : Examinateur (FST Fès)

Mr ELMAKRINI …… : Examinateur (ONEE)

ANNEE UNIVERSITAIRE 2015- 2016

بسم الله الرحمن الرحيم

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا

إنك أنت العليم الحكيم

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية32

Dédicace

Je Dédie cet humble travail avec grand amour,
Sincérité et fierté :

A mes chers parents, sources de tendresse,
De noblesse et d'affectation

A mon frère et ma sœur, en témoignage de la fraternité, avec
Mes souhaits de bonheur de santé et de succès,

Et à tous les membres de ma famille.

A tous mes amis, tous mes professeurs

Et à tous qui compulsent ce modeste travail.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

J'exprime mon respect et sincère remerciement à M.ABARKAN Elhossain, mon encadrant académique à la Faculté des Sciences et Techniques Fès, pour sa disponibilité, sa courtoisie, et pour les efforts qu'il n'a cessé de déployer pour réaliser ce travail.

Je tiens à présenter mes reconnaissances et mes remerciements à toute l'équipe progrès du SIEMENS, et en particulier je remercie infiniment M. ETTOUHAMI Ahmed, M. ELOUATI Mustapha et M.BENAYADA Mourad pour leurs aides et leurs directives précieuses durant le déroulement du projet.

Je présente également mes remerciements à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger mon travail.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude à chaque personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Résumé

Pour faire face aux évolutions accélérées d'un marché de plus en plus concurrentiel et aux nouveaux enjeux en termes de gestion, les entreprises ne cessent de chercher les moyens d'augmenter leur productivité. Sur le plan industriel, les technologies numériques, les systèmes automatisés et supervisés jouent un rôle primordial dans ce processus d'amélioration de productivité. En effet, la maitrise de tels systèmes permet, aux entreprises, le pilotage des processus de production pour répondre aux attentes des clients et aux besoins du marché.

L'étude présentée dans ce rapport s'inscrit dans le cadre de mon Projet de Fin d'Etudes effectué au sein de SIEMENS Maroc, qui a pour objectif l'étude technico-commercial et la réalisation d'une station de pompage d'eau.

Cette étude a m'a permis de faire la programmation et la supervision et de choisir le matériel convenable pour la mise en œuvre de cette station.

ABSTRACT

To face the evolutions accelerated by a more and more competitive market and the new stakes in terms of management, companies do not stop looking for the ways to increase their productivity. On the industrial plan, the digital technologies, the automated and overseen systems play an essential role in this process of improvement of productivity. Indeed, the control of such systems allows, companies, the piloting of the processes of production to answer customer expectations and market needs.

The study presented in this report lies within the scope of our project of end studies carried out whit in SIEMENS Morocco, Which has for objective the study technical salesman and the realization of a pumping plant of water.

This study has allowed me to make the programming and the supervision and to choose the suitable material as the implementation of this station.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Werner VON SIEMENS 15
Figure 2 : Les divisions du secteur IC 20
Figure 3 : Domaine d'activité de Siemens Maroc 21
Figure 4 : Station de pompage SP2 23
Figure 5 : Vue en plan coupe de la station de pompage 24
Figure 6 : La bête à cornes 25
Figure 7 : Le diagramme pieuvre 26
Figure 8 : Le diagramme FAST 27
Figure 9 : S7 300 avec un ET200M et un SCALANCE 41
Figure 10 : S7 300 avec un ET200S et un SCALANCE 42
Figure 11 : S7 400H(deux CPU) avec deux ET200M et un SCALANCE 44
Figure 12 : S7 400H(deux CPU) avec deux ET200S et un SCALANCE 45
Figure 13 : S7 1200 avec un ET200SP et un SCALANCE integré 47
Figure 14 : S7 1200 avec deux CPU et un SCALANCE integré 48
Figure 15 : S7 1500 et un SCALANCE 49
Figure 16 : S7 1500 avec un ET200SP et un SCALANCE 50
Figure 17 : Vue du portail 51
Figure 18 : Vue du projet 52
Figure 19 : Vue des bibliothèques 53
Figure 20 : simulation de CPU 54
Figure 21 : Automate ET200SP avec des cartes d'entrées et sorties TOR et Analogique et Coupleur 56
Figure 22 : Automate S7 1500 avec une CPU 1511-PN et u Processeur de communication Profibus 56
Figure 23 : Station PC avec WinCC Adv et une carte IE 57
Figure 24 : Appareils et les réseaux 57
Figure 25 : les variateurs de vitesse dans le réseau 58
Figure 26 : Références des appareils 59
Figure 27 : Bloc Interlock 61
Figure 28 : Bloc Moteur 63
Figure 29 : bloc vanne 64
Figure 30 : Fonctionnement de bloc vanne 65

Figure 31 : Bloc Permutation 66
Figure 33 : la structure du bloc Ligne 68
Figure 32 : Bloc Ligne 68
Figure 34 : Vue Accueil 69
Figure 35 : Vue Accueil avec le LOGIN de l'utilisateur 70
Figure 36 : Vue général 70
Figure 37 : Vue de Niveau de réservoir 71
Figure 38 : Faceplates de la Moteur 72
Figure 39 : **Faceplates de la Moteur (Interlock)** 72
Figure 40 : Faceplates de la Moteur (Température) 72
Figure 41 : Faceplates Vanne (Etat) 73
Figure 42 : Faceplates Vanne (commande) 73
Figure 43 : Automate S7 1500 avec un Scalance 75
Figure 44 : Fonctionnement de la télégestion 76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les caractéristiques des pompes 28
Tableau 2 : Les caractéristiques des moteurs 30
Tableau 3 : caractéristiques des vannes 31
Tableau 4 : Tableau du diagramme de GANTT 35
Tableau 5 : liste des entrées et sorties 38
Tableau 6 : Totale des entrées sorties 38
Tableau 7 : les caractéristiques des automates 40
Tableau 8 : liste des matérielles de la Première solution 41
Tableau 9 : **liste des matérielles de la Deuxième solution** 42
Tableau 10 : **liste des matérielles de la Troisième solution** 43
Tableau 11 : liste des matérielles de la Quatrième solution 45
Tableau 12 : liste des matérielles de la Cinquième solution 46
Tableau 13 : liste des matérielles de la Sixième solution 47
Tableau 14 : Liste des matérielles de la Septième solution 49
Tableau 15 : Liste des matérielles de la Huitième solution 49
Tableau 16 : Les entrés de bloc Interlock 62
Tableau 17 : Les sorties de bloc Interlock 62
Tableau 18 : Les entrés de bloc Moteur 64
Tableau 19 : **Les sorties de bloc Moteur** 64
Tableau 20 : Les entrés de bloc Vanne 65
Tableau 21 : Les sorties de bloc Vanne 66
Tableau 22 : les entrées de bloc Permutation 66
Tableau 23 : les sorties de bloc Permutation 67

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviation	Signification
BT	Basse tension
CPU	Control Process Unit
E/S	Entrée-sortie
EANA	Entrée Analogique
Ethernet/IP	Protocole de communication industrielle Ethernet
ETOR	Entrée TOR (Tout Ou Rien)
fer	fermer
HMI	Interface Homme-Machine
HT	Haute tension
INTERG	Intégration
LAD	Langage Ladder
MCC	Centre de commande moteur
MT	Moyenne tension
OCP	Office chérifien des phosphates
ONEE	Office National de l'Electricité et de l'Eau
ouv	ouvert
PLC	Programmable logic Controller (automate programmable industriel)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition "Contrôle et acquisition des données"
SE	Site Edition (locale)
STOR	Sortie TOR (Tout Ou Rien)

Table des matières

Dédicace 2
Remerciements 3
Résumé 4
ABSTRACT 5
TABLE DES FIGURES 6
LISTE DES TABLEAUX 8
LISTE DES ABREVIATIONS 9
INTRODUCTION GENERALE 13
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL 14
I. Siemens AG 15
1. Présentation de Siemens AG 15
2. Historique de Siemens AG 15
II. Siemens Maroc 16
1. Présentation de siemens Maroc : 16
2. Historique de Siemens Maroc : 17
3. Les domaines d'activité de Siemens Maroc : 18
III. Conclusion 21
CHAPITRE 2 : CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE 22
I. Introduction 23
II. Présentation générale du projet 23
III. Analyse fonctionnelle 25
1. La bête à cornes 25
2. Le diagramme pieuvre 26
3. Le diagramme FAST 27
IV. Cahier des charges 28
1. les pompes 28
2. MOTEURS ELECTRIQUES 28

3. VANNES 30
4. APPAREILS DE MESURE 31
5. COMMUNICATION 31
6. AUTOMATISME 31
7. Détails de supervision 34
V. Diagramme de GANTT 35
VI. Conclusion 35
CHAPITRE 3 : ETUDE TECHNICO-COMMERCIAL 36
I. Introduction 37
II. Liste des entrées et sorties 37
III. Automatisme 38
1. Caractéristiques techniques des automates 38
2. Les solutions proposées 40
IV. Le choix de logiciel 50
1. PLCSIM 53
2. WinCC 54
3. Startdrive 54
V. Configuration matérielle 55
VI. Conclusion 59
CHAPITRE 4 : PROGRAMMATION ET SUPERVISION 60
I. Introduction 61
II. Description des Bloc 61
1. Bloc Interlock 61
2. Bloc Moteur 62
3. Bloc Vanne 64
4. Bloc permutation 66
III. Méthodes de programmation 67
1. Introduction 67
2. Choix du langage de programmation 67
3. Fonctionnement de l'application 67
4. Automatisme général 68

IV. Supervision 69
1. Introduction 69
2. Les Vues 69
3. Faceplates 71
V. Conclusion 73
CHAPITRE 5 : TELEGESTION 74
I. Introduction 75
II. Utilité de la télégestion 75
III. FONCTIONNEMENT 76
IV. APPLICATION 76
Conclusion générale 77
Bibliographie 78
Webographie 78
Annexes 79
Annexe1 : Organigramme de la division I&D 79
Annexe 2 : Liste des entrées sorties 80
Les entrées TOR 80
Les sorties TOR 82
Les entres Analogiques 83

INTRODUCTION GENERALE

Le travail présenté dans ce rapport entre dans le cadre de mon projet de fin d'études en cycle Master Sciences et Techniques, option Electronique, Signaux et Systèmes Automatisés, à la Faculté des Sciences et Techniques Fès.

Compte tenu de son ouverture sur les établissements universitaires, la société SIEMENS qui est une multinationale présente au Maroc depuis 56ans, nous a confié la réalisation d'une composante de ce projet. Cette réalisation consiste à automatiser et superviser la station de pompage qui alimente la ville de Marrakech en eau potable à partir barrage Al Massira.

Dans le cadre de ce projet, l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable-Branche Eau, envisage de réaliser les travaux de renforcement de la production à partir du barrage Al Massira d'où mon sujet de projet de fin d'étude : Etude technico-commercial d'automatisation et de télégestion d'une station de pompage SP2 à Marrakech.

La démarche adoptée pour la réalisation de cette étude se déroule en 5 chapitres principaux.

Le premier chapitre sera consacré pour la présentation de l'organisme d'accueil.

Le deuxième chapitre présente le contexte général de l'étude avec l'analyse fonctionnelle et le cahier des charges.

Le troisième chapitre sera consacré à l'étude comparative des diffèrent solutions d'automatisation et la spécification technique, telles que le choix et la description technique du matériel choisis, et les protocoles de communication utilisés.

Le quatrième chapitre, divisée en 4 parties principales, la première partie décrit les blocs utilisés, la deuxième partie définit la méthode utilisée pour la programmation, la troisième partie sera consacrée pour l'automatisme général, et la supervision sera traiter dans la quatrième partie.

Le cinquième chapitre défini la télégestion et les différent matérielles utilisé pour commander la station de pompage à distance.

Je finirai ce rapport par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE 1 :

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Introduction

Avant d'entamer la présentation de l'étude réalisée dans le cadre du projet de fin d'études, il convient tout d'abord de consacrer ce premier chapitre pour la présentation de l'organisme d'accueil Siemens Maroc.

I. Siemens AG

1. Présentation de Siemens AG

Siemens AG est un groupe international d'origine allemande qui opère dans le secteur de l'ingénierie et de l'électronique. Il a été fondé en 1847 par Werner Von Siemens. Le groupe, dont le siège se situe à Munich, Allemagne, est aujourd'hui le premier groupe européen de haute technologie et le premier employeur privé d'Allemagne.

Fondée pour fabriquer et installer des systèmes télégraphiques en Allemagne, Siemens AG a prospéré et s'est développé depuis plus de 165 ans pour devenir une puissance mondiale à multiples facettes en ingénieries électrique et électronique, et l'une des sociétés les plus internationales du monde.

Partout dans le monde, Siemens AG conjugue talent industriel, innovation, efficacité et productivité, ceci dans un constant respect des hommes et de l'environnement, elle donne la priorité à l'innovation dans l'industrie, l'énergie, la santé et les solutions destinées aux infrastructures urbaines.

2. Historique de Siemens AG

Werner VON SIEMENS, né en 1816 près de Hanovre, s'est passionné pour les sciences et a fait de brillantes études. Il a fondé avec un groupe de physiciens la Deutsche Physikalische Gesellschaft (Société Allemande de Physique), et a mis au point son télégraphe électrique.

La figure suivante montre le fondateur de Siemens AG :

Figure 1 : Werner VON SIEMENS

L'histoire de Siemens d'un atelier à un acteur mondial se résume dans ce qui suit :

1847 : Télégraphe à index

1866 : Construction de la première dynamo

1879 : Chemin de fer électrique

1882 : Eclairage public électrique à Berlin

1905 : Ampoule à filament métallique

1933 : Réseau Télex

1965 : Diagnostic échographie en temps réel

1980 : Central téléphonique numérique EWSD

1984 : Système de communication intégré (Hicom)

2000 : Soupape d'injection piézo-électrique

2002 : Moteur à supraconducteur haute température

II. Siemens Maroc

1. Présentation de siemens Maroc :

Siemens SA est le représentant exclusif de Siemens AG au Maroc depuis plus de 58 ans. Il participe pleinement au rayonnement économique marocain dans des domaines de pointe tels que le développement urbain, la métallurgie, la production et distribution d'énergie, les énergies renouvelables et les équipements médicaux.

Siemens SA opère principalement dans les domaines de l'électrification, de l'automatisation et de la digitalisation et compte parmi les principaux fournisseurs de technologies à haute efficacité énergétique, qui contribuent à préserver les ressources naturelles. L'entreprise est leader dans la construction d'éoliennes en mer, l'un des principaux constructeurs de turbines à gaz et à vapeur pour la production d'énergie, un acteur majeur du transport d'énergie, mais aussi un pionnier des solutions d'infrastructures, des équipements d'automatisme, des systèmes d'entraînement et des solutions logicielles dédiées à l'industrie. En outre, l'entreprise est un acteur de premier plan de l'imagerie médicale, qu'il s'agisse de scanographie ou d'imagerie par résonance magnétique, ainsi que du diagnostic de laboratoire. Siemens SA est un acteur économique important et s'engage activement dans les filières stratégiques pour l'industrie.

Lors de l'exercice 2013, Siemens a réalisé un chiffre d'affaires de 245 millions d'euros au Maroc, enregistrant près de 400 millions d'euros d'entrées de commandes.

Son siège social est situé à Anfa place centre d'affaires « Est », sur un plateau de 2200 m^2. la société opte pour l'open space pour ses nouveaux locaux, afin de favoriser la créativité et la performance des salariés de l'entreprise, moderniser leur environnement et leur offrir des concepts de travail novateurs et créatifs. Cette initiative vise à développer de nouvelles façons d'optimiser l'esprit d'équipe. La Structure emploie plus de 250 salariés et regroupe quatre domaines d'activité.

2. Historique de Siemens Maroc :

- ✓ En 1929, premières installations pour une usine de ciment au Maroc.
- ✓ En 1933, Siemens-Schuckertwerke maintient un dépôt de vente au Maroc.
- ✓ En 1952, contrat de représentation entre l'Inter et ARGOS dans la partie du Maroc.
- ✓ En 1956, Le cabinet d'ARGOS S.A.R.L. est renommé Siemens Maroc S.A.R.L
- ✓ En 1957, en dépit de la situation économique incertaine, Siemens reçoit des commandes pour les moteurs de batterie et des câbles téléphoniques.
- ✓ En 1968, Siemens Maroc prend le contrôle de l'Inter.
- ✓ En 1969, en raison de l'expansion de l'entreprise, un second ingénieur résident est envoyé au Maroc.
- ✓ En 1973, construction d'une usine de produits chimiques à Safi dans laquelle Siemens a une part de 25%.
- ✓ En 1978, installation de la compagnie à Ain Sebaa (Casablanca).
- ✓ En 1993, intégration des activités de télécommunication (Nixdorf Maroc), la plus grande livraison de téléphones dans la région de l'Afrique (132 000 téléphones).
- ✓ En 1995, intégration des activités Healthcare à Siemens Maroc.
- ✓ En 1999, en raison de changements dans la structure de la participation à l'avantage de Siemens, la société Siemens marocaine est renommé Siemens SA.
- ✓ En 2006, Obtention de la certification ISO 9001: 2000.
- ✓ En 2007, Siemens installe la première salle de cathétérisation CATHLAB à l'hôpital marocain Rabat Government Hospital.
- ✓ En 2008, Obtention de la certification ISO 9001 version 2008. Siemens fournit des systèmes de traitement à distance pour les systèmes de

traitement et de distribution de l'eau dans les villes marocaines de Tanger, Tétouan, Rabat et Kenitra.

- ✓ En 2011, Attribution de la direction de Healthcare Afrique au Maroc.
- ✓ En 2014, officialisation de la collaboration qui est devenue structurelle entre les entités Marocaines et Belges de la société, dans le transfert du savoir-faire et le développement des compétences.

3. Les domaines d'activité de Siemens Maroc :

Présent au Maroc depuis 1956, Siemens s'est renouvelé au fil des années. Aujourd'hui, le groupe s'implique dans plusieurs secteurs notamment l'énergie, la santé, les infrastructures et l'industrie. Il a enregistré des succès importants au Maroc lors de l'exercice 2013 dans ses quatre Secteurs:

- ➢ **Secteur « Energy » :**

Comment produire l'énergie dont nous aurons besoin à l'avenir ? C'est une question pressante pour de nombreux pays. Alors que la demande en électricité augmente rapidement sur les marchés émergents, la maîtrise des coûts et, dans certains cas, la protection du climat sont les premières préoccupations dans les pays industrialisés. C'est ce qui fait de l'énergie l'une des principales composantes du développement d'une économie, le Maroc est un bon exemple en la matière. Le secteur représente des perspectives de croissance et de création de valeur.

Au niveau énergétique, les réalisations du groupe Siemens SA sont nombreuses. D'ailleurs Slim KCHOUK le PDG de Siemens Maroc précise que « dans tout ce qui touche à l'électricité au Maroc, Siemens est présente ». Surtout dans le renouvelable.

En effet Siemens vient de livrer, le parc éolien de Tarfaya qui contient 131 turbines délivrant 300 MW. Le groupe est aussi à l'origine du parc de FOUM EL OUED (50 MW), à 30 km de Tanger, et de la centrale à gaz de TAHADDART (384 MW). Il est également sous-traitant dans le projet d'Ouarzazate, projet phare du Plan solaire marocain, où il a fourni la « turbine de la centrale ».

Par ailleurs, Siemens entretient des relations commerciales de longue date avec l'Office Chérifien des Phosphates (OCP), la principale entreprise minière au monde spécialisée dans les phosphates.

Enfin, le groupe a également signé un accord de fourniture avec le consortium formé par Nareva, ENEL, Greenpower et TAQA, un acteur international du secteur de l'énergie et de l'eau, dans le cadre du programme de 850 MW lancé par l'Office National de l'Electricité et de l'Eau potable (ONEE), la principale société marocaine de distribution d'eau et de production d'électricité.

Globalement, avec ces différents projets, Siemens fournit 25% de la production énergétique nationale marocaine.

- **Secteur « Healthcare » :**

Leader de l'imagerie médicale et du diagnostic de laboratoire, Siemens peut se prévaloir d'un excellent exercice dans le domaine de la santé, multipliant par trois son chiffre d'affaires en glissement annuel. En 2013, Siemens Maroc a doté, entre autres, le centre de radiologie de Casablanca, la clinique ANNAKHIL de Fès, d'équipements en mammographie, IRM et autres scanner de pointe. Il a également fourni six des huit appareils de mammographie commandés par la Fondation Lalla Salma, contribuant ainsi au développement de son programme national de détection précoce des cancers du sein.

Siemens a su s'imposer comme l'un des principaux fournisseurs des hôpitaux, des cliniques et autres établissements de soins.

- **Secteur « Industry » :**

Siemens développe une gamme innovante d'équipements d'automatisme et de progiciels dédiés ainsi qu'une expertise sectorielle, qui participent à l'amélioration continue de la productivité, de l'efficacité et de la compétitivité de ses clients industriels.

Situé à 110 km de Casablanca, le port de JORF LASFAR constitue l'une des principales infrastructures portuaires du Maroc, dédiée au transit des produits phosphatés et conventionnels. Au cours de l'exercice 2013, Siemens Maroc a signé un contrat avec le port de JORF LASFAR en partenariat avec la société SAFARELEC portant sur la fourniture de tableaux de départs-moteurs intelligents SIVACON S8 équipés en automatismes Siemens SIMATIC S7, une grande première pour le Secteur Industrie au Maroc.

Siemens assurera également la mise en service et la maintenance de variateurs de vitesse, en plus d'un autre projet confié par Polysius lors de l'exercice 2012 pour des broyeurs à boulets, en partenariat avec le siège de LD.

Le Secteur Industrie a par ailleurs fourni l'ensemble des variateurs de vitesse pour la laverie de l'OCP de MERAH LAHRACH (MEA / DAUOI) dans le cadre d'un consortium avec le Secteur Energie. C'est également Siemens qui a assuré la fourniture des équipements électriques et du système de transport de boues pour ce projet.

- **Secteur « Infrastructure and Cities » :**

Le secteur « Infrastructure and Cities » est le secteur le plus récent de l'entreprise, il a commencé ses activités en Octobre 2011. Il représente un marché très prometteur.

Siemens SA couvre l'ensemble des systèmes de transport ferroviaire et urbain, des solutions de mobilités intégrées et des systèmes de gestion technique, des équipements de distribution d'énergie, des applications d'éclairage et des réseaux électriques intelligents ainsi qu'une gamme complète d'appareillage basse et moyenne tension.

Il propose une offre complète pour optimiser la gestion des bâtiments publics surtout en termes de sécurité, gestion technique et énergétique. L'offre couvre les produits, systèmes et solutions de sécurité, incendie, sûreté électronique, efficacité énergétique et confort.

A en croire son management, Siemens dispose du portefeuille le plus vaste et le plus complet au monde dans le domaine des infrastructures urbaines.

Le secteur Infrastructure & Cities viendra renforcer cette présence. Il comprend cinq unités représentées par la figure suivante :

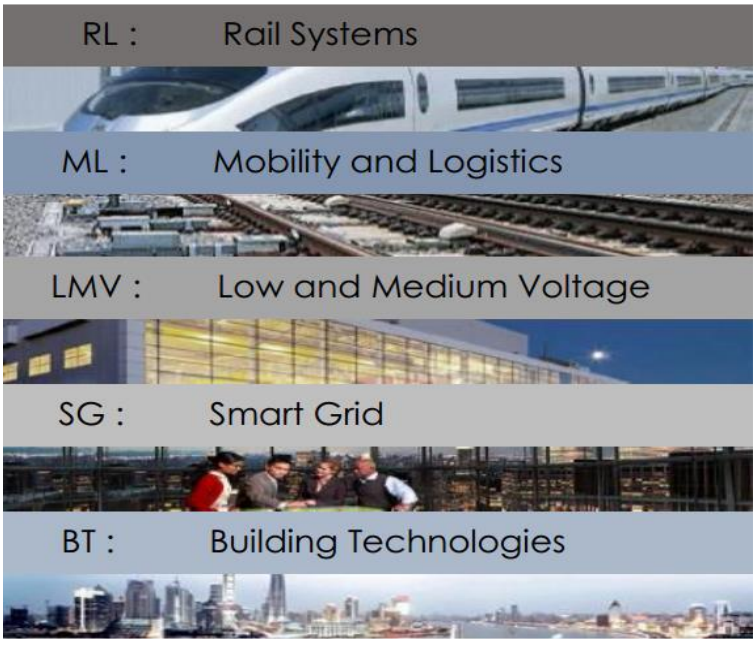


Figure 2 : Les divisions du secteur IC

- Rail Systems : matériel roulant ferroviaire et urbain.
- Mobility & Logistics : solutions de mobilité, de transport et de gestion de la logistique.
- Low & Medium Voltage : appareillages basse et moyenne tension.
- Smart Grid : réseaux électriques intelligents.

- Building Technologies : gestion technique des bâtiments.

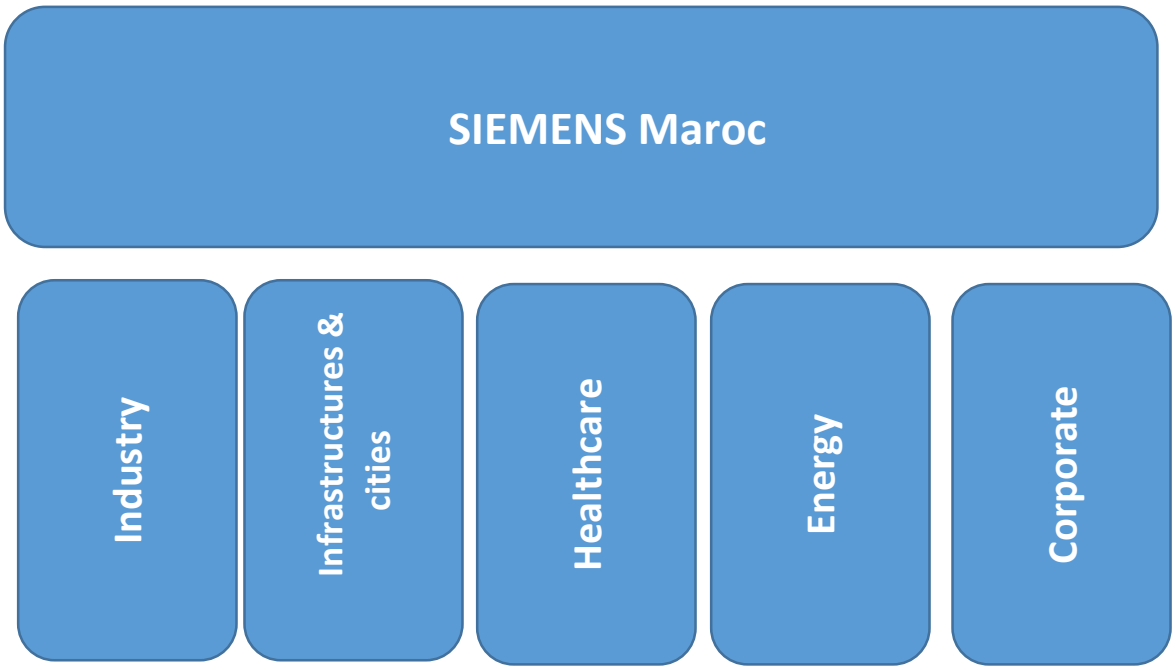


Figure 3 : Domaine d'activité de Siemens Maroc

Siemens renforce sa présence au Maroc avec la mise en place d'un écosystème tournant autour de la collaboration entre Siemens Belgique, Siemens Maroc, Siemens Headquarter (l'Allemagne) et les partenaires locaux. Il mise sur le transfert des connaissances techniques de la maison mère, du lead country (la Belgique) et de ces centres de compétences pour développer durablement les sociétés marocaines.

Siemens Maroc a fait de l'accompagnement de ces entreprises marocaines une de ses priorités, non seulement pour créer de la valeur ajoutée locale, mais aussi pour accompagner le Royaume dans ses grandes stratégies nationales et internationales.

Ainsi, il a développé des partenariats solides avec une quinzaine de sociétés marocaines leaders dans leur secteur d'activité telles que : Cegelec Maroc, Safarelec ou encore Schiele Maroc.

En capitalisant sur ces partenariats, Siemens Maroc ambitionne de partir à la conquête du marché africain depuis le Maroc.

III. Conclusion

Après cette description détaillée de l'organisme d'accueil, nous allons développer le contexte de notre projet de fin d'études dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 2 :

CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

I. Introduction

Ce chapitre contient une présentation générale du projet et le cahier des charges qui sera la base de la réalisation du projet, puis l'analyse fonctionnelle avec différents outils d'analyse ; afin de mieux analyser et comprendre le projet et le diagramme de GANTT pour connaître la durée nécessaire à la réalisation de chaque étape du projet.

II. Présentation générale du projet

L'organisme d'accueil présenté dans le chapitre précédent a décroché un projet par appel d'offres, qui consiste en la mise en œuvre d'une station de pompage d'eau pour le compte de l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable-Branche Eau. Dans ce cadre Siemens nous a confié une étude dont nous allons présenter le contexte dans ce chapitre.

La station dispose 5 pompes, leur rôle et de pomper l'eau du bassin qui se rempli directement d'eau du barrage Al Massira vers la ville de Marrakech

Avec chaque pompe une vanne d'aspiration et une vanne de refoulement, et avec le bassin un capteur de niveau.

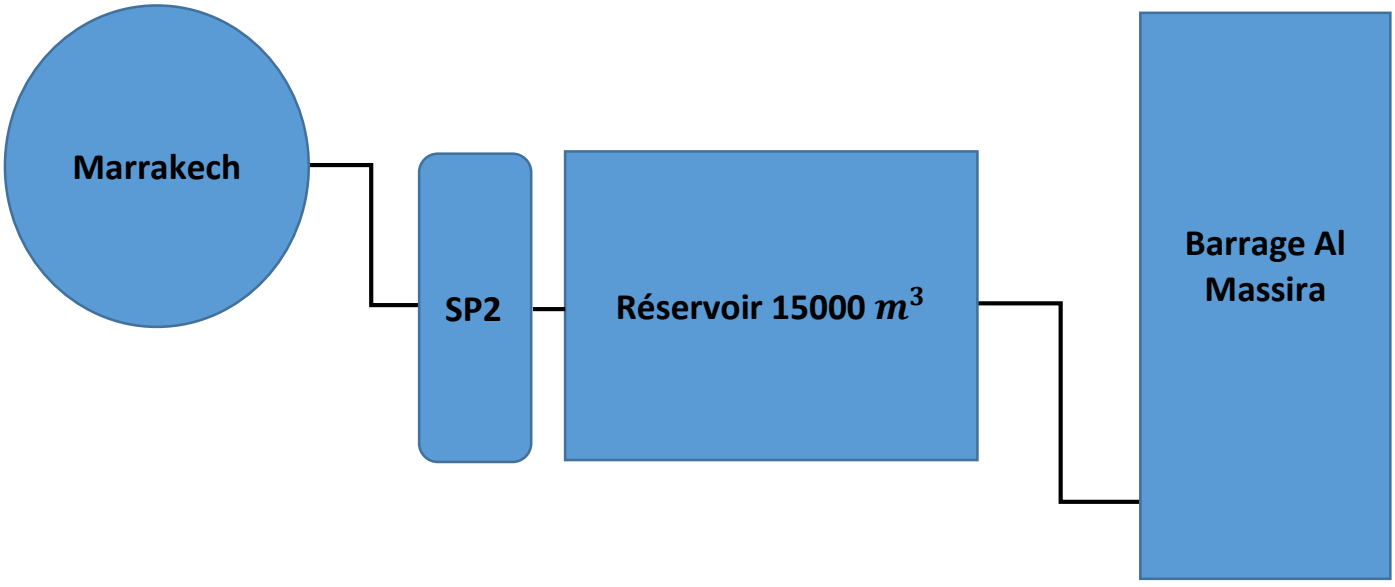


Figure 4 : Station de pompage SP2

La figure5 présente une vue en plan coupe de la station de pompage SP2 avec 5 lignes de pompage, chaque ligne possède une pompe et deux vannes manuels et une vanne motorisée.

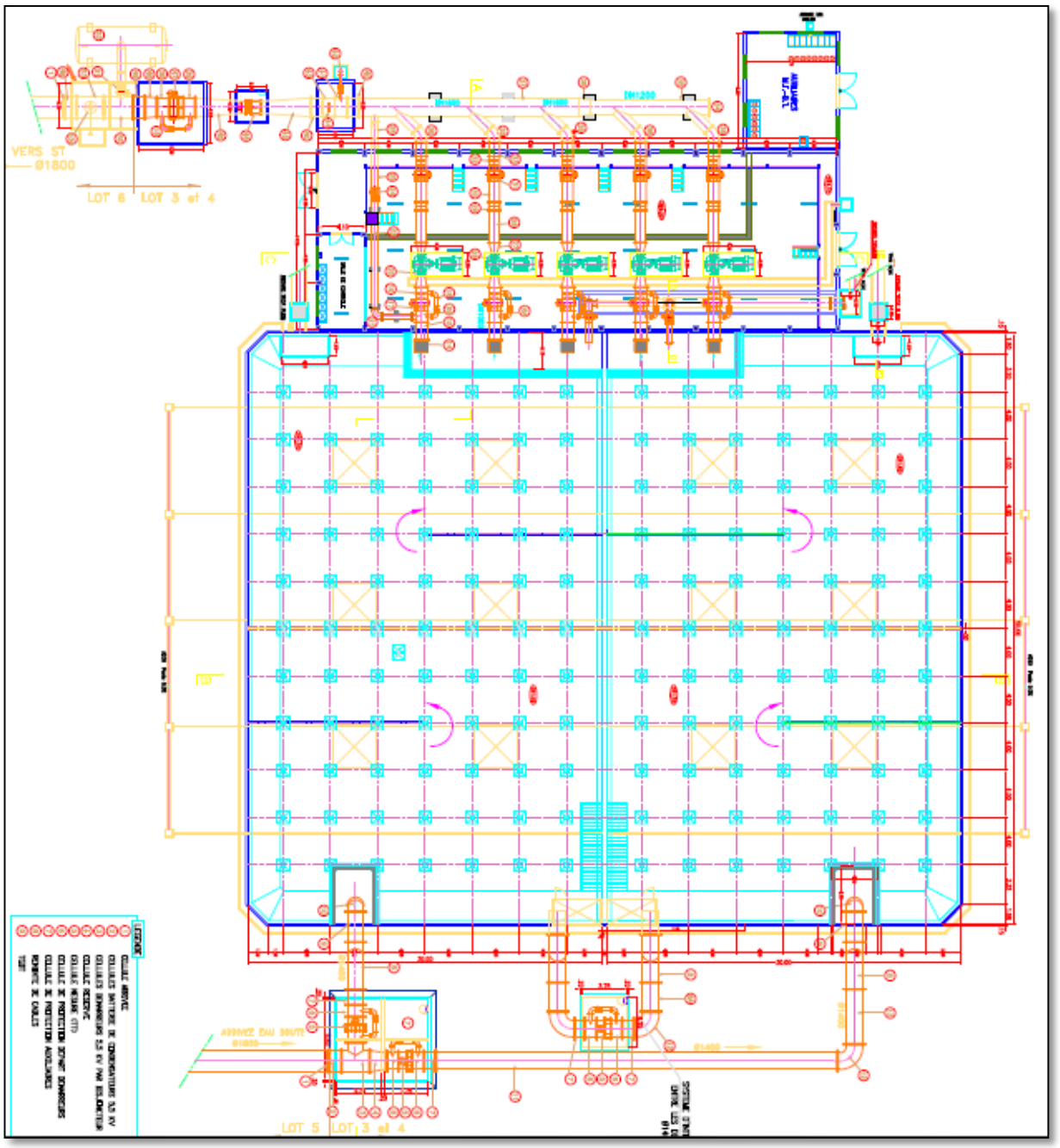


Figure 5 : Vue en plan coupe de la station de pompage

III. Analyse fonctionnelle

1. La bête à cornes

La bête à cornes est un outil graphique qui permet une expression graphique du besoin en donnant la réponse aux questions suivantes :

- A qui rend-t-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

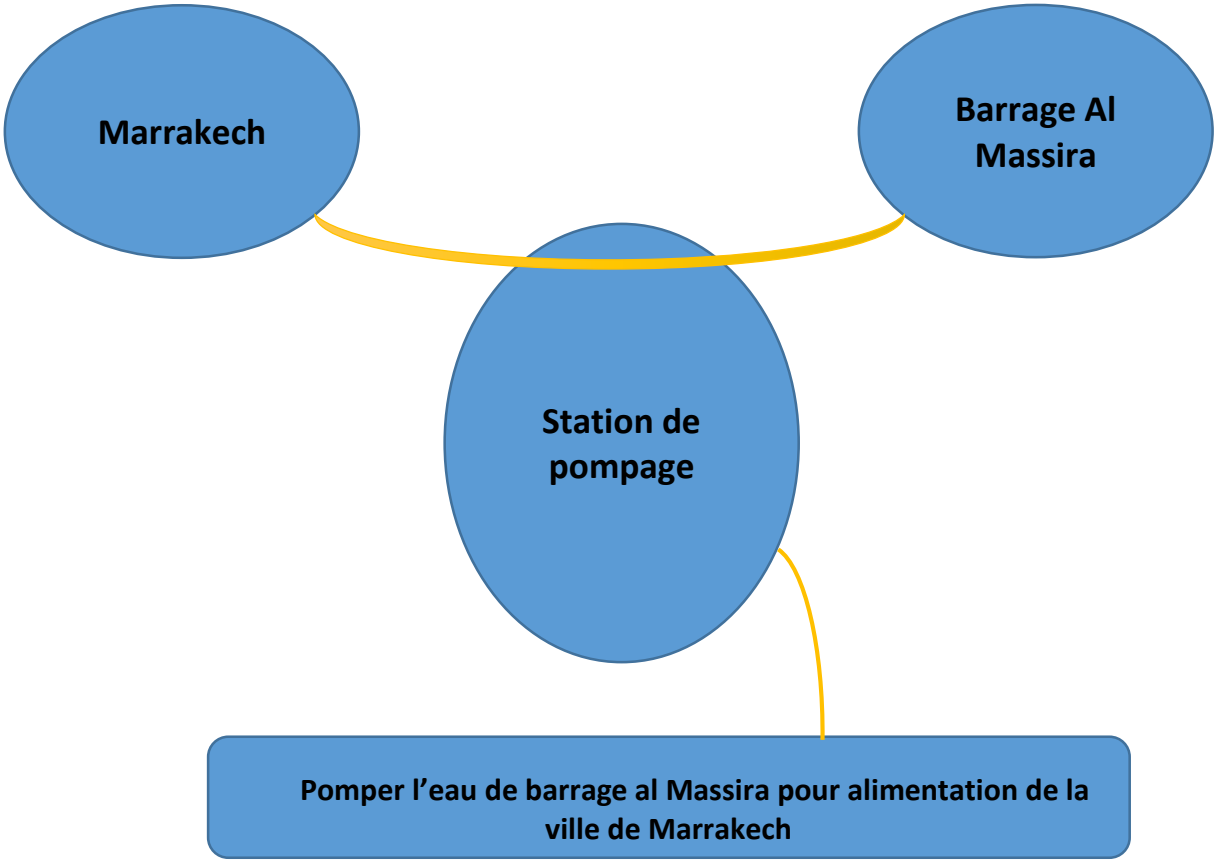


Figure 6 : La bête à cornes

2. Le diagramme pieuvre

L'outil "diagramme pieuvre" est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit. Le diagramme "pieuvre" met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit. Ces différentes relations sont appelées les fonctions de service qui conduisent à la satisfaction du besoin.

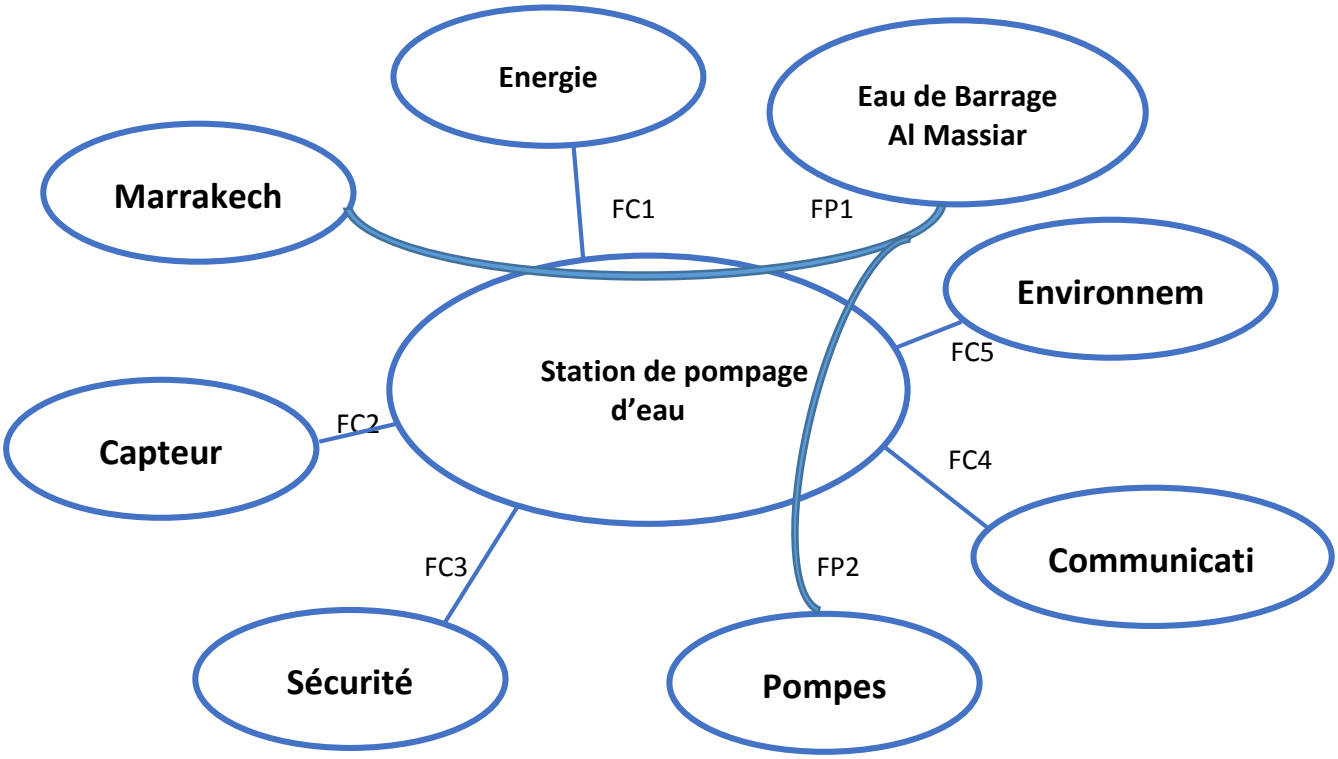


Figure 7 : Le diagramme pieuvre

FP1 : alimenter la division.

FP2 : Pomper l'eau du Barrage.

FC1 : Alimenter le système en énergie.

FC2 : Lire les états des variables.

FC3 : Veiller sur la sécurité du système

FC4 : Définir les protocoles de communication.

FC5 : Respecter l'environnement.

3. Le diagramme FAST

Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment pour analyser le rôle de chaque pièce à l'intérieur du système.

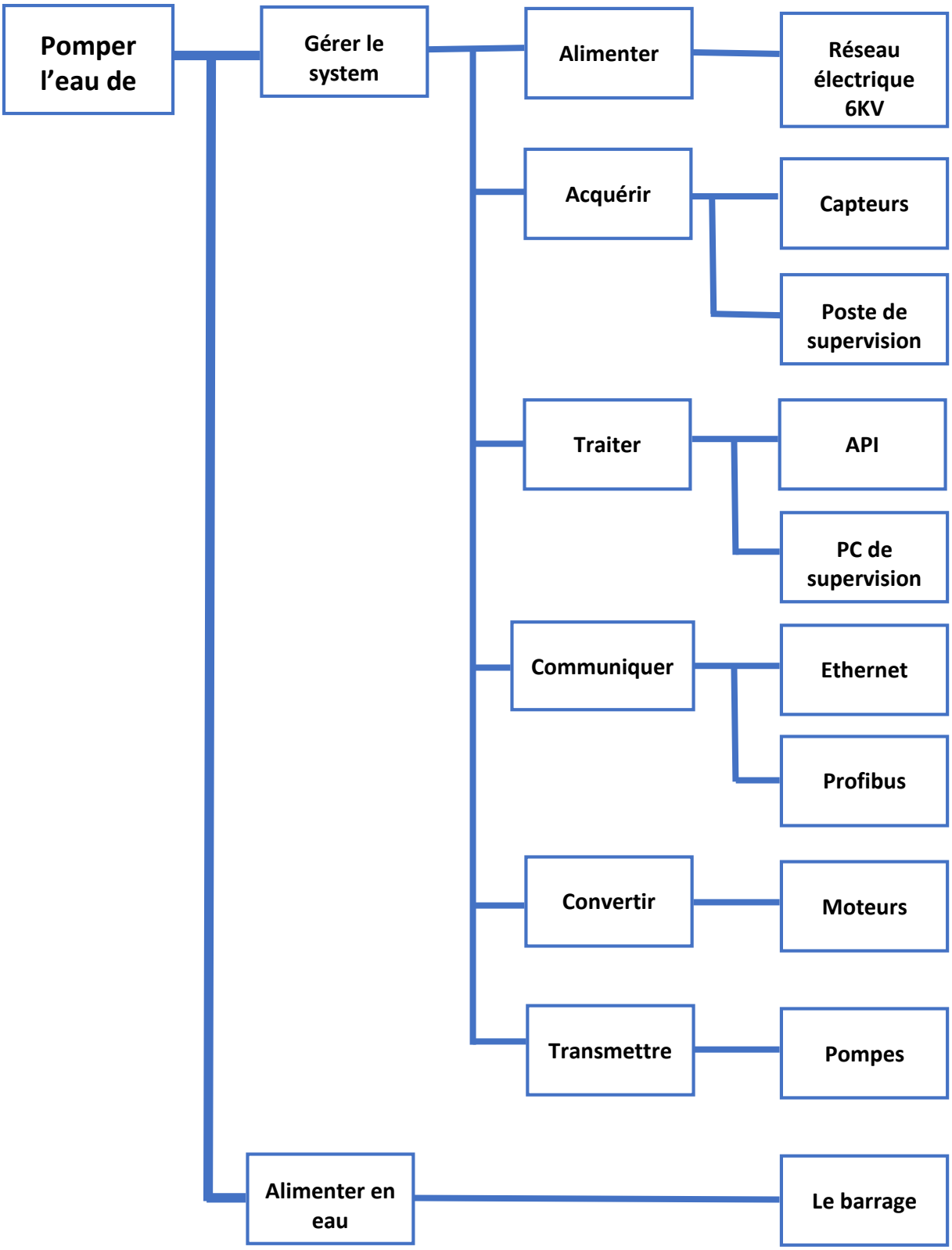


Figure 8 : Le diagramme FAST

IV. Cahier des charges

Dans le cadre de ce projet, l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable-Branche Eau, envisage de réaliser les travaux de renforcement de la production à partir du barrage Al Massira pour l'alimentation en eau potable de trois pôles : Al Haouz, Marrakech et Rehammna, et en eau industrielle trois sites miniers de l'OCP : Ben Gueirr, Bouchane et Youssoufia.

1. les pompes

Les pompes seront du type centrifuge normalisées et à axe horizontal. Les pompes doivent être identiques. La fourniture comprends en particulier pour chaque pompe :

CARACTERISTIQUES DES POMPES	CPS
Nombre de pompes	4+ 1 secours
Type	axe horizontal
Débit unitaire	625 l/s
HMT	98 m
Vitesse de rotation	=< 1500 tr/min
Rendement de pompe en fonctionnement parallèle	≥ 83%
Matériaux de construction de :	
Corps	Fonte GGG-40 / JS 1030
Roue	Bronze sans zinc
Arbre	Acier C45 ou inox 431
Bague d'usure	inox 1.4057/AISI 431
Sonde thermique au niveau des paliers	2 sondes PT100

Tableau 1 : Les caractéristiques des pompes

2. MOTEURS ELECTRIQUES

➢ ALIMENTATION DES MOTEURS

Les moteurs électriques des groupes sont alimentés sous une tension de :

U = 5500 Volts ± 5%, 50 Hz ± 0,5%.

➢ CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Les moteurs sont à disposition horizontale et entraînent directement les pompes.

Ils sont à démarrage progressif à l'aide de démarreurs électroniques.

L'Entrepreneur indiquera au moment du démarrage du dernier groupe principal la chute de tension dans les câbles et l'ensemble de l'appareillage

Bien que les moteurs soient munis de démarreurs progressifs, leur démarrage devra être possible en direct sous une tension effective appliquée aux bornes du moteur égale à 70% de la tension nominale.

La température ambiante dans la salle des groupes ne doit pas dépasser 50° C.

Cette température est égale à la température extérieure maximale majorée en tenant compte de l'échauffement dans la salle des groupes.

Ils sont prévus pour une vitesse de rotation de synchronisme de 1500 tr/mn.

- **PUISSANCE**

La puissance des moteurs en service continu ou en service intermittent, à 50 Hz et à 50°C de température ambiante devra être supérieure d'au moins 10% à la puissance maximum absorbée par les pompes dans la plage normale de fonctionnement.

- **NOMBRE DE DEMARRAGES**

Les moteurs devront supporter un nombre de 20.000 démarrages minimum sans avaries sur la cage rotorique.

Pour contrôler les valeurs ci-dessus, il sera installé pour chaque groupe un compteur de démarrage sans dispositif de remise à zéro.

- **TABLEAU DES CARACTERISTIQUES DES MOTEURS**

Caractéristiques des moteurs	*CPS*
Nombre de moteurs	4 + 1 secours
Type	Moteur asynchrone triphasé
Marque	SIEMENS
Tension	5500 V / 50 Hz
Puissance	> la puissance maximale absorbée par les pompes + 10% de réserve
Vitesse de rotation	=< 1500 tr/min
Rendement	>= 96%
Clase nominal	Classe F
Echauffement	Classe H
Protection	IP 55
Type de démarrage	Le moteur doit être conçu pour tolérer les modes de démarrage direct, électronique et avec variateur de vitesse
Nombre de démarrages consécutifs	>=2
Nombre de démarrages horaires	>=6
Matériaux de construction de :	
- **bobinage**	Cuivre électrolytique émaillé

- Carcasse	Fonte
- Arbre	Acier
- rotor	A cage cuivre
- Circuit magnétique	Tôle magnétique isolée à faible taux de carbone
Contrôle température	> 5 sondes PT100
Normes	CEI 34, CEI 72, CEI 85 …
Cos ϕ à 3/4 de charge	>= 0.88
Cos ϕ à 4/4 de charge	>= 0.88
Peinture	Adaptée à un milieu corrosif et agressif, testé selon NFX 41002
Roulement	Garantie de 50 000 h de fonctionnement sans incident
Boite à borne	Fonte, IP56, équipée de presse étoupe étanche
Réchauffage des enroulements	Système de réchauffage
Protection des bobinages	Tropicalisation

Tableau 2 : Les caractéristiques des moteurs

3. VANNES

➢ Dispositions générales

Les vannes équipant les conduites de la station de pompage seront de deux types:

- ✓ à opercule de Caoutchouc : pour les diamètres inférieure à 400 mm (tuyaux de vidange des collecteurs de refoulement)
- ✓ à papillon : pour les diamètres supérieure ou égale à 400mm (tuyaux d'aspiration et de refoulement des pompes et les collecteurs de refoulement)

Les vannes à papillon à commande manuelle devront pouvoir être manœuvrées par un seul agent, une démultiplication du mouvement sera réalisée en conséquence. Elles doivent être équipées d'un indicateur mécanique d'ouverture et une fin de course de sécurité avec contacts de déclenchement alimentés en 24 V.

➢ Caractéristiques des vannes

Les caractéristiques des vannes peuvent être résumées dans le tableau suivant:

Emplacement	Nombre	Diamètre mm	Type	PMS (bars)
Aspiration des groupes	5	900	Papillon	10
Refoulement des groupes	5	800	Papillon	16
Collecteur de refoulement	1	1200	Papillon	16
By pass vanne refoulement	1	250	Opercule	16
By pass collecteurs	1	500	Papillon	16

Vidange collecteur de refoulement	1	200	Opercule	10

Tableau 3 : caractéristiques des vannes

➢ **CLAPETS ANTI-RETOUR**

Au refoulement de chaque pompe, il est prévu des clapets anti-retour à tuyère (PN16). Leur fermeture sera silencieuse, ne provoquant pas de coup de clapet. Ils devront être étanches sous la même pression maximale de service définie pour les vannes. Leur diamètre nominal est de 800 mm.

4. APPAREILS DE MESURE

➢ **Manomètres**

Le collecteur de refoulement ainsi que les aspirations et les refoulements des pompes seront équipés de manomètres à boîtier de 130 mm avec robinet d'isolement à 3 voies et amortisseur de vibrations. Ils seront montés sur rehausse pour permettre une lecture facile.

➢ **Débitmètre électromagnétique**

A la sortie de la station de pompage, il sera installé sur le collecteur de refoulement un compteur d'eau électromagnétique à brides.

L'information fournie par le compteur sera donnée par lecture rapportée au niveau du tableau de commande de la station de reprise.

5. COMMUNICATION

L'interface de communication de tous les équipements communicants (démarreurs, relais numériques, centrales de mesure …) sera du type RS 485 standard ouvert.

L'ensemble de ces équipements communicants seront raccordés par bus de terrain au réseau d'automate.

Les communications et liaisons entre les automates implantés dans la station seront du type Ethernet TCP/IP sur câble du type pair torsadé blindé FTP catégorie 5, fibre optique.

Les câbles de communication seront posés selon les cas, en caniveau, sur chemin de câbles ou en tranchée à l'intérieur de fourreaux en PVC.

6. AUTOMATISME

➢ **MODES DE FONCTIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE**

L'installation, sera prévue pour pouvoir fonctionner en conduite manuelle, automatique.

Dans tous les modes de fonctionnement toutes les informations (état de marche, défaut….) et commandes (marche, arrêt….) doivent être disponibles sur un bornier de commande d'information raccordées à l'automate local.

Dans n'importe quel mode de commande il y aura des verrouillages de sécurité (câblés) qui empêcheront toute fausse manœuvre.

Les arrêts d'urgence seront indépendants du fonctionnement de l'automatisme.

Les signalisations seront faites:

- Par voyant lumineux
- Par Klaxon
- Par écran identifiable à partir d'une touche fonction de l'ordinateur du poste de supervision.

En fonctionnement manuel : les différents équipements sont commandés manuellement par les exploitants à partir des armoires de commande et coffrets de commande locaux qui sont implantés au niveau de la station par des éléments électromécaniques tels que des boutons poussoirs et des voyants lumineux, disposés de façon à créer un synoptique sur la porte de ces tableaux. Les indicateurs des instruments de mesure seront aussi placés sur les tableaux ou coffrets de commande.

Dans les conditions de marche en manuel les sécurités de base dites critiques restent actives au niveau de l'automate pour que ce type de fonctionnement soit également sécurisé.

Le mode local sera indépendant du fonctionnement des automates et sera utilisé soit pour la conduite normale des installations, soit en cas de panne des automatismes et/ou des transmissions, soit pour l'ajustage des paramètres de fonctionnement.

Le fonctionnement automatique sera basé sur un automate doté des cartes de communication avec le poste de supervision et les équipements disposant de cartes de communication (démarreurs électroniques, relais de protection numérique, variateur de vitesse, analyseur d'énergie…).

La marche automatique, gérée par les automates programmables intégrés dans des armoires automatisme est conçue pour assurer un fonctionnement entièrement autonome de la station.

En mode automatique les sécurités et les asservissements doivent être gérées par l'automate local sous forme d'algorithmes programmés indépendamment des asservissements câblés utilisés en mode manuel, l'automate doit donc disposer de toutes les entrées/sorties nécessaires.

Coffrets de commande locale :

Des coffrets de commande locale seront disposés au niveau des machines groupe de machine, ou d'un ouvrage, pour que l'agent d'exploitation puisse effectuer des commandes locales.

Pour les machines à fonctionnement automatique, il sera installé un commutateur de choix Auto/Arrêt/Manu.

- 1 coffret pour chaque vanne motorisée
- 1 coffret pour chaque ventilateur
- 1 coffret pour compresseur

➢ **ARMOIRE AUTOMATISME DE la STATION de pompage**

Il sera prévu une armoire automatisme abritant tous les équipements nécessaires à la bonne marche de l'automatisme et l'asservissement :

- Alimentation et protection : transformateurs, disjoncteurs, redresseurs, parafoudres…
- Équipement d'automatisme : Automate programmable, relais auxiliaires…
- Instruments de mesures : capteurs, détecteurs, fin de courses ….

Il sera prévu au moins un automate programmable industriel pour la commande des groupes pour assurer :

- L'acquisition, traitement et mémorisation des informations
- La gestion des communications
- La réception et traitement des instructions
- La réalisation des automatismes locaux

Les automatismes locaux concerneront au moins :

- La permutation de fonctionnement des équipements
- Les sécurités hydrauliques et électriques
- Le contrôle du nombre de démarrage/heure des moteurs
- La régulation du niveau d'aspiration et de refoulement (démarrage et arrêt des pompes) en cas normal et en mode dégradé (rupture de la communication)
- Le contrôle de débit et de pression
- Le comptage des temps de marche des équipements par tranche horaire (journalier, mensuel et annuel)
- Le comptage de la consommation d'énergie active et réactive par tranche horaire (journalier, mensuel et annuel)
- Le comptage des volumes produits (journalier, mensuel et annuel)
- L'optimisation de la consommation d'énergie
- L'aide à l'exploitation et maintenance des équipements (détection des anomalies….)

Spécifications techniques des automates programmables industriels :

Fonction gestion des entrées/sorties :

Intégrer une réserve de 30% de chaque type d'entrées/sorties.
Rack avec une réserve d'ajouter au moins 2 modules.
Pouvoir traiter au moins 1000 entrées/sorties TOR et ANA.

Fonction automate programmable industriel (API) :

Traitement des entrées/sorties.
Automatismes locaux, fonctions mathématiques et logiques.

Temps d'exécution du code programme inférieur à 0,4 ms.

Fonction communication :

L'automate doit être ouvert, communicant avec un protocole standard, indépendant et non propriétaire.

7. Détails de supervision

➢ Modes de marches

- Le système de supervision doit comporter les modes de marches automatique/Manuel et local/Distant pour commander les actionneurs.
- Distant / Local : l'équipement en mode distant (Remote) peut être commandé du PC de supervision ; L'équipement en mode local (Local) doit être commandé du terrain par des boutons poussoirs au chantier.
- Mode Automatique (AUTO) : les pompes démarrent selon les niveaux du bassin à l'aide d'un capteur de niveau (analogique), de plus elles permutent selon les heures de marche de chaque pompe.
- Limitation du démarrage successif par l'ajout d'une temporisation afin de sécuriser le moteur.
- Mode Central : les équipements démarreront par un ordre du responsable de la station opérateur.

➢ Permutation

Le système s'occupe de la gestion de permutation des pompes selon les conditions suivantes :

- 4 pompes est le nombre maximal des pompes actionnées en parallèles.
- 4 pompes sont actionnées si le capteur de niveau du bassin délivre une valeur supérieure ou égale à 85%.
- 3 pompes sont actionnés si le niveau du bassin et entre 60% et 85%.
- 2 pompes sont actionnés si le niveau du bassin et entre 40% et 60%.
- Si le niveau de bassin et inférieur au 40% une seule pompe est actionnée.
- Les pompes permutent à chaque séquence ce qui veut dire à chaque changement du nombre des pompes à actionné

- La permutation est relative au temps de marche, à la fréquence (nombre de marche par heure), et le temps de déverrouillage après l'arrêt des pompes.

➢ **Les conditions de démarrage des pompes :**

La pompe ne démarre que si la vanne manuelle d'aspiration et de refoulement sont ouverte et la vanne motorisé de refoulement fermé.

➢ **Condition de d'ouverture des vannes :**

Les vannes de refoulement s'ouvrent après le démarrage de la pompe associé de 10 secondes, et se ferme si la pompe associé s'arrête.

V. Diagramme de GANTT

Avant d'entamer le projet, et afin de structurer la réalisation des différentes tâches, la durée nécessaire à la réalisation de chaque étape a été estimée suite à une logique d'ordonnancement, sous forme d'un diagramme de GANTT. Le tableau 1 représente le planning du diagramme de GANTT.

	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1	Intégration est réception du projet	2 jours	Lun 07/03/16	Mar 08/03/16
2	Visite d'entreprise	4 jours	Mer 09/03/16	Lun 14/03/16
3	Définition de la problématique	4 jours	Mar 15/03/16	Ven 18/03/16
4	Documentation	5 jours	Lun 21/03/16	Dim 27/03/16
5	TIA PORTAL	10 jours	Lun 28/03/16	Ven 08/04/16
6	Cahier de charge	10 jours	Mer 30/03/16	Mar 12/04/16
7	Programmation	20 jours	Mer 13/04/16	Mar 10/05/16
8	Variateur de Vitesse	4 jours	Mer 11/05/16	Lun 16/05/16
9	Télégestion	3,5 jours	Mer 18/05/16	Lun 23/05/16
10	Rapport	26 jours	Lun 02/05/16	Dim 05/06/16
11	Etude	17 jours	Jeu 31/03/16	Ven 22/04/16

Tableau 4 : Tableau du diagramme de GANTT

VI. Conclusion

Après avoir fait une analyse fonctionnelle et donné le cahier des charges, le chapitre suivant traitera les choix des matérielles, le choix de logiciel et la configuration matérielle utiliser dans ce projet.

CHAPITRE 3:

ETUDE TECHNICO-COMMERCIAL

I. Introduction

Ce chapitre comporte étude comparative des différentes solutions d'automatisation et les choix des matériels utilisés pour la réalisation du projet, les détails du protocole de communication et les logiciels utiliser dans ce projet, ses avantages et la configuration matérielle.

II. Liste des entrées et sorties

Avant de choisir les Automates Programmables Industriel on doit faire une liste des entrées et sorties (Tableau 5) à partir de l'analyse du cahier de charge, cette liste nous aide pour trouver le nombre totale des entrées et des sorties TOR et analogique (Tableau 6) pour connaitre le nombre des carte d'entrée et sortie pour chaque solution.

DESIGNATION	QUANTITE	IN TOR	OUT TOR	IN ANA
Groupe électropompes	5			
Présence Tension		5		
Local distant		5		
Etat March/arrêt		5		
Etat de disponibilité				
Surcharge		5		
Rotor bloqué		5		
Défaut électrique		5		
Commande de la pompe			10	
Température				15
Débitmètre électromagnétique	1			
Etat de niveau				1
Capteur de niveau	1			
Etat				1
Poires de niveau	1			
Très haut		2		
Très bas		2		
Capteur de pression	1			
Etat				5
Pressostat	1			
Seuil haut		1		
Seuil bas		1		
Intrusion	1			
Acquisition		1		
Commande			1	
Vannes Manuelle	10			
Ouverte à 100		10		
Vannes Motorisée	10			
Position de commutateur		10		

Etat ouvert		10		
Etat fermée		10		
Etat de disponibilité		10		
Défaut électrique		10		
commande ouverture			10	
commande fermeture			10	
Variateur de vitesse	5			
Commande V.V			5	
Onduleur	1			
Défaut		1		
Chargeur de batterie	1			
Défaut		1		
Transformateur	3	16		
Cellule Moyenne Tension	8			
		8		
Groupe Electrogène	1			
		6		
Alarme CLAXON	1			
			1	

Tableau 5 : liste des entrées et sorties

Total des entrées et des sorties :

	IN TOR	OUT TOR	IN ANA	OUT ANA
TOTALE	129	37	22	0
TOTALE + 30% de réserve	168	49	29	0

Tableau 6 : Totale des entrées sorties

III. Automatisme

1. Caractéristiques techniques des automates

Le tableau ci-dessus présent les différentes caractéristiques technique pour la gamme des automates utilisés dans cette étude.

L'automate	Les caractéristiques
S7 300	• Le mini-automate modulaire pour applications de puissance petite à moyenne • Une gamme étoffée de modules permettant l'adaptation optimale à la tâche d'automatisation

	• Souplesse d'utilisation grâce à la simplicité de réalisation d'architectures décentralisées et aux multiples possibilités de mise en réseau • Facilité de mise en œuvre procurée par le confort de manipulation et une constitution simple et sans ventilateur • Evolutivité permettant de suivre la croissance des installations • Haut niveau de performance procuré par les nombreuses fonctions intégrées
S7 400H	• Automate programmable à haute disponibilité et architecture redondante. • Pour applications très exigeantes en termes de disponibilité et de tolérance aux pannes processus : processus à coûts de redémarrage très élevés, à temps d'immobilisation onéreux, fonctionnant à surveillance réduite et n'offrant que peu de possibilités de maintenance. • Redondance des fonctions centrales. • Périphérie à disponibilité augmentée : périphérie commutable. • Combinaison possible avec périphérie non redondante à disponibilité standard : structure unilatérale. • Secours immédiat : Commutation automatique sur le sous-système réserve en cas de défaut, sans entrave de la sécurité. • Réalisation avec 2 châssis de base distincts ou un châssis de base fractionné. • Raccordement de la périphérie commutable par un bus redondant PROFIBUS DP ou un système PROFINET IO redondant
S7 1200	• Automate compact pour puissances basses à moyennes. • Hautement intégré, peu encombrant, performant. • Avec caractéristiques temps réel élevées et possibilités de communication performantes. ○ Automate avec interface contrôleur PROFINET IO intégrée pour la communication avec les automates SIMATIC, une console de programmation, une interface homme-machine ou d'autres constituants d'automatisation • Toutes les CPU utilisables en mode autonome, en réseau et dans des architectures décentralisées. • Extrême simplicité de montage, de programmation et de manipulation. • Serveur Web intégré avec pages Web standard et pages Web spécifiques à l'utilisateur • Entrées/sorties TOR et analogiques intégrées

S7 1500	• Système modulaire et universel avec indice de protection IP20
	• La solution système pour une multitude d'applications d'automatisation dans l'automatisation discrète.
	• Performances maximales combinées à une excellente opérabilité
	• Configurable exclusivement dans le portail Totally Integrated Automation avec STEP 7 Professional à partir de V12
	• Augmentation des performances grâce à
	  ○ une exécution plus rapide des instructions,
	  ○ des extensions linguistiques,
	  ○ de nouveaux types de données,
	  ○ un bus interne plus rapide,
	  ○ une génération de codes optimisée.
	• Communication performante :
	  ○ PROFINET IO (commutateur 2 ports) en tant qu'interface standard

Tableau 7 : les caractéristiques des automates

2. Les solutions proposées

Après voir les caractéristiques de chaque automate utilisé dans l'étude j'ai proposé dans cette deuxième partie les différentes solutions utilisées avec le prix de chaque solution.

a) Première solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 300** avec une CPU 315-2 PN/DP et un **ET200M.**

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 m	1	16,6	16,6
	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 1 m	1	17,6	17,6
ET 200M	IM 153-4 pour ET 200M, PROFINET IO	1	112,64	112,64
	Sorties TOR, 16 ST, 24V CC, 0,5A.	1	215	215
	Sorties TOR, 32 ST, 24V CC, 0,5A.	1	431	431
	Entrée analogique 8 EA.	4	597	2388
	Profilé-support 480 mm	1	12,51	12,51
	Connecteur frontal 20 points avec bornes à vis	4	22,7	90,8
	Connecteur frontal 40 points avec bornes à vis	2	35,9	71,8
NetworkSecurity	SCALANCE M874-3, routeur téléphonie mobile, 3G	1	650	650
	Antenne IRC ANT 896-4MA pour réseaux GSM (2G), UMTS (3G) et LTE (4G)	1	36	36
S7 -300	Alimentation PS 307-1B; 120/230V CA, 24V cc, 2A	1	53,04	53,04

	CPU 315-2 PN/DP	1	878,06	878,06
	Entrée TOR, 32 ET, 24V CC.	6	312	1872
	Profilé-support 480 mm	1	12,51	12,51
	Connecteur frontal 40 points avec bornes à vis	6	35,9	215,4
	Micro-carte mémoire 8 Mo	1	378	378
TOTAL (€)				**7304.12**
TOTAL (DH)				**79170,82**

Tableau 8 : liste des matérielles de la Première solution

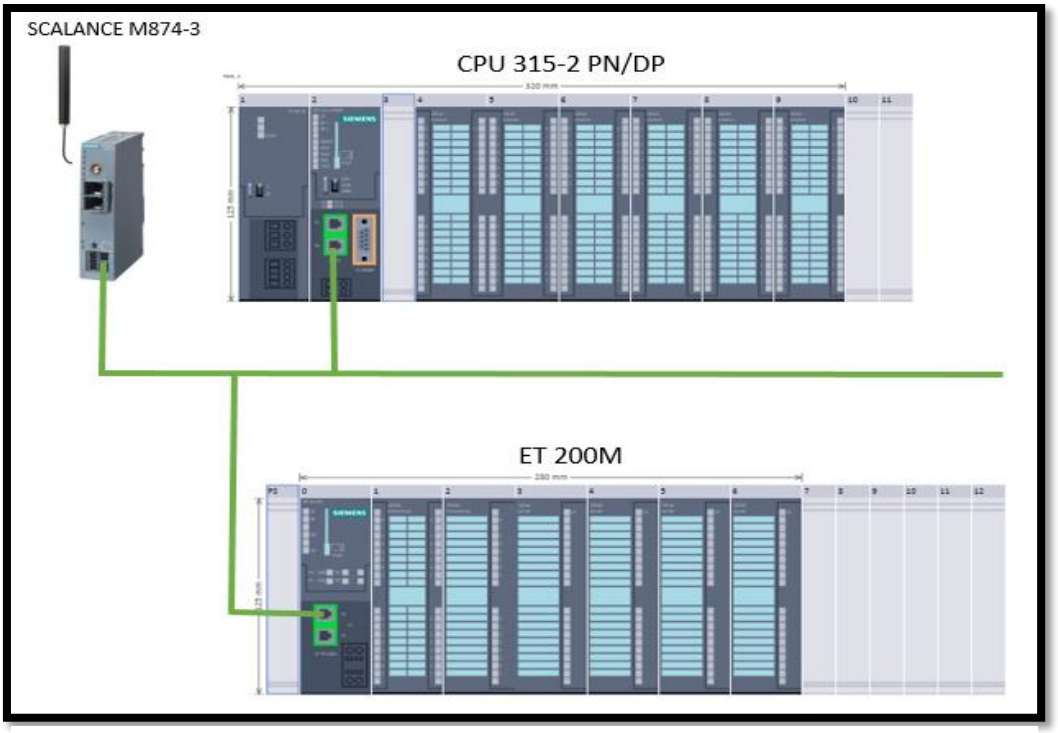


Figure 9 : S7 300 avec un ET200M et un SCALANCE

b) Deuxième solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 300** avec une CPU 315-2 PN/DP et un **ET200S.**

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 m	1	16,6	16,6
	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 1 m	1	17,6	17,6
ET 200S	Profilé-support 35 mm, longueur : 830 mm	1	46,7	46,7
	Module électronique, 8DI, 24 V CC, standard (1 unité)	21	39,9	837,9
	Module électronique, 8DO, 24 V CC/0,5A, standard (1 unité)	6	46,1	276,6
	Module électronique, 2AI, U, standard	2	119,3	238,6
	Module électronique, 4AI, I, standard, pour 2 fils	7	148,9	1042,3

	Module d'alimentation PM-E DC 24V pour modules électroniques avec diagnostic	2	12,3	24,6
	IM 151 PN pour ET200S sur PROFINET	1	233,6	233,6
	Embase ; raccordement à vis (5 unités)	40	35,6	1424
	Embase avec accès à AUX1 ; raccordement à vis (5 unités)	5	35,8	179
	Micro-carte mémoire 512 Ko	1	74,39	74,39
NetworkSecurity	SCALANCE M874-3, routeur téléphonie mobile, 3G	1	650	650
	Antenne IRC ANT 896-4MA pour réseaux GSM (2G), UMTS (3G) et LTE (4G)	1	36	36
S7 -300	Alimentation PS 307-1B; 120/230V ca, 24V cc, 2A	1	53,04	53,04
	CPU 315-2 PN/DP	1	878,06	878,06
	Profilé-support 160 mm	1	8,05	8,05
	Micro-carte mémoire 8 Mo	1	378	378
TOTAL (€)				**6334,14**
TOTAL (DH)				**68657,01**

Tableau 9 : liste des matérielles de la Deuxième solution

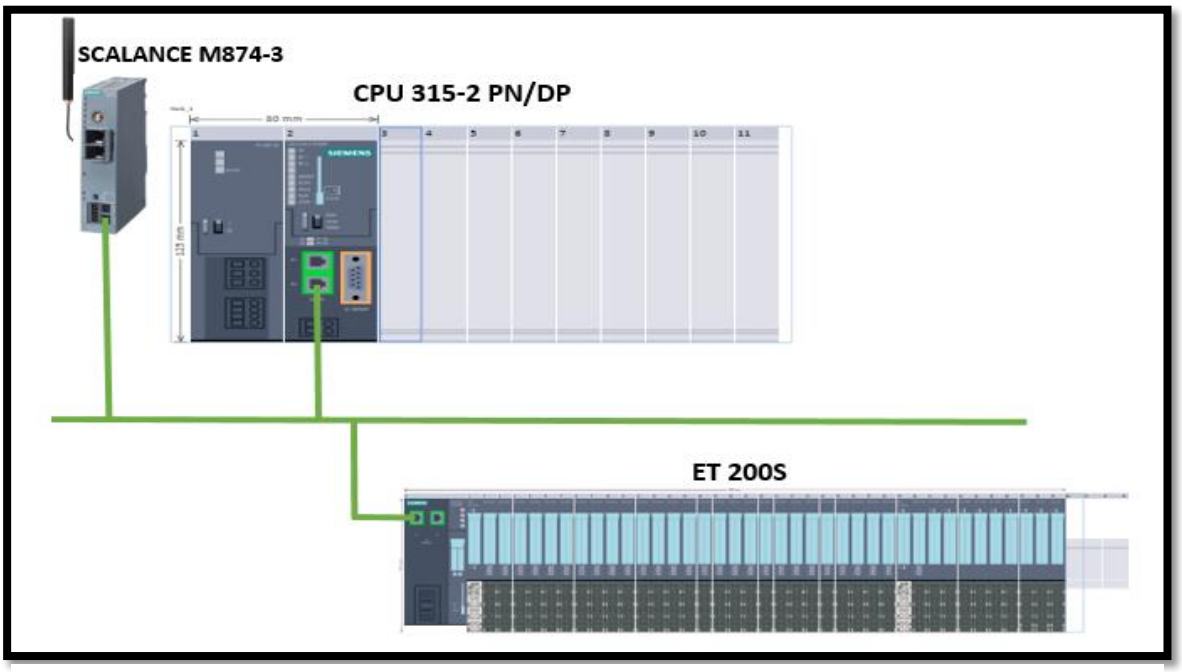


Figure 10 : S7 300 avec un ET200S et un SCALANCE

c) Troisième solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 400H** (redondant) avec une CPU 412-5H et un **ET200S.**

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 m	2	16,6	33,2
	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 1 m	2	17,6	35,2
ET 200S	Profilé-support 35 mm, longueur : 830 mm	1	46,7	46,7
	Module électronique, 8DI, 24 V CC, standard (1 unité)	21	39,9	837,9
	Module électronique, 8DO, 24 V CC/0,5A, standard (1 unité)	6	46,1	276,6
	Module électronique, 2AI, U, standard	3	119,3	357,9
	Module électronique, 4AI, I, standard, pour 2 fils	6	148,9	893,4
	Module d'alimentation PM-E DC 24V pour modules électroniques avec diagnostic	2	12,3	24,6
	IM 151 PN pour ET200S sur PROFINET	1	233,6	233,6
	Embase avec accès à AUX ; bornes à ressort (5 unités)	5	35	175
	Embase ; raccordement à vis (5 unités)	35	35,6	1246
	Embase avec accès à AUX1 ; raccordement à vis (5 unités)	5	35,8	179
	Micro-carte mémoire 8 Mo	1	378	378
NetworkSecurity	SCALANCE M874-3, routeur téléphonie mobile, 3G	1	650	650
	Antenne IRC ANT 896-4MA pour réseaux GSM (2G), UMTS (3G) et LTE (4G)	1	36	36
S7 -400	UR2-H, châssis de base / d'extension; 2x9 emplacements	1	791	791
	Alimentation PS407 4A; 120/230V ca -> 5V/24V cc	2	290	580
	CPU 412-5H ; mémoire de travail 2x512 Ko ; 1 MPI/DP, 1 DP, 1 PN	2	2947	5894
	Carte mémoire RAM longue; 4 Mo	2	1206	2412
	Câble FO pour module de synchr, 1 m	2	69	138
	Module de synchronisation pour cable patch jusqu'a 10 m	4	321	1284
TOTAL (€)				**14914,6**
TOTAL (DH)				**161662,33**

Tableau 10 : liste des matérielles de la Troisième solution

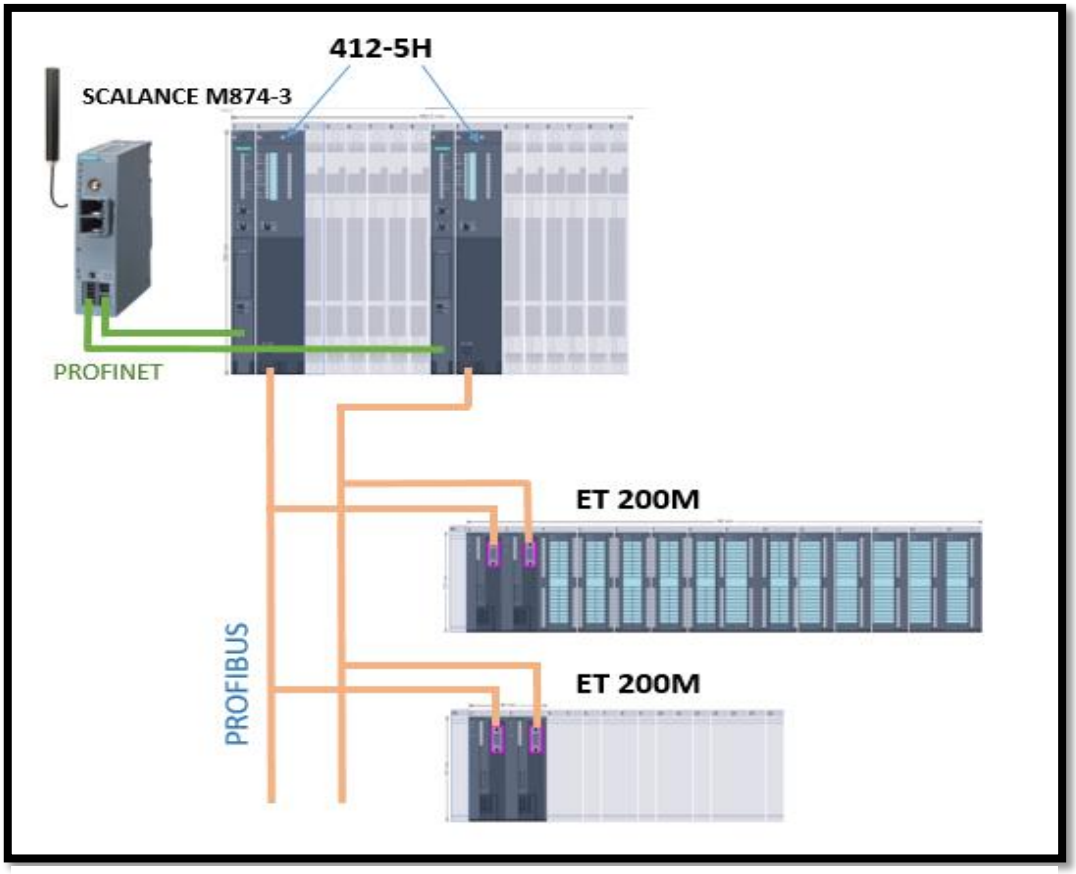


Figure 11 : S7 400H(deux CPU) avec deux ET200M et un SCALANCE

d) Quatrième solution

Dans cette solution on utilise un automate S7 400H (redondant) avec une CPU 412-5H et un ET200M.

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	Connecteur DP	6	48,9	293,4
	Câble de liaison PROFIBUS 830-2	4	114	456
	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 m	2	16,6	33,2
ET 200M	Paquet redondance, 2 x IM153-2 HF + module de bus pour ET 200M	1	779	779
	Profilé-support p. modules de bus actifs, 620 mm	1	55,3	55,3
	Module de bus actif pour 2 modules de 40mm de largeur	6	85,2	511,2
	Entrée TOR, 16 ET, 24 V CC.	1	155	155
	Entrée TOR, 32 ET, 24V CC.	5	312	1560
	Sorties TOR, 16 ST, 24V CC, 0,5A.	1	215	215
	Sorties TOR, 32 ST, 24V CC, 0,5A.	1	431	431
	Entrée analogique 8 EA.	4	597	2388
	Connecteur frontal 20 points avec bornes à vis	1	22,7	22,7
	Connecteur frontal 40 points avec bornes à vis	7	35,9	251,3

	Module de connecteur frontal pour modules analogiques, alimentation par bornes à vis	4	36	144
	Câble de liaison 16 pôles blindé avec connecteurs IDC, longueur 1,0 m	8	21,6	172,8
	Module de connexion TPA, bornes à vis sans LED	8	32,6	260,8
ET 200M_2	Paquet redondance, 2 x IM153-2 HF + module de bus pour ET 200M	1	779	779
	Profilé-support p. modules de bus actifs, 482mm (19")	1	44,2	44,2
NetworkSecurity	SCALANCE M874-3, routeur téléphonie mobile, 3G	1	650	650
	Antenne IRC ANT 896-4MA pour réseaux GSM (2G), UMTS (3G) et LTE (4G)	1	36	36
S7 -400	UR2-H, châssis de base / d'extension; 2x9 emplacements	1	791	791
	Alimentation PS407 4A; 120/230V ca -> 5V/24V cc	2	290	580
	CPU 412-5H ; mémoire de travail 2x512 Ko ; 1 MPI/DP, 1 DP, 1 PN	2	2947	5894
	Carte mémoire RAM longue; 4 Mo	2	1206	2412
	Câble FO pour module de synchr, 1 m	2	69	138
	Module de synchronisation pour cable patch jusqu'à 10 m	4	321	1284
TOTAL (€)				**14216,1**
TOTAL (DH)				**154091,15**

Tableau 11 : liste des matérielles de la Quatrième solution

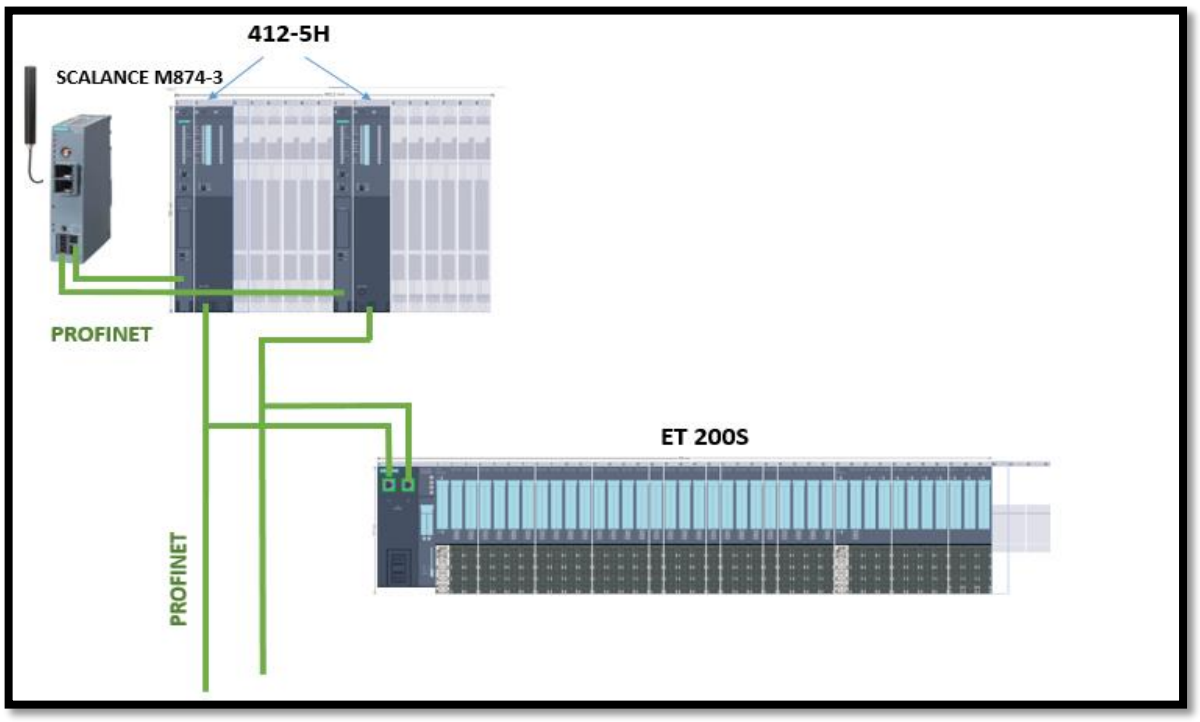


Figure 12 : S7 400H(deux CPU) avec deux ET200S et un SCALANCE

e) Cinquième solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 1200** avec une CPU 1217C et un **ET200SP.**

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 m	1	16,6	16,6
ET 200SP	Profilé-support 35 mm, longueur : 483 mm, pour armoires 19"	1	26,5	26,5
	DI 16x24VDC ST	1	74,5	74,5
	DI 16x24VDC ST (10 utés)	10	74,5	745
	DQ 16x24VDC/0,5A ST	3	86,5	259,5
	AI 4xU/I 2 fils ST	8	150	1200
	IM 155-6 PN ST avec module de serveur	1	212	212
	BusAdapter 2xRJ45	1	48	48
	Type BU A0, 16 bornes Push-In, 2 blocs de jonction d'arrivée ponté (TOR/analogique, 24V CC/10A)	9	13,1	117,9
	Type BU A0, 16 bornes Push-In, 2 blocs de jonction d'arrivée isolé (TOR/analogique, max. 24V CC/10A)	3	23,1	69,3
	BASEUNIT TYP A0, BU15-P16+A0+2B, COL. 10	10	13,1	131
S7-1200	Profilé-support 35 mm, longueur : 483 mm, pour armoires 19"	1	26,5	26,5
	CPU 1217C (10 DE 24V CC/4 DE 5V CC diff. ; 6 DO 24V CC/4 DO 5V CC diff. ; 2 AI, 2AO), PS 24V CC (2 PN)	1	717	717
	Memory Card, 12 Mo	1	168	168
	Processeur de communication GPRS CP 1242-7	1	495	495
	Module de communication PROFIBUS DP Master CM 1243-5	1	380	380
	Antenne GSM quadri-bande ANT 794-4MR	1	48,8	48,8
TOTAL (€)				**4735,6**
TOTAL (DH)				**51330,12**

Tableau 12 : liste des matérielles de la Cinquième solution

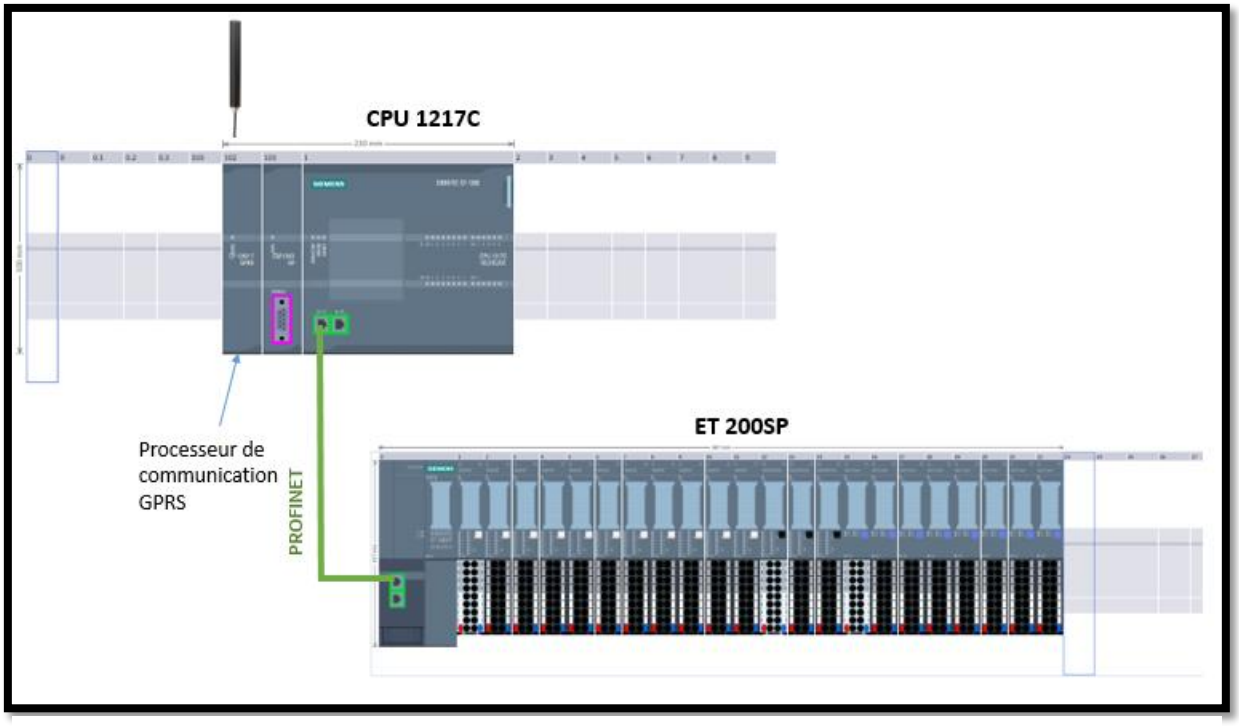


Figure 13 : S7 1200 avec un ET200SP et un SCALANCE integré

f) Sixième solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 1200** avec une deux CPU 1217C.

Tableau 13 : liste des matérielles de la Sixième solution

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
S7-1200	Profilé-support 35 mm, longueur : 830 mm	1	46,7	46,7
	CPU 1217C (10 DE 24V CC/4 DE 5V CC diff. ; 6 DO 24V CC/4 DO 5V CC diff. ; 2 AI, 2AO), PS 24V CC (2 PN)	1	717	717
	Entrée TOR, 16 ET, 24 V CC	8	151,2	1209,6
	Carte mémoire, 4 Mo	1	51	51
	Processeur de communication GPRS CP 1242-7	1	495	495
	Module de communication PROFIBUS DP Master CM 1243-5	1	380	380
	Antenne GSM quadri-bande ANT 794-4MR	1	48,8	48,8
S7-1200_2	Profilé-support 35 mm, longueur : 483 mm, pour armoires 19"	1	26,5	26,5
	CPU 1217C (10 DE 24V CC/4 DE 5V CC diff. ; 6 DO 24V CC/4 DO 5V CC diff. ; 2 AI, 2AO), PS 24V CC (2 PN)	1	717	717
	Sortie TOR, 16 ST, 24 V CC	1	151,2	151,2
	Sortie/Entrée TOR, 16 ET, 24 V CC / 16 ST, 24 V CC	1	239,4	239,4
	Entrée analogique 8 AE ; 13 bits	4	318	1272

	Carte mémoire, 4 Mo	1	51	51
TOTAL (€)				**5405,2**
TOTAL (DH)				**58588,04**

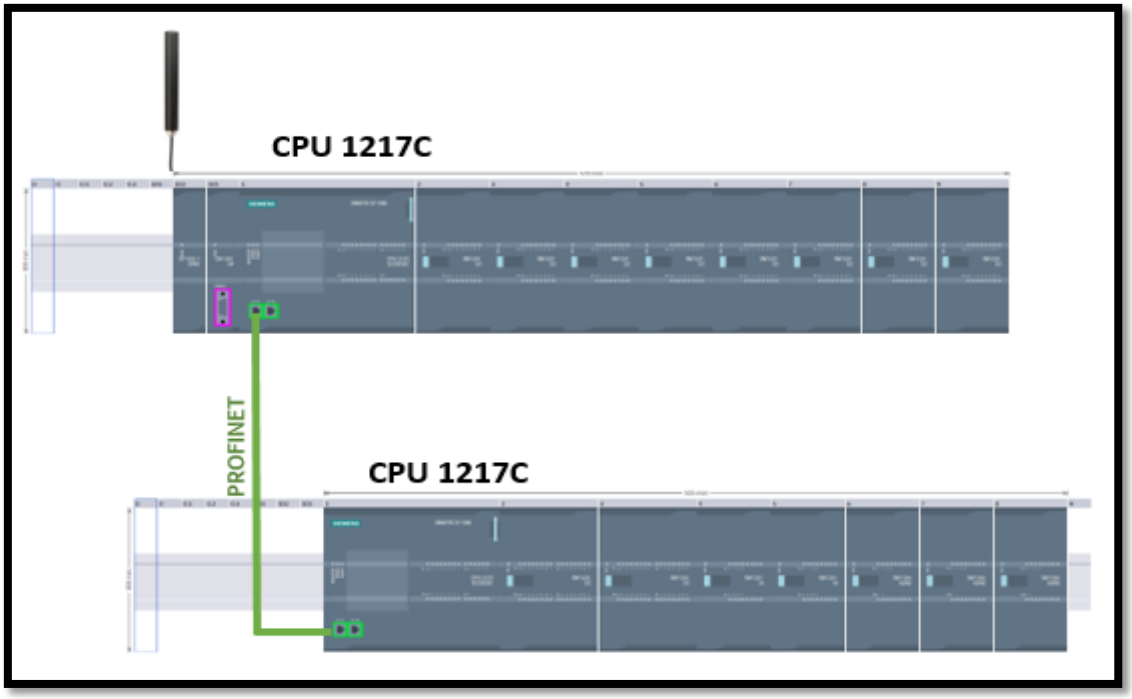


Figure 14 : S7 1200 avec deux CPU et un SCALANCE integré

g) Septième solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 1500** avec une CPU 1511-1 PN dans un seul rack.

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 1 m	1	17,6	17,6
NetworkSecurity	SCALANCE M874-3, routeur téléphonie mobile, 3G	1	650	650
	Antenne IRC ANT 896-4MA pour réseaux GSM (2G), UMTS (3G) et LTE (4G)	1	36	36
S7-1500	Alimentation PM 70W, 120/230 V CA, 24 V CC, 3 A	1	110	110
	Alimentation système, PS 25W 24V CC	1	185	185
	CPU 1511-1 PN		620	0
	Entrée TOR, DI 16x24VDC HF	1	179	179
	Entrée TOR, DI 32x24VDC HF	5	280	1400
	Sortie TOR, DQ 16x24VDC/0,5A ST	1	190	190
	Sortie TOR, DQ 32x24VDC/0,5A ST	1	399	399
	Entrée analogique, AI 8xU/I HS	4	658	2632

	Profilé-support S7-1500, 830 mm	1	43	43
	Connecteur frontal, borne à vis pour modules de 35 mm, à 40 points	12	33	396
	Memory Card, 12 Mo	1	168	168
	Processeur de communication, CP 1542-5, maître/esclave PROFIBUS DP	1	535	535
TOTAL (€)				**6923**
TOTAL (DH)				**75039,78**

Tableau 14 : Liste des matérielles de la Septième solution

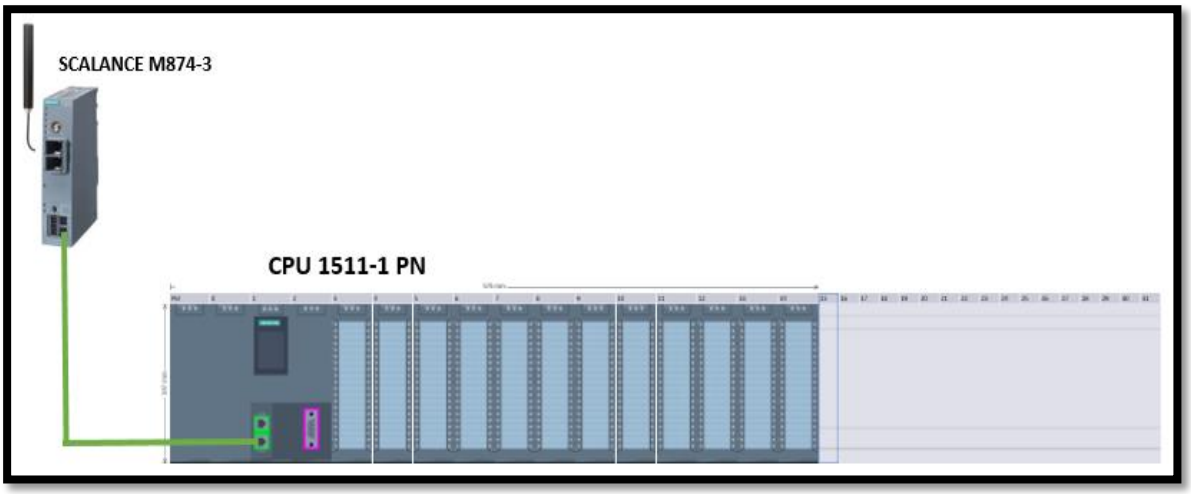


Figure 15 : S7 1500 et un SCALANCE

h) Huitième solution

Dans cette solution on utilise un automate **S7 1500** avec une CPU 1511-1 PN et un **ET200SP.**

Tableau 15 : Liste des matérielles de la Huitième solution

	Description	Quantité de commande	Prix Unitaire (€)	Prix Total (€)
Article réseau	IE TP Cord RJ45/RJ45, 4x2, 0,5 m	2	16,6	33,2
ET 200SP	Profilé-support 35 mm, longueur : 483 mm, pour armoires 19"	1	26,5	26,5
	DI 16x24VDC ST	1	74,5	74,5
	DI 16x24VDC ST (10 utés)	10	74,5	745
	DQ 16x24VDC/0,5A ST	3	86,5	259,5
	AI 4xU/I 2 fils ST	8	150	1200
	IM 155-6 PN ST avec module de serveur	1	212	212
	BusAdapter 2xRJ45	1	48	48
	Type BU A0, 16 bornes Push-In, 2 blocs de jonction d'arrivée ponté (TOR/analogique, 24V CC/10A)	9	13,1	117,9

	Type BU A0, 16 bornes Push-In, 2 blocs de jonction d'arrivée isolé (TOR/analogique, max. 24V CC/10A)	3	23,1	69,3
	BASEUNIT TYP A0, BU15-P16+A0+2B, COL. 10	10	13,1	131
S7-1500	Alimentation PM 70W, 120/230 V CA, 24 V CC, 3 A	1	110	110
	CPU 1511-1 PN	1	620	620
	Profilé-support S7-1500, 160 mm	1	18	18
	Memory Card, 12 Mo	1	168	168
	Processeur de communication, CP 1542-5, maître/esclave PROFIBUS DP	1	535	535
SCALANCE M874-3, routeur…	SCALANCE M874-3, routeur téléphonie mobile, 3G	1	650	650
	Antenne GSM quadri-bande ANT 794-4MR	1	48,8	48,8
TOTAL (€)				**5066,7**
TOTAL (DH)				**54918,97**

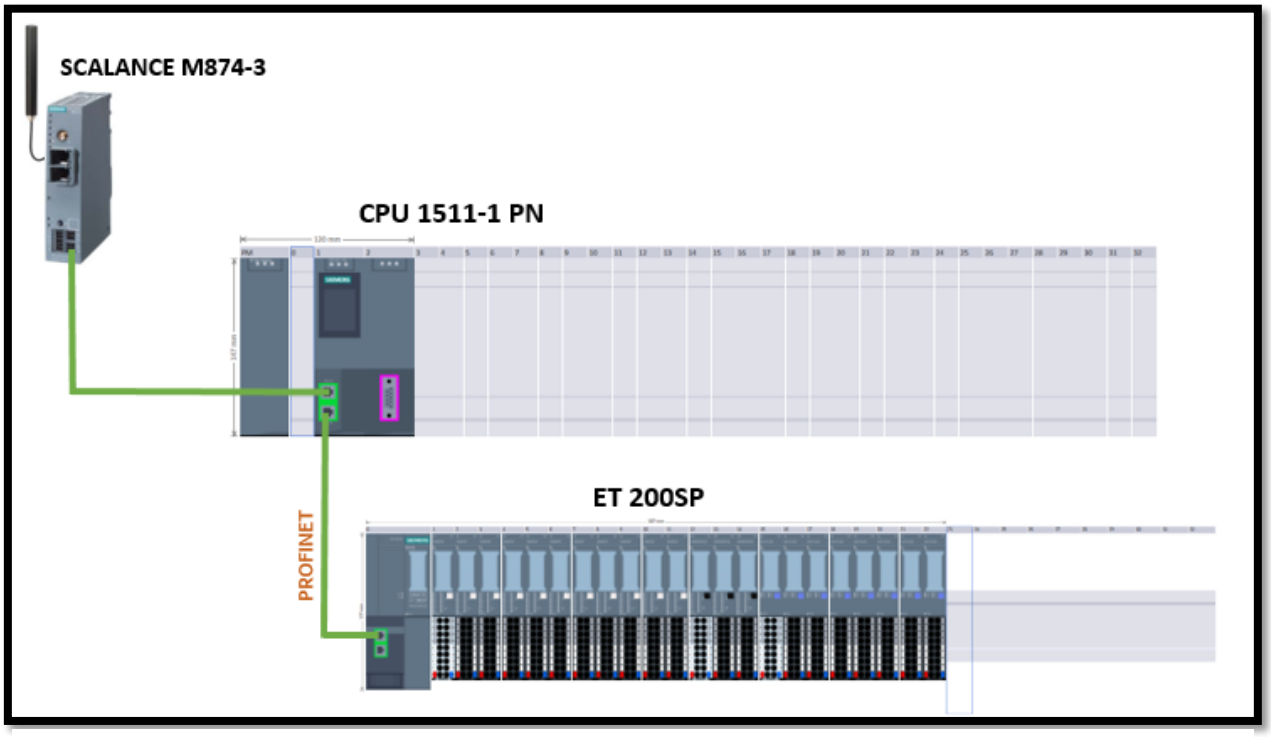


Figure 16 : S7 1500 avec un ET200SP et un SCALANCE

IV. Le choix de logiciel

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC V13.

SIMATIC STEP 7, intégré à TIA Portal, est le logiciel de configuration, programmation, vérification et diagnostic de tous les automates SIMATIC.

Doté d'un grand nombre de fonctions conviviales, SIMATIC STEP 7 garantit des économies considérables pour tous les processus d'automatisation.

TIA portal dispose trois vues différentes pour chaque projet d'automatisation :

- **Vue du portail**

La figure suivante montre un exemple des composants de la vue du portail :

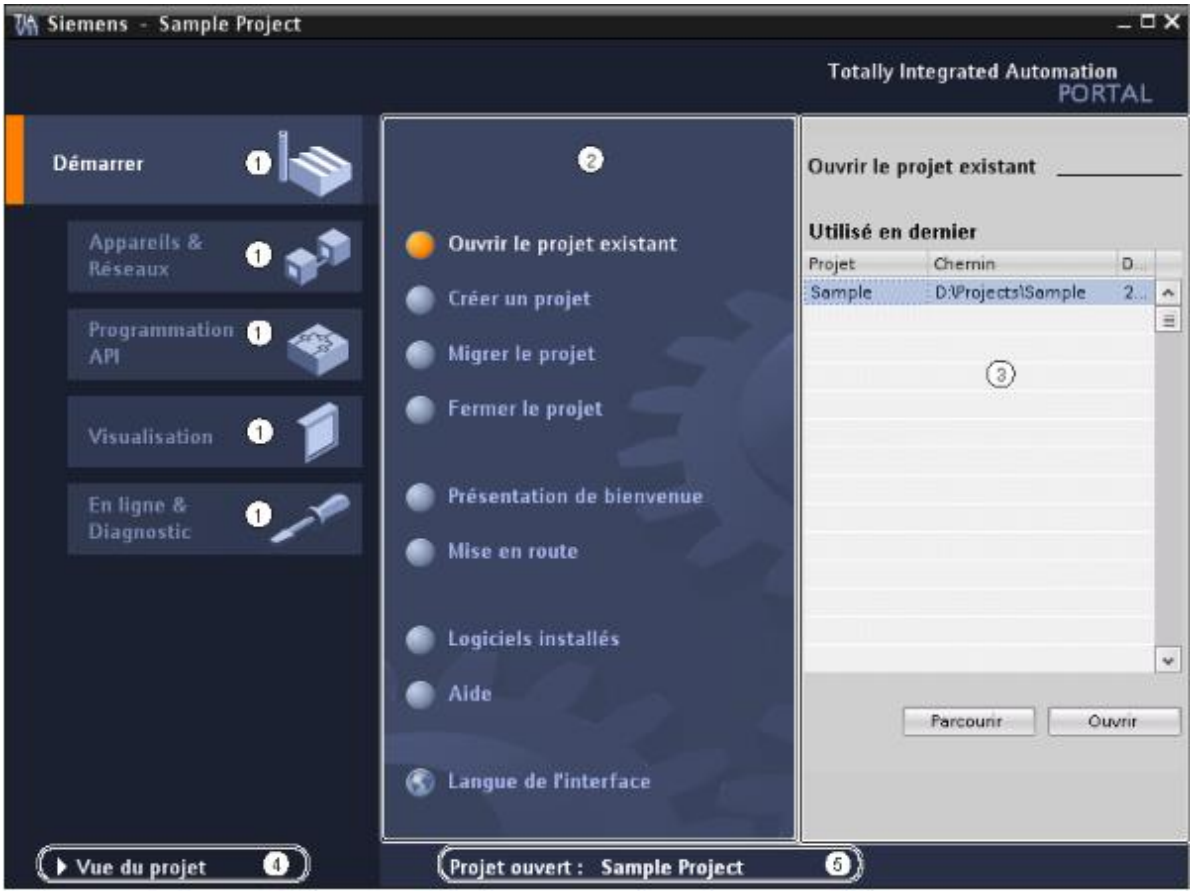


Figure 17 : Vue du portail

① Portails pour les différentes tâches
② Actions correspondant au portail sélectionné
③ Fenêtre de sélection correspondant à l'action sélectionnée
④ Basculer dans la vue du projet
⑤ Affichage du projet actuel ouvert

- **Vue du projet**

La vue du projet correspond à une vue structurée de l'ensemble des composants du projet

① Barre de titre
② Barre des menus
③ Barre d'outils
④ Navigateur du projet
⑤ Projets de référence
⑥ Vue détaillée
⑦ Zone de travail
⑧ Barre de fractionnement
⑨ Fenêtre d'inspection
⑩ Basculer à la vue du portail
⑪ Barre des éditeurs
⑫ Barre d'état avec affichage de progression
⑬ Task Cards

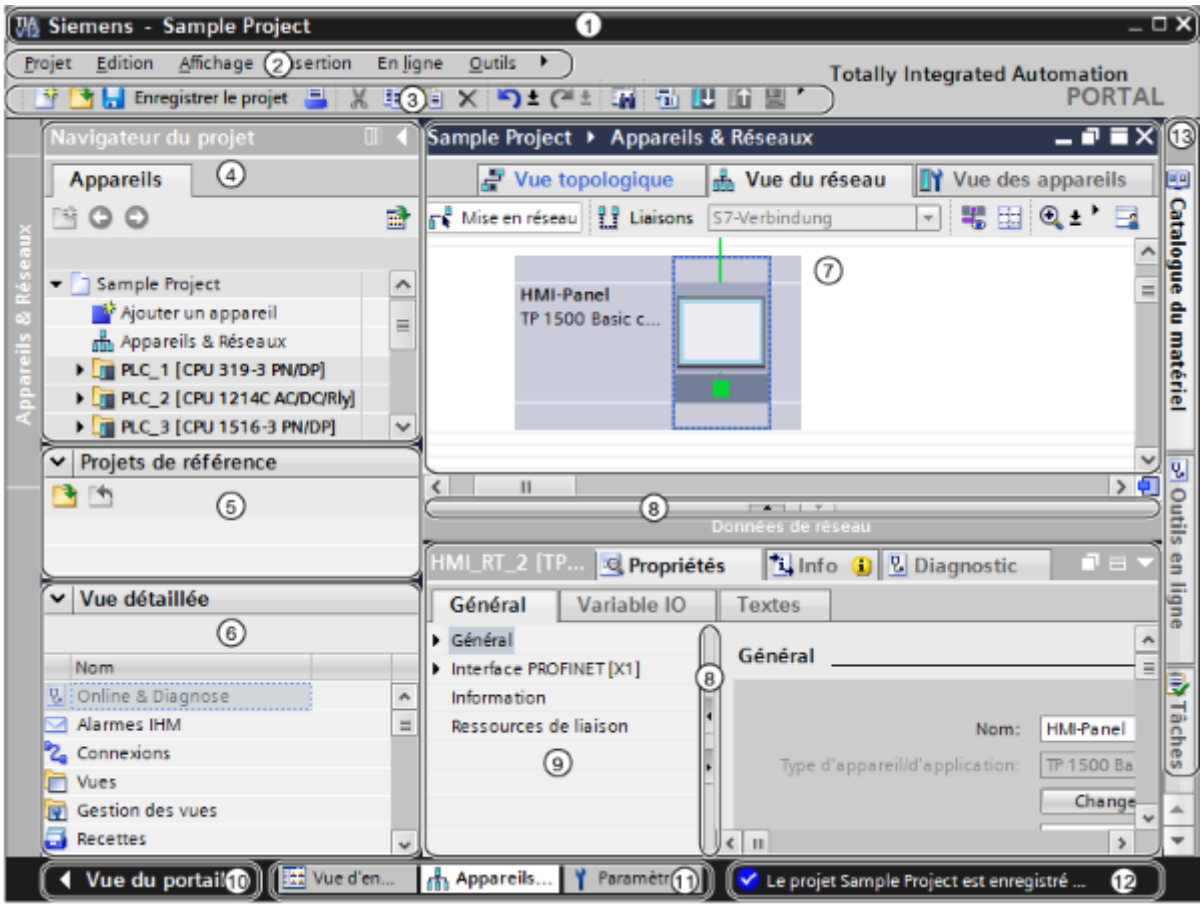


Figure 18 : Vue du projet

- **Vue des bibliothèques**

La vue des bibliothèques regroupe les fonctionnalités de la Task Card "Bibliothèques" et de la fenêtre de vue d'ensemble

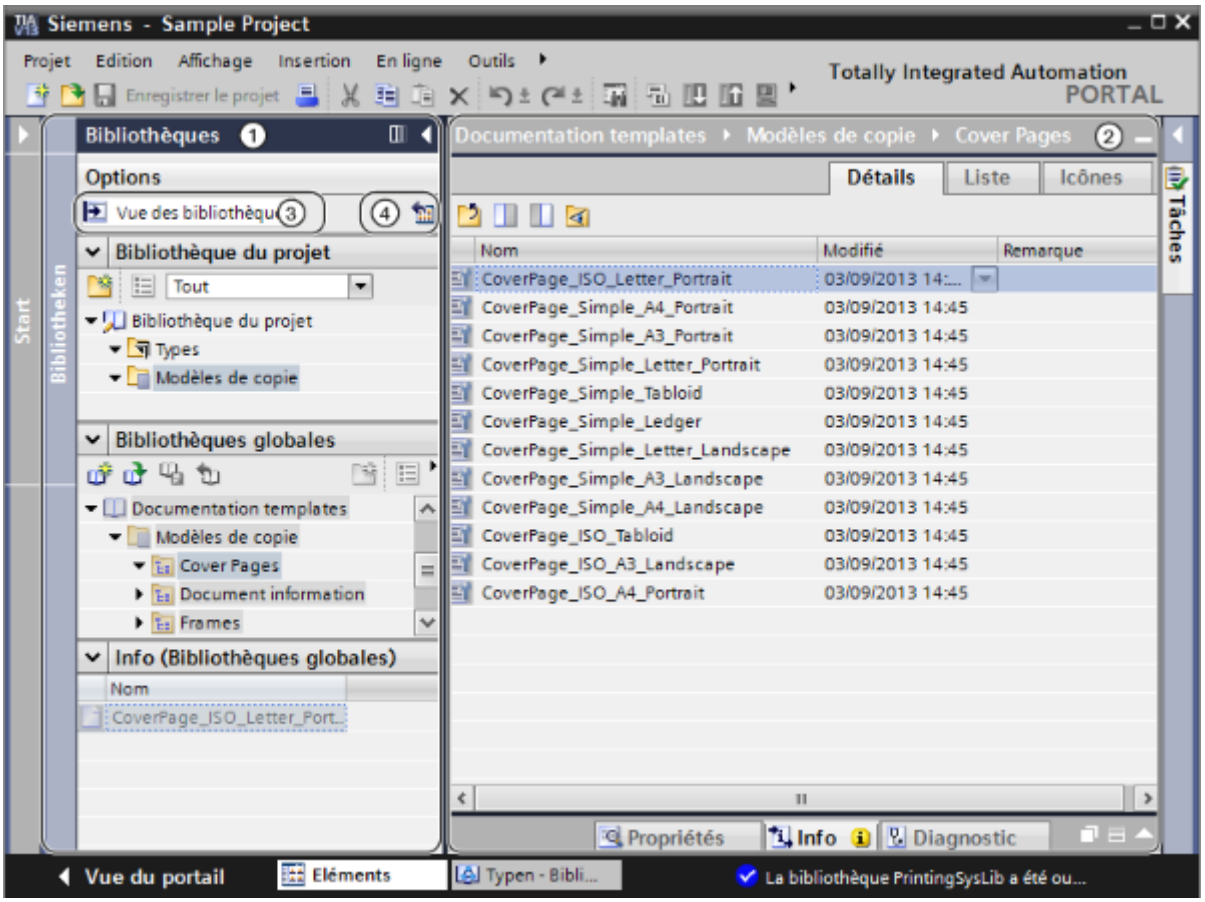


Figure 19 : Vue des bibliothèques

① Navigateur de bibliothèques

② Vue d'ensemble des bibliothèques

③ Bouton "Vue des bibliothèques"

④ Bouton "Ouvrir ou fermer la vue d'ensemble des bibliothèques"

1. PLCSIM

Simulation de CPU

A l'aide de logiciel PLCSIM qui permet de faire des simulations dans un automate virtuel et qu'il est aussi intégré dans le TIA portal.

La figure 20 représente un exemple de simulation par PLCSIM.

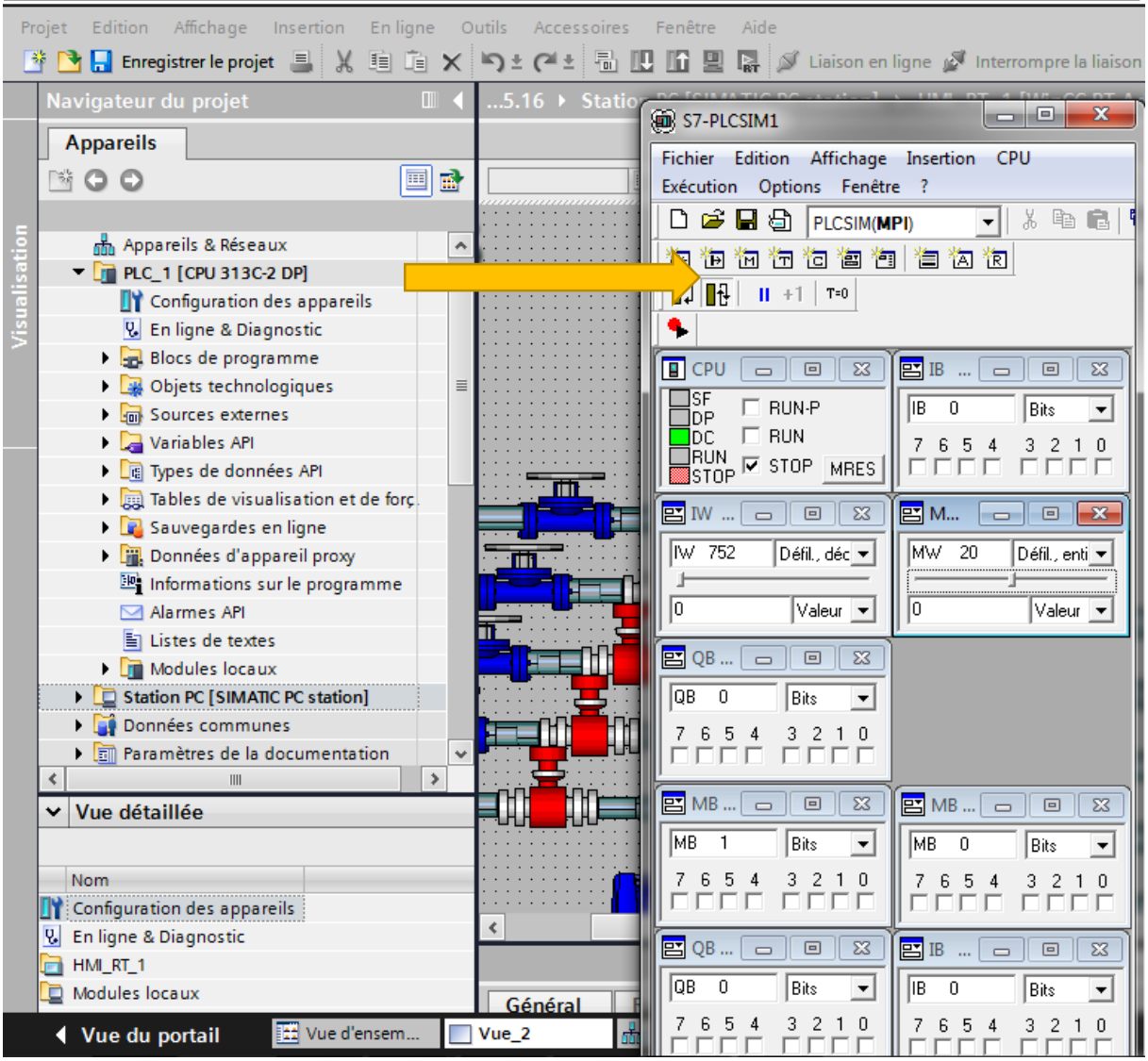


Figure 20 : simulation de CPU

2. WinCC

Flexibilité dans toutes les applications SCADA et IHM du Basic Panel à la supervision

Le SIMATIC WinCC dans le Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement.

WinCC dans le TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC. La gamme de solutions offerte par le prédécesseur de SIMATIC WinCC flexible s'en trouve considérablement élargie.

3. Startdrive

Le logiciel d'ingénierie intégré Startdrive vous permet de configurer et de paramétrer des entraînements sur le portail TIA.

Avec Startdrive, vous pouvez par exemple réaliser les tâches suivantes :

- Créez des projets pour des solutions spécifiques aux entraînements.
- Insérez des entraînements dans les projets en tant qu'entraînements monomoteurs ou mettre les entraînements en réseau avec des commandes de niveau supérieur.
- Configurez des entraînements en spécifiant les parties puissance, les moteurs et les capteurs utilisés.
- Paramétrez des entraînements en définissant les sources de commande, les sources de consigne et le type de régulation.
- Étendez le paramétrage avec des fonctions spécifiques aux entraînements, telles que les blocs fonctionnels libres et un régulateur technologique.
- Connectez-vous à l'entraînement et testez le paramétrage au moyen du tableau de commande de l'entraînement.
- Exécutez un diagnostic en cas de défaut.

Interface utilisateur de Startdrive

Startdrive s'intègre directement au portail TIA. L'interface graphique vous assiste lors de la configuration et du paramétrage :

- "L'assistant entraînement" vous permet de configurer l'entraînement et de sélectionner les moteurs et le mode de fonctionnement.
- Avec l'"éditeur de paramètres" vous pouvez adapter l'entraînement de manière optimale en fonction de la tâche de celui-ci.
- La "configuration de l'appareil" vous permet d'insérer des composants spécifiques tels les Power Modules.
- La "vue du réseau" vous permet de mettre l'entraînement en réseau avec une commande de niveau supérieur, ainsi que de paramétrer la communication.
- En mode en ligne, vous pouvez tester l'entraînement avec le tableau de commande de l'entraînement et charger le paramétrage dans l'entraînement.

V. Configuration matérielle

Après avoir choisi l'automate S7 1500 avec une CPU 1511-PN et un ET200SP on doit configurer cette solution dans un nouveau projet dans TIA portal pour faire à la fois la programmation et la supervision de la station de pompage d'eau.

TIA Portal nous fournit une vue sur les différents appareils configuré comme les montre les figures si dessous

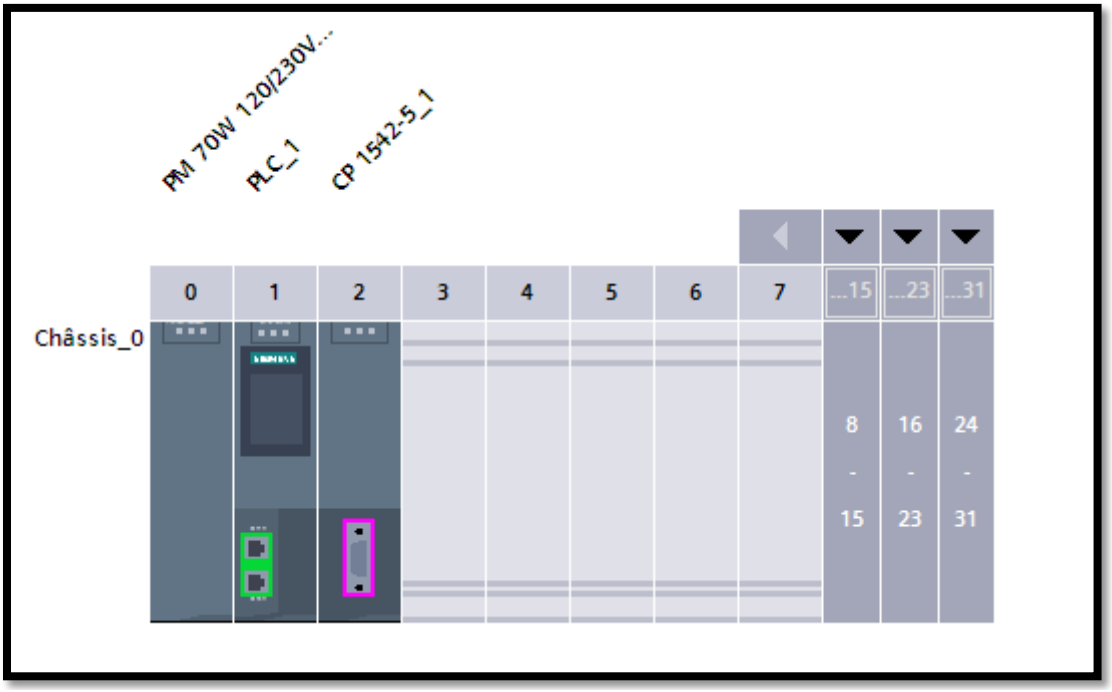


Figure 22 : Automate S7 1500 avec une CPU 1511-PN et u Processeur de communication Profibus

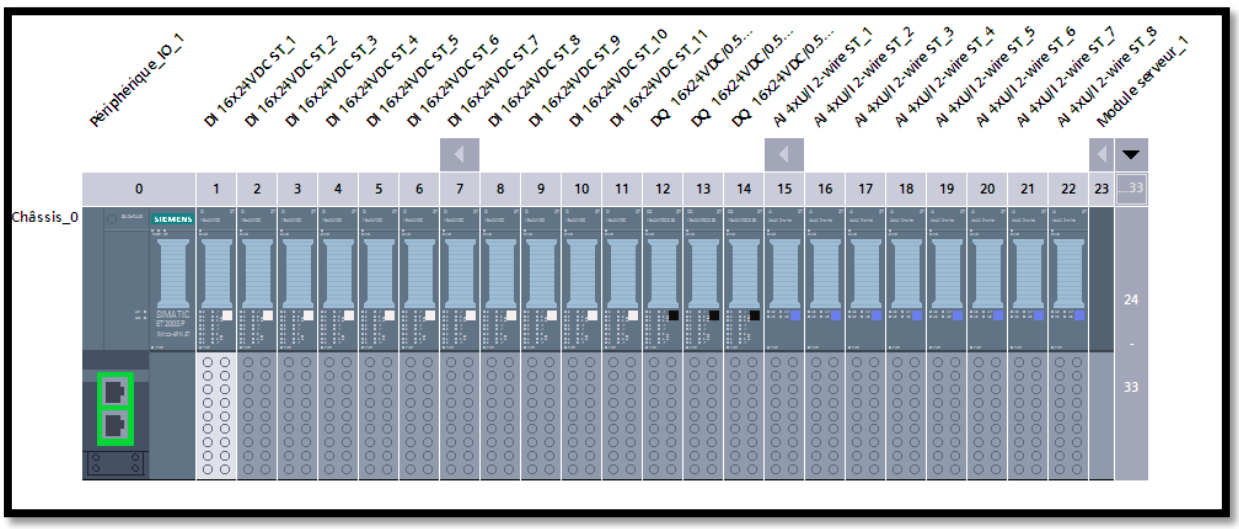


Figure 21 : Automate ET200SP avec des cartes d'entrées et sorties TOR et Analogique et Coupleur

Et pour la partie supervision on a utilisé une station PC avec WinCC RT Advanced c'est un Logiciel Runtime pour visualisation basée PC (requiert WinCC Runtime Advanced), on ajoute une carte IE Général pour faire une liaison avec le PC ou bien PG par le profinet.

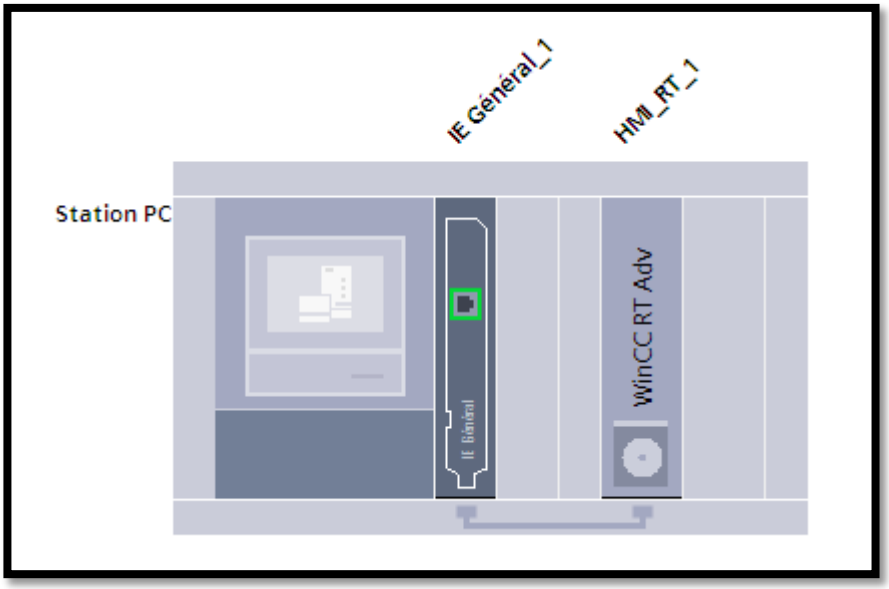


Figure 23 : Station PC avec WinCC Adv et une carte IE

La figure ci-dessus présent une vue de réseau qui liée l'automate S7 1500 avec le ET200SP et le PC/PG de supervision par le profitnet, chaque appareil a sa propre adresse IP.

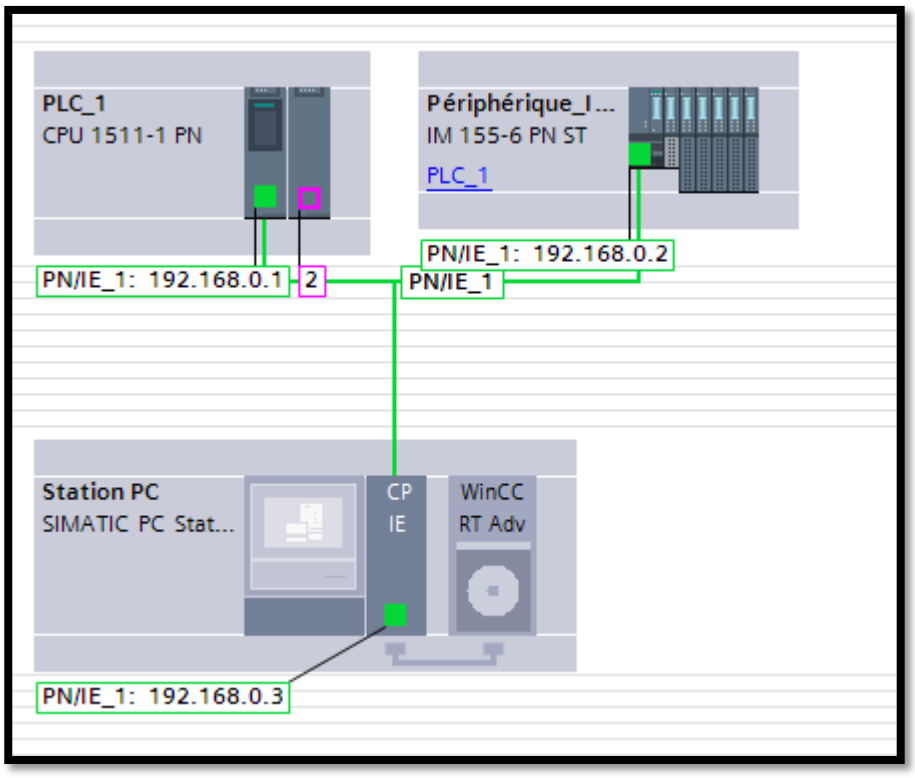


Figure 24 : Appareils et les réseaux

Dans la partie entrainement on a utilisé Cinq variateurs de vitesses G120 et communique aussi par le profitnet et quelle sont liée au même réseau la figure ci-dessus présente le nouveaux réseau.

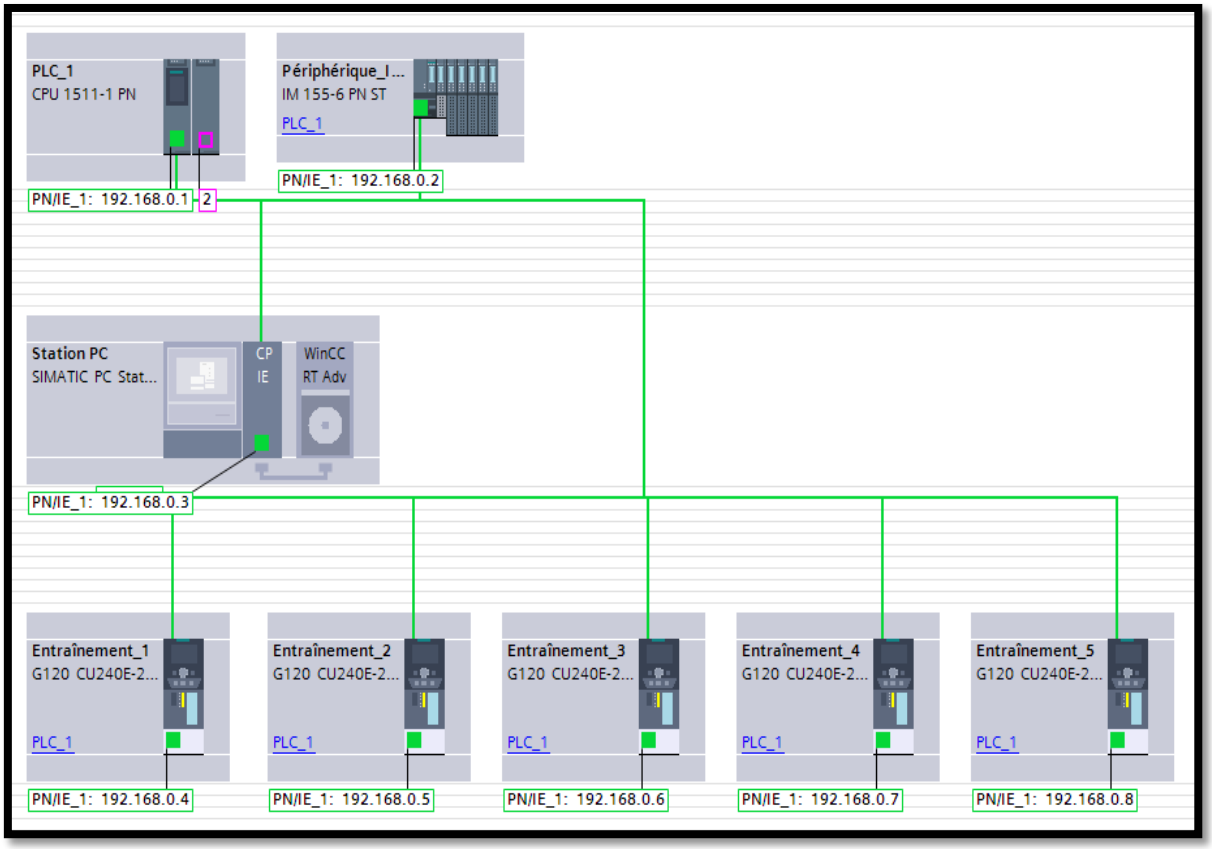


Figure 25 : les variateurs de vitesse dans le réseau

Et pour finir la configuration matérielle on doit prendre la liste de référence des appareils pour connaître l'adresse de chaque entrée et sortie TOR ou bien analogique, la figure ci-dessus représente la liste de référence.

Vue d'ensemble des appareils

Module	...	Châssis	Empla..	Adresse I	Adresse...	Type	Numéro de article	Firmware
Périphérique_IO_1		0	0			IM 155-6 PN ST	6ES7 155-6AU00-0BN0	V3.1
Interface PROFINET		0	0 X1			Interface PROFINET		
DI 16x24VDC ST_1		0	1	0...1		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_2		0	2	2...3		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_3		0	3	4...5		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_4		0	4	6...7		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_5		0	5	8...9		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_6		0	6	10...11		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_7		0	7	12...13		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_8		0	8	14...15		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_9		0	9	16...17		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_10		0	10	18...19		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DI 16x24VDC ST_11		0	11	20...21		DI 16x24VDC ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	V1.0
DQ 16x24VDC/0.5A ST_1		0	12		0...1	DQ 16x24VDC/0.5...	6ES7 132-6BH00-0BA0	V1.0
DQ 16x24VDC/0.5A ST_2		0	13		2...3	DQ 16x24VDC/0.5...	6ES7 132-6BH00-0BA0	V1.0
DQ 16x24VDC/0.5A ST_3		0	14		4...5	DQ 16x24VDC/0.5...	6ES7 132-6BH00-0BA0	V1.0
AI 4xU/I 2-wire ST_1		0	15	22...29		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_2		0	16	30...37		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_3		0	17	38...45		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_4		0	18	46...53		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_5		0	19	54...61		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_6		0	20	62...69		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_7		0	21	70...77		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
AI 4xU/I 2-wire ST_8		0	22	78...85		AI 4xU/I 2-wire ST	6ES7 134-6HD00-0BA1	V1.1
Module serveur_1		0	23			Module serveur	6ES7 193-6PA00-0AA0	V1.0
		0	24					

Figure 26 : Références des appareils

VI. Conclusion

Dans ce chapitre j'ai choisi les matériels et aussi le logiciel utilisé pour la réalisation de la programmation et la supervision de la station de pompage d'eau.

La programmation et la supervision seront traitées dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 4:

PROGRAMMATION ET SUPERVISION

I. Introduction

Ce chapitre représente les différentes Blocks utilisés dans le projet, la méthode avec laquelle ils ont été programmé et expliqués les différentes vues dans l'interface de supervision (SCADA) sous WinCC.

II. Description des Bloc

1. Bloc Interlock

Le bloc Interlock, sert à la visualisation et le forçage des diffèrent défauts dans la station de pompage. Si il n'y a pas des défauts la sortie Autorisation de démarrage prend la valeur 1 si non prend la valeur 0.

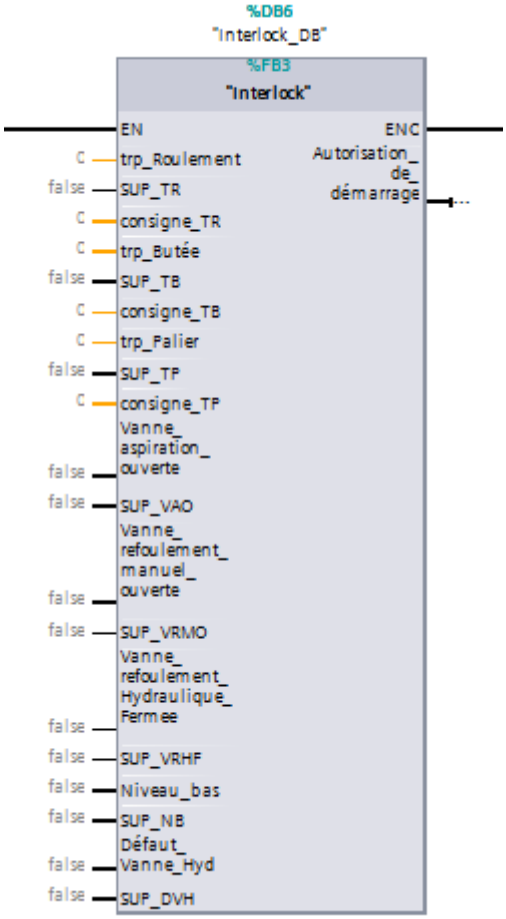


Figure 27 : Bloc Interlock

Les entrées

Nom	Type de données	Valeur par défaut	Description
trp_Butée	Int	0	Température de Butée
SUP_TB	Bool	false	Forçage Température de Butée (supervision)
consigne_TB	Int	0	La consigne du Température de Butée

trp_Palier	Int	0	Température de Palier
SUP_TP	Bool	false	Forçage Température de Palier (supervision)
consigne_TP	Int	0	La consigne du Température de Palier
Vanne_aspiration_ouverte	Bool	false	Etat de la Vanne aspiration
SUP_VAO	Bool	false	Forçage de la Vanne aspiration (supervision)
Vanne_refoulement_manuel_ouverte	Bool	false	Etat de la Vanne refoulement manuel
SUP_VRMO	Bool	false	Forçage de la Vanne refoulement (supervision)
Vanne_refoulement_Hydraulique_Fermee	Bool	false	Etat de la Vanne de refoulement Hydraulique
SUP_VRHF	Bool	false	Forçage du Vanne de refoulement Hydraulique (supervision)
Niveau_bas	Bool	false	Etat du capteur de niveau bas
SUP_NB	Bool	false	Forçage du capteur de niveau bas (supervision)
Défaut_Vanne_Hyd	Bool	false	Défaut de la vanne hydraulique
SUP_DVH	Bool	false	Forçage du capteur de Défaut de la vanne hydraulique (supervision)

Tableau 16 : Les entrés de bloc Interlock

Les sorties

Nom	Type de données	Valeur par défaut	Description
Autorisation_de_démarrage	Bool	false	Autorisation de démarrage

Tableau 17 : Les sorties de bloc Interlock

2. Bloc Moteur

Le Bloc Moteur, sert à la visualisation des états, et le contrôle d'un moteur à vitesse fixe et un seul sens de rotation et aussi des défauts électrique.

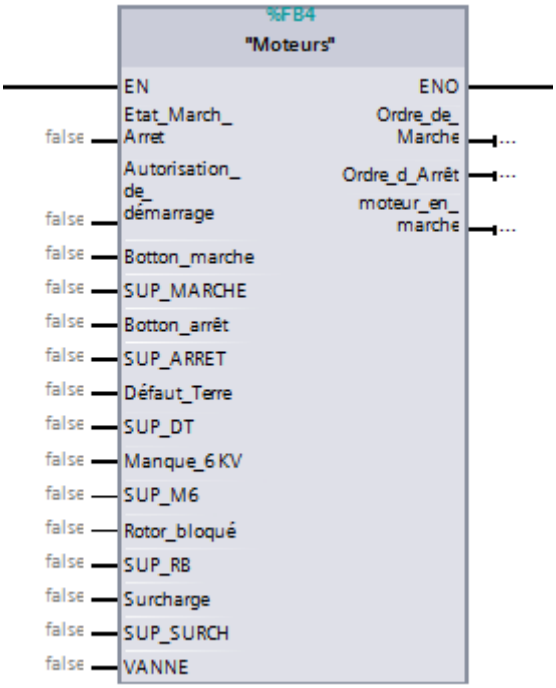


Figure 28 : Bloc Moteur

Les entrées

Nom	Type de données	Valeur par défaut	Description
Etat_March_Arret	Bool	false	L'état du moteur
Autorisation_de_démarrage	Bool	false	Autorisation de démarrage
Botton_marche	Bool	false	Botton Marche
SUP_MARCHE	Bool	false	Botton marche supervision
Botton_arrêt	Bool	false	Botton arrêt
SUP_ARRET	Bool	false	Botton arrêt supervision
Défaut_Terre	Bool	false	Défaut Terre
SUP_DT	Bool	false	Forçage Défaut Terre (supervision)
Manque_6KV	Bool	false	Manque_6KV
SUP_M6	Bool	false	Forçage défaut de manque de 6KV (supervision)
Rotor_bloqué	Bool	false	Rotor bloqué
SUP_RB	Bool	false	Forçage défaut du rotor bloqué (supervision)
Surcharge	Bool	false	Surcharge

SUP_SURCH	Bool	false	Forçage défaut de surcharge (supervision)
VANNE	Bool	false	Démarrage du moteur

Tableau 18 : Les entrés de bloc Moteur

Les sorties

Nom	Type de données	Valeur par défaut	Description
Ordre_de_Marche	Bool	false	Ordre de Marche
Ordre_d_Arrêt	Bool	false	Ordre d'Arrêt
moteur_en_marche	Bool	false	Marche/Arrêt moteur

Tableau 19 : Les sorties de bloc Moteur

3. Bloc Vanne

Le bloc vanne, sert à la visualisation et le contrôle d'une vanne binaire avec les deux états finaux ouvrir / fermer.

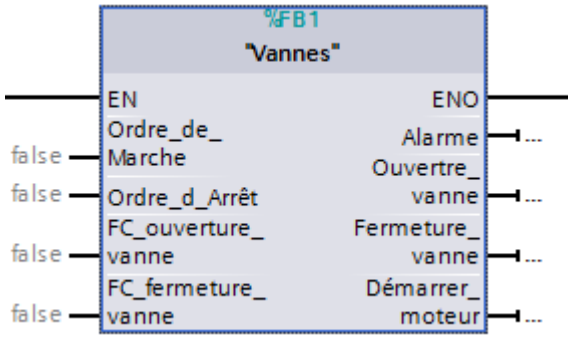


Figure 29 : bloc vanne

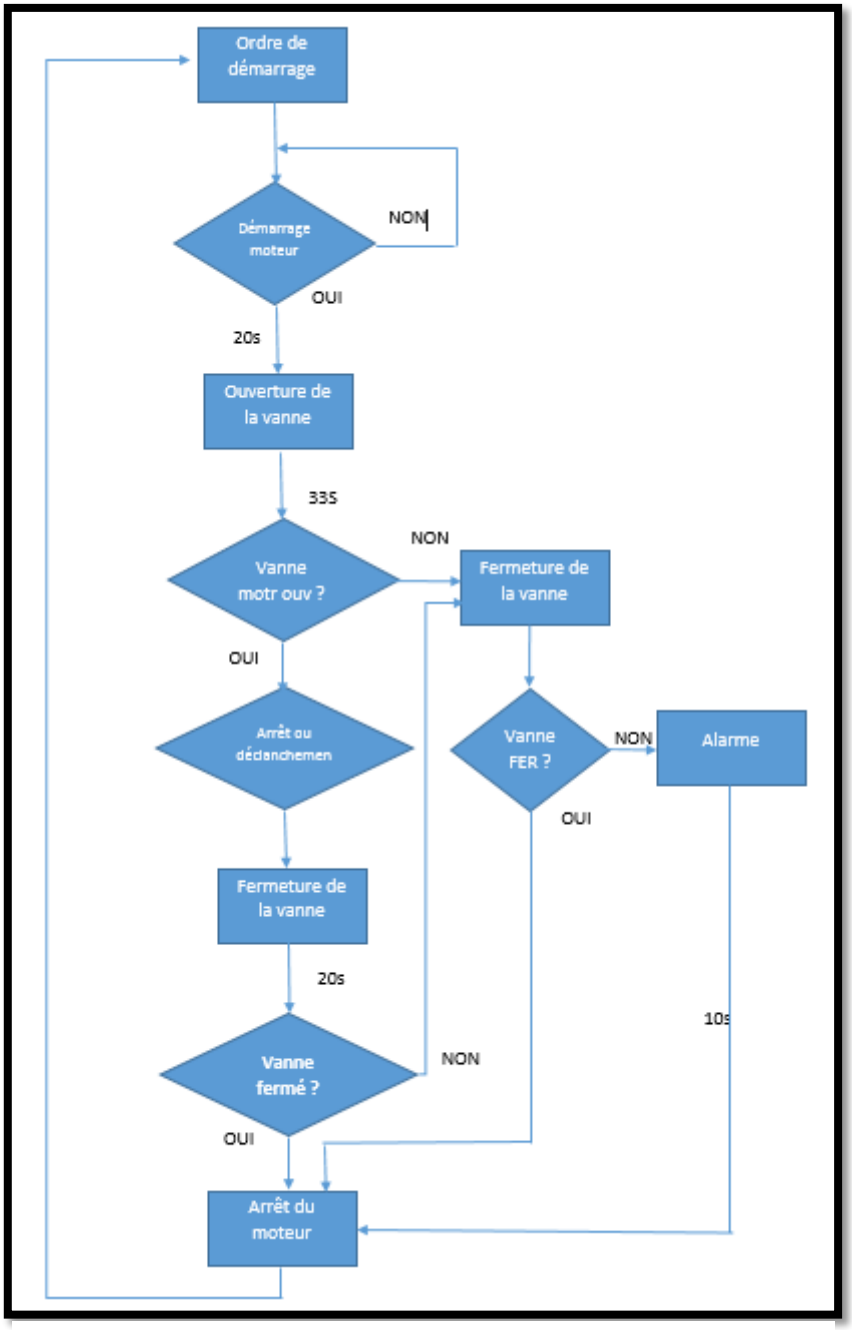


Figure 30 : Fonctionnement de bloc vanne

Les entrées

Nom	Type de données	Valeur par défaut	Description
Ordre_de_Marche	Bool	false	Ordre de Marche
Ordre_d_Arrêt	Bool	false	Ordre d'Arrêt
FC_ouverture_vanne	Bool	false	Fin de course ouverture vanne
FC_fermeture_vanne	Bool	false	Fin de course fermeture vanne

Tableau 20 : Les entrés de bloc Vanne

Les sorties

Nom	Type de données	Valeur par défaut	Description
Alarme	Bool	false	Alarme c'est la vanne est bloqué
Ouvertre_vanne	Bool	false	Commande de l'ouverture de la vanne
Fermeture_vanne	Bool	false	Commande de l'fermeture de la vanne
Démarrer_moteur	Bool	false	Démarrage du moteur

Tableau 21 : Les sorties de bloc Vanne

4. Bloc permutation

Le bloc permutation, sert à choisi les pompes qu'il doit démarrer en fonctionne des niveaux choisi du bassin, et la permutation entre les pompes en marche.

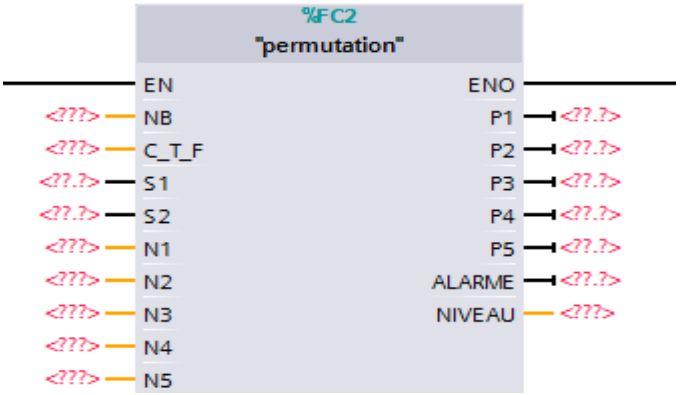


Figure 31 : Bloc Permutation

Les entrées

Nom	Type de données	Description
NB	ENTIER	Niveau de bassin
C_T_F	TEMPS	Consigne temps de fonctionnement
S1	BOOL	Capteur de niveau bas de bassin
S2	BOOL	Capteur de niveau haut de bassin
N1	REAL	Pourcentage du premier niveau (Supervision)
N2	REAL	Pourcentage du deuxième niveau (Supervision)
N3	REAL	Pourcentage du troisième niveau (Supervision)
N4	REAL	Pourcentage du quatrième niveau (Supervision)
N5	REAL	Pourcentage du cinquième niveau (Supervision)

Tableau 22 : les entrées de bloc Permutation

Les sorties

Nom	Type de données	Description
P1	BOOL	Pompe 1
P2	BOOL	Pompe 2
P2	BOOL	Pompe 3
P3	BOOL	Pompe 4
P5	BOOL	Pompe 5
Alarme	BOOL	Alarme si le niveau de bassin et inferieurs au niveau bas ou supérieur au niveau haut
Niveau	ENTIER	Niveau de bassin (supervision)

Tableau 23 : les sorties de bloc Permutation

III. Méthodes de programmation

1. Introduction

Ce projet contient 5 bloc moteur chacun avec son interlock et 5 bloc vanne Chacun des blocs fonctionnels à son propre DB. Il y'a deux méthodes pour programmer :

- Soit copier le bloc, créer son DB et modifier les entrées et les sorties manuellement.
- Soit essayé de trouver une solution pour que les blocs se créent avec leurs DB et se modifient automatiquement.

La solution choisie est la deuxième car elle va servir à la duplication et modification des blocs et leurs DB dans n'importe quel projet qui contient les mêmes équipements.

2. Choix du langage de programmation

Pour le choix de langage de programmation des blocs j'ai choisis la programmation en langage à contacts LADDER ou CONT dans TIA portal.

3. Fonctionnement de l'application

La table des entrées sorties : (Annexe2)

Résultat :

Comme ça la table de toutes les entrées et les sorties qui seront utilisées dans ce projet sera prête avec la même forme de la table des mnémoniques utilisée dans TIA portal, il suffit de copier et coller dans TIA portal.

Création et duplication des blocs :

Après avoir copié et collé les entrées et les sorties, il faut maintenant créer les blocs. Tout d'abord un bloc standard de chaque équipement va être créé dans le projet.

4. Automatisme général

La fonction qui regroupe les blocs Interlock, Vanne et Moteur sous le nom « Ligne », c'est une fonction de type FC.

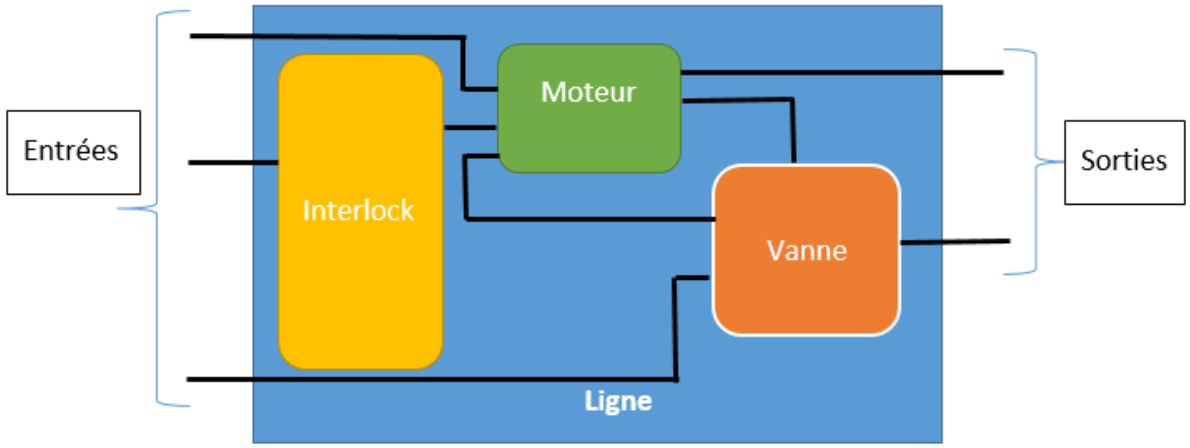


Figure 33 : la structure du bloc Ligne

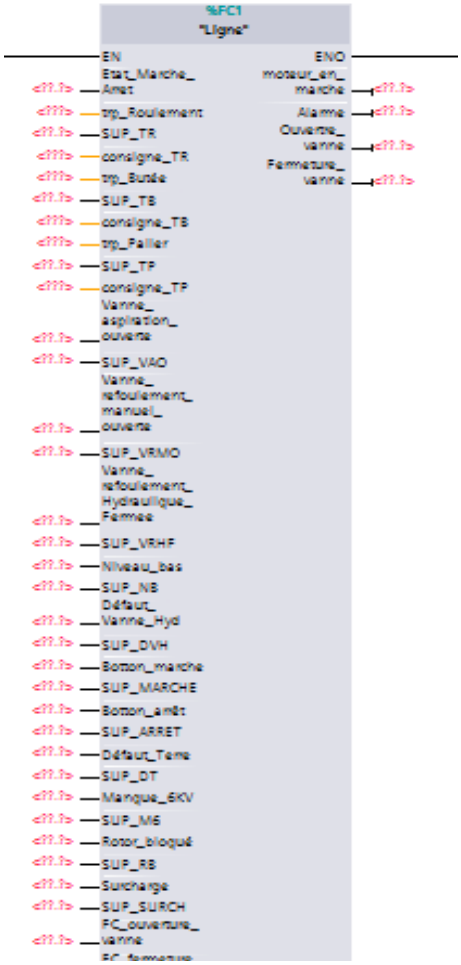


Figure 32 : Bloc Ligne

IV. Supervision

1. Introduction

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.

2. Les Vues

Dans ce projet la supervision sera pilotée par WinCC Runtime, à l'ouverture de ce dernier la vue « Accueil » sera afficher sur l'écran du PC/PG les bottons ci-dessus de la vue est bloqué.

Figure 34 : Vue Accueil

Pour déverrouiller les bottons on doit cliquer sur la Botton « Login » pour entrer le nom de l'utilisateur et le mot de passe. Si le nom de l'utilisateur et le mot de passe de ce utilisateur son identique avec les informations dans la gestion de l'utilisateur, donc les bottons serons être actife.

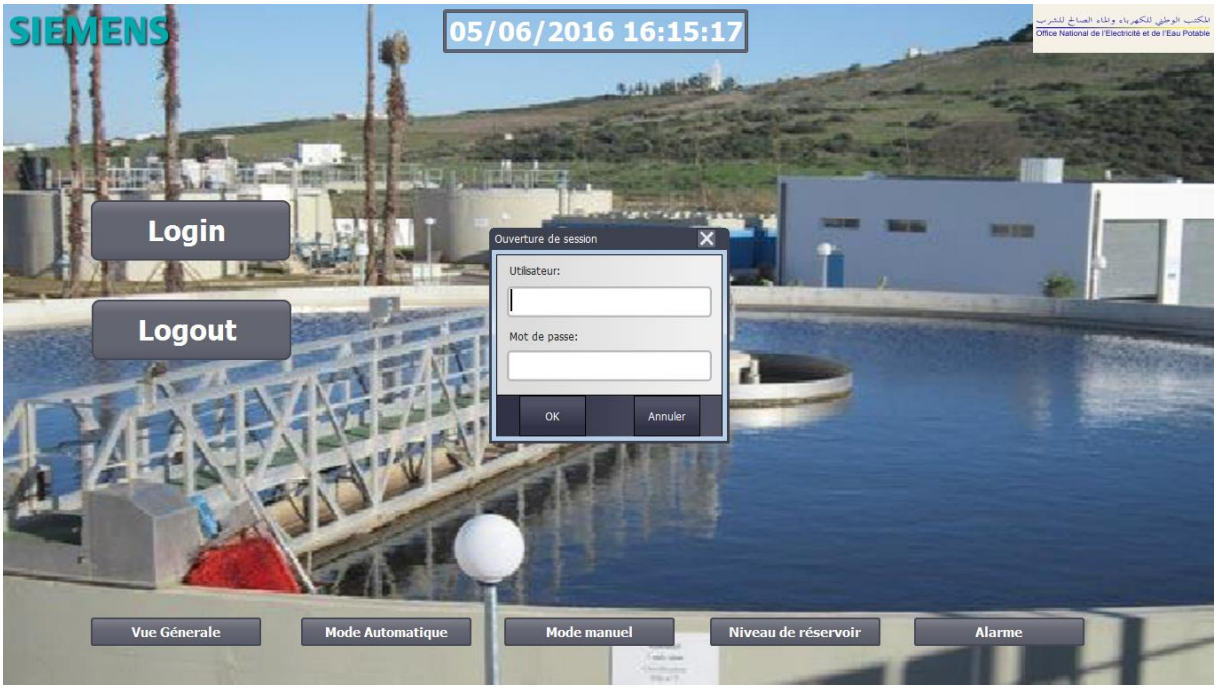


Figure 35 : Vue Accueil avec le LOGIN de l'utilisateur

La vue général c'est la vue qui modélise la station de pompage d'eau avec tous les matériels utilisés (pompe, moteur, Vanne, réservoir…).

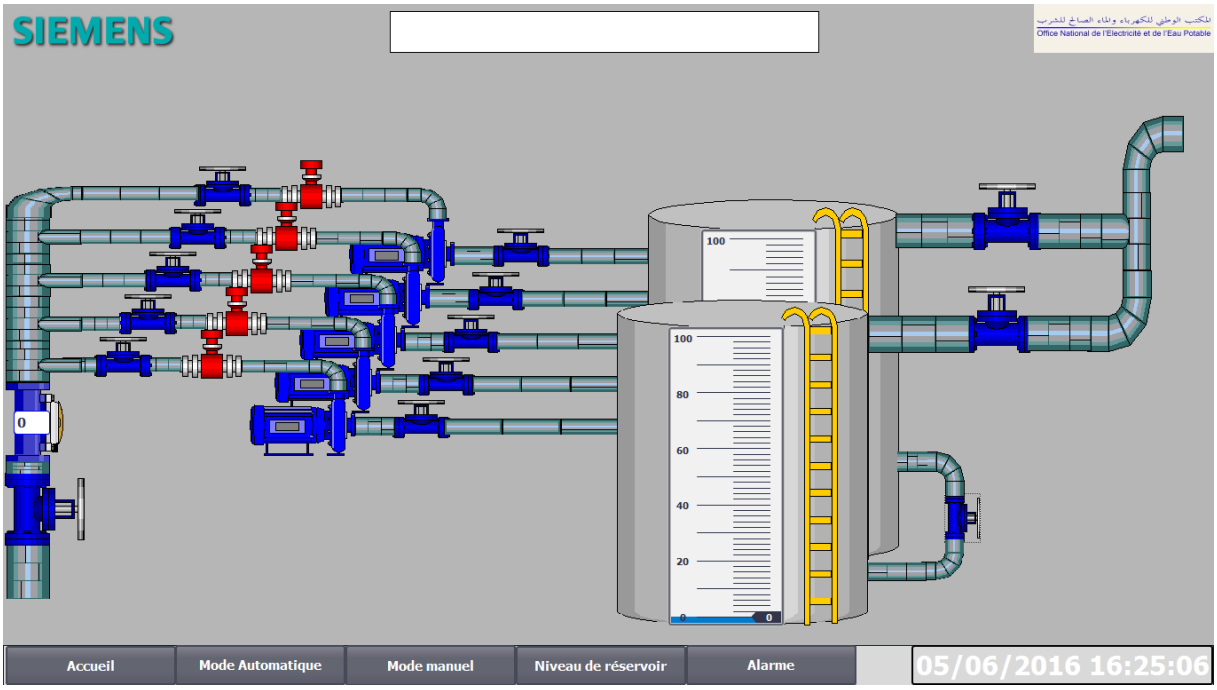


Figure 36 : Vue général

La vue Niveau de réservoir nous donne les informations sur le niveau d'eau dans le réservoir sous la forme d'un graphe qui modélise le niveau d'eau en fonction de temps

Figure 37 : Vue de Niveau de réservoir

3. Faceplates

Les Faceplates sont des blocs d'affichage pour visualiser ou bien commandé l'état d'un matériel choisi dans vue général.

- **Faceplates Moteur**

Si on appuie sur un moteur dans la vue général le bloc d'affichage moteur sera affiché sur l'écran.

La figure ci-dessus présent la commande et la visualisation d'état du moteur

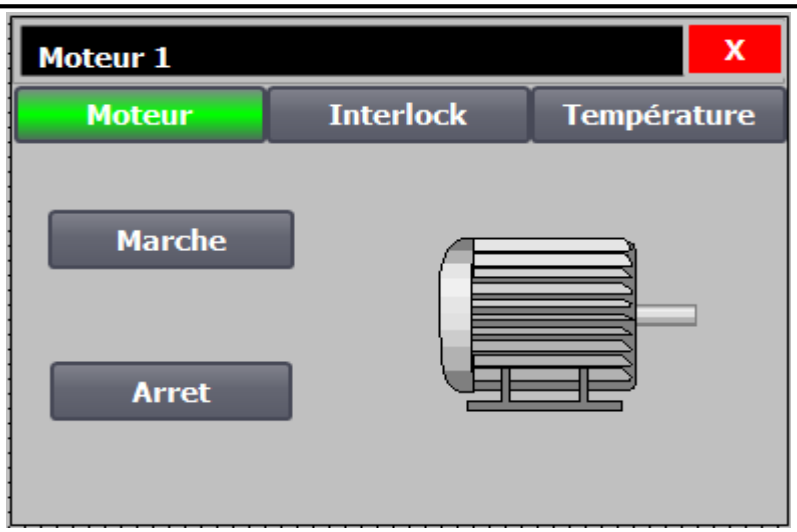


Figure 38 : Faceplates de la Moteur

La figure ci-dessus présente la visualisation des défauts du bloc Interlock avec la possibilité de forçage des défauts.

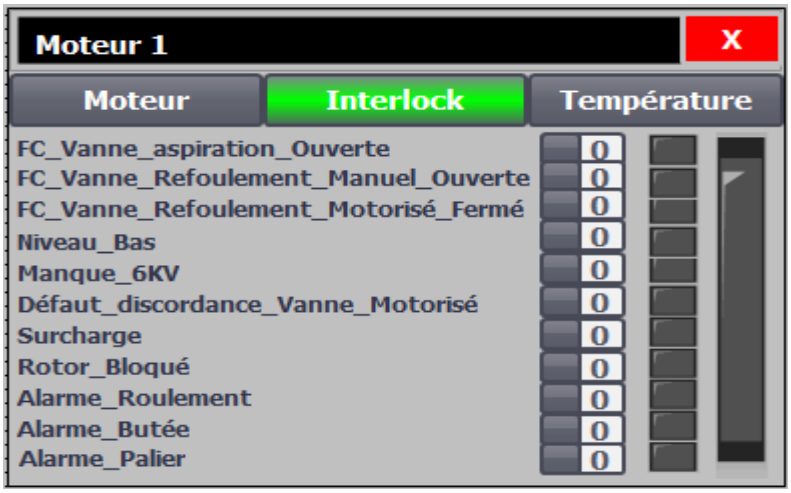


Figure 39 : Faceplates de la Moteur (Interlock)

Et pour la figure 39 montre les différentes températures du moteur avec une consigne pour comparer avec chaque température.

Figure 40 : Faceplates de la Moteur (Température)

- **Faceplates Vanne**

Si on appuie sur une Vanne motorisé dans la vue général le bloc d'affichage Vanne sera affiché sur l'écran.

La figure ci-dessus présent la visualisation d'état de la vanne (ouvert /fermer)

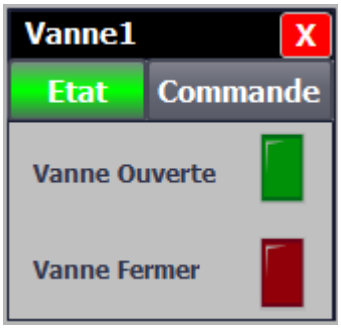


Figure 41 : Faceplates Vanne (Etat)

La figure ci-dessus présente la commande de la vanne motorisée.

Figure 42 : Faceplates Vanne (commande)

V. Conclusion

Le chapitre que nous venons d'achever présente les différentes représentations des blocs fonctionnels ainsi que les étapes de la conception et de la réalisation du programme et de la supervision permettant à l'automate de ce poste de commander les différentes unités de la station.

Le prochain chapitre va détailler la télégestion et sa relation avec la CPU et le PC de supervision.

CHAPITRE 5:

TELEGESTION

I. Introduction

Conçu pour répondre aux besoins de contrôle et de gestion à distance d'installations techniques, la télégestion regroupe de multiples fonctions : téléalarme, télémesure, télécomptage, télécommande, archivages, bilans, automatismes, communication en réseau...

II. Utilité de la télégestion

L'urbanisation, la mondialisation, la croissance démographique et le changement climatique exiger de nouvelles solutions de l'industrie qui vont bien au-delà classique le contrôle à distance et la maintenance. La gamme de produits étendue de Siemens prend en charge un large éventail de nouvelles applications aux côtés de télé-conduite et téléservice.

Communication à distance industrielle offre la Solution parfaite pour les exigences très différentes en ce qui concerne la disponibilité, la flexibilité et la bande passante. Ceux-ci peuvent être dans l'automatisation industrielle, l'industrie de transformation ou dans les secteurs de l'infrastructure publique, mais aussi dans des domaines tels que la mobilité et de l'énergie électrique - Télécommande industrielle

Communication donne accès à des machines largement distribués, les plantes et des applications de taille différente, à la fois sûre et économique.

Figure 43 : Automate S7 1500 avec un Scalance

III. FONCTIONNEMENT

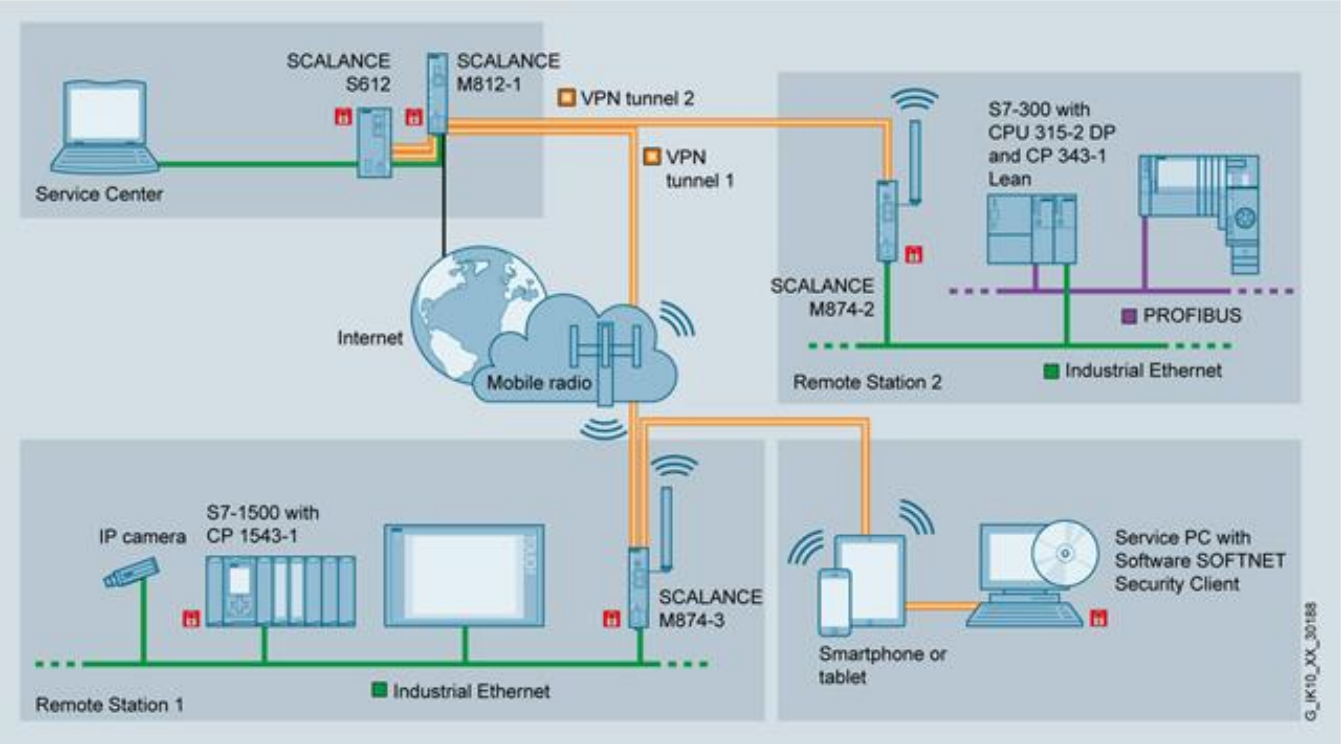


Figure 44 : Fonctionnement de la télégestion

IV. APPLICATION

Le SCALANCE M874 / M876 peut être utilisé dans des applications industrielles et semi- industrielles :

- programmation à distance dans le monde entier et d'entretien, par exemple avec STEP 7 via mobile sans fil
- Accès mondial souple de l'usine à des fins d'entretien et de diagnostic
- Raccordement des stations fixes et mobiles pour le contrôle et la surveillance:
  - les plantes d'eau / traitement des eaux usées
  - Les approvisionnements en pétrole et de gaz
  - réseaux de chauffage urbain
  - Distribution d'énergie
  - Les stations de pompage
  - Les systèmes de transport
- surveillance de l'état dans le monde entier, par exemple pour
  - L'énergie éolienne et photovoltaïque plantes

Conclusion générale

Le travail sur ce projet a été une opportunité pour traiter une problématique d'envergure dans un contexte industriel. L'étude a été, ainsi, menée suivant une démarche projet professionnelle qui garantit l'atteinte des objectifs en termes de qualité, coût, délais et maîtrise de la complexité.

La réalisation de ce projet a constitué, pour moi, une excellente opportunité pour étudier une problématique industrielle. Cette problématique consistait à trouver des solutions laborieuses capables d'apporter une réponse satisfaisante aux exigences du client, et ce, en mettant à contribution les acquis aussi bien de la formation dont nous avons bénéficié, que ceux accumulés lors de notre stage au sein de Siemens Maroc.

Ce travail a été très bénéfique pour ma formation. En effet, il m'a permis de manipuler des équipements performants et des nouvelles technologies, de mettre en application mes connaissances et les concepts technologiques en matière d'automatisation. Par ailleurs, il a constitué pour moi l'opportunité de faire partie d'une équipe de travail dynamique et expérimentée ainsi qu'une occasion de me familiariser avec l'environnement et les conditions de travail.

En guise de conclusion, je peux confirmer que ce travail m'a offert une réelle opportunité de me familiariser avec l'environnement de travail, et de relever les contraintes et les exigences du milieu industriel. Il a constitué, aussi, une expérience professionnelle très riche et fructueuse aussi bien sur le plan technique que sur le plan relationnel.

Le travail que j'ai réalisé pourrait être complété et poursuivi sous différents aspects, notamment :

- *Trouver des solutions optimales.*
- *Créer une application pour dupliquer et modifier automatiquement les équipements sur WinCC.*
- *Mise en place d'un plan de maintenance préventive.*
- *Amélioration des mécanismes de sécurité mis en place.*

Bibliographie

- *S7 Communication with PUT/GET S7 1500*
- *Flyer Siemens Maroc – Responsabilité – Excellence – Innovation (Edition 2014).*
- *Contrôleurs SIMATIC La solution innovante pour toutes les tâches d'automatisation (Edition 2013).*
- *Station de périphérie décentralisée ET 200M*
- *SIMATIC WinCC: Supervision de process avec Plant Intelligence*

Webographie

http://www.siemens.ma/fr/siemens-au-maroc/histoire.htm *(14 avril 2016)*

http://www.siemens.ma/fr/siemens-au-maroc/profile.htm *(14 avril 2016)*

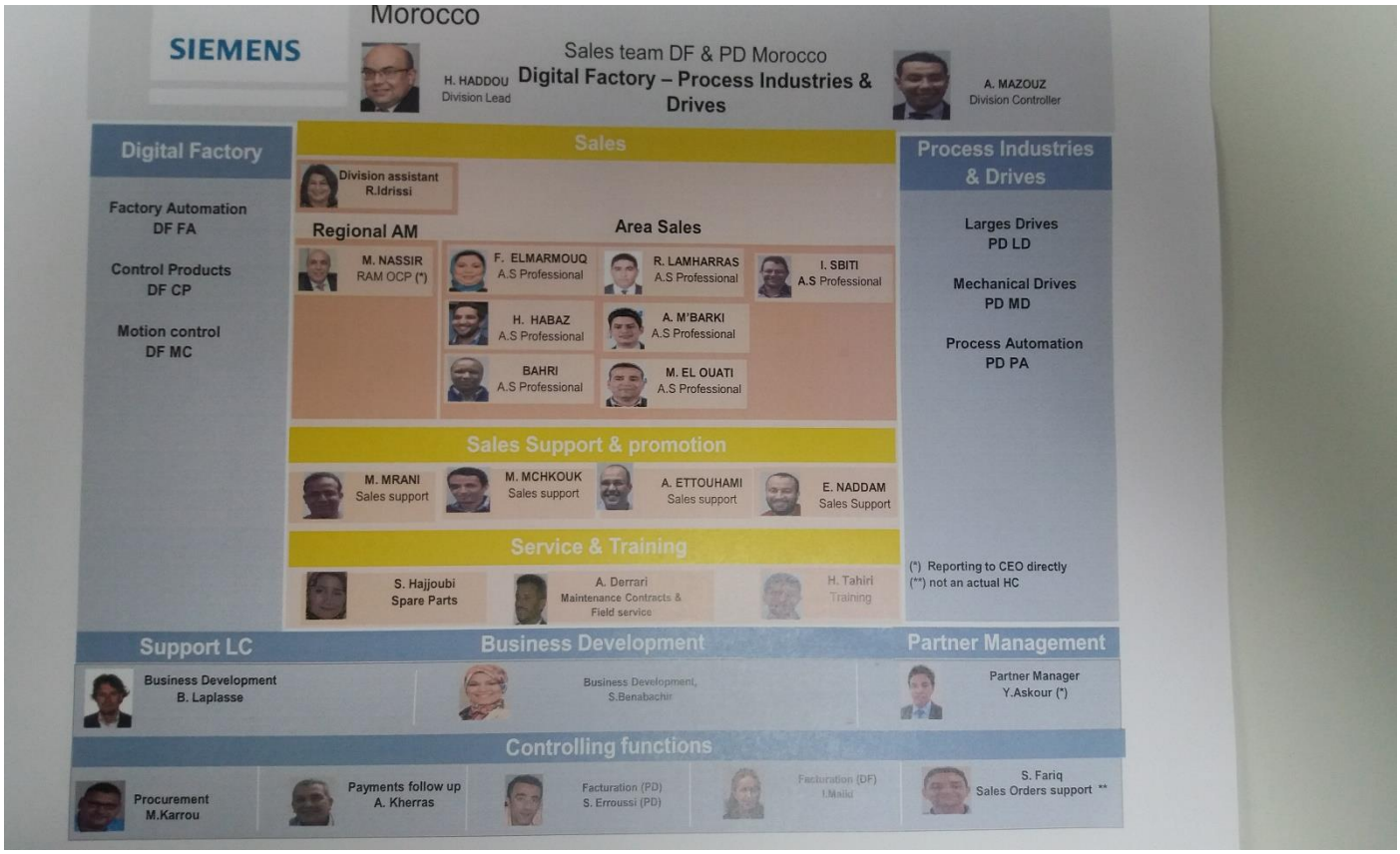
http://fr.wikipedia.org/wiki/Siemens *(6 avril 2016)*

http://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products/10007361?tree=CatalogTree *(3 mai 2016)*

http://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products/10045207?tree=CatalogTree *(3 avril 2016)*

Annexes

Annexe1 : Organigramme de la division I&D



Annexe 2 : Liste des entrées sorties

Les entrées TOR

Les entrées TOR	Les adresses
Présence Tension P1	I0.0
Local distant P1	I0.1
état March/arrêt P1	I0.2
surcharge P1	I0.3
rotor bloqué P1	I0.4
défaut électrique P1	I0.5
Présence Tension P2	I0.6
Local distant P2	I0.7
état March/arrêt P2	I1.0
surcharge P2	I1.1
rotor bloqué P2	I1.2
défaut électrique P2	I1.3
Présence Tension P3	I1.4
Local distant P3	I1.5
état March/arrêt P3	I1.6
surcharge P3	I1.7
rotor bloqué P3	I2.0
défaut électrique P3	I2.1
Présence Tension P4	I2.2
Local distant P4	I2.3
état March/arrêt P4	I2.4
surcharge P4	I2.5
rotor bloqué P4	I2.6
défaut électrique P4	I2.7
Présence Tension P5	I3.0
Local distant P5	I3.1
état March/arrêt P5	I3.2
surcharge P5	I3.3
rotor bloqué P5	I3.4
défaut électrique P5	I3.5
Poires de niveau très haut 1	I3.6
Poires de niveau très haut 2	I3.7
Poires de niveau très bas 1	I4.0
Poires de niveau très bas 2	I4.1
Pressostat seul haut	I4.2
Pressostat seul bas	I4.3
intrusion acquisition	I4.4
vanne manuelle ouvert à 100% V1	I4.5
vanne manuelle ouvert à 100% V2	I4.6

vanne manuelle ouvert à 100% V3	I4.7
vanne manuelle ouvert à 100% V4	I5.0
vanne manuelle ouvert à 100% V5	I5.1
vanne manuelle ouvert à 100% V6	I5.2
vanne manuelle ouvert à 100% V7	I5.3
vanne manuelle ouvert à 100% V8	I5.4
vanne manuelle ouvert à 100% V9	I5.5
vanne manuelle ouvert à 100% V10	I5.6
position de commutateur V1	I5.7
état ouv V1	I6.0
état ferm V1	I6.1
état de disponibilité V1	I6.2
défaut électrique V1	I6.3
position de commutateur V2	I6.4
état ouv V2	I6.5
état ferm V2	I6.6
état de disponibilité V2	I6.7
défaut électrique V2	I7.0
position de commutateur V3	I7.1
état ouv V3	I7.2
état ferm V3	I7.3
état de disponibilité V3	I7.4
défaut électrique V3	I7.5
position de commutateur V4	I7.6
état ouv V4	I7.7
état ferm V4	I8.0
état de disponibilité V4	I8.1
défaut électrique V4	I8.2
position de commutateur V5	I8.3
état ouv V5	I8.4
état ferm V5	I8.5
état de disponibilité V5	I8.6
défaut électriques V5	I8.7
position de commutateur V6	I9.0
état ouv V6	I9.1
état ferm V6	I9.2
état de disponibilité V6	I9.3
défaut électriques V6	I9.4
position de commutateur V7	I9.5
état ouv V7	I9.6
état ferm V7	I9.7
état de disponibilité V7	I10.0
défaut électriques V7	I10.1
position de commutateur V8	I10.2
état ouv V8	I10.3
état ferm V8	I10.4

état de disponibilité V8	I10.5
défaut électriques V8	I10.6
position de commutateur V9	I10.7
état ouv V9	I11.0
état ferm V9	I11.1
état de disponibilité V9	I11.2
défaut électriques V9	I11.3
position de commutateur V10	I11.4
état ouv V10	I11.5
état ferm V10	I11.6
état de disponibilité V10	I11.7
défaut électriques V10	I12.0
défauts ONDULEUR	I12.1
défauts CHARGEUR BATTERIE	I12.2

Les sorties TOR

Les sorties TOR	Les adresses
commande de la pompe P1	Q0.0
commande de la pompe P2	Q0.1
commande de la pompe P3	Q0.2
commande de la pompe P4	Q0.3
commande de la pompe P5	Q0.4
commande_intrusion	Q0.5
commande_ouverture_v1	Q0.6
commande_ouverture_v2	Q0.7
commande_ouverture_v3	Q1.0
commande_ouverture_v4	Q1.1
commande_ouverture_v5	Q1.2
commande_ouverture_v6	Q1.3
commande_ouverture_v7	Q1.4
commande_ouverture_v8	Q1.5
commande_ouverture_v9	Q1.6
commande_ouverture_v10	Q1.7
commande_fermeture_v1	Q2.0
commande_fermeture_v2	Q2.1
commande_fermeture_v3	Q2.2
commande_fermeture_v4	Q2.3
commande_fermeture_v5	Q2.4
commande_fermeture_v6	Q2.5
commande_fermeture_v7	Q2.6
commande_fermeture_v8	Q2.7
commande_fermeture_v9	Q3.0
commande_fermeture_v10	Q3.1
ALARME CLAXON	Q3.2

Les entres Analogiques

Les entres Analogiques	Les adresses
tpr_roulement_p1	IW22
tpr_roulement_p2	IW24
tpr_roulement_p3	IW26
tpr_roulement_p4	IW28
tpr_roulement_p5	IW30
tpr_palier_p1	IW32
tpr_palier_p2	IW34
tpr_palier_p3	IW36
tpr_palier_p4	IW38
tpr_palier_p5	IW40
tpr_butée_p1	IW42
tpr_butée_p2	IW44
tpr_butée_p3	IW46
tpr_butée_p4	IW48
tpr_butée_p5	IW50
débimetre	IW52
mesure_de_niveau	IW54
etat_pression_L1	IW56
etat_pression_L2	IW58
etat_pression_L3	IW60
etat_pression_L4	IW62
etat_pression_L5	IW64