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

Mémoire de Projet de fin d'étude
Préparé par

BOUCHRI Yousra

Pour l'obtention du diplôme
Master Sciences et Techniques
Electronique, Signaux et Systèmes Automatisés
(E.S.S.A)
Intitulé

Etude d'un système de supervision du tableau moyenne Tension (MT) de JFC V

Encadré par :

Mr.	**ELBIYANI Jawad**	(OCP-ELJADIDA)
Pr.	**LAMCHARFI Tajedine**	(FST-FES)

Soutenu le 13 Juin 2018, devant le jury composé de :

Pr.	**ECHATOUI Nor-Said**	(FST-FES) Examinateur
Pr.	**BOUAYAD Mfaddal**	(FST-FES) Examinateur
Pr.	**ABARKAN El houssein**	(FST-FES) Examinateur
Pr.	**LAMCHARFI Tajedine**	(FST-FES) Encadrant

ANNEE UNIVERSITAIRE 2017-2018

بسم الله الرحمن الرحيم

« رَبِّ اشْرَحْ لِي صَدْرِي وَيَسِّرْ لِي أَمْرِي
وَاحْلُلْ عُقْدَةً مِنْ لِسَانِي يَفْقَهُوا قَوْلِي »

سورة طه

صدق الله العظيم

رَبَّنَا عَلِّمْنَا مَا يَنْفَعُنَا وَنَفِّعْنَا بِمَا عَلَّمْتَنَا، إِنَّكَ
أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

دعاء نبوي

Dédicace

A celle qui a su voir en moi celle qui exaucera ses rêves, qui a attendu patiemment les fruits de sa bonne éducation, et qui a tant prié avec tout son amour pour que je sois la meilleure, à la magnifique personne de ce monde, à toi mon diamant, à toi ma Mère.

A celui qui s'est sacrifié pour que je parvienne à réaliser mes rêves, et qui m'a indiqué la bonne voie. A toi mon Père.

A mon cher frère Hamza, que je voulais toujours lui donner le bon exemple.

A vous mes chers professeurs, pour les précieux cours dispensés et ce, dans le but d'honorer notre chère Faculté...

A mes chers amis. A toute ma famille.

A tous ceux qui m'ont aidé durant mes études.

Je leur dédie ce travail ...

BOUCHRI Yousra

Remerciement

C’est avec joie que je formule mes remerciements qui témoignent par écrit ma reconnaissance à tous ceux qui m’ont manifesté leur soutien et leur confiance tout au long de la période de mon stage de projet de fin d’étude.

Plus particulièrement, je remercie sincèrement Mr. BOUMIZ Abdessamad, chef de service de l’atelier électrique, de m’avoir accueilli et donné l’opportunité d’évoluer au sein de cette filiale du groupe OCP et qui par ses interventions et ses orientations, inspire l’ensemble du personnel la passion de dévouement au travail, instaure une ambiance saine découlant une atmosphère de travail dans des conditions adéquates.

C’est avec un grand respect que j’adresse mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance à Mr. ELBIYANI Jawad. Il a su me transmettre ses compétences, son enthousiasme, son dynamisme tout au long de la période de stage.

J’adresse aussi l’expression de mes sincères reconnaissances à Pr LAMCHARFI Tajedine mon encadrant à la faculté et à tout le corps professoral de la FST de Fès pour leur collaboration et leur encadrement qui m’ont permis de mettre à jour ce travail ainsi que pour leur enthousiasme et l’attention qu’ils ont manifestés à mon égard et pour leur participation active à la réussite de ce stage.

Il va de soi que je remercie également le personnel de l’atelier électrique, et plus particulièrement M. ALIOUAT Bouchaib, M. JEBBARI Elbachir.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes qui n’ont pas hésité à me fournir les explications ainsi que les éclaircissements nécessaires à la contribution et à l’accomplissement de ce travail.

Résumé

Le profit est certes le fruit de l'effort mais le profit accéléré est la résultante de l'exploitation des opportunités non remarquées.

Sur le plan industriel, la concurrence est dans son élan et tous les moyens sont déployés pour garantir la survie dans le marché. Les besoins se diversifient autant que les clients ce qui poussent les entreprises à faire appel à de nouvelles solutions pour augmenter voire améliorer leurs productivité.

La demande aux nouvelles technologies, et plus précisément les systèmes de contrôle commande est tiré en hausse par les industries tous types confondus.

C'est dans cette optique que l'usine Jorf Fertilizer Company a opté pour une rénovation de l'automatisation et la supervision de l'installation moyenne tension. La démarche retenue doit impérativement respecter les règles d'intégration, les normes sécuritaires et le maintien opérationnel de la production.

Abstract

It is taking for granted that the profit is the reward of the effort. Still the rapid profit is the result of the exploitation of the unremarked opportunities.

In the industrial context, concurrency is mainly tough that all the means are experienced in order to guaranty the survival in the market. The needs diversify as the clients. That pushed enterprises to look for new solutions that could increase and improve their productivity.

The new technologies made-request, especially in concern of the numerical control-monitoring systems for different industrial installations, is in great surge.

In this perspective, the Jorf Fertilizer Company has chosen to renovate it automation system and to realize a supervision system for it medium voltage installation. The validated procedure has to response to the rules of integration, then to respect the security standards and to maintain the productivity operational.

ملخص

لمواكبة تطورات ومستجدات التسيير و التنافس بين الشركات، تسعى كل واحدة على حدة لنهج سبل و وسائل جديدة لزيادة إنتاجها وبالتالي مردوديتها. على المستوى الصناعي تسعى الشركات لدمج التقنيات الرقمية والنظم الاوتوماتيكية، وذلك من أجل إرضاء زبائنها والاستجابة لمتطلبات السوق العالمية

في إطار سياسة مجموعة المكتب الشريف للفوسفاط الهادفة إلى تحسين مستوى إنتاجية بانج مغرب فوسفور بالجرف الاصفر تعمل موديرية القطب الكيماوي بالجديدة على تزويد الوحدات بآخر مستجدات عالم التكنولوجيا الرقمية، خاصة فيما يتعلق بأنظمة حماية معدات التوتر العالي و المتوسط وما يتعلق بالنظم الاوتوماتيكية الخاصة بالمراقبة والتحكم

في هذا السياق يندرج مشروعنا الذي يتمحور في دراسة الشبكة الكهربائية وذلك بجمع المعلومات المهمة ومعاينة وضعها الحالي، ودراسة اجهزة الحماية الرقمية وذلك بتحديد أهم وظائفها ومميزاتها، وانجاز نظام اوتوماتيكي للتحكم عن بعد ومراقبة الشبكة الكهربائية ذات الجهد المتوسط، وذلك بهدف جمع المعلومات خاصة تلك التي تتعلق بانتاج و استهلاك الطاقة الكهربائية.

Liste des abréviations

SYMBOLE	***DESIGNATION***
OCP	Office Chérifien des Phosphates
ONE	Office Nationale d'Electricité
BMP	Bunge Maroc Phosphore
KV	Kilo Volte
MW	Méga Watt
GTA	Groupe Turbo Alternateur
MP	Maroc Phosphore
HT	Haute Tension
MT	Moyen Tension
TC	Transformateur de Courant
TT	Transformateur de Tension
DJDB	Double Jeu De Barre
CEI	Commission Électrotechnique Internationale
Mb/s	Méga bite par seconde
IP	Internet Protocol
TED	Traitement d'Eau Douce
SAP	Sulfurique Acide Plant
PAP	Phosphorique Acide Plant
PP	Power Plant
ODBC	Open Database Connectivity
IED	Intelligent Electronic Device
ICD	IED Capability Description
ASDU	Unité de Données de Service d'Application
OSI	Open Systems Interconnection

Liste des figures

Figure 1:organigramme de JFC V 5
Figure 2:Structure de JFC V 6
Figure 3:Architecture globale de JFC V 6
Figure 4:Structure du réseau électrique à JFC V 11
Figure 5: Schéma de découpage électrique MT de JFC V 14
Figure 6: Architecture matérielle du relais Siprotec 18
Figure 7: Dialogue à distance à travers modem/commutateur de canal/coupleur étoile 24
Figure 8: Architecture des équipements électriques du poste HTA 27
Figure 9: MODELISATION BASIQUE D'UNE APPLICATION D'AUTOMATISATION 28
Figure 10: Interface de SICAM PAS UI-Configuration 30
Figure 11: SICAM PAS UI- Configuration 30
Figure 12: SICAM PAS UI- Mapping 31
Figure 13: SICAM PAS UI-Configuration Topology 32
Figure 14: SICAM PAS UI -Configuration Templates 32
Figure 15: SICAM PAS UI- Opération 33
Figure 16: SICAM PAS UI- Value Viewer 34
Figure 17: Interface du logiciel WINCC 38
Figure 18: Interface d'Alarm Logging 39
Figure 19: Interface de l'éditeur Tag logging 39
Figure 20: Interface de configuration 41
Figure 21: Paramètres du full server 41
Figure 22:Arbre de configuration avec insertion des appareils 42
Figure 23:Interface d'insertion des paramètres du poste controle-commande 43
Figure 24: Interface d'insertion des directives de la fonction commande 44
Figure 25: Procédure d'exportation des données de configuration 46
Figure 26: communication entre le SICAM PAS CC et SICAM PAS 47
Figure 27:vue de démarrage de l'application (schéma unifilaire) 48
Figure 28: VUE GENERALE DU SYSTEME DE SUPERVISION DU POSTE MT 49
Figure 29: LA VUE DE CENTRALE ELECTRIQUE DE JFC 49
Figure 30: SYNOPTIQUE DE L'ATELIER DE LA PRODUCTION DE L'ACIDE SULFURIQUE. 50
Figure 31: SYNOPTIQUE DE L'ATELIER TED 50
Figure 32: Synoptique d'un départ moteur en TED 51
Figure 33: RELEVE DE CONSOMMATION DE L'ENERGIE. 52
Figure 34: Interface de gestion des droits d'accès 53

Liste des tableaux

Tableau 1:CARACTERISTIQUES DU GROUPE TURBO ALTERNATEUR DE L'USINE JFC V 11

Tableau 2: Caractéristiques du transformateur 60/10 kV de l'usine JFC V 11

Tableau 3: tableau d'équipement de l'atelier sulfurique 12

Tableau 4: tableau d'équipement de la centrale thermique.....13

Tableau 5:tableau d'équipement de l'atelier traitement d'eau douce.....13

Tableau 6: tableau des équipements de l'atelier acide phosphorique 13

Tableau 7: tableau des équipements de l'atelier des engrais.....13

Cahiers de charges

Un défaut au niveau du secondaire du transformateur de mesure JDB2 a provoqué le dégagement d'une quantité importante de fumée rendant l'air, à l'intérieur de la cellule, ionisé et par la suite conducteur, ce qui a court-circuité les trois phases et engendrer une explosion au niveau du poste MT de la centrale thermique provoquant la mise hors tension des ateliers de JFC V (blackout).

Cet accident a mis en danger tout le personnel de l'usine, mettant ainsi en question la sécurité fonctionnelle et les démarches de prévention dont elle est en charge. Aussi, la fonction surveillance a subi une interruption pour une longue période. Etant inaccessible, le poste MT n'accueillait plus les électriciens. Par conséquent, le prélèvement journalier du comptage d'énergie ne pouvait plus se faire. Ceci empêchait le contrôle du flux énergétique de l'usine.

Le processus de production a été gravement affecté suite à cet évènement. En effet, l'arrêt de l'artère principal de de l'approvisionnement énergétique a certainement été couteux.

Pour remédier à ce problème, et afin de contrôler et commander les disjoncteurs à distance, il a été décidé qu'un système de supervision de poste MT doit être installé.

Ce système doit permettre les fonctionnalités suivantes :

- Supervision en temps réel du poste électrique avec animation de l'unifilaire et indication de la position des organes.
- Zoom logique sur chaque tranche électrique.
- Commande sécurisée des organes de coupure.
- Mesures et affichage en temps réel des grandeurs électriques et énergétiques du poste.
- Gestion des alarmes du poste
- Gestion des séquences d'évènements datées.
- Edition automatique des rapports.
- Archivage de données.
- Accès opérateur

SOMMAIRE

Dédicace
Remerciement
Résumé
Abstract
ملخص
Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Cahiers de charge
Sommaire
Introduction générale

Chapitre I : Présentation de l'entreprise d'accueil et du contexte général du projet

I-1 Présentation de l'organisme d'accueil 4
I-1-1 Introduction 4
I-1-2 Présentation générale 4
I-1-3 Présentation de JFC V 4
Organigramme de JFC V 5
I-1-4 Stratégie énergétique de JFC V 7
I-2 Présentation du projet (rappel) 7
I-2-1 Introduction 7
I-2-2 Généralités 7
I-3 Conclusion 8

Chapitre II: Descriptif technique et étude critique du poste MT de JFC V

II-1 Introduction 10
II-2 Descriptif technique 10
II-2-1 Répartition de l'alimentation au niveau du poste HTA (MT) 10
II-2-2 Installation électrique MT de JFC V 12

Chapitre III: Etude des relais de protection numériques numériques (SIPROTEC)

III-1 Les appareils de protection 17
III-1-1 Introduction 17
III-1-2 Relais SIPROTEC installés 17
III- 2 La protection des équipements électriques 19
III- 3 Relais SIPROTEC 7SJ63/64 19
III- 4 Relais SIPROTEC 7SD52 21
III- 4-1Fonctions de SIPROTEC 7SD52 21

III- 4-2 Caractéristiques de SIPROTEC 7SD52 21
III- 5 Logiciel de configuration DIGSI 22
III- 5-1 Organisation de la base de données 22
III- 5-2 Modes de dialogue 23
III- 5-3 Opérations effectuées grâce au logiciel DIGSI 24
III-6 Etude critique de l'architecture de contrôle-commande du site 26
III-6-1 Introduction 26
III-6-2 Architecture matérielle du SCC du site 26
III-6-3 Architecture logicielle du système controle-commande du site 28
III-7 Conclusion 35
Chapitre VI: Mise en œuvre du système de supervision du poste MT de JFC V
VI-1 Introduction 37
VI-2 Configuration du site (base de données) 37
VI-2-1 Modification des paramètres de transmission pour les liaisons 37
VI-2-2 Filtrage des informations 44
VI-2-3 Création de la topologie du site 45
VI-2-4 Définition des procédures de normalisation 45
IV-3 Supervision du poste MT 46
VI-3-1 Introduction 46
VI-3-2 Mise en oeuvre d'un projet SICAM PAS CC 47
VI-3-3 Configuration de la communication 47
VI-3-4 Résultats de la mise en oeuvre 48
Conclusion générale 54
Annexes 55
Bibliographies… 58

Introduction générale

Dans le cadre de la concurrence mondiale, et la grande compétitivité dans le monde industriel, les entreprises sont appelées à améliorer la qualité de leurs produits et services, elles doivent adopter une politique qui tient compte de l'évolution économique et technologique actuelle, afin de faire face efficacement aux impératifs du marché et des réglementations, aux besoins des clients mais aussi aux nécessités du développement durable.

Face à ces contraintes et afin de consolider son rang de leader, le groupe OCP considère l'adoption des nouvelles technologies numériques en matière de protection des équipements électriques, d'automatisation, d'instrumentation et de supervision, comme étant un choix prioritaire dans sa stratégie concurrentielle.

Ce choix, répondant aux exigences de la production, présente de nombreux avantages, dont on peut citer : la réduction du temps de coupure d'électricité, l'augmentation de la production, la détection et le diagnostic automatique des défauts, la limitation des interventions de la maintenance et donc de son coût, et finalement, la communication et la collecte en temps réel des données de production.

C'est dans cette perspective, que le groupe OCP a proposé comme projet de fin d'étude au sein du JORF FERTLIZERS COMPAGNY de Jorf Lasfar d'El-Jadida, de contribuer à la supervision de son poste de distribution Moyenne Tension.

Chapitre I

Présentation de L'entreprise d'accueil et le contexte général du projet

Ce chapitre met en avance l'objectif principal de ce projet, ainsi qu'une vue globale du lieu de sa réalisation.

I-1 Présentation de l'organisme d'accueil

I-1-1 Introduction

Ce chapitre a pour objet une présentation concise de l'organisme d'accueil, lieu de l'accomplissement du projet de fin d'étude intitulé : étude et supervision du poste de distribution MT de JFC V.

Ceci comprend la conjonction entre les reports d'informations répandues du groupe OCP et les relevés quotidiens résultants de l'exploration de l'unité JFC V.

I-1-2 Présentation générale

Les phosphates marocains sont exploités dans le cadre d'un monopole d'État confié à un établissement public créé en août 1920, l'Office Chérifien des Phosphates, devenu Groupe OCP en 1975. Mais c'est le 1er mars 1921 que l'activité d'extraction et de traitement démarre à Boujniba, dans la région de Khouribga. En 1965, avec la mise en service de Maroc Chimie à Safi, le Groupe devient également exportateur de produits dérivés. En 1998, il franchit une nouvelle étape en lançant la fabrication et l'exportation d'acide phosphorique purifié. Parallèlement, de nombreux partenariats sont développés avec des opérateurs industriels du secteur, au Maroc et à l'étranger.

Le Maroc est le 1er pays exportateur et le 3ème producteur mondial des phosphates et de leurs dérivés avec une capacité de 30 millions de tonnes par an.

Des partenariats internationaux ont par ailleurs permis à l'OCP d'étendre ses activités au-delà des frontières nationales ainsi que de renforcer son potentiel de valorisation par la production d'acide phosphorique purifié.

Mon stage a été effectué au sein de « Jorf Fertilizers Company V » (JFC V).

I-1-3 Présentation de JFCV

Le projet JFC V est un ensemble chimique de production qui se compose d'une unité de production d'acide sulfurique H2SO4 d'une capacité de 3410 tonnes monohydrates par jour, une unité de production d'acide phosphorique P2O5 d'une capacité de 1200 tonnes par jour.

Organigramme de JFC V :

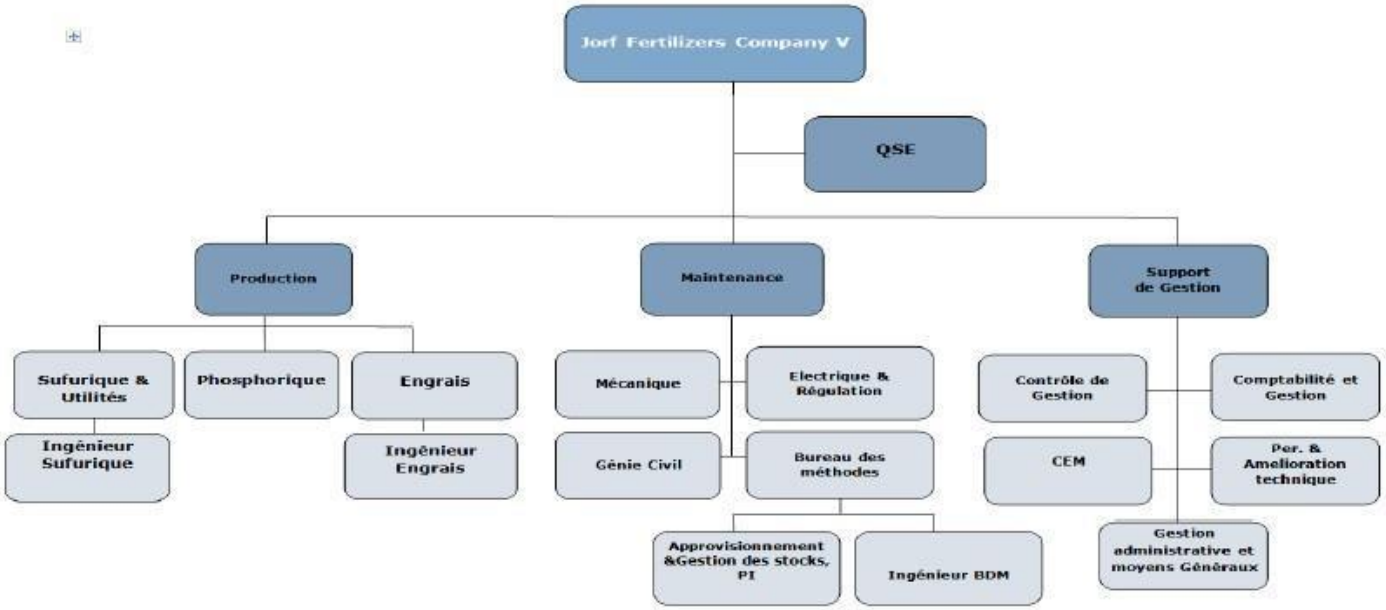

Figure 1:organigramme de JFC V

Le complexe « JFC V » se constitue principalement de :

Atelier des traitements des eaux douces

- La distribution d'eau à l'usine de phosphore.
- Le remplissage du stockage d'eau brute (réservoir d'eau pour incendie).
- Le maintien d'une certaine pression dans le réseau d'eau pour incendie.

Atelier acide sulfurique

- L'atelier de l'acide sulfurique doit produire 3410 tonnes métriques de H2SO4 quotidiennement sous forme de 98.5% H2SO4.
- détails du processus de production SAP (voir annexe)

Atelier acide phosphorique

- L'atelier de l'acide sulfurique doit produire 3410 tonnes métriques de H2SO4 quotidiennement sous forme de 98.5% H2SO4.
- détails du processus de production SAP (voir annexe)

Centrale thermoélectrique

Réseau vapeur récupéré du SAP servant à l'alimentation de la GTA.

- Groupe Turbo Alternateur GTA pour la conversion de l'énergie thermique en énergie électrique dont la double exploitation local et nationale via ONE
- Système de condensation et de mise sous vide.
- Système d'eau alimentaire.
- Circuit NORIA pour la réfrigération des auxiliaires centrales ;

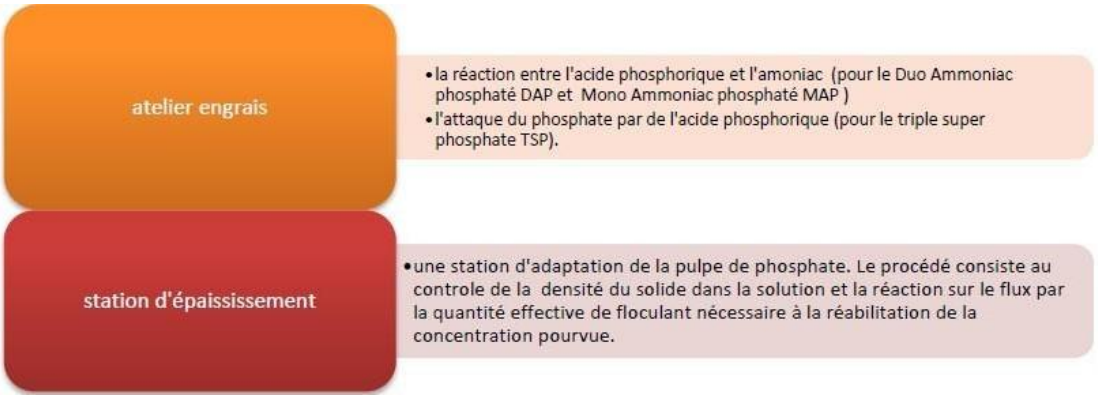

Figure 2:Structure de JFC V

La figure suivante représente l'architecture globale de JFC V.

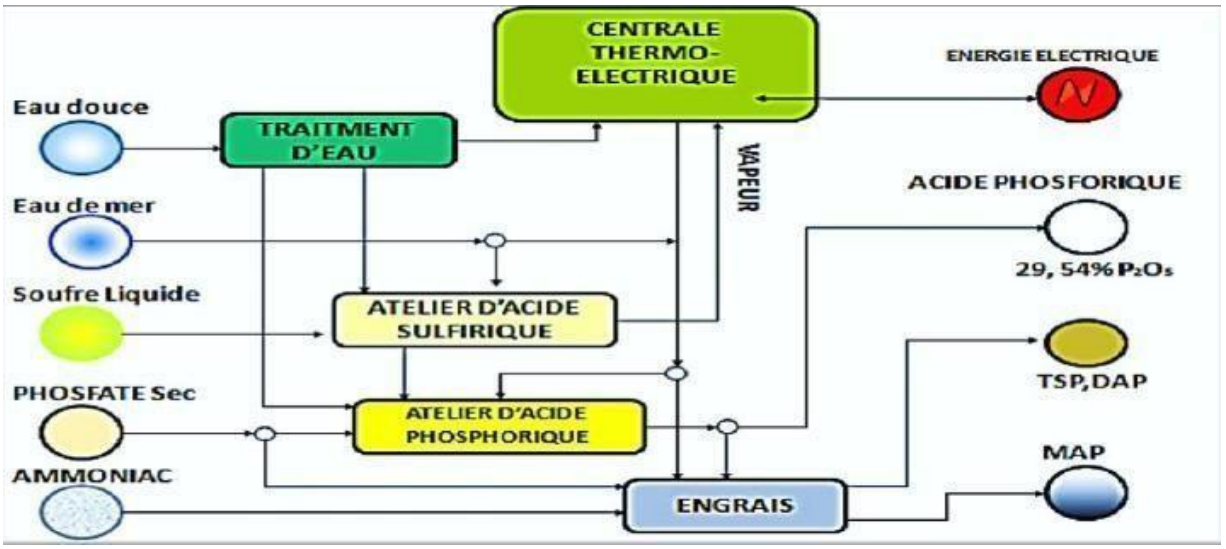

Figure 3:Architecture globale de JFC V

I-1-4 Stratégie énergétique de JFCV

La nouvelle politique énergétique du Maroc propulsant le concept de la qualité et de l'efficacité dans et la production et la consommation énergétique raisonne dans les esprits des preneurs d'ordre des grandes industries.

Les installations bouffeuses de puissance doivent se justifier auprès des décideurs en terme de cout de revient et de frais de fonctionnement.

Une stratégie managériale adaptable aux besoins énergétiques de la nouvelle industrie est à l'appel. Elle doit à la fois tenir compte des quatre composantes suivantes : Le comptage de l'énergie, la surveillance, le contrôle commande et la qualité de l'énergie.

I-2 Présentation du projet(rappel)

I-2-1 Introduction

L'automatisation des fonctions d'une infrastructure industrielle, à savoir la surveillance, la régulation, la protection, est l'unique solution qui concilie à la fois productivité, sécurité, efficacité et conformité. Quand on parle fiabilité, aucun compromis n'est tolérable.

Les dispositifs de contrôle-commande opérationnels contribuent à la performance des processus de production. En maitrisant l'œuvre globale des projets, on assure le maintien des systèmes en condition opérationnelle.

Le contrôle commande sécuritaire à comme but maitriser les risques au-dessous d'un niveau d'exigence, et ce en veillant à la/au :

- Sécurité des biens et des personnes
- Protection de l'environnement
- Contrôle d'accès aux installations et aux données
- Conformité aux normes et aux réglementations en vigueur

I-2-2 Généralités

Le système de supervision permet le contrôle et la conduite du poste de distribution MT équipé des relais de protection de gamme SIPROTEC4 de fabrication SIEMENS. Il fonctionne sur calculateur type PC et sous environnement Windows XP.

Il trouve ses principales utilisations dans les applications suivantes:

- Mise en place d'un contrôle commande numérique.
- Conduite et supervision du réseau électrique depuis un poste de contrôle.

- Consignation d'état

Le système de supervision enregistre les évènements dans des fichiers ou les envoie sur une imprimante, par mail, vers des tableaux et vers des bases de données.

Le système surveille les conditions de fonctionnement anormales et génère des alarmes. Il comprend 3 sous-ensembles fonctionnels:

- la commande
- la surveillance
- la supervision

Le système de supervision assure les fonctionnalités suivantes:

- Synoptique animé.
- Télécommande des organes de coupure.
- Affichage des grandeurs électriques du réseau.
- Analyse des défauts.
- Archivage des données.
- Comptage d'énergie.

Remarque:

Les fonctions protections sont totalement indépendantes de la supervision. Les relais de protection remplissent leur rôle en permanence indépendamment de l'état de fonctionnement de la supervision.

I-3 Conclusion

L'ébauche de toute œuvre est l'information. Cette brève présentation du contexte général est le passe d'attaque du projet de fin d'étude objet de ce rapport. La description du réseau électrique moyen tension de JFC V fera l'objet du chapitre qui suit.

Chapitre II

Descriptif Technique et Étude Critique du poste Moyen Tension de JFC V.

Ce chapitre rapporte les constats post-étude relatifs à l'état des lieux de la station de distribution de JFC V, ainsi qu'une analyse critique du système et de ses fonctions.

II-1 Introduction

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.
Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques.
D'autre part, le réseau électrique doit assurer la gestion dynamique de l'ensemble production-transport-consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

Les réseaux électriques d'aujourd'hui constituent des infrastructures complexes délocalisées qui font appel à différents niveaux de connaissances et de savoir-faire.

Lors des visites sur le site de JFC V, on a pu découvrir les différents équipements du réseau de distribution électrique, d'en relever les aspects les plus influents afin d'établir une analyse critique de ce système.

II-2 Descriptif technique

II-2-1 Répartition de l'alimentation au niveau du poste HTA (MT)

Le réseau électrique à JFC V est alimenté par un groupe turbo alternateur, un réseau alternateur ainsi qu'un groupe électrogène en parallèle.

Comme le montre le schéma ci-dessous, les deux réseaux électriques (ONE et GTA) alimentent la ligne MT (Tableau 323 EM11). Cette ligne contient les départs vers les différents ateliers de l'usine : SAP (Tableau 323 EM12), PAP, Départs Engrais, TED (Tableau 323 EM13), PP (Tableau 323 EM15).

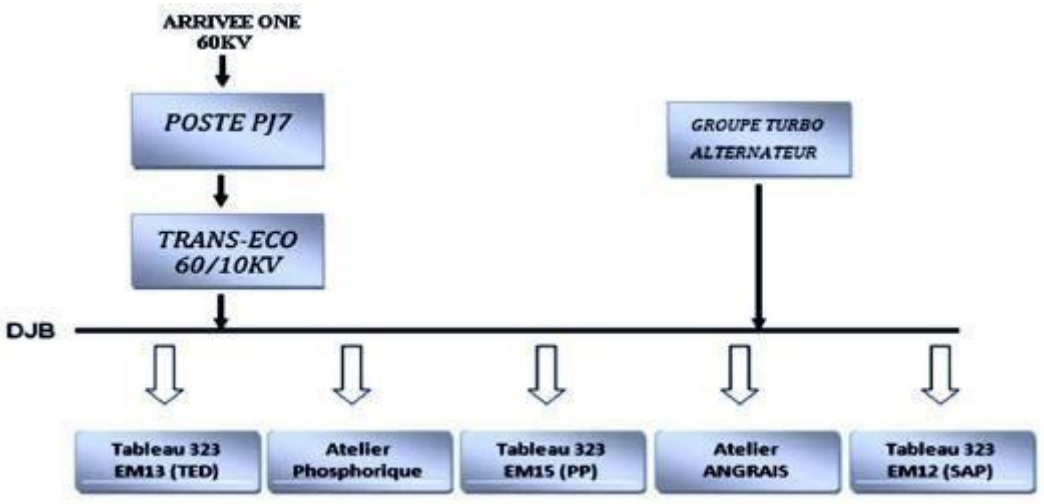

Figure 4:Structure du réseau électrique à JFC V

Groupe turbo alternateur (GTA) :

GTA	Puissance active	Puissance apparente	Tension de sortie	Intensité	Vitesse
	32 MW	41 MVA	10.5 KW	2254 A	1500 tr/min

Tableau 1:CARACTERISTIQUES DU GROUPE TURBO ALTERNATEUR DE L'USINE JFC V

En cas de défaut sur le groupe turbo alternateur, le réseau ONE alimente l'usine via un transformateur réversible 60/10KV pour assurer la continuité du service.

Réseau ONE

Transformateur 60/10 kV	Puissance active	Puissance apparente	Tension de sortie	Intensité
	30kVA	68.1 kV 60 kV 52kV	254 A 289 A 334 A	50Hz

Tableau 2: Caractéristiques du transformateur 60/10 kV de l'usine JFC V

D'autre part, l'usine possède un Groupe Electrogène, de capacité de 1.2 MW, utilisé parallèlement comme secours en cas de coupure des deux réseaux électriques (GTA et ONE). Ce groupe travaille automatiquement lors de la coupure du courant afin d'assurer l'alimentation de circuit de l'éclairage et de la centrale thermoélectrique.

Dans le cas de blackout, le groupe électrogène alimente les équipements principaux et importants et qui sont :

- Les éclairages sulfurique, phosphorique, TED et centrale ;
- Les auxiliaires de GTA ;
- Le vireur.

II-2-2 Installation électrique MT de JFC V

II-2-2-1 Introduction

Dans cette partie nous allons introduire les constituants de la station de distribution du poste MT de JFC V, à commencer par les départs de chaque ligne propre à chacun des ateliers de l'usine, passant par les équipements de protection, leur technologie et leurs principales caractéristiques, arrivant à l'architecture contrôle commande mise en place et son état actuel.

II-2-2-2 Répartition des équipements MT

Au totale, l'usine dispose de 5 ateliers, chaque atelier comporte des équipements MT (Moteur, Transformateur..) nécessaires à la production. Les tableaux suivants regroupent tous les équipements MT installés à JFC V:

Atelier sulfurique 323 EM12 :

Equipement	Puissance	Relais de protection
Transformateur MT/BT (323EC21)	3150KVA	SIPROTEC 7SJ63
Transformateur MT/BT (323EC22)	3150KVA	SIPROTEC 7SJ63
Moteur (323 IP03A)	765KVA	SIPROTEC 7SJ63
Moteur (323 IP03B)	765KVA	SIPROTEC 7SJ63
Booster (Turbo Soufflante)	600KVA	SIPROTEC 7SJ63

Tableau 3: tableau d'équipement de l'atelier sulfurique

Atelier centrale thermique :

Equipement	Puissance	Relais de protection
Transformateur MT/BT (323EC51)	2500KVA	SIPROTEC 7SJ63
Transformateur MT/BT (323EC52)	2500KVA	SIPROTEC 7SJ63
Transformateur MT/BT (323EC25)	630KVA	SIPROTEC 7SJ63

Transformateur MT/BT (323EC35)	630KVA	SIPROTEC 7SJ63
Transformateur MT/BT (323EC55)	630KVA	SIPROTEC 7SJ63
Transformateur MT/BT Eclairage PAP	630KVA	SIPROTEC 7SJ63

Tableau 4: tableau d'équipement de la centrale thermique

Atelier de traitement d'eau douce :

Equipement	Puissance	Relais de protection
Transformateur MT/BT (323EC31)	1600KVA	SIPROTEC 7SJ63
Transformateur MT/BT (323EC32)	1600KVA	SIPROTEC 7SJ63
Moteur (326IP09A) reprise eau de mer	680KVA	SIPROTEC 7SJ63
Moteur (326IP09B) reprise eau de mer	680KVA	SIPROTEC 7SJ63
Moteur (326IP09B) reprise eau de mer	680KVA	SIPROTEC 7SJ63

Tableau 5:tableau d'équipement de l'atelier traitement d'eau douce

Atelier phosphorique (323EM14-1 & 323EM14-2) :

Equipement	Puissance	Relais de protection
Transfo (303EC20-001) Broyage +Filtration	4000KVA	MC20
Transfo (303EC20-002) Attaque +Digestion	4000KVA	MC20
Transfo (303EC20-003) Stockage concentration	4000KVA	MC20
Moteur (302AB01) Broyeur	450KW	MM30
Moteur (303AC01) pompe à Vide	450KW	MM30
Moteur (303AC02) pompe à Vide Reserve	450KW	MM30
Transfo (303EC20-005) Manutention Phosphate	4000KVA	MM30
Transfo (303EC21-001) Secoure	4000KVA	MC20
Transformateur MT/BT Eclairage	630KVA	SIPROTEC 7SJ63

Tableau 6: tableau des équipements de l'atelier acide phosphorique

Atelier des engrais :

Equipement	Puissance	Relais de protection
Transformateur (300EC20)	4000KVA	SEPAM 80
Transformateur (307EC21)	4000KVA	SEPAM 80
Transformateur (300EC23)	800KVA	SEPAM 80
Moteur (306M02M01) Sécheur	450KW	SEPAM 80
Moteur (306C07M01) ventilateur	506KW	SEPAM 80
Moteur (306C08M01) Ventilateur	4000KVA	SEPAM 80
Transformateur (306EC20)	4000KVA	SEPAM 80
Transformateur (307EC20)	4000KVA	SEPAM 80
Transformateur (300EC22)	800KVA	SEPAM 80
Moteur (307M02M01) Sécheur	450KW	SEPAM 80
Moteur (307C08M01) Ventilateur	506KW	SEPAM 80
Moteur (307C08M01) Ventilateur	506KW	SEPAM 80
Moteur (308B01M01) Broyeur	630KW	SEPAM 80

Tableau 7: tableau des équipements de l'atelier des engrais

Les équipements MT qui ne figurent pas dans les tableaux comme le transformateur 60/10KV, le groupe turbo alternateur et le groupe électrogène font l'objet du schéma explicatif de la partie « Schéma électrique de découpage ».

Les équipements MT qui ne figurent pas dans les tableaux comme le transformateur 60/10KV, le groupe turbo alternateur et le groupe électrogène font l'objet du schéma explicatif de la partie « Schéma électrique de découpage ».

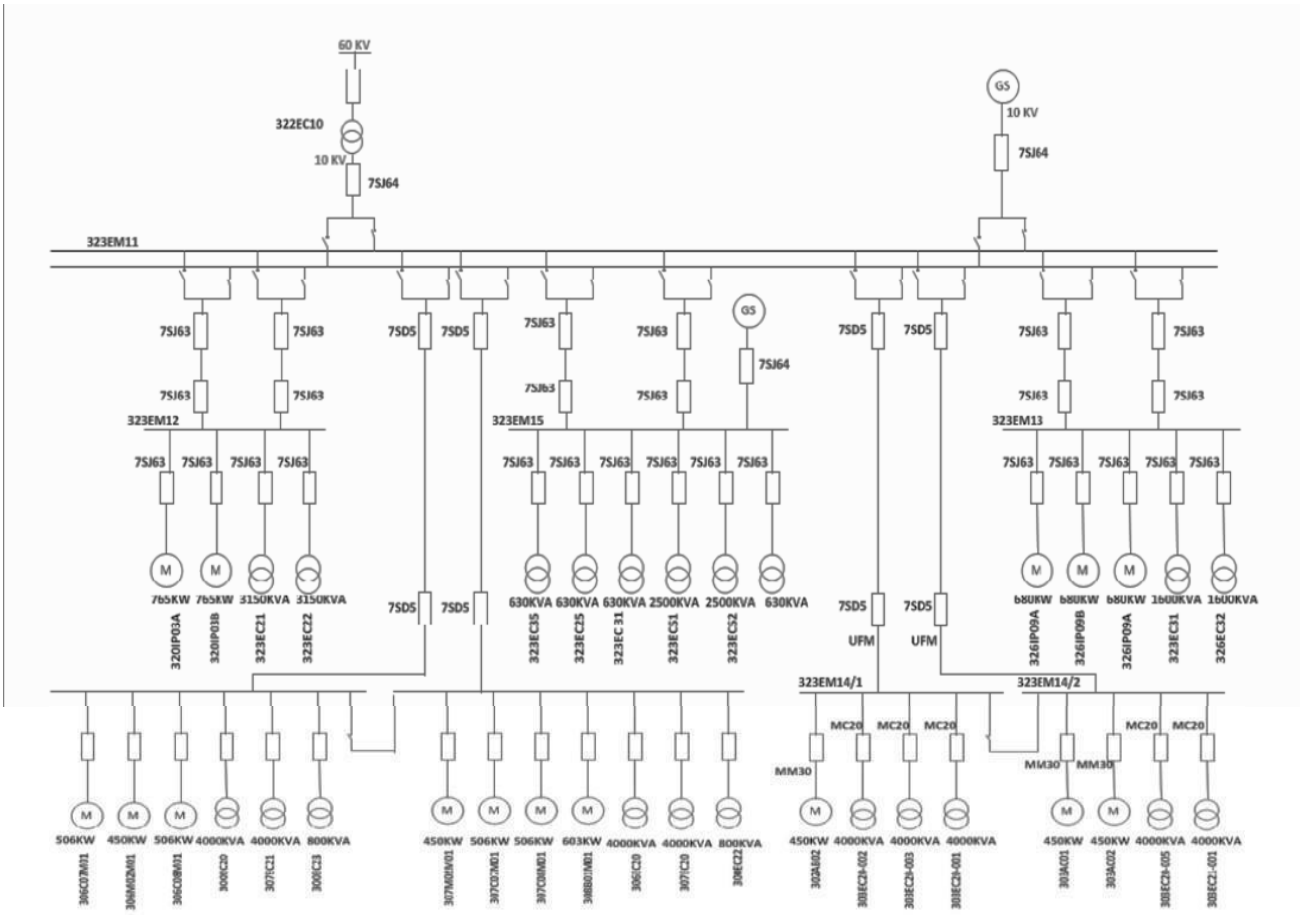

Figure 5: Schéma de découpage électrique MT de JFC V

Le réseau électrique MT de JFC V comporte trois parties :

- Sources d'énergie électrique à savoir l'arrivée ONE, Groupe Turbo Alternateur et le Groupe Electrogène, chargés de fournir l'énergie nécessaire.

- Poste de distribution à moyenne tension, chargé de livrer l'énergie aux auxiliaires.
- Les équipements MT à savoir les Transformateurs MT/BT et les Moteur.

Chaque partie de ce réseau peut être l'objet d'incidents, tel que panne, court-circuit, fonctionnement aberrant. C'est pourquoi toute une panoplie d'appareils est installée pour éviter que ces incidents ne détruisent l'ouvrage, ou ne compromettent la qualité de fourniture d'énergie, et pour une gestion efficace.

Parmi eux on trouve les relais de protection numériques, leur étude fera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre III

Etude des Relais de protection numériques (SIPROTEC)

Le chapitre suivant est l'étude détaillée des différents relais de protection numériques installés dans le poste de distribution MT.

III-1 Les appareils de protection

III-1-1 Introduction

La fonction protection est l'élément le plus influent dans une installation électrique puisqu'elle met en jeu les risques les plus redoutés chez les industries. Le choix des dispositifs de protection repose sur des analyses fonctionnelles et comportementales du matériel électrique, ses défauts et les phénomènes qui peuvent en découler.

La présente partie introduit les relais de protection numériques installés dans le poste de distribution MT de JFC V, leurs caractéristiques et leurs fonctions ainsi que les avantages qu'ils offrent comme solution de protection.

III-1-2 Relais SIPROTEC installés

Le poste de distribution MT de JFC V comporte une panoplie d'équipements de protection électrique, à savoir les relais numériques SIPROTEC. Cette gamme développée par Siemens est présente au poste de distribution MT par ses trois types de relais de protection ; 7SD52, 7SJ63 et 7SJ64.

III-1-2-1 Généralités

La marque SIPROTEC 4 désigne une série innovatrice d'appareils numériques de protection et de contrôle-commande équipés d'interfaces de communication ouvertes pour une commande et un paramétrage à distance, dotés également d'une interface utilisateur ergonomique et d'une grande flexibilité de fonctionnement.

Les appareils fonctionnent selon des principes de mesure numérique. Le traitement entièrement numérique du signal permet d'obtenir une grande précision et une régularité des mesures, et de maîtriser les harmoniques ainsi que les phénomènes transitoires. Les techniques de filtrage numérique et la stabilisation dynamique des mesures assurent une sécurité optimale lors de la détermination de réactions de protection. L'auto-surveillance intégrée permet de reconnaître et de signaler rapidement les défaillances de l'appareil. Une panne du système de protection en cas de défaut du réseau est ainsi pratiquement exclue.

La protection numérique SIPROTEC4 est équipée d'un système à microprocesseur performant. Toutes les opérations effectuées par cet appareil, telles que l'acquisition des valeurs de mesure et l'émission des commandes destinées aux disjoncteurs et autres appareillages haute tension sont traitées de façon complètement numérique.

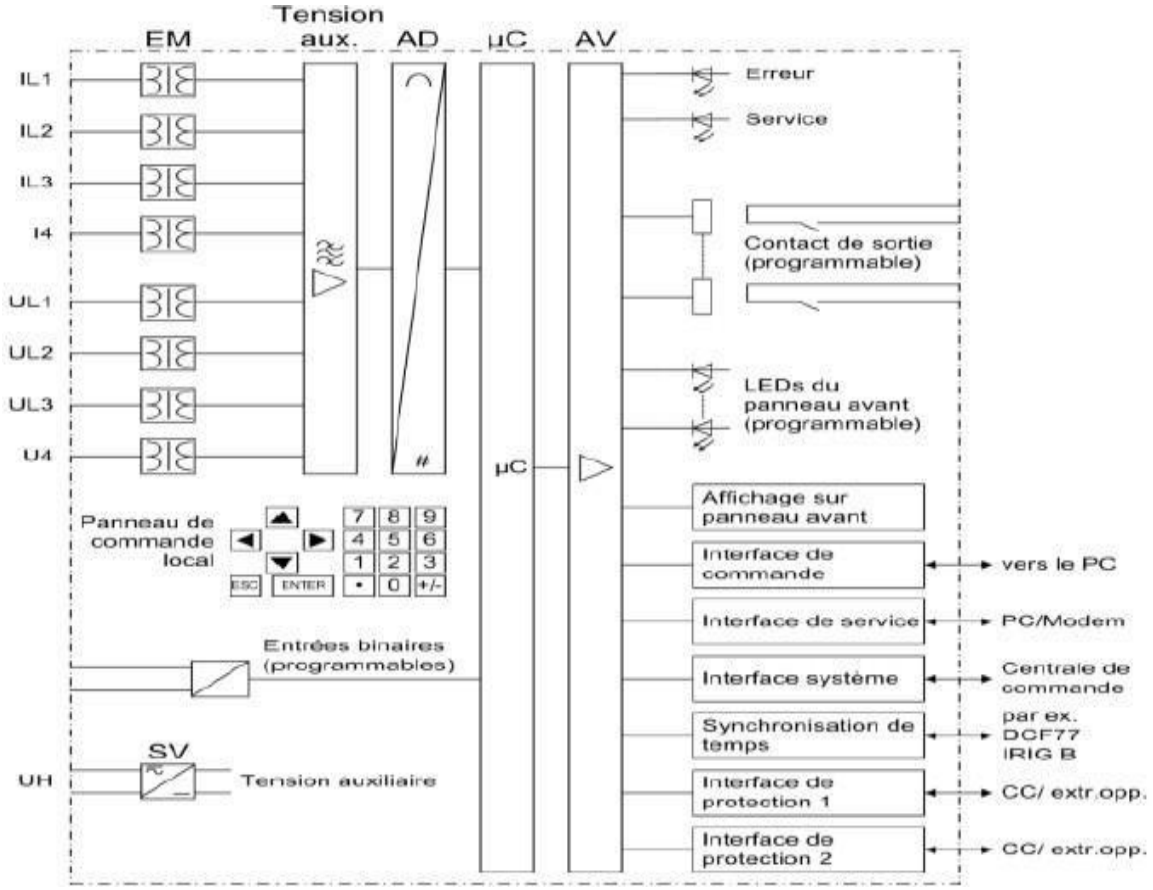

Figure 6: Architecture matérielle du relais Siprotec

La figure ci-dessus représente l'architecture interne d'un relais Siprotec.

Les entrées de mesure EM transforment les courants et tensions issus des réducteurs de courant et tension associés et les convertissent en niveaux d'amplitude appropriés pour le traitement interne de l'appareil.

Cet appareil dispose de 4 entrées de courants et de 4 entrées de tension. Trois entrées de courant sont prévues pour l'acquisition des courants de phase, une quatrième (I4) peut être configurée pour le courant de terre.

L'appareil dispose d'une entrée de tension pour chaque tension phase-terre, et une quatrième entrée de tension peut être utilisée pour la tension de décalage ou pour une tension quelconque Ux (pour protection de surtension).

Les grandeurs analogiques sont transmises au module d'amplification des entrées AE.

L'amplificateur des entrées AE assure la terminaison à haute impédance des grandeurs d'entrée et comporte des filtres pour le traitement des valeurs mesurées optimisés au niveau de la bande passante et de la vitesse.

Le module de conversion analogique-numérique AD est constitué d'un multiplexeur, d'un convertisseur analogique/numérique et d'éléments mémoire pour la transmission des données au microprocesseur.

III- 2 La protection des équipements électriques

Les dispositifs de protection surveillent en permanence l'état électrique des éléments d'un réseau et provoquent leur mise hors tension (par exemple l'ouverture d'un disjoncteur), lorsque ces éléments sont le siège d'une perturbation indésirable : court-circuit, défaut d'isolement…

Les relais de protection numériques sont utilisé de type SIPROTEC-SIEMENS.

Pendant la visite du poste de distribution MT de l'usine JFC V, on a constaté qu'il existe différents types de relais numériques à savoir :

- relais de protection SIPROTEC 7SD52
- relais de protection multifonctionnelle à commande SIPROTEC 7SJ63/64.

III- 3 Relais SIPROTEC7SJ63/64

III- 3-1 Fonctions de SIPROTEC 7SJ63/64

L'appareil 7SJ63/64 dispose d'un ensemble de fonctions de protection et de fonctions complémentaires. Les propriétés du matériel sont adaptées à ces fonctions. En outre, les fonctions de commande peuvent être ajustées en fonction du mode d'exploitation du poste.

- Fonction de protection
- Fonction de commande
- Signalisations et valeurs de mesure perturbographie
- Communication

III- 3-2 Caractéristiques de SIPROTEC 7SJ63/64

- Système à microprocesseur 32 bits.
- Surveillance des grandeurs de mesure et traitement numérique complet.
- Insensibilisation aux perturbations par séparation galvanique des circuits de traitement internes.
- Enregistrement des statistiques de manœuvre du disjoncteur y compris le nombre d'ordres de déclenchement émis.

- Protection à maximum de courant
- Protection homopolaire complémentaire
- Protection de surintensité directionnelle
- Protection à maximum de courant monophasé
- Protection volt métrique
- Protection contre les déséquilibres
- Surveillance du temps de démarrage du moteur
- Blocage de redémarrage pour moteurs
- Protection fréquence métrique
- Protection de surcharge thermique
- Détection des défauts terre
- Localisateur de défaut
- Protection contre défaillance disjoncteur
- Fonction de synchronisation (uniquement 7SJ64)

III- 4 Relais SIPROTEC 7SD52

L'appareil numérique de protection différentielle SIPROTEC 7SD52 est une protection hautement sélective contre les court-circuits.

Il est idéal pour la protection des lignes et câbles à deux ou plusieurs extrémités et s'applique à toute topologie de réseau de n'importe quel niveau de tension.

Le régime du neutre de l'installation ne joue aucun rôle au niveau de la protection différentielle puisque celle-ci est basée sur une comparaison de mesure phase par phase. Le déclenchement instantané de tout défaut situé dans la zone de protection (quelle que soit sa position) constitue un avantage majeur de la fonction de protection différentielle.

Les limites de zone de protection sont fixées par les emplacements des transformateurs de courant situés aux extrémités de l'installation à protéger.

III- 4-1Fonctions de SIPROTEC 7SD52

L'appareil 7SD52 dispose de toute une série de fonctions de protection et de fonctions additionnelles. En outre, les fonctions qui génèrent les ordres de commande sont adaptées aux types d'engins commandés.

Différentes fonctions peuvent être mises hors service par programmation et l'interaction entre les différentes fonctions peut être modifiée. Les fonctions de la 7SD52 qui ne sont pas nécessaires et qui ne sont pas utilisées peuvent ainsi être cachées.

- Fonction de protection
- Communication

III- 4-2 Caractéristiques de SIPROTEC7SD52

- Système à microprocesseur 32 bits.
- Surveillance des grandeurs de mesure et traitement numérique complet.
- Insensibilisation aux perturbations par séparation galvanique des circuits de traitement internes.
- Système de protection pour les lignes ayant jusqu'à 6 extrémités avec prise en compte de la présence éventuelle d'un transformateur de puissance dans la zone de protection.

- Utilisation aisée de l'appareil au travers d'un panneau de commande intégré ou au moyen d'un ordinateur individuel.
- Protection différentielle
- Transfert d'informations
- Protection de surintensité
- Protection contre défaillance disjoncteur
- Protection de surcharge thermique
- Protection instantanée d'enclenchement sur défaut

III- 5 Logiciel de configuration DIGSI:

La technologie numérique autorise l'emploi d'applications logicielles de dialogue. Le recours au logiciel permet ainsi de bénéficier pleinement des nombreuses évolutions du secteur micro-informatique à savoir:

1. L'existence d'une famille de matériels standard accessible au grand public et très largement répandue, pour l'exécution des programmes.
2. L'accès à toutes les ressources informatiques de l'environnement PC
3. La puissance et la souplesse croissantes des logiciels.

Le logiciel DIGSI a été conçu de manière à tirer profit au maximum de ces avantages pour le bénéfice des différents utilisateurs de protection : exploitants, services techniques, ingénieurs d'étude, personnel de mise en service. Il est fondé sur 2 grands principes :

- Le dialogue (échange de données) avec les équipements de protection.
- La gestion sur support informatique d'une base de données correspondant aux données présentes sur les différents équipements de protection de l'installation.

III- 5-1 Organisation de la base de données

Les informations stockées dans la base de données DIGSI sont principalement :

- Les paramètres de chaque équipement répartis dans 3 classes :
  - Paramètres de configuration (langue de dialogue supportée, les paramètres de choix des interfaces de communication, l'adresse de l'équipement, etc…).
  - Paramètres d'affectation des entrées/sorties

- Paramètres de réglage (seuils, temporisations, etc…) permettent d'ajuster les fonctions de protections activées.

➢ Les signalisations générées par chaque équipement avec principalement :

- Les signalisations d'exploitation.
- Les signalisations liées à la détection de défauts.
- Les signalisations spontanées.
- Les statistiques de déclenchement (le cas échéant).
- La liste des fonctions de protection actives.
- Les enregistrements de perturbographie.
- Les mesures effectuées par l'équipement et sauvegardées sur PC sous DIGSI.

Ces informations représentent un volume de données important. Les postes électriques pouvant de plus comporter de nombreux équipements de protection, il est nécessaire de trouver un mode de classement de toutes ces informations. Le modèle de classement adopté par DIGSI est la reproduction de la structure du poste électrique en distinguant trois niveaux poste/départs/équipements de protections.

III- 5-2 Modes de dialogue

Dialogue en mode fichier :

La base de données DIGSI, est stockée physiquement sur le support informatique de travail du PC (généralement le disque dur). Cette base de données coexiste donc avec la base de données répartie des protections (répartie sur la base matérielle de toutes les protections de l'installation client).

DIGSI offre la possibilité de fonctionner en mode autonome (mode de dialogue fichier) c'est à dire en accédant aux informations stockées sur les supports informatiques.

Dialogue direct avec la protection en local :

Ce mode de fonctionnement suppose l'existence d'une liaison physique entre le PC supportant DIGSI et la protection.

Dialogue direct avec la protection à distance :

Ce mode de fonctionnement suppose l'existence d'une liaison physique entre le PC supportant DIGSI et la protection transitant par un ou plusieurs équipements complémentaires.

La structure du dialogue à distance est représentée par la figure ci-dessous. De cette dernière, nous pouvons déduire les équipements complémentaires assurant le dialogue direct avec la protection à distance :

- Les modems.
- Le commutateur de canal pour le raccordement aux équipements de protection V2.
- L'étoile optique pour le raccordement aux équipements de protection V3 et V4.

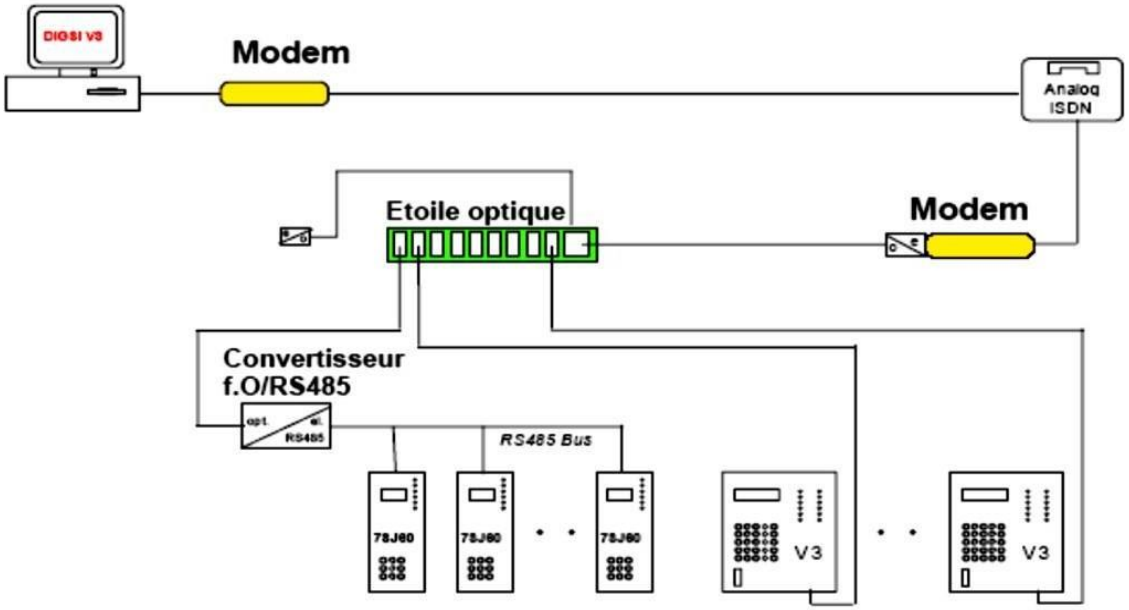

Figure 7: Dialogue à distance à travers modem/commutateur de canal/coupleur étoile

III- 5-3 Opérations effectuées grâce au logiciel DIGSI

Gestion de la base de données :

DIGSI permet de créer sur un support informatique de l'image d'un poste électrique selon la structure poste/départs/équipements de protection. L'utilisateur :

- définit la structure poste/départs.
- crée les images des équipements de protection destinés à être implantés physiquement dans l'installation réelle.
- place dans la structure poste/départs les images des équipements de protections.

La création d'un équipement de protection par DIGSI signifie la génération de sous-ensembles de données correspondant aux paramètres de la protection et aux données générées par celle-ci.

Modification des paramètres :

DIGSI permet de modifier l'ensemble des paramètres correspondant aux équipements de protection, à savoir :

- Les paramètres de configuration.
- Les paramètres d'affectation des entrées/sorties.
- Les paramètres de réglage.

Création des fonctions logiques :

Les appareils SIPROTEC 4 se distinguent des autres parce qu'ils ont un PLC (Programmable Logic Controller) à bord pour :

- Modifier des logiques de verrouillage existantes ou en créer de nouvelles.
- Former des regroupements de signalisations.
- Déduire de nouvelles valeurs de mesures et de comptages.
- Créer des messages d'alarme.

Cela est réalisé par la méthode CFC, il s'agit d'un fichier contenant des entrées appelées Plans-CFC. Chaque plan-CFC contient au moins une fonction logique, qui relie des valeurs d'entrée et livre un résultat de cette connexion en sortie.

Traitement de l'image de base et de commande :

Quant à l'image de base et de commande, il s'agit de représentations qui peuvent être affichées à l'écran de l'appareil SIPROTEC 4.

L'image de base affiche les mesures d'exploitation de façon dynamique et comporte un synoptique avec également la représentation dynamique des positions actuelles des organes de manœuvre.

L'image de commande sert quant à elle à la réalisation de manœuvres. Grâce au DIGSI Display Editor, il est possible de modifier des images de base et de commandes existantes ou d'y créer de nouvelles.

Les informations suivantes sont visualisables sur un PC connecté à un équipement de protection et sur lequel est exécuté le programme DIGSI:

- Affichage de l'ensemble des paramètres de réglage.
- Affichage de l'ensemble des paramètres d'affectation d'Entrées/Sorties.
- Affichage de l'ensemble des paramètres de configuration.

- Affichage de l'ensemble des valeurs de mesure.
- Affichage des messages d'exploitation avec datation.
- Affichage des signalisations générées sur cas de défaut avec datation.
- Affichage des statistiques de manœuvre.
- Affichage des fonctions de protection actuellement en service sur l'équipement
- Affichage des enregistrements de perturbographie.

III-6 Etude critique de l'architecture de contrôle-commande du site

III-6-1 Introduction

L'automatisation industrielle, ses concepts structurels, ses modes et ses concepts de base est un volet titan qui peut faire l'objet de tout un rapport. Dans ce paragraphe, nous avons choisi de repérer les points essentiels à connaitre, projeter ces derniers sur l'architecture de contrôle de commande du poste MT de JFC V en passant bien évidement par une étude évaluative de cette architecture et ses liaisons avec la station de conduite aux relais numériques.

III-6-2 Architecture matérielle du SCC du site

1. Relais SIPROTEC

Les relais SIPROTEC4 installés dans le poste MT sont des dispositifs de protection qui surveillent en permanence l'état électrique des éléments de poste de distribution et provoquent leur mise hors tension, lorsque ces éléments sont le siège d'une perturbation indésirable.

Ces relais sont de type communiquant ce qui permet la transmission des données numériques générées vers le poste de supervision. En effet la communication est reposée sur la norme CEI61850 pour les relais 7SJ63/64 et la norme CEI60870-5-103 est adoptée par les relais 7SD52.

➢ Normes de communication :

La norme internationale pour la communication des postes électriques, CEI, offre les avantages suivants :

- Communication rapide et architectures de communication polyvalentes.
- Interopérabilité entre fabricants.
- Facilité de paramétrage.
- Possibilité de connecter ou retirer une machine du réseau sans perturber le fonctionnement de l'ensemble.

La norme CCEI60870-5-103 utilise un service générique pour la transmission de tout type d'informations pour échange d'information.

Les relais 7SJ63/64 sont raccordés à un Switch Ethernet avec un câble en cuivre 100BASET (connexion radiale).
Alors que les relais 7SD52 sont raccordés à un Switch Ethernet par l'intermédiaire d'un convertisseur RS485/Ethernet (Serial Hub 7XV5655-0BA00).

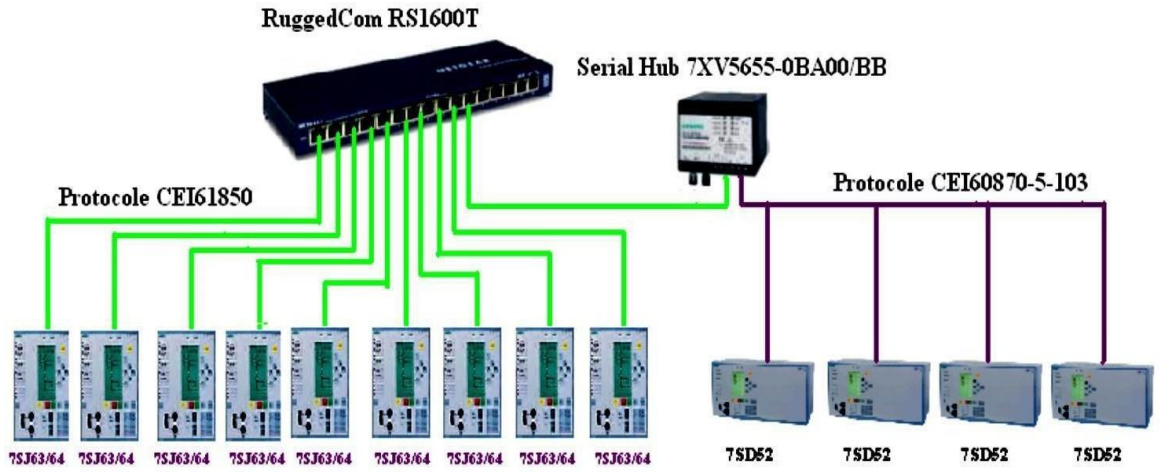

Figure 8: Architecture des équipements électriques du poste HTA

2. SIMATIC Rack PC IL 43

Le SIMATIC Rack PC IL 43 est un PC industriel performant. Il est particulièrement adapté à des applications PC industrielles de haute performance et des utilisations IT aux niveaux conduite de process / cellule pour :

- Les applications de process et de visualisation,
- Le traitement industriel d'images,
- L'assurance de la qualité / les tâches de surveillance,
- Les tâches de mesure, de commande, et de réglage,
- La saisie et la gestion de données.

III-6-3 Architecture logicielle du système controle-commande du site

Toute application de contrôle-commande peut être définie comme suit : « un système informatique de contrôle/commande reçoit des informations sur l'état du procédé extérieur, traite ces données et, en fonction du résultat, évalue une décision qui agit sur cet environnement extérieur dans de sévères contraintes de temps afin d'assurer un état stable ».

Dans cette partie, nous allons étudier l'architecture du système temps réel de contrôle/ commande du poste MT de JFC V. C'est un système à faible complexité et ayant comme support d'exécution un PC. Cette application peut être globalement schématisée par la figure suivante :

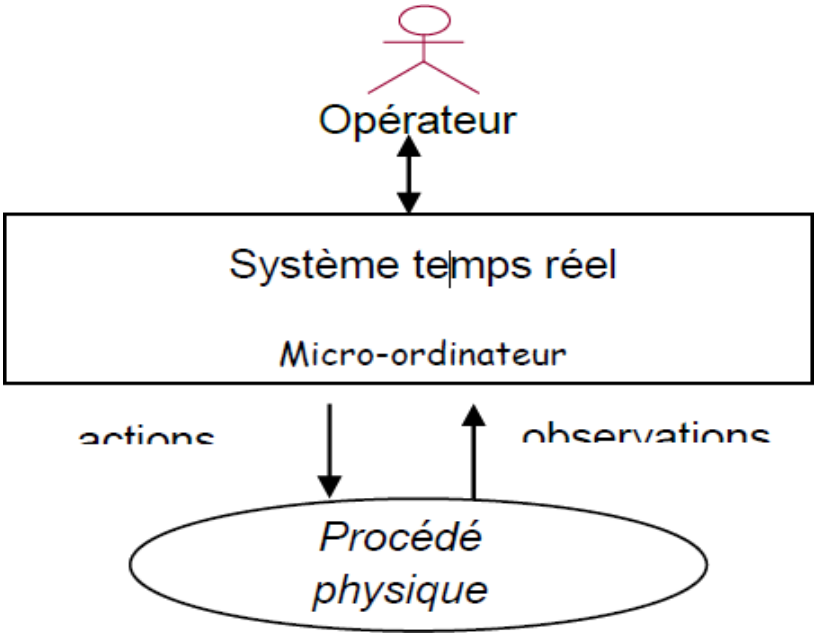

Figure 9: MODELISATION BASIQUE D'UNE APPLICATION D'AUTOMATISATION.

1- Décomposition fonctionnelle du SCC

Dans un premier temps, nous allons examiner comment le système de commande est structuré en procédant à une décomposition fonctionnelle.

L'architecture fonctionnelle générale du logiciel de notre système temps réel est définie à partir du scénario suivant. L'utilisateur ou exploitant se contente de fournir les objectifs à atteindre et observe à un niveau macroscopique le comportement de l'installation. La conduite par l'exploitant est une fonctionnalité de niveau supérieur par rapport à la conduite de chaque entité de l'installation.

Notre système se structure en au moins deux niveaux couplés entre eux dans le sens descendant pour l'assignation d'objectifs, et dans le sens ascendant pour rendre compte de l'avancement vers les objectifs :

- un niveau contrôle-commande chargé de gérer les entités physiques de l'application pour qu'elles contribuent à satisfaire l'objectif du niveau supérieur.
- un niveau intermédiaire qui assure la liaison avec l'interface utilisée par l'exploitant pour la conduite globale de l'application.

Le couplage descendant, du niveau supérieur vers contrôle-commande, nécessite deux catégories d'informations :

- des paramètres, qui vont qualifier les objectifs à atteindre pour la partie opérative comme : courant de ligne, tension de phase.
- des ordres, qui sont des événements avec association ou non d'informations, qui désignent les opérations que doit entreprendre la partie contrôle-commande.

Le couplage ascendant, du contrôle–commande vers niveau supérieur, nécessite aussi deux catégories d'informations :

- des observations qui, synthétisées par la partie contrôle–commande, permettent de suivre le déroulement des opérations.
- des réactions, qui signalent au niveau supérieur des situations particulières à prendre en compte.

2- Environnement logiciel

SICAM PAS (Power Automation System) est conçu comme système modulaire avec des interfaces de communication ouvertes et recouvre ainsi les exigences de systèmes modernes de contrôle-commande et de l'alimentation d'équipements industriels.

Le logiciel SICAM PAS comprend trois programmes indépendants :

- SICAM PAS UI- Configuration.
- SICAM PAS UI- Opération.
- SICAM PAS UI- Value Viewer.

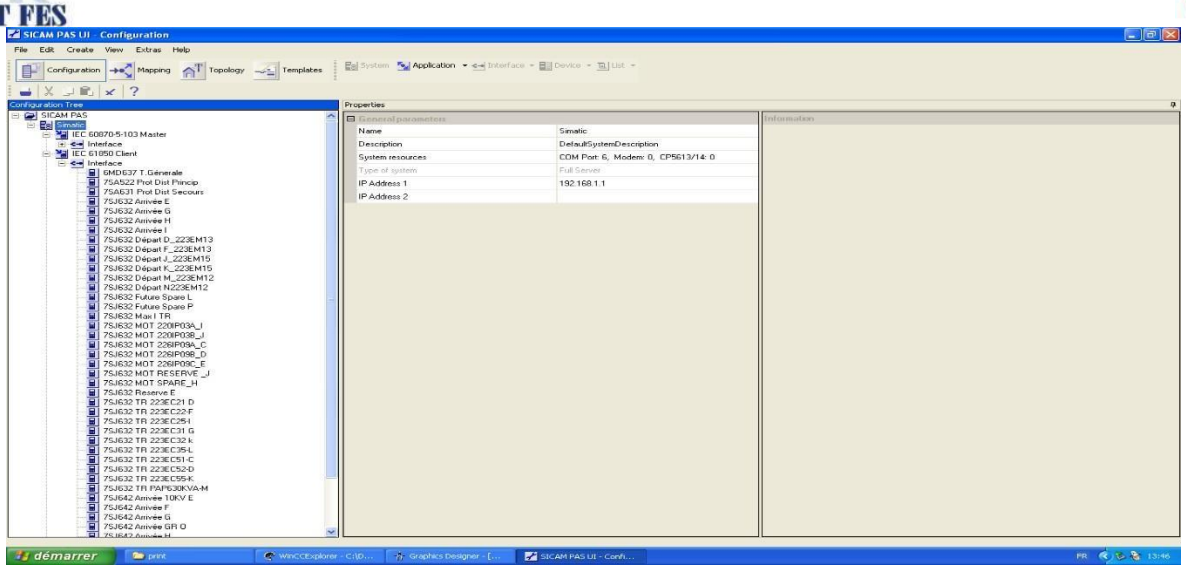

Figure 10: Interface de SICAM PAS UI-Configuration

Le SICAM PAS-Configuration, comme apparait dans la figure, un programme utilisé pour créer une nouvelle configuration de site ou pour modifier une configuration de site qui est active (ajout de nouveaux appareils p. ex.).

Ces commandes de base sont :

- Configuration : A partir de l'arbre de configuration, on peut créer de nouvelles connexions ou modifier les paramètres de transmission pour les liaisons de données.

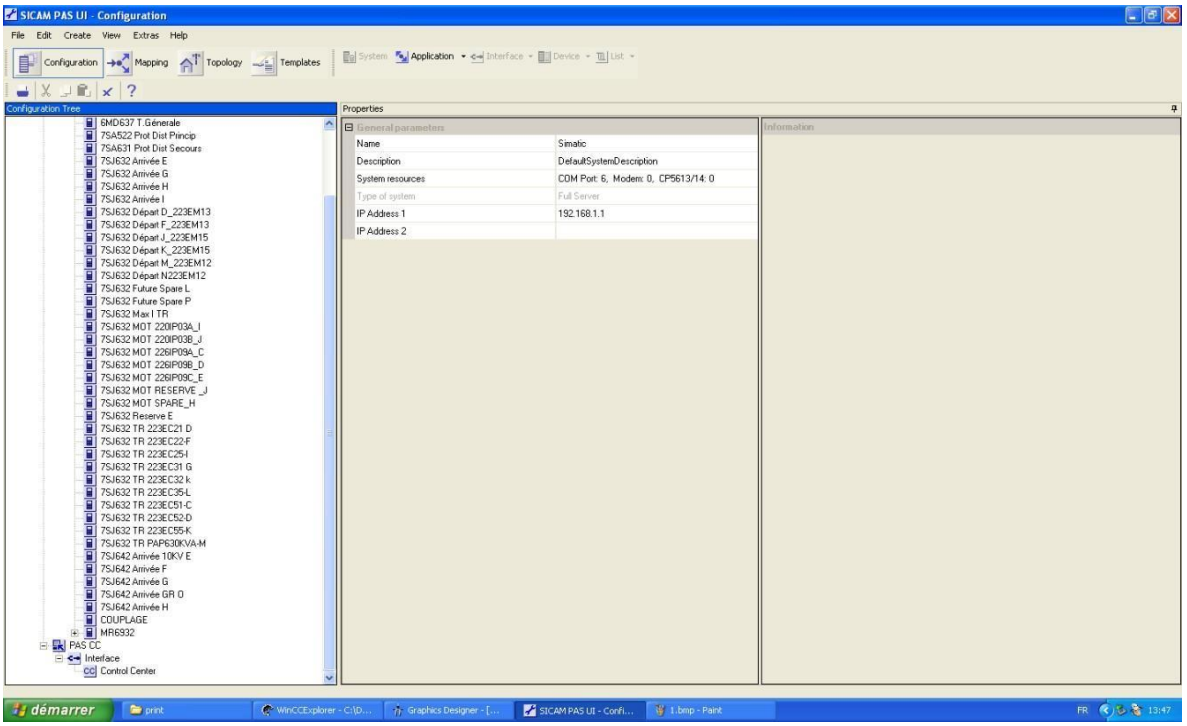

Figure 11: SICAM PAS UI- Configuration

- Mapping (Affectation) : Permet de sélectionner les informations provenant d'un appareil qui doivent être utilisées et le mode de transmission de ces informations.

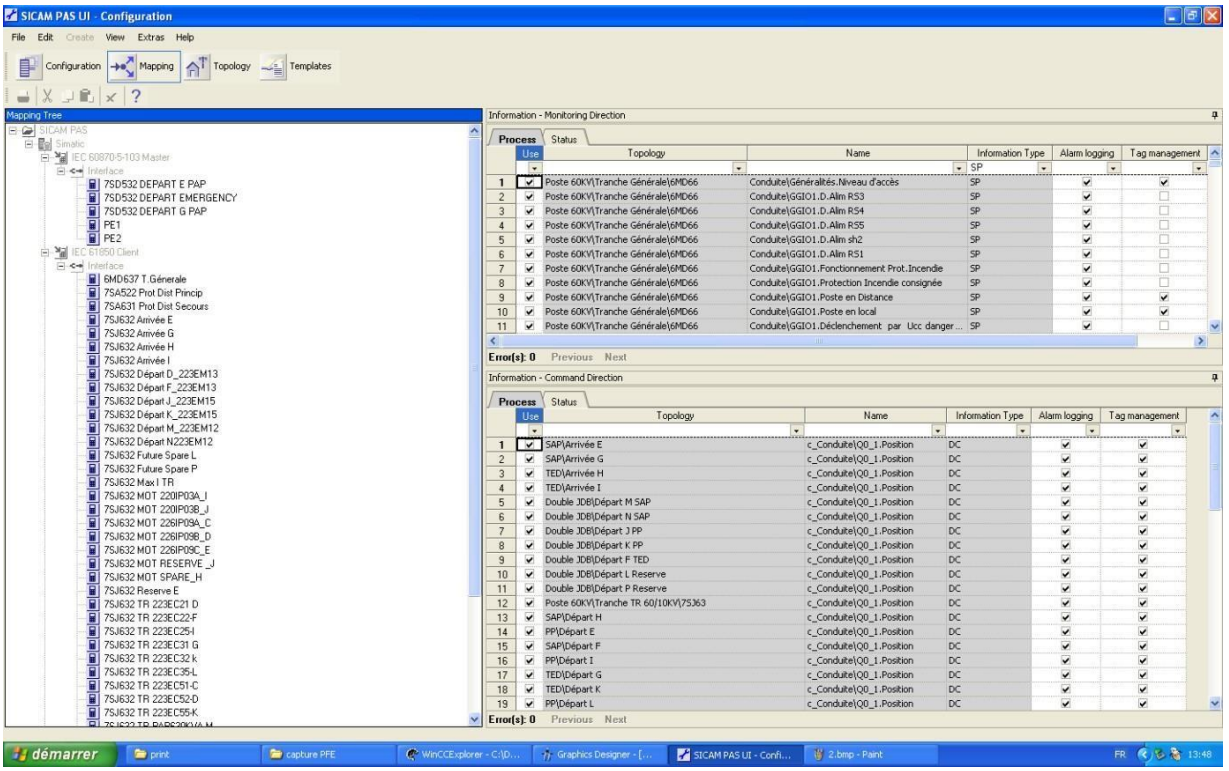

Figure 12: SICAM PAS UI- Mapping

- Topologie : Cet affichage permet d'indiquer la topologie de site et d'attribuer des informations affectées à certaines unités de la topologie de site.

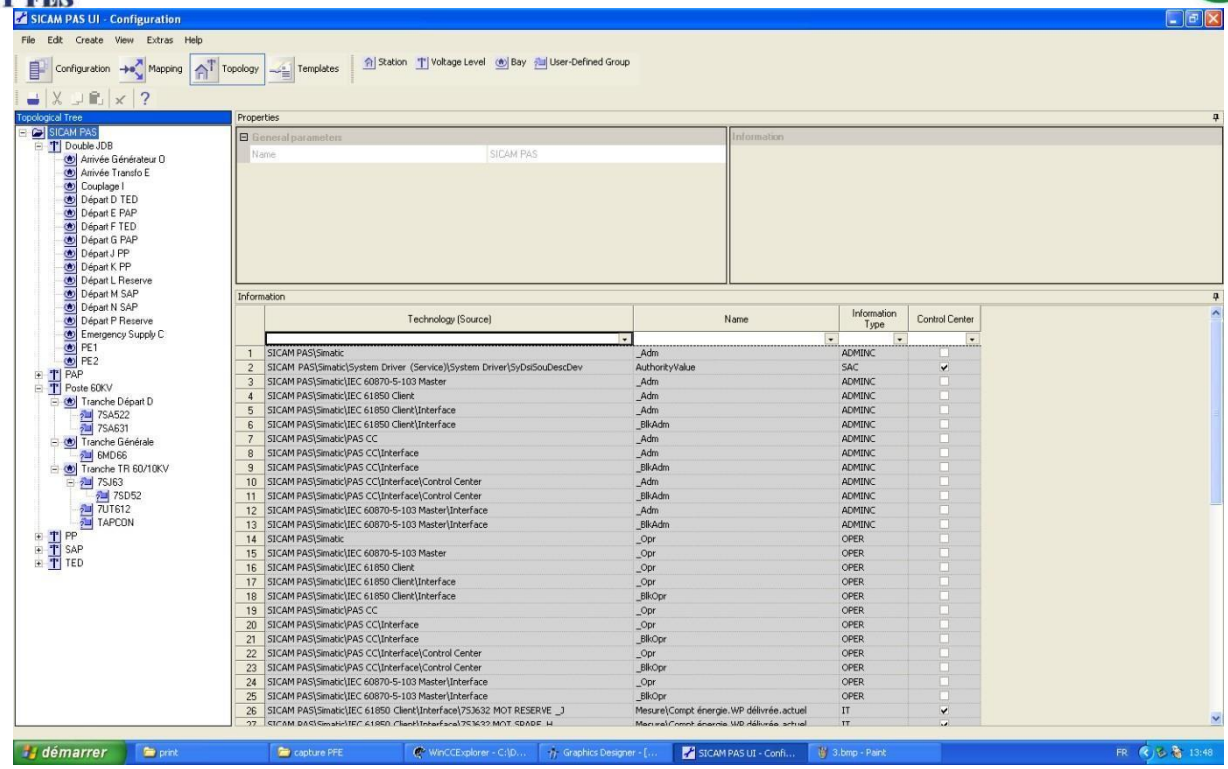

Figure 13: SICAM PAS UI-Configuration Topology

- Templates (Modèles) : Permet de gérer les descriptions des appareils et de définir les procédures de normalisation. L'accès à ce composant est possible après la configuration de site et de l'affectation des informations.

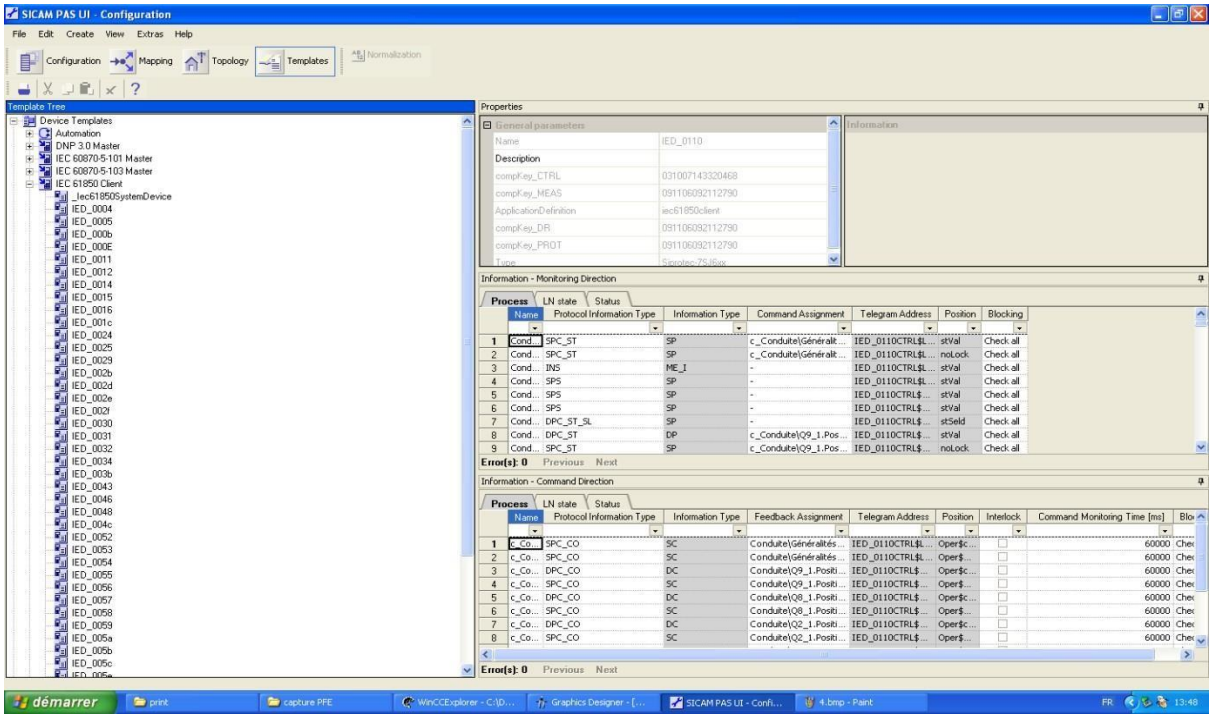

Figure 14: SICAM PAS UI -Configuration Templates

Le programme SICAM PAS UI- Opération permet d'interrompre les connexions vers des interfaces et des appareils, pendant la maintenance ou l'échange des appareils par exemple. Pendant l'interruption, aucune donnée n'est transmise au serveur DSI et à SICAM PAS via cette connexion.

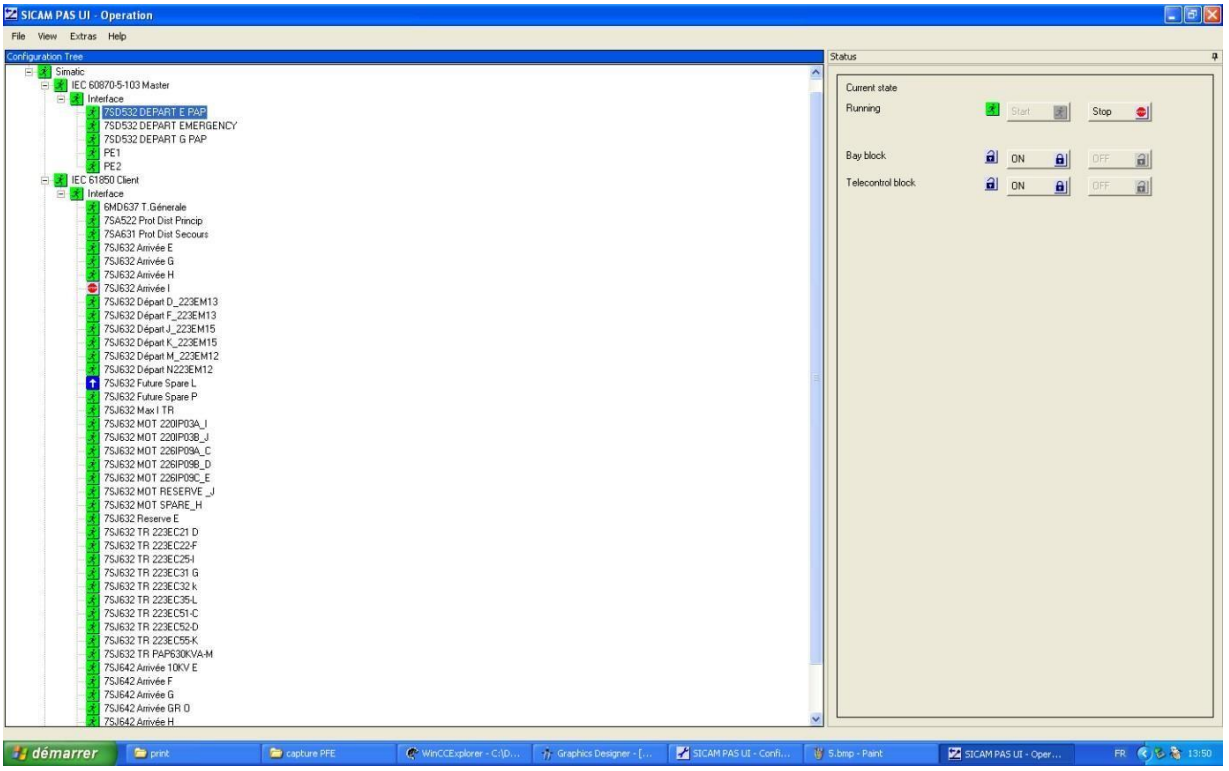

Figure 15: SICAM PAS UI- Opération

SICAM PAS UI- Value Viewer (afficheur de valeurs) indique de manière claire toutes les informations fournies par le site. Il sert à tester les liaisons de données et à modifier des informations manuellement pour des fins de tests.

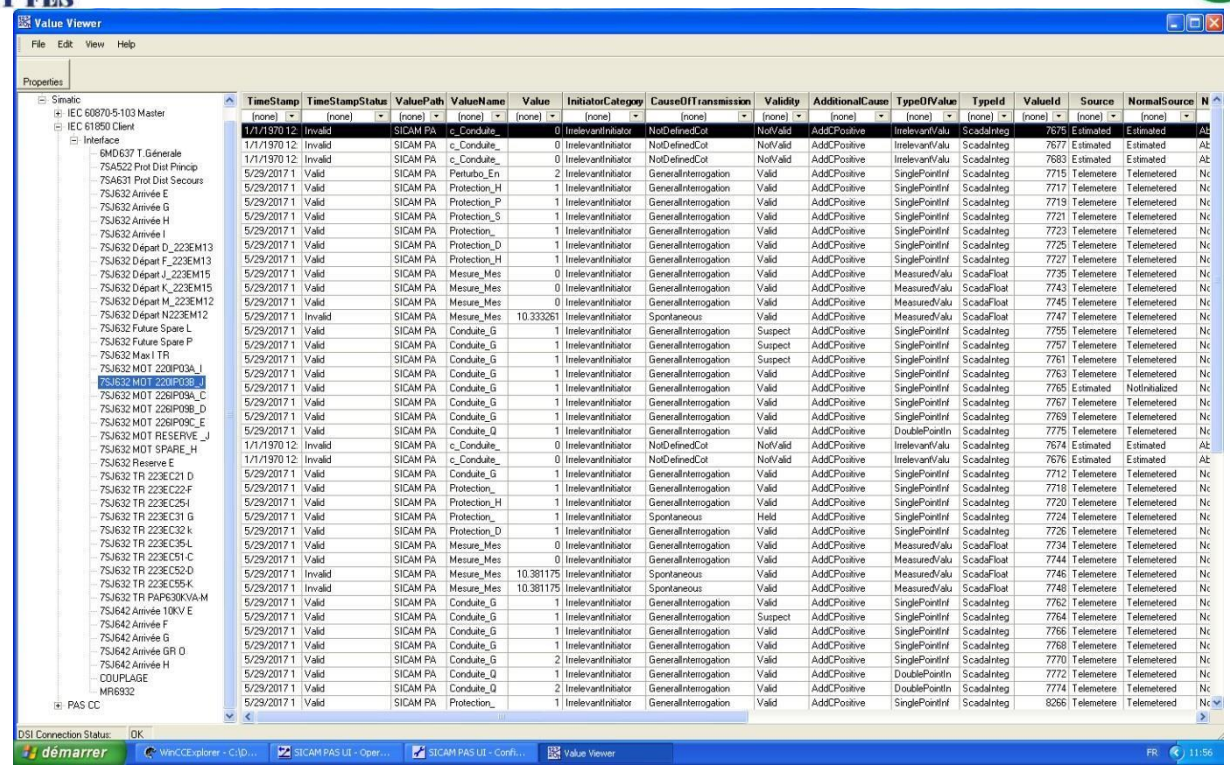

Figure 16: SICAM PAS UI- Value Viewer

3- Analyse du besoin

La station de protection du poste de distribution MT de JFC V subit quotidiennement des inspections de la part des électriciens du service maintenance et ce afin d'élaborer des actions qui rentrent dans le cadre des missions prescrites dans le plan maintenance systématique, à savoir le prélèvement des alarmes et des mesures répondant aux besoin du bureau méthodes et de la direction du service.

D'une part ces interventions se font par des opérateurs, dans un environnement dangereux.

D'autre, ce processus de supervision basé humain, manque de fiabilité et de performance.

4- Solution proposée

La conception d'un système de supervision facilitera la conduite des informations, et permettra ainsi de compléter l'automatisation du site. Ceci réduira le temps du process tout en assurant la fiabilité de ce dernier. De plus, ceci améliorera la sécurité fonctionnelle sur le site.

Le système de supervision permet le contrôle et la conduite du poste de distribution MT équipé des relais de protection de gamme SIPROTEC4 de fabrication SIEMENS. Il fonctionne sur calculateur type PC et sous environnement Windows XP.

Il trouve ses principales utilisations dans les applications suivantes:

- Mise en place d'un contrôle commande numérique.
- Conduite et supervision du réseau électrique depuis un poste de contrôle.
- Consignation d'état

Le système de supervision enregistre les évènements dans des fichiers ou les envoie sur une imprimante, par mail, vers des tableaux et vers des bases de données.
Le système surveille les conditions de fonctionnement anormales et génère des alarmes. Il comprend 3 sous-ensembles fonctionnels: La commande, La surveillance et la supervision.

Le système de supervision assure les fonctionnalités suivantes:

- Synoptique animé.
- Télécommande des organes de coupure.
- Affichage des grandeurs électriques du réseau.
- Analyse des défauts.
- Archivage des données.
- Comptage d'énergie.

Remarque:

Les fonctions de protection sont totalement indépendantes de la supervision. Les relais de protection remplissent leur rôle en permanence indépendamment de l'état de fonctionnement de la supervision.

III-7 Conclusion

Ce chapitre fut le récit succinct des éléments clés de ce projet. Partant de la structure électrique du poste de distribution MT du JFC V, passant par l'appareillage industriel de protection et arrivant à l'architecture de contrôle commande de la station présente dans les lieux. Dans le chapitre IV, nous allons détailler la mise en œuvre du système de supervision du poste de distribution MT de JFC V.

Chapitre IV

Mise en œuvre du Système de Supervision du poste MT de JFCV.

Le chapitre suivant comporte la partie réalisation du système de supervision et de conduite à distance en temps réel du poste de distribution MT.

VI-1 Introduction

Pour la mise en œuvre de ce système de supervision, on commencera la configuration du site en utilisant le logiciel SICAM PAS UI-CONFIGURATION après la création du projet WINCC par l'assistant SICAM PAS CC.

Le système de supervision doit répondre aux besoins suivants :

- connaissance de l'état du réseau en temps réel
- gestion des alarmes et des événements avec horodatage
- archivage des mesures et des événements
- connaissance des signalisations provenant des relais de protection sur vue de réseau animé

VI-2 Configuration du site (base de données) :

La configuration du site par SICAM PAS se réalise par les étapes suivantes :

1. Modification des paramètres de transmission pour les liaisons de données
2. Sélection des informations qui doivent être utilisées et le mode de transmission de ces informations
3. Création de la topologie du site et affectation des informations à unité de la topologie
4. Définition des procédures de normalisation (pour les variables de comptage d'énergie).

VI-2-1Modification des paramètres de transmission pour les liaisons

SICAM PAS CC est basé sur le SIMATIC WINCC, logiciel de supervision très connu dans le domaine industriel, adapté aux fonctionnalités du contrôle commande.

Il est utilisé pour la supervision conçu spécialement pour le contrôle commande du process, il permet à l'opérateur de conduite des stations d'optimiser les activités de conduites et surveillance. Il permet d'accéder rapidement à l'objet et donne une vue rapide des états des organes dans la station.

WinCC est un système modulaire. Ses éléments de base sont le logiciel de configuration (CS) et le logiciel Runtime (RT).

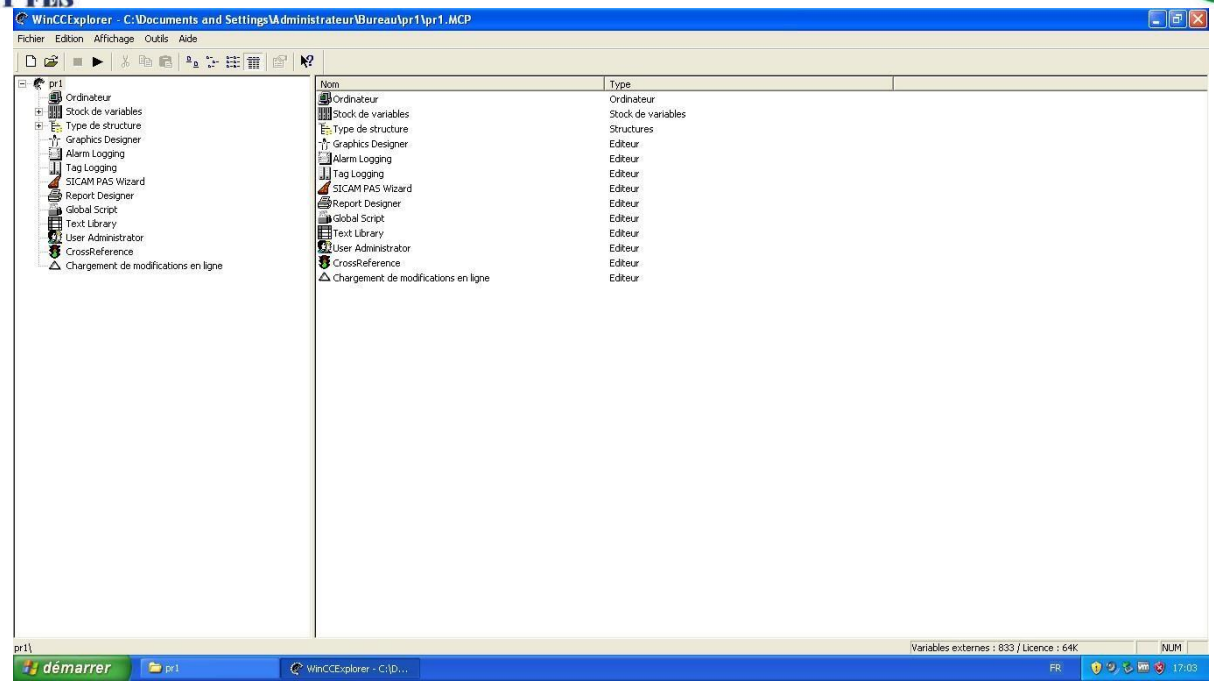

Figure 17: Interface du logiciel WINCC

SICAM PAS CC se compose des éléments suivants :

Alarm logging : le système d'alarme signale les événements provenant des A.P. ou de la fonction de surveillance de WinCC (états de fonctionnement, incidents, etc.) sous forme d'alarmes (messages), procède le cas échéant à leur archivage, établit des journaux et reçoit les acquittements de l'opérateur.

Pour cela, il convient de configurer des alarmes et de les répartir en classes d'alarmes.

Afin d'en suivre l'historique, les alarmes sont mémorisées sur le disque dur dans une archive à court ou long ou long terme.

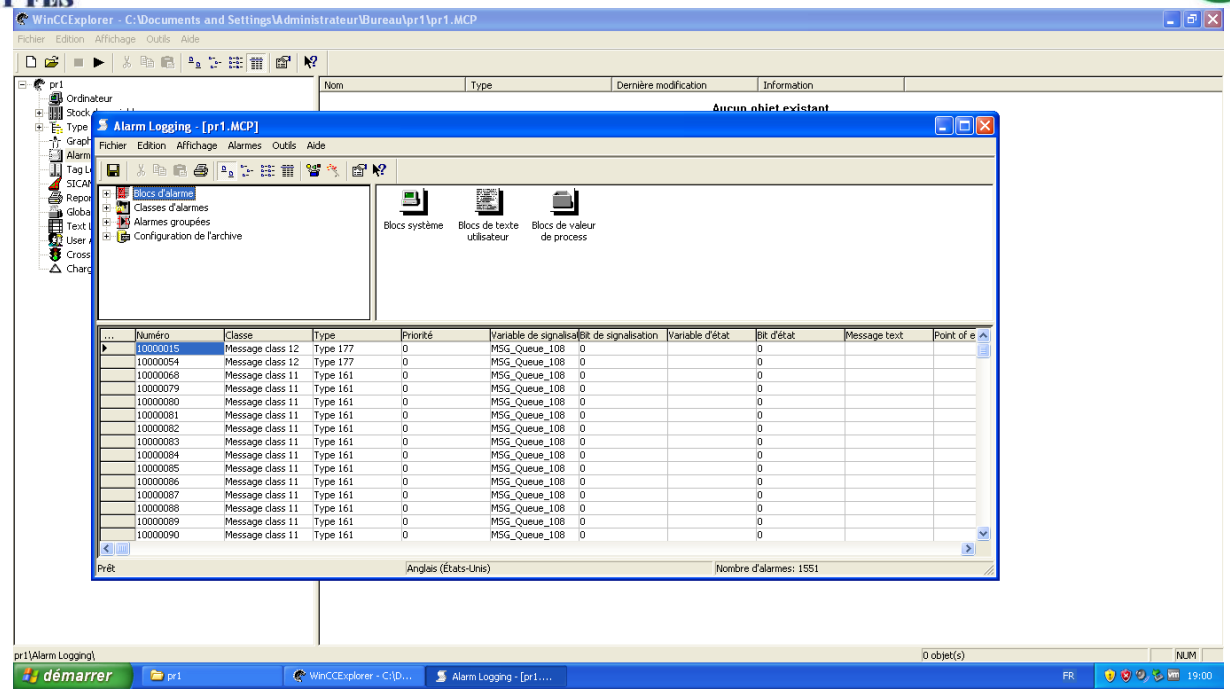

Figure 18: Interface d'Alarm Logging

Tag logging : sert à afficher les variables délivrées par l'A.P.I. sous forme de courbes et de tableaux dans WinCC, éventuellement à les archiver et à en établir un journal.

Afin de permettre leur suivi historique, les valeurs de mesure sont mémorisées sur le disque dur dans un tampon cyclique ou dans une archive secondaire.

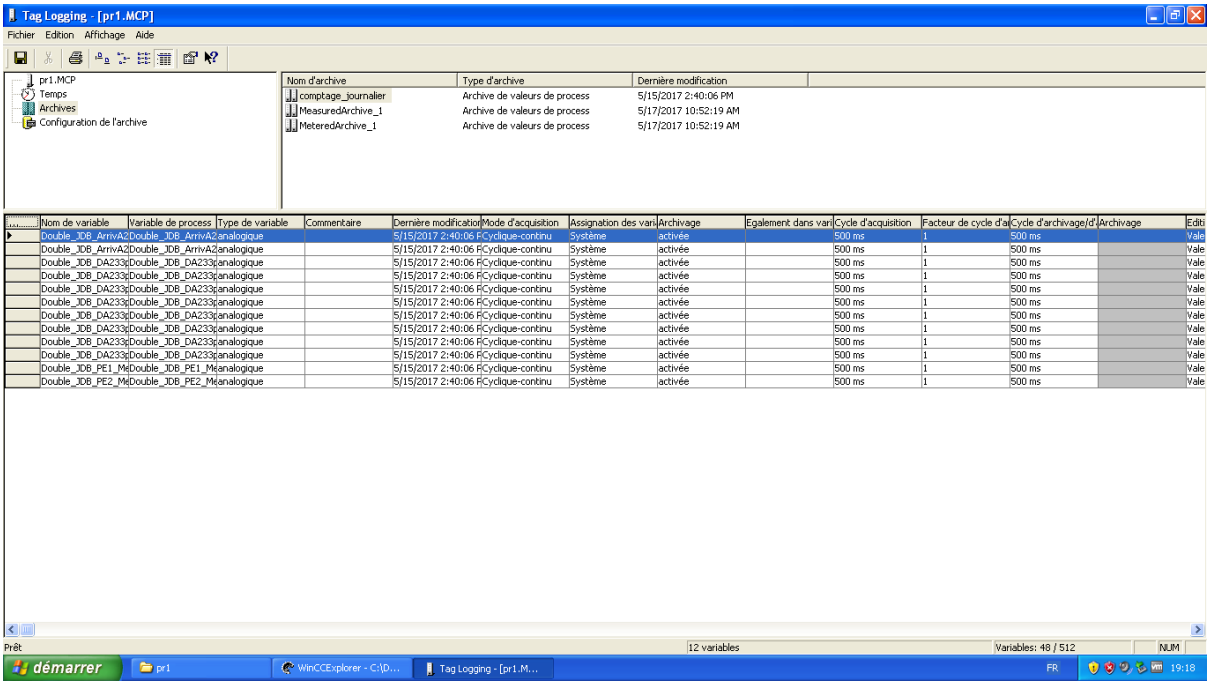

Figure 19: Interface de l'éditeur Tag logging

Stock de variable : Comprend deux types de variables : les variable externes permettent de communiquer, c.-à-d. d'échanger des données entre les composants d'un process automatisé, et les variable internes créées p. ex. pour exécuter des calculs locaux.

Graphic designer : fournit des objets et outils de création de vues de process.

SICAM PAS Wizard : sert pour l'importation de la base des données à partie de SICAM PAS.

Global script : Création des Script en C ou VBA pour programmer des actions et des procédures globales et dynamiser des objets graphiques en Runtime et de déclencher des actions.

Report designer : 2 catégories de journaux pour la sortie des données : Les rapports pour la documentation du projet qui servent à imprimer les données de configuration d'un projet WinCC, et les journaux pour la documentation Runtime qui servent à imprimer les données du process dans Runtime.

User Administrator : Affectation des droits d'accès caractéristiques (les autorisations) aux utilisateurs ou groupes d'utilisateurs.

- Mise en œuvre:

Nous allons commencer par l'insertion d'un système Full Server. Le recours à la base de données relationnelle de ce système s'effectue via une interface ODBC.

La figure 20 représente la première vue apparue lors de l'insertion du système full server. Nous pouvons observer des paramètres qui se préinscrivent automatiquement.

- Le nom du système librement attribuable.
- Les ressources du système (connexions sérielles, modem et CP5613/14).
- L'adresse IP (192.168.1.1).

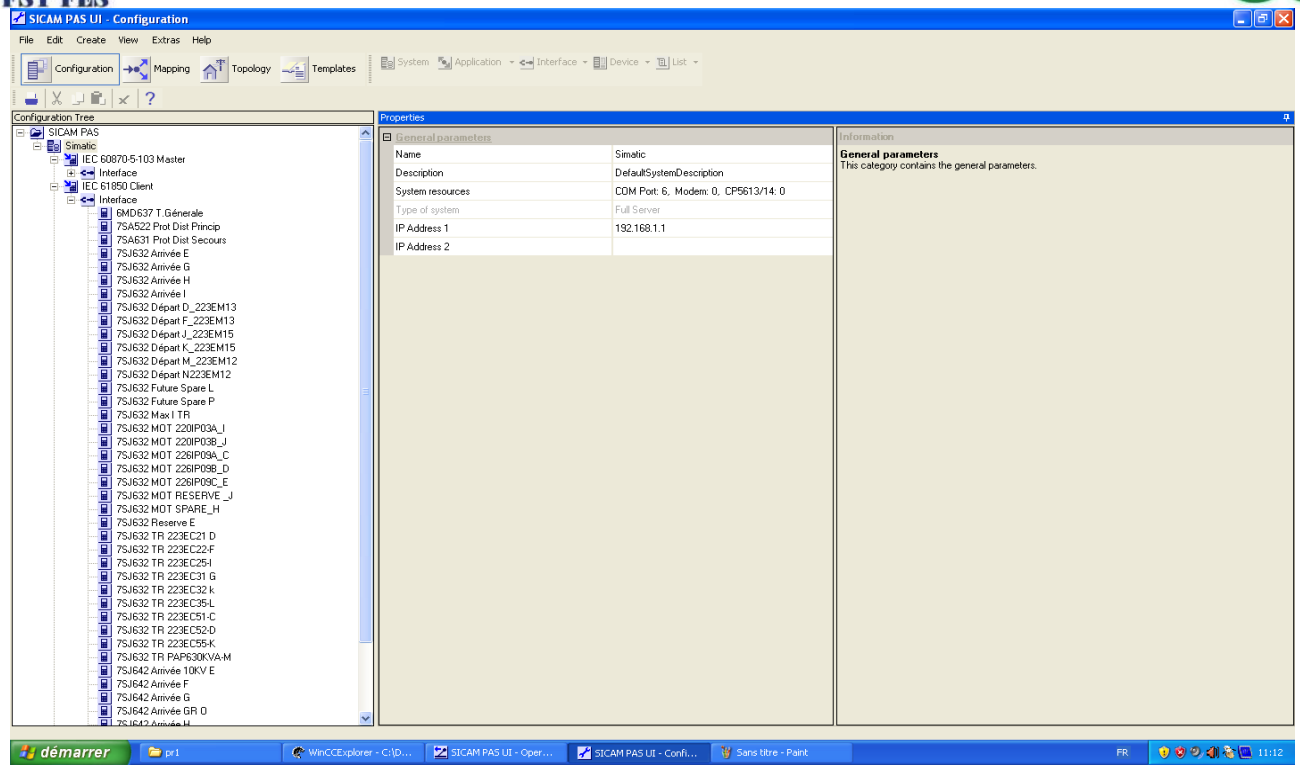

Figure 20: Interface de configuration

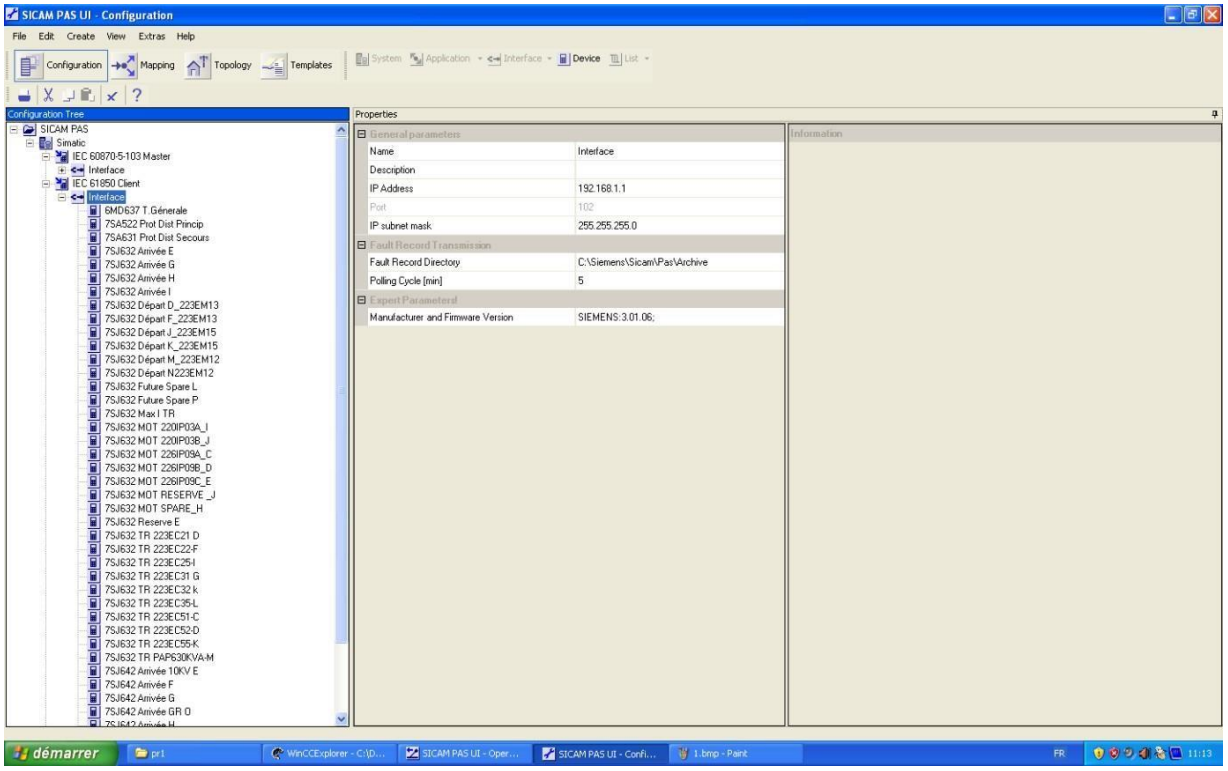

Figure 21: Paramètres du full server.

L'une des actions les plus importantes dans la phase configuration est celle de l'attribution des applications utilisées pour la communication des relais avec le poste de contrôle commande.

Dans l'arbre de configuration de la figure 21, nous avons inséré l'application IEC61850 et l'application IEC60870-5-103 utiles pour notre architecture.

Par la suite, une interface est insérée pour chaque application afin de modifier les paramètres de chaque protocole de communication.

Pour cela ces modifications sont prescrites :

- L'adresse IP et le masque de sous réseau pour IEC61850.
- Le port COM et la vitesse de connexion dans la liaison série IEC60870-5-103.

La dernière étape consiste à insérer les appareils aux interfaces en ayant recours aux configurations d'appareils préparées à l'aide de logiciel DIGSI (**fichier ICD**).

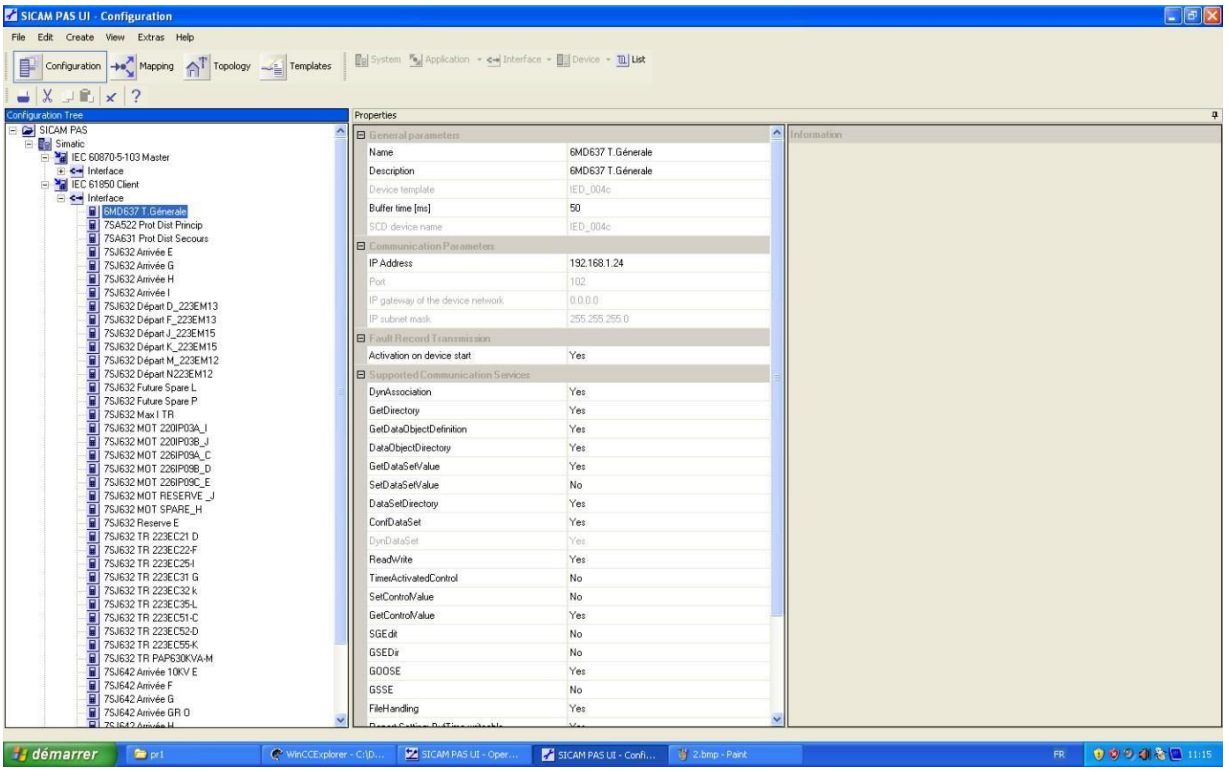

Figure 22:Arbre de configuration avec insertion des appareils

La figure 22 illustre l'insertion d'un poste de contrôle commande au niveau Interface sous les applications. Ceci sert à la communication avec les postes de contrôle-commande ou avec SICAM PAS CC.

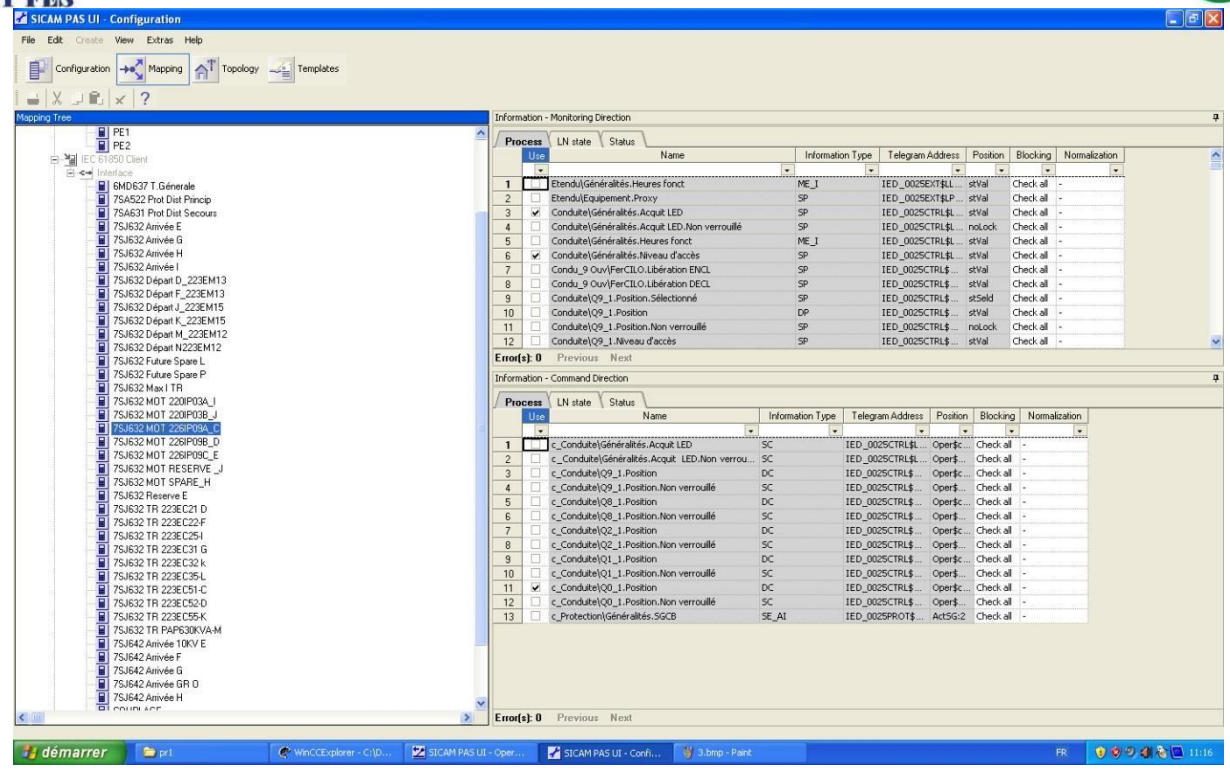

Figure 23:Interface d'insertion des paramètres du poste controle-commande

Comme a été mentionné précédemment dans le chapitre précèdent, la configuration de la partie contrôle-commande peut être réalisée par l'outil logiciel SICAM PAS.

La figure 23 montre le volet d'accès aux fonctions et aux paramètres de la partie contrôle du système.

La figure 24 représente l'interface d'insertion des directives de la fonction commande.

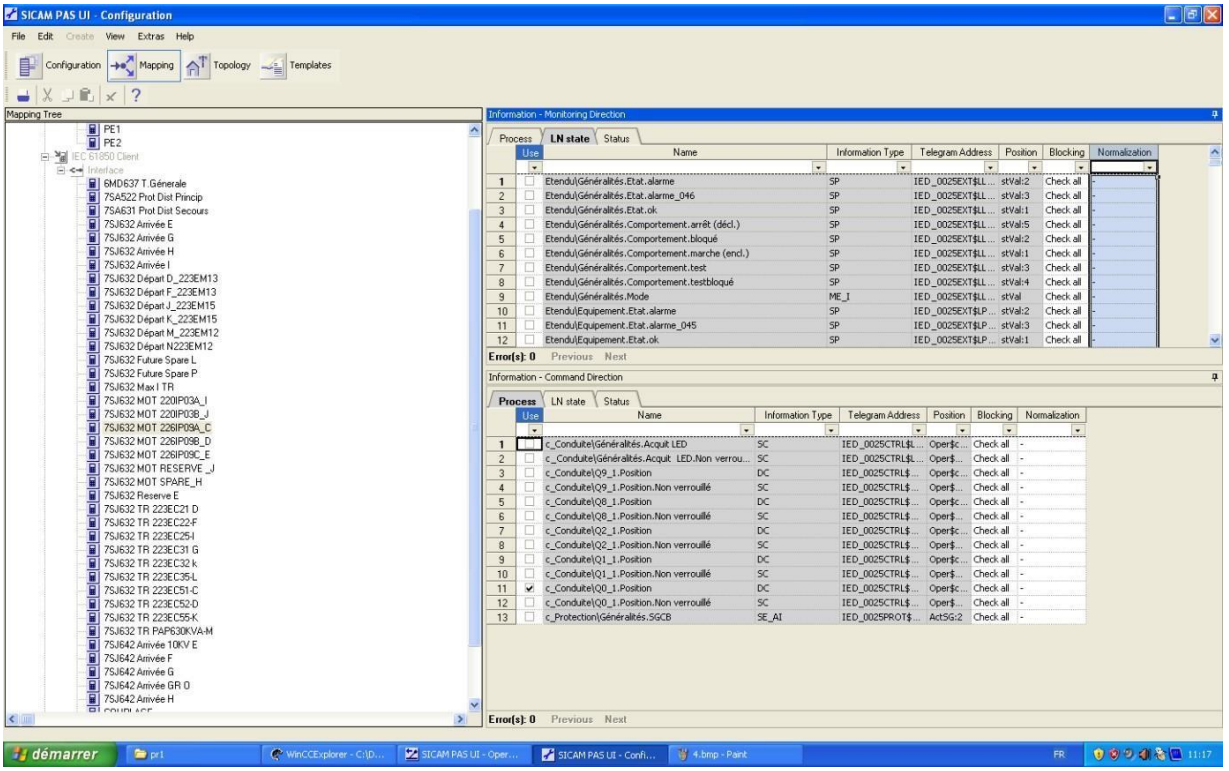

Figure 24: Interface d'insertion des directives de la fonction commande.

VI-2-2 Filtrage des informations

Lors de l'affectation, l'utilisation ou non de chaque information doit être signalée en cochant la case qui s'y réfère. Ainsi, il est possible de choisir si une information doit être affichée dans le système de commande et d'affichage SICAM PAS CC.

En général, ces données doivent être exportées automatiquement vers la station PAS CC (voir figure 23) de la hiérarchie inférieure. A ce niveau, on doit sélectionner toutes les informations qui doivent être disponibles pour le système de gestion des messages, le système d'archivage et la gestion des variables.

Toutes les informations sélectionnées pour le système de gestion des messages peuvent être enregistrés dans la liste des alarmes.

Toutes les informations disponibles dans la gestion des variables peuvent être utilisées dans des représentations graphiques telles que des aperçus, des diagrammes de la station ou des diagrammes détaillés.

VI-2-3 Création de la topologie dusite

L'affichage Topologie permet de reporter la structure de la configuration de site et l'origine des informations saisies selon des points de vue topologiques.

Les dénominations attribuées sont adoptées dans le nom de l'information du système de commande et d'affichage (variables SICAM PAS CC).

La procédure est la suivante :

- Création de la structure de base de la configuration et ce par le biais de l'option « arbre topologique » : les objets (Niveau Tension, Tranche) seront utilisés pour indiquer la topologie de site
- Attribution des informations affectées de la configuration aux niveaux correspondants et aux objets topologiques par Glissement-Dépôt.

VI-2-4 Définition des procédures denormalisation

Une multitude d'appareils de saisie des données différents sont souvent utilisés dans des stations de hiérarchie inférieure ou des sites industriels de production. Le fait que les différents composants et appareils enregistrent et affichent les données saisies de manières souvent très différentes peut créer des problèmes.

Des procédés de normalisation transforment ces données en des grandeurs comparables qui peuvent être traitées.

SICAM PAS offre la possibilité de créer les conversions de normalisation suivantes pour une utilisation fréquente :

- Filtrage des valeurs de mesure.
- Inversion (pour entrées / sorties numériques).
- Transformation linéaire (pour entrées / sorties analogiques).

Le type de conversion qui sera effectué sur chaque variable de comptage d'énergie est la transformation linéaire.

Pour cela, il faut déterminer l'échelonnement et la base.

Valeur à la sortie = Entrée x Echelonnement + Base.

Chaque procédure de normalisation définie sera attribuée dans le cadre de l'affectation d'information à la variable de comptage d'énergie correspondante.

La dernière étape de la configuration consiste à l'exportation de l'interface vers le poste de commande et d'affichage SICAM PAS CC. Cette interface contient toutes les données configurées et paramétrées. Cette opération est illustrée par la figure suivante :

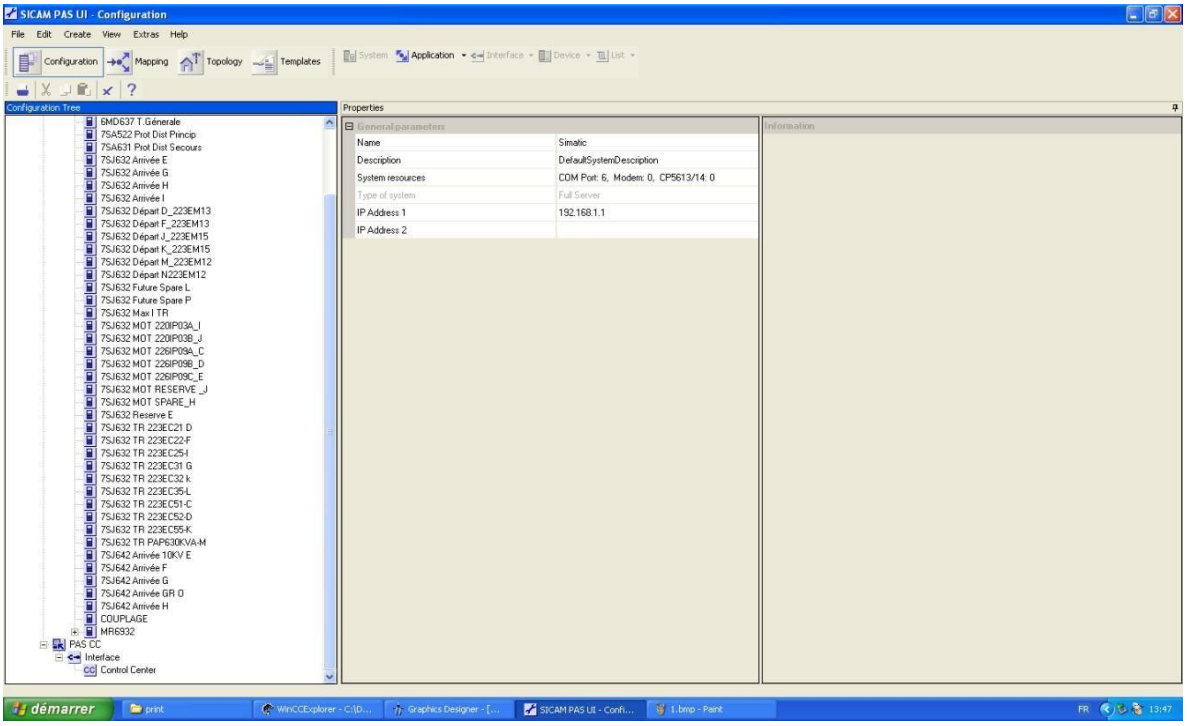

Figure 25: Procédure d'exportation des données de configuration

IV-3 Supervision du poste MT

VI-3-1 Introduction

Les systèmes de supervision permettent de contrôler en temps réel l'évolution des paramètres du poste et de manœuvrer à distance l'appareillage. Il est également possible d'interagir sur certains paramètres.

Ces systèmes sont utilisés :

- Pour des fins d'exploitation. Il est ainsi possible de gérer un poste complètement à distance.
- Pour des fins de maintenance ; surveiller l'évolution de la pression dans le disjoncteur.
- Pour des fins d'optimisation : la gestion de la consommation ou équilibrage de la charge dans les transformateurs.
- Pour la sécurité des biens et des personnes.

Pour aborder cette mission, il a fallu tout d'abord se familiariser avec le logiciel SICAM PAS CC pour le développement des synoptiques et des vues de supervision du réseau MT.

VI-3-2 Mise en oeuvre d'un projet SICAM PAS CC:

Le langage graphique est actuellement le langage le plus utilisé pour le développement des systèmes numériques de supervision et de contrôle-commande vu la facilité de la manipulation, la variété des outils qui le composent et le nombre considérables d'objets que contiennent ses librairies. Pour ce, cette application est basée essentiellement sur l'animation d'objets existant dans la bibliothèque intégrée de SICAM PAS CC.

Pour réaliser des synoptiques via le logiciel SICAM PAS CC, il faut commencer par définir les paramètres de la supervision, en important la base de données et en établissant la communication avec l'extérieur. L'établissement d'une communication opérationnelle s'effectue selon une procédure bien précise que nous allons présenter dans le paragraphe suivant.

VI-3-3 Configuration de la communication

Pour la communication entre le SICAM PAS CC et SICAM PAS, la première étape consiste à choisir le canal de communication adéquat. Pour cela, il faut aller à « stock de variables » puis à « ajouter pilote » et choisir le pilote « SICAM PAS Protocol Suite ».

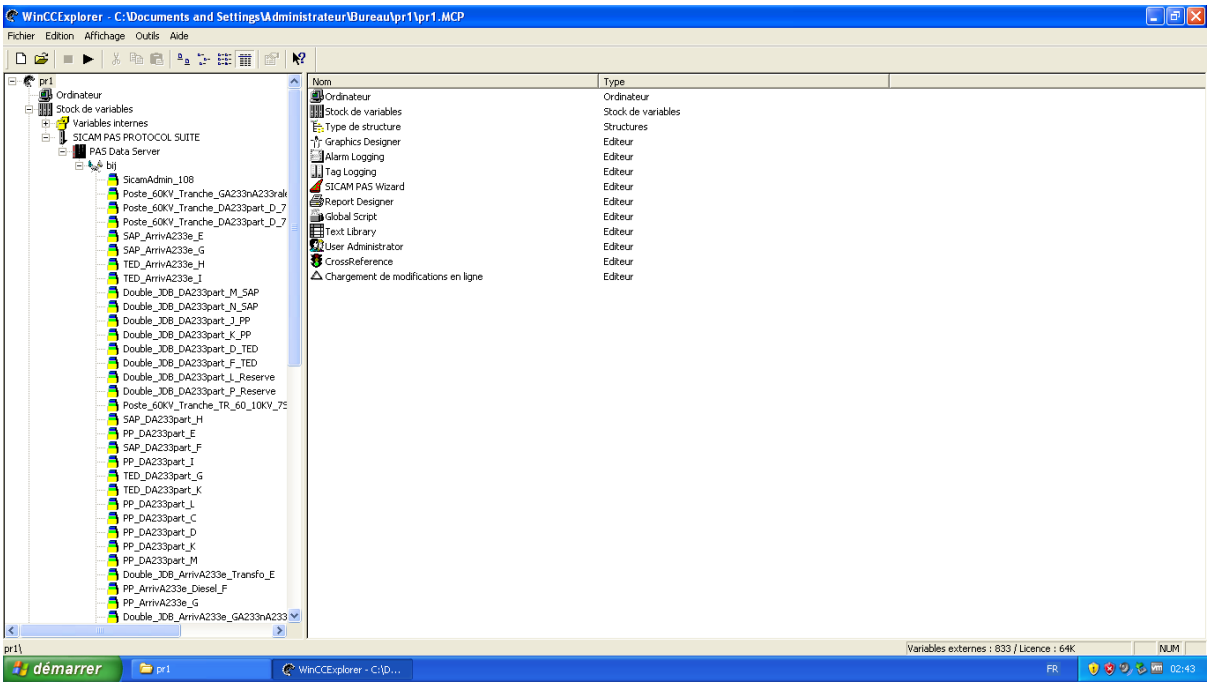

Figure 26: communication entre le SICAM PAS CC et SICAM PAS

➢ Importation de la base de données:

Après avoir configuré la communication, l'étape suivante consiste à importer les données à partir de SICAM PAS.

La base de données est constituée de variables représentant les données que SICAM PAC CC doit surveiller. L'opération de l'importation s'effectue via l'outil « SICAM PAS Wizard » et ce en passant par cinq principales étapes :

- Création d'une station (importation de l'interface générée par SICAM PAS).
- L'importation de la base de données.
- Paramétrage spécifique pour la station.
- Paramétrage spécifique pour le projet.
- Téléchargement des données.

VI-3-4 Résultats de la mise en oeuvre

La vue de démarrage de l'application est représentée par la figure 27 :

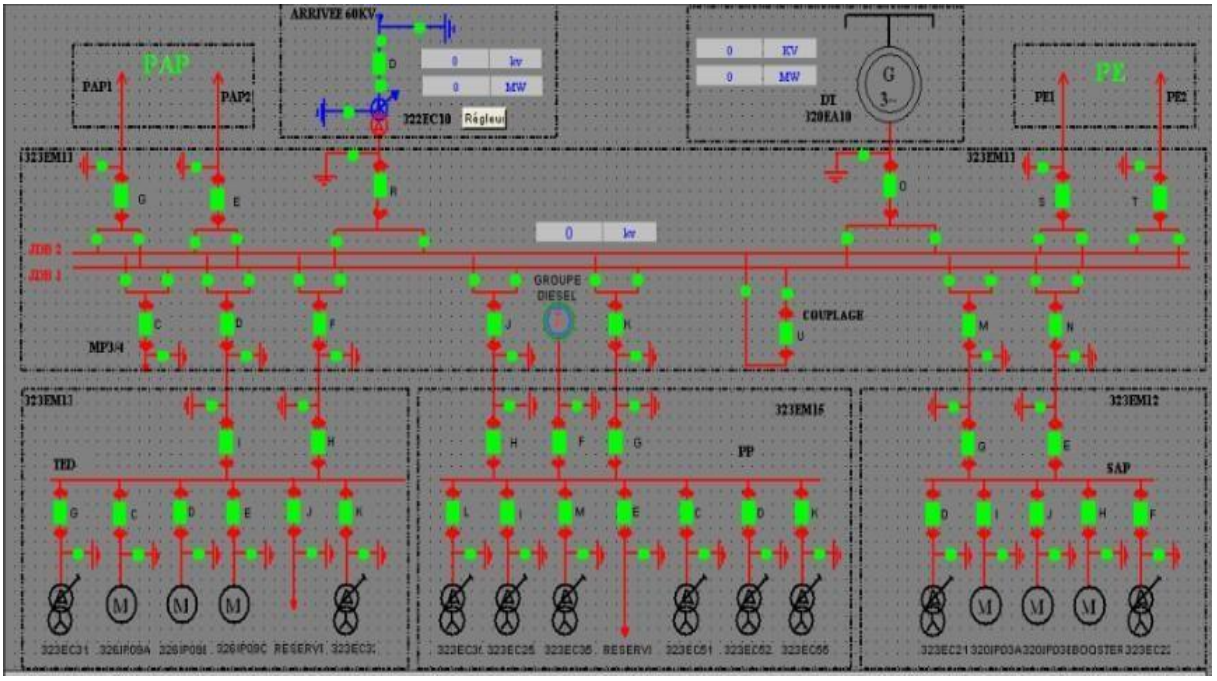

Figure 27:vue de démarrage de l'application (schéma unifilaire)

A partir de cette fenêtre, l'utilisateur peut choisir un des disjoncteurs et afficher l'ensemble des paramètres du disjoncteur ou du départ choisi.

- Menu Principal :

Le synoptique suivant fait appel aux autres synoptiques donnant des informations plus précises sur chaque atelier.

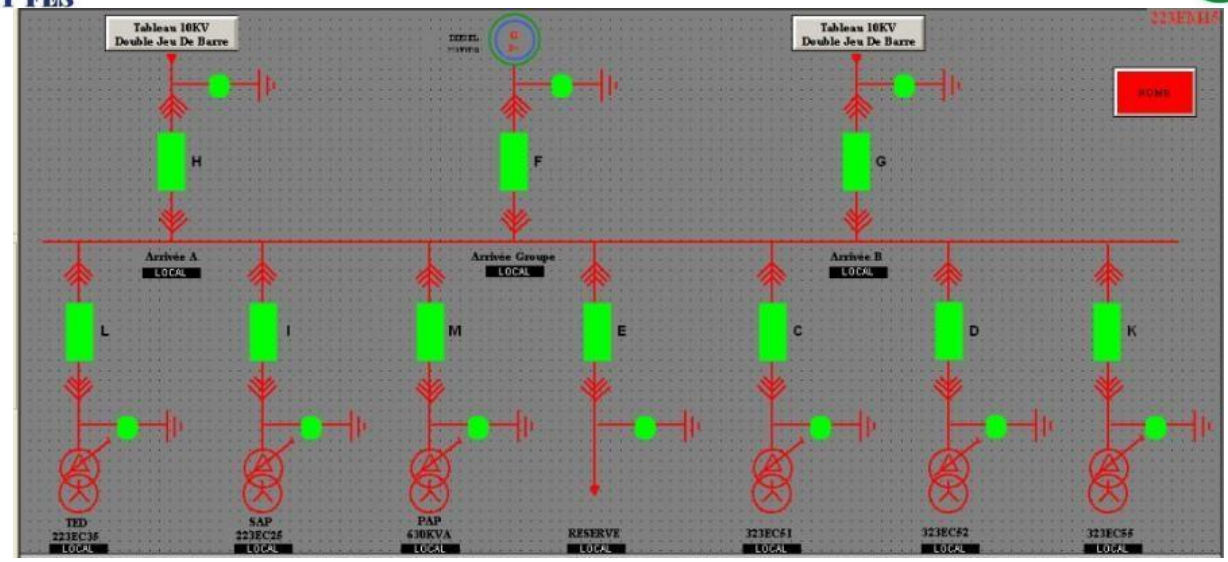

Figure 28: VUE GENERALE DU SYSTEME DE SUPERVISION DU POSTE MT.

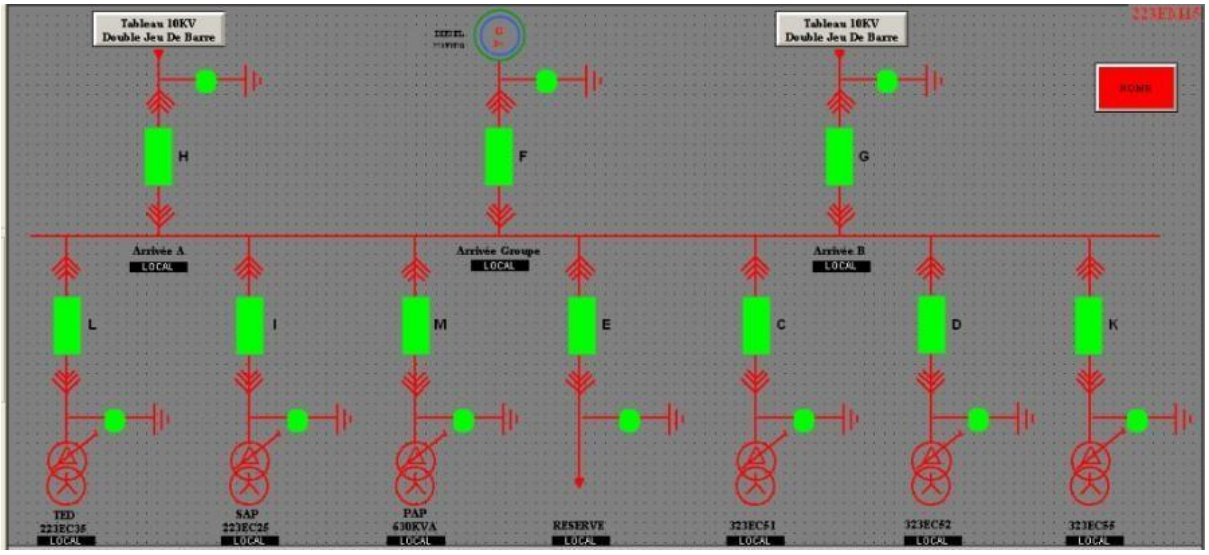

Figure 29: LA VUE DE CENTRALE ELECTRIQUE DE JFC

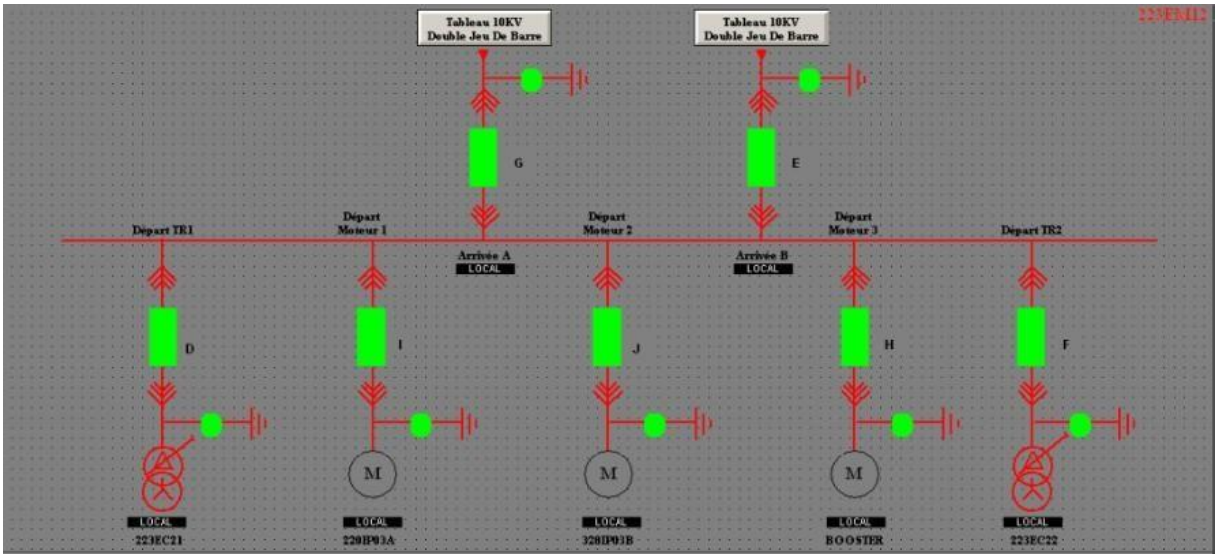

Figure 30: SYNOPTIQUE DE L'ATELIER DE LA PRODUCTION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

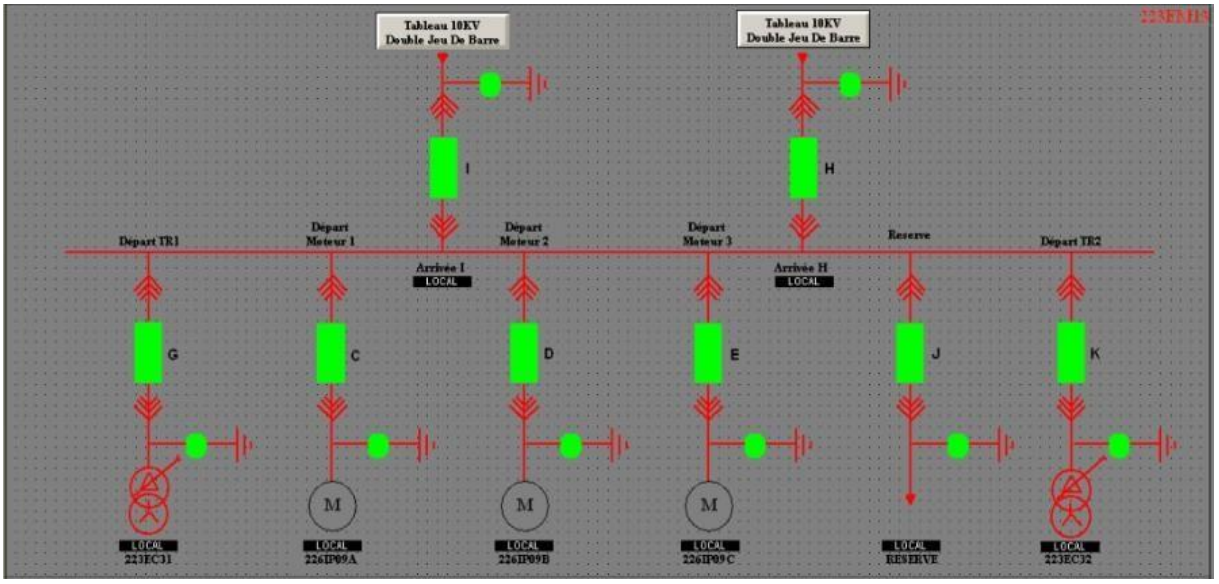

Figure 31: SYNOPTIQUE DE L'ATELIER TED

- Mesure des grandeurs électriques :

Etant donné que nous disposons des données nécessaires, nous avons créé un graphique pour chaque départ MT et arrivée MT. Ces graphiques servent à la visualisation des mesures, à savoir:

- Les tensions phase-phase.
- Le court de chaque phase.
- L'énergie active P.
- L'énergie réactive Q.

Les mesures obtenues aident à contrôler la sécurité des biens et des personnes, ainsi qu'à la continuité de la conduite de l'installation.

La figure illustre le synoptique d'un départ moteur.

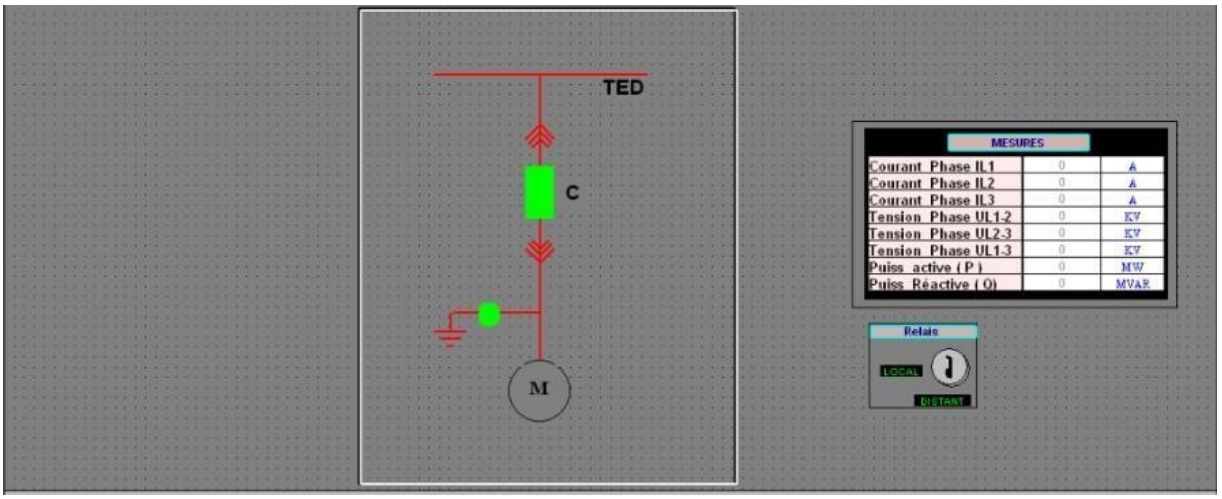

Figure 32: Synoptique d'un départ moteur en TED.

- Les courbes :

L'outil SICAM Valpro sert au traitement et l'impression des mesures archivées sans changement du contenu de l'archive original, et à la présentation de ces mesures sous forme de courbe.

- Comptage d'énergie :

Comme nous l'avons précédemment signalé, parmi les nouvelles fonctionnalités introduites, les compteurs d'énergie. Compte tenu de son importance pour la gestion et l'optimisation de l'énergie, ces éléments devraient absolument figurer dans l'application de supervision.

La figure donne tous les renseignements sur les consommations d'énergie suivantes :

- Consommations des transformateurs MT.
- Consommation des moteur 10KV.
- Consommation de chaque atelier (PAP, SAP, TED, ENGRAIS et Centrale thermoélectrique).
- L'énergie délivrée par GTA.
- L'énergie consommée par l'ONE.
- L'énergie délivrée par l'ONE.

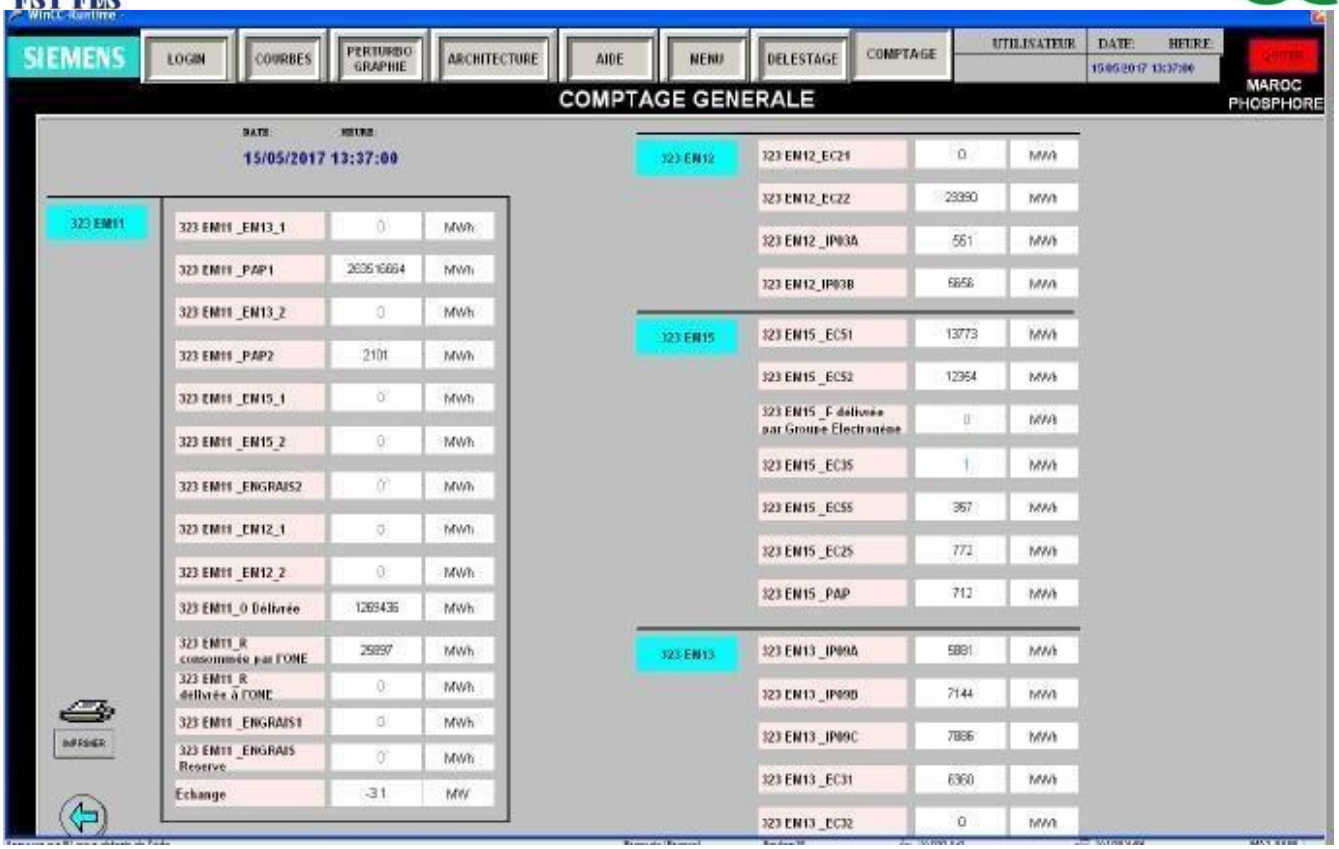

Figure 33: RELEVE DE CONSOMMATION DE L'ENERGIE.

- Les autorisations :

La mise en place d'un mot de passe permet de sécuriser les actions et l'accès aux différentes fonctions de contrôle-commande. Chaque utilisateur peut avoir son mot de passe en fonction du niveau d'autorisation. Un nombre illimité de mots de passe peut-être créé et chaque utilisateur peut avoir accès à différentes fonctions ou à un simple affichage.

Pour cela nous avons créé deux groupes d'utilisateur, groupe des techniciens qui peuvent juste commander les organes de coupure et visualiser les différentes vues et mesures, et un groupe de chefs d'ateliers qui ont l'accès à la totalité des fonctions. Ceci est l'objet de la figure suivante.

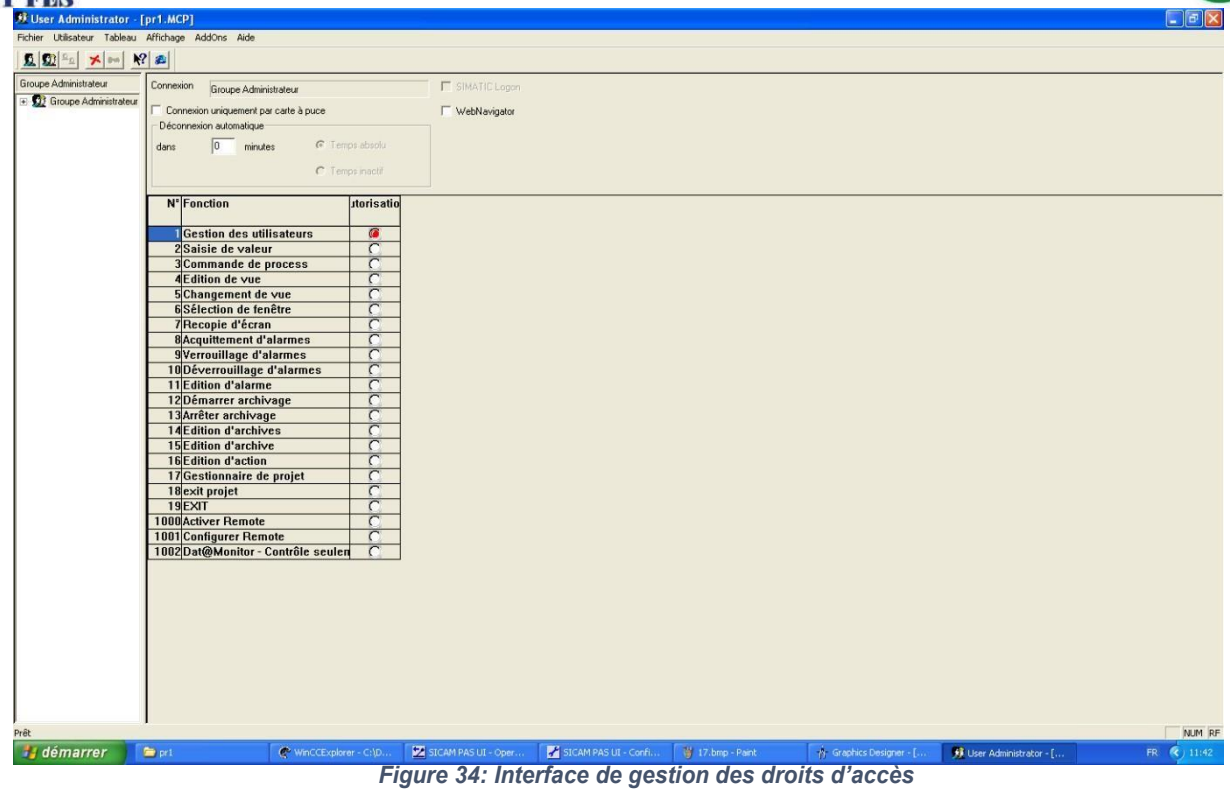

Figure 34: Interface de gestion des droits d'accès

VI-3 Conclusion

Le chapitre IV est la synthèse des travaux réalisés au cours de ce projet de fin d'études. L'enchainement de cette partie est le suivant :

- La configuration de la station par les outils offerts par SICAM PAS UI- Configuration.
- Le paramétrage de la communication et l'importation de la base de données
- Les fonctions de contrôle prescrites dans le cahier de charges réalisées.

L'usage de ce système de supervision est une parfaite résorption des majeurs problèmes sécuritaires et fonctionnelles que peut connaitre une installation électrique telle que celle du poste MT de l'unité JFC V.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études porte sur la mise en œuvre d'un système permettant le contrôle et la supervision du réseau moyenne tension de Jorf Fertilizers Company 5.

J'ai essayé de présenter ce travail en quatre phases :

D'abord, il m'a été essentiel de faire une étude de l'installation électrique de l'usine en vue d'identifier les consommateurs importants d'énergie électrique.

Par suite, une étude des relais de protection numériques installés dans le poste de distribution MT était effectuée afin de donner une vue sur l'ensemble des caractéristiques et domaines d'application de ces relais.

Ainsi nous avons réalisé aussi une étude de l'architecture de contrôle commande du poste de distribution MT pour assurer une automatisation et une surveillance locale du poste.

La dernière phase était réservée à la mise en place de l'application de supervision.

J'ai répondu aux cahiers de charges, le système de supervision est installé de nouveau ce qui permettra aux agents de maîtriser parfaitement le contrôle et la conduite du réseau MT avec une grande souplesse d'utilisation.

Au terme de ce travail, je peux confirmer que ce projet m'a été d'un grand apport. En effet, il m'a permis d'approfondir mes connaissances techniques et d'appliquer divers concepts technologiques en plusieurs matières. Se familiariser avec les logiciels utilisés n'était pas facile au début, mais c'est une occasion de maîtriser de nouveaux concepts.

Il m'a également offert l'opportunité de découvrir l'environnement industriel et les conditions de travail. Il a constitué en ce sens une expérience très riche aussi bien au niveau technique qu'au niveau relationnel.

Annexe

La communication industrielle

Les couches OSI

Chaque type de liaison a son propre protocole établi par des normes. Par contre, tous les protocoles respectent un découpage en sept niveaux appelés couches OSI. Chaque couche a pour rôle de recevoir des informations élémentaires de la couche inférieure, de les traiter et de fournir des informations plus élaborées à la couche supérieure.

Les produits disponibles utilisent les couches 1,2 et7.

 Couche1 : physique

C'est la couche spécifique à la « tuyauterie » du réseau. Elle permet de transformer un signal en signal compatible avec le support choisi (cuivre, fibre optique, HF, etc...).Cette couche fournit des outils de transmission de bits à la couche supérieure, qui les utilisera sans se préoccuper de la nature de medium utilisé.

 Couche2 : liaison de données

Cette couche assure le contrôle de la transmission des données. Une trame doit être envoyée ou reçue en s'affranchissant d'éventuels parasites sur la ligne. Le contrôle est effectué au niveau du paquet de bits (trame) au moyen d'un « checksum » ; cette couche fournit des outils de transmission de paquets de bits (trames) à la couche supérieure. Les transmissions sont « garanties » par des mécanismes de contrôle de validité.

 Couche 7 : application

Le rôle de la couche application est de fournir une interface entre l'utilisateur et le réseau.

Les données transmises

Le signal transmis d'un appareil à l'autre est un élément binaire appelé bit. Chaque type de liaison numérique définit un niveau analogique (niveau de tension) pour les 0 logiques et les 1

logiques. L'information est codée sur un ensemble de bits, le tout formant une trame de communication.

Le support de communication

Cette trame de communication va transiter d'un point à l'autre du bus sur un support appelé média ou médium de communication. Suivant le type de technologie choisie, ce média peut être une paire de fils de cuivre, une liaison Ethernet, du câble coaxial, de la fibre optique, une liaison téléphonique RTC ou GSM, voire même des ondes radio. Ce support dépend du type de transmission retenue et de l'environnement.

Les protocoles de communication

Le protocole MODBUS

Le protocole MODBUS consiste en la définition de trames d'échange.

Le protocole MODBUS ne définit que la structure des messages et leur mode d'échange.

On peut utiliser n'iceiorte quel support de transmission RS 232, RS 422 ou RS 485, mais la liaison RS 485 est la plus répandue car elle autorise les « multipoints ».

Adressage :

- Les abonnés du bus sont identifiés par des adresses attribuées par l'utilisateur.
- L'adresse de chaque abonné est indépendante de son emplacement physique.

Le protocole Ethernet

Le premier réseau Ethernet fut conçu au milieu des années 1970 par Robert Metcalfe et son assistant David Boggs.). La technologie Ethernet a conquis depuis la majeure partie du marché. Basée sur la seule possibilité d'envoyer des informations à une station distante, où Il n'y a pas de contrôle de délivrance de la trame et seul un calcul de CRC (Checksum) permet de valider ou non la transmission.

Ethernet permet donc la diffusion des informations sur un réseau local simple. Cela grâce aux points suivants :

- Première technologie haut débit grand public, moins complexe, moins chère que les technologies concurrentes et plus flexible.

Deux topologies différentes qui sont bus et étoile.

- Multi supports permettant d'être capable de faire usage de câbles coaxiaux, de fils en cuivre à paires torsadées ou de fibres optiques.
- Offre d'une large gamme de débit avec 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps et 10 Gbps.

Exemple de feuille de comptage journalière :

JFC V Jorf Fertilizers Company V S.A 02/06/2017 10:42:14

RELEVE JOURNALIER DES COMPTEURS ELECTRIQUES JFCV

JOURNEE DU: 02/06/2017 10:42:14

ATELIER CENTRALE				
Dep.Transf.51 (Mwh)	Dep.Transf.52 (Mwh)	Dep.Transf.55 (Mwh)	320IP03A (Mwh)	320IP03B (Mwh)
19	10	1	13	0

ATELIER CENTRALE		
326IP09A (Mwh)	326IP09B (Mwh)	326IP09C (Mwh)
2	13	13

ECHANGE	
Echange à 7h (MW)	GTA (Mwh)
-2,461546	351

ATELIER SAP		
Dep.Transf.21 (Mwh)	Dep.Transf.22 (Mwh)	Dep.Transf.25 (Mwh)
0	27	1

ATELIER TED		
Dep.Transf.31 (Mwh)	Dep.Transf.32 (Mwh)	Dep.Transf.35 (Mwh)
5	0	0

ATELIER PAP		
PAP N°1 (Mwh)	PAP N°2 (Mwh)	TR.ECLAIR (Mwh)
81	0	1

ATELIER ENGRAIS	
PE N°1 (Mwh)	PE N°2 (Mwh)
97	0

Bibliographies

- DIGSI_V4_FRENCH_Manual.
- 7SJ62-64_Manual_A2_Spec_techn_fr.
- 7SD52_Manual_A2_Spec_techn_fr.
- SECURE_SICAM-PAS_Complete-Aras
- SIPROTEC-Manual_A2_V990202_FR
- www.wikipedia.org
- http://w3.siemens.com/smartgrid/global/en/products-systems-solutions/protection/combined-line-differential-and-distance-protection/pages/7sd52_53.aspx
- http://www.streamx.ch/fileadmin/user_upload/pdf/Energy-CEI61850.pdf
- www.siemens.com