



CONCEPTION DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE ET DU SYSTEME DE CÔNTROLE-COMMANDE DE LA STATION DE RELEVAGE SUR L'ETAGE DE KOROFINA

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN ENERGIE
OPTION : GENIE ELECTRIQUE

Présenté et soutenu publiquement le 30 Octobre 2015 par

Cédric TAYOU KAMKUMO

Travaux dirigés par: Ing. Henri KOTTIN
Ing. Jean-Claude POUGET

Jury d'évaluation du stage :

Président : Ing. Justin BASSOLE

Membres et correcteurs : Ing. Henri KOTTIN
Ing. Jacques KONANE

Promotion [2014/2015]



A

DIEU tout puissant

Mes Parents KAMKUMO et NOUMSI Josette,

Mes frères et sœur : FOGUEM KAMKUMO Armand, KOM KAMKUMO Serge,

KAMTCHUENG KAMKUMO Rollyne, KAMMOGNE KAMKUMO Raïssa,

MORTCHUENG KAMKUMO Ariane,

Mes camarades de promotion,

Tous ceux et celles qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce projet.

REMERCIEMENTS

Qu'il me soit permis tout d'abord d'adresser mes très sincères remerciements à monsieur Djibrilla Alhousseyni MAIGA Directeur de MES INTERNATIONAL pour m'avoir accueilli en tant que Stagiaire dans sa prestigieuse entreprise.

Toute ma gratitude va à mon encadreur académique monsieur Henri KOTTIN Ingénieur-chercheur au LESEE, ceci pour avoir accepté d'encadrer mes travaux de mémoire.

Je remercie tout naturellement mon encadreur de mémoire, monsieur Jean-Claude POUGET d'avoir été plus qu'un encadreur ; la confiance qu'il m'a accordé et la pertinence de ses conseils m'ont beaucoup aidé pour mener à bien ce mémoire.

Je voudrais aussi témoigner toute ma reconnaissance au personnel du Groupement MES INTERNATIONAL qui a contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à toute l'administration et du corps enseignant de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et l'Environnement pour tous les efforts déployés quotidiennement pour assurer une formation de qualité et à la hauteur des attentes du monde.

SOMMAIRE

| | |
|---|-------------|
| REMERCIEMENTS | ii |
| RESUME | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS | viii |
| LISTE DES TABLEAUX | ix |
| LISTE DES FIGURES | xi |
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET ET DE L'ENTREPRISE | 2 |
| I. Présentation Entreprise | 2 |
| 1.1 Le Groupe MES INTERNATIONAL..... | 2 |
| 1.2 Présentation de la structure d'accueil | 2 |
| II. Contexte du projet | 3 |
| 2.1 Justification du projet et situation géographique..... | 3 |
| 2.1.1 Justification du projet | 3 |
| 2.1.2 Situation géographique..... | 3 |
| 2.1.3 Construction de la station de relevage | 4 |
| 2.1.4 Les travaux annexes du projet réalisés par les différents intervenants | 4 |
| CHAPITRE 2 : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA STATION DE RELEVAGE..... | 5 |
| I Etude hydraulique | 5 |
| 1.1 Méthodologie de dimensionnement | 5 |
| 1.2 Application de la méthodologie et résultat..... | 5 |
| 1.2.1 Détermination du débit nominal | 5 |
| 1.2.2 Détermination de la hauteur manométrique totale (HMT) | 7 |
| 1.2.3 Détermination du NPSHdisponible | 8 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 1.2.4 | Choix de la pompe | 8 |
| II | Etude électrique de l'installation..... | 9 |
| 2.1 | Partie Puissance | 9 |
| 2.1.1 | Architecture de l'installation électrique..... | 9 |
| 2.1.2 | Méthodologie de dimensionnement | 10 |
| 2.1.3 | Application de la méthodologie et résultats | 13 |
| 2.2 | Partie commande | 27 |
| 2.2.1 | Analyse fonctionnelle et configuration de l'automate..... | 27 |
| 2.2.2 | Méthodologie de conception | 31 |
| 2.3.3 | Application de la méthodologie et résultats | 32 |
| III | Télégestion | 39 |
| 3.1 | Définition et fonctionnement du système | 39 |
| 3.2 | Architecture du système..... | 41 |
| 3.3 | Bilans de liaisons | 41 |
| 3.3.1 | Hypothèses..... | 42 |
| 3.3.2 | Liaison château d'eau-station de relevage | 42 |
| 3.3.3 | Liaison bache de stockage-station de relevage..... | 44 |
| 3.3.4 | Liaison station de relevage-poste central | 45 |
| | CHAPITRE 3 : ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE | 47 |
| I | Compensation de l'énergie réactive | 47 |
| II | Réduction des harmoniques dans le réseau | 48 |
| III. | Résultats et discussions de la compensation d'énergie réactive..... | 49 |
| 3.1 | Résultats..... | 49 |
| 3.2 | Discussions | 50 |
| | CONCLUSION..... | 51 |
| | BIBLIOGRAPHIE | 52 |
| | WEBOGRAPHIE | 52 |

| | |
|---|-----------|
| LISTE DES ANNEXES | 53 |
| ANNEXES N°1 : PARTIE PUISSANCE | 53 |
| ANNEXE N°2 : PARTIE COMMANDE | 68 |
| ANNEXE N°3 : TELEGESTION | 75 |
| ANNEXE N°4 : EFFICACITE ENERGETIQUE..... | 79 |

RESUME

Ce mémoire de fin de master en génie énergétique et électrique, option génie électrique fait l'objet d'un stage effectué dans l'entreprise MES INTERNATIONAL et porte sur le thème «CONCEPTION DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE ET DU SYSTEME DE CÔNTROLE-COMMANDE DE LA STATION DE RELEVAGE SUR L'ETAGE DE KOROFINA». Il a été question pour nous de mettre en place une pompe d'adduction d'eau, en série sur le réseau déjà existant qui jouera le rôle de surpresseur, afin de maintenir de façon constante la pression de refoulement nécessaire à l'acheminement de l'eau, depuis la station de pompage, sis au quartier DJIKORONI, jusqu'au château d'eau, sis au quartier KOROFINA. Ainsi, grâce à une étude technico-économique de la partie hydraulique du projet, nous avons opté pour une pompe centrifuge ayant une HMT de 33,5m. Au cours de l'étude technico-économique, il a été aussi question de concevoir l'installation électrique (partie puissance et partie commande) au respect des normes en vigueur, en fonction du cahier de charge, établir une analyse fonctionnelle et écrire le programme d'automatisation du système, enfin, concevoir un système de télégestion pour le contrôle et la commande de notre station. Pour terminer faire une étude d'efficacité énergétique de la station de relevage. Au terme de cette étude, il en ressort que, grâce à la compensation d'énergie réactive, en augmentant notre facteur de puissance à 0,96 on obtient une réduction annuelle du coût de l'énergie de 3,4%.

Mots Clés :

1. Station de relevage
2. Surpresseur
3. Pression de refoulement
4. Constante
5. Analyse fonctionnelle
6. Korofina
7. Djikoroni

ABSTRACT

This graduation paper in energetics and electrical engineering with a major in electricity is the object of an internship done at the enterprise MES INTERNATIONAL. It is based on the topic: «CONCEPTION OF ELECTRICAL INSTALLATION AND THE MONITORING PUMPING SYSTEM OF THE FLOOR OF KOROFINA». We had to realise a drinking water conveyance pump, connected with the existing grid, which will play the role of booster to maintain constantly the force back pressure necessary to carry the water from the pumping plant at DJIKORONI district to the water tower at KOROFINA district.

Therefore, thanks to the hydraulic technical and economic study of the project, a centrifugal pump with TDH of 33,5m. During the technical study, regarding the standards and the set of specifications an electrical installation has been designed, a functional analysis and an automation program have been realised to monitor and to command the pumping plant. Finally, an energy efficiency study of the plant has been carried. At the end of the study, we notice that through the compensation of the reactive energy, by increasing the power factor to 0,96, the annual cost of energy is reduced by 3,4%.

Key Words

1. Water raising plant
2. Booster
3. Force back pressure
4. Constant
5. Functional analysis
6. Korofina
7. Djikoroni

LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AEP : Adduction d'Eau Potable
API : Automate Programmable Industriel
ASI : Alimentation Sans Interruption
DDR : Dispositifs Différentiels Résiduels
EDM : Electricité Du Mali
Hg : Hauteur géométrique
HMT : Hauteur Manométrique Totale
MES : Mali Electricité Service
NPSHr : Net Positive Suction Head Requis
Pdc : Perte de charge
PID : Proportionnel Intégral Dérivé
PR : Polyéthylène Réticulé
PVC : Polyvinylchloride
RTU : Remote Telemetry Unit
SOMAGEP : Société Malienne de Gestion des Eaux Potables
TDH : Taux de Distorsion Harmonique
TDH : Total Dynamic Head
TGBT : Tableau Général Basse Tension
TOR : Tout Ou Rien
TT : Neutre à la Terre et Masse à la Terre

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Caractéristiques de la conduite d'aspiration et de refoulement..... | 7 |
| Tableau 2: Calcul de la HMT..... | 7 |
| Tableau 3: Calcul de la charge nette à l'aspiration..... | 8 |
| Tableau 4: Bilan de puissance active..... | 16 |
| Tableau 5: Bilan puissance réactive..... | 17 |
| Tableau 6: Choix du transformateur..... | 18 |
| Tableau 7: Bilan de puissance en régime normal..... | 18 |
| Tableau 8: Calcul de la puissance apparente maximale transitoire..... | 19 |
| Tableau 9: Choix des calibres de disjoncteurs de protection..... | 20 |
| Tableau 10: Choix des sections de câble..... | 22 |
| Tableau 11: Calcul de chute de tension..... | 23 |
| Tableau 12: Calcul du courant de court-circuit maximal et choix des dispositifs de protection et de coupure..... | 24 |
| Tableau 13: Vérification de la résistance des câbles au courant de court-circuit maximal..... | 25 |
| Tableau 14: Liste des entrées TOR..... | 32 |
| Tableau 15: Liste des entrées ANA..... | 33 |
| Tableau 16: Liste des sorties TOR..... | 33 |
| Tableau 17: Liste des sorties ANA..... | 34 |
| Tableau 18: Bilan de consommation de l'API..... | 34 |
| Tableau 19: Bilan de puissance des charges alimentées par le transformateur..... | 36 |
| Tableau 20: Bilan de puissance de charges alimentées par l'alimentation DC..... | 36 |
| Tableau 21: Bilan de puissance de charges alimentées par l'onduleur..... | 37 |
| Tableau 22: Choix du calibre des appareils de protection..... | 38 |
| Tableau 23: Pertes d'insertion en fonction du type de câble [8]..... | 43 |
| Tableau 24: Bilan de liaison entre antenne château d'eau et station de relevage..... | 44 |
| Tableau 25: Bilan de liaison bache de stockage - station de relevage..... | 45 |
| Tableau 26: Bilan de puissance poste centrale et station de relevage..... | 46 |
| Tableau 27: Choix de la puissance de la batterie de compensation..... | 47 |

| | |
|---|----|
| Tableau 28: Consommation par tranche horaire | 49 |
| Tableau 29: Simulation du fonctionnement de la station de relevage | 50 |
| Tableau 30: Valeurs définies par EDM..... | 50 |
| Tableau 31: Bonification due à la compensation d'énergie réactive..... | 50 |
| Tableau 32: Calcul de la puissance active sans la motopompe | 56 |
| Tableau 33: Calcul de la puissance réactive sans la motopompe | 57 |
| Tableau 34: Calcul de la puissance active sans charges de base | 58 |
| Tableau 35: Calcul de la puissance réactive sans charges de base | 58 |
| Tableau 36: Calcul du courant d'emploi et choix des calibres de disjoncteurs | 59 |
| Tableau 37: Mode de pose et caractéristiques des câbles | 63 |
| Tableau 38: calcul de court-circuit maximal sans apport du moteur de la pompe | 64 |
| Tableau 39: Choix de disjoncteur terminaux | 65 |
| Tableau 40: Choix des interrupteurs différentiels..... | 66 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1: Schéma synoptique du réseau hydraulique | 6 |
| Figure 2: Caractéristiques du groupe motopompe. Source : Dossier documentation constructeur | 8 |
| Figure 3: Architecture de l'installation électrique | 9 |
| Figure 4: Automate de type PREMIUM | 32 |
| Figure 5: Raccordement de l'antenne [7] | 43 |
| Figure 6: Schéma unifilaire 1 | 53 |
| Figure 7: schéma unifilaire 2 | 54 |
| Figure 8: Schéma unifilaire 3 | 55 |
| Figure 9: Choix du groupe électrogène. Source :Groupes électrogènes CATERPILLAR | 58 |
| Figure 10: Choix du calibre du disjoncteur de tête. Source : guide d'exploitation 09/2009 « Compact NSX micrologic 5/6 » | 60 |
| Figure 11: Choix du variateur de vitesse. Source : catalogue SCHNEIDER juin 2010 « Variateurs de vitesse Altivar 61 et Altivar 61 plus » | 60 |
| Figure 12: Choix du calibre du disjoncteur de la motopompe. Source : guide d'exploitation 09/2009 « Compact NSX micrologic 5/6 » | 61 |
| Figure 13: choix du disjoncteur et contacteur de la motopompe. Source : catalogue SCHNEIDER juin 2010 « Variateurs de vitesse Altivar 61 et Altivar 61 plus » | 61 |
| Figure 14: Choix des départs moteurs des vannes. Source : Catalogue SCHNEIDER 2012 « Démarreurs et équipements nus TeSys » | 62 |
| Figure 15: Sélectivité entre appareillages de protection : Source : « Compléments techniques distribution électrique BT et HTA-2012 » | 66 |
| Figure 16: Choix du parafoudre. Source : « Protection contre la foudre Guide 2009 » .. | 67 |
| Figure 17: Choix du jeu de barre | 67 |
| Figure 18: Schéma de principe de régulation | 68 |
| Figure 19: Architecture de l'installation partie commande | 69 |
| Figure 20: Choix du type de processeur. Source : « Automatisme et contrôle 2010-2011 » | 72 |
| Figure 21: Choix du module d'alimentation du rack | 73 |

| | |
|--|----|
| Figure 22:Graphes de fonctionnement des transformateurs de séparation des circuits sous 35° et 50°C. Source : « Automatismes et contrôle 2010-2011 »..... | 74 |
| Figure 23: Présentation du modem ARM-SE. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »..... | 75 |
| Figure 24: Choix de l'antenne pour ARM-SE. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »..... | 76 |
| Figure 25: Choix de l'antenne pour ARM-DA. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »..... | 76 |
| Figure 26: Choix du canal de fonctionnement du système. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »..... | 77 |
| Figure 27: Présentation du modem ARM-DA. Source : Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »..... | 78 |
| Figure 28: Choix du filtre passif. Source : catalogue schneider Juin 2010 « variateur de vitesse Altivar 61 et Altivar 61 plus pour moteurs triphasés de 0,75 à 2400 kW »..... | 79 |
| Figure 29: valeurs limites du taux de distorsion harmonique de courants. Source : Guide d'exploitation SCHNEIDER 09/2009 « Compact NSX Micrologic 5/6 »..... | 79 |

INTRODUCTION

« L'eau est au monde ce que le sang est à notre corps et sans doute d'avantage » ; cette citation de Léonard de Vinci traitait de l'importance de l'eau pour les êtres vivants. L'eau est un élément essentiel pour les organismes vivants aussi bien grâce à ses caractéristiques mécaniques que ses propriétés chimiques. Elle représente jusqu'à 97% de la constitution de ces organismes. Cependant bien qu'étant indispensable pour les êtres vivants, notamment pour les hommes, on note une faible disponibilité des eaux consommables (eaux de surface : eaux de rivière, eaux de sources et eaux souterraines). Ceci s'explique par le fait que les eaux de surface et les eaux souterraines, étant les plus faciles à rendre potables, ne représentent que 5% du volume total des eaux sur la terre. Quant aux eaux de mer représentant 95% du volume total des eaux sur la terre, leur techniques et processus de traitement sont très chers et ont une efficacité relative.

Au Mali, la disponibilité des eaux consommables est encore plus critique suite à sa situation climatique du pays (faible ressources en eaux). Ainsi, pour remédier un tant soit peu à ce problème, une utilisation énorme de la seule ressource en eau de surface (le fleuve Niger) traversant la ville de BAMAKO est faite pour l'alimentation de plusieurs communes de la ville. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet d'AEP du quartier de KOROFINA. Dans ce projet, il sera question de construire une station de relevage qui aura pour rôle principal de maintenir une pression constante dans le réseau d'adduction d'eau potable afin d'acheminer l'eau depuis le fleuve Niger jusqu'au château d'eau du quartier de KOROFINA. Pour cela, il sera question pour nous, de faire le choix du groupe motopompe à installer dans la station, puis, concevoir l'installation électrique (partie puissance et commande), écrire le programme d'automatisation du système afin d'obtenir une pression de refoulement constante en tout temps, concevoir un système de télégestion pour une meilleur efficacité de gestion de notre réseau d'eau, et enfin, faire une étude d'efficacité énergétique de notre station de relevage. Pour une meilleure appréhension de ce travail, le présent mémoire met en évidence trois parties distinctes :

- ❖ Les hypothèses et données de travail
- ❖ La méthodologie et les moyens employés
- ❖ Les résultats issus de l'étude

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET ET DE L'ENTREPRISE

I. Présentation Entreprise

1.1 Le Groupe MES INTERNATIONAL

Le Groupe M.E.S INTERNATIONAL se compte parmi les leaders en énergie dans la sous-région ouest africaine avec près de sept sociétés juridiquement distinctes dont trois localisées au Mali (Bamako), une au Burkina Faso (Ouagadougou), une au Benin (Cotonou), une au Niger (Niamey) et une au Sénégal (Dakar). Société privée de droit Malien, fondée en 2004 par Monsieur Djibrilla Alhousseyni MAIGA, Président Directeur Général. Elle a pour vocation d'intervenir dans les domaines suivants :

- ❖ Conception et construction de centrales thermiques clé en main
 - ❖ Construction de lignes de réseaux électriques
 - ❖ Fourniture et installation d'énergie renouvelable (solaire, éolienne, biomasse.....)
 - ❖ Fourniture et installation de groupes électrogènes
 - ❖ Fourniture de matériels de mines
 - ❖ Fourniture de matériels et de pièces de rechange divers
 - ❖ Location de groupes électrogène, de grues, etc.
 - ❖ Maintenance et réparation
 - ❖ Fourniture et installation de matériels et équipements de matériels hydrauliques
- Elle offre entre autres:
- ❖ Un service après vente
 - ❖ Un service technique spécialisé
 - ❖ La formation et le conseil

1.2 Présentation de la structure d'accueil

La structure d'accueil est installée au Mali depuis 2004 en tant que maison mère du groupe MES INTERNATIONAL

- ❖ Toutes activités ou opérations d'achats, ventes et installations:
 - d'Equipements électriques basses, moyennes, hautes tensions et Courant faible.
 - d'Equipements de production de froid et de tout système de climatisation, ventilation.
 - d'Equipements de production ou de conversion d'énergies, tel que groupe électrogènes, onduleurs, data center, etc.
 - d'Equipements solaires en particulier et Energie Nouvelle et Renouvelable en générale
 - d'Equipements de plomberie – sanitaires et d'autres canalisations.
- ❖ Toutes prestations d'études, d'installations, de maintenance, de réparation, d'expertise et de conseil liées aux courants forts et faibles.
- ❖ Toutes opérations de productions et ventes d'énergies

- ❖ Toutes opérations d'import – export.

II. Contexte du projet

La naissance d'un projet tel que la construction d'une station de relevage en général demande de bonnes raisons et nécessite la participation de plusieurs structures. Dans cette partie, nous vous présenterons la raison d'être de ce projet, sa situation géographique, les activités liées au dit projet et les différents intervenants.

2.1 Justification du projet et situation géographique

2.1.1 Justification du projet

Le quartier de KOROFINA est situé du côté gauche de la rive du fleuve Niger traversant la ville de BAMAKO à environ 8 km. Avec une population de 32.026 habitants au dernier recensement de 2007 et un taux d'accroissement qui ne cesse de s'accroître, ceci due à l'urbanisation, il en ressort une demande en eau assez élevée qui n'est pas prêt de s'arrêter. C'est dans cette optique qu'est née des projets qui ont pour objectif d'augmenter la quantité d'eau à desservir dans le quartier. Mais, la conséquence due à cette initiative est la chute de pression dans le réseau conçu au préalable pour un débit plus faible. Ainsi, pour palier à ce problème, SOMAGEP proposa la mise en place d'une station de relevage sur le réseau d'alimentation qui jouera le rôle de surpresseur afin d'avoir une bonne pression dans le réseau. Et c'est alors que la société dénommée BUILDERS obtenu le marché et la sous-traita avec MES INTERNATIONAL.

2.1.2 Situation géographique

La station de relevage sera implantée dans la commune numéro deux de Bamako, plus précisément le quartier de NIARELA, situé à environ 6,1 km de l'étage de KOROFINA et 7 km de la station de pompage au quartier dit Djikoroni Para .

2.1.3 Construction de la station de relevage

Ce projet fait partie du projet d'augmentation de l'alimentation en eau du quartier de KOROFINA confié à la charge de l'entreprise BUILDERS. Il a pour mission de concevoir, dimensionner, mettre en place les différents éléments qui permettront l'alimentation en eau de l'étage de KOROFINA. C'est ainsi que, l'entreprise BUILDERS fera appeler à la société MES INTERNATIONAL, qui interviendra ici comme sous-traitant afin de dimensionner et mettre en place la partie électrique et automatique de l'installation.

2.1.4 Les travaux annexes du projet réalisés par les différents intervenants

Les travaux annexes effectués dans le cadre de la réalisation du projet d'alimentation en eau du quartier sont :

- ❖ Extension de la station de pompage fait par SOMAGEP
- ❖ Construction des bâtiments de la station de relevage fait par BUILDERS
- ❖ Pose des conduites d'alimentation et organes (vannes, clapet ect...) fait par BUILDERS
- ❖ Pose du surpresseur fait par BUILDERS
- ❖ Construction d'une ligne de 100m d'une tension de 15kV pour l'alimentation de la station de relevage en électricité fait par EDM.

CHAPITRE 2 : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA STATION DE RELEVAGE

Ce chapitre traitera du dimensionnement de notre station de relevage. Tout au long, il sera question pour nous de vous présenter, la méthodologie de dimensionnement que nous allons utiliser dans chaque partie qui sont :

- ❖ Hydraulique
- ❖ Electrique
- ❖ Télégestion

Puis, il sera suivi une étude proprement dite.

I Etude hydraulique

1.1 Méthodologie de dimensionnement

Dans cette partie, l'objectif principal est de faire le choix du supprimeur à installer. Pour cela, on doit déterminer en premier lieu, le débit nominal de la pompe en se basant sur le débit fourni par la station de pompage ayant trois pompes en parallèle, donc deux qui ravitaillent le réseau, et une utilisée comme secours (voir *Figure 1*). En second lieu, déterminer la hauteur manométrique totale (HMT) que la pompe doit vaincre pour acheminer de l'eau dans le château d'eau de KOROFINA. Et enfin, à partir de l'emplacement du supprimeur choisi par SOMAGEP, calculer le $NPSH_{disponible}$ et faire le choix de la pompe.

1.2 Application de la méthodologie et résultat

1.2.1 Détermination du débit nominal

Du fait de la forte consommation journalière ($28\,500\ m^3/j$) de la population de KOROFINA par rapport au faible volume du château d'eau ($5200\ m^3$), les pompes de la station de pompage, en majeure partie du temps, fonctionneront à leur point de fonctionnement optimal, donc à leur débit de conception. La station de pompage possède deux pompes en parallèle, dont une avec un débit de $Q_1 = 850\ m^3/h$ et l'autre de $Q_2 = 750\ m^3/h$. Le supprimeur étant en série avec la station de pompage, par conséquent sera traversé par le débit refoulé par la station de pompage qui est de $Q = 1600\ m^3/h$.

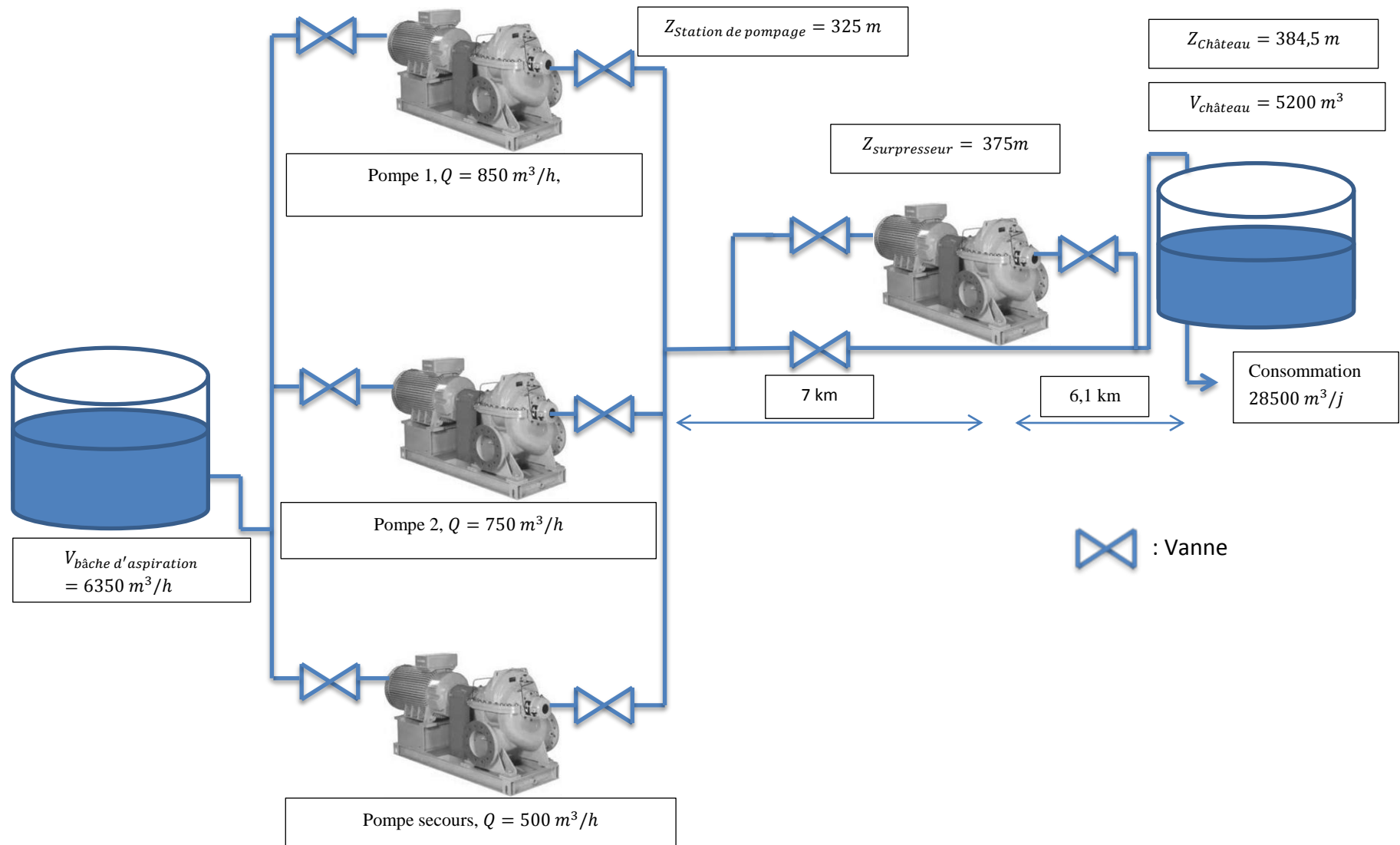


Figure 1: Schéma synoptique du réseau hydraulique

1.2.2 Détermination de la hauteur manométrique totale (HMT)

La HMT est calculée par la formule suivante :

$$HMT (m) = Hg(m) + pdc \text{ totale}(m) + \frac{(P_{STS} - P_C)}{\rho g}$$

Avec $pdc \text{ totale} = pdc \text{ linéaire} + pdc \text{ singulière}$, $Hg = Z_{\text{station de pompage}} - Z_{\text{remplissage}}$, P_{STS} la pression à la sortie de la station de pompage et P_C la pression au niveau du château d'eau qui est égale à la pression atmosphérique.

Notons que la côte de remplissage est située à 1,5m au-dessus de la côte maximale exploitable et les pertes de charges singulières sont estimées à 10% des pertes de charges linéaires. Les pertes de charges linéaires sont déterminées à l'aide de la formule de Manning définit ci-dessous:

$$pdc \text{ linéaire} = \frac{10,29 \times Q^2 (m^3/s) \times L(m)}{K_s^2 \times D_{int}^2 (m)} \text{ Avec}$$

Q : Débit transité dans le tronçon

L : Longueur du tronçon

D_{int} : Diamètre interne de la conduite

K_s : Coefficient de rugosité de Manning [1]

Les caractéristiques de la conduite du réseau sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Caractéristiques de la conduite d'aspiration et de refoulement

| Tronçons | Nature | Coefficient de rugosité | Diamètre intérieur (m) | Longueur (m) |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| Conduite d'aspiration (station pompage-surpresseur) | Fonte revêtement ciment | 90 | 600 | 7000 |
| Conduite de refoulement (surpresseur-château d'eau) | Fonte revêtement ciment | 90 | 600 | 6100 |

A partir des données ci-dessus, nous obtenons la HMT présentée dans le tableau ci-contre :

Tableau 2: Calcul de la HMT

| Tronçons | Pdc linéaire (m) | Pdc singulière (m) | Côte station de pompage (m) | Côte remplissage (m) | Hg (m) | P_{STS} (Pa) | P_c (Pa) | HMT (m) |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------|-------------------|---------------|------------|
| station pompage-surpresseur | 26,78 | 7,11 | 325 | 384,5 | 59,5 | 900000 | 101300 | 32,6 |
| surpresseur-château d'eau | 20,66 | | | | | | | |

1.2.3 Détermination du $NPSH_{disponible}$

Afin d'éviter le phénomène de cavitation qui a pour conséquence la réduction considérable de la durée de vie de la pompe, il faut que la charge nette d'aspiration ($NPSH_{disponible}$) soit supérieur à la capacité d'aspiration ($NPSH_r$) que possède la pompe choisie. La charge nette d'aspiration se calcule par la formule ci-contre :

$$NPSH_{disponible} = \frac{P_{STS} - P_s}{\rho g} - (H_{gasp} + pdc_{asp})$$

Avec :

- P_{STS} : Pression station de pompage (P_a)
- P_s : Pression de la vapeur saturante à 40°C (P_a)
- H_{gasp} : Hauteur géométrique à l'aspiration (m)
- pdc_{asp} : Perte de charge totale (linéaire + singulière) à l'aspiration

C'est ainsi que l'on obtient après calcul les résultats ci-contre :

Tableau 3: Calcul de la charge nette à l'aspiration

| Tronçons | Côte station de pompage (m) | Côte station surpresseur (m) | H_{gasp} (m) | Pdc aspiration (m) | P_{STS} (P_a) | P_s (P_a) | $NPSH_{disponible}$ (m) |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|
| station pompage-surpresseur | 325 | 375 | 50 | 28,79 | 900000 | 7100 | 12,2 |

1.2.4 Choix de la pompe

Au vu des résultats obtenus, SOMAGEP a opté pour une pompe centrifuge de marque FLOWSERVE ayant pour référence **350-LNN-575**. Ci-dessous les caractéristiques de la pompe :

| | |
|-------------------------------------|---|
| CONDITIONS DE SERVICE | |
| Liquide | : Eau potable non corrosive non agressive |
| Température du liquide | : 40°C environ |
| Masse volumique | : 1000 Kg/m ³ |
| Débit nominal | : 1600 m ³ /h |
| Hauteur manométrique totale | : 33.5 mètres |
| SELECTION | |
| Type de Pompe | : 350-LNN-575 en construction standard Fonte / Bronze |
| CARACTÉRISTIQUES DE LA POMPE | |
| Vitesse de rotation | : 985 tr/mn |
| Rendement | : 87.7 % |
| NPSH requis | : 3 mètres |
| Puissance absorbée | : 166 kW |
| Puissance recommandée du moteur | : 225 kW |
| Pression de test hydrostatique | : 12 barg |
| Caractéristiques selon | : ISO 9906 Niveau 2 (Ex ISO 2548) |

Figure 2: Caractéristiques du groupe motopompe. Source : Dossier documentation constructeur

II Etude électrique de l'installation

Faire une étude électrique d'une installation industrielle revient à choisir judicieusement ou à trouver les composants électriques de l'installation à savoir : les sources d'alimentation, les câbles, les appareils de protections, coupure, de sectionnement, de commande, de mesure, de signalisation, et d'alarme.

2.1 Partie Puissance

2.1.1 Architecture de l'installation électrique

Notre installation électrique côté puissance se présentera comme suit :

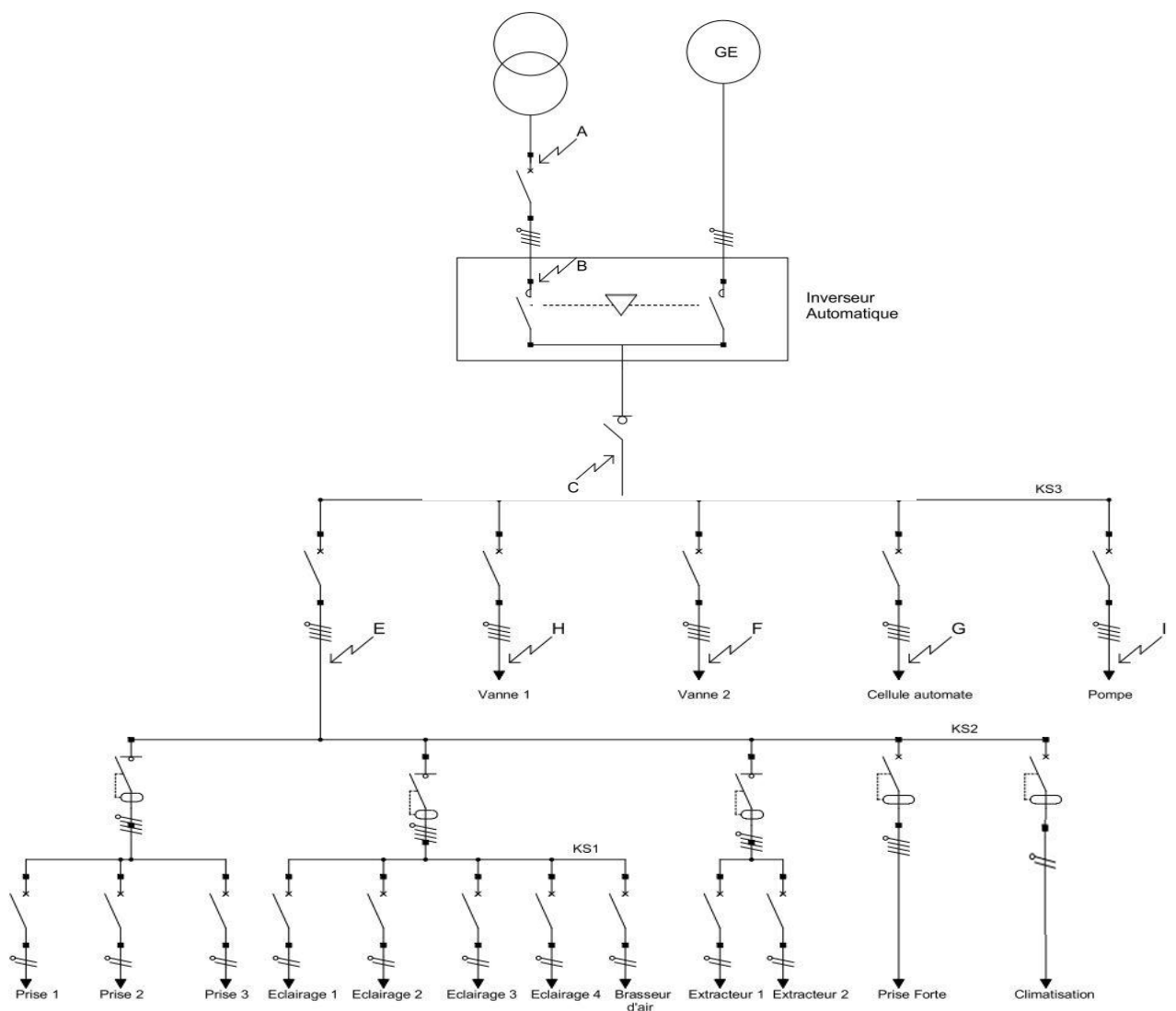


Figure 3: Architecture de l'installation électrique

2.1.2 Méthodologie de dimensionnement

2.1.2.1 Source d'alimentation

a Transformateur

Il s'agira pour nous de :

- ❖ Identifier les besoins à satisfaire et les contraintes imposées ;
- ❖ Relever les caractéristiques de différents récepteurs de notre installation ;
- ❖ Faire le choix du régime du neutre en fonction des conditions d'exploitation et de la nature des installations ;
- ❖ Réaliser le schéma synoptique de l'installation ;
- ❖ Calcul de la puissance apparente.

En se basant sur la norme NFC 15-100 et en fonction des conditions d'exploitation, nous affecterons des coefficients de simultanités à chaque regroupement de récepteur de notre installation. Aussi, en fonction du type de récepteur, il sera défini leur coefficient d'utilisation.

Enfin, établir le bilan de puissance de l'installation. Tout en prenant en compte la possibilité d'extension, faire le choix final de notre transformateur.

b Choix du groupe électrogène

Il s'agira ici, de relever les conditions de fonctionnement des différents récepteurs. Il sera donc question pour nous de :

- ❖ Calculer la puissance apparente de l'installation lorsque les récepteurs fonctionnent en régime établi ;
- ❖ Calculer la puissance apparente de l'installation lorsque les récepteurs fonctionnent en régime transitoire ;
- ❖ Après calcul, faire le choix de notre groupe électrogène possédant une puissance apparente supérieure à la puissance maximale calculée dans les deux conditions citées plus haut.

2.1.2.2 Choix des appareillages

La méthodologie est définie comme suit :

- ❖ Déterminer le courant maximal d'emploi ;
- ❖ Rechercher le dispositif de protection ;
- ❖ Déterminer le courant admissible dans les canalisations ;
- ❖ En déduire la section minimale des conducteurs ;
- ❖ Valider cette section par un calcul de chute de tension ;
- ❖ Calcul des courants de court-circuit ;

- ❖ Choix et vérification de sélectivité entre les dispositifs de protections ;
- ❖ Vérifier que la section de câble choisie peut supporter le courant de court-circuit I_{cc} transmis par la canalisation sans être détériorée.

a Détermination du courant d'emploi et calibres

- ❖ Au niveau des circuits terminaux, c'est le courant qui correspond à la puissance apparente des récepteurs en tenant compte des coefficients d'utilisation de ces derniers ;
- ❖ Au niveau des circuits de distribution, c'est le courant correspondant à la puissance d'utilisation, laquelle tient compte des coefficients de simultanéité.

b Détermination du courant admissible I_z et choix de la section de câble

C'est le courant maximal que la canalisation peut véhiculer en permanence sans préjudice pour sa durée de vie. Ce courant pour une section donnée dépend de plusieurs paramètres :

- ❖ Constitution du câble (cuivre, aluminium, isolation PVC ou PR, nombre de conducteurs actifs) ;
- ❖ Température ambiante ;
- ❖ Mode de pose ;
- ❖ Influence des circuits voisins (effets de proximité).

Pour cela, on procédera comme suit :

- ❖ En fonction du plan de masse de l'installation, relever les longueurs de chaque câble alimentant les récepteurs et opter pour un mode de cheminement de câble de l'armoire vers les récepteurs ;
- ❖ Calcul de I_z et choix de la section de câble.

c Vérification de la chute de tension

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout autre point d'utilisation n'excède pas 6% pour le circuit d'éclairage et 8% pour les autres.

d Calcul des courants de court-circuit et choix des dispositifs de protections et de coupures

Il sera question ici, de calculer le courant de court-circuit maximal qui nous permettra de faire le choix du disjoncteur en fonction du pouvoir de coupure qui doit être supérieur ou égale au courant de court-circuit maximal calculé. Comme tous nos dispositifs assurent à la fois la protection contre les surcharges et contre les courts-circuits, il n'est donc pas nécessaire de calculer les courants de court-circuit minimaux.

Il faut noter que le courant de court-circuit est maximal lorsque l'on a apparition d'un court-circuit triphasé. Etant donné l'existence de moteur dans l'installation, pour le calcul des courants de court-circuit, il faut prendre en compte l'apport du moteur.

e Choix et Vérification des sélectivités entre dispositifs de protection

Il y a sélectivité totale des protections, si un défaut survenant à un point quelconque de l'installation est éliminé par l'appareil de protection placé immédiatement en amont de ce défaut et par lui seul. C'est pourquoi, pour des soucis de continuité de service et de facilitation de la maintenance, il est nécessaire d'avoir une sélectivité totale entre les dispositifs de protection de notre installation.

Ici on procèdera comme suit :

- ❖ Vérification d'existence de sélectivité totale entre les dispositifs de protection.

f Vérification de la résistance des câbles soumis au courant de court-circuit

Ici, en fonction du calibrage des dispositifs de protection, on déterminera leur intervalle temps de non déclenchement. Pour les disjoncteurs des circuits terminaux, l'intervalle de temps moyen de non déclenchement est pris égal à 0,02s. Enfin, nous procéderons au choix final des appareillages.

2.1.2.3 Choix des autres appareils de protection, de mesure et de signalisation

Disjoncteur et Interrupteur différentiel :

- Détermination de $I\Delta n$: Leurs sensibilités seront définies en fonction du type de récepteur à protéger et du souci d'assurer la continuité de service de l'installation.
- Vérification de la sélectivité.

Paratonnerre et parafoudre : Une installation électrique doit être aussi protégée contre les coups de foudre. C'est ainsi que pour les coups de foudre direct au bâtiment, on installera un paratonnerre sur la toiture du bâtiment principal (salle de machine + salle de commande), de façon à les capter préférentiellement. La surtension transitoire qui en découle est acheminée à la terre grâce à plusieurs conducteurs prévus à cet effet, reliés à trois piquets de terre. Pour les coups de foudre indirect au bâtiment, on installera un parafoudre dans l'armoire.

Appareil de mesure : Son choix sera fonction des paramètres que l'on cherche à obtenir de l'installation

Signalisation : On installera trois LED, à raison d'une LED par phase. Un relais de contrôle sera choisi en fonction des types de défaut à surveiller.

2.1.3 Application de la méthodologie et résultats

2.1.3.1 Sources d'alimentation

a Choix du transformateur

- ❖ Identifier les besoins à satisfaire et les contraintes imposées.

Notre installation de pompage est subdivisée en 5 compartiments principaux:

- Une salle de machine, où sera installée la motopompe, deux vannes électrique, 6 lampes pour l'éclairage de la salle, une prise forte, 3 prises de 16 A et trois extracteurs pour l'aération de la salle
- Une salle de commande où sera installée l'armoire TGBT et le coffret. Ici, on aura 4 lampes pour l'éclairage, 2 prises de 16 A, et la climatisation car, pour un bon fonctionnement de l'automate, la température ambiante doit être abordable.
- Un local transformateur, où sera installé le transformateur et les cellules d'arrivées et de protections, un extracteur pour l'aération du local, et 3 lampes pour l'éclairage du local
- Un local groupe électrogène, qui comportera 2 lampes d'éclairage
- Un local garde, qui comportera 1 lampe pour l'éclairage, un brasseur d'air et une prise de 16 A

On aura aussi 5 points lumineux pour l'éclairage extérieur et un point lumineux a la toilette.

- ❖ Relever les caractéristiques de différents récepteurs de notre installation

Après dimensionnement de la pompe, il a été choisi un moteur de puissance nominale de 225 kW, raccordé à un variateur de vitesse. Par conséquent le démarrage de notre moteur sera de type progressif sans à-coup et contrôlé avec un courant de démarrage $I_d = 1,5I_n$ [2]. En fonction du diamètre de la conduite tant coté aspiration que refoulement, on opta pour des vannes électrique de puissance de 0,25 kW. Les lampes installées sont des tubes fluo compensés de puissance de 90W chacun. On a opté pour des prises de 16 A et d'une prise forte de 32 A. En ce qui concerne les extracteurs, ils ont une puissance de 110 W chacun. Le brasseur d'air sera de 75 W et la climatisation en fonction de la surface, de la position et des types d'ouverture (porte, fenêtre) de la salle de commande on opta pour une climatisation de puissance de 3,68 kW. La cellule automatisme a une puissance de 1,4 kW après avoir fait le bilan de puissance des récepteurs qu'elle doit contenir (voir **P.34 et P.35**).

- ❖ Faire le choix du régime du neutre en fonction des conditions d'exploitation et de la nature des installations.

Le choix du régime du neutre est fonction des exigences du client (SOMAGEP) et des spécificités du réseau et des récepteurs.

D'après SOMAGEP, elle a besoin d'assurer la continuité de service et l'exploitation facile. Les spécificités de notre réseau interne et de nos récepteurs sont :

- L'utilisation d'alimentation de secours;
- Récepteurs sensibles aux forts courants de défaut (moteurs);
- L'alimentation des systèmes de contrôle-commande.

Au vue de tous ceci, le régime du neutre de notre installation sera de type TT (Neutre à la Terre, Masse à la Terre) [2].

- ❖ Réaliser le schéma synoptique de l'installation (voir **Figure 3**).

D'après la norme NFC 15-100, le coefficient d'utilisation de nos moteurs sont de $K_u = 0,9$ et au vue du schéma synoptique, la probabilité d'utilisation de l'ensemble des points lumineux et du brasseur d'air est de 100%, d'où $KS_1 = 1$, idem pour les extracteurs.

Pour les prises, d'après la norme NFC 15-100 le coefficient de simultanéité pour le circuit de prise est calculé par la formule ci-contre :

$$K_s = 0.1 + 0.9/N \text{ Avec } N \text{ le nombre de prise alimentée par le même circuit.}$$

Pour le jeu de barre 2, étant donné le nombre de circuit de 5, d'après la norme NFC 15-100, on aura un coefficient de simultanéité $K_s = 0.8$.

Au niveau du jeu de barre général, en fonction des conditions d'exploitation, le coefficient de simultanéité sera de $K_s = 1$.

❖ Calcul de la puissance apparente du transformateur.

Le calcul de la puissance apparente se fait suivant la formule ci-dessous :

$$\begin{cases} S = \sqrt{P^2 + Q^2} \\ Q = Q_i - Q_c \end{cases}$$

| | | |
|------|-------|--|
| | P | : Puissance active (kW) |
| Avec | Q_i | : Puissance réactive installée (kVar) |
| | Q_c | : Puissance réactive batterie de compensation (<i>voir CHAP 3</i>) |
| | S | : Puissance apparente (kVA) |

$$P = \sqrt{3} UI \cos\varphi \quad \text{et} \quad Q = \sqrt{3} UI \sin\varphi$$

Tableau 4: Bilan de puissance active

| Désignations | | Nombre | Puissance (kW) | cos ϕ | Rendement (%) | Puissance absorbée (kW) | Ku | Puissance (kW) | KS1 | Puissance (kW) | KS2 | Puissance (kW) | KS3 | Puissance (kW) | cos ϕ moyen |
|-------------------------------|--|--------|----------------|------------|---------------|-------------------------|-----|----------------|------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|------------------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 6 | 0,54 | 0,85 | | | 1 | 0,54 | 1 | 2,04 | 0,8 | 32,38 | 1 | 247 | 0,8 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 7 | 0,63 | 0,85 | | | 1 | 0,63 | | | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 4 | 0,36 | 0,85 | | | 1 | 0,36 | | | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | 5 | 0,45 | 0,85 | | | 1 | 0,45 | | | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | 1 | 0,075 | 0,85 | | | 0,8 | 0,06 | | | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 2 | 7,36 | 1 | | | 1 | 7,36 | 0,55 | 4,05 | 0,8 | 32,38 | 1 | 247 | 0,8 |
| | Salle de machine | 3 | 11,04 | 1 | | | 1 | 11,04 | 0,4 | 4,42 | | | | | |
| | Local garde | 1 | 3,68 | 1 | | | 1 | 3,68 | 1 | 3,68 | | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 3 | 0,33 | 0,8 | | | 1 | 0,33 | 1 | 0,44 | 0,8 | 32,38 | 1 | 247 | 0,8 |
| | Local transformateur | 1 | 0,11 | 0,8 | | | 1 | 0,11 | | | | | | | |
| Prise forte salle de machine | | 1 | 22,17 | 1 | | | 1 | 22,17 | 1 | 22,17 | 0,8 | 32,38 | 1 | 247 | 0,8 |
| Climatiseur salle de commande | | 1 | 3,68 | 0,8 | | | 1 | 3,68 | 1 | 3,68 | | | | | |
| Alimentation pompe | | 1 | 225 | 0,885 | 0,95 | 236,84 | 0,9 | 213,16 | 1 | 213,16 | 1 | 213,16 | | | |
| Cellule automatisme | | 1 | 1,4 | 0,8 | | | 1 | 1,4 | 1 | 1,4 | 1 | 1,4 | | | |
| Alimentation Vanne 1 | | 1 | 0,25 | 0,52 | | | 0,9 | 0,23 | 1 | 0,23 | 1 | 0,23 | | | |
| Alimentation Vanne 2 | | 1 | 0,25 | 0,52 | | | 0,9 | 0,23 | 1 | 0,23 | 1 | 0,23 | | | |

Tableau 5: Bilan puissance réactive

| Désignations | | Nombre | Puissance (kVA) | SIN ϕ | KU | Puissance (kVar) | KS1 | Puissance (kVar) | KS2 | Puissance (kVar) | KS3 | Puissance (kVar) |
|-------------------------------|--|--------|-----------------|------------|-----|------------------|------|------------------|-----|------------------|-----|------------------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 6 | 0,64 | 0,53 | 1 | 0,33 | 1 | 1,26 | 0,8 | 3,48 | 1 | 67 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 7 | 0,74 | 0,53 | 1 | 0,39 | | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 4 | 0,42 | 0,53 | 1 | 0,22 | | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | 5 | 0,53 | 0,53 | 1 | 0,28 | | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | 1 | 0,09 | 0,53 | 0,8 | 0,04 | | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 2 | 7,36 | 0 | 1 | 0 | 0,55 | 0 | | | | |
| | Salle de machine | 3 | 11,04 | 0 | 1 | 0 | 0,4 | 0 | | | | |
| | Local garde | 1 | 3,68 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 3 | 0,41 | 0,60 | 1 | 0,25 | 1 | 0,33 | | | | |
| | Salle transformateur | 1 | 0,14 | 0,60 | 1 | 0,08 | | | | | | |
| Prise forte salle de machine | | 1 | 22,17 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | |
| Climatiseur salle de commande | | 1 | 4,60 | 0,60 | 1 | 2,76 | 1 | 2,76 | | | | |
| Alimentation pompe | | 1 | 267,62 | 0,47 | 0,9 | 112,14 | 1 | 112,14 | 1 | 62,14 | | |
| Cellule automatisme | | 1 | 1,75 | 0,60 | 1 | 1,05 | 1 | 1,05 | 1 | 1,05 | | |
| Alimentation Vanne 1 | | 1 | 0,48 | 0,85 | 0,9 | 0,37 | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 | | |
| Alimentation Vanne 2 | | 1 | 0,48 | 0,85 | 0,9 | 0,37 | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 | | |

En tenant compte du coefficient d'extension $Ke = 1,1$ nous optons pour un transformateur ayant la puissance apparente ci-dessous :

Tableau 6: Choix du transformateur

| Puissance active Totale (kW) | Puissance Réactive Totale (kvar) | Puissance apparente Totale (kVA) | Ke | Puissance transformateur choisie (kVA) | Marque |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|--|----------|
| 247 | 67 | 256 | 1,1 | 315 | Transfix |

b Dimensionnement du groupe électrogène

- ❖ Calculer la puissance apparente de l'installation lorsque les récepteurs fonctionnent en régime établi.

En régime établi, il sera question de calculer la puissance apparente de l'installation sans prise en compte de la puissance de démarrage de la motopompe. Le résultat obtenu ci-dessous :

Tableau 7: Bilan de puissance en régime normal

| Puissance active Totale (kW) | Puissance réactive Totale (kVar) | Puissance apparente Totale (kVA) |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 247 | 67 | 256 |

La puissance S_{G1} du groupe électrogène doit être supérieure ou égale à celle de la charge : **$S_{G1} \geq 256 \text{ kVA}$**

Pour une puissance active donnée de la charge, la puissance S_{G2} du groupe électrogène est calculée avec un facteur de puissance global de la charge de 0,8 :

$$S_{G2} \geq P/0,8; P/0,8 = 247/0,8 = 308,75$$

Première contrainte : **$S_G \geq 308,75 \text{ kVA}$**

- ❖ Calculer la puissance apparente de l'installation lorsque les récepteurs fonctionnent en régime transitoire.

On fait l'hypothèse que le réseau a toujours une charge de base, soit l'éclairage la nuit, soit les extracteurs et brasseur d'air. Dans ces conditions, la contrainte la plus forte en régime transitoire sera le démarrage progressif du moteur de la pompe (dû au variateur de vitesse) qui va créer sur le groupe un impact en charge.

Tableau 8: Calcul de la puissance apparente maximale transitoire

| | Puissance active Totale (kW) | Puissance réactive Totale (kVar) | Puissance apparente Totale (KVA) |
|--|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Impact initial sans motopompe | 27 | 4 | 27,7 |
| Impact dû au démarrage de la motopompe | 301,07 | 265,52 | 401,43 |
| Charge maximale transitoire | 328,07 | 270,52 | 425 |

Pour plus de détails, voir annexe n°1 **Tableau 32**, **Tableau 33**, **Tableau 34** et **Tableau 35**

Respect d'un impact maximum de 2: Les alternateurs admettent en général une surcharge transitoire due à un impact jusqu'à deux fois leur puissance nominale. Ce qui veut dire que $S_{G3} \geq 425/2$

Deuxième contrainte : **$S_G \geq 212,52 \text{ kVA}$**

Respect du facteur de puissance de 0,8: Pour une puissance active donnée de la charge, la puissance S_{G4} du groupe électrogène est calculée avec un facteur de puissance global de la charge de 0,8:

$$S_{G4} \geq 328,07/0,8$$

Troisième contrainte : **$S_G \geq 410,57 \text{ kVA}$**

Respect d'un impact en charge: Les moteurs diesel admettent un impact à vide de 0 à 50% de leur puissance nominale active et, en charge un impact de 66% de cette puissance active dans la limite de leur puissance maximale de secours. Ce qui veut dire que: $S_{G5} \geq 301,07/(0,66 * 0,8)$

Quatrième contrainte : **$S_G \geq 570,21 \text{ kVA}$**

❖ Après calcul, faire le choix de notre groupe électrogène possédant une puissance apparente supérieur à la puissance maximale calculée dans les deux conditions citées plus haut.

C'est ainsi que l'on fera le choix d'un groupe électrogène de marque **CATERPILLAR** de référence **GEP605** ayant une puissance de secours de **605 kVA** (voir annexe n°1 **Figure 9**).

2.1.3.2 Choix des appareillages

a. Détermination du courant d'emploi I_b et du calibre des dispositifs de protection

Le choix de notre dispositif de protection est basé en partie sur sa capacité à laisser passer le courant maximal nécessaire au fonctionnement de l'appareil qu'il protège.

C'est ainsi que après calcul du courant d'emploi, nous obtenons au niveau des circuits terminaux et de distribution les résultats ci-dessous :

Tableau 9: Choix des calibres de disjoncteurs de protection

| Désignations | | U(V) | I _b (A) | Calibre (A) | U(V) | I _b (A) | Calibre (A) | U(V) | I _b (A) | Calibre (A) | U(V) | I _b (A) | Calibre (A) |
|-------------------------------|--|------|--------------------|-------------|------|--------------------|-------------|------|--------------------|-------------|------|--------------------|-------------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 230 | 2,76 | 10 | 400 | 3,82 | 25,00 | 400 | 52,68 | 63 | 400 | 446,4 | 630 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 230 | 3,22 | 10 | | | | | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 230 | 1,84 | 10 | | | | | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | 230 | 2,30 | 10 | | | | | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | 230 | 0,38 | 10 | | | | | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 230 | 17,60 | 20 | 400 | 21,91 | 25,00 | 400 | 52,68 | 63 | 400 | 446,4 | 630 |
| | Salle de machine | 230 | 19,20 | 20 | | | | | | | | | |
| | Local garde | 230 | 16,00 | 20 | | | | | | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 230 | 1,79 | 10 | 400 | 0,79 | 25,00 | 400 | 52,68 | 63 | 400 | 446,4 | 630 |
| | Local transformateur | 230 | 0,60 | 10 | | | | | | | | | |
| Prise forte salle de machine | | 400 | 32 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Climatiseur salle de commande | | 230 | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Alimentation pompe | | 400 | 347,65 | 500 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cellule automatisme | | 400 | 2,53 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Alimentation Vanne 1 | | 400 | 0,62 | 1 à 1,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Alimentation Vanne 2 | | 400 | 0,62 | 1 à 1,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Pour plus de détails, voir annexe n°1 **Tableau 36**.

Remarque : Le disjoncteur général sera muni d'un déclencheur **Micrologic 5.3 E** calibré sur $I_n = 630$ A (voir annexe n°1 **Figure 10**)

❖ Au niveau des départs moteur :

Moteur pompe : D'après le catalogue Schneider électrique (voir annexe n°1 **Figure 11**), pour un moteur de 250 kW, on aura un variateur ALTIVAR 61 ayant pour référence **ATV61HC25N4**, avec un disjoncteur de tête de marque **COMPACT NSX630** équipé d'un

déclencheur électronique **Micrologic 1.3M** calibré sur $I_n = 500$ A (voir annexe n°1 **Figure 12**). Etant donné que la tension d'alimentation de la bobine du contacteur est de 230V, il sera donc imposé un contacteur de type **LC1F500P7** (voir annexe 1 **Figure 13**).

Moteurs vannes: D'après le catalogue (voir annexe n°1 **Figure 14**), en fonction de la puissance de notre moteur qui est de 0,25 kW.

On obtient un disjoncteur magnéto-thermique de type **GVE2ME05**, avec un contacteur de type **LC2 K0610B7**.

b. Détermination du courant admissible I_z et choix de la section de câble

❖ En fonction du plan de masse de l'installation, relever les longueurs de chaque câble alimentant les récepteurs et opter pour un mode de cheminement de câble de l'armoire vers les récepteurs.

D'après le plan de masse, on obtient les longueurs de câble et les modes de pose définis à l'annexe n°1 **Tableau 37**.

❖ Calcul de I_z et choix de section de câble.

En fonction de la nature du câble, du type de protection et du mode de pose choisi, on pourra calculer le courant fictif admissible d'après la formule ci-contre :

$$I_z = \frac{I_n * K}{F} \text{ Avec}$$

I_z : Courant admissible (A)
 K : Facteur de correction égale à 1 car protection de la canalisation par disjoncteur
 F : Produit des coefficients de correction

Ainsi, on obtient les résultats ci-dessous :

Tableau 10: Choix des sections de câble

| | In (A) | | | Facteur de corrections | Iz (A) | Iz/ph | Section (mm ²) | Nombre de conducteur par phase | Nombre total de conducteur |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|---------|--------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Transformateur-Disjoncteur général Et Inverseur-Interrupteur | 630 | Méthode de référence | F | 1 | 1185,46 | 592,73 | 240 | 2 | 3 x (2x240) + 120 |
| | | Température ambiante | 40°C | 0,91 | | | | | |
| | | Nombre de circuits | 6 | 0,73 | | | | | |
| | | Nombre de couche | 2 | 0,8 | | | | | |
| Armoire-Coffret | 63 | Méthode de référence | F | 1 | 118,55 | - | 25 | 1 | 3 x (1x25) |
| | | Température ambiante | 40°C | 0,91 | | | | | |
| | | Nombre de circuits | 6 | 0,73 | | | | | |
| | | Nombre de couche | 2 | 0,8 | | | | | |
| Disjoncteur général-Inverseur, | 630 | Méthode de référence | D | 0,8 | 996,20 | 498,10 | 240 | 2 | 3 x (2x240) + 120 |
| | | Température du sol | 40° | 0,85 | | | | | |
| | | Nature du sol | Sec | 1 | | | | | |
| | | Nombre de conduits | 2 espacées de 0,25m | 0,93 | | | | | |
| GE-Inverseur | 698,59 | Méthode de référence | D | 0,8 | 1104,67 | 368,22 | 185 | 3 | 3 x (3x185) + 92,5 |
| | | Température du sol | 40° | 0,85 | | | | | |
| | | Nature du sol | Sec | 1 | | | | | |
| | | Nombre de conduits | 2 espacées de 0,25m | 0,93 | | | | | |
| Disjoncteur-Vannes | 1 | Méthode de référence | D | 0,8 | 1,58 | - | 1,5 | 1 | 3 x (1x1,5) |
| | | Température du sol | 40° | 0,85 | | | | | |
| | | Nature du sol | Sec | 1 | | | | | |
| | | Nombre de conduits | 2 espacées de 0,25m | 0,93 | | | | | |
| Disjoncteur-Cellule automate | 10 | Méthode de référence | B | 1 | 15,7 | - | 2,5 | 1 | 3 x (1x2,5) + 2,5 |
| | | Température ambiante | 40° | 0,91 | | | | | |
| | | Nombre de circuits | 3 | 0,7 | | | | | |
| | | Nombre de couche | 1 | 1 | | | | | |
| Disjoncteur-pompe | 500 | Méthode de référence | D | 0,8 | 790,64 | 395,32 | 185 | 2 | 3 x (2x185) |
| | | Température du sol | 40° | 0,85 | | | | | |
| | | Nature du sol | Sec | 1 | | | | | |
| | | Nombre de conduits | 2 espacées de 0,25 | 0,93 | | | | | |

Remarque :

D'après la norme NFC 15-100, lorsque $0 \leq TDH \leq 15\%$ alors le neutre est non chargé et la section du neutre lorsque $S \geq 16 \text{ mm}^2 \text{Cu}$ est $S_{\text{neutre}} = \frac{S_{\text{phase}}}{2}$. D'après la norme NFC 15-100, pour les circuits de lampes et extracteurs, les sections de câble seront de $1,5 \text{ mm}^2$, pour les prises de courant, on utilisera les sections de $2,5 \text{ mm}^2$. En ce qui concerne l'alimentation de la climatisation, il sera fait via une prise 2P+T.

c Vérification de la chute de tension

Une chute de tension est synonyme de pertes en ligne, ce qui va à l'encontre des économies d'énergie. C'est pourquoi il est important de vérifier que les chutes de tension dans nos canalisations soient admissibles par ceux fixées par la norme NFC 15-100. Elles seront calculées dans les conditions de démarrage du moteur.

Pour cela, on utilisera la formule ci-dessous:

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b \left(R \frac{L}{S} \cos \varphi + X L \sin \varphi \right) \text{ pour circuit triphasé.}$$

Avec

S : Section des conducteurs, en mm^2

$\cos \varphi$: Facteur de puissance

X : Réactance linéique des conducteurs, $X=0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$.

R : Résistance du conducteur.

I_b : Courant d'emploi (A).

U_n : Tension nominale entre phases (V).

V_n : Tension nominale entre phase et neutre (V).

ci-dessous, les résultats obtenus :

Tableau 11: Calcul de chute de tension

| | Tension (V) | ΔU (V) | ΔU % |
|---------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Transformateur-Pompe | 400 | 4,31 | 1,08 |
| Transformateur-Vanne 1 | 400 | 2,74 | 0,69 |
| Transformateur-Vanne 2 | 400 | 2,89 | 0,72 |
| Transformateur-cellule automate | 400 | 2,75 | 0,69 |
| Transformateur-Coffret | 400 | 3,09 | 0,77 |

Ainsi, la chute de tension au niveau du disjoncteur de tête des circuits de lampes et de prises est inférieur à 6% et pour les autres, est inférieur à 8%. Par conséquent les sections et longueurs de câble définies sont bonnes.

d Calcul des courants de court-circuit et choix de dispositifs de protection et de coupure

On calculera le courant de court-circuit au niveau des différents points représentés sur le schéma unifilaire (voir **Figure 3**). Il sera déterminé à l'aide de la formule ci-contre :

$$I_{CC} = \frac{U}{\sqrt{3}Z_T} \quad \text{Avec}$$

I_{CC} : Courant de court-circuit (kA)
 U : Tension (V)
 Z_T : Impédance total (mΩ)

C'est ainsi que nous obtenons les résultats ci-contre :

Tableau 12: Calcul du courant de court-circuit maximal et choix des dispositifs de protection et de coupure

| | TOTAL I_{cc} (kA) | Dispositifs | Pouvoir de coupure et courant de courte durée admissible (kA) |
|----------|---------------------|---------------|---|
| Défaut A | 13,44 | NSX630F | 36 |
| Défaut B | 12,70 | - | - |
| Défaut C | 12,39 | INS630 | 20 |
| Défaut D | 12,30 | Jeux de barre | 40 |
| Défaut E | 8,30 | iC60H | 15 |
| Défaut F | 0,61 | GV2M05 | 13 |
| Défaut G | 3,54 | iC60N | 10 |
| Défaut H | 1,00 | GV2M05 | 13 |
| Défaut I | 11,76 | NSX630F | 36 |

Au vue de ces valeurs de court-circuit, il existe une grande marge de sécurité entre ces valeurs et le pouvoir de coupure de nos disjoncteurs choisis. Par conséquent, pas besoin de calculer l'apport du moteur car les dispositifs choisis assurerons la protection de l'installation avec succès.

Au niveau des circuits terminaux, on installera des disjoncteurs DT40 car possédant un pouvoir de coupure assez élevé (voir annexe n°1 **Tableau 39**)

e Vérification de la sélectivité entre les dispositifs de protection

Pour des soucis de continuité de service, la sélectivité entre le disjoncteur général et disjoncteur de tête des différents départs doit être totale.

On remarque qu'il y a sélectivité totale entre le disjoncteur général et les différents disjoncteurs de tête de chaque départ (voir annexe n°1 **Figure 15**). En ce qui concerne la sélectivité entre le disjoncteur général et le disjoncteur du groupe motopompe, il y aura sélectivité partielle.

f Vérification de la résistance des câbles soumis au courant de court-circuit

Il convient de s'assurer que l'énergie dont laisse passer le disjoncteur n'est pas supérieure à celle que peut effectivement supporter le câble. La contrainte thermique maximale (pour des temps inférieurs à 5 s) supportée par une canalisation se calcule par la formule suivante :

$$I_{cc}^2 * t_c \leq k^2 * S^2 \quad \text{Avec}$$

t_c : temps de coupure du dispositif de protection en seconde ;
 S : section des conducteurs mm^2 ;
 I_{cc} : courant de court-circuit en A ;

La valeur de k dépend du matériau de l'âme et de la nature de l'isolant.

Ainsi, en fonction du type de déclencheur existant sur nos disjoncteurs, il sera établi un intervalle de temps de non déclenchement. C'est ainsi que pour les déclencheurs micrologique 5.3 $t_c = 0,08s$ et 1.3 M $t_c = 0,06s$. Pour les disjoncteurs des circuits terminaux, on prendra un temps de non déclenchement de 0,02s. Pour les disjoncteurs magnéto-thermiques des vannes, $t_c = 0,006s$ [7].

C'est ainsi que l'on obtient les résultats ci-dessous :

Tableau 13: Vérification de la résistance des câbles au courant de court-circuit maximal

| Câble | I _{cc} (A) | Temps (s) | I _{cc} ² *t _c | Section (mm ²) | K | S ² *K ² | Résultats |
|-----------------------------|---------------------|-----------|--|----------------------------|-----|--------------------------------|-----------|
| Transformateur-disjoncteur | 13439,61 | 0,06 | 1,44E+07 | 240 | 143 | 1,18E+09 | Bon |
| Disjoncteur-Inverseur | 12702,98 | 0,06 | 1,29E+07 | 240 | 143 | 1,18E+09 | Bon |
| Inverseur-Interrupteur | 12393,64 | 0,08 | 1,23E+07 | 240 | 143 | 1,18E+09 | Bon |
| Armoire-disjoncteur coffret | 12299,81 | 0,02 | 3,03E+06 | 25 | 143 | 5,23E+06 | Bon |
| Armoire-pompe | 8300,37 | 0,02 | 1,38E+06 | 185 | 143 | 7,00E+08 | Bon |
| Armoire-vanne1 | 605,37 | 0,006 | 2,20E+03 | 1,5 | 143 | 4,60E+04 | Bon |
| Armoire-vanne2 | 996,21 | 0,006 | 5,95E+03 | 1,5 | 143 | 4,60E+04 | Bon |
| Armoire-cellule automate | 2352,75 | 0,02 | 1,11E+05 | 2,5 | 143 | 1,28E+05 | Bon |

2.1.3.3 Choix des autres appareils de protection, de mesure et de signalisation

❖ Disjoncteur et Interrupteur différentiel

Détermination de $I\Delta n$: En ce qui concerne nos trois interrupteurs différentiels de tête, d'après le calcul du courant d'emploi, ils auront un calibre de 25 A chacun. Et, d'après la norme NFC 15-100, les circuits de lampe auront une sensibilité moyenne de 300 mA et pour les circuits de prise et extracteur, une sensibilité haute de 30 mA. Ceci s'explique par le fait que, plus il est probable que l'Homme entre en contact avec l'appareil, plus la sensibilité sera élevée. Les disjoncteurs différentiels de la prise forte et de la climatisation auront une sensibilité de 30 mA. Tous nos DDR sont de types instantanés (voir annexe n°1 **Tableau 40**).

La présence des courants de fuite haute fréquence, due au variateur, est à l'origine du déclenchement intempestif des dispositifs différentiels résiduels (DDR) étant donné qu'il parcourt les conducteurs entourés par des tores. La mesure du courant différentiel peut donc être perturbée. Pour cela, le dispositif de mesure doit comporter un circuit de filtrage de manière à prendre en compte que la composante basse fréquence du signal. C'est pourquoi notre interrupteur de tête sera raccordé à un DDR de type **Vigirex RH99P**.

En fonction du courant d'emploi qui traverse notre interrupteur, nous optons pour un tore fermé de type **GA300**.

Vérification de la sélectivité : Pour qu'il y ait sélectivité totale entre des dispositifs différentiels, il faudrait que :

- seuil $I\Delta n$ amont $\geq 2x$ seuil $I\Delta n$ aval ;
- Temps de fonctionnement ΔT amont \geq temps combiné ΔT aval .

C'est ainsi donc, que l'on calibrera notre module vigirex sur 1 A ($I\Delta n$ amont = 1A) et temporisé sur 60 ms.

❖ Paratonnerre et parafoudre

Faute de donnée sur la densité de foudroiement dans la ville de Bamako, il sera choisi un paratonnerre habituellement utilisé dans les installations au Mali. C'est ainsi qu'on aura un paratonnerre de type **Pulsar 30 inox 3M**. Notre bâtiment étant protégé par un paratonnerre, il sera donc installé un parafoudre de type 1 dans l'armoire générale. Le courant de court-circuit au niveau du jeu de barre étant de $I_{CCD} = 12,30 \text{ kA}$, notre parafoudre sera un **PRF1 12,5r +**, protégé à l'amont par un disjoncteur de type **NG125N** (voir annexe n°1 **Figure 16**).

❖ Jeu de barre

D'après le bilan de puissance, le courant nominal qui le traverse est de :

$$I_b = 446,4 \text{ A.}$$

Avec un courant de court-circuit $I_{CCD} = 12,30 \text{ kA}$.

Pour des raisons de prévention en cas d'extension de l'installation, on opte pour un jeu de barre de 3 supports, de type **Linergy 04505** de **1250 A** (voir annexe n°1 *Figure 17*).

❖ Appareil de mesure

Un suivi efficace de l'installation est basé sur l'obtention des informations sur les caractéristiques du réseau interne à chaque instant t. C'est pourquoi, il sera installé une centrale de mesure en tête de l'installation (entre l'interrupteur général et le jeu de barre). Dans le cahier de charge, il est demandé une centrale de mesure **PM710**. Cette gamme de centrale de mesures a été remplacée par la gamme **PM5000**. C'est pourquoi on installera une centrale de mesure **PM5320**.

❖ Signalisation

Pour un bon suivi, il sera aussi installé 1 LED par phase. Dans le cahier de charge, il est demandé un contrôleur de réseau **RM4 TR34**.

2.2 Partie commande

2.2.1 Analyse fonctionnelle et configuration de l'automate

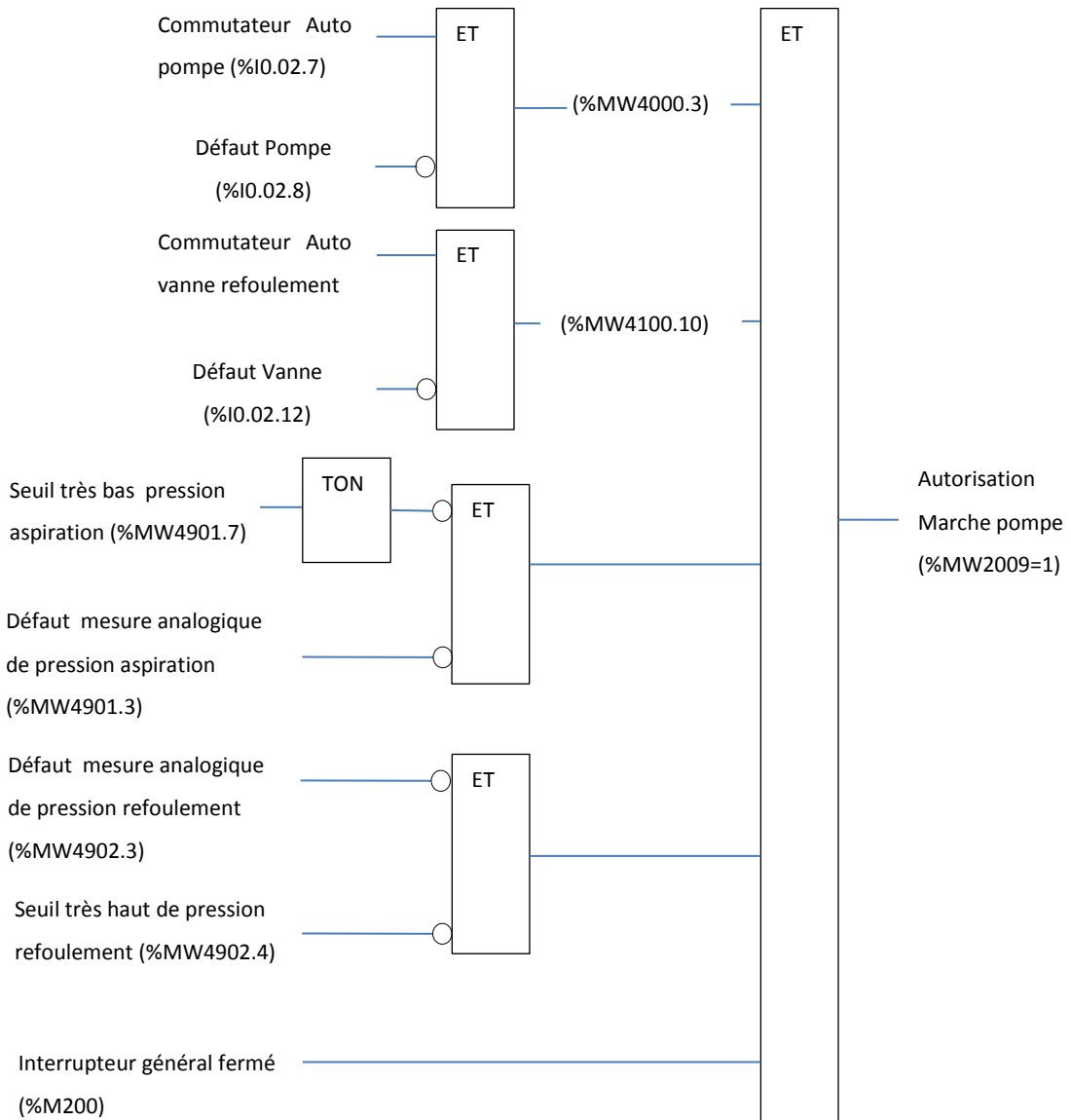
2.2.1.1 Analyse fonctionnelle

Fonctionnement : Le surpresseur démarre si les conditions générales sont correctes et lorsqu'une demande est faite à partir du niveau d'eau dans le réservoir de KOROFINA, cela si la vanne motorisée au refoulement est fermée. Le surpresseur démarre sur vitesse imposée PID en mode manuel. Après un temps, la vanne de sortie est commandée en ouverture puis le PID passe en mode auto avec une régulation mesure/consigne. Si la pression d'aspiration diminue, la consigne opérateur est diminuée. Lorsque la pression redevient correcte, la consigne est progressivement ramenée à la consigne opérateur initiale. Lorsque la demande d'arrêt arrive, le surpresseur est mis en stop et la vanne au refoulement est refermée.

Deux modes de fonctionnement sont prévus pour optimiser la continuité de service :

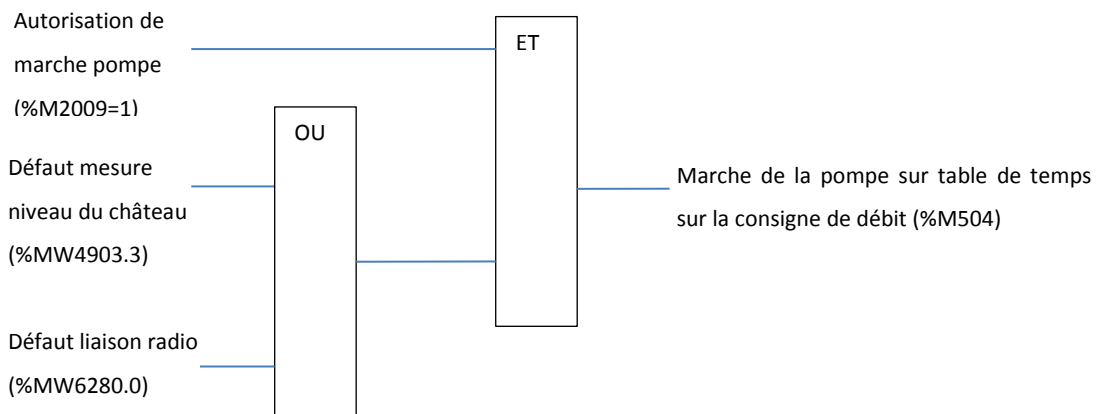
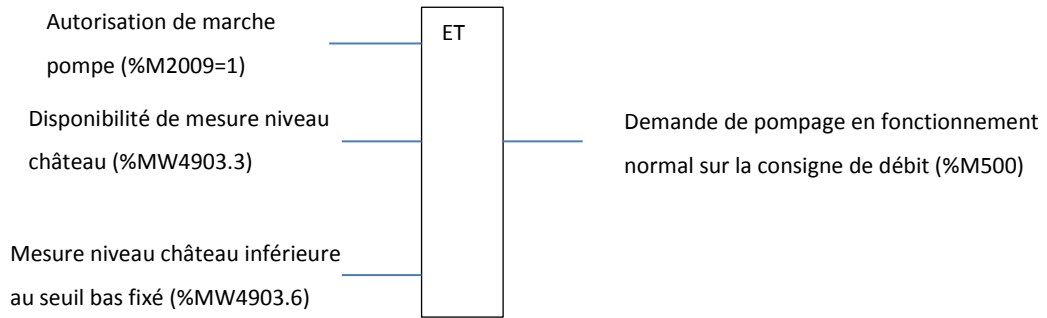
- ❖ Un fonctionnement normal sur la consigne de débit ;
- ❖ Un fonctionnement sur table de temps en cas de défaut de la liaison radio avec le réservoir de KOROFINA ;

Autorisation générale de marche :

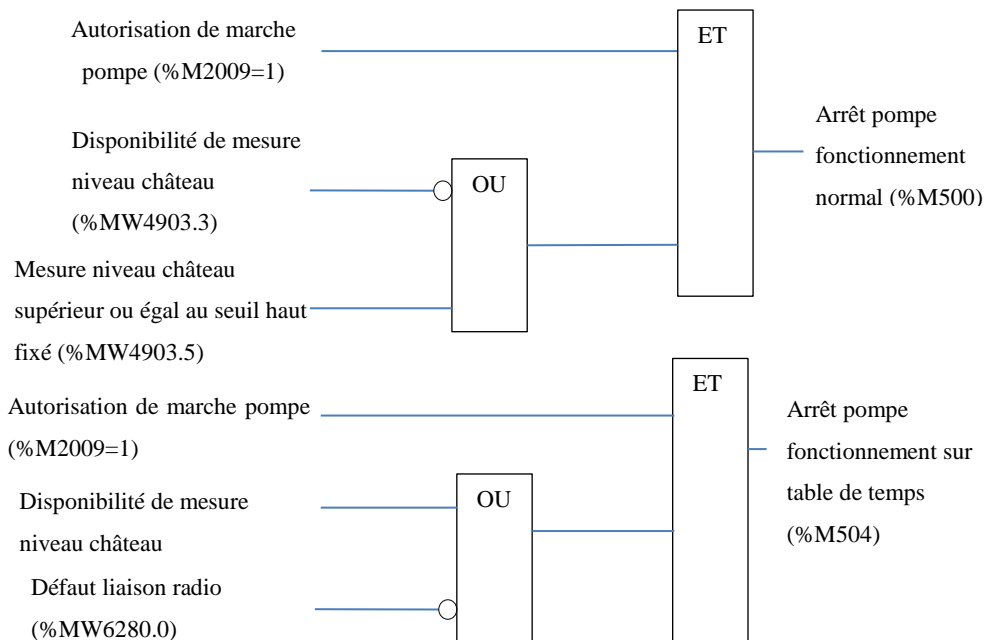


TON : temporisation travail

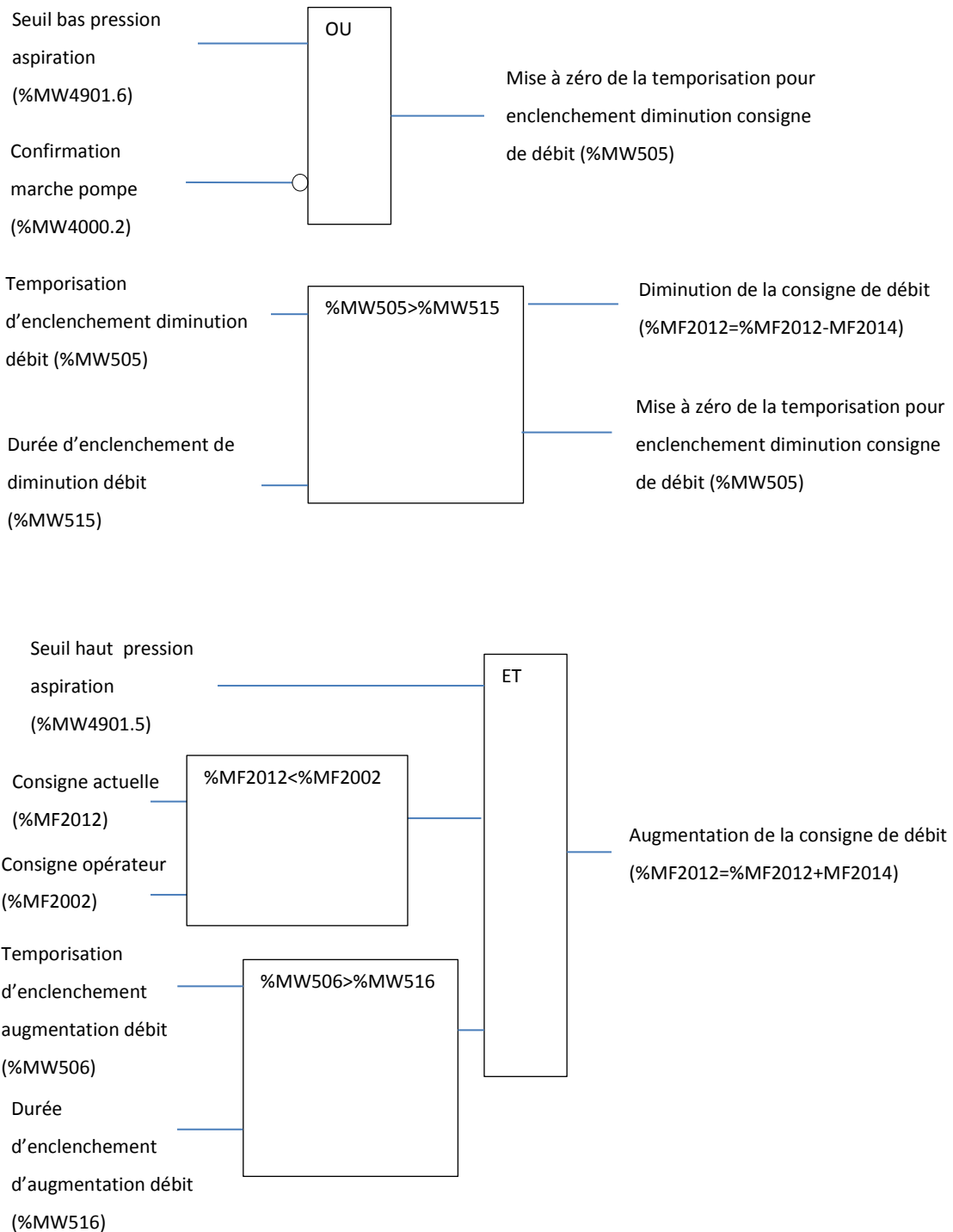
Demande de marche de la pompe :

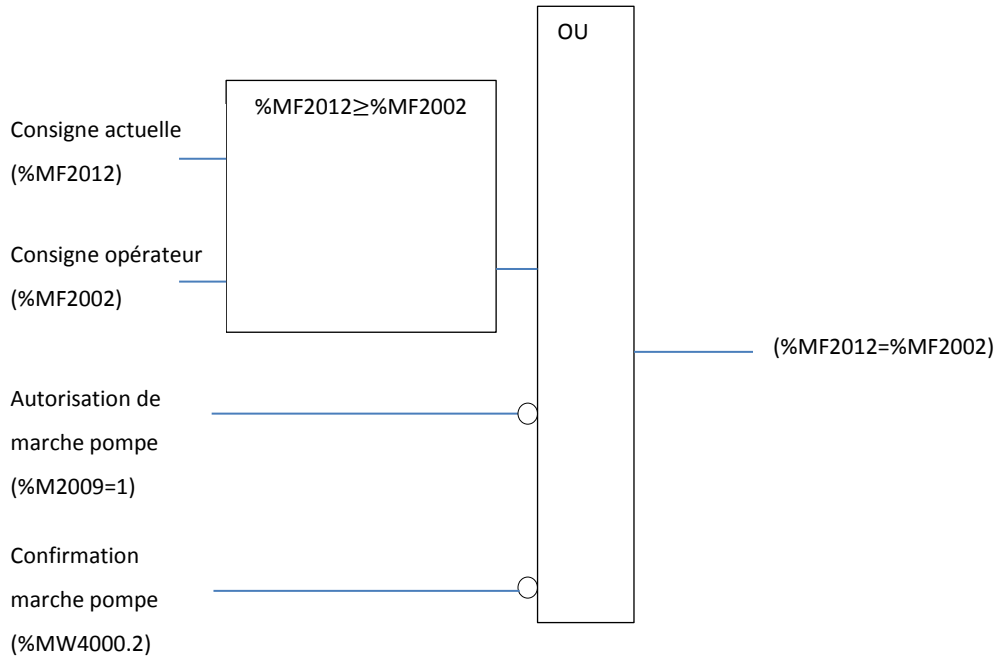


Demande d'arrêt de la pompe :



Régulation du PID :





Voir annexe n°2 **Figure 18** ayant un schéma de principe résumant le fonctionnement du système et **Figure 19** présentant le schéma synoptique de la partie commande de l'installation. Pour plus de détail dans la programmation, voir annexe n°2.

2.2.2 Méthodologie de conception

La méthodologie à suivre pour la conception de la cellule automate (partie commande) se fera comme suit :

En premier lieu, on fera le choix du type d'API à installer. Après ce choix, en fonction de l'analyse fonctionnelle, il sera question de concevoir la configuration de notre API. Il se fera en suivant les étapes ci-dessous :

- ❖ Dresser le nombre d'entrée et de sortie que l'on mettra en place pour assurer la bonne marche du système et faire le choix des cartes d'entrées et sorties ;
- ❖ Faire le choix du processeur ;
- ❖ Faire le choix de l'alimentation du rack.

En second lieu, en fonction des informations à communiquer vers l'API pour être traitée, faire le choix des relais et autres modules à mettre en place.

Et enfin, établir un bilan de puissance des modules de la cellule automate, puis, faire le choix des différentes sources d'alimentation du circuit ainsi que des appareils de protection.

2.3.3 Application de la méthodologie et résultats

2.3.3.1 Choix de l'automate

L'automate programmable qui est le cœur même de l'installation, sera choisi en fonction du cahier de charge défini par le client. C'est ainsi que l'on installera un API de type **PREMIUM**.



Figure 4: Automate de type PREMIUM

2.3.3.2 Configuration de l'automate

La configuration se fera en fonction du nombre d'information que l'on cherche à piloter. Comme on l'a dit plus haut, on procédera comme suit :

- ❖ Dresser le nombre d'entrée et sortie

Tableau 14: Liste des entrées TOR

| | |
|-----------|---|
| %I0.02.0 | Arrêt d'urgence |
| %I0.02.1 | Présence tension |
| %I0.02.2 | Essais lampes |
| %I0.02.3 | Réarmement défaut |
| %I0.02.4 | Défaut de phases |
| %I0.02.5 | Interrupteur d'arrivée ouvert |
| %I0.02.6 | Défaut disjoncteur d'arrivée |
| %I0.02.7 | Commutateur pompe sur automatique |
| %I0.02.8 | Défaut pompe |
| %I0.02.9 | Retour Marche Pompe |
| %I0.02.10 | Vanne électrique pompe position ouverte |
| %I0.02.11 | Vanne électrique pompe position fermée |
| %I0.02.12 | Défaut vanne électrique pompe |
| %I0.02.13 | Disjoncteur ouvert vanne électrique pompe |

Pour 14 entrées TOR, on prendra une carte de type **TSX DEY 32D2K**. Le raccordement des entrées TOR est réalisé sur une embase de type **TELEFAST ABE7H16R21**.

Le câble utilisé pour raccorder l'embase **TELEFAST** à la carte d'entrée est un câble préfabriqué **TSXCDP503** d'une longueur de 5 m.

On à 14 sur 32 voies utilisées, le nombre de réserve est de 18, ce qui représente plus de 50% de réserves non câblées.

D'après l'analyse fonctionnelle, afin de maintenir la pression constante, il faudra faire varier la vitesse de la motopompe qui sera fonction du débit et de la pression en amont et en aval.

Au vue de tous ceci, il est donc obligatoire d'installer 3 capteurs :

- ❖ Un Débitmètre de marque SIEMENS en aval du surpresseur ;
- ❖ Un pressostat de marque SHNEIDER en aval et en amont du surpresseur.

Tableau 15: Liste des entrées ANA

| | |
|-----------|---------------------------------|
| %IW0.03.0 | Débitmètre sortie refoulement |
| %IW0.03.1 | Capteur de pression aspiration |
| %IW0.03.2 | Capteur de pression refoulement |

Ainsi, pour 3 entrées analogiques, on prendra une carte de type **TSXAEY800**. Le raccordement des entrées analogiques est réalisé sur une embase de type **TELEFAST ABE7CPA02**. Le câble utilisé pour raccorder l'embase Téléfast à la carte de sorties est le câble préfabriqué **TSXCAP030** d'une longueur de 3 m.

La carte TSXAEY800 possède 1 connecteurs de 8 voies ce qui représente plus de 20% de réserves non câblées.

Après réception des informations, l'API doit donner des ordres tels que :

- ❖ Mise en marche de la pompe ;
- ❖ Ouverture et fermeture de la vanne ;
- ❖ Ordre de variation de la vitesse du moteur de la pompe via le variateur ;
- ❖ Signalisation de l'état de la pompe (pompe en marche et défaut de la pompe) et du niveau bas de la bache d'aspiration.

C'est ainsi qu'on a comme sortie TOR :

Tableau 16: Liste des sorties TOR

| | |
|----------|--|
| %Q0.04.0 | Marche pompe |
| %Q0.04.1 | Ouverture vanne |
| %Q0.04.2 | Fermeture vanne |
| %Q0.04.3 | Signalisation pompe en marche |
| %Q0.04.4 | Signalisation défaut pompe |
| %Q0.04.5 | Signalisation du niveau bas de la bache d'aspiration |

Pour 6 sorties TOR, on opta pour une carte de type **TSXDSY32T2K**. Le raccordement des sorties TOR est réalisé sur une embase de type **TELEFAST ABE7R16T230**.

On à 6 sur 32 voies utilisées, le nombre de réserve est de 26 ce qui représente plus de 50% des réserves non câblées.

Et comme Sortie ANA :

Tableau 17: Liste des sorties ANA

| | |
|------------|---------------------|
| %QW0.05.0. | Consigne de vitesse |
|------------|---------------------|

Pour cela on mettra en place une carte de sortie analogique de type **TSXASY800**.

Il possède 1 connecteur de 8 voies, donc on aura 7 voies de réserve.

❖ Choix du processeur

Le choix du processeur quant à lui, sera principalement basé sur le nombre maximal d'entrées et de sorties TOR et ANA qu'il peut gérer, sa capacité de stockage, sa rapidité d'exécution d'instruction et l'existence ou non d'un port de communication ETHERNET.

Pour des raisons technico-économique, notre choix a été porté sur un processeur de type **TSXP571634M**. Pour plus de détails sur ses caractéristiques, voir annexe n°2 *Figure 20*

C'est le processeur le plus économique possédant un port Ethernet, pouvant gérer le nombre d'entrée et sortie que nous possédons.

❖ Choix de l'alimentation

La puissance nécessaire à l'alimentation de notre rack est fonction du type et du nombre de module implanté dans celui-ci. De ce fait, il est nécessaire d'établir un bilan de consommation du rack afin de définir le module d'alimentation adapté à ce dernier.

Tableau 18: Bilan de consommation de l'API

| Désignation | Référence | Nombre | Intensité absorbée (mA) | Tension module (VDC) | |
|-------------------------|---------------|--------|-------------------------|----------------------|-------|
| Processeurs Unity | TSX P57 1634M | 1 | 1650 | 5 | |
| Carte d'entrée TOR | TSX DEY 32D2K | 1 | 135 | 5 | |
| Carte de sortie TOR | TSX DSY 32T2K | 1 | 55 | 5 | |
| Carte d'entrée ANA | TSX AEY 800 | 1 | 270 | 5 | |
| Carte de sortie ANA | TSX ASY 410 | 1 | 900 | 5 | |
| Courant total (mA) | | | 3010 | 5 | |
| Puissance maximale (mW) | | | | | 15050 |

D'après le catalogue Schneider (voir annexe n°2 *Figure 21*), on choisira une alimentation ayant pour référence **TSXPSY2600M**

Le bloc alimentation, le processeur et les modules d'entrée et sortie déterminés plus haut seront montés sur un rack de type **TSXRKY12** ayant 12 emplacements donc 6 emplacements utilisés et 6 en réserve.

2.3.3.3 Choix des relais et autres modules

❖ Relais

L'information de type TOR est véhiculé via des contacts qui sont pilotés grâce à des bobines. Ce bloc (bobine + contact) est appelé relais. Ils sont choisis en fonction de la tension qui les alimentent et du nombre de contact nécessaire.

Notre installation sera divisée en trois parties :

- Départs 230 VAC secouru (alimentés par un onduleur);
- Départs 24 VDC (alimentés par un convertisseur);
- Départs 230 VAC non secouru (alimentés par un transformateur).

Par conséquent, on aura deux types de relais. Des relais sous tension 230 VAC et d'autre sous tension 24 VDC. D'après le schéma de commande, le maximum de contact que possède un relais est de 4. Pour des soucis économiques, nous choisirons :

- 8 relais de type **RXM4AB2P7** alimentés en 230 VAC avec 4 contacts OF;
- 10 relais de type **RXM4AB2BD** alimentés en 24 VDC avec 4 contacts OF.

Tous seront montés sur des embases de type **RXZE2M114**.

❖ Autres modules

Compteurs horaire : Afin d'assurer une maintenance efficace, un compteur horaire de type **15608** sera installé. Il affichera le temps de fonctionnement de la pompe.

Module de sécurité : Un bouton d'arrêt d'urgence sera placé en face avant de la cellule automate. Il sera raccordé à un module de sécurité PREVENTA de type **XPCAC5121**.

Des relais temporisés : Un relais tempo sera câblé en série avec le contact du relais différentiel afin d'actionner l'interrupteur général après un temps en cas de défaut. Cette tempo est nécessaire afin d'empêcher une interruption de l'installation en cas de fausse alerte. Un notre relais tempo sera câblé sur la chaîne d'activation du relais de défaut pompe, pour les mêmes raisons que précédemment.

Boutons poussoir et de commutation : En face avant de la cellule automate, on aura :

- Quatre boutons poussoirs NO de couleur verte de type **XB4BA31**;
- Deux boutons poussoirs NF de couleur rouge de type **XB4BA31**;
- Deux boutons de commutations de type **XB4BJ33** dont un pour la pompe et l'autre pour la vanne.

2.3.3.4 Choix des appareils d'alimentation et de protections

❖ Transformateur

Pour cela, il sera question pour nous de faire en premier lieu un bilan de puissance permanent des charges alimentées par le transformateur et en second, déterminer la puissance d'appel maximale qu'il sera amené à fournir.

- Bilan de puissance permanente des charges

On obtient le tableau ci-contre :

Tableau 19: Bilan de puissance des charges alimentées par le transformateur

| Désignation | Référence | Nombre | Intensité (A) | Tension (v) | Puissance (W) | Puissance (Var) |
|----------------------|-------------|--------|---------------|-------------|---------------|-----------------|
| Bobine AC | RXM4AB2P7 | 2 | 0,010 | 230 | 1,9 | 1,44 |
| Bobine moteur | LC1F500P7 | 1 | 0,078 | 230 | 16, | 7,9 |
| Compteur horaire | 15608 | 1 | 0,001 | 230 | 0,1 | 0,09 |
| Bobine vanne | LC2 K0610B7 | 1 | 0,020 | 230 | 3,6 | 2,7 |
| TOTAL | | | | | 21,8 | 12,15 |
| Puissance total (VA) | | | | | 25 | |

➤ Déterminer la plus grande puissance d'appel

Notre transformateur alimente 5 charges, la plus grande charges est la bobine moteur ayant comme puissance d'appel **S = 1100 VA**.

D'après le graphe (voir annexe n°2 **Figure 22**), notre choix sera porté sur un transformateur de puissance **S = 630 VA** car pouvant supporter une puissance d'appel de 2000 VA et une puissance de maintien de près de 600 VA à 50°C.

❖ Alimentation DC

Ici, l'on fera le bilan de puissance des charges alimentées par ce dernier. C'est ainsi que l'on obtient :

Tableau 20: Bilan de puissance de charges alimentées par l'alimentation DC

| Désignations | Référence | Nombre | Intensité (A) | Tension (v) | Puissance (W) |
|------------------------------|--------------|--------|---------------|-------------|---------------|
| Embase ABE7 entrée TOR | ABE7H16R21 | 1 | 1,8 | 24 | 43,2 |
| Bobine DC | RXM4AB2BD | 7 | 0,26 | 24 | 6,3 |
| Débitmètre | MAG 5000 | 1 | 0,38 | 24 | 9 |
| Pressostats | XMLA020A2S12 | 2 | 1 | 24 | 24 |
| Alimentation PREVENTA | XPCAC5121 | 1 | 0,05 | 24 | 1,2 |
| Embase ABE7 entrée ANA | ABE7CPA02 | 1 | 1,8 | 24 | 43,2 |
| Embase BE7 sortie TOR | ABE7R16T230 | 1 | 1 | 24 | 24 |
| Voyant sortie automate rouge | XB4BVM4 | 2 | 0,03 | 24 | 0,67 |
| Voyant sortie automate vert | XB4BVM3 | 1 | 0,01 | 24 | 0,34 |
| Bobine DC | RXM4AB2BD | 3 | 0,11 | 24 | 2,7 |
| Switch | TCSESU053FN0 | 2 | 0,18 | 24 | 4,4 |
| Puissance alimentation DC | | | | | 159,01 |

Nous optons pour une alimentation DC ayant une puissance de 240 W ayant comme référence **ABL8RPS24100**.

❖ ASI

La démarche sera identique que pour le choix de l'alimentation DC.

Tableau 21: Bilan de puissance de charges alimentées par l'onduleur

| Désignations | Référence | Nombre | Intensité (A) | Tension (V) | Puissance (W) | Puissance (Var) |
|-------------------------|--------------|--------|---------------|-------------|---------------|-----------------|
| Alimentation DC | 16891 | 1 | 0,14 | 230 | 25 | 18,75 |
| Alimentation automate | TSXPSY2600M | 1 | 0,14 | 230 | 26 | 19,5 |
| Bobine AC | RXM4AB2P7 | 6 | 0,04 | 230 | 7,2 | 5,4 |
| Relais temporisé | RE9TA21MW | 2 | 1,40 | 230 | 257,6 | 193,2 |
| Alimentation DC | ABL8RPS24100 | 1 | 1,30 | 230 | 240 | 180 |
| TOTAL | | | | | 555,80 | 416,85 |
| Puissance onduleur (VA) | | | | | 694,75 | |

L'onduleur installé sera de marque SOCOMEC, possédant une puissance apparente de 1000 VA avec une puissance active de 670 W ayant pour référence **NETYS PR Rack 1U**.

❖ Appareillages de protection

Tableau 22: Choix du calibre des appareils de protection

| Désignations | Références | Nombre | Intensité (A) | Tension (V) | Calibre (A) | Références protections |
|------------------------------|------------------|--------|---------------|-------------|-------------|------------------------|
| Relais différentiel | RH99P | 1 | 0,017 | 230 | 3 | 24185 |
| Centrale de mesure | PM5320 | 1 | 0,04 | 230 | 3 | 24185 |
| Voyants blanc | XB4BVM1 | 3 | 0,042 | 230 | 2 | 15657+15767 |
| Relais contrôleur de réseau | RM4 TR34 | 1 | 0,13 | 400 | 3 | 24211 |
| Onduleur | NETYS PR RACK 1U | 1 | 4,35 | 230 | 6 | 24187+25508 |
| Transformateur | ABL6TS63U | 1 | 2,74 | 230 | 3 | 24185 |
| Lampes | NSYLAM14T5 | 2 | 0,39 | 230 | 3 | 24185 |
| Ventilateurs | NSYCVF165M230PF | 2 | | | | |
| Alimentation DC | 16891 | 1 | 0,28 | 230 | 3 | 24185 |
| Alimentation automate | TSXPSY2600M | 1 | | | | |
| Bobine AC | RXM4AB2P7 | 6 | 1,44 | 230 | 3 | 24185 |
| Relais temporisé | RE9TA21MW | 2 | | | | |
| Alimentation DC | ABL8RPS24100 | 1 | 1,3 | 230 | 3 | 24185 |
| Embase ABE7 entrée TOR | ABE7H16R21 | 1 | 5,29 | 24 | 6 | MGN61526 |
| Bobine DC | RXM4AB2BD | 7 | | | | |
| Débitmètre | MAG 5000 | 1 | | | | |
| Pressostat | XMLA020A2S12 | 2 | | | | |
| Alimentation PREVENTA | XPCAC5121 | 1 | | | | |
| Embase ABE7 entrée ANA | ABE7CPA02 | 1 | | | | |
| Embase BE7 sortie TOR | ABE7R16T230 | 1 | 1,15 | 24 | 6 | MGN61526 |
| Voyant sortie automate rouge | XB4BVM4 | 2 | | | | |
| Voyant sortie automate vert | XB4BVM3 | 1 | | | | |
| Bobine DC | RXM4AB2BD | 3 | | | | |
| MAGELIS | HMIGTO4310 | 1 | 0,5 | 24 | 6 | MGN61526 |
| Switch | TCSESU053FN0 | 2 | 0,18 | 24 | 6 | MGN61526 |

Le câblage de l'ensemble des modules de la cellule sera fait avec un câble de type **HO7V-K** de section de 1,5 mm².

III Télégestion

3.1 Définition et fonctionnement du système

La télégestion peut être définie comme étant un système permettant le contrôle à distance d'installations techniques géographiquement réparties ou isolées.

Le but principal de notre projet étant une alimentation continue en eau du quartier de KOROFINA, il est donc important d'avoir le château d'eau rempli à un niveau acceptable afin d'en prévenir les pénuries. C'est dans cette optique qu'il sera installé un capteur de niveau de type analogique qui, enverra l'information obtenue afin de commander la mise en marche ou l'arrêt de la pompe.

Afin d'empêcher la dégradation de la pompe due à un fonctionnement à vide, il sera installé un capteur de niveau de type TOR au niveau de la bêche d'aspiration qui, grâce aux informations envoyées par ce dernier à l'API, commandera l'arrêt de la pompe.

D'après le cahier de charge, il est demandé de concevoir un système de transmission de données depuis la station de relevage jusqu'au poste centrale de gestion et de contrôle de la pompe à la base.

A noter que, la bêche d'aspiration et le poste de contrôle sont à la base (locaux SOMAGEP), situé à 5 km de la station de relevage. Quant au château d'eau, il est situé à 4 km de la station de relevage. Ces distances sont en vol d'oiseau.

Il se pose ainsi un problème d'acheminement de données. Pour cela, on mettra sur pied un réseau de communication radio entre les différentes composantes isolées.

Ainsi, pour l'acquisition et la transmission des données venant du capteur de niveau analogique au niveau du château, on mettra en place un modem connecté au capteur qui aura pour fonction de moduler le signal analogique en signal radio. Il en sera de même pour le capteur de niveau TOR. Les signaux radio venant des deux modems liés aux capteurs seront reçus par un modem connecté à l'API.

Pour la commande de l'API à partir du poste centrale, il sera installé un modem connecté à l'ordinateur du poste centrale afin d'envoyer et recevoir des données.

Ici, la communication sera de type transparent c'est-à-dire que les modems n'agiront pas sur les informations transmises. Dans ce mode de communication, toutes les unités connectées entendent les informations qui y circulent.

On procédera à une configuration maître/esclave adressable, où le message émis par le maître commence par l'adresse de l'esclave sélectionné qui à son tour répond au maître.

Le mode de fonctionnement des deux modems (modem lié à l'API et modem lié au poste centrale) sera en mode Ethernet. Ils seront configurés en mode passerelle MODBUS TCP/MODBUS RTU. Quant aux modems liés aux capteurs, ils seront configurés en mode MODBUS RTU esclave.

Au vu de tous ce qui a été énuméré plus haut, le choix de nos modems devront posséder les caractéristiques ci-dessous :

❖ Modem connecté à l'API

- Mode passerelle MODBUS TCP/MODBUS RTU
- Porté supérieur ou égale à 5 km

Par conséquent on fera le choix d'un modem radio de type **ARM-SE** (voir annexe n°3 **Figure 23**) avec antenne omnidirectionnelle ayant pour référence **ANT868-BZ** (voir annexe n°3 **Figure 24**). Afin d'éviter les interférences liés au chevauchement du signal radio d'un système proche du notre, et pour des soucis de distance d'émission, le modem sera configuré sur le canal F émettant sur une fréquence de 869,525 MHZ (voir annexe n°3 **Figure 26**)

❖ Modem pour capteur analogique

- Modulation analogique-radio
- Portée supérieure ou égale à 4 km
- Fonctionne en mode MODBUS RTU esclave

Par conséquent, on fera le choix d'un modem radio de type **ARM-DA** (voir annexe n°3 **Figure 27**) avec antenne directive ayant pour référence **ANT868-Y12** (voir annexe n°3 **Figure 25**).

❖ Modem pour capteur TOR

- Modulation numérique-radio
- Portée supérieur ou égale à 5 km
- Fonctionne en mode MODBUS RTU esclave

Par conséquent, on fera le choix d'un modem radio de type **ARM-DA** avec antenne directive ayant pour référence **ANT868-Y12**

❖ Modem connecté à l'ordinateur du poste central

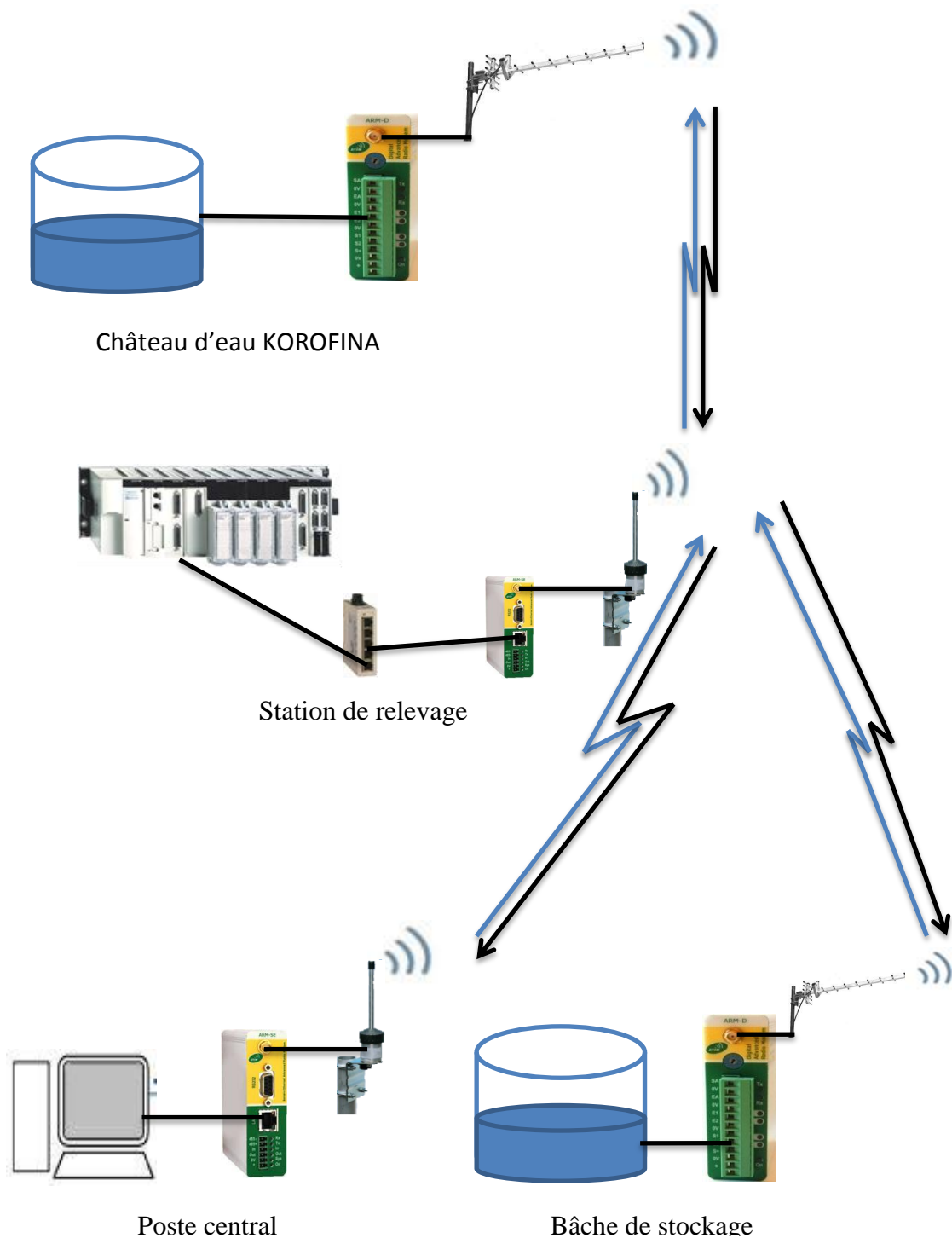
- Mode passerelle MODBUS TCP/MODBUS RTU
- Porté supérieur ou égale à 5 km
- Fonctionne en mode MODBUS RTU esclave

Par conséquent on fera le choix d'un modem radio de type **ARM-SE** avec antenne omnidirectionnelle ayant pour référence **ANT868-BZ**

Il faut noter que pour que les modems puissent communiquer entre eux, ils seront tous configurés sur le même canal, donc le canal F.

3.2 Architecture du système

L'architecture de notre système se présentera comme suit :



3.3 Bilans de liaisons

Le bilan de liaison permet d'établir la relation entre la puissance émise et la puissance reçue dans la liaison. Elle permet également de savoir si un signal émis à un point A sera reçu

à un point B. La liaison fonctionne correctement si la puissance reçue par la carte du modem est supérieure à la sensibilité du modem. On prendra une marge de sécurité de 12 dBm [4] pour fiabiliser les calculs.

On obtient donc le bilan de liaison suivant :

$$\begin{cases} P_{SE} + P_{CE} + G_{AE} + A + G_{AR} + P_{CR} > S + M \\ A = 32,5 + 20 \log(D) + 20 \log(F) \\ P_{SE} = 30 + \log(P'_{SE}) \end{cases}$$

| | | |
|--------|-----------|---|
| | P_{SE} | : Puissance de sortie de l'émetteur (dBm) |
| | P'_{SE} | : Puissance de sortie de l'émetteur (W) |
| | P_{CE} | : Perte dans le câble de l'émetteur (dB) |
| Avec : | G_{AE} | : Gain de l'antenne d'émission (dBi) |
| | A | : Affaiblissement en espace libre sans obstacles (dB) |
| | G_{AR} | : Gain de l'antenne de réception (dBi) |
| | P_{CR} | : Perte dans le câble de réception (dB) |
| | S | : Sensibilité du récepteur (dBm) |
| | M | : Marge de sécurité (dB) |
| | D | : Distance entre les deux antennes (km) |

A noter que ce calcul est théorique, il s'agit du maximum atteignable.

3.3.1 Hypothèses

Le calcul du bilan de liaison théorique admet comme hypothèses :

- ❖ La propagation de l'onde radio entre les deux antennes se fait sans obstacles;
- ❖ Néglige les bruits qui peuvent interférer dans le canal de transmission;
- ❖ Néglige la rotondité de la terre;
- ❖ Néglige les défauts de pointage des antennes.

3.3.2 Liaison château d'eau-station de relevage

- ❖ Émetteur

Pour un fonctionnement du modem **ARM-DA** sous une fréquence de 869,575 MHz, sa puissance de sortie est de 500 mW. Avec une antenne de type **ANT868-Y12**, le gain de l'antenne est de 12 dBi. Pour des raisons de sécurité, on installera un parafoudre, ce qui causera une perte de 1 dB [4]. La liaison entre le modem et le parafoudre se fera via un câble coaxial de 1m ayant pour référence **CFP 5** avec une perte de -0,38 dB, et entre le parafoudre et l'antenne, un câble coaxial de 2 m ayant pour référence **CFP 213** avec une perte estimée à -0,48 dB (voir **Figure 5** et **Tableau 23**). A noter que chaque connecteur ajoute une perte de -0,25 dB [4].

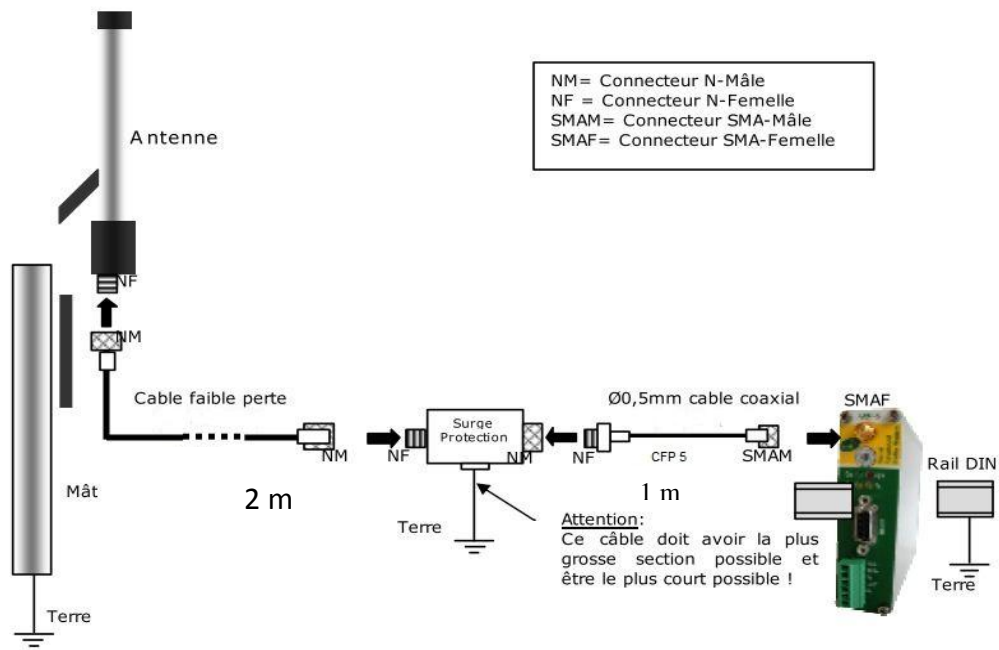


Figure 5: Raccordement de l'antenne [7]

Tableau 23: Pertes d'insertion en fonction du type de câble [8]

| | CFP10 | CFP5 | CFP213 | RG58 |
|-----------------------------------|-------|------|--------|------|
| Diamètre extérieur (mm) | 10.3 | 4.95 | 10.3 | 5.38 |
| Perte d'insertion (dB/m) à 433MHz | 0.09 | 0.26 | 0.16 | 0.34 |
| Perte d'insertion (dB/m) à 868MHz | 0.13 | 0.38 | 0.24 | 0.5 |
| Perte d'insertion (dB/m) à 2.4GHz | 0.22 | 0.62 | 0.41 | 0.83 |
| rayon de courbure (mm) | 25.4 | 12.7 | 50 | 15 |

❖ Réception

Le modem **ARM-SE** possède une sensibilité de -110 dBm pour un débit radio de 9,6 kbps [5]. Avec une antenne de type **ANT868-BZ**, le gain de l'antenne est de 4,5 dBi. Le raccordement du modem à l'antenne sera fait de la même façon que celui précédemment décrit à l'exception près que le câble coaxial entre le parafoudre et l'antenne aura une longueur de 4 m (voir **Figure 5**).

C'est ainsi que l'on obtient le bilan de liaison ci-dessous :

Tableau 24: Bilan de liaison entre antenne château d'eau et station de relevage

| Émetteur | | Récepteur | |
|---|---------|-----------------------------------|-------|
| Puissance de sortie de l'émetteur (dBm) | 29,7 | Pertes dans le câble CFP 5 (dB) | -0,38 |
| Pertes dans le câble CFP 5 (dB) | -0,38 | Pertes connecteurs (dB) | -1 |
| Pertes connecteurs (dB) | -1 | Pertes due au parafoudre (dB) | -1 |
| Pertes due au parafoudre (dB) | -1 | Pertes dans le câble CFP 213 (dB) | -0,96 |
| Pertes dans le câble CFP 213 (dB) | -0,48 | Gain de l'antenne (dBi) | 4,5 |
| Gain de l'antenne (dBi) | 12 | - | - |
| Affaiblissement en espace libre sans obstacles (dB) | -104,35 | - | - |
| TOTAL 1 | -65,45 | TOTAL 2 | 1,16 |
| TOTAL 1+TOTAL 2 | -64,35 | | |
| Sensibilité récepteur (dBm) | -110 | | |
| Marge (dBm) | 45,65 | | |

Ainsi, on a la sensibilité du récepteur qui est inférieur à la puissance reçue par la carte du modem. Par conséquent on peut dire de manière théorique que la transmission d'informations se fera parfaitement. Étant donné qu'il y a une grande différence entre la théorie et la pratique, il est important d'avoir une marge de sécurité acceptable. Notre marge de sécurité couvre largement notre système en cas de prise en compte de différentes hypothèses cité plus haut, car dans la documentation [4], la marge de sécurité de 12 dBm est considérée comme acceptable.

3.3.3 Liaison bache de stockage-station de relevage

❖ Émetteur

Le modem émetteur ici est celui connecté au capteur TOR de la bache de stockage. Il est identique à celui du château d'eau dont les valeurs pour le bilan de liaison sont identiques.

❖ Récepteur

Idem pour le récepteur qui ne change pas.

On obtient le bilan de liaison ci-dessous :

Tableau 25: Bilan de liaison bache de stockage - station de relevage

| Émetteur | | Récepteur | |
|---|---------|-----------------------------------|-------|
| Puissance de sortie de l'émetteur (dBm) | 29,7 | Pertes dans le câble CFP 5 (dB) | -0,38 |
| Pertes dans le câble CFP 5 (dB) | -0,38 | Pertes connecteurs (dB) | -1 |
| Pertes connecteurs (dB) | -1 | Pertes due au parafoudre (dB) | -1 |
| Pertes due au parafoudre (dB) | -1 | Pertes dans le câble CFP 213 (dB) | -0,96 |
| Pertes dans le câble CFP 213 (dB) | -0,48 | Gain de l'antenne (dBi) | 4,5 |
| Gain de l'antenne (dBi) | 12 | - | - |
| Affaiblissement en espace libre sans obstacles (dB) | -105,27 | - | - |
| TOTAL 1 | -66,43 | TOTAL 2 | 1,16 |
| TOTAL 1+TOTAL 2 | -65,27 | | |
| Sensibilité récepteur (dBm) | -110 | | |
| Marge (dBm) | 44,73 | | |

Avec une distance presque identique, le même modem récepteur et émetteur que la liaison précédente, on obtient sensiblement les mêmes résultats. Par conséquent, les conclusions des études sont identiques.

3.3.4 Liaison station de relevage-poste central

❖ Émetteur

Ici, l'émetteur sera le modem de la station de relevage.

❖ Récepteur

Le récepteur quant à lui sera celui du poste centrale qui est de type **ARM-SE** avec une sensibilité de -110 dBm pour un débit radio de 9,6 kbps. Avec une antenne de type **ANT868-BZ**, le gain de l'antenne est de 4,5 dBi. Le raccordement du modem à l'antenne sera fait de la même façon que celui précédemment décrit (voir **Figure 5**) à l'exception près que le câble coaxial entre le parafoudre et l'antenne aura une longueur de 7 m.

Ainsi donc, le bilan de liaison est :

Tableau 26: Bilan de puissance poste centrale et station de relevage

| Emetteur | | Récepteur | |
|---|---------|-----------------------------------|-------|
| Puissance de sortie de l'émetteur (dBm) | 29,7 | Pertes dans le câble CFP 5 (dB) | -0,38 |
| Pertes dans le câble CFP 5 (dB) | -0,38 | Pertes connecteurs (dB) | -1 |
| Pertes connecteurs (dB) | -1 | Pertes due au parafoudre (dB) | -1 |
| Pertes due au parafoudre (dB) | -1 | Pertes dans le câble CFP 213 (dB) | -1,68 |
| Pertes dans le câble CFP 213 (dB) | -0,96 | Gain de l'antenne (dBi) | 4,5 |
| Gain de l'antenne (dBi) | 4,5 | - | - |
| Affaiblissement en espace libre sans obstacles (dB) | -105,27 | - | - |
| TOTAL 1 | -74,41 | TOTAL 2 | 0,44 |
| TOTAL 1+TOTAL 2 | -73,97 | | |
| Sensibilité récepteur (dBm) | -110 | | |
| Marge (dBm) | 36,03 | | |

Au vu de ces résultats, on peut affirmer qu'il y aura une bonne transmission d'informations entre la station de relevage et le poste central sur le terrain, grâce à cette bonne marge de sécurité que nous possédons.

CHAPITRE 3 : ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE

Ce chapitre porte essentiellement sur les différentes mesures d'économie d'énergie électrique réalisées dans notre station de relevage.

I Compensation de l'énergie réactive

Pour améliorer la qualité de l'énergie disponible dans notre réseau, il est nécessaire de réduire la quantité d'énergie réactive produite dans notre installation. Etant donné que la charge n'est pas régulière, et que le plus grand consommateur en énergie réactive est la pompe, par conséquent pour une meilleur efficacité, nous procéderons à une compensation individuelle (au borne de la pompe).

Il a été prévu de ramener le facteur de puissance ($\cos\varphi$) à 0,96. Pour cela, il sera question pour nous de déterminer la puissance de la batterie de compensation à installer.

Ainsi, on utilisera la formule ci-contre :

$$\Delta Q = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \quad \text{Avec}$$

| | |
|-------------|--------------------------------|
| P | : Puissance active de la pompe |
| φ_1 | : Déphasage avant compensation |
| φ_2 | : Déphasage souhaité |

Par conséquent, on obtient le résultat ci-contre :

Tableau 27: Choix de la puissance de la batterie de compensation

| Puissance active (kW) | Ku | Puissance active (kW) | Tan ϕ_1 | Tan ϕ_2 | Puissance réactive ΔQ (kVar) | Puissance réactive choisie Q_c (kVar) |
|-----------------------|-----|-----------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|---|
| 236,84 | 0,9 | 213,156 | 0,526 | 0,29 | 49,97 | 50 |

On choisira une batterie de compensation de 50 kVar en compensation automatique, car avec un transformateur de puissance $S_T = 315\text{kVA}$ et une puissance de batterie de compensation de $\Delta Q = 50\text{ kVar}$, on obtient un rapport $\frac{\Delta Q \times 100}{S_T} = 15,87\%$ qui est supérieur à 15% [6].

Pour éviter des surtensions dangereuses dues au phénomène d'auto-excitation, il faut s'assurer que la puissance de la batterie vérifie la relation suivante : $Q_c \leq 0,9 \times \sqrt{3} \times U_n \times I_0$

I_o : courant à vide du moteur ($I_o = 2 I_n (1 - \cos\varphi_n)$)
 Avec : I_n : valeur du courant nominal du moteur
 $\cos\varphi_n$: $\cos\varphi$ du moteur à la puissance nominale
 U_n : tension composée nominale

Après calcul, on obtient la relation $Q_c > 52,7 \text{ kVar}$ donc il y a risque d'auto-excitation. C'est pourquoi, il sera inséré en série avec la batterie de compensation, un contacteur piloté par le relais du moteur.

II Réduction des harmoniques dans le réseau

Avec la présence d'un variateur de vitesse, il est important de déterminer le degré de pollution de notre installation, qui sera calculé par la formule ci-contre :

$\frac{S_H}{S_T}$ Avec : S_H : Puissance totale des générateurs d'harmoniques (kVA)
 S_T : Puissance du transformateur (kVA)

Ici, le plus grand producteur d'harmonique est le variateur, c'est pourquoi seul sa puissance sera considérée comme étant la puissance totale des générateurs d'harmoniques. Après calcul, on obtient le résultat suivant : $\frac{S_H}{S_T} = 0,79$. Comme $\frac{S_H}{S_T} \geq 50\%$, on peut conclure que notre réseau interne est pollué, par conséquent nécessite l'installation d'un filtre [6].

Un filtre passif sera installé, il aura pour effet de réduire les harmoniques de courant avec des taux de distorsion harmonique totaux inférieurs à 10%. Son choix sera fonction du type de variateur et de la tension de l'installation.

C'est ainsi que, pour notre variateur, sous une tension de 400 V, il sera choisi un filtre passif ayant pour référence **VW3A4611**.

En plus du filtre, notre variateur est livré avec une inductance DC ce qui permettra de ramener la valeur du taux de distorsion harmonique $TDHI \leq 5\%$ (voir annexe n°4 **Figure 28**). Valeur acceptable d'après la norme CEI 61000-2-2 (voir annexe n°4 **Figure 29**)

III. Résultats et discussions de la compensation d'énergie réactive

3.1 Résultats

La compensation de l'énergie réactive a pour but principal de faire des économies financières à l'utilisateur. Dans cette partie, nous estimerons la bonification annuelle obtenue grâce à la compensation effectuée. Pour cela, à l'aide du temps de fonctionnement de la pompe dans l'année, nous calculerons en premier lieu l'énergie annuelle consommée afin d'estimer le coût annuel de la consommation de la station de relevage. En second lieu, nous appliquerons le coefficient de minoration qui se calcul par la formule ci-contre :

$$K_{\min} = \left[1 - \frac{0,48 - \text{tg}(\varphi)}{6} \right] \text{ Avec } \text{tg}(\varphi) : \text{Nouveau facteur de puissance}$$

La consommation journalière des habitants se repartie comme suit :

Tableau 28: Consommation par tranche horaire

| Consommation journalière (m ³ /j) | Tranche horaire | Pourcentage de consommation (%) | Consommation par tranche horaire (m ³) |
|--|-----------------|---------------------------------|--|
| 28500 | 5h-9h | 25 | 7125 |
| | 9h-13h | 10 | 2850 |
| | 13h-16h | 30 | 8550 |
| | 16h-20h | 25 | 7125 |
| | 20h-5h | 10 | 2850 |

Grâce à cette répartition, nous pouvons donc faire une simulation afin d'obtenir le temps de fonctionnement de la station de relevage. Ceci en prenant comme hypothèse que le débit de consommation est le même sur une tranche horaire.

Tableau 29: Simulation du fonctionnement de la station de relevage

| Tranche horaire | Temps de fonctionnement | | | Volume pompé (m ³) | Volume consommé (m ³) | Volume restant (m ³) |
|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | Heure creuse (HC) | Heure pleine (HP) | Heure de pointe (HPT) | | | |
| 5h-9h | 1 | 1 | 0 | 3200 | 7125 | 1275 |
| 9h-13h | 0 | 4 | 0 | 6400 | 2850 | 4825 |
| 13h-16h | 0 | 3 | 0 | 4800 | 8550 | 1075 |
| 16h-20h | 0 | 2 | 2 | 6400 | 7125 | 350 |
| 20h-5h | 3,8 | 0 | 1 | 7700 | 2850 | 5200 |
| Total | 4,8 | 10 | 3 | | 28500 | |

Ayant déjà le temps de fonctionnement journalier de la station, nous pouvons ainsi calculer la consommation d'énergie annuelle de la station, la prime fixe annuelle et le gain financier annuel obtenu. Les données nécessaires pour le calcul du gain financier sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 30: Valeurs définies par EDM

| Puissance souscrite (kW) | Tarif HC (FCFA) | Tarif HP (FCFA) | Tarif HPT (FCFA) | Prime fixe annuelle (FCFA/kW) |
|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| 247 | 57 | 83 | 116 | 19 832 |

On considère que la puissance souscrite est égale à la puissance installée car c'est la puissance consommée en majeure partie du temps, sauf dans les cas exceptionnels.

Les résultats se présentent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 31: Bonification due à la compensation d'énergie réactive

| Energie HC (kWh) | Energie HP (kWh) | Energie HPT (kWh) | Prix proportionnel HC (FCFA) | Prix proportionnel HP (FCFA) | Prix proportionnel HPT (FCFA) | K _{min} | Minoration prime fixe (FCFA) | Minoration prix proportionnel I (FCFA) | Gain annuel (FCFA) |
|------------------|------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|--|--------------------|
| 432744 | 901550 | 270465 | 24.666.408 | 74.828.650 | 31.373.940 | 0,97 | 4.743.385 | 126.724.813 | 4.299.304 |
| | | | 127.160.160 | | | | | | |

3.2 Discussions

Le volume du château d'eau étant très faible par rapport à la consommation journalière, il y a donc obligation de fonctionnement de la station de pompage et de relevage à leurs points de conception afin d'assurer la continuité d'alimentation en eau du quartier. Par conséquent, une augmentation du volume du château nous permettra de faire des économies d'énergie tant au niveau de la station de pompage qu'à la station de relevage et par ricochet augmenter notre gain financier annuel.

CONCLUSION

Dans cette étude, il a été question de faire au préalable une étude technico-économique de la partie hydraulique, électrique et de télégestion et après une étude d'efficacité énergétique de la station de relevage.

En effet, de ce projet, il en ressort que : la station de relevage ainsi établie, dans le respect d'une méthodologie scientifique rigoureuse, des normes et réglementations établies par des organismes privés agréés, aura en son sein un groupe motopompe de puissance électrique nominale de 225 kW et permettra d'obtenir en tout temps une pression au refoulement constante afin d'assurer une alimentation continue en eau du château d'eau de KOROFINA situé à 6,1 km de notre station de relevage. Un transformateur de 315 kVA et un groupe électrogène de secours d'une puissance de 603 kVA seront installés pour l'alimentation en permanence de la station. Côté télégestion, en fonction de la distance entre les différents points de notre système, on a opté pour installation de 2 modems de type ARM-DA, dont un lié au capteur analogique au niveau du château d'eau et l'autre lié au capteur TOR à la bache de stockage. De plus, 2 autres modems de type ARM-SE seront installés respectivement au poste central et à la station de relevage. En fonction du temps de fonctionnement de la pompe, l'étude d'économie énergétique de la station nous a permis de calculer la bonification annuelle due à la compensation énergétique qui s'élève à 4.299.304 FCFA pour un facteur de puissance de l'installation élevé à 0,96.

En définitive, de par notre travail, nous avons augmenté le débit d'eau refoulé dans le château en vue d'une desserte sans pénurie en eau à la population du quartier de KOROFINA. Cependant, cette solution ne peut être durable car, les besoins en eau de la population du quartier n'auront de cesse que d'augmenter, ce qui conduira à un accroissement de la quantité d'eau à refouler. Celle-ci à son tour influera sur le temps de fonctionnement des pompes et aura un impact sur l'économie d'énergie.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Bèga U. Ouedraogo « Ouvrages constitutifs de systèmes d'AEP adductions-réservoirs-réseaux de distribution »
- [2] J. Shonek, Y. Nebon « Protection BT et variateur de vitesse »
- [3] R. Calvas, B.Lacroix « Les schémas des liaisons à la terre en BT (régimes du neutre) ». Consulté le 07 Juin 2015. Accessible en ligne <https://www.google.com/search?q=cahier+technique+schneider+172+pdf&ie=utf-8&oe=utf-8>
- [4] Sébastien Buettrich « Calcul du bilan de liaison radio 2005 ». Consulté le 04 Août 2015. Accessible en ligne http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_fr.shtml
- [5] « Manuel d'utilisation ARM-SE ». Accessible en ligne http://www.atim.com/IMG/pdf/FRUG_ARMSE.pdf
- [6] Catalogue LEGRAND « Compensation d'énergie réactive et contrôle de la qualité des réseaux électriques »
- [7] Catalogue SCHNEIDER « Constituants de protection TeSys pour la protection des moteurs »

WEBOGRAPHIE

- [8] <http://www.atim.com/product/antennae-connectors/cables-connectors-rf>

LISTE DES ANNEXES

ANNEXES N°1 : PARTIE PUISSANCE

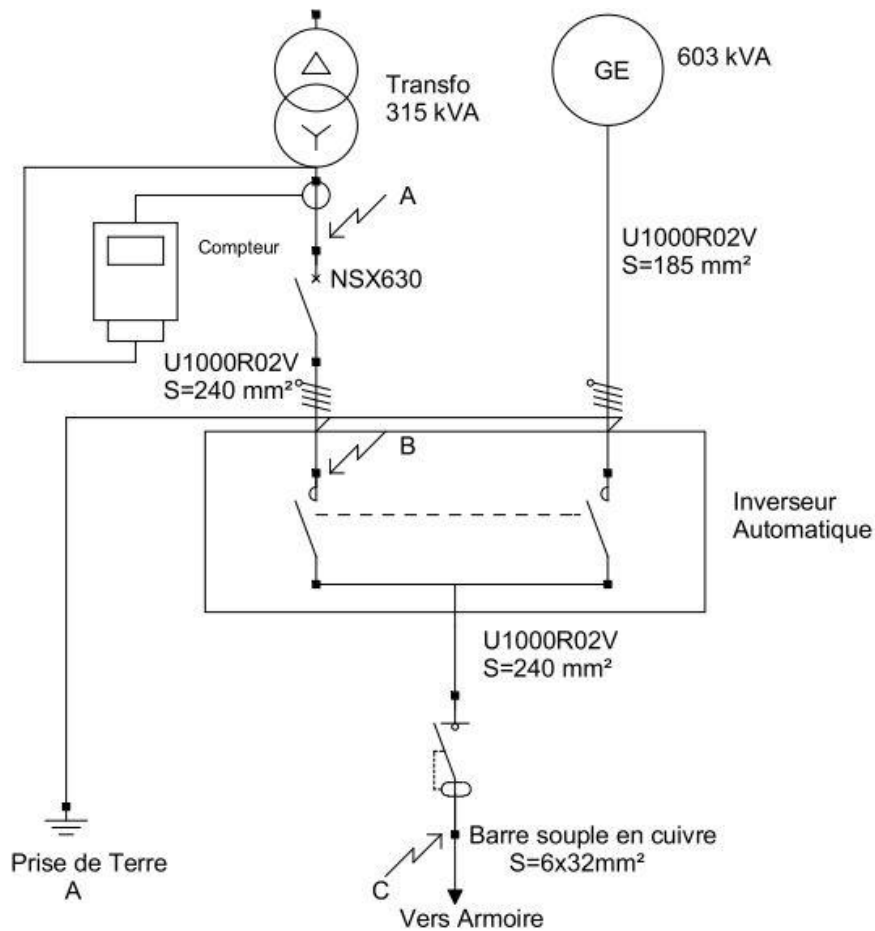


Figure 6: Schéma unifilaire 1

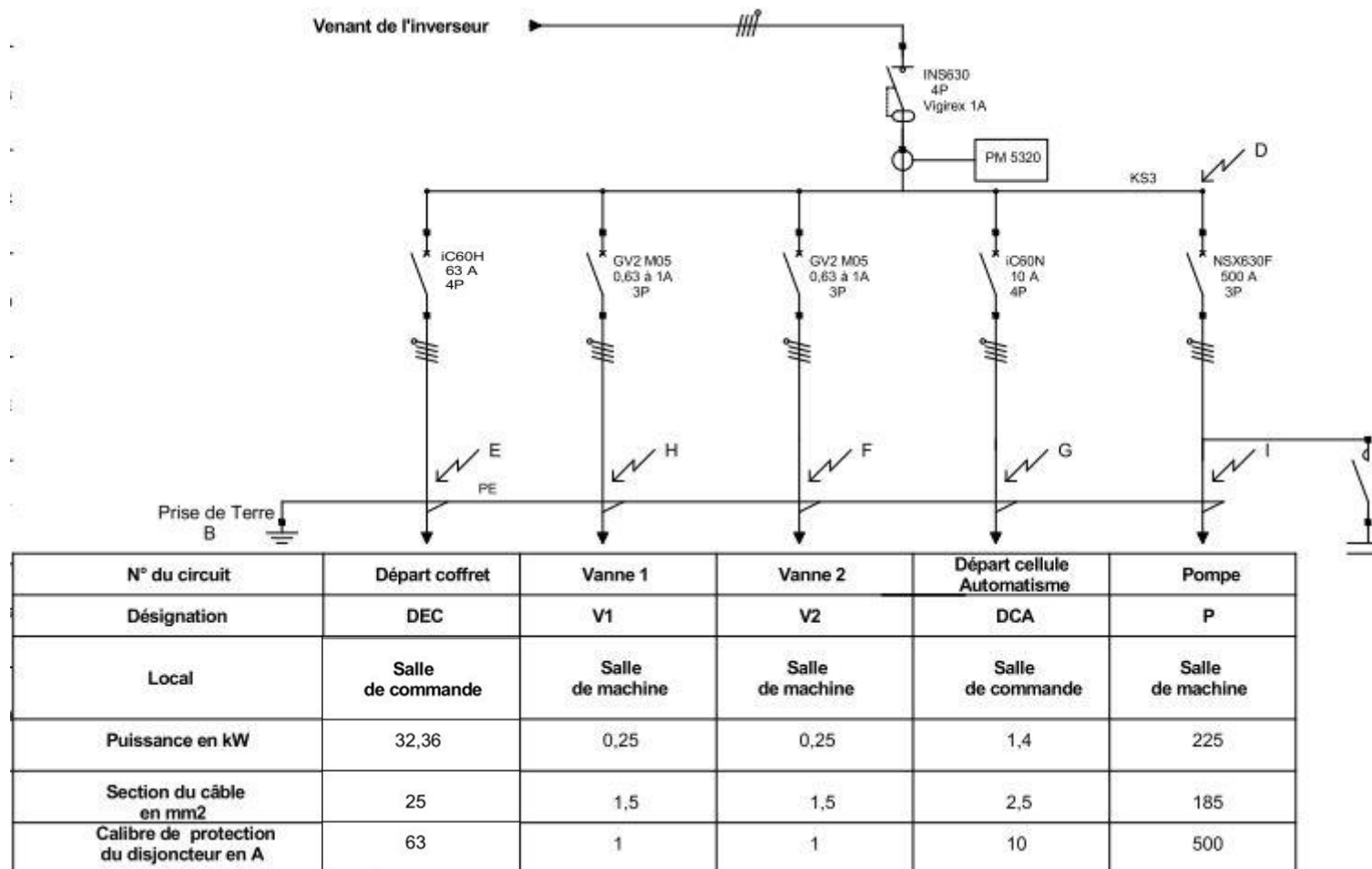
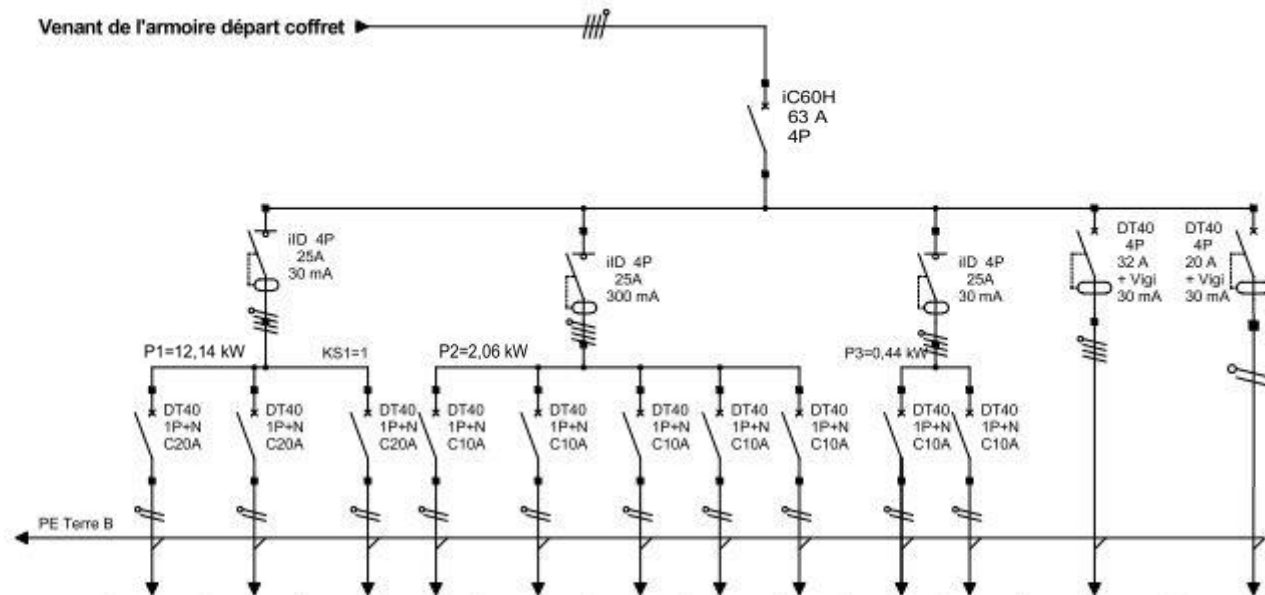


Figure 7: schéma unifilaire 2



| N° du circuit | P1 | P2 | P3 | E1 | E2 | E3 | E4 | B | EX1 | EX2 | PF | CL |
|---|---------------------------|------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------|------------------|---------------|------------------|-------------------|
| Désignation | Prise de courant 2P+T 16A | | | Eclairages + brasseur | | | | | Extracteurs | | Prise forte | Climatisation |
| Local | Salle de commande | Salle de machine | Local garde | Salle de machine | Salle de commande + Local transfo | Local GE + Local garde + Toilette | Luminaire Extérieur | Local garde | Salle de machine | Local transfo | Salle de machine | Salle de commande |
| Puissance en kW | 4,05 | 4,42 | 3,68 | 0,54 | 0,63 | 0,36 | 0,45 | 0,075 | 0,33 | 0,11 | 22,17 | 3,68 |
| Section du câble en mm ² | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 |
| Calibre de protection du disjoncteur en A | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 32 | 20 |

Figure 8: Schéma unifilaire 3

Tableau 32: Calcul de la puissance active sans la motopompe

| Désignations | | Nombre | Puissance (kW) | cos ϕ | Ku | Puissance (Kw) | KS1 | Puissance (Kw) | KS2 | Puissance (Kw) | KS3 | Puissance (Kw) |
|-------------------------------|--|--------|----------------|------------|-----|----------------|------|----------------|-----|----------------|-------|----------------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 6 | 0,54 | 0,85 | 1 | 0,54 | 1 | 2,06 | 0,8 | 32,38 | 0,8 | 27,38 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 7 | 0,63 | 0,85 | 1 | 0,63 | | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 4 | 0,36 | 0,85 | 1 | 0,36 | | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | 5 | 0,45 | 0,85 | 1 | 0,45 | | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | 1 | 0,09 | 0,85 | 1 | 0,09 | | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 2 | 7,36 | 1 | 1 | 7,36 | 0,55 | 4,05 | 1 | 1,4 | 0,225 | 0,225 |
| | Salle de machine | 3 | 11,04 | 1 | 1 | 11,04 | 0,4 | 4,42 | | | | |
| | Local garde | 1 | 3,68 | 1 | 1 | 3,68 | 1 | 3,68 | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 3 | 0,33 | 0,8 | 1 | 0,33 | 1 | 0,44 | 1 | 1,4 | 0,225 | 0,225 |
| | Local transformateur | 1 | 0,11 | 0,8 | 1 | 0,11 | | | | | | |
| Prise forte salle de machine | | 1 | 22,17 | 1 | 1 | 22,17 | 1 | 22,17 | 1 | 1,4 | 0,225 | 0,225 |
| Climatiseur salle de commande | | 1 | 3,68 | 0,8 | 1 | 3,68 | 1 | 3,68 | | | | |
| Cellule automatisme | | 1 | 1,4 | 0,8 | 1 | 1,4 | 1 | 1,4 | 1 | 1,4 | 0,225 | 0,225 |
| Alimentation Vanne 1 | | 1 | 0,25 | 0,52 | 0,9 | 0,23 | 1 | 0,23 | 1 | 0,225 | 0,225 | 0,225 |
| Alimentation Vanne 2 | | 1 | 0,25 | 0,52 | 0,9 | 0,23 | 1 | 0,23 | 1 | 0,225 | 0,225 | 0,225 |

Tableau 33: Calcul de la puissance réactive sans la motopompe

| Désignations | | Nombre | Puissance (kVA) | SIN ϕ | Ku | Puissance (Kvar) | KS1 | Puissance (Kvar) | KS2 | Puissance (Kvar) | KS3 | Puissance (Kvar) |
|-------------------------------|--|--------|-----------------|------------|------|------------------|------|------------------|-----|------------------|-----|------------------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 6 | 0,64 | 0,53 | 1 | 0,33 | 1 | 1,27 | 0,8 | 3,49 | 0,8 | 4 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 7 | 0,74 | 0,53 | 1 | 0,39 | | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 4 | 0,42 | 0,53 | 1 | 0,22 | | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | 5 | 0,53 | 0,53 | 1 | 0,28 | | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | 1 | 0,09 | 0,53 | 1 | 0,05 | | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 2 | 7,36 | 0 | 1 | 0 | 0,55 | 0 | | | | |
| | Salle de machine | 3 | 11,04 | 0 | 1 | 0 | 0,4 | 0 | | | | |
| | Local garde | 1 | 3,68 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 3 | 0,41 | 0,60 | 1 | 0,25 | 1 | 0,33 | | | | |
| | Salle transformateur | 1 | 0,14 | 0,60 | 1 | 0,08 | | | | | | |
| Prise forte salle de machine | | 1 | 22,17 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | |
| Climatiseur salle de commande | | 1 | 4,60 | 0,60 | 1 | 2,76 | 1 | 2,76 | | | | |
| Cellule automatisme | | 1 | 1,75 | 0,60 | 1 | 1,05 | 1 | 1,05 | 1 | 1,05 | | |
| Alimentation Vanne 1 | | 1 | 0,48 | 0,85 | 0,90 | 0,37 | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 | | |
| Alimentation Vanne 2 | | 1 | 0,48 | 0,85 | 0,90 | 0,37 | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 | | |

Tableau 34: Calcul de la puissance active sans charges de base

| Désignations | Nombre | Puissance nominale (kW) | Puissance de démarrage (kW) | cos ϕ démarrage |
|--------------------|--------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Alimentation pompe | 1 | 225 | 301,07 | 0,4 |

Tableau 35: Calcul de la puissance réactive sans charges de base

| Désignations | Nombre | Puissance nominale (kVA) | Puissance de démarrage (kVA) | sin ϕ démarrage | Puissance de démarrage (kVar) |
|--------------------|--------|--------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Alimentation pompe | 1 | 254,24 | 401,43 | 0,66 | 265,51 |

| Modèle | GEP450 | GEP500 | GEP550 | GEP605 | GEP660 |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Puissance du courant de secours | 450 kVA/360 kW | 500 kVA/400 kW | 550 kVA/440 kW | 605 kVA/484 kW | 660 kVA/528 kW |
| Puissance du courant permanent | 400 kVA/360 kW | 450 kVA/360 kW | 500 kVA/400 kW | 550 kVA/440 kW | 600 kVA/480 kW |
| Tension nominale/fréquence | 400 V/50 Hz | 400 V/50 Hz | 400 V/50 Hz | 400 V/50 Hz | 400 V/50 Hz |
| Courant nominal I/II ① | 650 A/578 A | 722 A/650 A | 794 A/722 A | 874 A/795 A | 956 A/867 A |
| Moteur PERKINS | 2206 | 2506 | 2506 | 2806 | 2806 |
| Capacité du réservoir (en litres) ② | 867/877 | 928/1000 | 928/1000 | 1000/1350 | 1000/1350 |
| Consommation approximative (en l/h) aux ¾ de la charge | 67,3 | 73,1 | 78,4 | 83,9 | 88,8 |
| Puissance acoustique LwA ③ | 97 | 96 | 96 | – | – |
| Niveau de pression acoustique dBA ④ | 68 | 68,6 | 68,9 | 76 | 76,2 |
| Poids approximatif à sec (kg) ② | 2814/4580 | 3793/5463 | 3920/5590 | 4655/6266 | 4717/6330 |
| Dimension long. x larg. x h en mm: | | | | | |
| Standard | 3500 x 1110 x 2159 | 3700 x 1100 x 2143 | 3700 x 1100 x 2144 | 4111 x 1536 x 2246 | 4111 x 1536 x 2246 |
| Capot insonorisé | 4760 x 1620 x 2136 | 4990 x 1620 x 2140 | 4990 x 1620 x 2141 | 5890 x 1930 x 2400 | 5890 x 1930 x 2400 |

Figure 9: Choix du groupe électrogène. Source : Groupes électrogènes CATERPILLAR

Tableau 36: Calcul du courant d'emploi et choix des calibres de disjoncteurs

| Désignations | | Nombre | Puissance (Kw) | Ib (A) | Calibre | KS1 | Puissance (Kw) | Ib (A) | Calibre | KS2 | Puissance (Kw) | Ib (A) | Calibr e | KS3 | Puissance (Kw) | Ib | Calibr e |
|-------------------------------|--|--------|----------------|--------|---------|-----|----------------|--------|---------|-----|----------------|--------|----------|-----|----------------|-------|----------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 6 | 0,54 | 2,76 | 10 | 1 | 2,06 | 3,49 | 25,00 | 0,8 | 32,39 | 52,68 | 63 | 1 | 247 | 446,4 | 630 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 7 | 0,63 | 3,22 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 4 | 0,36 | 1,84 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | 5 | 0,45 | 2,30 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | 1 | 0,075 | 0,38 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 2 | 7,36 | 17,60 | 20 | 1 | 12,14 | 21,91 | 25,00 | | | | | | | | |
| | Salle de machine | 3 | 11,04 | 19,20 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| | Local garde | 1 | 3,68 | 16,00 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 3 | 0,33 | 1,79 | 10 | 1 | 0,44 | 0,79 | 25,00 | | | | | | | | |
| | Local transformateur | 1 | 0,11 | 0,60 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Prise forte salle de machine | | 1 | 22,17 | 32 | 32 | 1 | 22,17 | - | - | | | | | | | | |
| Climatiseur salle de commande | | 1 | 3,68 | 20 | 20 | 1 | 3,68 | - | - | | | | | | | | |
| Alimentation pompe | | 1 | 213,16 | 347,65 | 500 | 1 | 213,16 | - | - | 1 | 213,16 | - | - | | | | |
| Cellule automatisme | | 1 | 1,4 | 2,53 | 10 | 1 | 1,4 | - | - | 1 | 1,4 | - | - | | | | |
| Alimentation Vanne 1 | | 1 | 0,23 | 0,62 | 1 à 1,6 | 1 | 0,23 | - | - | 1 | 0,23 | - | - | | | | |
| Alimentation Vanne 2 | | 1 | 0,23 | 0,62 | 1 à 1,6 | 1 | 0,23 | - | - | 1 | 0,23 | - | - | | | | |

Le tableau ci-dessous indique les possibilités d'équipement en fonction du calibre In des déclencheurs de distribution et de la taille du boîtier du disjoncteur :

| Calibre In | 40 | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 |
|----------------|----|-----|-----|-------|-----|-----|
| Compact NSX100 | x | x | | | | |
| Compact NSX160 | x | x | x | | | |
| Compact NSX250 | x | x | x | x | | |
| Compact NSX400 | | | | x (1) | x | |
| Compact NSX630 | | | | x (1) | x | x |

(1) Micrologic 2 uniquement

Figure 10: Choix du calibre du disjoncteur de tête. Source : guide d'exploitation 09/2009 « Compact NSX micrologic 5/6 »

| Départs-moteurs pour variateurs IP 20 | | | | | | |
|--|-----------|---------------|-------------------------|---------------------|-------------------|------------|
| Moteur | Variateur | Disjoncteur | | Contacteur de ligne | | |
| Puissance (1) | Référence | Référence (2) | Calibre Irm | | Référence (4) (5) | |
| kW | HP | | A | A | | |
| Tension d'alimentation triphasée : 380...415 V 50/60 Hz. Coordination type 2 | | | | | | |
| 0,75 | 1 | ATV 61H075N4 | GV2 L08 | 4 | – | LC1 D09●● |
| 1,5 | 2 | ATV 61HU15N4 | GV2 L10 | 6,3 | – | LC1 D09●● |
| 2,2 | 3 | ATV 61HU22N4 | GV2 L14 | 10 | – | LC1 D25●● |
| 3 | – | ATV 61HU30N4 | GV2 L16 | 14 | – | LC1 D25●● |
| 4 | 5 | ATV 61HU40N4 | GV2 L16 | 14 | – | LC1 D25●● |
| 5,5 | 7,5 | ATV 61HU55N4 | GV2 L22 | 25 | – | LC1 D25●● |
| 7,5 | 10 | ATV 61HU75N4 | GV3 L32 | 32 | – | LC1 D40A●● |
| 11 | 15 | ATV 61HD11N4 | GV3 L40 | 40 | – | LC1 D50A●● |
| 15 | 20 | ATV 61HD15N4 | GV3 L50 | 50 | – | LC1 D65A●● |
| 18,5 | 25 | ATV 61HD18N4 | GV3 L50 | 50 | – | LC1 D65A●● |
| 22 | 30 | ATV 61HD22N4 | GV3 L65 | 65 | – | LC1 D65A●● |
| 30 | 40 | ATV 61HD30N4 | NS80HMA80 | 80 | 480 | LC1 D80●● |
| 37 | 50 | ATV 61HD37N4 | NSX100●MA100 | 100 | 600 | LC1 D95●● |
| 45 | 60 | ATV 61HD45N4 | NSX160●MA150 | 150 | 1350 | LC1 D115●● |
| 55 | 75 | ATV 61HD55N4 | NSX160●MA150 | 150 | 1350 | LC1 D150●● |
| 75 | 100 | ATV 61HD75N4 | NSX250●MA220 | 220 | 1980 | LC1 F185●● |
| 90 | 125 | ATV 61HD90N4 | NSX250●MA220 | 220 | 1980 | LC1 F185●● |
| 110 | 150 | ATV 61HC11N4 | NSX250●MA220 | 220 | 1980 | LC1 F225●● |
| 132 | 200 | ATV 61HC13N4 | NSX400● Micrologic 1.3M | 320 | 1920 | LC1 F265●● |
| 160 | 250 | ATV 61HC16N4 | NSX400● Micrologic 1.3M | 320 | 1920 | LC1 F330●● |
| 200 | 300 | ATV 61HC22N4 | NSX630● Micrologic 1.3M | 500 | 3000 | LC1 F400●● |
| 220 | 350 | ATV 61HC22N4 | NSX630● Micrologic 1.3M | 500 | 3000 | LC1 F400●● |
| 250 | 400 | ATV 61HC25N4 | NSX630● Micrologic 1.3M | 500 | 3000 | LC1 F500●● |

Figure 11: Choix du variateur de vitesse. Source : catalogue SCHNEIDER juin 2010 « Variateurs de vitesse Altivar 61 et Altivar 61 plus »

Les déclencheurs Micrologic 1.3-M peuvent équiper les disjoncteurs Compact NSX400 et Compact NSX630.

Le tableau ci-dessous indique les possibilités d'équipement en fonction du calibre In des déclencheurs moteur et de la taille du boîtier du disjoncteur :

| Calibre In | 320 | 500 |
|----------------|-----|-----|
| Compact NSX400 | x | |
| Compact NSX630 | x | x |

Figure 12: Choix du calibre du disjoncteur de la motopompe. Source : guide d'exploitation 09/2009 « Compact NSX micrologic 5/6 »

| Disjoncteur | Icu (kA) pour 400 V | | | | | | |
|---|---------------------|----|----|----|----|-----|-----|
| | B | F | N | H | S | L | |
| GV2 L08...L16 (3) | 130 | - | - | - | - | - | |
| GV2 L16 (3), GV2 L22 GV3 L32...L65 | 50 | - | - | - | - | - | |
| NS80HMA | 70 | - | - | - | - | - | |
| NSX100●MA...NSX250●MA | - | 25 | 36 | 50 | 70 | 100 | 150 |
| NSX400●, NSX630● | - | - | 36 | 50 | 70 | 100 | 150 |
| NS800L Micrologic 2 ou 5 NS1000L Micrologic 2 ou 5 | - | - | - | - | - | - | 150 |

(3) GV2 L16 : Icu de 130 en association avec un ATV 61HU30N4, Icu de 50 en association avec un ATV 61HU40N4.

(4) Composition des contacteurs :
LC1 D09 à LC1 D150 : 3 pôles + 1 contact auxiliaire "F" + 1 contact auxiliaire "O".
LC1 F●●●, LC1 BL et LC1 BM : 3 pôles. Pour ajouter des contacts auxiliaires ou autres accessoires, consulter le catalogue "Solutions départs-moteurs. Constituants de commande et protection puissance".

(5) Remplacer ●● par le repère de tension du circuit de commande dans le tableau ci-dessous :

| | Volts ~ | 24 | 48 | 110 | 220 | 230 | 240 |
|-----------------|--------------------------|----------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| | | LC1 D09...D150 | 50 Hz | B5 | E5 | F5 | M5 |
| | 60 Hz | B6 | E6 | F6 | M6 | - | U6 |
| | 50/60 Hz | B7 | E7 | F7 | M7 | P7 | U7 |
| LC1 F185, F225 | 50 Hz (bobine LX1) | B5 | E5 | F5 | M5 | P5 | U5 |
| | 60 Hz (bobine LX1) | - | E6 | F6 | M6 | - | U6 |
| | 40...400 Hz (bobine LX9) | - | E7 | F7 | M7 | P7 | U7 |
| LC1 F265, F330 | 40...400 Hz (bobine LX1) | B7 | E7 | F7 | M7 | P7 | U7 |
| LC1 F400...F800 | 40...400 Hz (bobine LX1) | - | E7 | F7 | M7 | P7 | U7 |
| LC1 BL, LC1 BM | 50...400 Hz (bobine WB1) | - | - | F | M | P | U |

Figure 13: choix du disjoncteur et contacteur de la motopompe. Source : catalogue SCHNEIDER juin 2010 « Variateurs de vitesse Altivar 61 et Altivar 61 plus »

| De 0,06 à 110 kW sous 400/415 V : coordination type 1 | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------------------|-------|----------------|--------------------|-------|----------------|--------------------|-------------|--|--------------------|
| Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 | | | | | | | | | Disjoncteur | Contacteur | |
| 400/415 V | | | 440 V | | | 500 V | | | Référence | Domaine de réglage des déclencheurs thermiques | Référence (2) |
| P | I _e | I _q (1) | P | I _e | I _q (1) | P | I _e | I _q (1) | | A | |
| kW | A | kA | kW | A | kA | kW | A | kA | | | |
| 0,06 | 0,2 | 50 | 0,06 | 0,19 | 50 | – | – | – | GV2 ME02 | 0,16...0,25 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 0,09 | 0,3 | 50 | 0,09 | 0,28 | 50 | – | – | – | GV2 ME03 | 0,25...0,40 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 0,12 | 0,44 | 50 | – | – | – | – | – | – | GV2 ME04 | 0,40...0,63 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 0,18 | 0,6 | 50 | 0,18 | 0,55 | 50 | – | – | – | | | |
| 0,25 | 0,85 | 50 | 0,25 | 0,76 | 50 | – | – | – | GV2 ME05 | 0,63...1 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 0,37 | 1,1 | 50 | 0,37 | 0,99 | 50 | – | – | – | | | |
| – | – | – | – | – | – | 0,37 | 0,88 | 50 | GV2 ME06 | 1...1,6 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 0,55 | 1,5 | 50 | 0,55 | 1,36 | 50 | 0,55 | 1,2 | 50 | | | |
| – | – | – | – | – | – | 0,75 | 1,5 | 50 | GV2 ME06 | 1...1,6 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 0,75 | 1,9 | 50 | 0,75 | 1,68 | 50 | – | – | – | GV2 ME07 | 1,6...2,5 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| – | – | – | 1,1 | 2,37 | 50 | 1,1 | 2,2 | 50 | | | |
| 1,1 | 2,7 | 50 | – | – | – | 1,5 | 2,9 | 50 | GV2 ME08 | 2,5...4 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| 1,5 | 3,6 | 50 | 1,5 | 3,06 | 50 | 2,2 | 3,9 | 50 | | | |
| 2,2 | 4,9 | 50 | 2,2 | 4,42 | 50 | – | – | – | GV2 ME10 | 4...6,3 | LC1 K06 ou LC1 D09 |
| – | – | – | 3 | 5,77 | 50 | 3 | 5,2 | 50 | | | |
| 3 | 6,5 | 50 | – | – | – | 4 | 6,8 | 10 | GV2 ME14 | 6...10 | LC1 K09 ou LC1 D09 |
| 4 | 8,5 | 50 | 4 | 7,9 | 15 | 5,5 | 9,2 | 10 | | | |
| 5,5 | 11,5 | 15 | 5,5 | 10,4 | 8 | 7,5 | 12,4 | 6 | GV2 ME16 | 9...14 | LC1 K12 ou LC1 D12 |
| 7,5 | 15,5 | 15 | 7,5 | 13,7 | 8 | 9 | 13,9 | 6 | GV2 ME20 | 13...18 | LC1 D18 |
| – | – | – | 9 | 16,9 | 8 | – | – | – | | | |
| 9 | 18,1 | 15 | 11 | 20,1 | 6 | 11 | 17,6 | 4 | GV2 ME21 | 17...23 | LC1 D25 |

(1) La performance de coupure des disjoncteurs **GV2 ME** peut être augmentée par un additif limiteur **GV1 L3**, voir page 3/11.
(2) Pour 2 sens de marche, remplacer LC1 par LC2.

Figure 14: Choix des départs moteurs des vannes. Source : Catalogue SCHNEIDER 2012
« Démarreurs et équipements nus TeSys »

Tableau 37: Mode de pose et caractéristiques des câbles

| Câbles | Longueur de câble (m) | Mode de pose | Type de câble et isolation |
|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|
| Transformateur- Disjoncteur | 4 | Chemins de câbles ou tablettes perforés | Cuivre, U1000R2V, Isolation PR |
| Disjoncteur-Inverseur | 11 | Câbles mono conducteur dans des conduits profilés enterrés | Cuivre, U1000R2V, Isolation PR |
| Inverseur-Interrupteur | 5 | Chemins de câbles ou tablettes perforés | Cuivre, U1000R2V, Isolation PR |
| GE-Inverseur | 10 | Câbles mono conducteur dans des conduits profilés enterrés | Cuivre, U1000R2V, Isolation PR |
| Armoire-Coffret | 6 | Chemins de câbles ou tablettes perforés | Cuivre, U1000R2V, Isolation PR |
| Disjoncteur-Vanne 1 | 15 | Câbles mono conducteur dans des conduits profilés enterrés | Cuivre, H07V-K, Isolation PR |
| Disjoncteur-Vanne 2 | 25 | Câbles mono conducteur dans des conduits profilés enterrés | Cuivre, H07V-K, Isolation PR |
| Disjoncteur-Pompe | 9 | Câbles mono conducteur dans des conduits profilés enterrés | Cuivre, U1000R2V, Isolation PR |
| Disjoncteur-cellule automatisme | 10 | Tablettes non perforées | Cuivre, H07V-K, Isolation PR |
| Circuit terminaux | – | Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits dans des vides de construction | Cuivre, H07V-K, Isolation PR |

Remarque : Pour les circuits terminaux, nous ne connaissons pas les longueurs finales de ces derniers car l'emplacement des récepteurs ne sont pas encore bien défini.

Tableau 38: calcul de court-circuit maximal sans apport du moteur de la pompe

| | Caractéristique | R (mΩ) | X (mΩ) | RT (mΩ) | XT (mΩ) | ZT (mΩ) | Icc3 (kA) |
|------------------------------|--|-------------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| Réseau amont | Pcc=500 MVA | 0,05 | 0,35 | | | | |
| Liaison aérienne | 3 Câbles 300mm ² cuivre, longueur 50 m | 6 | 15 | | | | |
| Transformateur | 15kv/400v Sn=400kVA Ucc=4% | 5,03 | 16,04 | | | | |
| Câble transfo-disjoncteur | câble unipolaires en cuivre D=4m 2x240mm ² /ph | 0,19 | 0,32 | | | | |
| Défaut A | | | | 5,22 | 16,37 | 17,18 | 13,44 |
| Disjoncteur | | négligeable | 0,15 | | | | |
| Câble disjoncteur-inverseur | câble unipolaire en cuivre D=11m 2x240mm ² /ph | 0,52 | 0,88 | | | | |
| Défaut B | | | | 5,74 | 17,25 | 18,18 | 12,70 |
| Câble inverseur-interrupteur | câble unipolaire en cuivre D=5m 2x240mm ² /ph | 0,23 | 0,4 | | | | |
| Défaut C | | | | 5,97 | 17,65 | 18,63 | 12,39 |
| Jeux de barre | | négligeable | 0,15 | | | | |
| Défaut D | | | | 5,97 | 17,80 | 18,78 | 12,30 |
| Câble coffret | câble tripolaire en cuivre D=6m s=16 | 8,44 | 6 | | | | |
| Défaut E | | | | 14,41 | 23,80 | 27,82 | 8,30 |
| Câble vanne 2 | câble unipolaire en cuivre D=25m s=1,5 mm ² | 375 | 2 | | | | |
| Défaut F | | | | 380,97 | 19,80 | 381,49 | 0,61 |
| Câble cellule automate | câble unipolaire en cuivre D=10m s=4 mm ² | 56,25 | 0,8 | | | | |
| Défaut G | | | | 62,22 | 18,60 | 64,94 | 3,54 |
| Câble vanne 1 | câble unipolaire en cuivre D=15m s=1,5 mm ² | 225 | 2 | | | | |
| Défaut H | | | | 230,97 | 19,80 | 231,82 | 1,00 |
| Câble moteur | Câble unipolaire en cuivre D=9 m | 0,84 | 0,72 | | | | |
| Défaut I | | | | 6,82 | 18,52 | 19,74 | 11,7 |

Tableau 39: Choix de disjoncteur terminaux

| Désignations | | Ib (A) | Calibre (A) | Type de disjoncteur |
|----------------------------------|---|--------|-------------|-----------------------------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 2,76 | 10 | DT40 courbe C |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | 3,22 | 10 | DT40 courbe C |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | 1,84 | 10 | DT40 courbe C |
| | Luminaires extérieurs | 2,30 | 10 | DT40 courbe C |
| | Brasseur d'air Local garde | 0,76 | 10 | DT40 courbe C |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 17,6 | 20 | DT40 courbe C |
| | Salle de machine | 19,2 | 20 | DT40 courbe C |
| | Local garde | 16 | 20 | DT40 courbe C |
| Extracteur | salle de machine | 1,79 | 10 | DT40 courbe C |
| | Salle transformateur | 0,60 | 10 | DT40 courbe C |
| Prise forte salle de machine | | 28,8 | 32 | DT40 courbe C +vigi DT40 |
| Climatiseur salle de commande | | 6,64 | 10 | DT40 courbe C +vigi DT40 |





| Aval | Amont | NSX400F/N/H/S/L | | | | | NSX630F/N/H/S/L | | | | |
|------------------------|-------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| | déclencheur | Micrologic | | | | | Micrologic | | | | |
| | calibre (A) | 400 | | | | | 630 | | | | |
| | réglage Ir | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 |
| DT40 | | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| DT40 N | | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| IC60N/H/L, DT60 N/H | | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |

| Aval | Amont | NSX250F/N/H/S/L | | | | | NSX400F/N/H/S/L | | | | | NSX630F/N/H/S/L | | | | |
|---------|------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | déclencheur | Micrologic 2.0/5.0/6.0 | | | | | Micrologic 2.0/5.0/6.0 | | | | | Micrologic 2.0/5.0/6.0 | | | | |
| | In (A) | 250 | 125 | 160 | 200 | 250 | 400 | 200 | 250 | 320 | 400 | 630 | 320 | 400 | 500 | 630 |
| | ou relais th. Ir | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 |
| GV2 M01 | Intégré | 0,1/0,16 | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| GV2 M02 | Intégré | 0,16/0,25 | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| GV2 M03 | Intégré | 0,25/0,40 | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| GV2 M04 | Intégré | 0,40/0,63 | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| GV2 M05 | Intégré | 0,63/1 | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |

Figure 15: Sélectivité entre appareillages de protection : Source : « Compléments techniques distribution électrique BT et HTA-2012 »

Tableau 40: Choix des interrupteurs différentiels

| Désignations | | Ib (A) | Calibre (A) | Sensibilité (mA) | Type de disjoncteur | Référence |
|----------------------------|--|--------|-------------|------------------|-------------------------------|-----------|
| Eclairages +brasseur d'air | Salle de machine | 3,82 | 25 | 300 | Interrupteur différentiel IID | A9R41425 |
| | salle de commande (4)+local transfo(3) | | | | | |
| | local groupe(2)+local garde(1)+toilette(1) | | | | | |
| | Luminaires extérieurs | | | | | |
| | Brasseur d'air Local garde | | | | | |
| Prise de courant 2P+T | Salle de commande | 17,53 | 25 | 30 | Interrupteur différentiel IID | A9R41425 |
| | Salle de machine | | | | | |
| | Local garde | | | | | |
| Extracteur | salle de machine | 0,79 | 25 | 30 | Interrupteur différentiel IID | A9R41425 |
| | Salle transformateur | | | | | |

| lcc | parafoudre type 1 | parafoudre type 2 | parafoudre type 3 |
|-----------|---|--|---|
| 0 kA |  |  |  |
| 10 kA | PRF1 12.5r + C120N | Quick PRD 40r | Quick PRD 8r |
| 25 kA (1) |  | | |
| | PRF1 12.5r+ + NG125N | | |

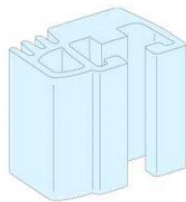
(1) Pour des valeurs d'icc supérieures à 25 kA, consultez votre agence commerciale.

Figure 16: Choix du parafoudre. Source : «Protection contre la foudre Guide 2009 »

Fiche produit
Caractéristiques

04505

Profil Linergy pour jeu de barres vertical 1250 A



Principales

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Gamme | Linergy |
| Nom du produit | LGY |
| Fonction produit | Jeu de barres |
| Description du jeu de barre | Linergy |

Complémentaires

| | |
|--|---|
| Compatibilité de gamme | Prisma - P |
| Position du jeu de barre | Lateral Rear |
| Sens de montage | Vertical |
| Description du coffret/armoire | Cubicle : 650 + 150 mm Cubicle : 650 mm |
| [Ui] tension assignée d'isolement | 1000 V |
| [Uimp] tension assignée de tenue aux chocs | 12 kV 3 |
| [Ie] courant assigné d'emploi | 1250 A |
| [Icw] courant assigné de courte durée admissible | <= 25 kA (1 s) pour 3 supports (rear position) > 25...30 kA (1 s) pour 4 supports (rear position) <= 40 kA (1 s) pour 3 supports (lateral position) > 30...40 kA (1 s) pour 5 supports (rear position) > 40...50 kA (1 s) pour 4 supports (lateral position) > 50...60 kA (1 s) pour 5 supports (lateral position) > 40...50 kA (1 s) pour 7 supports (rear position) |

Figure 17: Choix du jeu de barre

ANNEXE N°2 : PARTIE COMMANDE

Ces annexes concernent le dimensionnement des modules de la partie commande de l'installation

❖ Principe de régulation

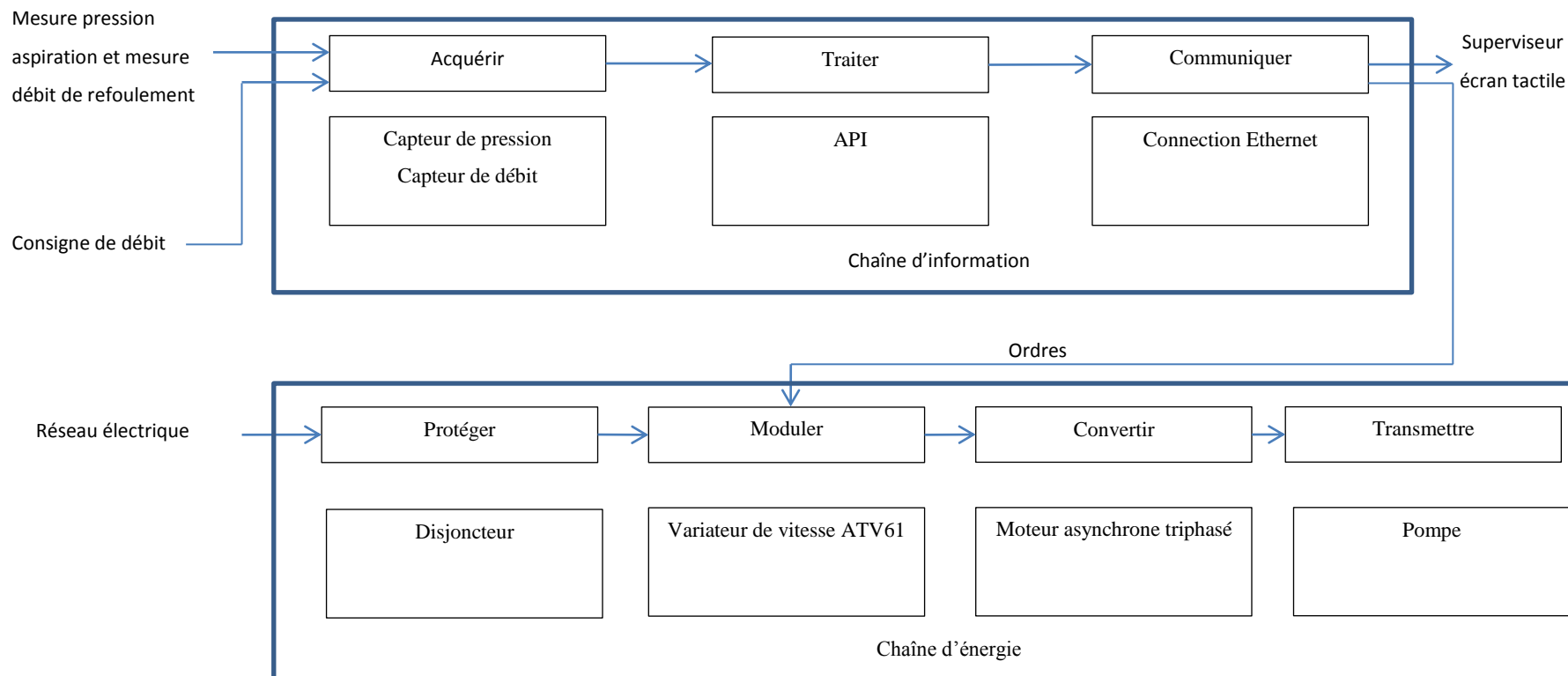


Figure 18:Schéma de principe de régulation

❖ Présentation synoptique de la connexion entre les appareils partie commande

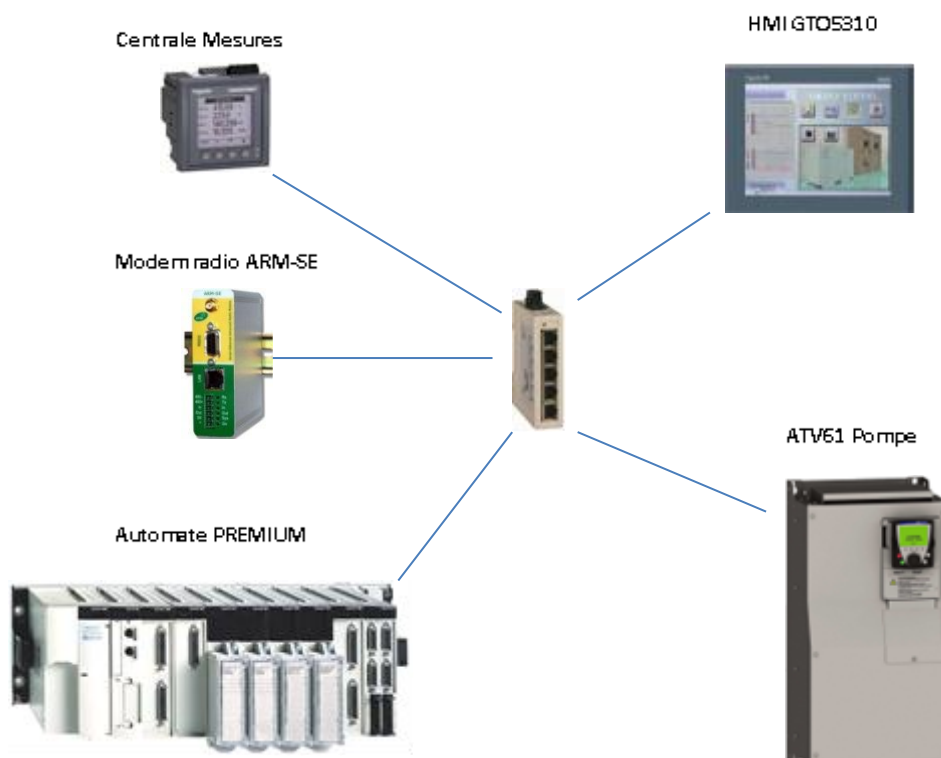


Figure 19: Architecture de l'installation partie commande

(* Disponibilité *****)

```

%MW2009:=1;
%MW2009.0 := %MW4000.3;          (* Pompe disponible *)
%MW2009.1 := %MW4100.10;        (* Vanne disponible *)
%MW2009.2 := %MW4901.3 AND (* Pas de défaut pression aspiration *)
    %MW4901.7;          (* Pas Seuil Bas Pression aspiration *)
%MW2009.3 := %MW4902.3 AND (* Pas de défaut pression refoulement *)
    NOT %MW4902.4;      (* Pas de Seuil très haut pression *)
%MW2009.4 := %M200;      (* Tension réseau Ok *)

(* Gestion des temporisations *****)
(* Arrêt pompe *)
IF NOT %MW4000.2

```

```

THEN %MW500:=0; (* Consigne fixe au démarrage *)
    %MW501:=0; (* Tempo ouverture retardé de la vanne *)
END_IF;

(* Marche pompe *)
IF %MW4000.2
    THEN %MW502:=0; (* Fermeture retardée de la vanne *)
END_IF;

(* Demande de pompage *****)
(*En fonction de la mesure de niveau du château *)
IF %MW4903.3 AND NOT %MW4903.6          (* Seuil Bas *)
    THEN SET (%M500);
END_IF;

(* Arrêt *)
IF NOT %MW4903.3 OR %MW4903.5          (* Mesure invalide ou Seuil Haut *)
    THEN RESET (%M500);
END_IF;

(* Sur table de temps si défaut communication ou défaut mesure *****)
(* Demande *)
IF NOT %MW4903.3 OR %MW6280.0
    THEN SET(%M504);
END_IF;

(* Arrêt *)
IF %MW4903.3 OR NOT %MW6280.0
    THEN RESET (%M504);
END_IF;

(* Bridage de la consigne sur seuil bas pression aspiration *****)
IF %MW4901.6 OR                          (* Seuil bas pression aspiration atteint *)
    NOT %MW4000.2                          (* Pompe à l'arrêt *)
    THEN %MW505:=0;

```

END_IF;

IF %MW505>%MW515

THEN %MF2012:=%MF2012-%MF2014; (* Diminution de la consigne *)

%MW505:=0;

SET (%M506); (* Mémoire bridage en cours *)

END_IF;

(* Augmentation de la consigne *****)

IF %MW4901.5 AND (* Seuil haut atteint *)

%MF2012<%MF2002 AND (* Consigne actuelle plus faible que
consigne opérateur *)

%MW506>%MW516 AND (* Fin de tempo augmentation *)

%M506 (* Mémoire diminution en cours *)

THEN %MF2012:=%MF2012+%MF2014; (* Augmentation de la consigne *)

%MW506:=0;

END_IF;

IF %MF2012>=%MF2002 OR (* Consigne finale >= Consigne opérateur *)

%MW2009<>-1 OR (* Condition initiale NOK *)

NOT %MW4000.2 (* Arrêt pompe *)

THEN %MF2012:=%MF2002;

RESET (%M506); (* Fin du bridage *)

END_IF;

(* Recopie de la consigne si pas de bridage en cours *)

IF NOT %M506

THEN %MF2012:=%MF2002;

END_IF;

(* Demande marche pompe *)

%MW4000.8:= %MW2009=-1 AND (* Disponibilité*)

(%M500 OR (* Demande sur niveau *)

%M504); (* Marche dégradée sur table de temps *)


(* Commande de la vanne *)

%MW4100.8:=%MW501>%MW511 OR (* Ouverture retardée sur marche pompe*)

%MW502<%MW512; (* Fermeture retardée *)

%MW4100.9:=NOT %MW4100.8; (* Fermeture *)

❖ Processeur



| | | |
|---|-------------------------|--------------------------------|
| type de processeur | | TSX5710 4 racks maxi |
| nombre | TOR | 512 |
| d'entrées/sorties | analogiques | 24 |
| en racks | | |
| régulation intégrée | | non |
| voies métiers (comptage, positionnement, pesage) | | 8 |
| bus | AS-Interface | 2 |
| | CANopen | 1 |
| | Interbus, Profibus DP | 1 |
| réseaux (Ethernet, Modbus Plus, Fipway) | | 1 |
| capacité mémoire | intégrée | 96 Ko data/prog. |
| | avec extension PCMCIA. | 96 Ko data/ 224 Ko prog. |
| temps d'exécution | booléenne | 0,50 µs |
| pour une instruction | sur mot ou arithmétique | 0,62 µs |
| références | sans port intégré | TSXP57104M |
| | Ethernet intégré | TSXP571634M |
| | Fipio intégré | TSXP57154M |

Figure 20: Choix du type de processeur. Source : « Automatismes et contrôle 2010-2011 »

❖ Module d'alimentation de l'API

Fiche produit
Caractéristiques

TSXPSY2600M

module d'alimentation électrique - 100..240 V
CA - 300/500 mA - IP20



Principale

| | |
|-------------------|--|
| Statut commercial | Commercialisé |
| Gamme de produits | Plateforme d'automatisme Modicon Premium |
| Fonction produit | Module d'alimentation |

Complémentaires

| | |
|--------------------------------------|--|
| Tension principale | 100...240 V AC 85...264 V |
| Fréquence du réseau | 50/60 Hz |
| Limites de fréquence réseau | 47...63 Hz |
| Courant d'entrée de l'alimentation | 500 mA 100 V 300 mA 240 V |
| Courant à l'appel | 75 A 240 V 37 A 100 V |
| I _t à l'enclenchement | 2.6 A ² .s 240 V 0.63 A ² .s 100 V |
| It à l'enclenchement | 0.067 As 240 V 0.034 As 100 V |
| Type de protection | Protection contre les court-circuits circuit secondaire Overvoltage protection circuit secondaire Overload protection circuit secondaire Fusible interne 4 A 5 x 20 mm retardé circuit primaire |
| Puissance totale utile au secondaire | 26 W |
| Puissance au secondaire | 25 W 5 V c.c. 15 W 24 V c.c. |
| Courant sous tension secondaire | 5 A 5 V c.c. 0.6 A 24 V c.c. relais alimentation puissance 0.5 A 24 V c.c. alimentation électrique du capteur |

Figure 21: Choix du module d'alimentation du rack

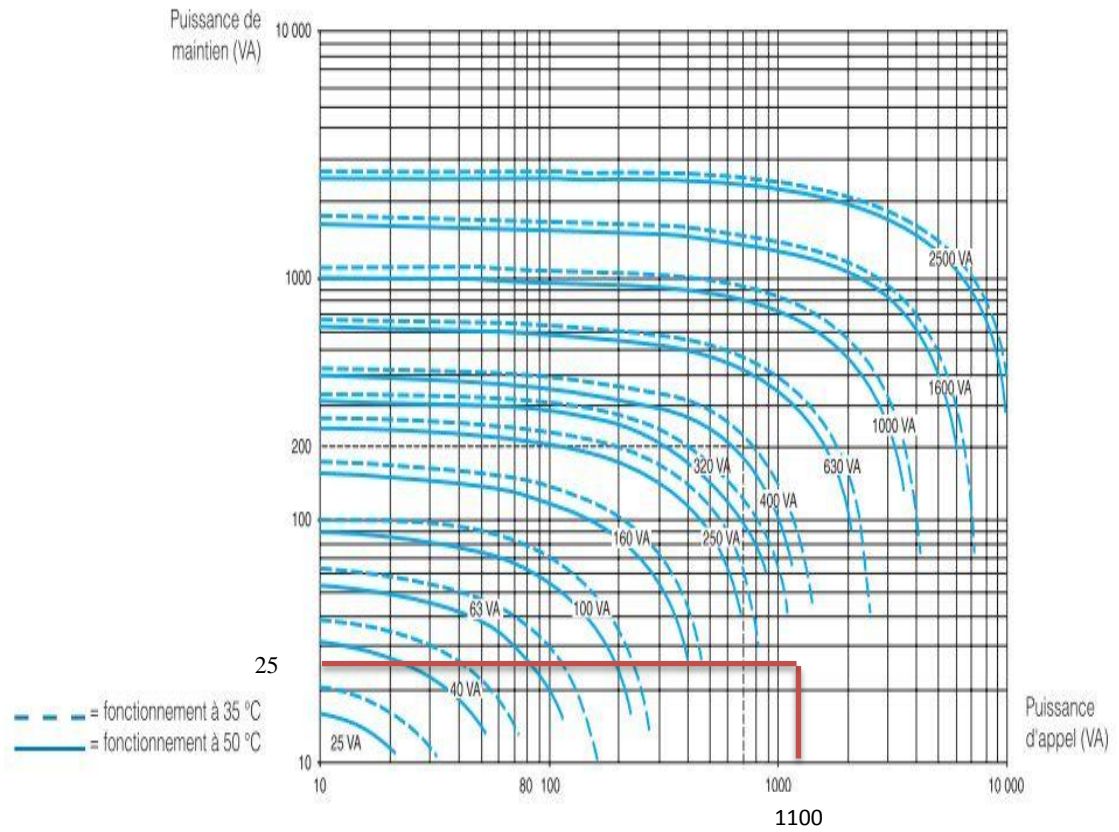


Figure 22: Graphes de fonctionnement des transformateurs de séparation des circuits sous 35° et 50°C. Source : « Automatismes et contrôle 2010-2011 »

ANNEXE N°3 : TELEGESTION

Ces annexes concernent le choix des différents modules constituant notre système de télégestion.



- ◆ Gestion Liaison Ethernet et Liaison série (Mémoire tampon de 1Ko)
- ◆ Transferts Radio Half Duplex
- ◆ Fréquence 868Mhz, 433Mhz suivant carte radio
- ◆ Débit radio 19200bps et 9600bps (Version 868Mhz)
- ◆ Liaison série RS232 RS485 Débit: 1200bps à 115000bps
- ◆ Puissance radio 10mW à 433Mhz ou 5, 25, 500mW à 868Mhz
- ◆ Mode de Fonctionnement Ethernet, Série, Passerelle
- ◆ Configuration par Page Web et commandes AT
- ◆ Mode répéteur simple
- ◆ Mode répéteur avec routage
- ◆ Code correcteur d'erreur

MODULE RADIO:

- ◆ Bande de Fréquence: 868 - 870Mhz
- ◆ Débit: 9.6kbps, 19.2kbps ou 38.4kbps
- ◆ Nombre de canaux: 16
- ◆ Espacement canal: 50khz
- ◆ Type de modulation: FSK
- ◆ Stabilité Fréquence: +-2kHz
- ◆ Puissance: 5mw, 25mW, 500mW suivant canal radio
- ◆ Stabilité Puissance: -2/+1 dBm
- ◆ Sensibilité réception: -107dBm (19K2), -110dBm (9K6)
- ◆ Sélectivité canal adjacent: -40dBm (Espacement canal 50kHz)
- ◆ Connecteur d'antenne: SMA

Figure 23: Présentation du modem ARM-SE. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »







| | | |
|---------------|--|---|
| ANT868-14S3.8 |  | Antenne 1/4 d'onde de toit avec câble 3m80 + fiche SMAM (Longueur 0.5, 1 ou 3m80) |
| ANT868-12FSC |  | Antenne fouet 1/2 onde coudée SMA (montage direct sur A.R.M.) |
| ANT868-12S3.8 |  | Antenne 1/2 onde de toit avec câble longueur 3m80 + fiche SMAM |
| ANT868-BZ |  | Antenne omnidirectionnelle «Bazooka» 4.15dBi connecteur N femelle pour montage sur mât (avec bride de fixation) |
| ANT868-Y12 |  | Antenne directive Yagi 6 éléments 11,5 dBi, connecteur FME mâle (Attention à respecter les normes en vigueur!) |
| ANT868-Y15 |  | Antenne directive Yagi 10 éléments 15 dBi, connecteur FME mâle (Attention à respecter les normes en vigueur!) |

Figure 24: Choix de l'antenne pour ARM-SE. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »







| | | |
|---------------|---|---|
| ANT868-14S3.8 |  | Antenne 1/4 d'onde de toit avec câble 3m80 + fiche SMAM (Longueur 0.5, 1 ou 3m80) |
| ANT868-12FSC |  | Antenne fouet 1/2 onde coudée SMA (montage direct sur A.R.M.) |
| ANT868-12S3.8 |  | Antenne 1/2 onde de toit avec câble longueur 3m80 + fiche SMAM |
| ANT868-BZ |  | Antenne omnidirectionnelle «Bazooka» 4.15dBi connecteur N femelle pour montage sur mât (avec bride de fixation) |
| ANT868-Y12 |  | Antenne directive Yagi 6 éléments 11,5 dBi, connecteur FME mâle (Attention à respecter les normes en vigueur!) |
| ANT868-Y15 |  | Antenne directive Yagi 10 éléments 15 dBi, connecteur FME mâle (Attention à respecter les normes en vigueur!) |

Figure 25: Choix de l'antenne pour ARM-DA. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »

| CANAL | FREQUENCE (MHz) | PUISSANCE NORMALISEE | DUTY CYCLE | DISTANCE ATTEIGNABLE |
|--------|-----------------|----------------------|------------|----------------------|
| 0 | 869,800 | 5mW | 100% | <1km |
| 1 | 868,075 | 25mW | 1% | <2km |
| 2 | 868,125 | | | |
| 3 | 868,175 | | | |
| 4 | 868,225 | | | |
| 5 | 868,275 | | | |
| 6 | 868,325 | | | |
| 7 | 868,375 | | | |
| 8 | 868,425 | | | |
| 9 | 868,475 | | | |
| A (10) | 868,525 | | | |
| B (11) | 869,850 | 5mW | 100% | <1km |
| C (12) | 869,900 | 500mW | 10% | ~5km |
| D (13) | 869,475 | | | |
| E (14) | 869,525 | | | |
| F (15) | 869,575 | | | |

Figure 26: Choix du canal de fonctionnement du système. Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »



- Gestion d'entrée sortie Logique et analogique
- Transfers Radio Half Duplex
- Fréquence 868Mhz, 433Mhz, 2.4Ghz suivant carte radio
- Débit radio 19200bps par défaut (Possibilité 9600bps ou 4800bps)
- Puissance radio 10mW (433Mhz) ;5...25...500mW (868Mhz)
- Mode de Fonctionnement MODBUS,MIROIR
- Configuration par commande AT sur liaison série (Cordon spécifique)
- Mode répéteur avec routage
- Mode Veille

Module Radio ABR6-868-1

- Bande de Fréquence : 868-870Mhz
- Débit : 19200bps/ 9600bps/4800bps
- Nombre de canaux 16 (Possibilité 64)
- Espacement canal : 50kHz (Possibilité 25kHz)
- Type de modulation : FM
- Stabilité Fréquence : +/-1kHz
- Puissance : 5mw à 500mW
- Stabilité Puissance : +/-1dBm
- Sensibilité réception : -107dBm (19K2) ; -110dBm (9K6) , -113dBm(4K8)
- Sélectivité canal adjacent : -45Bm à 19K2 (Espacement canal 50kHz)
- Récepteur de classe 2
- Connecteur d'antenne SMA

Figure 27: Présentation du modem ARM-DA. Source : Source : « Manuel d'utilisation ARM-SE »

ANNEXE N°4 : EFFICACITE ENERGETIQUE

| Filtres passifs : alimentation triphasée 400 V 50 Hz (suite) | | | | | | | |
|--|-----|---------------------------|-------------------------------|------------------|--|------------|---------|
| Calibre moteur | | Pour variateurs ATV 61 | Réseau Courant de ligne | Filtre In (2) | Quantité à prévoir par variateur | Référence | Masse |
| THDI 5 % (1) | | | | | | | |
| 0,75 | 1 | W075N4, W075N4C | 2,5 | 6 | 1 | VW3 A4 621 | 21,000 |
| 1,5 | 2 | WU15N4, WU15N4C | 3,6 | 6 | 1 | VW3 A4 621 | 21,000 |
| 2,2 | 3 | WU22N4, WU22N4C | 5 | 6 | 1 | VW3 A4 621 | 21,000 |
| 3 | – | WU30N4, WU30N4C | 6 | 6 | 1 | VW3 A4 621 | 21,000 |
| 4 | 5 | WU40N4, WU40N4C | 7,8 | 10 | 1 | VW3 A4 622 | 27,000 |
| 5,5 | 7,5 | WU55N4, WU55N4C | 10 | 10 | 1 | VW3 A4 622 | 27,000 |
| 7,5 | 10 | WU75N4, WU75N4C | 14 | 19 | 1 | VW3 A4 623 | 28,000 |
| 11 | 15 | WD11N4, WD11N4C | 19 | 19 | 1 | VW3 A4 623 | 28,000 |
| 15 | 20 | WD15N4, WD15N4C | 26 | 26 | 1 | VW3 A4 624 | 40,000 |
| 18,5 | 25 | WD18N4, WD18N4C | 32 | 35 | 1 | VW3 A4 625 | 49,000 |
| 22 | 30 | WD22N4, WD22N4C | 38 | 43 | 1 | VW3 A4 626 | 52,000 |
| 30 | 40 | WD30N4, WD30N4C | 52 | 72 | 1 | VW3 A4 627 | 88,000 |
| 37 | 50 | WD37N4, WD37N4C | 63 | 72 | 1 | VW3 A4 627 | 88,000 |
| 45 | 60 | WD45N4, WD45N4C | 77 | 101 | 1 | VW3 A4 628 | 150,000 |
| 55 | 75 | WD55N4, WD55N4C | 91 | 101 | 1 | VW3 A4 628 | 150,000 |
| 75 | 100 | WD75N4, WD75N4C | 126 | 144 | 1 | VW3 A4 629 | 167,000 |
| 90 | 125 | HD90N4 WD90N4, WD90N4C | 149 | 144 | 1 | VW3 A4 629 | 167,000 |
| 110 | 150 | HC11N4 | 182 | 180 | 1 | VW3 A4 630 | 178,000 |
| 132 | 200 | HC13N4 | 218 | 216 | 1 | VW3 A4 631 | 224,000 |
| 160 | 250 | HC16N4 | 287 | 289 | 1 | VW3 A4 632 | 271,000 |
| 200 | 300 | HC22N4 | 353,5 | 370 | 1 | VW3 A4 633 | 320,000 |
| 220 | 350 | HC22N4 | 364 | 370 | 1 | VW3 A4 633 | 320,000 |
| 250 | 400 | HC25N4 | 415 | 216 | 2 | VW3 A4 631 | 224,000 |

(1) En associant une inductance DC (voir page 68) aux variateurs ATV 61H075N4...HD75N4, on obtient un THDI \leq 5 %.

Figure 28: Choix du filtre passif. Source : catalogue schneider Juin 2010 « variateur de vitesse Altivar 61 et Altivar 61 plus pour moteurs triphasés de 0,75 à 2400 kW »

| Valeur THD(I) | Commentaires |
|--------------------|---|
| THD(I) < 10% | Les courants harmoniques sont faibles : aucun dysfonctionnement n'est à craindre. |
| 10% < THD(I) < 50% | Les courants harmoniques sont significatifs : risque d'échauffement, surdimensionnement des sources. |
| 50% < THD(I) | Les courants harmoniques sont très importants : les risques de dysfonctionnement, de dégradation, d'échauffement dangereux sont quasi certains si l'installation n'est pas spécifiquement calculée et dimensionnée pour cette contrainte. |

Figure 29: valeurs limites du taux de distorsion harmonique de courants. Source : Guide d'exploitation SCHNEIDER 09/2009 « Compact NSX Micrologic 5/6 »

