



**DIMENSIONNEMENT ÉLECTRIQUE ET MISE EN ŒUVRE D'UN  
SYSTÈME DE GESTION AUTOMATISÉE D'UNE STATION DE  
TRAITEMENT DES EAUX USÉES : CAS DE LA STATION GARDEN  
CENTER**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
MASTER EN  
**SPECIALITE : GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 30 Janvier 2024 par

**Kassoum SAWADOGO 20200097**

**Encadrant 2iE : Ing. Ahmed ZONGO, Enseignant en Génie Electrique, froid et  
Climatisation**

**Encadrant INP-HB : Dr. Gbah KONE, Enseignant Chercheur INP-HB**

**Maître de stage : Frederic Drissa SEKONGO, Directeur Technique DM-COMPANY**

Structure d'accueil du stage : DM-COMPANY

**Jury d'évaluation du stage**

Président : Dr. Marie SAWADOGO

Membres et correcteurs : Ing. Kodjo Sédi AGBOKOU

Ing. Tchabodé GADO

**Promotion [2022/2023]**

## DÉDICACE

*À ma chère famille,*

*C'est avec une profonde gratitude et un cœur rempli d'émotion que je dédie ce rapport de mémoire à ma famille. Votre soutien indéfectible a été le pilier essentiel qui a guidé chaque étape de mon parcours, en particulier, à mes parents, sources inépuisables d'encouragements, de conseils et d'affection, je souhaite exprimer toute ma reconnaissance.*

*Votre présence constante et votre engagement inébranlable ont illuminé le chemin de mes études. C'est grâce à vous que j'ai appris la persévérance, la détermination et la valeur du travail acharné. Chaque page de ce rapport porte l'empreinte de votre soutien. C'est un témoignage de notre lien familial profond et de la confiance que vous avez placée en moi.*

*Puissent ces mots refléter l'étendue de ma reconnaissance et de mon amour pour vous tous.*



## CITATIONS

« L'ingénierie est la chose la plus proche de la magie qui existe dans le monde »,  
Elon MUSK

## REMERCIEMENTS

Cet accomplissement découle de la collaboration et des contributions de nombreuses personnes et institutions, à qui nous souhaitons adresser nos plus sincères remerciements. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), l'Institut National Polytechnique Felix Houphouët Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro, l'entreprise DM-COMPANY et l'ensembles des responsables du projet de mobilité intra-Africaine RESING.

Nous tenons à remercier particulièrement :

- ❖ Docteur Moussa SORO (PhD), en sa qualité de Chef du département de Génie Electrique et Energétique (GEE) à l'institut 2iE, pour son précieux accompagnement et sa disponibilité inestimable ;
- ❖ Docteur Adama OUATTARA, Directeur de l'École Supérieure d'Industrie (ESI), ainsi que tous les enseignants de l'INP-HB, dont le dévouement a été un moteur pour notre apprentissage de haut niveau
- ❖ Docteur Gbah KONE (PhD-Ing), Enseignant-Chercheur à l'INP-HB, qui a été notre encadreur pédagogique du côté de l'INP-HB. Nous tenons à le remercier chaleureusement pour ses précieux conseils, son soutien inébranlable et son accompagnement continu.
- ❖ Ingénieur Ahmed ZONGO, Responsable du Laboratoire de Génie Energétique et Electricité Industrielle à l'Institut 2iE, qui a également assumé le rôle d'encadreur pédagogique du côté de 2iE, ses conseils éclairés et sa disponibilité inestimable ont grandement contribué à la réussite de notre travail
- ❖ Ingénieur Frédéric SEKONGO, Directeur technique de DM-COMPANY, notre maître de stage, dont l'encadrement, la supervision et le soutien ont jalonné notre stage
- ❖ Ingénieur ZANGO Ibrahim, responsable des Travaux Neufs et Automatisme pour le partage de son expérience, son soutien et sa disponibilité nous qui nous ont permis de beaucoup apprendre pendant ce stage
- ❖ Pour l'accueil, l'intégration, et le partage de leur savoir-faire, nous adressons nos remerciements à tout le personnel du Service Technique de DM-COMPANY.

Nous exprimons également nos remerciements à toutes les personnes non mentionnées ici, qui ont contribué, de près ou de loin, de manière significative à la réussite de ce travail. Votre apport a été précieux et nous vous en sommes reconnaissants.

## RESUME

La construction de la station de refoulement Garden Center, inscrite dans le cadre de la politique d'assainissement du Bassin versant du Gourou, représente un projet d'une envergure et d'une importance capitale. La réussite de ce projet repose en grande partie sur la qualité de l'installation électrique, du système d'automatisation, de télégestion et de supervision. Notre étude s'est concentrée précisément sur le thème "**dimensionnement électrique et mise en œuvre d'un système de gestion automatisée d'une station de traitement des eaux usées,**" avec application à la station Garden Center.

Le dimensionnement électrique, effectué avec le logiciel CANECO BT a joué un rôle central dans notre étude. Il a permis une détermination précise des équipements de protection et de la section des conducteurs nécessaires pour assurer un fonctionnement optimal de l'installation, tout en réduisant au maximum les risques de détérioration des équipements électriques. Cette approche a conduit à l'utilisation de variateurs de vitesse pour le contrôle des pompes de haute puissance, dans le but de minimiser les pics de courant, de réduire la section utile des conducteurs, d'ajuster la vitesse des pompes et de garantir la protection des moteurs.

L'automatisation, la supervision et la télégestion ont également joué un rôle essentiel dans la gestion efficace de la station. Nous avons utilisé l'Automate Programmable Industriel compact S4W de SOFREL, des modules d'entrées/sorties du S550, un module GSM intégré, ainsi que le module de communication RS485. Le programme et les configurations ont été mis en place avec le logiciel S4W-Tools, et l'exploitation est assurée par le logiciel S4-view. La supervision se fait via un navigateur web grâce au serveur web intégré au S4W, et des alertes SMS sont automatiquement envoyées aux exploitants en cas de défaillance de la station, assurant ainsi une réactivité rapide en cas de problème.

### Mots Clés

---

1. **Station de refoulement**
2. **Dimensionnement**
3. **Supervision**
4. **Télégestion**
5. **Automate Programmable Industriel**
6. **Variateur de vitesse**

## ABSTRACT

The construction of the Garden Center waste water pumping station, as part of the sanitation policy for the «Bassin du Gourou», is a project of significant scale and utmost importance. The success of this project hinges largely on the quality of the electrical installation, automation system, remote control, and supervision. Our comprehensive study focused specifically on the theme of "Electrical Sizing and Implementation of an Automated Management System for a Wastewater Treatment Station," with an application to the Garden Center station.

The electrical sizing carried out using the CANECO BT tool played a central role in our study. It enabled us to accurately determine the protective equipment needed and the conductor cross-section required to ensure optimum operation of the installation, while minimizing the risk of damage to the electrical equipment. This approach led to the use of variable speed drives to control the high-power pumps, with the aim of minimizing current peaks, reducing the effective cross-section of conductors, adjusting pump speed and guaranteeing motor protection.

Automation, supervision, and remote control also played a critical role in the efficient station management. We utilized programmable logic controller S4W of SOFREL, S550 input/output modules, integrated GSM module, and RS485 communication module. The programming and configurations were set up using the S4W-Tools software, and operation is ensured by the S4-view software. Supervision is carried out through a web browser via the integrated web server on the S4W, and SMS alerts are automatically sent to operators in case of station failure, ensuring a rapid response in case of problems.

### **Keywords**

---

- 1. Pumping station**
- 2. Sizing**
- 3. Supervision**
- 4. Remote Control**
- 5. PLC (Programmable Logic Controller)**
- 6. Variable Speed Drive (VSD)**

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>2iE</b>	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'environnement
<b>BT</b>	Basse Tension
<b>CEI</b>	Commission Electrotechnique Internationale
<b>DI</b>	Direct Input
<b>DM-C</b>	DM Company
<b>DO</b>	Direct Output
<b>ESI</b>	Ecole supérieure d'industrie
<b>GEE</b>	Génie Electrique et Energétique
<b>HT</b>	Haute Tension
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>INP-HB</b>	Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny
<b>SA</b>	Système Automatisé
<b>GSM</b>	Global System for Mobile

## SOMMAIRE

DÉDICACE .....	i
CITATIONS .....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTE DES ABREVIATIONS .....	vi
SOMMAIRE.....	vii
LISTE DES TABLEAUX .....	viii
LISTE DES FIGURES .....	ix
INTRODUCTION.....	1
I. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU THÈME .....	2
II. DIMENSIONNEMENT ET CHOIX DU MATERIEL ELECTRIQUE .....	18
III. AUTOMATISATION DE LA STATION .....	31
IV. SUPERVISION ET TELEGESTION .....	55
V. COÛT DU PROJET.....	59
CONCLUSION .....	60
WEBOGRAPHIE .....	I
BIBLIOGRAPHIE.....	II
ANNEXES.....	III
TABLES DES MATIERES.....	XLV



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Bilan de puissance .....	20
Tableau 2: Tableau des influences Externes.....	21
Tableau 3: Les coefficients de correction câble pompe 1 .....	21
Tableau 4: Tableau de détermination de section des conducteurs de phase.....	22
Tableau 5: Caractéristiques câble d'alimentation pompe 1 .....	23
Tableau 6: Section des câbles des différents circuits avec CANECO BT.....	24
Tableau 7: Nomenclatures des protections obtenues avec CANECO BT .....	26
Tableau 8: Liste de contacteurs .....	28
Tableau 9: Bilan des entrées/sorties .....	37
Tableau 10: Liste des informations TOR .....	43
Tableau 11: Liste des sorties TOR .....	45
Tableau 12: Liste des Entrées Numériques .....	46
Tableau 13: Liste des Sorties Numériques .....	47
Tableau 14: Estimation du coût du projet.....	59

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique de DMC.....	3
Figure 2: Organigramme DMC .....	3
Figure 3: Bassin versant du Gourou .....	6
Figure 4: Inondation au carrefour de l'Indénié .....	7
Figure 5: Zone du projet sur google Maps .....	8
Figure 6: Aperçu général de la station.....	8
Figure 7: Dégrillage d'objets flottants .....	10
Figure 8: Dégrilleur automatique .....	11
Figure 9: Pompe de refoulement Grundfos .....	12
Figure 10: Principe de mesure du débitmètre .....	13
Figure 11: waterpilot .....	13
Figure 12: Poire de niveau.....	15
Figure 13: Principe de fonctionnement poire de niveau.....	15
Figure 14: Unifilaire des principaux circuits du TGBT .....	19
Figure 15: Parafoudre tye 1 .....	27
Figure 16: Relais RSB sur Embase.....	29
Figure 17: Relais CAD32 .....	29
Figure 18: Structure interne d'un variateur de vitesse .....	30
Figure 19: Variateur ATV930C11N4 extrait de sa fiche technique .....	31
Figure 20: Structure interne d'un SA .....	33
Figure 21: Structure interne d'un API.....	34
Figure 22: Automate compact S4W large + 5 modules E/S.....	38
Figure 23: Interface du logiciel S4-Keys.....	40
Figure 24: Programmation du S4W .....	42
Figure 25: Interface de signature du S4W-Tools.....	47
Figure 26: code ouverture électrovanne en FBD .....	48
Figure 27: Programme conditions d'activation des pompes (en ST) .....	49
Figure 28: Programme temps de marche et indisponibilité pompes .....	50
Figure 29: Bloc de permutation de pompes (en langage FBD) .....	51
Figure 30: Bloc de limitation du nombre de démarrage par heure de chaque pompe (13) .....	52
Figure 31: Programme du bloc de limitation du nombre de démarrage .....	52

Figure 32: Programme de détection des défauts de discordance .....	53
Figure 33: Programme de gestion des pompes à sable .....	53
Figure 34: Chargement du programme dans S4W .....	54
Figure 35: Vue de la station sur S4-Display .....	56
Figure 36: Vue générale de la station via le navigateur Chrome.....	57
Figure 37: Alertes SMS envoyés par le système de télégestion.....	58

## INTRODUCTION

L'assainissement des eaux usées est un enjeu mondial crucial pour la préservation de notre environnement et la santé publique. Dans un contexte où les besoins en gestion durable des ressources en eau deviennent de plus en plus pressants, il est impératif de repenser les systèmes de traitement des eaux usées pour les rendre plus efficaces, économiques et respectueux de l'environnement. C'est dans cette optique que s'inscrit le projet de construction de la station Garden Center, qui est une partie intégrante de la politique d'assainissement des eaux usées sur le bassin versant du Gourou. La mise en œuvre d'une station de traitement des eaux usées tel que la station Garden Center fait appel à une diversité de domaines de compétences. Dans ce mémoire dédié au "**dimensionnement électrique et mise en œuvre d'un système de gestion automatisée d'une station de traitement des eaux usées : cas de la station Garden Center,**" nous nous attacherons à explorer en détail l'une des composantes essentielles de ce projet, en vue de contribuer à son succès.

Mais, Comment concevoir et mettre en œuvre un système de gestion automatisée et un dimensionnement électrique adéquat pour optimiser le traitement des eaux usées ? Cette question soulève des défis complexes liés à l'alimentation électrique, à l'efficacité énergétique, à la fiabilité du système, et à la réduction des coûts d'exploitation.

Notre mémoire sera structuré autour de trois axes majeurs, visant à répondre à la problématique posée. Nous aborderons en premier lieu le **dimensionnement électrique**, dans cette première section, nous explorerons en profondeur les besoins spécifiques de la station en matière d'alimentation électrique. Nous aborderons les calculs de charges électriques, la conception du réseau électrique, et les stratégies d'optimisation pour garantir une alimentation fiable et efficace. En second lieu **l'automatisation**, cette partie se concentrera sur la mise en œuvre d'un système d'automatisation pour surveiller, contrôler et optimiser le traitement des eaux usées. Nous examinerons les technologies modernes, les dispositifs de contrôle et les protocoles de communication utilisés pour rendre la gestion plus réactive et efficace. De même, nous illustrerons la manière dont ces solutions sont déployées et adaptées à la station Garden Center. Nous terminerons par la **supervision et la télégestion**, dans cette partie, nous mettrons en place des solutions permettant de surveiller à distance les opérations de la station, d'assurer une réactivité immédiate en cas de dysfonctionnement, et d'optimiser la gestion globale du traitement des eaux usées.

## I. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU THÈME

### 1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE DM-COMPANY

#### 1.1. Historique

DM COMPANY est une société à responsabilité limitée (SARL) fondée en mars 2011 sous l'initiative de M. DJE YAO (premier directeur Général de DMC) et soutenue par une équipe de professionnels cumulant plus de 10 ans d'expérience dans les domaines de l'Électricité et de l'Automatisme Industriel.

Au fil des années, DM COMPANY a rassemblé une équipe dynamique et compétente de jeunes professionnels. Ces membres ont été confrontés aux défis des avancées technologiques et ont acquis une expertise significative dans les domaines de l'électricité et de l'automatisme industriel. Leur passion pour l'innovation et leur engagement envers la qualité ont contribué à faire de DM COMPANY un acteur majeur dans le secteur.

DM COMPANY a également établi un partenariat important en tant que représentant en Côte d'Ivoire de la marque IFM ELECTRONIC, spécialisée dans l'instrumentation. Cette collaboration permet à DM COMPANY d'offrir à ses clients une gamme complète de solutions de pointe en matière d'instrumentation pour optimiser les processus industriels. Depuis 2021 DM Company obtient la carte de Partenaire Alliance et système Intégrateur du constructeur de renommée mondiale Schneider Electric. En cette même année, l'entreprise prend la forme d'une Société Anonyme avec conseil d'administration. M. DJE YAO, fondateur et premier DG assurera le rôle du Président du conseil d'administration. Le conseil d'administration nomme ainsi M. Raoul KOUAKOU comme directeur Général.

#### 1.2. Situation géographique

Le siège social de DMC est à Abidjan, Marcory Hibiscus, Boulevard du Gabon, villa 270 près de la COOPEC

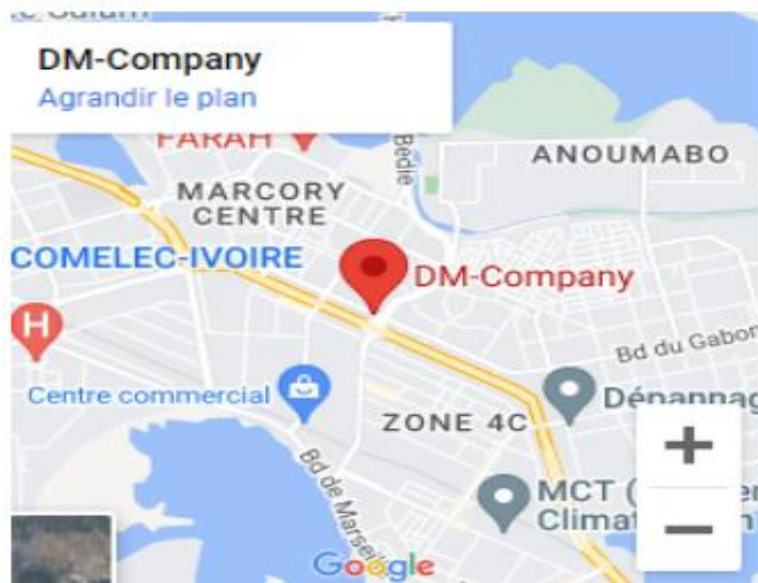


Figure 1: Situation géographique de DMC

Source : Google maps coordonnées 5.297630247156967, -3.9817521157621965

### 1.3. Organigramme de l'entreprise DM Company

DMC est structuré comme suit :

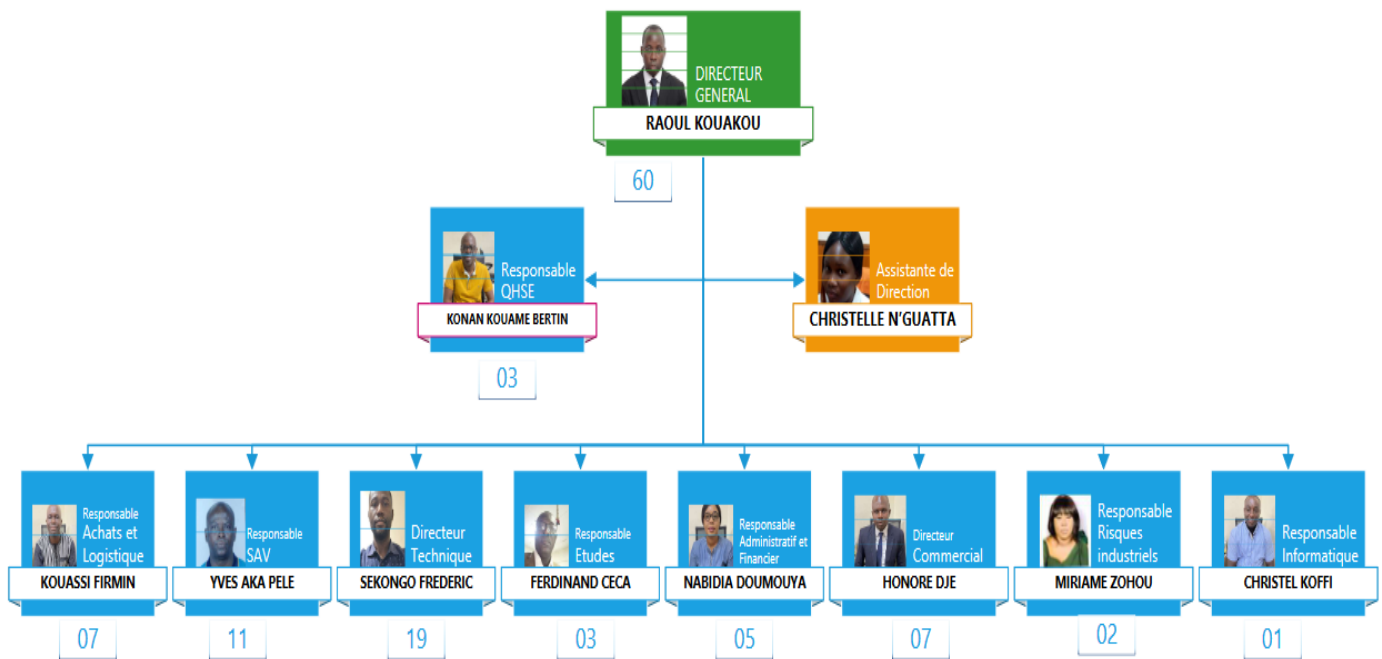


Figure 2: Organigramme DMC

Nous avons effectué notre stage au sein de la direction technique. Nous avons interagi dans toutes les phases essentielles du projet, passant par le bureau d'étude, l'atelier d'assemblage, l'installation, la mise en service et le suivi du projet.

#### 1.4. Missions et Objectifs

DMC s'est spécialisé dans le domaine de l'électricité à haute tension (HTA) et basse tension (BT). L'entreprise se concentre principalement sur le développement de projets d'installations électriques destinés aux secteurs industriel et tertiaire. Ces projets englobent un large éventail de services et de solutions, notamment :

- **Électricité HTA et BT** : DM Company excelle dans la conception, l'installation, la maintenance et la réparation des systèmes électriques haute tension et basse tension.
- **Automatisme** : L'entreprise collabore avec des leaders de l'industrie tels que SCHNEIDER ELECTRIC, SIEMENS, SOFREL, IFM electronic pour fournir des solutions d'automatisation de pointe.
- **Études de projet** : L'entreprise propose une gamme complète de services d'études de projet, notamment la rédaction de Cahiers des Charges Techniques Particulières (CCTP), la budgétisation, la création de schémas électriques, la compilation de listes de matériel, etc.
- **Innovation** : DM Company développe des solutions de câblage simples et efficaces pour optimiser les installations électriques.

Les objectifs :

- ✚ **Fournir des solutions automatisées efficaces** : concevoir, installer et entretenir des systèmes d'électricité et d'automatismes qui améliorent l'efficacité des processus pour les clients.
- ✚ **Satisfaction du client** : satisfaire les besoins et les attentes des clients est un objectif primordial pour DMC
- ✚ **Innovation et technologie** : rester à la pointe des avancées technologiques en matière d'électricité et d'automatisme est crucial pour offrir des solutions modernes et compétitives.

#### 1.5. Domaines d'activités de l'entreprise

Grâce à son personnel compétent, dynamique et très motivé, DM Company exerce dans plusieurs domaines dans lesquels elle excelle. Nous pouvons citer :

- ✚ **Étude avant-projet**
- ✚ **Installation industrielle HT/BT-tableaux et armoire process**
- ✚ **Vente Matériel IFM ELECTRONIC**
- ✚ **S.A.V (Service Après-vente).**

## 2. PRÉSENTATION DU THÈME

Le thème qui sera traité dans ce rapport est : « **dimensionnement électrique et mise en œuvre d'un système de gestion automatisée d'une station de traitement des eaux usées : cas de la station Garden Center** »

### 2.1. Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude est de développer et mettre en place un système automatisé pour superviser et optimiser le fonctionnement des équipements électriques au sein d'une station de traitement des eaux usées. Cette initiative englobe plusieurs aspects, notamment le dimensionnement, l'installation des composants électriques, la programmation d'automate, ainsi que la création d'interfaces homme-machine conviviales.

### 2.2. Cahier des charges

Les objectifs visés par cette étude résident dans la satisfaction du cahier des charges suivant :

- Dimensionner et choisir le matériel électrique ;
- Réaliser les schémas électriques ;
- Choisir et faire la programmation de l'automate programmable industriel (API) ;
- Développer les synoptiques web animés de la station ;
- Configurer les reports d'alarmes ;
- Rédaction du manuel d'utilisation du système ;
- Former le personnel d'exploitation de la station

## 3. DESCRIPTION DU PROJET

### 3.1. Généralité sur le projet

Ce projet rentre dans le cadre du **Programme d'aménagement de gestion intégré du bassin versant du gourou (PAGIBVG)**.

#### Définition de bassin versant

Le bassin versant en une section droite d'un cours d'eau. Il est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section.

#### Bassin du Gourou

Le bassin versant du Gourou est un vaste territoire situé au centre-nord de la ville d'Abidjan avec une population de près de 500 000 habitants. Il s'étend du Nord au Sud, d'Abobo à l'échangeur de l'Indénié. D'une largeur variable, il est limité à l'Est par le prolongement du boulevard Latrille vers le quartier des II Plateaux et à l'Ouest par la ligne du chemin de fer reliant Adjamé à Abobo. Toutes les eaux de ce bassin se concentrent au niveau du carrefour de l'Indénié pour se déverser dans la lagune.<sup>1</sup>



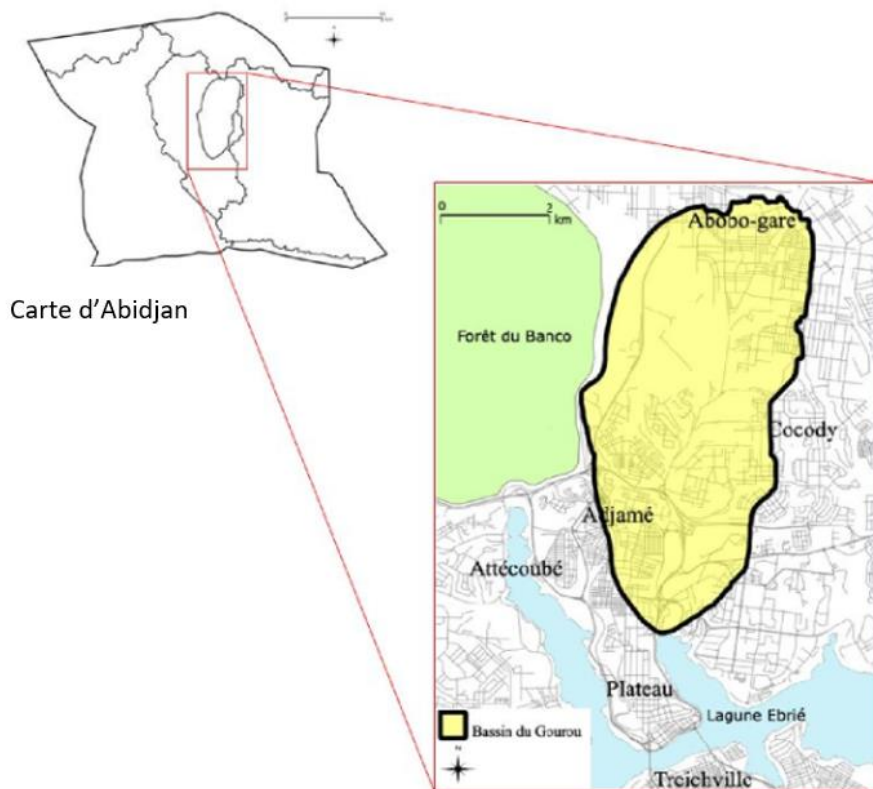


Figure 3: Bassin versant du Gourou

Source : [Mélanie Riess. Assainissement et gestion intégrée du Bassin Versant du Gourou](#)

### 3.1.1. Contexte générale du projet

L'assainissement urbain est un défi complexe qui nécessite une approche globale et intégrée pour améliorer la qualité de vie des citoyens, protéger l'environnement et favoriser un développement urbain durable. Les villes comme Abidjan connaissent une urbanisation rapide, avec un afflux massif de populations rurales et une croissance démographique importante. Cette croissance rapide exerce une pression énorme sur les infrastructures d'assainissement existantes. Ce qui signifie que la gestion des déchets, des eaux usées et des eaux pluviales doit être effectuée sur une échelle beaucoup plus grande. Les changements climatiques peuvent également augmenter les risques d'inondations dans les villes, ce qui nécessite des infrastructures d'assainissement résilientes pour faire face aux événements météorologiques extrêmes. Les saisons pluvieuses à Abidjan se sont caractérisées par des inondations fréquentes touchant de nombreux quartiers de la ville. Le carrefour de l'Indénié, en raison de sa situation géographique par rapport au bassin versant du Gourou, est continuellement exposé à ces inondations.

Ces inondations ont des conséquences variées, causant des dommages matériels, économiques et environnementaux. Afin de faire face à ces défis en matière d'assainissement urbain, il est essentiel de prendre des mesures telles que l'amélioration des systèmes de gestion des déchets, la promotion de technologies d'assainissement durables, la sensibilisation du public et la collaboration entre différents acteurs. C'est dans ce contexte que se situe le projet de construction de la station Garden Center dont le rôle est de collecter, traiter et rediriger les eaux usées.



*Figure 4: Inondation au carrefour de l'Indénié*

Source : <https://www.fratmat.info>

### **3.1.2. Objectifs du projet**

Les principaux objectifs du projet sont :

- Réduction des risques d'inondations
- Protection de la santé Publique
- Préservation de l'environnement

### 3.1.3. Situation Géographique de la zone du projet

Notre chantier se situe dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire), au sein de la commune d'Adjamé. plus particulièrement, dans le quartier Liberté, à proximité du monument des martyrs, un repère emblématique de la région.

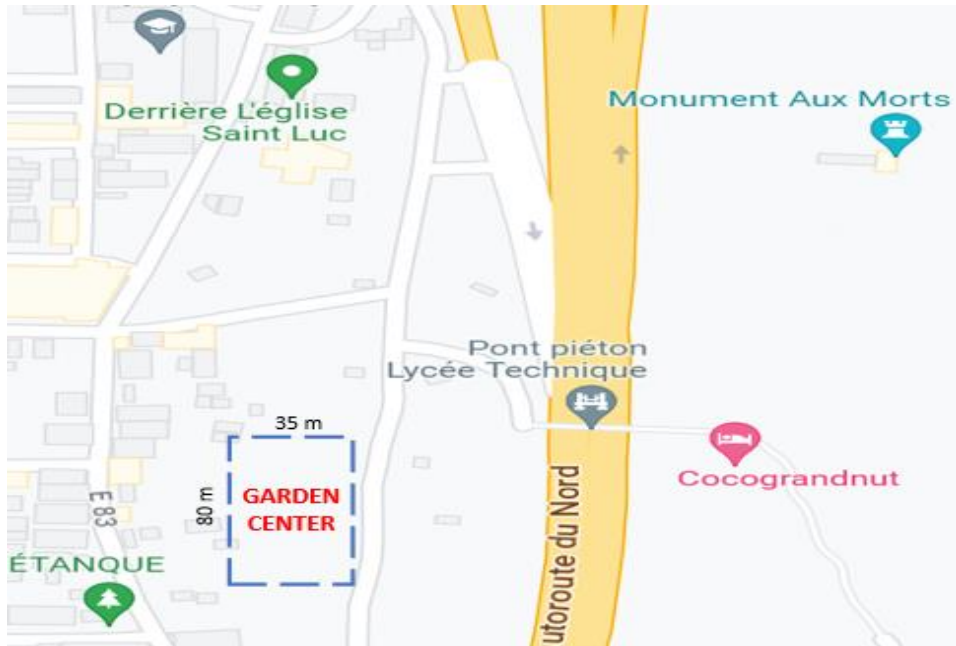


Figure 5: Zone du projet sur google Maps

Source : Google maps coordonnées 5°20'57.2"N 4°00'51.0"W

### 3.2. Présentation du fonctionnement de la station

l'image ci-dessous( Figure 6) représente une vue détaillée de la station par zone

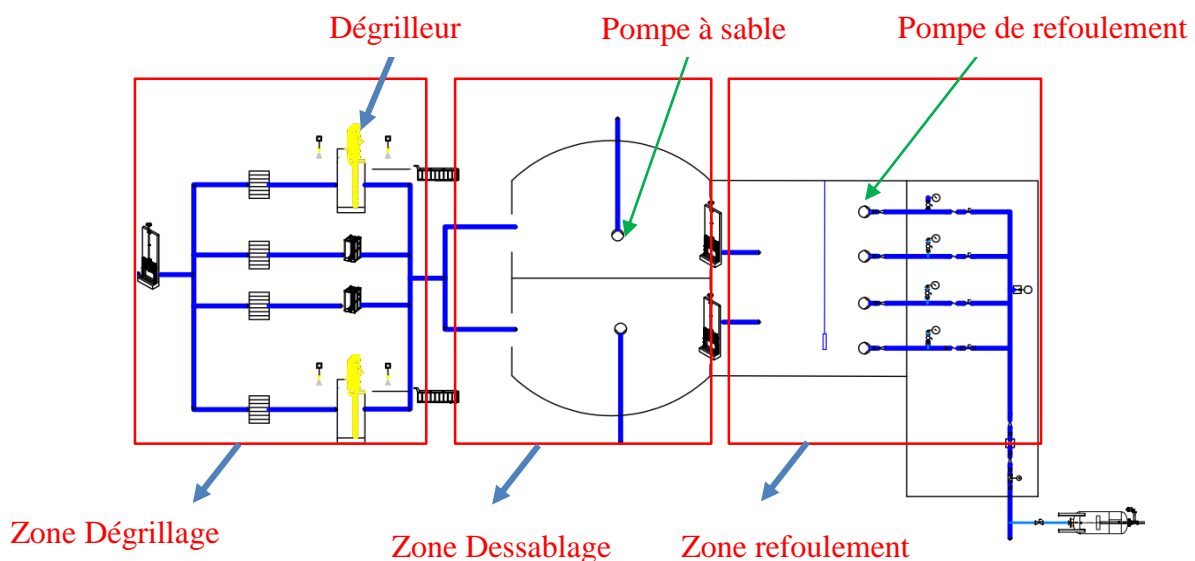


Figure 6: Aperçu général de la station

Une station de refoulement d'eau usée est une installation qui a pour but de transférer les eaux usées collectées depuis les égouts sanitaires ou les systèmes d'assainissement vers des stations de traitement ou de rejet. La station est conçue pour éliminer les matières solides et le sable présents dans les eaux usées avant de les refouler vers une autre station. Voici comment fonctionne la station Garden Center :

La station reçoit en entrée de l'eau usée d'origine domestique et pluviale + déchets solides + sable, après traitement on obtient en sortie de l'eau usée dépourvu de déchets solide et de sable. Cette eau est envoyée dans une autre station où elle subira d'autres traitements avant d'être déversée dans la lagune EBRIE. La station est constituée de zones ou étapes suivant le sens d'arriver et du traitement de l'eau. Ci-dessous les détails du traitement de l'eau à chaque étape de la station Garden Center.

#### **Zone de dégrillage :**

L'eau usée arrive à la station et entre dans la zone de dégrillage. Cette zone est équipée de dégrilleurs automatiques et deux dégrilleurs manuel qui retiennent les débris solides tels que les feuilles, les sachets, les bidons, les plastiques et autres gros objets. Ces débris peuvent obstruer les pompes ou endommager l'équipement de traitement, il est donc essentiel de les enlever en amont du processus.

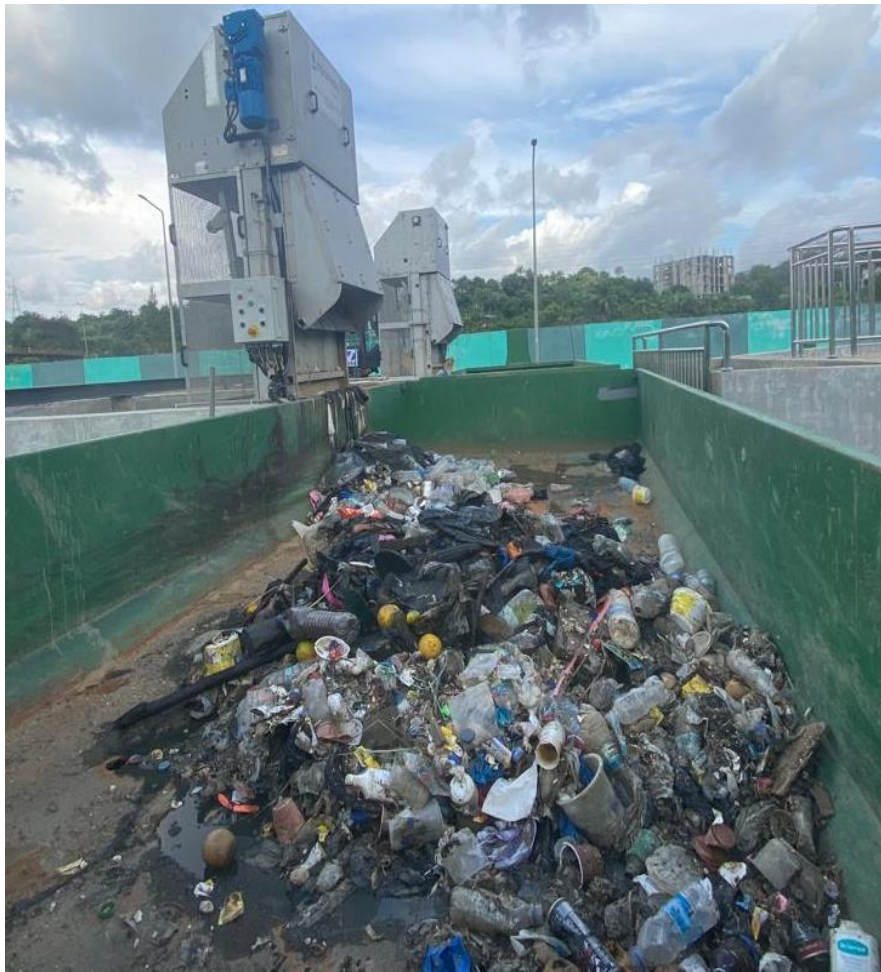


Figure 7: Dégrillage d'objets flottants

#### ✚ Zone de dessablage :

Après le dégrillage, l'eau passe dans les dessableurs. Cette partie du processus utilise la différence de densité entre l'eau et le sable pour séparer les particules de sable du flux d'eau. Le sable, étant plus dense, se dépose au fond du dessableur, tandis que l'eau continue son cheminement vers la prochaine étape.

#### ✚ Zone de refoulement :

Une fois les débris solides et le sable éliminés, l'eau usée atteint la bêche de pompage. À partir de la bêche de pompage, quatre pompes submersibles de puissance 109 kW chacune sont utilisées pour refouler l'eau dans le réseau en direction vers une autre station. L'eau sera par la suite déversée dans la lagune EBRIE. Dans la suite nous présentons les équipements essentiels qui rentre en ligne de compte dans chaque processus.

### 3.2.1. Dégrilleur



Figure 8: Dégrilleur automatique

Un dégrilleur est un dispositif utilisé dans le traitement des eaux usées et des eaux pluviales pour éliminer les débris solides qui se trouvent dans les canalisations ou dans les systèmes de collecte d'eau. Il agit comme un filtre mécanique pour retenir les objets volumineux tels que les feuilles, les plastiques, les débris végétaux, les papiers, les bouteilles, etc., avant qu'ils n'entrent dans les étapes de traitement ultérieures. Le dégrilleur est souvent placé à l'entrée des stations de traitement des eaux usées, des stations de relevage, des bassins de rétention ou des canaux de collecte des eaux pluviales. Son objectif principal est de protéger les équipements et les infrastructures du système de traitement en évitant les obstructions et les dommages causés par les débris solides.

L'image ci-dessus (figure 7) représente un dégrilleur automatique à câbles à râteaux du fabricant PERRIER SOREM, il est équipé de deux sondes radar, un placé en amont et l'autre en aval qui permettent un fonctionnement automatique par détection de perte de charges entre l'amont et l'aval.

### 3.2.2. Pompe à sable

Une pompe à sable, également connue sous le nom de "pompe à lisier" ou "pompe à boues", est un type de pompe spécialement conçu pour manipuler des liquides chargés de particules solides en suspension, comme du sable, des graviers, des débris et autres matériaux abrasifs. Ces pompes sont conçues pour résister à l'usure causée par les particules solides. En éliminant les particules solides en amont, la pompe à sable contribue à protéger les autres équipements du processus, principalement les pompes de refoulement.

### 3.2.3. Pompes de refoulement



Figure 9: Pompe de refoulement Grundfos

Source : <https://www.grundfos.com/fr>

Les pompes de refoulement, également appelées pompes de relevage, sont des dispositifs électromécaniques conçus pour transporter les eaux usées et les eaux pluviales des bassins de collecte ou des égouts vers les installations de traitement. Il s'agit essentiellement d'électropompes submersibles. Elles sont conçues pour surmonter les différences de niveaux topographiques et garantir que les eaux usées atteignent efficacement les étapes de traitement.

Les pompes de refoulement choisi pour ce projet sont celles du fabricant GRUNDFOS. Un ensemble de 04 pompes sont installées.

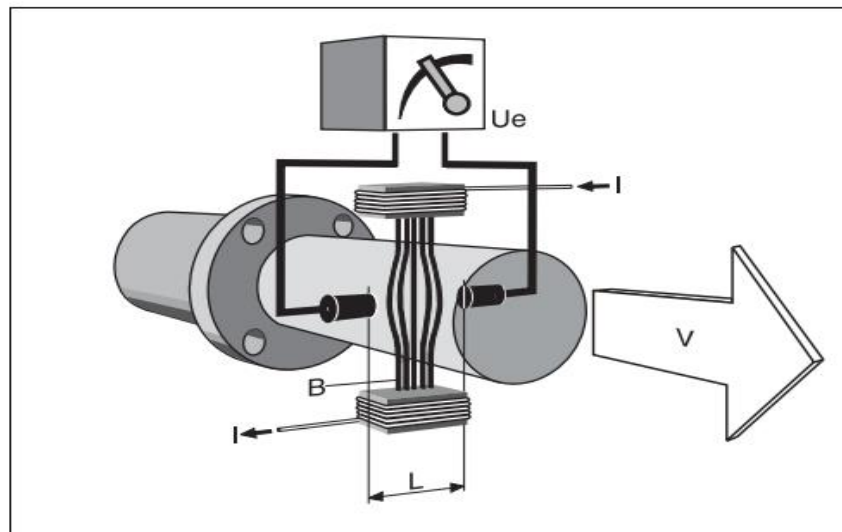
### 3.2.4. Débitmètre

Un débitmètre est un dispositif utilisé pour mesurer la quantité d'un fluide (généralement liquide) qui traverse un système ou un conduit pendant une durée de temps donné (généralement en  $m^3/h$  ou  $l/s$ ).

Le débitmètre utilisé dans ce projet est un débitmètre électromagnétique du fabricant ENDRESS +HAUSSER, il est utilisé pour la mesure de liquide conducteur (eaux potables ; eaux usées, boues d'épuration).

#### Principe de mesure

Selon la loi d'induction de Faraday une tension est induite dans un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique. Appliqué au principe de mesure électromagnétique, c'est le liquide traversant le capteur qui correspond au conducteur. La tension induite, proportionnelle à la vitesse de passage, est transmise à l'amplificateur par deux électrodes de mesure. On calcule le débit volumique par le biais de la section de tube. Le champ magnétique est engendré par un courant continu alterné.



$$U_e = B \cdot L \cdot v$$

$$Q = A \cdot v$$

$U_e$	tension induite
$B$	induction magnétique (champ magnétique)
$L$	écart des électrodes
$v$	vitesse d'écoulement
$Q$	débit volumique
$A$	section de conduite
$I$	intensité du courant

Figure 10: Principe de mesure du débitmètre

Source : manuel d'utilisation débitmètre électromagnétique Proline Promag P W 400 (Endress +  
Hausser)

### 3.2.5. Sonde hydrostatique ou waterpilot



Figure 11: waterpilot

Source : manuel d'utilisation mesure de niveau hydrostatique waterpilot FMX11



Un capteur hydrostatique, également connu sous le nom de Waterpilot, est un type de capteur de pression conçu spécifiquement pour mesurer la pression hydrostatique d'un liquide. La pression hydrostatique fait référence à la pression exercée par une colonne de liquide en raison de la gravité. Plus la profondeur du liquide est grande, plus la pression hydrostatique sera élevée. Dans ce projet nous utilisons un waterpilot du fabricant ENDRESS + HAUSSER, il est utilisé pour surveiller le niveau d'eau dans la bache de pompage afin d'éviter un débordement de la station et aussi le désamorçage des pompes (démarrage bache vide).

### **3.2.6. Capteur de pression**

Un capteur de mesure de pression est un dispositif électronique conçu pour mesurer la pression d'un fluide, en convertissant cette pression en un signal électrique. Les capteurs de mesure de pression jouent un rôle essentiel pour assurer le bon fonctionnement et la sécurité du système :

- Les capteurs de pression peuvent aider à détecter la présence d'obstructions ou d'obstacles dans les canalisations ou les pompes.
- Les capteurs de pression peuvent être configurés pour déclencher des alarmes.
- Les capteurs de pression peuvent jouer un rôle crucial dans la sécurité du poste de relevage en évitant les situations de surpression qui pourraient endommager les équipements

Dans ce projet, le capteur de mesure de pression utilisé est le capteur Ceraphant du fabricant ENDRESS +HAUSER.

### **3.2.7. Capteur Radar**

Un capteur radar pour la mesure de niveau est un dispositif utilisé pour déterminer la hauteur d'un liquide ou d'un matériau dans un réservoir, une cuve ou un conteneur en utilisant la technologie radar.

Ici ils sont utilisés pour permettre un fonctionnement automatique des dégrilleurs.

$$\text{La formule est : Distance} = \frac{\text{Vitesse} \times \text{temps}}{2}$$

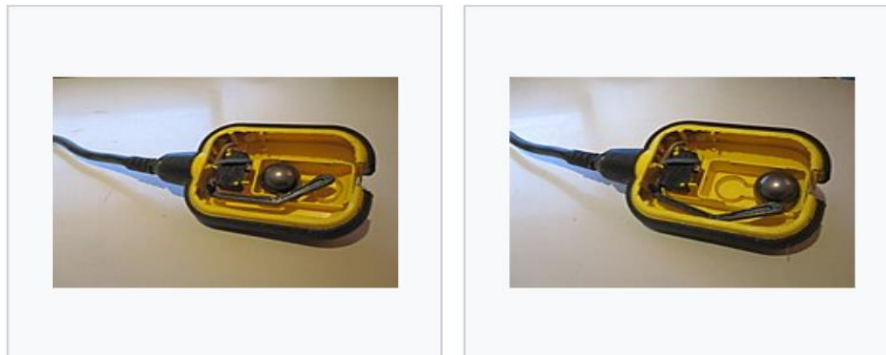
### 3.2.8. Poires de niveau ou flotteurs



Figure 12: Poire de niveau

Source : <https://www.paratronic.com>

Une poire de niveau (ou interrupteur à flotteur) est un dispositif suspendu au-dessus d'un plan d'eau (ou d'un autre liquide) au moyen d'un câble électrique souple constitué de deux fils isolés qui permet de détecter si le niveau de l'eau atteint ou non une certaine cote d'alerte (wikipedia).



Circuit fermé

Circuit ouvert

Figure 13: Principe de fonctionnement poire de niveau

Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Poire\\_de\\_niveau](https://fr.wikipedia.org/wiki/Poire_de_niveau)

### 3.3. Analyse fonctionnelle de la station

Les organes électromécaniques commandés sont : l'ensemble des quatre (04) pompes de refoulement, l'électrovanne, et les pompes à Sables, tous sont commandés par un commutateur trois positions Manu/0/Auto. Il faut toujours régler le commutateur de l'équipement dans le mode souhaité.

#### 3.3.1. Fonctionnement manuel

##### Electrovanne

- Elle est commandée électriquement en ouverture et fermeture par deux boutons poussoirs, ouverture et fermeture respectivement.
- Des capteurs fins de course permettent l'arrêt d'ouverture et de fermeture
- Les protections thermiques moteur et couple maximale d'ouverture et de fermeture sont assurés.

#### **Pompes à sable**

- Les démarrages et l'arrêt des pompes se fait à partir deux boutons poussoirs marche et arrêt respectivement.

#### **Pompes de refoulement**

- Les démarrages et l'arrêt des pompes se fait à partir deux boutons poussoirs Marche et arrêt respectivement.
- La protection thermique moteur est assurée
- Arrêt systématique lorsque niveau très bas (niveau de sécurité atteint).
- Aucune pompe ne peut démarrer lorsque l'électrovanne est fermée
- La vitesse des pompes est configurée manuellement sur leurs IHM respectifs.

### *3.3.2. Fonctionnement automatique*

#### **Electrovanne**

- Dès le début de l'automatisme, en absence de conditions d'arrêt, la vanne s'ouvre progressivement jusqu'à atteindre son capteur fin de course ouverture, ce qui permet d'arrêter l'ouverture de la vanne.
- La fermeture se fait de façon manuelle.

#### **Pompes de refoulement**

- Les ordres de marche et d'arrêt sont données par le poire de niveau dans la bêche
- Niveau très bas (LSLL) : le niveau de sécurité
- Niveau bas (LSL) : niveau d'arrêt en cascade de toutes les pompes
- Niveau haut : Niveau de démarrage d'une pompe
- Niveau haut (LSH) + tempo (45min) : niveau de démarrage de deux pompes
- Niveau très haut (LSHH) : Niveau de démarrage de trois pompes
- Chaque pompe démarre à faible vitesse (35 Hz) et augmente progressivement sa vitesse jusqu'à 50 Hz.

- A chaque démarrage c'est la pompe ayant le plus court temps de fonctionnement qui se met en marche. L'arrêt commence par la pompe ayant le plus long temps de fonctionnement.
- Si une pompe appelée n'est pas disponible (en défaut), une autre ayant un temps de fonctionnement plus court parmi les pompes disponibles la remplace
- Une protection démarrage trop fréquent est assurée par programmation. Le nombre de démarrage autorisé est de 15 par heures
- Après une coupure d'électricité, les pompes de refoulement redémarrent en cascade sans aucune intervention humaine.

#### Les pompes à sable

En automatique, les pompes à sable fonctionnent de façon périodique, chaque 30min, elles fonctionnent pendant 5 minutes.

#### 3.3.3. Gestion des alarmes

En cas de panne au niveau de la station de pompage, le système de télégestion transmet un SMS au personnel d'astreinte de l'exploitation (3 numéros), indiquant la désignation de la station et le type de défaut :

- Protection générale : défaut ou manque tension BT,
- Regroupement des défauts pour chaque groupe de pompage (disjonction pompe (maxi Intensité), désamorçage pompe (mini intensité), démarrage trop fréquent, présence humidité bobinage moteur, température haute bobinage du moteur électrique (sonde), température haute palier du groupe de pompage (sonde)).
- Niveaux d'eau (alerte niveau haut / risque de débordement, alerte niveau bas / risque de désamorçage de la pompe),
- Pression mini ou maxi au refoulement hors des seuils paramétrés au pressostat,
- Défaut alimentation secourue (batterie)
- Défaut rupture 4-20mA, discordance pompes, débit trop élevé ou débit trop faible,
- Défaut dégrilleur et défaut pompe à sable,
- Arrêt d'urgence

## II. DIMENSIONNEMENT ET CHOIX DU MATERIEL ELECTRIQUE

### 1. DIMENSIONNEMENT ELECTRIQUE

Le dimensionnement électrique d'une installation consiste à déterminer la capacité et la taille des composants électriques nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de l'installation en respectant les normes de sécurité et de performance. Cela implique généralement les étapes suivantes :

- Dimensionnement du poste de transformation
- Dimensionnement de l'armoire TGBT

La station Garden Center possède son propre poste de transformation HT/BT. Mais dans ce projet, la conception du poste de transformation a été exécuté par une autre structure, notre travail commence à partir de la sortie du poste transformation.

La toute première chose à faire dans un dimensionnement est le choix du régime de neutre ou du schéma de liaison à la terre. Dans notre cas, c'est le schéma TNC qui sera mis en place en raison de ses avantages économiques et de sa compatibilité avec ce type d'installation. En effet, avec le schéma de liaison TNC, on peut mettre en tête du circuit un interrupteur, ce qui moins couteux qu'un interrupteur différentiel dans le cas d'un schéma TT. Le second avantage est le fait que le TNC permet de faire une économie sur la section du conducteur de neutre et de protection (PE) puisque ces derniers sont confondus.

#### 1.1. Dimensionnement du transformateur de puissance

Un transformateur de puissance est une machine électrique statique, appelé aussi convertisseur statique à induction destiné à transformer la tension et le courant alternatifs, à une tension et courant alternatifs de même fréquence mais d'amplitudes différentes selon les besoins d'utilisation. Pour la détermination de sa puissance, il faut procéder à une évaluation de puissance globale de l'installation.

##### 1.1.1. Bilan de puissance

Pour faire un bilan de puissance, il faut tenir compte des coefficients suivant :

- Coefficient d'utilisation maximale ( $K_u$ ) des récepteurs (car ils ne sont pas en général utilisés à leur puissance maximale).
- Coefficient de simultanéité ( $K_s$ ) par groupe de récepteurs (car ils ne fonctionnent pas en général tous simultanément).
- Coefficient d'extension ou de réserve ( $K_a$ ) pour tenir compte de l'éventuelle augmentation de la puissance de l'installation. Il est compris entre 1,2 et 1,4. Nous prenons  $K_a = 1,2$  dans la suite de ce travail

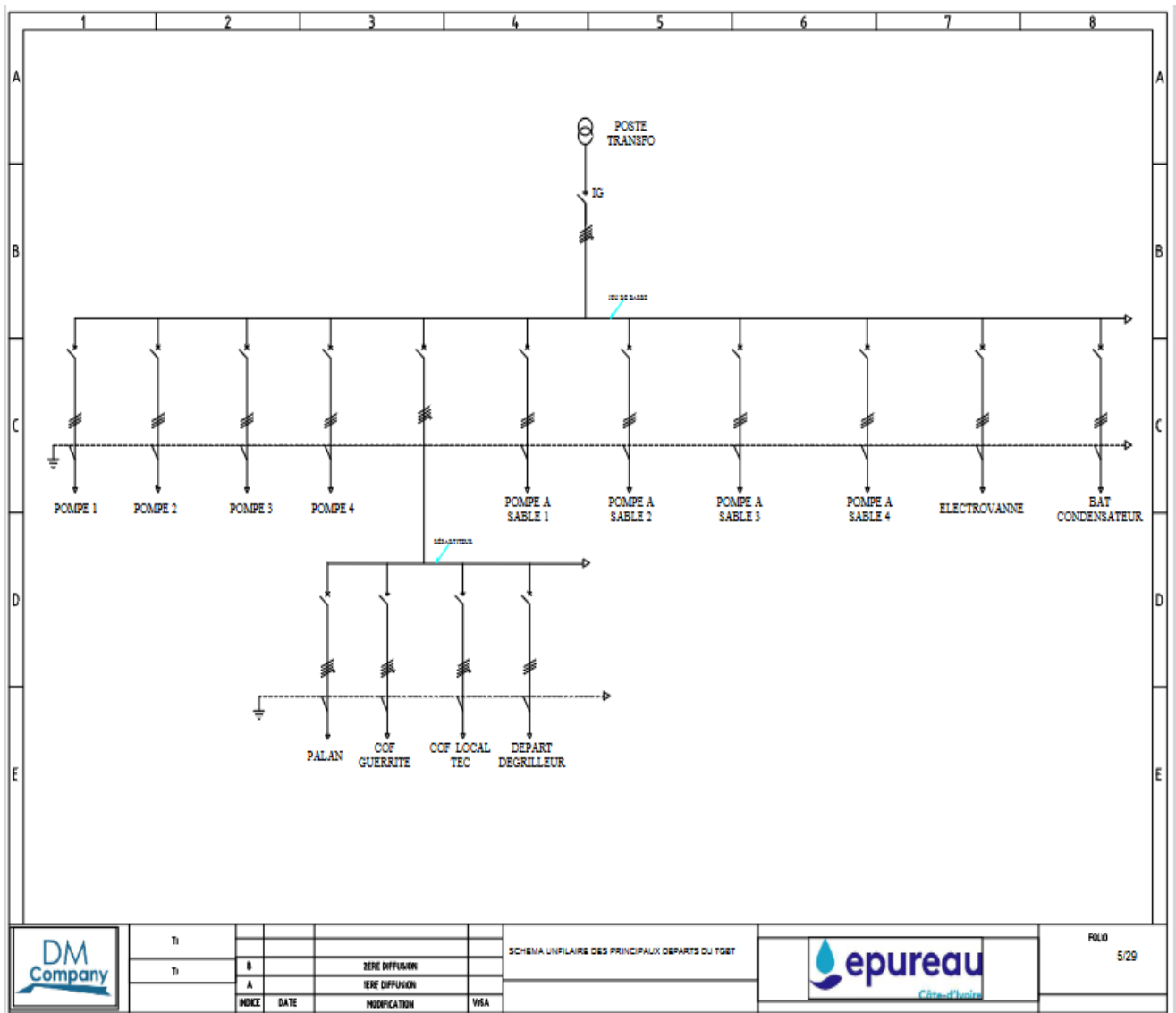


Figure 14: Unifilaire des principaux circuits du TGBT

**Le coffret guérite et le coffret local technique sont composés chacun de :**

- Circuits de climatisation ;
- Circuits de prise de courant ;
- Circuits d'éclairages ;

**Le coffret dégrilleur** est composé de deux départs vers les pupitres de commande des dégrilleurs automatique 1 et 2 respectivement.

Tableau 1: Bilan de puissance

Désignation	Nombre	Pa(kW)	Ku	Ks	P.T(kW)
Pompes de refoulement	4	109	0,9	0,75	294,3
Dégrilleur	2	1,65	0,9	1	2,97
Pompes à Sable	4	9,8	0,9	0,8	28,224
Palan électrique	1	2,2	0,9	1	1,98
Utilitaires (éclairage, Prises, climatisation)	1	20	1	1	20
P(kW)	347,474				
cos(Φ)	0,8				
S(kVA)	434,34				

Après calcul, on obtient :

**S<sub>th</sub> = 434,34 kVA en considérant un cos(Φ) = 0,8 ;**

### 1.1.2. Choix du transformateur

Le choix du transformateur passe par la détermination de la puissance exacte à installer et des caractéristiques du réseau. Dans notre situation :

- On prendra en compte une extension de 20% : coefficient d'extension  $k_a=1,2$  ;
- Contraintes d'installations : température ambiante ( $K_t = 0,91$  pour  $30^\circ\text{C}$ ) ;
- Le  $\cos \varphi$  de l'installation est de 0,8

Ainsi, on calcul :

$$S_{\text{transfo}} = S_{\text{th}} \times \frac{K_a}{K_t}$$

Avec  $S_{\text{th}} = 434,34$

**S<sub>transfo</sub> = 572,75 kVA**

Donc un transformateur de puissance **S<sub>n</sub> = 630 kVA** est idéal pour cette installation

### 1.2. Détermination des sections de câbles

Nous allons d'abord déterminer les influences externes sur le câble.

Tableau 2: Tableau des influences Externes

	Température	Eau	Corps Solide	Corrosion	Chocs	Vibrations	Résistances du corps	Contacts	Evacuation	Matière
<b>Nature</b>	AA	AD	AE	AF	AG	AH	BB	BC	BD	BE
<b>Degré</b>	4	1	4	3	1	1	1	3	1	3

Ces influences et le tableau des influences externes de câble fournit en annexe ont permis du type de câble qui est : **U1000R2V**

Par contre, le câblage à l'intérieur de l'armoire sera fait avec du câble souple **H07V-K**.

La formule permettant le dimensionnement des sections des conducteurs est :

$$I'z = \frac{Iz}{K} \text{ avec } K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn \times Ks$$

- I'z : courant admissible en tenant compte des coefficients de correction
- Iz : courant maximal que peut supporter un conducteur et est égale au courant assigné du disjoncteur
- K1 : facteur de correction, tient compte du mode de pose ;
- K2 : facteur de correction, prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte ;
- K3 : facteur de correction, prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- Kn : facteur de correction du neutre chargé (pour tenir compte des harmoniques)
- Ks : facteur de correction de symétrie.

Déterminons la section du câble d'alimentation de la pompe de refoulement 1 dont les caractéristiques sont :

- Pabs = 109 kW
- In = 189 A
- L= 30 m

Tableau 3: Les coefficients de correction câble pompe 1

Lettre de sélection	K1	K2	K3	Kn	Ks
E	1	0,88	1	0,84	1

$$\text{Ainsi, } I'z = \frac{200}{1 \times 0,88 \times 1 \times 0,84 \times 1}$$



$I'z = 270, 5A$

Tableau 4: Tableau de détermination de section des conducteurs de phase

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC				butyle ou PR ou éthylène PR					
	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3	PR2			
	E			PVC3		PVC2	PR3	PR2		
	F				PVC3		PVC2	PR3	PR2	PR2
section cuivre (mm <sup>2</sup> )	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254

Canalisation à l'air libre

Source : Pr. LOUM GEORGES, Synthèse distribution électrique

A l'aide du tableau ci-dessus,

On obtient une section convenable de  $S_{p1} = 95\text{mm}^2$ .

**Déterminons à présent la longueur maximale protégé**

La longueur maximale est calculée par :

$$L_{\max} = \frac{0,8 \times V \times S_{ph}}{p(1+m)I_m}$$

Avec :

- $V=230V$  : tension simple du réseau ;
- $S_{ph}$  : section des conducteurs de phase ;
- $p= 0,0237\Omega\text{mm}^2$  : résistivité à la température de fonctionnement normal en  $\text{ohm}\cdot\text{mm}^2/\text{mètre}$  ;
- $m = \frac{S_{ph}}{S_{pe}}$  ;
- $I_m$  : courant de déclenchement du disjoncteur

Nous nous mettrons dans le cas où : **Taux (ih3) <15%**

Avec Taux (ih3) = taux d'harmoniques de rang 3.

On a donc,  $SPE = 50\text{mm}^2$  et  $m = 1,9$  ;

On obtient par la suite,  **$L_{\max} = 127,2 \text{ m}$**

▪ **Calcul de la chute de tension du câble d'alimentation de la pompe 1**

Nous recevons la tension sur le jeu de barre à 400V,

Le tableau des chutes de tension (en annexe) indique 0,44 V/A.km :

$$\Delta U \text{ câble} = 0,44 \times 200 \times 0,030 = 2,6 \text{ V}$$

$$\Delta U \text{ câble} = 0,65 \%$$

*Tableau 5: Caractéristiques câble d'alimentation pompe 1*

Repère	conducteur	section	Longueur	Lmax	$\Delta U$
Cable alimentation Pompe 1	U1000R2V	95mm <sup>2</sup>	30 m	127,2 m	0,65%

La détermination des sections et la vérification des divers paramètres des circuits additionnels seront réalisées à l'aide du logiciel de dimensionnement CANECO BT.

Tableau 6:Section des câbles des différents circuits avec CANECO BT

Repère	Longueur	Type de câble	Section du câble	Chute de Tension	Longueur max	Protection
POMPE 1	30 m	U1000R2V (90°C)	3x70+35	0,78 %	307 m	Assurée
POMPE 2	35 m	U1000R2V (90°C)	3x70+35	0,91 %	307 m	Assurée
POMPE 3	40 m	U1000R2V (90°C)	3x70+35	1,04 %	307 m	Assurée
POMPE 4	45 m	U1000R2V (90°C)	3x70+35	1,17 %	307 m	Assurée
ELECTROVANNE	45 m	U1000R2V (90°C)	4G2,5	0,45 %	838 m	Assurée
POMPE SABLE 1	60 m	U1000R2V (90°C)	4G4	2,69 %	71 m	Assurée
POMPE SABLE 2	60 m	U1000R2V (90°C)	4G4	2,69 %	71 m	Assurée
POMPE SABLE 3	60 m	U1000R2V (90°C)	4G4	2,69 %	71 m	Assurée
POMPE SABLE 4	60 m	U1000R2V (90°C)	4G4	2,69 %	71 m	Assurée
TGBTSJB001				0,30%		
PALAN	30m	U1000R2V (90°C)	4G2,5	0,74	220	Assurée
DEGRILLEUR	100 m	U1000R2V (90°C)		1,26 %	351 m	Assurée
COFFRET GUERITE	150 m	U1000R2V (90°C)	5G16	3,52 %	191 m	Assurée
LOCAL_ECH	30 m	U1000R2V (90°C)	5G6	1,94 %	89 m	Assurée
INTER_GSJB001				3,52 %		
ECLAIRAGE 1	50 m	U1000R2V (90°C)	4G4	5,90%	52 m	Assurée
ECLAIRAGE 2	40 m	U1000R2V (90°C)	3G4	5,42 %	52 m	Assurée
ECLAIRAGE 3	30 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	5,80 %	32 m	Assurée
ECLAIRAGE 4	30 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	5,80 %	32 m	Assurée
CLIM1	10 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	3,88 %	51 m	Assurée
PRISE 1	20 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	5,64 %	42 m	Assurée
INTER_G2SJB001				1,94%		
PRISE 2	12	U1000R2V (90°C)	3G2,5	3,51%	46 m	Assurée
PRISE 3	30 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	5,88%	46 m	Assurée
ECLAIRAGE 5	10 m	U1000R2V (90°C)	3G1,5	2,00%	65 m	Assurée
ECLAIRAGE 6	30 m	U1000R2V (90°C)	3G1,5	2,13%	65 m	Assurée
ECLAIRAGE 7	30 m	U1000R2V (90°C)	3G1,5	2,13%	65 m	Assurée
INTER_G2SJB002				1,94%		
CLIM2	10 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	2,65%	62 m	Assurée
CLIM3	35 m	U1000R2V (90°C)	3G2,5	3,32%	62 m	Assurée

Il est à noter qu'en effectuant le calcul de la section du câble d'alimentation pour les pompes, on obtient une valeur de 95 mm<sup>2</sup> sans variateur de vitesse, ce qui correspond au calcul théorique. Cependant, lorsque l'on intègre un variateur de vitesse dans le circuit de puissance, la section nécessaire diminue à 70 mm<sup>2</sup>, ce qui se traduit par des économies de câble. Cette réduction peut s'expliquer par le fait que le variateur de vitesse permet un démarrage progressif, limitant ainsi les pics de courant au démarrage.

Cela met en évidence les avantages d'utiliser un variateur de vitesse pour le contrôle des pompes de forte puissance.<sup>2</sup>

#### 1.4. Détermination des protections

Les appareils de protection dans une installation électrique sont essentiels pour garantir la sécurité des personnes et des biens, la fiabilité et la préservation des équipements électriques. Voici un résumé des principales catégories de protection et de leurs rôles :

- **Protection contre les surintensités**

**Disjoncteurs** : Ils protègent contre les surcharges et les courts-circuits en interrompant le courant lorsque celui-ci dépasse des seuils de sécurité prédéfinis.

**Protection contre les défauts à la terre**

**Interrupteur différentiel** : Il détecte les courants de fuite vers la terre, et déclenche une interruption en cas de défaut d'isolement. Cela réduit les risques d'électrocution et d'électrisation.

- **Protection contre la surtension**

**Parafoudre** : Il limite les surtensions transitoires causées par la foudre ou d'autres perturbations, protégeant ainsi les équipements sensibles.

- **Protection thermique**

**Relais thermiques** : Surveillent la température des équipements électriques, tels que les moteurs, et coupent l'alimentation en cas de surchauffe, évitant ainsi les dommages.

**Contrôleur de phase**

**Relais de phase** : Il surveille les équipements l'installation, détecte les surtension, baisse de tension et perte de phase. Il coupe le circuit si un de ce problème survient.

La liste n'est pas exhaustive, cependant il est important de noter que certains équipements peuvent combiner plusieurs protections par exemple un disjoncteur différentiel, il assure à même temps le rôle de disjoncteur et de différentiel.

**Paramètres de choix :**

- Nombre de pôles,
- Tension,
- Courant d'emploi
- Pouvoir de coupure (Pdc, Icu) : courant maximal que peut couper le DPCC
- Utilisation (=> courbes de déclenchement du disjoncteur ou types de fusibles)
- Température
- **Détermination des courant de court-circuit présumés par la méthode a base de tableaux** <sup>3</sup>

On a  $I_b = 189 \text{ A} \Rightarrow I_n = 200 \text{ A}$ ,

- $I_{ccAmont} = 21,5 \text{ kA}$
- $L = 30$
- $S = 95 \text{ mm}^2$

A l'aide du tableau d'évaluation de l'Icc aval en fonction de l'Icc amont, de la longueur et de la section de la canalisation, et pour une tension de 400 V triphasée, on obtient :

$I_{ccmax} = 14,0 \text{ kA}$  pour la pompe 1

Le disjoncteur de protection doit donc avoir  $Pdc \geq I_{ccmax}$ .

On choisit ainsi un disjoncteur **NSX250B Micrologic 2.2M 3P3D, de pouvoir de coupure 25kA dont le calibre sera réglé à  $I_n = 200A$ .**

La détermination des autres protections a été faite avec le Logiciel CANECO BT.

Tableau 7: Nomenclatures des protections obtenues avec CANECO BT

REPÈRE	CONSUMMATION	IB	CALIBRE	IZ	SECTION PHASE	PROTECTION	DIFFERENTIEL
POMPE 1	100kW	178,60 A	220 A	189,09 A	70 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE 2	100kW	178,60 A	220 A	189,09 A	70 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE 3	100kW	178,60 A	220 A	189,09 A	70 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE 4	100kW	178,60 A	220 A	189,09 A	70 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE SABLE 2	9,8kW	17,88 A	18 A	30,40 A	4 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE SABLE 3	9,8kW	17,88 A	18 A	30,40 A	4 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
ELECTROVANNE	0,4kW	2,04 A	2,5 A	22,68 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE SABLE 1	9,8kW	17,88 A	18 A	30,40 A	4 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
POMPE SABLE 4	9,8kW	17,88 A	18 A	30,40 A	4 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
TGBTSJB001	250A	250,00 A	250 A		70 mm <sup>2</sup>	Disj. Boitier moulé	
PALAN	2,2kW	4,75 A	6,3 A	22,68 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
DEGRILLEUR	1,3kW	2,97 A	4 A	23,63 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. Mot	
COFFRET GUERITE	40A	40,00 A	40 A	72,10 A	16 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
LOCAL_ECH	32A	32,00 A	32 A	39,13 A	6 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
CLIM1	1kW	5,41 A	16 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
INTER_GSJB001	40A	40,00 A	40 A		4 mm <sup>2</sup>	Interrupteur	Type AC
ECLAIRAGE 1	10A	10,00 A	10 A	35,01 A	4 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
ECLAIRAGE 2	10A	10,00 A	10 A	35,01 A	4 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
ECLAIRAGE 3	10A	10,00 A	10 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
ECLAIRAGE 4	10A	10,00 A	10 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
PRISE 1	16A	16,00 A	16 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
INTER_G2SJB001	25A	25,00 A	40 A		2,5 mm <sup>2</sup>	Interrupteur	Type AC
PRISE 2	16A	16,00 A	16 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
PRISE 3	16A	16,00 A	16 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
ECLAIRAGE 5	36W	0,47 A	10 A	19,00 A	1,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
ECLAIRAGE 6	36W	0,47 A	10 A	19,00 A	1,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
ECLAIRAGE 7	36W	0,47 A	10 A	19,00 A	1,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
INTER_G2SJB002	40A	40,00 A	40 A		2,5 mm <sup>2</sup>	Interrupteur	Type AC
CLIM 2	2kW	10,83 A	16 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	
CLIM 3	1,1kW	5,95 A	16 A	26,12 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Disjonct. C	

### ▪ Choix du Parafoudre de protections

Voici le paramètre a considéré :

- Courant de court-circuit Amont :  $I_{cc\text{Amont}} = 21,5 \text{ kA}$
- Présence de paratonnerre dans un rayon de 50 m : oui
- Polarité :3P+ N

Le parafoudre retenu est :



Figure 15: Parafoudre tye 1

Source : <https://www.se.com/fr/fr/product/16363/acti9-parafoudre-prd1-master>

Il faut noter la mise en armoire (câblage de l'armoire TGBT) ne sera pas abordé dans ce rapport car elle a fait l'objet d'une sous-traitance avec une autre structure (Afric Power). Cependant nous assurons le suivi des travaux.

## 2. CHOIX DES APPAREILLAGES DE COMMANDE

### 2.1. Les contacteurs de puissances

Un contacteur de puissance est un dispositif électromécanique conçu pour gérer et commuter des charges électriques importantes, généralement dans des applications industrielles. Il est utilisé pour ouvrir ou fermer un circuit électrique en contrôlant la puissance électrique fournie à un appareil ou à un équipement électrique. Il est composé d'une bobine de commande alimenté souvent en 24 VAC ou 230VAC, de Contacts principaux qui permettent l'alimentation de la charge une fois que la bobine est alimentée, et souvent de contacts auxiliaires qui peuvent être utilisés pour des fonctions de commande, de signalisation ou de surveillance.

Le choix d'un contacteur est fonction de plusieurs paramètres notamment :

- Tension d'alimentation de la bobine
- La puissance de charge commuté
- La catégorie

Après étude à travers des tableaux et abaques fournis en annexe, les contacteurs retenus sont :

Tableau 8: Liste de contacteurs

Contacteur	Quantité	Puissance de la charge
LC1F265B7	4	110 kW
LC1D09B7	2	0,41 kW
LC1D32B7	4	9,8 kW

## 2.2. Les relais de commande

Un relais de commande est un dispositif électromagnétique utilisé pour contrôler un circuit électrique ou électronique en ouvrant ou en fermant des contacts électriques en réponse à un signal d'entrée. Le fonctionnement d'un relais de commande est basé sur le principe de l'électromagnétisme. Il est aussi composé bobine d'excitation et de contacts électriques : qui s'ouvrent ou se ferment selon l'état de la bobine d, excitation.

Le choix d'un relais dépend de plusieurs caractéristiques essentielles. Voici les caractéristiques clés à considérer lors de la sélection d'un relais :

- Tension nominale de la bobine
- Courant de commutation
- Nombre de contact NO/NF
- Environnement d'exploitation

Dans le cadre de ce projet, la majeure partie des relais que nous avons sélectionnés sont des Relais CAD32 et des RSB. Les Relais CAD32 sont utilisés pour la commande des actionneurs, pour transmettre des informations à l'automate, et également pour la commande des voyants. Les Relais RSB, quant à eux, sont actionnés par les sorties. En somme, nous avons au total :

- **41 Les Relais CAD32**
- **10 relais RSB**



Figure 17: Relais CAD32



Figure 16: Relais RSB sur Embase

Source : <https://www.se.com/fr/fr/>

## 2.3. Les variateurs de fréquence ou de vitesse

### 2.3.1. Principe et importance

Un variateur de vitesse, également appelé variateur de fréquence ou VFD (Variable Frequency Drive en anglais), est un dispositif électronique ou électromécanique utilisé pour réguler la vitesse de rotation d'un moteur électrique, généralement un moteur à courant alternatif (AC). Son rôle principal est de contrôler la fréquence et la tension de l'alimentation électrique fournie au moteur, ce qui permet de faire varier la vitesse de rotation de manière précise sur une large plage de réglage. Les variateurs de vitesse sont couramment utilisés dans diverses applications industrielles et commerciales pour plusieurs raisons :

**Contrôle de la vitesse** : Ils offrent un contrôle précis de la vitesse du moteur, ce qui permet de l'adapter aux besoins spécifiques d'une application.

**Économie d'énergie** : En ajustant la vitesse du moteur en fonction des besoins réels, les variateurs de vitesse contribuent à réduire la consommation d'énergie, ce qui peut entraîner des économies significatives sur les coûts d'exploitation. Il permet aussi d'optimiser le dimensionnement des conducteurs.

**Protection du moteur** : Ils fournissent généralement des fonctions de surveillance et de protection pour le moteur, telles que la détection de surcharge, la surchauffe, les courts-circuits, etc.<sup>5</sup>



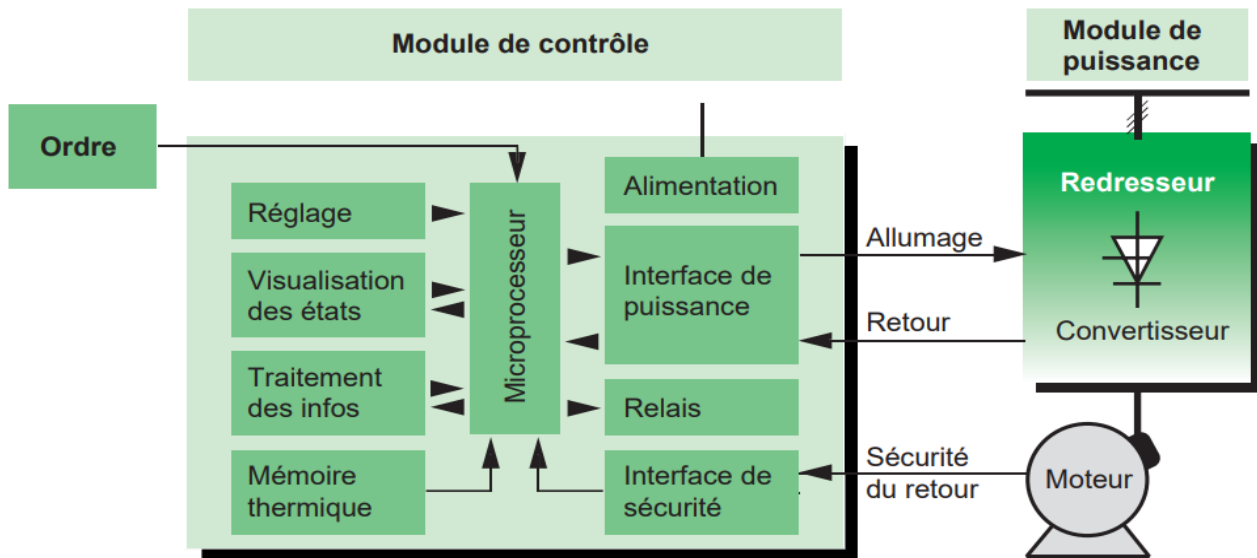


Figure 18: Structure interne d'un variateur de vitesse

Source : Clenet.D Démarreurs et variateurs de vitesse electronic. Schneider electric ,CT.2003 ;28

### 2.3.2. Caractéristiques essentielles d'un variateur de vitesse

Les caractéristiques essentielles d'un variateur de vitesse dépendent de son application spécifique et de ses capacités, voici quelques caractéristiques importantes que prendrons en compte pour le choix des variateurs de vitesse dans le cadre de notre projet.

- Plage de réglage de la vitesse
- Puissance nominale
- Tension d'alimentation
- Type de moteur pris en charge
- Capacité de surcharge
- Fonctions de protection
- Courant de sortie Permanent
- Communication réseau

**Voici les caractéristiques de notre moteur :**

- ✓ Puissance : 109 kW
- ✓ Courant nominal : 189 A
- ✓ Tension : 400 V
- ✓ Type : Moteur Asynchrone

Après analyse de tous ces paramètres nous avons choisi des variateurs ATV930 de la gamme Altivar 900 du fabricant Schneider Electric. Chacune des 04 pompes de refoulement sera pilotée par un ATV930



## ATV930 110KW 400V variable speed drive

ATV930C11N4

Statut commercial : Commercialisé

### Principales

Gamme de produit	Altivar Process ATV900
Application	Application industrielle
Type de produit ou équipement	Variateur de vitesse
Destination du produit	Moteurs synchrones Moteurs asynchrones

Figure 19: Variateur ATV930C11N4 extrait de sa fiche technique

Source : <https://www.se.com/fr/fr/product/ATV930C11N4/atv930-110kw-400v-variable-speed-drive/>

### III. AUTOMATISATION DE LA STATION

#### 1. GENERALITES SUR L'AUTOMATISME

##### 1.1. Définition d'un système automatisé

Un système automatisé est un système technique ou informatique conçu pour effectuer des tâches, des processus ou des opérations spécifiques de manière autonome, sans ou avec peu d'intervention humaine. Il repose sur la programmation, la logique et l'utilisation de capteurs pour prendre des décisions et exécuter des actions en fonction de conditions prédéfinies.<sup>6</sup>

##### 1.2. Principales caractéristiques d'un système automatisé

Un système automatisé comprend plusieurs composantes essentielles qui travaillent ensemble pour exécuter des tâches ou des processus sans intervention humaine directe. Voici les composantes principales d'un système automatisé :

**Capteurs :** Les capteurs sont des dispositifs qui mesurent divers paramètres tels que la température, la pression, le mouvement, l'humidité, etc. Ils sont utilisés pour recueillir des données sur l'environnement ou les conditions du système.

**Logique de contrôle :** La logique de contrôle est généralement mise en œuvre à l'aide d'un logiciel ou d'un matériel dédié. Elle traite les données des capteurs, analyse les informations et prend des décisions en fonction des conditions prédéfinies.

**Unité de traitement central :** Dans de nombreux systèmes automatisés, une unité de traitement central, telle qu'un microcontrôleur, un automate ou un ordinateur, est utilisée pour coordonner les opérations, exécuter la logique de contrôle et gérer les interactions avec les autres composants.

**Actionneurs :** Ce sont des dispositifs qui exécutent les actions ou les opérations spécifiées par le système en réponse aux décisions prises par la logique de contrôle. Ils peuvent être des moteurs électriques, des vannes, des relais, des actionneurs pneumatiques, des pompes, etc.

**Interface utilisateur (facultative) :** Dans certains systèmes automatisés, une interface utilisateur peut être présente pour permettre aux opérateurs humains de surveiller le système, de fournir des entrées ou d'afficher des informations sur l'état du système.

**Réseaux de communication (facultatifs) :** Les systèmes automatisés peuvent être interconnectés via des réseaux de communication pour permettre la surveillance à distance, le contrôle centralisé ou la collecte de données en temps réel.

**Programmation et configuration :** La programmation est nécessaire pour définir le comportement du système automatisé. Les instructions et les paramètres sont généralement préconfigurés pour spécifier comment le système doit réagir aux données des capteurs.

Ces composantes travaillent de manière synergique pour permettre au système automatisé d'accomplir ses tâches de manière autonome.

### 1.3. Structure d'un système automatisé (SA)

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous (figure 20).

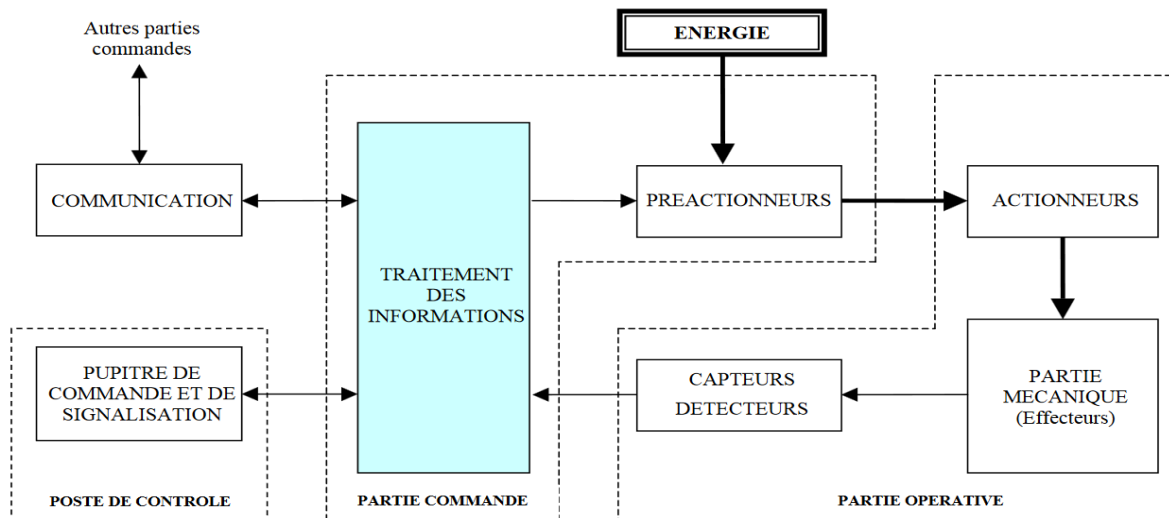


Figure 20: Structure interne d'un SA

Source : GONZAGA A. Les automates programmables industriels

### Partie opérative :

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre. Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.

### Partie commande :

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs.

### Poste de contrôle :

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).

## 1.3. Les Automates Programmables Industriels (API)

### 1.3.1. Définition

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.<sup>6</sup>

Les automates peuvent être classés en deux principales catégories : les automates de type compact et les automates de type modulaire.

Les automates de type compact intègrent dans un seul boîtier le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Ils sont conçus pour des applications simples et sont souvent utilisés pour la commande de petits automatismes. Parmi les exemples de marques et de produits de ce type, on peut citer LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet, etc. Ces automates peuvent parfois réaliser certaines fonctions supplémentaires, telles que le comptage rapide ou la gestion d'E/S analogiques, et ils peuvent également accepter un nombre limité d'extensions pour répondre à des besoins spécifiques.

En revanche, les automates de type modulaire sont conçus pour des automatismes plus complexes. Dans ce cas, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties sont répartis dans des unités distinctes appelées modules, qui sont fixées sur un ou plusieurs racks. Cette architecture modulaire permet une plus grande puissance de traitement, une capacité d'extension plus importante et une flexibilité accrue pour répondre aux besoins de systèmes automatisés complexes. Ces automates sont utilisés dans des applications où une grande variété de fonctionnalités, une capacité de traitement élevée et une adaptabilité sont essentielles.

### 1.3.2. Architecture d'un API

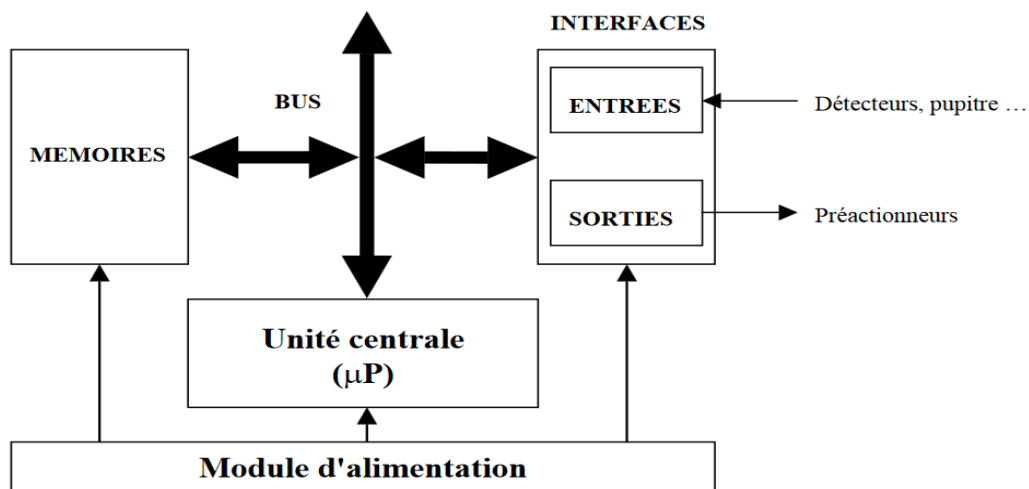


Figure 21: Structure interne d'un API

Source : GONZAGA A. Les automates programmables industriels

**Module d'alimentation** : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.

**Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).

**Le bus interne** : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

**Mémoires** : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM).

**Interfaces d'entrées / sorties :**

- **Interface d'entrée** : elle permet de recevoir les informations du S.A.P. ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement.
- **Interface de sortie** : elle permet de commander les divers pré actionneurs et éléments de signalisation du S.A.P. tout en assurant l'isolement électrique.

### *1.3.3. Langages de programmation des API*

Selon la norme CEI 61131-3 (norme qui spécifie les langages de programmation pour les API), il existe cinq langages de programmation qui sont :

- **SFC (Sequential Function Chart) :**

Le **SFC** est un langage graphique utilisé pour modéliser les séquences de contrôle en utilisant des étapes et des transitions. Il est souvent utilisé pour concevoir et visualiser les processus de commande.

- **Ladder Logic (LAD) :**

Le **Ladder Logic** est un langage graphique utilisé pour représenter les schémas de commande électrique sous forme de diagrammes en échelles. Il est couramment utilisé dans les automates programmables industriels (API) pour la programmation de logique de contrôle.

- **Structured Text (ST) :**

Le **Structured Text** est un langage de haut niveau utilisé dans les automates programmables industriels (API) pour écrire des routines de contrôle et des algorithmes. Il permet une programmation plus structurée et complexe.

- **Function Block Diagram (FBD) :**

Le **Function Block Diagram** est un langage graphique qui représente les fonctions de contrôle sous forme de blocs interconnectés. Il permet de modéliser visuellement des fonctions complexes.

- **Instruction List (IL) :**

L'**Instruction List** est un langage de programmation basé sur des instructions, souvent utilisé dans les API. Il permet d'écrire des programmes de contrôle en utilisant une syntaxe basique basée sur des commandes.

Le choix du langage dépend des exigences de programmation et des préférences de l'automaticien, cependant, il est possible combiner plusieurs langages de programmation dans un même programme.

### **1.3.4. Caractéristiques essentielles pour le choix d'un API**

Le marché des automates programmables industriels (API) est caractérisé par la présence de plusieurs fabricants de renom, parmi lesquels on retrouve Siemens, Schneider Electric, Crouzet, Rockwell Automation (Allen-Bradley), **SOFREL** etc. Siemens se distingue par sa gamme SIMATIC, qui comprend des automates comme le S7-1500. Schneider Electric offre une variété de PLC Modicon, dont le Modicon M340, particulièrement adapté au contrôle de machines et de systèmes de production. Crouzet, quant à lui, se spécialise dans les automates compacts, à l'instar du MILLENIUM 3, parfaitement adapté aux petites automatisations. Rockwell Automation propose une gamme complète d'automates Allen-Bradley, dont le ControlLogix, qui est largement utilisé dans divers secteurs industriels pour des automatisations complexes. **SOFREL** se démarque en se concentrant sur les automates dédiés à la gestion de l'eau, comme la série **S4W**, spécialement conçue pour le contrôle des stations de pompage et des réseaux d'eau. Chacun de ces fabricants offre une diversité d'automates adaptés à des besoins spécifiques, englobant une variété de types d'automates, depuis les modèles compacts jusqu'aux systèmes plus sophistiqués employés dans l'automatisation industrielle.

Le choix d'un fabricant et d'un type d'automate dépendra des exigences particulières en termes de :

- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...)
- Stabilité et fiabilité
- Le type et le nombre des entrées/sorties
- Le langage de programmation pris en compte
- Documentation
- Licence et coûts
- Interfaces de communication
- La tension d'alimentation

Après étude, notre choix se porte sur l'automate S4W Large de SOFREL dont les caractéristiques sont données dans la suite.

### **1.4. Choix de L'automate Programmable Industriel**

Le choix de l'API commence par la sélection du fabricant, qui peut être SCHNEIDER, SIEMENS, SOFREL, ou d'autres. Dans le cadre de notre projet, nous avons besoin à la fois d'équipements d'automatisation et de télégestion. Cependant, SOFREL a développé des automates spécialement conçus pour le contrôle des systèmes de traitement des eaux usées. Ces automates intègrent à la fois des fonctionnalités d'automatisation et de télégestion. De plus, ils offrent des fonctionnalités de sécurité des données et bien d'autres avantages.

Notre client final, la SODECI, est déjà familiarisé avec les automates SOFREL. Compte tenu de ces considérations, nous avons décidé de choisir l'automate S4W du fabricant français SOFREL pour notre projet.

- **Bilan des entrées / sorties**

*Tableau 9: Bilan des entrées/sorties*

NATURE DES ENTREES/SORTIES	NOMBRE	AVEC MARGE 30%
DI	37	49
DO	11	15
AI	8	11
AO	5	7
<b>NOMBRE TOTAL ENTREES/SORTIES</b>	<b>82</b>	

Compte tenu du bilan des entrées / sorties l'automate retenue est le **S4W Large de SOFREL** que nous présenterons dans la suite.

## 2. PRESENTATION DE L'AUTOMATE S4W DE SOFREL

### 2.1. Caractéristiques essentielles du S4W

L'automate S4W de SOFREL est un équipement de télégestion et de surveillance à distance utilisé dans le domaine de la gestion de l'eau et de l'assainissement. Voici une présentation de ses caractéristiques et de ses fonctionnalités principales :

**Connectivité avancée :** L'automate S4W est équipé de nombreuses interfaces de communication, notamment des ports ethernet, des liaisons radio, des modems 3G/4G. Cela permet une connexion fiable et sécurisée avec les équipements sur le terrain, même dans des zones reculées.

**Supervision et contrôle :** L'automate S4W permet la surveillance en temps réel des paramètres du réseau, l'analyse des données, et la mise en place d'alertes en cas de défaillances ou d'incidents. Les opérateurs peuvent également prendre des mesures de contrôle à distance.

**Gestion des alarmes :** Il dispose de fonctionnalités avancées pour la gestion des alarmes, avec des seuils configurables et la possibilité d'envoyer des notifications par SMS, e-mail.



**Sécurité des données :** L'automate S4W intègre des mécanismes de protection pour garantir que les informations sensibles restent confidentielles et ne soient accessibles qu'aux personnes autorisées.

Il est possible d'ajouter en façade des modules de communication complémentaires (radio, RS485, RS232...) ainsi que des modules d'extension I/O pour étendre le nombre d'entrées / sorties.

Il existe plusieurs gammes d'automates S4W :

- SOFREL S4W Small: 8DI, 2AI, 2DO
- SOFREL S4W Medium: 12DI, 2AI, 4DO + 2 modules extension I/O possible
- **SOFREL S4W Large: 16DI, 4AI, 4DO + 10 modules extension I/O possible**
- SOFREL S4W Dual : 8DI

Le choix du **S4W large** se justifie par le nombre d'informations qu'il est capable de gérer (1000) et aussi le nombre de module d'extension possible au vu des informations actuelles et d'une éventuelle extension future.

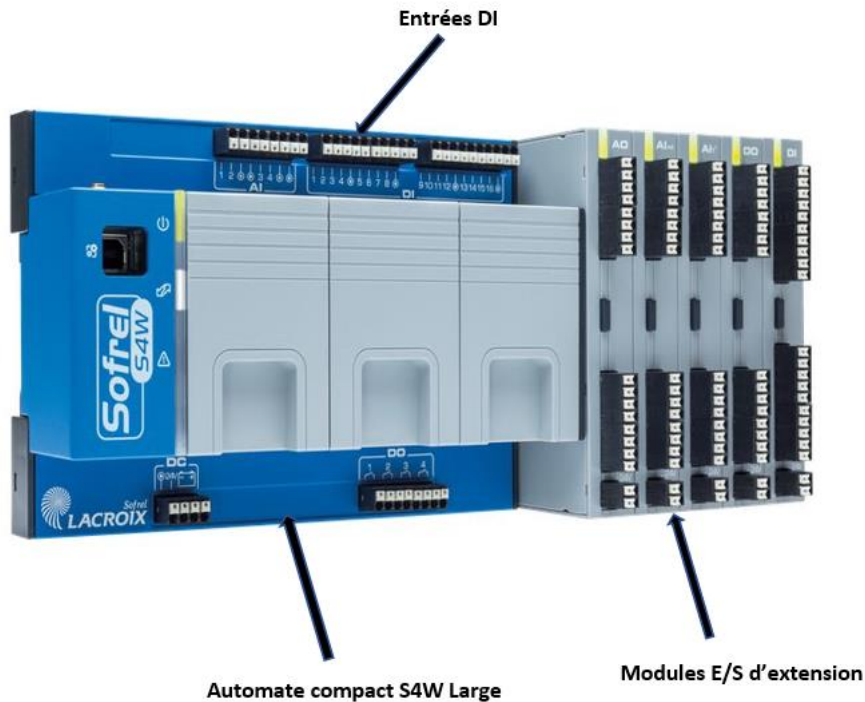


Figure 22: Automate compact S4W large + 5 modules E/S

S4W se présente sous la forme d'un **boîtier compact** intégrant :

- Un bloc d'alimentation 24 VDC avec secours batterie,

- Des borniers d'entrées-sorties pour le raccordement de : 16 DI, 4 AI (4-20mA) et 4 DO
- 2 interfaces de communication intégrées : réseaux 2G/3G/4G et Ethernet 100 Mbits/s
- 3 ports pour connexion Ethernet et USB de service et/ou d'exploitation
- 3 voyants pour signalisation : Alimentation, Réseau IP, Fonctionnement général
- Des emplacements pour 1 à 3 modules de communication complémentaires (RS485 / RS232/ BADGE, etc.)
- **Des possibilités d'extension d'entrées-sorties avec les modules I/O :**
- Extension par clipsage : jusqu'à 10 modules d'entrées-sorties S4
- **Extension à distance :**
- Via 1 module I/O EXT pour déport des modules I/O S4 (bus de 10 m max.)
- Via 1 module RS485, pour déport des modules I/O S550 (norme RS485 : bus de 1200 m max.) jusqu'à 20 modules

### 2.1. Logiciels de programmation et d'exploitation

SOFREL a créé plusieurs logiciels dans le but de garantir la programmation, l'exploitation, ainsi qu'une surveillance souple et sécurisée des installations.

- **S4W-Tools** : C'est le logiciel de configuration et de programmation de l'automate S4W. Il prend en compte cinq langages de programmation (Ladder, Grafcet, FBD, IL, et ST).

C'est dans ce logiciel la quasi-totalité du travail se passe, il permet de faire :

- L'adressage des entrées et sorties ;
- La programmation de l'automate ;
- La configuration des reports d'alarmes ;
- Le développement de l'interface de supervision à travers la création des vues synoptiques ;
- L'archivage des données ;
- La configuration du module GSM intégré et de tous les autres modules de communications ;
- **S4-Views** : c'est le logiciel d'exploitation, une fois la configuration chargée dans le S4W, les personnes ayant des accès peuvent se connecter avec le **S4-Views**, via câble Ethernet ou en IP pour visualiser les états courants des entrées/sorties, l'historique des alarmes, l'état du système et bien d'autres actions.
- **S4-Keys** : c'est le logiciel de gestion des certificats, c'est lui qui signe tous les logiciels qui doivent interagir avec l'automate S4W, il permet de contrôler et de sécuriser les accès.

Il existe d'autres logiciels mais dans le cadre de notre projet, nous utiliserons les trois présentés ci-dessus.

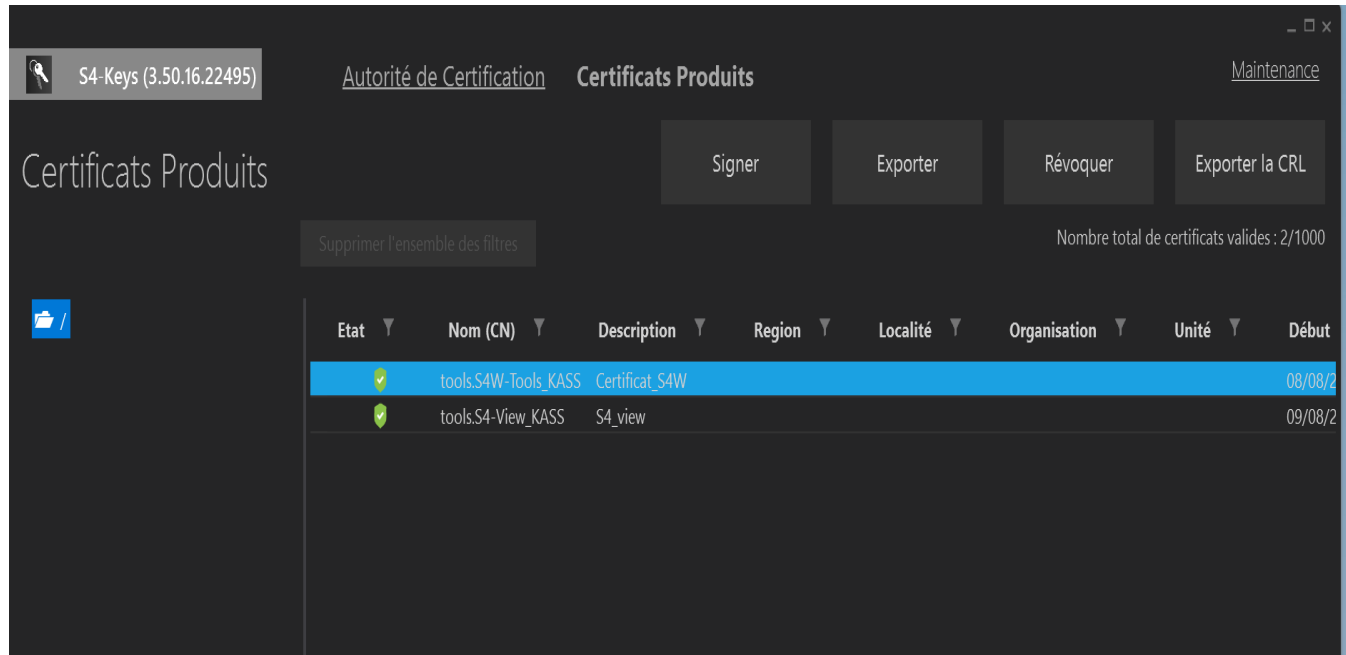


Figure 23: Interface du logiciel S4-Keys

## 2.2. Outils de télégestion et supervision

### ▪ S4-Display

S4-Display apporte les fonctions de consultation et réglage de l'installation surveillée ; aucun paramétrage n'est nécessaire sur l'afficheur (les libellés, le synoptique, ... proviennent de la configuration du S4W). Cet afficheur local est fréquemment fixé en face-avant d'armoire électrique ; il se raccorde sur le port USB de S4W.

### ▪ Le Serveur Web

Le poste local S4W dispose d'un serveur Web permettant l'accès aux informations et journaux de fonctionnement. Ce serveur Web au format HTML5 est multi plateformes (PC, tablettes, smartphones) et multi navigateurs Internet (Edge, Chrome, Firefox, Safari). Il est donc possible visualiser et de commander les équipements à distance.

## 3. MISE EN PLACE DE L'AUTOMATISME

### 3.1. Description du fonctionnement de l'automatisme

Dès le début de l'automatisme l'électrovanne s'ouvre progressivement jusqu'à ce qu'elle atteigne son capteur de fin de course d'ouverture, déclenchant ainsi l'arrêt de l'ouverture de la vanne.

Les ordres de démarrage et d'arrêt sont dictés par les flotteurs de niveau situé dans la bêche. Lorsque le niveau haut (LSH) est atteint, la première pompe est mise en marche. Si, après 45 minutes à compter du démarrage de la première pompe, le niveau haut (LSH) est toujours maintenu, une deuxième pompe est activée. De plus, dès que le niveau très haut (LSHH) est atteint, une troisième pompe est démarrée. De ce fait on a toujours une pompe en réserve.

- Chaque Pompe démarre à faible vitesse et augmente progressivement sa vitesse jusqu'à 50 Hz.
- A chaque démarrage c'est la pompe ayant le plus court temps de fonctionnement qui se met en marche. Toute les pompes s'arrêtent au niveau bas en cascade en commençant par la pompe ayant le plus long temps de fonctionnement.
- Si une pompe appelée n'est pas disponible (en défaut), une autre pompe parmi les pompes disponibles la remplace
- Une protection démarrage trop fréquent est assurée par programmation. Le nombre de démarrage autorisé est de 15 par heure. Mais dans notre programmation, nous allons nous limiter à 13 démarrage par heure.
- Après une coupure d'électricité, les pompes de refoulement redémarrent en cascade sans aucune intervention humaine.

Les pompes à sable fonctionnent de façon périodique, chaque 30min, elles fonctionnent pendant 5 minutes.

En cas de panne au niveau de la station de pompage, le système de télégestion transmet une alertes SMS au personnel d'astreinte de l'Exploitant (3 numéros), indiquant la désignation de la station et le type de défaut.

### 3.2. La programmation sur S4W-tools

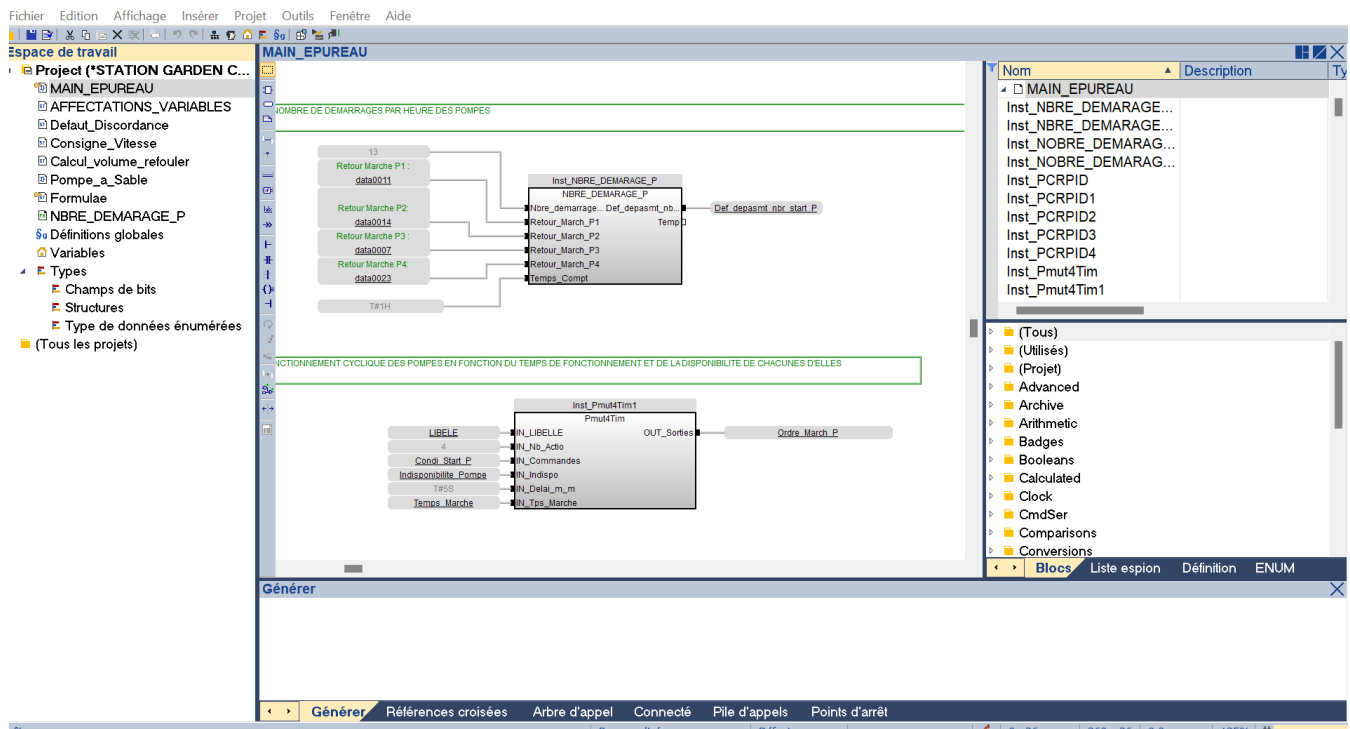


Figure 24: Programmation du S4W

La programmation a été faite dans deux langages de programmation différents, en (FBD) et en ST.

Pour mener à bien la programmation de notre système nous avons suivi la méthodologie suivante :

- Etablissement de la table d'informations ;
- Gestions des certificats avec le logiciel S4-Keys ;
- Mappage des entrées et sorties ;
- Test des entrées et sorties ;
- Rédaction du programme ;
- Compilation et chargement du programme dans l'API ;
- Tests, corrections et mise en service ;

▪ **Etablissement de la table des variables :**

Tableau 10: Liste des informations TOR

Nbre Info	Name	Format	Direction	ETAT 0	ETAT 1
2	Arret d'urgence :	LOG	IN	Désactivé	Activé
3	Niveau Très Bas (LSLL):	LOG	IN	Risque desarmosage	Normal
4	Niveau Bas(LSL):	LOG	IN	Non Atteint	Atteint
5	Niveau Haut(LSH):	LOG	IN	Non Atteint	Atteint
6	Niveau tres Haut(LSHH):	LOG	IN	non Atteint	Atteint
7	Retour Marche P3 :	LOG	IN	Arrêt	Marche
9	Marche Auto P4 :	LOG	IN	Non	Oui
10	Etat de la Pompe1 :	LOG	IN	Normal	En défaut
11	Retour Marche P1 :	LOG	IN	Arrêt	Marche
12	Marche Auto P2 :	LOG	IN	Non	Oui
13	Etat de la Pompe 2:	LOG	IN	Normal	En défaut
14	Retour Marche P2:	LOG	IN	Arrêt	Marche
15	Marche Auto P3 :	LOG	IN	Non	Oui
16	Etat de la Pompe 3:	LOG	IN	Normal	En défaut
21	Etat de la Pompe 4:	LOG	IN	Normal	En défaut
23	Retour Marche P4:	LOG	IN	Arrêt	Marche
24	Etat Electrovanne	LOG	IN	Normal	En Défaut
25	Electrovanne_O:	LOG	IN	fermé	Ouverte 100%
26	Retour Marche P Sable 1:	LOG	IN	Arret	En Marche
28	Retour Marche P Sable 2:	LOG	IN	Arret	En Marche
29	Defaut P Sable 1:	LOG	IN	Pas défaut	En Défaut
31	Marche Auto P Sable 2:	LOG	IN	Non	Oui
33	Marche Auto P Sable 3 :	LOG	IN	Non	Oui
37	Electrovanne_F:	LOG	IN	Ouverte	fermée 100%
38	Marche Auto P Sable 1 :	LOG	IN	Non	Oui
39	Defaut P Sable 2:	LOG	IN	Pas défaut	En Défaut
40	Defaut P Sable 3:	LOG	IN	Pas défaut	En Défaut
42	Defaut P Sable 4:	LOG	IN	Pas défaut	En Défaut
43	Marche Auto P Sable P4:	LOG	IN	Non	Oui
44	Retour Marche P Sable 4:	LOG	IN	Arrêt	En Marche
59	Pression Max:	LOG	IN	Pas Atteinte	Depassée
61	Pression Mini:	LOG	IN	Bonne	Pas Atteinte
62	Marche Auto P1 :	LOG	IN	Non	Oui
67	Mode Système :	LOG	IN	Manuel	Auto
68	Etat Pompe(s):	LOG	IN	Pompe(s) en marche	Pompes au Repos
69	Discordance P1 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
70	Discordance P2 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
71	Discordance P3 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
72	Discordance P4 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
73	Discordance P Sable 1 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
74	Discordance P Sable 2 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
75	Discordance P Sable 3 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT
76	Discordance P Sable 4 :	LOG	IN	Normal	EN DEFAULT

Nbre Info	Name	Format	Direction	ETAT 0	ETAT 1
77	Acquitement :	LOG	IN	Normal	ACQUIT
78	Reset Horaire	LOG	IN	Normal	Reset
89	Etat Modem GSM S4 :	LOG	IN	Normal	En Défaut
91	Défaut Automatisation :	LOG	IN	Normal	En Défaut
99	Retour Marche degrielleur 1:	LOG	IN	Arret	Marche
104	Discordance_Poire :	LOG	IN	Normal	Défaut
113	Retour Marche degrielleur 2:	LOG	IN	Arret	Marche
114	Etat Degrielleur 1:	LOG	IN	Normal	En default
115	Etat Degrielleur 2:	LOG	IN	Normal	En default
118	EV discordance Ouverture:	LOG	IN	Normal	En default
119	Niveau Tres Haut:	LOG	IN	Non	Risque debordement
121	Niveau_LSH:	LOG	IN	Non Atteint	Atteint
122	Niveau_LSL	LOG	IN	Non Atteint	Atteint
123	Niveau_LSHH:	LOG	IN	Normal	Risque debordement
124	Niveau LSLL:	LOG	IN	Risque desamorsage	Atteint
125	Cont_Phase:	LOG	IN	Normal	EN default( Urgence)
126	Defaut_debit	LOG	IN	Normal	Rupture 4_20mA
128	Frequence_Demar_P1_H	LOG	IN	Normal	Trop
130	EV discordance Fermeture:	LOG	IN	Normal	En default
136	Etat du Capteur de Pression :	LOG	IN	Normal	En Défaut
137	Etat du debimètre:	LOG	IN	Normal	En Défaut
138	Etat Sonde de Niveau:	LOG	IN	Normal	En Défaut
145	Frequence_Demar_P2_H	LOG	IN	Normal	Trop
146	Frequence_Demar_P3_H	LOG	IN	Normal	Trop
147	Frequence_Demar_P4_H	LOG	IN	Normal	Trop
<b>NOMBRE</b>					
<b>TOTAL</b>				<b>68</b>	

« ETAT 0 » est le message correspondant à l'état « 0 » de la variable booléenne et « ETAT 1 » est le message correspondant à l'état « 1 » de la variable booléenne, cela sera très utile dans la télégestion.

Tableau 11: Liste des sorties TOR

Nbre Info	Name	Format	Direction	ETAT 0	ETAT 1
18	Demarrage P1:	LOG	OUT	Arret	Marche
19	Demarrage P2:	LOG	OUT	Arret	Marche
20	Demarrage P3:	LOG	OUT	Arret	Marche
22	Demarrage P Sable 1:	LOG	OUT	Arret	Marche
27	Demarrage P Sable 2:	LOG	OUT	Arret	Marche
32	Demarrage P Sable 3:	LOG	OUT	Arret	Marche
45	Demarrage P Sable 4:	LOG	OUT	Arret	Marche
48	Ouverture Electrovanne:	LOG	OUT	Arret	Marche
49	Fermeture Electrovanne:	LOG	OUT	Arret	Marche
50	Demarrage P4:	LOG	OUT	Arret	Marche
116	WatchDog	LOG	OUT	Normal	Default
<b>NOMBRE TOTAL</b>		<b>11</b>			



Tableau 12: Liste des Entrées Numériques

Nbre Info	Name	Format	Direction
1	Debit Volumique	NUM	IN
17	Courant Pompe 1:	NUM	IN
30	Courant Pompe 3:	NUM	IN
46	Nbre_demarrage_Jour_P1:	NUM	IN
47	Nombre de demarrage P1:	NUM	IN
51	Courant Pompe 2:	NUM	IN
52	Courant Pompe 4	NUM	IN
53	Température Boitier S4W :	NUM	IN
54	Sonde de Niveau:	NUM	IN
55	Pression	NUM	IN
56	Temps de fonctionnement P1:	NUM	IN
57	Nombre de Demarrage P2:	NUM	IN
58	Temps de fonctionnement P2:	NUM	IN
60	Nbre_demarrage_Jour_P2:	NUM	IN
63	Temps de fonctionnement P3:	NUM	IN
64	Nombre de Demarrage P3:	NUM	IN
65	Nombre de demarrage P 4:	NUM	IN
66	Temps de fonctionnement P4:	NUM	IN
94	Nbre_demarrage_Jour_P3:	NUM	IN
95	Nbre_demarrage_Jour_P4:	NUM	IN
96	Volume_Pompé	NUM	IN
98	Courant Max P1 (A)	NUM	IN
106	Débit Corrigé	NUM	IN
108	Nbre_demar_P1/h	NUM	IN
109	Nbre_demar_P2/h	NUM	IN
110	Nbre_demar_P3/h	NUM	IN
111	Nbre_demar_P4/h	NUM	IN
112	Niveau_eau en pourcentage	NUM	IN
117	Nbre de demarrage Degr 1:	NUM	IN
120	Quantite_eau	NUM	IN
127	Courant Max P2 (A)	NUM	IN
129	Bilan_jour_Volume_Pompé	NUM	IN
131	Nbre de demarrage Degr 2:	NUM	IN
132	Temps Marche Degr 1:	NUM	IN
133	Temps Marche Degr 2:	NUM	IN
134	Temp_fonct_jour_Degr 1:	NUM	IN
135	Temp_fonct_jour_Degr 2:	NUM	IN
139	Courant Max P3 (A)	NUM	IN
140	Courant Max P4 (A)	NUM	IN
141	Temps Marche jour P1(H)	NUM	IN
142	Temps Marche jour P2(H)	NUM	IN
143	Temps Marche jour P3(H)	NUM	IN
144	Temps Marche jour P4(H)	NUM	IN
<b>NOMBRE TOTAL</b>		<b>43</b>	

Tableau 13: Liste des Sorties Numériques

Nbre Info	Name	Format	Direction
8	Consigne Variateur 1:	NUM	OUT
34	Consigne Variateur 2:	NUM	OUT
35	Consigne Variateur 3:	NUM	OUT
36	Consigne Variateur 4:	NUM	OUT
92	Temps de Marche P Sable :	NUM	OUT
93	Temps d'arrêt P Sable :	NUM	OUT
100	Pression_Vers_Afficheur	NUM	OUT
<b>NOMBRE TOTAL</b>		<b>7</b>	

**NOMBRE TOTAL D'INFORMATIONS = 68 + 11 + 43 + 7 = 129**

▪ **Gestions des certificats avec le logiciel S4-Keys :**

Le processus commence par l'importation d'un pré-certificat dans S4W-Tools et S4-View, suivi de sa signature par une Autorité de Certification via S4-Keys. Ensuite, importer le certificat produit, l'autorité de certification et la liste de révocation générée par S4-Keys dans les logiciels correspondants. C'est uniquement après avoir réalisé ces étapes que les configurations et programmation peuvent se poursuivre.

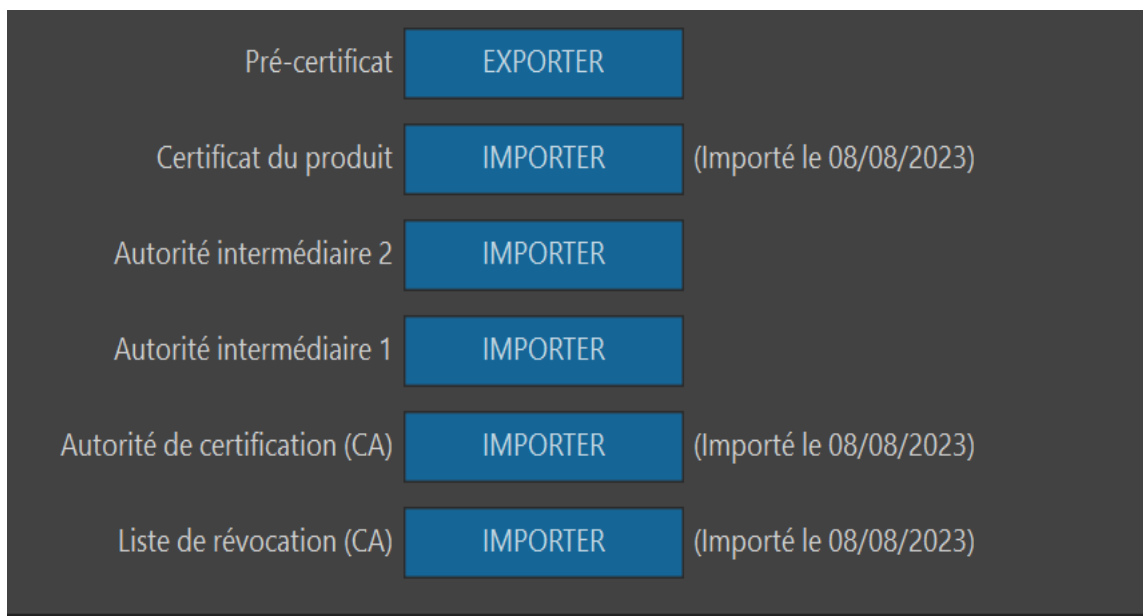


Figure 25: Interface de signature du S4W-Tools

### ▪ Mappages des entrées sorties

Le mappage des entrées/sorties en automatisation consiste à associer des dispositifs physiques, tels que des capteurs et des actionneurs, à des emplacements logiques dans un système de contrôle. Cette association permet aux programmeurs de créer des instructions adaptées au fonctionnement du système en fonction des entrées et sorties. Le mappage des entrées/sorties facilite la communication entre le matériel et le logiciel dans un système automatisé.

### ▪ Test des entrées et sorties

Le test des entrées/sorties vise à garantir que tous les équipements sont correctement reliés aux emplacements appropriés et que les informations adéquates parviennent de manière fonctionnelle à l'automate. Ce test implique une simulation des divers composants tels que les relais, les contacteurs, les capteurs, les disjoncteurs, etc. Cette étape est très cruciale dans la mise en œuvre de notre système.

### ▪ Rédaction du programme

Le programme a été écrit en sections de code séparés, chaque section remplit une fonction bien précise, Dans le S4W-Tools, les variables sont représentées par leur numéros « data » comme présenté plus haut dans les tableaux de de liste de variables. Par exemple « data0010 » correspond à la variable « état de la Pompe1 ».

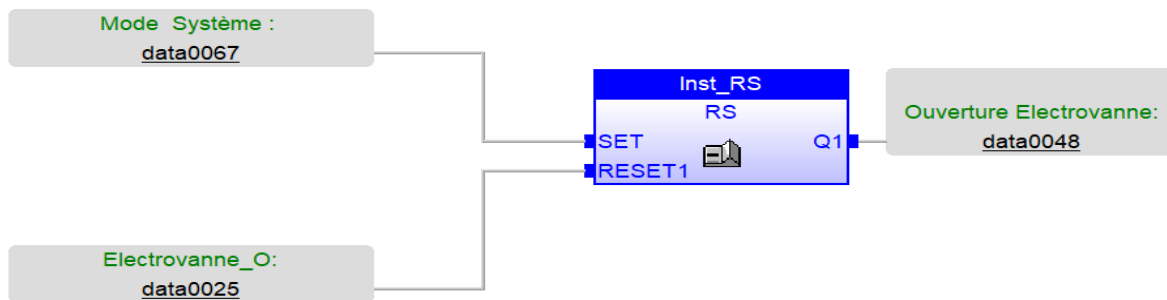


Figure 26: code ouverture électrovanne en FBD

Lorsque le système est en mode automatique (au moins une pompe est en automatique), la vanne s'ouvre progressivement jusqu'à ouverture totale, un capteur fin de course ouverture permet de couper l'alimentation une fois la vanne ouverte.

```

//-----tempo de 45 minutes apres activation de la premiere Pompe -----
// -----cette Tempo permet de demarrer une deuxieme pompe -----

Inst_TON_Condi_Start_P0(Condi_Start_P[0], t#45M );// Tempos de 45MN

tempo_P2 := Inst_TON_Condi_Start_P0.Q; // resultat (bool) de la tempos, il est vrai après 45MN d'

// signal de niveau tres haut/
etat_haut := data0006 and data0121;

Inst_SR_etat_haut(etat_haut,not data0122 );//set "niveau tres haut", reset "niveau Bas"

etat_haut_set := Inst_SR_etat_haut.Q1; // resultat de la bascule SR, set"tempos + niveau haut",

Inst_SR_P1( tempo_P2 and data0121, not data0122 and not data0121 );// Bacsule SR;

tempo_et_LSH := Inst_SR_P1.Q1 ;// resultat de la bascule

//-----Conditions d'activation des pompes P1 a P4-----
// -----Condi_Start_P[0] s'active a l'apparition du niveau haut (LSH), mise en marche d'une po
//----- (45) quarante cinq minutes si on a toujours LSH , Condi_Start_P[1] s'active, mise en
//-----Condi_Start_P[2] s'active a l'apparition du niveau tres haut (LSHH), mise en mache de
// -----Condi_Start_P[0],Condi_Start_P[1],Condi_Start_P[2] se désactive tous au niveau Bas (LSL
// -----L'activation d'un niveau supérieur implique l'activation de tous les niveau inférieur

Inst_SR_Condit_P0( data0121 and data0122, NOT data0122 and not data0006 );// bacule SR, set "niveau
SR_Condit_P0 := Inst_SR_Condit_P0.Q1;// resultats de la bascule

Condi_Start_P[0] := SR_Condit_P0 or etat_haut_set;// ordre d'activation d'une pompe

Condi_Start_P[1] := tempo_et_LSH or etat_haut_set;// Ordre d'activation deux pompes

Inst_RS_Condit_P2(data0006 and data0122,not data0122 and not data0121);// bascule RS; set "niveau t
RS_Condit_P2 := Inst_RS_Condit_P2.Q1; // resultat de la bascule RS

Condi_Start_P[2] := RS_Condit_P2 or etat_haut_set; // ordre d'activation trois pompes

Condi_Start_P[3] := false;

```

Figure 27: Programme conditions d'activation des pompes (en ST)

Cette partie du code permet connaitre le nombre de pompes à démarrer en fonction du niveau de l'eau dans la bache.

Lorsque :

- **Condi\_Start\_P[0]= TRUE**

Cela correspond à un ordre d'activation d'une pompe, l'eau est au-dessus du « niveau haut (LSH) ».

- **Condi\_Start\_P[1]= TRUE**

Cela correspond à un ordre d'activation d'une deuxième, l'eau est au-dessus du « niveau haut (LSH) » depuis 45 minutes.

- **Condi\_Start\_P[2]= TRUE**

Cela correspond à un ordre d'activation de trois pompes, l'eau est au-dessus du « niveau très haut (LSHH).

Condi\_Start\_P[3] est toujours « FALSE» (Maximum trois pompes peuvent fonctionner simultanément).

Quand aucune de ses conditions n'est « TRUE », toutes les pompes sont au repos.

```
// temps de Fonctionnement ou de marche des pompes 1 a 4
```

```
Temps_Marche[0] := data0056;
```

```
Temps_Marche[1] := data0058;
```

```
Temps_Marche[2] := data0063;
```

```
Temps_Marche[3] := data0066;
```

```
//les indisponibilités des pompes( défaut Pompe, discordance pompes, depassement nbre demarrage par
```

```
Indisponibilite_Pompe[0] := not data0124 or not data0003 or data0010 OR data0069 OR Def_depasmt_nb
```

```
Indisponibilite_Pompe[1] := not data0124 or not data0003 or data0013 OR data0070 OR Def_depasmt_nb
```

```
Indisponibilite_Pompe[2] := not data0124 or not data0003 or data0016 OR data0071 OR Def_depasmt_nb
```

```
Indisponibilite_Pompe[3] := not data0124 or not data0003 or data0021 OR data0072 OR Def_depasmt_nbr
```

```
// Affectations sorties Terrain TOR ou Ordre de Marche des Pompes -----
```

```
.....
```

Figure 28: Programme temps de marche et indisponibilité pompes

Cette partie du programme permet de récupérer le temps de fonctionnement en heures de chacune des 04 pompes de refoulement et aussi connaître la disponibilité de chaque pompe tout instant.

L'indisponibilité d'une pompe peut être due à un défaut de la pompe ou « niveau très bas » non atteint ou un démarrage trop fréquent (15 par heure maximum), mais dans le programme nous avons limité à 13 car 15 est le maximum indiqué par le constructeur.

Ce bloc fonctionnel permet de gérer processus de permutation des pompes en fonction de leur temps de fonctionnement. Il prend en entrées le nombre de pompes à gérer (04), les conditions d'activations, les indisponibilités et le temps d'activation et de désactivation entre deux pompes. Voici comment il fonctionne :

- Commencer par activer en premier les pompes ayant le temps de fonctionnement le plus court.
- Ensuite, désactiver les pompes ayant le temps de fonctionnement le plus long.
- En cas d'indisponibilité d'une pompe, basculer sur une autre

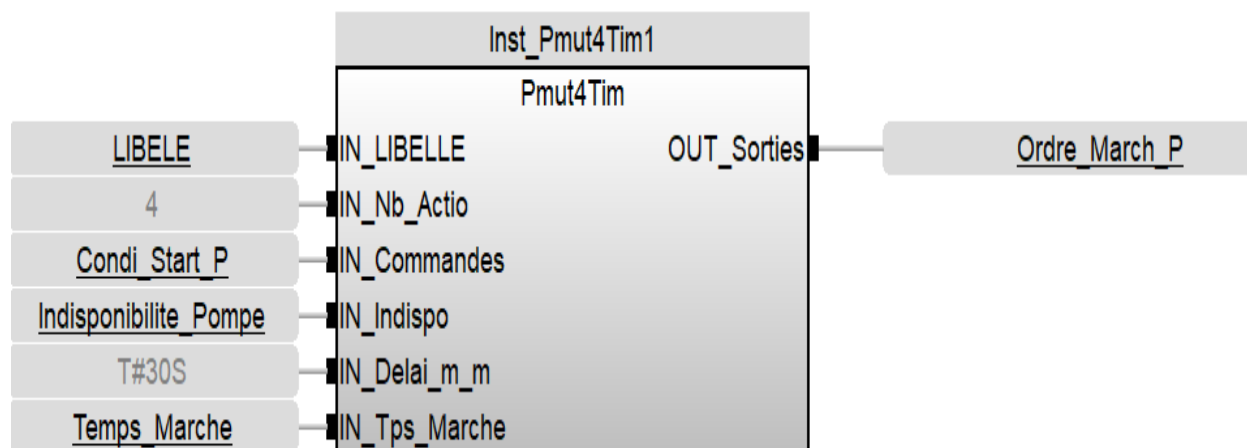


Figure 29: Bloc de permutation de pompes (en langage FBD)

- Respecter des temporisations entre les activations et les désactivations pour assurer un fonctionnement fluide et sécurisé du système.

La sortie « Ordre\_March\_P » du bloc est une variable de dimension 4 qui est maintenant dirigé vers les sorties terrain de l'automate pour le pilotage des quatre (04) pompes.

Ce bloc est propre au S4W, Cependant il faut lui fournir les bonnes informations en entrée.

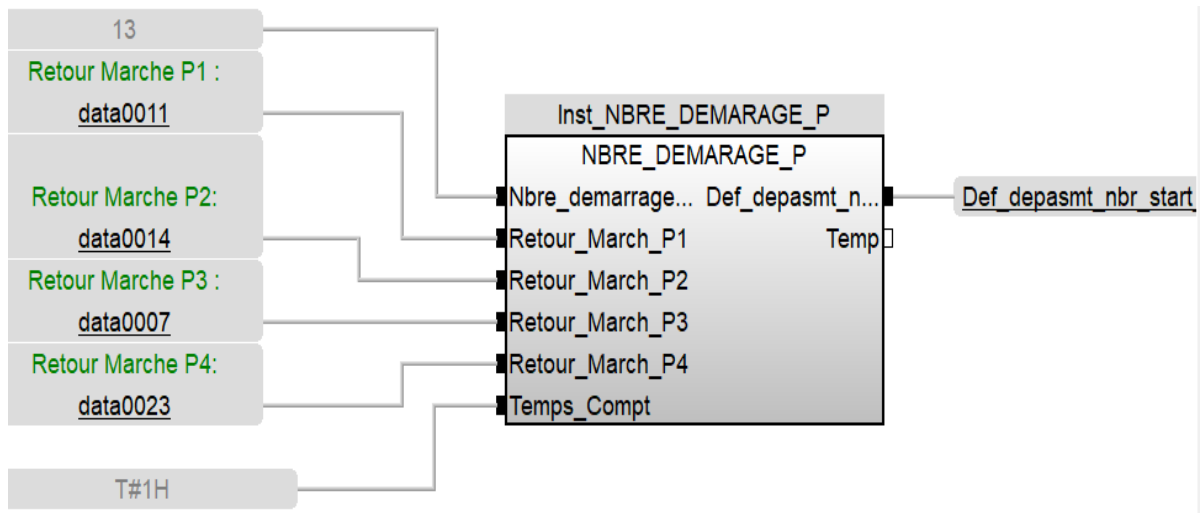


Figure 30: Bloc de limitation du nombre de démarrage par heure de chaque pompe (13)

Ce Bloc permet de surveiller le nombre de démarrage par heure des quatre pompes, lorsqu'une pompe démarre plus de 13 fois dans une heure, elle passe automatiquement en mode indisponible. Elle redevient disponible lorsque son cycle d'une heure fini.

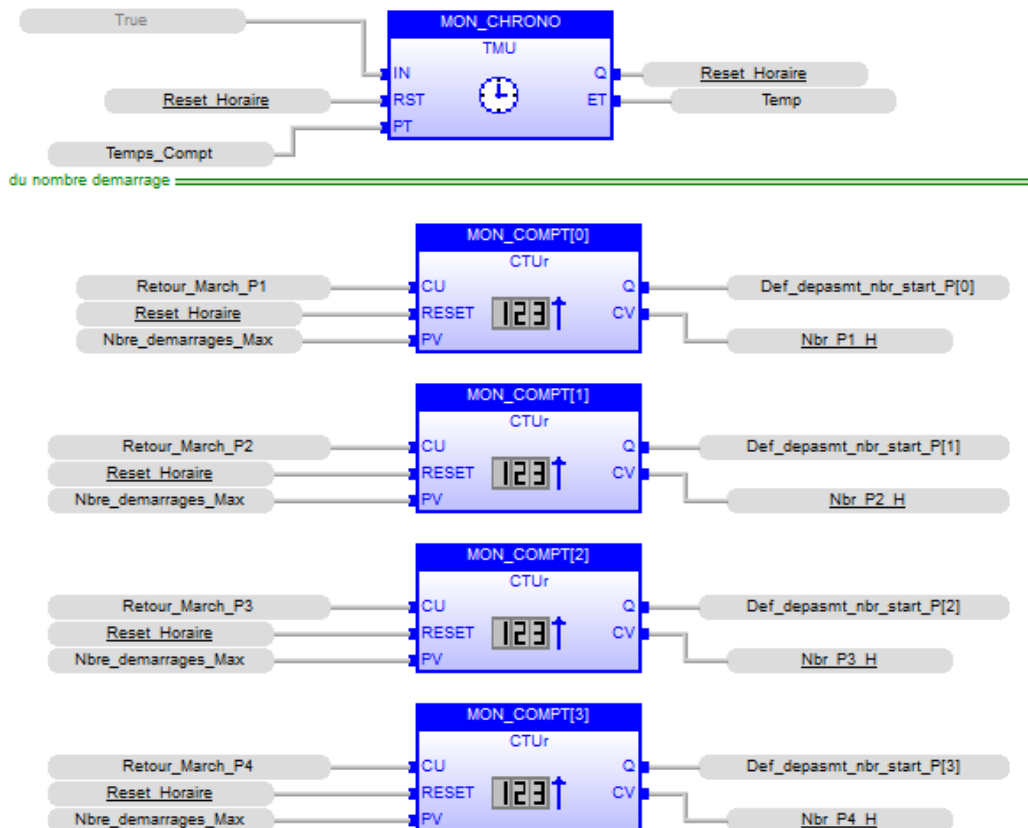


Figure 31: Programme du bloc de limitation du nombre de démarrage

```

//----- POMPE 1 -----

TON_DISCOR_P1(data0018 and not data0011, t#30s);

DISCOR_P1 := TON_DISCOR_P1.Q;

if DISCOR_P1 = true then
|
|   Data0069 := true;
|
| elseif data0077 then
|
|   Data0069 := false; // acquitement automatique chaque 2 minutes
|
End_if;

```

Figure 32: Programme de détection des défauts de discordance

Un défaut de discordance survient lorsque l'automate envoie l'ordre de marche à une pompe et celle-ci ne démarre pas dans les 30 prochaines secondes. Ce type de défaut s'acquitte deux minutes plus tard.

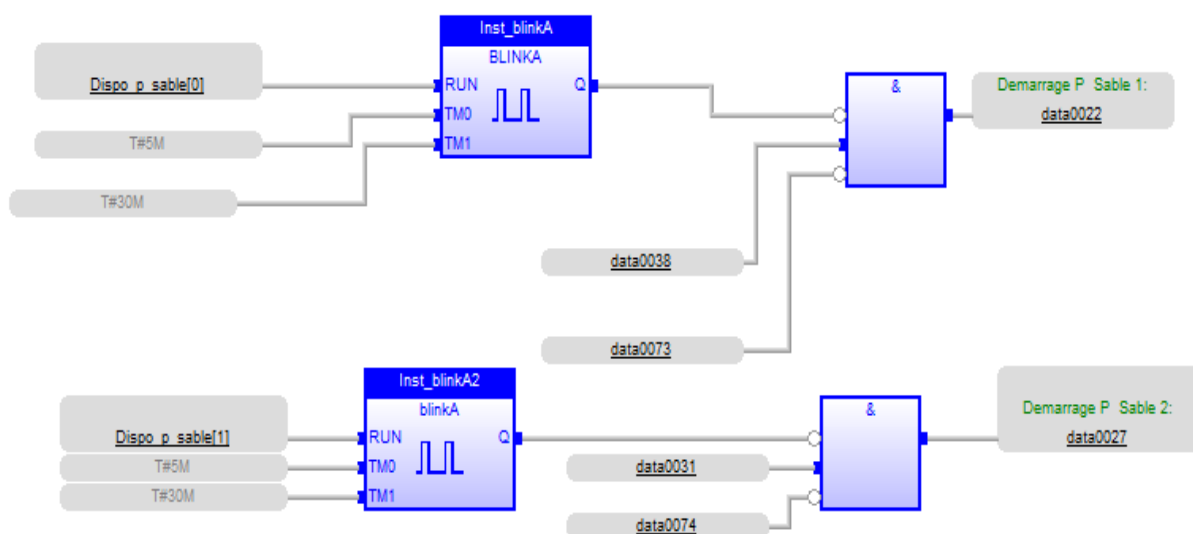


Figure 33: Programme de gestion des pompes à sable



- **Compilation et chargement du programme dans l'API**

Une fois que l'ensemble du programme a été écrit, il doit être compilé pour vérifier qu'il ne comporte pas d'erreurs de syntaxe. Ensuite, il doit être chargé dans S4W.

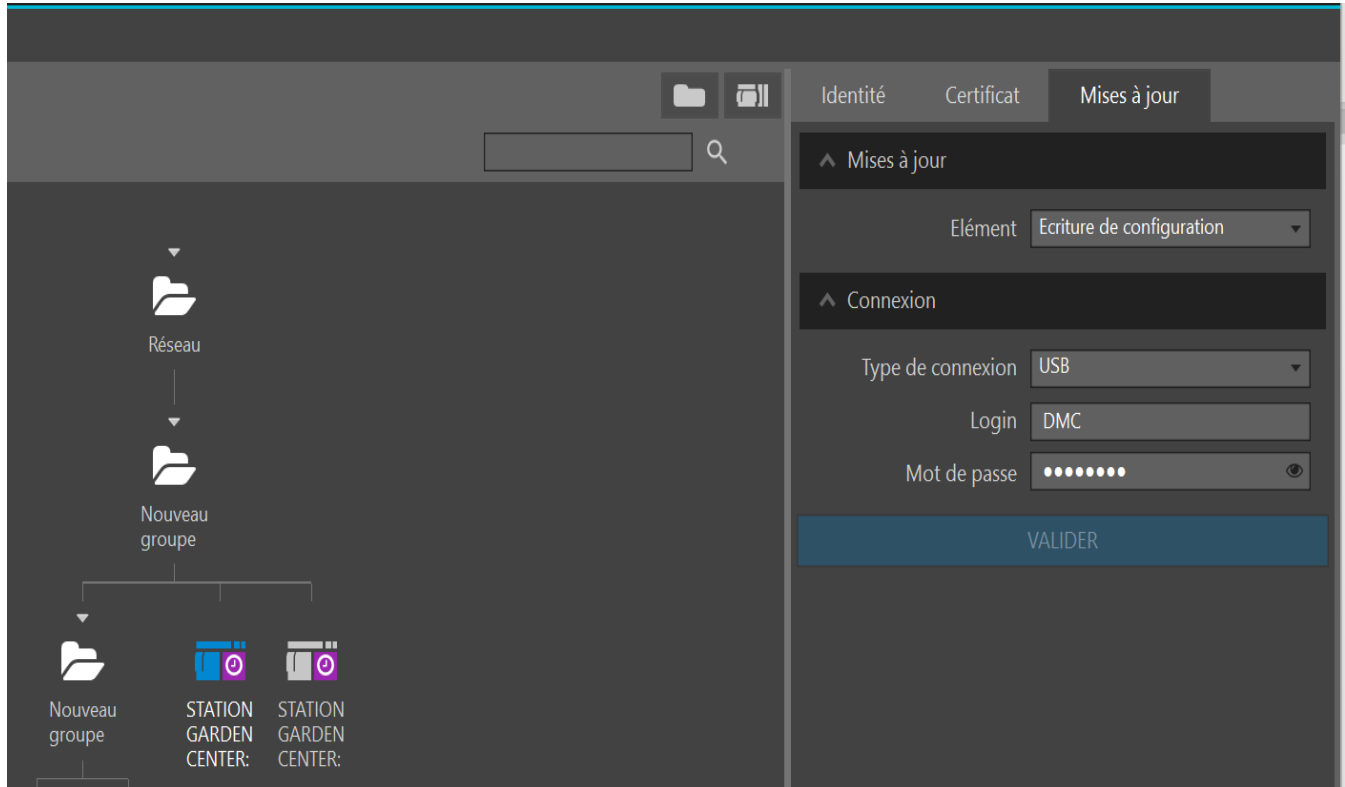


Figure 34: Chargement du programme dans S4W

- **Tests, corrections et mises en services**

C'est la dernière étape, elle se fait sur le terrain avec tous capteurs et actionneurs connecté. En se servant de l'analyse fonctionnelle, nous vérifié en procédant par des simulations que la solution déployée respecte le principe de fonction souhaité.

## IV. SUPERVISION ET TELEGESTION

### 1. DEFINITION

**La supervision** consiste à surveiller et à afficher en temps réel l'état, les données et les performances d'un système ou d'un processus. Elle permet aux opérateurs ou aux superviseurs de visualiser les informations pertinentes sur un écran ou un tableau de bord et de prendre des décisions en fonction de ces données. La supervision est couramment utilisée dans des domaines tels que l'industrie, les infrastructures, les systèmes de gestion de l'énergie, etc.

**La télégestion** va au-delà de la simple surveillance en permettant également le contrôle à distance des systèmes ou des équipements. Grâce à la télégestion, les opérateurs peuvent non seulement observer les données en temps réel, mais ils peuvent également prendre des mesures pour ajuster, activer ou désactiver des processus ou des dispositifs à distance. Cela peut être particulièrement utile dans des situations où il est difficile ou coûteux d'accéder physiquement aux équipements<sup>7</sup>.

Dans S4W-Tools, les outils que nous allons utiliser pour la supervision et la télégestion sont :

- S4-Display ;
- Module GSM (Global System for Mobile);
- Serveur HTML5 et Synoptique Web ;
- S4views

### 2. DEVELOPPEMENT DE LA SUPERVISION ET DE LA TELEGESTION

#### 2.1. Afficheur S4-Display

S4-Display est un afficheur écran tactile de SOFREL, il est configurable depuis l'automate S4W, on y trouve des vues standards déjà développées en fonction du nombre de pompe de l'installation. Il est intégrable en face avant d'armoire électrique.

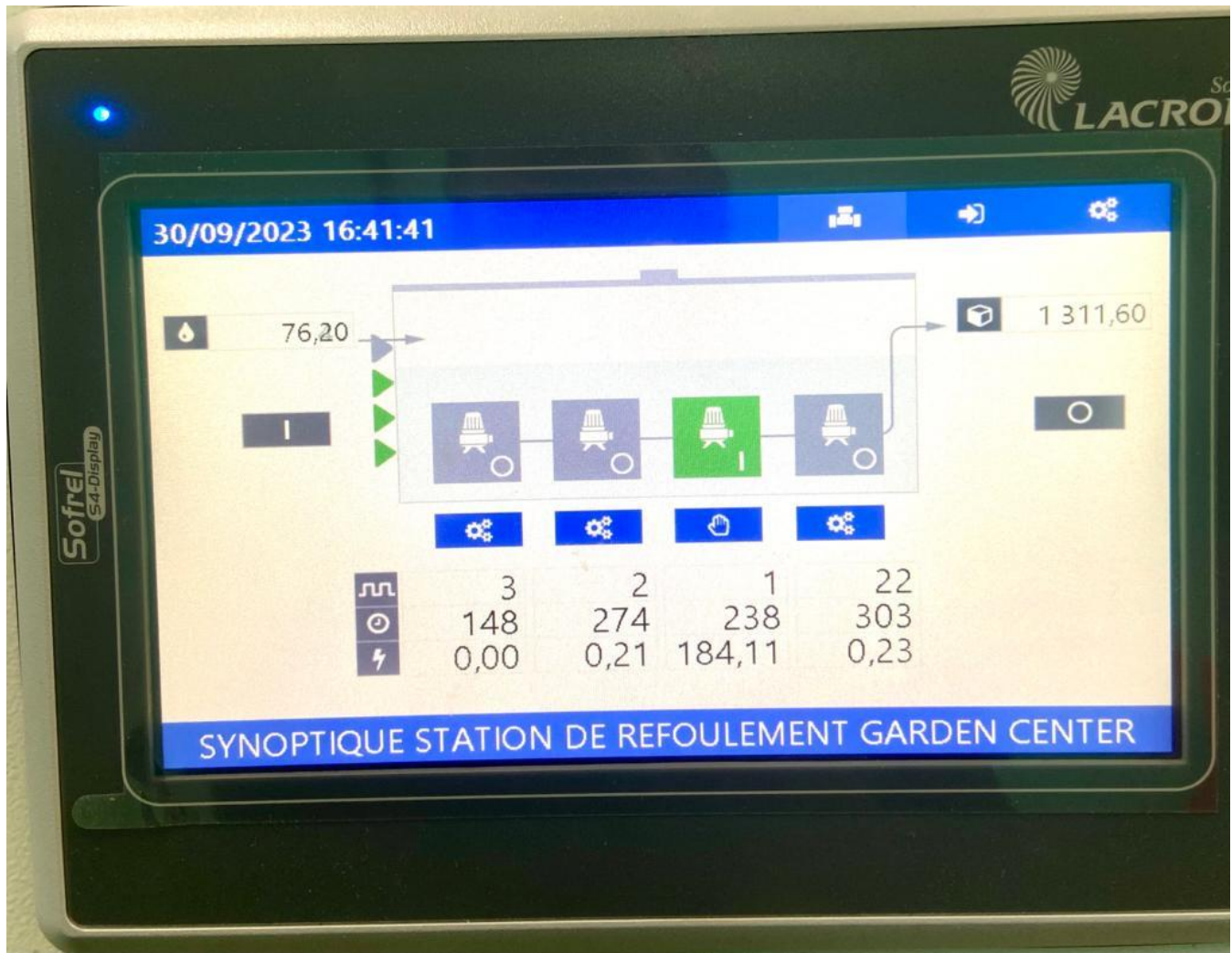


Figure 35: Vue de la station sur S4-Display

A travers S4-Display on peut visualiser :

- L'état des pompes de refoulement ;
- Le niveau de l'eau dans la bache en pourcentage (en haut à gauche) ;
- Le débit en m<sup>3</sup>/h (en haut à droite) ;
- L'état des quatre poires de niveau ;
- Le nombre de démarrage par jour de chaque pompe (ligne 1 du tableau) ;
- Le temps de fonctionnement en heures de chaque pompe (ligne 2 du tableau) ;
- L'intensité de chaque pompe en A (ligne 3).

Il permet également de voir la liste de l'état courant de toutes les variables, l'historique des états logique et l'historiques des alarmes.

Les limite de cet afficheur réside dans le fait qu'on ne peut plus ajouter d'autres vues ni d'autre informations.

À partir d'un navigateur, il suffit de saisir l'adresse IP du poste local au format littéral ou numérique. Les identifiants de l'utilisateur définissent son profil et les accès autorisés sur le poste local. Ainsi, depuis n'importe que localisation géographique, l'utilisateur ayant des accès peut se connecter, visualiser et agir sur la station.

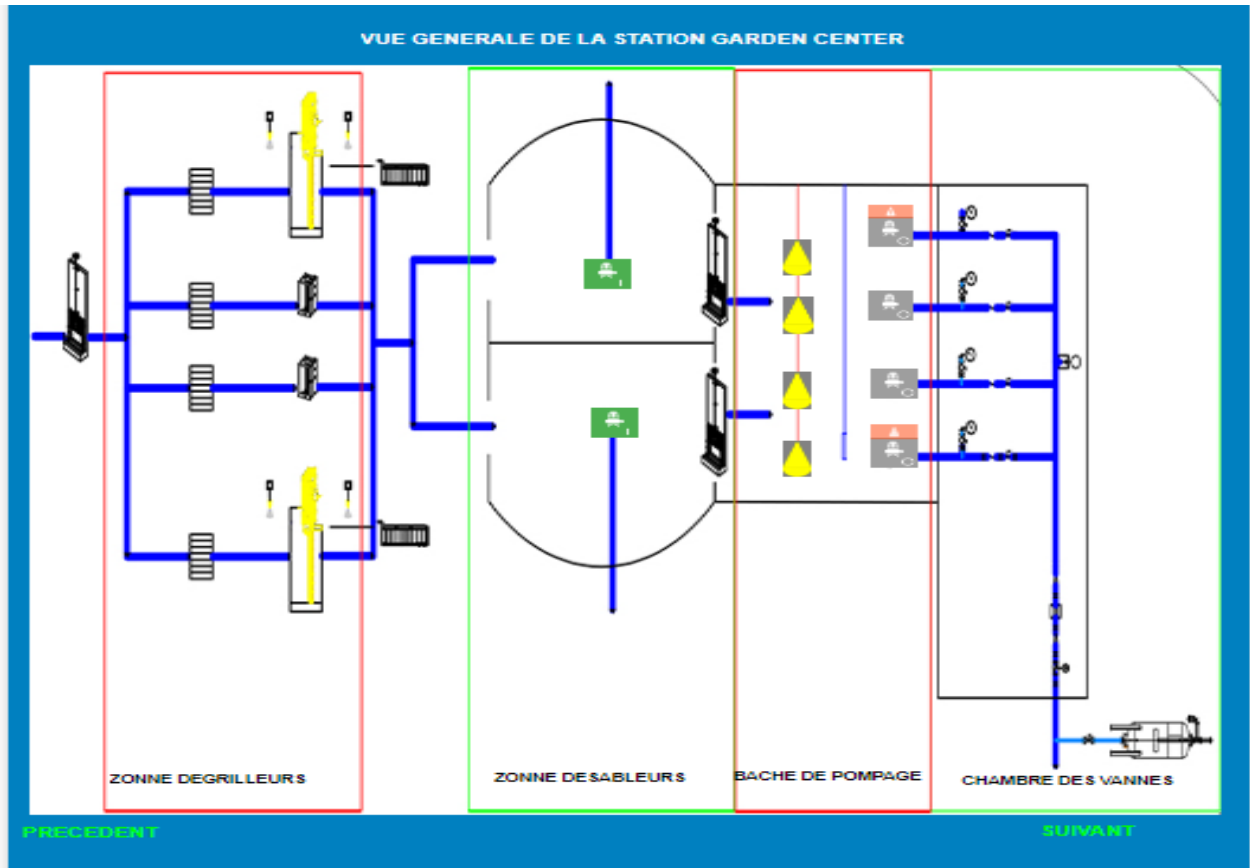


Figure 36: Vue générale de la station via le navigateur Chrome

### 2.3. Module GSM

Le boîtier compact S4W est équipé d'un modem GSM compatible avec les réseaux 2G, 3G et 4G dès sa configuration de base. Cette fonction permet au poste local de communiquer avec ses destinataires par SMS. Pour ce faire, on crée une liste de destinataires dans l'outil S4W-Tools et on configure les informations relatives aux alarmes dans des séquences.

Le système envoie automatiquement un message aux destinataires autorisés à l'apparition et à la disparition d'un défaut

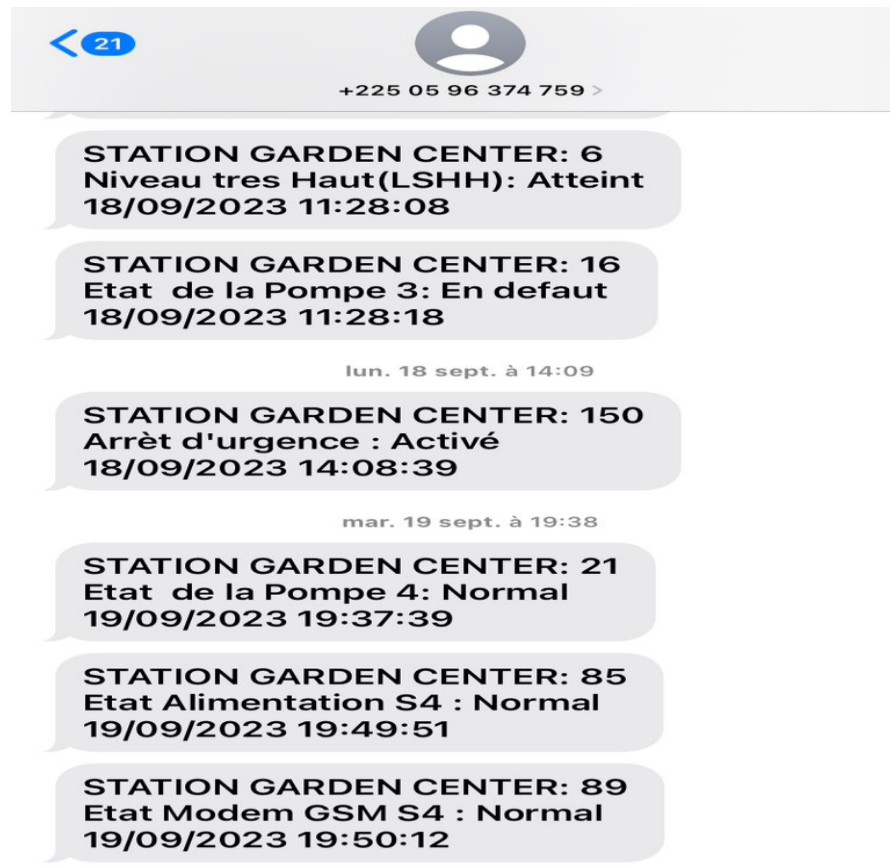


Figure 37: Alertes SMS envoyés par le système de télégestion

## V. COÛT DU PROJET

Dans le tableau ci-dessous (tableau 14) est évalué le cout total du projet

Nous avons réalisé le chiffrage du projet au bureau d'étude, la plupart du matériel utilisé est du fabricant Schneider Electric qui est un de nos partenaires clés, les détails sur la nature et le coût unitaire des articles sont fournis en annexes

Tableau 14: Estimation du coût du projet<sup>8</sup>

DESIGNATION	Qté	U	PU(FCFA)	PT(FCFA)
<b>Armoire TGBT (Composé de )</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>56 420 343</b>	<b>56 420 343</b>
<b>Coffret Modulaire Guérite (Composé de ) :</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>1 485 610</b>	<b>1 485 610</b>
<b>Coffret modulaire local technique (Composé de ) :</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>721 444</b>	<b>721 444</b>
<b>APPAREILLAGE (Composé de ) :</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>4 558 662</b>	<b>4 558 662</b>
<b>CHEMINEMENT DE CABLE (Composé de ) :</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>8 805 405</b>	<b>8 805 405</b>
<b>CABLERIE (Composé de ) :</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>19 891 919</b>	<b>19 891 919</b>
<b>MISE A LA TERRE</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>5 792 368</b>	<b>5 792 368</b>
<b>ONDULEUR</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>2 695 000</b>	<b>2 695 000</b>
<b>Automate programmable type sofrel S4W Large comprenant:</b>	<b>1</b>	<b>ens</b>	<b>17 347 708</b>	<b>17 347 708</b>
			<b>TOTAL HT(FCFA)</b>	<b>117 718 459</b>
			<b>TVA 18%(FCFA)</b>	<b>21 189 323</b>
			<b>TOTAL TTC(FCFA)</b>	<b>138 907 782</b>

## CONCLUSION

Le but de ce travail était de faire le dimensionnement et la mise en œuvre d'un système de gestion automatisé pour une station de traitement des eaux usées : cas de la station Garden Center. Dans un premier temps, nous avons contextualisé le projet et démontré son importance capitale. Ensuite, nous avons procédé au dimensionnement électrique de l'installation et sélectionné les équipements.

La phase suivante du travail a consisté à mettre en place le système d'automatisation et de télégestion en utilisant l'automate S4W Large de SOFREL. Aujourd'hui, la station est opérationnelle, et l'ensemble du système fonctionne correctement. Les exploitants sont tenus informés en temps réel de ce qui se passe sans avoir besoin de se déplacer physiquement.

Cependant, l'introduction d'un système SCADA, en utilisant des logiciels comme PCVUE, aurait le potentiel de développer des interfaces plus dynamiques. Cela permettrait de fournir des visualisations en temps réel de l'état de la station, des données de surveillance et de contrôle plus détaillées, ainsi que des fonctionnalités avancées pour l'analyse et la gestion des données.

## WEBOGRAPHIE

<https://www.automation-sense.com/> consulté le 06/09/23

[SOFREL S4W - LACROIX \(lacroix-environnement.fr\)](https://www.lacroix-environnement.fr/) Consulté le 28/09/23

GONZAGA, A. (2004). Les automates programmables industriels. *PDF téléchargé du www. geea. org*, 17.

[Altivar Process ATV900 – Professionnels | Schneider Electric France \(se.com\)](https://www.schneider-electric.com/fr/fr/professionnels/altivar-process-atv900) consulté le 14/10/23

[https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Liste des influences externes](https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Liste_des_influences_externes) consulté le 21/10/23



## BIBLIOGRAPHIE

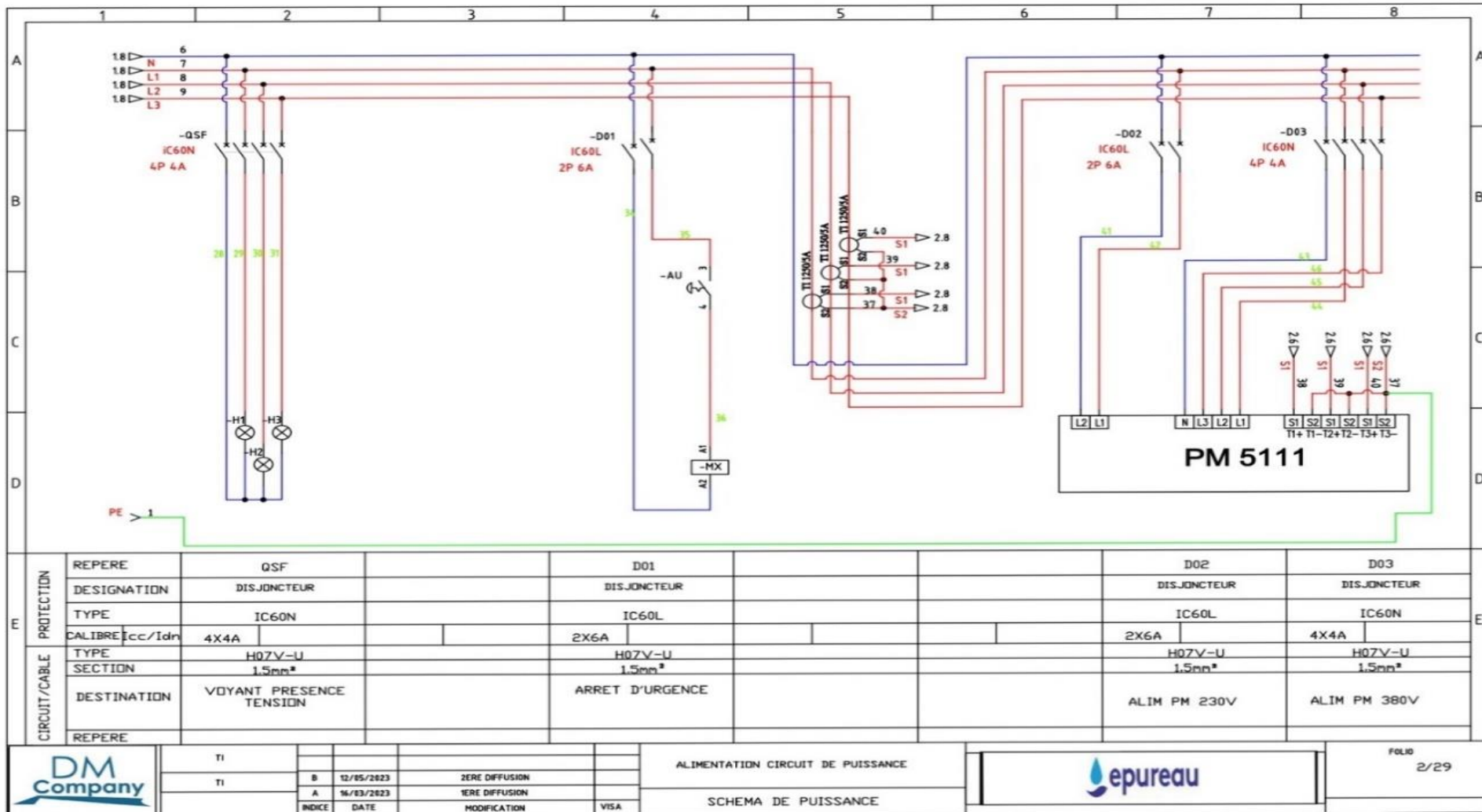
- [1] Mélanie Riess. Assainissement et gestion intégrée du Bassin Versant du Gourou
- [2] ING. Justin BASSOLE. Méthodologie de la conception électrique.
- [3] ING. Justin BASSOLE. Les courants de court-circuit.
- [4] ING. Justin BASSOLE. Dimensionnement électrique des conducteurs actifs et choix des protection.
- [5] Clenet D. Démarreurs et variateurs de vitesse électroniques. *Schneider electric, CT*. 2003
- [6] GONZAGA A. Les automates programmables industriels.
- [7] ING. BreLOT E, PONS B, VERNETTE P. Supervision de la Télégestion Lyonnaise de l'Assainissement
- [8] Catalogue Schneider-Electric-2021-2022-maj-09-2023.

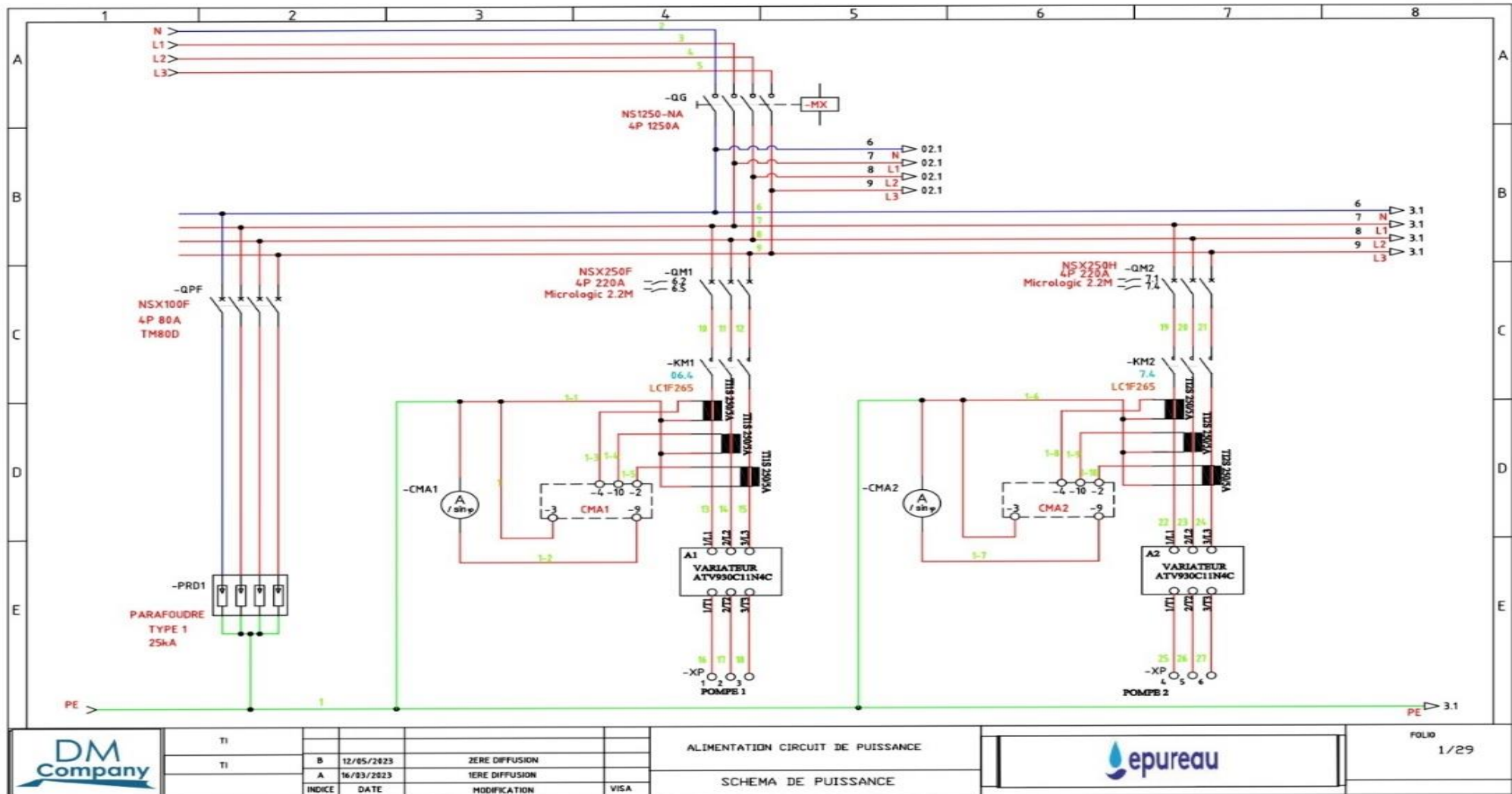
## ANNEXES

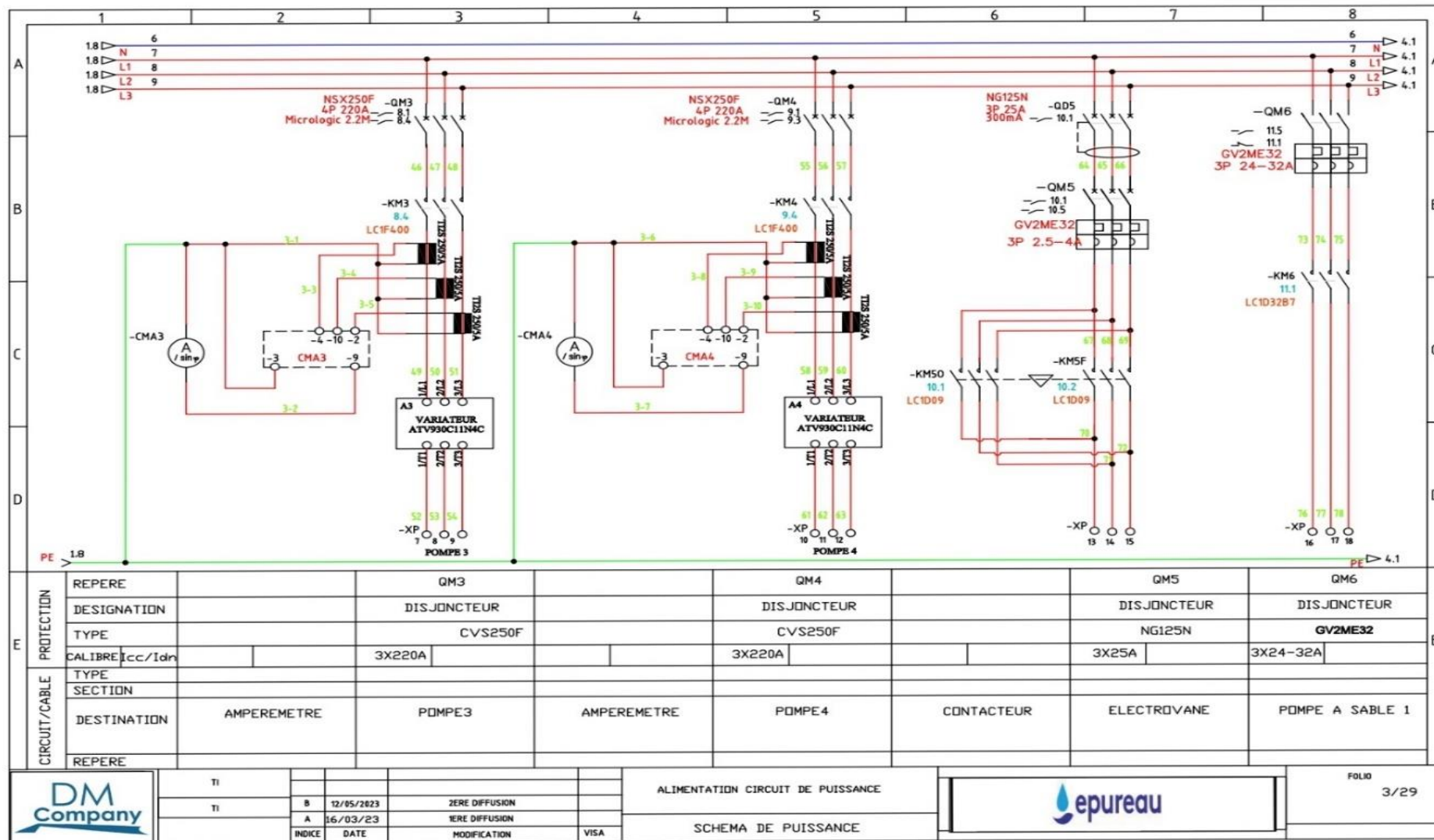
Annexe 1: Parafoudre .....	XXXII
Annexe 2 : Relais de phase.....	XXXII
Annexe 4: Coefficients de correction .....	XXXIII
Annexe 3: Schéma de liaison à la terre.....	XXXIII
Annexe 6: Coefficient d'utilisation en fonction du type de récepteur .....	XXXIV
Annexe 5: Nature des câbles et les influences externes .....	XXXIV
Annexe 7: Caractéristique d'un transfo en fonction de sa puissance.....	XXXV
Annexe 8: Choix de la lettre de sélection .....	XXXVI
Annexe 9: Catégories des récepteurs.....	XXXVII
Annexe 10: Tableau de choix de contacteur.....	XXXVIII
Annexe 11: Câblage de l'armoire en atelier chez Afric Power.....	XL
Annexe 12: Vérification du câblage des entrées sorties automate .....	XLI
Annexe 13: Suivi du câblage de l'armoire TGBT .....	XLI
Annexe 14: Programmation et configuration de l'automate S4W .....	XLII
Annexe 15: Armoire Automate .....	XLII
Annexe 16: Armoire TGBT.....	XLIII
Annexe 17: Phase pratique formation du personnel d'exploitation .....	XLIV
Annexe 18: Phase théorique formation du personnel d'exploitation .....	XLIV

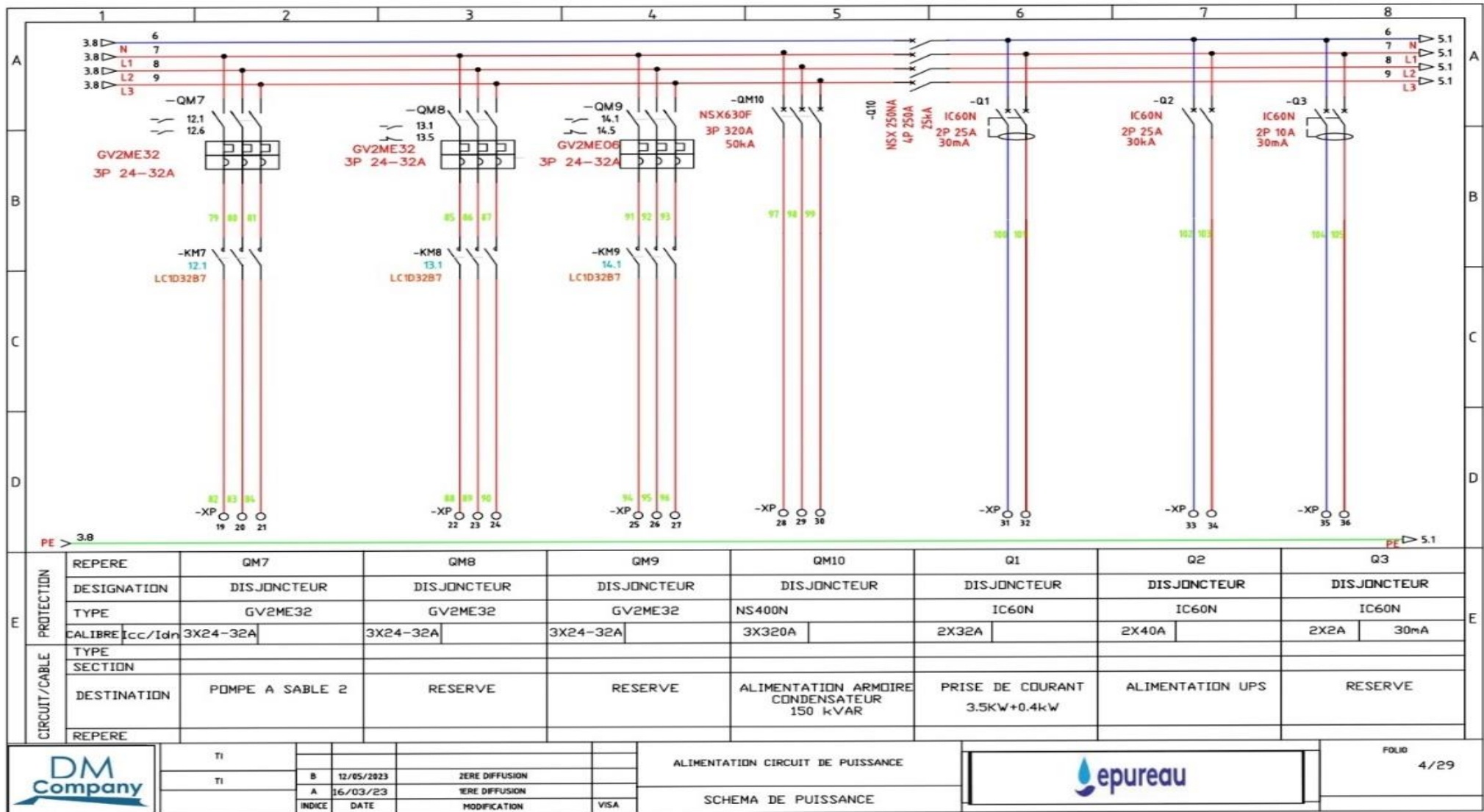
### A. LE TABLEAU GENERAL BASSE TENSION (TGBT)

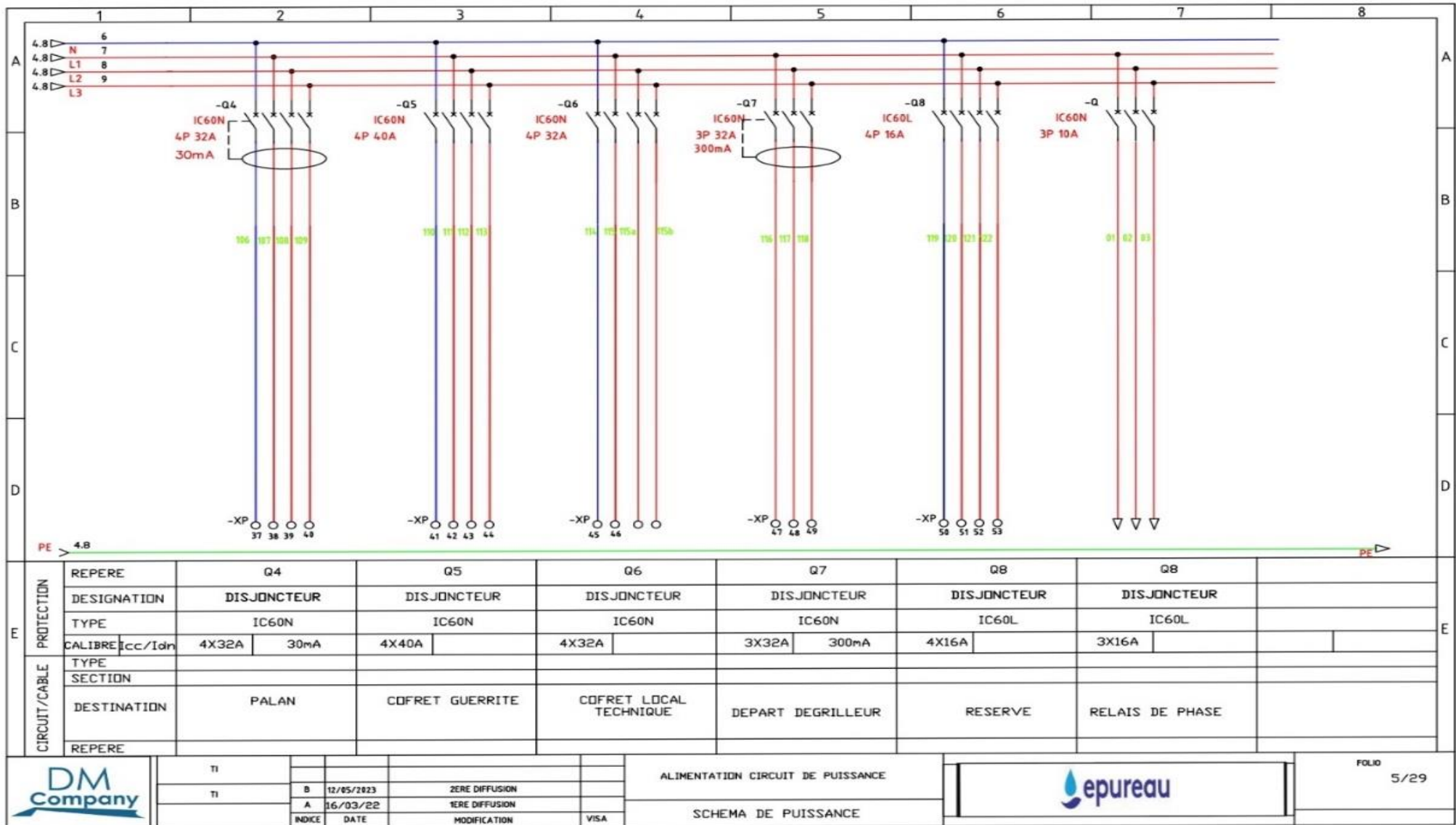
Le "Tableau Général Basse Tension" (TGBT) est un composant essentiel d'une installation électrique basse tension. Il s'agit d'un tableau électrique qui reçoit l'alimentation électrique principale de l'installation, la distribue vers les différents circuits et appareils électriques, et assure la protection, le contrôle et la gestion de l'énergie électrique dans l'ensemble du système. Le TGBT joue un rôle crucial dans la sécurité et la fiabilité des installations électriques. Ce point présente le schéma du TGBT de la station Garden Center, il a été réalisé sur le logiciel AUTOCAD 2D

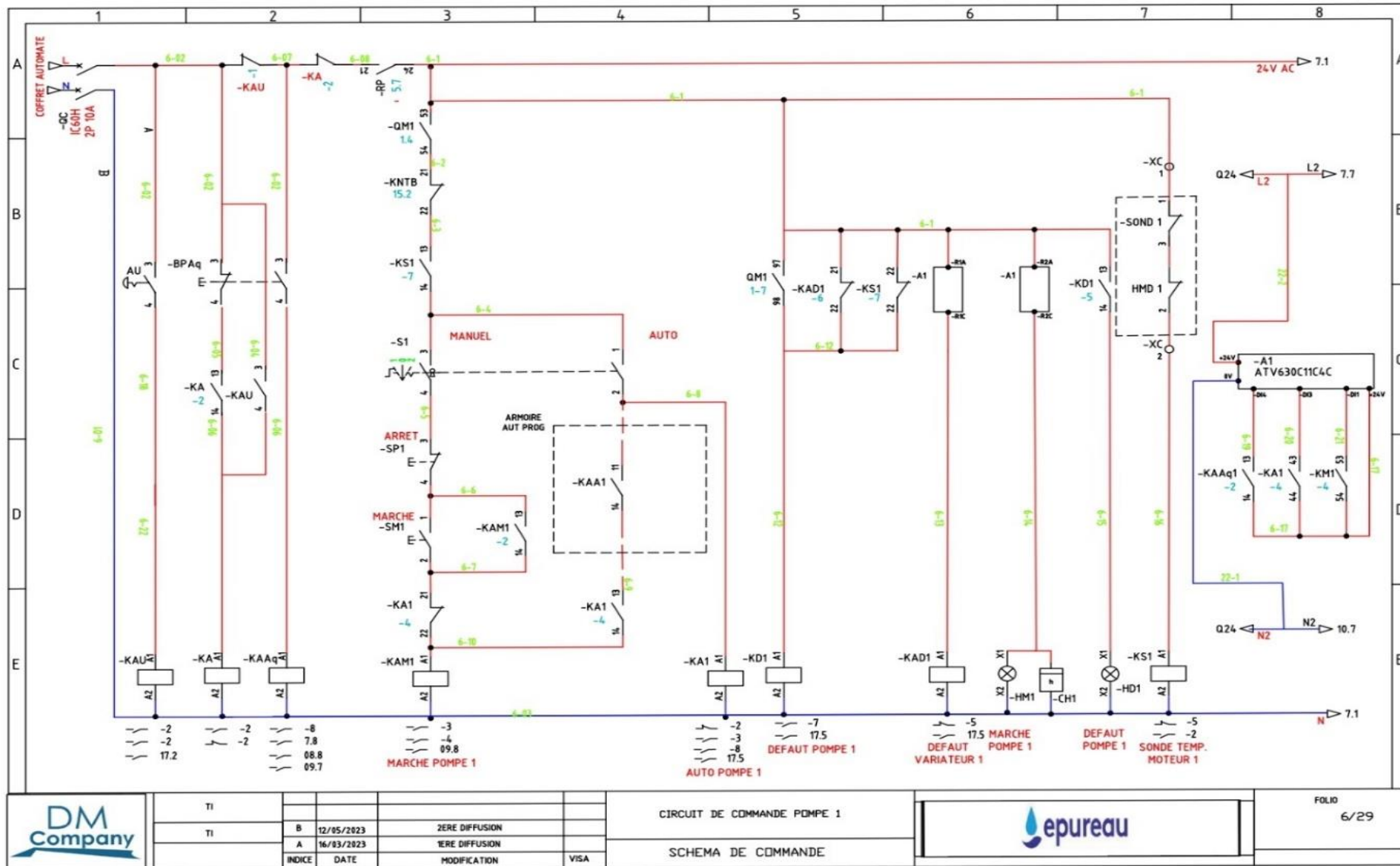






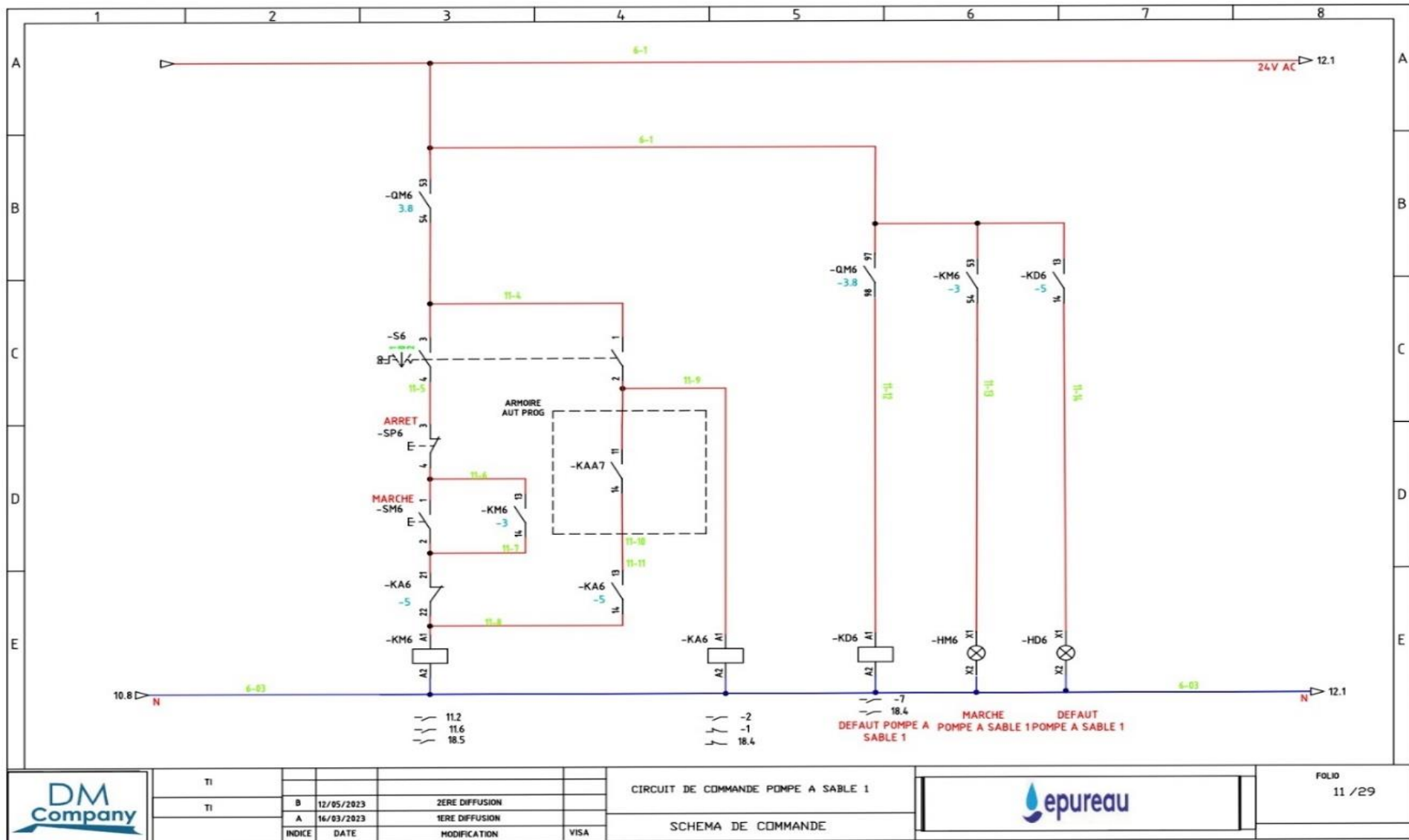


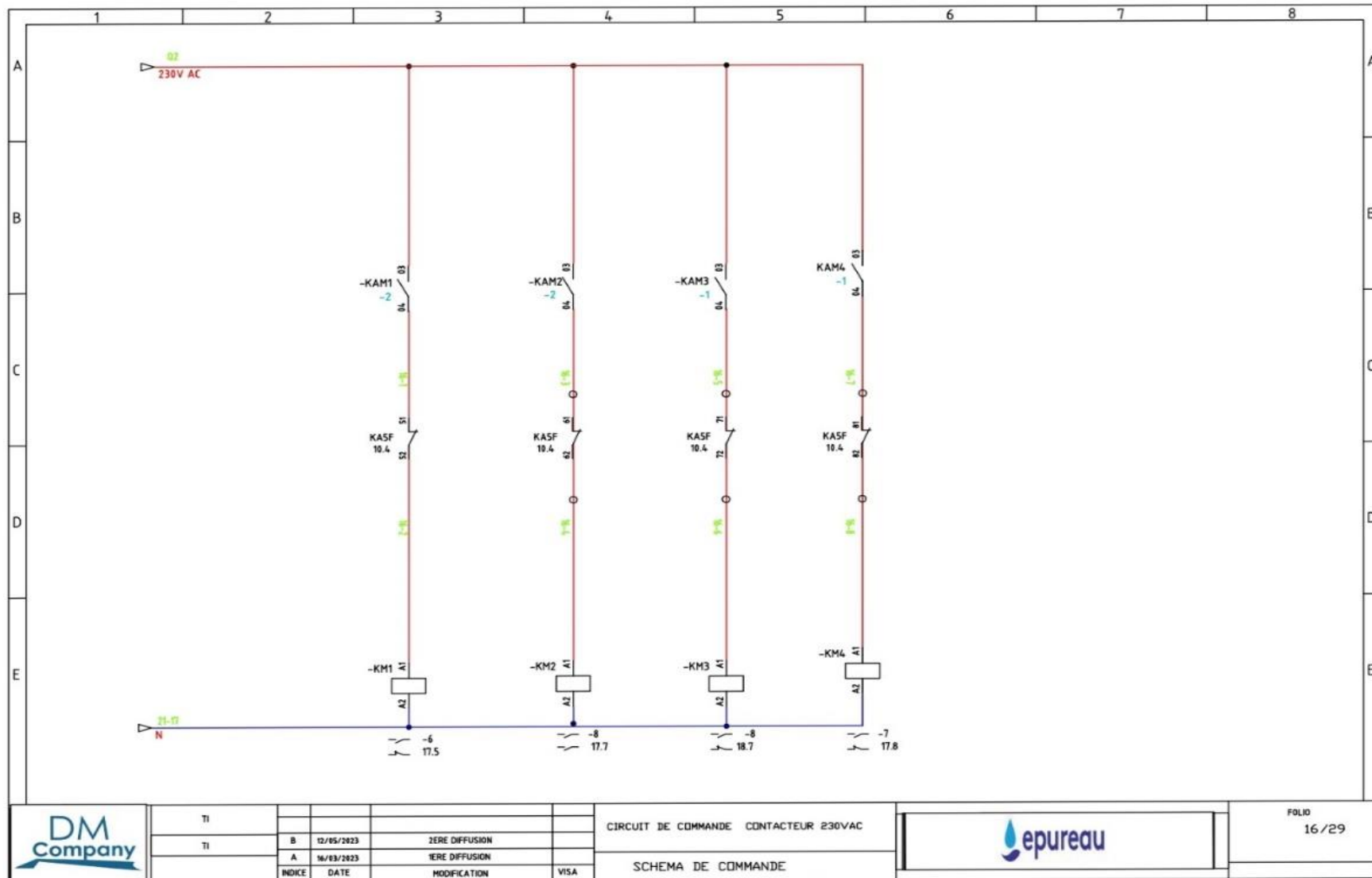














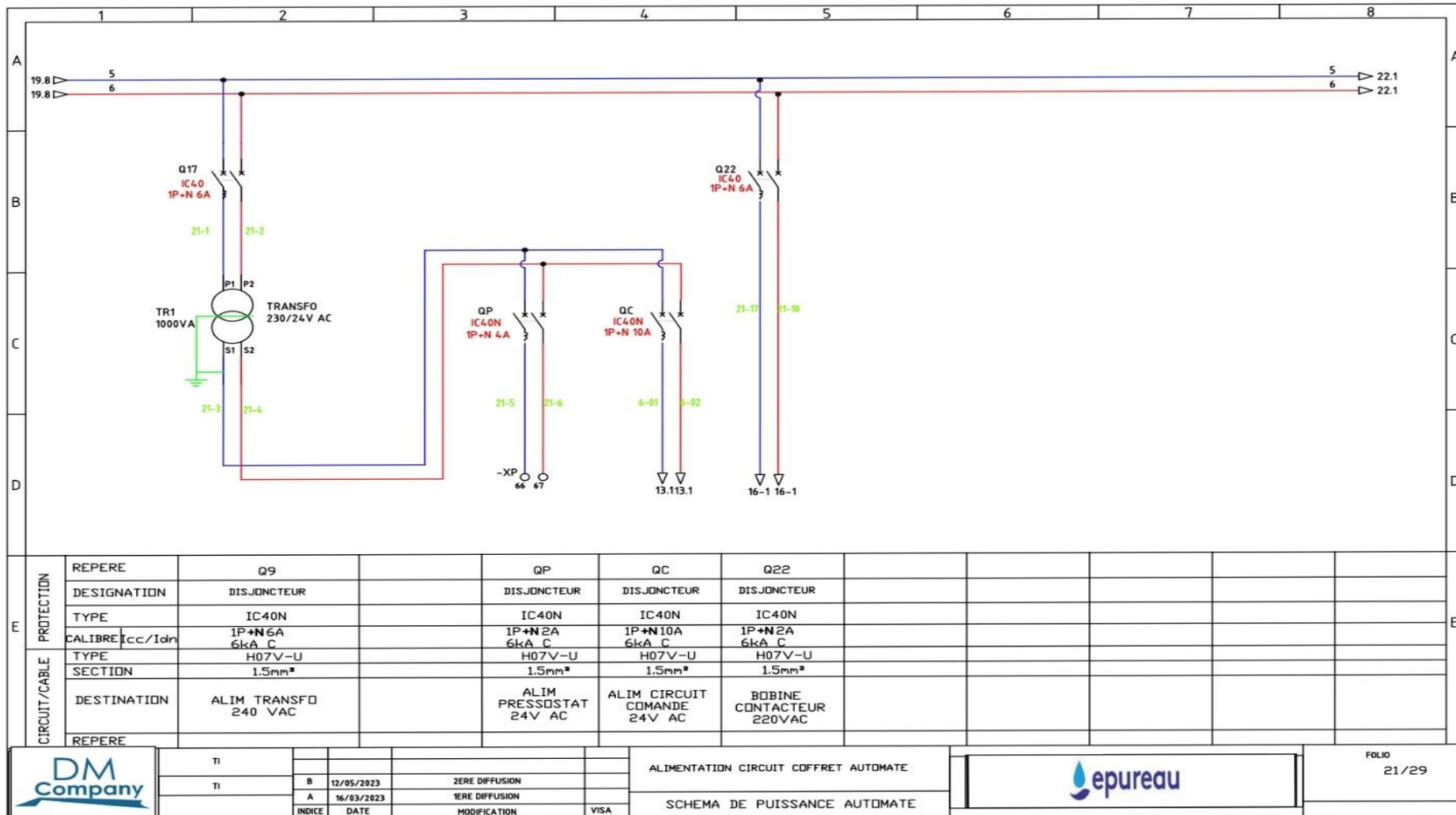
Dimensionnement Electrique Et Mise En Œuvre D'un Système De Gestion Automatisée D'une  
Station De Traitement D'eau Usée : Cas De La Station Garden Center

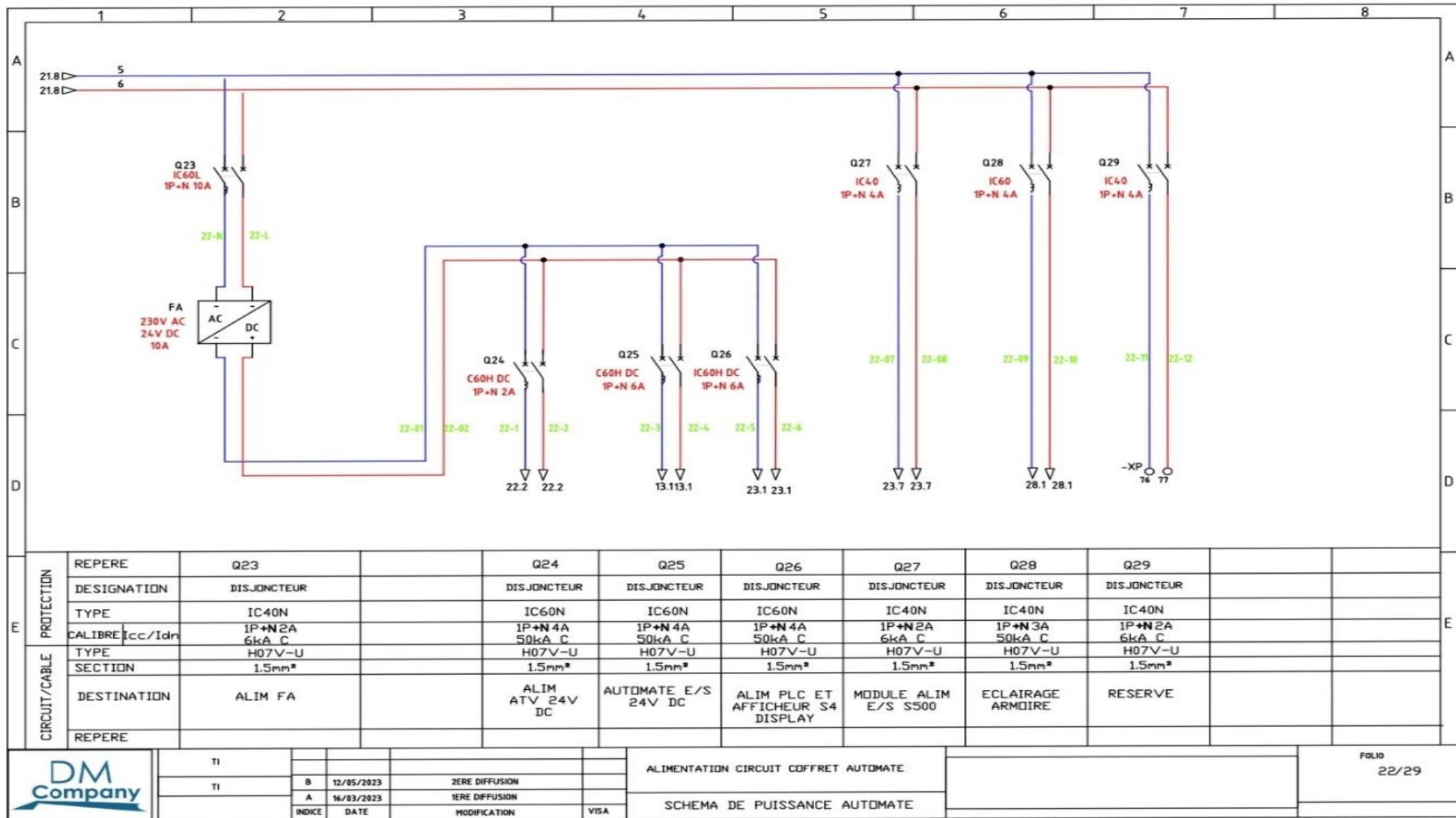


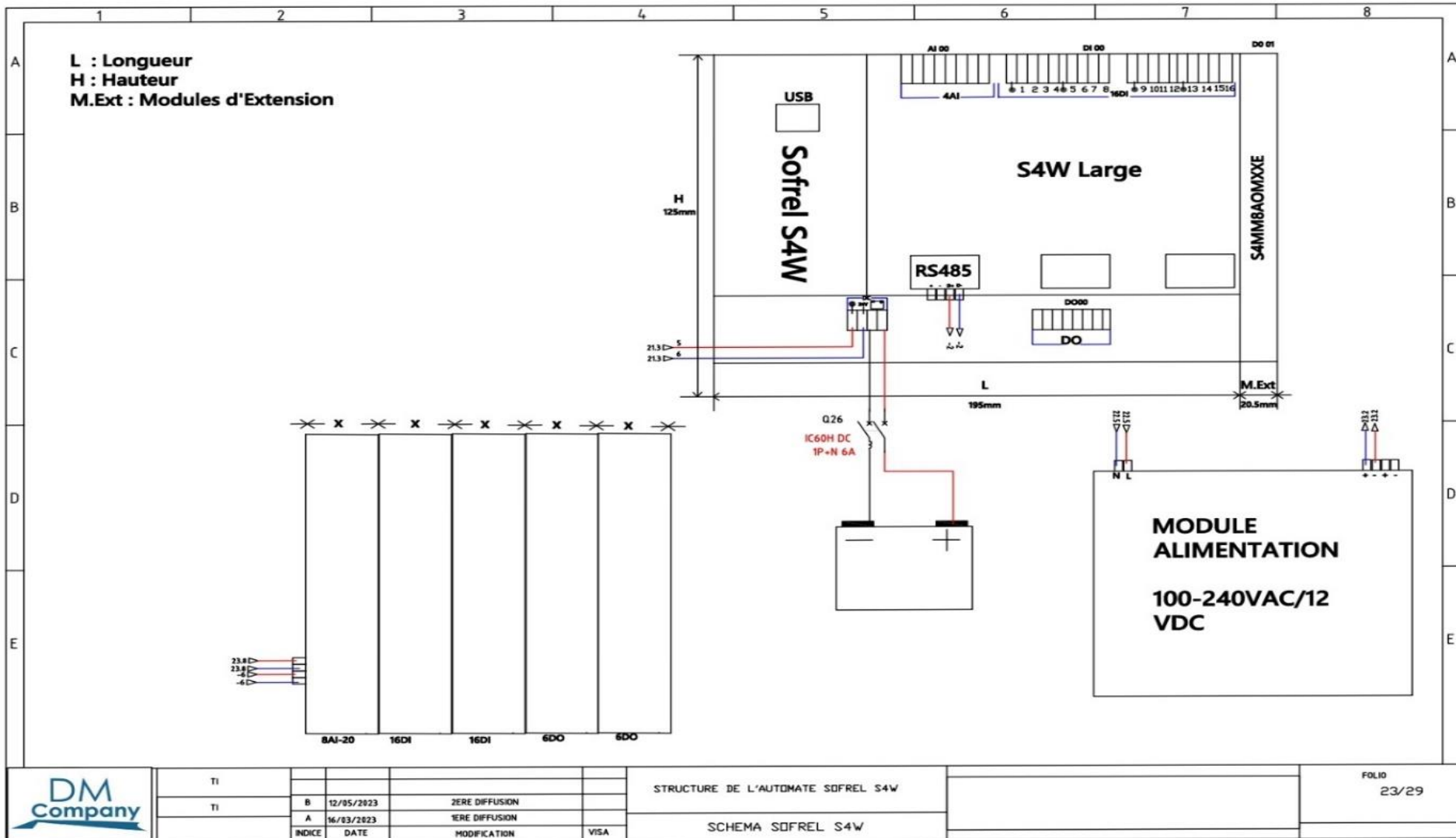
TI	H				
TI	F				
	B	12/05/2023	ZERE DIFFUSION		
	A	16/03/2023	1ERE DIFFUSION		
	INDICE	DATE	MODIFICATION	VISA	

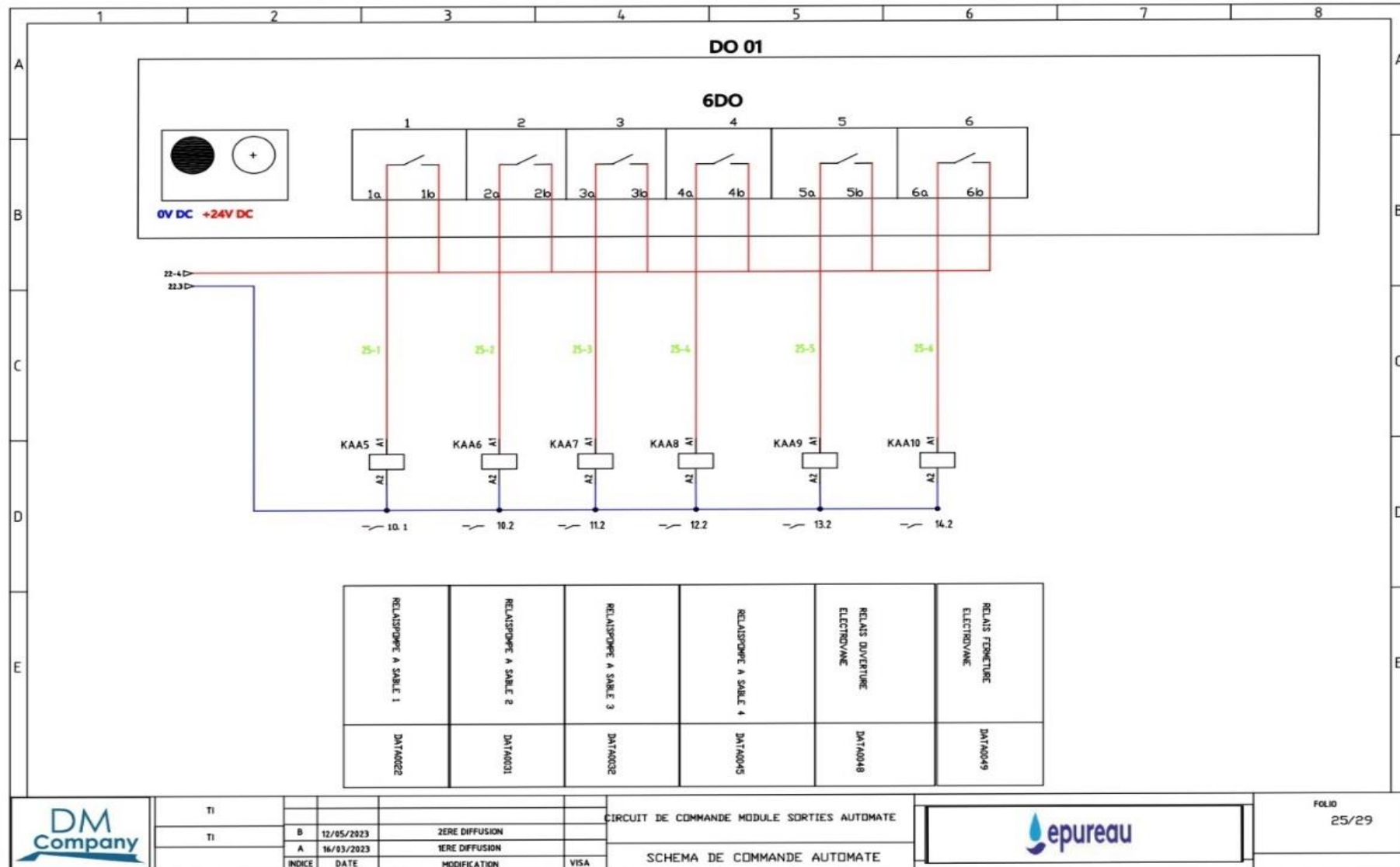
CIRCUIT DE COMMANDE ENTREES AUTOMATE  
SCHEMA DE COMMANDE

FOLIO  
17/29

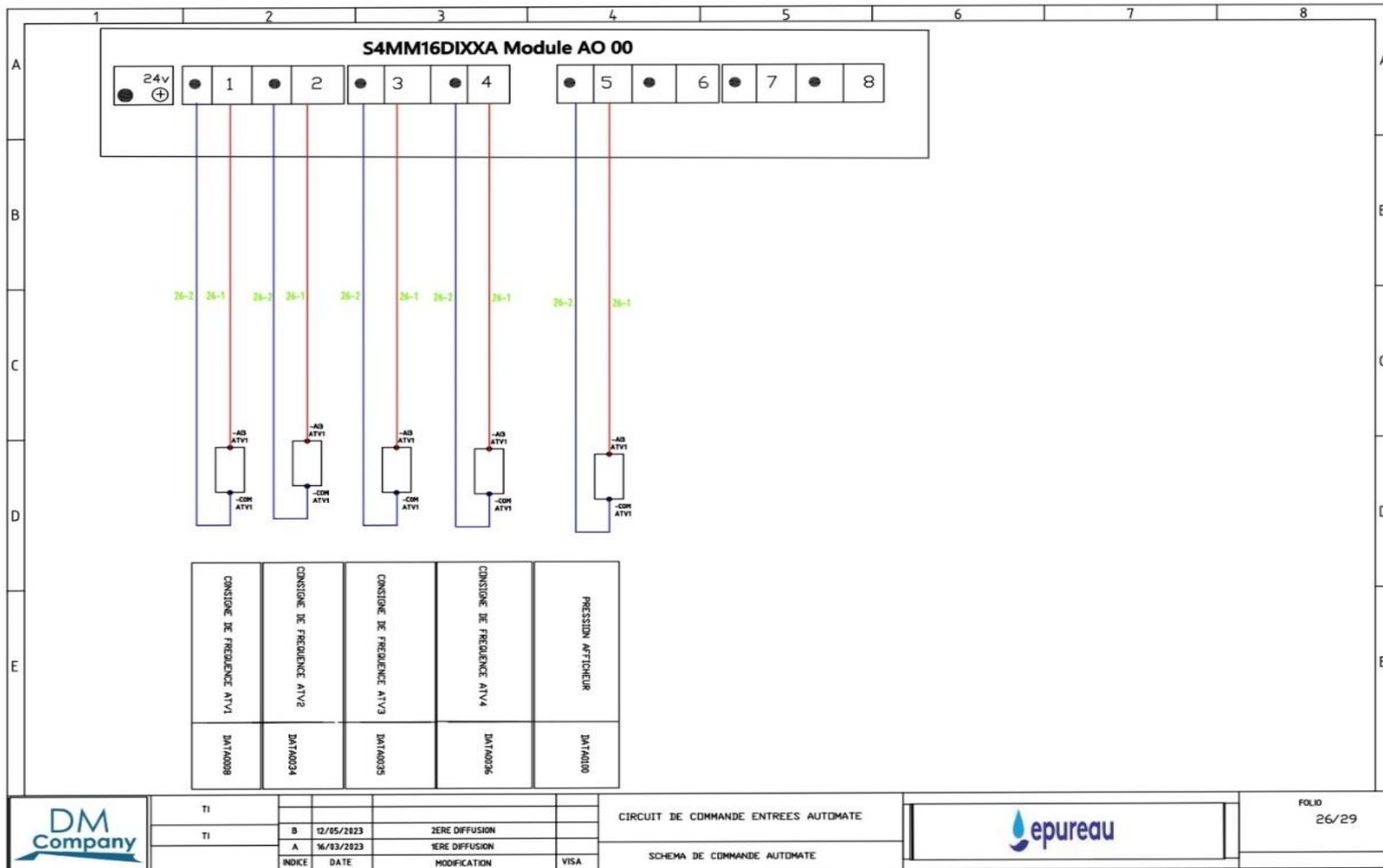












## B. RÉSULTATS DES CALCULS AVEC CANECO BT

Révision		A		A		A		A		A		A		A				
<b>RESEAU</b>																		
Rég.de N	TN																	
Tension	400 V																	
<b>DISTRIBUTION</b>																		
Normal	SOURCE																	
Secours																		
Repère	TGBT																	
Désignation	INTER_G																	
I Totale	Normal	909,35 A																
I installée	Normal	790,21 A																
Ik3 max	Normal	20869 A																
Ik1 max	Normal	20206 A																
ΔU max	Normal	0,30 %																
<b>CIRCUIT</b>	Repère	SOURCE		POMPE 1		POMPE 2		POMPE 3		POMPE 4		ELECTROVANNE		POMPE SABLE 1		POMPE SABLE 2		
	Désignation	INTER_G		POMPE 1		POMPE 2		POMPE 3		POMPE 4		ELECTROVANNE		Pompe sable 1		Pompe sable 2		
	Nb	1		1		1		1		1		1		1		1		
	Consommation	630KVA		100kW		100kW		100kW		100kW		0,4kW		9,8kW		9,8kW		
<b>LIAISON</b>	Alimentation		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal	
	JdB Amont		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)	
	Longueur		10 m   Cu		30 m   Cu		35 m   Cu		40 m   Cu		45 m   Cu		45 m   Cu		60 m   Cu		60 m   Cu	
	L.Max prot.		307 m (DU)		307 m (DU)		307 m (DU)		307 m (DU)		307 m (DU)		838 m (CI)		71 m (CI)		71 m (CI)	
	ΔU Circuit		0 %		0,78 %		0,91 %		1,04 %		1,17 %		0,16 %		2,39 %		2,39 %	
	ΔU Totale		0,30 %		0,78 %		0,91 %		1,04 %		1,17 %		0,45 %		2,69 %		2,69 %	
	Câble		2X3X(1x185)		3x70+35		3x70+35		3x70+35		3x70+35		4G2,5		4G4		4G4	
Neutre		Séparé																
PE/PEN		2X(1x185)																
Taux d'Harmonique		TH <= 15%																
<b>PROT.</b>	Protection		NS1250NA		NSX250B		NSX250B		NSX250B		NSX250B		P25M		P25M+Bloc Limit		P25M+Bloc Limit	
	Calibre		1250 A		220 A		220 A		220 A		220 A		1 A		18 A		18 A	
	I <sub>Δn</sub>				185 A		185 A		185 A		185 A		0,98 A		12 A		18 A	
	I <sub>r</sub>				2405 A		2405 A		2405 A		2405 A		2405 A		216 A		216 A	
Affectation des phases		123		123		123		123		123		123		123		123		
		Station Garden Center										Avis Technique ELIE						
		Unif.Chantier 8 circuits TGBT										AFFAIRE:		Folio				
												PLAN:		1/6				
												Date : 10/09/2023		Norme : C1510018				

Révision		A	A	A	A	A	A	A	A
<b>RESEAU</b>									
Rég.de N	TN								
Tension	400 V								
<b>DISTRIBUTION</b>									
Normal	SOURCE								
Amont	Secours								
Repère	TGBT								
Désignation		INTER_G							
I Totale		Normal	Secours						
I installée		909,35 A							
Ik3 max		790,21 A							
Ik1 max		20869 A							
ΔU max		20206 A							
		0,30 %							
<b>CIRCUIT</b>	Repère	POMPE SABLE 3	POMPE SABLE 4	TGBT.SJB001	SJB_1	PALAN	DEGRILLEUR	COFFRET GUERITE	LOCAL_ECH
	Désignation	Pompe sable 3	Pompe sable 4	Q10		PALAN	DEGRILLEUR 1	Inter-G	
	Nb	1	1	1	0	1	1	1	1
	Consommation	9,8kW	9,8kW	250A		2,2kW	1,3kW	40A	32A
<b>LIAISON</b>	Alimentation	Normal	Normal	Normal		Normal	Normal	Normal	Normal
	JdB Amont					SJB_1	SJB_1	SJB_1	SJB_1
	Type	U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)			U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)
	Longueur	60 m Cu	60 m Cu		0 m	30 m Cu	100 m Cu	150 m Cu	30 m Cu
<b>PROT.</b>	L.Max prot.	71 m (Cl)	71 m (Cl)			220 m (CC)	351 m (CC)	191 m (Cl)	89 m (Cl)
	ΔU Circuit	2,39 %	2,69 %	0 %	0,30 %	0,44 %	0,74 %	0,96 %	1,26 %
	ΔU Totale							3,22 %	3,52 %
	Câble	4G4	4G4			4G2,5	4G2,5	5G16	5G6
Neutre									
PE/PEN	Séparé								
Taux d'Harmonique			TH <= 15%				TH <= 15%	TH <= 15%	
Protection	P25M+Bloc Limit	P25M+Bloc Limit	NSX250B		P25M	P25M	iDT40H	iC60H	
Calibre	18 A	18 A	250 A		6,3 A	300 mA	4 A	300 mA	
Ir	18 A	18 A	250 A	2500 A	4,8 A	75,6 A	3 A	48 A	
Affectation des phases	123	123	123		123	123	123	123	
		Station Garden Center					Avis Technique ELIE		
		Unif.Chantier 8 circuits TGBT					AFFAIRE:		Folio
							PLAN:		2/6
		Date : 10/09/2023		Norme : C1510018					

Révision		A	A	A	A	A	A	A	A		
<b>RESEAU</b>											
Rég.de N		TN									
Tension		400 V									
<b>DISTRIBUTION</b>											
Normal		COFFRET GUERITE									
Secours											
Repère		INTER_G									
Designation		Inter-G									
I Totale		Normal	Secours								
I installée		40,00 A									
Ik3 max		20,34 A									
Ik1 max		1419 A									
ΔU max		719 A									
ΔU max		3,52 %									
<b>CIRCUIT</b>	Repère	COFFRET GUERITE	INTER_GSJB001	SJB_1	ECLAIRAGE 1	ECLAIRAGE 2	ECLAIRAGE 3	ECLAIRAGE 4	CLIM1		
	Designation	Inter-G							CLIM		
	Nb	1	1	0	1	1	1	1	1		
	Consommation	40A	40A		10A	10A	10A	10A	1kW		
<b>LIAISON</b>	Alimentation	Normal		Normal		Normal		Normal		Normal	
	JdB Amont	SJB_1				SJB_1		SJB_1		SJB_1	
	Type	U1000R2V (90°C)				U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)		U1000R2V (90°C)	
	Longueur	150 m	Cu	0 m		50 m	Cu	40 m	Cu	30 m	Cu
	L.Max prot.	191 m (CI)				52 m (DU)		52 m (DU)		32 m (DU)	
	ΔU Circuit	3,22 %	3,52 %	0 %	3,52 %	2,37 %	5,90 %	1,9 %	5,42 %	2,28 %	5,80 %
	ΔU Totale										
Câble	5G16				3G4		3G4		3G2,5		
Neutre	Séparé										
PE/PEN											
Taux d'Harmonique	TH <= 15%		TH <= 15%								
<b>PROT.</b>	Protection	iSW		iIG40 Type AC		iDT40K		iDT40K		iDT40K Type AC	
	Calibre	40 A		40 A		10 A		10 A		16 A	
	Δn			300 mA		96 A		96 A		30 mA	
Ir					10 A		10 A		153,6 A		
Affectation des phases	123		123		1		2		1		
		Station Garden Center				<b>Avis Technique ELIE</b>					
		Unif.Chantier 8 circuits INTER_G				<b>AFFAIRE:</b> _____ Folio: 3/6					
						<b>PLAN:</b> _____					
						Date : 10/09/2023 Norme : C1510018					

Révision		A																		
<b>RESEAU</b>																				
Rég.de N		TN																		
Tension		400 V																		
<b>DISTRIBUTION</b>																				
Normal		COFFRET GUERITE																		
Amont																				
Secours																				
Repère		INTER_G																		
Désignation		Inter-G																		
I Totale		Normal		40,00 A												Secours				
I installée		Normal		20,34 A												Secours				
Ik3 max		Normal		1419 A												Secours				
Ik1 max		Normal		719 A												Secours				
ΔU max		Normal		3,52 %												Secours				
<b>CIRCUIT</b>	Repère		PRISE 1																	
	Désignation		prises																	
	Nb	Consommation	1		16A															
	Alimentation		Normal																	
<b>LIAISON</b>	JdB Amont																			
	Type		U1000R2V (90°C)																	
	Longueur	Ame	20 m		Cu															
	L.Max prot.		42 m (DU)																	
	ΔU Circuit	ΔU Totale	2,12 %		5,64 %															
	Câble		3G2,5																	
	Neutre		Séparé																	
<b>PROT.</b>	Protection		iDD40K Type AC																	
	Calibre	I <sub>Δn</sub>	16 A		30 mA															
	I <sub>r</sub>	I <sub>m</sub> / I <sub>sd</sub>			153,6 A															
	Affectation des phases		3																	
			Station Garden Center												Avis Technique ELIE					
			Unif.Chantier 8 circuits INTER_G												AFFAIRE:					
									MODIFICATIONS						PLAN:					
			Date : 10/09/2023						Norme : C1510018						Folio 4/6					

Révision		A	A	A	A	A	A	A	
<b>RESEAU</b>									
Rég.de N	TN								
Tension	400 V								
<b>DISTRIBUTION</b>									
Normal	LOCAL_ECH								
Secours									
Repère	INTER_G2								
Désignation									
I Totale	Normal 32,00 A								
I installée	15,97 A								
Ik3 max	2607 A								
Ik1 max	1336 A								
ΔU max	1,94 %								
<b>CIRCUIT</b>	Repère	LOCAL_ECH	INTER_G2SJB001	SJB_1	PRISE 2	PRISE 3	ECLAIRAGE 5	ECLAIRAGE 6	ECLAIRAGE 7
	Désignation								
	Nb	1	1	0	1	1	3	3	3
<b>LIAISON</b>	Consommation	32A	25A		16A	16A	36W	36W	36W
	Alimentation	Normal	Normal		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	JdB Amont	SJB_1			SJB_1	SJB_1	SJB_1	SJB_1	SJB_1
	Type	U1000R2V (90°C)			U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)
	Longueur	30 m		0 m	12 m	30 m	10 m	30 m	30 m
	L.Max prot.	89 m (CI)			46 m (DU)	46 m (DU)	65 m (CC)	65 m (CC)	65 m (CC)
	ΔU Circuit	1,64 %	1,94 %	0 %	1,58 %	3,51 %	0,06 %	2,00 %	0,19 %
<b>PROT.</b>	ΔU Totale		1,94 %			5,88 %		2,13 %	2,13 %
	Câble	5G6			3G2,5	3G2,5	3G1,5	3G1,5	3G1,5
	Neutre								
	PE/PEN	Séparé							
Taux d'Harmonique	TH <= 15%		TH <= 15%						
Protection	iSW	iIG40	Type AC	iDD40K	Type AC	iDD40K	Type AC	iDD40K	
Calibre	I <sub>Δn</sub>	32 A	40 A	300 mA	16 A	30 mA	16 A	30 mA	
Ir	I <sub>m</sub> / I <sub>sd</sub>				153,6 A	153,6 A	96 A	96 A	
Affectation des phases		123	123		2	3	3	2	3
		Station Garden Center					Avis Technique ELIE		
		Unif.Chantier 8 circuits INTER_G2					AFFAIRE:		Folio
							PLAN:		5/6
					Date : 10/09/2023		Norme : C1510018		

<b>Révision</b>		A	A	A				
<b>RESEAU</b>								
<b>Rég.de N</b>	TN							
<b>Tension</b>	400 V							
<b>DISTRIBUTION</b>								
<b>Amont</b>	Normal LOCAL_ECH Secours							
<b>Repère</b>	INTER_G2							
<b>Désignation</b>								
<b>I Totale</b>	Normal 32,00 A Secours							
<b>I installée</b>	15,97 A							
<b>Ik3 max</b>	2607 A							
<b>Ik1 max</b>	1336 A							
<b>ΔU max</b>	1,94 %							
<b>CIRCUIT</b>	<b>Repère</b>	INTER_G2SJB002	SJB_2	CLIM 2	CLIM 3			
	<b>Désignation</b>							
	<b>Nb</b>   <b>Consommation</b>	1   40A	0	1   2kW	1   1,1kW			
<b>Alimentation</b>	Normal		Normal	Normal				
<b>LIAISON</b>	<b>JdB Amont</b>			SJB_2	SJB_2			
	<b>Type</b>			U1000R2V (90°C)	U1000R2V (90°C)			
	<b>Longueur</b>   <b>Ame</b>		0 m	10 m   Cu	35 m   Cu			
	<b>L.Max prot.</b>			62 m (CC)	62 m (CC)			
	<b>ΔU Circuit</b>   <b>ΔU Totale</b>	0 %   1,94 %		0,72 %   2,65 %	1,38 %   3,32 %			
	<b>Câble</b>			3G2,5	3G2,5			
<b>Neutre</b>	Séparé							
<b>PE/PEN</b>								
<b>Taux d'Harmonique</b>	TH <= 15%							
<b>PROT.</b>	<b>Protection</b>	iG40 Type AC		iDT40K	iDT40K			
	<b>Calibre</b>   <b>IΔn</b>	40 A   300 mA		16 A	16 A			
	<b>Ir</b>   <b>Im / Isd</b>			153,6 A	153,6 A			
<b>Affectation des phases</b>		123		1	1			
		Station Garden Center			Avis Technique ELIE			
		Unif.Chantier 8 circuits INTER_G2			<b>AFFAIRE:</b> <b>PLAN:</b>			Folio 6 / 6
		Date: 10/09/2023			Norme: C1510018			

### C. LES VUES SYNOPTIQUES, SUPERVISION



STATION GARDEN  
CENTER\_V1

User name  
DMC

Password  
.....

LOG IN

*Cause of disconnection : No response from device*





**REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE**  
**UNION - DISCIPLINE - TRAVAIL**

**STATION DE REPRISE GARDEN CENTER**



**COVEC**

Réalisations des travaux de génie civil

[Voir Plus d'informations](#)



Fourniture et installations  
d'équipements hydraulique

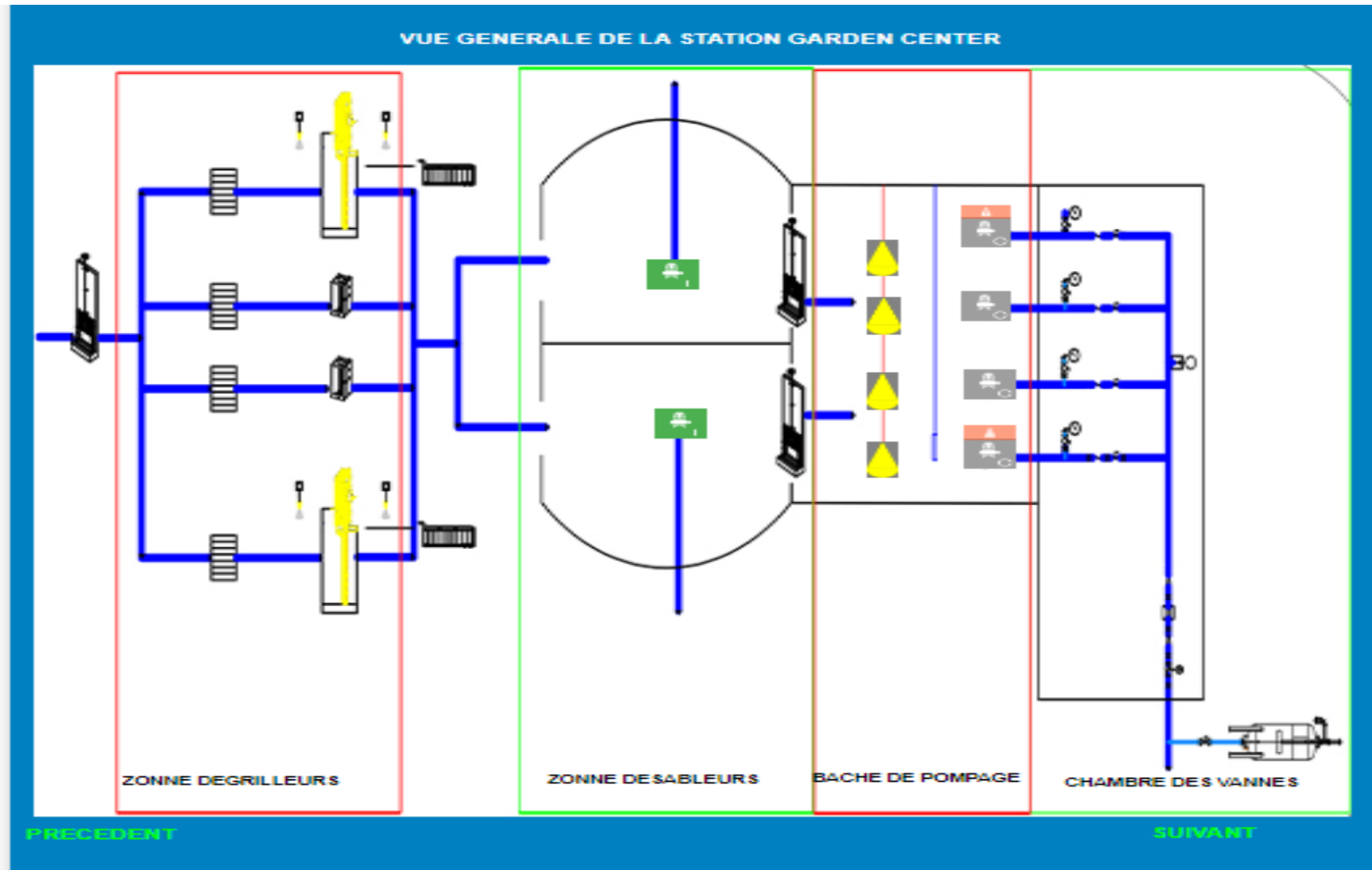
[Voir Plus d'informations](#)

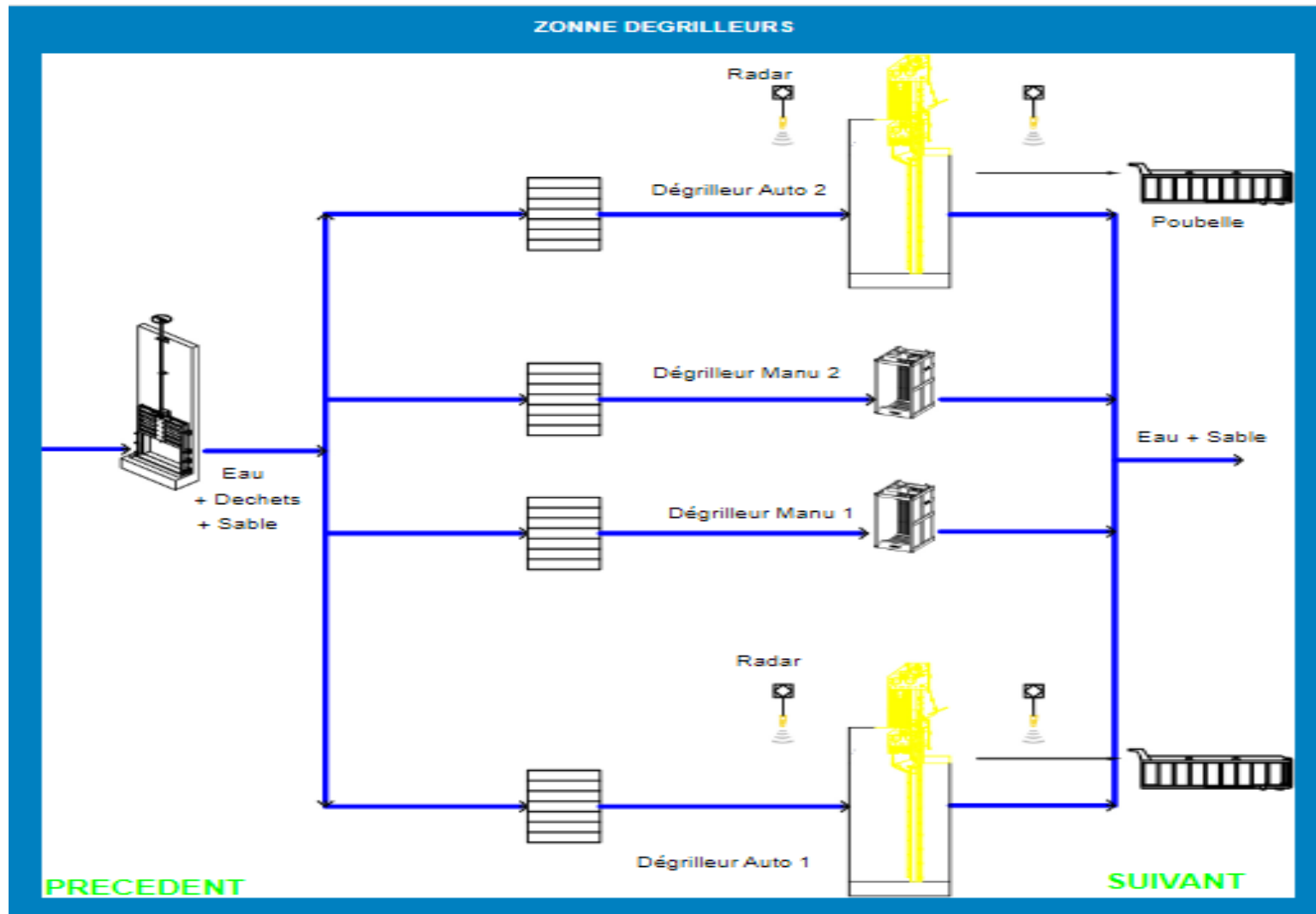


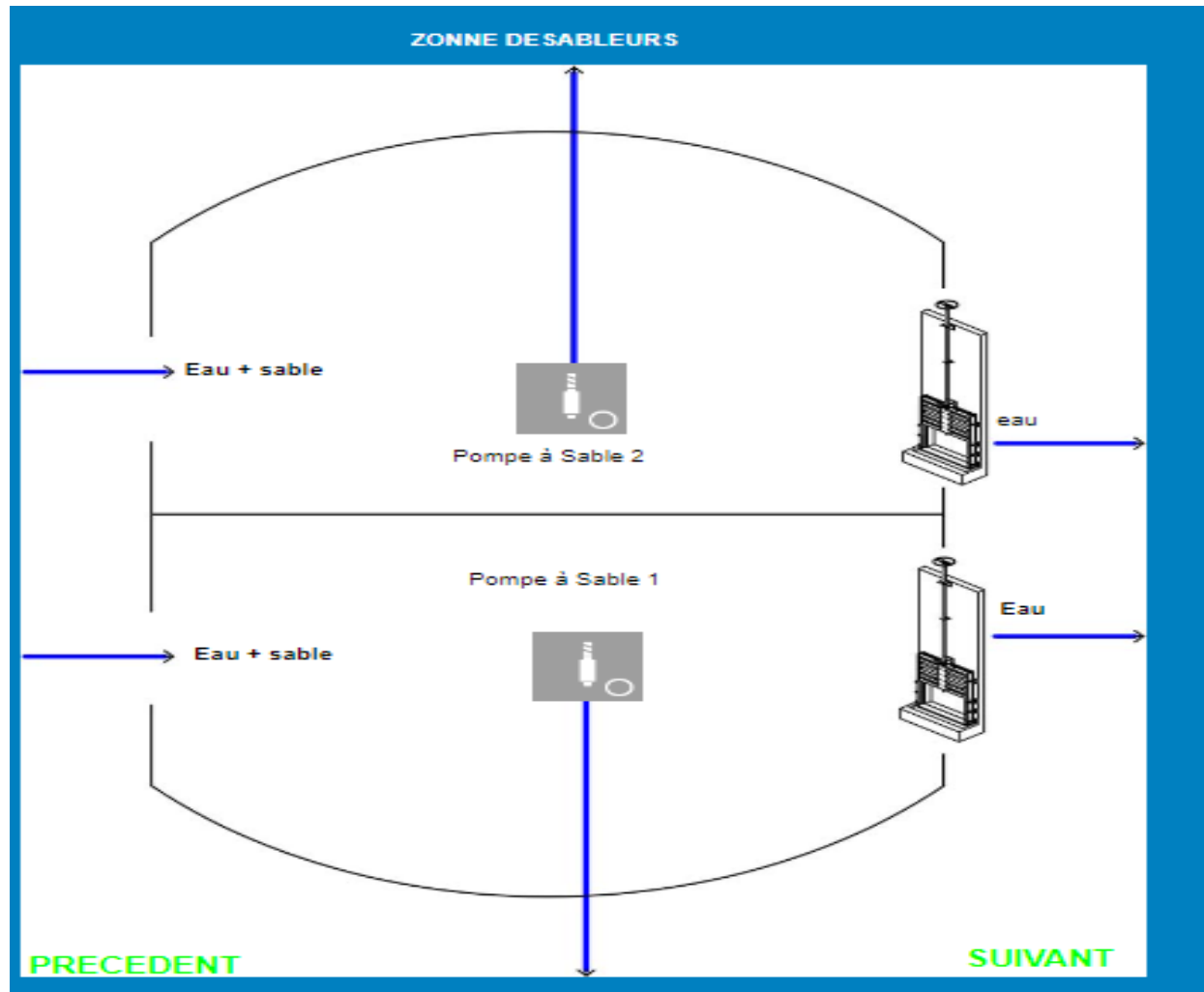
Réalisations des travaux  
d'électricité et d'automatisme

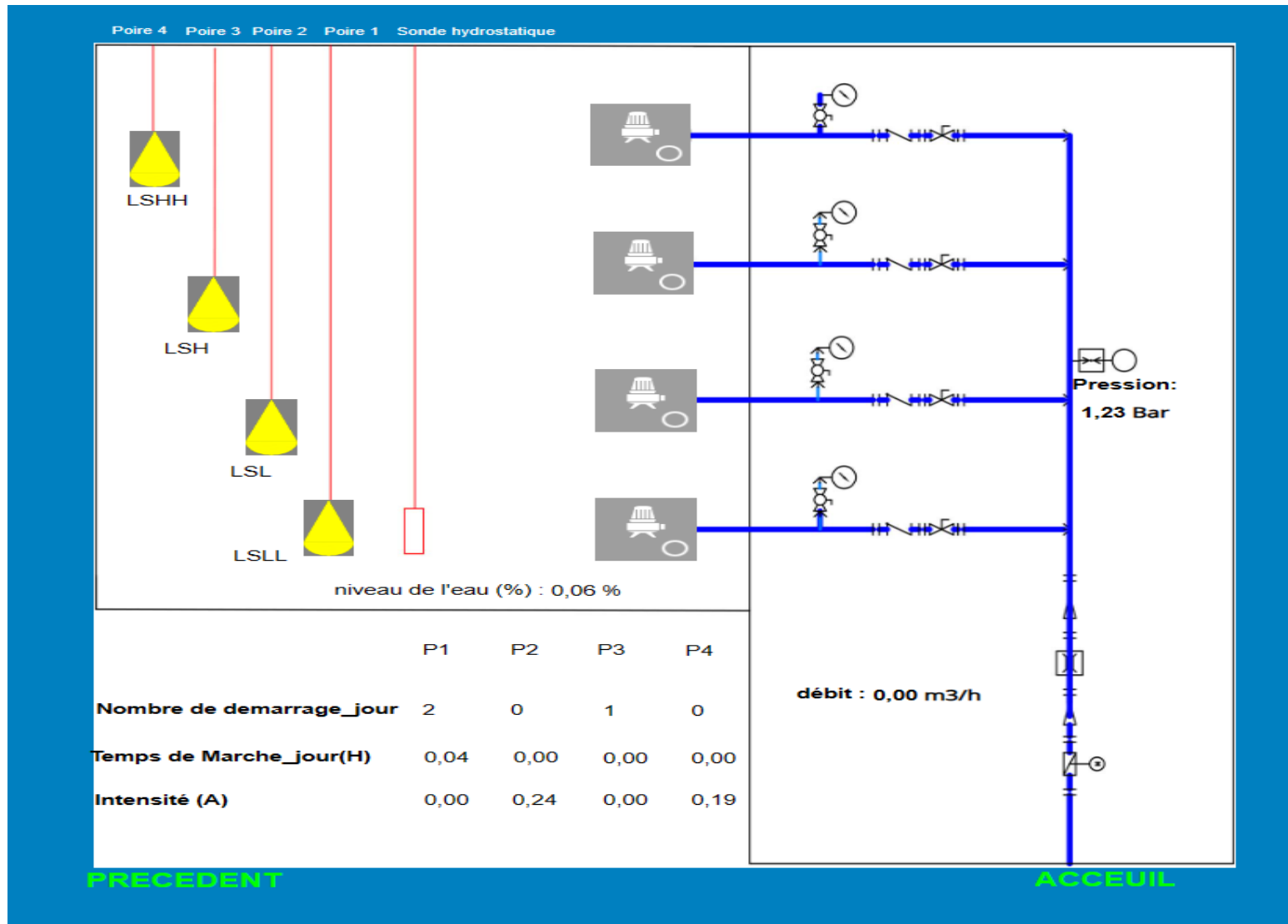
[Voir Plus d'informations](#)

**SUIVANT**











## **C. FICHES TECHNIQUES ET ABAQUES**

## Fiche technique du produit

Spécifications



Harmony Control RM22 - relais  
contrôle de phases - 2OF - 380 à  
480Vca

RM22TR33

Statut commercial : Commercialisé

### Principales

Gamme de produit	Relais de contrôle Harmony
Type de produit ou équipement	Relais de contrôle 3 phases
Type de relais	Relais de contrôle
Nombre de phases réseau	3 phases
Nom du relais	RM22TR
Paramètres surveillés par le relais	Détection de surtension et de sous-tension Séquence de phases Détection de défauts de phase
Type de temporisation	Réglable 0,1...30 s, +/-10 % de la valeur pleine échelle lors du dépassement du seuil Tt
Capacité de commutation en VA	2000 VA
Plage de mesure	380...480 V tension CA
Description des contacts	2 "O/F"

### Complémentaires

entité à remettre pour le cas échéant à l'administrateur l'information sur la fiabilité de ces modules dans le cadre d'une maintenance prédictive



Acti9 - Parafoudre PRD1 Master 3P  
+N - Débrochable - 350V - report  
signalisation

16363

Statut commercial : Commercialisé

### Principales

Gamme de produit	Acti 9
Nom du produit	Acti 9 PRD1 Master
Type de produit ou équipement	Parafoudre à cartouche débrochable
Nom de l'appareil	PRD1 Master
Application	Distribution
Normes	EN 61643-11:2012 CEI 61643-11:2011

Annexe 2 : Relais de phase

Annexe 1: Parafoudre

### 3. Section des conducteurs de phase

#### Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2													
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	38	
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38		
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70				
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61				
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72				
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78				

**K2** : si plusieurs couches, appliquer en plus, un facteur de correction de :

- 0,8 pour 2 couches
- 0,73 pour 3 couches
- 0,70 pour 4 ou 5 couches

#### Facteur de correction K3

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

Canalisation à l'air libre

21

Annexe 4: Coefficients de correction

Tableau de choix du SLT	TT	IT	TN
Continuité de service avec service entretien		x	
Continuité de service non impérative et service entretien compétent			□
Pas de service entretien	x		
Locaux à fort risque d'incendie	x	x	□
Engins de manutention, palans, convoyeurs, machines outils	□		x
Réseau très étendu ou à fort courant de fuite			□
Utilisation d'alimentations de remplacement ou de secours	□	x	
Récepteurs sensibles aux forts courants de défaut (moteurs)	□	□	
Chantiers à liaison de masse incertaine	x		□
Récepteurs à faible isolement naturel (fours, cuisines, soudeuses), équipement électroniques, calculateurs	□		x
Alimentation des systèmes de contrôle-commande	□	□	

x : solution obligatoire    □ : solution possible

Annexe 3: Schéma de liaison à la terre

Source : Pr. LOUM GEORGES, Synthèse distribution électrique



	Température	Eau	Corps solides	Corrosion	Chocs	Vibrations	Résistance du corps	Contacts	Evacuation	Matières
	AA	AD	AE	AF	AG	AH	BB	BC	BD	BE
<b>CÂBLES</b>										
VV-U (R)	4 à 6	1 à 6	1 à 4	1,2,3	1	1	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1,2
RGPFV	4 à 6	1 à 8	1 à 4	1,2,3	1 à 4	1	1,2	1 à 3	1 à 4	1 à 3
RVFV (HFG)	4 à 6	1 à 7	1 à 4	1,2,3	1 à 4	1	1,2	1 à 3	1 à 4	1 à 3
RO2V	4 à 6	1 à 7	1 à 4	1,2,3	1 à 3	1	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 3
RN-F (SC12N)	3 à 6	1 à 7	1 à 4	1,2,3	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 3

Les valeurs habituelles des rendements, des facteurs d'utilisation et des facteurs de puissance sont données ci-dessous à titre indicatif :

Récepteur	Rendement	Facteur d'utilisation	Facteur de puissance
<b>Eclairage</b>			
• Incandescence	1	1	1
• Fluo non compensé	0,8	1	0,50
• Fluo compensé	0,8	1	0,85
• Décharge	0,7	1	0,90
<b>Moteurs</b>			
• Jusqu'à 0,6 kW	—	—	0,5
• De 1 à 3 kW	0,7	—	0,7
• De 4 à 40 kW	0,8	—	0,8
• Plus de 50 kW	0,9	—	0,9
<b>Prises de courant</b>			
• Dans les bureaux	—	0,2 à 0,5	—
• En industrie	—	1	—
<b>Chauffage par résistance</b>	1	1	1
<b>Climatisation</b>	—	1	—

*Annexe 6: Nature des câbles et les influences externes*

*Annexe 5: Coefficient d'utilisation en fonction du type de récepteur*

*Source : Pr. LOUM GEORGES, Synthèse distribution électrique*

## Courant de court-circuit maximal en aval d'un transformateur HTA/BT

Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous correspondent à un court-circuit triphasé boulonné aux bornes BT d'un transformateur HTA/BT raccordé à un réseau dont la puissance de court-circuit est de 500 MVA.

### Transformateur triphasé immergé dans l'huile (NF EN 50464-1)

	puissance en kVA											
	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
<b>237 V</b>												
In (A)	122	244	390	609	974	1 535	1 949	2 436				
Icc (kA)	3,04	6,06	9,67	15,04	23,88	37,20	31,64	39,29				
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	6	6				
pertes cuivre (kW)	1,35	2,15	2,35	3,25	4,6	6,5	10,7	13				
<b>410 V</b>												
In (A)	70	141	225	352	563	887	1 127	1 408	1 760	2 253	2 816	3 520
Icc (kA)	1,76	3,50	5,59	8,69	13,81	21,50	18,29	22,71	28,16	35,65	44,01	54,16
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
pertes cuivre (kW)	1,35	2,15	3,10	3,25	4,6	6,5	10,5	13	16	20	26	32

Annexe 7: Caractéristique d'un transfo en fonction de sa puissance

## Calcul de $I_z$ : dépend du DPCC

Disjoncteur  
 $I_z = I_n$

### Fusible

- $I_z = 1,31 I_n$  si  $I_n \leq 10A$
- $I_z = 1,21 I_n$  si  $10 < I_n \leq 25A$
- $I_z = 1,10 I_n$  si  $I_n > 25A$

$I_n$  ( $I_{rth}$ ) : Courant nominal (de réglage) ou calibre du dispositif de protection.  
 $I_z$  : Courant admissible dans la canalisation.

## Lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré</li> <li>■ sous vide de construction, faux plafond</li> <li>■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles</li> </ul>	<b>B</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ en apparent contre mur ou plafond</li> <li>■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées</li> </ul>	<b>C</b>
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé</li> <li>■ fixés en apparent, espacés de la paroi</li> <li>■ câbles suspendus</li> </ul>	<b>E</b>
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé</li> <li>■ fixés en apparent, espacés de la paroi</li> <li>■ câbles suspendus</li> </ul>	<b>F</b>

Canalisation à l'air libre

20

Annexe 8: Choix de la lettre de sélection

Source : Pr. LOUM GEORGES, Synthèse distribution électrique

Contacteurs													
		Durabilité électrique : conditions d'établissement et de coupure						Fonctionnement occasionnel : conditions d'établissement et de coupure					
Courant alternatif													
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	Etablissement			Coupure			Etablissement			Coupure		
		I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ
Résistances, charges non inductives ou faiblement inductives	<b>AC-1</b>	1e	Ue	0,95	1e	Ue	0,95	1,5 1e	1,05 Ue	0,8	1,5 1e	1,05 Ue	0,8
<b>Moteurs</b>													
Moteurs à bagues : démarrage, coupure	<b>AC-2</b>	2,5 1e	Ue	0,65	2,5 1e	Ue	0,65	4 1e	1,05 Ue	0,65	4 1e	1,05 Ue	0,65
Moteurs à cage : démarrage, coupure moteur lancé	<b>AC-3</b>												
	1e ≤ <sup>(1)</sup>	6 1e	Ue	0,65	1 1e	0,17 Ue	0,65	10 1e	1,05 Ue	0,45	8 1e	1,05 Ue	0,45
	1e > <sup>(2)</sup>	6 1e	Ue	0,35	1 1e	0,17 Ue	0,35	10 1e	1,05 Ue	0,35	8 1e	1,05 Ue	0,35
Moteurs à cage : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	<b>AC-4</b>												
	1e ≤ <sup>(1)</sup>	6 1e	Ue	0,65	6 1e	Ue	0,65	12 1e	1,05 Ue	0,45	10 1e	1,05 Ue	0,45
	1e > <sup>(2)</sup>	6 1e	Ue	0,35	6 1e	Ue	0,35	12 1e	1,05 Ue	0,35	10 1e	1,05 Ue	0,35

Annexe 9: Catégories des récepteurs

Source : <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/>

Contacteurs tripolaires									
Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3							Courant assigné à compléter par le d'emploi en AC-3	Référence de base à compléter par le repère de la tension <sup>(2)</sup>	Masse
220 V 230 V	380 V 400 V	415 V	440 V	500 V	660 V 690 V	1000 V	440 V jusqu'à	Fixation par vis, raccordement <sup>(1)</sup>	kg
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	A		
30	55	59	59	75	80	–	115	LC1F115●●	3,430
40	75	80	80	90	100	–	150	LC1F150●●	3,430
55	90	100	100	110	110	–	185	LC1F185●●	4,650
63	110	110	110	129	129	–	225	LC1F225●●	4,750
75	132	140	140	160	160	–	265	LC1F265●●	7,440
100	160	180	200	200	220	160	330	LC1F330●●	8,600
110	200	220	250	257	280	185	400	LC1F400●●	9,100
147	250	280	295	355	335	–	500	LC1F500●●	11,350
200	335	375	400	400	450	450	630	LC1F630●●	18,600
220	400	425	425	450	475	450	780	LC1F780●●	39,500
250	450	450	450	450	475	450	800	LC1F800●●	18,750
315	560	630	670	–	–	–	1000	LC1F1000●●	31,000

Annexe 10: Tableau de choix de contacteur

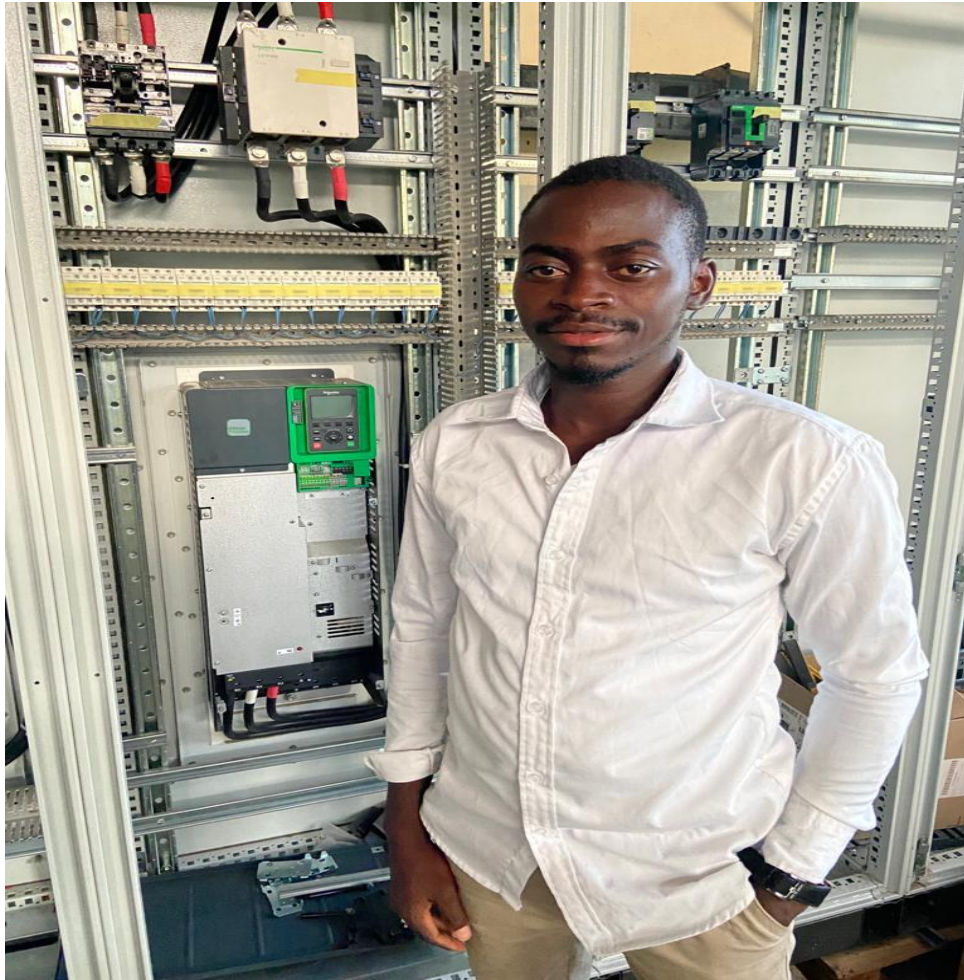
Source : <https://fr.electrical-installation.org/frwiki/>



## **D. MISE EN ŒUVRE**



*Annexe 11: Câblage de l'armoire en atelier chez Afric Power*

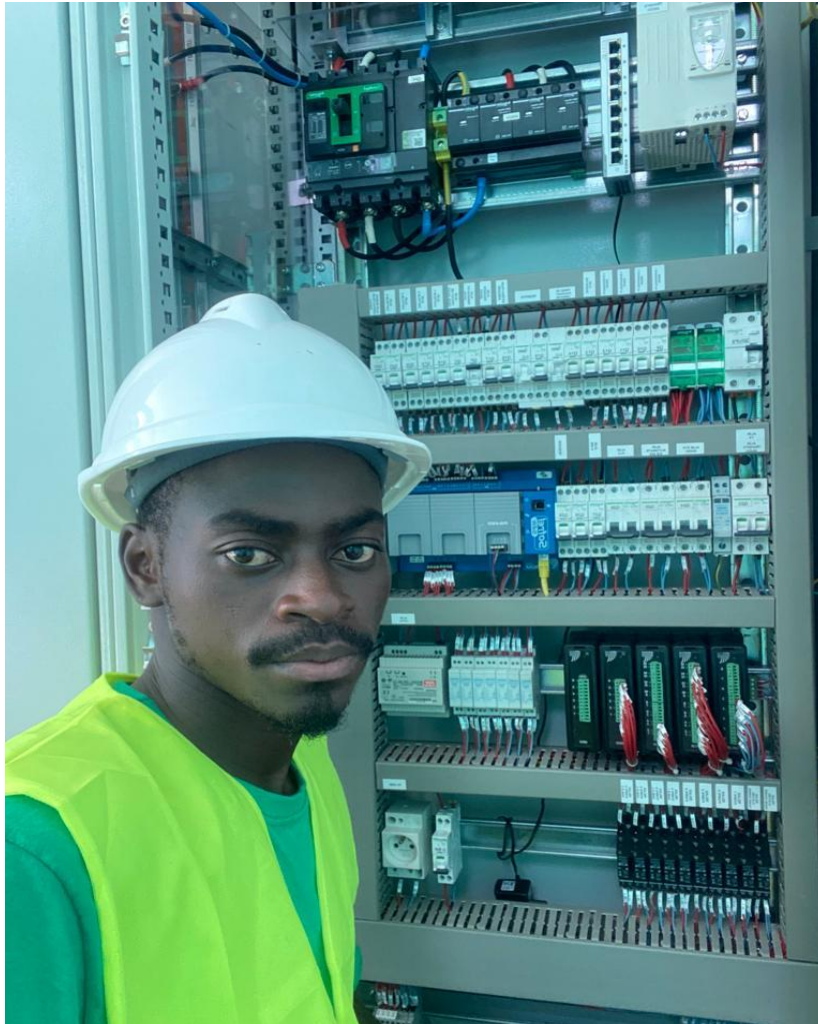


*Annexe 13: Suivi du câblage de l'armoire TGBT*



*Annexe 12: Vérification du câblage des entrées sorties automate*





*Annexe 15: Armoire Automate*



*Annexe 14: Programmation et configuration de l'automate S4W*



*Annexe 16: Armoire TGBT*



*Annexe 17: Phase pratique formation du personnel d'exploitation*



*Annexe 18: Phase théorique formation du personnel d'exploitation*

## TABLES DES MATIERES

DÉDICACE.....	i
CITATIONS .....	ii
RESUME.....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTE DES ABREVIATIONS .....	vi
SOMMAIRE.....	vii
LISTE DES TABLEAUX .....	viii
LISTE DES FIGURES .....	ix
REMERCIEMENTS .....	iii
INTRODUCTION.....	1
I. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU THÈME .....	2
1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE DM-COMPANY.....	2
1.1. Historique .....	2
1.2. Situation géographique.....	2
1.3. Organigramme de l'entreprise DM Company.....	3
1.4. Missions et Objectifs .....	4
1.5. Domaines d'activités de l'entreprise .....	4
2. PRÉSENTATION DU THÈME.....	5
2.1. Objectifs de l'étude .....	5
2.2. Cahier des charges.....	5
3. DESCRIPTION DU PROJET .....	5
3.1. Généralité sur le projet .....	5
3.2. Présentation du fonctionnement de la station.....	8

3.3. Analyse fonctionnelle de la station .....	15
II. DIMENSIONNEMENT ET CHOIX DU MATERIEL ELECTRIQUE .....	18
1. DIMENSIONNEMENT ELECTRIQUE .....	18
1.1. Dimensionnement du transformateur de puissance .....	18
1.2. Détermination des sections de câbles .....	20
1.4. Détermination des protections .....	24
2. CHOIX DES APPAREILLAGES DE COMMANDE .....	27
2.1. Les contacteurs de puissances .....	27
2.2. Les relais de commande .....	28
2.3. Les variateurs de fréquence ou de vitesse .....	29
III. AUTOMATISATION DE LA STATION .....	31
1. GENERALITES SUR L'AUTOMATISME .....	31
1.1. Définition d'un système automatisé .....	31
1.2. Principales caractéristiques d'un système automatisé .....	31
1.3. Structure d'un système automatisé (SA) .....	32
1.3. Les Automates Programmables Industriels (API) .....	33
1.4. Choix de L'automate Programmable Industriel .....	36
2. PRESENTATION DE L'AUTOMATE S4W DE SOFREL .....	37
2.1. Caractéristiques essentielles du S4W .....	37
2.1. Logiciels de programmation et d'exploitation .....	39
2.2. Outils de télégestion et supervision .....	40
3. MISE EN PLACE DE L'AUTOMATISME .....	40
3.1. Description du fonctionnement de l'automatisme .....	40
3.2. La programmation sur S4W-tools .....	42
IV. SUPERVISION ET TELEGESTION .....	55
1. DEFINITION .....	55

2. DEVELOPPEMENT DE LA SUPERVISION ET DE LA TELEGESTION .....	55
2.1. Afficheur S4-Display .....	55
2.2. Le Synoptique Web .....	56
2.3. Module GSM.....	57
V. COÛT DU PROJET.....	59
CONCLUSION .....	60
WEBOGRAPHIE .....	I
BIBLIOGRAPHIE.....	II
ANNEXES.....	III
A. LE TABLEAU GENERAL BASSE TENSION (TGBT) .....	III
B. RÉSULTATS DES CALCULS AVEC CANECO BT.....	XIX
C. LES VUES SYNOPTIQUES, SUPERVISION.....	XXV
C. FICHES TECHNIQUES ET ABAQUES .....	XXXI
D. MISE EN ŒUVRE.....	XXXIX
TABLES DES MATIERES.....	XLV