



## Mémoire de Master

### Présenté au

**Département** : Génie Électrique

**Domaine** : Sciences et Technologies

**Filière** : Electronique

**Spécialité** : Electronique des systèmes embarqués

### Réalisé par :

**BOURAS AMAR**

Et

**KEBBOUCHE ADEL**

## Thème

---

**Etude et réalisation d'une armoire de commande d'un  
système de remplissage d'un réservoir d'eau**

---

Soutenu le: **30/10/2021**

Devant la commission composée de :

|                     |       |              |            |
|---------------------|-------|--------------|------------|
| Mr : MOUASSA Souhil | M.C.B | Univ. Bouira | Président  |
| AREZKI FEKIK        | M.C.A | Univ. Bouira | Rapporteur |
| LADJOUZI Samir      | M.C.B | Univ. Bouira | Examineur  |

## **Remerciements :**

Ce travail a été effectué au sein du Département des Sciences et sciences appliquées de l'Université de Bouira.

Une pensée pieuse à Dieu qui a éclairé notre chemin et mené vers la concrétisation de ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur FEKIK AREZKI pour son aide précieuse et de nous avoir fait profiter de sa rigueur scientifique, de son expérience et de nous avoir encouragés tout au long de ce travail. On le remercie sincèrement pour ses conseils, sa patience et sa disponibilité tout au long de notre projet.

Je tiens à remercier le directeur de l'entreprise GATECH Mr. Charef pour l'occasion qu'il nous à donné pour réalisé ce projet, et je remercie vivement mon maitre de stage, Mr H.BOUTOUCHE, et l'ingénieur d'étude Mr. Abderrachid MESBAH, et l'ingénieur d'automatique Mr. KOUIDER MAHMOUD Aymen, et tous l'équipes techniques de l'entreprise GATECH.

Nos vifs remerciements pour les membres du jury d'avoir accepté d'étudier et d'examiner notre travail.

Nous remercions chaleureusement nos chères familles et proches pour leur soutien moral au long de nos études plus particulièrement nos parents pour leur encouragement et confiance permanent.

Nous adressons nos remerciements à toutes personnes qui ont apporté leur soutien et leur aide, de près et de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études

## Résumé

Ce mémoire consiste à étudié, automatiser, et superviser le système de remplissage d'eau de Tichihaf. Pour cela, nous avons fait une étude détaillée de la station pour bien comprendre le fonctionnement de notre processus à partir du logiciel CANECO BT qui contient le schéma unifilaire, et le logiciel Eplan qui contient le schéma multifilaire. Ensuite, nous avons fait une analyse fonctionnelle pour étudier les capteurs et les équipements électriques utilisées dans la station. Puis, nous avons étudié l'architecture d'automatisme qui nous a permis d'automatiser la station .A la fin, nous avons établi une supervision IHM avec le logiciel SKTOOL de notre station.

### **Mots clés :**

Basse Tension, installation électrique, Automate Programmable Industriel, Unité centrale de traitement, Tout Ou Rien, Interface Homme Machine

# Table des matières

|  |      |
|--|------|
| Remerciements.....   | II   |
| Résumé:.....   | III  |
| Tableau des matières.....  | III  |
| Liste des Figures<br>.....   | VIII |
| Liste des Tableaux.....  | III  |
| Listes des Acronymes et Symboles.....                                | X    |
| Introduction Générale.....   | 1    |
| Chapitre 1 : Description et fonctionnement De système de remplissage |      |
| 1. Introduction :.....   | 3    |
| 2. Présentation de l'entreprise GATECH SPA :.....                    | 3    |
| 2.1. Situation géographique :.....                                   | 3    |
| 2.2.Ces Moyens :.....  | 4    |
| 2.3.Activités :.....   | 4    |
| 3.Description de projet.....   | 5    |
| 4.Électrovanne :.....  | 5    |
| 5.Débitmètre électromagnétique :.....                                | 6    |
| 5.1.Principe de fonctionnement :.....                                | 7    |
| 6. capteurs de niveau ultrasonique.....                              | 7    |
| 7.les capteurs de niveau à flotteur.....                             | 8    |
| 8.Normes.....  | 9    |
| 8.1.La norme NF C 15-100.....  | 9    |
| 8.1.1. Classification des normes françaises.....                     | 9    |
| 8.2.La norme NF C 14-100.....  | 10   |
| 8.3. La Norme CEI.....   | 10   |
| 8.4. Norme OSI.....  | 10   |
| 9. Régimes de neutre.....  | 10   |

|  |    |
|--|----|
| 10. Classification des régimes de neutre.....              | 11 |
| 10.1. Régime TT.....                                       | 11 |
| 10.2. Régime IT.....                                       | 11 |
| 10.3. Régime TN.....                                       | 12 |
| 10.3.1 Régime TNC.....                                     | 12 |
| 10.3.2. Régime TNS.....                                    | 12 |
| 11. Caractéristiques des différents régimes de neutre..... | 13 |
| 12. Le Régime du neutre choisis dans notre projet.....     | 14 |
| 13. Conclusion.....  | 14 |

## Chapitre 2 : Dimensionnement et réalisation De l'armoire électrique

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduction.....  | 15 |
| 2. Les étapes de réalisation d'une armoire électrique.....      | 15 |
| 3. Bilan de puissance.....                                      | 15 |
| 3.1. Facteur de charge $K_u$ .....                              | 15 |
| 3.2. Facteur de simultanéité.....                               | 15 |
| 3.3. Facteur de diversité $K_d$ .....                           | 16 |
| 3.4. Puissance installée.....                                   | 16 |
| 3.5. Puissance absorbée $P_a$ .....                             | 16 |
| 4. Bilan de puissance de l'installation.....                    | 16 |
| 5. Détermination de la section minimale d'une canalisation..... | 17 |
| 5.1. Les étapes à suivre pour calculer la section de câble..... | 17 |
| 5.1.1. Calcule de courant d'emploi ( $I_b$ ).....               | 17 |
| 5.1.2. Calcule de courant nominale $I_n$ .....                  | 18 |
| 5.1.3. Le courant admissible avant la correction.....           | 18 |
| 5.1.4. Le courant admissible après la correction.....           | 18 |
| 5.2. Vérification après le choix de la section.....             | 19 |
| 5.2.1. Chute de tension.....                                    | 19 |
| 5.2.2. Longueur maximale de canalisation.....                   | 19 |

|  |    |
|--|----|
| 6.Détermination de la section minimale des canalisations .....                               | 20 |
| 6.1.  A l'extérieur de l'armoire de commande .....   | 20 |
| 6.1.1.  Calcule Théorique .....  | 20 |
| 6.1.2.  Résultats donnés par Caneco BT .....   | 22 |
| 6.1.3.  comparaison entre les résultats donnée par CANECO BT et les résultats calculés.....  | 24 |
| 6.1.4.  Liste complète de section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire..... | 25 |
| 6.2.  A l'intérieur de l'armoire de commande .....   | 25 |
| 6.2.1.  Liste complète de section minimale des câbles à l'intérieur de l'armoire.....        | 26 |
| 7.Liste des équipements .....  | 26 |
| 8.Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire .....                             | 29 |
| 9.Le choix de l'armoire.....   | 29 |
| 10.Conclusion .....  | 30 |

### Chapitre 3 : Description et programmation De l'automate MODICON M221

|  |    |
|--|----|
| 1. Introduction .....  | 31 |
| 3. Structure d'un système automatisé de production .....                     | 31 |
| 4. Généralité sur les automates programmable industriels .....               | 32 |
| 5. Structure d'un API .....  | 32 |
| 5.1. Alimentation .....  | 33 |
| 5.2.Mémoire .....  | 33 |
| 5.3.Processeur : .....   | 33 |
| 5.4.Interfaces d'entries/sorties : .....                                     | 33 |
| 6.Cycle de fonctionnement d'un automate programmable industriel.....         | 33 |
| 7.Langages de programmation.....   | 34 |
| 7.1.  Liste d'instructions (IL : Instruction list).....                      | 34 |
| 7.2.  Langage littéral structuré (ST : Structured Text) .....                | 34 |
| 7.3.  Langage à contacts (LD : Ladder diagram).....                          | 34 |
| 7.4.  Blocs Fonctionnels (FBD Function Bloc Diagram).....                    | 34 |
| 7.5.  Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC Sequential Function Chart)..... | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 8. Identification des Entrées/Sorties .....                        | 35 |
| 9. Choix de l'automate .....                                       | 36 |
| 10. Automate Modicon M221 .....                                    | 37 |
| 11. Configuration matériel de l'automate .....                     | 37 |
| 11.1. Choix de la CPU .....  | 37 |
| 11.2. Alimentation .....   | 38 |
| 11.3. Caractéristiques.....  | 38 |
| 11.4. Module E/S .....   | 38 |
| 12. Etude logicielle .....   | 39 |
| 12.1. logiciel EcoStruxure Machine Expert – Basic .....            | 39 |
| 12.2. Création du projet .....                                     | 39 |
| 13. Présentation du programme et simulation de notre station ..... | 41 |
| 14. Conclusion .....   | 45 |

#### Chapitre 4 : Supervision de système de remplissage

|  |    |
|--|----|
| 1. Introduction .....                                    | 46 |
| 2. Supervision .....                                     | 46 |
| 3. Structure d'un système de supervision .....           | 46 |
| 3.1. Module de visualisation.....                        | 47 |
| 3.2. Module d'archivage.....                             | 47 |
| 3.3. Module de traitement.....                           | 47 |
| 3.4. Module de communication.....                        | 47 |
| 4. Rôle d'une Interface Homme Machine IHM.....           | 48 |
| 5. Avantage de la supervision .....                      | 48 |
| 6. Présentation du logiciel SKTOOL .....                 | 48 |
| 7. Création d'un projet et configuration .....           | 50 |
| 7.1. Boîte de dialogue Paramètres de communication ..... | 51 |
| 7.2. Paramètres de l'écran .....                         | 52 |
| 7.3. La propriété du port de communication .....         | 53 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 8.Programme IHM dans SKTOOL ..... | 55 |
| 9.Conclusion .....                | 58 |
| Conclusion générale.....          | 59 |
| Références bibliographiques.....  | 60 |

## Liste des figures

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Figure 1.1 : Situation géographique de l'entreprise.....                     | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.2 : Atelier de fabrication.....                                     | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.3 : Parking.....  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.4 : Bureaux d'étude .....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.5: laboratoire.....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.6 : Electrovanne TOR.....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.7 : Débitmètre électromagnétique .....                              | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.8 : Principe de fonctionnement Débitmètres électromagnétiques ..... | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.9 : ultrasonique industriel .....                                   | 8                                  |
| Figure1.10 : Principe mesure de niveau par ultrasonique.....                 | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.11 : Flotteur industriel .....                                      | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.12 : Principe mesure de niveau par flotteur.....                    | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.13 : Référence d'une norme française.....                           | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure1.14: Régime TT.....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.15 : Régime IT.....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.16 : Régime TNC.....  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 1.17 : Régime TNS .....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure2.1 : fiche technique vanne motorisé.....                              | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure2.2 : Interface du logiciel Caneco BT.....                             | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 2.3 : résultat trouvé par CANECO BT .....                             | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Figure 2.4 : dimension de l'armoire.....                       | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.1 : Structure d'un système automatisé .....           | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.2 : Structure interne d'un API .....                  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.3 : Cycle de fonctionnement d'un automate. ....       | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.4 : Automate M221 de marque Schneider.....            | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.5 : Alimentations à découpage série CP-E .....        | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.6 : EcoStruxure Machine Expert – Basic .....          | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.7: Création d'un nouveau projet.....                  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.8: Propriétés.....                                    | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.9: Configuration .....                                | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.10: interface de programme.....                       | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.11 : mise en service. ....                            | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.12: défaut générale (sécurité). ....                  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.13: Défaut discordance / incohérences .....           | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.14: défaut vanne .....                                | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.15: Commande vanne .....                              | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.16: Totalisateur.....                                 | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3.1: Mis à l'échelle des captures analogiques .....     | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.1 : Structure d'un système de supervision.....        | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.2: Interface et zones du logiciel.....                | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.3 :Création d'un projet.....                          | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.4 : Boîte de dialogue Paramètre de communication..... | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.5 : Nouvelle boîte de dialogue.....                   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.6 : Boîte de dialogue propriété du port.....          | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.7 : Boîte de dialogue de téléchargement.....          | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.8 : Téléchargement terminé .....                      | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.9 : vue d'accueil de l'IHM.....                       | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 4.10 : La deuxième fenêtre de l'IHM.....                | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |

Figure 4.11 : Vue d'alarmes de l'IHM..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 4.12: : La quatrième fenêtre de l'IHM..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 4.13 : La cinquième fenêtre de l'IHM. .... 57

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Caractéristiques des différents régimes de neutre..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2.1 : Bilan de puissance..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2.2 : Mode de pose pour la vanne motorisé 1 ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2.3 : Comparaison des résultats donnée par CANECO BT et les résultats calculés... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2.4 : section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire de commande.... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2.5 : section minimale des canalisations à l'intérieur de l'armoire de commande .... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2.6 : Liste des équipements pour l'armoire de commande ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3.1: Tableau des nombres globale des entrées/sorties..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3.2: Tableau des modules E/S ..... **Erreur ! Signet non défini.**

## Listes des Acronymes et Symboles

- **Listes des Acronymes :**

|     |  |
|-----|--|
| CEI | Commission Electrotechnique Internationale     |
| OSI | International Organisation for Standardisation |
| BT  | Basse Tension                                  |
| API | Automate Programmable Industriel               |
| PC  | Partie commande                                |
| PO  | Parie opérative                                |
| FDB | Fonction Block Diagramme                       |
| LD  | Ladder Diagramme                               |
| ST  | Structure Text                                 |
| SFC | Sequential function chart                      |
| IL  | Liste d'instructions                           |
| CPU | Central Processing Unit                        |
| IP  | Internet Protocol                              |
| TCP | Transmission Control Protocol                  |
| TOR | Tout Ou Rien                                   |
| CMC | Chambre mise en charge                         |
| VAC | Voltage Alternatif Current                     |
| POU | Program Organization Units                     |
| IHM | Interface Homme Machine                        |

- **Listes des Symboles :**

|            |  |                    |
|------------|--|--------------------|
| $\rho$     | Résistivité du conducteur en service normal, | $W \text{ mm}^2/m$ |
| $\Delta V$ | chute de tension                             | V                  |
| $\lambda$  | réactance linéique des conducteur            | $W/m$              |
| $S_p$      | Section des phases                           | $mm^2$             |

---

**Introduction**

**Générale**

---

## Introduction Générale

L'homme depuis son existence a su utiliser l'eau dans ses diverses activités que ce soit pour sa propre consommation ou pour l'agriculture et ses activités économiques. D'ailleurs depuis toujours l'eau a demeuré l'élément indispensable au développement de la vie humaine.

L'alimentation en eau potable constitue l'ensemble des moyens et infrastructures dont dispose l'ingénieur pour transporter l'eau depuis la source jusqu'au consommateur. Celui-ci doit être fiable et durable pour pouvoir répondre aux exigences des consommateurs (quantité et qualité optimales). Le transport de l'eau de la source jusqu'au point de distribution se fait suivant une chaîne composée de cinq étapes principales : [1]

- Prélèvements - captages.
- Traitement pour la potabilité de l'eau.
- Production et transfert.
- Stockage.
- Distribution au consommateur.

Actuellement, les automates programmables industriels répondent à toutes les exigences de l'industrie. L'automatisme est donc devenu, de plus en plus une discipline très importante pour optimiser la productivité en améliorant la maîtrise des processus industriels. Cependant, pour atteindre ses objectifs, les entreprises ont accru la complexité des processus et ont changé la tâche de l'opérateur dont le rôle a évolué de la conduite à la supervision. Désormais, il est devenu essentiel que l'opérateur puisse connaître, à tout instant, l'état de fonctionnement du processus. Pour cela, l'échange d'informations entre l'opérateur et le processus a été amélioré à travers des interfaces homme-machine (HMI). [2]

Sous la concurrence et la compétitivité dans le secteur de l'industrie, toutes sociétés industrielles cherchent à améliorer leurs productions de bonne qualité, à moindre coût et en minimum de temps possible. Leurs investissements seront dirigés vers la recherche de la satisfaction du client qui se résume dans le célèbre trio : une meilleure qualité, un moindre prix, un bref délai.

Dans ce contexte le sujet qui nous a été proposé, consiste en l'étude et l'automatisation d'une armoire de commande d'un système de remplissage, au sein de l'entreprise GATECH (Global Algerian Technology, qui se situe à la zone industrielle de Baba Ali. L'automatisation des différentes étapes de la chaîne de préparation en utilisant l'automate Modicon M221 sur EcoStruxure Machine Expert – Basic, qui a été conçu dans un souci d'homogénéité et de

complémentarité avec un système de contrôle et de commande, afin d'atteindre un produit de qualité qui répond au besoin de client pour une utilisation facile.

Le but est de proposer une étude complète, minutieuse et détaillée du processus et de son automatisation, et d'ajouter un ensemble d'améliorations afin d'optimiser et d'améliorer les conditions de travail des employés tout en respectant un cahier des charges bien défini par l'industriel.

A cet effet, le présent travail est réparti en quatre chapitres :

- ❖ Le premier chapitre est dédié à la présentation de l'entreprise, ainsi que la description de la station de stockage des eaux, et la présentation des différents éléments qui la constitue, leurs rôles et leurs fonctions.
- ❖ Le deuxième chapitre est consacré pour le choix et le dimensionnement de l'armoire à savoir les conducteurs et les protections des équipements, ainsi que les étapes de réalisations.
- ❖ Le troisième chapitre consiste à présenter la solution apportée pour l'automatisation du système ainsi que la manière de programmer et le comportement des équipements sous le logiciel utilisé.
- ❖ Le quatrième chapitre consiste à l'élaboration des planches de supervision de système à l'aide de logiciel SKTOOL.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

---

**Chapitre 1 :**  
**Description et fonctionnement**  
**De système de remplissage**

---

## 1. Introduction :

Ce chapitre introduit à une brève présentation de la société GATECH spécialisée dans la fabrication des armoires de commande.

Dans ce qui suit, nous allons donner une description de projet, ainsi que les matériels utilisés pour réaliser le système de stockage.

A la fin de ce chapitre une présentation des normes internationales utilisées pour avoir une sécurité du matériel et des personnes sera détaillée.

## 2. Présentation de l'entreprise GATECH SPA :

SPA Global Algerian Technology GATECH est une entreprise Algérienne activant dans les nouvelles solutions Smart dans l'énergie en fournissant à ses clients des solutions clé en main.

L'équipe de GATECH est constituée de 50 personnes dans tous les services confondus : gestion, vente, ingénierie, fabrication et service qui veille à apporter de l'innovation et du savoir faire dans toutes les solutions proposées. [3]

### 2.1. Situation géographique :

Le complexe de GATECH se trouve au sein de la zone industrielle de BABA ALI, comme le montre la figure suivante



Figure 1.1 : Situation géographique de l'entreprise

## 2.2.Ces Moyens : [3]

GATECH dispose d'une superficie de 5164m<sup>2</sup>, répartie en

- Atelier de fabrication d'une superficie de 3000m<sup>2</sup>, voire Figure 1.2
- Bureaux d'une superficie de 1000m<sup>2</sup>, voire Figure 1.3
- d'un Parking d'une superficie de 600m<sup>2</sup>, voire Figure 1.4
- un laboratoire d'une superficie de 300 m<sup>2</sup>, voire Figure 1.5



Figure 1.2 : Atelier de fabrication



Figure 1.3 : Parking



Figure 1.4 : Bureaux d'étude

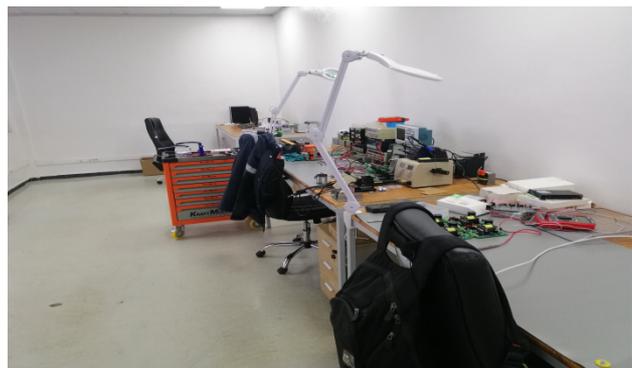


Figure 1.5 : laboratoire

## 2.3.Activités : [3]

### ❖ Services :

- La mise en marche
- Maintenance et exploitation

### ❖ Ingénierie :

- Procédé de traitement de l'eau non conventionnel.
- Rejets industriels et urbains et industriels

### ❖ Fabrication :

- Installation et montage de tous les équipements électriques

### ❖ Approvisionnement :

- Tout l'équipement électrique Cadre et contrat d'exclusivité avec solide
- Fournisseurs

### 3. Description de projet :

Ce projet a été proposé par l'entreprise GATECH (Global Algerian Technology) , qui a pour objectif de faire une armoire de commande d'un système de remplissage ( un réservoir de stockage d'eau).

Pour réaliser ce système deux vannes d'arrivée sont utilisées, sachant que ces deux vannes sont commandées à l'aide d'un capteur de niveau ultrasonique qui fonctionne à l'aide des ondes ultrasonores. Lorsque ce capteur atteint le niveau bas d'eau au réservoir donc ces deux vannes doit être ouvert, et lorsque ce capteur atteint le niveau haut de l'eau au réservoir donc les deux vannes vont fermer, et pour bien sécuriser le système un 2eme capteur (capteurs de niveau à flotteur) qui remplace le 1er capteur on cas d'une panne de ce dernier.

A la sortir de ce réservoir se trouve deux vannes de distribution au consommateur et un débitmètre pour mesurer la quantité d'eau sortant par un intervalle de temps

### 4. Électrovanne :

Une électrovanne est un dispositif électromécanique d'un circuit hydraulique, qui utilise un courant électrique pour générer un champ magnétique et actionner ainsi un solénoïde qui contrôle l'ouverture du flux de fluide dans une vanne.

On trouve des électrovannes dans tous les systèmes automatisés dans lesquels un fluide doit alimenter un système. [4]

Il existe deux types d'électrovannes :

- tout ou rien: c'est-à-dire que leur position est soit ouverte soit fermée et passe instantanément d'un état à l'autre
- proportionnelles: qui peuvent être ouvertes avec plus ou moins d'amplitude en fonction du besoin

Dans notre projet on a utilisé des électrovannes tout ou rien, comme illustre la Figure 1.3



Figure 1.6 : Electrovanne TOR

### 5. Débitmètre électromagnétique :

Le débitmètre électromagnétique ou débitmètre magnétique permet de mesurer le débit d'un fluide conducteur. Comme illustre la Figure suivante.



Figure 1.7 : Débitmètre électromagnétique

Il est utilisé dans les industries depuis plus de 60 ans du fait de son intégration système simple dans vos process. [5]

Parmi les fluides que l'on peut mesurer, on retrouve :

- Eau, Eau salée
- Essence, Huile, White Spirit, Alcool

- Acides, Boues, les Bases

### 5.1.Principe de fonctionnement :

Les débitmètres électromagnétiques fonctionnent suivant le principe de Faraday.

Lorsqu'un liquide conducteur s'écoule à travers un champ magnétique. On génère le champ magnétique à l'aide de 2 bobines magnétiques situées des deux côtés du tube de mesure.

Deux électrodes sont montées perpendiculairement à cela sur la paroi interne de la conduite. Ces électrodes mesurent la tension produite pendant la traversée du fluide.

La tension induite mesurée est proportionnelle à la vitesse d'écoulement du fluide et au débit volumique [5], voire Figure 1.8

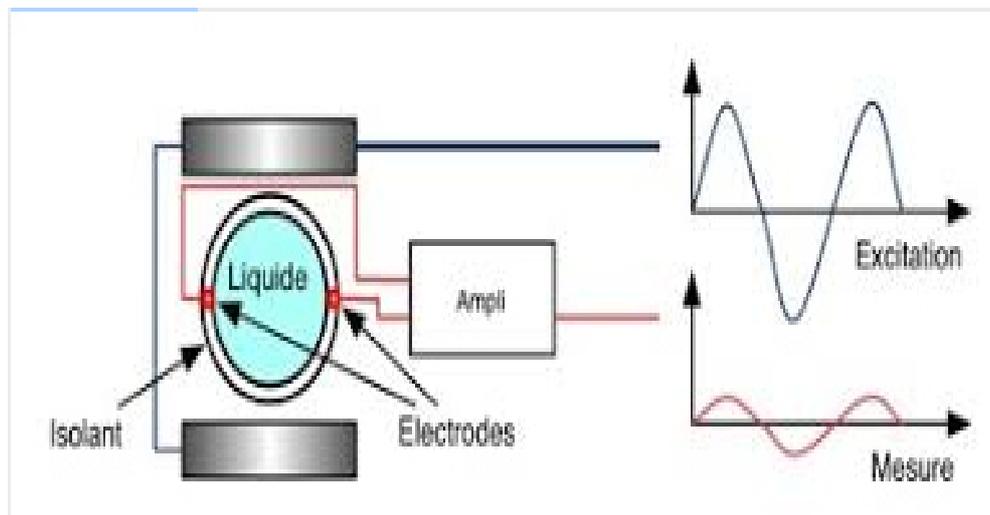


Figure 1.8 : Principe de fonctionnement Débitmètres électromagnétiques

### 6. Capteurs de niveau ultrasonique

Les capteurs de niveau à ultrasons (voire Figure 1.9) fonctionnent en mesurant la distance entre la membrane du capteur (qui émet des ondes ultrasonores) et la surface de la substance ou du produit à mesurer. En effet, pendant son fonctionnement, le capteur de niveau ultrasonique émet des ondes ultrasonores qui seront réfléchies par le produit. Ces impulsions ultrasoniques, voyageant à la vitesse du son seront renvoyées par réflexion au capteur par la surface du produit. [6]

Il existe donc un laps de temps entre le moment où le capteur émet les ondes ultrasonores et le moment où il les reçoit par réflexion. Ce temps permet de déterminer la distance entre le capteur et

la surface du produit et par conséquent le niveau du produit à l'intérieur de la cuve ou du réservoir. Comme illustre la Figure 1.10.

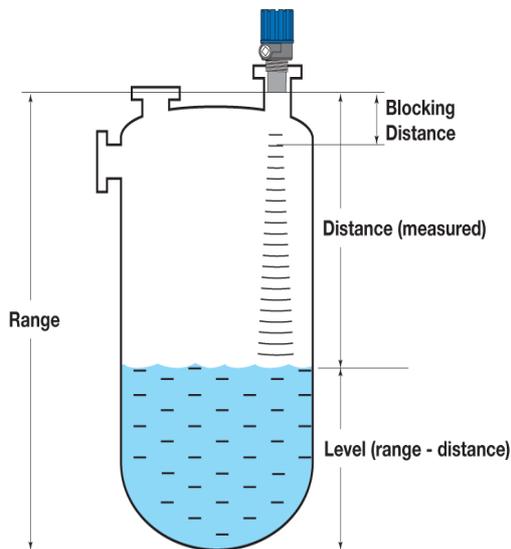


Figure 1.10 : Principe mesure de niveau par ultrasonique

Figure 1.9 : ultrasonique industriel

**7. les capteurs de niveau à flotteur :**

Le flotteur (comme montre la Figure 1.11) se maintient à la surface du liquide. Il est solidaire d'un capteur de position qui délivre un signal électrique correspondant au niveau. Sa position est peu dépendante de la masse volumique de liquide [7]. Comme illustre la Figure 1.12

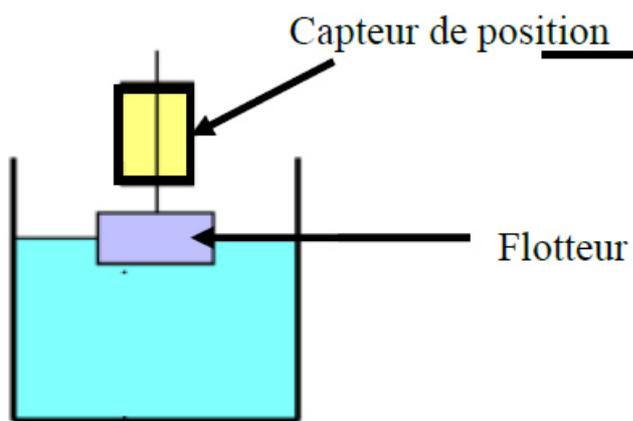


Figure 1.12 : Principe mesure de niveau par flotteur

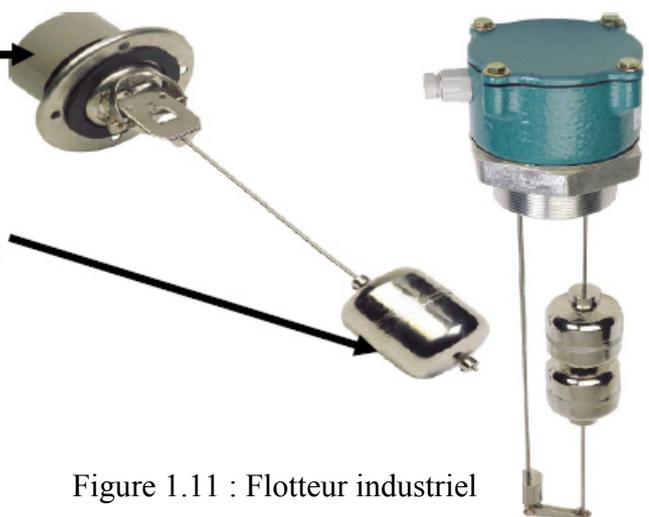


Figure 1.11 : Flotteur industriel

## 8. Normes :

Le travail suivant est conforme aux normes internationales suivantes :

- Commission Electrotechnique Internationale (CEI)
- La norme NF C 15-100 et NF C 14-100
- La norme ISO

### 8.1. La norme NF C 15-100 :

La norme NF C 15-100 fixe les règles de conception, de réalisation et d'entretien des installations électriques basse tension en France. Elle veut ainsi offrir aux occupants une sécurité optimale et une garantie de bon fonctionnement par exemple (la mise a la terre, les protections des personnes et des bien (les machines), les protections contre la foudre,) . Toutes les installations, neuves ou entièrement rénovées, doivent respecter cette norme. [8]

#### 8.1.1. Classification des normes françaises

La référence d'une norme française comprend trois lettres et cinq chiffres comme l'indique la Figure 1.13.

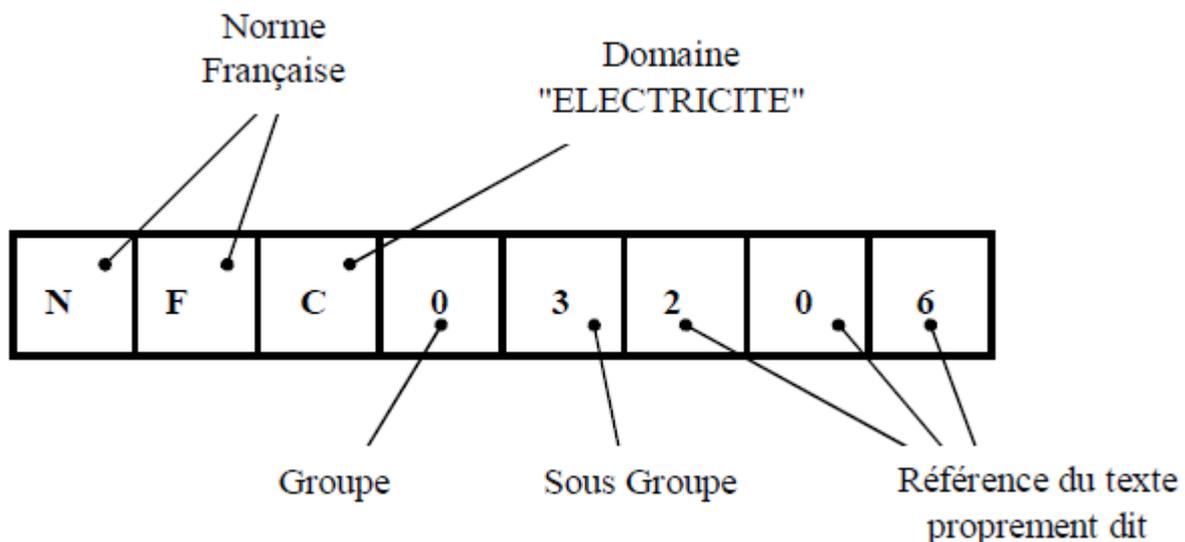


Figure 1.13 : Référence d'une norme française

N.F.: Normes Françaises;

C: Classe C : Lettre indiquant le domaine traité par la norme "C désigne l'ELECTRICITE" ;

0 : Groupe 0 : C'est le groupe des généralités ; il existe dix groupes de 0 à 9 ;

3 : Sous groupe 3 : Texte qui traite des schémas et des symboles ; il existe dix sous groupes de 0 à 9.

**8.2.La norme NF C 14-100 :**

La norme NF C 14-100 traite de la conception et de la réalisation des installations de branchement à basse tension comprises entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison aux utilisateurs.

Elle s'applique aux branchements individuels et aux branchements collectifs (branchements comportant plusieurs points de livraison). [9]

**8.3.La Norme CEI :**

La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI).

La présente partie de la CEI 60834 s'applique aux systèmes de commande de télé protection utilisés pour transmettre les informations de commande, en principe en conjonction avec le matériel de protection. Elle a pour objectif d'établir les exigences relatives aux performances et aux méthodes d'essai recommandées pour le matériel de commande de télé protection. L'information transmise par le matériel de commande de télé protection peut être sous forme analogique ou numérique. [10]

**8.4.Norme OSI :**

International Organisation for Standardisation (Organisation internationale de normalisation)

L'Organisation Internationale pour la Normalisation est une organisation non gouvernementale éditrice de normes internationales (plus de 19.500). Constituée en réseau d'instituts nationaux de normalisation de 159 pays, selon le principe d'un membre par pays, son Secrétariat central est situé à Genève en Suisse et assure la coordination d'ensemble. [11]

**9. Régimes de neutre**

L'utilisation de l'énergie électrique présente des risques tant pour les personnes que pour les matériels.

Pour des raisons de sécurité, ces masses sont reliées par un conducteur de protection lui-même relié à une prise de terre.

La distribution de l'énergie électrique, en courant alternatif triphasé avec neutre permet, selon les types d'installation, des combinaisons neutre-masse, qui optimisent la protection.[12]

## 10. Classification des régimes de neutre :

Le comité Electrotechnique international (CEI) a classé officiellement trois normes.

### 10.1. Régime TT :

Le neutre de la source d'énergie est mis à la terre, et la masse de l'installation électrique est mise à son tour à la terre, c'est le cas le plus simple. Comme montre la Figure suivante [12]

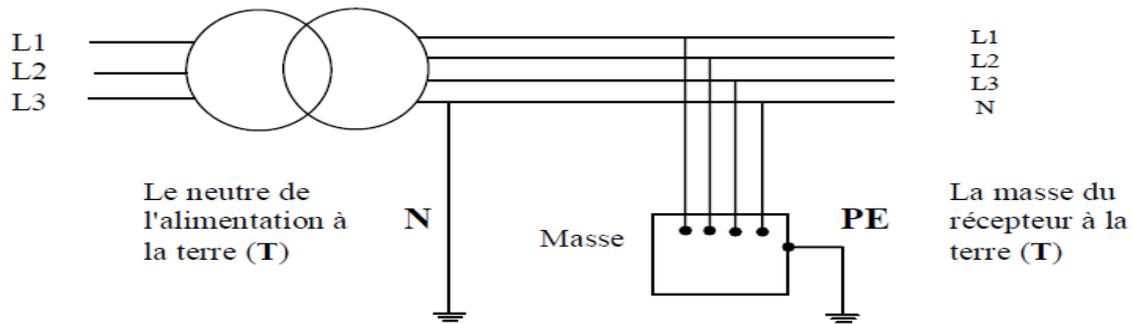


Figure1.14: Régime TT

### 10.2. Régime IT :

Le neutre de la source de tension est isolé ou relié à la terre par une forte impédance, les masses d'installation sont reliées à la terre comme l'indique la figure suivante. [12]

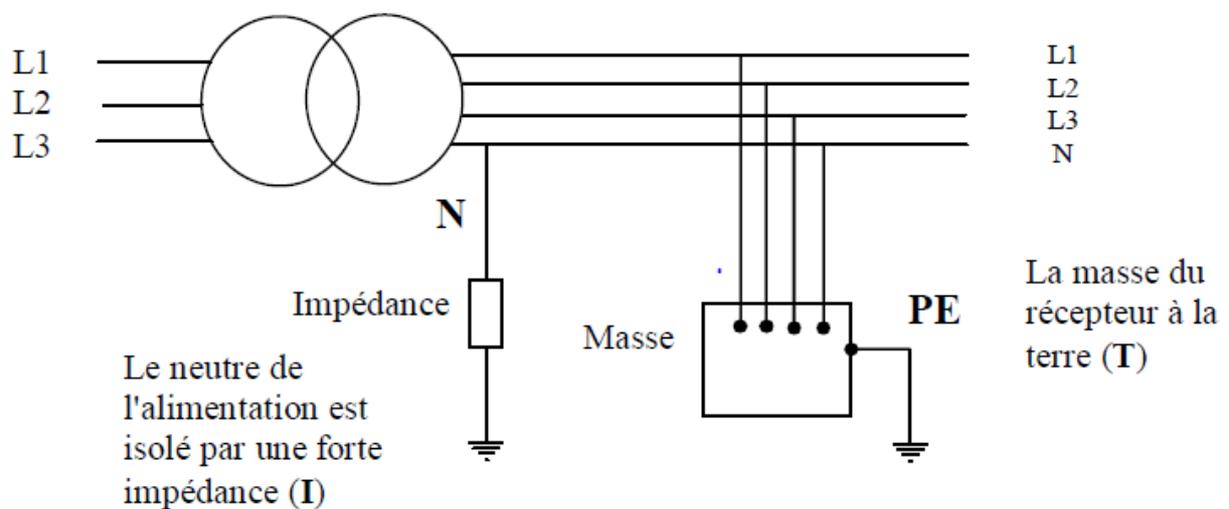


Figure 1.15 : Régime IT

### 10.3. Régime TN :

Dans ce régime le neutre est mis à la terre et les masses sont reliées au neutre par un conducteur de protection. Deux cas qui se présentent :

#### 10.3.1. Régime TNC :

Le conducteur de protection de PE et le conducteur N de l'alimentation peuvent être confondus en un seul conducteur PEN. Comme illustre la Figure suivante [12]

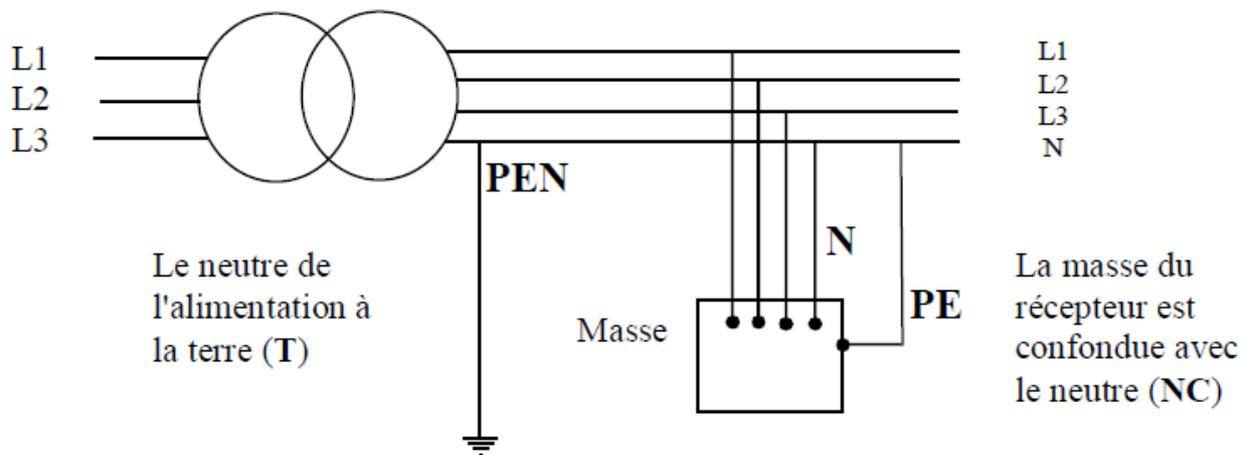


Figure 1.16 :. Régime TNC

#### 10.3.2. Régime TNS

Le conducteur de protection PE et le conducteur N du côté de l'alimentation peuvent être séparés Comme illustre la Figure suivante. [12]

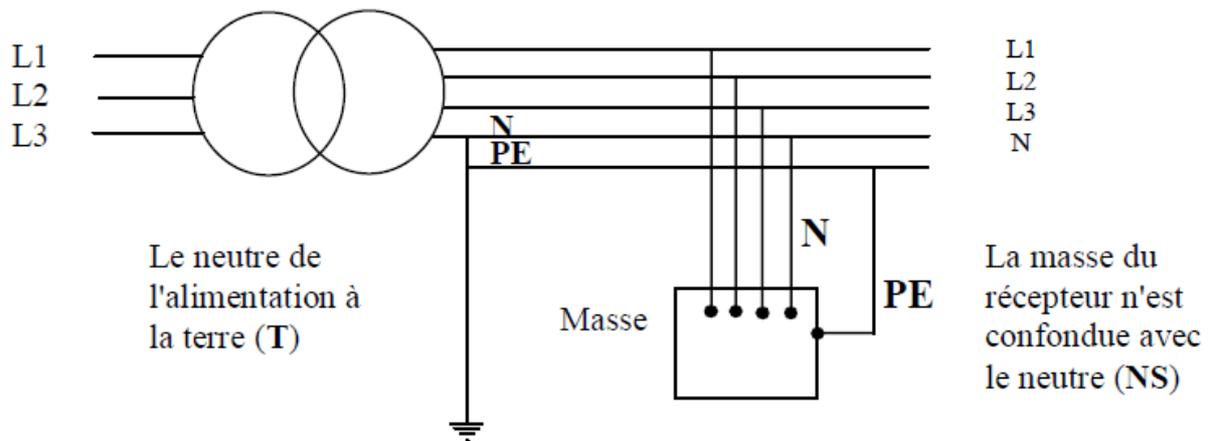


Figure 1.17 : Régime TNS

**11. Caractéristiques des différents régimes de neutre :**

Le tableau suivant se récapitule selon la norme CEI les montages de chaque régime de neutre, ainsi les précautions pour assurer la protection des appareils et personnes. [12]

| Régime | Techniques s'exploitation  | Techniques de protection des personnes   | Principales caractéristiques  |
|--------|--|--|---|
| TT     | Coupure au premier défaut d'isolement  | Mise à la terre des masses associées à l'emploi obligatoire de dispositifs différentiels   | La présence de différentiels permet la prévention des risques d'incendie pour une sensibilité égale ou supérieure à 300mA.<br>Chaque défaut d'isolement entraîne une coupure du circuit protégé.  |
| TN     | Coupure au premier défaut d'isolement  | Interconnexion et mise à la terre des masses et du neutre obligatoires.<br>Coupure par protection contre les surintensités par fusibles ou disjoncteurs. | Il nécessite un personnel d'entretien très compétent.<br>Les risques d'incendie sont accentués du fait de l'importance des courants de défaut.<br>Le schéma TNS est obligatoire pour les sections de conducteurs inférieures à 10 mm <sup>2</sup> . |
| IT     | Signalisation du défaut simple d'isolement ;<br>Recherche et élimination obligatoire du défaut ;<br>Coupure en cas de défaut double. | Interconnexion et mise à la terre des masses.<br>Coupure par protection de surintensité (fusibles-disjoncteur) en cas de défaut double.                  | Il nécessite un personnel pour la surveillance.<br>Il nécessite un bon niveau d'isolement des réseaux.  |

Tableau 1.1 : Caractéristiques des différents régimes de neutre

**12. Le Régime du neutre choisis dans notre projet :**

Le régime de neutre choisis dans notre projet est TNS, et c'est un bon choix car :

- Il assure protection des personnes contre les chocs électrique (contacte directe et indirecte).
- Il assure la protection contre les surtensions.
- Il est obligatoire pour des sections inférieures à 10 mm<sup>2</sup>.

**13. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents éléments de notre système de stockage et leurs fonctionnements, ce qui permet de mieux comprendre les étapes à suivre pour réaliser notre projet.

Dans le prochain chapitre nous allons énumérer les différentes étapes à suivre pour la réalisation de notre armoire commande en occurrence celle de la station de remplissage.

---

**Chapitre 2 :**  
**Dimensionnement et réalisation**  
**De l'armoire électrique**

---

## 1. Introduction :

Toute installation électrique industrielle a besoin d'une armoire de commande électrique pour alimenter et commander ses différents composants électriques (moteurs, capteurs...etc.) en énergie électrique pour assurer leur fonctionnement.

Après avoir étudié le processus de la station de stockage, nous procéderons à la désignation des différents matériels, nécessaires à la réalisation de cette armoire et le dimensionnement des sections des conducteurs et des protections.

## 2. Les étapes de réalisation d'une armoire électrique :

La réalisation d'une armoire électrique, passe par une succession d'étapes qui se résume comme suit :

- Etablir un bilan de puissance de l'installation
- Dimensionner les sections des conducteurs et des protections.
- Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire.
- Le choix de l'armoire.
- Le câblage de l'armoire.

## 3. Bilan de puissance :

L'établissement du bilan de puissance est une étape indispensable dans la conception d'une installation électrique. Il prend en compte la totalité des puissances des appareils installés et leur utilisation en tenant en compte de leur nature, de type, et les différentes caractéristiques électriques.

L'élaboration d'un bilan de puissance nécessite la connaissance de l'installation (schéma unifilaire) et les modes de fonctionnement des récepteurs. Afin d'établir un bilan de puissance, il est nécessaire de connaître les notions suivantes [13] :

### 3.1. Facteur de charge $K_u$ :

Le facteur d'utilisation donné en pourcentage est le rapport entre la puissance électrique effectivement consommée et la puissance nominale.

$$\text{facteur de charge} = \frac{\text{puissance électrique consommée (réelle)}}{\text{puissance nominale (max)}} \% \quad (2.1)$$

### 3.2. Facteur de simultanéité :

Selon CEI, c'est un rapport exprimé en valeur numérique ou en %, de la puissance maximale appelée par un ensemble de charge ou un groupe d'appareils électriques, au cours d'une période déterminée, à la somme des puissances maximales individuelles appelées pendant la même période.

[13]

### 3.3.Facteur de diversité $K_d$ :

Ce facteur est défini comme étant l'inverse du facteur de simultanéité. [13]

### 3.4.Puissance installée :

La puissance installée mesurée en kW est la somme des puissances nominales de tous les récepteurs de l'installation.

L'indication de la puissance nominale ( $P_n$ ) est marquée sur la plupart des appareils et équipements électriques. En pratique, la puissance nominale n'est pas toujours la puissance réellement consommée par le récepteur. [13]

### 3.5.Puissance absorbée $P_a$ :

La puissance (apparente) absorbée  $P_a$  par une charge (qui peut être un simple appareil) est obtenue à partir de sa puissance nominale et de l'application des coefficients suivants :

La puissance apparente consommée de la charge : [13]

$$P_a = \frac{P_n * K_u * K_d}{\eta * \cos(\varphi)} \quad (2.2)$$

Il faut savoir également le type de service pour chaque charge, parce que chaque puissance doit être multipliée par un facteur lié à son propre type de service.

- Pour un service continu, on définit un facteur  $K_{cont}=1$ .
- Pour un service intermittent, on définit un facteur  $K_{inter}=0.3$
- Pour un service de réserve, on définit un facteur  $K_{rés}=0.1$

## 4. Bilan de puissance de l'installation :

Prenant l'exemple d'une Vanne d'arrivée dont la puissance nominale  $P_n=0,7$  kW et  $\cos(\varphi) = 0,54$  ; *rendement* = 1 ;  $K_u = 1$  ;  $K_d = 1$

La puissance absorbée est :

De l'équation (2.2) on obtient :

$$P_a = \frac{0,7}{0,54} = 1,296 \text{ Kw}$$

Nous multiplions la puissance absorbée par le facteur qui tient compte du type de service, si le type de service est continu on multiplie par 1 et on trouve  $P_a=1,296$  kW, s'il est intermittent on multiplie par 0.3 et on trouve  $P_a=0,38$  kW, enfin s'il est un service de réserve nous devons multiplier par 0.1 et on trouve  $P_a=0,13$  kW

Le Tableau 2.1 regroupe le nombre global des puissances dans notre installation.

| N° | Désignation Equipeme      | Puissance nominale k | Tensio | Intensité(N) | rendemen | Ks | cos(φ) | Facteur de char | Puissance absorb      | Pactive | Préactive |
|----|---------------------------|----------------------|--------|--------------|----------|----|--------|-----------------|-----------------------|---------|-----------|
| 1  | Vanne d'arrivé 01         | 0,7                  |        |              |          | 1  | 0,54   | 1               | 1,296                 | 0,700   | 1,091     |
| 2  | vanne d'arrivé 02         | 0,7                  |        |              |          | 1  | 0,54   | 1               | 1,296                 | 0,700   | 1,091     |
| 3  | vanne de départ 01        | 0,7                  |        |              |          | 1  | 0,54   | 1               | 1,296                 | 0,700   | 1,091     |
| 4  | vanne de départ 02        | 0,7                  |        |              |          | 1  | 0,54   | 1               | 1,296                 | 0,700   | 1,091     |
| 5  | Départ pont roulant       | 5                    |        |              |          | 1  | 0,8    | 1               | 6,250                 | 5,000   | 3,750     |
| 6  | Éclairage intérieure 01   | 0,216                |        |              |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,270                 | 0,216   | 0,162     |
| 7  | Eclairage intérieure 02   | 0,216                |        |              |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,270                 | 0,216   | 0,162     |
| 8  | Éclairage extérieure      | 1,7                  |        |              |          | 1  | 0,8    | 1               | 2,125                 | 1,700   | 1,275     |
| 9  | Prise de corant terre 16A |                      | 0,23   | 0,016        |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,005                 | 0,004   | 0,003     |
| 10 | Prise de corant terre 32A |                      | 0,4    | 0,032        |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,016                 | 0,013   | 0,010     |
| 11 | Débimètre                 | 0,1                  |        |              |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,125                 | 0,100   | 0,075     |
| 12 | API                       |                      | 0,024  | 0,002        |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,00006               | 0,00005 | 0,00004   |
| 13 | Instrément                | 0,1                  |        |              |          | 1  | 0,8    | 1               | 0,125                 | 0,100   | 0,075     |
| 14 | Alimentation 24V          |                      | 0,024  | 0,005        |          |    | 0,8    | 1               | 0,0002                | 0,0001  | 0,0001    |
|    |                           |                      |        |              |          |    |        |                 | puissance active tota | 6,761   |           |
|    |                           |                      |        |              |          |    |        |                 | puissance active tota | 6,973   |           |
|    |                           |                      |        |              |          |    |        |                 | puissance aparente t  | 9,713   | KVA       |

Tableau 2.1 : Bilan de puissance

### 5. Détermination de la section minimale d'une canalisation :

Il est important de calculer correctement la section des câbles utilisés dans une installation électrique. En effet, une section faible va entraîner un échauffement dû à la résistance du câble ; ce qui peut créer un incendie et une perte de tension. Une section trop importante peut entraîner un problème de poids et de coût. Les câbles électriques sont considérés comme les piliers d'une installation électrique, d'où la nécessité d'un dimensionnement optimal

#### 5.1. Les étapes à suivre pour calculer la section de câble :

##### 5.1.1. Calcule de courant d'emploi ( Ib ) :

Le courant d'emploi est donné par la formule suivante. [14]

$$I_b = P_u * \frac{1}{r * \cos\phi} * f_u * f_s * f_e * f_i \quad (2.3)$$

$P_u$  : la puissance utile en Kw

$r$  : le rendement

$f_u$  : Facteur d'utilisation

$f_s$ : Facteur de simultanéité

$f_e$  : Facteur d'extension

$f_i$  : Facteur d'intensité

### 5.1.2. Calcul de courant nominale $I_n$ :

L'équation 2.4 montre la formule pour obtenir le courant nominale

$$I_n = 1,3 * I_b \quad (2.4)$$

### 5.1.3. Le courant admissible avant la correction $I_z$ :

Le courant admissible avant la correction est donné par l'équation (2.5)

$$I_z = I_n \quad (2.5)$$

### 5.1.4. Le courant admissible après la correction :

C'est le courant maximal que la canalisation peut véhiculer en permanence sans préjudice pour sa durée de vie.

Pour déterminer ce courant, il faut procéder de la façon suivante :

- À l'aide des tableaux 1 et 2 (annexe A) définir le mode de pose, son numéro et sa lettre de sélection associés.
- À partir des conditions d'installation et d'ambiance, déterminer les valeurs des facteurs de correction qui doivent être appliqués.
- Calculer le facteur de correction global égal au produit des facteurs de correction
- À l'aide du tableau 13 (annexe A) pour les lettres de sélection  $B, C, E, F$  et du tableau 14 (annexe A) pour la lettre de sélection  $D$ , déterminer le courant maximal  $I_z$  admissible par la canalisation dans les conditions standard ( $f_0$  à  $f_{10} = 1$ )
- Calculer le courant maximal admissible par la canalisation en fonction de ses conditions d'installation :  $I'_z = \frac{I_z}{f_{cg}}$ .

On peut déterminer la section des câbles à l'aide de tableau 13 et 14 (Annexe A), en se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection choisi, on choisit la valeur immédiatement supérieure à  $I'_z$ .

## 5.2.Vérification après le choix de la section : [14]

### 5.2.1. Chute de tension :

La chute de tension (en Volt) sur une canalisation est calculée par la formule (2.6) :

$$\Delta V = b * (\rho * \frac{L}{S} * \cos(\varphi) + \lambda * L * \sin(\varphi)) * I_B \quad (2.6)$$

$\Delta V$ : chute de tension, en volt

$b$  : coefficient :  $\begin{cases} = 1 \text{ pour circuit trip} \square \text{asé} \\ = 2 \text{ pour circuit monop} \square \text{asé} \end{cases}$

$\rho$  : Résistivité du conducteur en service normal, soit 1,25 fois celle à 20 °C

$\rho = 0,0225 \text{ W mm}^2/\text{m}$  pour le cuivre ;  $\rho = 0,036 \text{ W mm}^2/\text{m}$  pour l'aluminium

$L$  : longueur de la canalisation, en mètre

$S$  : section des conducteurs, en  $\text{mm}^2$

$I_B$  : courant maximal d'emploi, en ampère

$\lambda$  : réactance linéique des conducteurs, en W/m :

$$\lambda = \begin{cases} 0,8 * \frac{10^{-3}\Omega}{m} & \text{pour les cables tripolaires} \\ 0,9 * \frac{10^{-3}\Omega}{m} & \text{pour les cables unipolaires serés en nappe ou en triangle} \end{cases}$$

Conformément à la norme NF C 15-100 § 525, la chute de tension entre l'origine de l'installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau 15 (Annexe C).

### 5.2.2. Longueur maximale de canalisation :

La longueur maximale de canalisation  $L_{max}$  est définie par la relation suivante :

$$L_{max} = \frac{0,8 * V_n * S_{p \square}}{\rho * (1+m) * I_m} \quad (2.7)$$

$V_n$ : Tension simple en volts

$S_{p \square}$ : Section des phases en  $\text{mm}^2$

$\rho$ : Résistivité des conducteurs ( $\rho = 0.027 \text{ W} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  pour le cuivre ;  $\rho = 0.043 \text{ W} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  pour l'aluminium)

$$m = \frac{S_{p \square} : \text{Section des p} \square \text{ases}}{S_{PE} : \text{Section du conducteur de protection}} \quad (2.8)$$

$I_m$  : courant de fonctionnement du déclencheur magnétique du disjoncteur, on le tire à partir du catalogue de disjoncteur choisi.

## 6. Détermination de la section minimale des canalisations:

### 6.1. A l'extérieur de l'armoire de commande :

#### 6.1.1. Calcule Théorique :

Nous allons déterminer la section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire de commande ( de l'armoire électrique vers les équipements extérieurs)

Prenant exemple d'une vanne motorisée (vanne d'arrivée).

Pour la totalité des charges, nous allons utiliser un logiciel de calcul CANECO BT afin de minimiser le temps de calcul, cela dit, ce logiciel respecte la norme NF C 15-100.

Voici la fiche technique de notre vanne motorisé :



Figure2.1 : fiche technique vanne motorisé

#### ➤ Calcule de courant d'emploi ( $I_b$ ) :

$$I_b = P_u * \frac{1}{r * \cos\varphi} * f_u * f_s * f_e * f_i$$

$$I_b = 0,7 * \frac{1}{0,9 * 0,54} * 0,75 * 1 * 1,2 * 1,4 = 1,82 \text{ A}$$

#### ➤ Le courant admissible avant la correction $I_z$ :

D'après la fiche :  $I_z = I_n = 3,2 \text{ A}$

#### ➤ Le courant admissible après la correction $I'_z$ :

$$I'_z = \frac{I_z}{f_{cg}}$$

#### ➤ Calcule de $f_{cg}$ :

#### ❖ Définir le mode de pose de l'installation :

On a utilisé un câble monoconducteur dans des conduits profilés enterrés

D'après le tableau 2 ( Annexe C)

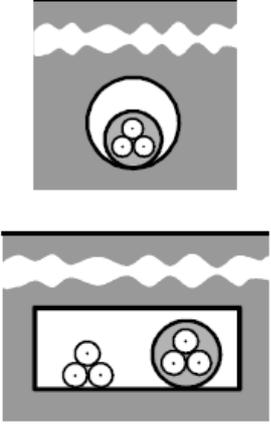
| Exemple   | Description   | N° | Lettre de sélection | Facteurs de correction à appliquer |       |       |       |       |
|---|---|----|---------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|   |   |    |                     | $f_0$                              | $f_2$ | $f_3$ | $f_8$ | $f_9$ |
|  | Câbles mono ou multi-conducteurs dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés | 61 | D                   | 0,8                                | $f_2$ | $f_3$ | $f_8$ | $f_9$ |

Tableau 2.2 : Mode de pose pour la vanne motorisé 1 [14]

Donc on est dans le mode de pose numéro 61, la lettre de sélection est D, et les facteurs de correction qu'il faut tenir compte sont  $f_0$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_8$ , et  $f_9$ .

❖ **Facteur de correction globale :**

On tire les valeurs des facteurs de correction  $f_0, f_2, f_3, f_8$  et  $f_9$  :

- $f_0 = 0.8$
- $f_2 = 0.93$  (vu que la température de l'air est  $30\text{ °C}$  et le type d'isolement est PR)
- $f_3 = 1.05$  (vu que l'humidité de terrain dit normal)
- $f_8 = 1$  (une seule conduite)
- $f_9 = 0,71$  (deux câbles multiconducteurs)

**Donc le facteur de correction global est :**

$$f_{cg} = f_0 * f_2 * f_3 * f_8 * f_9 = 0,8 * 0,93 * 1,05 * 1 * 0,71 = 0,55$$

**Le courant équivalent que la canalisation doit pouvoir véhiculer dans les conditions standards d'installation est :**

$$I'_z = \frac{I_z}{f_{cg}} = \frac{3,2}{0,55} = 5,82 \text{ A}$$

Le tableau (lettre de sélection D, PR3, cuivre) donne une section minimale  $S = 1.5 \text{ mm}^2$  qui a un courant admissible  $I_a = 346 \text{ A}$ .

➤ **Vérification :**

Dans le but de vérifier si la section calculée est bonne, on calcule :

❖ **Chute de tension :**

Elle est donnée par la formule :

$$\frac{\Delta V}{U} = b * (\rho * \frac{L}{S} * \cos(\varphi) + \lambda * L * \sin(\varphi)) * \frac{I_B}{U}$$

Avec les coefficients indiqués précédemment, on trouve :

$$\frac{\Delta V}{U} = 1 * (0,0225 * \frac{30}{1,5} * 0,54 + 0,8 * 10^{-3} * 30 * 0,84) \frac{2,73}{380} = 0,24\%$$

❖ **Longueur maximale de canalisation:**

Avec la formule citée précédemment:

$$L_{max} = \frac{0,8 * V_n * S_{p\Box}}{\rho * (1 + m) * I_m}$$

Donc on trouve :

$$L_{max} = \frac{0,8 * 230 * 1,5}{0,027 * (1+1) * 50} = 102 \text{ m}$$

### 6.1.2. Résultats donnés par Caneco BT :

➤ **Présentation de Caneco BT :**

Caneco BT est un logiciel de conception automatisée d'installations électriques basse tension du groupe ALPI. Il intègre en une seule et même solution les différents métiers de l'électricien:

Calculs et dimensionnement des circuits, schéma unifilaire, carnet de câbles, liste de circuits avec réglages et types de protections. Il sert à :

- Calculer et dimensionner économique des circuits : Il effectue les calculs électriques selon les normes en vigueur, et dimensionne automatiquement les matériels les plus adaptés à partir d'une base de données multi fabricants.

- Réaliser automatiquement des schémas électriques de puissance et de commande : Il permet la conception automatique des schémas de puissance et de commande grâce à quatre interfaces de travail dynamique, et la conception automatisée des armoires préfabriquées. Il peut aussi prédéterminer les matériels électriques dimensionnés et les auxiliaires, conformément aux règles de conception du fabricant d'origine.

- Identifier des nomenclatures des tableaux et des câbles de toute l'installation : Grâce à la base des données techniques et tarifaires, qui regroupe 400 000 articles, il réalise la nomenclature et le chiffrage complet des tableaux et câbles.

L'interface utilisateur de Caneco BT ressemble à celle de la plupart des programmes fonctionnant sous environnement Windows. La barre des menus située en haut de l'écran présente les neuf menus de Caneco BT. Les commandes contenues dans ces menus permettent soit de déclencher directement une action, soit d'afficher un sous-menu ou une Boîte de dialogue. Sous cette barre de menus, figure la barre des outils qui permettent d'accéder directement à une commande existant dans les menus. [15]

Le schéma unifilaire de notre station est illustré sur la Figure2.2

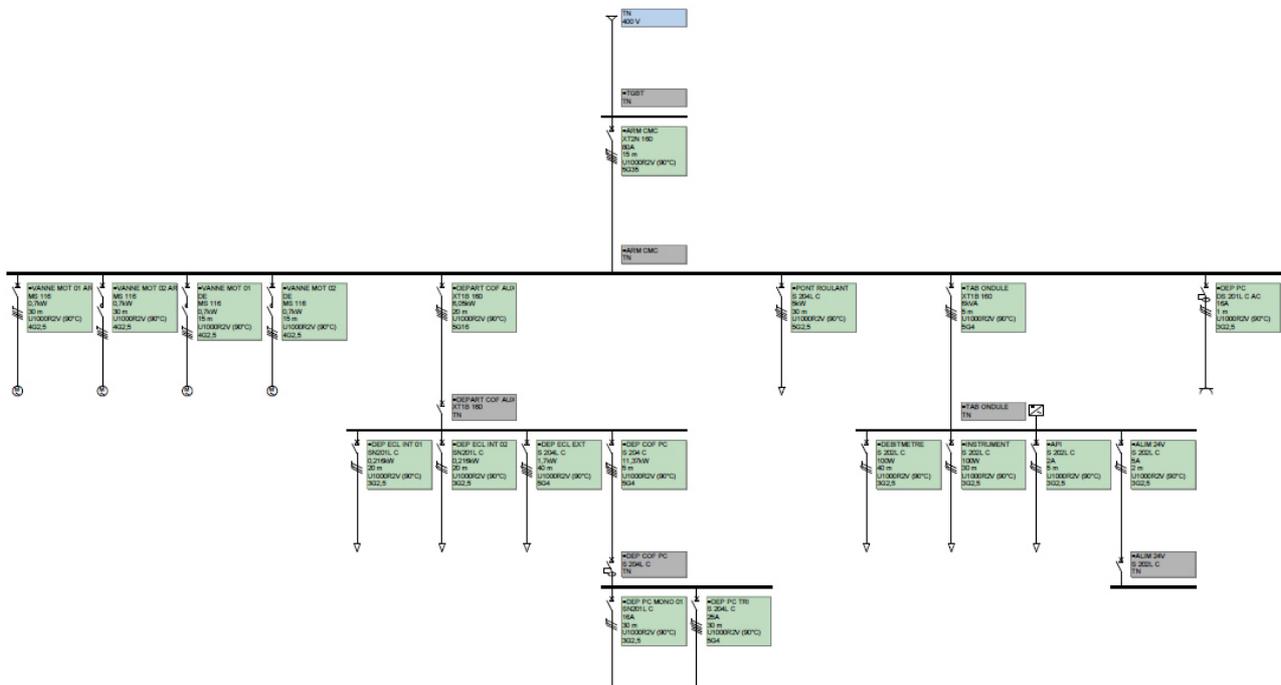


Figure2.2 : schéma unifilaire de l'installation.

Dans l'exemple d'une vanne d'arrivée on a trouvé ces résultats, voire Figure 2.3

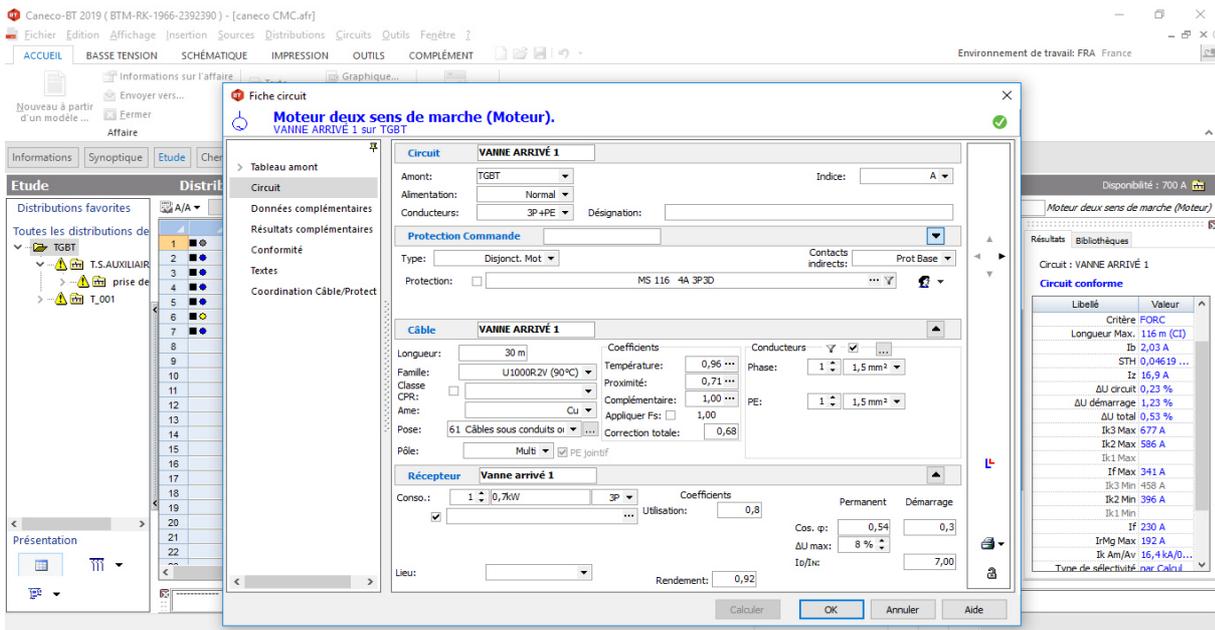


Figure 2.3 : résultat trouvé par CANECO BT

**6.1.3. comparaison entre les résultats donnée par CANECO BT et les résultats calculés :**

Après avoir calculé la section minimale des canalisations, et les résultats obtenu par CANECO BT on à arriver à conclue ces résultats, voire le tableau 2.3

| Les coefficients         | Les résultats calculés | Les résultats donnés par CANECO BT |
|--------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Ib (A)                   | 1,82                   | 2,03                               |
| Iz' (A)                  | 7,27                   | 16,9                               |
| S (mm <sup>2</sup> )     | 1,5                    | 1,5                                |
| $\frac{\Delta u}{u}$ (%) | 0,24                   | 0,23                               |
| Lmax (m)                 | 102                    | 116                                |

Tableau2.3 : Comparaison des résultats donnée par CANECO BT et les résultats calculés

En remarque que, il y a pas en grande déference entre les résultats théoriques et les résultats donnés par CANECO BT, cette petite différence et lié à des coefficients de calcul, sachant que dans CANECO BT il y a des coefficients supplémentaires qui entrant dans les calculs, et ces coefficients- là ont l'utilisant pas dans le calcul théorique.

### 6.1.4. Liste complète de section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire :

La section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire est donnée par le Tableau 2.4

| matériel                            | Ib<br>(A) | In<br>(A) | Iz<br>(A) | fcg  | Iz'<br>(A) | S<br>(mm <sup>2</sup> ) | ΔV/V<br>(%) | Lmax<br>(m) | S<br>(normalisé) |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------|------------|-------------------------|-------------|-------------|------------------|
| vanne d'arrivée<br>(2)              | 2,73      | 3,2       | 3,2       | 0,55 | 5,82       | 1,5                     | 0,24        | 102         | 1,5              |
| vanne de<br>départ (2)              | 2,73      | 3,2       | 3,2       | 1,04 | 3,08       | 1,5                     | 0,24        | 102         | 1,5              |
| Débitmètre                          | 0,6       | 17        | 17        | 1,04 | 16,35      | 1,5                     | 1,25        | 28          | 1,5              |
| capteurs de<br>niveau à<br>flotteur | 1,5       | 2         | 2         | 0,55 | 3,64       | 1,5                     | 0,23        | 98          | 1,5              |

Tableau 2.4 : section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire de commande

### 6.2. A l'intérieur de l'armoire de commande :

Nous allons déterminer la section minimale des canalisations à l'intérieur de l'armoire de commande

Prenant exemple d'un disjoncteur de tête.

On a : 
$$S = \frac{100 * \rho * 2L * I}{U * \Delta U}$$

Sachant que :

- Tension (U) en volt (V)
- Chute de tension (ΔU) en %
- Résistivité du conducteur : ρ
- Longueur (L) en mètre (m)
- Intensité (I) en ampère (A)
- Section (S) en mm<sup>2</sup>

Donc : 
$$S = \frac{100 * 0,023 * 2 * 0,5 * 160}{690 * 3\%} = 17,78 \text{ mm}^2$$

Avec :

- $\rho = 0,023$
- Intensité (I) et Tension (U), on les définit à partir de la fiche technique de chaque composant.

### 6.2.1. Liste complète de section minimale des câbles à l'intérieur de l'armoire :

La section minimale des canalisations à l'extérieur de l'armoire est donnée par le tableau 2.5

| équipement                      | $\rho$ | L (m) | I (A) | U (V) | $\Delta U$ (%) | Section (mm <sup>2</sup> ) | Section normalisé (mm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------|--------|-------|-------|-------|----------------|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>disjoncteur de tête</b>      | 0,023  | 0,5   | 160   | 690   | 0,03           | 17,78                      | 25                                   |
| <b>Parafoudre</b>               | 0,023  | 1     | 125   | 1200  | 0,03           | 15,97                      | 16                                   |
| <b>Relais de phase</b>          | 0,023  | 1     | 3     | 230   | 0,03           | 2,00                       | 2,5                                  |
| <b>Centrale de mesure</b>       | 0,023  | 1,5   | 2,5   | 230   | 0,03           | 2,50                       | 2,5                                  |
| <b>onduleur</b>                 | 0,023  | 1     | 3     | 220   | 0,03           | 2,09                       | 2,5                                  |
| <b>Alimentation 24</b>          | 0,023  | 1,5   | 0,2   | 24    | 0,03           | 1,92                       | 2,5                                  |
| <b>Automate M221</b>            | 0,023  | 1     | 2     | 250   | 0,03           | 1,23                       | 1,5                                  |
| <b>disjoncteur moteur vanne</b> | 0,023  | 0,7   | 7,5   | 400   | 0,03           | 2,01                       | 2,5                                  |

Tableau 2.5 : section minimale des canalisations à l'intérieur de l'armoire de commande

### 7. Liste des équipements :

Après avoir étudié le bilan de puissance, et à l'aide de logiciel CANECO BT, on a arrivé à choisir ces équipements, comme le montre le Tableau 2.6

| Désignation                              | Référence           | Quantité |
|--|---------------------|----------|
| <b>Disj XT1B 160 TMD 160-1600 4p F F</b> | 1SDA066820R1        | 1        |
| <b>E 9F10 GG6 Fusible</b>                | ABB.2CSM258723R1801 | 3        |

|   |                     |    |
|---|---------------------|----|
| <b>E 9F10 GG2 Fusible</b>   | ABB.2CSM258723R1801 | 19 |
| <b>E 93/32 Fusible interrupteur sectionneur (Porte fusible)</b>                 | ABB.2CSM204753R1801 | 3  |
| <b>Veilleuse compacte LED claire 230V AC</b>                                    | ABB.1SFA619403R5238 | 8  |
| <b>Veilleuse compacte LED claire 24V DC</b>                                     |                     | 1  |
| <b>Relais de phase CM.PSS 31S</b>   | ABB.1SVR730784R2300 | 1  |
| <b>Disjoncteur miniature - S200 - 4P - C - 25 ampères</b>                       | ABB.2CDS254001R0254 | 1  |
| <b>Dispositif de protection contre les surtensions OVR T2 3N 40-275 P TS QS</b> | ABB.2CTB803973R0500 | 1  |
| <b>CTPROXT200</b>   | 2CSG225805R1101     | 3  |
| <b>Central de mesure M2M</b>  | ABB.2CSG299893R4052 | 1  |
| <b>Porte fusible 1P E 91/32A</b>  | ABB.2CSM204753R1801 | 13 |
| <b>Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 10 ampere</b>                    | ABB.2CDS252001R0104 | 4  |
| <b>Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 16 ampere</b>                    | ABB.2CDS252001R0164 | 2  |
| <b>UPS PowerValue 11RT 1kVA B</b>   | ABB.4NWP100100R0001 | 1  |
| <b>Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 6 ampere</b>                     | ABB.2CDS252001R0064 | 4  |
| <b>Alimentation 24V 5A</b>  | -                   | 1  |
| <b>contact de porte (Fin de course)</b>   | NSYDCM20            | 1  |
| <b>ClimaSys CC - double thermostat</b>  | NSYCCOTH            | 1  |
| <b>LAMPE FLUORESCENTE 8W-220/240V W=342MM</b>                                   | EV1040              | 1  |
| <b>CHAUFFAGE ANTICONDENSATION 50W 160X42X42MM</b>                               | VA7950              | 1  |
| <b>Ventilation de l'armoire 180 m3/h</b>  | -                   | 1  |
| <b>Bouton poussoir CP1-10Y-10</b>   | ABB.1SFA619100R1013 | 1  |
| <b>Bouton poussoir CP1-10L-10</b>   | ABB.1SFA619100R1014 | 1  |
| <b>Disj Mod 4P S204M C 63</b>   | 2CDS274001R0634     | 1  |
| <b>Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 2</b>                            | ABB.2CDS252001R0024 | 4  |

|  |                     |    |
|--|---------------------|----|
| <b>ampere</b>  |                     |    |
| <b>Relais de sécurité BSR 10</b>   | 2TLA010040R0000     |    |
| <b>EMERGENCY STOP CE4T-10R-02</b>  | ABB.1SFA619550R1051 | 1  |
| <b>MS116-4 Manual Motor Starter</b>  | ABB.1SAM250000R1008 | 6  |
| <b>AF09-30-10-13 100-250V50/60HZ-DC<br/>Contactor</b>                                    | ABB.1SBL137001R1310 | 12 |
| <b>Verrouillage Mécanique VM4</b>  | 1SBN030105T1000     | 6  |
| <b>Contact Aux lateral CAL4-11</b>   | 1SBN010120R1011     | 6  |
| <b>Contact aux frontal HKF1-11 pour MS116</b>  | 1SAM201901R1001     | 6  |
| <b>COMMUTATEUR DE SÉLECTION C3SS1-<br/>10B-11</b>  | ABB.1SFA619210R1076 | 6  |
| <b>Veilleuse compacte LED verte 230V AC</b>  | ABB.1SFA619403R5232 | 6  |
| <b>Veilleuse compacte LED rouge 230V AC</b>  | ABB.1SFA619403R5231 | 6  |
| <b>Veilleuse compacte LED jaune 230V AC</b>  | ABB.1SFA619403R5233 | 6  |
| <b>PUSHBUTTON CP1-10G-10</b>   | ABB.1SFA619100R1012 | 6  |
| <b>PUSHBUTTON CP1-10R-10</b>   | ABB.1SFA619100R1011 | 6  |
| <b>Automate Programmable M221</b>  | SE.TM221CE40R       | 1  |
| <b>Module d'entrée numérique</b>   | SE.TM3DI32K         | 1  |
| <b>Module d'entrée numérique</b>   | SE.TM3DI16K         | 1  |
| <b>Module d'entrée Analogique</b>  | SE.TM3AI4G          | 1  |
| <b>Bornier 35 mm<sup>2</sup></b>   | -                   | 8  |
| <b>Zelio RXM - relais de puissance miniature -<br/>4OF - 230Vca</b>                      | SE.RXM4AB1P7        | 53 |
| <b>Zelio RXZ - embase pour relais miniature -<br/>avec contacts mixtes – connecteurs</b> | SE.RXZE2M114M       | 54 |
| <b>Zelio RXM - relais de puissance miniature -<br/>4OF - 24Vdc</b>                       |                     | 1  |
| <b>Bornier 2,5 mm<sup>2</sup></b>  | -                   | 98 |
| <b>Bornier 4 mm<sup>2</sup></b>  | -                   | 24 |
| <b>Convertisseur FO/RJ45</b>   | DMC-530SC           | 1  |
| <b>Cable ETHERNET</b>  | -                   | 1  |
| <b>Cable RS485</b>   | -                   | 1  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Armoire Métalliques avec une tôle en acier, epoxy gris lumière , le degré de protection IP65 / IK10 les dimensions HxLxP = 1800*1000*400</b> | - | 1 |
|---|---|---|

Tableau 2.6 : Liste des équipements pour l'armoire de commande

### 8. Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire :

Lorsque l'étude des dimensionnements soit des conducteurs, protections ou d'autres éléments qui peuvent faire partie de l'armoire comme l'éclairage, la ventilation ...etc. est terminée, on passe à la réalisation du schéma de l'armoire en respectant les normes internationales de traçage par ordinateur à l'aide du logiciel graphique « Eplan pro panel » qui peut tracer les différents circuits :

- Circuit de puissance.
- Circuit de commande.
- Circuit de signalisation.

Il y a trois grandes règles à respecter au niveau de la réalisation d'une armoire :

- ❖ Respecter la couleur des fils et leur section afin de recompter la nature de la tension qui circule (alternatif, continu, 24V, 230V, 400V, ...);
- ❖ Respecter le repérage des fils et des appareils électriques afin de mieux se situer sur le schéma électrique ;
- ❖ Respecter l'implantation des appareils électriques dans l'armoire (partie commande à gauche séparée de la partie puissance à droite).

Le respect de ces trois règles permet de faciliter la maintenance de l'armoire en cas de problème et permet une meilleure compréhension de l'installation.

Les schémas du câblage électrique est illustrés dans l'annexe D.

### 9. Le choix de l'armoire :

Le choix de la taille de l'armoire commence par l'analyse complète du schéma électrique, afin de déterminer le nombre exact d'appareils électrique à installer dans l'armoire et leurs encombrements, afin de procéder à une bonne disposition de ces derniers.

Le choix de l'armoire se fait en fonction de 'Hauteur \* Longueur \* Largeur' et aussi le volume du vide au moins 30%

Les armoires les plus utilisées sont dimensionnées comme suit :

- ❖ 1200\*800\*300
- ❖ 1600\*800\*300

- ❖ 2000\*1200\*600
- ❖ P6 : 2000\*800\*400
- ❖ 2P6 : 2000\*1600\*400
- ❖ 3P6 : 2000\*2400\*400 [16]

Pour notre armoire (Figure 2.4) et après estimation, la taille qui sera occupée par les différents organes et évaluation des espaces entre les différents blocs de l'armoire nous avons choisi un coffret de (H x L x P)= (1400x1000x400) mm<sup>3</sup>.

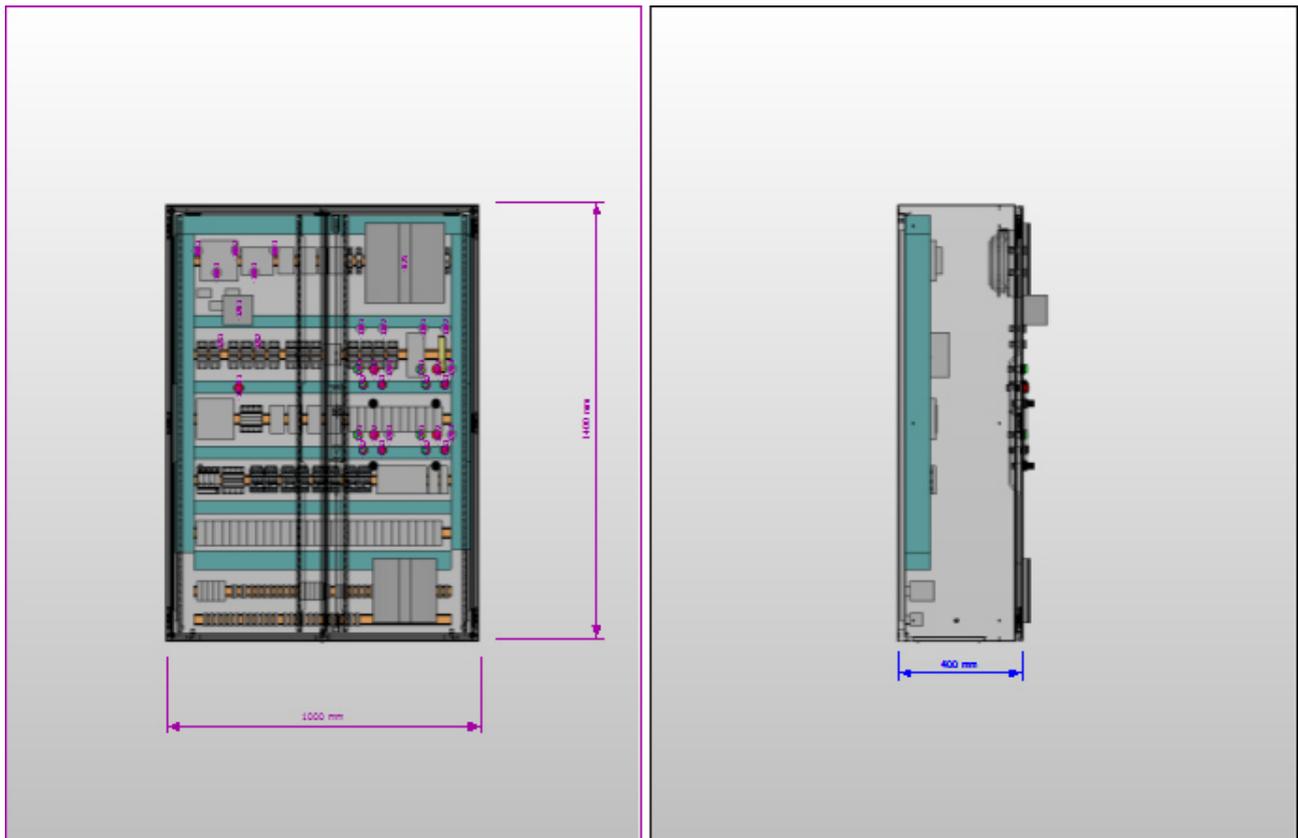


Figure 2.4 : dimension de l'armoire

## 10. Conclusion :

Au début de ce chapitre nous avons motionné les étapes nécessaires pour réaliser une armoire de commande, puis nous avons calculé le bilan de puissance de l'installation pour objectif d'avoir le meilleur système assurant le bon fonctionnement de l'installation électrique.

Nous avons aussi dimensionné les sections des différentes canalisations, permettant au courant d'y circuler normalement sans y provoquer des échauffements excessifs.

Le respect de ces étapes est très important pour la réussite de l'armoire électrique, du point de vue fonctionnement, protection et facilité de maintenance.

---

**Chapitre 3 :**  
**Description et programmation**  
**De l'automate MODICON M221**

---

## 1. Introduction :

L'automate programmable industriel API (PLC: Programmable Logic Controller), aujourd'hui est l'un des appareils les plus répandus dans l'industrie pour réaliser et commander des systèmes automatisés de production [17].

Ce chapitre sera consacré pour les systèmes automatisés et l'automate programmable industriel ainsi la programmation de fonctionnement de processus du système de stockage à l'aide du logiciel EcoStruxure Machine Expert – Basic utilisé pour la programmation des machines automatisées avec les contrôleurs logiques Modicon M221.

## 2. Généralités sur les systèmes automatisés de production :

L'automatisation d'un système consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir-faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur la matière d'œuvre, afin d'élaborer le produit final [18].

## 3. Structure d'un système automatisé de production :

Tout système automatisé est composé de trois parties principales : partie opérative, partie commande et partie interface Homme Machine (Supervision ou contrôle). Selon le schéma ci-dessous [19] :

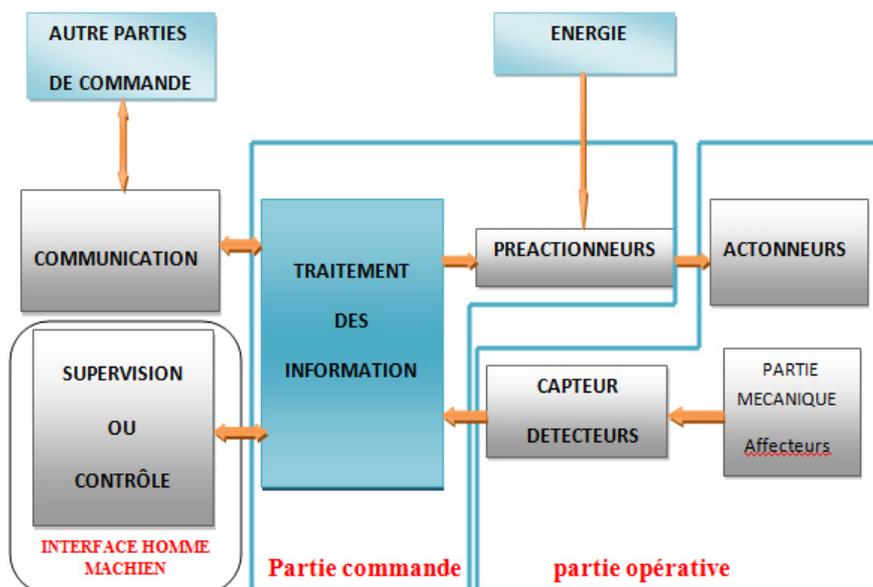


Figure 3.1 : Structure d'un système automatisé [19].

Partie commande (PC) elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative (PO), qui agissent sur la partie mécanique de système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre, les capteurs transmettent les informations proviennent de la partie opérative sous forme de compte-rendu.

L'interface Homme Machine permet à l'opérateur de commander, contrôler et superviser le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états proviennent de la partie commande.

#### 4. Généralité sur les automates programmable industriels :

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les préactionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique.

#### 5. Structure d'un API :

La structure interne d'un automate programmable est constituée essentiellement de quatre parties principales [19].

Le Structure interne d'un API est montrée dans la figure 3.2 suivante :

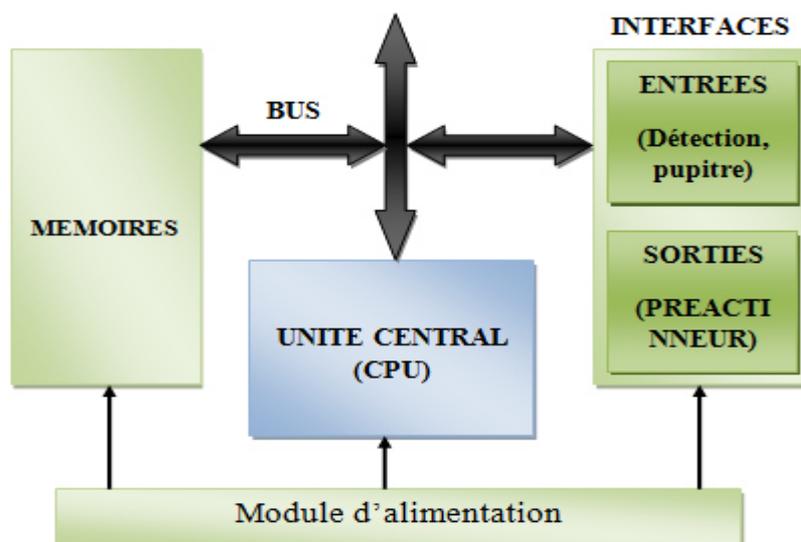


Figure 3.2 : Structure interne d'un API [19].

### 5.1. Alimentation :

Permet de fournir à l'automate la tension nécessaire à son fonctionnement. Ils délivrent, à partir du 220V alternatif, des sources de tension nécessaires à l'automate de 24V en continu [20].

### 5.2. Mémoire :

La mémoire de l'API est un circuit électronique et l'élément fonctionnel qui peut stocker des instructions à exécuter par l'API ainsi l'état des E/S et des variables internes [20].

### 5.3. Processeur :

Processus ou unité centrale est à base de micro-processeur. Elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire [20].

### 5.4. Interfaces d'entrées/sorties :

Les interfaces d'entrées / sorties permettent à l'unité centrale de communiquer avec le monde extérieur [20].

## 6. Cycle de fonctionnement d'un automate programmable industriel :

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

Le Cycle de fonctionnement d'un automate est montré dans la figure 3-3 suivante :

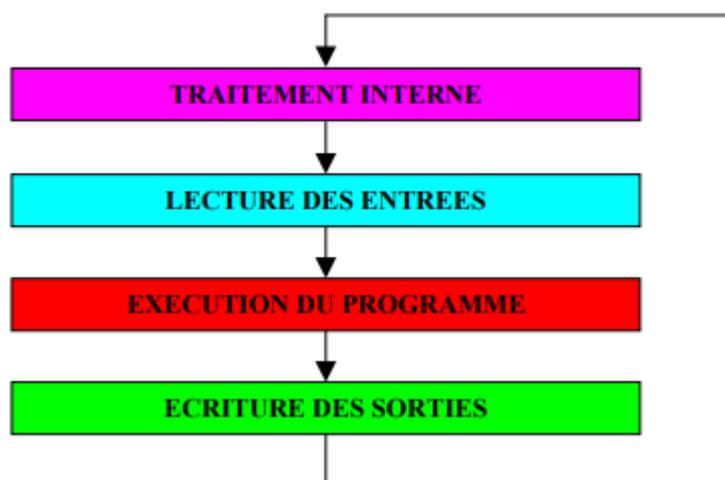


Figure 3.3 : Cycle de fonctionnement d'un automate.

**6.1. Traitement interne :** L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...).

**6.2. Lecture des entrées :** L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.

**6.3. Exécution du programme :** L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties .

**6.4. Ecriture des sorties :** L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties .

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

## **7. Langages de programmation :**

Il existe plusieurs langages qui peuvent être utilisés pour programmer les APIs.

La norme CEI 61131-3 établie en 1993 définit les cinq langages de programmation standard pour les APIs :

### **7.1. Liste d'instructions (IL : Instruction list) :**

Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs).

Très peu utilisé par les automaticiens.

### **7.2. Langage littéral structuré (ST : Structured Text) :**

Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme if ... then ... else ... (si ... alors ... sinon ...) Peu utilisé par les automaticiens.

### **7.3. Langage à contacts (LD : Ladder diagram) :**

Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé.

### **7.4. Blocs Fonctionnels (FBD Function Bloc Diagram) :**

Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables. Utilisé par les automaticiens.

### 7.5. Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC Sequential Function Chart) :

Le GRAFCET est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens ) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes. On peut également traduire un grafcet en langage en contacts et l'implanter sur tout type d'automate.

### 8. Identification des Entrées/Sorties :

Après avoir réalisé l'étude de station CMC. Cela nous a permis d'identifier les entrées/sorties qui seront utilisées pour automatiser cette station CMC.

Le Tableau 3.1 regroupe le nombre global des entrées/sorties des différents éléments du processus.

| Station CMC |   | Nombre | Totale |
|-------------|---|--------|--------|
| Entrée TOR  | Défaut parafoudre   | 1      | 48     |
|             | Défaut relais de phase et relais de sécurité              | 2      |        |
|             | Niveau haut du réservoir 1et2                             | 2      |        |
|             | Niveau bas du réservoir 1 et 2                            | 2      |        |
|             | Trappe ouverte  | 4      |        |
|             | Capteur anti intrusion                                    | 1      |        |
|             | Défaut disjoncteur de vanne                               | 4      |        |
|             | Défaut résistance thermique                               | 4      |        |
|             | Limiteur de couple d'ouverture et de fermeture vanne      | 8      |        |
|             | Fin de course d'ouverture et de fermeture vanne           | 8      |        |
|             | Commutateur de la vanne en mode locale et en mode distant | 8      |        |
|             | Impulsion du totalisateur débitmètre                      | 1      |        |
|             | Transmetteur de débit en défaut                           | 1      |        |
|             | Transmetteur du niveau du réservoir 1 et 2 est en défaut  | 2      |        |

|                   |  |   |   |
|-------------------|--|---|---|
|                   |  |   |   |
| Entrée analogique | Transmetteur de débit                            | 1 | 3 |
|                   | Transmetteur de niveau du réservoir 1ET 2        | 2 |   |
| Sorties TOR       | Commande d'ouverture et de fermeture de la vanne | 8 | 9 |
|                   | Reset  | 1 |   |

Tableau 3.1: Tableau des nombres globale des entrées/sorties.

Ce bilan des entrées/sorties va nous permettre d'orienter notre choix, afin de trouver les modules adéquats que nous devons utiliser pour notre application.

### 9. Choix de l'automate :

Le choix d'un automate programmable est généralement basé sur plusieurs critères [21]:

- ✓ Nombres d'entrées/sorties intégrés.
- ✓ Temps de traitement (scrutation).
- ✓ Capacité de la mémoire.
- ✓ Nombre de compteurs et de temporisateurs.
- ✓ Le cout et la disponibilité du produit sur le marché.
- ✓ Les ports de communication

En se basant sur le besoin total des entrées / sorties de la notre système de stockage d'eau et suivant les critères cités, le choix s'est porté sur le MODICON M221 donné par la figure 3-4 qui présente les caractéristiques adéquates et appropriés pour le système.



Figure 3.4 : Automate M221 de marque Schneider.

## 10. Automate Modicon M221 : [22]

Le Modicon M221 est un automate programmable de Schneider Electric est destiné pour une architecture d'automatisation de communication simple. ils offrant des capacités de connectivité et de communication permettant de réagir plus rapidement aux demandes d'informations dans le cadre d'un environnement sûr et sécurisé. Ses principales caractéristiques sont :

- ✓ Capacité de gestion des E/S TOR : 488
- ✓ Capacité de gestion des E/S analogique : 114
- ✓ Tension d'alimentation : 24 VDC
- ✓ Courant à l'appel : 40 A
- ✓ Port de communication : Ethernet/Modbus TCP-IP
- ✓ Nombre de module d'extension E/S maxi : 7

## 11. Configuration matériel de l'automate :

### 11.1. Choix de la CPU :

La gamme Modicon M221 dispose de plusieurs types de CPU, chacune possède ses propres caractéristiques (vitesse, données, mémoire, réseau de communication, etc.).

Le choix de la CPU M221CE40R était fait car est doté de puissantes fonctionnalités et peut servir à une large gamme d'applications. Ses principales caractéristiques sont :[22]

- 24 entrées numériques : 4 entrées rapides (HSC) ,20 entrées normales .
- 16 sorties numériques : 16 sorties relais
- 2 entrées analogiques
- Ports de communication :1 port de ligne série , 1 port de programmation USB mini B , 1 port Ethernet.

**11.2. Alimentation :**

La gamme à découpage série CP-E d'alimentations pour montage sur rail DIN d'ABB offre une fonctionnalité améliorée. Les alimentations à découpage sont économiques et peuvent être utilisées à une température ambiante jusqu'à 70 °C. Avec des tensions de sortie réglables, elles peuvent également être adaptées à l'application requise. [23]

La figure 3-5 montre les alimentations à découpage série CP-E.



Figure 3.5 : Alimentations à découpage série CP-E [23] .

**11.3. Caractéristiques :**

- Tension de sortie 5 V, 12 V, 24 V, 48 V c.c.
- Courant de sortie 0,625 / 0,75 / 1,25 / 2,5 / 3 / 5 / 10 / 20 A.
- Plage de puissances 18 W, 30 W, 60 W, 120 W, 240 W, 480 W.
- Large plage d'entrées ou entrées à sélection automatique.
- Fusible d'entrée intégré.

**11.4. Module E/S :**

Le choix des modules E/S est fait selon le nombre des entrées sorties.

| Moudue | Type       | Nombre E/S | Tension/courant   | puissance | Référence de module |  |
|--------|------------|------------|-------------------|-----------|---------------------|--|
| Entrée | TOR        | 32         | 24VDC<br>5 Ma     | 0.12W     | TM3DI32K            |  |
|        | Analogique | 4          | 24 VDC<br>4-20 mA | 0.48W     | TM3AI4/G            |  |

Tableau 3.2:Tableau des modules E/S

Fiche technique des modules E/S est présentée dans l'annexe C.

## 12. Etude logicielle :

### 12.1. logiciel EcoStruxure Machine Expert – Basic : [24]

EcoStruxure Machine Expert - Basic est le logiciel de programmation des machines automatisées avec les contrôleurs logiques Modicon M221.

EcoStruxure Machine Expert - Basic prend en charge les langages de programmation CEI-61131-3 suivants : Schéma à contacts , Liste d'instructions , Grafcet (liste) ,Grafcet (SFC).

### 12.2. Création du projet :

Afin de créer le projet, il faut suivre les étapes montrées sur les figures suivantes :

**Etape 1 :** On lance le logiciel avec EcoStruxure Machine Expert – Basic sur l'écran de l'ordinateur.

La figure 3.6 suivante montre une photo d' EcoStruxure Machine Expert – Basic.



Figure 3.6 : EcoStruxure Machine Expert – Basic .

**Etape 2 :** Insérer un nouveau projet

La figure 3.7 montre comment Insérer un nouveau projet.

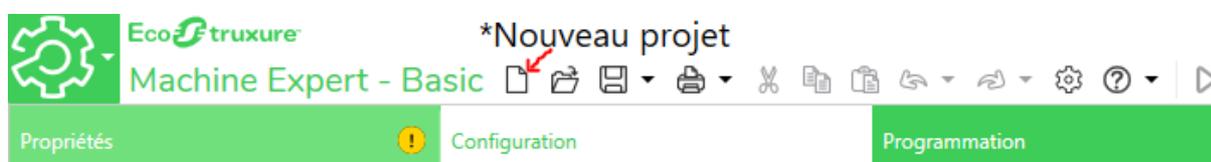


Figure 3.7: Création d'un nouveau projet.

**Etape 3 : Propriétés**

La figure 3-8 montre la propriétés qui permettent de saisir les données d'identification d'un nouveau projet telles que : les coordonnées de l'auteur du projet, les coordonnées de son entreprise,

les informations sur le projet, les informations de protection du projet et les informations de protection de l'application.

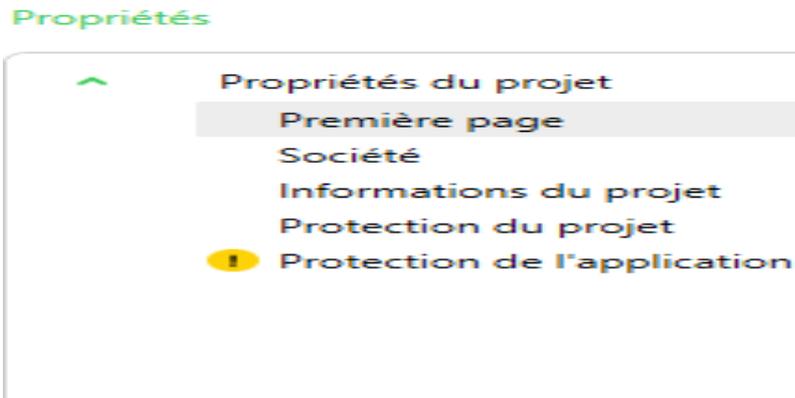


Figure 3.8: Propriétés.

#### Etape 4 : Configuration

La configuration permet de :

- ✓ Choix de la CPU et les modules d'extension d'entrées/sorties Modicon TM3.
- ✓ Configuration de l'ensemble du matériel choisi pour l'application :
  - Entrées/sorties TOR, analogiques .
  - Entrées de comptage rapide HSC.
  - Sorties rapides.
  - Ports de communication (Ethernet, liaisons série).

La Configuration est montré dans la figure 3.7 suivante :



Figure 3.7: Configuration .

#### Etape 5 : Programmation

Le programme est organisé en “POU” (Program Organization Units) ou sections. Ces sections sont constituées de “rungs” (réseaux) ayant pour but de simplifier la lecture et la navigation dans le programme.

La figure 3.8 donne l'interface de programme.

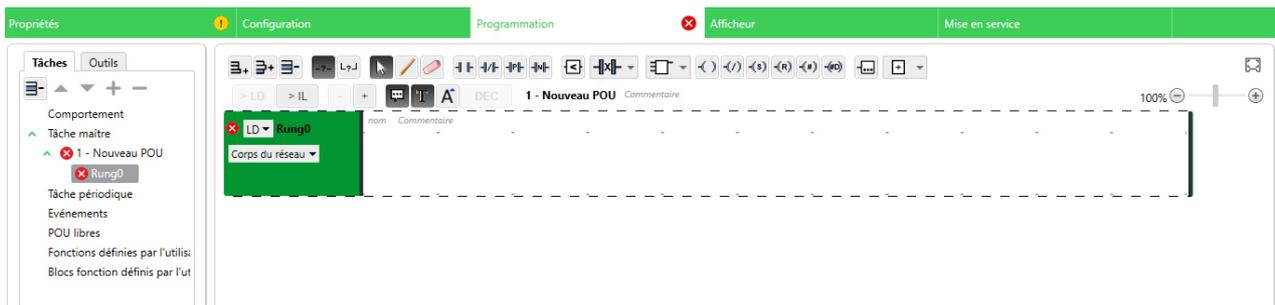


Figure 3.8: interface de programme.

### Etape 6 : mise en service

Tâches disponibles et exécutables à la mise en service de l'application :

- ✓ Connexion.
- ✓ Mise à jour du firmware des contrôleurs logiques.
- ✓ Comparaison du projet ouvert avec l'application contrôleur ou avec un autre projet.
- ✓ Sauvegarde et restauration de l'ensemble des données de l'automate : zone mémoire et management de la carte SD.
- ✓ Information sur l'automate (contrôleur logique) .
- ✓ Gestion de l'horodateur.

La figure 3.9 montre la mise en service.



Figure 3.9 : mise en service.

### 13. Présentation du programme et simulation de notre station :

Dans notre cas le programme est établi par langage de programmation **ladder** comme illustre les rung (réseaux) suivant :

### ✓ défaut générale (sécurité)

La figure 3.10 montre les conditions de défaut (sécurité) du système, si tout les conditions satisfaisons la bascule SR (Sécurité) mis à un, si l'un des trois contacts ont été générés des défaut, la bascule SR (Sécurité) sera mise à zéro et donc ces défauts bloquants du fonctionnement de la vanne.

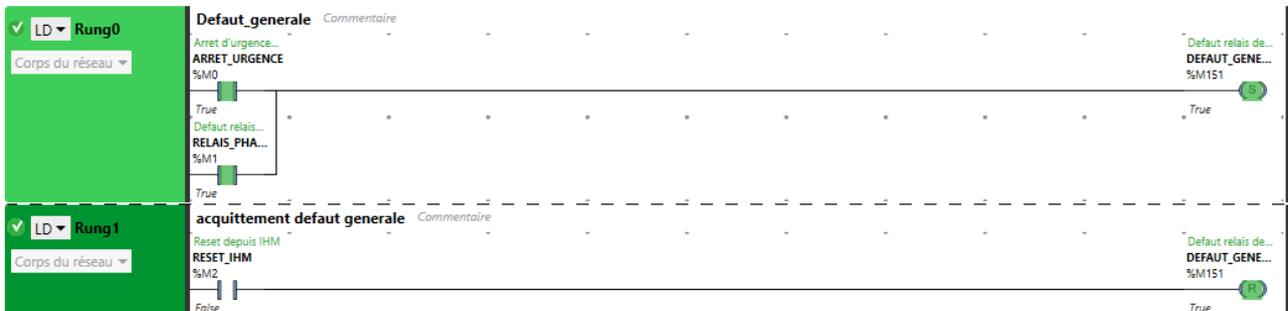


Figure 3.10: défaut générale (sécurité).

### ✓ Défaut discordance / incohérences

La figure 3.11 montre le défaut discordance / incohérences .Ce défaut a pour objet de détecter les incohérences qui peuvent se produire entre l'ordre émis par l'automate et le retour d'état réel d'un actionneur.

Ce défaut n'est généré que si l'équipement est commandé depuis l'automate.

Lorsque l'automate donne un ordre à une vanne (ouverture ou fermeture), une temporisation est lancée. Si à la fin de la temporisation le système n'a pas reçu le retour attendu (retour ouverture ou fermeture respectivement), alors celui-ci est déclaré en défaut discordance.

Le défaut « incohérence capteurs de niveau » est donc généré si au moins deux mesures contradictoires sont vraies en même temps (par exemple si un niveau est détecté en même temps haut et bas).

Ces défauts provoquent immédiatement le passage en position de sécurité du moteur. Une alarme est immédiatement générée.

L'actionneur reste en position de sécurité tant que l'opérateur n'a pas effectué une procédure d'acquittement

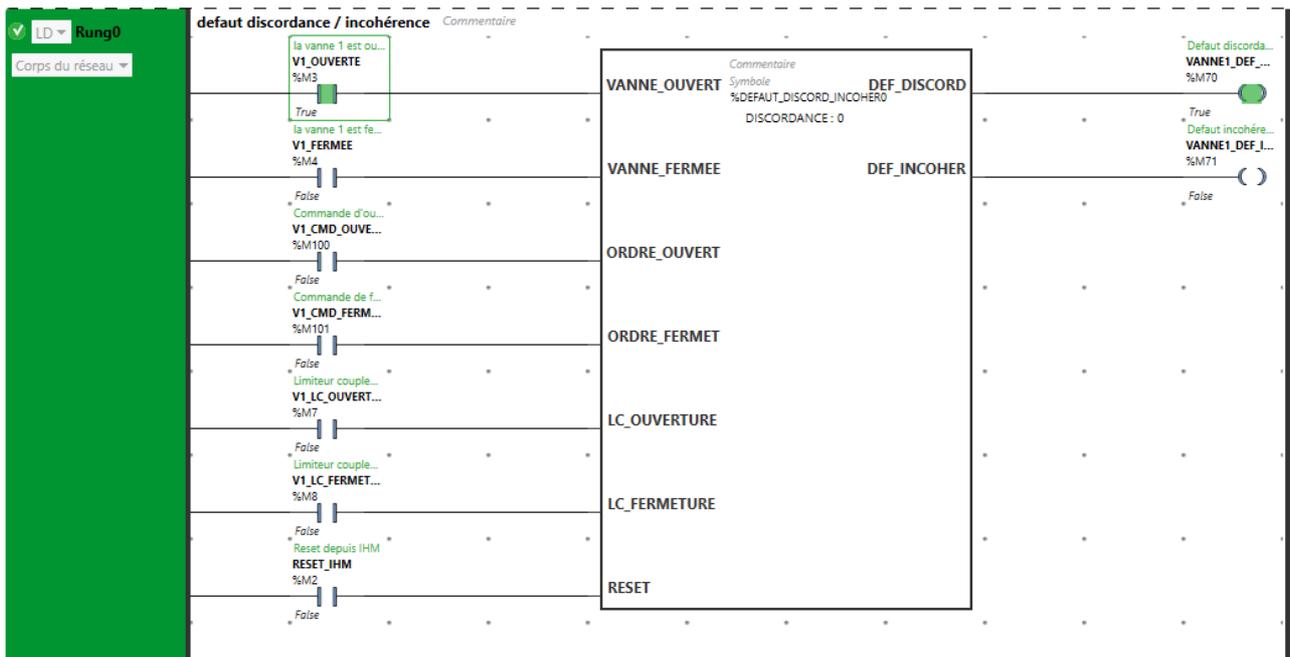


Figure 3.11: Défaut discordance / incohérences.

✓ Défaut vanne

La figure 3.12 montre le défaut vanne, s'il n'y a un défaut : disjoncteur, résistance thermique, limiteur de couple d'ouverture et de fermeture et d'un discordance / incohérences donc la vanne est en défaut

Qui permet d'Arrêt de la vanne + Alarme sur IHM + Alarme visuelle.

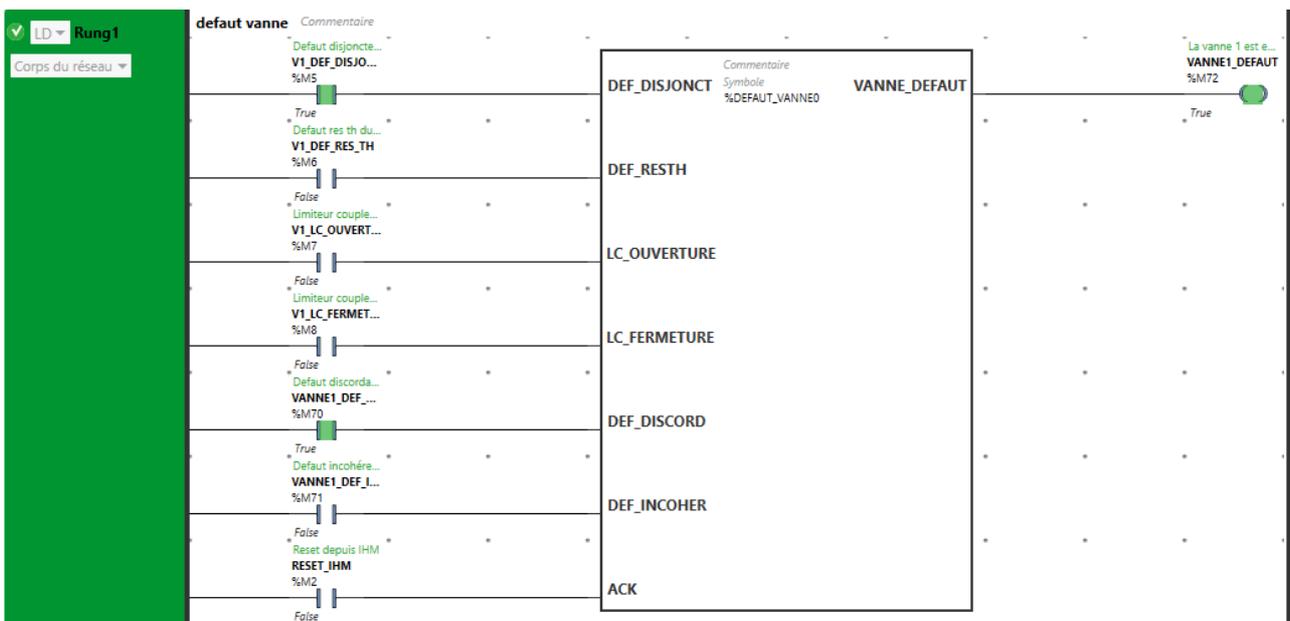


Figure 3.12 : Défaut vanne.

✓ **Commande vanne**

La figure 3.13 montre la commande de vanne, l'ouverture ou bien fermeture d'un vanne seront commandés par les boutons poussoirs existants sur l'armoire de commande en (mode Local ) et commandés par IHM en (mode Distant) .

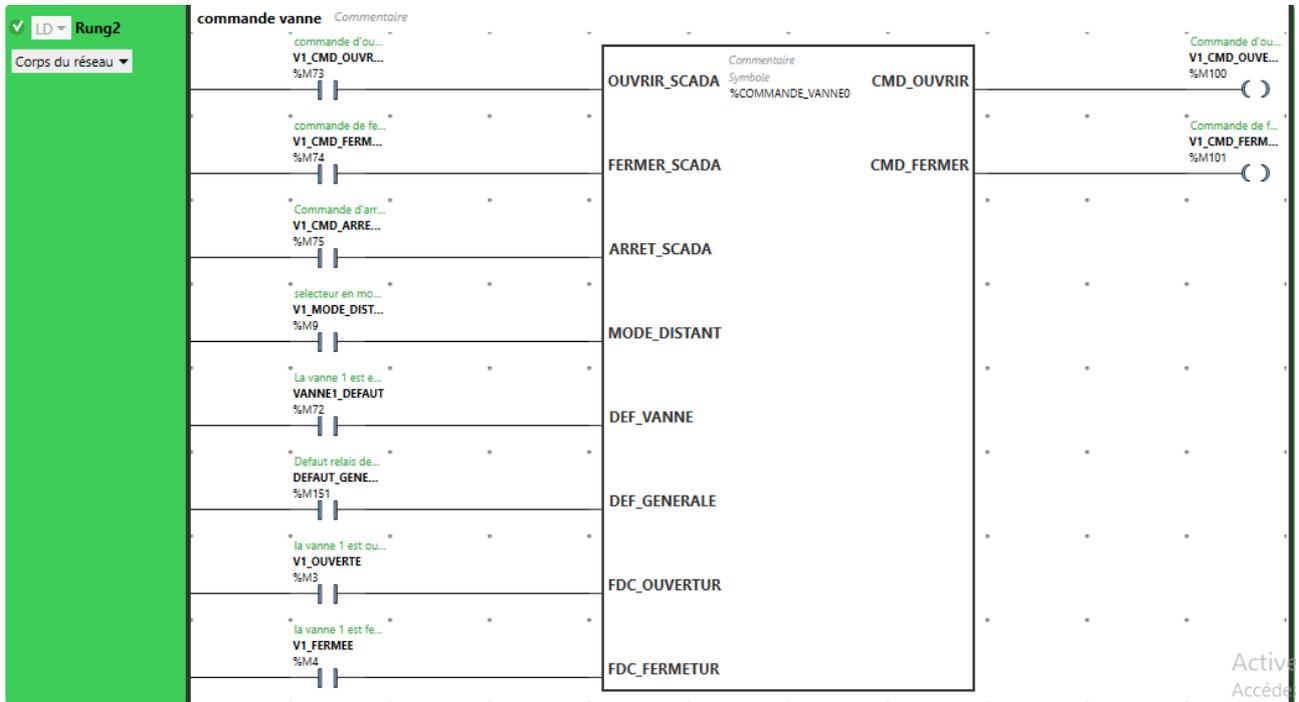


Figure 3.13: Commande vanne.

✓ **Totalisateur**

La figure 3.14 montre la totalisateur ,Son fonctionnement c'est par rapport au nombre d'impulsion reçoit par l'automate, sachant que à chaque fois l'automate reçoit une impulsion il ya 10 litre d'eau qui sont sortie par le réservoir, et par ce phénomène on peut suivre la quantité d'eau que on consomme par jours, par mois et par ans.



Figure 3.14: Totalisateur.

✓ **Mis à l'échelle des captures analogiques**

Les capteurs analogiques sont les capteurs de Transmetteur de débit et Transmetteur de niveau du réservoir 01 et 02. Elles sont représentées dans la figure 3.15 suivante :

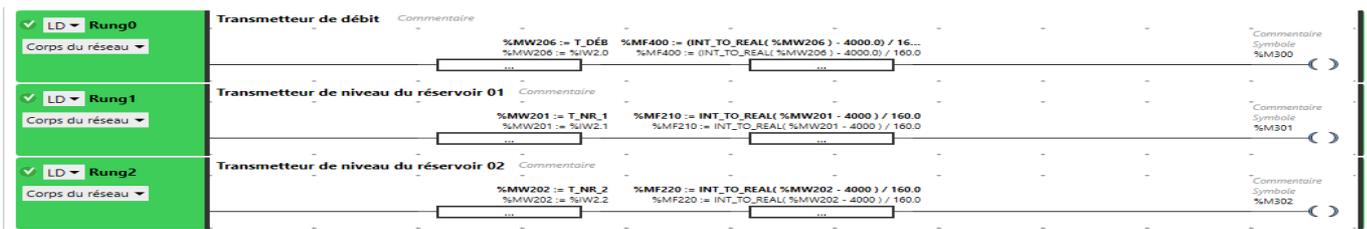


Figure 3.15: Mis à l'échelle des captures analogiques

#### 14. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé d'une façon détaillée les caractéristiques de l'automate programmable industriel et son application dans l'industrie. Ensuite on a exposé en détail l'automate que nous avons utilisé et tous les modules accessoires et les langages de programmation et la configuration matériel et logiciel qui nous a permis d'automatiser notre système de stockage d'eau et cela pour entamer la partie supervision dans le prochain chapitre.

---

**Chapitre 4 :**  
**Supervision de système**  
**de remplissage**

---

### **1. Introduction :**

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen d'Interface Homme-Machine (IHM). [25]

Ce chapitre sera consacré à l'étude d'un système de supervision avec le logiciel SKTOOL pour visualiser l'état de fonctionnement de notre processus de remplissage afin de surveiller et de détecter les anomalies qui peuvent survenir au cours de fonctionnement du système étudié.

### **2. Supervision :**

En informatique industrielle, la supervision des procédés peut être une application de surveillance, de contrôle-commande évoluée et de diagnostic. Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements : Automate Programmable Industriel, ordinateur, carte spécialisée.

Un logiciel de supervision est composé d'un ensemble de pages (d'écrans), dont l'interface opérateur est présentée très souvent sous la forme d'un synoptique. Ce système assure aussi un rôle de gestionnaire d'alarmes, d'événements déclenchés par des dépassements de seuils pour attirer l'attention de l'opérateur et d'enregistrement d'historique de défauts et de temps de fonctionnement.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer [18] :

- ✓ Elle répond à des besoins nécessitant, en général, une puissance de traitement importante ;
- ✓ Elle assure la communication entre les équipements d'automatisme et les outils informatiques de gestion de la production ;
- ✓ Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...) et des tâches telles que la synchronisation ;
- ✓ L'opérateur assiste dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

### **3. Structure d'un système de supervision :**

La majorité des systèmes de supervision se compose, généralement, d'un moteur central (Logique) auquel se rattachent des données provenant des équipements (automate). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques comme illustre la Figure 4.1. [26]

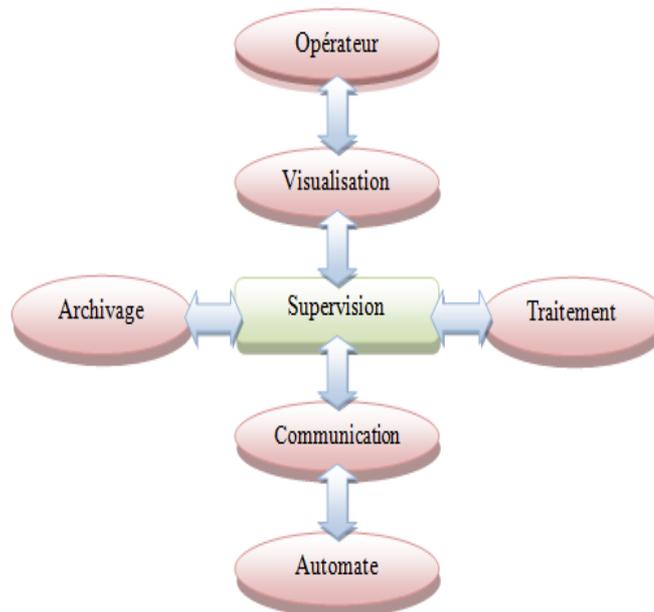


Figure 4.1 : Structure d'un système de supervision.

### 3.1. Module de visualisation

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évaluation du procédé par ses volumes des données instantanées.

### 3.2. Module d'archivage

Il mémorise des données pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

### 3.3. Module de traitement

Il permet de mettre en forme les données, afin de les présenter, via le module de visualisation, aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

### 3.4. Module de communication

Le module de communication assure l'acquisition et le transfert des données et gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

#### **4. Rôle d'une Interface Homme Machine IHM :**

L'Interface Homme Machine est un dispositif qui permet le dialogue entre l'opérateur et la machine. Une IHM réalise deux fonctionnalités :

- Présenter des informations à l'opérateur ;
- Permettre à l'opérateur d'agir sur le système en introduisant des commandes ou des consignes.

#### **5. Avantage de la supervision :**

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus industriel. Son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses avantages principaux sont :

- Assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique...);
- Visualisation de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée de contrôle de processus, avec une mise en évidence des anomalies (alarmes) ;
- Collecte d'informations en temps réel sur des processus depuis des sites distants (machines, ateliers, usines...) et leur archivage ;
- Aide à l'opérateur dans son travail et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème ...).

#### **6. Présentation du logiciel SKTOOL:**

SKTOOL est un logiciel d'édition de configuration de Samkoon IHM , SKTOOL prend en charge les pilotes de communication PLC des principaux fabricants mondiaux, tels que Samkoon, Siemens, Mitsubishi, Omron, Fujitsu, Panasonic, Schneider, Emerso, Le logiciel de configuration, SKTOOL est un système de développement avec un environnement de développement intégré et de nombreuses fonctions avancées, il est facile à apprendre et à appliquer, ainsi les ingénieurs peuvent facilement développer leurs propres projets pour la configuration utilisée dans SKTOOL. L'interface de développement et les zones fonctionnelles sont illustrées à la Figure4.2

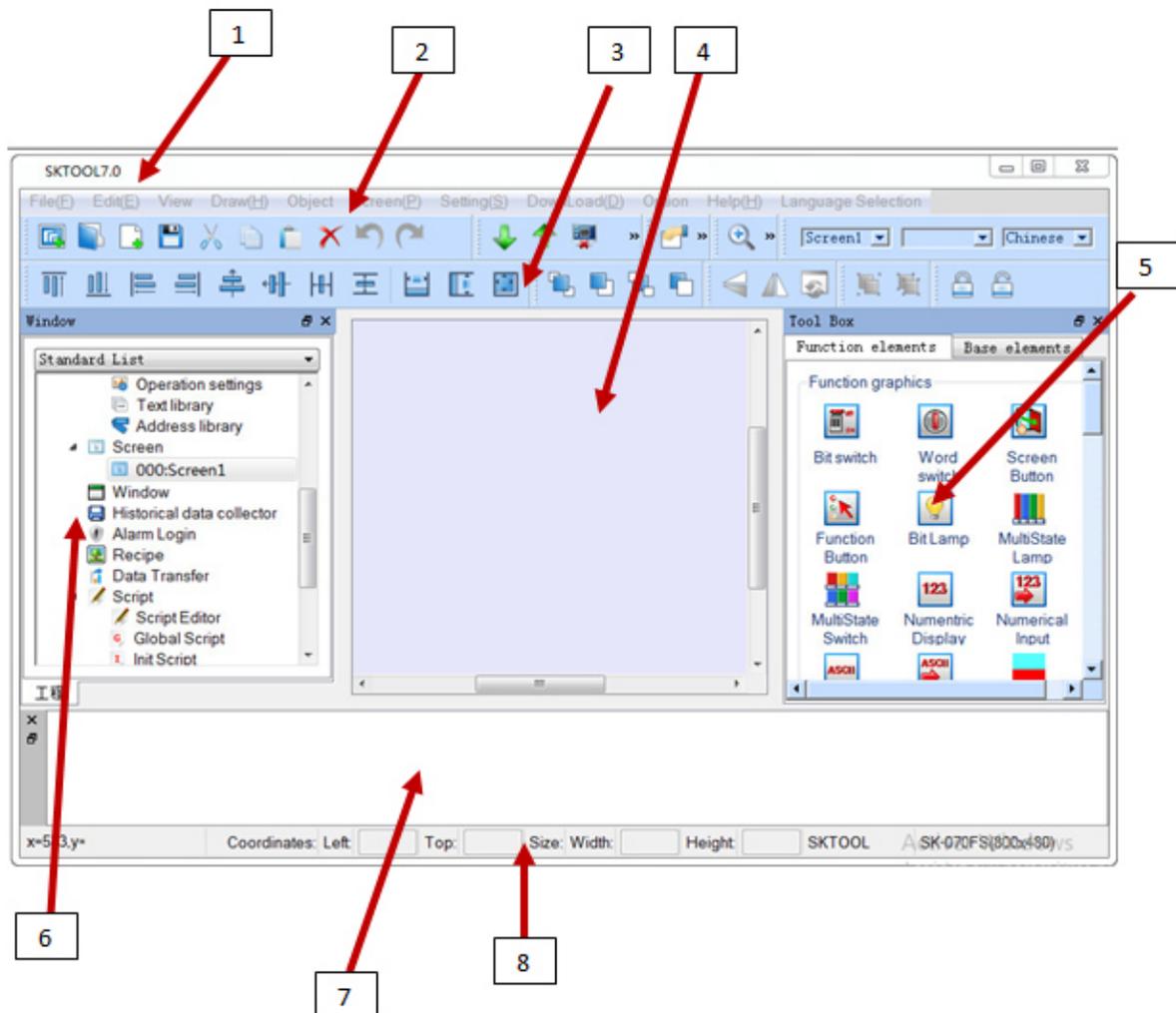


Figure 4.2: Interface et zones du logiciel

**1- Barre de titre :** affiche le nom de la version SKTOOL.

**2- Barre de menus :** bouton de raccourcis vers les commandes ; Afficher le fichier ; projet ouvert; nouveau projet; restauration et autres boutons de fonction.

**3- Barre d'outils standard :** afficher divers menus de commandes de SKTOOL qui sont tous des menus déroulants.

**4- Fenêtre de zone d'image :** Fenêtre pour le personnel technique pour configurer, éditer l'objet graphique.

**5- Boîte à outils :** contrôles de configuration de base conçus pour être configurés par les ingénieurs ; contiennent des commandes de fonction et des commandes de base.

**6-Chef de projet :** connexions de communication, paramètres, gestion des images, paramètres d'alarme, formule de réglage et menu sous forme d'arborescence définis par le collecteur de données historiques.

**7- Fenêtre de sortie d'informations :** invites concernant la saisie, la sortie d'informations, les messages d'erreur et d'autres conseils pendant que les ingénieurs effectuent l'édition et la compilation de la configuration.

**8- Barre d'état standard :** l'état actuel de la configuration, y compris les coordonnées de la souris, le type de contrôle, les coordonnées du contrôle, la taille du contrôle, etc.

### 7. Création d'un projet et configuration :

Cette opération est nécessaire créer un nouveau projet, sélectionnez le nouveau projet dans le menu fichier ou sur le bouton nouveau projet, la figure ci-dessus représente la boîte de dialogue nouveau projet dans lequel l'utilisateur décide du nom, du modèle et du mode d'affichage

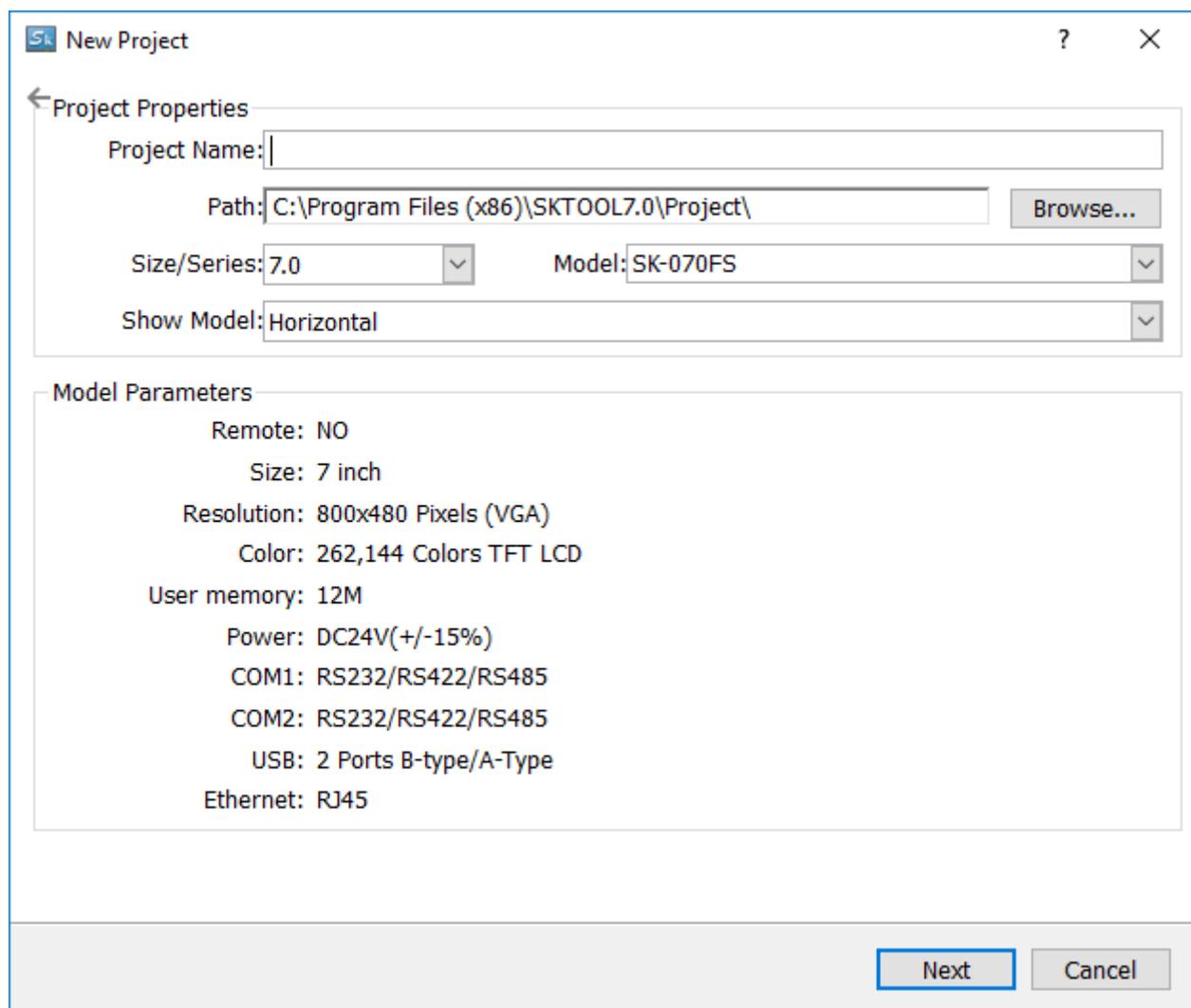


Figure 4.3 : Création d'un proje

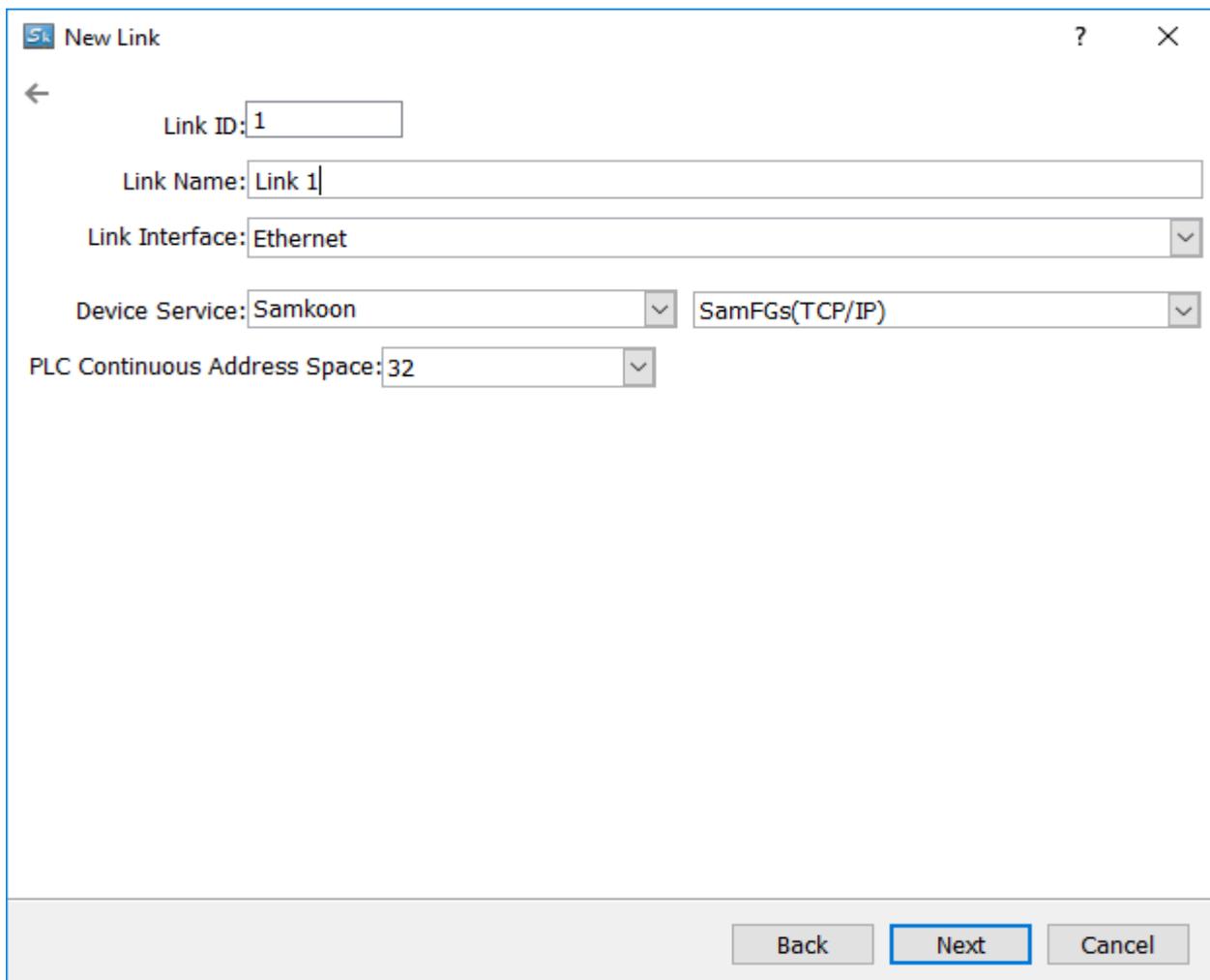
Le modèle spécifique est déterminé par le modèle IHM qu'utilisé, dans notre banc d'essai en utilise SK-102HS, puis cliquez sur Suivant pour définir le port de communication.

### 7.1. Boîte de dialogue Paramètres de communication :

La boîte de dialogue paramètres de communication sert à définir les paramètres de communication du port de communication de l'IHM. Seuls des paramètres de communication corrects peuvent assurer une communication normale entre l'automate et les écrans tactiles, les paramètres de communication spécifiques dépendent du modèle d'automate à connecter.

Les paramètres les plus importants dans La boîte de dialogue paramètres de communication :

1. Nom de la connexion: nom du port de communication.
2. Service de périphérique: sélection de la marque de l'automate et du type de CPU.
3. Connexion Interface: Select COM port ou Ethernet port.
4. Intervalle d'adresse continue de l'automate: définit l'espace adresse consécutive de l'automate; la valeur par défaut est recommandée.



The screenshot shows a 'New Link' dialog box with the following fields and values:

- Link ID: 1
- Link Name: Link 1
- Link Interface: Ethernet
- Device Service: Samkoon
- Device Service: SamFGs(TCP/IP)
- PLC Continuous Address Space: 32

At the bottom of the dialog box, there are three buttons: Back, Next, and Cancel.

Figure 4.4 : Boîte de dialogue Paramètre de communication

La figure ci-dessus représente la boîte de dialogue des paramètres du port de communication dans laquelle les utilisateurs choisissent les services de périphérique correspondants en fonction du type de périphérique de connexion. Pour utiliser une connexion Ethernet, choisissez l'option «Connexion directe (Ethernet)» dans le «Type de connexion». Cliquez sur «Suivant» dans la boîte de dialogue Paramètres de communication pour afficher une boîte de dialogue Nouvel écran.

### 7.2. Paramètres de l'écran :

Boîte de dialogue nouvel écran dans lequel vous pouvez définir le nom et la couleur d'arrière-plan des écrans. Le nom par défaut est un numéro d'écran. La couleur d'arrière-plan par défaut est le bleu. Lorsque nous créons chaque fois une nouvelle image, le logiciel de configuration SKTOOL attribue un numéro d'écran au nouvel écran pour indiquer l'ordre d'affichage du projet en cours.

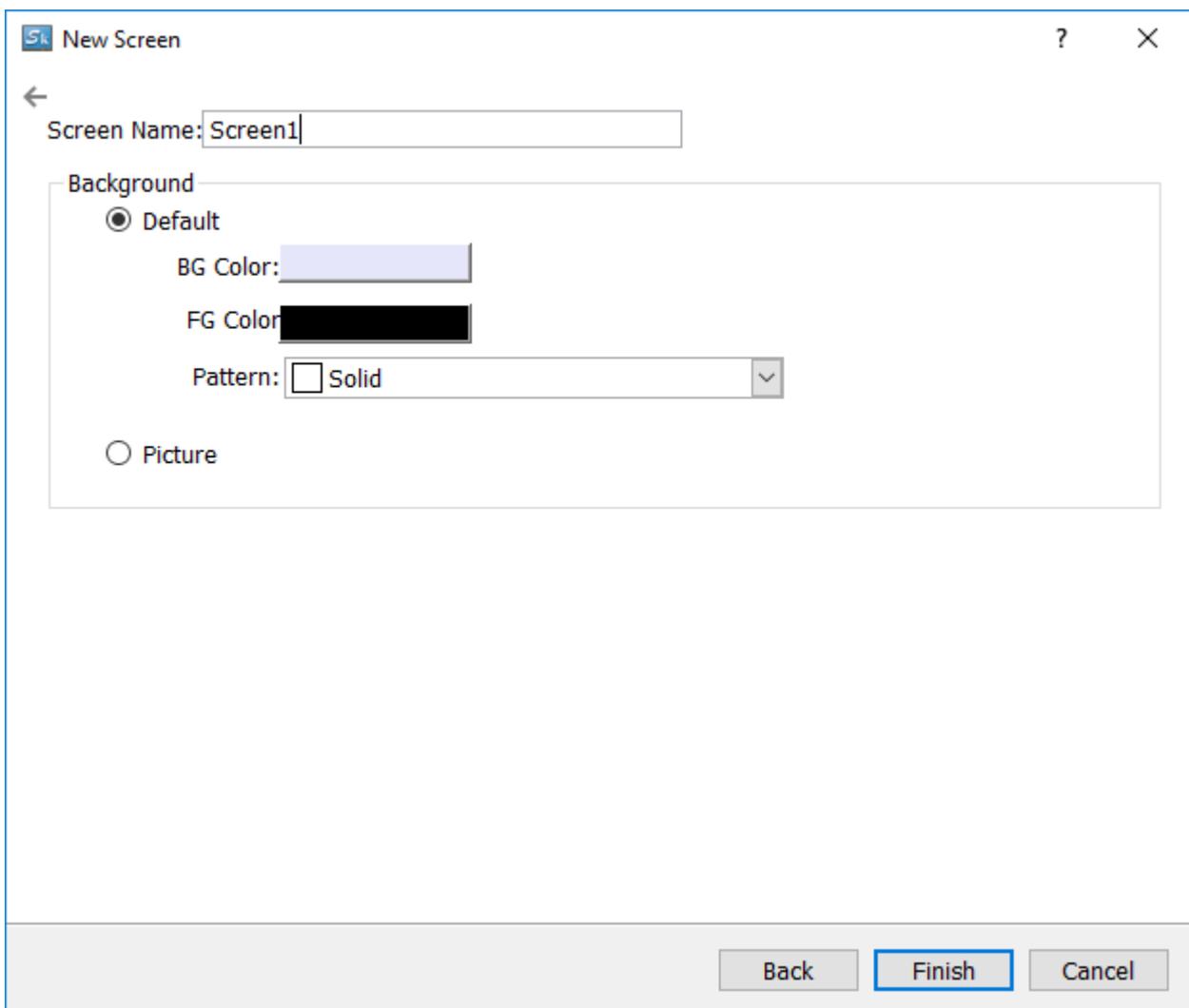


Figure 4.5 : Nouvelle boîte de dialogue

Cliquez sur Terminer pour terminer les étapes ci-dessus, le système ouvrira immédiatement l'écran que vous venez de créer.

### 7.3. La propriété du port de communication :

La propriété du port de communication est appliquée pour définir les paramètres de communication entre l'IHM et les périphériques connectés. Double-cliquez sur "Link" et "Link 1" qui se trouvent dans Coordinateur de projet, comme le montre dans la figure 4.6.

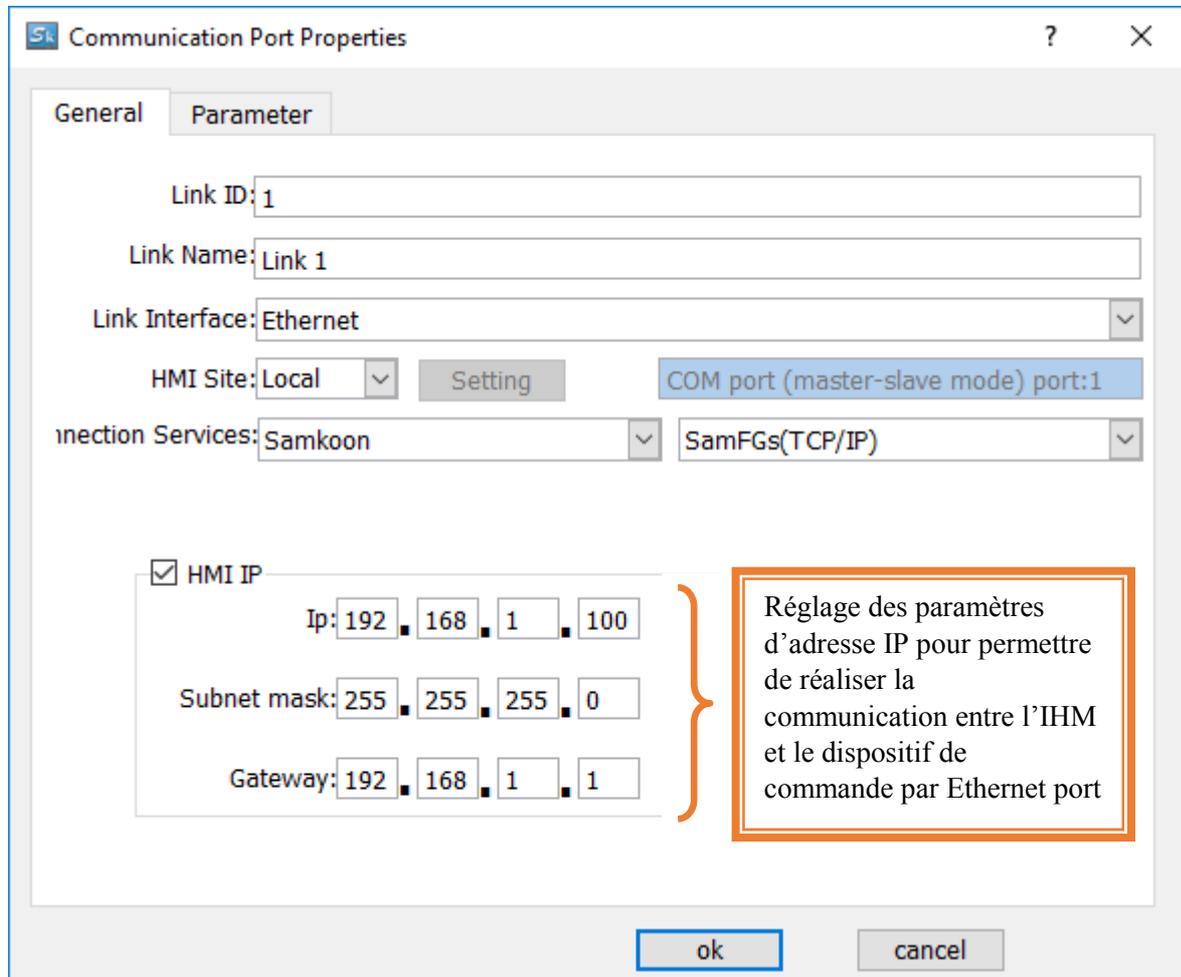


Figure 4.6 : Boîte de dialogue propriété du port

Pour configurer les paramètres d'adresse IP il nous faut cocher la case IHM IP :

- IP : c'est l'adresse IP de notre IHM.
- Gateway : Adresse IP de l'automate programmable communiqué avec L'IHM par le port Ethernet.

### 7.4. Compilation et chargement de programme :

Une fois l'édition de la configuration terminée, vous devez cliquer sur le bouton  puis cliquez sur  Pendant la compilation, la fenêtre de sortie d'informations affichera la situation en temps réel, Il ne peut pas terminer la

compilation si une erreur existe. Il est nécessaire de compiler avant de télécharger, alors que l'étape de conservation est nécessaire avant de compiler. Après pour charger le programme vous devez cliquer sur le bouton .

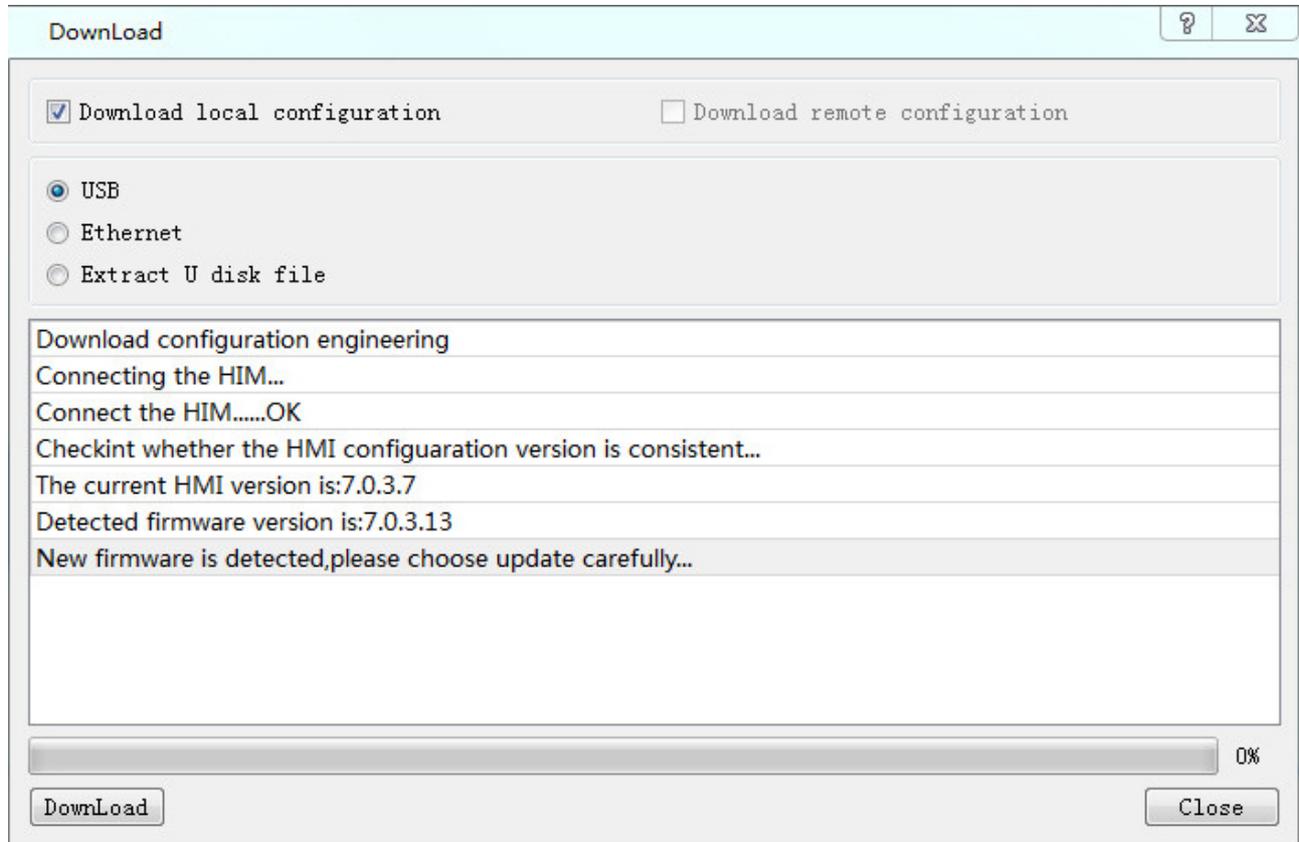


Figure 4.7 : Boîte de dialogue de téléchargement

Enfin, exécutez la commande USB dans le menu Télécharger pour télécharger via un câble USB. Cliquez sur télécharger; la barre de progression du milieu montre la progression du téléchargement. Après le téléchargement, une fenêtre contextuelle montre l'achèvement du téléchargement sur USB. Cliquez sur OK pour terminer la tâche de téléchargement. Comme la figure 4.8 le montre.

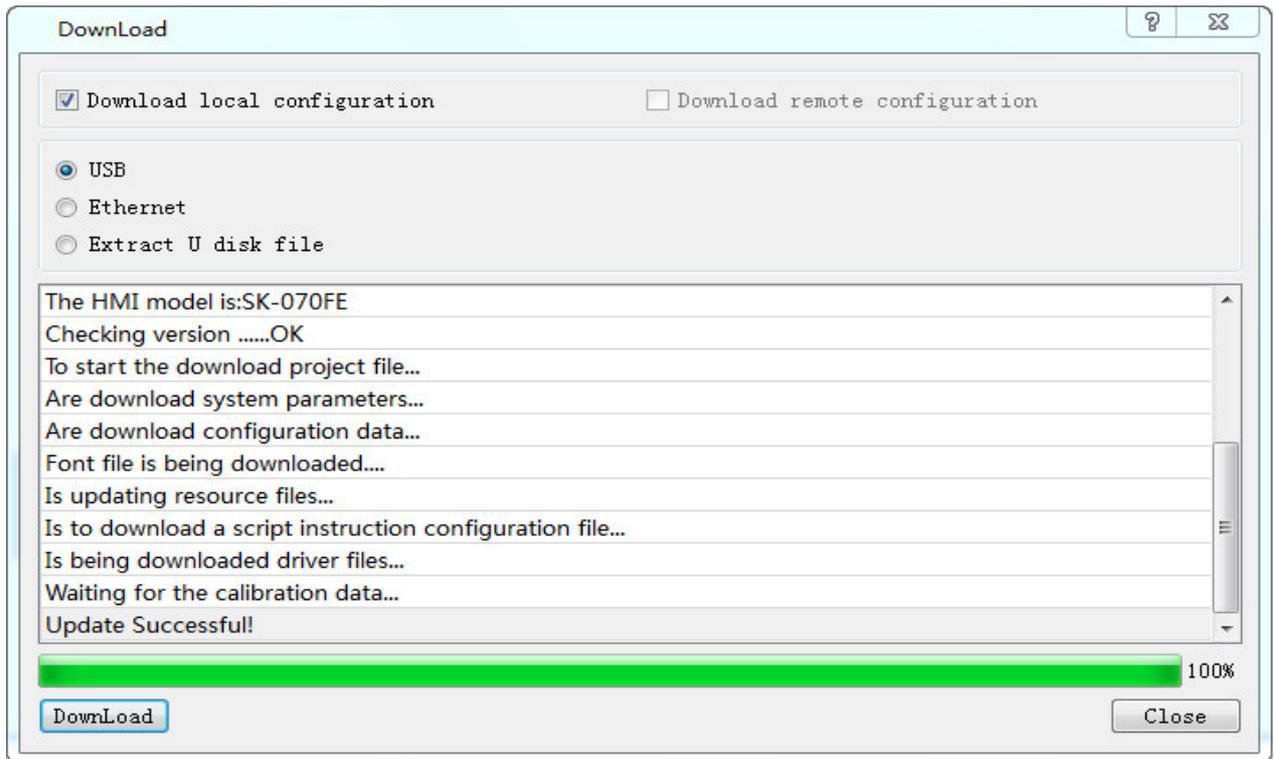


Figure 4.8 : Téléchargement terminé

L'étape suivante est la connexion à l'automate pour voir si le projet de configuration s'exécute correctement dans l'IHM.

### 8. Programme IHM dans SKTOOL:

La figure 4.9 montre la fenêtre d'accueil élaboré pour notre projet



Figure 4.9 : vue d'accueil de l'IHM

- La deuxième fenêtre de l'IHM illustré sur la figure 4.10, montre la vue globale de système de stockage, qui contient :
  - ✓ Niveau de Réservoir 1
  - ✓ Niveau de Réservoir 2
  - ✓ Le débit d'eau sortant par le réservoir (m<sup>3</sup>/h)
  - ✓ Les graphes de notre système (PH, Chlore, et Débit)
  - ✓ L'Historique de système

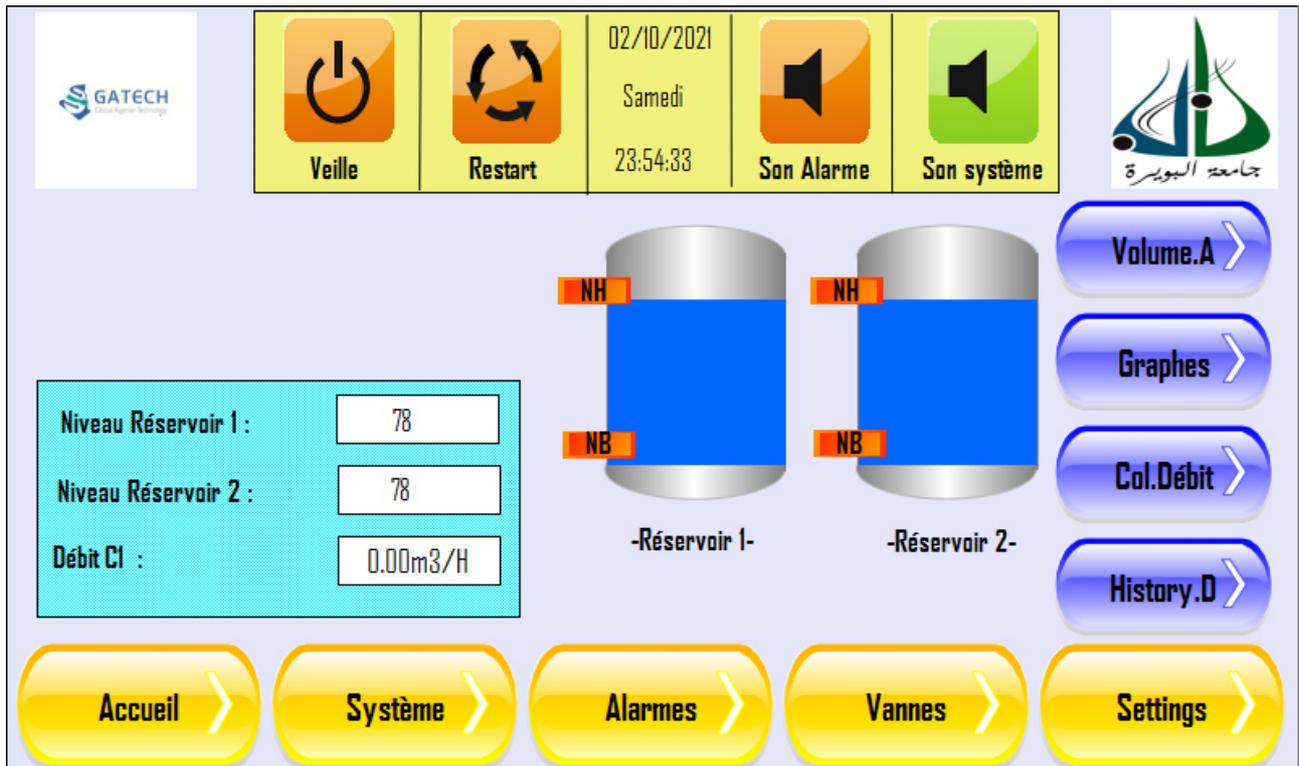


Figure 4.10 : La deuxième fenêtre de l'IHM.

- La Troisième fenêtre de l'IHM illustré sur la figure 4.11, nous montre tous les alarmes de notre processus tel que les défauts, les arrêts d'urgence...etc :

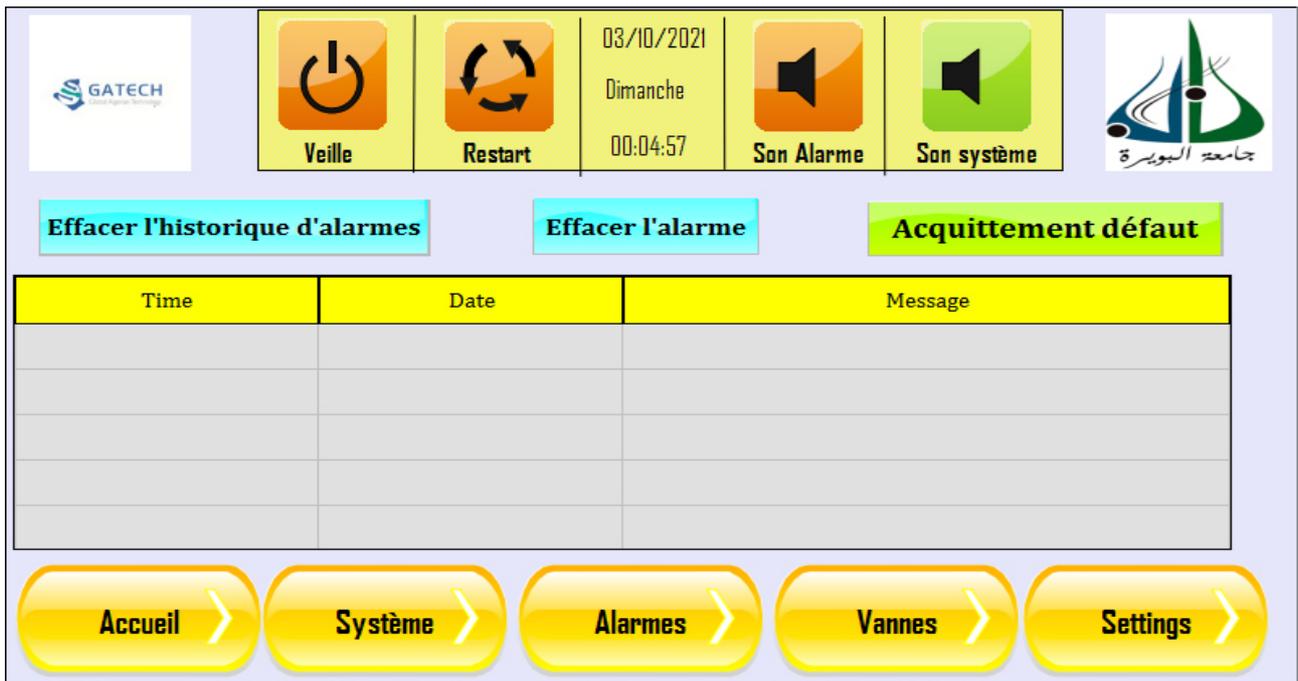


Figure 4.11 : Vue d’alarmes de l’IHM.

- La quatrième fenêtre donnée par la figure 4.12 de l’IHM, contient :
  - ✓ 4 boutons pour faire ouvrir les vannes motorisée (vanne 1, vanne 2, vanne 3, et vanne 4)
  - ✓ 4 boutons pour faire fermer les vannes motorisée (vanne 1, vanne 2, vanne 3, et vanne 4)
  - ✓ Un bouton de commutateur de mode manuel vers le mode automatique.



Figure 4.12 : La quatrième fenêtre de l’IHM.

- La cinquième fenêtre de l'IHM illustré sur la figure 4.13, montre le volume d'une impulsion, et la remise à zéro du collecteur :

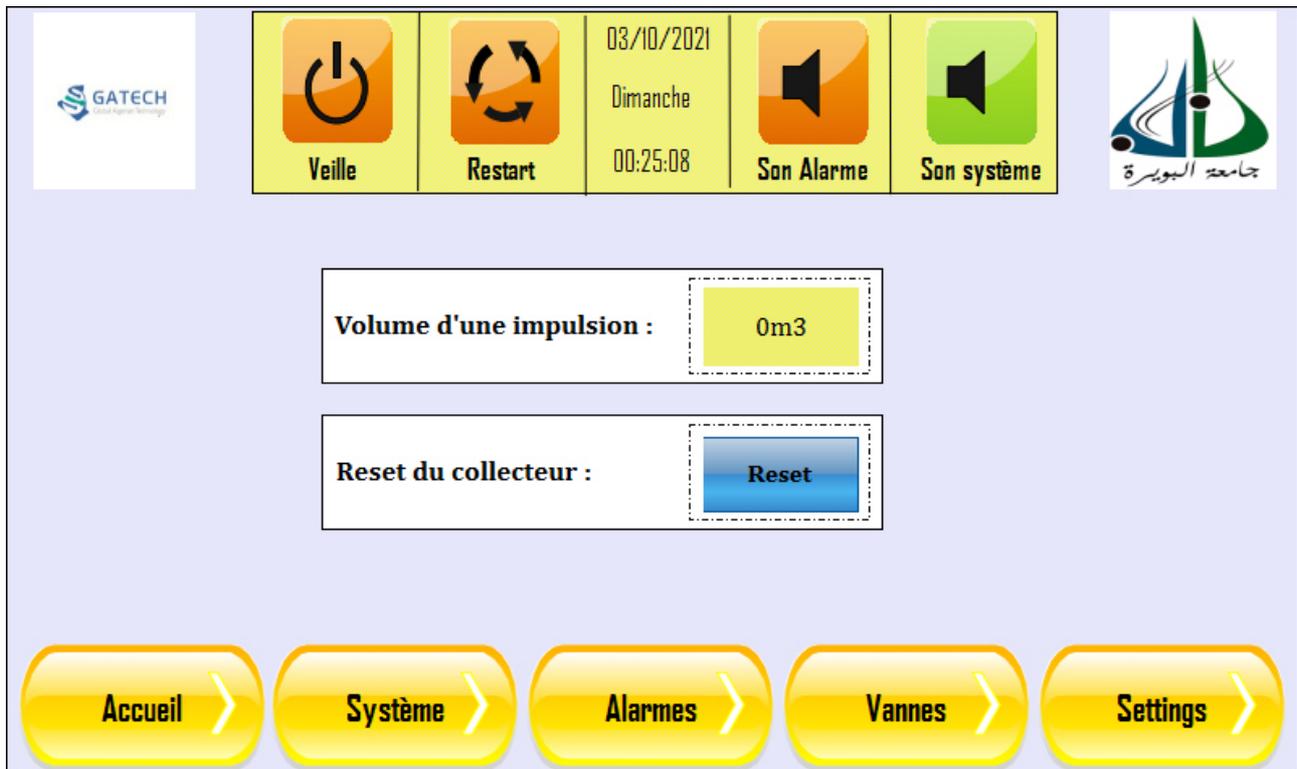


Figure 4.13 : La cinquième fenêtre de l'IHM.

## 9. Conclusion :

Dans ce chapitre, un aperçu général sur la supervision, ainsi la présentation de logiciel SKTOOL et les étapes à suivre pour la création d'une interface homme machine IHM pour superviser le processus de système.

Cette solution permettra de suivre le bon fonctionnement du notre système en temps réel, ainsi la facilité des tâche de diagnostic des erreurs pour la localisation des défauts et l'intervention rapide

---

# **Conclusion Générale**

---

## Conclusion générale

Ce projet a été une première expérience professionnelle très enrichissante sur tous les plans, aussi d'un point de vue de l'approfondissement de nos connaissances en électricité et en automatisme industriel que du point de vue relationnel. Pendant ce projet de six mois au sein de l'entreprise GATECH, nous avons pu exploiter nos connaissances dans le côté pratique et plus spécifiquement la réalisation des armoires électriques.

Grâce aux informations fournies par le personnel de l'entreprise, nous avons pu faire une étude matérielle du système de remplissage. En passant par plusieurs étapes, nous sommes arrivés à réaliser l'armoire électrique qu'il faut pour la station en procédant par le choix de tous les composants, de protection ou de commande et contrôle.

Ensuite, nous sommes passés au développement de la solution de programmation et de supervision. Le choix de l'automate programmable (Modicon M221) comme organe de commande nous a conduit à faire une étude de ce dernier, il nous a permis de découvrir un outil performant et compact qui permet de remplacer les circuits de commandes très complexes et volumineux.

Ce projet nous a été bénéfique à plus d'un titre. Il nous a permis entre autres de :

- Mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus ;
- Découvrir la réalité du monde industriel ;
- Se familiariser avec le milieu du travail ;
- Acquérir une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel ;
- Maîtriser certains logiciels et certains outils indispensables tels que :
  - ✓ CANECO BT
  - ✓ EPLAN
  - ✓ EcoStruxure Machine Expert – Basic
  - ✓ SKTOOL

Enfin, nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et aussi que notre mémoire sera utile aux étudiants qui nous succéderont voulant travailler dans ce domaine.

**Références bibliographiques :**

- [1] D. SIDI MOHAMED, D.SMAIL, " Etude de dimensionnement et asservissement des ouvrages et réseaux d'alimentation en eau potable avec mise en place d'une maquette de simulation réduite Etude du cas d'AEP du Nouveau Quartier de Sidi Djillali – Wilaya de Tlemcen ", Mémoire de fin d'étude, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –, Éditions 2020
- [2] IZZA Sabiha, TOUATI Abdenour, « Proposition d'une Solution programmable de la machine GE46 permettant l'obtention des ailettes de grille de table à l'aide d'un API S7 300»,Mémoire de Master en automatique et informatique Industrielle. Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 2019.
- [3] MAKE THE ENERGY SMARTER, " Electricité Instrumentation R&D 3D Technology ", [WWW.GATECHDZ.COM](http://WWW.GATECHDZ.COM) ; consulter le 20/07/2021.
- [4] [https://ericwalschaerts.canoprof.fr/eleve/ELECTRODOMESTIQUE/.ACTIVITES\\_CACHEES/ELECTROVANNES/](https://ericwalschaerts.canoprof.fr/eleve/ELECTRODOMESTIQUE/.ACTIVITES_CACHEES/ELECTROVANNES/)
- [5] **TECHNOLAND Automatisme et Instrumentation**, " **Le débitmètre électromagnétique** ", <https://www.tecnoland.fr/le-debitmetre-electromagnetique/> , **consulter le 20/07/2021**
- [6] "Les capteurs en instrumentation industrielle" de Georges Asch et collaborateurs aux Éditions DUNOD.
- [7] Michael, Jordan. Chap. IV, " Capteurs de niveau ", 02/12/2006, 19 p.
- [8] La norme NF C 15-100, 2002.
- [9] Intensité admissible dans les canalisations et protection contre les surcharges, Jean-Marie BEAUSY, Mars 2013, p210-211.
- [10] D. MARQUET, D .Mignardot, J. SCHONEK. " Normes internationales CEI et nationales françaises NF " .2010 .35, rue Joseph Monier. Schneider Electric.
- [11] [https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/international\\_standard\\_organisation\\_iso.php4?fbclid=IwAR2MCuBpHiWF5iWSvrexISO8HWKx8JKUWu74WPwLLSq9I5j-Mn0HO9qTvAh](https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/international_standard_organisation_iso.php4?fbclid=IwAR2MCuBpHiWF5iWSvrexISO8HWKx8JKUWu74WPwLLSq9I5j-Mn0HO9qTvAh) , consulté le 27/07/2021
- [12] *H. BEN AMMAR, Chapitre 7, " Régimes de neutre "*, 21/02/2013, 10p.
- [13] Mo Ahmed, Chapitre A " Règles générales de conception d'une installation électrique ", Schneider Electric, consulté le 12/08/2021

- [14] Ch. PRÉVÉ, R. JEANNOT " *Guide de conception des réseaux électriques industriels* "n° : 6 883 427/A, Schneider Electric, France, p, 516-519, Février 1997.
- [15] <https://www.alpi.fr/logiciels/caneco-bt.html>, consulté le 3/08/2021
- [16] <https://www.coursehero.com/file/p24h2e87/passe-à-la-réalisation-du-schéma-de-larmoire-en-respectant-les-normes/> , consulté le 10/082021.
- [17] TERBOUCHE .Sadia , " *Automatisation et supervision du processus de refroidisseur*". Mémoire de fin d'étude. Edition 2020.
- [18] CHERCHOUR .Hamza, CHAHBOUNE .Mohamed Lamine , " *commande et supervision d'un processus de fabrication de margarine via un automate programmable* ". Mémoire de fin d'étude. Edition 2015.
- [19] Bouamoud .Mohamed El Amine, Brahmi Sofiane. Maamar , " *Automatisation d'une station de lavage : étude, programmation et simulation par Step7* ". Mémoire de fin d'étude. Université Dr Tahar Moulay de Saïda Faculté des Sciences et de la Technologie Département d 'Electrotechnique. 2015-2016.
- [20] BOURFIS. Safia, BOUCHERAK. Zohra, BENSEDDIK. Taous , " *Télédiagnostic d'une machine industrielle (VOUMARD) via réseau internet au niveau de la SNVI* ". Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté génie électrique. Département électronique. 2009.
- [21] KOUIDER. MAHMOUD Aymen , DADOU .Fares , " *Automatisation et supervision d'une station de déminéralisation d'eau à DJAMAA OUED SOUF* ". Mémoire de fin d'étude. Ecole Nationale Polytechnique d'Oran. Automatique. 2020.
- [22] S. Electric , " *Modicon M221* ". Schneider Electric , Juillet 2020.
- [23] [https://fr.rs-online.com/web/p/alimentations-rail-din/6680920/?fbclid=IwAR1EwKBqwSwMoOpvbUAnNOy7\\_4aRUlpA-VwC33KoA6cJHNHI378t2MOIWLg](https://fr.rs-online.com/web/p/alimentations-rail-din/6680920/?fbclid=IwAR1EwKBqwSwMoOpvbUAnNOy7_4aRUlpA-VwC33KoA6cJHNHI378t2MOIWLg); Consulté le: 25/08/2021.
- [24] S. Electric , " *Logiciel de configuration pour contrôleurs logiques Modicon M221* ".35, rue Joseph Monier - CS 30323 F-92500 Rueil-Malmaison Cedex France : Schneider Electric , Juillet 2020.

## Référence Bibliographie

---

[25] : Ali .AIGOUN ,Yacine .HOCINE , "*Etude et réalisation d'une armoire de commande d'une centrale de neutralisation des eaux usées par un APT*". Mémoire de fin d'étude de MASTER

[26] : BENAMRANE Belaid, « HAMRANI Hocine. Automatisation des pompes d'extraction de la centrale thermique de CAP-DJINET ». Mémoire de fin. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou. Faculté Génie Electrique Et informatique Département D'automatique. 2018

---

# **Annex A**

---

## ANNEXE –A-

Les tableaux suivants indiquent les principaux modes de pose utilisés dans les réseaux industriels ; les autres modes de pose sont donnés dans la norme NF C 15-100 - tableau 52C. Pour chaque mode de pose sont indiqués :

- Son numéro et sa lettre de sélection associés
- Les facteurs de correction à appliquer.

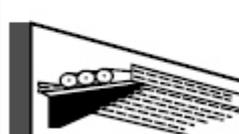
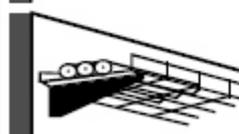
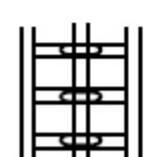
| Exemple   | Description  | N°                   | Lettre de sélection |                  | Facteurs de correction |             |       |       |
|---|--|----------------------|---------------------|------------------|------------------------|-------------|-------|-------|
|   |  |                      |                     |                  | $f_0$                  | à appliquer |       |       |
|    | - fixés sur un mur   | 11                   | C                   |                  | 1                      | $f_1$       | $f_4$ | $f_5$ |
|   |     | - fixés à un plafond | 11A                 | C                |                        | 0,95        | $f_1$ | $f_4$ |
|   | - sur des chemins de câbles ou tablettes non perforés                                | 12                   | C                   |                  | 1                      | $f_1$       | $f_4$ | $f_5$ |
| câbles  |  |                      |                     |                  |                        |             |       |       |
|  | - sur des chemins de câbles ou tablettes perforés en parcours horizontal ou vertical | 13                   | multi-conducteurs   | mono-conducteurs | 1                      | $f_1$       | $f_4$ | $f_5$ |
|   |  |                      | E                   | F                |                        |             |       |       |
|  | - sur des corbeaux   | 14                   | E                   | F                | 1                      | $f_1$       | $f_4$ | $f_5$ |
|  | - sur des échelles à câbles  | 16                   | E                   | F                | 1                      | $f_1$       | $f_4$ | $f_5$ |

Tableau 1. Mode de pose pour la lettre de sélection C, E et F [14]

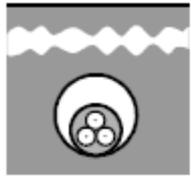
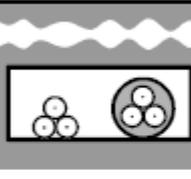
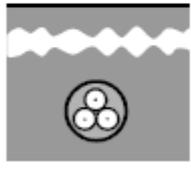
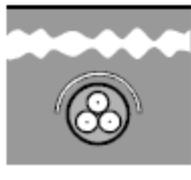
| Exemple  | Description   | N° | Lettre de sélection | Facteurs de correction à appliquer |       |       |          |       |
|--|---|----|---------------------|------------------------------------|-------|-------|----------|-------|
|  |   |    |                     | $f_0$                              |       |       |          |       |
|   | Câbles mono ou multi-conducteurs dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés | 61 | D                   | 0,8                                | $f_2$ | $f_3$ | $f_8$    | $f_9$ |
|   |   |    |                     |                                    |       |       |          |       |
|   | Câbles mono ou multi-conducteurs enterrés sans protection mécanique complémentaire        | 62 | D                   | 1                                  | $f_2$ | $f_3$ | $f_{10}$ | -     |
|  | Câbles mono ou multiconducteurs enterrés avec protection mécanique complémentaire         | 63 | D                   | 1                                  | $f_2$ | $f_3$ | $f_{10}$ | -     |

Tableau 2. Mode de pose pour la lettre de sélection D [14]

**Facteurs de correction :**

- **Facteur de correction par rapport à la température ambiante différente de 30 °C  $f_1$  :**

Il est donné par la formule suivante :

$$f_1 = \sqrt{\frac{\theta_p - \theta_0}{\theta_p - 30}}$$

$\theta_p$  : Température maximale admise par l'isolant en régime permanent, °C

$\theta_0$  : Température de l'air, °C

| Températures<br>ambiantes (°C) $\theta_0$ | Isolation  |                                  |  |
|---|--|----------------------------------|--|
|   | Elastomères<br>(caoutchouc)<br>$\theta_p = 60\text{ °C}$ | PVC<br>$\theta_p = 70\text{ °C}$ | PR et EPR<br>$\theta_p = 90\text{ °C}$ |
| 10  | 1,29   | 1,22                             | 1,15                                   |
| 15  | 1,22   | 1,17                             | 1,12                                   |
| 20  | 1,15   | 1,12                             | 1,08                                   |
| 25  | 1,07   | 1,06                             | 1,04                                   |
| 35  | 0,93   | 0,94                             | 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                                   |
| 65  | -  | -                                | 0,65                                   |
| 70  | -  | -                                | 0,58                                   |
| 75  | -  | -                                | 0,50                                   |
| 80  | -  | -                                | 0,41                                   |
| 85  | -  | -                                | -                                      |
| 90  | -  | -                                | -                                      |
| 95  | -  | -                                | -                                      |

Tableau 3. Valeurs du facteur de correction  $f_1$  en fonction de la température ambiante et le type d'isolation [14]

- **Facteurs de correction pour des températures du sol différent de 20 °C  $f_2$  :**

Il est donné par la formule suivante :

$$f_2 = \sqrt{\frac{\theta_p - \theta_0}{\theta_p - 20}}$$

$\theta_p$  : Température maximale admise par l'isolant en régime permanent, °C

$\theta_0$  : Température du sol, °C

| Températures du sol<br>$\theta_0$ (°C) | Isolation                        |  |
|--|----------------------------------|--|
|  | PVC<br>$\theta_p = 70\text{ °C}$ | PR et EPR<br>$\theta_p = 90\text{ °C}$ |
| 10                                     | 1,10                             | 1,07                                   |
| 15                                     | 1,05                             | 1,04                                   |
| 25                                     | 0,95                             | 0,96                                   |
| 30                                     | 0,89                             | 0,93                                   |
| 35                                     | 0,84                             | 0,89                                   |
| 40                                     | 0,77                             | 0,85                                   |
| 45                                     | 0,71                             | 0,80                                   |
| 50                                     | 0,63                             | 0,76                                   |
| 55                                     | 0,55                             | 0,71                                   |
| 60                                     | 0,45                             | 0,65                                   |
| 65                                     | -                                | 0,60                                   |
| 70                                     | -                                | 0,53                                   |
| 75                                     | -                                | 0,46                                   |
| 80                                     | -                                | 0,38                                   |

Tableau 4. Valeurs du facteur de correction  $f_2$  en fonction de la température ambiante et le type d'isolation [14]

- **Facteurs de correction pour les canalisations enterrées, en fonction de la résistivité thermique du sol :  $f_3$**

La résistivité thermique du sol dépend de la nature et de l'humidité du terrain. Le facteur de correction à appliquer selon la résistivité du sol est donné par le tableau.

| Résistivité thermique du terrain K.m/W | Facteur de correction | Observations        |                          |                           |
|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
|  |                       | Humidité            | Nature du terrain        |                           |
| 0,40                                   | 1,25                  | pose immergée       | marécages<br>sable       |                           |
| 0,50                                   | 1,21                  | terrain très humide |                          |                           |
| 0,70                                   | 1,13                  | terrain humide      | argile<br>et<br>calcaire |                           |
| 0,85                                   | 1,05                  | terrain dit normal  |                          |                           |
| 1,00                                   | 1,00                  | terrain sec         |                          |                           |
| 1,20                                   | 0,94                  | terrain très sec    |                          | cendres<br>et<br>mâchefer |
| 1,50                                   | 0,86                  |                     |                          |                           |
| 2,00                                   | 0,76                  |                     |                          |                           |
| 2,50                                   | 0,70                  |                     |                          |                           |
| 3,00                                   | 0,65                  |                     |                          |                           |

Tableau 5. Valeurs du facteur de correction  $f_3$  en fonction du type de terrain [14]

**Facteurs de correction pour les câbles multiconducteurs ou groupes de câbles monoconducteurs jointifs :  $f_4$**

Les facteurs du tableau sont applicables à des groupes homogènes de câbles, également chargés, pour les modes de pose indiqués.

| N° des modes de pose                                      | Nombre de câbles multiconducteurs ou groupes de câbles monoconducteurs jointifs |      |      |      |      |      |      |      |      |  |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|
|   | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12   | 16   | 20   |
| 21, 22A, 23A, 24A, 25, 31, 31A, 32, 32A, 33A, 34A, 41, 43 | 1,00  | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45   | 0,40 | 0,40 |
| 11, 12  | 1,00  | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles |      |      |
| 11A   | 1,00  | 0,85 | 0,76 | 0,72 | 0,69 | 0,67 | 0,66 | 0,65 | 0,64 |  |      |      |
| 13  | 1,00  | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |  |      |      |
| 14, 16  | 1,00  | 0,88 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |  |      |      |

Tableau 6. Valeurs de  $f_4$  [14]

- **Facteurs de correction pour les câbles multiconducteurs ou groupes de câbles mono conducteurs disposés en plusieurs couches :  $f_5$**

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, les facteurs de correction du tableau doivent être appliqués.

|                              |      |      |        |       |           |
|------------------------------|------|------|--------|-------|-----------|
| Nombre de couches            | 2    | 3    | 4 ou 5 | 6 à 8 | 9 et plus |
| Facteurs de correction $f_5$ | 0,80 | 0,73 | 0,70   | 0,68  | 0,66      |

Tableau 7. Valeurs de  $f_5$  [14]

- **Facteurs de correction en fonction du nombre de conduits dans l'air et de leur disposition:  $f_6$**

Il est pris du tableau suivant :

| Nombre de conduits disposés verticalement | Nombre de conduits disposés horizontalement |      |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|
|   | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 1   | 1   | 0,94 | 0,91 | 0,88 | 0,87 | 0,86 |
| 2   | 0,92  | 0,87 | 0,84 | 0,81 | 0,80 | 0,79 |
| 3   | 0,85  | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,74 |
| 4   | 0,82  | 0,78 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |
| 5   | 0,80  | 0,76 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,70 |
| 6   | 0,79  | 0,75 | 0,71 | 0,70 | 0,69 | 0,68 |

Tableau 8. Valeurs de  $f_6$ [14]

- **Facteurs de correction en fonction du nombre de conduits enterrés ou noyés dans le béton et de leur disposition :  $f_7$**

On le tire du tableau suivant :

| Nombre de conduits disposés verticalement | Nombre de conduits disposés horizontalement |      |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|
|   | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 1   | 1   | 0,87 | 0,77 | 0,72 | 0,68 | 0,65 |
| 2   | 0,87  | 0,71 | 0,62 | 0,57 | 0,53 | 0,50 |
| 3   | 0,77  | 0,62 | 0,53 | 0,48 | 0,45 | 0,42 |
| 4   | 0,72  | 0,57 | 0,48 | 0,44 | 0,40 | 0,38 |
| 5   | 0,68  | 0,53 | 0,45 | 0,40 | 0,37 | 0,35 |
| 6   | 0,65  | 0,50 | 0,42 | 0,38 | 0,35 | 0,32 |

Tableau 9. Valeurs de  $f_7$  [14]

- **Facteurs de correction pour conduits enterrés non jointifs disposés horizontalement ou verticalement à raison d'un câble ou d'un groupement de 3 câbles mono conducteurs par conduit :  $f_8$**

On le tire du tableau suivant selon le nombre de conduits et la distance entre eux.

| Nombre de conduits | Distance entre conduits (a) |       |       |
|--------------------|-----------------------------|-------|-------|
|                    | 0,25 m                      | 0,5 m | 1,0 m |
| 2                  | 0,93                        | 0,95  | 0,97  |
| 3                  | 0,87                        | 0,91  | 0,95  |
| 4                  | 0,84                        | 0,89  | 0,94  |
| 5                  | 0,81                        | 0,87  | 0,93  |
| 6                  | 0,79                        | 0,86  | 0,93  |

Tableau 10. Valeurs de  $f_8$  en fonction du nombre des conduits et la distance entre eux [14]

- **Facteurs de correction dans le cas de plusieurs circuits ou câbles dans un même conduit enterré :  $f_9$**

Ceci est applicable à des groupements de câbles de sections différentes mais ayant la même température maximale admissible.

| Disposition de circuits ou de câbles jointifs | Facteurs de correction                           |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   | 1  | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 12   | 16   | 20   |
| Posés dans un conduit enterré                 | 1  | 0,71 | 0,58 | 0,5 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,29 | 0,25 | 0,22 |

Tableau 11. Valeurs de  $f_9$  en fonction de nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs [14]

- **Facteurs de correction pour groupement de plusieurs câbles posés directement dans le sol - câbles monoconducteurs ou multiconducteurs disposés horizontalement ou verticalement :  $f_{10}$**

On le tire du tableau suivant :

| Nombre de câbles ou de circuits | Distance entre câbles ou groupements de 3 câbles monoconducteurs (a) |                      |        |       |       |
|---------------------------------|--|----------------------|--------|-------|-------|
|                                 | Null (câbles jointifs)   | Un diamètre de câble | 0,25 m | 0,5 m | 1,0 m |
| 2                               | 0,76   | 0,79                 | 0,84   | 0,88  | 0,92  |
| 3                               | 0,64   | 0,67                 | 0,74   | 0,79  | 0,85  |
| 4                               | 0,57   | 0,61                 | 0,69   | 0,75  | 0,82  |
| 5                               | 0,52   | 0,56                 | 0,65   | 0,71  | 0,80  |
| 6                               | 0,49   | 0,53                 | 0,60   | 0,69  | 0,78  |

Tableau 12. Valeurs de  $f_{10}$

- Courants admissibles (en ampère) par les canalisations dans les conditions standards d'installation pour les lettres de sélection *B, C, E, F* :

| Lettre de sélection                            | Isolant et nombre de conducteurs chargés |       |       |       |       |       |      |      |      |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
|  | B  | PVC 3 | PVC 2 |       | PR 3  |       | PR 2 |      |      |
| C  |  | PVC 3 |       | PVC 2 | PR 3  |       | PR 2 |      |      |
| E  |  |       | PVC 3 |       | PVC 2 | PR 3  |      | PR 2 |      |
| F  |  |       |       | PVC 3 |       | PVC 2 | PR 3 |      | PR 2 |
| Section (mm <sup>2</sup> )<br><i>Cuivre</i>    |  |       |       |       |       |       |      |      |      |
| 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  |      | 1083 |
| 630  |  |       |       |       | 855   | 1005  | 1088 |      | 1254 |
| Section (mm <sup>2</sup> )<br><i>Aluminium</i> |  |       |       |       |       |       |      |      |      |
| 2,5  | 16,5                                     | 18,5  | 19,5  | 21    | 23    | 24    | 26   | 28   |      |
| 4  | 22                                       | 25    | 26    | 28    | 31    | 32    | 35   | 38   |      |
| 6  | 28                                       | 32    | 33    | 36    | 39    | 42    | 45   | 49   |      |
| 10   | 39                                       | 44    | 46    | 49    | 54    | 58    | 62   | 67   |      |
| 16   | 53                                       | 59    | 61    | 66    | 73    | 77    | 84   | 91   |      |
| 25   | 70                                       | 73    | 78    | 83    | 90    | 97    | 101  | 108  | 121  |
| 35   | 86                                       | 90    | 96    | 103   | 112   | 120   | 126  | 135  | 150  |
| 50   | 104                                      | 110   | 117   | 125   | 136   | 146   | 154  | 164  | 184  |
| 70   | 133                                      | 140   | 150   | 160   | 174   | 187   | 198  | 211  | 237  |
| 95   | 161                                      | 170   | 183   | 195   | 211   | 227   | 241  | 257  | 289  |
| 120  | 186                                      | 197   | 212   | 226   | 245   | 263   | 280  | 300  | 337  |
| 150  |  | 227   | 245   | 261   | 283   | 304   | 324  | 346  | 389  |
| 185  |  | 259   | 280   | 298   | 323   | 347   | 371  | 397  | 447  |
| 240  |  | 305   | 330   | 352   | 382   | 409   | 439  | 470  | 530  |
| 300  |  | 351   | 381   | 406   | 440   | 471   | 508  | 543  | 613  |
| 400  |  |       |       |       | 526   | 600   | 663  |      | 740  |
| 500  |  |       |       |       | 610   | 694   | 770  |      | 856  |
| 630  |  |       |       |       | 711   | 808   | 899  |      | 996  |

Tableau 13. Valeurs de courants admissibles en fonction de la section des conducteurs en cuivre et type d'isolation pour les lettres de sélection B, C, E et F [14]

**NB.** Si on a un système triphasé, la lecture se fait dans la colonne dont le chiffre après la matière d'isolation est 3 (PR3, PVC3).

- **Courants admissibles (en ampère) par les canalisations dans les conditions standards d'installation pour la lettre de sélection *D* (canalisations enterrées) :**

| Lettre de sélection<br><i>D</i>                | Isolant et nombre de conducteurs chargés |       |      |      |
|--|--|-------|------|------|
|  | PVC 3                                    | PVC 2 | PR 3 | PR 2 |
| Section (mm <sup>2</sup> )<br><i>Cuivre</i>    |  |       |      |      |
| 1,5  | 26                                       | 32    | 31   | 37   |
| 2,5  | 34                                       | 42    | 41   | 48   |
| 4  | 44                                       | 54    | 53   | 63   |
| 6  | 56                                       | 67    | 66   | 80   |
| 10   | 74                                       | 90    | 87   | 104  |
| 16   | 96                                       | 116   | 113  | 136  |
| 25   | 123                                      | 148   | 144  | 173  |
| 35   | 147                                      | 178   | 174  | 208  |
| 50   | 174                                      | 211   | 206  | 247  |
| 70   | 216                                      | 261   | 254  | 304  |
| 95   | 256                                      | 308   | 301  | 360  |
| 120  | 290                                      | 351   | 343  | 410  |
| 150  | 328                                      | 397   | 387  | 463  |
| 185  | 367                                      | 445   | 434  | 518  |
| 240  | 424                                      | 514   | 501  | 598  |
| 300  | 480                                      | 581   | 565  | 677  |
| Section (mm <sup>2</sup> )<br><i>Aluminium</i> |  |       |      |      |
| 10   | 57                                       | 68    | 67   | 80   |
| 16   | 74                                       | 88    | 87   | 104  |
| 25   | 94                                       | 114   | 111  | 133  |
| 35   | 114                                      | 137   | 134  | 160  |
| 50   | 134                                      | 161   | 160  | 188  |
| 70   | 167                                      | 200   | 197  | 233  |
| 95   | 197                                      | 237   | 234  | 275  |
| 120  | 224                                      | 270   | 266  | 314  |
| 150  | 254                                      | 304   | 300  | 359  |
| 185  | 285                                      | 343   | 337  | 398  |
| 240  | 328                                      | 396   | 388  | 458  |
| 300  | 371                                      | 447   | 440  | 520  |

Tableau 14. Valeurs de courants admissibles en fonction de la section des conducteurs en cuivre et en aluminium et type d'isolation pour la lettre de sélection D [14]

---

# **Annex B**

---

# Table des matières

Colonne X : une page créée automatiquement a été modifiée manuellement

F06\_001

| Page | Description de page                      | Champ supplémentaire de page | Date       | Editeur  | X |
|------|--|------------------------------|------------|----------|---|
| /1   | page de garde                            |                              | 03/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /2   | Table des matières : /1 - /61            |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /3   | Description de l'armoire                 |                              | 03/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /4   | Description de repérage                  |                              | 03/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /10  | Arrivée + parafoudre                     |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /11  | Relais de phase                          |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /12  | Centrale de mesure                       |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /13  | Onduleur                                 |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /14  | Alimentation 24 V                        |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /15  | Poires de niveau + Trape FC              |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /16  | Ecl int+Chauffage+Ventilation            |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /17  | Test de lampe + RESET                    |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /18  | Autres départs                           |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /19  | Départ Débitmètre                        |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /20  | Securité générale                        |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /22  | Vanne Motorisée AR01                     |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /23  | Circuit de commande AR01                 |                              | 04/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /24  | Vanne Motorisée AR02                     |                              | 09/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /25  | Circuit de commande AR02                 |                              | 04/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /26  | Vanne Motorisée DEP01                    |                              | 07/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /27  | Circuit de commande DEP01                |                              | 04/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /28  | Vanne Motorisée DEP02                    |                              | 07/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /29  | Circuit de commande DEP02                |                              | 04/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /35  | Départ Transmetteur de niveau 01         |                              | 07/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /36  | Départ Transmetteur de niveau 02         |                              | 07/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /50  | Circuit API                              |                              | 07/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /51  | Circuit API                              |                              | 03/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /52  | Circuit API -Module d'entrée numérique-  |                              | 07/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /53  | Circuit API -Module d'entrée numérique-  |                              | 04/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /54  | Circuit API -Module d'entrée Analogique- |                              | 04/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /55  | Architecture de communication            |                              | 05/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /60  | PLAN 3D + Plan d'implantation            |                              | 05/08/2021 | A.BOURAS |   |
| /61  | Cotation de l'armoire                    |                              | 05/08/2021 | A.BOURAS |   |

|                               |                         |                               |                         |                               |     |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----|
| Date                          | 18/09/2021              | Date                          |                         | Date                          |     |
| Verif                         | Armoire de Commande CMC | Verif                         | Armoire de Commande CMC | Verif                         |     |
| Orig                          | Remplacement de         | Orig                          | Remplacement de         | Orig                          |     |
| Remplacé par                  |                         | Remplacé par                  |                         | Remplacé par                  |     |
| Global Algerian Technologies  | SPA                     | Global Algerian Technologies  | SPA                     | Global Algerian Technologies  | SPA |
| Table des matières : /1 - /61 |                         | Table des matières : /1 - /61 |                         | Table des matières : /1 - /61 |     |
| IEC_0001                      |                         | IEC_0001                      |                         | IEC_0001                      |     |
| =                             |                         | +                             |                         |                               |     |
| Feuille                       | 2                       | Page                          | 2 / 33                  |                               |     |

# Description de l'armoire

Armoire : Armoire de Commande  
Alimentation : 3Phases +N+PE  
Tension de puissance : AC 400V 50Hz  
Tension de contrôle : 230VAC  
Niveau de protection : IP54  
Type d'installation : intérieur  
Température de l'environnement : 45°C  
Dimension de l'armoire : 1600x1000x400

## Description du câblage suivant la norme : IEC 60204

### Puissance

Noir (BK) : Conducteur de puissance (Phase 500, 400, ou 230V)  
Bleu Clair (BC) : Neutre  
Orange (OG) : Tension externe non coupée par le sectionneur de l'armoire

### Commande

Bleu foncé (BU) : Commande en courant continu (12, 24, 48V = etc..)  
Rouge (RD) : Commande en courant alternatif (12, 24, 115, 230 V etc..)

### Terre

Vert/Jaune (GNYE) : Conducteur de mise à la masse (de protection)

### Sections minimum des conducteurs

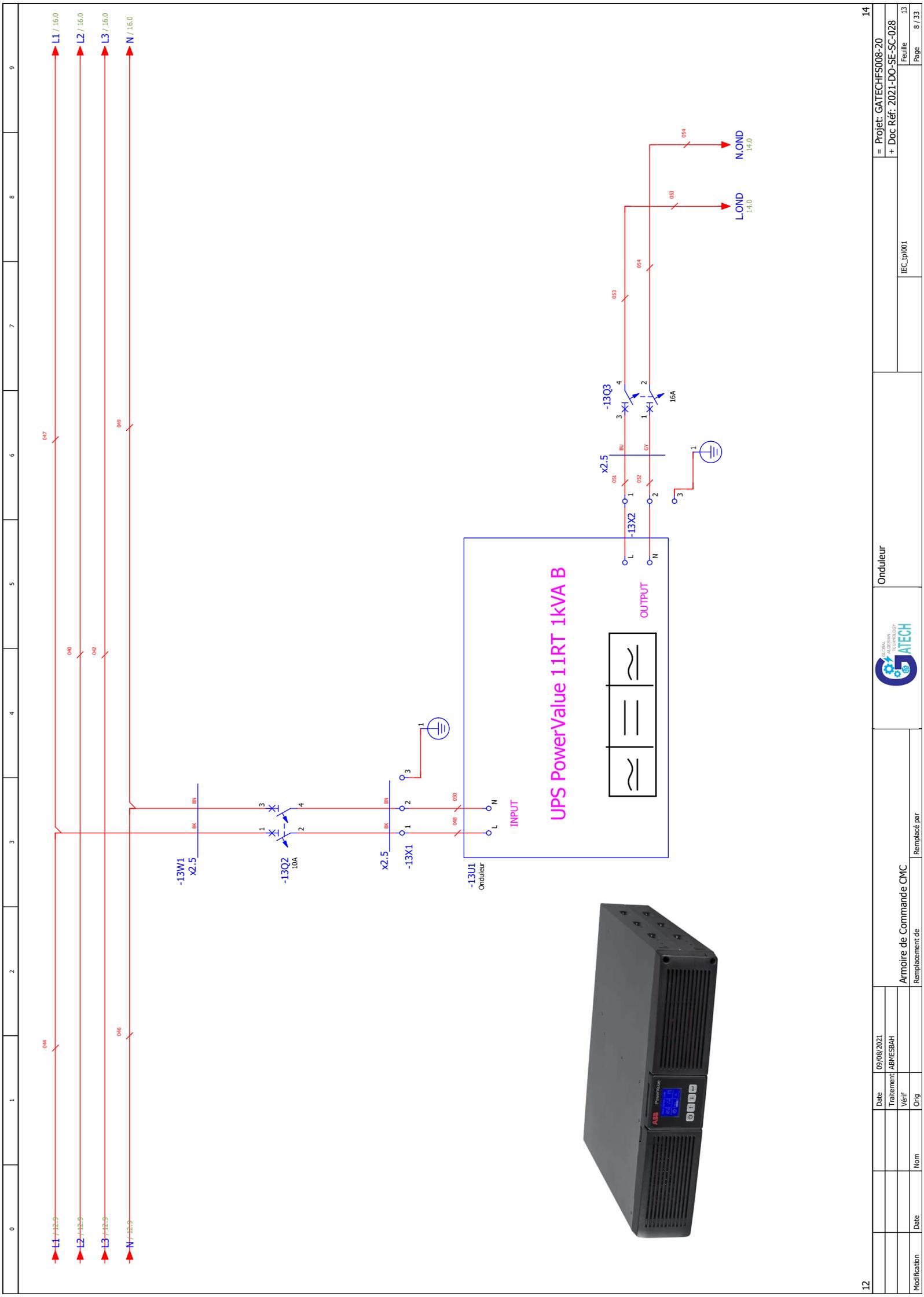
Section min. circuit de puissance : 2,5mm<sup>2</sup>  
Section min. circuit de commande : 1,5mm<sup>2</sup>  
Section min. circuit API : 0,75mm<sup>2</sup>



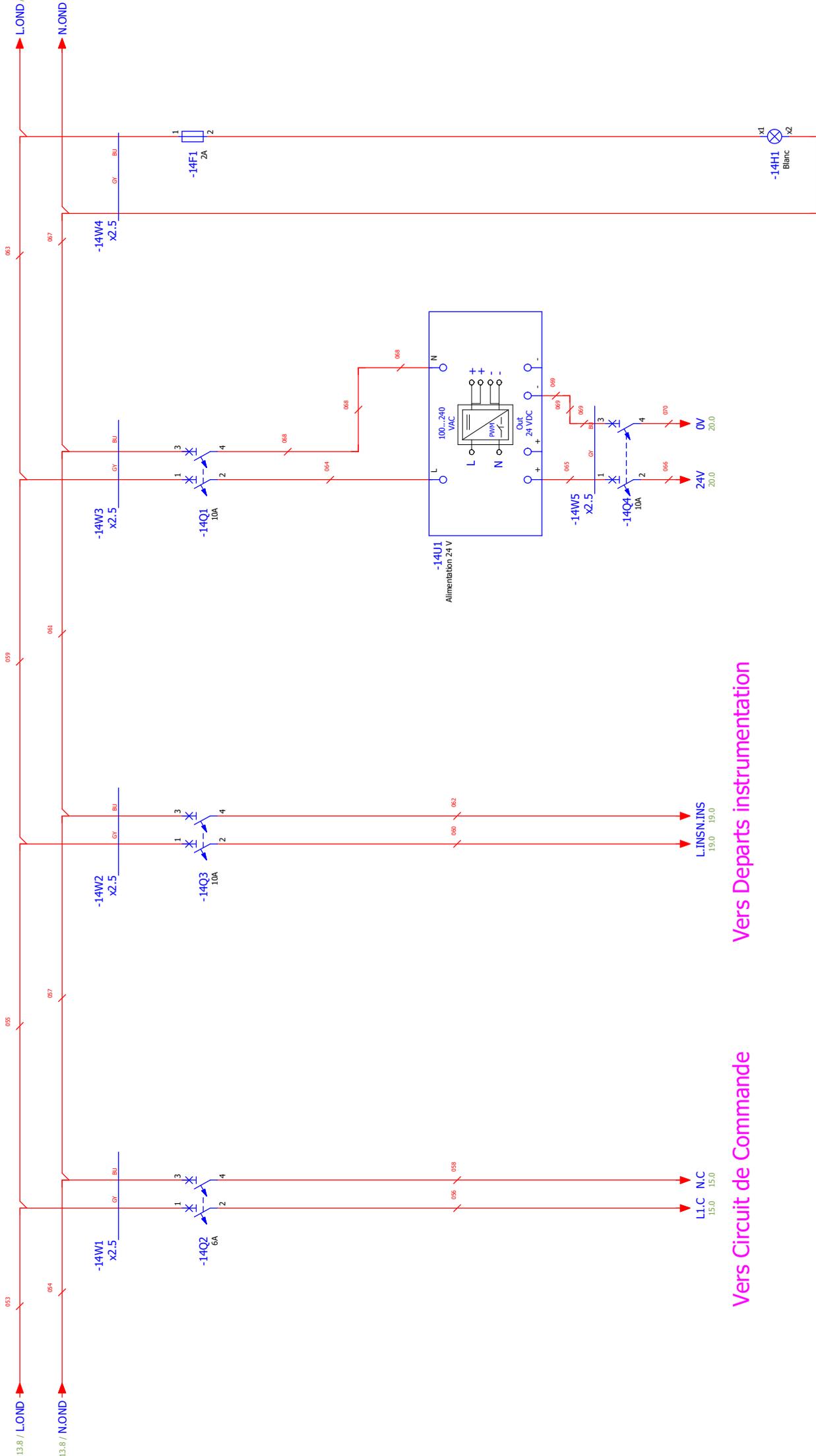








|              |            |                         |  |            |  |                              |  |
|--------------|------------|-------------------------|--|------------|--|------------------------------|--|
| Date         | 09/08/2021 | Armoire de Commande CMC |  | Onduleur   |  | = Projet: GATECHFS008-20     |  |
| Modification |            | Remplacement de         |  | IEC_upr001 |  | + Doc Réf. 2021-DO-SE-SC-028 |  |
|              |            |                         |  |            |  | Feuille                      |  |
|              |            |                         |  |            |  | Page                         |  |
|              |            |                         |  |            |  | 8 / 33                       |  |
|              |            |                         |  |            |  | 13                           |  |



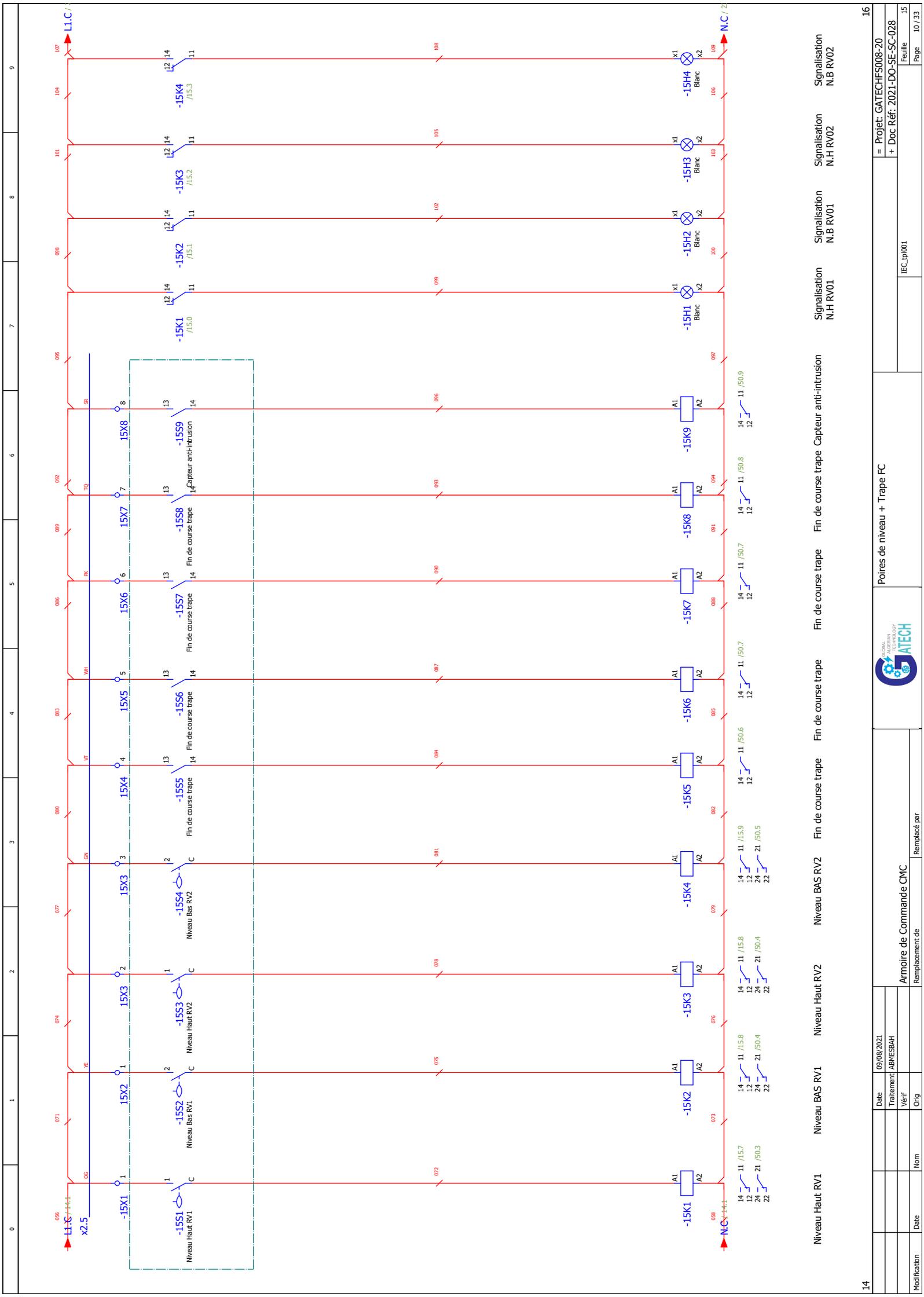
Présence Ondulée 230V AC

L.I.C. N.C. 15.0 15.0

L.I.N.S.N.I.N.S. 15.0 15.0

Vers Circuit de Commande

Vers Departis instrumentation



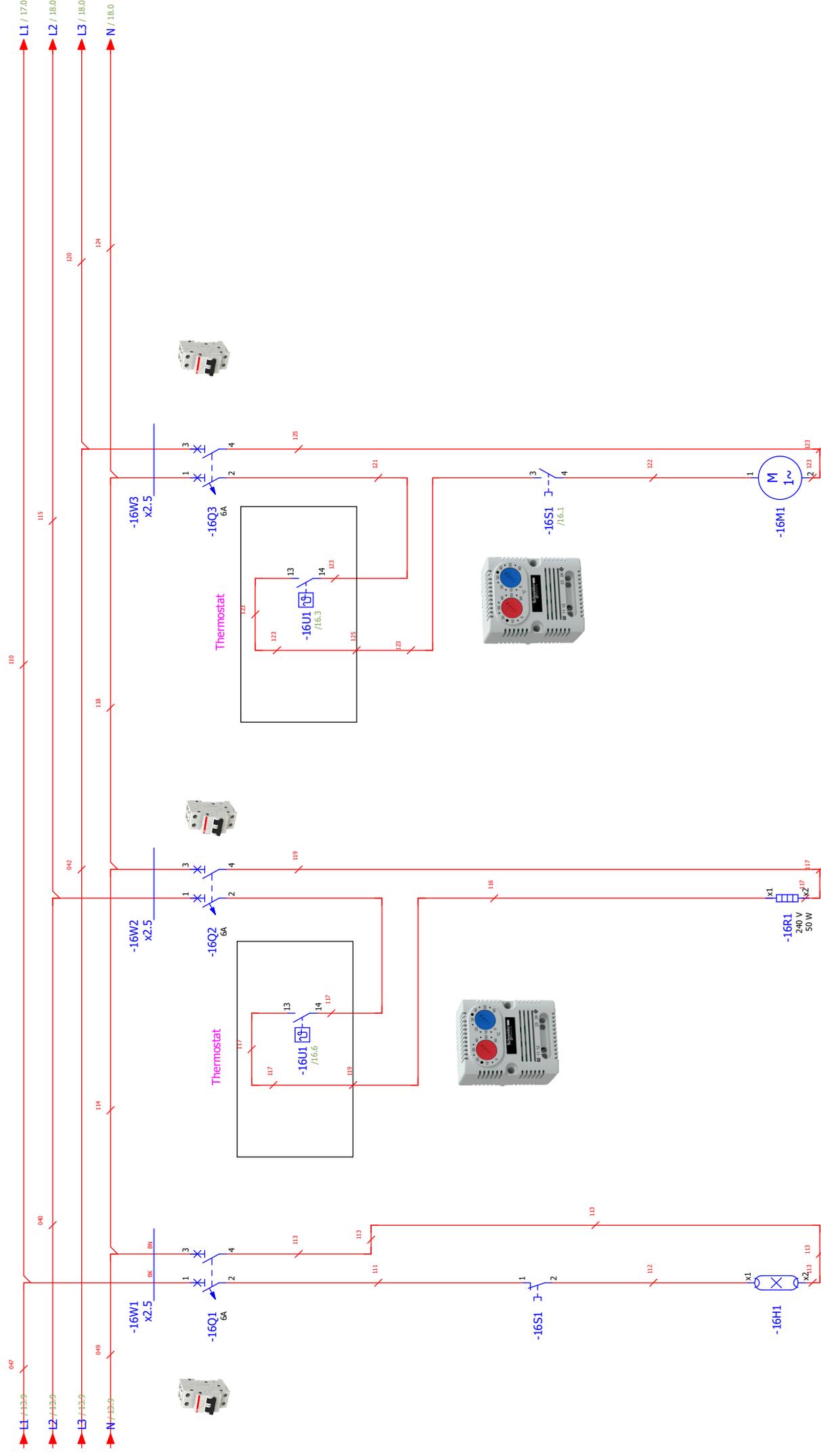
|              |      |      |      |              |
|--------------|------|------|------|--------------|
| Modification | Date | Norm | Orig | Remplacé par |
|              |      |      |      |              |

|                         |            |              |  |
|-------------------------|------------|--------------|--|
| Armoire de Commande CMC |            | Remplacé par |  |
| Date                    | 09/08/2021 |              |  |
| Travailleur             | ABMESBAH   |              |  |



Poires de niveau + Trape FC

|                        |         |                        |  |                        |  |   |  |
|------------------------|---------|------------------------|--|------------------------|--|---|--|
| Signalisation N.H RV01 |         | Signalisation N.B RV01 |  | Signalisation N.H RV02 |  | Signalisation N.B RV02                                |  |
| Fin de course trape    |         | Fin de course trape    |  | Capteur anti-intrusion |  |   |  |
| I.EC.1p1001            |         |                        |  |                        |  |   |  |
| Page                   | 10 / 33 | Feuille                |  | 15                     |  | = Projet: GATECHFS008-20 + Doc Réf. 2021-DO-SE-SC-028 |  |



Eclairage de l'armoire

Chauffage de l'armoire

Ventilation de l'armoire

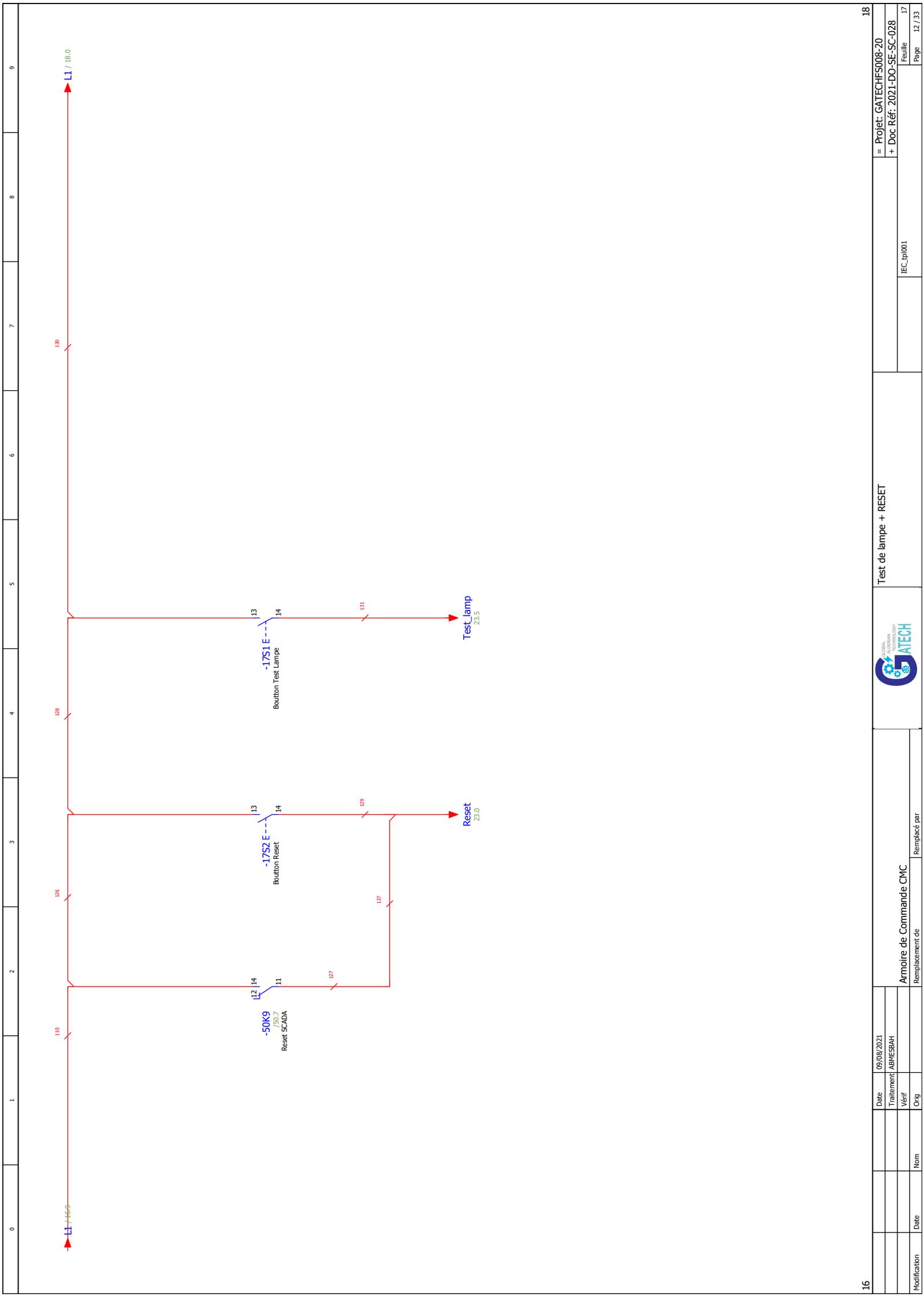
|              |      |      |      |              |
|--------------|------|------|------|--------------|
| Modification | Date | Norm | Orig | Remplacé par |
|              |      |      |      |              |

Armoire de Commande CMC



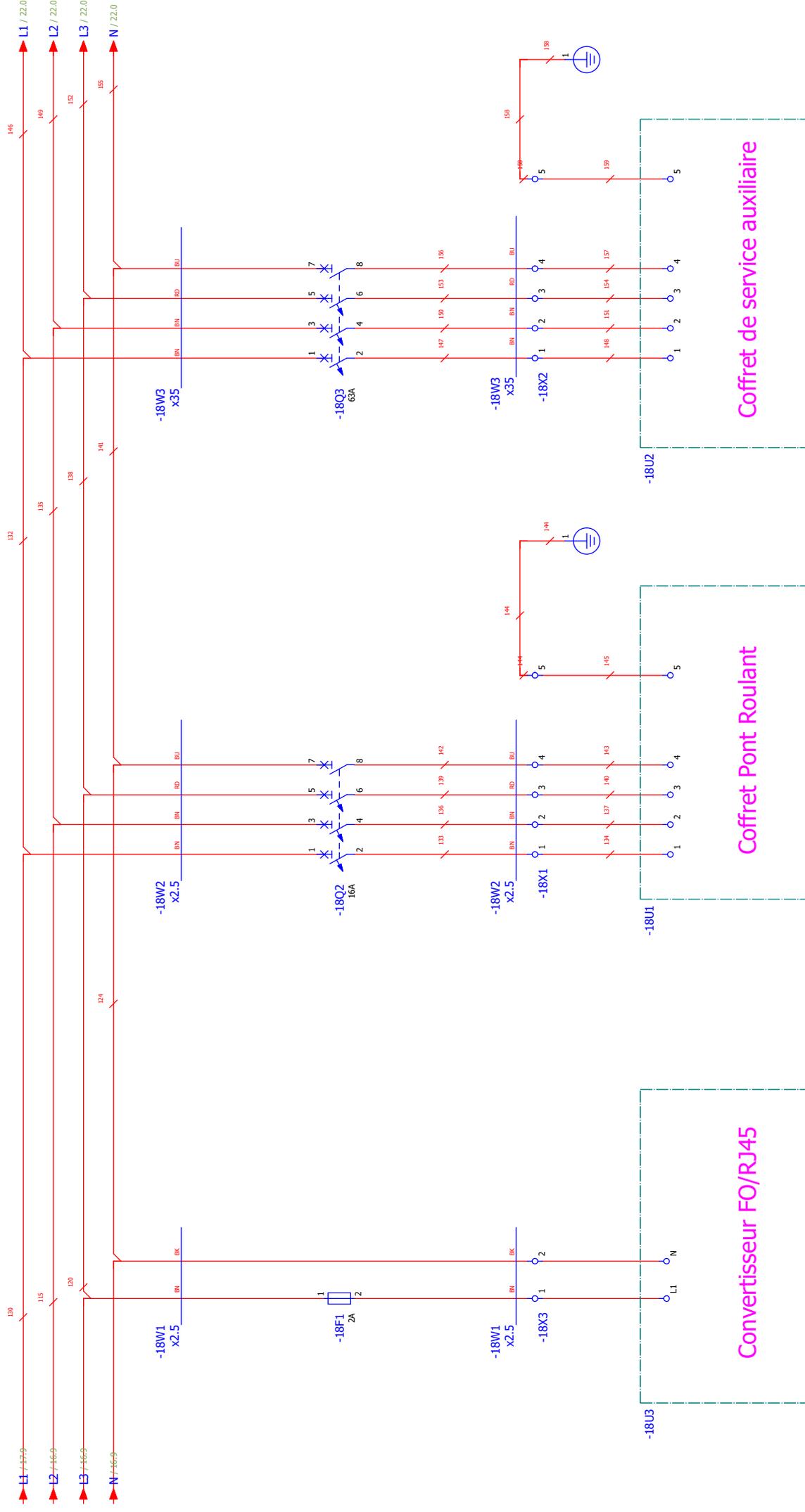
Ecl int+Chauffage+Ventilation

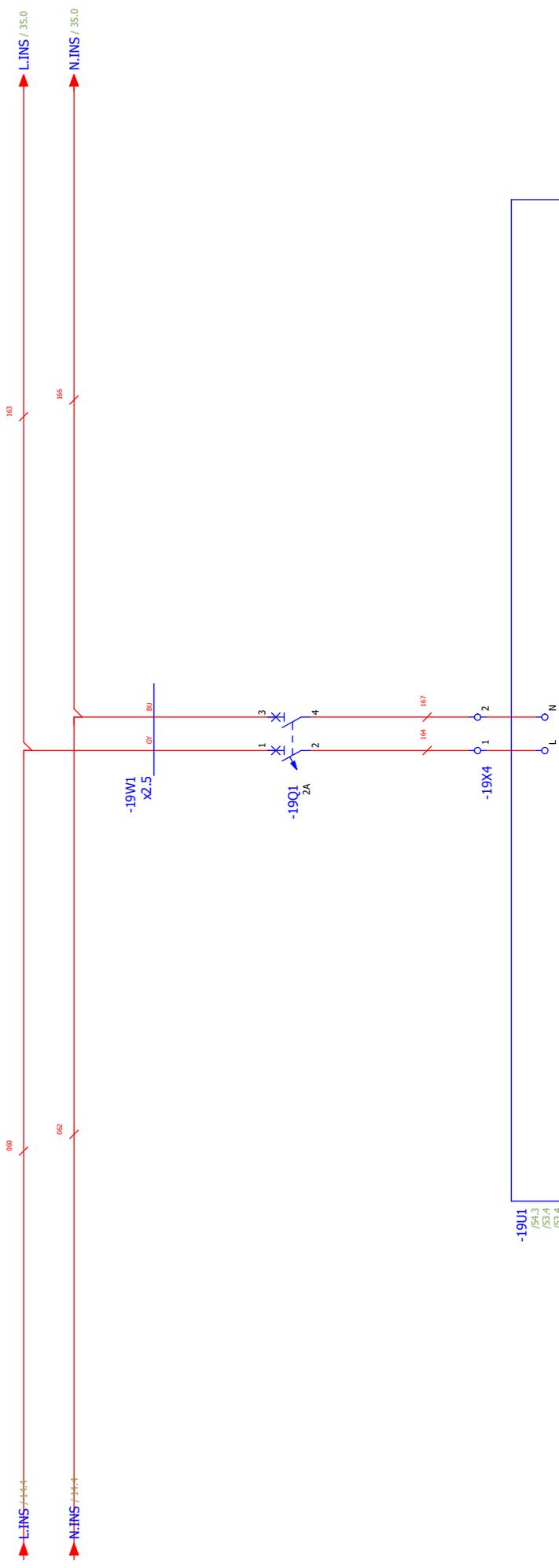
IEC-tp1001



|   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0   | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <p>16</p> <p>Armoire de Commande CMC</p> <p>Remplacement de</p> <p>Remplacé par</p> |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Date  | 09/08/2021 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Modification  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Date  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Norm  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Orig  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Vérif   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Trattement  | ABMESBAH   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <p>Test de lampe + RESET</p>  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <p>IEC_upr001</p>   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <p>= Projet: GATECHFS008-20</p> <p>+ Doc Réf: 2021-DO-SE-SC-028</p>                 |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Date  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Page  | 12 / 33    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Feuille   | 17         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <p>18</p>   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |





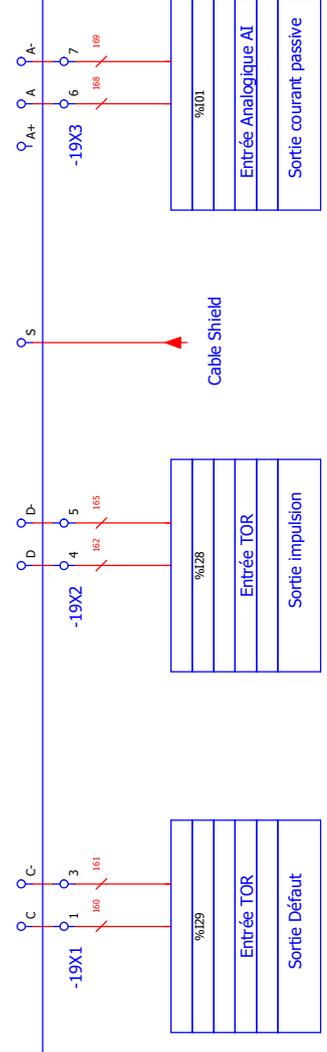


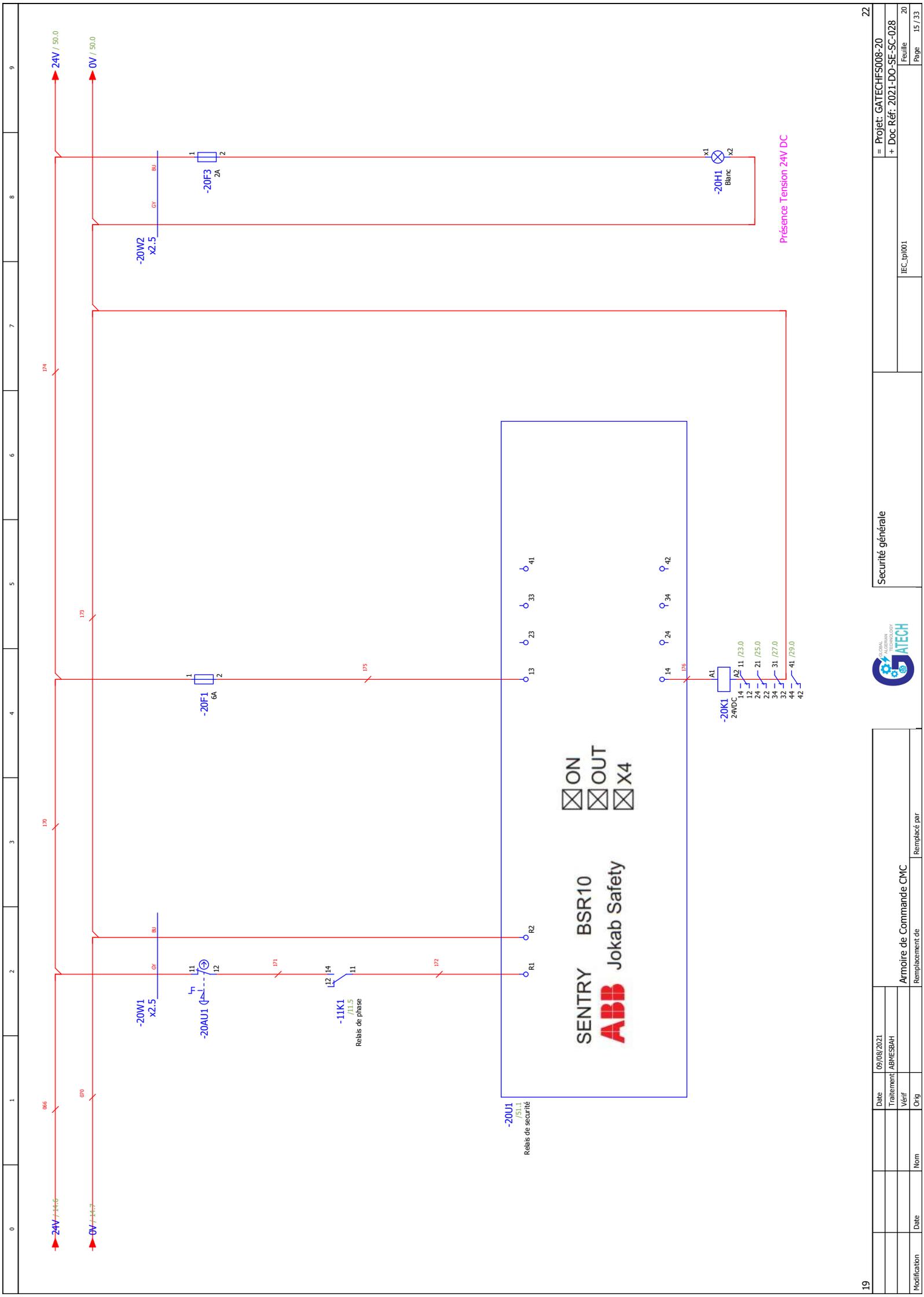
-19U1  
/ 153.3  
/ 153.4  
/ 153.4  
Débitmètre



# IFC 100

## KROHNE



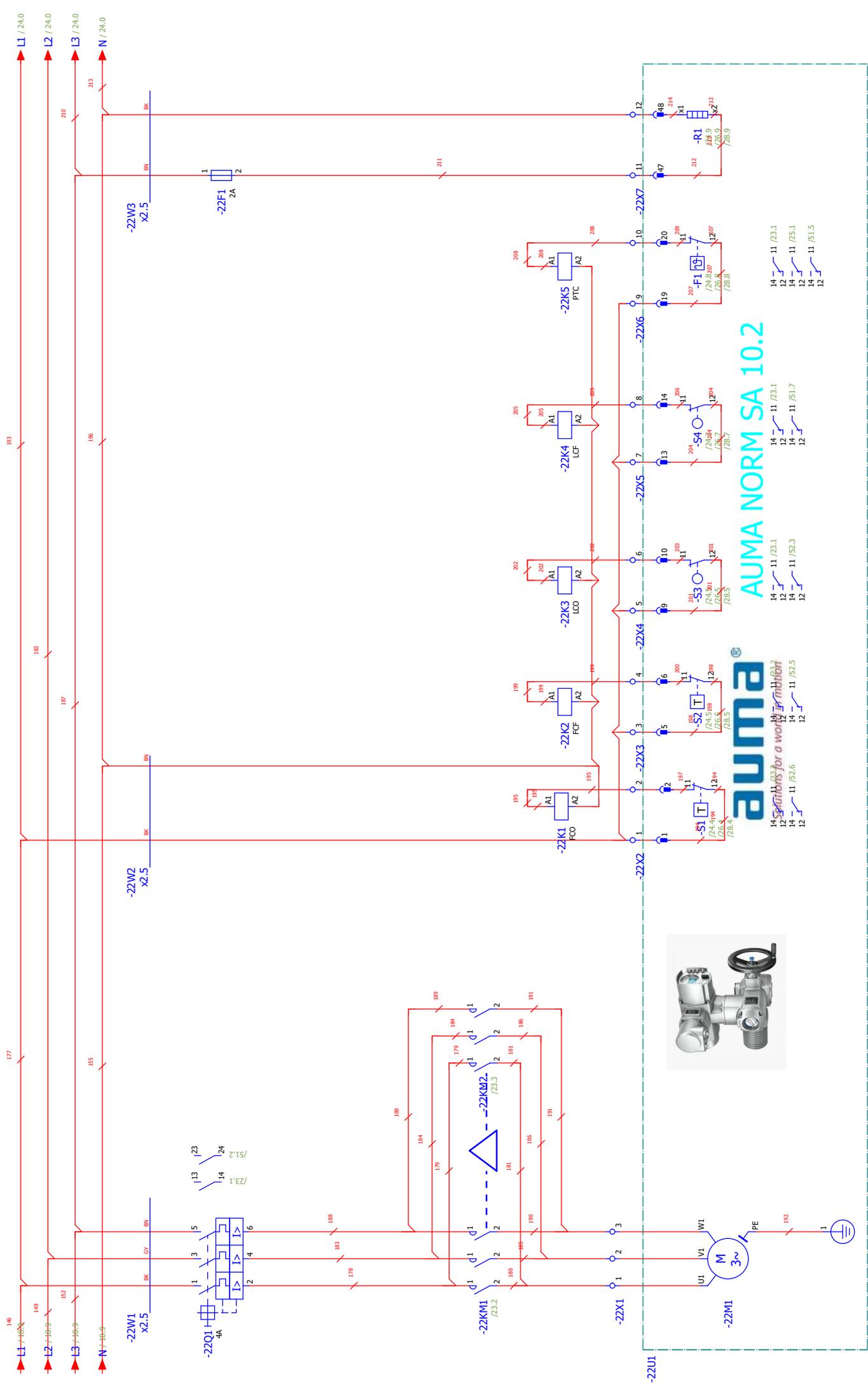


|                                |      |      |      |              |
|--------------------------------|------|------|------|--------------|
| Modification                   | Date | Norm | Orig | Remplacé par |
|                                |      |      |      |              |
| <b>Armoire de Commande CMC</b> |      |      |      |              |
| Remplacement de                |      |      |      |              |



Securité générale

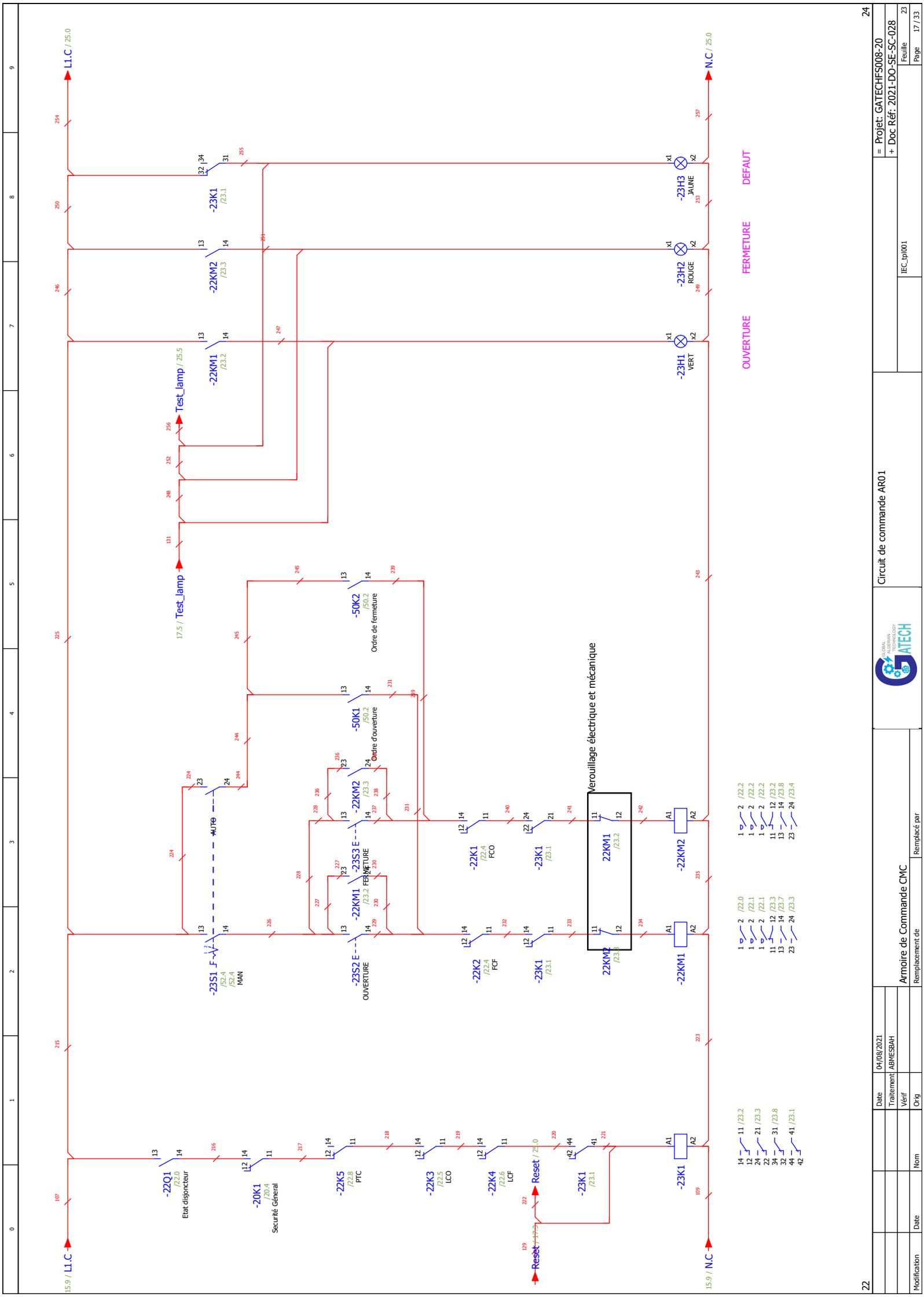
|                              |         |                              |         |
|------------------------------|---------|------------------------------|---------|
| = IEC_01001                  |         | = IEC_01001                  |         |
| + Doc Réf. 2021-DO-SE-SC-028 |         | + Doc Réf. 2021-DO-SE-SC-028 |         |
| Feuille                      | 20      | Feuille                      | 20      |
| Page                         | 15 / 33 | Page                         | 15 / 33 |



**numa**  
Solutions for a world in motion

- 14 11 / 23.1
- 12 11 / 23.1
- 14 11 / 51.7
- 12 11 / 51.7
- 14 11 / 52.3
- 12 11 / 52.3
- 14 11 / 23.1
- 12 11 / 23.1
- 14 11 / 51.5
- 12 11 / 51.5

|              |            |      |              |                         |                      |            |   |
|--------------|------------|------|--------------|-------------------------|----------------------|------------|---|
| Modification | Date       | Norm | Remplacé par | Armoire de Commande CMC | Vanne Motorisée AR01 | IEC_ip1001 | = Projet : GATECHFS008-20<br>+ Doc Réf: 2021-DO-SE-SC-028 |
|              |            |      |              |                         |                      |            |   |
|              | 09/08/2021 |      |              |                         |                      |            |   |
|              | Verif      |      |              |                         |                      |            |   |
|              | Orig       |      |              |                         |                      |            |   |
|              | Page       |      |              |                         |                      |            |   |
|              | Feuille    |      |              |                         |                      |            |   |
|              | 22         |      |              |                         |                      |            |   |
|              | 16 / 33    |      |              |                         |                      |            |   |



15.9 / L.I.C. 107 215 225 235 245 250 254 259

-22Q1 /22.0 /22.0 Etat disjoncteur 13 14 216

-20K1 /20.4 Sécurité Général 12 14 11 217

-22K5 /22.8 PTC 12 14 11 218

-22K3 /22.5 LCO 12 14 11 219

-22K4 /22.6 LCF 12 14 11 220

Reset /24.0 222 223

-23K1 /23.1 42 44 41 221

-23K2 /23.2 42 44 41 222

-23K3 /23.3 42 44 41 223

-23K4 /23.4 42 44 41 224

22KM2 /23.8 11 12 234

22KM1 /23.2 11 12 235

-22KM1 /23.2 13 14 236

-22KM2 /23.3 13 14 237

-22KM3 /23.4 13 14 238

-23S2 E /23.2 OUVRETURE 13 14 239

-23S3 E /23.3 FERMETURE 13 14 240

-50K1 /50.2 Ordre d'ouverture 13 14 241

-50K2 /50.2 Ordre de fermeture 13 14 242

-22KM1 /23.2 13 14 243

-22KM2 /23.3 13 14 244

-22KM3 /23.4 13 14 245

Test\_lamp / 25.5 17.5 / Test\_lamp 131 248 252 256 259

-23S1 F /23.4 /23.4 /23.4 MAN 13 14 224

AUTE 23 24 239

-23H1 /23.1 VERT 11 12 233

-23H2 /23.2 ROUGE 11 12 234

-23H3 /23.3 JAUNE 11 12 235

-23K1 /23.1 11 12 236

-23K2 /23.2 11 12 237

-23K3 /23.3 11 12 238

-23K4 /23.4 11 12 239

22KM1 /23.2 11 12 240

22KM2 /23.3 11 12 241

22KM3 /23.4 11 12 242

-22KM1 /23.2 13 14 243

-22KM2 /23.3 13 14 244

-22KM3 /23.4 13 14 245

-23H1 /23.1 VERT 11 12 233

-23H2 /23.2 ROUGE 11 12 234

-23H3 /23.3 JAUNE 11 12 235

-23K1 /23.1 11 12 236

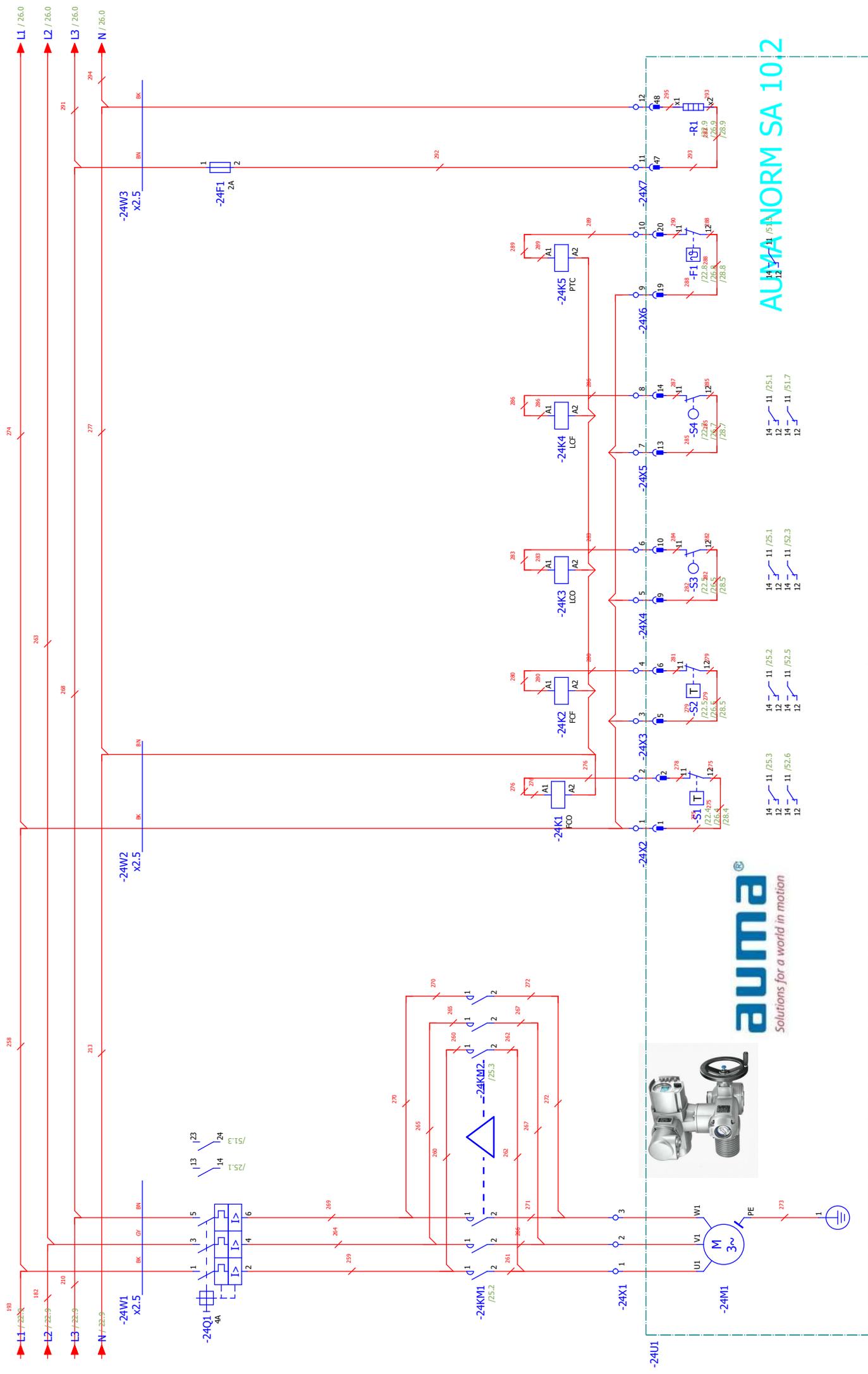
-23K2 /23.2 11 12 237

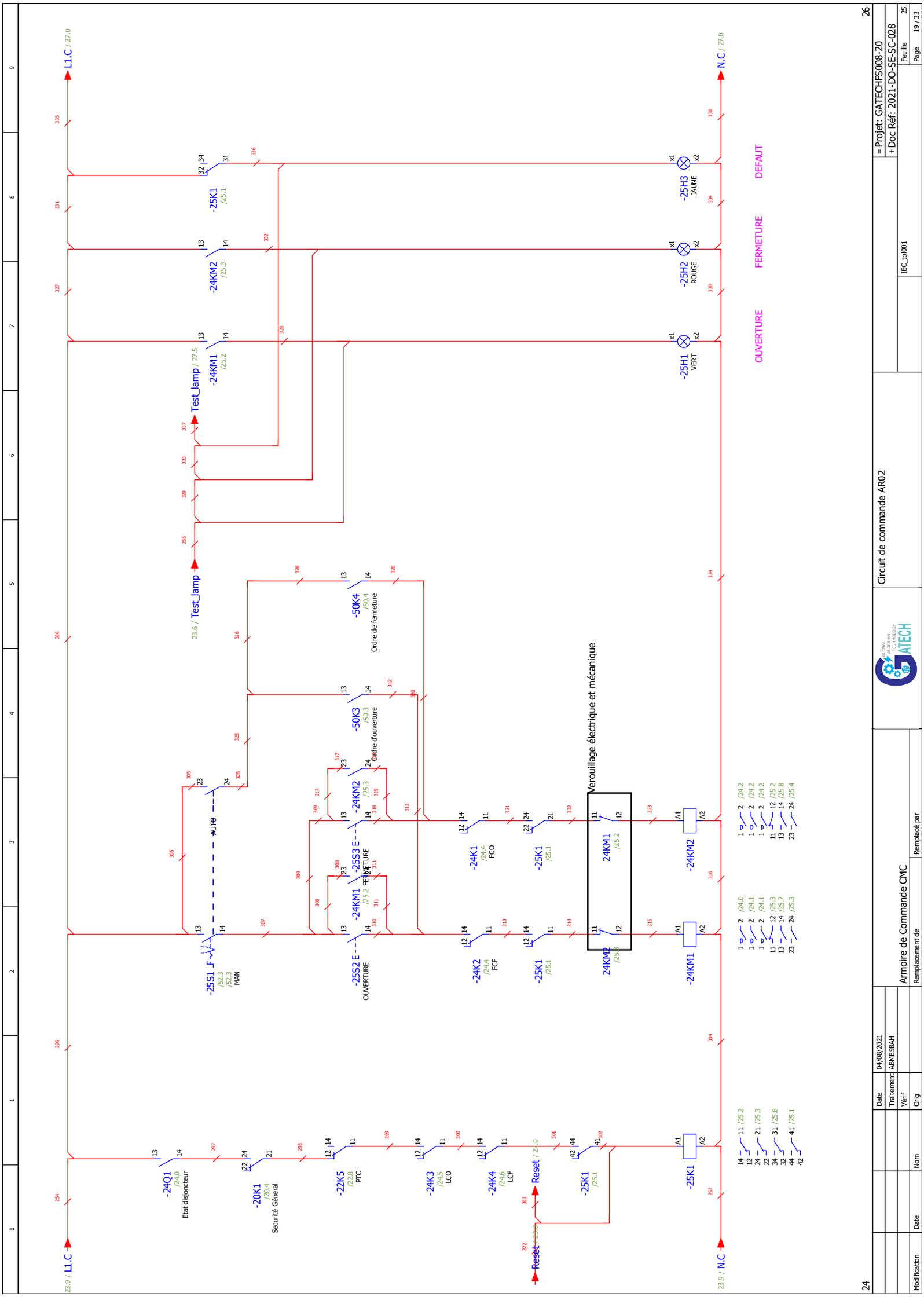
-23K3 /23.3 11 12 238

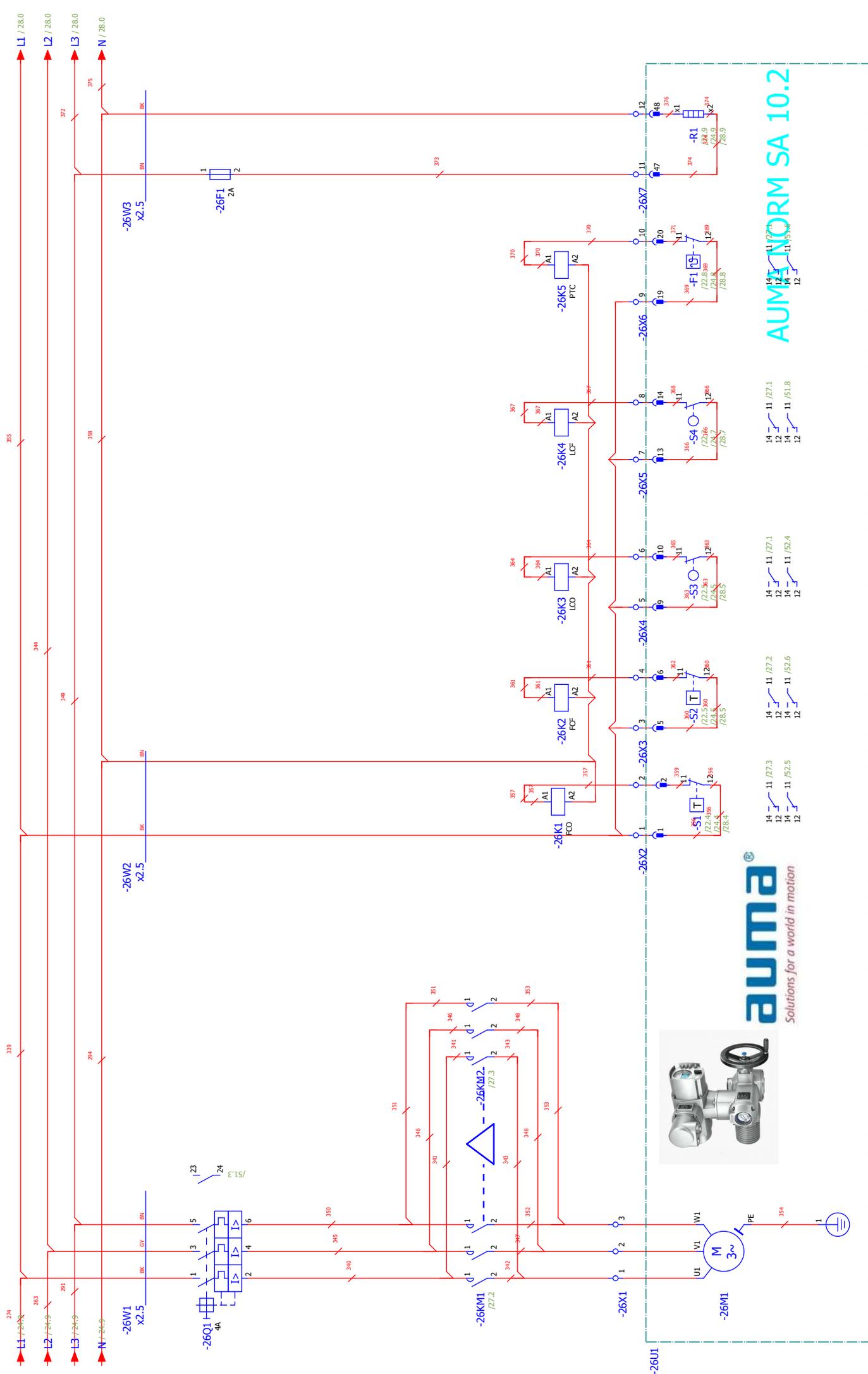
-23K4 /23.4 11 12 239

15.9 / N.C. 223 233 243 248 253 257 259

- Remplacement de
- 1 1 /22.0
  - 2 2 /22.1
  - 1 1 /22.1
  - 1 1 /22.1
  - 11 12 /23.2
  - 13 14 /23.3
  - 23 24 /23.3
- Remplacé par
- 1 2 /22.2
  - 2 2 /22.2
  - 1 2 /22.2
  - 1 2 /22.2
  - 11 12 /23.2
  - 13 14 /23.8
  - 23 24 /23.4

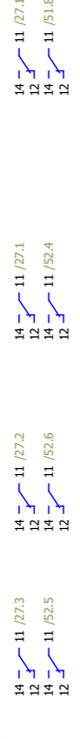






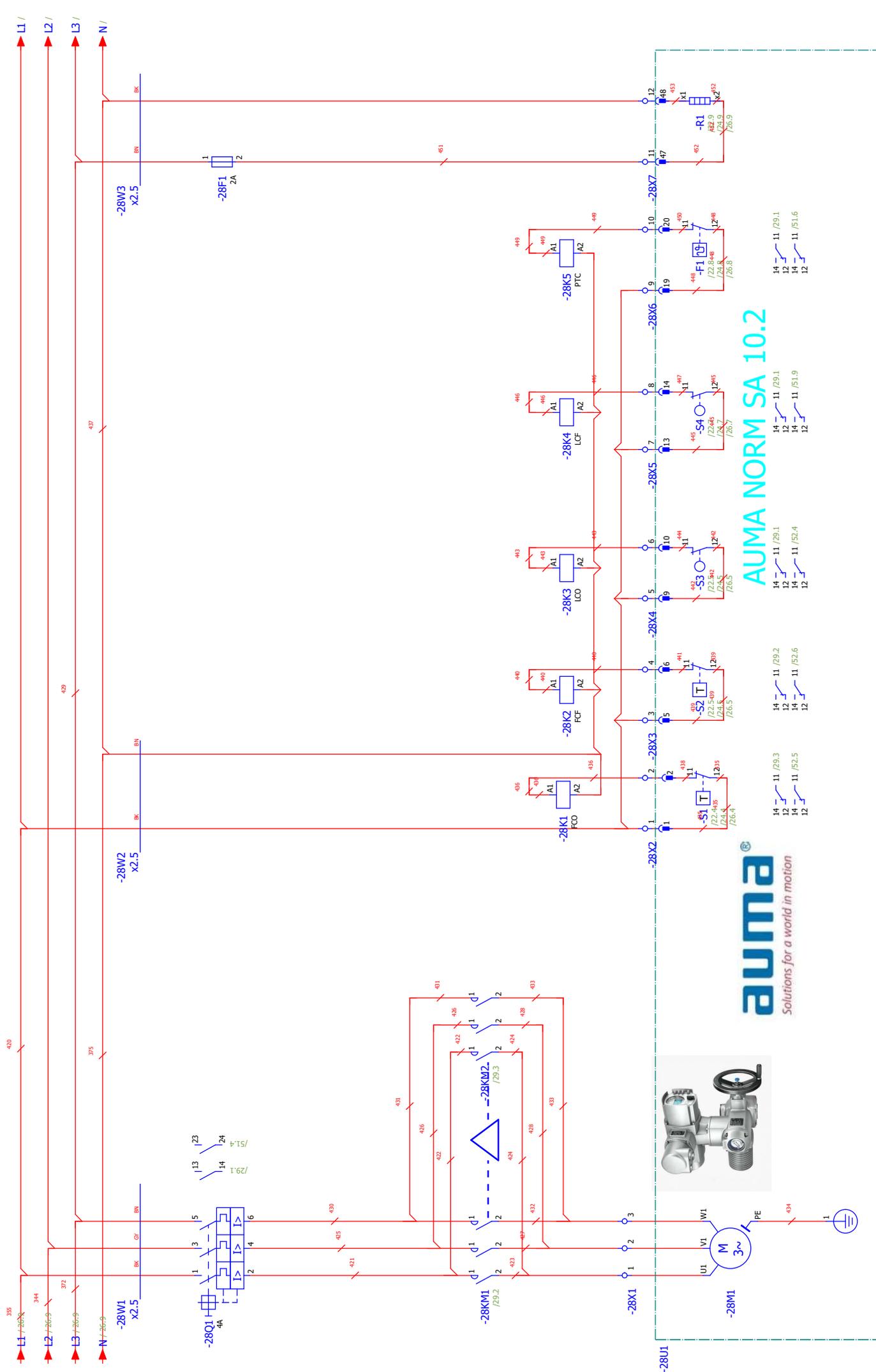
**AUMA**  
Solutions for a world in motion

**AUMANORM SA 10.2**



|              |            |      |              |   |                       |            |                            |
|--------------|------------|------|--------------|---|-----------------------|------------|----------------------------|
| Modification | Date       | Norm | Remplacé par |  | Vanne Motorisée DEP01 | IEC_up1001 | Feuille 26<br>Page 20 / 33 |
|              |            |      |              |   |                       |            |                            |
|              | 07/08/2021 |      |              | = Projet: GATECHFS008-20<br>+ Doc Réf. 2021-DO-SE-SC-028                              |                       |            |                            |

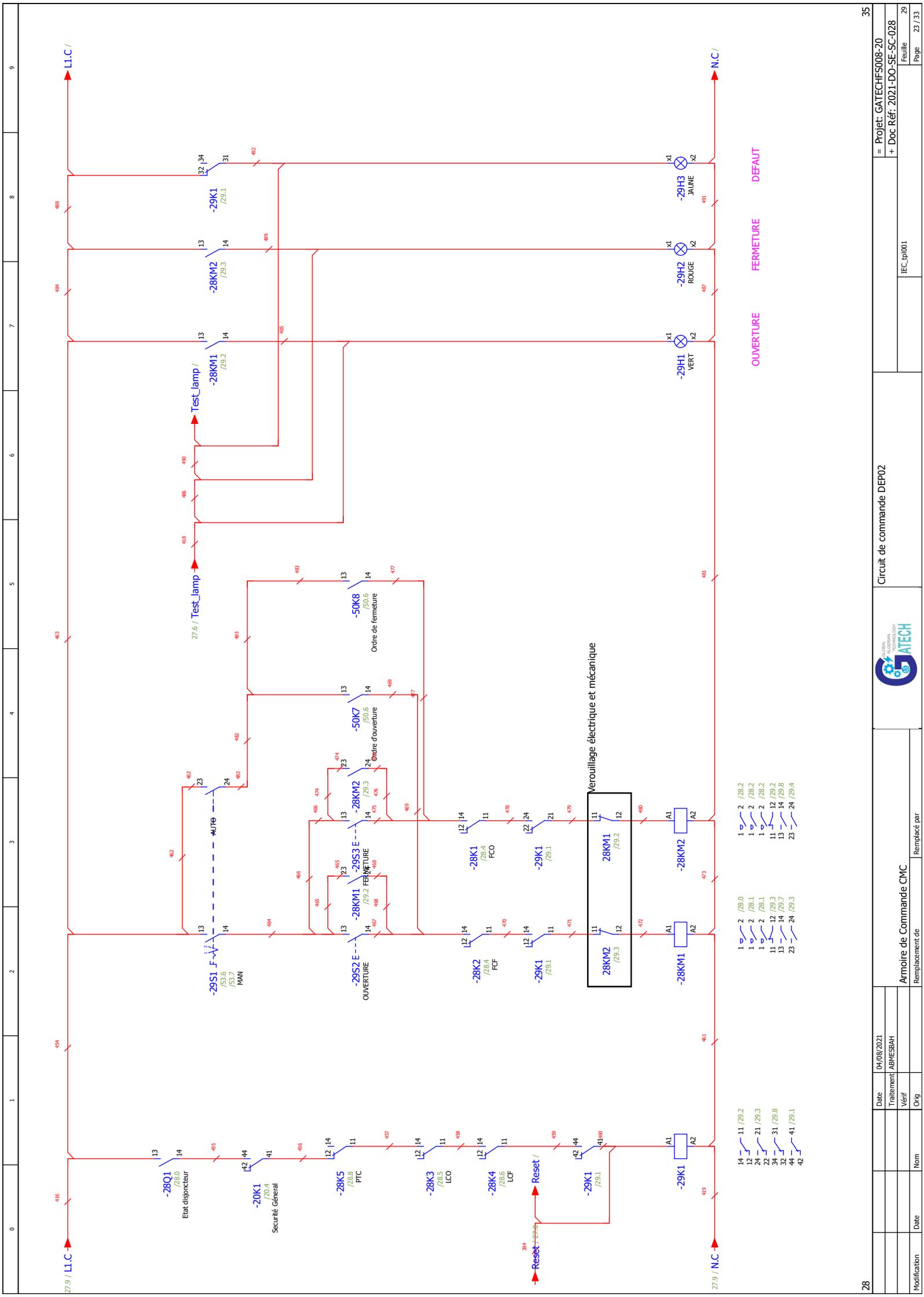


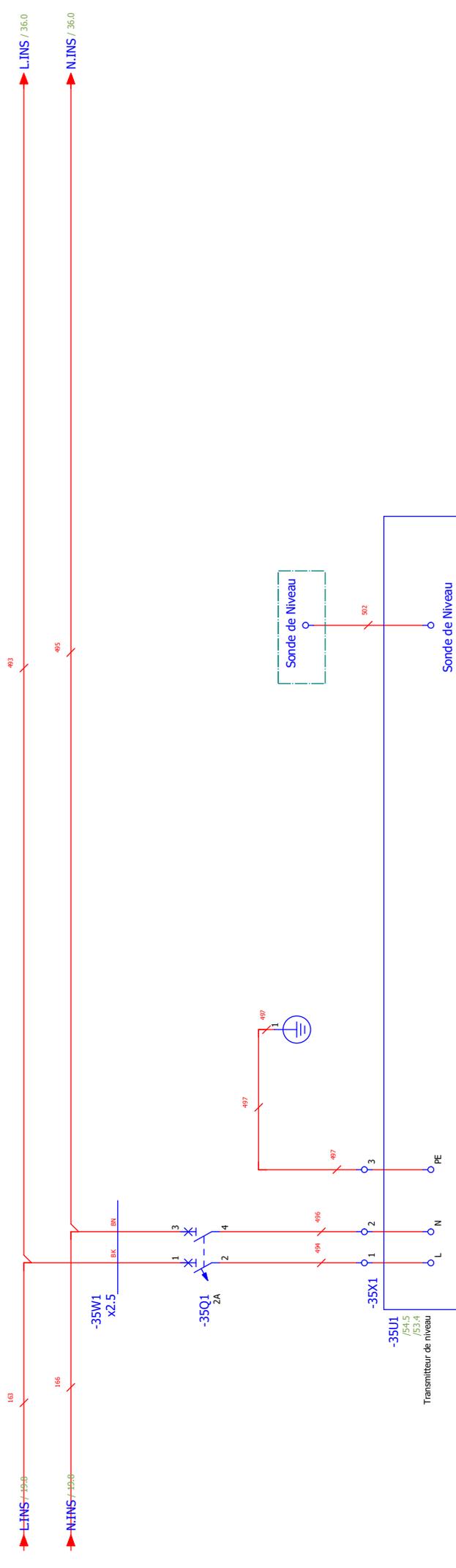


# AUMA NORM SA 10.2

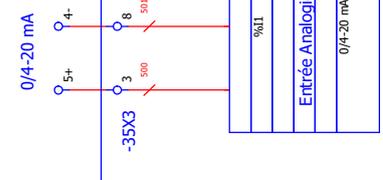
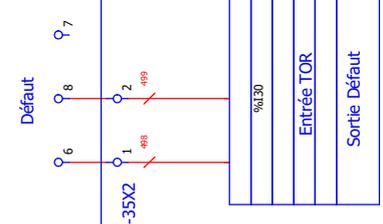


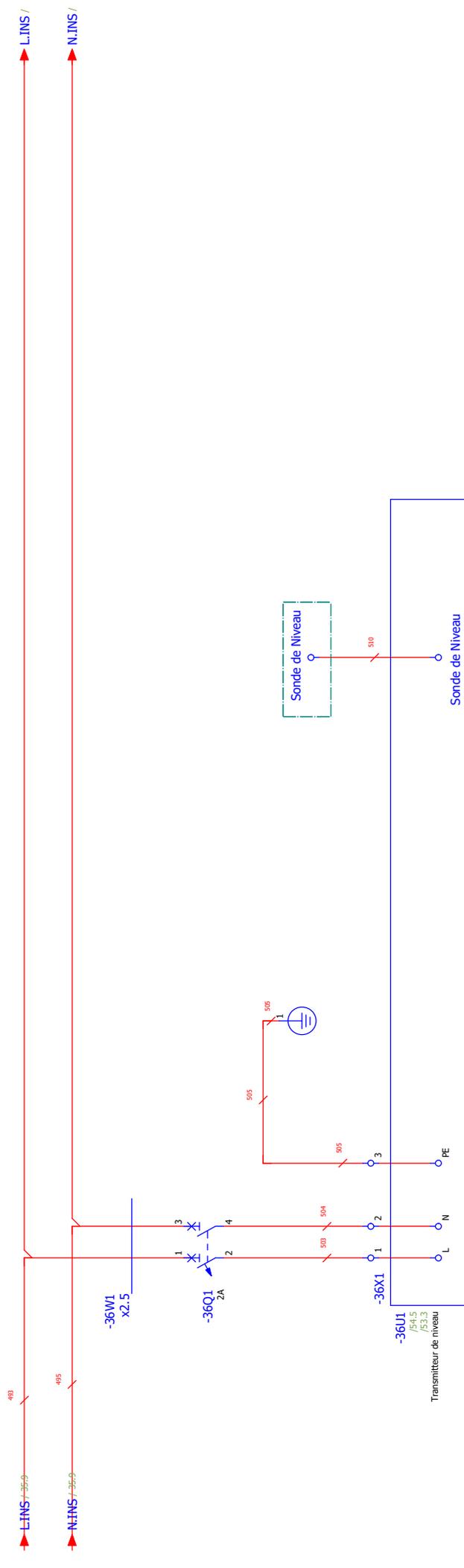
- 14 11 /29.1
- 12 12 /51.6
- 14 11 /29.1
- 12 12 /51.9
- 14 11 /51.4
- 12 12 /52.6
- 14 11 /29.3
- 12 12 /52.5



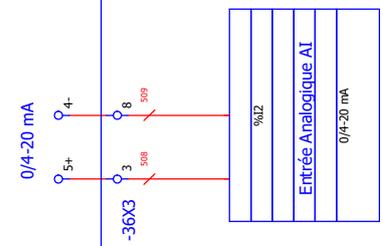
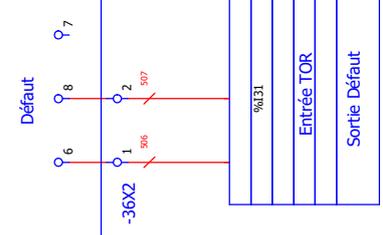


# Transmetteur de niveau Prosonic S FMU90

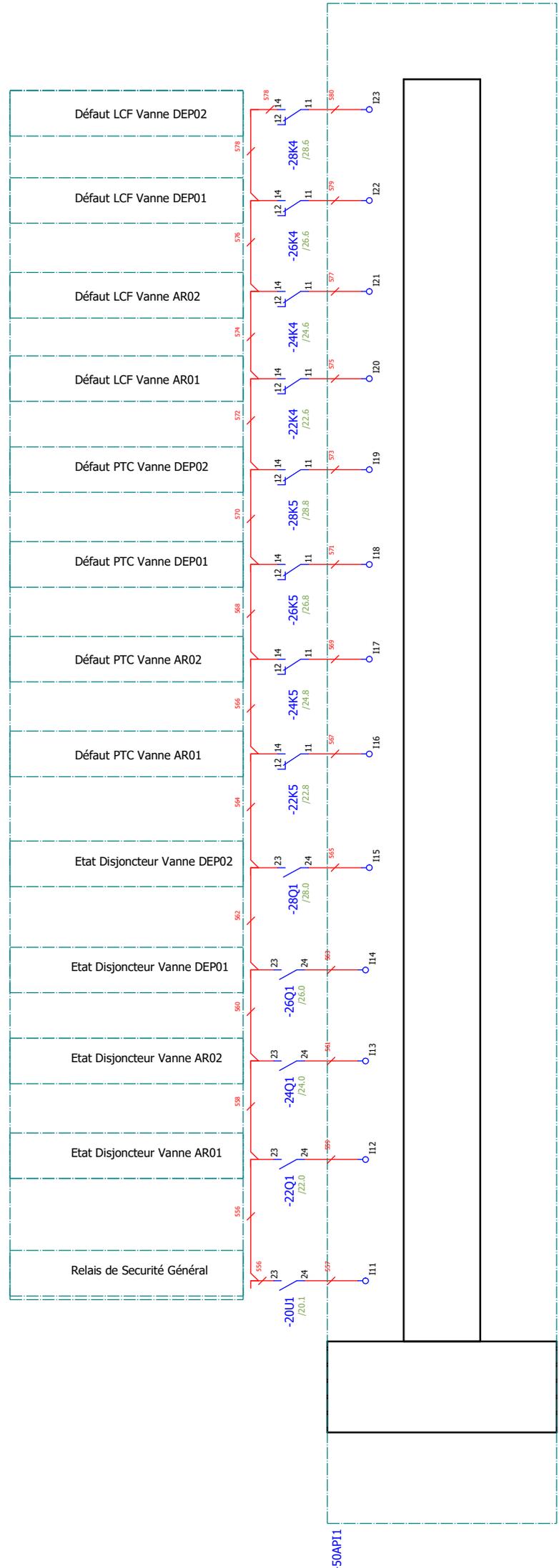




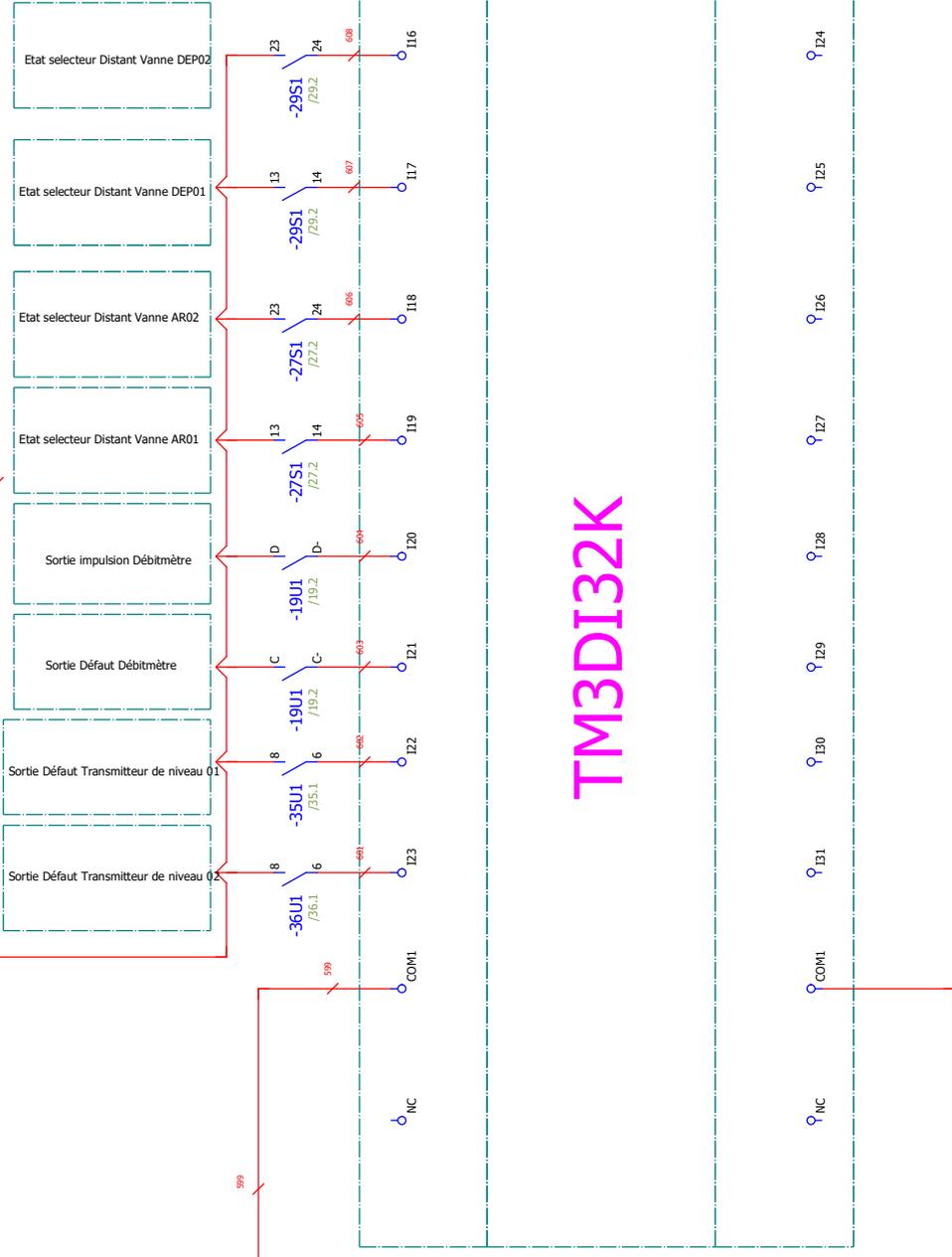
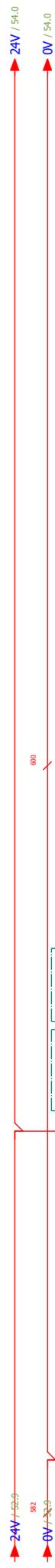
# Transmetteur de niveau Prosonic S FMU90





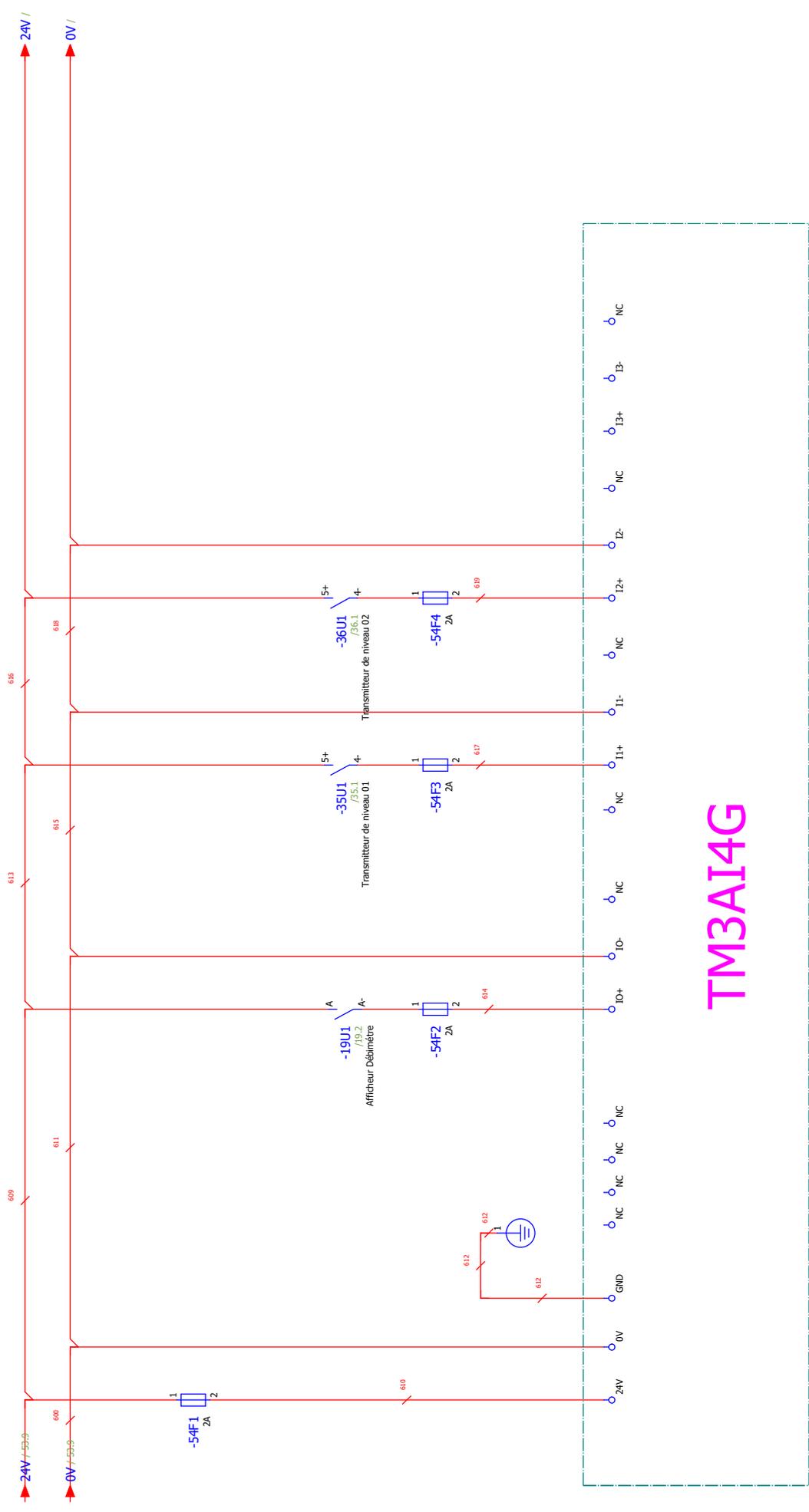






# TM3DI32K

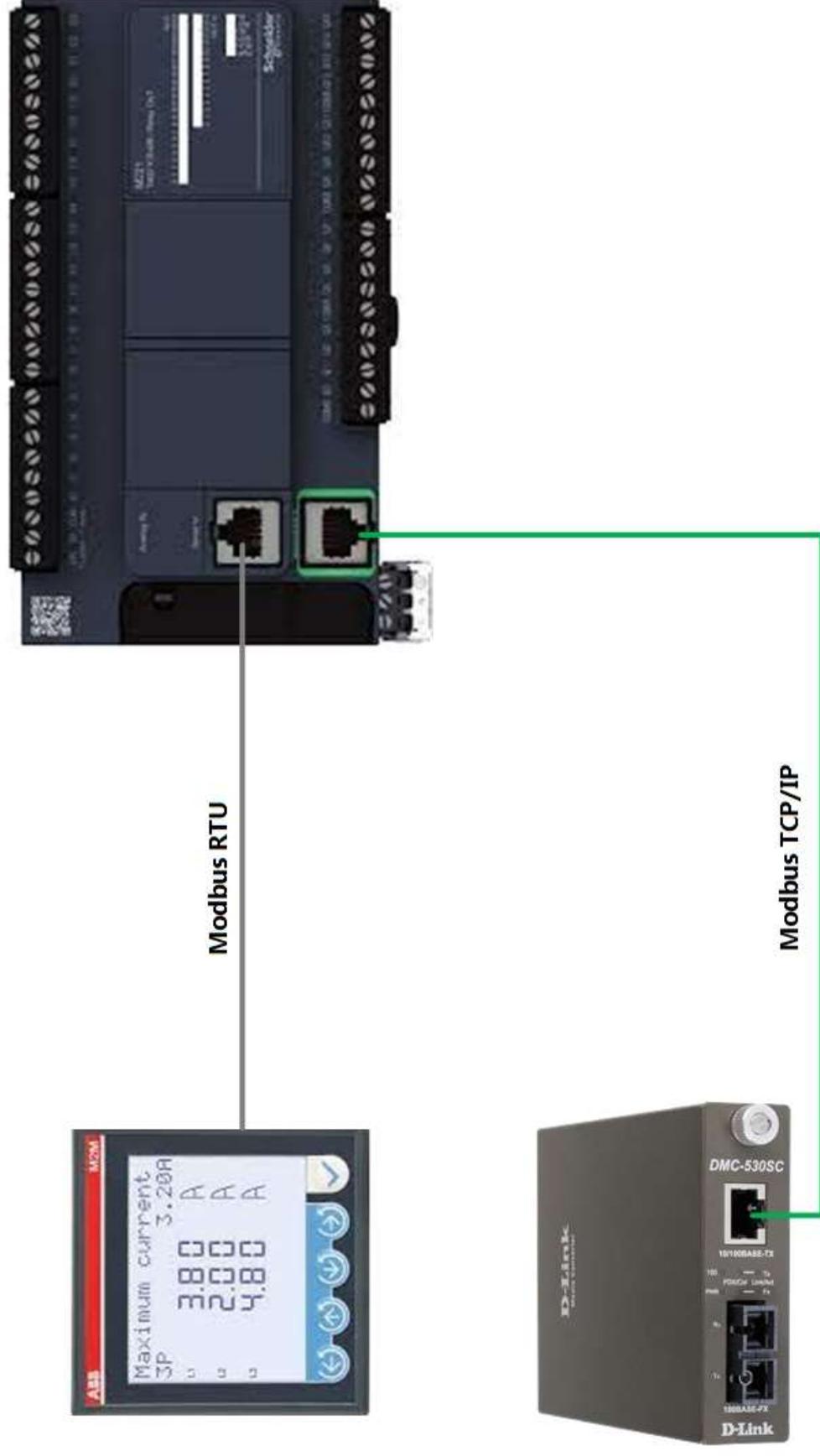
- Reserve



# TM3AI4G



# Architecture de communication



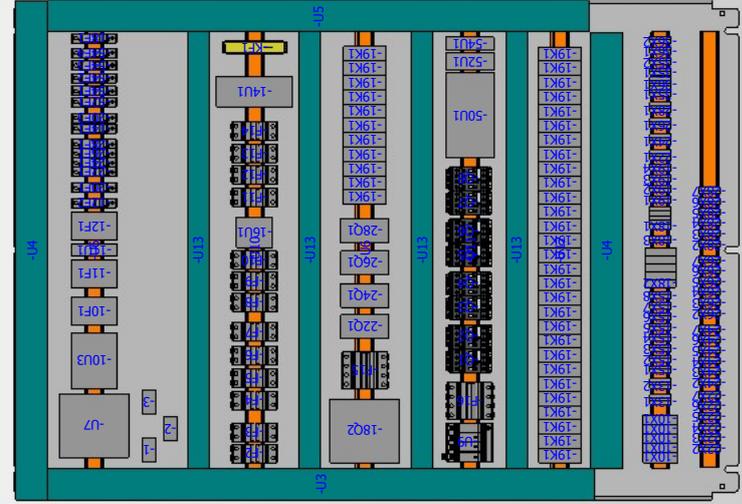
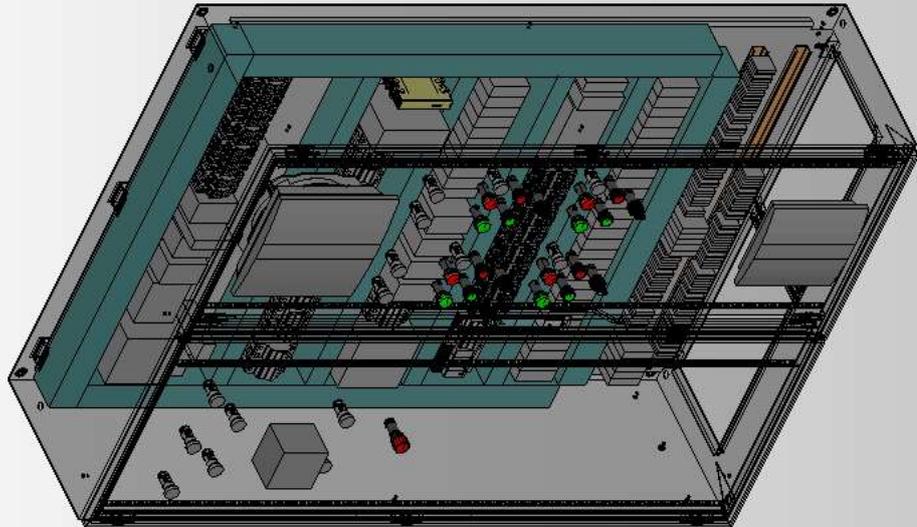
**Indice :** — Câble Ethernet — Câble RS485


 Convertisseur FO/RJ45
 
 Centrale de mesure M2M
 
 API M221

|              |      |      |              |
|--------------|------|------|--------------|
| Modification | Date | Norm | Remplacé par |
|              |      |      |              |
|              |      |      |              |
|              |      |      |              |
|              |      |      |              |

|                         |               |  |  |
|-------------------------|---------------|--|--|
| Armoire de Commande CMC |               |  |  |
| Date                    | 05/08/2021    |  |  |
| Traitement              | ABMESBAH      |  |  |
| Vérif                   | W.ABOUTHARIFA |  |  |
| Orig                    |               |  |  |

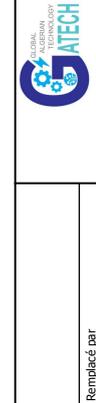
|   |  |
|---|--|
| Architecture de communication   |  |
|  |  |
| IEC_up1001  |  |



|              |      |      |      |
|--------------|------|------|------|
| Modification | Date | Norm | Orig |
|              |      |      |      |

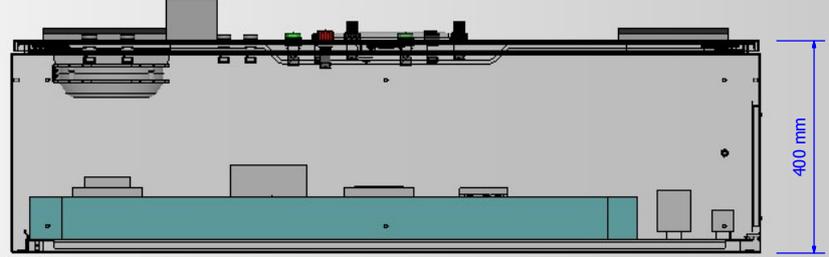
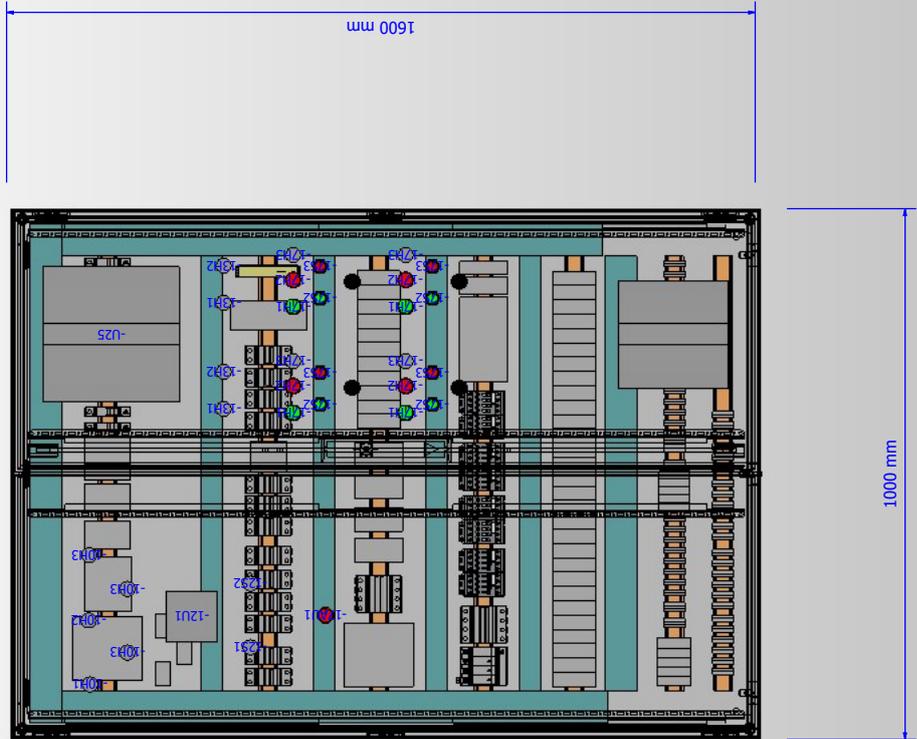
|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Date            | 05/08/2021      |
| Traitement      | ABMESBAH        |
| Vérif           | W.ABOUTT-HARIFA |
| Remplacement de | Remplacé par    |

**Armoire de Commande CMC**



PLAN 3D + Plan d'implantation

|            |      |
|------------|------|
| IEC-ipt001 | 60   |
| Feuille    | Page |



|              |      |      |      |                 |              |
|--------------|------|------|------|-----------------|--------------|
| Modification | Date | Norm | Orig | Remplacement de | Remplacé par |
|--------------|------|------|------|-----------------|--------------|

|            |                |
|------------|----------------|
| Date       | 05/08/2021     |
| Traitement | ABME59AH       |
| Vérif      | W.ABOU THARIFA |
| Orig       | B              |

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Armoire de Commande CMC |              |
| Remplacement de         | Remplacé par |



Cotation de l'armoire

|            |    |
|------------|----|
| IEC_upr001 | 61 |
|------------|----|

# Liste d'articles

| Tag        | Désignation  | Référence           |
|------------|--|---------------------|
| 10X1       | Bornier 35 mm²   | -                   |
| 10Q1       | XT2N 160 Ekip LSI In=100A 4p FF  | ABB.1SDA067105R1    |
| 10F1/2/3   | E 9F10 GG2 Fusible   | ABB.2CSM258723R1801 |
| 10F1/2/3   | E 93/32 Fusible interrupteur sectionneur (Porte fusible)                 | ABB.2CSM204753R1801 |
| 10H1/2/3   | Veilleuse compacte LED claire 230V AC                                    | ABB.1SFA619403R5238 |
| 11F1       | E 9F10 GG2 Fusible   | ABB.2CSM258723R1801 |
| 11F1       | E 93/32 Fusible interrupteur sectionneur (Porte fusible)                 | ABB.2CSM204753R1801 |
| 10U1       | Relais de phase CM.PSS 31S   | ABB.1SVR730784R2300 |
| 10Q2       | Disjoncteur miniature - S200 - 4P - C - 25 ampères                       | ABB.2CDS254001R0254 |
| 10PRF1     | Dispositif de protection contre les surtensions OVR T2 3N 40-275 P TS QS | ABB.2CTB803973R0500 |
| 12TC1/2/3  | CT PRO XT 100 Current transformer  | ABB.2CSG225785R1101 |
| 12U1       | Central de mesure M2M  | ABB.2CSG299893R4052 |
| 12F1       | E 93/32 Fusible interrupteur sectionneur (Porte fusible)                 | ABB.2CSM204753R1801 |
| 12F2       | E94/32 ENEL + FUS. 10,3 x 38 2A  | ABB.2CSM204753R1801 |
| 13Q2       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 10 ampere                    | ABB.2CDS252001R0104 |
| 13Q3       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 16 ampere                    | ABB.2CDS252001R0164 |
| 13U1       | UPS PowerValue 11RT 1kVA B   | ABB.4NWP100100R0001 |
| 14Q1       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 10 ampere                    | ABB.2CDS252001R0104 |
| 14Q2       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 6 ampere                     | ABB.2CDS252001R0064 |
| 14Q3       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 10 ampere                    | ABB.2CDS252001R0104 |
| 14Q4       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 10 ampere                    | ABB.2CDS252001R0104 |
| 14U1       | Alimentation 24V 5A  | -                   |
| 14F1       | E94/32 ENEL + FUS. 10,3 x 38 2A  | ABB.2CSM204753R1801 |
| 16S1       | contact de porte (Fin de course)   | NSYDCM20            |
| 16U1       | ClimaSys CC - double thermosta   | NSYCCOTH            |
| 16H1       | LAMPE FLUORESCENTE 8W-220/240V W=342MM                                   | EV1040              |
| 16R1       | CHAUFFAGE ANTICONDENSATION 50W 160X42X42MM                               | VA7950              |
| 16M1       | Ventilation de l'armoire 180 m3/h  | -                   |
| 16Q1       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 6 ampere                     | ABB.2CDS252001R0064 |
| 16Q2       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 6 ampere                     | ABB.2CDS252001R0064 |
| 16Q3       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 6 ampere                     | ABB.2CDS252001R0064 |
| 17S1       | Bouton poussoir CPI-10Y-10   | ABB.1SFA619100R1013 |
| 17S2       | Bouton poussoir CPI-10L-10   | ABB.1SFA619100R1014 |
| 13H1/2/3/4 | Compact Pilot Light Clear LED 230V AC                                    | ABB.1SFA619403R5238 |
| 18F1       | E94/32 ENEL + FUS. 10,3 x 38 2A  | ABB.2CSM204753R1801 |
| 18Q3       | XT1B 160 TMD 63-500 4p F F   | ABB.1SDA066815R1    |
| 18Q2       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 4P - C - 16 ampere                    | ABB.2CDS254001R0164 |
| 19Q1       | Miniature Circuit Breaker - S200 - 2P - C - 2 ampere                     | ABB.2CDS252001R0024 |
| 20F2       | E94/32 ENEL + FUS. 10,3 x 38 2A  | ABB.2CSM204753R1801 |
| 20F3       | E94/32 ENEL + FUS. 10,3 x 38 2A  | ABB.2CSM204753R1801 |



---

# **Annex C**

---

## Annexe C:

## Fiche technique du TM3DI32K



## Principales

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Gamme de produits             | Modicon TM3  |
| Type de produit ou équipement | Module d'entrées numériques                                  |
| Compatibilité de gamme        | Modicon M241<br>Modicon M251<br>Modicon M221<br>Modicon M262 |
| Nombre entrées TOR            | 32 pour entrée se conformer à CEI 61131-2 Type 1             |
| Logique d'entrée numérique    | PNP ou NPN (positif/négatif)                                 |
| Tension entrées numériques    | 24 V   |
| Courant d'entrée TOR          | 5 mA pour entrée   |

## Complémentaires

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Nombre E/S TOR                        | 32  |
| Consommation électrique               | 5 mA à 5 V CC à via un connecteur de bus (à l'état off)<br>0 mA à 24 V CC à via un connecteur de bus (sur ON)<br>0 mA à 24 V CC à via un connecteur de bus (à l'état off)<br>65 mA à 5 V CC à via un connecteur de bus (sur ON) |
| Type de tension d'entrée numérique    | DC  |
| Tension état 1 garanti                | 15...28,8 V pour entrée   |
| Etat actuel 1 garanti                 | $\geq 2,5$ mA (entrée)  |
| Tension état 0 garanti                | 0...5 V pour entrée   |
| Etat actuel 0 garanti                 | $\leq 1$ mA (entrée)  |
| Impédance d'entrée                    | 4,4 kOhm  |
| Temps de réponse                      | 4 ms (marche)<br>4 ms (arrêt)   |
| Signalisation locale                  | pour état d'entrée 1 DEL par canal (vert)   |
| Raccordement électrique               | connecteur HE-10 pour les entrées   |
| Distance maximale entre les appareils | Câble non blindé: <30 m pour entrée régulière   |

## Annexe C

---

|                    |  |
|--------------------|--|
| Isolément          | Entre entrée et sortie à 500 V CA<br>Non isolé entre entrées   |
| Marquage           | CE   |
| Support de montage | Top hat type TH35-15 rail se conformer à IEC 60715<br>Top hat type TH35-7.5 rail se conformer à IEC 60715<br>platine ou panneau avec kit de fixation |
| Hauteur            | 90 mm  |
| Profondeur         | 81,3 mm  |
| Largeur            | 33,5 mm  |
| Poids              | 0,1 kg   |

## ملخص

تتكون هذه المذكرة حول دراسة والإشراف على نظام تعبئة مياه في منطقة تسمى تيشحاف. لهذا ، قمنا بإجراء دراسة مفصلة للمحطة لفهم كيفية عمل عمليتنا بشكل كامل. ثم قمنا بتحليل وظيفي لدراسة المستشعرات والمعدات الكهربائية المستخدمة في المحطة. ثم درسنا هندسة الأتمتة التي سمحت لنا بأتمتة المحطة النهائية من أتمتة المحطة، حتى نتمكن في وضع شاشة لتسهيل المراقبة و التحكم في المحطة باستخدام برنامج SKTOOL لمحطتنا.

## Résumé

Ce memoire consiste à étudié, automatiser, et superviser le système de remplissage d'eau de Tichihaf. Pour cela, nous avons fait une étude détaillée de la station pour bien comprendre le fonctionnement de notre processus à partir du logiciel CANECO BT qui contient le schéma unifilaire, et le logiciel Eplan qui contient le schéma multi filaire. Ensuite, nous avons fait une analyse fonctionnelle pour étudier les capteurs et les équipements électriques utilisées dans la station. Puis, nous avons étudié l'architecture d'automatisme qui nous a permis d'automatiser la station .A la fin, nous avons établi une supervision IHM avec le logiciel SKTOOL de notre station.

**Mots clés :** Basse Tension, Automate Programmable Industriel, Unité centrale de traitement, Tout Ou Rien, Interface Homme Machine

## Abstract

This project consists of studying, automating, and supervising the Tichihaf water filling system. For this, we made a detailed study of the station to fully understand the operation of our process from the CANECO BT software which contains the single-line diagram, and the Eplan software which contains the multi-line diagram. Then we did a functional analysis to study the sensors and electrical equipment used in the station. Then, we studied the automation architecture that allowed us to automate the station. At the end, we established HMI supervision with the SKTOOL software of our station.

**Key words :** Low Voltage, electrical installation, Industrial Programmable Logic Controller, Central Processing Unit, Discrete, Human Machine Interface