

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT AUTOMATIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : **Automatique et Informatique  
Industrielles**

*Présenté par*  
**Walid Laghoub**

Thème

**Étude et conception d'une solution  
programmable de conduite sécurisé de  
la station de prétraitement de la ville de  
Ménéa**

*Mémoire soutenu publiquement le ...../...../ 20..... devant le jury composé de :*

**Mr Saidi Khayreddine**  
MAA, UMMTO, Président

**Mr Charif Moussa**  
MAA, UMMTO, Encadreur

**Mr Allad Mourad**  
MAA, UMMTO, Examineur

**Mr Haddouche Rezki**  
MAA, UMMTO, Examineur

## *Dédicaces*

*Que ce travail témoigne de mes respects :*

*A mes parents :*

*Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.*

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux,*

*Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.*

*A ma sœur et à mon frère.*

*A la famille LAGHOUB et FELLAG*

*Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.*

*A ma Chère fiancé et a toute la famille Hadjimi*

*A tous mes amis:*

*Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.*

# Remerciement

*On remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et  
La volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements pour mon professeur, **Mr Charif  
Moussa**, d'avoir accepté de m'encadrer pour mon projet de fin d'études, ainsi  
que pour son soutien, ses remarques pertinentes et son encouragement.*

*Je tiens a remercier tout les membres de l'entreprise **L&M technique  
Sécurité**, en particulier **Mr Laihem Mourad, Mahfoud, Mustafa**.*

*Un remerciement pour **les membres du jury**, un hommage très respectueux.*

*Mes remerciements vont aussi à tous mes **professeurs**, enseignants et toutes  
les personnes qui m'ont soutenus jusqu'au bout, et qui n'ont pas cessé de me  
donner des conseils très importants en signe de reconnaissance.*

# Sommaire

Introduction générale.....	02
----------------------------	----

## I- Chapitre I) Présentation générale de la station

I-Introduction.....	03
II-Généralités sur le traitement des eaux usées.....	03
II-1) Le prétraitement.....	03
II.2) Traitement primaire.....	03
II.3) Traitement secondaire.....	03
II.4) Traitement tertiaire.....	03
II .5) Généralités sur les stations de traitement.....	03
II.5.1) L'unité de prétraitement.....	04
II.5.1.1) Le dégrilleur.....	04
II.5.1.2) Le déssableur.....	04
II.5.1.3) Le déshuileur.....	04
II.5.2) L'unité traitement primaire.....	04
II.5.3) L'unité de traitement secondaire.....	04
II.5.3.1) Traitement par voie biologique/physico-chimique.....	04
II.5. 4) L'unité de traitement tertiaire.....	05
III) Généralités sur la station d'épuration de la ville d'El Ménéa.....	06
III.1) Présentation de l'entreprise.....	06
III.1.1) Activités de l'entreprise.....	06
III.1.2) Projets et réalisations.....	07
III.2) Présentation de la station de prétraitement de la ville de Ménéa.....	07
III.2.1) Description des ouvrages de la station.....	08
III.2.1.1) Le dégrilleur.....	08
III.2.1.2) Convoyeur à bande.....	09
III.2.1.3) Pont déssableur déshuileur.....	09
III.2.1.4) Classificateur a sable.....	09
IV) Conclusion.....	10

## II-Chapitre II) Présentation technique et cahier des charges de la station

D) Introduction.....	11
II) Description technique des composants électriques et instrumentations de la station.....	11
II .1) Dégrilleur GVC.....	11
II .2) Le convoyeur à bonde NT2R.....	13
II.3) Le pont déssableur déshuileur PDRA.....	13
II.4) Classificateur a sables ES.....	15
III) Origines, natures et tensions de circuits et armoire électrique.....	15
III.1) Réseau de distribution de la force motrice.....	15
III.2) Réseau de distribution éclairage et prise de courant.....	15
III.3) Réseau de distribution de commande et contrôle.....	15
III.4) Armoires et coffrets électriques.....	16
IV) Mode opératoire de la station.....	20
IV .1) Fonctionnement en mode manuel des ouvrages de la station.....	20
IV.1.2) Commande manuel depuis les coffrets de commande locale CCL.....	20
IV .2) Fonctionnement en mode automatique des ouvrages de la station.....	20
IV .3) Fonctionnement en mode automatique de la station.....	21
V) Conclusion.....	22

---

### **III- Chapitre III) Modélisation et conception des schémas électrique de la station**

I) Introduction.....	23
II) Le Grafcet.....	23
II.1) Mode de représentation.....	23
II.2) Règles de syntaxe.....	24
II.3) Structure de base.....	25
III) Grafcet de la station de prétraitement de la ville de Ménéa.....	25
IV) Schémas électriques de la station.....	26
IV.1) Création du projet.....	26
IV.2) Structure du projet.....	26
IV.2 .1) Schémas du tableau général de basse tension TGBT.....	26
IV.2 .2) Schémas du pupitre de commande.....	42
V) Conclusion.....	49

### **IV- Chapitre IV) la solution programmable d’implantation sous l’API Modicon M340**

I) Introduction.....	50
II) Automate programmable.....	50
II .1) Structure d’un API.....	50
II.2) Programmation de l’automate programmable.....	51
II.2.1) Différents langages de programmation.....	51
II.3) L’API Schneider Modicon M340.....	52
II.4) Choix des composants de la plate-forme d’automatisme.....	53
II.4.1) Présentation générale des racks.....	53
II.4.2) Modules d'alimentation.....	53
II.4.3) Modules d'entrée / sortie.....	54
II.4.4) Modules de comptage.....	55
II.4.5) Communication.....	55
III) Liste des entrées et sortie de la station.....	55
IV) Configuration matériel et programmation.....	61
IV.1) L’Unity Pro XL.....	61
IV.2) Configuration matériel.....	61
IV.3) Table des mnémonique.....	62
IV.4) Programmation.....	62
V) Simulation du programme développé.....	67
VI) Conclusion.....	68

### **V-Chapitre V) Développement des écrans de supervision de la station**

I) Introduction.....	69
II) Architecture d’un système de supervision.....	69
II.1) La visualisation.....	69
II.2) L’archivage.....	69
II.3) Le traitement.....	69
II.4) La communication.....	69
III) L’interface Homme Machine (HMI).....	70
IV) Choix de l’interface homme machine IHM.....	71
V) Développement des écrans de contrôle.....	71
V.1) Logiciel Vijeo Designer.....	72
V.1.1) Procédure de programmation.....	72
V.2) Configuration de l’IHM.....	72
V.3) Création des variable interne et importation des variable externe.....	73
V.4) Conception des écrans de contrôle.....	74
V.5) Configuration des boutons, voyants et message d’alarme.....	78
V.6) Simulation.....	78
VI) Conclusion.....	78

<b>Conclusion générale.....</b>	<b>79</b>
---------------------------------	-----------

<b>Bibliographie.....</b>	<b>80</b>
---------------------------	-----------

---

## Introduction générale

---

De nos jours l'automatisme, est présent dans tous les secteurs industriels, militaire, médical, hydrocarbure, hydraulique, agriculture ...et s'étend sur tous les domaines de la vie moderne, pour apaiser l'homme d'innombrables tâches fastidieuses et lourdes, et ça avec précision et rigueur.

Ces dernières années l'Algérie a beaucoup investi dans le traitement des eaux usées en installons de multiples stations automatisées de traitement et d'épuration des eaux usées sur tout le territoire national, parmi ces stations la station de traitement des eaux usées de la ville de Ménée dont la partie électrique et automatique sera réalisé par l'entreprise L&M Technique Sécurité.

Notre travail consiste en la conception d'une solution programmable moderne de conduite sécurisée de la station de prétraitement de la ville de Ménée, pour se faire nous allons d'abord étudier toutes ses structures, et toutes les exigences que son fonctionnement présente, ensuite nous allons entamer une suite de procédure, d'analyse et d'études afin d'arriver a la conception d'une solution de conduite a cette station.

Dans le premier chapitre de ce mémoire nous allons donner une présentation générale de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménée.

Le deuxième chapitre, est consacré à la présentation technique et l'identification des ouvrages et instrumentations de la station de prétraitement de la ville de Ménée,

Au troisième chapitre nous l'avons consacré a la modélisation de la station de prétraitement de la ville de Ménée, ainsi qu'a la conception des schémas électriques de ses différent équipements électriques.

Dans le quatrième chapitre nous allons présenter les démarches à suivre, pour le choix et la configuration de la plate-forme d'automatisme Schneider Modicon M340, ainsi qu'au développement du programme de cette dernière afin d'assurer le bon fonctionnement de la station de prétraitement de la ville de Ménée en respectant toutes les contraintes imposées au départ.

Le cinquième chapitre est consacré au développement de la solution de supervision de toute la station, où nous allons configurer l'interface homme machine Schneider Magelis XBTGT7340, ainsi que la conception des vues correspondantes aux différents ouvrages de la station, et du système d'alarme qui permet l'affichage des messages d'erreurs en temps réels qui sera un support d'aide à la décision à l'usage des opérateurs d'exploitation.

## **Chapitre I)**

### **Présentation générale de la station**

## I) Introduction :

Les eaux usées sont toutes les eaux chargées de différents éléments provenant de la population mais aussi des activités commerciales et industrielles, qui sont de nature à polluer les milieux dans lesquelles elles seront déversées. C'est pour quoi un traitement approprié de ses eaux est nécessaire.

## II) Généralités sur le traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées se fait Généralement par les étapes suivantes :

- Le Prétraitement
- Traitement primaire
- Traitement secondaire
- Traitement tertiaire

### II .1) Le prétraitement

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui permettent de supprimer de l'eau les éléments qui gêneraient les phases suivantes de traitement. Toutes les stations d'épurations ne sont pas forcément équipées des trois, seul le dégrillage est généralisé, les autres sont le dessablage et le déshuilage [1],[2].

### II.2) Traitement primaire

En épuration des eaux usées, le traitement primaire est une simple décantation qui permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension. Ce sont ces matières qui sont à l'origine du trouble des eaux usées [1].

### II.3) Traitement secondaire

Le traitement secondaire se fait le plus couramment par voie biologique. Une voie physico-chimique peut la remplacer ou plus souvent s'y ajouter pour favoriser la floculation et coagulation des boues ou permettre, par exemple, la fixation des phosphates [1],[2].

### II.4) Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire n'est pas toujours réalisé. Cette étape permet de réduire le nombre de bactéries, donc de germes pathogènes présents dans l'eau traitée. Elle peut être demandée pour protéger une zone de baignade, un captage d'eau potable ou une zone conchylicole [1],[2].

### II .5) Généralités sur les stations de traitement

La plupart des stations d'épuration fonctionnent selon les mêmes processus de base, mais des différences plus ou moins importantes peuvent exister dans la manière de mettre en place ces processus. Les stations d'épuration se composent généralement des unités suivantes [1],[2] :

### II.5.1) L'unité de prétraitement

L'unité de prétraitement réalise la première étape du traitement des eaux usées, l'unité de prétraitement comporte des dégrilleurs, des déssableurs et des déshuileurs.

#### II.5.1.1) Le dégrilleur

Les dégrilleurs permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc.

#### II.5.1.2) Le déssableur

Les déssableurs permettent, par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des canalisations.

#### II.5.1.3) Le déshuileur

Les déshuileurs permettent l'élimination des huiles, qui se fait généralement par le principe de la flottation par l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface.

### II.5.2) L'unité traitement primaire

L'unité de traitement primaire réalise la deuxième étape du traitement des eaux usées.

L'opération est réalisée dans des bassins de décantation dont la taille dépend du type d'installation et du volume d'eau à traiter. De la même manière, le temps de séjour des effluents dans ce bassin dépend de la quantité de matière à éliminer et de la capacité de l'installation à les éliminer.

### II.5.3) L'unité de traitement secondaire

L'unité de traitement secondaire réalise la deuxième étape du traitement des eaux usées. Sur cette unité les eaux usées subissent plusieurs types de traitements [1] :

#### II.5.3.1) Traitement par voie biologique/physico-chimique

- L'élimination des composés organiques tels que les sucres, graisses et protéines. La charge en polluants organiques est mesurée communément par la DBO5 (demande biologique (ou biochimique) en Oxygène sur 5 jours) ou la DCO (Demande Chimique en Oxygène). Les bactéries responsables de la dégradation des composés organiques sont hétérotrophes. Pour accélérer la dégradation des composés organiques, il faut apporter artificiellement de l'oxygène dans les eaux usées.
- la nitrification. Il s'agit de l'oxydation de l'ammoniaque en nitrite, puis en nitrate par des bactéries nitrifiantes.
- Une troisième étape facultative consiste à dénitrifier (ou dénitrater) les nitrates résultants de la nitrification. Cette transformation peut se faire en pompant une partie de l'eau chargée de nitrates de la fin de traitement biologique et la mélanger

à l'eau d'entrée, en tête de traitement. La dénitrification se passe dans un réacteur anoxique, en présence de composés organiques et de nitrates.

- Le traitement par voie physico-chimique : il regroupe l'aération et le brassage de l'eau mais aussi une décantation secondaire (dite aussi clarification).
- La déphosphoration : Le traitement du phosphore est généralement demandé sur les stations supérieures à 10 000 équivalents habitant. Il peut être demandé sur des plus petites stations d'épuration suivant la sensibilité du milieu récepteur.

Cinq types de traitement sont possibles :

- le traitement physique : utilise des filtres ou des membranes afin d'enlever le phosphore.
- le traitement chimique : il s'agit de réaction des sels formant des précipités insolubles au fond du bassin. D'autres composés chimiques tels que le calcium ou le fer peuvent être utilisés. Cette méthode reste assez coûteuse et augmente le volume à traiter.
- un traitement combinant les méthodes chimiques et physiques.
- l'EBPR (*enhanced biological phosphorous removal*) qui consiste à l'accumulation de phosphore par des micro-organismes, sous forme de polyphosphate par exemple.

#### II.5. 4) L'unité de traitement tertiaire

L'unité de traitement tertiaire réalise la troisième étape du traitement des eaux usées [1].

Sur cette unité les usées subissent différents traitements tel que :

-Un traitement par rayonnement UV : Le principe traditionnel de désinfection par rayonnement UV consiste à soumettre l'eau à traiter à une source de rayonnements UV en la faisant transiter à travers un canal contenant une série de lampes submergées.

-Traitement par voie physico-chimique : Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants:

- désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes).
- neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le PH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

### III) Généralités sur la station d'épuration de la ville d'El Ménée

**El Menia** ou **El Ménée** (anciennement **El Golea**) (en arabe المنيعية) est une commune de la wilaya de Ghardaïa en Algérie située à 267 km au sud-ouest de Ghardaïa sur la route nationale N°1[1].



Figure (I.1) : localisation géographique de la ville de Ménée

Au début de l'année 2012 des travaux de réalisation de la nouvelle ville d'El Ménée ont été lancés et parmi les projets qui sont en cours de réalisation, la station de traitement des eaux usées de la ville.

Ce projet est lancé au début de l'année 2015, l'entreprise L&M Technique Sécurité est chargée de la réalisation de l'unité de prétraitement de la station.

### III.1) Présentation de l'entreprise

**L&M Technique Sécurité** est une entreprise qui se spécialise dans le domaine de l'électricité et de l'automatisme.

Créée en 2008 par Mr **Laihem Mourad**, L&M technique sécurité est en évolution dans son domaine d'activité et a fait ses preuves de sérieux, compétence, qualité et sécurité.

En 2014 L&M a décroché un contrat de partenariat avec **Schneider Electric Algérie**.

#### III.1.1) Activités de l'entreprise

L&M Technique Sécurité fait :

- L'étude, conception, et réalisation des armoires électriques (CLPG, TGBT, CCM, Pupitre, Tableau synoptique, Coffret).
- L'étude, conception, et réalisation de processus industriels (Programmation, Supervision).
- L'étude, conception, et réalisation de solutions de télégestion et de la télécommande d'installations techniques.
- L'étude et réalisation des installations électriques MT/BT.
- L'assistance et le dépannage.
- Maintenance et rénovation.

### III.1.2) Projets et réalisations

Parmi les projets et les réalisations de L&M dans le domaine hydraulique :

REF	Titre du projet / emplacement	Description détaillée des travaux	Client	Année d'exécution
1	Station d'épuration des eaux usées de la ville de Staouali W Alger (Station Ecole)	Fourniture, installation et mise en service : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armoire général Basse tension.</li> <li>- CCM départs Moteur.</li> <li>- Automatisation de la station.</li> <li>- Coffret de commande Local</li> </ul> Poste de supervision SCADA	Hydro traitement	2010
2	Station d'épuration des eaux usées de la ville d'Azeffoune W. Tizi Ouzou	Fourniture, installation et mise en service : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armoire général Basse tension.</li> <li>- CCM départs Moteur.</li> <li>- Automatisation de la station.</li> <li>- Coffret de commande Local.</li> </ul> Poste de supervision SCADA	Hydro traitement	2011
3	Station d'épuration des eaux usées de la ville de Sidi Ali Labhar W. Béjaia	Fourniture, installation et mise en service : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armoire général Basse tension.</li> <li>- CCM départs Moteur.</li> <li>- Automatisation de la station.</li> <li>- Tableau Synoptique.</li> <li>- Poste de supervision SCADA</li> </ul>	Hydro traitement	2012
4	Station d'épuration des eaux industrielles de l'usine de Tonic W. Tipaza	Fourniture, installation et mise en service : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armoire général Basse tension.</li> <li>- Trois CCM départs Moteur.</li> <li>- Automatisation de la station.</li> <li>- Poste de supervision SCADA.</li> <li>- Armoire de Compensation.</li> </ul>	Hydro traitement	En cours de réalisation

Tableau (I.1) : quelques projets réalisés par l'entreprise L&M Technique Sécurité

### III.2) Présentation de la station de prétraitement de la ville de Ménée

Les eaux usées arrivent depuis la ville d'El Ménée et entrent dans la station de prétraitement avec un débit de 605 l/s.

Le choix des ouvrages qui seront installés dans la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménée est basé sur les résultats d'une étude faite sur les caractéristiques des eaux usées à traiter.

La station de prétraitement de la ville de Ménéa sera équipée de :

- Deux (02) Dégrilleurs GVC
- Un (1) Convoyeur a bande NT2R
- Deux (2) Déssableurs Déshuileurs PDRA
- Un (1) Classificateur à Sable ES

Les caractéristiques de ces ouvrages sont illustrées dans le tableau (I.2).

Débit max entré d'un dégrilleur GVC	2138 m <sup>3</sup> /h
Evacuation des sables par la pompe d'extraction des sables d'un déssableur-déshuileur PDRA	35 m <sup>3</sup> /h
Débit d'air fourni par la soufflante d'aire d'un déssableur-déshuileur PDRA	134 m <sup>3</sup> /h
Débit de sable max du classificateur à sable ES	40 m <sup>3</sup> /h

Tableau (I.2) : Caractéristiques technique des ouvrages de la station

### III.2.1) Description des ouvrages de la station

#### III.2.1.1) Le dégrilleur

La station sera équipée d'un dégrilleur verticale à chaîne du type « GVC », il est constitué d'un **châssis** (1) sur le quel se trouve les coulisses pour les chaînes, des **roues dentées** (10) et des **renvois statiques** (13) pour le mouvement de **la chaîne** (11), **des peignes** (3) pour le nettoyage de l'écran, **des barres** (2) pour la récupération des matériaux retenu, un **dispositif nettoie-peigne** (4) qui assure le nettoyage du râteau, un **motoréducteur** (5) contrôle le mouvement de l'équipement [3].

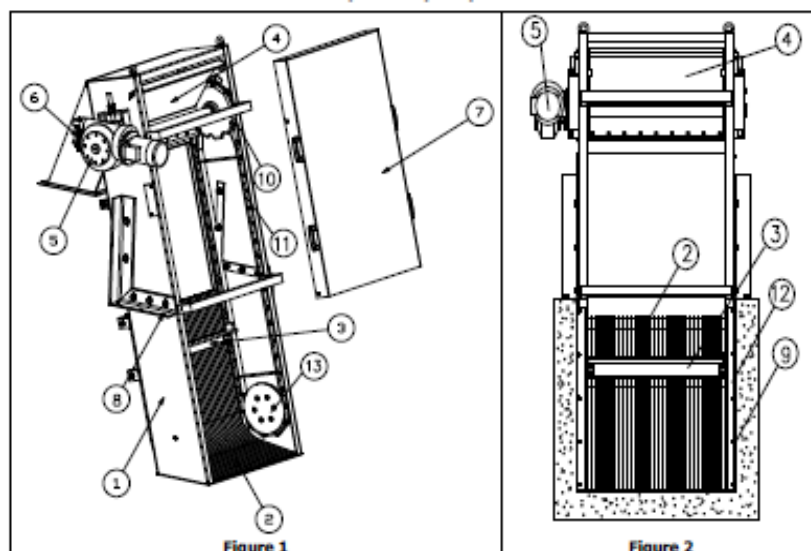


Figure (I.2) : Dégrilleur verticale à chaîne

## III.2.1.2) Convoyeur à bande

La station sera équipée d'un convoyeur à bande type « NT » voir figure(3), Il est constitué essentiellement d'une bande sans fin en matériau souple entraînée et supportée par des poulies motorisées. La bande, plus ou moins large, comporte un brin inférieur et un brin supérieur, lequel supporte et entraîne la marchandise posée dessus. Elle peut être munie de nervures en chevrons permettant un meilleur entraînement de la marchandise [4].

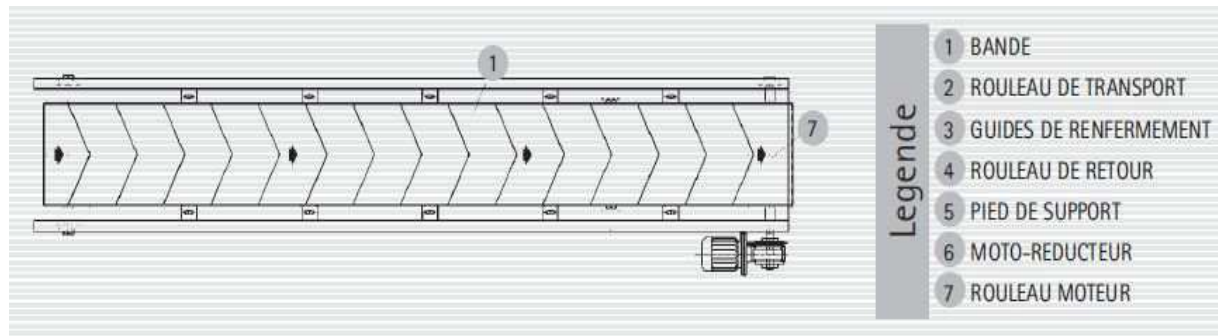


Figure (I.3) : Convoyeur à bande type « NT »

## III.2.1.3) Pont déssableur déshuileur

La station sera équipée d'un pont déssableur déshuileur modèle « PDRA » présenté en figure(4), qui aspire directement le sable de la cuve par des pompes à sable, et fait flotter les graisses par l'injection de fines bulles d'air à des soufflantes d'air, les graisses flottantes seront extraites par des racleurs [5].

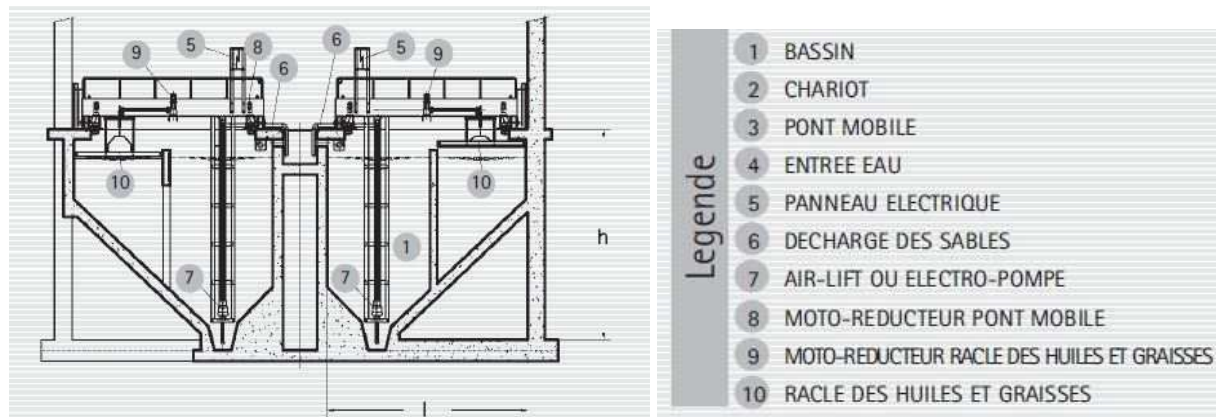


Figure (I.4) : Pont déssableur déshuileur model « PDRA »

## III.2.1.4) Classificateur à sable

La station sera équipée d'un classificateur à sable à vis modèle « ES » de la figure(5), constitué d'une cuve (2), un transporteur à vis sans arbre, un groupe de commande (5), entrée sable humide (1), entrée eau de lavage (3), décharge sable (6), décharge de fond (7), une sortie eaux dessablés (8), supports (4) et une couverture (9) [6].

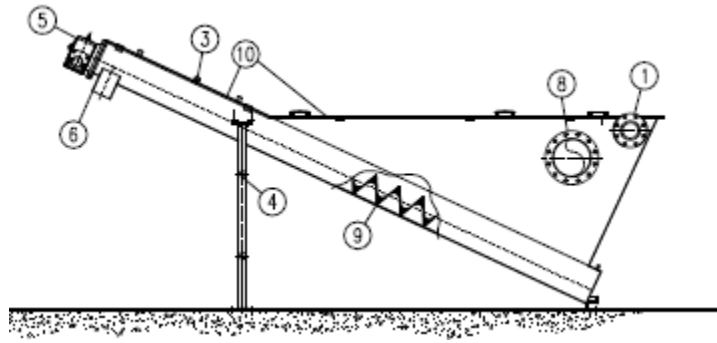


Figure (I.5) : Classificateur à sable à vis modèle « ES »

#### IV) Conclusion

Dans ce chapitre nous avons commencé par une présentation des généralités sur le traitement des eaux usées ainsi que les procédures utiliser dans la station de prétraitement de ses dernier, par la suite nous avons donné une description des différents ouvrages constituent l'unité de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa sujet de notre projet de fin d'étude et de stage.

Ce chapitre nous a permis de comprendre la procédure du traitement des eaux usées qui nous servira comme base de développement de la solution programmable envisage dans les chapitres qui suivent.

**Chapitre II)**  
**Présentation technique et**  
**cahier des charges de la station**

## I) Introduction

La station de prétraitement des eaux usées de la ville Ménéa comprend plusieurs ouvrages nécessaires au bon déroulement du processus de prétraitement des eaux usées qu'on a vu dans le premier chapitre, ces ouvrages comprennent des composants électriques permettant leurs fonctionnements et leurs commandes.

La commande des ouvrages de la station se fera en logique câblé pour le fonctionnement en mode manuel et en logique programmé, a l'aide d'automate programmable et de capteurs pour le fonctionnement en mode automatique.

## II) Description technique des composants électriques et instrumentations de la station

### II .1) Dégrilleur GVC

Les deux dégrilleurs que comportera la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa comprennent chacun :

- Un moteur électrique triphasé de puissance **0,37 KW**
- Un fin de course de surcharge
- Un fin de course position supérieur des peignes
- Deux sondes de niveau à ultrasons **PTU56**
- Unité de contrôle multifonction **VLW90M** pour le contrôle de niveau différentiel

Les figures suivantes présentent le moteur et ses caractéristiques techniques ainsi que les fins de course et les sondes de niveau à ultrasons qui seront installés. (Les deux fins de course sont identiques) [3].

Puissance Installer	0,37 KW
Tension	400 ± 5% V
Fréquence	50 Hz
Pole moteur	4P/3PH
Vitesse du Motoréducteur	4,9 tr/min

Tableau (II.1) : Caractéristiques technique du dégrilleur GVC



Figure (II.1) : Moteur du dégrilleur GVC



Figure (II.2) : Fin de course



Figure (II.3) : Sonde niveau a ultrasons

Ecran	320*240 LCD couleur
Puissance	10 W
Alimentation	230 Vac/24Vdc
Entrée analogique	4-20 mA
Sortie analogique	4-20 mA
Sortie Logique	5 relais (max 5A 250Vac)
Mode de communication	MODBUS RTU

Tableau (II.2) : Caractéristiques technique de l'unité VLW90M



Figure (II.4) : Unité de contrôle multifonction VLW90M et ses caractéristiques techniques

## II .2) Le convoyeur à bonde NT2R

Le convoyeur à bonde comporte un moteur électrique triphasé de puissance de **1,1 KW** [4].

Puissance Installer	2,2 KW
Tension	400 ± 5% V
Fréquence	50 Hz
Pole moteur	4P/3PH
Vitesse du Transport	0,3 m/s

Tableau (II.3) : Caractéristiques technique du convoyeur NT2R



Figure (II.5) : convoyeur à bonde NT2R

## II.3) Le pont déssableur déshuileur PDRA

Les deux ponts déssableur déshuileur installé sur la station comportent chacun :

- Un dispositif de position pour le soulèvement du racleur, constitué de deux fins de course.
- Un dispositif de position pour le mouvement du pont, constitué aussi de deux fins de course.
- Un capteur de densité pour l'activation de la pompe d'extraction des sables.
- Un moteur électrique triphasé de puissance de **0,25 KW**, pour les mouvements du racleur.
- Un moteur électrique triphasé de puissance de **0,18 KW**, pour le mouvement du pont.
- Un moteur électrique triphasé de puissance de **2,2 KW**, de la pompe des sables chargé de l'extraction des sables.
- Un moteur électrique triphasé de puissance de **2,2 KW**, de la soufflante d'air qui constitue le système de flottation des graisses.
- Un moteur électrique triphasé de puissance de **0,44 KW**, de l'enrouleur de câbles.
- Un moteur électrique triphasé de puissance de **2,2 KW**, de la pompe installé pour l'extraction des huiles.

Les figures suivantes présentent les moteurs et les fins de courses du pont déssableur déshuileur PDRA [5].

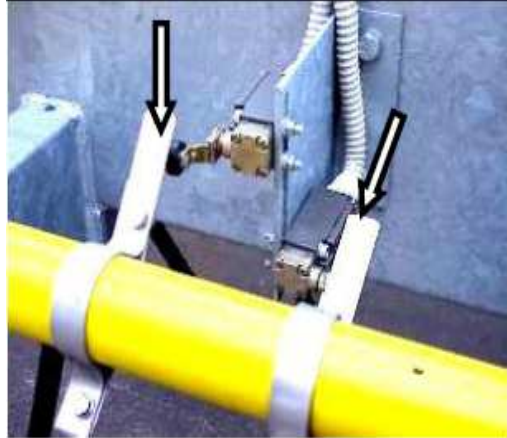


Figure (II.7) : fin de course position pont



Figure (II.6) : pont déssableur-déshuileur PDRA



Figure (II.8) : fin de course position racleur



Figure (II.9) : Enrouleur de câble

Ouvrage	Pont	Racleur	Pompe à sable	Soufflante d'air
Puissance Installer	0,18 KW	0,25 KW	2,2 KW	2,2 KW
Tension	400 ± 5% V	400 ± 5% V	400 ± 5% V	400 ± 5% V
Fréquence	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Pole moteur	4P/3PH	4P/3PH	4P/3PH	4P/3PH

Tableau (II.4) : Caractéristiques technique du Déssableur-Déshuileur PDRA

#### II.4) Classificateur a sables ES

Le classificateur à sable ES [6] représenté sur la figure (II.10) comporte :

- Un moteur électrique triphasé d'une puissance de **1,1 KW**
- Deux électrovannes pour le lavage des sables

Puissance Installer	1,1 KW
Tension	400 ± 5% V
Fréquence	50 Hz
Pole moteur	4P/3PH
Volume d'extraction de sable	1,4 m <sup>3</sup> /h

Tableau (II.5) : Caractéristiques technique du Classificateur à sable ES



Figure (II.10) : Classificateur a sable ES

### III) Origines, natures et tensions de circuits et armoire électrique

#### III.1) Réseau de distribution de la force motrice

Les ouvrages de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa sont alimentés depuis un transformateur MT/BT qui délivre une tension de 400 Vac Triphasé 50Hz, ou depuis un groupe électrogène de secours délivrant aussi une tension de 400 Vac Triphasé 50Hz.

#### III.2) Réseau de distribution éclairage et prise de courant

Le réseau de distribution d'éclairage intérieur et extérieur de la station de prétraitement de la ville de Ménéa est alimenté par une tension 230 Vac monophasé à 50Hz.

Les prises de courant de la station de prétraitement de la ville de Ménéa délivrent une tension 230 Vac monophasé 50Hz.

#### III.3) Réseau de distribution de commande et contrôle

Le réseau de distribution du système de commande et de contrôle est issu d'une alimentation redressée filtrée isolée à partir du réseau 400 Vac et onduleur de secours délivre une tension stabilisé de 230 Vac et 24 Vdc.

### III.4) ARMOIRES ET COFFRETS ELECTRIQUES

La station comporte des armoires électriques de plusieurs types cités si dessous :

- Un (01) tableau général basse tension TGBT sera installé dans local technique du bâtiment d'exploitation existante pour l'alimentation et la commande des équipements dans lequel sera installé :
  - Un transformateur d'isolement 400 Vac/220 Vac (Neutre isolé).
  - Un onduleur
  - Une alimentation a découpage 24 Vdc pour les besoins de commande.
  - Des transmetteurs de courant pour la centrale de mesure.
  - Une centrale de mesure (mesure de courant, tension...).
  - Des compteurs horaires
  - Des voyants de signalisation
  - Un arrêt d'urgence
  - Disjoncteurs de protection des équipements
  - Les départs moteurs (disjoncteur moteur, contacteur de puissance)
  - Circuits de commandes (relais, contacte auxiliaire ...)
  - Dispositif de régulation thermique (Resistance chauffante, ventilateur, thermostat)
- Une armoire de compensation qui sert à éliminer les chutes de tension des équipements de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa.
- La solution de commande proposée prévoit l'installation d'un Pupitre de commande et de supervision sera installé dans la salle de contrôle pour la gestion à distance de tous les équipements de la station comportant :
  - Un automate programmable PLC.
  - Un écran tactile HMI pour le dialogue homme machine.
  - Des sélecteurs à deux positions **Local-Distant**.
  - Des sélecteurs à deux positions **Auto-Manu**.
  - Des boutons poussoirs.
  - Des voyants de signalisation.
  - Un bouton d'arrêt d'urgence.
  - Disjoncteurs et Relais
  - Dispositif de régulation thermique (Resistance chauffante, ventilateur, thermostat)
- La station sera équipée d'une boîte d'arrêt d'urgence général de station qui sera installée sur le site dans une position accessible facilement et rapidement aux opérateurs d'exploitation.
- Dans cette solution de commande chaque équipement possède un coffret de commande locale qui est équipé d'un bouton d'arrêt d'urgence ainsi que de sélecteurs et boutons-poussoirs représenté ci-dessous :

1) \_ Coffrets de commande locale du dégrilleur GVC, du convoyeur NT2R et du classificateur à sable ES possèdent :

- Un sélecteur a deux positions **Local-Distant**.
- Des voyants de signalisation.

2) \_ Coffrets de commande locale des ponts déssableurs-déshuileurs (PDRA) sont constituées de :

- Un sélecteur à deux positions **Local-Distant** pour le pont et les racleurs
- Un sélecteur à deux positions **Local-Distant** pour la pompe d'extraction des sables
- Un sélecteur à deux positions **Local-Distant** pour les soufflantes d'air
- Bouton poussoir avance pont
- Bouton poussoir recule pont
- Bouton poussoir relevé racleurs
- Bouton poussoir baissé racleurs
- Des voyants de signalisation

Dans le tableau (II.4) nous avons résumé l'appareillage installé sur les armoires électriques.

<b>Appareille</b>	
<b>Tableau générale de basse tension TGBT</b>	Disjoncteurs de protection des circuits
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disjoncteur général</li> <li>Parafoudre</li> <li>Eclairage armoire</li> <li>Régulation thermique</li> <li>Transformateur d'isolement</li> <li>Départ onduleur</li> <li>Départ 220VAC non ondulé vers pupitre</li> <li>Départ alimentation à découpage</li> <li>Départ Instrumentations</li> <li>Départ 220VAC ondulé vers pupitre</li> <li>Départ 24VDC vers pupitre</li> <li>Départ circuit de commande 24VDC</li> <li>Départ éclairage intérieur</li> <li>Départ éclairage extérieur</li> <li>Départ électrovannes</li> </ul>
Disjoncteurs moteurs et contacteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moteur GVC1</li> <li>Moteur GVC2</li> <li>Moteur NT2R</li> <li>Moteur ES</li> <li>Moteur pont1 PDRA1</li> <li>Moteur racleur1 PDRA1</li> <li>Moteur enrouleur de câble PDRA1</li> <li>Moteur pompe extraction des sable PS1</li> <li>Moteur soufflante d'air SA1 PDRA1</li> <li>Moteur pont1 PDRA2</li> <li>Moteur racleur1 PDRA2</li> <li>Moteur enrouleur de câble PDRA2</li> <li>Moteur pompe extraction des sable PS2</li> <li>Moteur soufflante d'air SA2 PDRA2</li> </ul>

	Fusibles
	Centrale de mesure
	Relais de phase
	Parafoudre
	Ventilateur
	Résistance de chauffage
	Thermostat
	Transformateur d'isolement
	Onduleur
	Alimentation a découpage
	Bouton d'arrêt d'urgence
	Voyant de signalisation
	Compteurs horaire pour chaque moteur
	Bouton-poussoir teste lampe
Pupitre de commande PTR	Disjoncteurs
	Relais
	Ventilateur
	Résistance de chauffage
	Thermostat
	Plate-forme d'automatisme
	Sélecteur AUTO-MAN générale de la station
	Arrêt d'urgence
	Sélecteur AUTO-MAN dégrilleur GVC1
	Sélecteur LOC-DIST dégrilleur GVC1
	Bouton-poussoir Marche GVC1
	Bouton-poussoir Arrêt GVC1
	Sélecteur AUTO-MAN dégrilleur GVC2
	Sélecteur LOC-DIST dégrilleur GVC2
	Bouton-poussoir Marche GVC2
	Bouton-poussoir Arrêt GVC2
	Sélecteur AUTO-MAN convoyeur NT2R
	Sélecteur LOC-DIST dégrilleur NT2R
	Bouton-poussoir Marche NT2R
	Bouton-poussoir Arrêt NT2R
	Sélecteur AUTO-MAN déssableur-déshuileur PDRA1
	Sélecteur LOC-DIST déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Avance pont déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Recule pont déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Monter racleurs déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Baisser racleurs déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Marche pompe extraction des sable PS1 déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Arrêt pompe extraction des sable PS1 déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Marche soufflante d'air SA1 déssableur-déshuileur PDRA1
	Bouton-poussoir Arrêt soufflante d'air SA1 déssableur-déshuileur PDRA1
	Sélecteur AUTO-MAN déssableur-déshuileur PDRA2
	Sélecteur LOC-DIST déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Avance pont déssableur-déshuileur PDRA2

	Bouton-poussoir Recule pont déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Monter racleurs déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Baisser racleurs déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Marche pompe extraction des sable PS1 déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Arrêt pompe extraction des sable PS1 déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Marche soufflante d'air SA1 déssableur-déshuileur PDRA2
	Bouton-poussoir Arrêt soufflante d'air SA1 déssableur-déshuileur PDRA2
	Sélecteur AUTO-MAN classificateur a sable ES
	Sélecteur LOC-DIST classificateur a sable ES
	Bouton-poussoir Marche classificateur a sable ES
	Bouton-poussoir Arrêt classificateur a sable ES
	Bouton-poussoir Ouvrir électrovanne lavage des sable EV1 classificateur a sable ES
	Bouton-poussoir Fermer électrovanne lavage des sable EV1 classificateur a sable ES
	Bouton-poussoir Ouvrir électrovanne lavage des sable EV2 classificateur a sable ES
	Bouton-poussoir Fermer électrovanne lavage des sable EV2 classificateur a sable ES
	Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT pour chaque équipement
<b>CCL dégrilleur GVC1</b>	Sélecteur LOC-DIST
	Arrêt d'urgence
	Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT
<b>CCL dégrilleur GVC2</b>	Sélecteur LOC-DIST
	Arrêt d'urgence
	Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT
<b>CCL convoyeur NT2R</b>	Sélecteur LOC-DIST
	Arrêt d'urgence
	Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT
<b>CCL classificateur a sable ES</b>	Sélecteur LOC-DIST
	Arrêt d'urgence classificateur a sable ES
	Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT
<b>CCL déssableur- déshuileur PDRA1</b>	Sélecteur LOC-DIST
	Sélecteur LOC-DIST pompe extraction des sable PS1
	Sélecteur LOC-DIST soufflante d'air SA1
	Bouton-poussoir Monter racleurs
	Bouton-poussoir Baisser racleurs
	Bouton-poussoir Avance pont
	Bouton-poussoir Recule pont
	Arrêt d'urgence
Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT pour chaque équipement	
<b>CCL déssableur- déshuileur PDRA2</b>	Sélecteur LOC-DIST
	Sélecteur LOC-DIST pompe extraction des sable PS2
	Sélecteur LOC-DIST soufflante d'air SA2
	Bouton-poussoir Monter racleurs
	Bouton-poussoir Baisser racleurs
	Bouton-poussoir Avance pont
	Bouton-poussoir Recule pont
	Arrêt d'urgence
Voyants lumineux MARCHE, ARRÊT, DEFAULT pour chaque équipement	

Tableau (II.5) : appareilles installer sur les armoires de la station

#### IV) Mode opératoire de la station

La station est commandée via un automate programmable (PLC) de type **Schneider Modicon M 340** installé dans le pupitre de commande.

La partie dialogue homme machine de l'interface opérateur est réalisé au moyen d'un écran de supervision (HMI) situé dans la Salle de Contrôle implanté sur le pupitre de commande, ou par un synoptique de voyant lumineux et des boutons poussoirs installé aux niveaux du pupitre et des coffrets à commande local situé a proximité de chaque ouvrage.

L'opérateur peut modifier les paramètres de la station et consulter les événements l'interface de l'**HMI** grâce à plusieurs écrans de dialogue préprogrammé

Les ouvrages de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa peuvent être utilisés en mode Automatique/Manuel, grâce à un Sélecteur de Mode de Fonctionnement situé sur le pupitre de commande. La commande manuelle est activée depuis le pupitre ou bien des coffrets de commande locale.

En mode **AUTOMATIQUE**, les signaux d'entrée et de sortie sont configurés et gérés pour garantir une efficacité maximale de la station, tout en garantissant simultanément que la protection du matériel contre tout fonctionnement qui pourrait provoquer des dommages et des temps d'arrêt excessifs de la station.

Le mode **manuel** fournit au personnel d'exploitation l'opportunité de maintenir le fonctionnement de base, pendant les périodes où la capacité totale du système n'est pas disponible. Ce mode d'exploitation requiert une participation maximale des opérateurs pour garantir une utilisation rationnelle du matériel a fin de ne pas causer des dommages supplémentaires à la station ou au processus.

##### IV .1) Fonctionnement en mode manuel des ouvrages des la station

Les ouvrages de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa peuvent être commandés manuellement soit depuis les coffrets de commande locale ou bien du pupitre central de commande.

##### IV.1.2) Commande manuel depuis les coffrets de commande locale CCL

L'opérateur dans la salle de contrôle doit valider la commande depuis le pupitre de commande en choisissant la position **DIST** du sélecteur **LOC-DIST** de l'équipement en question pour que ce dernier fonctionne.

##### IV .2) Fonctionnement en mode automatique des ouvrages de la station

Le fonctionnement automatique des équipements constituant les ouvrages est assuré par l'automate programmable **Schneider Modicon M 340**.

**Dégrilleurs GVC :** En mode automatique le dégrilleur GVC fonctionne en mode discontinu par temporisations, temps d'activation (**Ton**) et temps d'arrêt (**Toff**), tant qu'il n'y a pas de différence de niveau en amont et en aval de la grille du dégrilleur, dans le cas contraire le dégrilleur GVC fonctionne en continu.

Les temporisations, contrôles de temps d'activation (Ton) et d'arrêt (Toff) sont paramétrables depuis l'HMI.

**Convoyeur NT2R :** En mode automatique, le convoyeur NT2R s'active au même temps avec l'activation des dégrilleurs, et ne se désactive qu'après une temporisation de désactivation (Toff) suivit de l'arrêt des dégrilleurs.

La temporisation d'arrêt (**Toff**) est paramétrable depuis l'HMI.

**Pont Dégrossage-Déshuileur PDRA :** en mode automatique, les racleurs prennent la position basse et le pont avance, pendant qu'il avance il entraîne avec lui les câbles d'alimentation, une fois sa course terminée détectée par un fin de course les racleurs remonte et le pont entame sa course de retour au même temps l'enrouleur de câble démarre et s'arrête avec l'arrivée du pont à sa position initial. La pompe d'extraction des sables est activée par un capteur de densité des eaux dans le fond du dégrossage-déshuileur, la soufflante d'air quand elle fonctionne en continu.

**Classificateur à sable ES :** en mode automatique, le moteur du classificateur à sable fonctionne en mode continu tant que l'une des pompes d'extractions des sables de l'un des ponts Dégrossage-déshuileurs est active, dans cette procédure de marche l'électrovanne de lavage des sables et celle du lavage du fond du classificateur à sable ES sont en position ouvertes.

### IV .3) Fonctionnement en mode automatique de la station

Pour que la station passe en mode automatique il faut que le convoyeur, le classificateur à sable, l'un des dégrilleurs, et l'un des ponts dégrossage-déshuileurs soient disponibles et opérationnels.

Un sélecteur **AUTO-MANU** permettant le fonctionnement de la totalité de la station en automatique est implanté sur le pupitre de commande, en respectant le processus suivant :

Le démarrage de l'un ou des deux Dégrilleurs GVC1, GVC2 se fait selon la différence du niveau des eaux détecté par les sondes de niveau en amont et aval des Dégrilleurs GVC1 et GVC2 ainsi que par rapport a la disponibilité de ses dernier, les dégrilleurs fonctionnent en mode discontinu par temporisation, (activation (**Ton**) et désactivation(**Toff**)) (paramétrable depuis l'IHM) tant que le contrôleur de niveau différentiel indique une égalité entre le niveau d'eaux en amont de la grille et le niveau en aval de la grille, dans le cas contraire les dégrilleurs fonctionnent en continu. Le convoyeur NT2R s'active au même temps avec le démarrage des dégrilleurs, et ne se désactive qu'après une temporisation de désactivation (Toff) suivit de l'arrêt des dégrilleurs.

Les Dessableurs-Déshuileurs sont aussi sélectionné selon leur disponibilité, les pompes d'extraction des sables sont activées par le capteur de densité et les soufflantes d'air fonctionnent en permanence, le pont fait des allers retours avec les racleurs qui se mettent en position basse dans la course aller du pont pour racler les huiles et qui se mettent en position haute dans sa course de retour.

Le moteur classificateur a sable démarre et reste fonctionnel continuellement ainsi que l'électrovanne de lavage des sables et celle du lavage du fond du classificateur à sable restent en mode activation toute au long du cycle.

## **V) Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons commencé par présenter les différents équipements électriques, actionneurs et instruments de mesures et de commande constituent les armoires électriques de la station de prétraitement des eaux usées de la ville Ménéa, par la suite nous avons donné une description bref du principe des deux modes de fonctionnement manuel et automatique de la station de prétraitement de la ville de Ménéa.

L'étude réalisé dans ce chapitre nous permettra de concevoir un model graphique du fonctionnement de la station de prétraitement de la ville de Ménéa ainsi les schémas de câblage de ses différents composants électrique.

**Chapitre III)**  
**Modélisation et**  
**conception des schémas**  
**électrique de la station**

## I) Introduction

La **modélisation** est la conception d'un modèle qui nous permet de représenter le processus d'un procédé physique, mathématique... et ça pour faciliter sa compréhension, modification et amélioration. Il existe plusieurs techniques de modélisation, parmi elles le **Grafcet** que nous allons utiliser pour modéliser le processus de fonctionnement de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa en mode automatique.

## II) Le Grafcet

Le **Grafcet** (**GR**Aphe **F**onctionnel de **C**ommande des **E**tapes et **T**ransitions) est un mode de représentation graphique et d'analyse d'un automatisme, il est particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes. Il a été proposé par l'ADEPA en 1977 et normalisé en 1982 par la NF C03-190 [7],[8].

Le Grafcet est une représentation alterné d'étapes aux quelles sont associées des actions, de transitions aux quelles sont associées des conditions de transition (réceptivités) et des liaisons orientées entre les étapes et les transitions [7],[8].

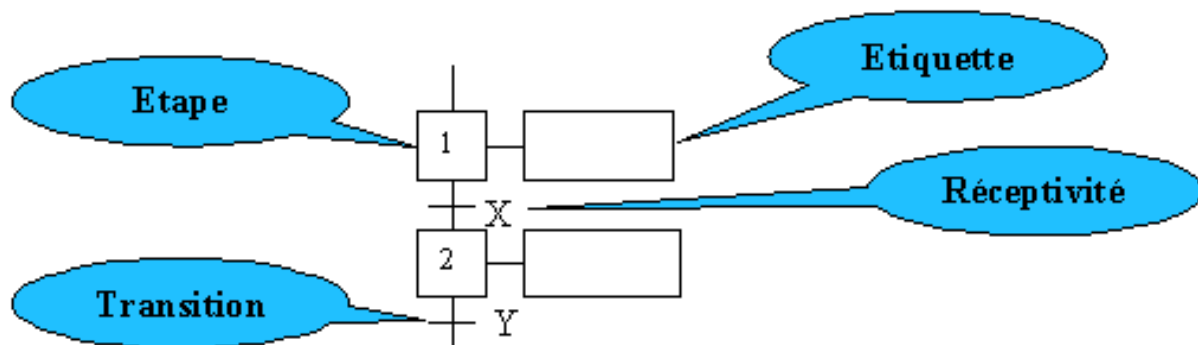


Figure (III.0) : Présentation du Grafcet

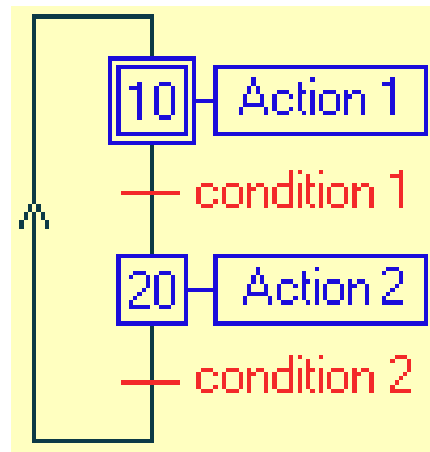
### II.1) Mode de représentation

Le mode de représentation [7],[8] qui est normalisé par l'Union technique de l'électricité (UTE) est le suivant :

- Une étape est représentée par un carré repéré par un numéro identificateur. Une étape active peut être désignée par un point au-dessous du numéro. Les actions associées sont indiquées de façon littérale ou symbolique, dans un rectangle relié à la partie droite. Une étape initiale est représentée par un carré doublé.

- Une liaison orientée est représentée par une ligne, parcourue par défaut de haut en bas ou de gauche à droite. Dans le cas contraire, on utilise des flèches. On évite les croisements.

- Une transition entre deux étapes est représentée par une barre perpendiculaire aux liaisons orientées qui la relie aux étapes précédente(s) et suivante(s). Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. À chaque transition est associée une réceptivité inscrite à droite de la barre de transition. Une réceptivité est une condition logique qui permet de distinguer parmi toutes les combinaisons d'informations disponibles celle qui est susceptible de faire passer le système aux étapes suivantes.



Figure(III.1) : Présentation d'étape et transition

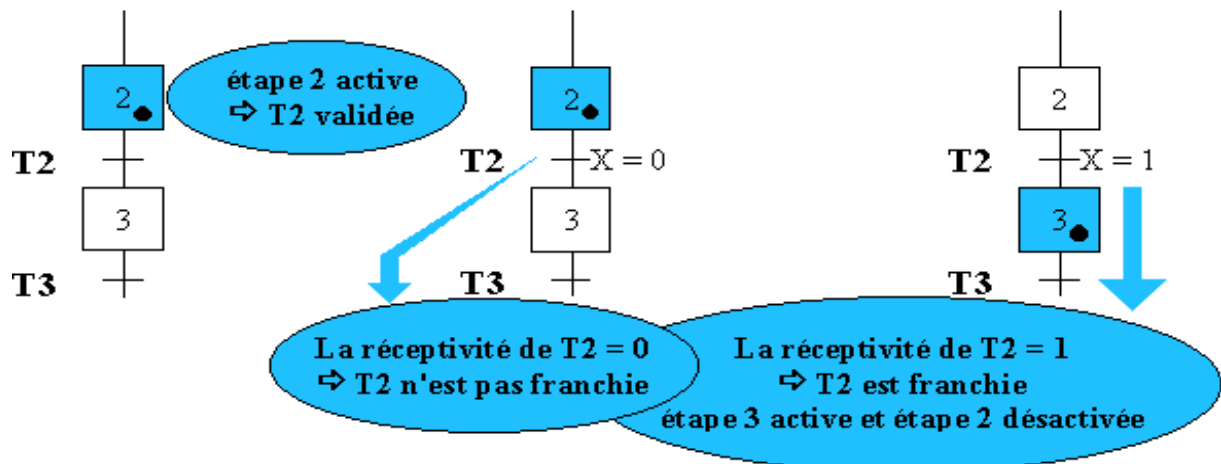
II.2) Règles de syntaxe

a) Règle N°1 Situation initiale : L'étape initiale est initialement activée (a la mise sous tension de la partie commande) tel que les conditions initiales de son activation sont choisies par l'opérateur.

b) Règle N°2 Franchissement d'une transition : Une transition est **franchie** lorsque l'étape associée est **active** et la **réceptivité** associée à cette transition est **vraie**.

c) Règle N°3 Evolution des étapes actives : Le franchissement d'une transition provoque simultanément :

- La **désactivation** de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition
- L'**activation** de toutes les étapes immédiatement suivantes reliées à cette transition.



Figure(III.2) : Illustration des règles de syntaxe

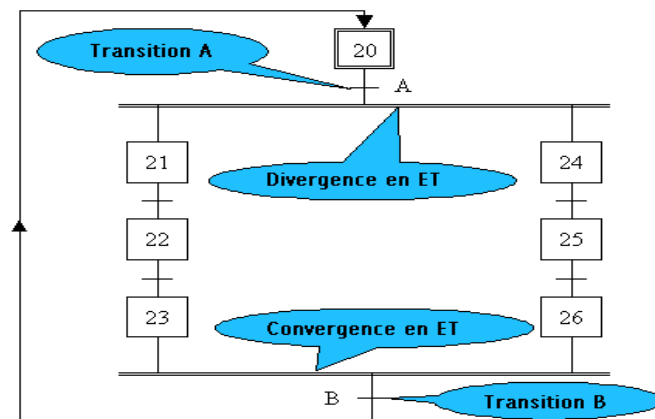
d) Règle N°4 Transitions simultanées : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

e) Règle N°5 Activation et désactivation simultanées : Une étape à la fois activée et désactivée reste active.

### II.3) Structure de base

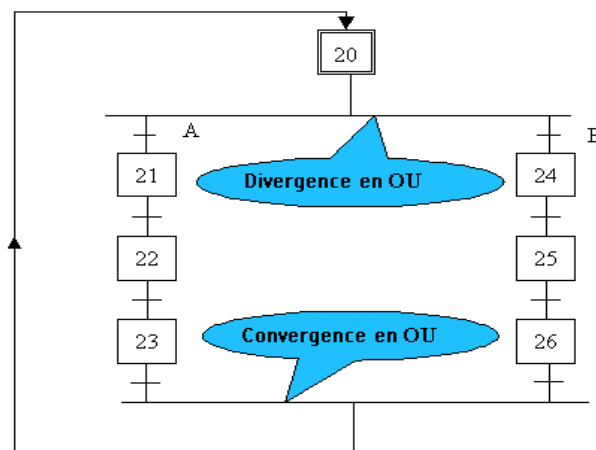
a) Séquence unique : un automate est décrit par un grafcet à séquence unique lorsqu'il peut être représenté par un ensemble de plusieurs étapes formant une suite dont le déroulement s'effectue toujours dans le même ordre.

b) Séquences multiples simultanées (Divergence et convergence en ET) lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs étapes, les séquences issues de ces étapes sont dites « séquences simultanées ».



Figure(III.3) : Divergence en ET

c) Séquences multiples exclusives (Divergence et convergence en OU) Lorsque, à partir d'une étape, on peut effectuer un choix entre plusieurs séquences possibles conditionnées par plusieurs réceptivités exclusives,



Figure(III.4) : Divergence en OU

### III) Grafcet de la station de prétraitement de la ville de Ménéa

A partir des données recueillis sur le fonctionnement de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa nous avons réalisé le Grafcet qui modélise son fonctionnement en mode Automatique représenté par la figure si dessous.



#### IV) Schémas électriques de la station

Un **schéma électrique** est la représentation graphique d'un circuit électrique, basée sur des conventions. Il montre les composants du circuit sous forme de symboles normalisés, ainsi que l'alimentation et les signaux reliant ces composants. Un schéma électrique est utilisé pour la conception, la fabrication, et la maintenance des systèmes électriques et électroniques [9].

A partir du descriptif technique, du mode opératoire de la station et des résultats de l'étude faite par les ingénieurs en électrotechnique pour sélectionner le type et le calibrage du matériel électrique nécessaire au bon fonctionnement de la station, tel que les disjoncteurs, contacteurs, onduleur, et alimentation à découpage, nous avons réalisé les schémas électriques de la station dont, les schémas du tableau général de basse tension **TGBT**, pupitre de commande **PTR** et des coffrets de commande locale **CCL**, à l'aide du logiciel **Eplan P8** spécialisé dans le domaine de l'électrotechnique et de l'automatisme, qui offre un environnement de travail riche, simple et agréable qui facilite la conception des schémas techniques de réalisation.

##### IV.1) Création du projet

L'objectif est de concevoir des schémas complets, simples et compréhensibles aux yeux des techniciens de câblage chargés de la réalisation du projet ainsi qu'aux techniciens de maintenance durant son cycle d'exploitation. Dans cette perspective un nouveau projet nommé « Station de prétraitement des eaux usées de la ville Ménéa » est créé dans lequel nous allons concevoir les schémas électrique d'exploitation.

##### IV.2) Structure du projet

Le projet est composé essentiellement de deux parties, schémas du tableau général de basse tension **TGBT** et les schémas du pupitre de commande. Ces deux parties comportent chacune une page de garde, un sommaire, une légende ainsi qu'une vue de face et d'intérieur.

##### IV.2.1) Schémas du tableau général de basse tension TGBT

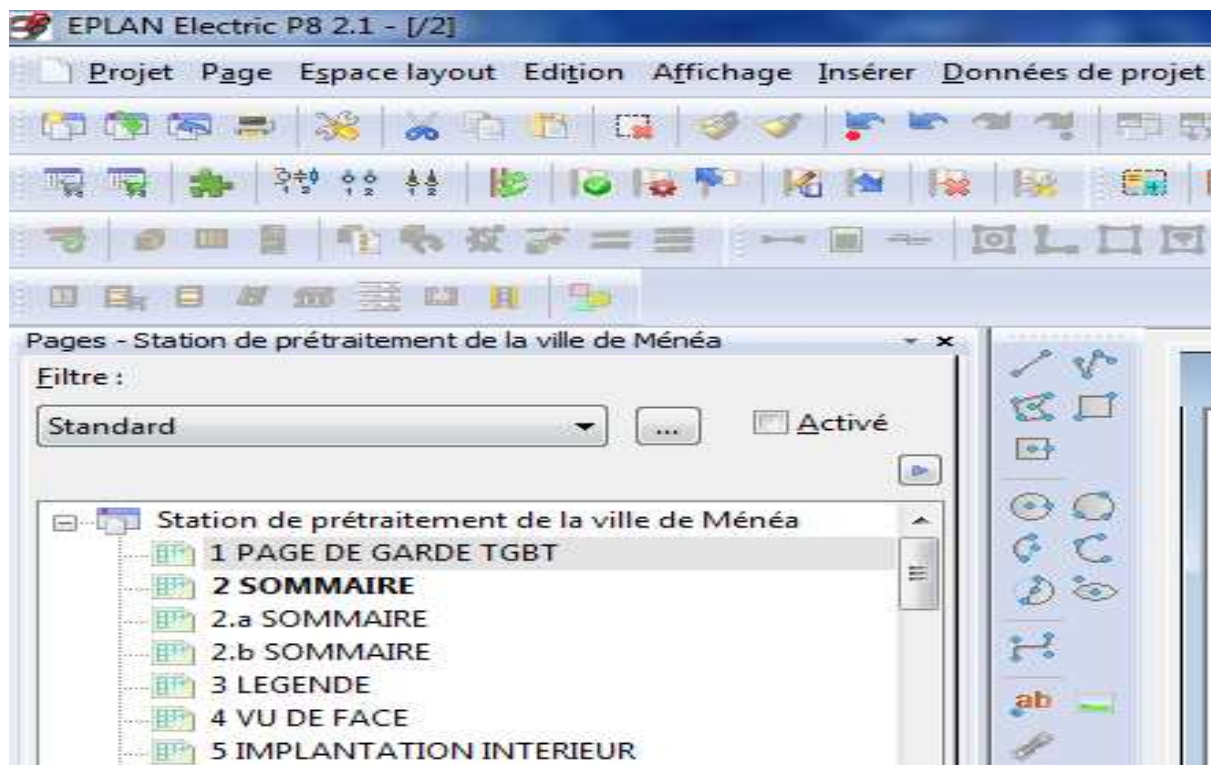
Les Schémas du tableau général de basse tension TGBT englobent les liaisons entre les équipements qu'il contient cités dans le chapitre précédent.

En premier lieu on commence par la création de la page de garde du TGBT représenté par la figure suivante :



Figure(III.5) : Page de garde

En suite en passe a la création des pages, sommaire, légende, et les vues de face et intérieur de l’armoire, représenté par la figure suivante :



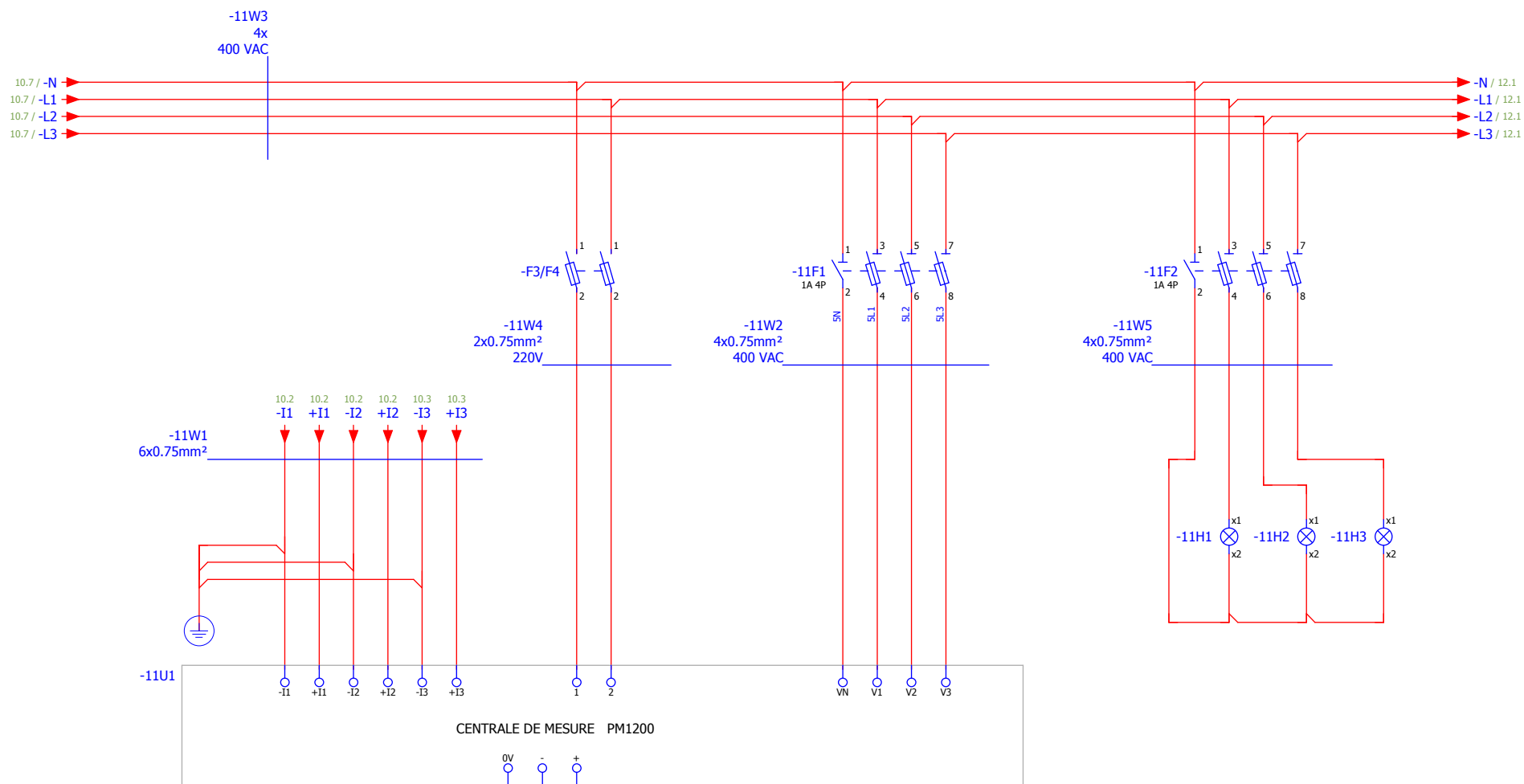
Figure(III.6) : Création des vues (Sommaire, légende, vue de face, vue intérieur)

Après la création et la codification du projet on passe à la phase conception des schémas électriques des tableaux de l'armoire de tableau générale de basse tension TGBT suivantes :

- Arrivée générale
- Centrale de mesure
- Relais de phase
- Parafoudre
- Régulation thermique et prise de courant
- Transformateur d'isolement
- Onduleur
- Alimentation a découpage 24 Vdc
- Départs auxiliaires
- Arrêts d'urgence
- Défaut général et acquittement
- Signalisation
- Report information
- Teste lampe
- Plan de bornes

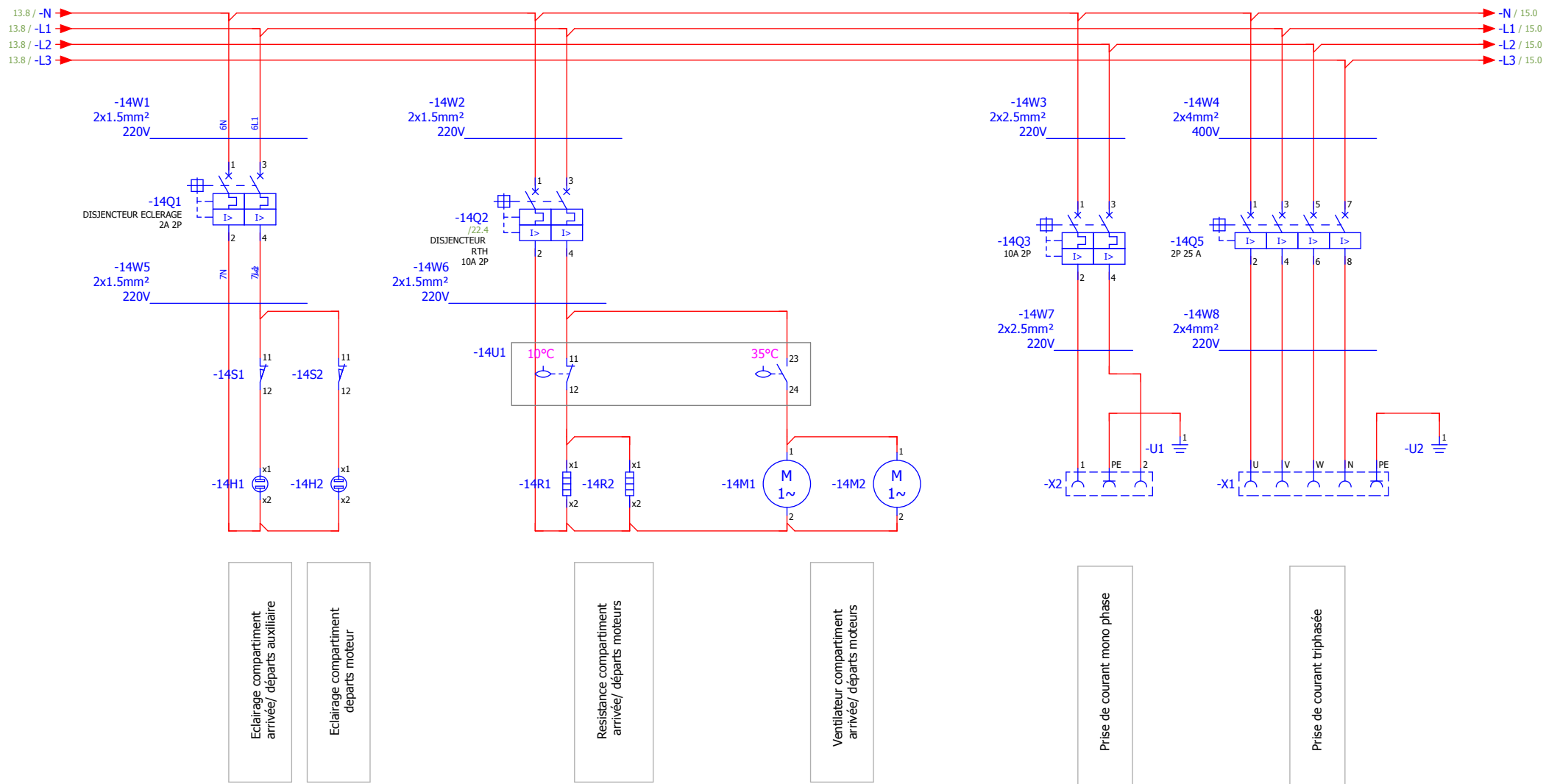
Les figures suivantes présentent quelques uns des schémas électriques normés des équipements cités en derniers :





Figure(III.8) : Schéma électrique de la centrale de mesure

Date	04/06/2015	L&M	L&M Technique Sécurité	CENTRALE DE MESURE	=
Traitement	MICROMEDIA	Schéma de connexions multipolaire			+
Vérif		Remplacement de	Remplacé par	150415055	Feuille 11
Modification	Date	Nom	Orig		Feuille 183



Figure(III.9) : Schéma électrique de la Régulation thermique et des prises de courant

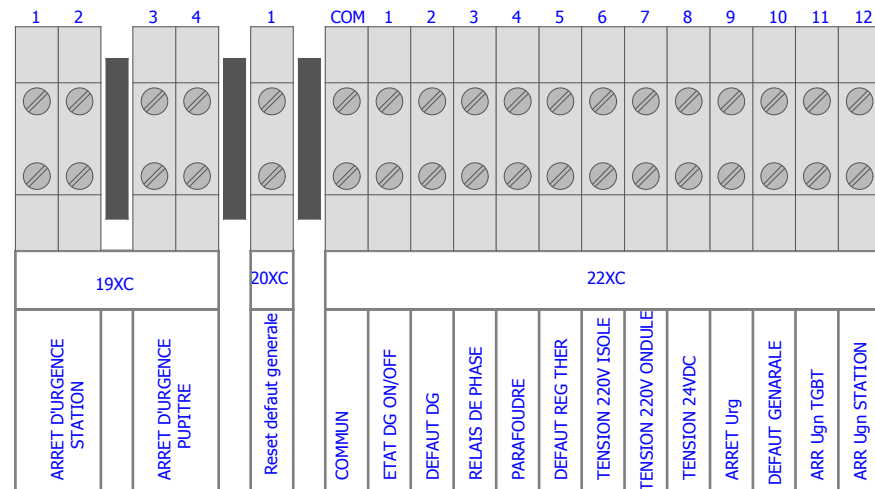
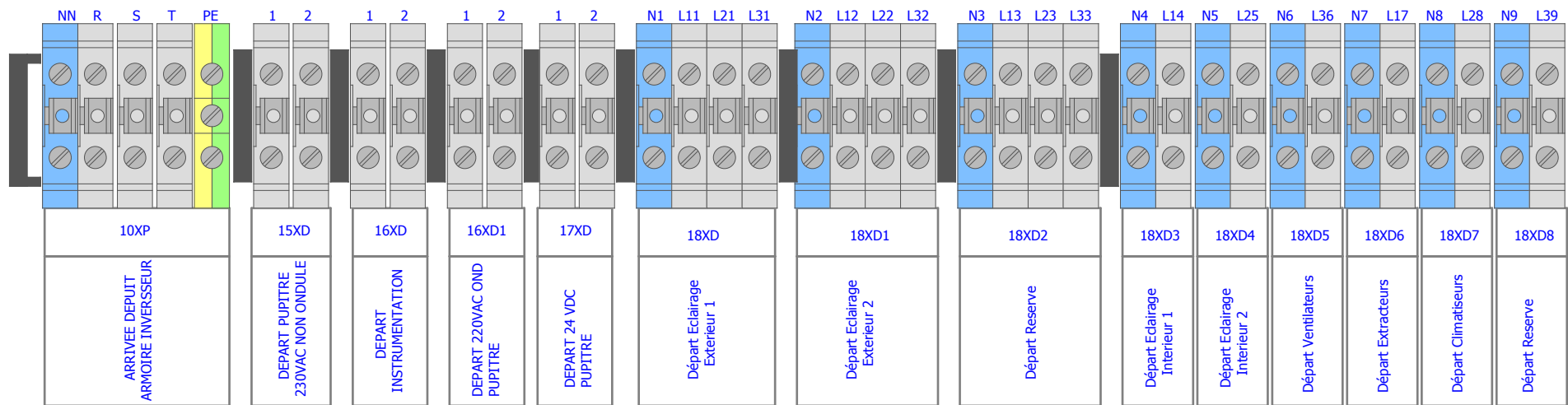
			Date	11/05/2015	L&M	L&M Technique Sécurité	REGULATION THERMIQUE ET PRISES DE COURANT		=
			Traitement	MICROMEDIA	Schéma de connexions multipolaire				+
Modification	Date	Nom	Vérif		Remplacement de	Remplacé par		150415055	Feuille 14
			Orig						Feuille 18











Figure(III.14) : Plan de bornes de raccordement

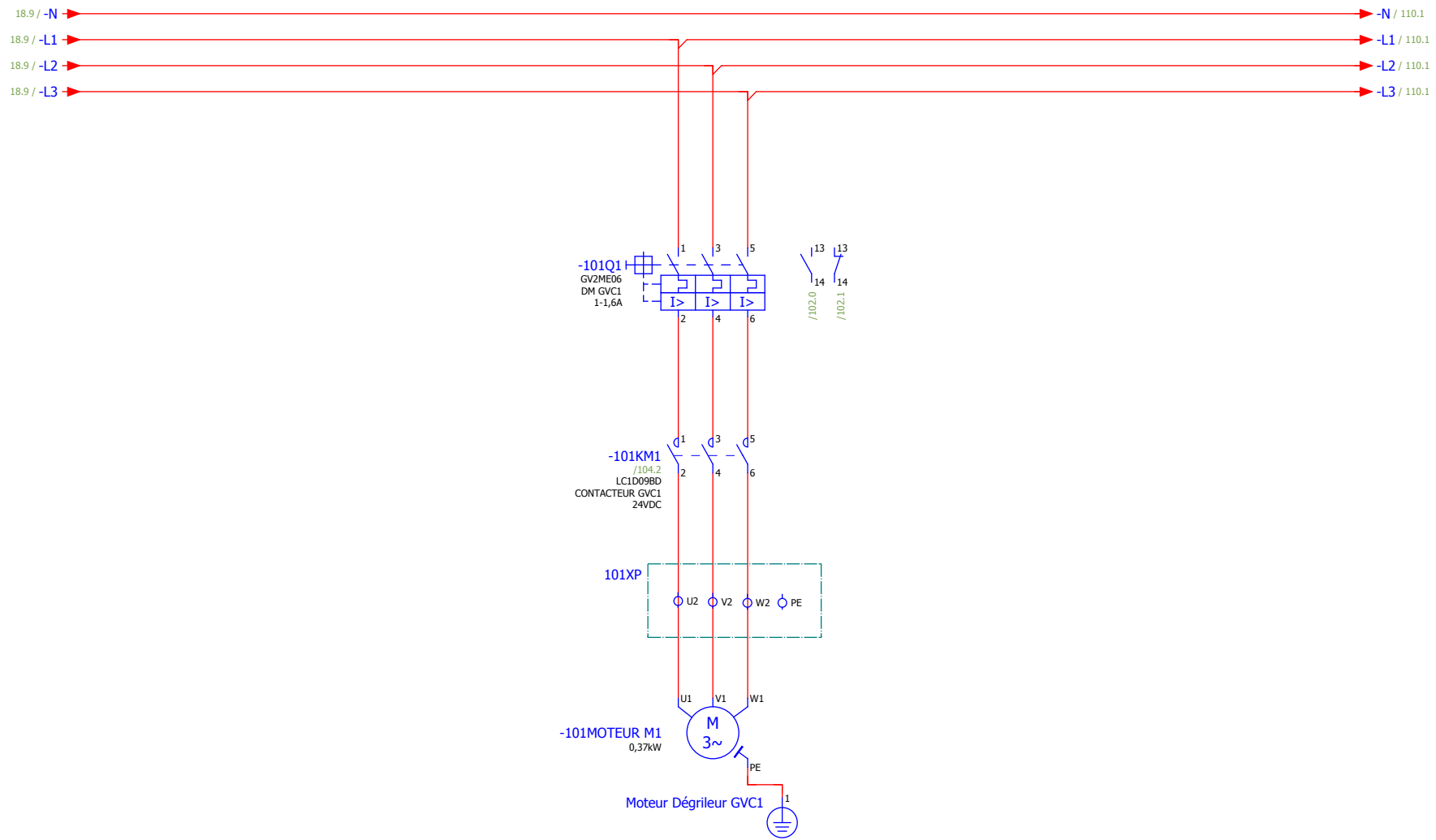
La phase suivante consiste en la conception des schémas de puissance et de commande des différents ouvrages de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de **Ménéa**

- Unité de Dégrillage : - Dégrilleur GVC1  
- Dégrilleur GVC2
- Unité Déssableur-Déshuileur : - Déssableur-Déshuileur PDRA1  
- Déssableur-Déshuileur PDRA2
- Classificateur à Sable et électrovannes

Leurs schémas électriques sont structurés de la même façon tell que :

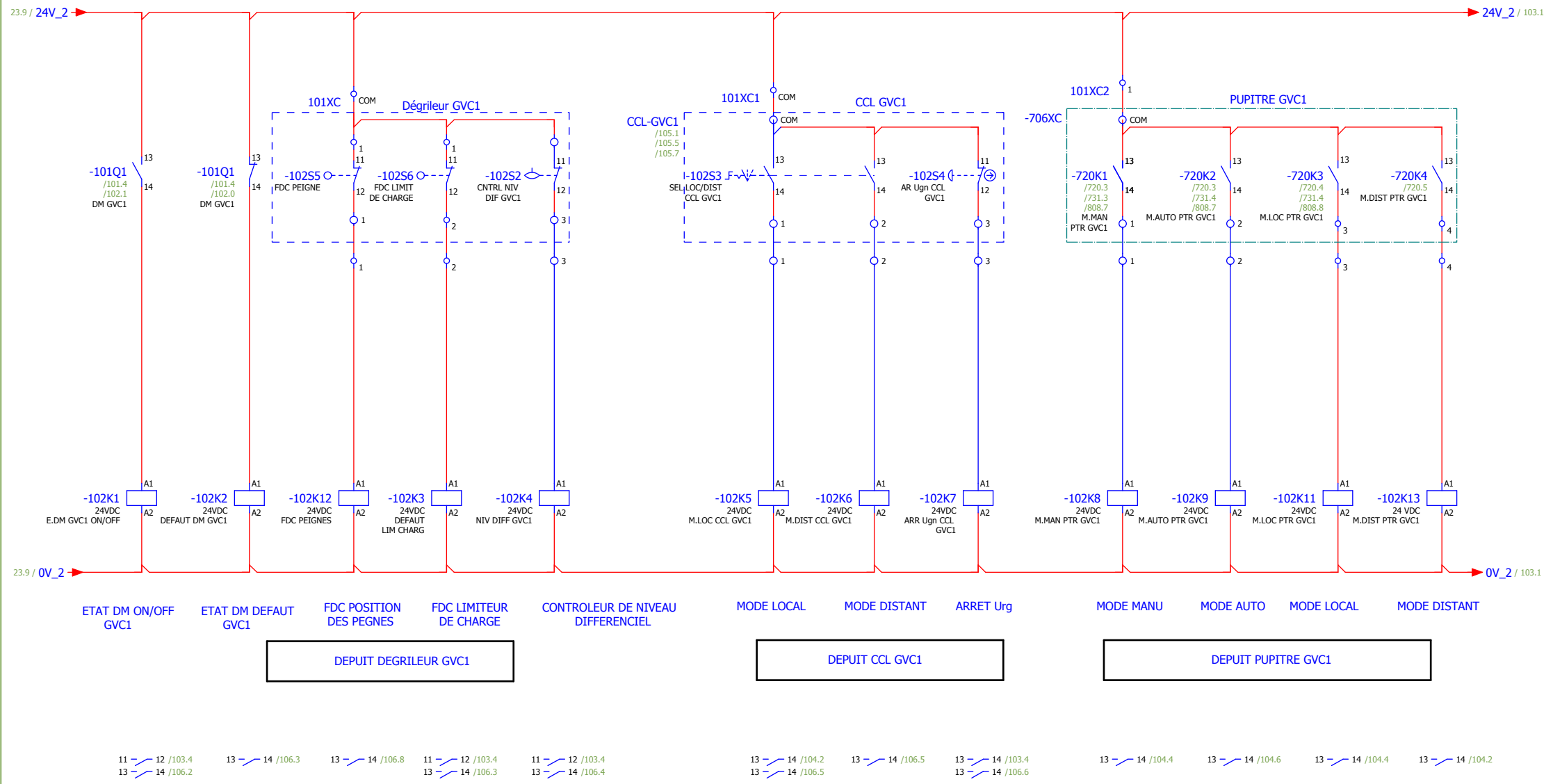
- Départ Moteur de l'ouvrage
- Reliage depuis le pupitre et les coffrets de commande local CCL de l'ouvrage
- Défauts et acquittement de l'ouvrage
- Circuit de commande de l'ouvrage
- Signalisation de l'ouvrage sur le TGBT et le CCL
- Report information vers le pupitre de commande
- Plan de borne

Dans la suite nous allons présenter quelques exemples des schémas du Dégrilleur GVC1 sur les figures suivantes :

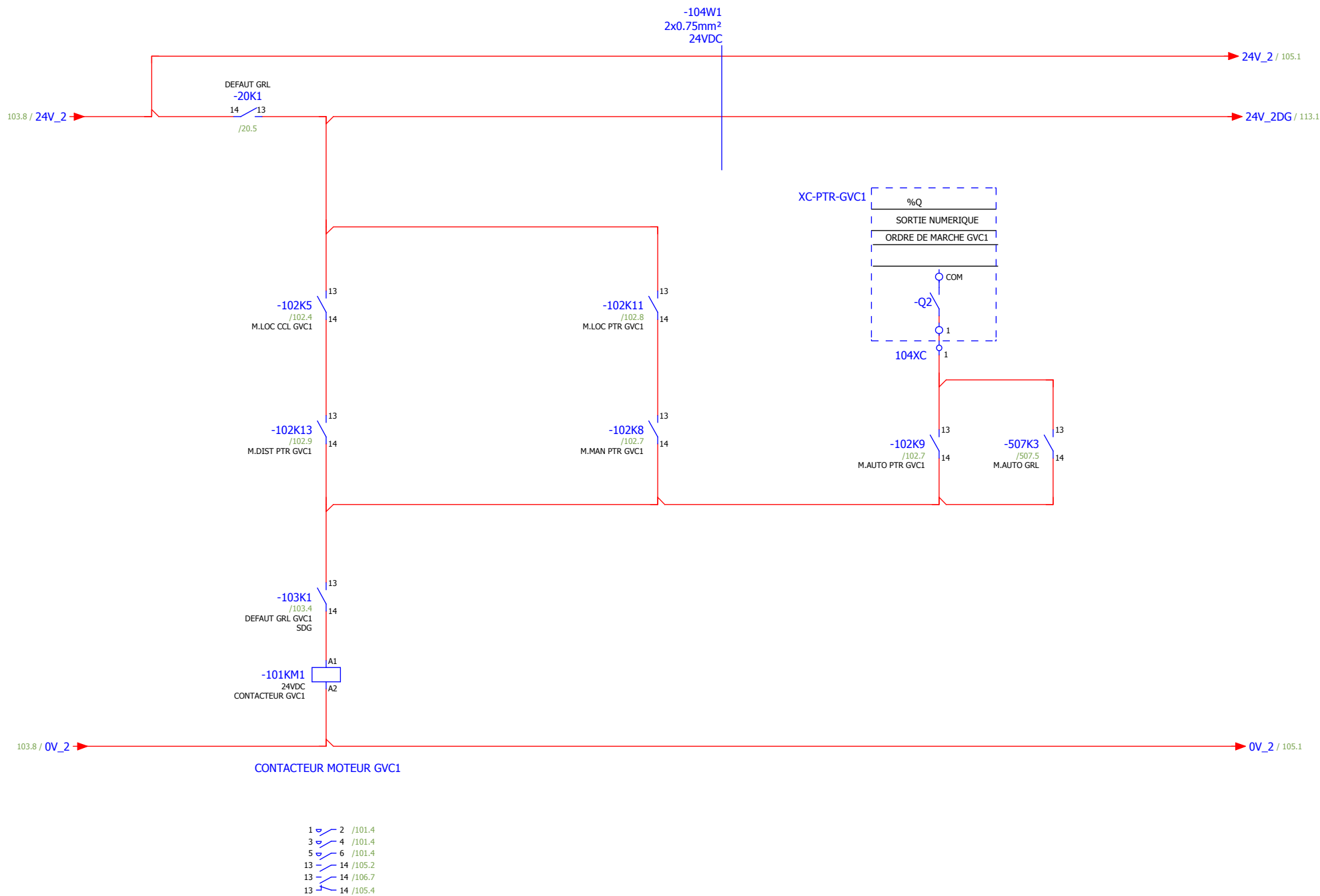


Figure(III.15) : Schéma électrique du départ moteur Dégrilleur GVC1

			Date	31/05/2015	L&M	L&M Technique Sécurité	DEPART MOTEUR DEGRILLEUR GVC1	=	
			Traitement	MICROMEDIA	Schéma de connexions multipolaire			+	
Modification	Date	Nom	Vérif		Remplacement de	Remplacé par		150415055	Feuille 101
			Orig						Feuille 183



Figure(III.16) : Schéma électrique du Reliage du Dégrilleur GVC1



Figure(III.17) : Schéma électrique du Circuit de commande du Dégrilleur GVC1

Date	01/06/2015	L&M	L&M Technique Sécurité	CIRCUIT DE COMMANDE DEGRILEUR GVC1	=
Traitement	MICROMEDIA	Schéma de connexions multipolaire			+
Vérif		Remplacement de	Remplacé par		
Modification	Date	Nom	Orig	150415055	Feuille 104
					Feuille 183







**IV.2 .2) Schémas du pupitre de commande**

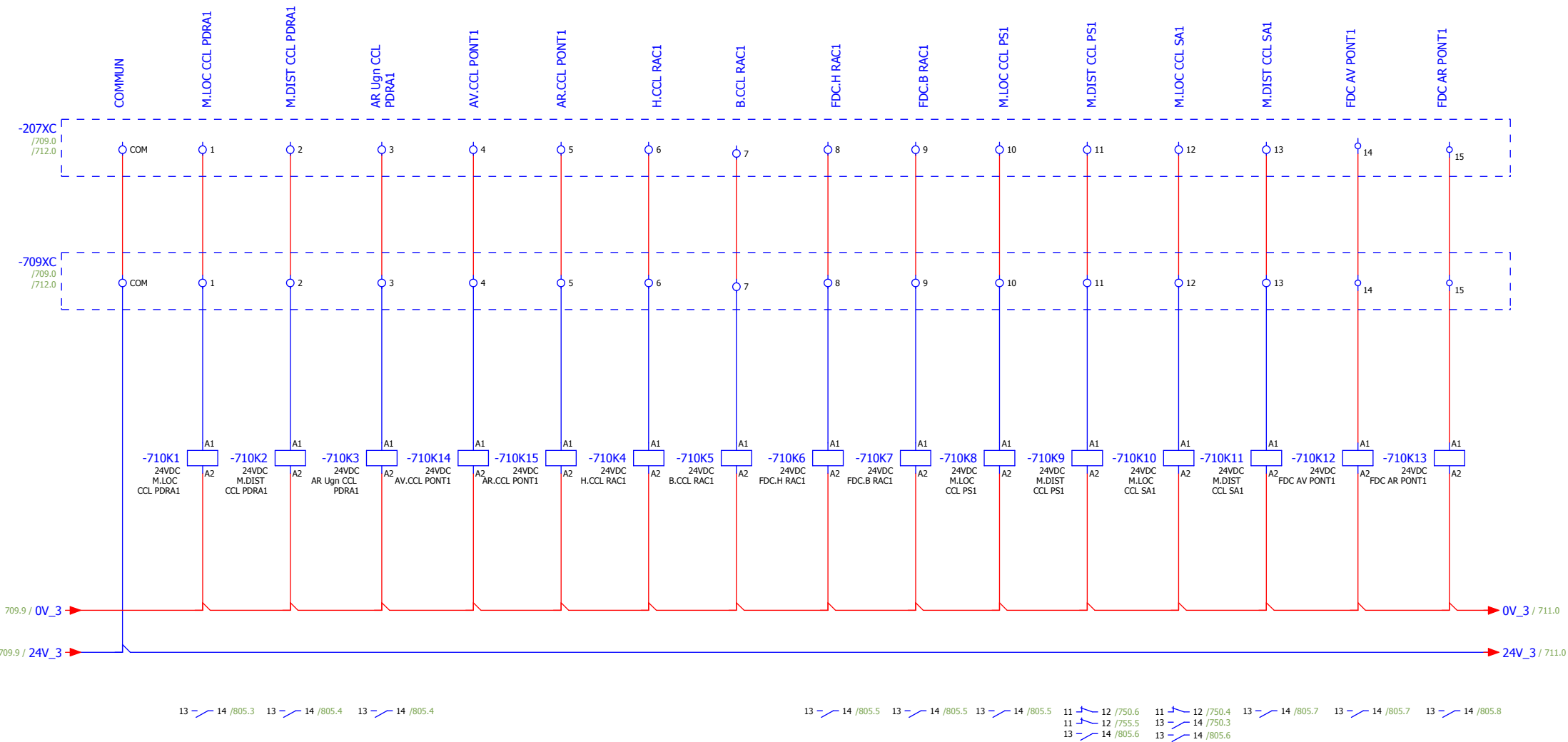
Les schémas du pupitre de commande englobent les liaisons entre les équipements qu'il contient cités dans le chapitre précédent, dont l'automate programmable et ses entrées et sorties.

Les schémas sont structurés comme suite :

- Arrives de puis le TGBT
- Régulation thermique et prise de courant
- Reliages
- Circuits de commande
- Reports informations
- Signalisations
- Configuration automate
- Alimentation de l'automate
- Entrées automate logique
- Entrées automate analogique
- Sortie automate logique
- plan de bornes

On donne par exemple quelques schémas du pupitre qu'on représente par les figures suivantes :

# PRDA1

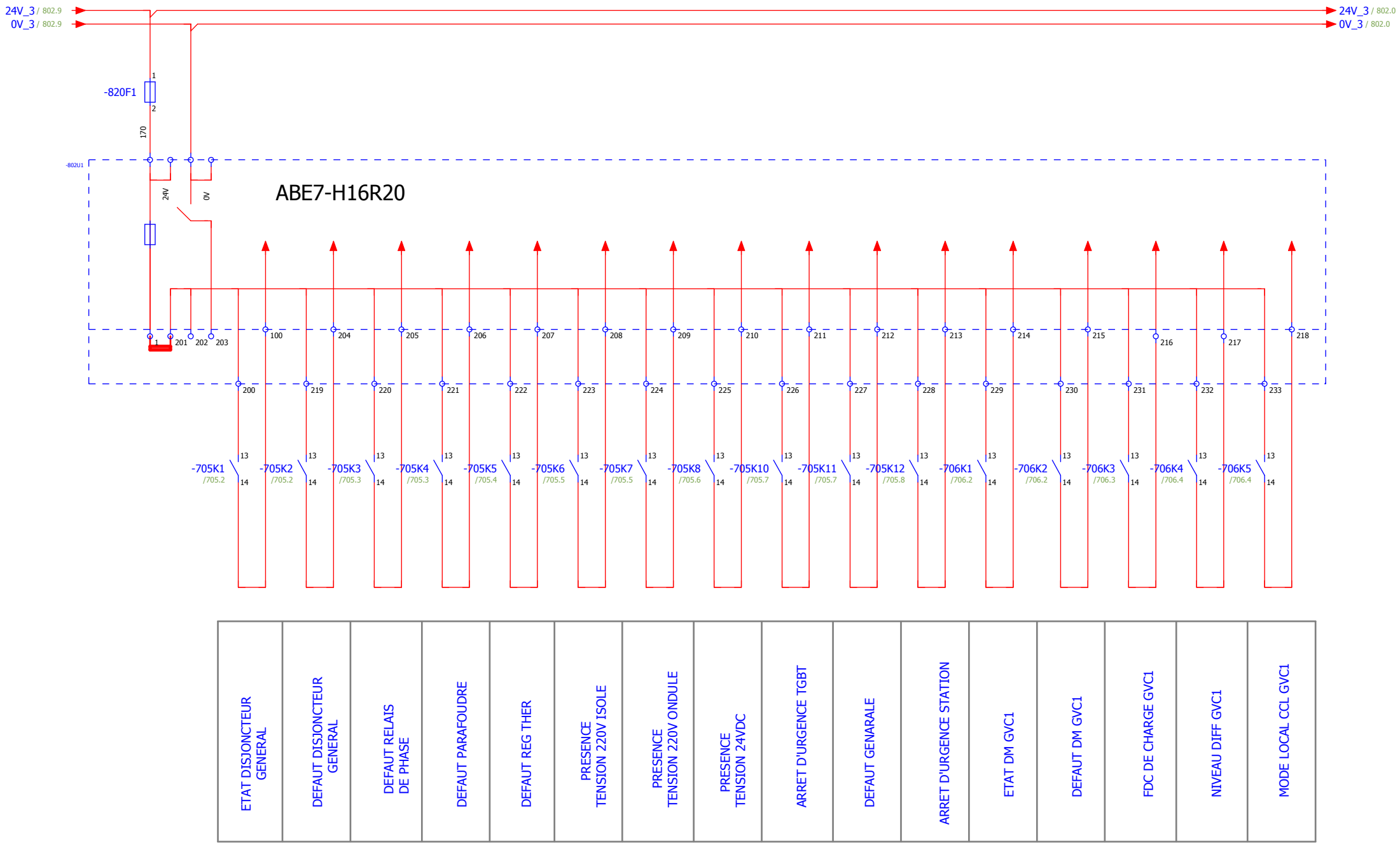


Figure(III.21) : Schéma électrique Reliages Dessableur-Déshuileur PDRA1

		Date	27/06/2015	L&M	L&M Technique Sécurité	RELAJAGE PUPITRE DEPUIS TGBT DU DESSABLEUR/DESHUILEUR PDRA1	=	
		Traitement	MICROMEDIA	Schéma de connexions multipolaire			+	
Modification	Date	Nom	Vérif	Remplacement de	Remplacé par		150415055	Feuille 710
			Orig					18



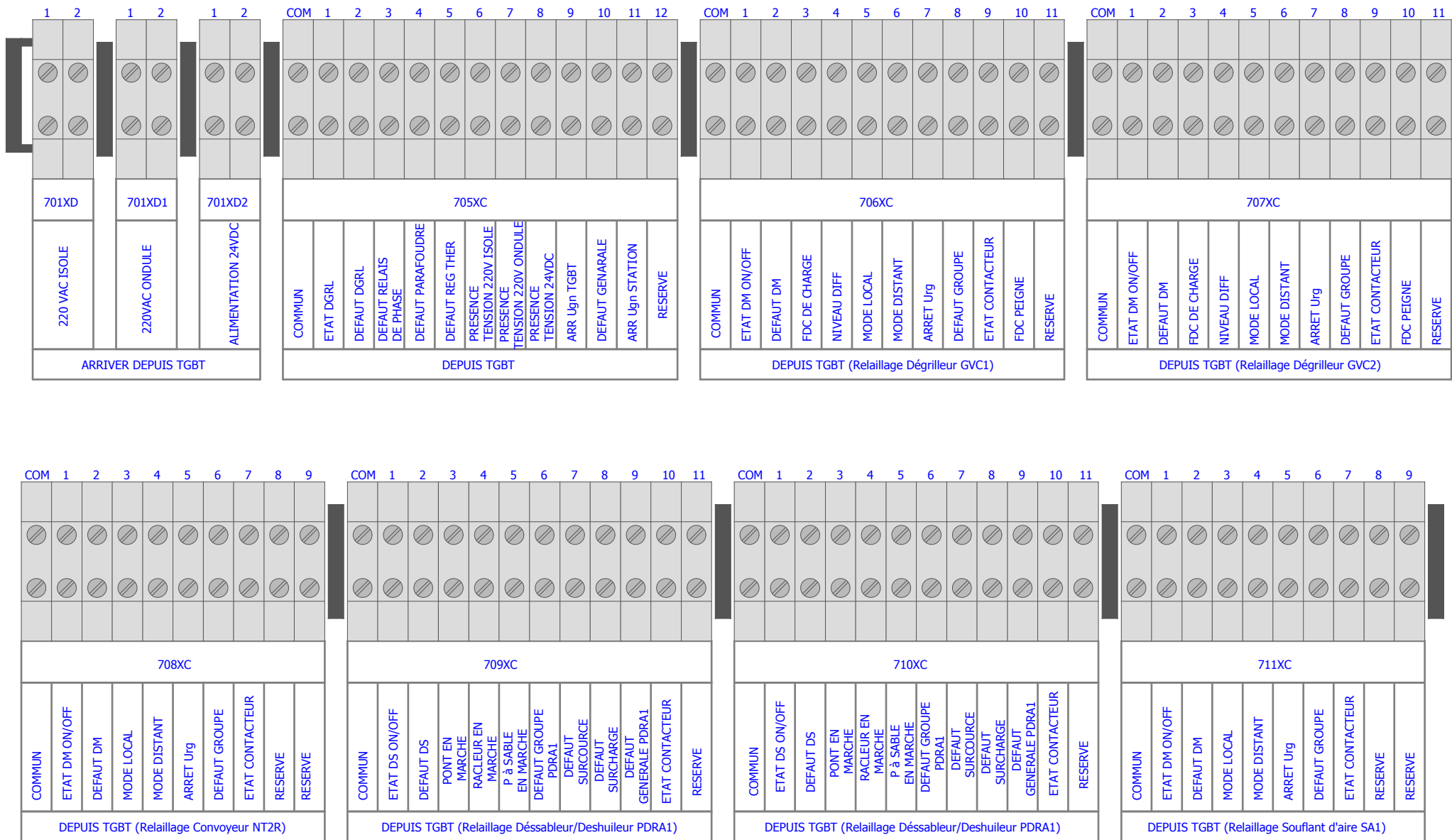




Figure(III.24) : Schéma électrique Entrée automate logique

Date	03/06/2015	L&M	L&M Technique Sécurité	ABE7.Entrée Logique1	=
Traitement	MICROMEDIA	Schéma de connexions multipolaire			+
Vérif		Remplacement de	Remplacé par		
Modification	Date	Nom			150415055
					Feuille 802
					Feuille 183





Figure(III.26) : Plan de bornes de raccordements

Tout les schémas électrique que nous avons développés et conçus sont réalisés d'une façon a ce que tout les composants ont des appellations bien spécifiques et une numérotation apparente sous le symbole du composant comportant le numéro de page et la colonne sur la quelle son origine est inséré. Cette procédure de conception nous permet de simplifier le repérage pour pouvoir les identifier, les suivre et de comprendre facilement le lien et les interconnexions qui existent entre eux tout au long de la conception / exploitation du projet.

Les schémas détaillés que nous avons développés sont présentés en annexe (1)

## **V) Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons commencé par présenter le modèle grafcet que nous avons développé comme support de programmation et d'exploitation de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa, par la suite nous avons présenté les schémas électrique que nous avons développés qui doivent être réalisés, permettent la sécurité, le bon fonctionnement des différents ouvrage de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa tout en respectant les normes et le mode opératoire d'usage.

**Chapitre IV)**  
**La solution**  
**programmable**  
**d'implantation sous**  
**l'API Modicon M340**

## I) Introduction

Depuis longtemps les automatismes séquentiels ont été réalisés à base de relais électromagnétiques et statiques, mais comme il s'agit d'un système câblé, la moindre modification dans l'ordonnement des séquences impose une modification complète du câblage. Pour remédier à ce problème en 1968 à la demande de l'industrie automobile nord-américaine les firmes Allen Bradley, Modicom et Digital Equipment ont mis au point un dispositif de commande logique aisément modifiable : Les **PLC** (Programmable Logic Controller), à partir de là, ce dispositif n'a cessé d'évoluer. Actuellement les automates programmables ont pris le dessus dans toutes l'industrie de production et du traitement [10].

## II) Automate programmable

Un automate programmable industriel, ou **API**, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriel par un traitement séquentiel.

Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (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 [11].

### II .1) Structure d'un API

L'API [11] est structuré autour d'une unité de calcul ou processeur (en anglais *Central Processing Unit*, CPU), d'une alimentation par des sources de tension alternative (AC) ou continue (DC), et de modules dépendant des besoins de l'application, tels que:

- Des cartes d'entrées - sorties (en anglais Input - Output, I/O) numériques (tout ou rien) pour des signaux à 2 états ou analogiques pour des signaux à évolution continue
- Cartes d'entrées pour brancher des capteurs, boutons poussoirs, etc.
- Cartes de sorties pour brancher des actionneurs, voyants, vannes, etc.
- Des modules de communication obéissant à divers protocoles Modbus, Modbus Plus, Profibus, InterBus, DeviceNet, LonWorks, Ethernet, FIPIO, FIPWAY, RS232, RS-485, AS-i, CANopen, pour dialoguer avec d'autres automates, des entrées/sorties déportées, des supervisions ou autres interfaces homme-machine (IHM, en anglais Human Machine Interface, HMI), etc.
- Des modules spécifiques aux métiers, tels que comptage rapide, pesage, etc.
- Des modules d'interface pour la commande de mouvement, dits modules Motion, tels que démarreurs progressifs, variateurs de vitesse, commande d'axes.
- Des modules locaux de dialogue homme-machine tels qu'un pupitre (tactile ou avec clavier), un terminal de maintenance, reliés à l'automate via un réseau industriel propriétaire ou non et affichant des messages ou une représentation du procédé.

## II.2) Programmation de l'automate programmable

Les programmes des API sont traités selon un cycle précis, le plus souvent :

- 1- diagnostic (auto-test)
- 2- acquisition de toutes les entrées (recopie dans une mémoire image)
- 3- traitement du programme
- 4- mise à jour des sorties.

Le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme, la complexité des calculs, le nombre d'entrées/sorties, la puissance de l'API, et les besoins du procédé piloté. Il varie de une à quelques dizaines de millisecondes et est protégé par un chien de garde, au cas par exemple où l'algorithme exécuterait indéfiniment une même boucle de programme.

### II.2.1) Différents langages de programmation

Il existe différents langages de programmation définis par la CEI 61131-3 :

- IL (Instruction List), le langage List est très proche du langage assembleur on travaille au plus près du processeur en utilisant l'unité arithmétique et logique, ses registres et ses accumulateurs
- ST (StructuredText), Ce langage structuré ressemble aux langages de haut niveau utilisés pour les ordinateurs
- LD (LadderDiagram), le langage Ladder (échelle en anglais) ressemble aux schémas électriques et permet de transformer rapidement une ancienne application faite de relais électromécaniques en un programme. Cette façon de programmer exploite une approche visuelle du problème longtemps apprécié en industrie, mais qui s'appuie sur une logique de moins en moins adaptée mais toujours utilisée (2013). On parle également de langage à contacts ou de schéma à contacts pour désigner ce langage Ladder.
- Boîtes fonctionnelles (FBD), le FBD se présente sous forme diagramme : suite de blocs, connectables entre eux, réalisant des opérations, simples ou très sophistiquée

Dans la programmation d'un automate, il est possible également de choisir de programmer en SFC, dérivé du grafcet.

À chaque action élémentaire est associé un programme écrit en IL, ST, LD ou FBD.

Le grafcet est un outil graphique de définition de l'automatisme séquentiel, en un nombre fini d'étapes, séparées par des conditions de transition. Il utilise une représentation graphique claire, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges.

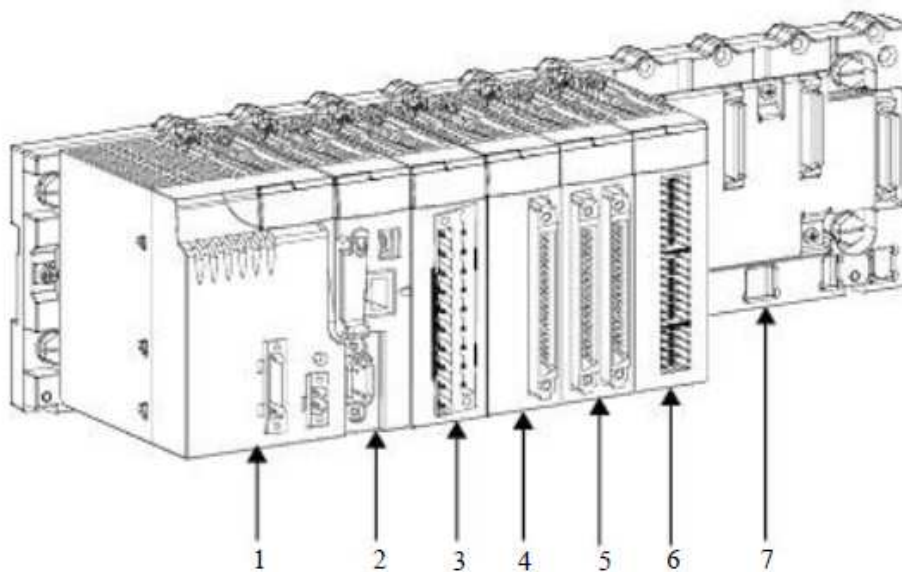
### II.3) L'API Schneider Modicon M340

Le processeur de la plate-forme Modicon M340 automatisés gère l'ensemble de la station automate, qui est composé de :

- ✓ Modules E / S TOR
- ✓ Modules E / S analogiques
- ✓ Comptage
- ✓ Modules de communication

Celles-ci sont réparties sur une ou plusieurs racks connectés sur le bus local. Chaque rack doit inclure un module d'alimentation, le châssis principal prend en charge la CPU [12].

La figure suivante montre un exemple de configuration de l'automate Modicon M340



Number	Description
1	Power supply module
2	Processor
3	20-pin terminal block I/O module
4	40-pin single connector I/O module
5	40-pin 2-connector I/O module
6	Counting module
7	8-slot rack

Figure (IV.1) : Exemple de configuration de l'automate Modicon M340

## II.4) Choix des composants de la plate-forme d'automatisme

Les composants de la plate-forme d'automatisme sont choisis, en fonction de ce qui suit :

- **Caractéristiques**
  - ✓ Puissance de traitement (nombre d'entrées / sorties gérées)
  - ✓ La capacité de mémoire
  - ✓ Des ports de communication

### II.4.1) Présentation générale des racks

Il existe quatre tailles de supports, choisies en fonction du nombre de modules que vous souhaitez

- ✓ BMX XBP 0400 crémaillère (4 emplacements)
- ✓ BMX XBP 0600 crémaillère (6 emplacements)
- ✓ BMX XBP 0800 crémaillère (8 emplacements)
- ✓ BMX XBP 1200 crémaillère (12 emplacements)

La liste ci-dessus donne le nombre de slots utilisables.

Chaque rack comprend une fente supplémentaire qui est réservée pour le module d'alimentation, et un logement de droite est réservée pour le module BMX XBE 1000 extensions de rack.

- **Représentation des racks**

La figure suivante représente le rack BMX XPB 0400:

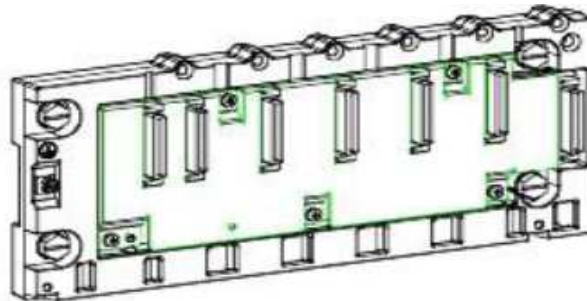


Figure (IV.2) : Rack BMX XPB0400

### II.4.2) Modules d'alimentation

Chaque rack nécessite un module d'alimentation défini en fonction du réseau distribué (Courant alternatif ou continu) et la puissance nécessaire au niveau du rack.

- **Rack module Extender**

Ce module permet de connecter un maximum de quatre supports en chaîne, en fonction du CPU, réparti le long d'une longueur maximale de 30 mètres.

## II.4.3) Modules d'entrée / sortie

La gamme Modicon M340 comprend des modules d'entrées / sorties TOR et analogiques.

## ❖ Entrée discrète :

Une large gamme de modules d'entrées / sorties TOR vous permet de sélectionner le module le plus adapté à vos besoins. Les caractéristiques de ces modules se distinguent de la façon suivante

Caractéristiques	Description
Modularité	8 canaux 16 canaux 32 canaux 64 canaux
Type d'entrées	Modules avec entrées à courant continu (24 VCC et 48 VCC) Modules avec entrées à courant alternatif (24 VCA, 48 VCA et 120 VCA)
Type de sorties	Modules avec sorties relais Les modules avec sorties statiques à courant continu (24 VCC / 0,1 A - 0,5 A - 3 A) Les modules avec sorties statiques courant alternatif (24 VCC / 240 VAC / 3 A)
Type de connecteur	Borniers 20 broches Connecteurs 40 broches permettant la connexion à des capteurs et pré-des actionneurs par l'intermédiaire du système de précâblage TELEFAST 2



Figure (IV.3) : Module E/S avec 40 broches

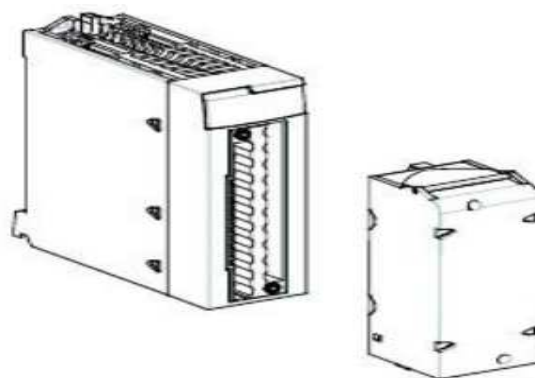


Figure (IV.4) : Modules E/S TOR avec 20 broches

- **Entrées / Sorties analogique**

Une large gamme de modules d'entrées / sorties analogiques vous permet de sélectionner le module le plus adapté à vos besoins. Les caractéristiques de ces modules se distinguent de la façon suivante:

Caractéristiques	Description
Modularité	Deux canaux 4 canaux
Performances et la portée des signaux offerts	Tension / courant Thermocouple Thermométrique
Type de connecteur	Borniers 20 broches Connecteurs 40 broches permettant la connexion à capteurs et pré-actionneurs au moyen de le système de précâblage TELEFAST 2

#### II.4.4) Modules de comptage

Les automates de la gamme Modicon M340 offrent des fonctions de comptage / décomptage en utilisant le comptage spécifique à l'application

Deux modules de comptage sont proposés:

- ✓ BMX EHC 0200 module avec deux voies de comptage et une acquisition maximale fréquence de 60 kHz
- ✓ BMX EHC 0800 module avec huit canaux de comptage et une acquisition maximale fréquence de 10 kHz

-Module de comptage BMX EHC 0200:-Module de comptage BMX EHC 0800

#### II.4.5) Communication

Les automates de la gamme Modicon M340 peuvent être utilisés dans différents modes de communication:

- ✓ Communication USB: intégré sur tous les processeurs
- ✓ Communication série: modules intégrée sur BMX P34 1000/2000/2010/2020
- ✓ Communication Ethernet: processeurs intégré sur BMX P34 2020/2030
- ✓ Communication CANopen: processeurs intégré sur BMX P34 2010/2030

### III) Liste des entrées et sortie de la station

Depuis l'étude faite dans les chapitres précédents on est arrivé à la liste des entrées/ sorties illustrées dans le tableau qui suit :

Nom	ADRESSE	TYPE	DESIGNATION
<b>ENTREES LOGIQUES</b>			
E_DISJ_GNRL	%I0.1.0	EBOOL	état disjoncteur général
Def_DISJ_GNRL	%I0.1.1	EBOOL	défaut disjoncteur général
Def_rly_faz	%I0.1.2	EBOOL	défaut relais de phases
Def_Cart_PRFDR	%I0.1.3	EBOOL	défaut cartouche parafoudre
Def_Reg_Th	%I0.1.4	EBOOL	défaut régulation thermique
Pres_Tns_220V_Isole	%I0.1.5	EBOOL	présence tension 220v isolement
Pres_Tns_220V_Ondl	%I0.1.6	EBOOL	présence tension 220v onduleur
Pres_Tns_24VDC	%I0.1.7	EBOOL	présence tension 24vdc
Ar_Urg_TGBT	%I0.1.8	EBOOL	arrêt d'urgence TGBT
Def_GNRL	%I0.1.9	EBOOL	défaut général
Ar_Urg_CCL_STATION	%I0.1.10	EBOOL	arrêt d'urgence coffret de commande locale station
E_DISJ_Mot_GVC1	%I0.1.11	EBOOL	état disjoncteur moteur GVC1
Def_DISJ_Mot_GVC1	%I0.1.12	EBOOL	défaut disjoncteur moteur GVC1
FDC_SRCharg_GVC1	%I0.1.13	EBOOL	fin de course surcharge GVC1
Niv_Dif_GVC1	%I0.1.14	EBOOL	niveau différentiel GVC1
Mod_Loc_CCL_GVC1	%I0.1.15	EBOOL	mode local coffret de commande locale GVC1
Mod_Dist_CCL_GVC1	%I0.1.16	EBOOL	mode distant coffret de commande locale GVC1
Ar_Urg_CCL_GVC1	%I0.1.17	EBOOL	arrêt d'urgence coffret de commande locale GVC1
E_Cont_GVC1	%I0.1.18	EBOOL	état contacteur GVC1
FDC_Crs_Pegne_GVC1	%I0.1.19	EBOOL	fin de course position peigne GVC1
E_DISJ_Mot_GVC2	%I0.1.20	EBOOL	état disjoncteur moteur GVC2
Def_DISJ_Mot_GVC2	%I0.1.21	EBOOL	défaut disjoncteur moteur GVC2
FDC_SRCharg_GVC2	%I0.1.22	EBOOL	fin de course surcharge GVC2
Niv_Dif_GVC2	%I0.1.23	EBOOL	niveau différentiel GVC2
Mod_Loc_CCL_GVC2	%I0.1.24	EBOOL	mode local coffret de commande locale GVC2
Mod_Dist_CCL_GVC2	%I0.1.25	EBOOL	mode distant coffret de commande locale GVC2
Ar_Urg_CCL_GVC2	%I0.1.26	EBOOL	arrêt d'urgence coffret de commande locale GVC2
E_Cont_GVC2	%I0.1.27	EBOOL	état contacteur GVC2
FDC_Crs_Pegne_GVC2	%I0.1.28	EBOOL	fin de course position peigne GVC1
E_DISJ_Mot_NT2R	%I0.1.29	EBOOL	état disjoncteur moteur convoyeur NT2R
Def_DISJ_Mot_NT2R	%I0.1.30	EBOOL	défaut disjoncteur moteur convoyeur NT2R
Mod_Loc_CCL_NT2R	%I0.1.31	EBOOL	mode local coffret commande locale convoyeur NT2R
Mod_Dist_CCL_NT2R	%I0.1.32	EBOOL	mode distant coffret commande locale convoyeur NTR2
Ar_Urg_CCL_NT2R	%I0.1.33	EBOOL	arrêt d'urgence coffret commande locale convoyeur NTR2
E_Cont_NT2R	%I0.1.34	EBOOL	état contacteur convoyeur NTR2

E_DISJ_Mot_PONT_PDRA1	%I0.1.35	EBOOL	état disjoncteur moteur pont PDRA1
E_DISJ_Mot_RAC_PDRA1	%I0.1.36	EBOOL	état disjoncteur moteur racleur PDRA
E_DISJ_Mot_EC_PDRA1	%I0.1.37	EBOOL	état disjoncteur moteur enrouleur de câble PDRA1
E_DISJ_Mot_PS_PDRA1	%I0.1.38	EBOOL	état disjoncteur moteur pompe à sable PDRA1
E_DISJ_Mot_SA_PDRA1	%I0.1.39	EBOOL	état disjoncteur moteur soufflante d'air PDRA1
Def_DISJ_Mot_PONT_PDRA1	%I0.1.40	EBOOL	défaut disjoncteur moteur pont PDRA1
Def_DISJ_Mot_RAC_PDRA1	%I0.1.41	EBOOL	défaut disjoncteur moteur racleur PDRA1
Def_DISJ_Mot_EC_PDRA1	%I0.1.42	EBOOL	défaut disjoncteur moteur enrouleur de câbles PDRA1
Def_DISJ_Mot_PS_PDRA1	%I0.1.43	EBOOL	défaut disjoncteur moteur pompe à sable PDRA1
Def_DISJ_Mot_SA_PDRA1	%I0.1.44	EBOOL	défaut disjoncteur moteur soufflante d'air PDRA1
E_Cont_AV_PONT_PDRA1	%I0.1.45	EBOOL	état contacteur avant pont PDRA1
E_Cont_RE_PONT_PDRA1	%I0.1.46	EBOOL	état contacteur retour pont PDRA1
E_Cont_Soul_RAC_PDRA1	%I0.1.47	EBOOL	état contacteur soulevé racleur PDRA1
E_Cont_AB_RAC_PDRA1	%I0.1.48	EBOOL	état contacteur abaissé racleur PDRA1
E_Cont_EC_PDRA1	%I0.1.49	EBOOL	état contacteur enrouleur de câbles PDRA1
E_Cont_PS_PDRA1	%I0.1.50	EBOOL	état contacteur pompe à sable PDRA1
E_Cont_SA_PDRA1	%I0.1.51	EBOOL	état contacteur soufflante d'air PDRA1
Mod_Loc_CCL_PDRA1	%I0.1.52	EBOOL	mode local coffret de commande locale PDRA1
Mod_Dist_CCL_PDRA1	%I0.1.53	EBOOL	mode distant coffret de commande locale PDRA1
Ar_Urg_CCL_PDRA1	%I0.1.54	EBOOL	arrêt d'urgence coffret de commande locale PDRA1
FDC_RAC_Haut_PDRA1	%I0.1.55	EBOOL	fin de course racleur haut PDRA1
FDC_RAC_Bas_PDRA1	%I0.1.56	EBOOL	fin de course racleur bas PDRA1
Mod_Loc_CCL_PS_PDRA1	%I0.1.57	EBOOL	mode local coffret de commande locale pompe à sable PDRA1
Mod_Dist_CCL_PS_PDRA1	%I0.1.58	EBOOL	mode distant coffret de commande locale pompe à sable PDRA1
Mod_Loc_CCL_SA_PDRA1	%I0.1.59	EBOOL	mode local coffret de commande locale soufflante d'air PDRA1
Mod_Dist_CCL_SA_PDRA1	%I0.1.60	EBOOL	mode distant coffret de commande locale soufflante d'aie PDRA1
FDC_PONT_AV_PDRA1	%I0.1.61	EBOOL	fin de course pont avant PDRA1
FDC_PONT_AR_PDRA1	%I0.1.62	EBOOL	fin de course pont arrière PDRA1
CAP_OPACIM_PDRA1	%I0.1.63	EBOOL	état capteur densité PDRA1
E_DISJ_Mot_PONT_PDRA2	%I0.2.0	EBOOL	état disjoncteur moteur pont PDRA2
E_DISJ_Mot_RAC_PDRA2	%I0.2.1	EBOOL	état disjoncteur moteur racleur PDRA2
E_DISJ_Mot_EC_PDRA2	%I0.2.2	EBOOL	état disjoncteur moteur enrouleur de câbles PDRA2

E_DISJ_Mot_PS_PDRA2	%I0.2.3	EBOOL	état disjoncteur moteur pompe à sable PDRA2
E_DISJ_Mot_SA_PDRA2	%I0.2.4	EBOOL	état disjoncteur moteur soufflante d'air PDRA2
Def_DISJ_Mot_PONT_PDRA2	%I0.2.5	EBOOL	défaut disjoncteur moteur pont PDRA2
Def_DISJ_Mot_RAC_PDRA2	%I0.2.6	EBOOL	défaut disjoncteur moteur racleur PDRA2
Def_DISJ_Mot_EC_PDRA2	%I0.2.7	EBOOL	défaut disjoncteur moteur enrouleur de câbles PDRA2
Def_DISJ_Mot_PS_PDRA2	%I0.2.8	EBOOL	défaut disjoncteur moteur pompe à sable PDRA2
Def_DISJ_Mot_SA_PDRA2	%I0.2.9	EBOOL	défaut disjoncteur moteur soufflante d'air PDRA2
E_Cont_AV_PONT_PDRA2	%I0.2.10	EBOOL	état contacteur avant pont PDRA2
E_Cont_RE_PONT_PDRA2	%I0.2.11	EBOOL	état contacteur recul pont PDRA2
E_Cont_Soul_RAC_PDRA2	%I0.2.12	EBOOL	état contacteur soulevé racleur PDRA2
E_Cont_AB_RAC_PDRA2	%I0.2.13	EBOOL	état contacteur abaissé racleur PDRA2
E_Cont_EC_PDRA2	%I0.2.14	EBOOL	état contacteur enrouleur de câbles PDRA2
E_Cont_PS_PDRA2	%I0.2.15	EBOOL	état contacteur pompe à sable PDRA2
E_Cont_SA_PDRA2	%I0.2.16	EBOOL	état contacteur soufflante d'air PDRA2
Mod_Loc_CCL_PDRA2	%I0.2.17	EBOOL	mode local coffret de commande locale PDRA2
Mod_Dist_CCL_PDRA2	%I0.2.18	EBOOL	mode distant coffret de commande locale PDRA2
Ar_Urg_CCL_PDRA2	%I0.2.19	EBOOL	arrêt d'urgence coffret de commande locale PDRA2
FDC_RAC_Haut_PDRA2	%I0.2.20	EBOOL	fin de course racleur haut PDRA2
FDC_RAC_Bas_PDRA2	%I0.2.21	EBOOL	fin de course racleur bas PDRA2
Mod_Loc_CCL_PS_PDRA2	%I0.2.22	EBOOL	mode local coffret de commande locale pompe à sable PDRA2
Mod_Dist_CCL_PS_PDRA2	%I0.2.23	EBOOL	mode distant coffret de commande locale pompe à sable PDRA2
Mod_Loc_CCL_SA_PDRA2	%I0.2.24	EBOOL	mode local coffret de commande locale soufflante d'air PDRA2
Mod_Dist_CCL_SA_PDRA2	%I0.2.25	EBOOL	mode distant coffret de commande locale soufflante d'air PDRA2
FDC_PONT_AV_PDRA2	%I0.2.26	EBOOL	fin de course pont avant PDRA2
FDC_PONT_AR_PDRA2	%I0.2.27	EBOOL	fin de course pont arrière PDRA2
CAP_OPACIM_PDRA2	%I0.2.28	EBOOL	capteur densité PDRA2
E_DISJ_Mot_ES	%I0.2.29	EBOOL	état disjoncteur moteur classificateur à sable
Mod_Loc_CCL_ES	%I0.2.31	EBOOL	mode local coffret de commande locale classificateur à sable
Mod_Dist_CCL_ES	%I0.2.32	EBOOL	mode distant coffret de commande locale classificateur à sable
Ar_Urg_CCL_ES	%I0.2.33	EBOOL	arrêt d'urgence coffret de commande locale classificateur à sable
Def_DISJ_MOT_ES	%I0.2.34	EBOOL	défaut disjoncteur moteur classificateur à sable

E_Cont_ES	%I0.2.35	EBOOL	état contacteur classificateur à sable
Limt_Cpl_ES	%I0.2.36	EBOOL	état limiteur de couple classificateur à sable
E_DISJ_EV1	%I0.2.37	EBOOL	état disjoncteur électrovanne 1
E_DISJ_EV2	%I0.2.38	EBOOL	état disjoncteur électrovanne 2
E_Cont_EV1	%I0.2.39	EBOOL	état contacteur électrovanne 1
E_Cont_EV2	%I0.2.40	EBOOL	état contacteur électrovanne 2
Mod_Loc_CCL_EV1	%I0.2.41	EBOOL	mode local coffret de commande locale électrovanne 1
Mod_Dist_CCL_EV1	%I0.2.42	EBOOL	mode distant coffret de commande locale électrovanne 1
Mod_Loc_CCL_EV2	%I0.2.43	EBOOL	mode local coffret de commande locale électrovanne 2
Mod_Dist_CCL_EV2	%I0.2.44	EBOOL	mode distant coffret de commande locale électrovanne 2
Mod_Manu_GVC1	%I0.2.45	EBOOL	mode manuel dégrilleur GVC1
Mod_Auto_GVC1	%I0.2.46	EBOOL	mode automatique dégrilleur GVC1
Mod_Loc_PTR_GVC1	%I0.2.47	EBOOL	mode local pupitre dégrilleur GVC1
Mod_Dist_PTR_GVC1	%I0.2.48	EBOOL	mode distant pupitre dégrilleur GVC1
Mod_Manu_GVC2	%I0.2.49	EBOOL	mode manuel dégrilleur GVC2
Mod_Auto_GVC2	%I0.2.50	EBOOL	mode automatique dégrilleur GVC2
Mod_Loc_PTR_GVC2	%I0.2.51	EBOOL	mode local pupitre dégrilleur GVC2
Mod_Dist_PTR_GVC2	%I0.2.52	EBOOL	mode distant pupitre dégrilleur GVC2
Mod_Manu_NT2R	%I0.2.53	EBOOL	mode manuel convoyeur NT2R
Mod_Auto_NT2R	%I0.2.54	EBOOL	mode automatique convoyeur NT2R
Mod_Loc_PTR_NT2R	%I0.2.55	EBOOL	mode local pupitre convoyeur NT2R
Mod_Dist_PTR_NT2R	%I0.2.56	EBOOL	mode distant pupitre convoyeur NT2R
Mod_Manu_PDRA1	%I0.2.57	EBOOL	mode manuel PDRA1
Mod_Auto_PDRA1	%I0.2.58	EBOOL	mode automatique PDRA2
Mod_Loc_PTR_PDRA1	%I0.2.59	EBOOL	mode local pupitre PDRA1
Mod_Dist_PTR_PDRA1	%I0.2.60	EBOOL	mode distant pupitre PDRA1
M_A_PTR_PS_PDRA1	%I0.2.61	EBOOL	marche arrêt pupitre pompe à sable PDRA1
M_A_PTR_SA_PDRA1	%I0.2.62	EBOOL	marche arrêt pupitre soufflante d'air PDRA1
Mod_Manu_PDRA2	%I0.2.63	EBOOL	mode manuel PDRA2
Mod_Auto_PDRA2	%I0.3.0	EBOOL	mode automatique PDRA2
Mod_Loc_PTR_PDRA2	%I0.3.1	EBOOL	mode local pupitre PDRA2
Mod_Dist_PTR_PDRA2	%I0.3.2	EBOOL	mode distant pupitre PDRA2
M_A_PTR_PS_PDRA2	%I0.3.3	EBOOL	marche arrêt pupitre pompe à sable PDRA2
M_A_PTR_SA_PDRA2	%I0.3.4	EBOOL	marche arrêt pupitre soufflante d'air PDRA2
Mod_Manu_ES	%I0.3.5	EBOOL	mode manuel classificateur à sable
Mod_Auto_ES	%I0.3.6	EBOOL	mode automatique classificateur à sable
Mod_Loc_PTR_ES	%I0.3.7	EBOOL	mode local pupitre classificateur à sable

Mod_Dist_PTR_ES	%I0.3.8	EBOOL	mode distant pupitre classificateur à sable
Ar_Urg_ptr	%I0.3.9	EBOOL	arrêt d'urgence pupitre
Mod_Manu_St	%I0.3.10	EBOOL	mode manuel station
Mod_Auto_St	%I0.3.11	EBOOL	mode automatique station
Acquit_PTR	%I0.3.12	EBOOL	acquiescement pupitre
<b>ENTREES ANALOGIQUES</b>			
Snd_niv1_GVC1	%IW0.4.0	INT	sonde de niveau amont dégrilleur GVC1
Snd_niv2_GVC1	%IW0.4.1	INT	sonde de niveau aval dégrilleur GVC1
Snd_niv1_GVC2	%IW0.4.2	INT	sonde de niveau amont dégrilleur GVC2
Snd_niv2_GVC2	%IW0.4.3	INT	sonde de niveau aval dégrilleur GVC2
<b>SORTIES LOGIQUES</b>			
Rset_def_Gr1	%Q0.5.0	EBOOL	Acquiescement général
Rset_def_GVC1	%Q0.5.1	EBOOL	acquiescement défaut dégrilleur GVC1
ORDR_MAR_GVC1	%Q0.5.2	EBOOL	ordre de marche dégrilleur GVC1
Rset_def_GVC2	%Q0.5.3	EBOOL	acquiescement défaut dégrilleur GVC2
ORDR_MAR_GVC2	%Q0.5.4	EBOOL	ordre de marche dégrilleur GVC2
Rset_def_NT2R	%Q0.5.5	EBOOL	acquiescement défaut convoyeur NT2R
ORDR_MAR_NT2R	%Q0.5.6	EBOOL	ordre de marche convoyeur NT2R
Rset_def_PDRA1	%Q0.5.7	EBOOL	acquiescement défaut déssableur-déshuileur PDRA1
ORDR_AV_PONT1	%Q0.5.8	EBOOL	ordre avance pont1
ORDR_RE_PONT1	%Q0.5.9	EBOOL	ordre recule pont1
ORDR_MON_RAC1	%Q0.5.10	EBOOL	ordre de monter racleur1
ORDR_DEC_RAC1	%Q0.5.11	EBOOL	ordre de descente racleur1
ORDR_MAR_PS1	%Q0.5.12	EBOOL	ordre de marche pompe a sable ps1
ORDR_MAR_SA1	%Q0.5.13	EBOOL	ordre de marche soufflante d'air sa1
Rset_def_PDRA2	%Q0.5.14	EBOOL	acquiescement défaut déssableur-déshuileur PDRA2
ORDR_AV_PONT2	%Q0.5.15	EBOOL	ordre avance pont2
ORDR_RE_PONT2	%Q0.5.16	EBOOL	ordre recule pont2
ORDR_MON_RAC2	%Q0.5.17	EBOOL	ordre de monter racleur2
ORDR_DEC_RAC2	%Q0.5.18	EBOOL	ordre de descente racleur2
ORDR_MAR_PS2	%Q0.5.19	EBOOL	ordre de marche pompe a sable ps2
ORDR_MAR_SA2	%Q0.5.20	EBOOL	ordre de marche soufflante d'air sa2
Rset_def_ES	%Q0.5.21	EBOOL	acquiescement défaut classificateur a sable es
ORDR_MAR_ES	%Q0.5.22	EBOOL	ordre de marche classificateur a sable es
ORDR_Ouv_EV1	%Q0.5.23	EBOOL	ordre d'ouverture EV1
ORDR_Fer_EV1	%Q0.5.24	EBOOL	ordre de fermeture EV1
ORDR_Ouv_EV2	%Q0.5.25	EBOOL	ordre d'ouverture EV2
ORDR_Fer_EV2	%Q0.5.26	EBOOL	ordre de fermeture EV2

## IV) Configuration matériel et programmation

Dans cette partie d'étude nous allons développer et programmer une plate-forme d'automatisme de tel façon a ce qu'elle soit capable d'assurer le bon fonctionnement de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa, sous logiciel **Unity Pro XL**.

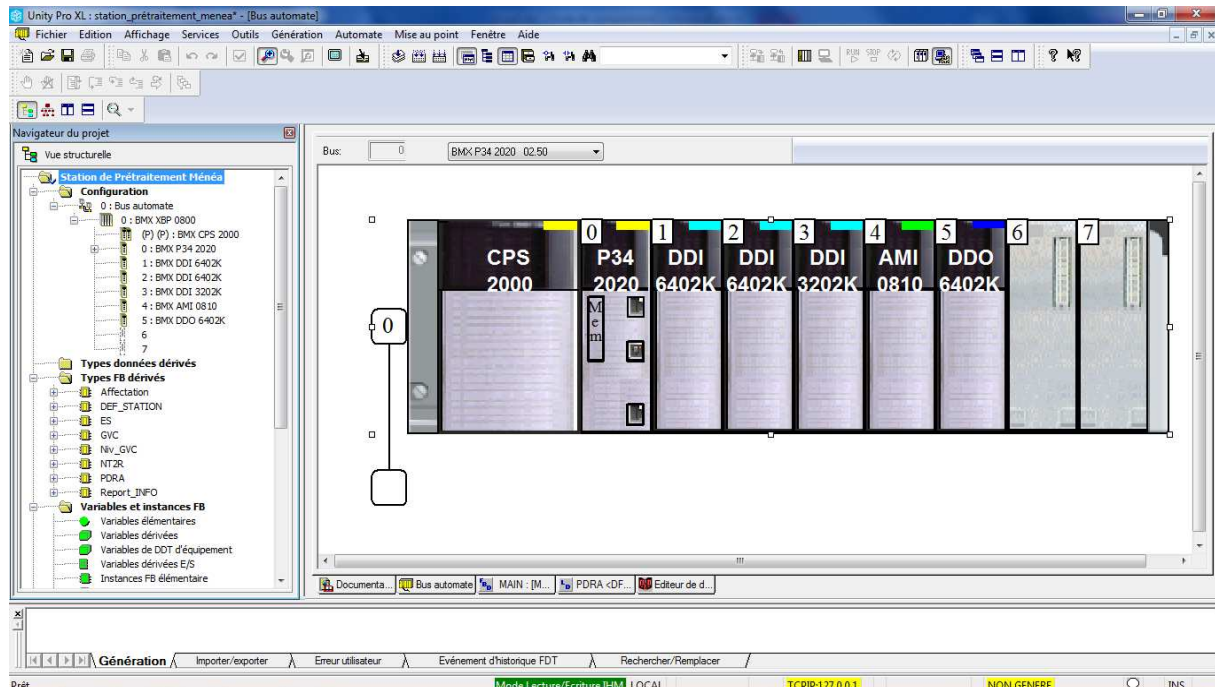
### IV.1) L'Unity Pro XL

L'Unity Pro XL [13],[14] est le logiciel permettant la configuration et la programmation des plates-formes d'automatismes Schneider Modicon M340, Premium, Quantum et Atrium, utilisant les langages de programmation conformes à la norme CEI 61131-3 :

- langage à blocs fonction (FBD),
- langage à contacts (LD),
- diagramme fonctionnel en séquence (SFC),
- liste d'instructions (IL) et littéral
- structuré (ST).

### IV.2) Configuration matériel

Dans la première étape on commence par la création d'un nouveau projet nommé « **Station de prétraitement de Ménéa** » dans le quel nous allons choisir notre matériel et structuré le programme. Une fois cette phase fini on passe à la configuration matérielle on choisissant un rack, un module d'alimentation, une CPU, modules d'entrées/sorties, la figure suivante représente la configuration du matériel choisi.

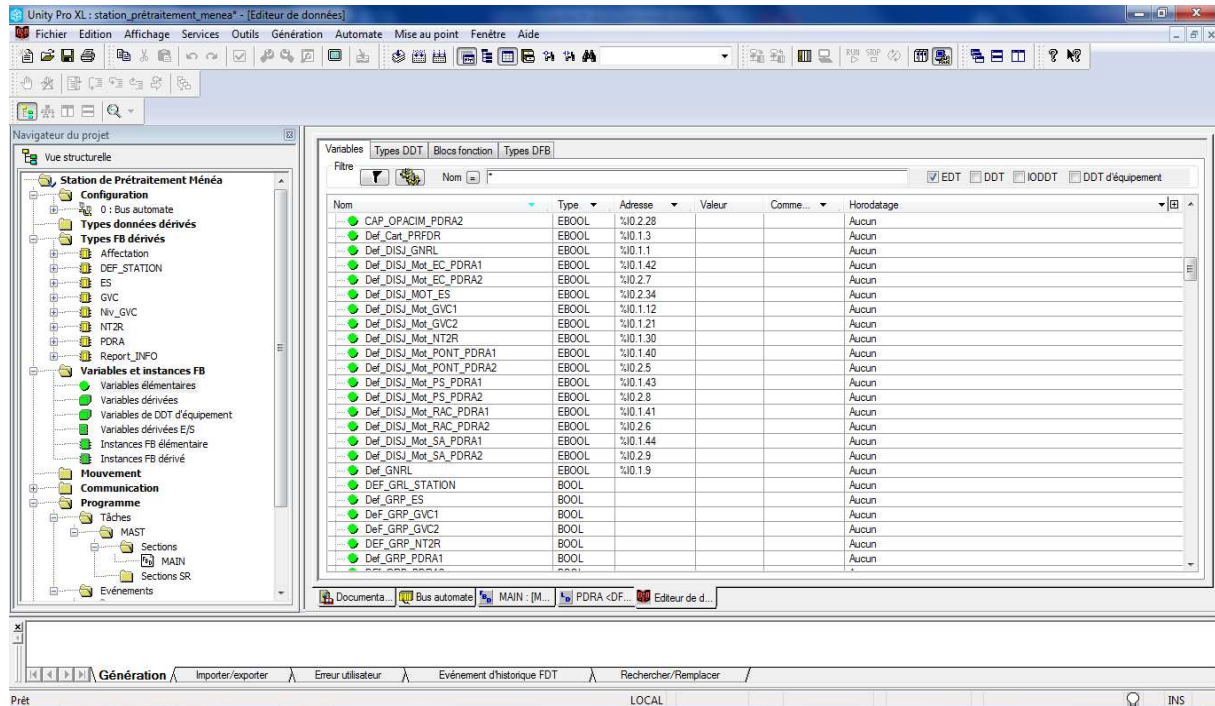


Figure(IV.5) : Configuration matérielle

### IV.3) Table des mnémonique

Les mnémoniques sont des appellations affectées aux adresses des entrées/sorties ainsi qu'aux mémoires, afin de simplifier la programmation.

On remplit la table des mnémoniques comme le représente la figure si contre.



Nom	Type	Adresse	Valeur	Comme...	Horodatage
CAP_OPACIM_PDRA2	EBOOL	%I0.2.28			Aucun
Def_Cart_PRFRDR	EBOOL	%I0.1.3			Aucun
Def_DISJ_GNRL	EBOOL	%I0.1.1			Aucun
Def_DISJ_Mot_EC_PDRA1	EBOOL	%I0.1.42			Aucun
Def_DISJ_Mot_EC_PDRA2	EBOOL	%I0.2.7			Aucun
Def_DISJ_Mot_ES	EBOOL	%I0.2.34			Aucun
Def_DISJ_Mot_GVC1	EBOOL	%I0.1.12			Aucun
Def_DISJ_Mot_GVC2	EBOOL	%I0.1.21			Aucun
Def_DISJ_Mot_NTZR	EBOOL	%I0.1.30			Aucun
Def_DISJ_Mot_POINT_PDRA1	EBOOL	%I0.1.40			Aucun
Def_DISJ_Mot_POINT_PDRA2	EBOOL	%I0.2.5			Aucun
Def_DISJ_Mot_PS_PDRA1	EBOOL	%I0.1.43			Aucun
Def_DISJ_Mot_PS_PDRA2	EBOOL	%I0.2.8			Aucun
Def_DISJ_Mot_RAC_PDRA1	EBOOL	%I0.1.41			Aucun
Def_DISJ_Mot_RAC_PDRA2	EBOOL	%I0.2.6			Aucun
Def_DISJ_Mot_SA_PDRA1	EBOOL	%I0.1.44			Aucun
Def_DISJ_Mot_SA_PDRA2	EBOOL	%I0.2.9			Aucun
Def_GNRL	EBOOL	%I0.1.9			Aucun
DEF_GRL_STATION	BOOL				Aucun
Def_GRP_ES	BOOL				Aucun
Def_GRP_GVC1	BOOL				Aucun
Def_GRP_GVC2	BOOL				Aucun
Def_GRP_NTZR	BOOL				Aucun
Def_GRP_PDRA1	BOOL				Aucun
Def_GRP_PDRA2	BOOL				Aucun

Figure (IV.6): Table des mnémoniques

### IV.4) Programmation

Après la phase de la configuration matérielle et l'affectation des mnémoniques on passe au développement du programme.

Parmi les langages de programmation avec les quelles nous pouvons programmer la plateforme d'automatisme Modicon M340 [14]:

**-Langage à contact (LD) :** La représentation CONT s'inspire des schémas de circuits, les éléments de schémas de circuit, tel que contacts à fermeture et contacts à ouverture, sont rassemblés dans des réseaux. Un ou plusieurs réseaux forment la section des instructions complète d'un bloc de code.

**-Langage séquentiel SFC :** Le langage séquentiel SFC est un langage à Diagramme fonctionnel en séquence.

Un diagramme fonctionnel en séquence conforme à CEI se compose dans Unity Pro de

- ✓ sections SFC (niveau supérieur),
- ✓ Sections de transition
- ✓ Sections d'action.

Chaque section SFC contient exactement un réseau SFC (séquence) dans le jeton unique.

Les jetons multiples d'une section SFC peuvent contenir un ou plusieurs réseaux SFC indépendants les uns des autres.

**-Langage à blocs fonction (DFB) :** Le langage à blocs fonction DFB (diagramme de blocs fonctionnels) permet la programmation graphique de blocs fonction. Les objets du langage DFB offrent des aides permettant de structurer une section en un ensemble de :

- ✓ Fonctions élémentaires (EF) et blocs fonctions élémentaires (EFB) ;
- ✓ Blocs fonction dérivés (DFB) ;
- ✓ Procédures ;
  
- ✓ Contrôles.

**-langage de programmation LIST** (liste d'instructions) : est un langage textuel proche du langage machine. Chaque instruction correspond à une étape de l'exécution du programme par la CPU. Vous pouvez regrouper plusieurs instructions en réseaux.

Le choix d'un langage s'appuie sur la complexité de l'application et de la tâche de commande. Il est préférable d'utiliser les langages graphiques (SFC, LD et FBD) pour la réalisation des programmes de commande séquentielle afin d'assurer la mise au point et dépannage dans les meilleures conditions, des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitable.

Dans notre solution nous avons opté pour la programmation avec les deux langages FBD et le LD, notre programme sera structuré de manière à ce que les blocs fonctions du programme principal {conçu en (DFB)} soient programmés en LADDER (LD).

Parmi les blocs fonctions créés : GVC, PDRA, NT2R, chaque bloc comporte des variables internes (entrées/sorties) et une section programmée en LADDER. La figure suivante représente ses différents blocs.

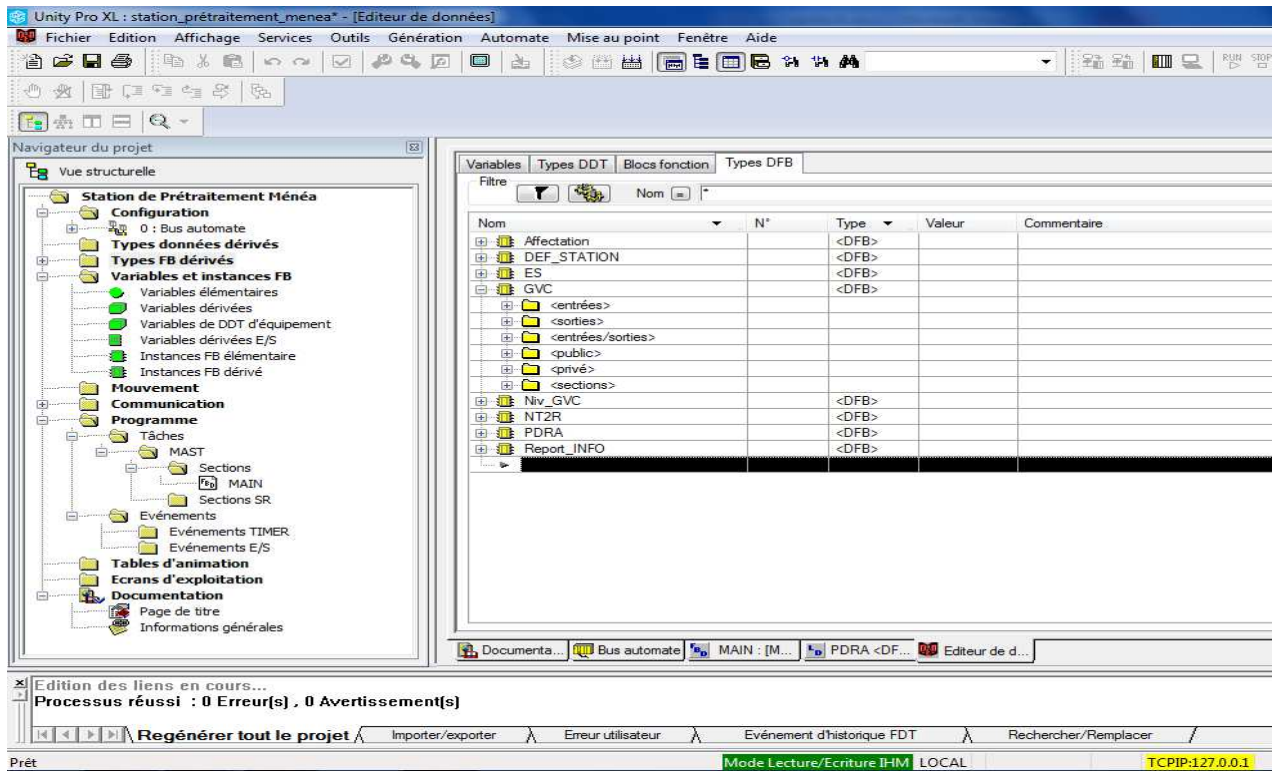
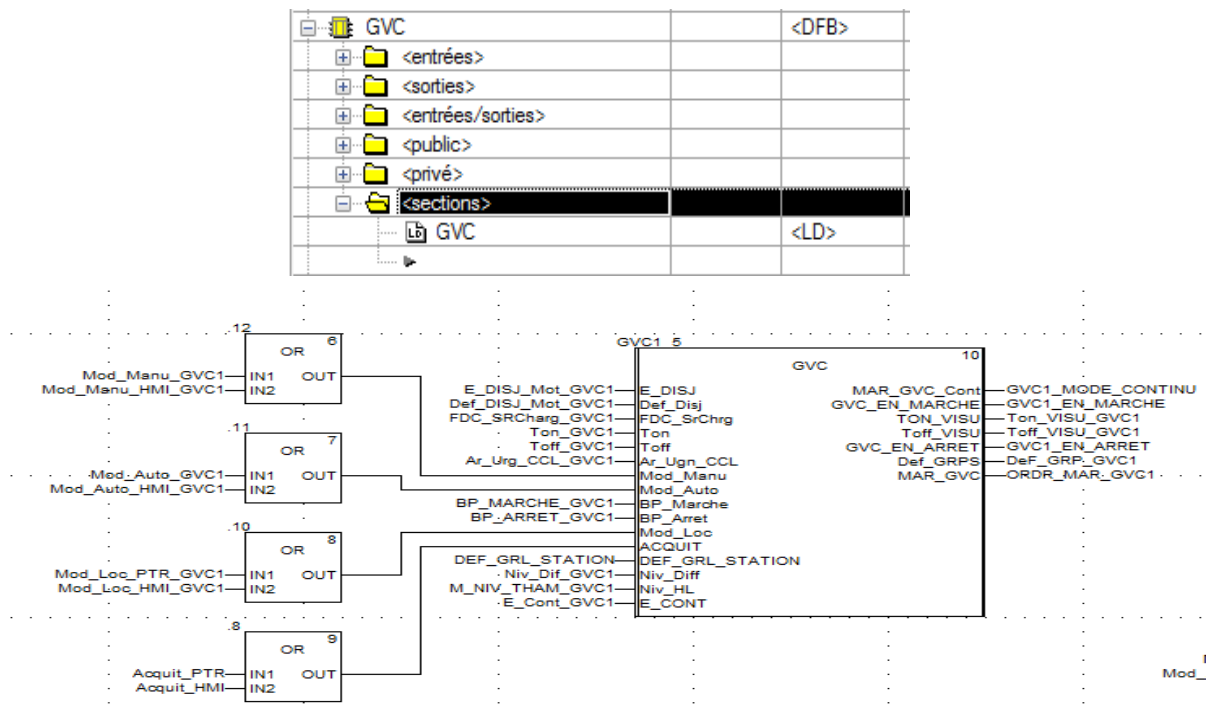


Figure (IV.7): représentation des blocs fonction DFB

Un exemple du bloc fonction (DFB) GVC que nous avons développé est présenté en figure(8):



Figure(IV.8) : Bloc fonction GVC

## GVC

**Propriétés:**

Version:0.56

**Description fichier:****<entrées>:**

Nom	Type	Valeur	Commentaire
E DISJ	BOOL		
Def_Disj	BOOL		
FDC SrChrg	BOOL		
Ton	INT		
Toff	INT		
Ar_Ugn_CCL	BOOL		
Mod_Manu	BOOL		
Mod_Auto	BOOL		
BP Marche	BOOL		
BP Arret	BOOL		
Mod_Loc	BOOL		
ACQUIT	BOOL		
DEF_GRL_STATION	BOOL		
Niv_Diff	BOOL		
Niv_HL	BOOL		
E_CONT	BOOL		

**<sorties>:**

Nom	Type	Valeur	Commentaire
MAR_GVC Cont	BOOL		
GVC_EN_MARCHE	BOOL		
TON_VISU	TIME		
Toff_VISU	TIME		
GVC_EN_ARRET	BOOL		
Def_GRPS	BOOL		
MAR_GVC	BOOL		

**<entrées/sorties>:**

Aucun

**<public>:**

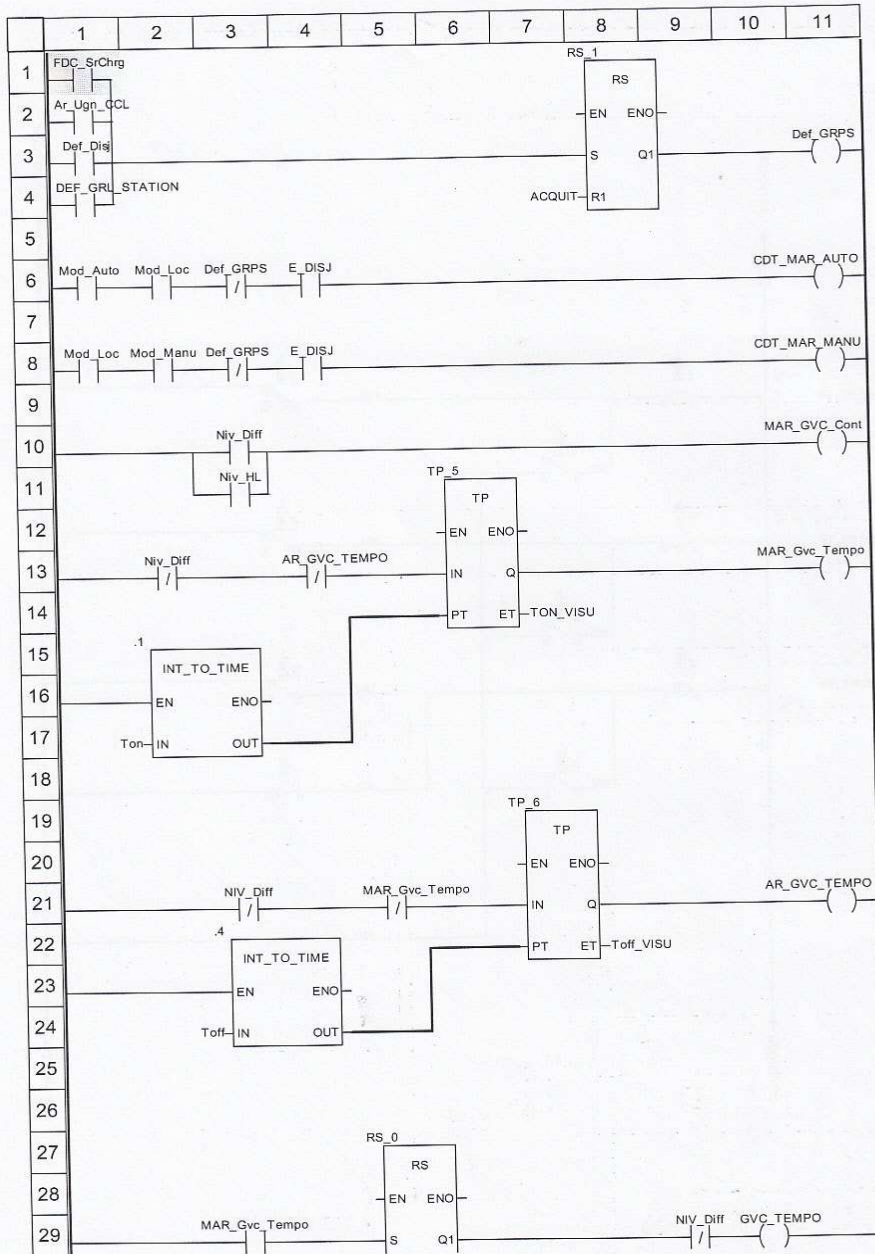
Aucun

Auteur :	4 Types FB dérivés	Imprimé le 20/06/2015
Service :	4.4 GVC	
Projet :		Page : 4.4 - 1/3

Ce document est la propriété de XXX et ne peut être reproduit ou diffusé sans autorisation préalable.

Figure (IV.9): Liste des entrées/sorties internes du bloc GVC

### GVC <DFB> : [GVC]



Auteur :	4.4.1 Sections	Imprimé le 20/06/2015
Service :	4.4.1.1 GVC	Page : 4.4.1.1 - 1/2
Projet :		

Ce document est la propriété de XXX et ne peut être reproduit ou diffusé sans autorisation préalable.

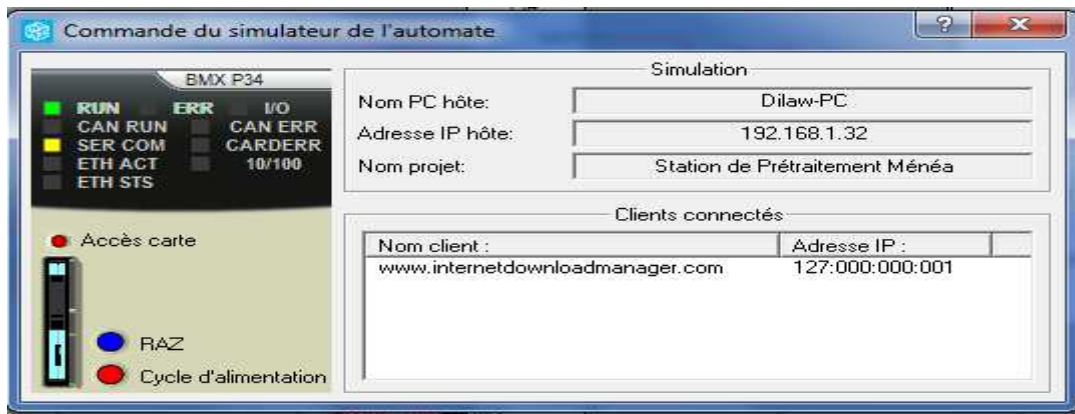
Figure (IV.10) : Partie du programme en LD du bloc (DFB) GVC

Le programme détaillé que nous avons développé est présenté en annexe (2)

## V) Simulation du programme développé

La **simulation informatique** ou **numérique** désigne l'exécution d'un programme informatique sur un ordinateur ou réseau en vue de simuler un phénomène physique réel et complexe.

Après avoir finalisé le programme de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa nous avons passé à la partie simulation du programme qui nous à permet de valider l'évolution des programmes et de corriger certaines erreurs. La simulation a été réalisée sur le simulateur du logiciel Unity Pro XL représenté par la figure(10) suivante :



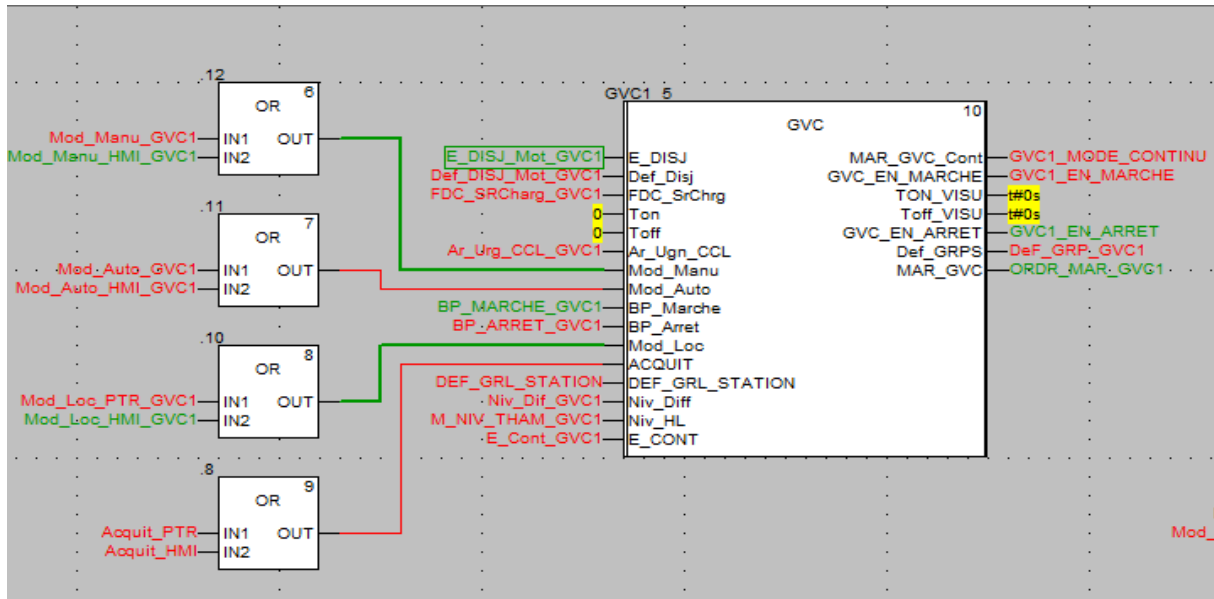
Figure(IV.11) : Simulateur du logiciel Unity Pro XL

On charge le programme dans la CPU du simulateur et grâce a la table d'animation représenté dans la figure (11), nous avons la possibilité de forcer les bits d'entrées et de constater le comportement des sorties.

Nom	Valeur	Type	Commentaire
GVC1_5		GVC	
E_DISJ_Mot_GVC1	F1	EBOOL	
Def_DISJ_Mot_GVC1	0	EBOOL	
FDC_SRCharg_GVC1	0	EBOOL	
Ton_GVC1	0	INT	
Toff_GVC1	0	INT	
Ar_Urg_CCL_GVC1	0	EBOOL	
BP_MARCHE_GVC1	0	BOOL	
BP_ARRET_GVC1	0	BOOL	
DEF_GRL_STATION	0	BOOL	
Niv_Dif_GVC1	0	EBOOL	
M_NIV_THAM_GVC1	0	BOOL	
E_Cont_GVC1	0	EBOOL	
GVC1_MODE_CONTINU	0	BOOL	
GVC1_EN_MARCHE	0	BOOL	
GVC1_VISU_GVC1	0s	TIME	
Toff_VISU_GVC1	0s	TIME	
GVC1_EN_ARRET	1	BOOL	
DeF_GRP_GVC1	0	BOOL	
ORDR_MAR_GVC1	0	EBOOL	

Figure(IV.12) : Table d'animation

La figure (12) présente un exemple du bloc fonction GVC en mode simulation, où la couleur rouge indique l’état 0 et la couleur Verte indique l’état 1 des Entrées/Sorties.



Figure(IV.13) : simulation du bloc fonction GVC

## VI) Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu général sur les automates programmables ainsi que la plate-forme d’automatisme Schneider Modicon M340, en suite nous avons introduit la liste des entrées/sorties physiques, la configuration matérielle et la programmation de l’automate de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa. Après développement du programme de conduite nous avons passé à la phase simulation du programme et validation sous le simulateur du logiciel **Unity Pro XL**.

**Chapitre V)**  
**Développement des**  
**écrans de supervision**  
**de la station**

## I) Introduction

La **supervision** est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables [1].

La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles comme dans les stations d'épurations des eaux usées, et de ne les réserver que pour des tâches importante, elle permet de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute en améliorant les conditions de travail, et permet à l'opérateur de suivre le fonctionnement du procédé en temps réel et d'effectuer des taches de routine (vérification des paramètres, inspection de l'installation...).

## II) Architecture d'un système de supervision

La plus part des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (Automates). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques, la figure (V.0) représente l'architecture d'un système de supervision.

### II.1) La visualisation

La supervision mis a la disposition des opérateurs des vues synoptiques du système physique lui permettant de suivre l'évolution du procédé à distance, et de le commander en fonction de cette évolution en temps réel.

### II.2) L'archivage

L'archivage des données (Alarmes, événement...) pendant une longue durée permet aux exploitants, l'exploitation de ses derniers pour des fins de maintenance ou gestion de production.

### II.3) Le traitement

Les données recueillies sont traitées et mises en forme pour être présenter aux opérateurs via l'interface de visualisation.

### II.4) La communication

Les écrans de contrôle et l'automate programmable sont en permanence en communication pour permettre le transfert et la gestion de données en eaux.

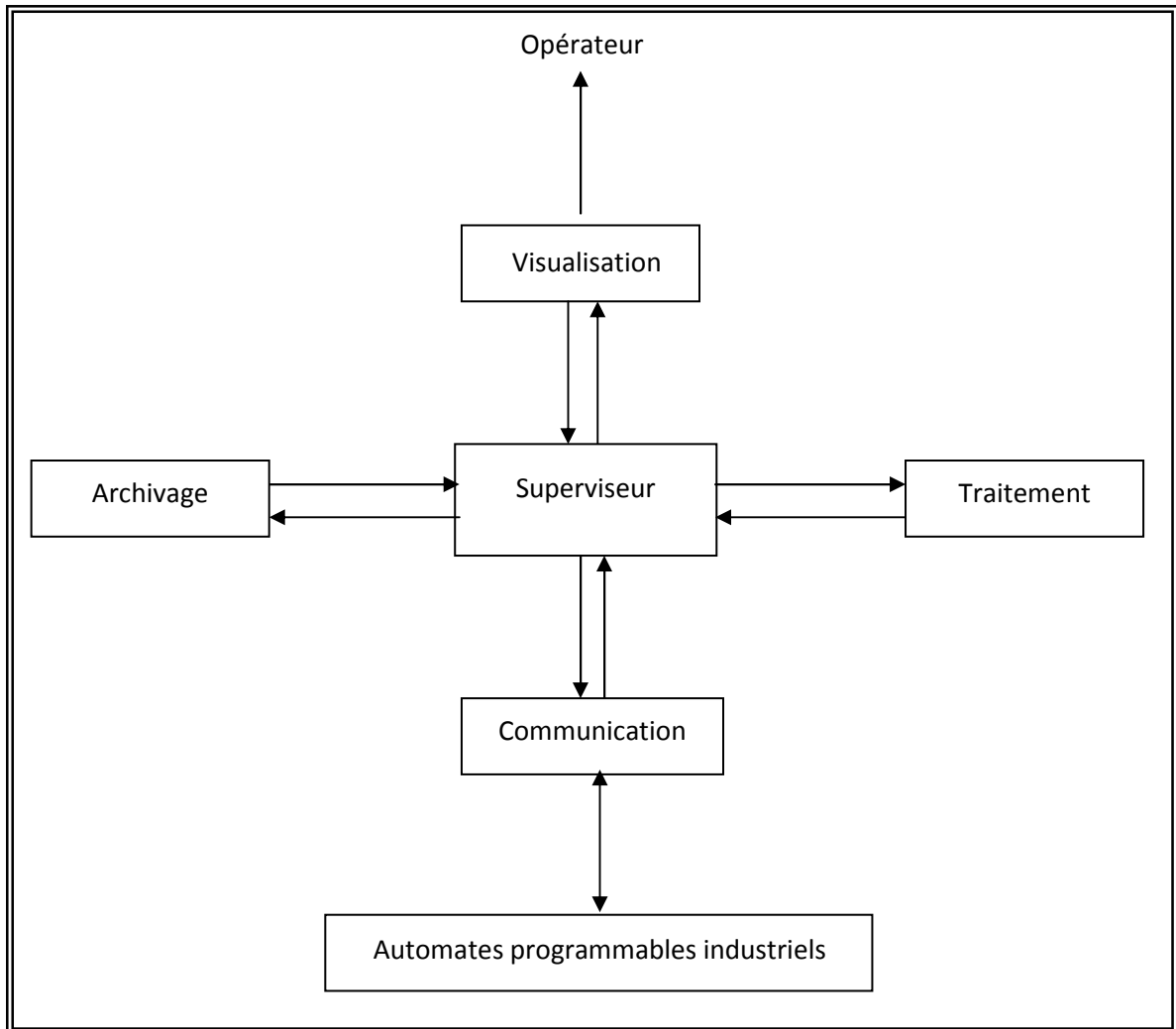


Figure (V.0) : Architecture d'un système de supervision

### III) L'interface Homme Machine (HMI)

Une interface homme-machine (IHM) est un dispositif informatique qui présente les processus à l'opérateur humain et lui permet de contrôler le processus. Les IHM sont généralement reliés à la base de données du système SCADA et à des programmes capables de calculer des tendances, sélectionner des données de diagnostic et des informations de gestion telles que les procédures d'entretien prévisionnels, d'informations logistique, des schémas détaillés d'un capteur ou d'une machine particulière, et d'un guide de dépannage basé sur un Système expert voir (figure V.1). Les IHM présentent des informations graphiques aux opérateurs sous une forme synoptique. Ainsi l'opérateur peut voir une représentation schématique de la chaîne de production ou de l'usine qu'il contrôle.

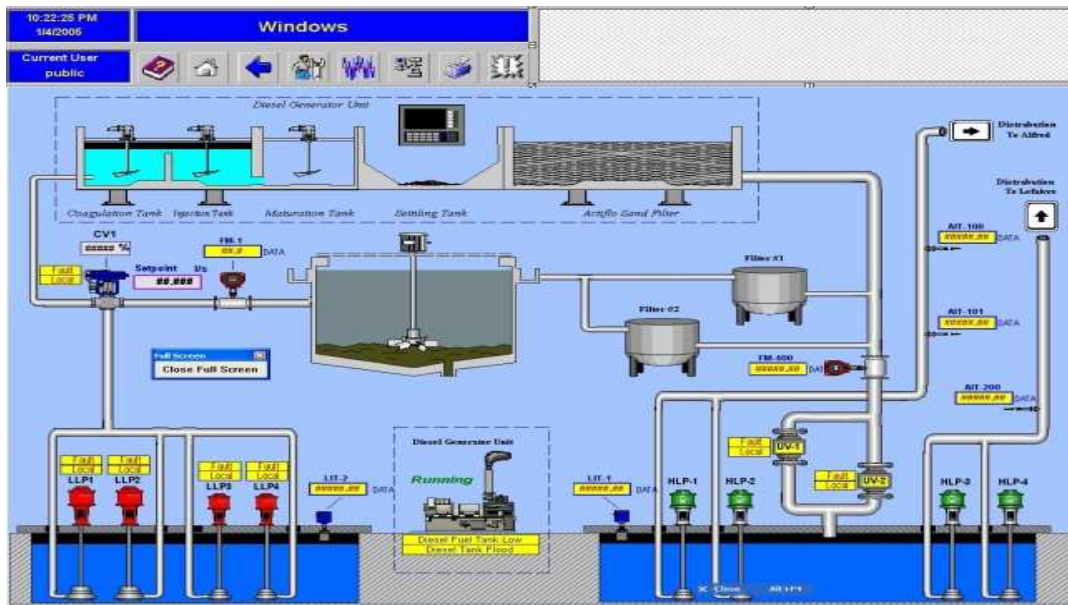


Figure (V.1) : exemple d'interface IHM

**III.1) Choix de l'interface homme machine IHM**

Schneider présente une large gamme de produits IHM, pour la station de traitement des eaux usées de la ville de Ménéa nous avons opté pour l'écran tactile de 15 " Schneider Magelis **XBTGT7340** représenté par la figure (V.2) .



Figure (V.2) : Magelis **XBTGT7340**

**IV) Développement des écrans de contrôle**

Le programme de supervision que nous avons développé pour l'interface homme machine Magelis XBTGT7340 a été conçu sur le logiciel de Schneider Electric « **Vijeo Designer V6 SP3**».

### IV.1) Logiciel Vijeo Designer

Vijeo Designer est un logiciel de conception et configuration de vues de procédés des écrans de contrôle tactile Magelis de Schneider électrique. Caractérisé par sa simplicité et sa flexibilité le Vijeo Designer offre un environnement de travail riche permet le développement de bonnes solutions de supervision sur les écrans tactile en s'adaptant bien avec les exigences des installations industrielles.

#### IV.1.1) Procédure de programmation

La création des applications sous Vijeo Designer passe par les étapes suivantes [15] :

1. Créer un projet.
2. Sélectionner et configuré l'IHM
3. Configuré le module de communication de l'IHM avec l'automate cible.
4. Créer les variables internes de l'IHM et importer les variables de l'automate cible.
5. Créer et éditer les vues (vue d'accueil, vue globale de la station ...).
6. Attribuer les variables (boutons et voyants...).
7. Configuration des alarmes.
8. Activer les vues dans le simulateur Vijeo-Designer Runtime.
9. Utiliser le simulateur pour tester les vues du process.

On commence par créer un nouveau projet nommé « Station\_Prétraitement\_Ménéa » dans le quel nous allons développer les écrans de supervision de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa.

#### IV.2) Configuration de l'IHM

Après avoir choisi et configuré l'IHM on passe à la configuration du module de communication de l'IHM pour qu'on puisse le communiqué avec l'automate, nous avons choisi le Protocol de communication Ethernet et on a configuré l'adresse TCP/IP de l'IHM et de l'Automate comme présenté par la figure (V.3).

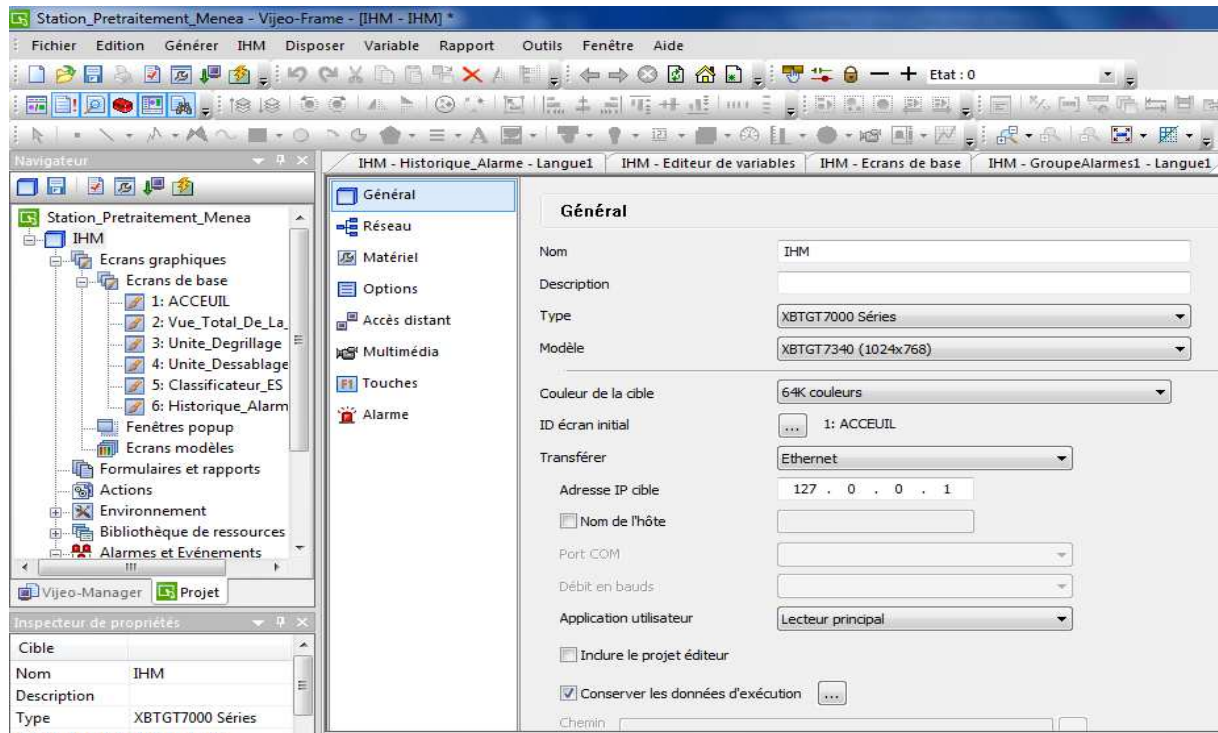


Figure (V.3) : Configuration du module de communication

### IV.3) Création des variables internes et importation des variables externes

Une fois la configuration terminée nous avons importé les variables (Mnémoniques) de l'automate pour pouvoir les utiliser sur l'IHM, aussi nous avons créés des variables internes qui sont utilisées uniquement dans l'IHM. La figure (V.4) présente la table des variables IHM.

	Nom	Type de données	Source de don...	Groupe de scri...	Adresse du péri...	Groupe d'alarm...	Groupe de jour...
1	Alarma	DINT	Interne			GroupeAlarms1	Aucun
2	Historique	DINT	Interne			Désactivé	Aucun
3	NumAlarma	DINT	Interne			Désactivé	Aucun
4	PLC_EquipementModbus						
	Acquit_HMI	BOOL	Externe	EquipementMo...	%UV46.56.8.255.B	Désactivé	Aucun
	Acquit_PTR	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.3.12	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_ES	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.2.33	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_GVC1	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.1.17	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_GVC2	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.1.26	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_NT2R	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.1.33	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_PDRA1	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.1.54	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_PDRA2	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.2.19	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_CCL_STATION	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.1.10	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_ptr	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.3.9	Désactivé	Aucun
	Ar_Urg_TGBT	BOOL	Externe	EquipementMo...	%I0.1.8	Désactivé	Aucun
	AVNCE_PONT_PDRA1	BOOL	Externe	EquipementMo...	%UV46.134.8.255.I	Désactivé	Aucun
	AVNCE_PONT_PDRA2	BOOL	Externe	EquipementMo...	%UV46.138.8.255.I	Désactivé	Aucun
	BP_ARR_ES	BOOL	Externe	EquipementMo...	%UV46.96.8.255.B	Désactivé	Aucun
	BP_ARR_NT2R	BOOL	Externe	EquipementMo...	%UV46.91.8.255.B	Désactivé	Aucun

Figure (V.4) : Table des variables IHM

#### IV.4) Conception des écrans de contrôle

Une fois la phase création de la table des mnémoniques terminées on passe à la conception des écrans de contrôle, nous avons commencé par la conception de la vue d'Accueil figure (V.5) qui comprend essentiellement les boutons de navigation entre les autres vues :

- Vue global de la station
- Vue Unité de Dégrillage (Dégrilleur GVC1, GVC2, Convoyeur NT2R)
- Vue Unité Dessablage-Déshuilage (Dessableur-Déshuileur PDRA1, PDRA2)
- Vue Classificateur a Sable ES
- Vue Historique des alarmes



Figure (V.5) : Vue Accueil

- **Vue global de la station :**

Après création de la vue d'Accueil nous avons passé à la création de la vue globale de la station représentée en figure (V.6), cette dernière rassemble tous les équipements de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménée, avec positionnement des voyants de signalisation sur chaque ouvrage ainsi que des boutons de navigation entre les autres vues développées.

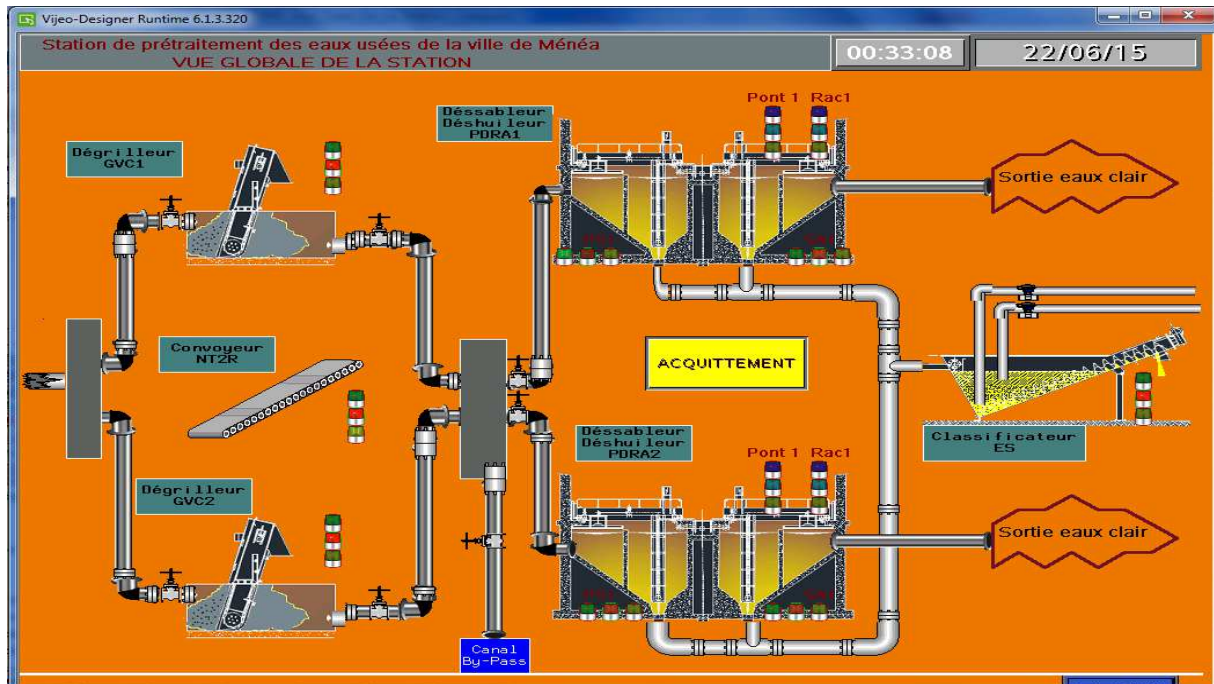


Figure (V.6) : Vue global de la station

- **Vue Unité de Dégrillage :**

La vue de l'unité de dégrillage figure (V.7) représente le dégrilleur GVC1, dégrilleur GVC2 et le convoyeur NT2R, les commutateurs, boutons-poussoirs permettant leurs commande, balises permettant l'introduction des consignes et aussi des voyants de signalisation pour voir l'état des équipements.



Figure (V.7) : Vue unité dégrillage

- **Vue Unité Déssablage-Déshuilage :**

Dans la vue présentée en figure (V.8) nous avons représenté les deux déssableurs-déshuileurs PDRA1 et PDRA2 de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménéa, avec les sélecteurs et les boutons-poussoirs qui permettent leur commande, ainsi que les voyants de signalisation permettant de voir les états des différents composants des déssableur-déshuileur.

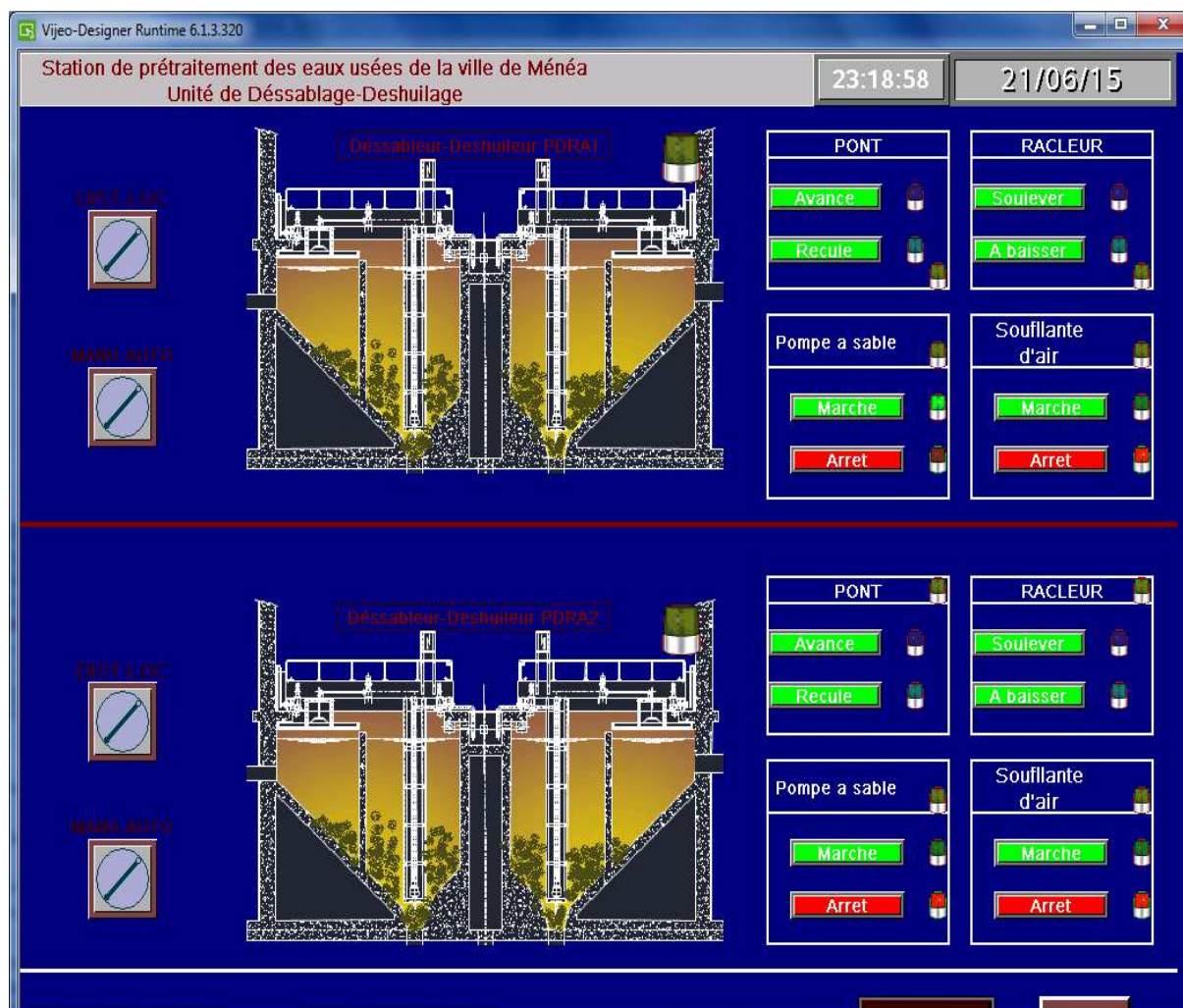


Figure (V.8) : vue unité déssablage-déshuilage

- **Vue Classificateur a Sable ES :**

La figure (V.9) représente le classificateur à sable ES et ses électrovannes, elle comporte aussi les sélecteurs, boutons-poussoirs permettant sa commande ainsi des voyants de signalisation pour afficher son état.



### IV.5) Configuration des boutons, voyants et message d'alarme

Une fois les vues de contrôle réalisées nous nous sommes intéressés à la configuration des boutons de navigation et des voyants de signalisation, en leur affectant des variables correspondantes que se soit des variables internes (variable IHM) ou bien externes (variable automate) pour qu'on puisse superviser la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménée depuis l'IHM.

Pour la configuration des alarmes figure (V.11), nous avons sélectionné les bits de défaut qui doivent être affichés comme étant une alarme allant, l'affecter dans un groupe d'alarme on lui assignant un message spécifique qui sera affiché quand l'événement en question se produit.

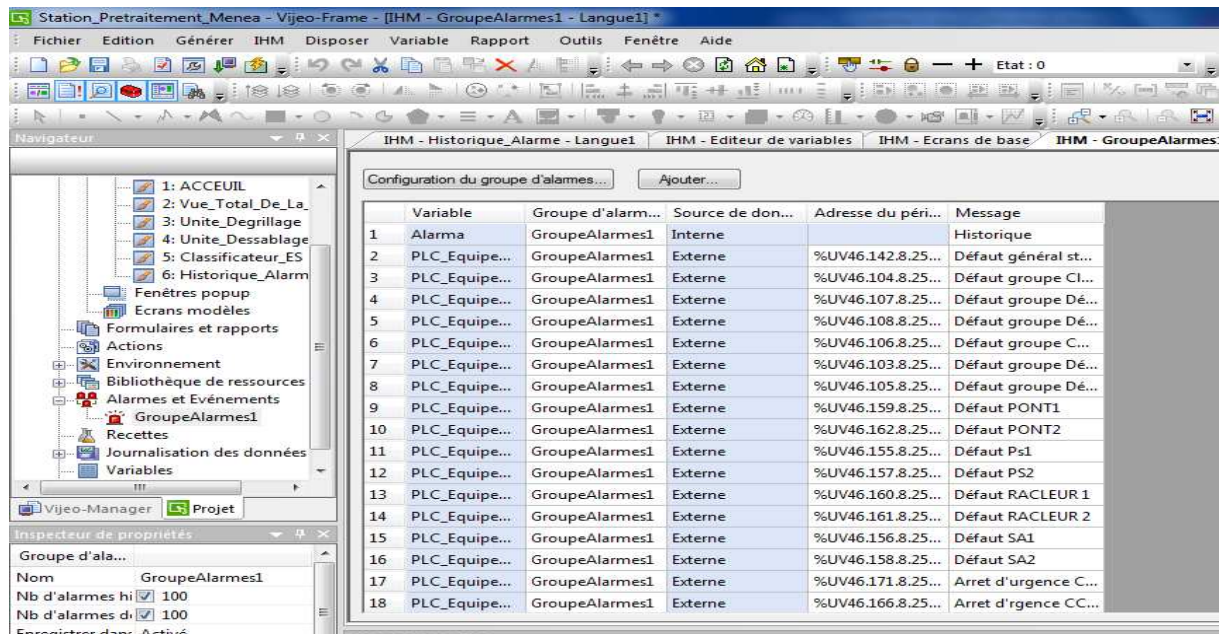


Figure (V.11) : Configuration des Alarmes

## V) Simulation

La simulation se fait à travers l'outil de simulation **Vijeo-Designer Runtime** qui communique avec le simulateur du logiciel Unity Pro XL (vu dans le chapitre précédent). En temps réel cette communication nous donne la possibilité de changer l'état des commutateurs et boutons-poussoirs virtuels sur le Vijeo-Designer Runtime et voir l'impacte que sa donne sur l'état des variables du programme de l'automate sur Unity Pro XL, aussi on peut voir l'évolution en temps réel du procédé sur le Vijeo-Designer Runtime.

## VI) Conclusion

Ce chapitre a été consacré au développement des écrans de supervision, dans les quels nous avons développé les vues de contrôle, configuré les boutons, voyants virtuels de l'interface utilisateur de façon à ce que les opérateurs puissent commander et suivre l'évolution du procédé de la station de prétraitement des eaux usées de la ville de Ménée.

## Conclusion général

---

Le modeste travail que nous avons réalisé nous a dévoilé un des multiples domaines de l'application de l'automatisme et de la supervision, et aussi la façon avec laquelle les études et la réalisation des projets de taille sont faites.

Cette expérience que nous avons vécue au sein de l'entreprise L&M Technique Sécurité avec ses ingénieurs et ses techniciens nous a permis de découvrir le milieu professionnel et de concrétiser nos connaissances théoriques dans le domaine pratique et surtout nous initier au fonctionnement des stations de prétraitement des eaux usées.

Le développement des schémas électriques, du programme de la plate-forme d'automatisme Schneider Modicon M340, et la conception des écrans de contrôle de l'interface homme machine Schneider Magelis XBTXT7340 nous a permis d'élargir nos connaissances dans les techniques de programmations et de la supervision, qu'à la découverte et la maîtrise de nouveaux logiciels de conception industriel utilisés dans le domaine de l'automatisme.

Nous souhaitons que ce modeste travail va nous servir de base de départ pour notre vie professionnelle et sera d'un grand apport et support pour les promotions à venir au sein de l'université.

# Bibliographie

---

- [1] Encyclopédie Wikipedia
- [2] CARDOT, C; "Les traitement de l'eau", Edition Elips, Année 1999
- [3] SERECO.s.r.l ; "Spécification technique" Doc : STF GVCx13\_33, Année 2014
- [4] SERECO.s.r.l; "Spécification technique" Doc : STF NT2R\_z06\_120, Année 2014
- [5] SERECO.s.r.l; "Spécification technique", Doc : STF PDRAz035, Année 2014
- [6] SERECO.s.r.l ; "Spécification technique", Doc : STF ES200, Année 2014
- [7] Afcet; " Le Grafcet ", édition Cépaduès, Année 1995
- [8] J Bossy ; "Le grafcet-sa pratique et ses applications", Casteilla, Année1985
- [9] Hubert Largeaud ; "Le schéma électrique", Eyrolles, Année 2006
- [10] Bouteille; "Les automatismes programmables", Cépaduès, Année 2002
- [11] William Bolton ; "Les automates programmables industriels ", Dunod, 2010
- [12] Schneider Electric ; "Industries SAS" Doc : DIA6ED211010FR, Année 2014
- [13] Schneider Electric ; "Guide de démarrage pour Unity Pro ", UNY USE 40010V20F, Année 2004
- [14] Schneider Electric; "Unity Pro langage et structure programmes", Année 2006
- [15] Schneider Electric; "Prise en main Vijeo Designer" ,35007041\_01 Enero, Année 2005

# *Résumé*

**Ce travail à consisté a développé une solution programmable de conduite sécurisé de la station de prétraitement de la ville de Ménéa qui passe par la réalisation d'une présentation générale des stations de traitement des eaux usées, une présentation technique des équipements de la station de prétraitement de la ville de Ménéa, la modélisation par Grafcet de son mode de fonctionnement automatique, ainsi que ses schémas électriques.**

**Le développement de la solution programmable qui sera implanté sur la plateforme d'automatisme Schneider Modicon M340, qui est développé par Unité Pro XL.**

**L'interface homme machine Schneider Magelis XBTGT734 est sélectionné pour la supervision, la configuration de cette dernière et la conception des vues de contrôles est faite par Vijeo Designer.**