

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

**École Nationale Polytechnique d'Alger**



Département Automatique

Mémoire de Projet de Fin d'Études

Pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Automatique

**Supervision et commande de deux stations didactiques  
commandées par automates programmables**

Réalisé par :

**BECHIM Amel**

**BOUCHEKIMA Amdjed Nacer Eddine**

Sous la direction de M. El Madjid BERKOUK, professeur à l'ENP Alger

Présenté et soutenu publiquement le **04/07/2024**

**Membres de Jury :**

---

Président : M. Mohamed Seghir BOUCHERIT, Pr.ENP  
Promoteur : M. El Madjid BERKOUK , Pr. ENP  
Examineur : M. Hakim ACHOUR , MCA. ENP

---

**ENP 2024**



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

**École Nationale Polytechnique d'Alger**



Département Automatique

Mémoire de Projet de Fin d'Études

Pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Automatique

**Supervision et commande de deux stations didactiques  
commandées par automates programmables**

Réalisé par :

**BECHIM Amel**

**BOUCHEKIMA Amdjed Nacer Eddine**

Sous la direction de M. El Madjid BERKOUK, professeur à l'ENP Alger

Présenté et soutenu publiquement le **04/07/2024**

**Membres de Jury :**

---

Président : M. Mohamed Seghir BOUCHERIT, Pr.ENP  
Promoteur : M. El Madjid BERKOUK , Pr. ENP  
Examineur : M. Hakim ACHOUR , MCA. ENP

---

**ENP 2024**

# Remerciements

Nous exprimons notre profonde gratitude à Dieu le Tout-Puissant pour nous avoir accordé le courage, la santé et son soutien inébranlable durant les périodes les plus éprouvantes.

Nous adressons nos remerciements sincères à notre encadreur, Monsieur **El Madjid Berkouk**, pour son aide précieuse et pour avoir cru en nos compétences. Son soutien et ses conseils avisés ont été essentiels à la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à remercier chaleureusement les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont manifesté envers notre travail, en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions constructives.

Nos pensées reconnaissantes vont à nos familles et à tous nos amis pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants.

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers tous les enseignants de l'École Nationale Polytechnique d'Alger, et en particulier nos professeurs d'Automatique, pour leur encadrement, leur disponibilité, leurs efforts et les connaissances qu'ils nous ont généreusement transmises.

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, nous adressons l'expression de notre sincère reconnaissance.

## ملخص

تتناول أطروحة مشروع نهاية الدراسة أتمتة محطتين لضخ المياه. تستخدم المحطة الأولى وحدة التحكم الآلي اس ١٢٠٠٠ بينما تعتمد المحطة الثانية على وحدة التحكم الآلي سيمنس لوغو و زيليو .

من خلال هذا المشروع، سننظم عملنا خطوة بخطوة لتغطية جميع مراحل تصميم الأجهزة، وتوليف التحكم في العمليات، والتنفيذ على تيا بورتال نسخة ١٠١٥ لبرمجة المحطة الأولى، وبرنامج لوغو سوفت و زيليو لبرمجة المحطة الثانية ثم الإشراف على المحطة الثانية من خلال برنامج ايزي بيلدر برو .

الكلمات الرئيسية : بي أل سي، إتش إم، الأتمتة، التحكم، ايزي بيلدر برو، تي إي بورتال، سيمنس، البرمجة، المحطة، لوغو سوفت، زيليو.

---

## Abstract

This end-of-study project focuses on the **automation** of two water pumping stations. The first station utilizes the **SIEMENS S7-1200 PLC**, while the second station is equipped with the **SIEMENS LOGO** and **Zelio** PLCs.

Throughout this project, we are organizing our work step by step to cover all phases, from the study of hardware equipment to the synthesis of process control, including implementation on **TIA Portal V15.1**, **Zelio Soft**, **Logo**, and supervision of the pumping stations using **Easy Builder Pro** software.

**Keywords:** PLC, HMI, Automation, Control, Easy Builder, TIA Portal, SIEMENS, Programming, Station, LOGO Soft Comfort, Zelio.

---

## Résumé

Notre mémoire de projet de fin d'étude porte sur l'automatisation de deux stations de pompage d'eau. La première utilise l'**automate SIEMENS S7-1200**, tandis que la seconde station est équipée de l'**automate SIEMENS LOGO** et de **Zelio**.

À travers ce projet, nous organisons notre travail étape par étape afin de couvrir toutes les phases, de l'étude de l'équipement matériel à la synthèse de commande du processus, en passant par l'implémentation sur **TIA Portal V15.1**, **Zelio Soft**, **Logo**, ainsi que la supervision de la station de pompage via le logiciel **Easy Builder Pro**.

**Mots clés :** PLC, IHM, Automatisation, Commande, Easy Builder, TIA Portal, SIEMENS, Programmation, Station, LOGO Soft Comfort, Zelio.

# Table des matières

Table des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

<b>Introduction générale</b>	<b>14</b>
<b>1 Description de la maquette de S7 1200</b>	<b>16</b>
1.1 Introduction . . . . .	16
1.2 Description du prototype de la station de pompage S7 1200 . . . . .	16
1.3 Les équipements de la maquette . . . . .	17
1.4 Les équipements Electriques . . . . .	18
1.4.1 Automate S7-1200 CPU 1214 . . . . .	18
1.4.2 Module SM 1232 - Sortie Analogique . . . . .	20
1.4.3 SIMATIC HMI 6AV2124-0JC01-0AX0 . . . . .	21
1.4.4 Variateur de vitesse ATV12H037M2 [7] . . . . .	23
1.4.5 Débitmètre . . . . .	24
1.4.6 Unité pompage[4] . . . . .	24
1.4.7 Disjoncteur différentiel[9] . . . . .	26
1.4.8 Alimentation SITOP PSU100S[10] . . . . .	27
1.4.9 Contacteur[11] . . . . .	27
1.4.10 Relais de commande[12] . . . . .	28
1.4.11 Capteur de débit . . . . .	29
1.4.12 Capteur de distance . . . . .	29
1.4.13 Convertisseur de courant /tension . . . . .	30
1.4.14 Arduino . . . . .	31
1.5 Schéma de raccordement de la station de pompage . . . . .	32
1.6 Représentation synoptique de la station de pompage . . . . .	32
1.7 Assemblage et câblage de la station de pompage . . . . .	34
1.8 Énoncé des cahiers des charges et Grafcets de la station S7-1200 . . . . .	35
1.8.1 1 <sup>ère</sup> cahier de charge[4] . . . . .	35
1.8.2 2 <sup>ème</sup> Cahier de charge : Mode de Fonctionnement Cyclique[4] . . . . .	36
1.8.3 3 <sup>ème</sup> Cahier de charge . . . . .	38
1.8.4 4 <sup>ème</sup> Cahier de charge . . . . .	40
<b>2 Description de la maquette de zelio</b>	<b>42</b>
2.1 Description du prototype de la station de pompage . . . . .	42
2.1.1 Les Équipements de l'installation : . . . . .	42
2.1.2 Les Équipements Électriques . . . . .	43
2.1.3 Les Actionneur . . . . .	43

2.2	Schéma de Raccordement[15]	44
2.3	Représentation synoptique de la station de pompage Zelio[15]	44
2.4	Énoncé des cahiers des charges	45
2.4.1	Grafctet	45
2.4.2	Cahier de Charges	45
2.4.3	1 <sup>ère</sup> Cahier de charge [15]	45
2.4.4	2 <sup>ème</sup> Cahier de charge :	46
2.5	Conclusion	48
<b>3</b>	<b>Supervision par Easy Builder pro</b>	<b>49</b>
3.1	Introduction	49
3.2	Easy builder pro	49
3.3	Barre d'outils dans EasyBuilder Pro	50
3.4	Avantage Easy Builder Pro	51
3.5	Création d'un Nouveau Projet	52
3.6	Configuration Matérielle	52
3.7	Ajouter Un Objet	54
3.7.1	Bouton / Interrupteur	54
3.7.2	Les Entrées	55
3.7.3	Les Voyants	56
3.8	Déclarer les Alarmes	56
3.8.1	Affichage des Alarmes dans l'Interface HMI	58
3.9	Configuration de l'Acquisition de Données	59
3.10	Affichage de l'historique	60
3.11	Gestion des utilisateurs	61
3.12	Recette	62
3.13	Transfert de Projet	64
3.14	Simulation de projet	64
3.14.1	Simulation Hors Ligne	65
3.14.2	Simulation En Ligne	65
3.15	Conclusion	65
<b>4</b>	<b>La commande et supervision avec Easy Builder et l'automate S7-1200</b>	<b>66</b>
4.1	Introduction	66
4.2	Déclaration des Variables dans Easy Builder avec Automate S7-1200	66
4.3	Les vues de l'IHM	68
4.3.1	Page d'accueil	68
4.3.2	Menu principal	68
4.3.3	Gestion des utilisateurs	69
4.3.4	Vue des Alarmes	70
4.4	Les vues de l'IHM de la station S7-1200	71
4.4.1	Vue de la variation de niveau d'eau de la cuve B et variation de débit de la station 1 S7-1200	73
4.4.2	Vue de l'historique de la variation de niveau de la station 1 S7-1200	73
4.4.3	Vue de la recette de la station 1 S7-1200	74
4.5	Conclusion	74
<b>5</b>	<b>La commande et la supervision avec Easy builder et l'automate Zelio et Logo</b>	<b>75</b>
5.1	Introduction	75
5.2	Communication entre EasyBuilder Pro et Zelio Logic[15]	75
5.3	Les vues de la station Zelio	79
5.4	La Supervision avec Easybuilder et l'automate LOGO!	80

5.4.1	Point d'accès aux services techniques TSAP[15]	80
5.4.2	Configuration des paramètres réseau dans LOGO! Soft Comfort	81
5.5	Les vues de la station Logo	85
5.6	Conclusion	86
<b>Conclusion générale</b>		<b>87</b>
<b>Bibliographie</b>		<b>87</b>
<b>A Les Automates Programmables API</b>		<b>90</b>
A.1	Les Automates Programmables API	90
A.1.1	Définition des APIs[16]	90
A.1.2	Avantages de l'utilisation d'une API [16]	90
A.2	Logiciel TIA Portal	91
A.2.1	Présentation de TIA Portal V15	91
A.2.2	Simatic Step 7	91
A.2.3	Simatic WinCC [17]	91
A.2.4	Interface du TIA Portal	92
A.3	Processus d'Automatisation	94
A.3.1	Création d'un Projet	94
A.3.2	Configuration du Matériel	95
A.4	Programmation	102
A.4.1	Langages de Programmation	102
A.4.2	Programme Principal (OB1)	104
A.4.3	Les Blocs Fonctionnels [18]	105
A.4.4	Définition des Variables	106
A.5	Compilation et Chargement du Programme	107
A.6	Archiver le projet	112
<b>B Les programmes du controle de la station S7 1200</b>		<b>113</b>
B.1	Programmer cahier de charge 3 et 4	113
B.2	Programme de cahier de charge 4	114
<b>C Automate Zelio</b>		<b>119</b>
C.1	Module Zelio	119
C.2	Description de l'afficheur LCD	120
C.3	Programmation zelio	120
C.3.1	Programmation à partir du module Zelio	120
C.3.2	Programmation à partir du logiciel Zelio Soft 2	124
C.3.3	Avantages de Zelio Soft 2	124
C.3.4	Création d'un nouveau projet	125
C.3.5	Programmation LD	127
C.3.6	Programmation en Ladder [19] [20]	127
C.3.7	Simulation et test de programme :	133
C.3.8	Programmation FBD[19][20]	134
C.4	Schémas de Câblage des Entrées et des Sorties	136
C.5	Affectations des Variables	137
C.6	La Commande de la Station de Pompage avec les Touches Z	137



<b>D</b>	<b>Automate Logo</b>	<b>138</b>
D.1	Afficheur TDE pour LOGO! . . . . .	138
D.2	Logiciel LOGO! . . . . .	138
D.3	Programmation . . . . .	139
D.3.1	Configuration de réseau . . . . .	140
D.4	Simulation . . . . .	142
D.5	Transférer le programme testé dans le LOGO . . . . .	142
D.5.1	Transfert du Programme Module vers PC . . . . .	142
D.5.2	Test en ligne . . . . .	142
D.6	Schéma de câblage des entrées et des sorties . . . . .	143
D.7	Table d'Affectation . . . . .	143
<b>E</b>	<b>Les programmes du controle de la deuxième station</b>	<b>144</b>
E.1	Partie Zelio Soft : . . . . .	144
E.1.1	Programme de première cahier de charge . . . . .	144
E.1.2	Programation de deuxième cahier de charge : . . . . .	145
E.2	Partie LOGO! Soft Comfort : . . . . .	145

# Table des figures

1.1	Les équipements de l'installation S7 1200 . . . . .	17
1.2	Électrovanne . . . . .	18
1.3	Simatic S7 1200 . . . . .	19
1.4	Modes de fonctionnement de la CPU[2] . . . . .	19
1.5	Module SM 1232[3] . . . . .	20
1.6	Schéma de câblage du SM 1232 AQ 4 x 14 bit . . . . .	21
1.7	SIMATIC HMI 6AV2124-0JC01-0AX0 . . . . .	22
1.8	Interfaces[2] . . . . .	23
1.9	Variateur de vitesse ATV12H037M2 . . . . .	23
1.10	Débitmètre . . . . .	24
1.11	Pompe centrifuge . . . . .	25
1.12	Moteur asynchrone . . . . .	25
1.13	Unité de pompage LEO APm37 . . . . .	25
1.14	Disjoncteur bipolaire ENG . . . . .	26
1.15	Alimentation PSU100S . . . . .	27
1.16	Contacteur . . . . .	28
1.17	Schéma électrique du contacteur SIEMENS 3RT2016-1BB41 . . . . .	28
1.18	Relais de commande . . . . .	28
1.19	Capteur de débit . . . . .	29
1.20	Capteur de distance UM18-51111 . . . . .	29
1.21	Schéma de raccordement . . . . .	30
1.22	Module convertisseur de courant – tension . . . . .	30
1.23	Amplificateur . . . . .	31
1.24	Carte Arduino UNO . . . . .	31
1.25	schéma de raccordement de la station de pompage S7 1200 [14] . . . . .	32
1.26	Représentation synoptique de la station de pompage S7 1200 [14] . . . . .	32
1.27	Schéma électrique de la station de pompage S7 1200 [14] . . . . .	33
1.28	Câblage de la station de pompage S7 1200 [4] . . . . .	34
1.29	Le Prototype de la station de pompage S7 1200 [4] . . . . .	34
1.30	Graficet de manipulation 1 de la station de pompage S7 1200 [4] . . . . .	35
1.31	Graficet de manipulation 2 de la station de pompage S7 1200 [4] . . . . .	37
1.32	Graficet de manipulation 3 de la station de pompage S7 1200 . . . . .	39
1.33	Graficet de manipulation 4 de la station de pompage S7 1200 . . . . .	40
2.1	Schéma Raccordement de la station de pompage Zelio [15] . . . . .	44
2.2	Représentation synoptique de la station de pompage Zelio[15] . . . . .	45
2.3	Graficet de manipulation 1 de la station de pompage Zelio [15] . . . . .	46
2.4	Graficet de manipulation 2 de la station de pompage Zelio . . . . .	47
3.1	Logiciel Easy builder pro . . . . .	49
3.2	Barre édition . . . . .	50
3.3	Barre Projet . . . . .	50

3.4	Barre Projet . . . . .	50
3.5	Barre Données/Historique . . . . .	51
3.6	Barre IIoT/Énergie . . . . .	51
3.7	Barre Vue . . . . .	51
3.8	Création d'un Nouveau projet . . . . .	52
3.9	Configuration matérielle Easy Builder pro . . . . .	53
3.10	Configuration adresse IP Easy builder pro . . . . .	53
3.11	Touche fonction . . . . .	54
3.12	Curseur . . . . .	55
3.13	Déclaration des Alarmes Easy builder pro . . . . .	57
3.14	Affichage Des Alarmes Easy builder pro . . . . .	58
3.15	Configuration de l'Acquisition de Données . . . . .	59
3.16	Suite Configuration de l'Acquisition de Données . . . . .	59
3.17	Affichage de l'historique dans l'interface HMI . . . . .	60
3.18	Les caractères et les ordres choisis de l'historique . . . . .	61
3.19	Gestion utilisateur . . . . .	62
3.20	Ajoute une Recette . . . . .	63
3.21	Transfert de projet . . . . .	64
3.22	Simulation de projet . . . . .	64
4.1	Déclaration des variables . . . . .	67
4.2	Déclaration des variables . . . . .	67
4.3	Page d'accueil . . . . .	68
4.4	Vue Menu . . . . .	69
4.5	Vue Gestion Utilisateur . . . . .	69
4.6	Vue Alarmes . . . . .	70
4.7	1 <sup>ère</sup> station, 1 <sup>er</sup> cahier des charges sans simulation en ligne . . . . .	71
4.8	1 <sup>ère</sup> station, 1 <sup>er</sup> cahier des charges avec simulation en ligne . . . . .	72
4.9	1 <sup>ère</sup> station, Grafcet 1 . . . . .	72
4.10	Variation de niveau de la cuve B et débit de la station 1 S7-1200 . . . . .	73
4.11	Historique de la variation du niveau d'eau de la cuve B, station 1 S7-1200 . . . . .	73
4.12	Vue de la recette de la station 1 S7-1200 . . . . .	74
5.1	Paramètres de communication entre Zelio et Easy builder Pro . . . . .	76
5.2	Les Blocs de communication Zelio Logic . . . . .	76
5.3	Les Adresses compatibles avec Zelio Logic . . . . .	77
5.4	Adresses des blocs $SL_{In}$ et $SL_{Out}$ dans Zelio Soft . . . . .	77
5.5	Utilisation des blocs CNA et CAN dans Zelio Soft . . . . .	78
5.6	station Zelio 1 <sup>er</sup> cahier des charges avec simulation en ligne . . . . .	79
5.7	station Zelio 1 <sup>er</sup> Grafcet . . . . .	80
5.8	Connexion Ethernet dans LOGO! Soft Comfort . . . . .	81
5.9	Création d'une liaison serveur . . . . .	82
5.10	Paramètres de connexion client/serveur . . . . .	82
5.11	Configuration du réseau client/serveur . . . . .	83
5.12	Connexion client avec serveur . . . . .	83
5.13	Réseaux Client/Serveur . . . . .	84
5.14	Configuration des paramètres réseaux EasyBuilder Pro . . . . .	84
5.15	Station Logo, 1 <sup>er</sup> cahier des charges avec simulation en ligne . . . . .	85
5.16	Station Logo, 1 <sup>er</sup> Grafcet . . . . .	85
A.1	Architecture Logicielle de TIA Portal . . . . .	91
A.2	Vue de Portal . . . . .	92

A.3	vue de projet	93
A.4	Barre d'Outils et Commandes de TIA Portal	93
A.5	Les principales étapes d'automatisation	94
A.6	Les étapes de Création d'un Projet	94
A.7	La fenêtre s'affiche après la création d'un projet	95
A.8	Les étapes de Configuration Matérielle S7-1200	95
A.9	Configuration de l'adresse IP	96
A.10	Configuration de l'adresse IP	96
A.11	Les étapes d'intégration d'un API	97
A.12	Ajout des éléments au rack	98
A.13	Configuration de l'interface Ethernet de la CPU	99
A.14	Intégration d'une IHM	99
A.15	Etablissement de Liaisons IHM / API	100
A.16	Etablissement de Liaisons IHM / API Dans la vue réseau	100
A.17	Adressage Tia portal[10]	101
A.18	Construction d'une adresse	101
A.19	Modification de l'adresse de début dans TIA Portal	102
A.20	Quelques Outils langage ladder [19]	103
A.21	Exemple de langage liste Tia Portal [19]	103
A.22	Exemple de langage SCL Tia Portal [19]	104
A.23	Exemple de langage LOG Tia Portal [19]	104
A.24	Déclaration des Variables Tia Portal	106
A.25	Déclaration des Variables Tia portal	107
A.26	Compilation et Chargement du Programme Tia Portal	107
A.27	Sélection de l'interface PG/PC	108
A.28	Connexion à l'interface/sous-réseau	109
A.29	Recherche des périphériques compatibles	109
A.30	Chargement du CPU	110
A.31	Validation et chargement	110
A.32	Démarrage et fin du chargement	111
A.33	Visualiser et tester le bloc d'organisation	111
A.34	Archiver le projet	112
A.35	Enregistrer le projet archivé	112
B.1	Équation d'activation de l'état $x_0$	114
B.2	Équation d'activation de l'état $x_1$	114
B.3	Équation d'activation de l'état $x_2$ et $x_3$	114
B.4	Équation d'activation de l'état $x_4$ et désactivation de l'état $x_0$	115
B.5	Équation de désactivation des états $x_1$ et $x_2$	115
B.6	Équation de désactivation des états $x_3$ et $x_4$	116
B.7	Temporisateur 1 et 2	116
B.8	Conversion du niveau d'eau en pourcentage	117
B.9	Comparaison entre les niveaux d'eau	117
B.10	L'appel de Fonction Blocks 3 dans l'OB principal	118
C.1	Module Zelio	119
C.2	écran LCD	120
C.3	Les touches des commandes	121
C.4	Création d'un nouveau programme	125
C.5	Choisir le module Zelio	125
C.6	Ajouter des extensions au module Zelio	126
C.7	Choisir langage de programmation Zelio soft	126

C.8	Page de programmation [3]	127
C.9	Saisie d'une entrée	128
C.10	Changement du type de contact	128
C.11	Saisie de mémoire / relais auxiliaire	129
C.12	Saisie d'une sortie	129
C.13	Réalisation d'une liaison	130
C.14	Saisie d'un temporisateur	130
C.15	Définition des paramètres du temporisateur	131
C.16	Saisie des compteurs	131
C.17	Comparateurs de compteurs	132
C.18	Simulation et test de programme	133
C.19	Simulation et test de programme	133
C.20	fenêtre d'édition en langage FBD[5]	134
C.21	Barre des entrées	135
C.22	Barre des fonctions standard	135
C.23	Barre des fonctions SFC	135
C.24	Barre des fonctions logiques	136
C.25	Barre des sorties	136
C.26	Schéma de Câblage Zelio [15]	136
D.1	Afficheur LOGO! TDE	139
D.2	Interface de programmation Logo	140
D.3	La configuration de matériale LOGO! Soft Comfort	141
D.4	Déclaration des variables sur LOGO! Soft Comfort	141
D.5	Enregistrement Logo	142
D.6	Câblage des entrées et des sorties	143
E.1	Programme de première cahier de charge de zelio	144
E.2	Programme de deuxième cahier de charge de zelio	145
E.3	Programme de cahier de charge de LOGO! Soft Comfort	145

# Liste des tableaux

1.1	Caractéristiques de l'électrovanne . . . . .	18
1.2	Caractéristiques techniques CPU 1214 . . . . .	20
1.3	Caractéristiques techniques du module SM 1232 [3] . . . . .	20
1.4	Brochage pour le SM 1232 AQ 4 x 14 bit (6ES7232-4HD32-0XB0)[4] . . . . .	21
1.5	Caractéristiques du TP900 Comfort . . . . .	22
1.6	Caractéristiques de Variateur de vitesse . . . . .	24
1.7	Caractéristiques du Moteur . . . . .	26
1.8	Caractéristiques de la Pompe . . . . .	26
1.9	Caractéristiques du disjoncteur . . . . .	26
1.10	Caractéristiques de l'Alimentation SITOP PSU100S . . . . .	27
1.11	Caractéristiques du contacteur Siemens 3RT2 . . . . .	28
1.12	Caractéristiques du relais de commande . . . . .	28
1.13	Caractéristiques du capteur Débit . . . . .	29
1.14	Caractéristiques du capteur de distance . . . . .	29
1.15	Caractéristiques de l'équipement . . . . .	31
2.1	Équipements de l'installation de la station de pompage Zelio . . . . .	42
2.2	Équipements Électriques de la station de pompage Zelio . . . . .	43
C.1	Table d'Affectation des Entrées et Sortie sur Zelio Logic . . . . .	137
D.1	Tableau des adresses et variables . . . . .	143

# Liste des abréviations

<b>AC</b>	Alternating Current (Courant Alternatif)
<b>API</b>	Automate Programmable Industriel
<b>C</b>	Counter/Compteur
<b>CPU</b>	Unité centrale de l'automate (Central Processing Unit)
<b>DB</b>	Data Bloc (Bloc de Données)
<b>DC</b>	Direct Current (Courant Continu)
<b>E/S</b>	Entrée/Sortie
<b>EV</b>	Electro-Vanne
<b>FB</b>	Function Block (Bloc Fonctionnel)
<b>FC</b>	Function (Fonction)
<b>IHM</b>	Interface Homme Machine
<b>INCR</b>	Incrémentation
<b>INIT</b>	Initialisation
<b>IP</b>	Indice de Protection
<b>M</b>	Mnémonique
<b>MAS</b>	Moteur/Machine Asynchrone
<b>MG</b>	Mode Glissant
<b>NIV</b>	Niveau
<b>OB</b>	Organization Block (Bloc d'Organisation)
<b>P</b>	Pompe
<b>PID</b>	Proportion Intégrale Dérivée
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller (Automate Programmable)
<b>PSU</b>	Power Supply Unit (Unité d'Alimentation)
<b>PWM</b>	Pulse Width Modulation (Modulation par Largeur d'Impulsion)
<b>RAZ</b>	Remise à Zéro
<b>REF</b>	Référence
<b>SMC</b>	Sliding Mode Controller (Contrôleur à Mode Glissant)
<b>S/R</b>	Set/Reset (Mise à 1/Mise à 0)
<b>T</b>	Time/Temps
<b>TIA Portal</b>	Totally Integrated Automation Portal
<b>TOR</b>	Tout Ou Rien
<b>VAR</b>	Variable

# Introduction générale

L'automatisation est une tendance clé dans la production industrielle moderne, apportant des améliorations significatives au contrôle des chaînes d'assemblage et à la qualité des produits. En remplaçant l'homme dans de nombreuses tâches opérationnelles et informationnelles, l'automatisation permet non seulement d'exécuter des opérations complexes ou dangereuses, mais aussi de se substituer aux tâches répétitives effectuées par les travailleurs. Cette avancée technologique contribue à une précision accrue des opérations, tout en augmentant la rentabilité et la productivité des entreprises.

Pour améliorer nos compétences dans cette technologie avancée, le département d'automatique de l'ENP offre l'opportunité d'utiliser des maquettes de stations de pompage équipées d'automates Siemens et Schneider. Ces équipements permettent aux étudiants et aux chercheurs de se familiariser avec les technologies d'automatisation les plus récentes. L'objectif principal est de commander et superviser deux stations didactiques utilisant différents automates via le logiciel EasyBuilder, afin de développer une compréhension pratique et approfondie des systèmes d'automatisation, d'optimiser les processus et de préparer les utilisateurs aux défis industriels réels.

Dans ce rapport, nous présentons cinq chapitres principaux décrivant les différents aspects de notre projet :

**Le premier chapitre** est consacré à la commande de la station de pompage à l'aide de l'automate Zelio, un système de contrôle et de programmation couramment utilisé dans l'automatisation industrielle. Zelio propose des fonctionnalités avancées qui simplifient la gestion et l'optimisation des processus automatisés. Nous examinerons les différentes méthodes de programmation disponibles avec Zelio, en mettant en avant leurs avantages en termes de fiabilité et d'efficacité opérationnelle. De plus, nous décrirons les étapes essentielles pour programmer cet automate de manière efficace.

**Le deuxième chapitre** fournit une description détaillée de la station de pompage équipée d'un automate Zelio. Nous y examinerons les principaux composants de la station, leur raccordement et leur câblage, ainsi que le schéma synoptique pour faciliter la mise en place de la station de pompage. En fin de chapitre, nous présenterons le cahier des charges correspondant, accompagné de son GRAFCET.

**Le troisième chapitre** explore en détail l'utilisation d'Easy Builder, une plateforme conviviale pour la conception et la supervision des Interfaces Homme-Machine (IHM). Easy Builder facilite le contrôle précis et la surveillance des systèmes automatisés. Nous examinons étape par étape l'utilisation d'Easy Builder pour créer et gérer deux stations de pompage. Les points clés abordés incluent la configuration des projets, l'ajout d'objets dans les vues, ainsi que la gestion des alarmes et des recettes.

**Le quatrième chapitre** se concentre sur la déclaration des variables de l'automate S7-1200 à l'aide d'Easy Builder. Nous débutons par la représentation détaillée des stations de pompage, en mettant en lumière les spécifications techniques et les exigences fonctionnelles du cahier des charges associé. En outre, nous examinons les équipements utilisés dans les stations. Nous explo-



rons également les vues système intégrées telles que les alarmes, les recettes, ainsi que l'historique de la variation du niveau de la cuve B et du débit, offrant ainsi une vue complète de la gestion automatisée de ces processus.

**Le cinquième chapitre** se concentre sur la commande avancée et la supervision de la station de pompage avec les automates Zelio et Logo intégrés à Easy Builder Pro. Nous détaillons la configuration de la communication, les vues spécifiques créées pour la station, ainsi que les GRAFCET et les équipements matériels utilisés. Le projet de fin d'études se conclura par une conclusion générale, évaluant dans quelle mesure l'étude a atteint ses objectifs.

# Chapitre 1

## Description de la maquette de S7 1200

### 1.1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter une maquette de station de pompage S7 1200. Nous débuterons en détaillant les équipements de la maquette, suivi de la présentation de son schéma de raccordement et de son schéma synoptique. En outre, nous aborderons quatre cahiers de charges distincts, décrivant les exigences spécifiques pour la conception et le fonctionnement de la maquette, ainsi que les graficets correspondants à chacun, pour une compréhension approfondie de leur mise en œuvre.

### 1.2 Description du prototype de la station de pompage S7 1200

Les stations de pompage jouent un rôle crucial car elles sont utilisées dans une multitude d'applications telles que l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation agricole, le drainage et la régulation des niveaux d'eau. Elles sont indispensables pour transférer l'eau des sources vers les destinations nécessaires, que ce soit pour un usage domestique, agricole ou industriel.

La station de pompage de notre projet de fin d'étude se compose principalement d'une pompe associée à un moteur électrique, généralement en courant alternatif monophasé ou triphasé asynchrone. La fonction de la pompe est de fournir de l'énergie hydraulique au fluide, lui permettant d'être déplacé d'un point A à un point B à une vitesse spécifique. La puissance fournie par la pompe est notée  $P$  et son débit maximal est noté  $Q$ .

Cette station de pompage comprend deux réservoirs à eau : le premier, situé en position inférieure et appelé "Réservoir A", contient l'eau qui sera refoulée par la pompe. Le second, situé en position supérieure et appelé "Réservoir B", reçoit l'eau provenant du Réservoir A. Les deux réservoirs sont caractérisés par leur capacité maximale de rétention exprimée en volume et leur surface rectangulaire.

Les tuyaux cylindriques relient la pompe aux deux réservoirs. La circulation de l'eau entre les réservoirs est régulée par deux électrovannes, tandis qu'une vanne manuelle permet le retour de l'eau du Réservoir B vers le Réservoir A si nécessaire.

En outre, la station est équipée d'une série de dispositifs d'instrumentation spécialisés, tels que des débitmètres et des capteurs de niveau, qui surveillent les phénomènes physiques variables reproduits dans le système.

### 1.3 Les équipements de la maquette

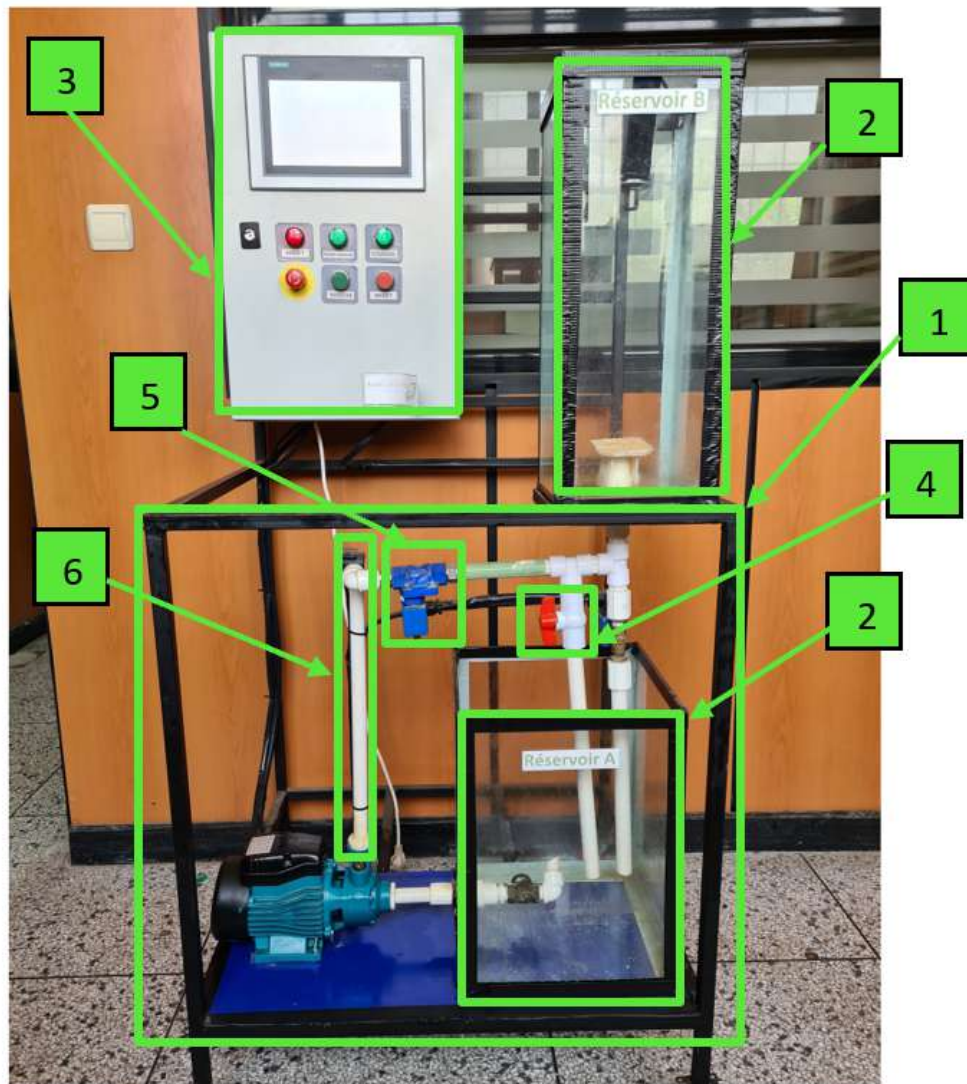


FIGURE 1.1 – Les équipements de l'installation S7 1200

1. **Support métallique** : Le prototype repose sur un support métallique mesurant 0,7 m sur 0,7 m et d'une hauteur totale de 1,50 m.
2. **Deux réservoirs** en verre A et B transparent, avec des capacités de 40 litres et 20 litres respectivement.
3. **Armoire électrique** métallique (600 x 400 x 230mm).
4. **Robinet** : est un dispositif utilisé pour contrôler le débit d'un liquide
5. **Électrovanne** : est une valve électromécanique qui contrôle le débit de fluide. Nous illustrons la photo de l'électrovanne (voir figure 1.2) ainsi que ses caractéristiques dans la table 1.1.



FIGURE 1.2 – Électrovanne

Caractéristique	Valeur
Tension de travail minimale	4.5-5V
Courant de fonctionnement maximal	15mA (DC 5V)
Capacité de charge	10mA (DC 5V)
Amplitude haute	$\geq 4.6V$
Amplitude basse	$\leq 0.5V$
Résistance électrique	$\geq 1250\Omega$
Résistance d'isolement	$\geq 100M\Omega$
Test de pression hydrostatique	$\leq 2.0Mpa$

TABLE 1.1 – Caractéristiques de l'électrovanne

## 1.4 Les équipements Electriques

### 1.4.1 Automate S7-1200 CPU 1214

Le contrôleur S7-1200 offre une souplesse et une puissance remarquables pour la commande d'une grande variété d'appareils, répondant ainsi efficacement à vos besoins en matière d'automatisation. Sa conception compacte, sa flexibilité de configuration et son jeu d'instructions étendu en font une solution idéale pour piloter diverses applications.

La CPU intègre un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un protocole PROFINET intégré, des E/S rapides pour la commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées, le tout dans un boîtier compact. Une fois votre programme chargé, la CPU contient la logique nécessaire pour contrôler et commander les appareils dans votre application. [1]

### Critères de choix d'un automate programmable

- **Entrées/sorties** : Le nombre et le type d'entrées/sorties doivent être compatibles avec les besoins de l'application, en prévoyant une marge pour l'évolution et les pannes.
- **Puissance de l'automate programmable** : Elle détermine sa capacité à exécuter des tâches complexes.
- **Capacité mémoire** : Essentielle pour la complexité des applications.
- **Possibilité d'ajouter des extensions** : Pour une évolutivité future.
- **Langages de programmation supportés** : Pour choisir celui qui convient le mieux à vos compétences et à vos besoins.
- **Fonctions de communication** : Permettent l'interopérabilité avec d'autres systèmes et normes.
- **Temps de compilation** : Pour optimiser le temps de développement.
- **Précision** : Garantit des opérations fiables.
- **Prix** : Pour s'assurer que l'investissement est justifié par rapport aux fonctionnalités offertes.

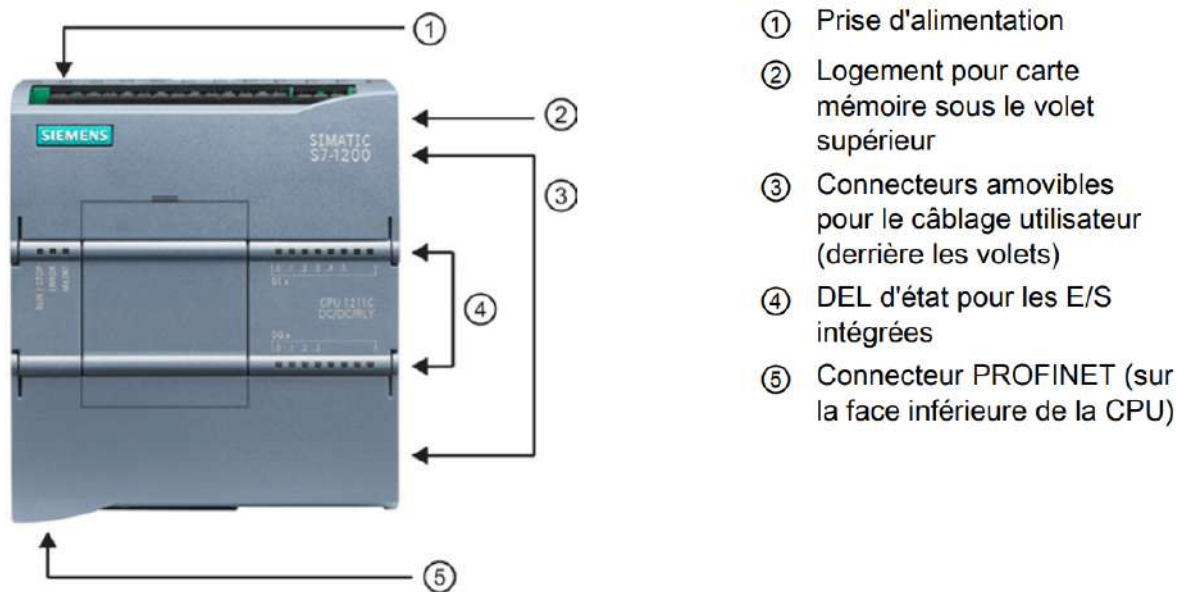


FIGURE 1.3 – Simatic S7 1200

## Modes de fonctionnement de la CPU[2]

- En mode « STOP », la CPU n'exécute pas le programme, et vous pouvez charger un projet.
- En mode « STARTUP », la CPU entame une procédure de démarrage.
- En mode « RUN », le programme est exécuté de façon cyclique. Les projets ne peuvent pas être chargés dans une CPU en mode RUN.

Sur la face avant de la CPU, les indicateurs LED fonctionnent comme suit :

- La couleur de la LED des états RUN/STOP indique le mode de fonctionnement actuel.
- De plus, il y a les LED « ERROR » et « MAINT » qui indiquent respectivement si une erreur est survenue et si une maintenance est requise.



FIGURE 1.4 – Modes de fonctionnement de la CPU[2]

## Caractéristique technique[2]

Caractéristique	Valeur
Dimensions (mm)	110 x 100 x 75
Mémoire de travail	50 Ko
Mémoire de chargement	2 Mo
Entrées/Sorties TOR intégrées	14 entrées / 10 sorties
Entrées analogiques intégrées	2 entrées
Modules d'entrées-sorties (SM) pour extension	8
Signal Board (SB) ou Communication Board (CB)	1
Module de communication (CM)	3
Compteurs rapides monophasé	1 à 30 kHz
Compteurs rapides quadrature de phase	1 à 20 kHz
Sorties d'impulsions	2
PROFINET	1 port Ethernet

TABLE 1.2 – Caractéristiques techniques CPU 1214

### 1.4.2 Module SM 1232 - Sortie Analogique

Le module SM 1232 - 6ES7232-4HD32-0XB0 est une composante essentielle de la gamme Siemens SIMATIC S7-1200, offrant des fonctionnalités avancées de sorties analogiques. Conçu avec précision pour répondre aux exigences industrielles les plus strictes, ce module garantit une performance fiable et précise dans le contrôle et la régulation des processus. Son intégration transparente avec le système S7-1200 permet une configuration aisée et une compatibilité optimale, offrant ainsi une solution complète pour une automatisation efficace et évolutive.

Nous illustrons la photo du module SM 1232 (voir figure 1.5) ainsi que ses caractéristiques dans la table 1.3.



FIGURE 1.5 – Module SM 1232[3]

Caractéristique	Valeur
Type	S7-1200 SM 1232
Référence fabricant	6ES7232-4HD32-0XB0
Hauteur	10 cm
Longueur	7,5 cm
Largeur	4,5 cm
Indice de protection	IP20
Dimensions (L x l x H)	7,5 cm x 4,5 cm x 10 cm
Modèle	4 sorties analogiques, résolution 14 bits
Tension de fonctionnement	24 V (max)
Température ambiante max.	+60°C
Température ambiante min.	-20°C

TABLE 1.3 – Caractéristiques techniques du module SM 1232 [3]

## Cablage du module de sortie analogique

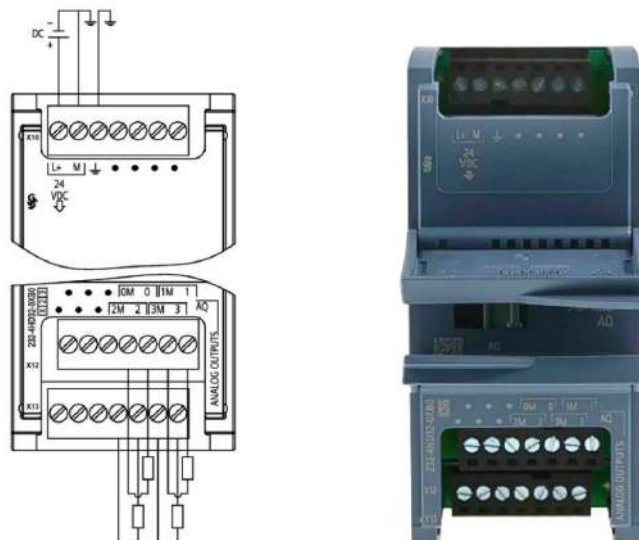


FIGURE 1.6 – Schéma de cablage du SM 1232 AQ 4 x 14 bit

Broche	X10 (or)	X12 (or)	X13 (or)
1	L+/24 V CC	Pas de connexion	Pas de connexion
2	M/24 V CC	Pas de connexion	Pas de connexion
3	Terre fonctionnelle	Pas de connexion	Pas de connexion
4	Pas de connexion	AQ 0M	AQ 2M
5	Pas de connexion	AQ 0	AQ 2
6	Pas de connexion	AQ 1M	AQ 3M
7	Pas de connexion	AQ 1	AQ 3

TABLE 1.4 – Brochage pour le SM 1232 AQ 4 x 14 bit (6ES7232-4HD32-0XB0)[4]

### 1.4.3 SIMATIC HMI 6AV2124-0JC01-0AX0

L'Interface Homme-Machine (IHM) joue un rôle crucial dans de nombreux systèmes automatisés en permettant aux utilisateurs d'interagir de manière intuitive avec les machines et les processus. L'IHM à écran tactile Siemens TP900 - 6AV2124-JC01-0AX0 offre une interface utilisateur confortable et conviviale, facilitant la surveillance, le contrôle et la configuration des équipements industriels.

#### Critères de choix d'une IHM[5]

- **Taille et résolution de l'écran** : Dimensionner l'affichage en fonction des appareils cibles et assurer une résolution adéquate.
- **Communication du système** : Choisir les périphériques d'entrée/sortie appropriés et prévoir l'accessibilité.
- **Besoins de mémoire** : Allouer les ressources nécessaires pour des performances satisfaisantes, notamment sur mobile.
- **Utilisateurs et registres** : Définir les profils utilisateurs, adapter le langage en conséquence et permettre la personnalisation.



FIGURE 1.7 – SIMATIC HMI 6AV2124-0JC01-0AX0

### Applications du logiciel WinCC pour la supervision HMI :

- Présentation en temps réel de l'état de toutes les machines et équipements.
- Enregistrement et présentation des composants requis et importants du système.
- Génération d'alertes en cas d'erreur dans le système, avec affichage précis de l'emplacement et de l'heure de l'erreur.
- Utilisation d'outils graphiques adaptés aux processus existants.
- Enregistrement des données nécessaires telles que le taux de production, le taux de performance, la consommation d'énergie, etc.
- Capacité de contrôle à distance pour visualiser l'état des systèmes.
- Possibilité d'ajuster le système en fonction du processus désiré.

### Caractéristiques techniques[6]

Caractéristique	Valeur
Type de produit	TP900 Comfort
Écran	TFT, 9 pouces diagonale, 195 mm de largeur, 117 mm de hauteur
Nombre de couleurs	16 777 216
Résolution	800 pixels (horizontal) x 480 pixels (vertical)
Rétroéclairage	
Durée de vie moyenne (MTBF)	80 000 heures à 25 °C
Rétroéclairage réglable	De 0 à 100%

TABLE 1.5 – Caractéristiques du TP900 Comfort

#### Interfaces

1. USB type A
2. PROFINET (100 MB Ethernet)
3. PROFIBUS (Sub-D RS 422/485)
4. Mains
5. USB type mini B
6. Audio Line IN / OUT



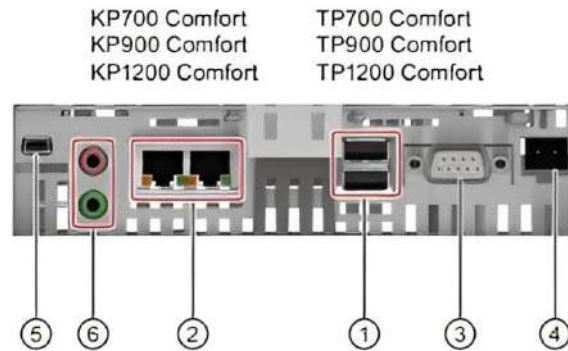


FIGURE 1.8 – Interfaces[2]

#### 1.4.4 Variateur de vitesse ATV12H037M2 [7]

Un variateur de vitesse est un dispositif électronique conçu pour réguler et moduler l'énergie électrique fournie à un moteur. Il se compose principalement d'un convertisseur statique et d'une unité de contrôle électronique. Les versions récentes intègrent également un circuit de correction du facteur de puissance pour se conformer aux normes de compatibilité électromagnétique. L'unité de contrôle électronique assure la régulation et la commande du moteur à travers le convertisseur statique, permettant à l'utilisateur de contrôler directement la vitesse. Sa conception est largement influencée par la stratégie de commande choisie, telle que la commande vectorielle ou scalaire.



FIGURE 1.9 – Variateur de vitesse ATV12H037M2

#### Critères de choix d'un variateur de vitesse

1. Puissance requise
2. Type de moteur
3. Tension et courant d'entrée
4. Fréquence de fonctionnement
5. Type de commande
6. Interfaces de communication
7. Protection et sécurité
8. Fiabilité et durabilité

## Caractéristiques technique

Caractéristique	Valeur
Alimentation	200 à 240 V en courant continu
Puissance moteur	0,37 kW (0,55 hp)
Protocole de communication	Modbus
Courant de ligne	5,9 A à 200 V, 4,9 A à 240 V
Gamme de vitesse	1 à 20
Surcouple transitoire	150 à 170 % du couple nominal
Degré de protection IP	IP20
Fréquence de sortie	0,5 à 400 Hz
Nombre d'entrées analogiques	1
Nombre d'entrées numériques	4
Nombre de sorties analogiques	1
Nombre de sorties numériques	2
Type de démarreur de moteur	Variateur de vitesse

TABLE 1.6 – Caractéristiques de Variateur de vitesse

### 1.4.5 Débitmètre

Un débitmètre est un dispositif conçu pour évaluer, superviser ou ajuster le flux volumétrique ou le flux massique de fluides, qu'ils soient sous forme liquide ou gazeuse, circulant à travers une canalisation ou à l'air libre.



FIGURE 1.10 – Débitmètre

### 1.4.6 Unité pompage[4]

L'unité de pompage, élément essentiel d'une station de pompage, est constituée principalement d'un moteur électrique associé à une pompe. Son objectif principal est de transférer un fluide d'un point A à un point B en lui fournissant l'énergie hydraulique nécessaire.

## Pompe centrifuge[8]

La pompe centrifuge est un dispositif rotatif utilisé dans l'industrie pour pomper des liquides en les aspirant axialement.

La pompe centrifuge à un moteur asynchrone monophasé d'une puissance de 0.37 KW qui peut fournir un débit maximal de 35 L/min.



FIGURE 1.11 – Pompe centrifuge

## Moteur asynchrone

Le moteur asynchrone est une machine électrique à courant alternatif composée d'un rotor et d'un stator. Il convertit l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à la rotation du rotor sous l'effet du champ magnétique



FIGURE 1.12 – Moteur asynchrone

Le prototype de la station de pompage de l'ENP est équipé d'une unité de pompage de la marque LEO, modèle APm37. Cette unité combine à la fois un moteur asynchrone monophasé et une pompe centrifuge dans un même dispositif.



FIGURE 1.13 – Unité de pompage LEO APm37

Caractéristique	Valeur
Puissance	0.37 kW / 0.5 HP
Type	Monophasé avec la protection thermique intégré
Classe d'isolation	F
Indice de protection	IPX4
Température ambiante maximale	+40°C

TABLE 1.7 – Caractéristiques du Moteur

Caractéristique	Valeur
Matériau	Support et corps en fonte antirouille
Impulseur équipé d'un système anti-bloc	Oui
Matériau de l'impulseur	Laiton
Arbre	AISI 304
Température maximale du liquide	+40°C
Aspiration maximale	+8 m

TABLE 1.8 – Caractéristiques de la Pompe

### 1.4.7 Disjoncteur différentiel[9]

Un disjoncteur différentiel est un dispositif de protection électrique détectant les fuites de courant vers la terre. Il coupe l'alimentation pour éviter les risques d'électrocution ou d'incendie. Nous présentons ci-dessous la photo du disjoncteur bipolaire ENG (voir figure 1.14) ainsi que ses caractéristiques détaillées dans la table 1.9.



Caractéristique	Valeur
Pouvoir de coupure	4.5 kA
Fréquence	50/60 Hz
Nombre de pôles	2 p
Degré de protection	IP20

TABLE 1.9 – Caractéristiques du disjoncteur

FIGURE 1.14 – Disjoncteur bipolaire ENG

### Critères de choix d'un disjoncteur

- **Normes de sécurité** : Conformité aux normes NF C 61-410 et NF EN 60898.
- **Caractéristiques du réseau** : Tension et fréquence.
- **Courbe de déclenchement** : Adaptation au type de charges et d'installation.
- **Pouvoir de coupure** : Capacité à interrompre le courant de court-circuit.
- **Environnement** : Conditions d'installation (température, humidité, etc.).
- **Type d'application** : Usage domestique, industriel, moteur, etc.

## 1.4.8 Alimentation SITOP PSU100S[10]

L'alimentation d'un automate est un composant électrique conçu pour convertir la tension du réseau en différentes tensions continues adaptées aux circuits électroniques de l'automate.

### Critères de choix d'une alimentation électrique :

- Stabilité et fiabilité de la tension.
- Puissance et intensité adaptées.
- Compatibilité avec la tension d'entrée.
- Tension de sortie appropriée.
- Indice de protection élevé (IP).
- Température maximale de fonctionnement.

Nous présentons ci-dessous la photo de l'alimentation PSU100S (voir figure 1.15) ainsi que ses caractéristiques détaillées dans la table 1.10.



FIGURE 1.15  
– Alimentation  
PSU100S

Caractéristique	Valeur
Alimentation	Stabilisé
Puissance	240 W
Intensité nominale	10 A
Plage de tension d'entrée	85-123 V AC / 170-264 V AC
Tension de sortie	24 V DC
Indice de protection	IP20
Température maximale	+70 °C
Limitation des ondes harmoniques	Selon EN61000-3-2

TABLE 1.10 – Caractéristiques de l'Alimentation SITOP PSU100S

## 1.4.9 Contacteur[11]

Un contacteur, semblable à un relais électromagnétique, est essentiel lorsque la charge à contrôler dépasse la capacité de commande d'un dispositif de commande tel qu'une résistance, un moteur ou d'autres récepteurs de forte puissance. Les contacteurs fonctionnent de manière similaire aux interrupteurs, permettant d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique. Toutefois, leur principale différence avec les relais réside dans leur capacité à supporter des courants beaucoup plus élevés, allant jusqu'à 10-12 ampères.

**Role :** Permet de démarrer et d'arrêter le fonctionnement de la pompe de manière manuelle.

### Critères de choix d'un contacteur :

- Besoin d'une commande manuelle, comme pour un contacteur de chauffe-eau ou un contacteur heures creuses.
- La tension de commande de la bobine du contacteur.
- La tension d'alimentation du récepteur.
- Le courant du récepteur.
- Le nombre de contacts de puissance (1, 2, 3, 4).
- Le type de contact de puissance.

Nous présentons ci-dessous la photo du contacteur (voir figure 1.16) ainsi que ses caractéristiques détaillées dans la table 1.11.



FIGURE 1.16 – Contacteur

Caractéristique	Valeur
Type de contacteur	AC-3e/AC-3
Courant nominal	9 A
Puissance nominale	4 kW à 400 V
Tension de commande de la bobine	24 V DC
Nombre de pôles	3
Contacts auxiliaires	1 NO
Marque	Siemens
Modèle	3RT2

TABLE 1.11 – Caractéristiques du contacteur Siemens 3RT2

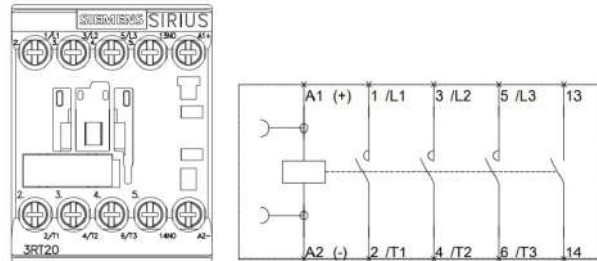


FIGURE 1.17 – Schéma électrique du contacteur SIEMENS 3RT2016-1BB41

#### 1.4.10 Relais de commande[12]

Un relais de commande est un interrupteur électromagnétique possédant des contacts O ou F, qui sont actionnés lorsque la bobine du relais est alimentée.

Nous illustrons ci-dessous le relais de commande (voir figure 1.18) ainsi que ses caractéristiques détaillées dans la table 1.12.



FIGURE 1.18 – Relais de commande

Caractéristique	Valeur
Nom de l'appareil	RSB
Description des contacts	2 "O/F"
Fonctionnement des contacts	Standard
Tension circuit de commande	24 V CC
Courant thermique d'emploi sous enveloppe	8 A à -40...40 °C
Tension assignée d'emploi	19,2 à 26,4 V CC
Courant commuté minimum	5 mA
Tension de coupure maximale	300 V CC, 400 V CA
Pouvoir de commutation maximum	2000 VA CA, 224 W CC

TABLE 1.12 – Caractéristiques du relais de commande

### 1.4.11 Capteur de débit

Surveillance en temps réel le débit du fluide, crucial pour le fonctionnement efficace de la station.



FIGURE 1.19 – Capteur de débit

Caractéristique	Valeur
Fabricant	SICK
Type de capteur	Ultrason
Genre du capteur	Droit
Portée	0,03...0,25 m
Configuration de sortie	PNP / NO / NC
Boîtier de capteur	M18
Terminal	Connecteur M12
Classe d'étanchéité	IP67
Fréquence de commutation maximale	15 Hz

TABLE 1.13 – Caractéristiques du capteur Débit

### 1.4.12 Capteur de distance

Le capteur de distance est un dispositif utilisé pour évaluer la distance entre lui-même et la surface du fluide contenu dans un réservoir. Dans le prototype de la station, un capteur de distance à ultrasons de la marque SICK, modèle UM18, est intégré à cet effet.



FIGURE 1.20 – Capteur de distance UM18-51111

## Caractéristiques Techniques

Caractéristique	Valeur
Portée de travail	30 mm à 250 mm, plage limite de 350 mm
Résolution	$\geq 0,08$ mm
Précision	0,17% / K (par rapport à la valeur actuelle mesurée)
Fréquence des ultrasons	320 kHz
Sortie numérique	Type PNP, courant de sortie maximal $\leq 500$ mA
Température ambiante de fonctionnement	-25 °C à +70 °C
Température ambiante d'entreposage	-40 °C à +85 °C
Durée de réponse	32 ms
Fréquence de commutation	$\pm 15$ Hz

TABLE 1.14 – Caractéristiques du capteur de distance

## Interface de Sortie

- Type : PNP
- Courant de sortie maximal  $I_A : \leq 500 \text{ mA}$
- Température ambiante de fonctionnement :  $-25^\circ\text{C} \dots + 70^\circ\text{C}$
- Température ambiante d'entreposage :  $-40^\circ\text{C} \dots + 85^\circ\text{C}$

## Câblage des fils :

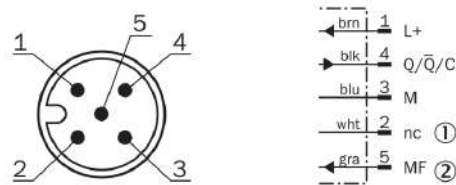


FIGURE 1.21 – Schéma de raccordement

- Fil marron (**L+**) : Alimentation DC +24 V.
- Fil bleu (**M**) : Masse.
- Fil blanc (**QA**) : Sortie analogique de type courant 4-20 mA.
- Entrée non connectée/affectée (**nC**).
- Entrée multifonction (**MF**).

### 1.4.13 Convertisseur de courant /tension

Convertit les signaux électriques pour une utilisation par d'autres dispositifs de contrôle ou de surveillance. Un convertisseur de courant utilise un circuit basé sur des amplificateurs opérationnels pour produire la tension électrique souhaitée en fonction du courant circulant dans le circuit. Dans ce cas, étant donné que le capteur de distance fournit en sortie une plage de courant de 4 à 20 mA, tandis que l'API requiert une entrée de tension de 0 à 10 V, il est nécessaire d'utiliser un dispositif de conditionnement pour convertir le courant en tension.



FIGURE 1.22 – Module convertisseur de courant – tension



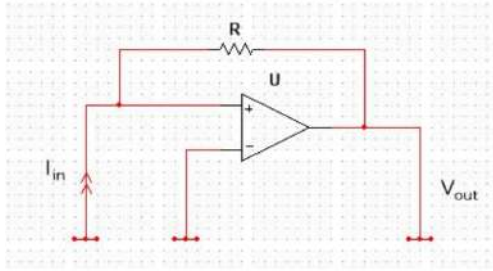


FIGURE 1.23 – Amplificateur

### 1.4.14 Arduino

La carte Arduino est une plateforme électronique équipée d'un microcontrôleur. Elle sert d'interface programmable dans divers systèmes automatisés. Dans le contexte d'une station de pompage, la carte Arduino utilise les données captées par les capteurs, comme le débitmètre, pour contrôler les actionneurs. Le signal du débitmètre, sous forme d'un train d'impulsions, est converti en un signal de modulation de largeur d'impulsion (MLI) par le microcontrôleur programmé sur l'Arduino. Chaque impulsion ainsi générée représente physiquement le débit mesuré par le capteur, permettant un contrôle précis et automatisé de la station de pompage.

Après la carte Arduino, un second conditionneur est utilisé, qui est un filtre passe-bas. Son rôle est de filtrer le signal de modulation de largeur d'impulsion (MLI) généré par la carte. Ce filtre convertit l'amplitude originale  $U = 5\text{ V}$  à une fréquence  $f$  de  $480\text{ Hz}$  en un signal d'amplitude variant de  $0$  à  $5\text{ V}$ . Cette conversion ajoute une composante continue au signal MLI, ce qui rend le signal exploitable par l'API.



FIGURE 1.24 – Carte Arduino UNO

Caractéristique	Valeur
Alimentation	7 à 12 V DC
Microcontrôleur	ATMega 328
Mémoire flash	32 kB
Mémoire SRAM	2 kB
Mémoire EEPROM	1 kB
Interfaces	14 broches d'E/S dont 6 PWM 6 entrées analogiques 10 bits Bus série, I2C et SPI
Intensité par E/S	40 mA
Cadencement	16 MHz

TABLE 1.15 – Caractéristiques de l'équipement

## 1.5 Schéma de raccordement de la station de pompage

Le schéma de câblage de la station de pompage S7-1200 est illustré dans la figure.

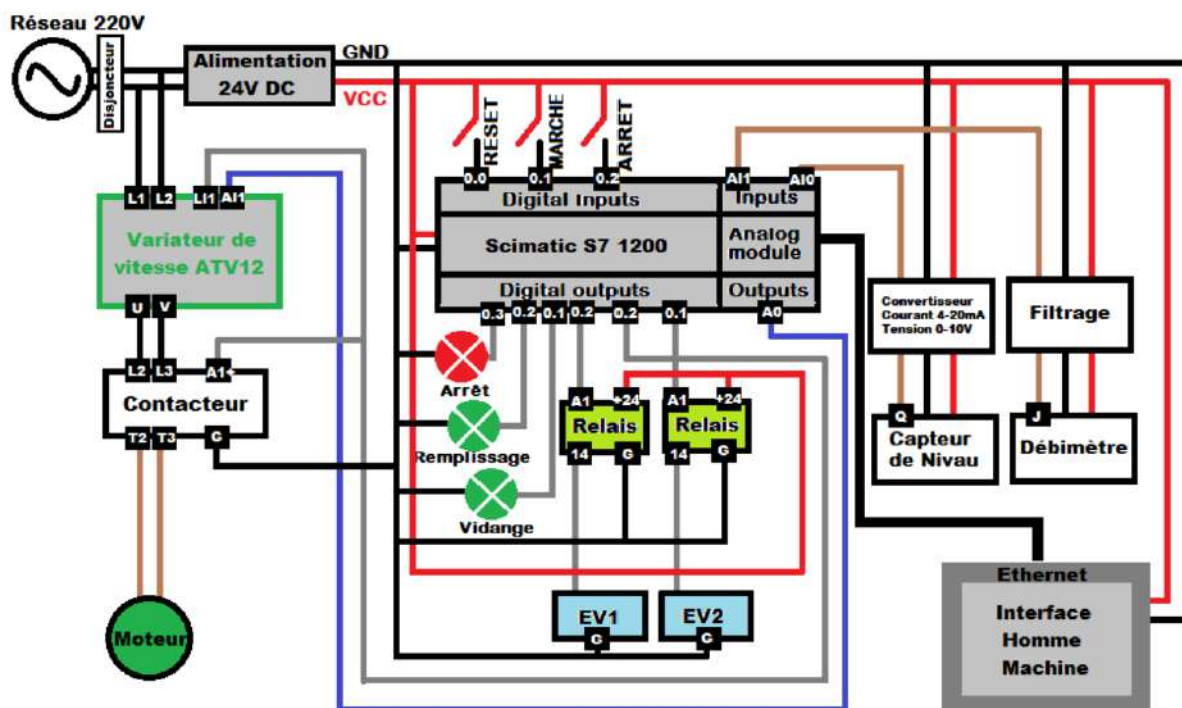


FIGURE 1.25 – schéma de raccordement de la station de pompage S7 1200 [14]

## 1.6 Représentation synoptique de la station de pompage

La représentation synoptique de la station de pompage vise à rendre la compréhension de son principe de fonctionnement facile et accessible à tous. Elle permet de visualiser l'ensemble des éléments constitutifs de la station de pompage d'une manière claire et concise.

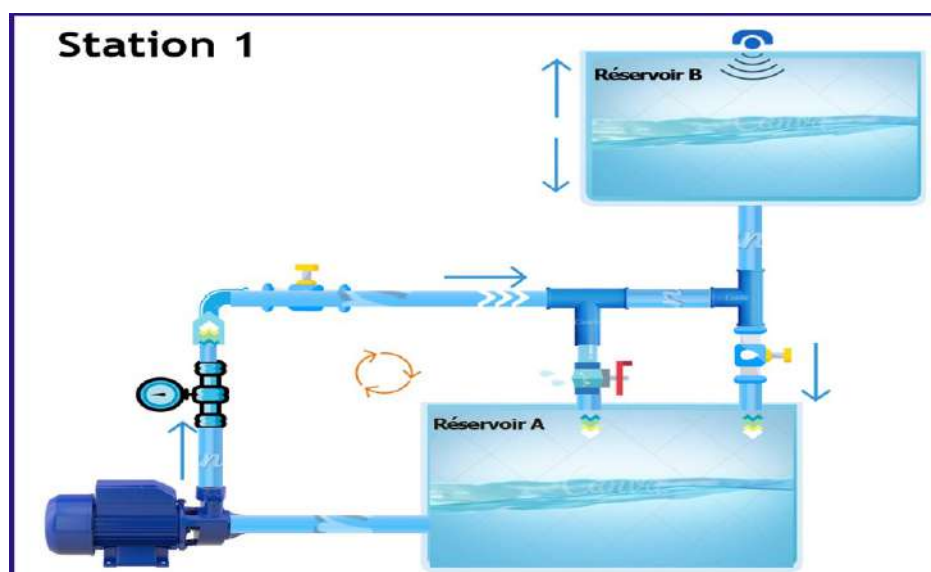


FIGURE 1.26 – Représentation synoptique de la station de pompage S7 1200 [14]

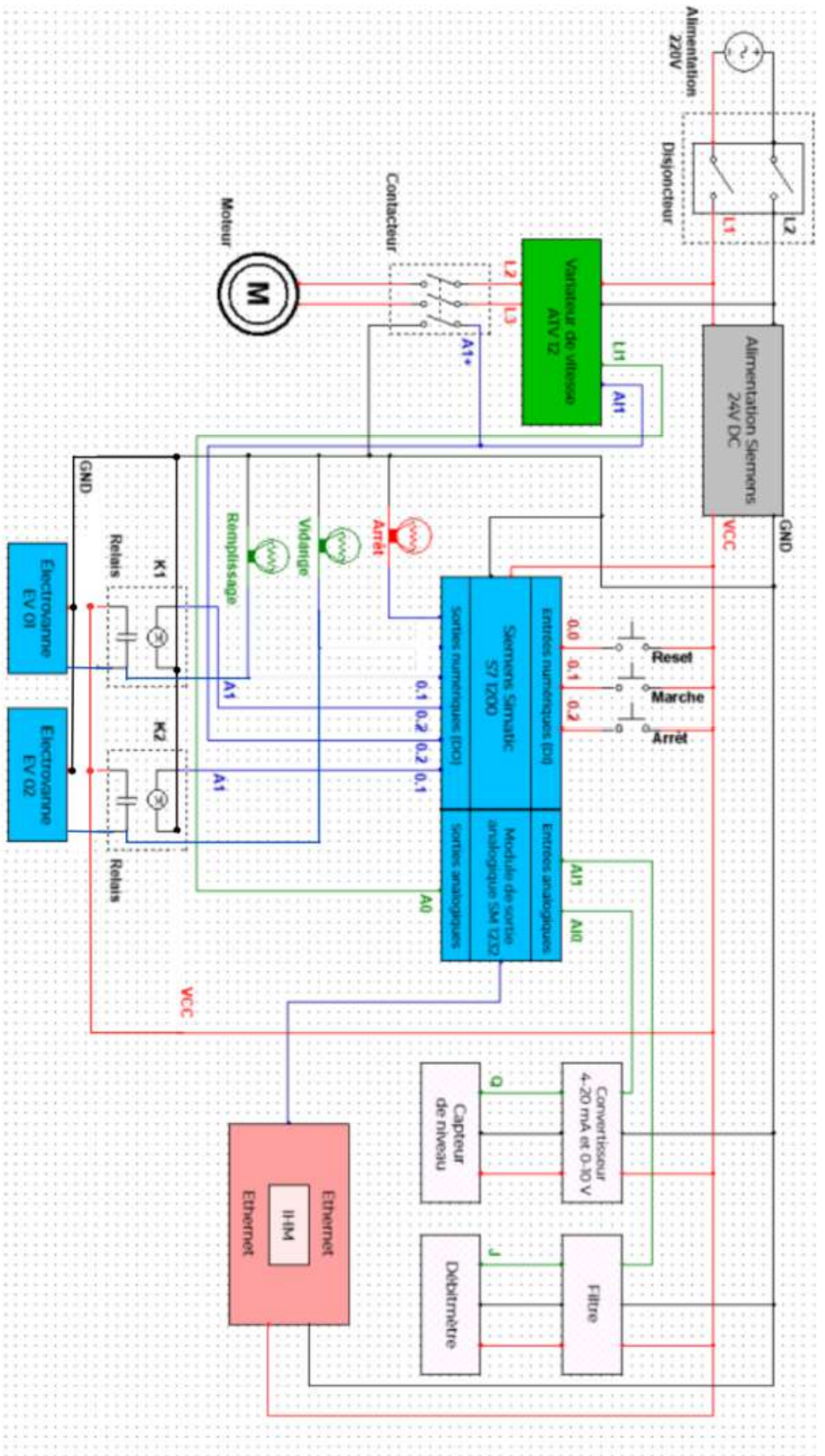


FIGURE 1.27 – Schéma électrique de la station de pompage S7 1200 [14]

# 1.7 Assemblage et câblage de la station de pompage



FIGURE 1.28 – Câblage de la station de pompage S7 1200 [4]



FIGURE 1.29 – Le Prototype de la station de pompage S7 1200 [4]

## 1.8 Énoncé des cahiers des charges et Grafjets de la station S7-1200

### 1.8.1 1<sup>ère</sup> cahier de charge[4]

Le premier cahier des charges décrit le processus de contrôle du niveau du réservoir B à l'aide d'une servocommande aux performances optimales. Ce contrôle est effectué au moyen des trois commandes résumées au chapitre 2.[4]

Le fonctionnement autonome de la station est un mode de fonctionnement en boucle fermée. En utilisant l'Interface Homme Machine pour définir le point de consigne, le système exécute les opérations suivantes :

Le mode de fonctionnement en boucle fermée de la station implique les opérations suivantes :

- **Remplissage** : Si le système est en marche et que le point de consigne sélectionné plus la valeur de tolérance (+) est supérieure au niveau h, la pompe et l'électrovanne EV1 sont activées, l'électrovanne EV2 est fermée et l'indicateur de remplissage s'allume. L'opération s'arrête lorsque le point de consigne plus la valeur de tolérance (+) descend en dessous du niveau h, puis le système retourne à l'état d'arrêt.
- **Vidange** : Si le système est en marche et que le point de consigne sélectionné plus la valeur de tolérance (-) est inférieure au niveau h, l'électrovanne EV2 s'ouvre et le voyant de vidange s'allume. L'opération s'arrête lorsque le point de consigne plus la valeur de tolérance (-) dépasse le niveau h, et le système retourne à l'état d'arrêt.
- **Arrêt d'urgence** : Lorsque le système est en marche et que le bouton d'arrêt d'urgence est enclenché, le système s'arrête immédiatement.

À partir des cahiers des charges, nous développons le GRAFCET suivant :

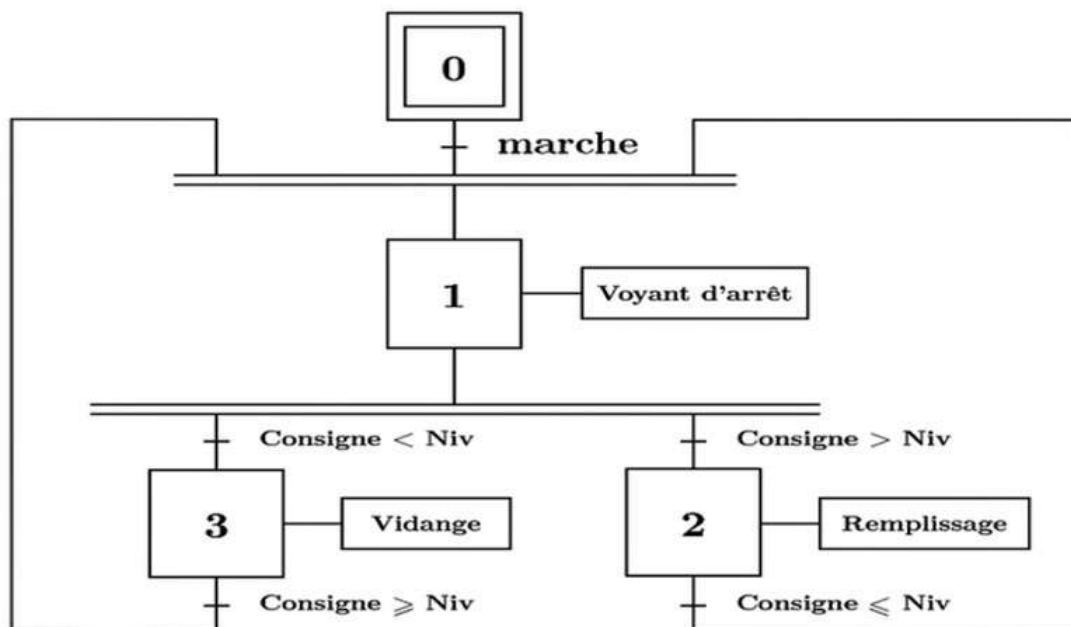


FIGURE 1.30 – Grafjet de manipulation 1 de la station de pompage S7 1200 [4]

## 1.8.2 2<sup>ème</sup> Cahier de charge : Mode de Fonctionnement Cyclique[4]

Le système utilise un mode de fonctionnement cyclique, qui comprend plusieurs étapes.

- **Première Temporisation** : Si le niveau d'eau est inférieur à 60% de sa capacité maximale lorsque le système est en marche, une temporisation d'une minute est initialisée, suivie de la phase de remplissage. Si le niveau est supérieur à 60%, le système passe directement à la deuxième temporisation.
- **Remplissage** : Si le niveau d'eau est inférieur à 60% de sa capacité maximale et que la première temporisation est terminée, la pompe et l'électrovanne EV1 sont enclenchées, l'électrovanne EV2 est fermée, et le voyant de remplissage s'allume jusqu'à ce que le niveau atteigne au moins 60%.
- **Seconde Temporisation** : Lorsque le niveau d'eau est au moins à 60% de sa capacité maximale, la seconde temporisation s'active et dure une journée (10 secondes dans le programme de simulation).
- **Comptage des Cycles** : Le comptage des cycles commence lorsque la seconde temporisation est terminée. Le cycle est répété trois fois, de la première à la seconde temporisation. Si le comptage est inférieur à 3, le cycle est répété. Le comptage se termine au quatrième cycle et la machine passe en mode de vidange.
- **Vidange** : L'étape de vidange est automatiquement activée lorsque le comptage est supérieur à 3, ce qui ouvre l'électrovanne 2 et allume le voyant de vidange. L'opération s'arrête lorsque le niveau d'eau atteint le niveau minimal, puis le système revient à son état initial et le compteur est remis à zéro.

A partir de cahier de charge, nous développons le GRAFCET suivant :

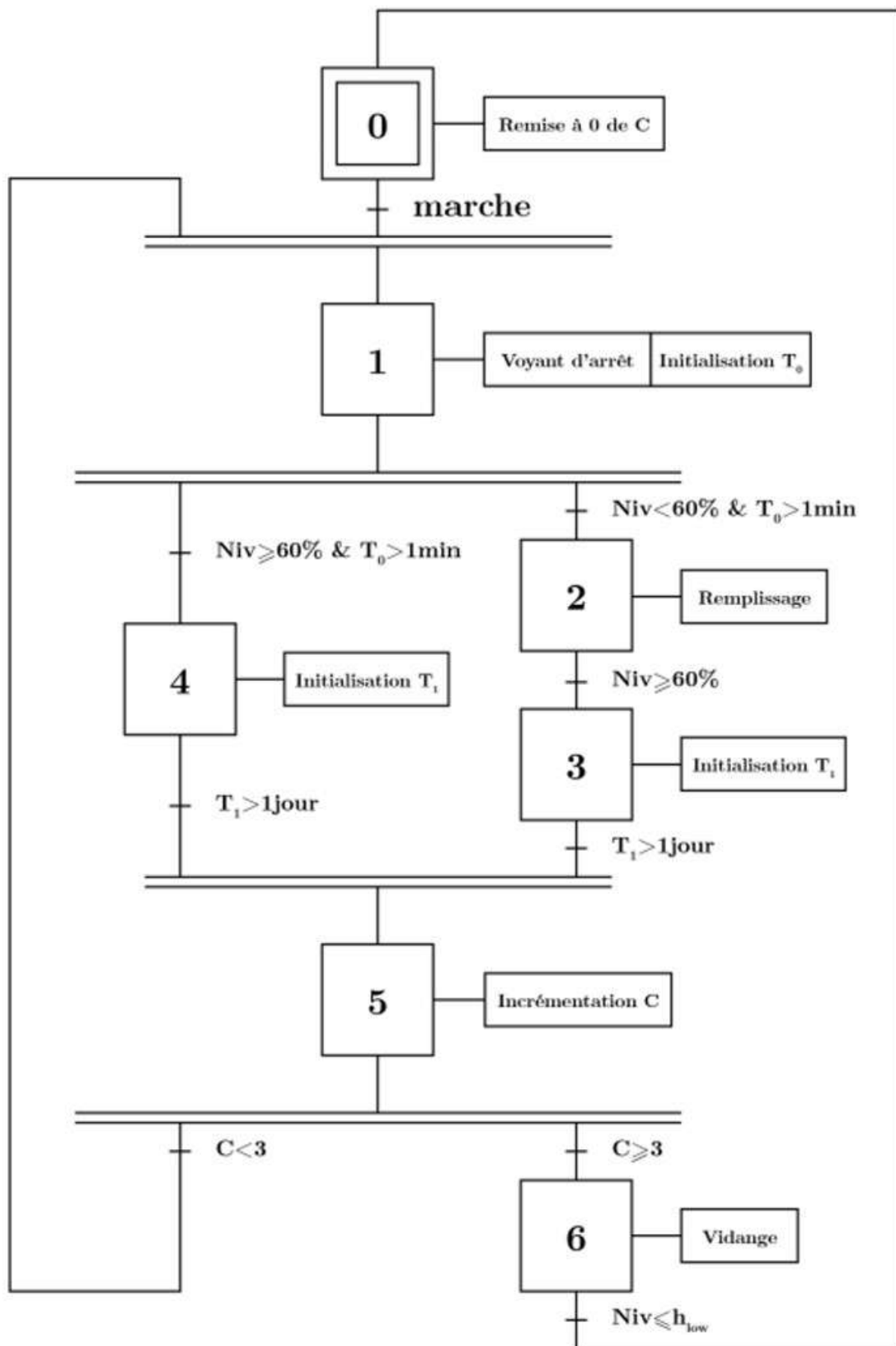


FIGURE 1.31 – Grafcet de manipulation 2 de la station de pompage S7 1200 [4]

### 1.8.3 3<sup>ème</sup> Cahier de charge

Ce cahier des charges énonce les critères et les exigences nécessaires à la réalisation d'un système de vidange cyclique. L'objectif principal est d'établir un processus automatisé efficace permettant le renouvellement périodique des fluides au sein d'un réservoir ou d'un système spécifique. Ce faisant, il assure un fonctionnement optimal et une qualité homogène du produit final.

1. **Appuyer sur le bouton marche** : Démarre le fonctionnement de la station de pompage.

2. **Première temporisation** :

- Si le niveau d'eau est inférieur à 80% de sa capacité maximale, une temporisation d'une minute est initiée, suivie de la phase de remplissage.
- Si le niveau est supérieur à 80%, le système passe directement à la phase de vidange.

3. **Remplissage** :

- Si le niveau d'eau est inférieur à 80% de sa capacité maximale et que la première temporisation est terminée :
  - La pompe et l'électrovanne EV1 sont enclenchées.
  - L'électrovanne EV2 est fermée.
  - Le voyant de remplissage s'allume jusqu'à ce que le niveau atteigne au moins 80%.

4. **Vidange** :

- Lorsque le niveau d'eau atteint au moins 80%, ce qui ouvre l'électrovanne 2 et allume le voyant de vidange.
- L'opération de vidange s'arrête lorsque le niveau d'eau est réduit de 10%.

5. **Comptage des cycles** :

nombre de cycles est défini à 4 (le "nombre de compteur"). À chaque vidange de 10%, le compteur augmente. Le comptage se termine après 4 cycles.

~~6.~~ **Seconde temporisation** :

- Lorsque le cycle de vidange est terminé, la valeur de la deuxième temporisation est définie.
- Ensuite, le système revient à son état initial, et le compteur est remis à zéro.

**N.B** Si le niveau dépasse 90%, une alarme est déclenchée et le système revient à l'état initial.  
A partir de cahier de charge, nous développons le GRAFCET suivant :



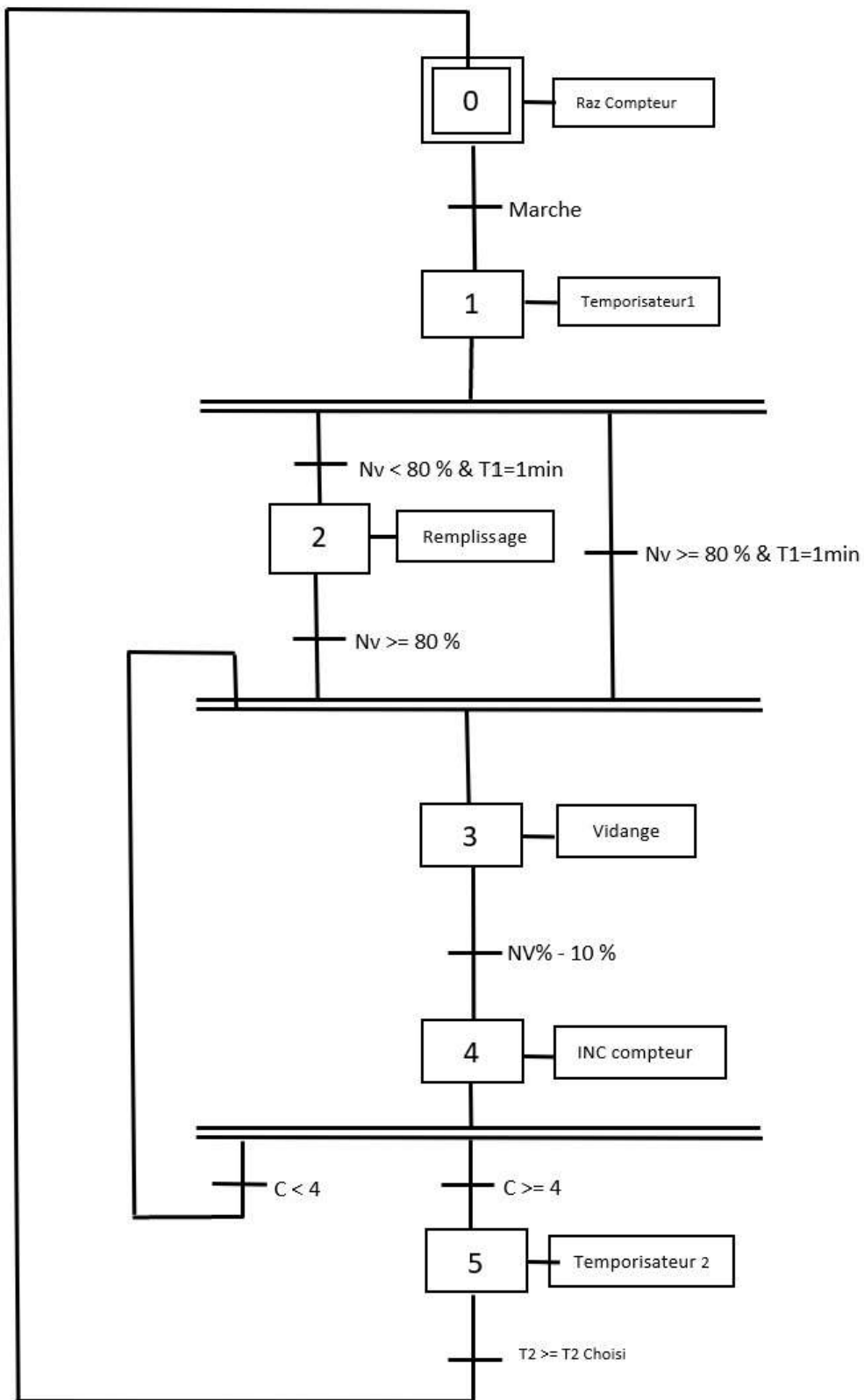


FIGURE 1.32 – Grafctet de manipulation 3 de la station de pompage S7 1200

### 1.8.4 4<sup>ème</sup> Cahier de charge

Le système de gestion automatique vise à contrôler le niveau de liquide dans une cuve (dénommée cuve B) en fonction des commandes de l'utilisateur et des conditions de niveau prédéfinies. Le processus comprend trois étapes principales : vidange 1, remplissage 1, et remplissage 2, chacune déclenchée par l'appui sur le bouton de marche.

**Vidange 1** : Si le bouton marche est activé et que le niveau de la cuve B est égal ou supérieur à 60 %, une électrovanne est ouverte jusqu'à ce que le niveau soit inférieur à 60 %.

**Remplissage 1** : Si le bouton marche est activé et que le niveau de la cuve B est inférieur à 40 %, une pompe est activée pour remplir la cuve B jusqu'à ce que le niveau atteigne 40 %.

**Étape intermédiaire** : Si le bouton marche est activé et que le niveau de la cuve B est compris entre 40 % et 60 %, le système passe à l'étape suivante. **Remplissage 2** : Si l'une des conditions suivantes est remplie :

- Niveau inférieur à 40 % après le remplissage 1.
- Niveau supérieur à 60 % après le remplissage 2.

Alors, une nouvelle opération de remplissage est lancée jusqu'à ce que le niveau atteigne 60 %.

**Vidange 2** : Si le niveau de la cuve B dépasse 40 % après le remplissage 2 :

- Une électrovanne et un temporisateur sont activés.
- Si le temporisateur dépasse 10 minute, le système revient à l'état initial.
- Sinon, si le niveau passe en dessous de 40 % et que le temporisateur dépasse 10 minute, une deuxième opération de remplissage est déclenchée.

A partir de cahier de charge, nous développons le GRAFCET suivant :

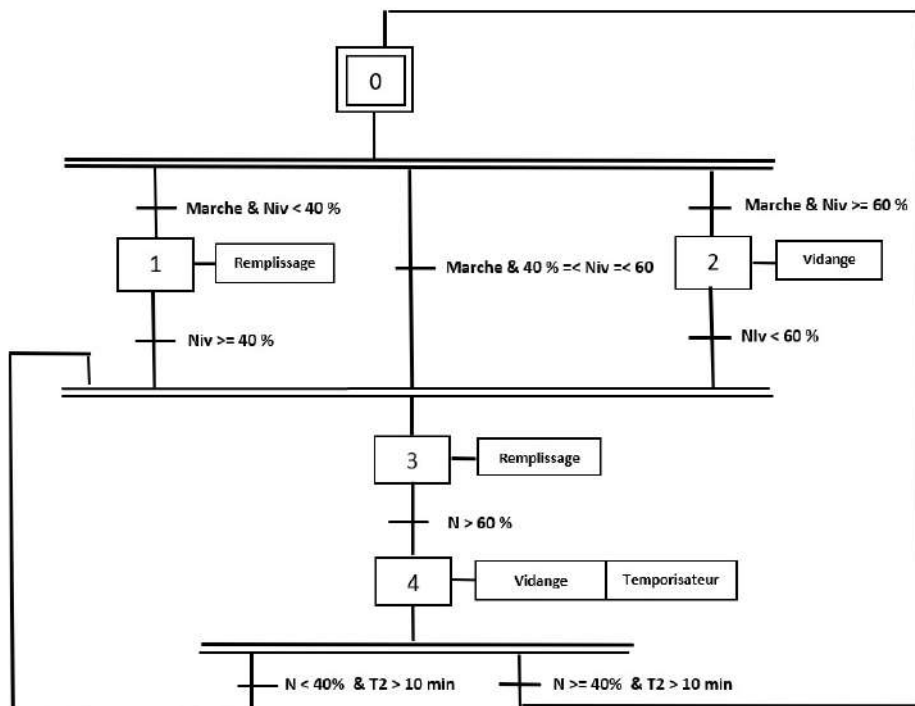


FIGURE 1.33 – Grafcet de manipulation 4 de la station de pompage S7 1200

## **Conclusion**

En conclusion, ce chapitre a fourni une présentation détaillée de la maquette de station de pompage, en couvrant ses équipements, son schéma de raccordement et son schéma synoptique. De plus, il a exploré quatre cahiers des charges distincts, décrivant les exigences spécifiques pour la conception et le fonctionnement de la maquette. Les graphiques correspondants à chaque cahier des charges ont été présentés, offrant une compréhension approfondie de leur mise en œuvre.

# Chapitre 2

## Description de la maquette de zelio

### Introduction

Ce chapitre décrit en détail la station de pompage intégrant un automate Zelio. Nous aborderons les composants principaux de cette station, leur raccordement et leur câblage, ainsi que le schéma synoptique pour faciliter la réalisation de la station de pompage. En fin de chapitre, nous présenterons le cahier des charges correspondant.

### 2.1 Description du prototype de la station de pompage

Cette station de pompage est un dispositif didactique conçu pour permettre aux étudiants d'apprendre les techniques de commande et de supervision en utilisant des automates programmables Schneider Zelio Logic. Cette maquette flexible offre la possibilité de réaliser différentes configurations sans modifications physiques, reproduisant ainsi les conditions réelles rencontrées dans l'industrie, telles que la communication automate-IHM (Interface Homme-Machine) et automate-automate.

section Les Équipements de la maquette Zelio

#### 2.1.1 Les Équipements de l'installation :

Équipement	Description
Support métallique	Le prototype repose sur un support métallique mesurant 1,5 mètre sur 1 mètre, avec une hauteur de 1,5 mètre.
Réservoir	Mesurant 50 cm sur 20 cm avec une hauteur de 20 cm, le réservoir est utilisé pour l'eau et fait partie intégrante du procédé.
Cuve A	La cuve mesure 15 cm de côté et a une hauteur de 30 cm.
Cuve B	La cuve mesure 15 cm de côté et a une hauteur de 25 cm.
Robinets	Deux robinets d'arrêt à opercule DN40 sont installés pour assurer la flexibilité du prototype
Éléments de tuyauteries	En polyéthylène haute densité (PEHD), avec un diamètre de DN40.

TABLE 2.1 – Équipements de l'installation de la station de pompage Zelio

## 2.1.2 Les Équipements Électriques

Équipement	Nom de l'Équipement	Description
	Automate LOGO !	Automate LOGO!(si utilise dans pfe logo sinon on supprime) (0BA8) Siemens pour réaliser les exigences détaillées spécifiées dans les cahiers des charges, tout en assurant le contrôle et la gestion efficaces de la station.
	Automate Zelio	Automate Zelio de Schneider Electric (SR2 B201BD), pour réaliser les exigences détaillées spécifiées dans les cahiers des charges, tout en assurant le contrôle et la gestion efficaces de la station.
	Afficheur TDE	C'est un afficheur LCD de la famille Siemens, conçu pour afficher des informations provenant de l'Automate LOGO !, telles que des messages de sécurité, des alertes de maintenance, et des informations sur la station.
	Relais électromécaniques	Ils offrent une isolation, une amplification de courant et une commutation de circuits, tout en assurant une protection contre les surcharges.
	Relais de Niveau	Quatre relais JYB-714C alimentés en 220V, jouent un rôle crucial dans la surveillance et le contrôle du niveau de liquide.
	Alimentation Redressée Stabilisée	Elle convertit et stabilise la tension électrique pour fournir une alimentation continue et fiable aux équipements électroniques, tout en les protégeant contre les fluctuations de tension et les surcharges électriques.
	Démarrateur Progressif	ATS01N03FT Schneider, assure un démarrage en douceur et contrôlé des moteurs électriques à courant alternatif, tout en réduisant les surcharges électriques et mécaniques, et en protégeant le moteur et les équipements connectés contre les dommages.
	Capteurs Ultrasons	Deux capteurs ultrason HC-05 sont utilisés pour la mesure du niveau.
	Circuit convertisseur	Deux circuits qui reçoivent un signal PWM de la carte Arduino et délivrent un signal analogique vers les automates.

TABLE 2.2 – Équipements Électriques de la station de pompage Zelio

Nous utilisons également Arduino et des disjoncteurs dans notre projet, avec leurs descriptions trouvées dans le Chapitre 1 de la description de la maquette S7-1200.

## 2.1.3 Les Actionneur

Les actionneurs de la station Zelio comprennent la pompe et les électrovannes, identiques à celles utilisées dans la maquette S7-1200, dont les descriptions peuvent être trouvées dans le chapitre 1. De plus, un agitateur est également présent, un dispositif alimenté en 220V utilisé pour créer un mouvement dans le liquide afin d'homogénéiser la solution.

## 2.2 Schéma de Raccordement[15]

Le schéma de câblage de la station de pompage Zelio est illustré dans la figure.

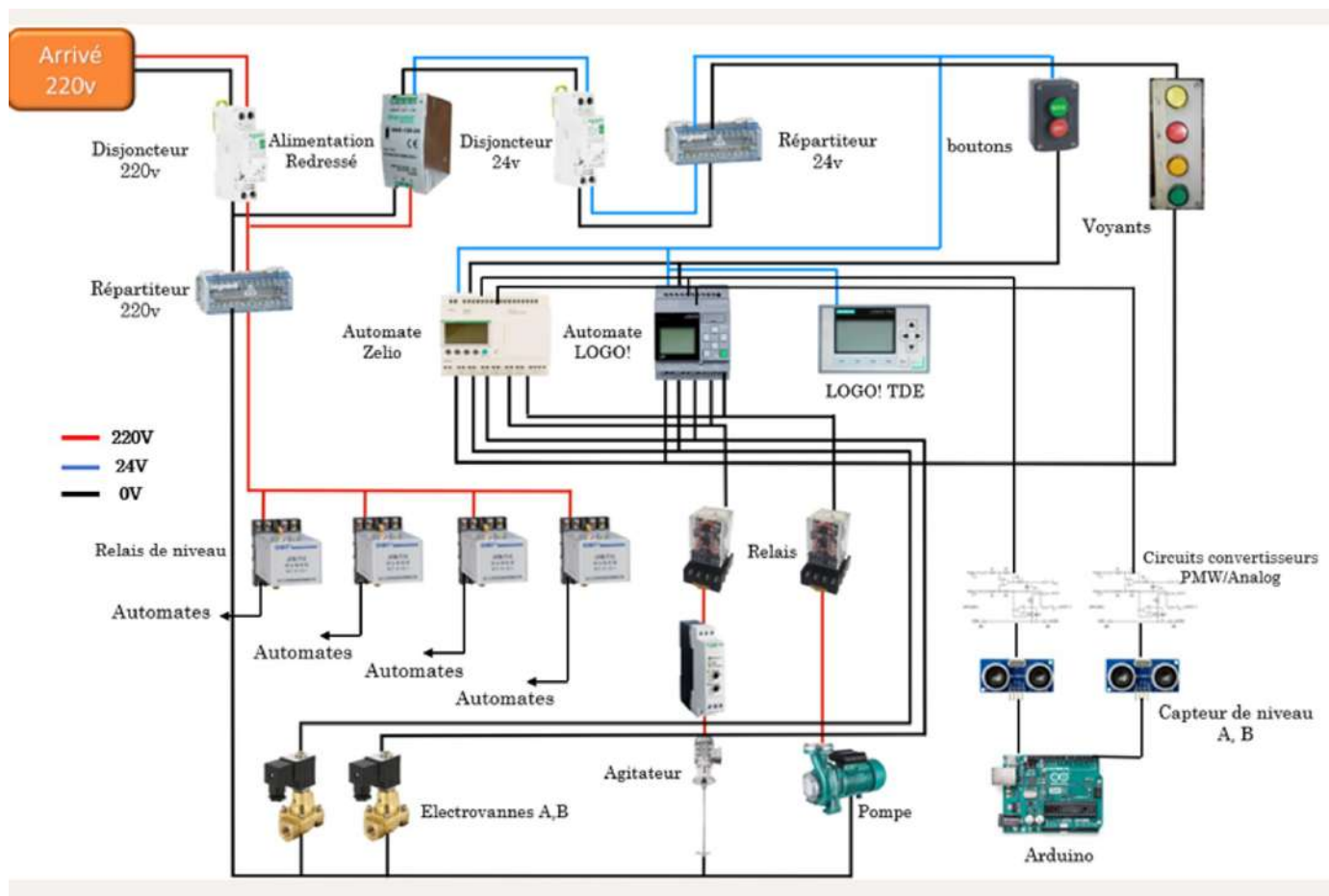


FIGURE 2.1 – Schéma Raccordement de la station de pompage Zelio [15]

## 2.3 Représentation synoptique de la station de pompage Zelio[15]

La représentation synoptique de la station de pompage vise à rendre la compréhension de son principe de fonctionnement facile et accessible à tous. Elle permet de visualiser l'ensemble des éléments constitutifs de la station de pompage d'une manière claire et concise.

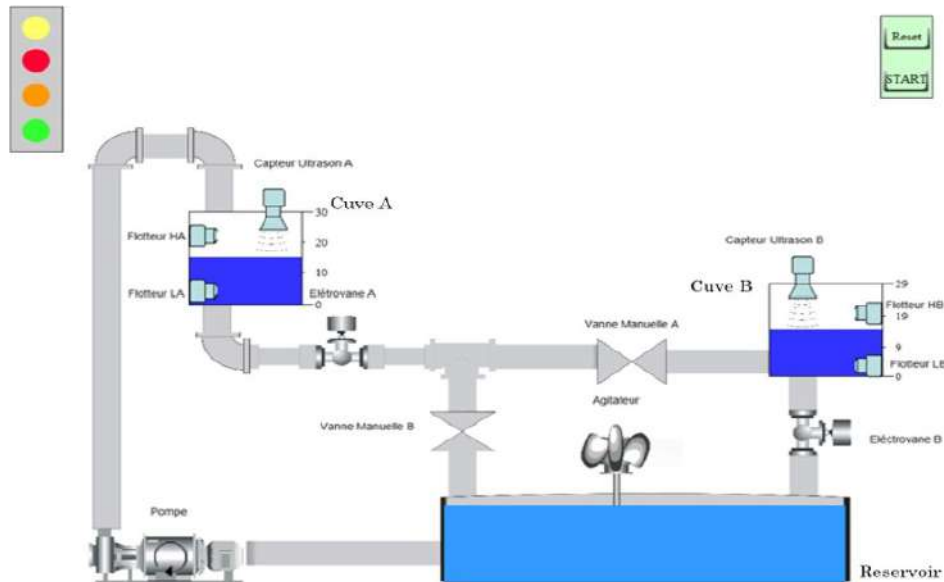


FIGURE 2.2 – Représentation synoptique de la station de pompage Zelio[15]

## 2.4 Énoncé des cahiers des charges

### 2.4.1 Grafcet

Le Grafcet est une représentation graphique utilisée en automatisation industrielle pour modéliser le fonctionnement séquentiel d'un système. Il se compose d'étapes reliées par des transitions, décrivant ainsi les états et les conditions de passage d'un état à un autre. C'est un outil puissant pour concevoir, analyser et documenter les processus automatisés.

### 2.4.2 Cahier de Charges

Les documents de spécifications détaillent le fonctionnement prévu de la station de pompage. Les opérations sont exécutées par le système conformément aux conditions définies par l'utilisateur et programmées dans l'Automate Programmable PLC. La surveillance et le contrôle de ces opérations sont ensuite réalisés à partir de l'Interface Homme-Machine (IHM), également appelée Interface Opérateur ou Interface Utilisateur.

### 2.4.3 1<sup>ère</sup> Cahier de charge [15] :

Lorsque la station est à l'arrêt, en appuyant sur le bouton "marche" on aura quatre scénarios possibles :

- Si le niveau haut de la cuve A n'est pas atteint, la pompe démarre pour ramener l'eau à la cuve A jusqu'à ce que le niveau haut de la cuve A "Ha" soit atteint.
- Si le niveau haut de la cuve B n'est pas atteint, l'électrovanne EVA s'ouvre pour déverser l'eau de la cuve A dans la cuve B jusqu'à ce que le niveau haut de la cuve B "Hb" soit atteint.
- Si les niveaux Ha et Hb ne sont pas atteints, l'électrovanne EVA s'ouvre et la pompe démarre pour ramener l'eau aux deux cuves. Lorsque le niveau haut de la cuve B est atteint, l'électrovanne EVA se ferme et la pompe reste toujours fonctionnelle pour ramener l'eau à la cuve A jusqu'à ce que le niveau haut de la cuve A soit atteint.
- Si les deux niveaux sont atteints, l'électrovanne EVB s'ouvre pour déverser l'eau de la cuve B dans le réservoir. Une fois la cuve B vide, l'agitateur démarre pour une durée de 10 secondes. Ce cycle se répète 3 fois avant que le processus ne s'arrête.

**NB :**

- Il est à noter qu'avant de démarrer le processus, la vanne manuelle A doit être ouverte et la vanne manuelle B doit être fermée.
- Si le niveau d'eau de la cuve A est supérieur à 28 cm et/ou le niveau d'eau de la cuve B est supérieur à 23 cm, le système reviendra automatiquement à son état initial.

A partir de cahier de charge, nous développons le GRAFCET suivant :

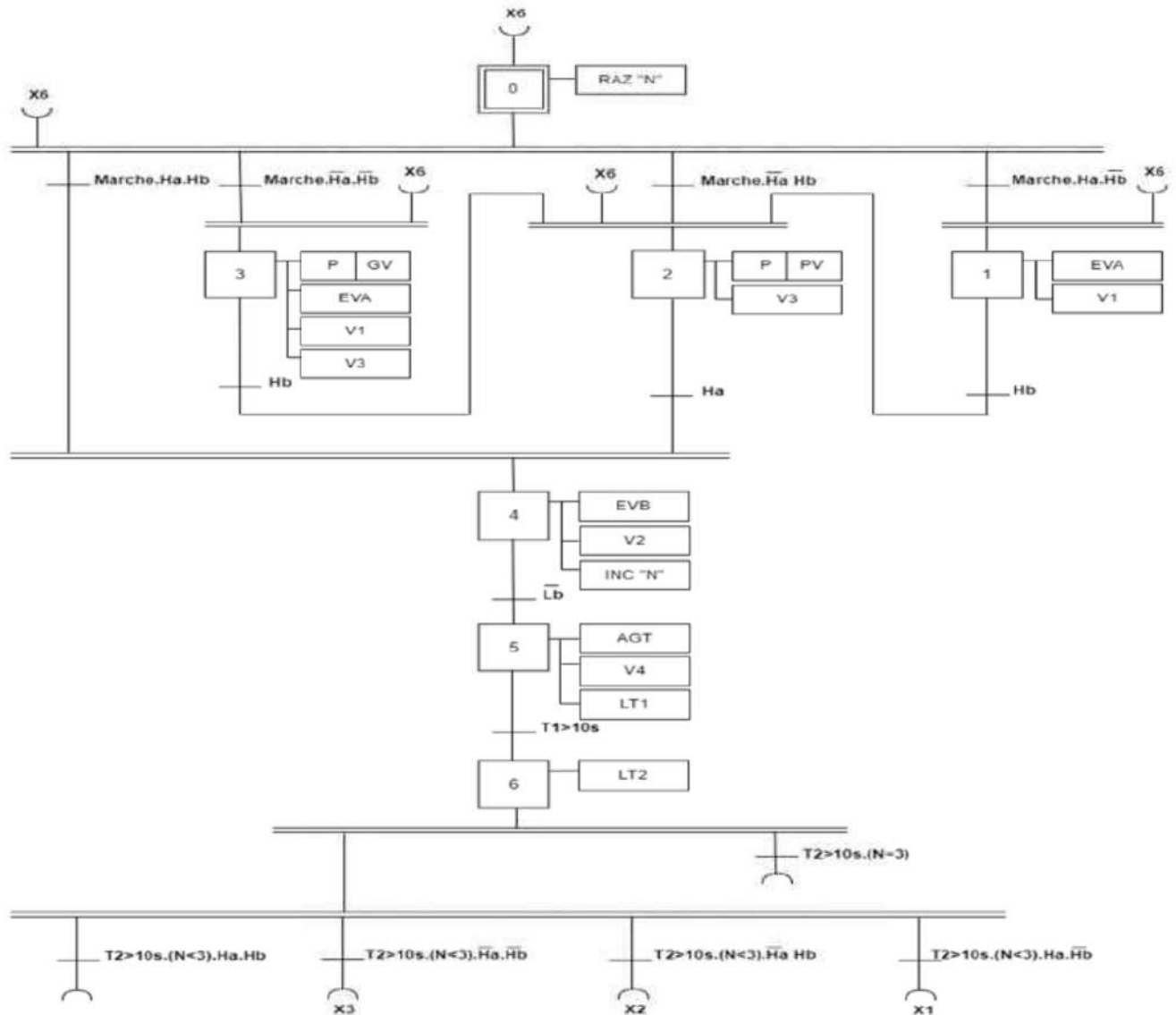


FIGURE 2.3 – Grafcet de manipulation 1 de la station de pompage Zelio [15]

### 2.4.4 2<sup>ème</sup> Cahier de charge :

Ce Cahier de charges définit les spécifications pour un système de vidange cyclique pour la cuve A. Le système permet de contrôler le remplissage et la vidange de la cuve à l'aide de capteurs de niveau et d'électrovannes. Le processus est automatisé et suit des étapes précises pour assurer le bon fonctionnement du système.

#### Démarrage

- Appuyer sur le bouton **marche** pour démarrer la station de pompage.



### Remplissage 1

- Si le niveau **D1** est inférieur à 20 cm, une pompe remplit la cuve jusqu'à ce que le niveau **D1** soit supérieur ou égal à 20 cm.

### Remplissage 2

- Si le niveau **D2** est inférieur à 10 cm, l'électrovanne **EVA** s'ouvre pour remplir la cuve jusqu'à ce que le niveau **D2** soit supérieur ou égal à 10 cm.

### Vidange cyclique

- Lorsque le niveau **D1** atteint 20 cm et le niveau **D2** atteint 10 cm, l'électrovanne **EVA** s'ouvre pour démarrer la vidange.
- La vidange se poursuit jusqu'à ce que le niveau diminue de 3 cm.

### Vidange 2

- À chaque cycle, lorsque le niveau **D2** est supérieur à 10 cm, l'électrovanne **EVB** s'ouvre jusqu'à ce que le niveau **D2** atteigne 10 cm.

### Temporisation

- active agitateur pendant **10 secondes** est utilisé pour chaque cycle.

### Cycles de vidange

- Le système effectue **5 cycles de vidange**, en augmentant le compteur à chaque cycle.
- Une fois les **5 cycles** terminés, le système se réinitialise.

A partir de cahier de charge, nous développons le GRAFCET suivant :

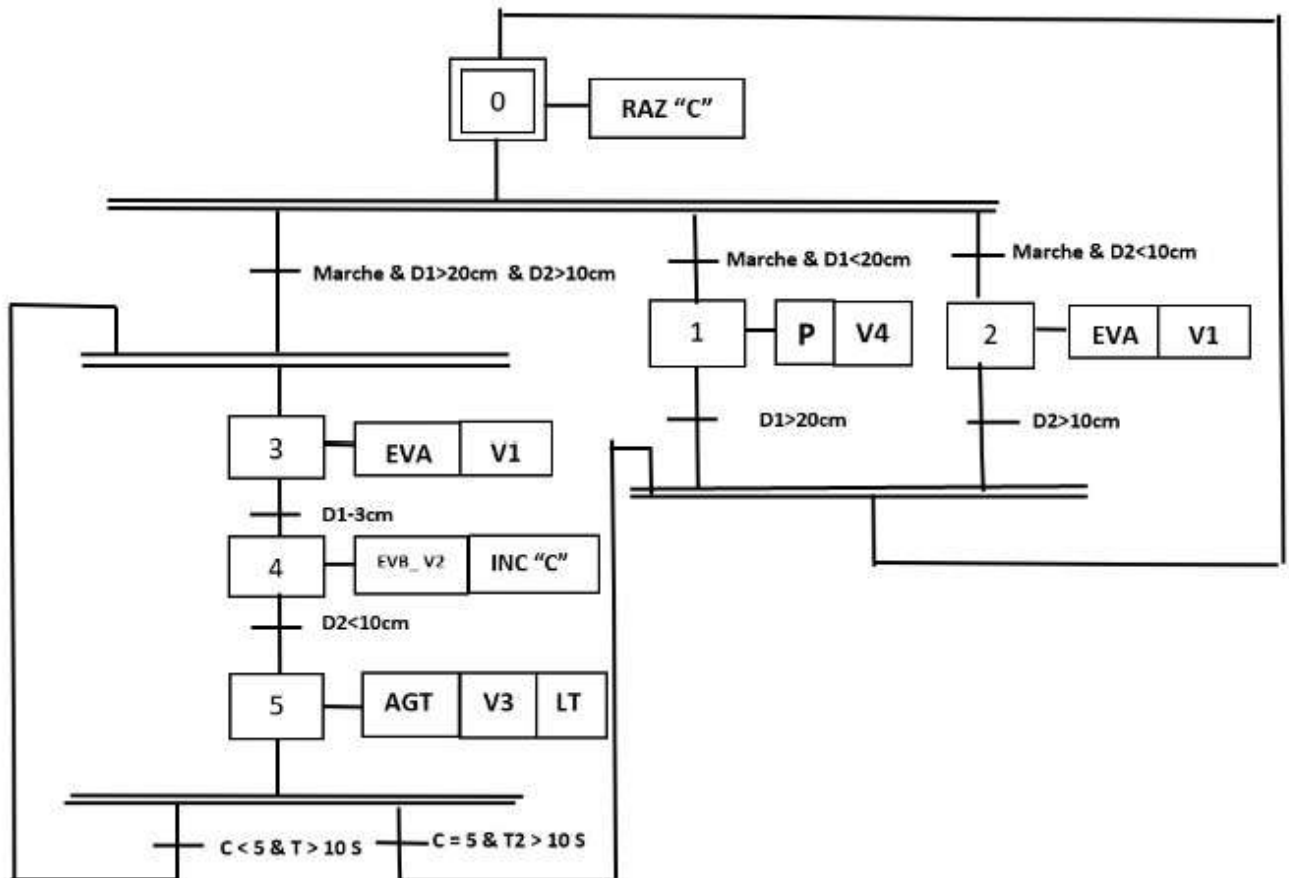


FIGURE 2.4 – Grafset de manipulation 2 de la station de pompage Zelio

## 2.5 Conclusion

En conclusion, ce chapitre a fourni une compréhension approfondie de la conception et de l'implémentation d'une station de pompage avec automate Zelio. En explorant les composants clés, leur interconnexion et le schéma synoptique, nous avons établi les fondations nécessaires à la réalisation d'un système efficace et bien intégré. Le cahier des charges présenté garantit une orientation précise pour atteindre les objectifs fonctionnels et opérationnels du projet, assurant ainsi une gestion optimisée et fiable du processus de pompage.

# Chapitre 3

## Supervision par Easy Builder pro

### 3.1 Introduction

Dans le domaine de l'automatisation des stations de pompage, la gestion efficace des interfaces homme-machine (IHM) joue un rôle crucial. Easy Builder se distingue comme une plateforme conviviale permettant de concevoir et de superviser ces IHM, facilitant ainsi le contrôle précis et la surveillance des systèmes automatisés. Ce chapitre explore pas à pas l'utilisation d'Easy Builder pour la création et la gestion de deux stations de pompage, en mettant l'accent sur la configuration des projets, l'ajout d'objets dans les vues, la gestion des alarmes, l'acquisition des données, la gestion des utilisateurs et la mise en place de recettes.

### 3.2 Easy builder pro

EasyBuilder Pro, développé par Weintek, est une plateforme logicielle destinée à la programmation des dispositifs IHM (Interface Homme-Machine) Weintek. Avec une interface utilisateur conviviale, il prend en charge plus de 300 pilotes de communication, permettant la connexion à une gamme variée d'appareils tels que les automates programmables.

Les fonctionnalités avancées de la plateforme incluent l'importation automatique des balises PLC, facilitant ainsi la configuration et la programmation des interfaces IHM. La simulation hors ligne/en ligne permet de vérifier le bon fonctionnement de l'application avant le déploiement, tandis que le cMT Diagnostoser aide à diagnostiquer et à résoudre les problèmes de communication entre les appareils et les interfaces IHM.



FIGURE 3.1 – Logiciel Easy builder pro

### 3.3 Barre d'outils dans EasyBuilder Pro

La barre d'outils d'Easy Builder Pro est divisée en plusieurs sections, chacune offrant un ensemble spécifique de fonctionnalités pour faciliter la commande et la supervision des automates . Voici un aperçu des principales composantes de la barre d'outils :

1. **Édition** : Cet outil est essentiel pour personnaliser et ajuster les objets sur votre interface. Il vous permet de modifier facilement la taille, la position et l'apparence des éléments, assurant ainsi une disposition précise et esthétique.



FIGURE 3.2 – Barre édition

2. **Projet** : Ce groupe d'outils offre une suite de fonctionnalités pour gérer votre projet dans son ensemble. De la compilation du projet à sa simulation pour vérifier son fonctionnement, en passant par le transfert du programme vers l'IHM pour une exécution en temps réel, ces outils vous permettent de superviser et de contrôler toutes les étapes du processus de développement.

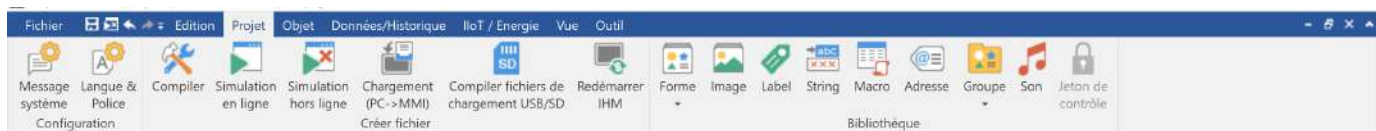


FIGURE 3.3 – Barre Projet

3. **Objet** : Avec ces outils, vous pouvez créer et configurer une grande variété d'éléments interactifs pour votre IHM, tels que des boutons, des voyants, des curseurs et des affichages numériques. Cette fonctionnalité vous permet de concevoir une interface conviviale et intuitive pour les utilisateurs.



FIGURE 3.4 – Barre Projet

4. **Données/Historique** : Cette série d'outils est spécialement conçue pour la gestion des données. Vous pouvez définir des alarmes pour surveiller les conditions critiques, effectuer l'acquisition de données en temps réel et afficher l'historique des données pour une analyse approfondie des performances du système.



FIGURE 3.5 – Barre Données/Historique

5. **IloT/Énergie** : Ces outils sont dédiés à la configuration des aspects réseau et alimentation de votre IHM physique. Vous pouvez facilement paramétrer les connexions réseau pour assurer une communication fluide avec d'autres équipements, ainsi que gérer l'alimentation électrique pour garantir un fonctionnement stable et fiable de l'IHM.



FIGURE 3.6 – Barre IloT/Énergie

6. **Vue** : L'ensemble d'outils Vue vous permet d'ajuster les paramètres d'affichage de votre projet IHM. Vous pouvez personnaliser l'apparence visuelle en réglant la transparence des objets, en activant ou désactivant la grille pour un alignement précis, et en ajustant d'autres paramètres visuels selon vos préférences.

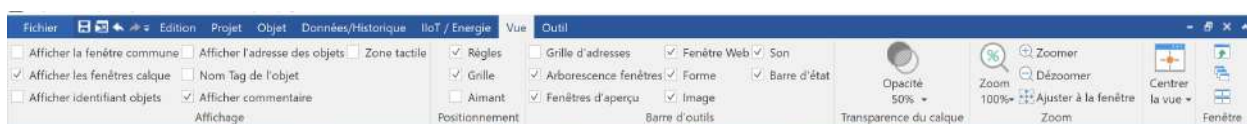


FIGURE 3.7 – Barre Vue

### 3.4 Avantage Easy Builder Pro

1. **Interface conviviale** : EasyBuilder Pro propose une interface utilisateur conviviale et intuitive, ce qui facilite la programmation des interfaces IHM même pour les utilisateurs novices.
2. **Large compatibilité** : Avec plus de 300 pilotes de communication pris en charge, EasyBuilder Pro peut se connecter à une variété d'appareils industriels, tels que les automates programmables, les servomoteurs, les variateurs de fréquence, etc.
3. **Fonctionnalités avancées** : La plateforme offre des fonctionnalités avancées telles que l'importation automatique des balises PLC, la simulation hors ligne/en ligne, le cMT Diagnostiquer, le déclenchement d'actions séquentielles et les mises à niveau IHM sans redessiner les écrans.
4. **Simplification du processus d'intégration** : EasyBuilder Pro simplifie le processus d'intégration des appareils industriels, facilitant ainsi la mise en œuvre de projets complexes.
5. **Gain de temps** : En permettant la simulation hors ligne/en ligne et en offrant des outils pour la gestion efficace des projets, EasyBuilder Pro permet aux utilisateurs de gagner du temps dans le développement et le déploiement des interfaces IHM.
6. **Flexibilité** : La plateforme offre une grande flexibilité dans la gestion des processus industriels grâce à des fonctionnalités telles que le déclenchement d'actions séquentielles, permettant ainsi aux utilisateurs de créer des applications sur mesure selon leurs besoins spécifiques.

## 3.5 Création d'un Nouveau Projet

1. Lancez EasyBuilder Pro, cliquez sur **Fichier** et sélectionnez Nouveau.
2. Choisissez un modèle et cochez la case appropriée.
3. Cliquez sur le bouton **OK**.

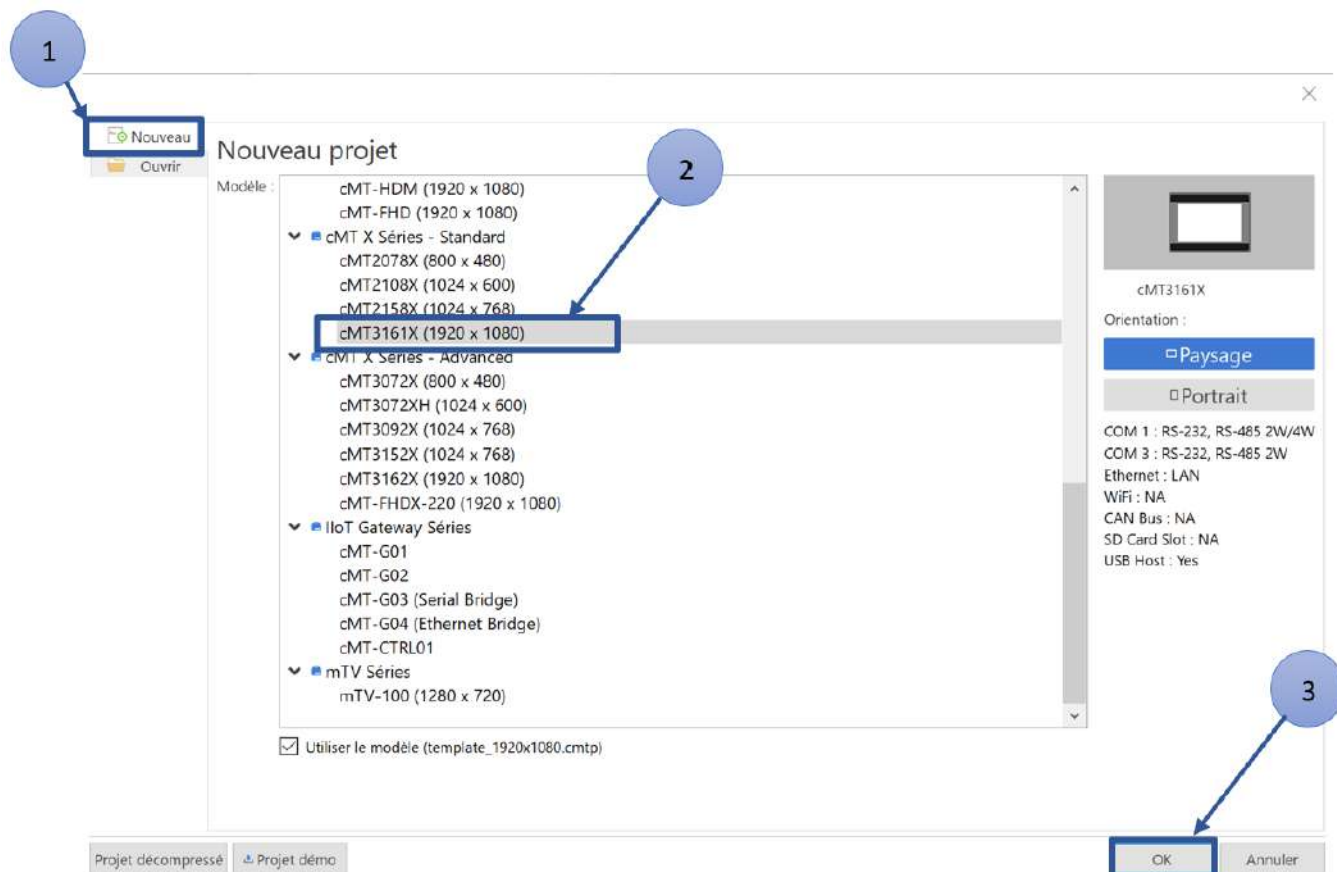


FIGURE 3.8 – Création d'un Nouveau projet

## 3.6 Configuration Matérielle

Après avoir choisi le modèle de HMI, suivez ces étapes pour terminer la création du nouveau projet :

1. Ajoutez un nouveau périphérique en cliquant sur **”Nouveau périphérique/serveur”**.
2. Choisissez le matériel du périphérique à utiliser.
3. Sélectionnez le type de périphérique.
4. Spécifiez les détails de configuration, tels que les paramètres de communication pour le type de périphérique utilisé.

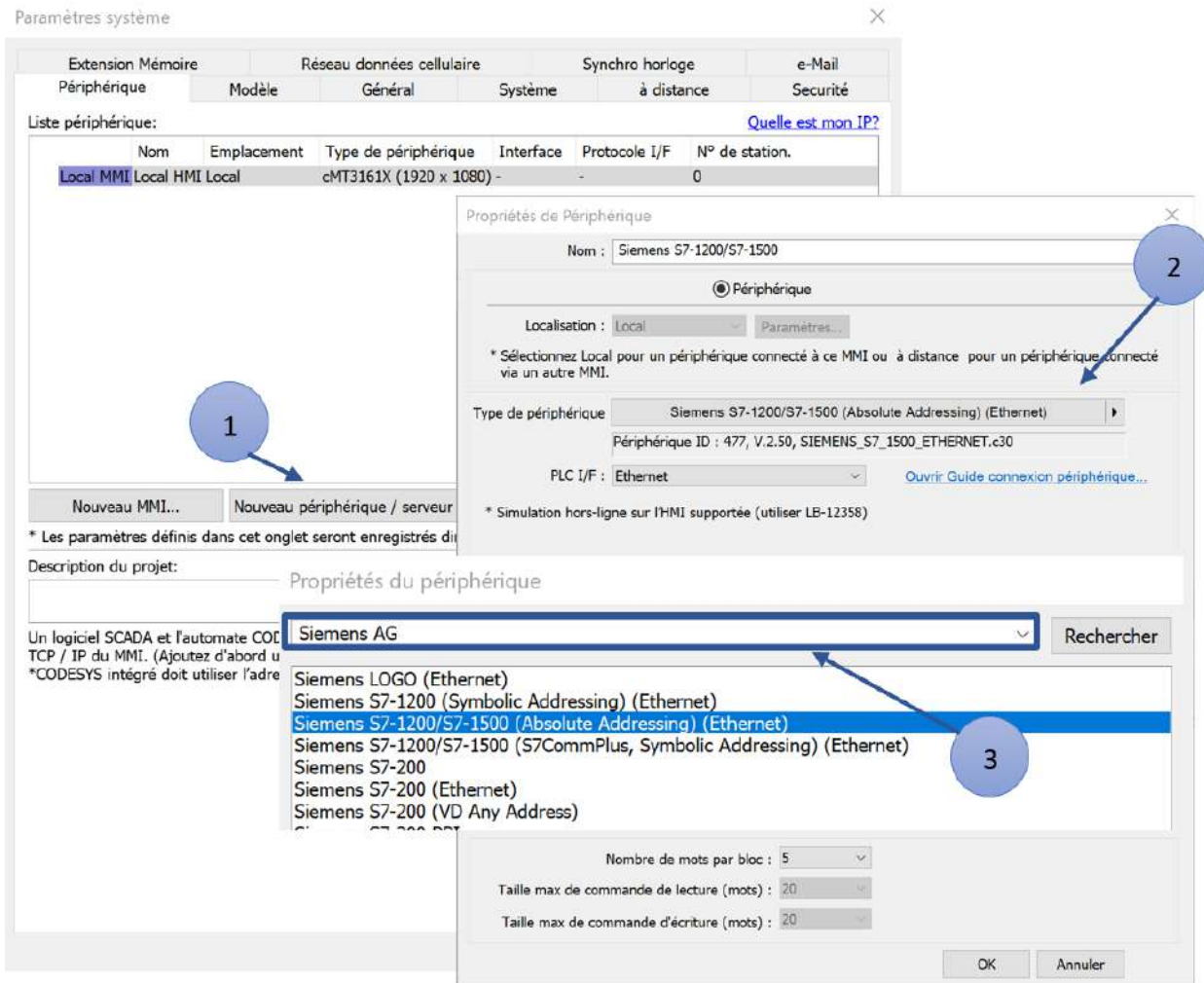


FIGURE 3.9 – Configuration matérielle Easy Builder pro

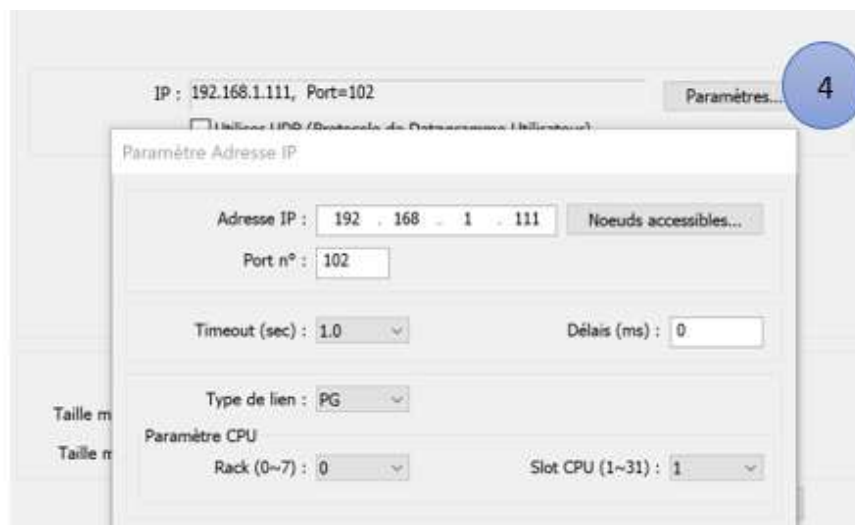


FIGURE 3.10 – Configuration adresse IP Easy builder pro

## 3.7 Ajouter Un Objet

### 3.7.1 Bouton / Interrupteur

#### Ajouter une Action sur un Mot

Pour effectuer une action sur un mot dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet”** > **”Action sur Mot”** et placez-le sur votre écran de conception.
2. Configurer l’Action sur Mot :
  - Double-cliquez sur l’objet d’action sur mot pour accéder à sa fenêtre de configuration.
  - Dans cette fenêtre, vous devriez pouvoir spécifier l’adresse du mot sur lequel vous souhaitez effectuer l’action (par exemple, D10).
  - Vous pouvez également définir le type d’action à effectuer sur le mot (par exemple, ajout d’une valeur, soustraction, etc.).
  - Configurez d’autres propriétés selon vos besoins, comme les valeurs à ajouter ou soustraire.

#### Ajouter un Objet Interrupteur

Pour ajouter un interrupteur dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet”** > **”Interrupteur”** et placez-le sur votre écran de conception.
2. **Configurer l’Interrupteur :**
  - Double-cliquez sur l’interrupteur pour accéder à sa fenêtre de configuration.
  - Dans cette fenêtre, vous pouvez spécifier l’adresse du bit auquel l’interrupteur sera associé (par exemple, M0).
  - Définissez d’autres propriétés selon vos besoins, comme le nom de l’interrupteur, la taille, etc.

#### Ajouter une Touche Fonction

Pour ajouter une touche fonction dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet”** > **”Touche Fonction”** et placez-la sur votre écran de conception.
2. Configurer la Touche Fonction :
  - Double-cliquez sur la touche fonction pour accéder à sa fenêtre de configuration.
  - Vous pouvez spécifier l’action à effectuer lorsqu’on appuie sur la touche (par exemple, déclencher une fonction ou une action spécifique).
  - Définissez d’autres propriétés selon vos besoins, comme le libellé de la touche, l’apparence, etc.

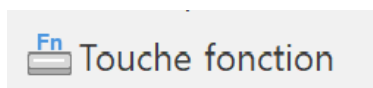


FIGURE 3.11 – Touche fonction



## Ajouter un Curseur

Pour ajouter un curseur dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet”** > **”Curseur”** et placez-le sur votre écran de conception.
2. **Configurer le Curseur :**
  - Double-cliquez sur le curseur pour accéder à sa fenêtre de configuration.
  - Vous pouvez spécifier les propriétés du curseur, telles que :
    - La plage de valeurs qu’il peut couvrir.
    - Son aspect visuel, incluant la couleur, l’épaisseur et le style.
    - Les actions associées à sa modification de position.
    - Les étiquettes ou libellés pour indiquer les valeurs correspondantes.
    - L’orientation du curseur, horizontal ou vertical.

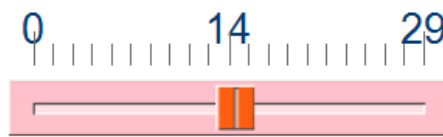


FIGURE 3.12 – Curseur

## 3.7.2 Les Entrées

### Ajouter une Entrée Numérique

Pour ajouter une entrée numérique dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet”** > **”Entrée Numérique”** et placez-la sur votre écran de conception.
2. Configurer l’Entrée Numérique :
  - Double-cliquez sur l’entrée numérique pour accéder à sa fenêtre de configuration.
  - **Plage de Valeurs :** Définissez la gamme autorisée de valeurs que l’utilisateur peut saisir.
  - **Format d’Affichage :** Choisissez le format de représentation des valeurs saisies, y compris le nombre de décimales et le style de notation.
  - **Propriétés Visuelles :** Personnalisez l’apparence visuelle de l’entrée numérique, comme la taille, la couleur et le style de police.
  - **Actions Associées :** Définissez les actions à exécuter lorsque la valeur de l’entrée est modifiée, comme la mise à jour d’autres éléments de l’interface utilisateur.

### Ajouter une Entrée ASCII

Pour ajouter une entrée ASCII dans EasyBuilder, suivez les mêmes étapes que pour une entrée analogique, à la différence près que vous sélectionnez **”Entrée ASCII”** à la place :

1. Allez dans le menu **”Objet”** > **”Entrée ASCII”** et placez-la sur votre écran de conception.
2. Configurez l’Entrée ASCII en définissant les propriétés nécessaires, telles que la taille du champ de saisie et le format de représentation.

### 3.7.3 Les Voyants

#### Ajouter la Lampe

Pour ajouter une lampe dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet”>”Lampe”** et placez-la sur votre écran de conception. Elle apparaîtra sous forme de lampe éteinte par défaut.
2. Configurer la Lampe :
  - Double-cliquez sur la lampe pour accéder à sa fenêtre de configuration.
3. Attribuer un Bit :
  - Dans la fenêtre de configuration de la lampe, localisez l’option pour spécifier le bit auquel la lampe sera associée. Cela peut être fait en saisissant l’adresse du bit (par exemple, M0) dans le champ correspondant.
4. Définir les Propriétés :
  - Vous pouvez également ajuster d’autres propriétés de la lampe, telles que la couleur, la taille et l’apparence, selon vos besoins et préférences.

#### Ajouter un Objet de Lecture de Mot

Pour lire un mot dans EasyBuilder, suivez ces étapes :

1. Allez dans le menu **”Objet” > ”Lire de Mot”** et placez-le sur votre écran de conception.
2. Configurer l’Objet de Lecture de Mot :
  - Double-cliquez sur l’objet de lecture de mot pour accéder à sa fenêtre de configuration.
  - Dans cette fenêtre, vous devriez pouvoir spécifier l’adresse du mot que vous souhaitez lire (par exemple, D10).
  - Vous pouvez également définir d’autres propriétés, comme le format d’affichage du mot.

## 3.8 Déclarer les Alarmes

Après la déclaration des variables dans Easy Builder, il est nécessaire de déclarer les alarmes. Voici un guide détaillé des étapes à suivre :

1. Dans la barre d’outils, accédez à **”Données / Historique”**.
2. Cliquez sur **”Déclaration des Alarmes”**.
3. Cliquez sur **”Nouveau”** pour ajouter une nouvelle alarme.
4. Choisissez la catégorie des alarmes ().
5. Sélectionnez le type d’alarme : **bit** (pour une alarme binaire) ou **mot** (pour une alarme analogique).
6. Associez l’alarme à la variable correspondante précédemment déclarée.
7. Définissez la condition de déclenchement de l’alarme (par exemple, une valeur spécifique ou une plage de valeurs) et cliquez sur **”OK”** pour enregistrer.

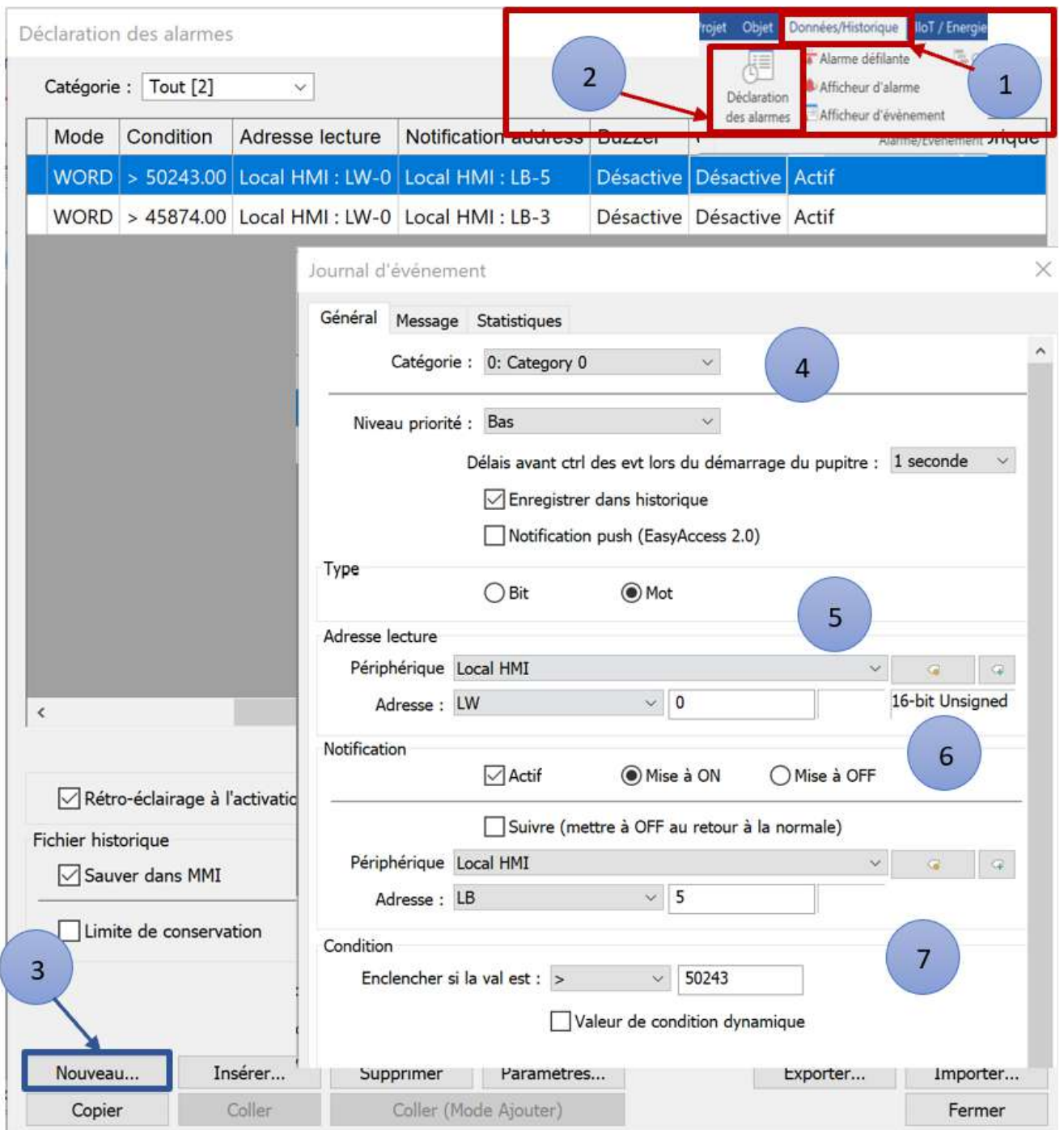


FIGURE 3.13 – Déclaration des Alarmes Easy builder pro

### 3.8.1 Affichage des Alarmes dans l'Interface HMI

Après avoir configuré votre **Journal d'événements (alarmes)**, nous allons créer un objet pour afficher chaque alarme que vous avez configurée. Dans l'onglet **Données/Historique**, vous pouvez sélectionner **Barre d'alarme**, **Afficheur d'alarme** ou **Afficheur d'événements** pour afficher les alarmes. Dans cette démonstration, nous utiliserons :

1. Dans l'onglet **Données/Historique**, sélectionnez **Afficheur d'événements**.
2. Déterminez l'adresse liée à l'alarme.
3. Spécifiez les colonnes apparaissant dans l'afficheur d'événements.

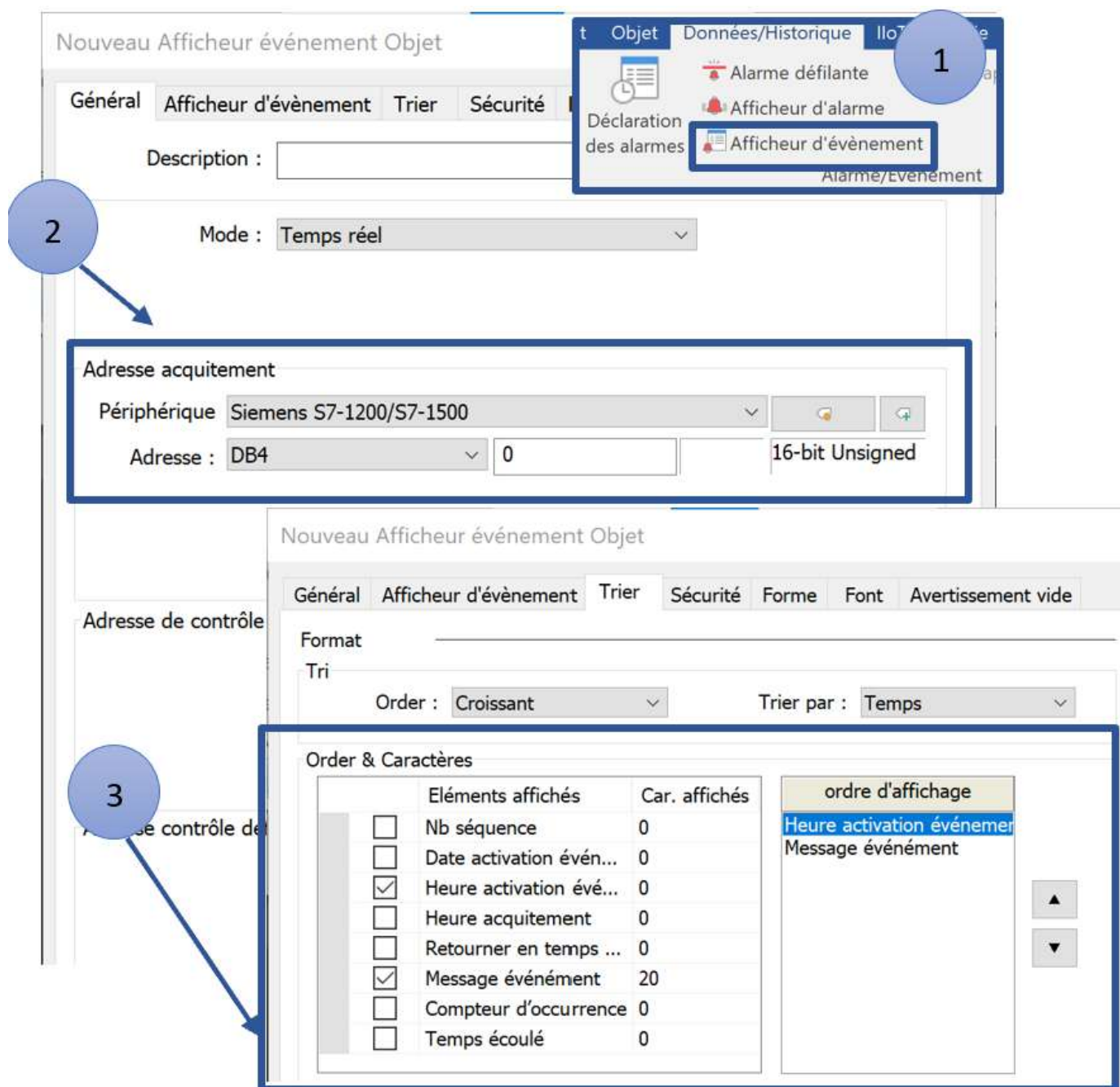


FIGURE 3.14 – Affichage Des Alarmes Easy builder pro

### 3.9 Configuration de l'Acquisition de Données

Pour configurer l'acquisition de données, suivez les étapes suivantes :

1. Dans l'onglet **Données/Historique**, sélectionnez **Acquisition de données**.
2. Dans la fenêtre d'acquisition de données, cliquez sur **Nouveau**.
3. Configurez le type de prise d'historique : **basé sur le temps** ou **basé sur les interruptions**.
4. Configurez l'adresse et le fichier où vous souhaitez stocker l'historique, en lui donnant également un nom.
5. Définissez la limite de conservation de l'historique pour un suivi optimal des données.

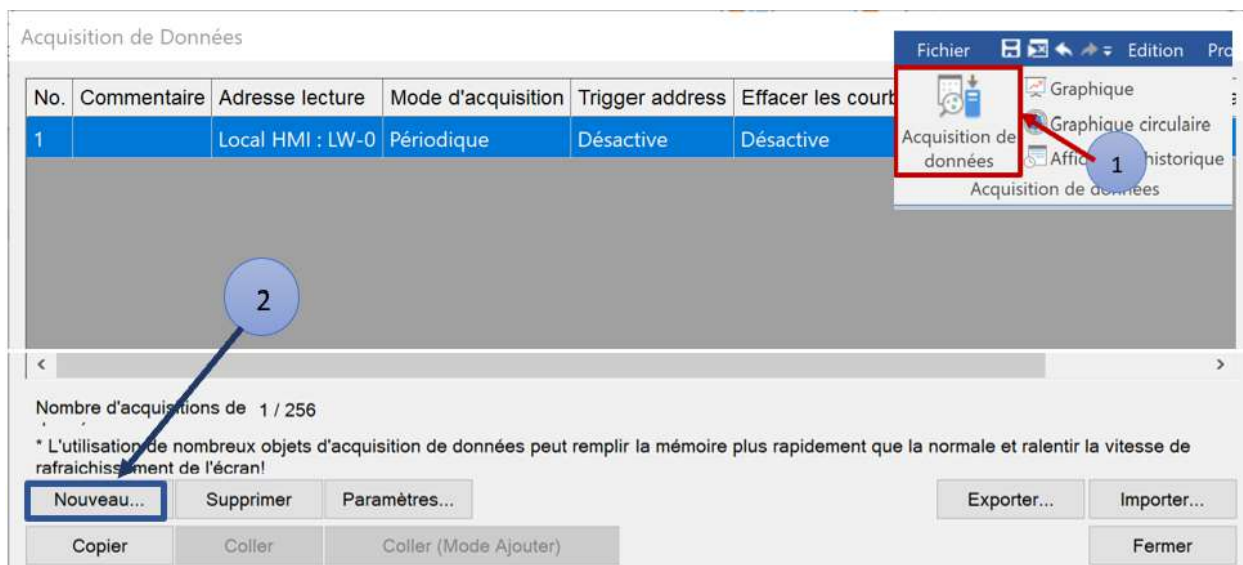


FIGURE 3.15 – Configuration de l'Acquisition de Données

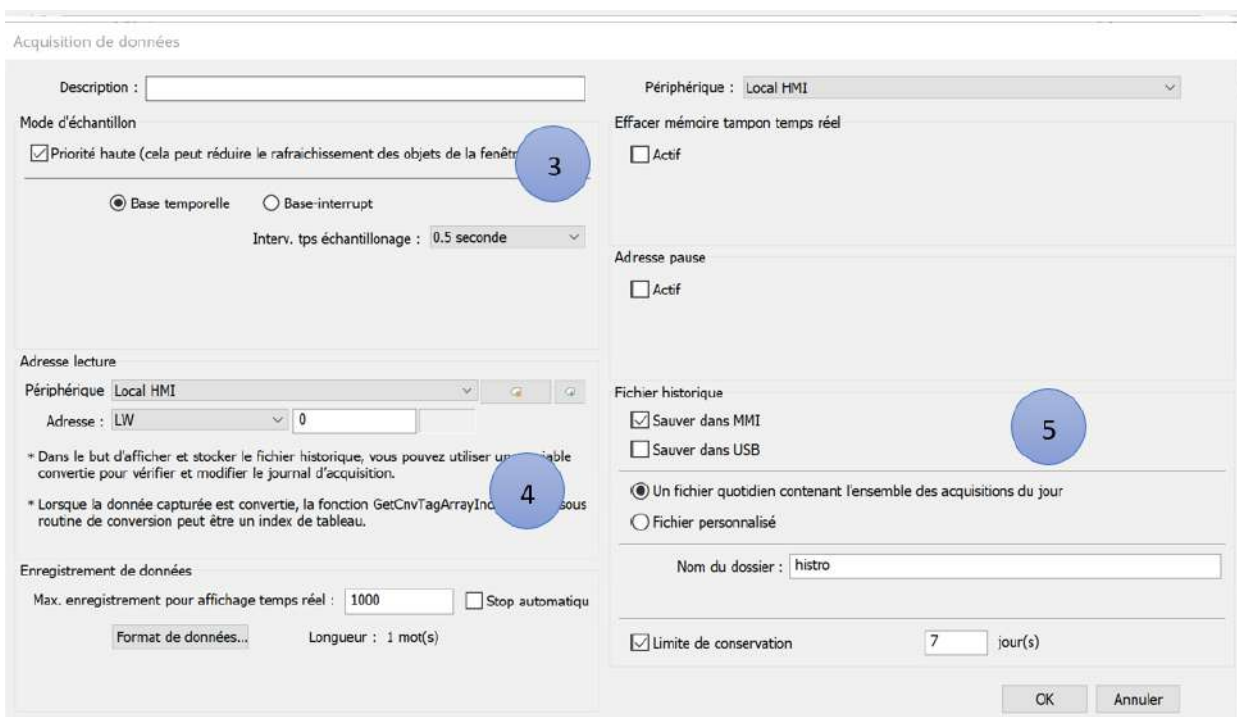


FIGURE 3.16 – Suite Configuration de l'Acquisition de Données

### 3.10 Affichage de l'historique

Pour afficher l'historique dans l'interface HMI, suivez les étapes suivantes :

1. Dans l'onglet **Données/Historique** de EasyBuilder Pro, sélectionnez **Afficheur d'historique**.
2. Associez l'adresse qui contient l'historique que vous souhaitez afficher.
3. Dans l'onglet **Trier**, cochez les éléments que vous souhaitez afficher dans l'afficheur d'événements et déterminez l'ordre approprié.

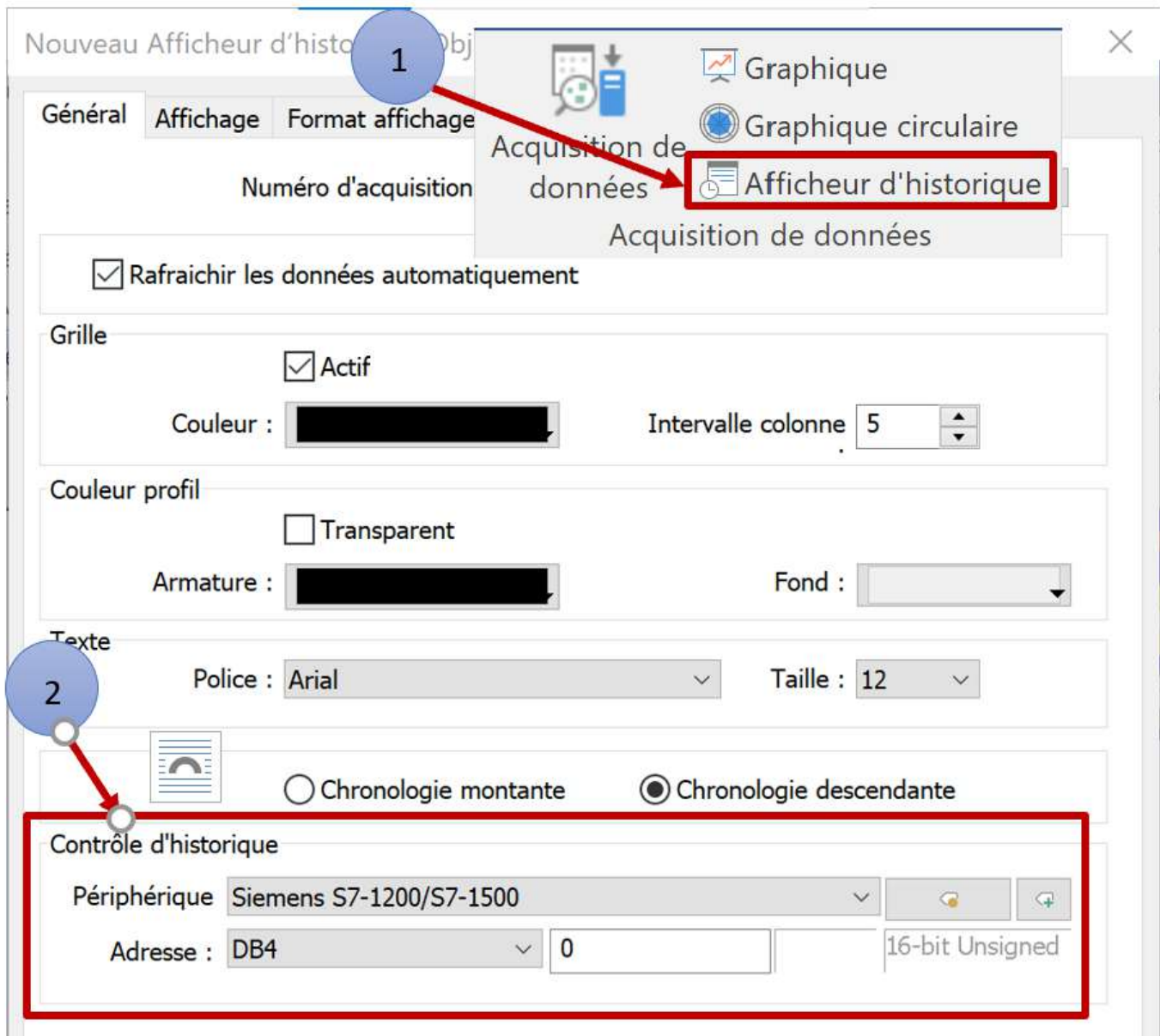


FIGURE 3.17 – Affichage de l'historique dans l'interface HMI

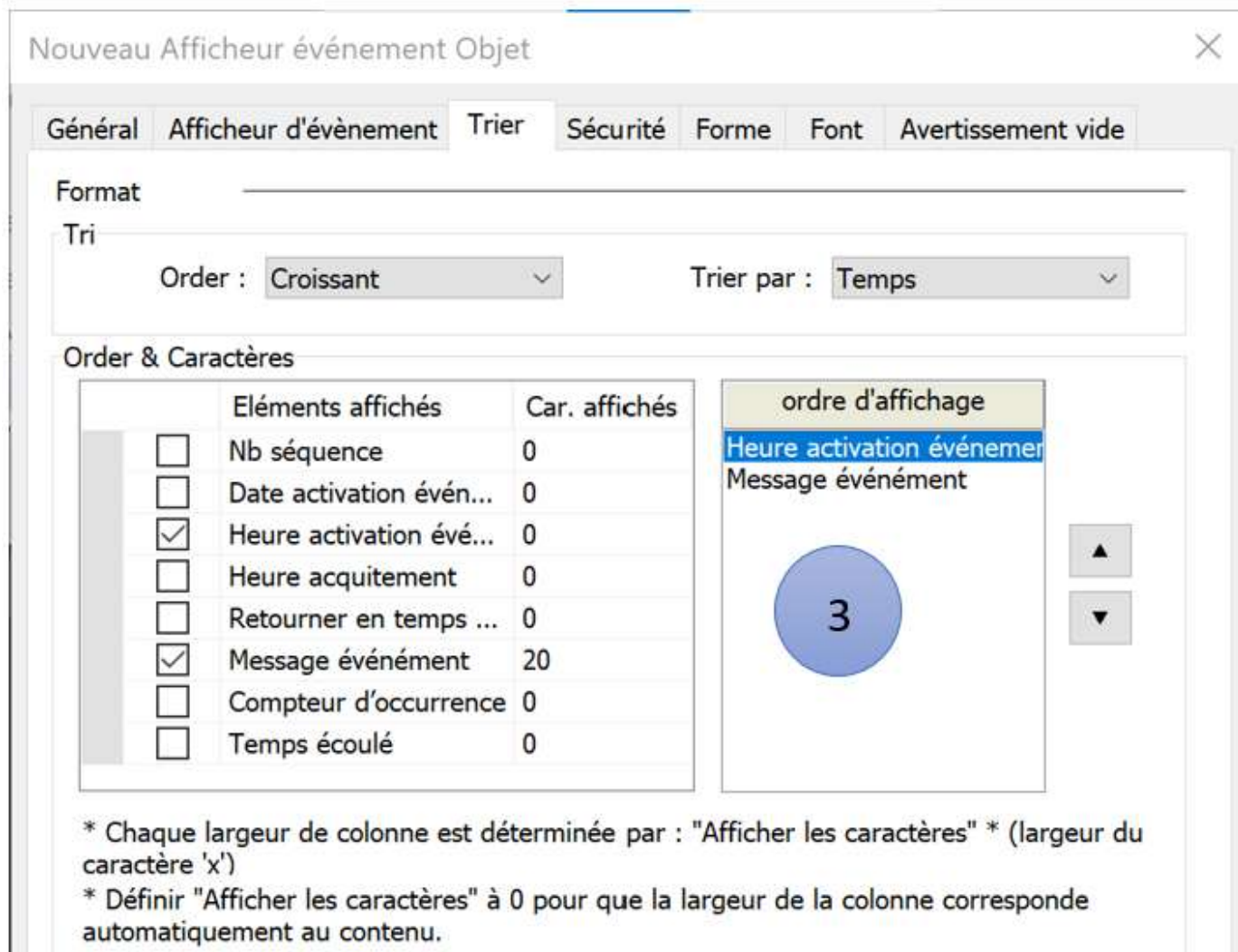


FIGURE 3.18 – Les caractères et les ordres choisis de l'historique

### 3.11 Gestion des utilisateurs

La gestion des utilisateurs est une composante essentielle de tout système. Suivez les étapes ci-dessous pour configurer les paramètres utilisateur :

1. Dans l'onglet "Accueil", sélectionnez "Paramètres système".
2. Dans les "Paramètres système", accédez à la section "Gestion des utilisateurs".
3. Configurez la "Classe" pour déterminer les objets auxquels un utilisateur peut accéder. Les paramètres de classe doivent être spécifiés lors de la configuration du compte utilisateur pour définir les permissions appropriées.
4. Dans l'arborescence des fenêtres, sélectionnez la fenêtre "Définir le mot de passe" pour permettre aux utilisateurs de créer ou de modifier leur mot de passe.
5. Placez la fenêtre **Définir le mot de passe** dans l'écran principal pour un accès facile.

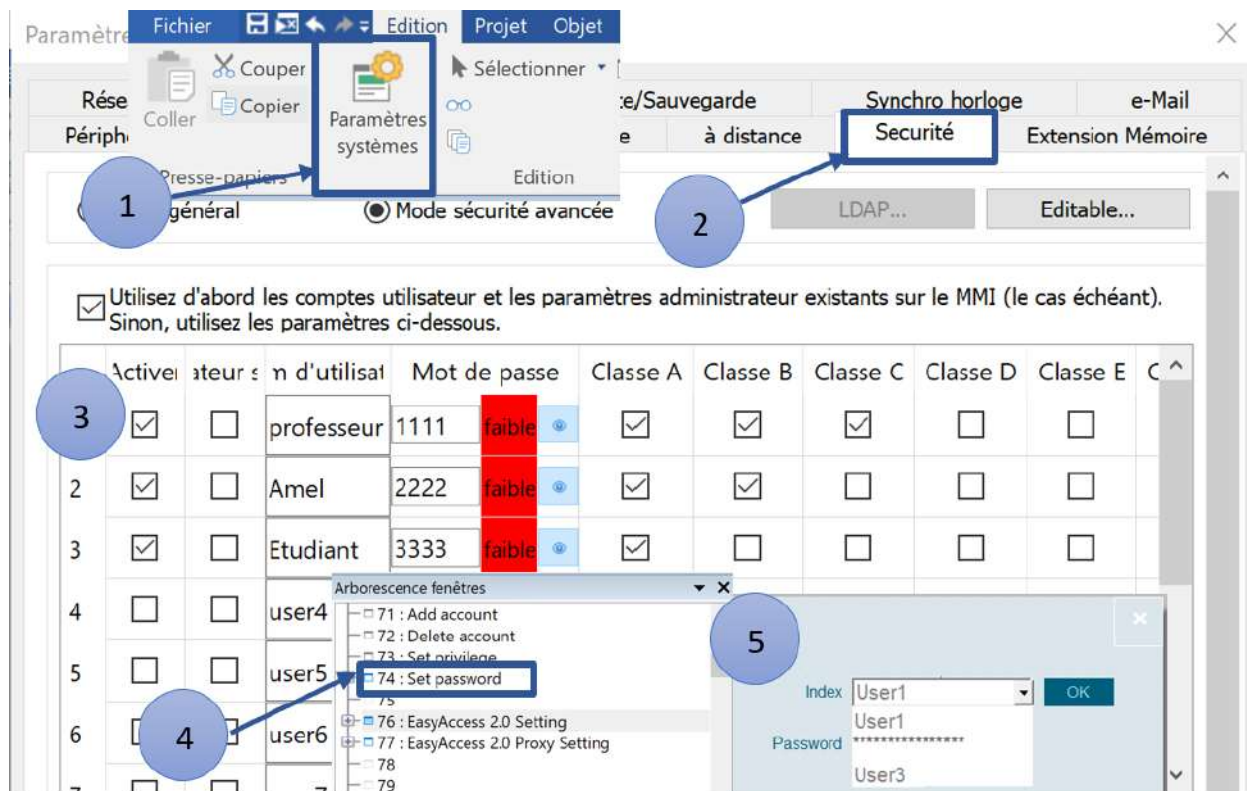


FIGURE 3.19 – Gestion utilisateur

## 3.12 Recette

### — Accéder à la section des recettes :

- Ouvrez EasyBuilder Pro et naviguez vers l'onglet "Recipe".

### — Ouvrir la base de données des recettes :

- Cliquez sur l'onglet "Base de donnée de recette".

### — Définir et ajouter des recettes :

- Dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquez sur "Définition".
- Ajoutez vos recettes en cliquant sur "Ajouter" ou "New".
- Nommez chaque recette dans la liste de recettes (assurez-vous d'éviter d'utiliser des caractères alphabétiques si nécessaire).

### — Détailler chaque recette :

- Pour chaque recette, ajoutez les éléments nécessaires.
- Donnez un nom à chaque élément.
- Spécifiez le type de chaque élément (par exemple, entier, flottant, texte, etc.).
- Indiquez la taille (size) appropriée pour chaque élément.

### — Entrer des données dans la base de données des recettes :

- Naviguez vers l'onglet "Data" ou "Données".
- Vous pouvez entrer les informations spécifiques de chaque recette.



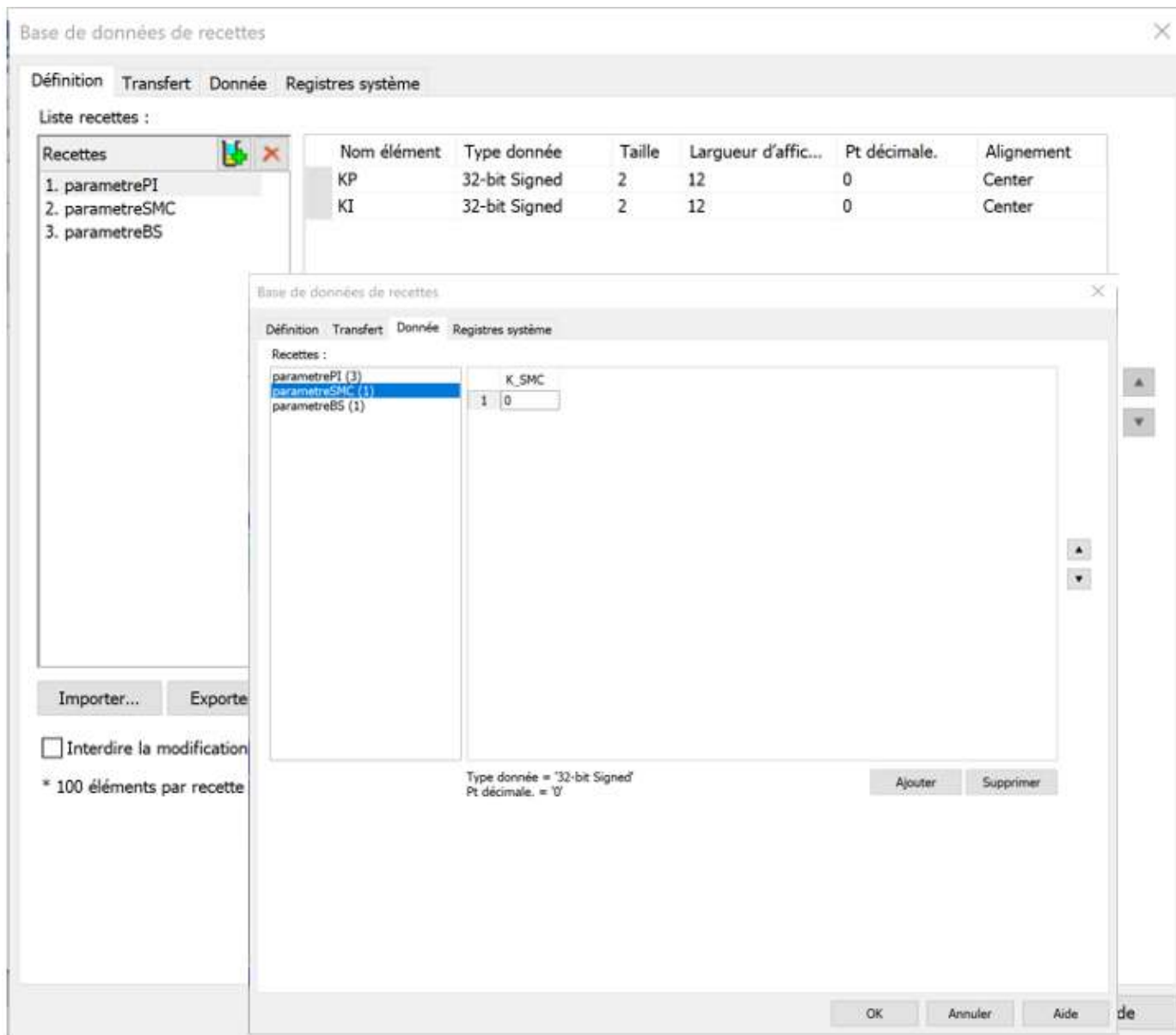


FIGURE 3.20 – Ajoute une Recette

## Ajout de Boutons pour Modifier des Recettes dans EasyBuilder Pro

- **Créer un écran HMI :**
  - Ouvrez EasyBuilder Pro et créez ou sélectionnez un écran.
- **Ajouter des boutons :**
  - Utilisez l’outil ”Button” pour placer des boutons sur l’écran.
- **Configurer les boutons :**
  - **Ajouter** : Écrire 1 dans le registre de commande.
  - **Mettre à jour** : Écrire 2 dans le registre de commande.
  - **Supprimer** : Écrire 3 dans le registre de commande.
  - **Supprimer tout** : Écrire 4 dans le registre de commande.
  - **Transférer vers API** : Écrire 5 dans le registre de commande.
  - **Mettre à jour depuis API** : Écrire 6 dans le registre de commande.

### 3.13 Transfert de Projet

Pour transférer un projet de l'Easy Builder Pro vers le MMI (Interface Homme-Machine) :

1. Dans la barre d'outils, cliquez sur "Projet".
2. Ensuite, cliquez sur "Chargement PC MMI".

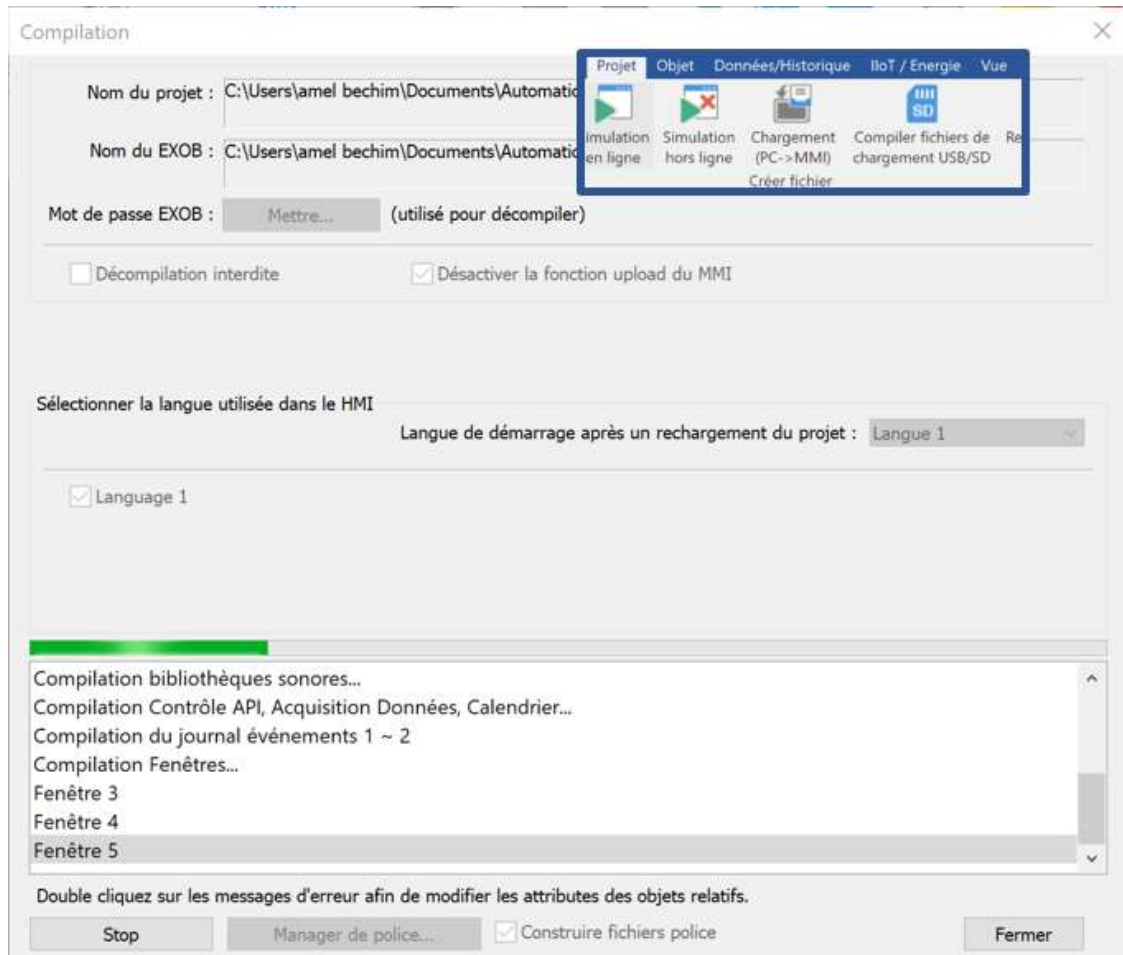


FIGURE 3.21 – Transfert de projet

### 3.14 Simulation de projet

La simulation d'opération de projets offre aux développeurs et aux ingénieurs la possibilité de tester et de valider leurs conceptions avant de les mettre en œuvre sur du matériel réel. Deux approches principales existent :

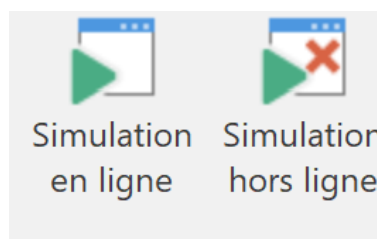


FIGURE 3.22 – Simulation de projet

### **3.14.1 Simulation Hors Ligne**

La Simulation Hors Ligne permet de simuler l'opération d'un projet sur un ordinateur, sans nécessiter de connexions physiques à des dispositifs externes tels que des Automates Programmables Industriels (API) ou des Interfaces Homme-Machine (IHM). Les utilisateurs peuvent ainsi tester et déboguer leur projet dans un environnement virtuel avant de le déployer sur du matériel réel. Cette méthode offre un moyen sûr et efficace d'identifier et de corriger les erreurs potentielles sans risquer d'endommager du matériel physique.

### **3.14.2 Simulation En Ligne**

La Simulation En Ligne, quant à elle, implique de simuler l'opération du projet sur un ordinateur tout en étant connecté à un API. L'API est généralement connecté à l'ordinateur via une interface de communication, permettant une interaction en temps réel entre le projet et l'API. Les utilisateurs peuvent surveiller et contrôler le comportement du projet directement depuis l'ordinateur sans avoir besoin de télécharger le projet sur le dispositif IHM. Cette approche offre une simulation plus proche des conditions réelles de fonctionnement, ce qui permet des tests plus précis et une détection plus rapide des problèmes potentiels.

## **3.15 Conclusion**

En conclusion, Easy Builder représente un outil essentiel pour la création et la gestion des interfaces homme-machine dans l'automatisation des stations de pompage. Sa convivialité et ses fonctionnalités avancées comme la gestion des alarmes et des utilisateurs permettent d'optimiser le contrôle et la surveillance des systèmes automatisés. En intégrant Easy Builder, les ingénieurs peuvent améliorer la performance opérationnelle et la fiabilité des installations, tout en simplifiant la maintenance et en assurant une gestion efficace des processus industriels.

# Chapitre 4

## La commande et supervision avec Easy Builder et l'automate S7-1200

### 4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons comment déclarer les variables de l'automate S7-1200 à travers Easy Builder. Nous débutons par la représentation des stations de pompage et détaillons ensuite les spécifications techniques et les exigences fonctionnelles du cahier des charges. Nous examinons également les équipements utilisés, ainsi que les vues système telles que les alarmes, les recettes et l'historique de la variation du niveau de la cuve B et du débit.

### 4.2 Déclaration des Variables dans Easy Builder avec Automate S7-1200

Après avoir créé notre projet dans Easy Builder et effectué la configuration matérielle, la prochaine étape consiste à déclarer les variables à partir de l'automate S7-1200. Voici un guide détaillé :

1. **Ouvrir le périphérique** : Dans la liste des périphériques, trouvez et ouvrez l'élément correspondant à l'automate S7-1200.
2. **Importer les variables** : Cliquez sur **“Importer var”** pour ouvrir la fenêtre d'importation.
3. **Sélectionner le fichier .ap** : Choisissez l'option **“Importer fichier .ap”** et cliquez sur **“OK”**.
4. **Choisir le fichier de programme** : Parcourez votre système de fichiers pour trouver et sélectionner le fichier .ap de l'automate.
5. **Sélectionner les variables** : Cochez la case **“PLC”** pour sélectionner toutes les variables définies dans le fichier.
6. **Finaliser l'importation** : Cliquez sur **“OK”** pour importer les variables dans votre projet Easy Builder.

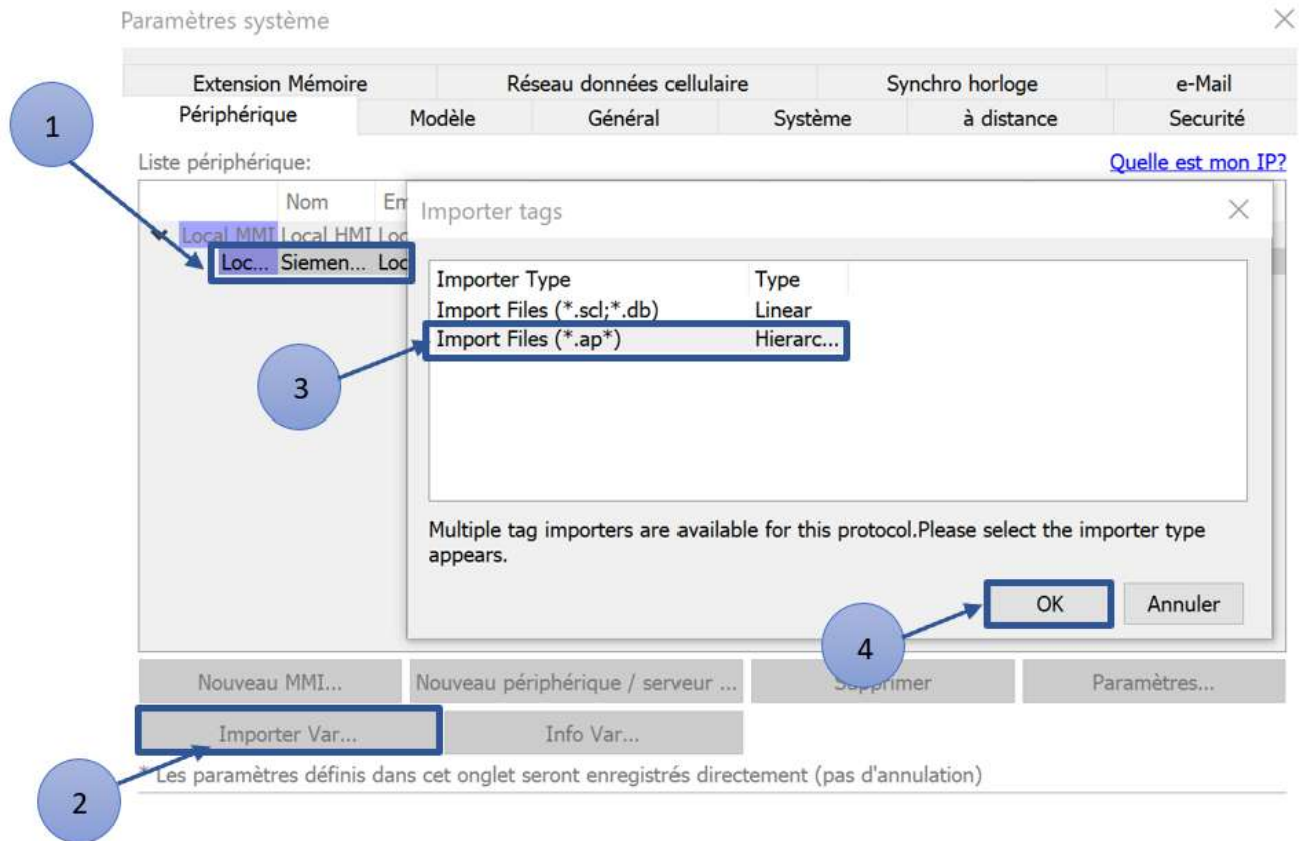


FIGURE 4.1 – Déclaration des variables

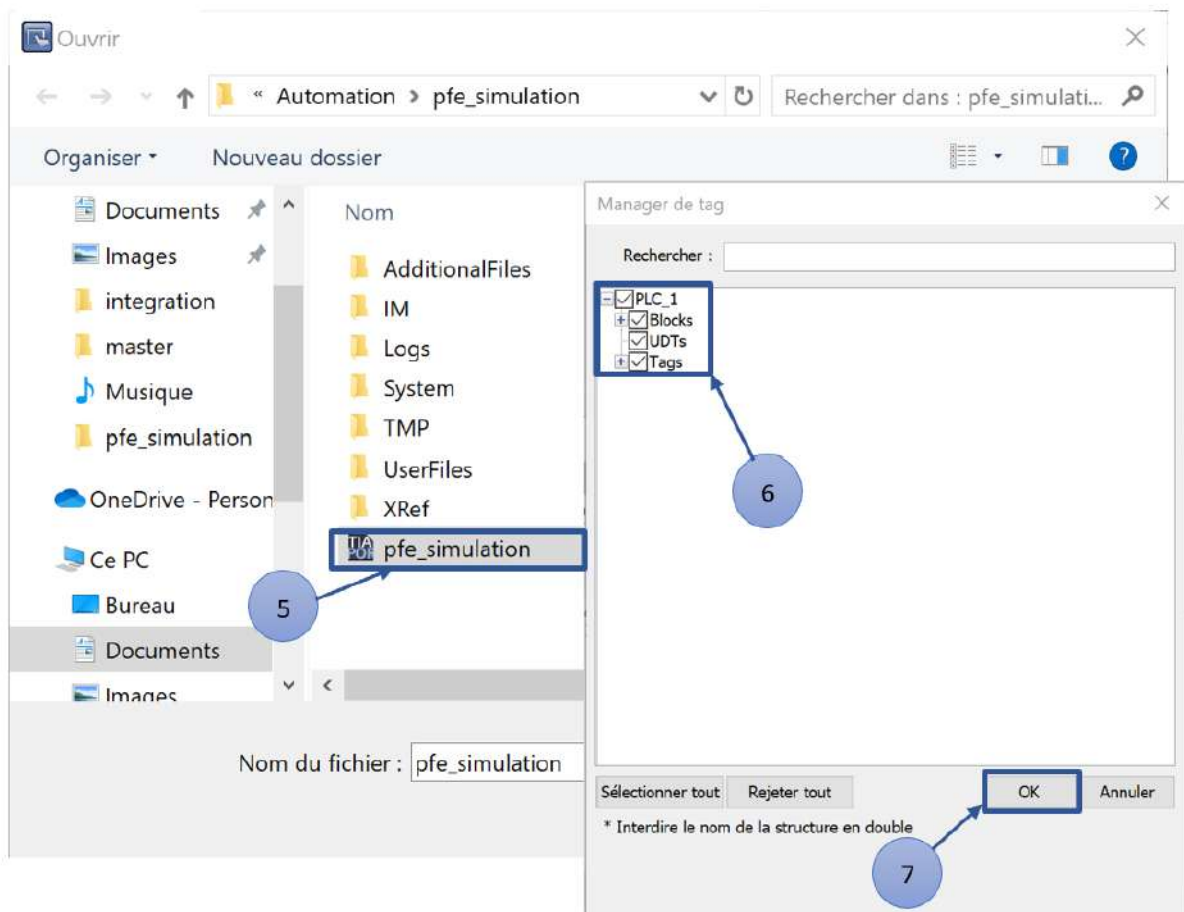


FIGURE 4.2 – Déclaration des variables

## 4.3 Les vues de l'IHM

L'interface IHM nous permet de créer des interfaces graphiques qui permettent aux utilisateurs de bien gérer le système.

### 4.3.1 Page d'accueil

La première vue est la page d'accueil, qui représente la vue principale de l'IHM et qui s'affiche en premier. Pour accéder à la vue menu, il faut entrer un nom d'utilisateur et un mot de passe.

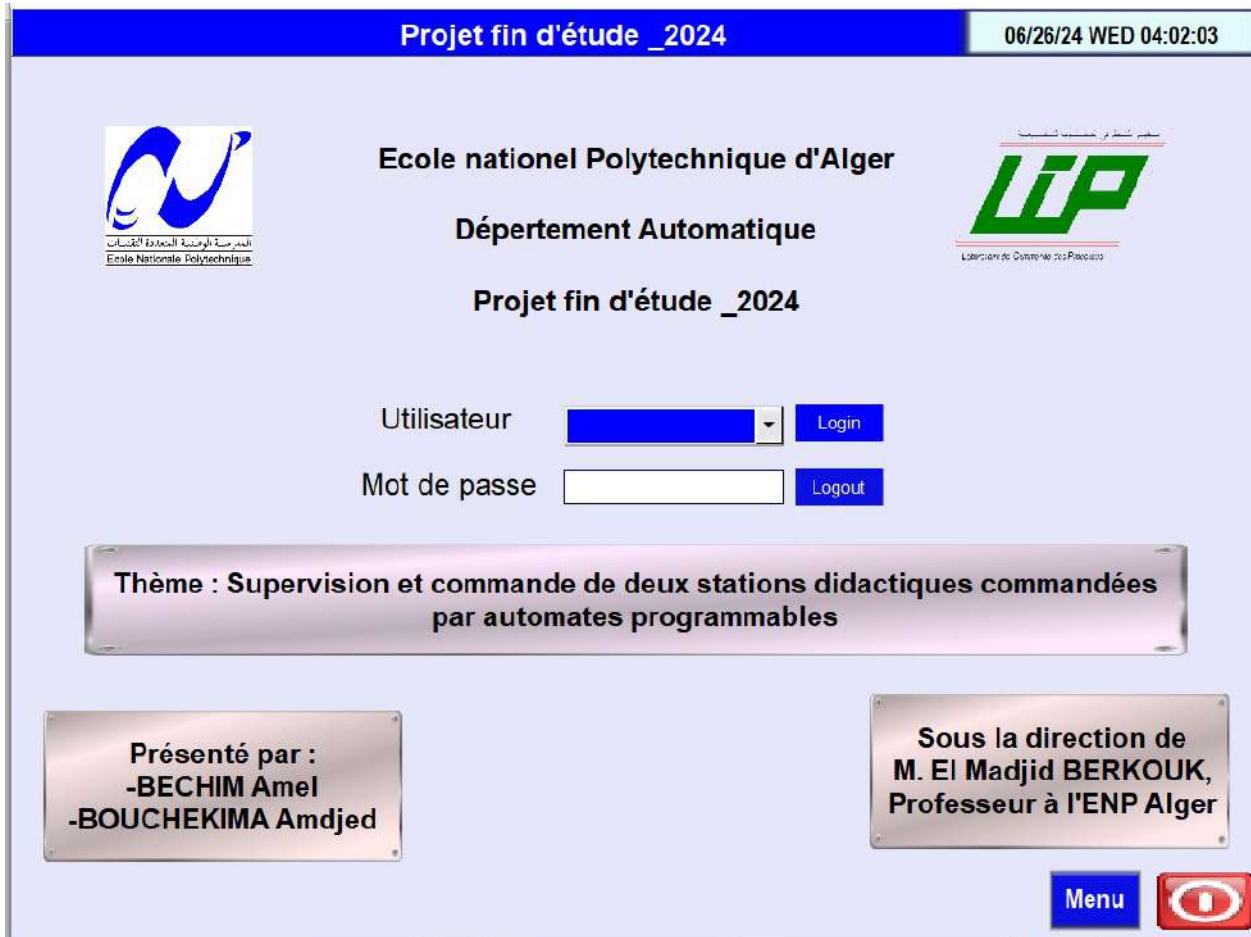


FIGURE 4.3 – Page d'accueil

### 4.3.2 Menu principal

Dans la deuxième vue, le menu donne accès à la supervision des deux stations. Il comprend les éléments suivants :

- **Représentation des Stations de Pompage**
- **Cahier de Charges**
- **Matériels**
- **Alarmes**
- **Grafcet**
- **Variation de Niveau**
- **Gestion Utilisateur**
- **Recette**

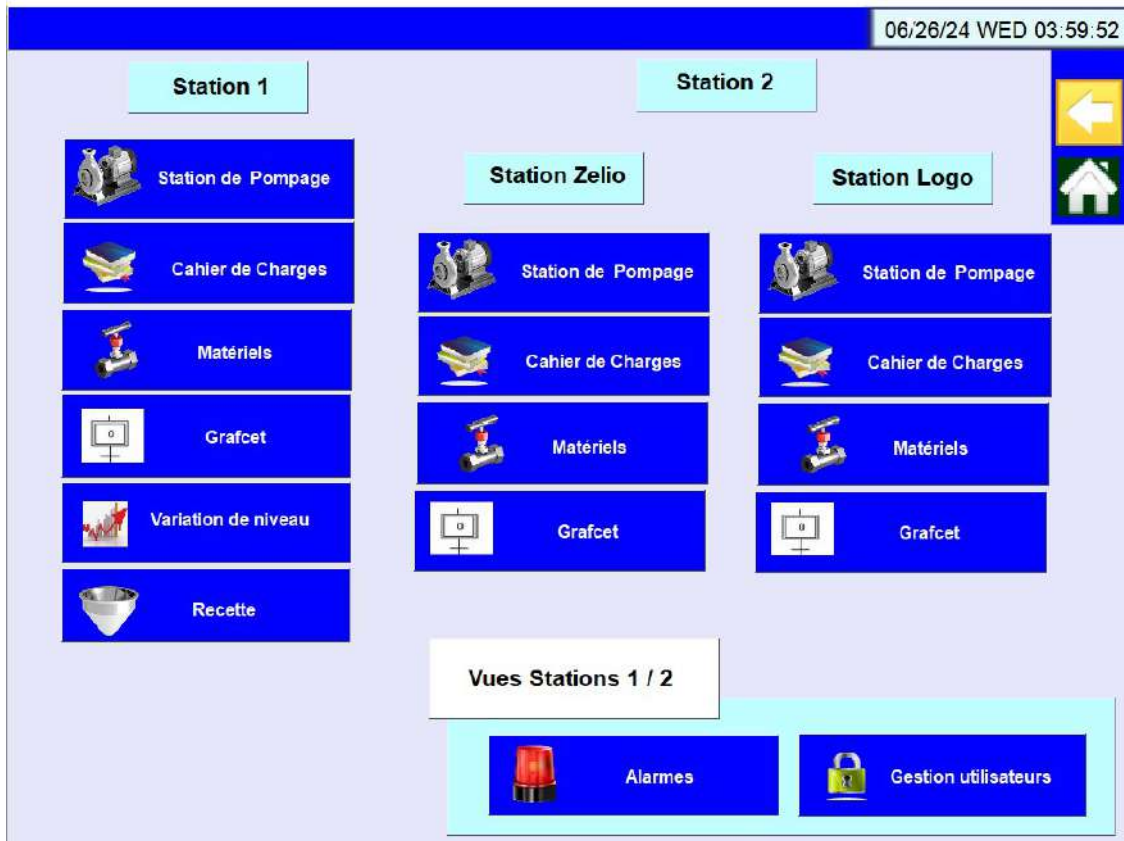


FIGURE 4.4 – Vue Menu

### 4.3.3 Gestion des utilisateurs

Dans le menu, un bouton permet d'accéder à la vue de gestion des utilisateurs. Cette vue permet d'enregistrer les accès des utilisateurs à l'interface, incluant la date, l'heure, la classe d'accès et le nom d'utilisateur.

Date	Heure	Nom utilisateur	Level
06/17/2024	02:47:57		
06/18/2024	02:40:44	etudiant	AD
06/18/2024	02:40:38	prof	ABDEFHI
06/18/2024	02:40:38	prof	ABDEFHI

FIGURE 4.5 – Vue Gestion Utilisateur

#### 4.3.4 Vue des Alarmes

La vue "Alarmes" affiche l'historique des alertes, permettant d'archiver toutes les alertes survenues avec la date, l'heure et la cause.

##### 1. Station 1 (S7-1200)

###### a) Alarme TOR :

Le bouton d'arrêt d'urgence a été déclenché.

###### b) Alarmes analogiques :

- Le niveau d'eau atteint la valeur maximale
- Le niveau d'eau atteint la valeur minimale
- Le débit d'eau atteint la valeur maximale
- La référence dépasse le seuil supérieur
- La référence dépasse le seuil inférieur

##### 2. Station 2 (Zelio)

- Si le niveau d'eau de la cuve A est supérieur à 28 cm et/ou le niveau d'eau de la cuve B est supérieur à 23 cm, le système reviendra automatiquement à son état initial.

ID	Date	Heure	Description
1	06/11/2024	08:20:14	Le niveau d'eau atteint la valeur minimale
1	06/11/2024	08:20:14	La référence dépasse le seuil de référence inférieur
1	06/11/2024	08:34:42	Le niveau d'eau atteint la valeur maximale
2	06/11/2024	08:35:03	La référence dépasse le seuil de référence inférieur

FIGURE 4.6 – Vue Alarmes



## 4.4 Les vues de l'IHM de la station S7-1200

À partir des vues de la station S7-1200 et du Grafcet, nous pouvons commander le système à travers les boutons **Reset** et **Marche**, ainsi que l'arrêt. Il faut choisir le mode selon le cahier des charges. La sélection des contrôleurs PI, SMC ou BS doit être unique. Nous pouvons suivre et surveiller le processus, notamment l'activation des actionneurs, l'état des voyants, le niveau d'eau dans les cuves, et activer l'alerte en cas de défaut du système. Pour chaque cahier des charges différent, la seule variable qui change est la configuration des réglages et le nombre d'états du système.

Toutes les vues de la station avec leurs cahiers des charges sont les mêmes avec de petites différences.

La seule variable qui change est la configuration des réglages et le nombre d'états du système.

- Dans le premier cahier des charges, nous réglons la consigne de niveau d'eau de la cuve B.
- Dans le deuxième cahier des charges, nous ajoutons un compteur et un temporisateur, et régler la consigne de niveau d'eau de la cuve B
- Dans le troisième cahier des charges, nous ajoutons un compteur et un temporisateur .
- Dans le quatrième cahier des charges, il n'y a pas de réglage.

Voici la vue de la station 1 pour le premier cahier des charges avant la simulation en ligne, comme illustré dans la figure ci-dessous :

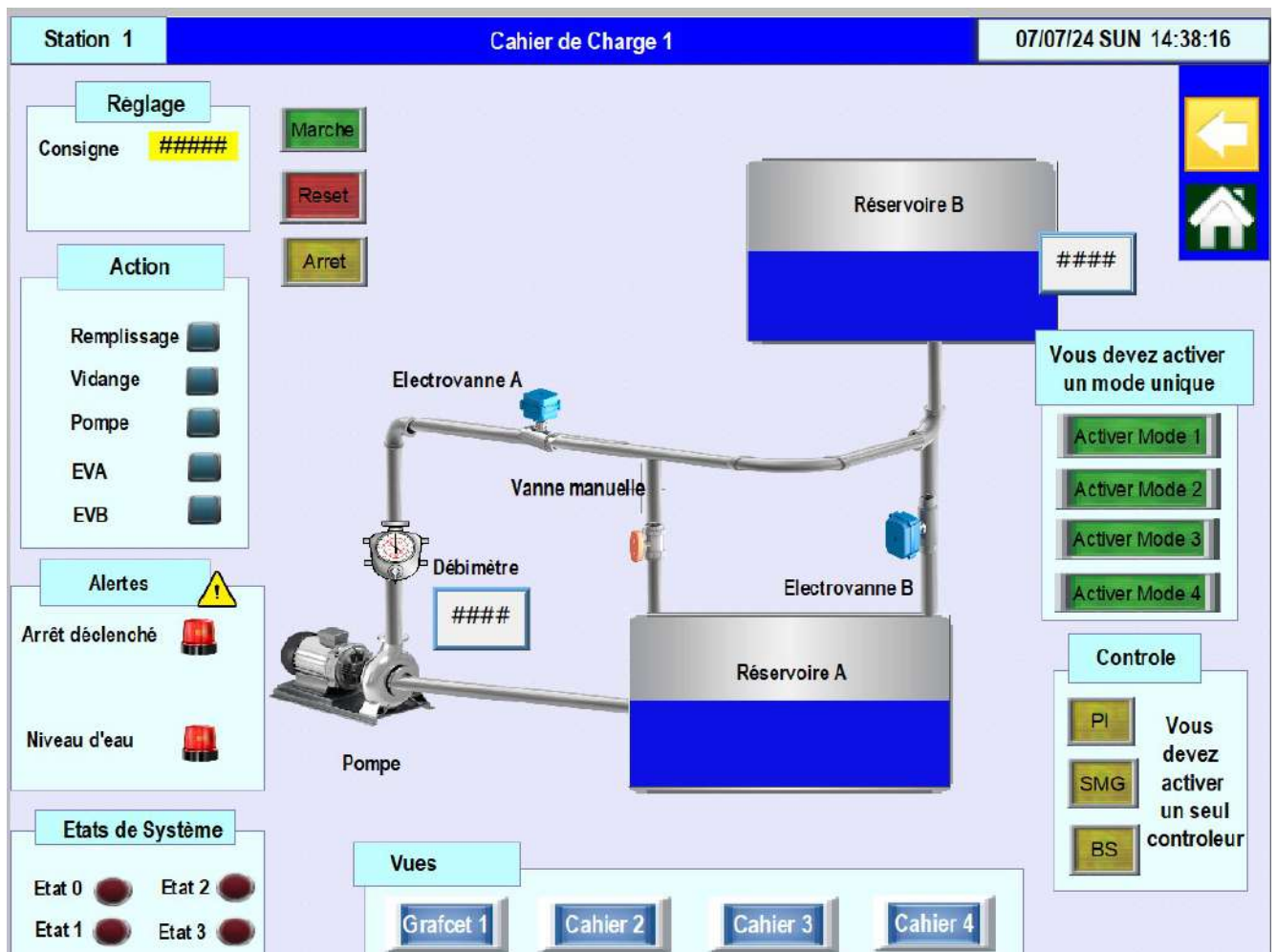


FIGURE 4.7 – 1<sup>ère</sup> station, 1<sup>er</sup> cahier des charges sans simulation en ligne

Voici la vue de la station 1 pour le premier cahier des charges pendant la simulation en ligne, comme illustré dans la figure ci-dessous :

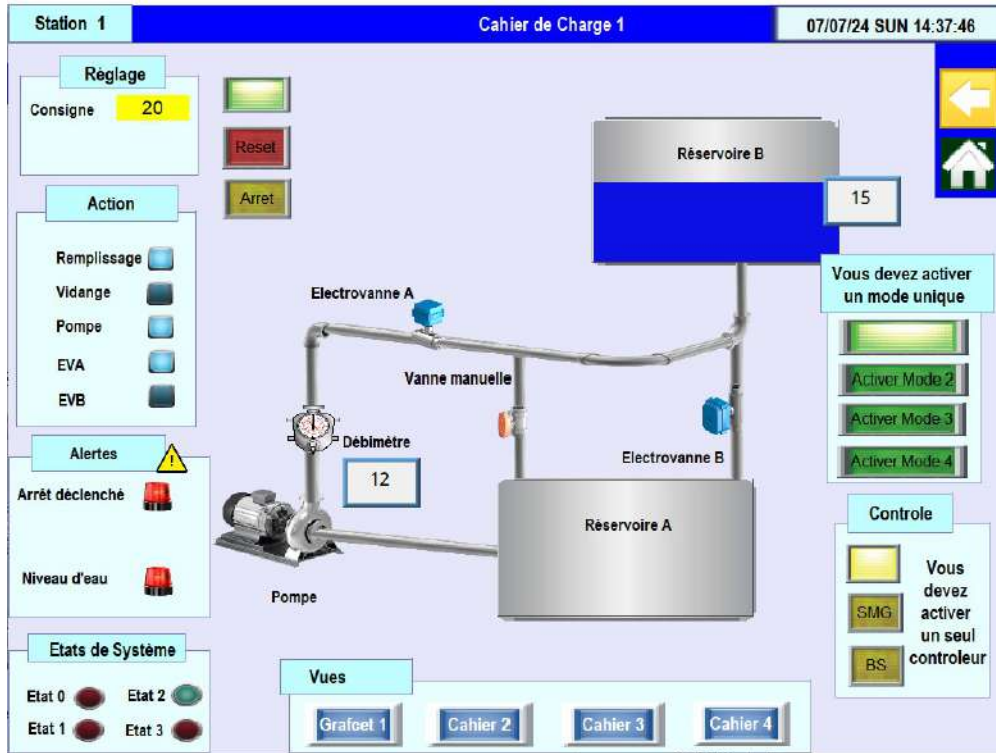


FIGURE 4.8 – 1<sup>ère</sup> station, 1<sup>er</sup> cahier des charges avec simulation en ligne

Pour les vues des Grafcet, les vues de la description de la station restent les mêmes pour chaque cahier de charge ; seule la description de la station par le Grafcet change.

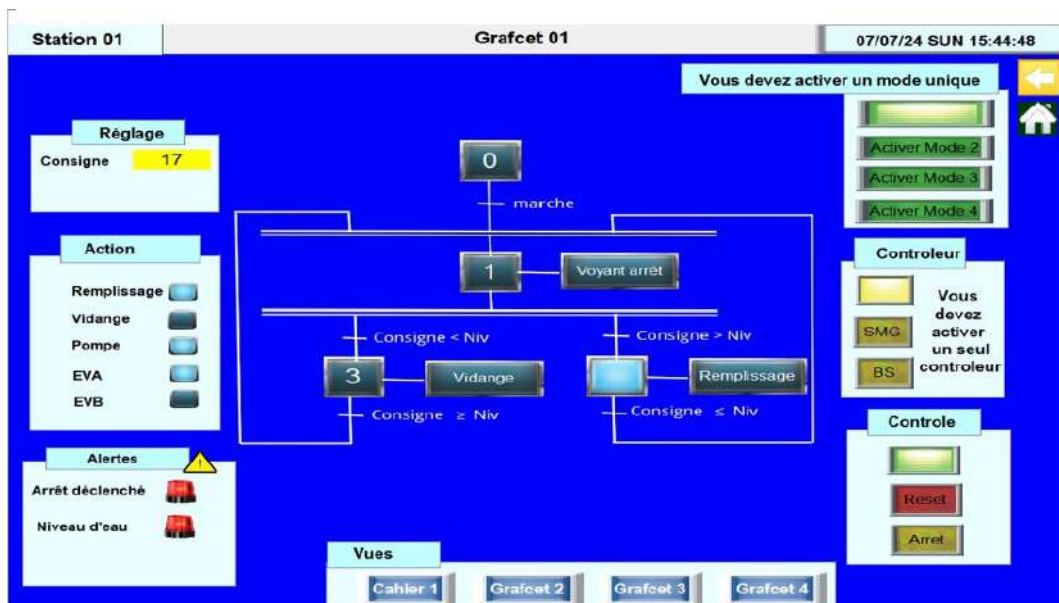


FIGURE 4.9 – 1<sup>ère</sup> station, Grafcet 1

Cette figure illustre le premier grafcet de la première station.

#### 4.4.1 Vue de la variation de niveau d'eau de la cuve B et variation de débit de la station 1 S7-1200

La vue permet une supervision graphique de la courbe de niveau d'eau de la cuve B et de la variation de débit de la station 1 S7-1200, comme illustré dans la figure suivante :

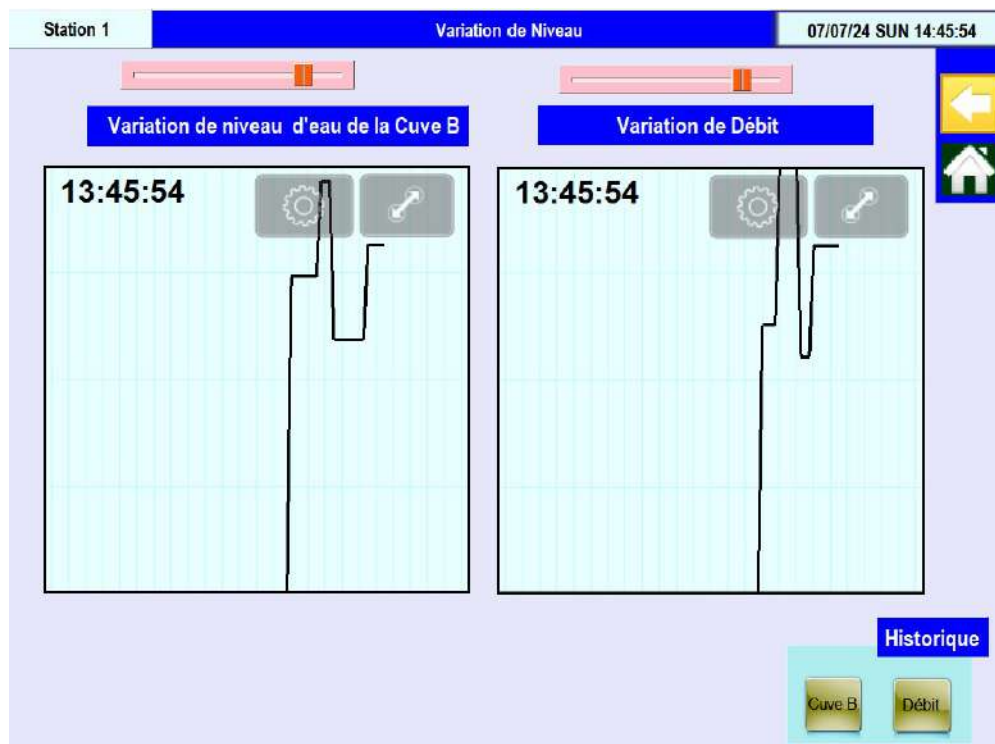


FIGURE 4.10 – Variation de niveau de la cuve B et débit de la station 1 S7-1200

#### 4.4.2 Vue de l'historique de la variation de niveau de la station 1 S7-1200

On présente la vue de l'historique de la variation de niveau d'eau de la cuve B, station 1 S7-1200 par la figure suivante :

The screenshot displays a SCADA interface for Station 1. At the top, a blue header bar contains 'Station 1', 'Historique de variation de niveau Cuve', and the date/time '07/07/24 SUN 14:53:00'. Below this, a table titled 'Historique de variation de niveau Cuve B' is shown. The table has four columns: 'No.', 'Heure', 'Date', and a value. The table contains 7 rows of data. On the right side, there are navigation icons for back and home.

No.	Heure	Date	ch. 1
9859	13:52	07/07/2024	9
9858	13:52	07/07/2024	9
9857	13:52	07/07/2024	11
9856	13:52	07/07/2024	18
9855	13:52	07/07/2024	22
9854	13:52	07/07/2024	24
9853	13:52	07/07/2024	22

FIGURE 4.11 – Historique de la variation du niveau d'eau de la cuve B, station 1 S7-1200

### 4.4.3 Vue de la recette de la station 1 S7-1200

Dans la vue "recette", nous élaborons une structure de données permettant de personnaliser un processus en fonction des variables choisies. Ces recettes sont utilisées pour définir les paramètres des contrôleurs PI, SMC, et BS. Chaque contrôleur dispose de quatre boutons :

1. **Ajouter** : pour ajouter un nouveau paramètre.
2. **Mettre à jour** : pour modifier les paramètres existants.
3. **Sup. Sélect** : pour supprimer les paramètres sélectionnés.
4. **Suppr. Tous** : pour supprimer tous les paramètres de la recette du contrôleur.

Les détails de ces commandes sont résumés dans le chapitre 2 du Mémoire de Fin d'Études intitulé Développement d'un système SCADA pour la supervision de deux stations de pompage à base du système KEPServerEX.[2]

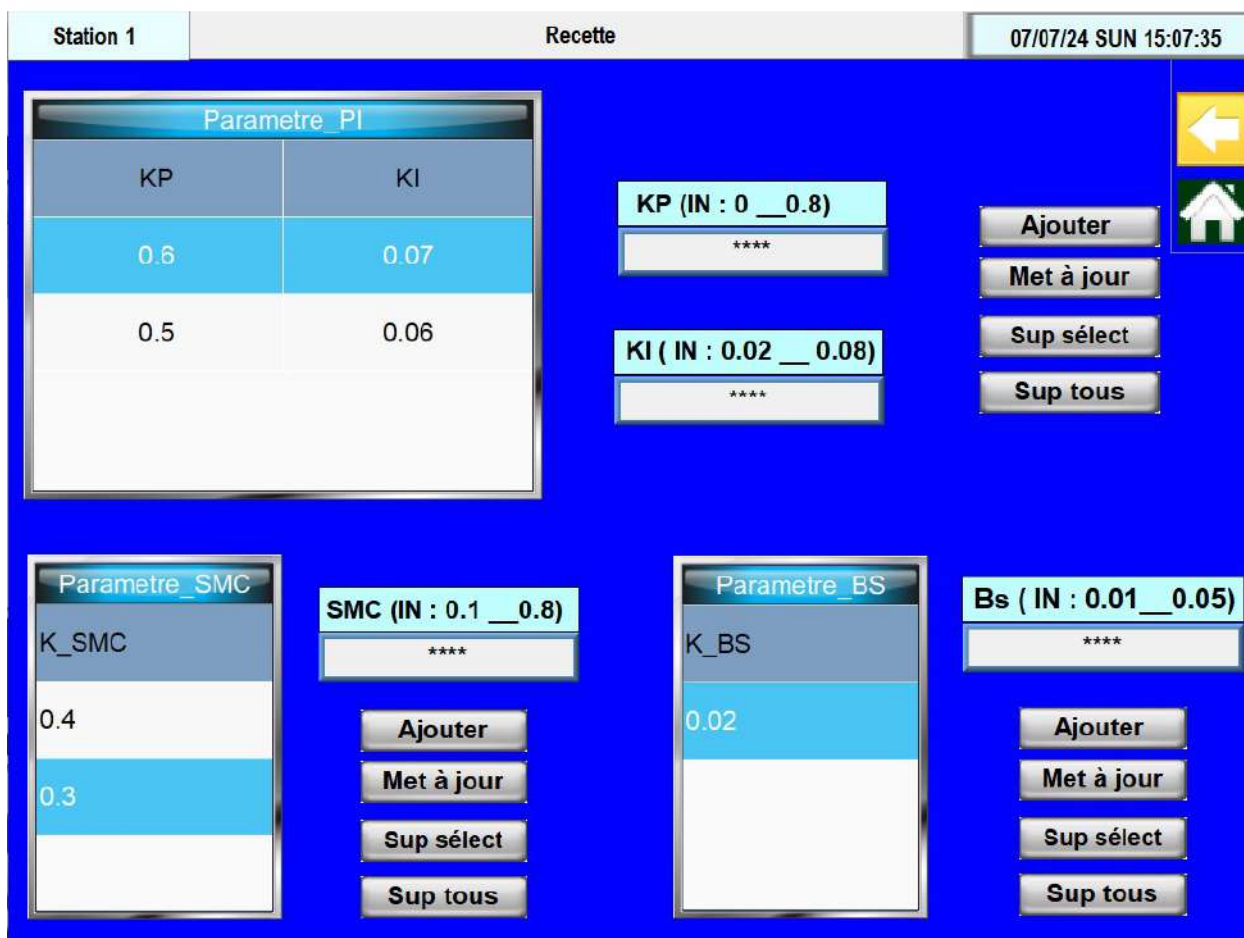


FIGURE 4.12 – Vue de la recette de la station 1 S7-1200

## 4.5 Conclusion

Ce chapitre a présenté les vues créées dans Easy Builder avec l'automate S7-1200, couvrant la représentation des stations de pompage, le cahier des charges, les matériaux et équipements, ainsi que la gestion des alarmes, des recettes, et de l'historique. Les diagrammes séquentiels (grafcets), le suivi des variations de niveau, la gestion des utilisateurs, et le processus de recette ont également été abordés.

# Chapitre 5

## La commande et la supervision avec Easy builder et l'automate Zelio et Logo

### 5.1 Introduction

Ce chapitre se concentre sur la commande et la supervision avancées de la station de pompage grâce aux automates Zelio et Logo, intégrés à Easy Builder Pro. Nous débutons par la configuration de la communication entre Easy Builder Pro et ces automates, mettant en lumière les différentes vues créées pour la station. Nous explorerons également l'élaboration des GRAFCET, ainsi que les détails sur les équipements matériels utilisés dans les stations.

### 5.2 Communication entre EasyBuilder Pro et Zelio Logic[15]

La communication entre le module Zelio Logic et EasyBuilder Pro s'effectue via le câble de communication SR2USB01. Cependant, il est important de noter que cette communication ne peut être établie avec succès que si les paramètres de communication sont correctement configurés dans EasyBuilder et Zelio Soft.

#### a. Paramètres de communication d'EasyBuilder Pro

Les paramètres à configurer dans EasyBuilder Pro pour permettre la communication avec Zelio Logic sont les suivants :

1. **Ouvrez EasyBuilder Pro** et accédez aux paramètres du système, puis sélectionnez **Nouveau périphérique**.
2. Sélectionnez **Schneider Electric Industries** comme type de périphérique, puis choisissez **Zelio** dans la liste des options.
3. Choisissez le câble de communication approprié (par exemple, **RS-232** ou **USB**) en fonction de votre configuration matérielle. Dans notre cas, il s'agit du **RS-232**.
4. Sélectionnez le port de communication correspondant au câble utilisé (par exemple, **COM1**, **COM2**, etc.). Dans notre cas, il s'agit du **port COM3**.

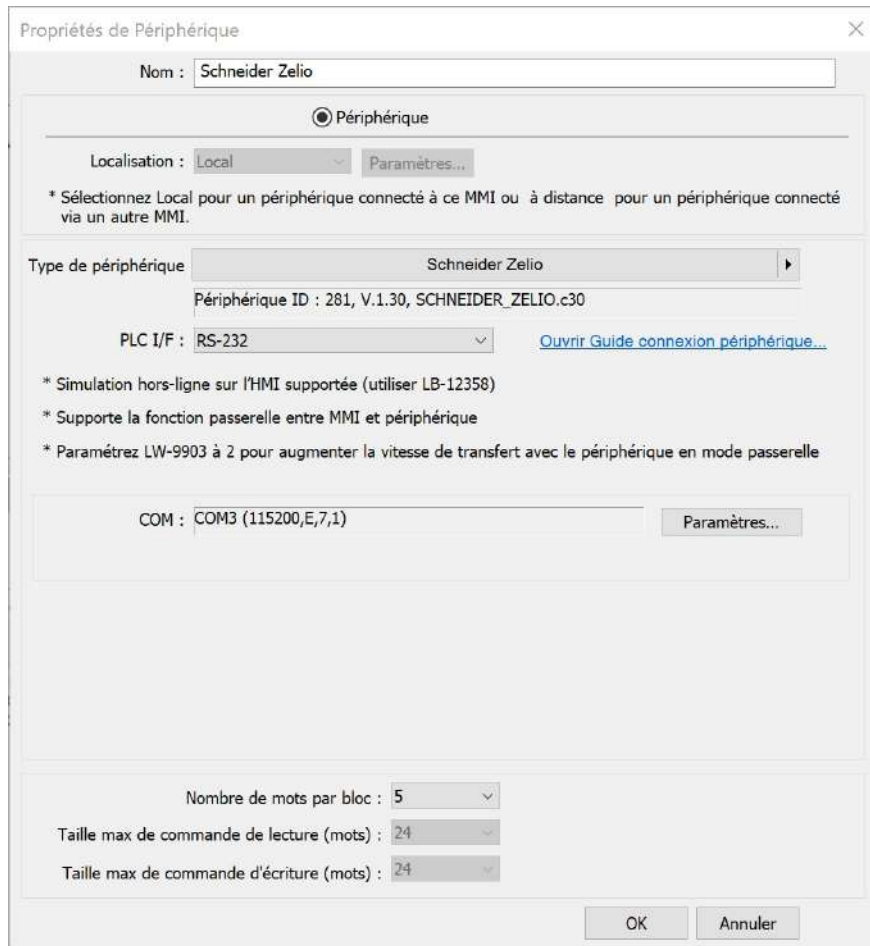


FIGURE 5.1 – Paramètres de communication entre Zelio et Easy builder Pro

## b. Paramètres de communication du Zelio Soft

Afin d'assurer une communication efficace entre le module Zelio Logic et EasyBuilder Pro, il est crucial de garantir la compatibilité des adresses entre les deux systèmes. Pour cela, il est essentiel d'utiliser les blocs de fonctions  $SL_{In}$  et  $SL_{Out}$  dans le programme principal qui sera transféré vers l'automate. Ces blocs de fonctions, propres au langage FBD, jouent un rôle essentiel dans l'échange d'informations entre les deux logiciels.

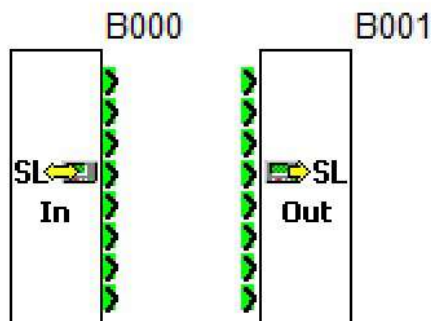


FIGURE 5.2 – Les Blocs de communication Zelio Logic

EasyBuilder Pro dispose de 24 adresses  $SL_{In}$  de type mot, numérotées de 1 à 24, ce qui lui permet d'envoyer jusqu'à 24 commandes vers Zelio Logic. De même, il propose 24 adresses  $SL_{Out}$  de type mot, numérotées de 25 à 48, permettant de recevoir jusqu'à 24 commandes de Zelio Logic.

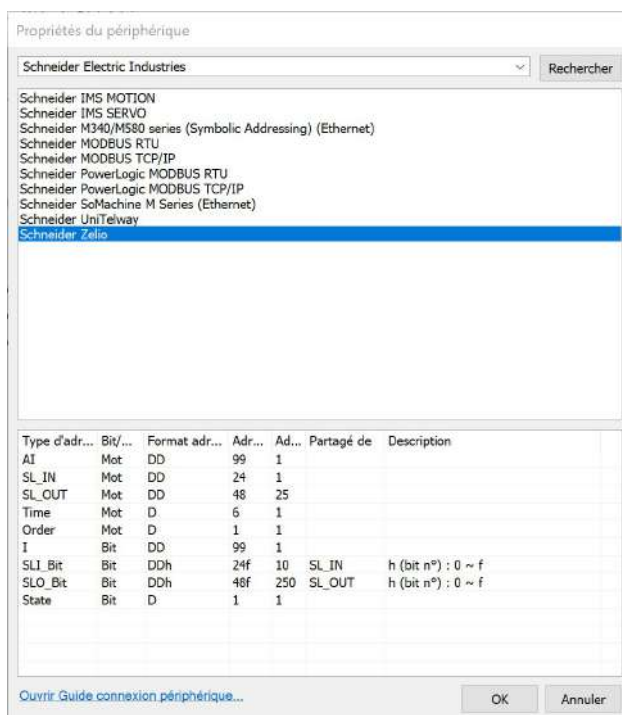


FIGURE 5.3 – Les Adresses compatibles avec Zelio Logic

Dans Zelio Soft, les blocs fonctionnels  $SL_{In}$  et  $SL_{Out}$  sont conçus pour prendre en charge jusqu'à 8 connexions de type mot chacun. Par conséquent, il est possible d'utiliser un maximum de 3 blocs  $SL_{In}$  avec les adresses 1 à 8, 9 à 16, et 17 à 24. De même, il est possible d'utiliser jusqu'à 3 blocs  $SL_{Out}$  avec les adresses 25 à 32, 33 à 40, et 41 à 48.

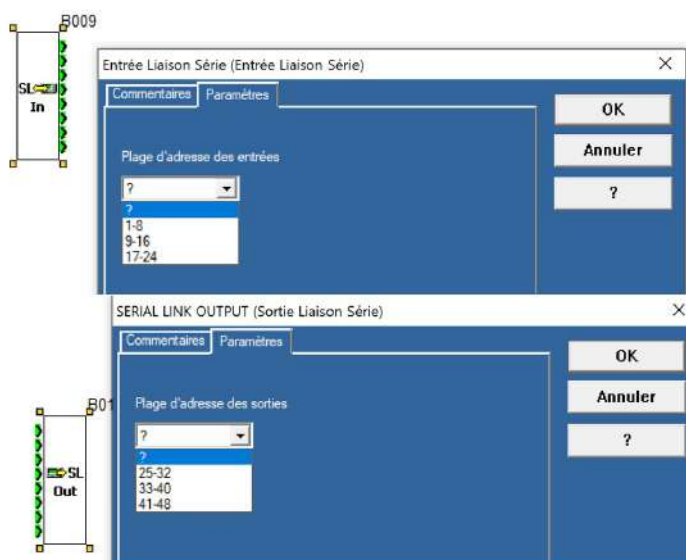


FIGURE 5.4 – Adresses des blocs  $SL_{In}$  et  $SL_{Out}$  dans Zelio Soft

Bien que les variables  $SL_{In}$  et  $SL_{Out}$  soient de type mot, il est possible de recevoir et d'envoyer des ordres de type bit. Ceci est réalisable en utilisant les blocs CNA (Convertisseur Numérique Analogique) pour envoyer des ordres de type bit de Zelio Logic à EasyBuilder, et les blocs CAN (Convertisseur Analogique Numérique) pour recevoir des ordres de type bit d'EasyBuilder à l'automate Zelio.

Pour envoyer un ordre bit de Zelio à EasyBuilder, il suffit de connecter la variable de type bit au premier bit du CNA. De même, pour recevoir un ordre bit d'EasyBuilder Pro à Zelio, nous connectons le premier bit du bloc CAN à la sortie.

Il est important de noter qu'un bloc CNA (respectivement CAN) est réservé pour une seule variable bit, comme illustré ci-dessous.

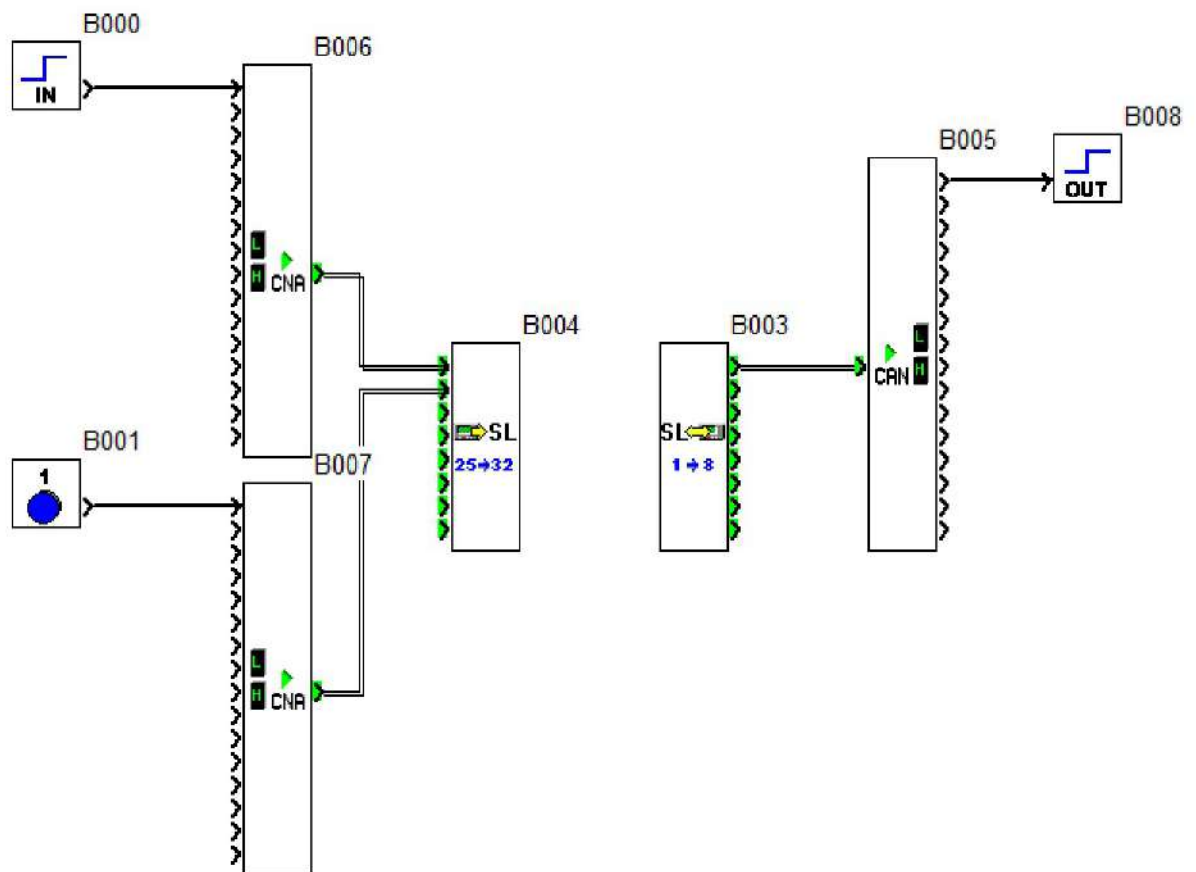


FIGURE 5.5 – Utilisation des blocs CNA et CAN dans Zelio Soft



## 5.3 Les vues de la station Zelio

A partir des vues de la station Zelio et du Grafcet, nous pouvons commander le système à travers les boutons Reset et Marche, la seule variable qui change est la configuration des réglages et le nombre d'états du système. Les deux vues de la station avec leurs cahiers des charges sont les mêmes avec de petites différences. La seule variable qui change est la configuration des réglages et le nombre d'états du système.

— Dans le premier cahier des charges, nous utilisons des variables TOR pour faciliter la manipulation :

- Ha : si le niveau de Cuve A est supérieur à 25 cm
- Hb : si le niveau de Cuve B est supérieur à 20 cm
- La : si le niveau de Cuve A est inférieur à 3 cm
- Lb : si le niveau de Cuve B est inférieur à 3 cm

— Dans le deuxième cahier des charges, nous ajoutons un compteur

Voici la vue de la station 1 pour le premier cahier des charges pendant la simulation en ligne, comme illustré dans la figure ci-dessous :

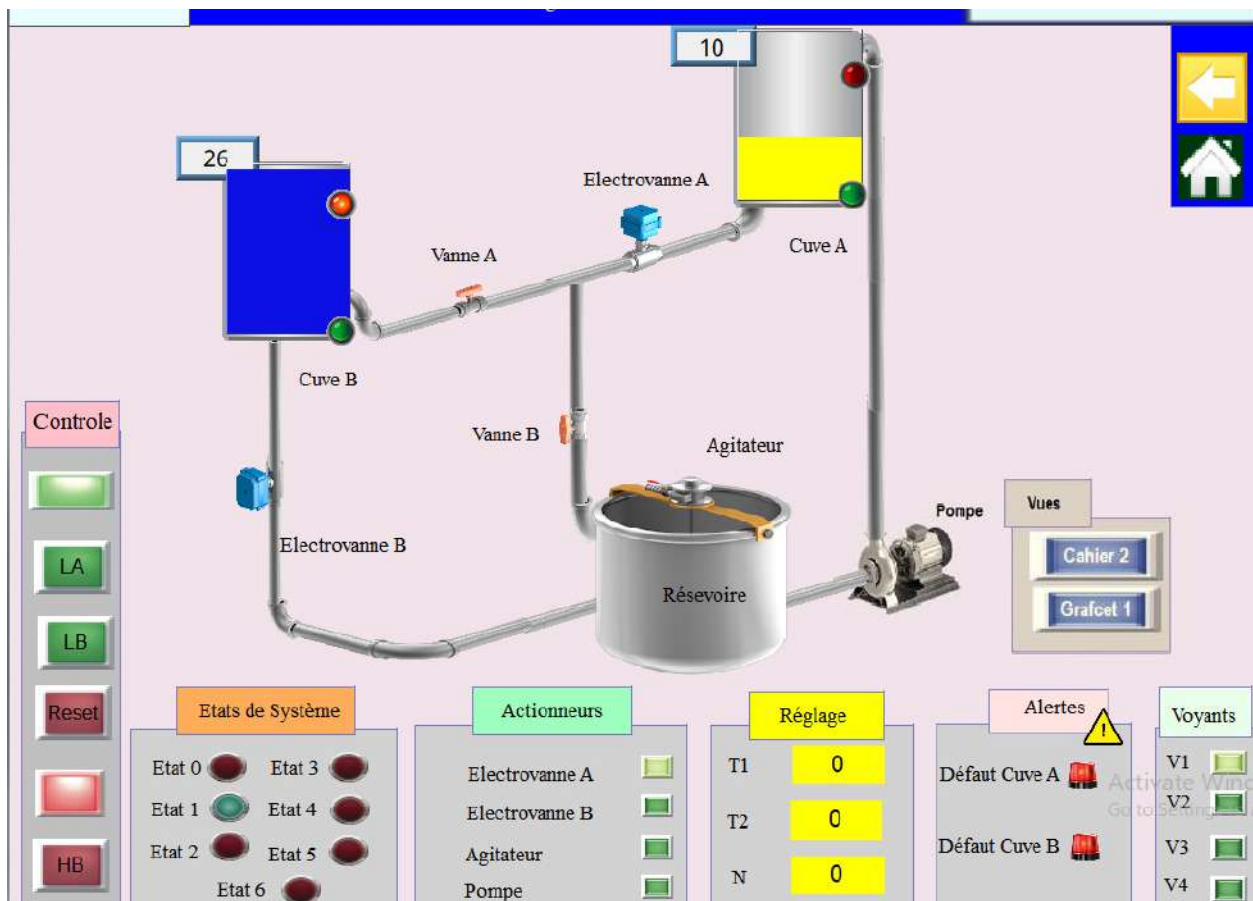


FIGURE 5.6 – station Zelio 1<sup>er</sup> cahier des charges avec simulation en ligne

Pour les vues des Grafcet, les vues de la description de la station restent les mêmes pour chaque cahier de charge ; seule la description de la station par le Grafcet change

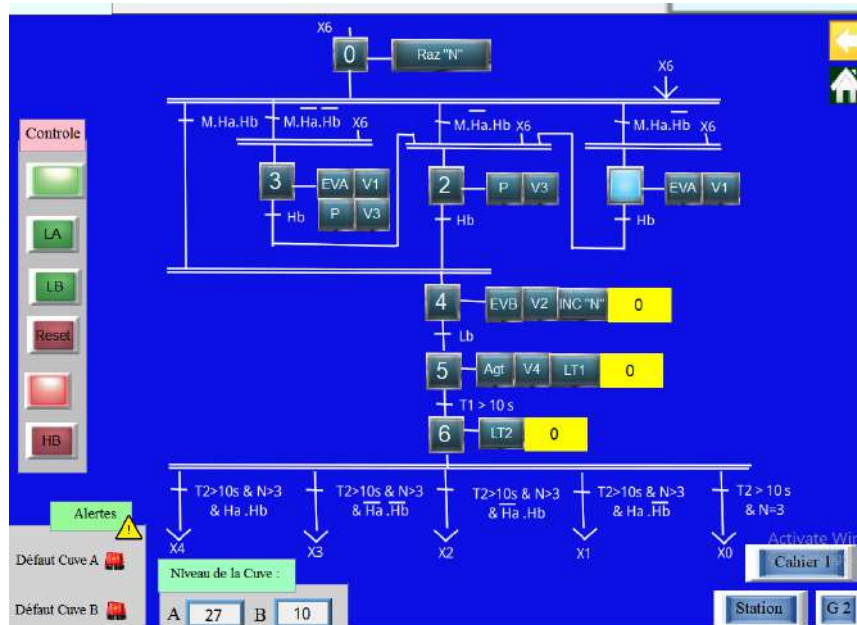


FIGURE 5.7 – station Zelio 1<sup>er</sup> Grafcet

Cette figure illustre le premier grafcet de la deuxième station.

## 5.4 La Supervision avec Easybuilder et l'automate LOGO!

L'objectif de cette partie est le même que celui de la partie précédente, à l'exception que nous allons travailler avec l'automate LOGO!. Les vues de cette partie sont également les mêmes que celles précédentes, à l'exception de la vue du système.

La communication entre l'automate LOGO! et EasyBuilder est différente de celle entre Zelio Logic et EasyBuilder. Ils peuvent communiquer via un câble **Ethernet**. Pour assurer une communication fiable et réussie, il est nécessaire de configurer les paramètres **TSAP** dans les deux logiciels, LOGO!Soft Comfort et Easy Builder.

### 5.4.1 Point d'accès aux services techniques TSAP[15]

Point d'accès aux services techniques (Technical Service Access Point) **TSAP**, est un identifiant unique utilisé pour établir une communication entre différents appareils.

Plus spécifiquement, un TSAP est utilisé dans les protocoles de communication pour permettre à des entités de réseau (par exemple, des équipements ou des logiciels) d'interagir les uns avec les autres. Chaque entité dispose d'un TSAP qui agit comme une adresse permettant de les identifier de manière unique dans le réseau.

L'utilisation de TSAP facilite l'échange de données et la communication entre les appareils connectés au réseau. Il permet de spécifier l'adresse de communication d'un appareil et de définir le point d'accès aux services techniques offerts par cet appareil.

Dans la configuration TSAP, il existe deux entités distinctes : le client et le serveur.

- Le client est l'entité qui initie la communication et envoie des demandes de services au serveur. Il est généralement celui qui souhaite accéder aux informations ou aux fonctionnalités offertes par le serveur.

- Le serveur, est l'entité qui répond aux demandes du client et fournit les services ou les informations demandés. Il est responsable de traiter les requêtes reçues du client et de fournir les réponses correspondantes.

Dans notre cas, Easybuilder Pro agit en tant que serveur et l'automate LOGO! joue le rôle de client.

## 5.4.2 Configuration des paramètres réseau dans LOGO! Soft Comfort

Pour établir une communication entre LOGO! Soft Comfort et EasyBuilder Pro, suivez les étapes suivantes :

### 1. Création d'une liaison client/serveur

- (a) Sélectionnez le mode diagramme, puis cliquez sur **Outils** dans la barre de menu et choisissez **Connexion Ethernet**.

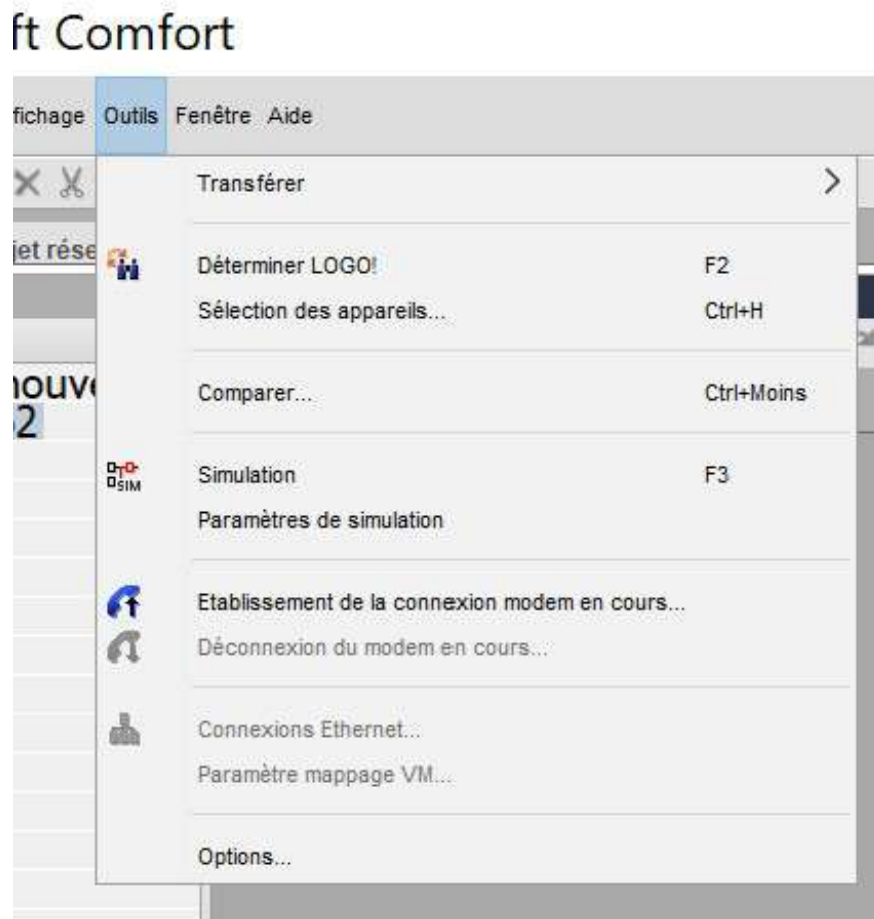


FIGURE 5.8 – Connexion Ethernet dans LOGO! Soft Comfort

- (b) Créez une liaison serveur en faisant un clic droit sur **Connexion Ethernet** et en sélectionnant **Ajouter une connexion au serveur**, puis choisissez **Connexion S7**.

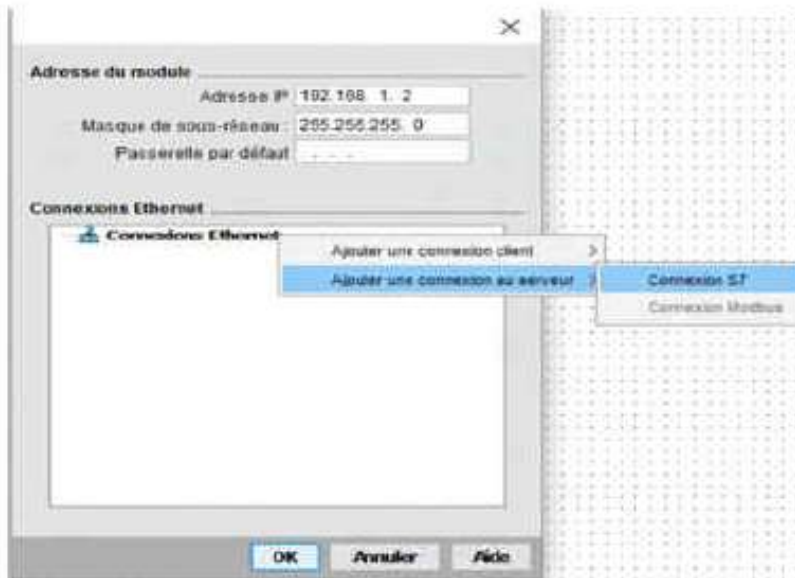


FIGURE 5.9 – Création d’une liaison serveur

- (c) Configurez les paramètres de TSAP (numéro de port) du client et du serveur. Par défaut, le TSAP du serveur est **20.00**, et configurez le TSAP client à **10.00** dans notre cas.

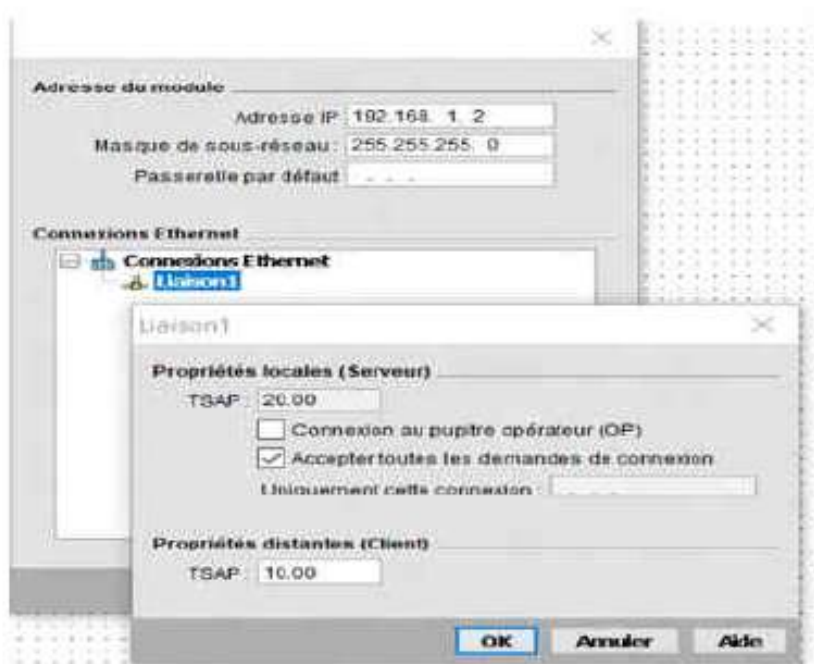


FIGURE 5.10 – Paramètres de connexion client/serveur

## 2. Création d’un réseau client/serveur

- (a) Sélectionnez **Projet réseau**, puis faites un clic droit sur l’une des entrées réseau. Sélectionnez **Ajouter une connexion au serveur** et choisissez **Connexion S7**.

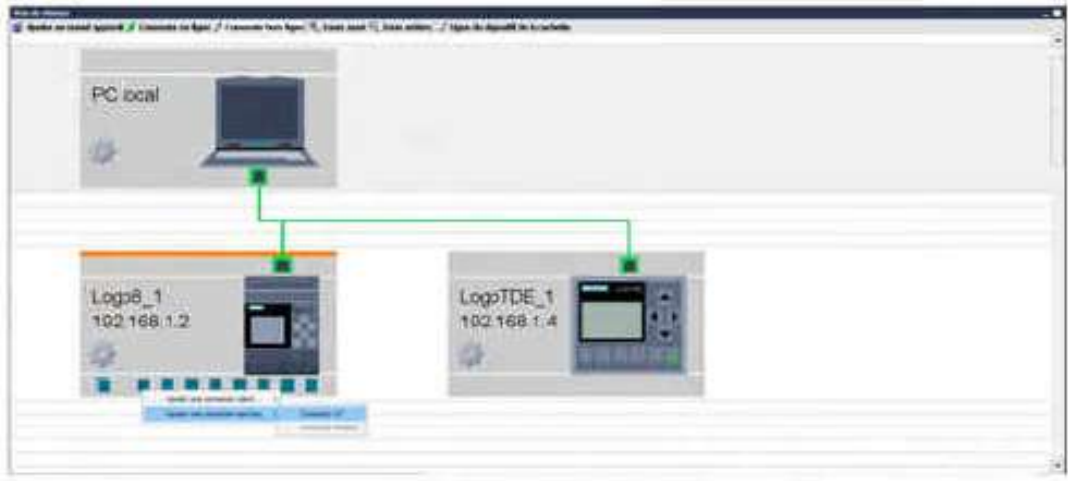


FIGURE 5.11 – Configuration du réseau client/serveur

- (b) Cochez la case **Accepter toutes les demandes de connexion sur le serveur** et saisissez la valeur du TSAP du client (**10.00**), configuré à l'étape précédente.

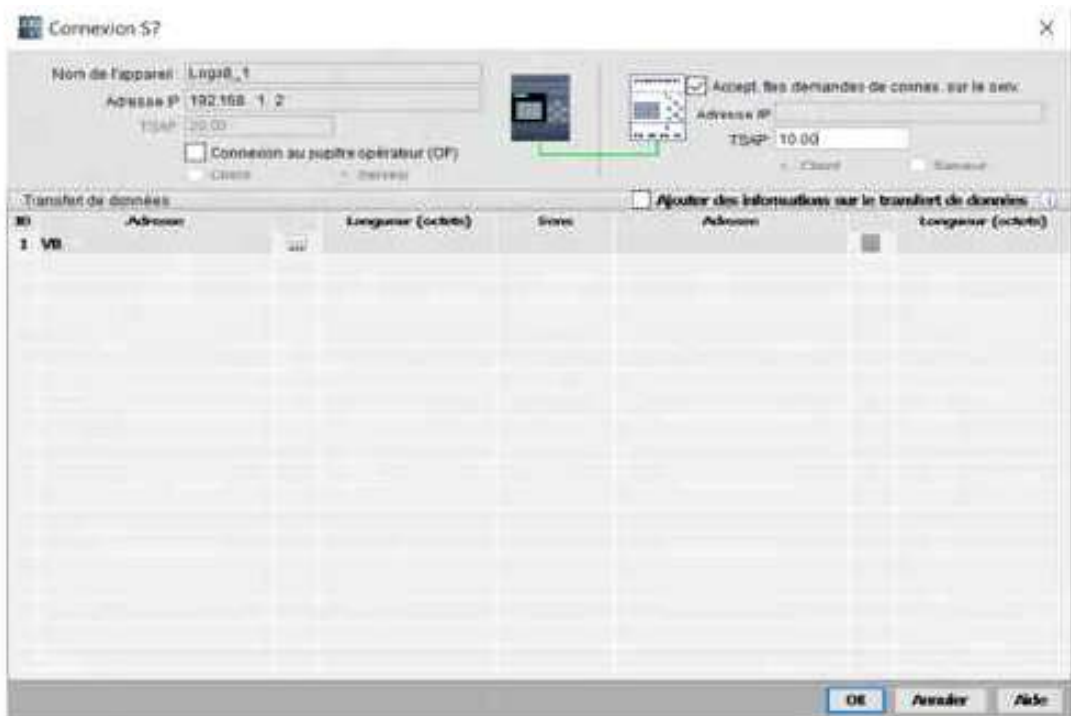


FIGURE 5.12 – Connexion client avec serveur

Une fois ces étapes terminées, un réseau sera configuré, permettant ainsi la communication entre l'automate LOGO! et EasyBuilder Pro.

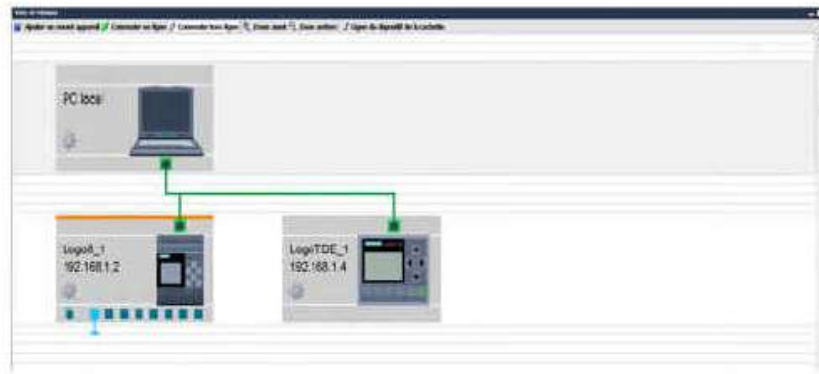


FIGURE 5.13 – Réseaux Client/Serveur

### Configuration des paramètres réseau dans EasyBuilder Pro

Pour configurer les paramètres réseau dans EasyBuilder afin de permettre la communication avec le module LOGO ! :

1. Accédez aux paramètres du système.
2. Sélectionnez **Siemens LOGO (Ethernet)** dans la liste des types de modules.
3. Accédez aux paramètres et saisissez l'adresse IP de l'automate (192.168.1.2) ainsi que les paramètres TSAP du client et du serveur qui ont déjà été configurés dans LOGO !Soft Comfort (TSAP client =1000 et TSAP serveur =2000).

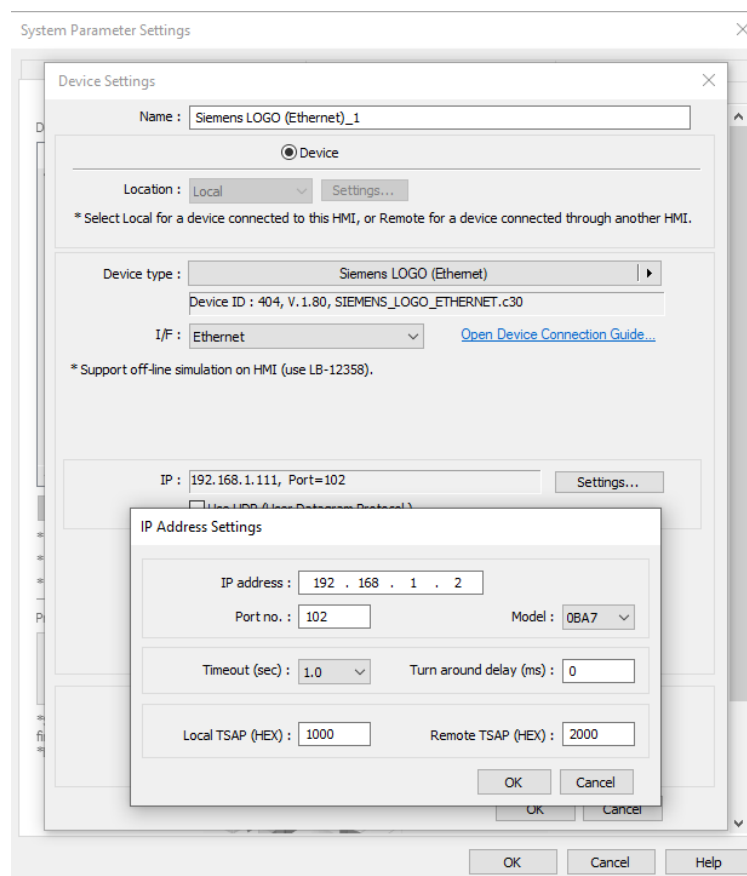


FIGURE 5.14 – Configuration des paramètres réseaux EasyBuilder Pro

## 5.5 Les vues de la station Logo

A partir des vues de la station LOGO et du Grafcet, nous pouvons commander le système à travers les boutons Reset et Marche. Voici la vue de la station logo pendant la simulation en ligne, comme illustre dans la figure ci-dessous

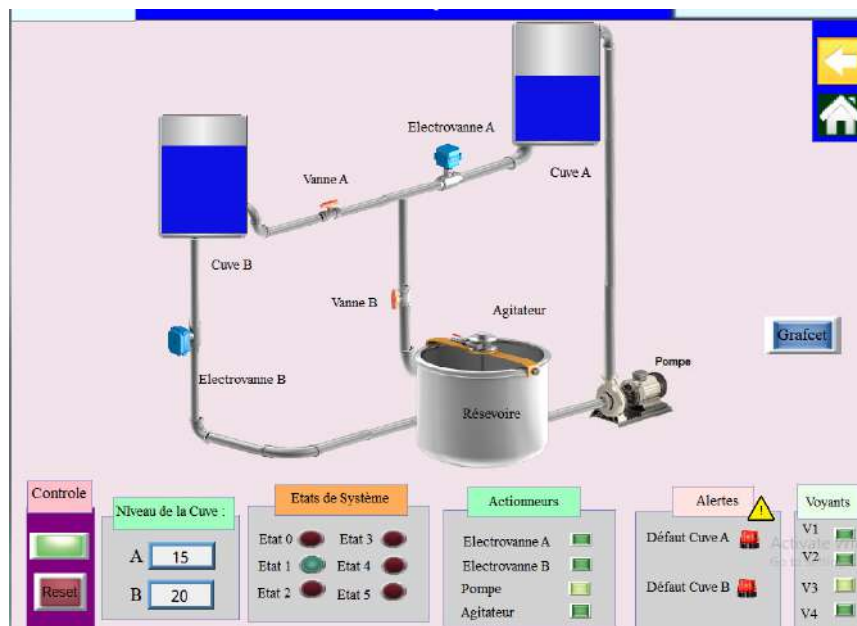


FIGURE 5.15 – Station Logo, 1<sup>er</sup> cahier des charges avec simulation en ligne

Pour les vues des Grafcet, les vues de la description de la station restent les mêmes pour le cahier de charge ; seule la description de la station par le Grafcet change.

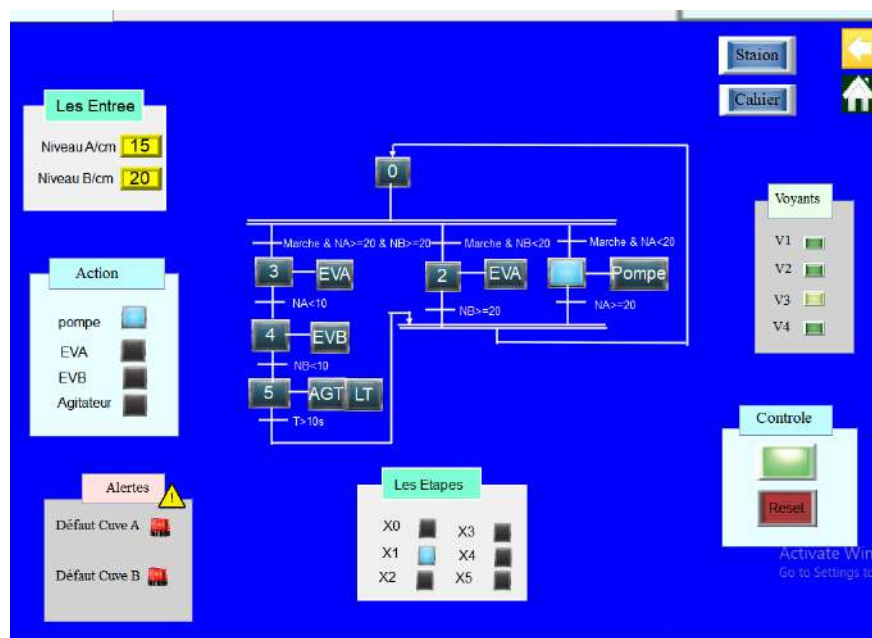


FIGURE 5.16 – Station Logo, 1<sup>er</sup> Grafcet

Cette figure illustre la grafcet de la station logo

## **5.6 Conclusion**

Ce chapitre a exploré l'utilisation d'Easy Builder Pro pour commander et superviser la station de pompage avec les automates Zelio et Logo. Nous avons configuré la communication, créé des vues spécifiques et développé des GRAFCET pour automatiser les processus. De plus, nous avons examiné en détail les vues des équipements utilisés dans la station.



# Conclusion générale

Ce travail de fin d'études visait à développer et mettre en œuvre un système d'automatisation pour deux stations de pompage, utilisant différents automates programmables, dont le Siemens S7-1200, le Logo, et le Zelio de Schneider. L'objectif principal était de fournir une solution intégrée permettant une gestion et une supervision optimales de ces stations à l'aide du logiciel Easy Builder Pro.

Nous avons :

- Créé deux cahiers des charges pour la station utilisant le S7-1200, et l'avons programmée avec TIA Portal .
- Réalisé la commande et la supervision des quatre cahiers des charges de la station 1 avec Easy Builder Pro .
- Ajouté un autre cahier des charges pour l'automate Zelio, commandé et supervisé les premier et deuxième cahiers des charges avec Easy Builder .
- Créé un cahier des charges pour l'automate Logo, que nous avons programmé avec Logo Comfort, et mis en place une supervision avec Easy Builder.

Nous avons réussi à faire une simulation réelle avec la station S7-1200, mais pour la deuxième station, nous avons dû nous contenter d'une simulation par PC en raison de problèmes de communication entre l'automate Zelio et le logiciel Zelio Soft.

Ce projet nous a permis de développer des compétences pratiques et théoriques dans le domaine de l'automatisation industrielle. Nous avons appris à programmer avec TIA Portal, Zelio Soft et Logo Soft Comfort, ainsi qu'à utiliser Easy Builder Pro pour la supervision des systèmes automatisés. Nous avons pu constater l'importance de l'intégration et de la supervision des systèmes automatisés pour optimiser les processus et améliorer la productivité.

# Bibliographie

- [1] Siemens. SCE 011-101 : Configuration matérielle S7-1200 [en ligne]. [Consulté le 26/05/2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/hw-config-s7-1200/sce-011-101-hardware-configuration-s7-1200-r1709-fr.pdf>.
- [2] Automation24. Siemens CPU 1214C, 6ES7214-1AG40-0XB0 [en ligne]. [Consulté le 18/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.automation24.fr/siemens-cpu-1214c-6es7214-1ag40-0xb0>.
- [3] Siemens. Documentation technique du module d'entrées/sorties numériques 6ES7232-4HD32-0XB0 pour SIMATIC S7-1200 [en ligne]. [Consulté le 07/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://media.automation24.com/datasheet/fr/6ES72324HD320XB0.pdf>.
- [4] Bouzid, Osema. "Développement d'un système SCADA pour la supervision de deux stations de pompage à base du système KEPServerEX". Mémoire de Fin d'Études, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 2023.
- [5] Factory Software. Quels sont les 5 critères importants dans le choix d'une IHM [en ligne]. [Consulté le 15/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://on.factorysoftware.fr/quels-sont-les-5-criteres-importants-dans-le-choix-dune-ihm>.
- [6] Siemens. Documentation technique du panneau de commande SIMATIC HMI Comfort Panel TP900 [en ligne]. [Consulté le 15/06/2024]. Disponible à l'adresse : [https://media.automation24.com/datasheet/fr/6AV21240JC010AX0\\_fr.pdf](https://media.automation24.com/datasheet/fr/6AV21240JC010AX0_fr.pdf).
- [7] Schneider Electric. Altivar ATV12 Variateur de vitesse [en ligne]. [Consulté le 15/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.se.com/fr/fr/product/ATV12H037M2/altivar-atv12-variateur-de-vit-037kw-055cv-200-240v-1ph-radiateur/>.
- [8] Leopompe. Pompe périphérique [en ligne]. [Consulté le 19/06/2024]. Disponible à l'adresse : <http://leopompe.fr/1-1-1-4-peripheral-pump/>.
- [9] Energical. Disjoncteur bipolaire ECB3-BP-25 [en ligne]. [Consulté le 20/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://energical.com/fr/produit/disjoncteur-bipolaire-ecb3-bp-25/>.
- [10] Usine Nouvelle. Bloc d'alimentation SITOP PSU100S [en ligne]. [Consulté le 20/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.usinenouvelle.com/expo/bloc-d-alimentation-sitop-psu100s-p196959.html>.

- [11] One-elec. Qu'est-ce qu'un contacteur électrique? [en ligne]. [Consulté le 05/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.one-elec.com/blog/fr-qu-est-ce-qu-un-contacteur-electrique-one-elec.html>.
- [12] RS Online. Relais de puissance [en ligne]. [Consulté le 21/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://fr.rs-online.com/web/p/relais-de-puissance/2205134>.
- [13] Arduino Store. Arduino Uno Rev3 [en ligne]. [Consulté le 22/06/2024]. Disponible à l'adresse : <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>.
- [14] Koussa, Mohamed Amine et Bouza, Mohamed Ramzi. "Commande, Simulation et Supervision d'un prototype de station de pompage avec Automate Programmable Industriel SIEMENS S7-1200". Mémoire de Fin d'Études, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 2021.
- [15] Kamel, Rania Fairouz. "Développement des techniques de commande et supervision d'une station de pompage". Mémoire de Fin d'Études, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 2023.
- [16] Axialys. API : définition, à quoi ça sert et comment ça fonctionne [en ligne]. [Consulté le 23/05/2024]. Disponible à l'adresse : <https://blog.axialys.com/api-definition-a-quoi-ca-sert-et-comment-ca-fonctionne/>.
- [17] Sepyanico. What is WinCC? [en ligne]. [Consulté le 23/05/2024]. Disponible à l'adresse : <https://sepyanico.com/en/what-is-wincc/>.
- [18] Siemens. SCE 011-101 : Configuration matérielle S7-1200 [en ligne]. [Consulté le 26/05/2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/hw-config-s7-1200/sce-011-101-hardware-configuration-s7-1200-r1709-fr.pdf>.
- [19] Solutions Industrielles. Niveau 1 : Adressage [en ligne]. [Consulté le 29/05/2024]. Disponible à l'adresse : [https://tiaportal\\_formation\\_automatisme.solutions-industrielles.com/livret/niveau-1/nls005-adressage/](https://tiaportal_formation_automatisme.solutions-industrielles.com/livret/niveau-1/nls005-adressage/).
- [20] FlipHTML5. Tutoriel Zelio LD et FBD [en ligne]. [Consulté le 16/05/2024]. Disponible à l'adresse : <https://fliphtml5.com/vfkn/shdd/basic>.
- [21] Schneider Electric. User guide for Zelio Logic [en ligne]. [Consulté le 05/05/2024]. Disponible à l'adresse : [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=EIO0000002613.01.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000002613](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO0000002613.01.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000002613).
- [22] Electrotoile. Automate Zelio Logic 2 de Schneider [en ligne]. [Consulté le 03/05/2024]. Disponible à l'adresse : <https://electrotoile.eu/automate-zelio-logic-2-schneider.php#002%20%20photo%20zelio>.
- [23] Université Virtuelle de Tunis. Automates [en ligne]. [Consulté le 30/05/2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_14.html](https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_14.html).
- [24] Siemens. Aide en ligne LOGO !Soft Comfort [en ligne]. [Consulté le 03/06/2024]. Disponible à l'adresse : [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/100782807/Help\\_fr-FR\\_fr-FR.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/100782807/Help_fr-FR_fr-FR.pdf).

# Annexe A

## Les Automates Programmables API

Avec l'avancée de l'industrie, les machines utilisées sont devenues de plus en plus électroniques. Ainsi, au lieu des anciennes boîtes de relais, on utilise désormais des systèmes plus flexibles appelés API, ce qui réduit les coûts de câblage et de maintenance. Dans cette annexe, nous nous concentrons sur comment contrôler et surveiller efficacement une station de pompage en utilisant un automate appelé S7 1200. Nous verrons d'abord ce qu'est exactement cet automate, puis nous parlerons d'un logiciel appelé TIA Portal qui sert à le programmer. Enfin, nous verrons les différentes étapes pour automatiser avec succès ce projet.

### A.1 Les Automates Programmables API

#### A.1.1 Définition des APIs[16]

Les API (Interfaces de Programmation d'Application) sont des outils qui permettent à différents systèmes d'information et programmes informatiques de communiquer entre eux en utilisant un langage commun, indépendamment de leur langage de programmation. L'utilisation d'API a considérablement simplifié le développement d'applications informatiques, économisant ainsi du temps et de l'argent aux entreprises.

#### A.1.2 Avantages de l'utilisation d'une API [16]

1. **Intégration simplifiée** : Les API offrent une interface standardisée qui facilite l'intégration avec vos outils existants. Vous n'avez pas besoin d'une connaissance approfondie des détails de mise en œuvre de l'API, ce qui permet une intégration rapide et fluide.
2. **Automatisation des tâches** : Les API peuvent automatiser des tâches complexes, ce qui permet d'économiser du temps et des efforts. Par exemple, les API Axialys peuvent récupérer automatiquement les statistiques d'un logiciel de centre d'appels et les mettre à jour en temps réel.
3. **Amélioration de la qualité grâce à un écosystème sur mesure** : En utilisant des API, vous pouvez créer un écosystème de solutions logicielles sur mesure qui répondent parfaitement à vos besoins. Cela vous permet d'obtenir une meilleure qualité et une meilleure adaptabilité que les solutions génériques.
4. **Réduction des coûts** : Plutôt que de développer en interne des applications, l'utilisation d'API permet d'économiser du temps et des ressources. De plus, en s'appuyant sur des solutions existantes, les coûts de développement et de maintenance sont réduits.

## A.2 Logiciel TIA Portal

### A.2.1 Présentation de TIA Portal V15

TIA Portal V15, abréviation de "Totally Integrated Automation Portal" version 15, est une plateforme logicielle développée par Siemens. Elle offre un environnement de développement intégré pour la programmation, la configuration et la mise en service des automates programmables industriels (API), des interfaces homme-machine (IHM), des variateurs de vitesse et d'autres équipements industriels. Cette plateforme intègre un système d'ingénierie complet incluant les logiciels SIMATIC STEP et SIMATIC WinCC V15.1.

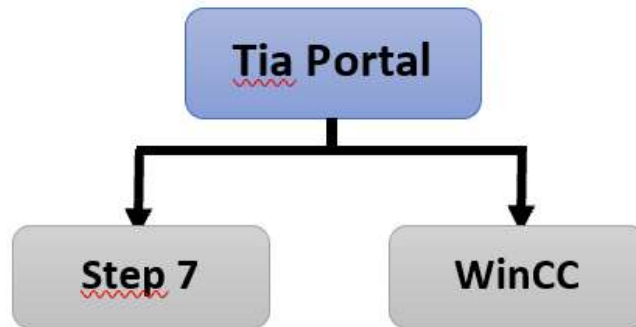


FIGURE A.1 – Architecture Logicielle de TIA Portal

### A.2.2 Simatic Step 7

SIMATIC STEP 7, un logiciel de Siemens, est spécialement conçu pour simplifier et accélérer l'ingénierie des contrôleurs SIMATIC. Intégré au sein du TIA Portal, STEP 7 offre une solution complète pour configurer, programmer, tester et diagnostiquer efficacement une gamme variée de contrôleurs SIMATIC, qu'ils soient modulaires ou basés sur PC.

### A.2.3 Simatic WinCC [17]

Le logiciel WinCC est un produit de la marque allemande Siemens, utilisé dans le domaine de la supervision industrielle. Cette supervision englobe la représentation visuelle du processus industriel et la création d'images graphiques pour faciliter la communication entre le processus et l'opérateur du système de contrôle d'une usine ou d'une unité industrielle.

WinCC permet à l'utilisateur de surveiller en temps réel le fonctionnement principal du processus, et si nécessaire, de modifier les paramètres appliqués à l'équipement. Il offre également la possibilité de se connecter à tous les automates programmables (PLC) et contrôleurs compatibles avec OPC. L'une des caractéristiques les plus importantes de WinCC est son enregistreur de données, qui constitue un élément clé dans la surveillance et le contrôle des processus industriels.

## A.2.4 Interface du TIA Portal

### Vue de Portal

Dans la vue du portail, vous bénéficiez d'un aperçu complet de toutes les étapes de configuration du projet ainsi que d'un accès orienté tâche pour automatiser vos processus. La figure suivante montre la structure de la vue du portail :

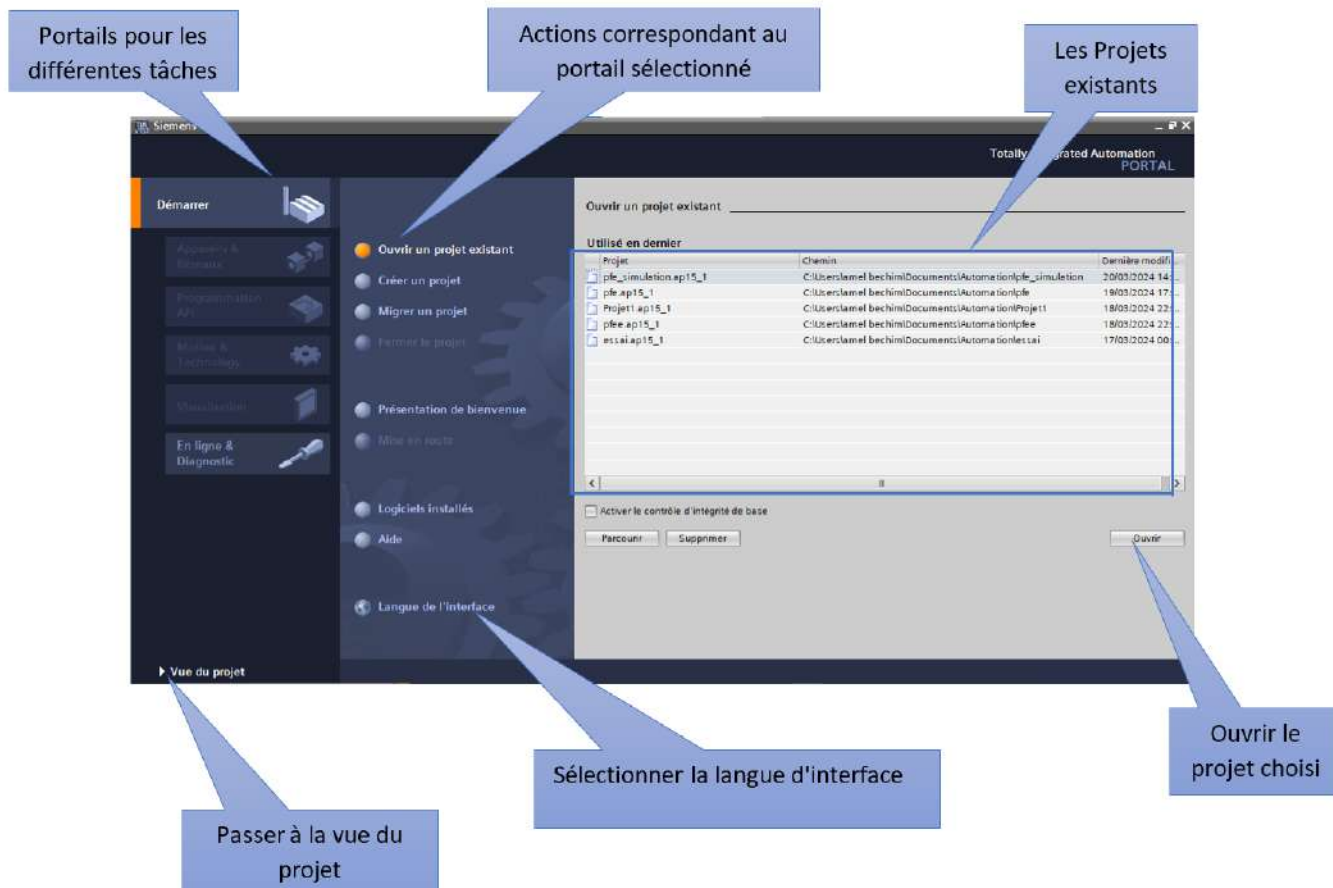


FIGURE A.2 – Vue de Portal

### Vue de Projet

La vue projet offre une représentation hiérarchisée structurée de l'ensemble des composants d'un projet. Elle facilite un accès rapide et intuitif à tous les éléments du projet, aux zones de travail associées et aux éditeurs nécessaires. Ces éditeurs permettent la création et la modification de tous les objets requis pour le projet. Toutes les données pertinentes concernant les objets sélectionnés sont affichées dans les fenêtres de travail correspondantes. La figure suivante illustre la structure de la vue projet :

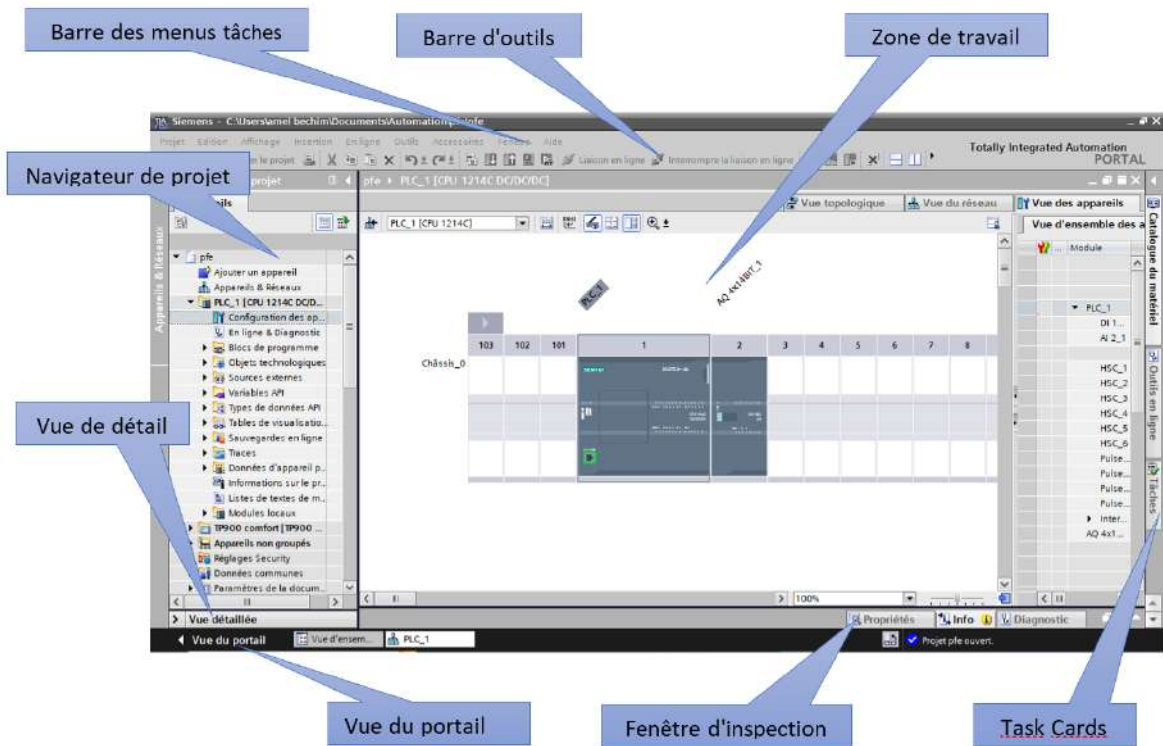


FIGURE A.3 – vue de projet

La photo suivante illustre les composantes de la barre d’outil de la vue de projet :

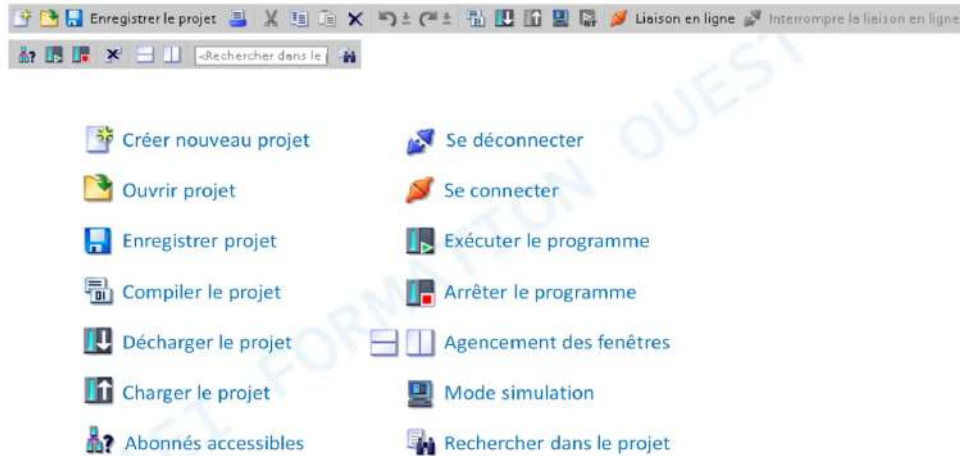


FIGURE A.4 – Barre d’Outils et Commandes de TIA Portal

## A.3 Processus d'Automatisation

Dans cette section, nous exposons les principales étapes requises pour planifier une solution d'automatisation basée sur un automate programmable (API) .  
La figure suivante illustre les étapes d'automatisation :

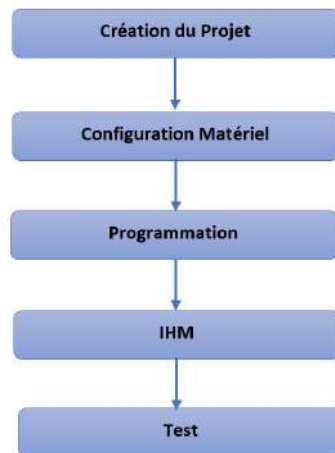


FIGURE A.5 – Les principales étapes d'automatisation

### A.3.1 Création d'un Projet

Après avoir ouvert le logiciel, vous pouvez commencer la création du projet en suivant ces étapes :

1. Sélectionner l'action **“Créer un projet”**.
2. Nommez le projet, choisissez le chemin de sauvegarde, définissez l'auteur du projet et ajoutez éventuellement des commentaires.
3. Cliquez sur le bouton **“Créer”** pour valider et créer le projet.

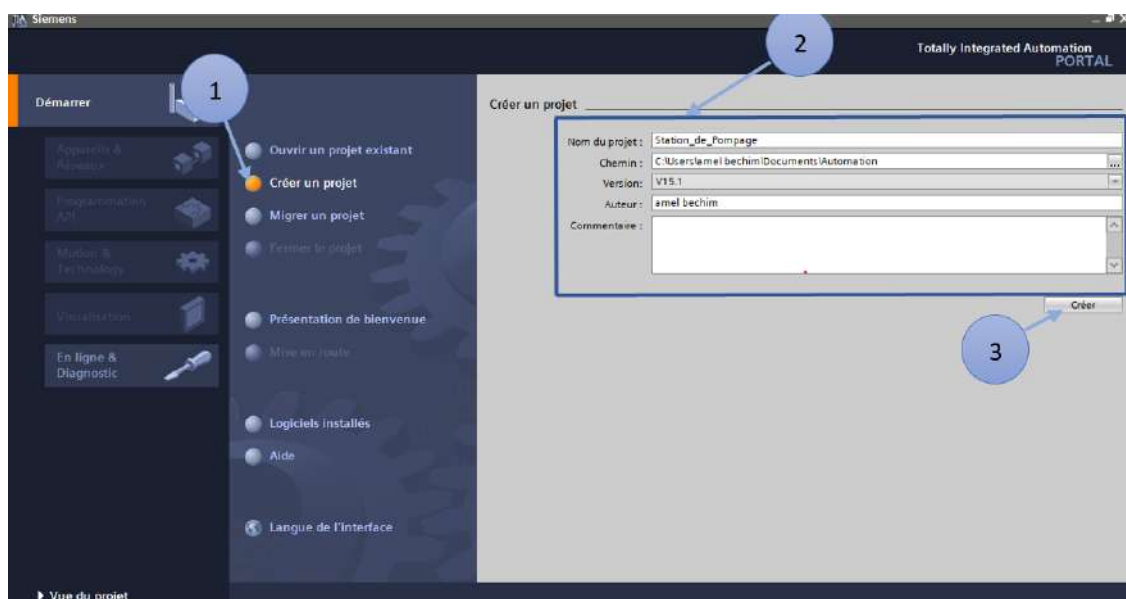


FIGURE A.6 – Les étapes de Création d'un Projet



La fenêtre suivante apparaît après la création d'un projet :

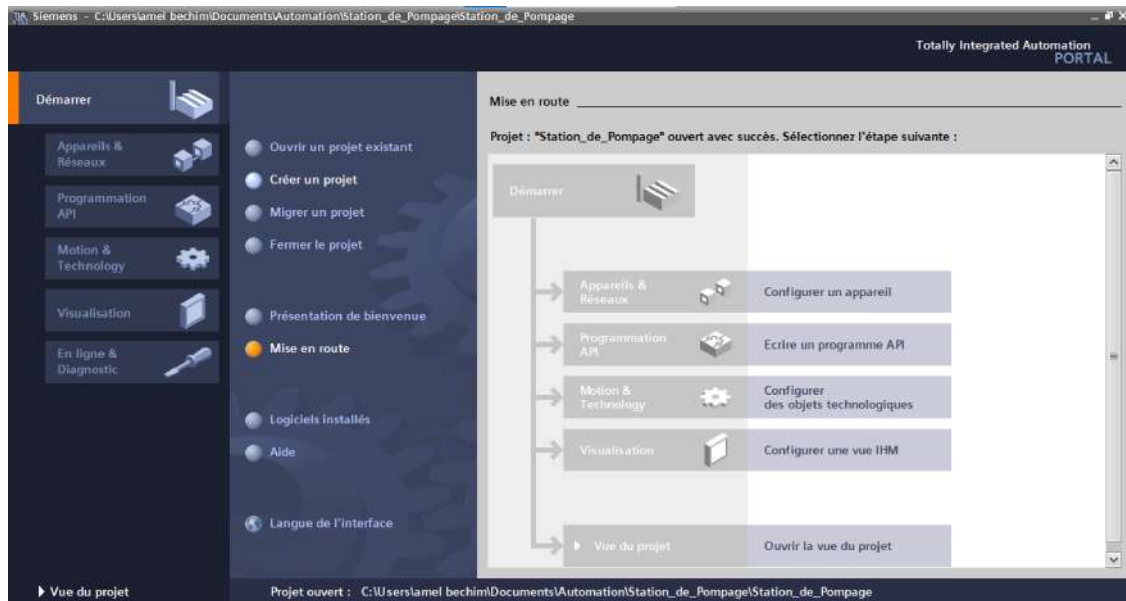


FIGURE A.7 – La fenêtre s'affiche après la création d'un projet

### A.3.2 Configuration du Matériel

Après la création de notre projet, nous entamons la configuration matérielle en suivant les étapes suivantes

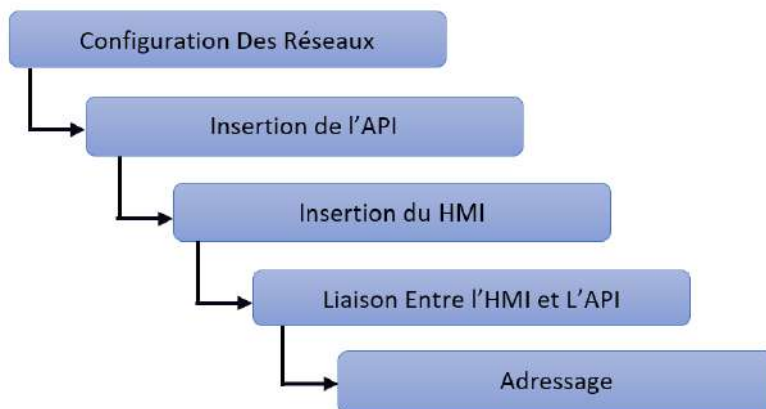


FIGURE A.8 – Les étapes de Configuration Matérielle S7-1200

### Configuration de l'adresse IP

Après la création du projet, la phase de configuration matérielle débute par l'attribution des adresses IP.

Pour programmer le SIMATIC S7-1200 à partir d'un PC, d'une PG, vous avez besoin d'une connexion TCP/IP. Pour que le PC et SIMATIC S7-1200 puissent communiquer via TCP/IP, il est important que leurs adresses IP correspondent.

1. On clique sur l'icône Wi-Fi, puis sur **"Paramètres de réseau et Internet"** (Ouvrir le Centre Réseau et partage)
2. Dans la fenêtre du Centre Réseau et partage, cliquez sur **"Modifier les options d'adaptateur"**.

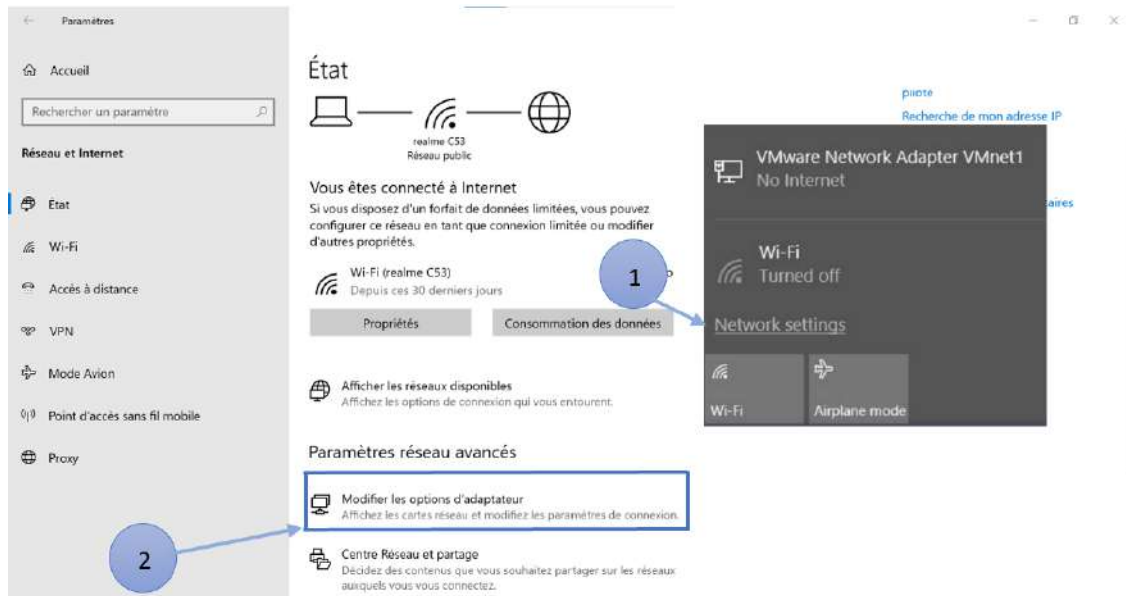


FIGURE A.9 – Configuration de l'adresse IP

3. Sous "Connexion au réseau local", choisissez celle avec laquelle vous voulez vous connecter à l'automate et cliquez sur "Propriétés".

4. Choisissez maintenant les "Properties" de "Internet Protocol (TCP/IPv4)" (Protocole Internet version 4 (TCP/IP)).

5. Vous pouvez ensuite paramétrer, par exemple, l'adresse IP suivante : **192.168.0.3**, le masque de sous-réseau étant **255.255.255.0**, et les appliquer en cliquant sur "OK".

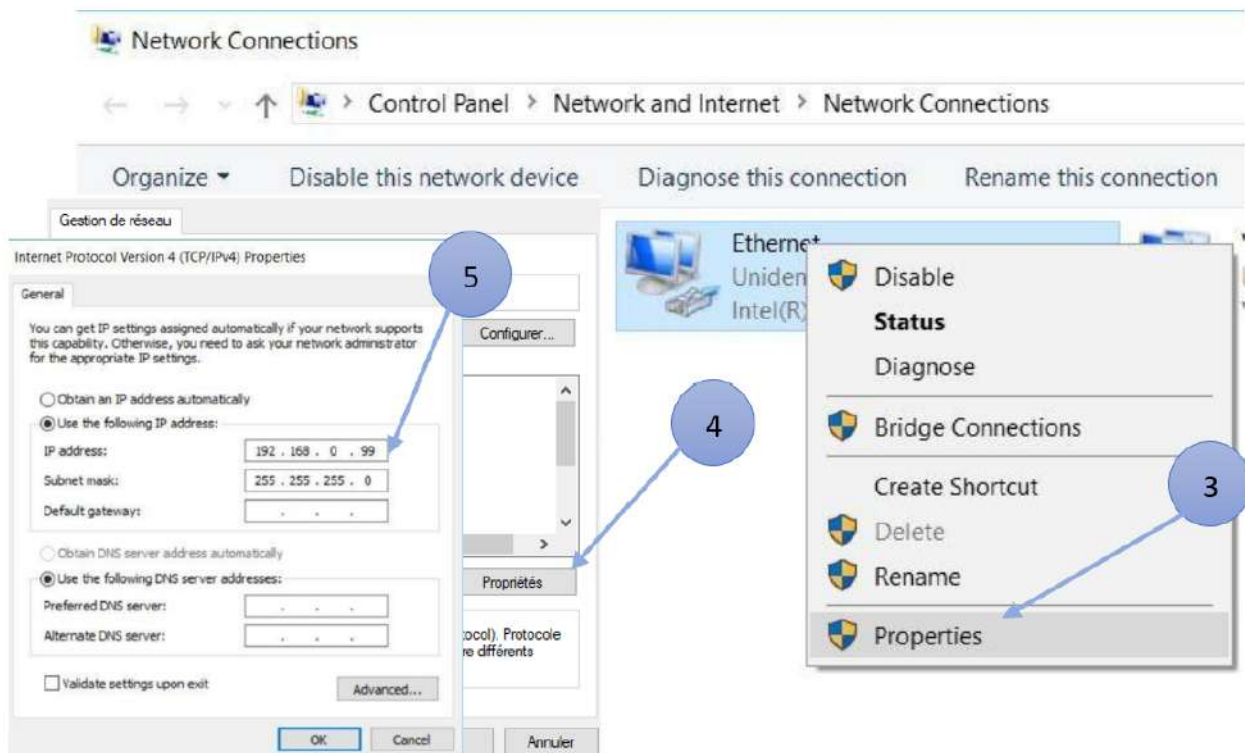


FIGURE A.10 – Configuration de l'adresse IP

## Intégration d'un API

Après la configuration du réseau, nous passons à l'ajout d'un API. Pour sélectionner l'automate à utiliser dans notre projet, suivez ces étapes :

1. Accédez à l'onglet "Appareils & Réseaux".
2. Cliquez sur "Ajouter un appareil".
3. clic sur Contrôleurs et on choisi le CPU 1214C DC/DC/DC.
4. appuyez sur "Ajouter".

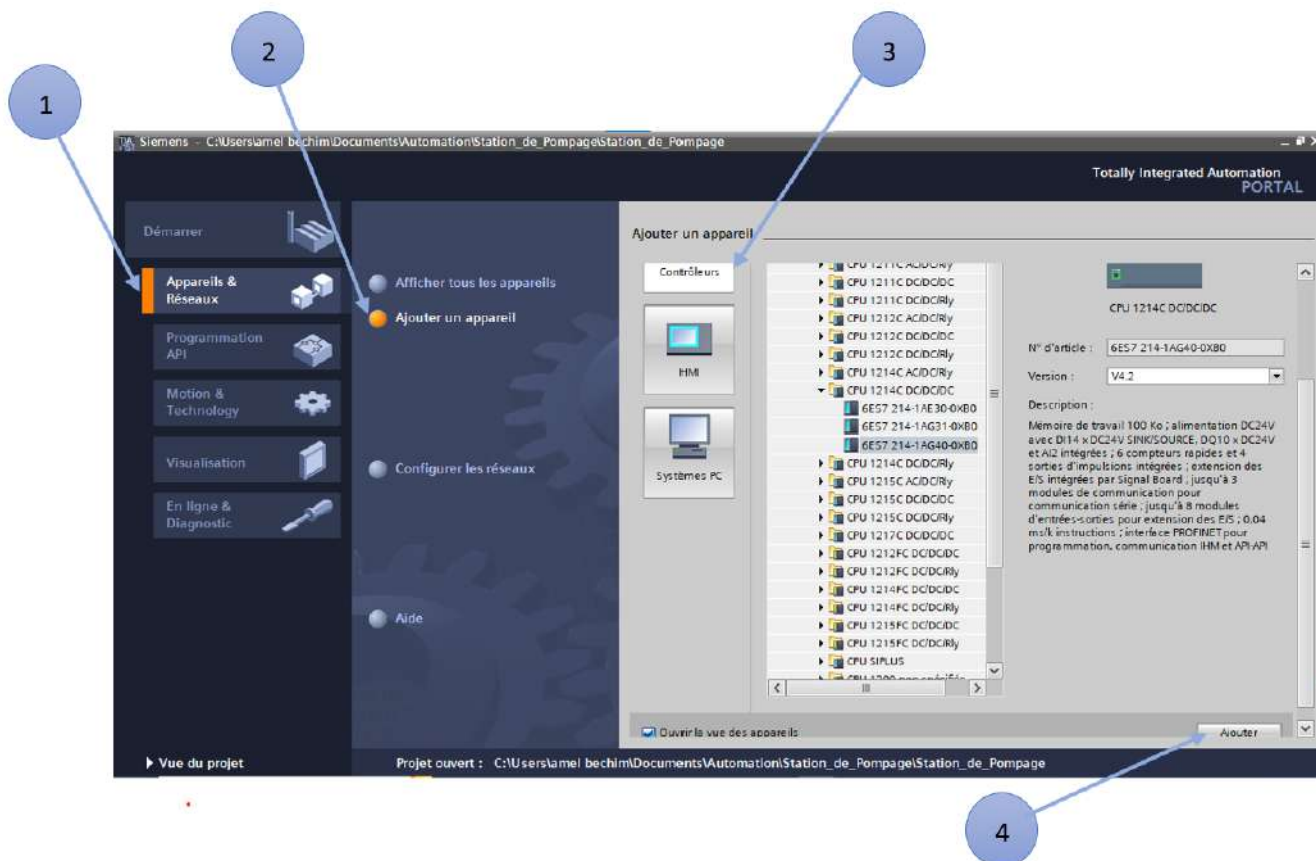


FIGURE A.11 – Les étapes d'intégration d'un API

On peut ajouter des éléments au rack à partir du catalogue trouvé dans la vue du projet.

1. Clic Configuration des appareils;
2. Dans l'onglet Vue des appareils;
3. Dans <Rechercher>, entrer la référence de la carte;
4. Sélectionner la carte d'E/S \textbf{6ES7232-4HB32-0XB0};
5. Glisser-déposer sur un emplacement libre.

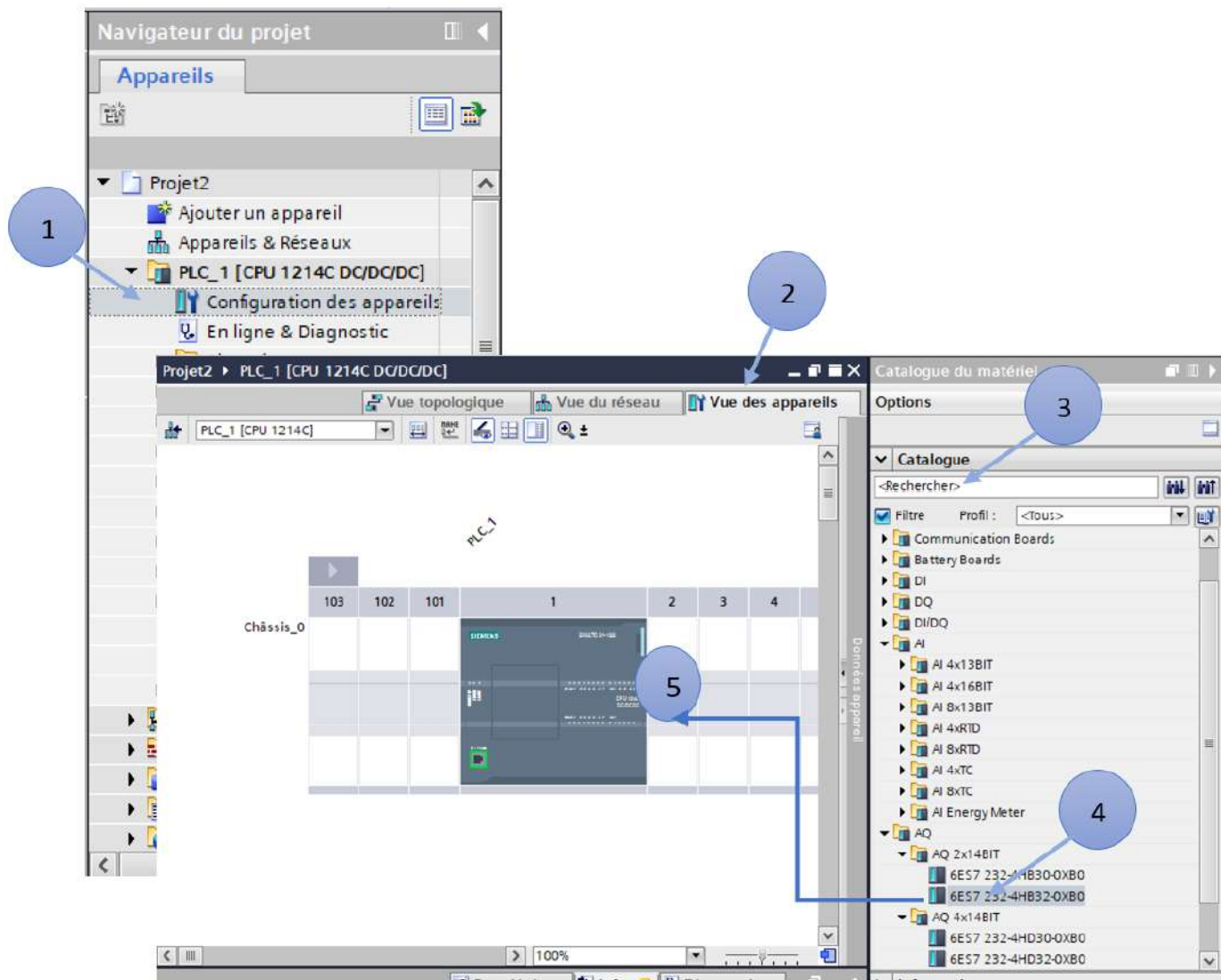


FIGURE A.12 – Ajout des éléments au rack

Configuration de l'interface Ethernet de la CPU :

1. Sélectionnez la CPU en effectuant un double-clic dessus.
2. Ouvrez le menu **"Propriétés"** .
3. Dans le menu, sélectionnez **"Interface PROFINET"** .
4. Sélectionnez l'entrée **"Adresses Ethernet"** l'adresse IP suivante : **192.168.0.1**.

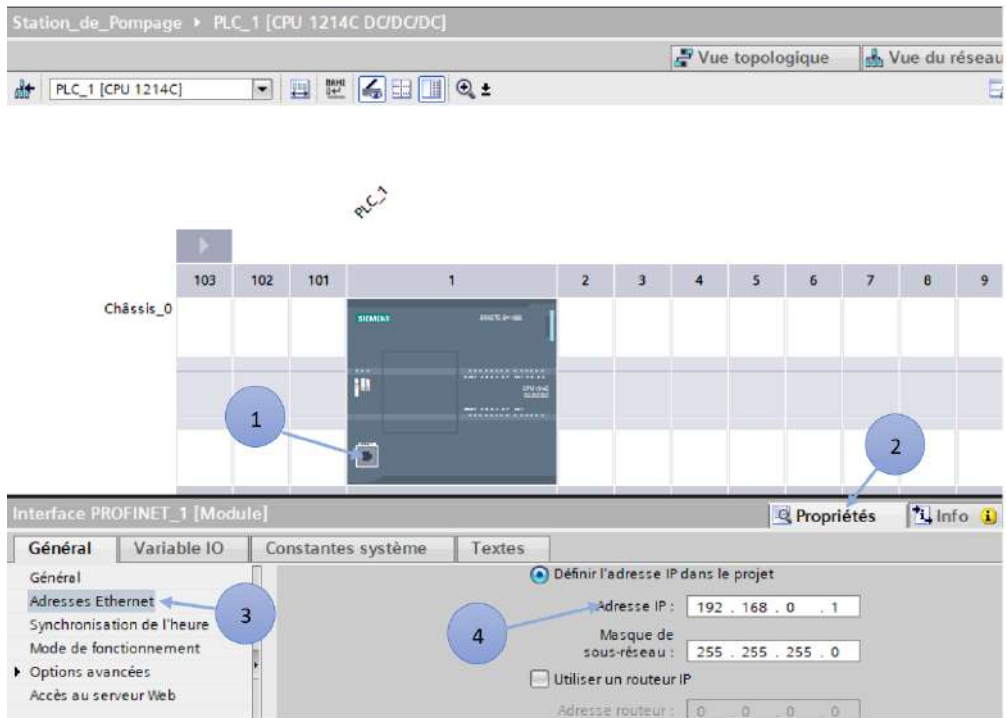


FIGURE A.13 – Configuration de l’interface Ethernet de la CPU

## Intégration d’une IHM

Pour mieux comprendre et contrôler le déroulement d’un projet, nous ajoutons une interface homme-machine (IHM) de la manière suivante :

1. Appuyez sur ”Add new device”.
2. Ensuite, sélectionnez ”IHM” dans le tableau qui apparaît.
3. Cherchez notre IHM dans la liste fournie.
4. clic sur Ok

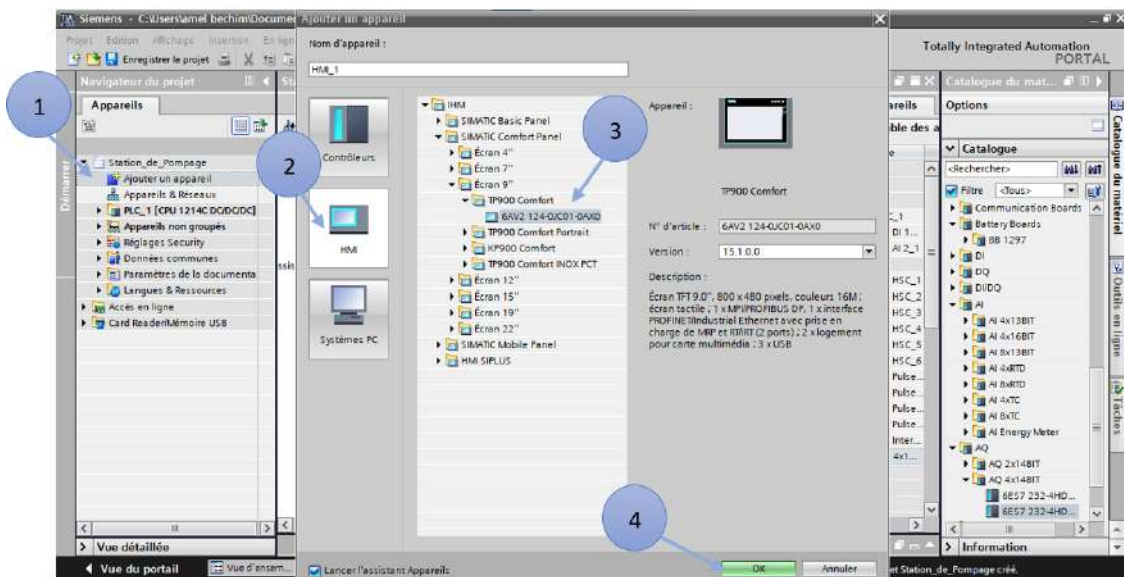


FIGURE A.14 – Intégration d’une IHM

## Etablissement de Liaisons IHM / API

Après l'ajout de l'IHM, nous procédons à la liaison entre l'API et l'IHM de la manière suivante :

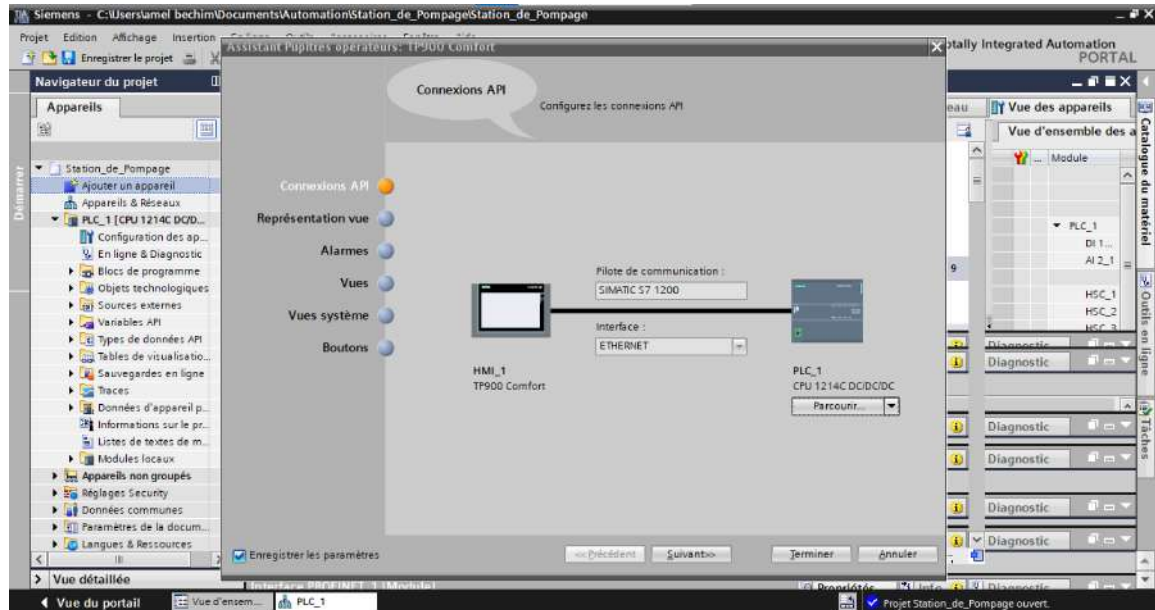


FIGURE A.15 – Etablissement de Liaisons IHM / API

Dans la vue réseau le sous-réseau PN/IE1 est représenté par la figure

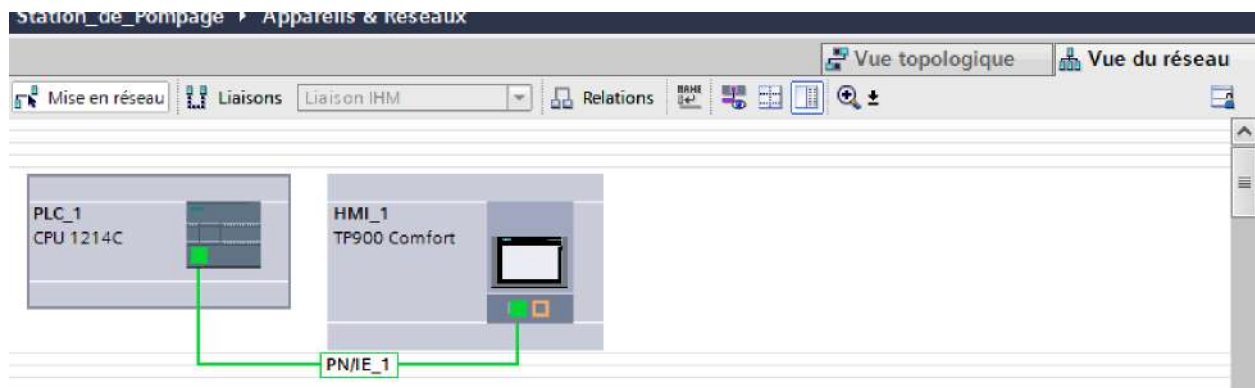


FIGURE A.16 – Etablissement de Liaisons IHM / API Dans la vue réseau

## Adressage [18]

Pour chaque variable, vous avez le choix entre deux types d'adressage :

- 1. Adressage symbolique :** Vous entrez le nom de la variable à partir de la table des variables API. Le nom symbolique d'une variable est automatiquement mis entre guillemets.
- 2. Adressage absolu :** Pour l'adressage absolu, le symbole % se place devant la variable globale.

Les types de données suivants peuvent uniquement être utilisés : LWORD, LINT, ULINT, LREAL, LTIME, LTOD, LDT.

<u>Adressage</u>	<u>Explication</u>
%A1.0	Adresse absolue : Sortie 1.0
%E16.4	Adresse absolue : Entrée 16.4
%EW4	Adresse absolue : Mot d'entrée 4
"Motor"	Adresse symbolique "Motor"
"Value"	Adresse symbolique "Value"
"Variable_structurée"	Adresse symbolique d'une variable basée sur un type de données API
"Variable_structurée".Composant	Adresse symbolique du composant d'une variable structurée.

FIGURE A.17 – Adressage Tia portal[10]

### Construction d'une adresse

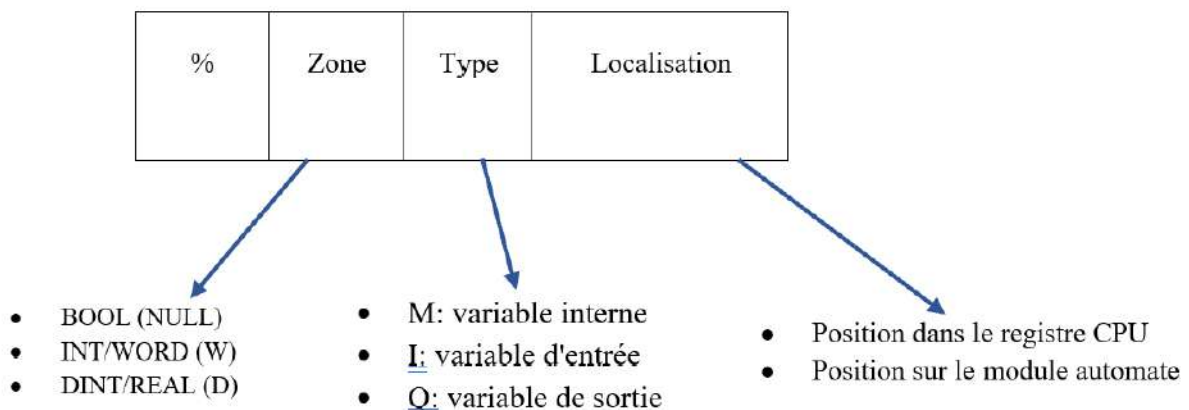


FIGURE A.18 – Construction d'une adresse

### Construction de l'adresse du CPU et des E/S de l'automate

Les adresses d'entrée/sortie sont essentielles pour la lecture des informations d'entrée et le contrôle des sorties dans un programme utilisateur.

Elles sont assignées automatiquement lors de l'installation des modules sur le châssis. L'adresse initiale d'un module correspond à la première voie de ce dernier, et les adresses suivantes sont attribuées séquentiellement en fonction de cette adresse de départ. La plage d'adresses se termine en fonction du nombre total de voies disponibles sur le module.

Pour ajouter des adresses, suivez ces étapes :

1. Ouvrez la configuration des appareils.
2. Sélectionnez le CPU ou un module d'E/S.
3. Dans l'onglet Propriétés - Général, cliquez sur les entrées ou sorties.
4. Ensuite, cliquez sur "Adresses E/S".
5. Configurez l'adresse de début du module sélectionné.

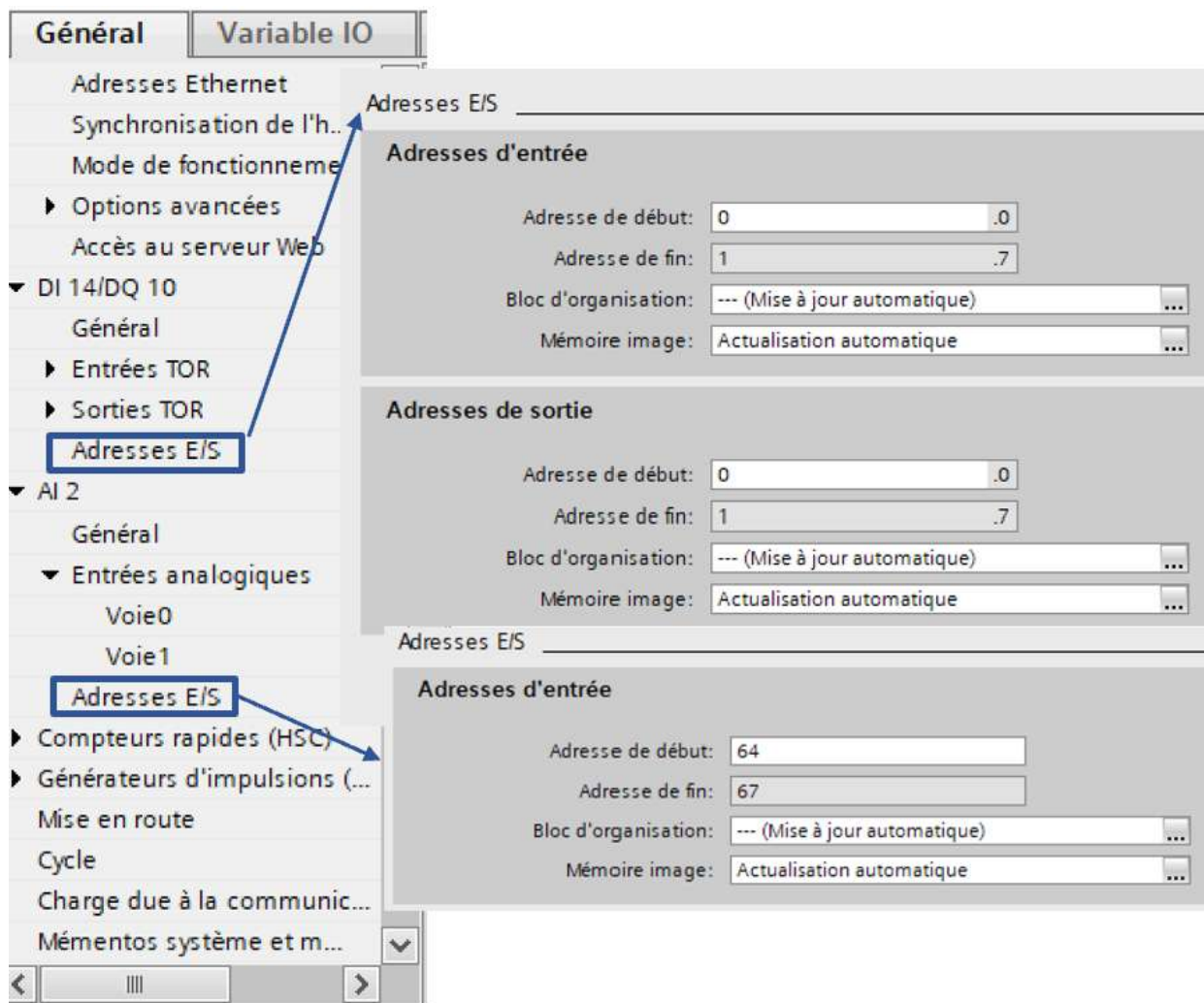


FIGURE A.19 – Modification de l'adresse de début dans TIA Portal

La variable d'entrée/sortie (ES) prend l'adresse absolue par défaut.

## A.4 Programmation

Après avoir configuré le matériel et le réseau, nous passons à la programmation de la station de pompage dans notre logiciel TIA Portal.

### A.4.1 Langages de Programmation

#### Langage Ladder (LAD/CONT)

Un langage de programmation graphique largement utilisé dans l'automatisation industrielle. Il permet de représenter les logiques de contrôle sous forme de schémas électriques. Éléments CONT

Un programme Ladder est constitué de différents éléments que vous pouvez agencer en série ou en parallèle sur la barre conductrice d'un réseau. Les principaux éléments du programme doivent recevoir des variables.



## Quelques outils

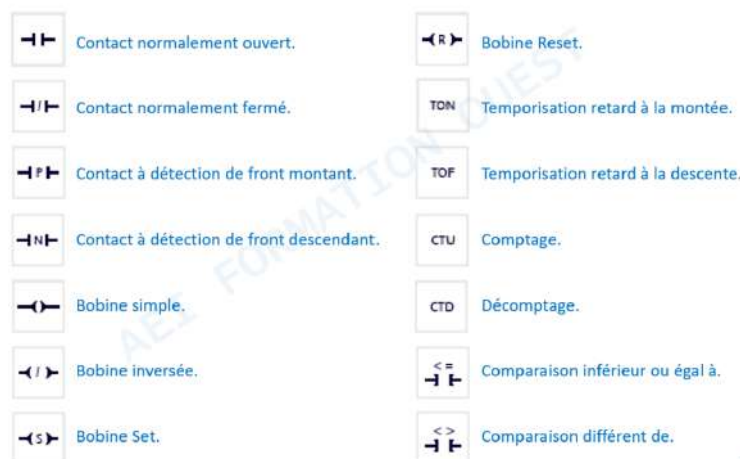


FIGURE A.20 – Quelques Outils langage ladder [19]

## Langage List (IL)

Un langage de programmation basé sur des instructions textuelles qui sont converties en langage machine. Il est moins utilisé que les langages graphiques, mais il offre une manière concise d'écrire des programmes.

Voici un exemple de langage liste sur la figure suivante :

```

1 CALL
2 (* vérification de pièces en position de séchage *)
3   A   "CPI_ZS1"
4   A   "CPI_ZS2"
5   =   "Bloc de données".En_Positon
6
7 (* marche moteur *)
8   A   "Bloc de données".En_Positon
9   AN  "RDM_M1"
10  =   "M2"
11
12 (* comptage *)
13   L   "Bloc de données".Compteur_1
14   L   "Bloc de données".Compteur_2
15   +I
16   T   "Bloc de données".Résultat
17

```

- 1 Barre d'outil.
- 2 Commentaire.
- 3 Inverseur.
- 4 Instructions.
- 5 Opérateur.
- 6 Opérande.

FIGURE A.21 – Exemple de langage liste Tia Portal [19]

## Langage textuel SCL

Un langage de programmation textuel basé sur la syntaxe Pascal. Il permet une programmation plus avancée et complexe, notamment en utilisant des boucles, des conditions et des fonctions mathématiques.

Voici un exemple de langage SCL sur la figure suivante :

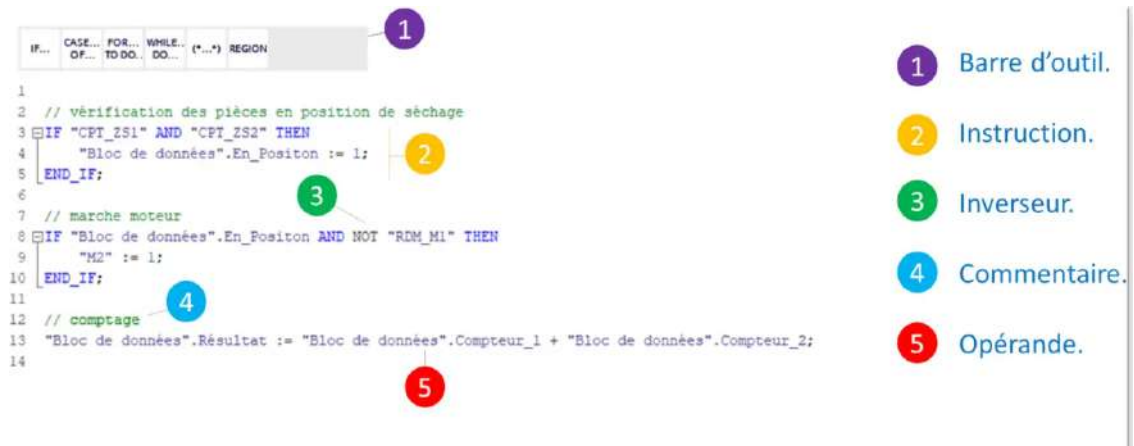


FIGURE A.22 – Exemple de langage SCL Tia Portal [19]

### Langage LOG

Un langage de programmation utilisé pour la programmation des séquences et des états, et il est représenté sous forme de diagrammes de fonctions séquentielles.

Voici un exemple de langage SCL sur la figure suivante :

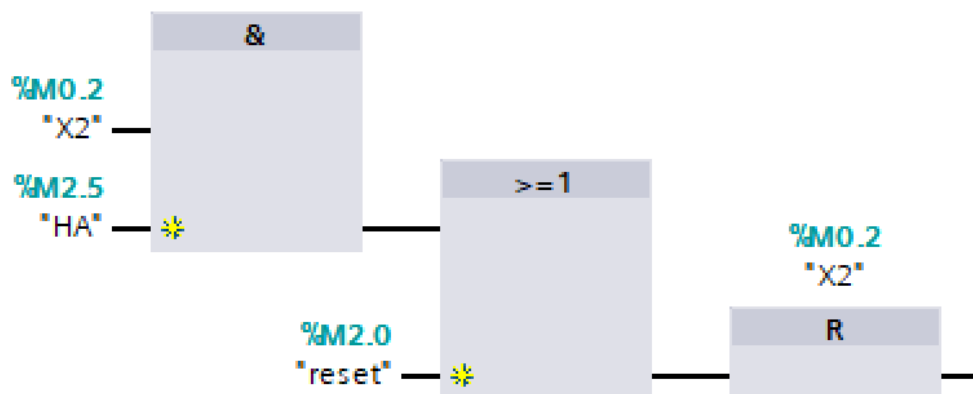


FIGURE A.23 – Exemple de langage LOG Tia Portal [19]

### A.4.2 Programme Principal (OB1)

Les blocs d'organisation, désignés sous le nom de OB, établissent la structure du programme utilisateur.

Ils servent d'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, étant appelés par le système pour traiter les opérations suivantes :

- Traitement cyclique du programme : OB1
- Comportement au démarrage : OB100
- Traitement des erreurs : OB80
- Traitement du cycle périodique : OB30
- Déclenchement d'actions par alarme
- .....

Pour créer un bloc d'organisation, suivez les étapes suivantes :

1. **Double-cliquez sur la commande "Ajouter nouveau bloc"**.
2. La boîte de dialogue **"Ajouter nouveau bloc"** s'affiche.
3. Cliquez sur le bouton **"Bloc d'organisation (OB)"**.
4. Sélectionnez le type du nouveau bloc d'organisation.
5. Entrez un nom pour le nouveau bloc d'organisation.
6. Saisissez les propriétés du nouveau bloc d'organisation.
7. Afin de saisir des propriétés supplémentaires, cliquez sur **"Informations complémentaires"**.
8. Une zone contenant des champs supplémentaires s'affiche.
9. Saisissez toutes les propriétés souhaitées.
10. Cochez la case **"Ajouter nouveau et ouvrir"** si le bloc d'organisation doit être ouvert immédiatement après sa création.
11. Confirmez votre saisie avec **"OK"**.

Il est important de noter que l'écriture de l'OB1 intervient en dernier, après les blocs qu'il va appeler.

### A.4.3 Les Blocs Fonctionnels [18]

#### 1. Les Blocs FC :

Les fonctions sont des blocs de code sans mémoire, servant uniquement à exécuter un ensemble d'instructions.

Dans une fonction, il n'y a pas de mémoire de données pour stocker les valeurs des paramètres du bloc. Elles ne conservent pas d'état entre les appels.

Une fonction FC (Function in Contact) contient un ensemble de instructions qui s'exécutent lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle peut être invoquée à plusieurs reprises à différents endroits d'un programme.

Il existe deux types de programmation possibles avec les fonctions FC :

- En tant que section : la fonction est appelée une seule fois et son exécution se termine après avoir traité les instructions définies à l'intérieur.
- En tant que bloc : la fonction peut être appelée plusieurs fois à partir de différents endroits du programme, permettant une réutilisation efficace du code.

#### 2. Les Blocs FB :

- Les blocs fonctionnels FB conservent en mémoire leurs paramètres pour un accès continu.
- Ils stockent de manière durable les données dans des blocs de données d'instance.
- Certaines données peuvent être définies comme rémanentes pour une sauvegarde en cas de coupure de tension.
- Les variables temporaires peuvent être utilisées mais ne sont pas sauvegardées dans le bloc de données d'instance et sont disponibles uniquement pendant un cycle.
- Les "FB" (Function Blocks) sont des blocs fonctionnels personnalisés qui simplifient la conception et la maintenance du programme, en centralisant toutes les variables manipulées.
- L'exportation et l'importation des blocs fonctionnels permettent de les partager entre les programmeurs via une bibliothèque personnalisée.

### 3. Les Blocs de données (DB) :

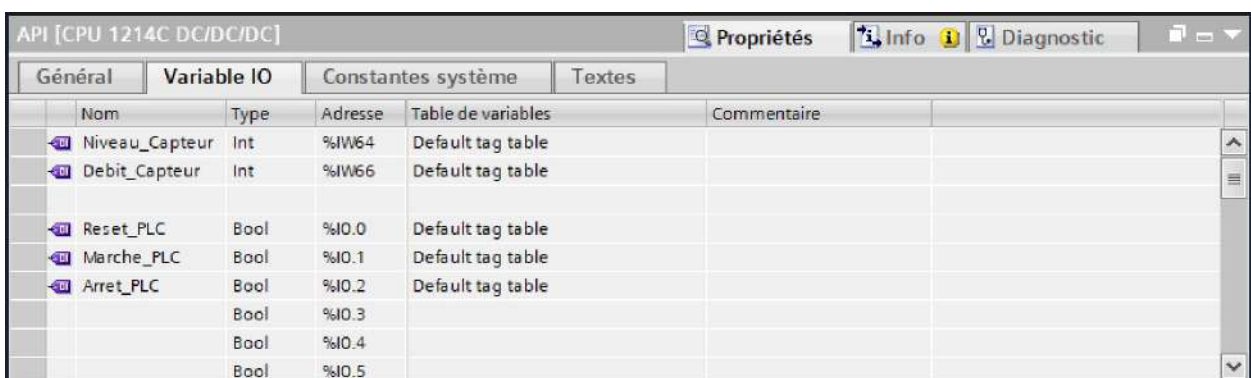
- Les blocs de données, appelés DB, sont utilisés pour stocker les données du programme. Ils contiennent des variables qui sont utilisées dans le programme utilisateur.
- Il existe deux types de blocs de données :
  - **Bloc de données global (DB) :**
    - Ce type de bloc est entièrement personnalisable. L'utilisateur déclare les variables qu'il souhaite inclure dans le DB.
    - Il contient uniquement des variables statiques.
    - Il n'est affecté à aucun bloc de code spécifique.
  - **Bloc de données d'instance (DB\_I) :**
    - Ce type de bloc est directement associé à un bloc fonctionnel FB instancié.
    - La structure d'un DB d'instance (DB\_I) n'est pas définissable librement ; elle est déterminée par la déclaration d'interface du modèle de bloc fonctionnel (FB).
- **Remarque :** Une variable peut être déclarée dans :
  - Un DB, permettant un découpage lié aux blocs de programme.
  - Une table de variables, qui peut être une variable standard, système ou une table d'E/S.

Cette présentation structure clairement les informations sur les blocs fonctionnels (FB) et les blocs de données (DB), les divisant en sections distinctes avec leurs caractéristiques et leurs types.

#### A.4.4 Définition des Variables

Les variables d'entrée/sortie sont déclarées par défaut dans la table des variables standard. Pour créer la table d'entrées/sorties :

1. Ouvrez la configuration des appareils.
2. Sélectionnez un module d'E/S.
3. Cliquez sur l'onglet Propriétés puis sur Variable IO.
4. Consultez le listing des entrées/sorties du module avec leurs noms, adresses, types, etc.



Nom	Type	Adresse	Table de variables	Commentaire
Niveau_Capteur	Int	%IW64	Default tag table	
Debit_Capteur	Int	%IW66	Default tag table	
Reset_PLC	Bool	%I0.0	Default tag table	
Marche_PLC	Bool	%I0.1	Default tag table	
Arret_PLC	Bool	%I0.2	Default tag table	
	Bool	%I0.3		
	Bool	%I0.4		
	Bool	%I0.5		

FIGURE A.24 – Déclaration des Variables Tia Portal

Il existe une autre méthode pour définir les variables de votre programme.

1. Dans la vue du projet, cliquez sur "Appareil".
2. Cliquez sur "Variable API".
3. Créez une table de variables et donnez-lui un nom.
4. Déclarez une variable en précisant son nom, son type de donnée et son adresse.

PROGRAMME1 ▶ API [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Variables API ▶ Default tag table [138]

Variables    Constantes utilisateur    Constantes système

Default tag table

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Commentaire
1	Niveau_Capteur	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Debit_Capteur	Int	%IW66		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Marche_PLC	Bool	%IO.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Reset_PLC	Bool	%IO.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Arret_PLC	Bool	%IO.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Voyant_Arret	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Voyant_Remplissage-Relais_EV1	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Voyant_Vidange-Relais_EV2	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Commande_variateur	Int	%QW112		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Pompe	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Relais variateur	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Kp_HMI	Real	%MD14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Ki_HMI	Real	%MD22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Kd_HMI	Real	%MD300		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Reference_reelle	Real	%MD304		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Alpha	Real	%MD102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	K_SMC	Real	%MD106		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	K_SMC_HMI	Real	%MD110		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Marche	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Reset	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Arret	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Erreur	Real	%MD38		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

FIGURE A.25 – Déclaration des Variables Tia portal

## A.5 Compilation et Chargement du Programme

[11] Après avoir défini les variables et programmé la station de pompage en langage Ladder, nous passons maintenant à l'étape de simulation et de chargement du programme dans l'automate. Pour compiler et charger le programme dans l'automate, sélectionnez sur "Blocs de programme" et suivez les étapes suivantes :

1. Compiler le programme.
2. Enregistrer le programme.
3. Charger le programme dans l'automate.

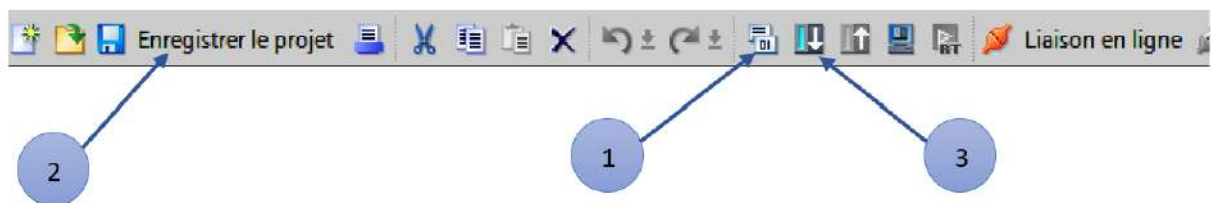


FIGURE A.26 – Compilation et Chargement du Programme Tia Portal

Il faut d'abord sélectionner l'interface correcte. La sélection s'effectue en trois étapes.

1. Type de l'interface PG/PC : PN/IE

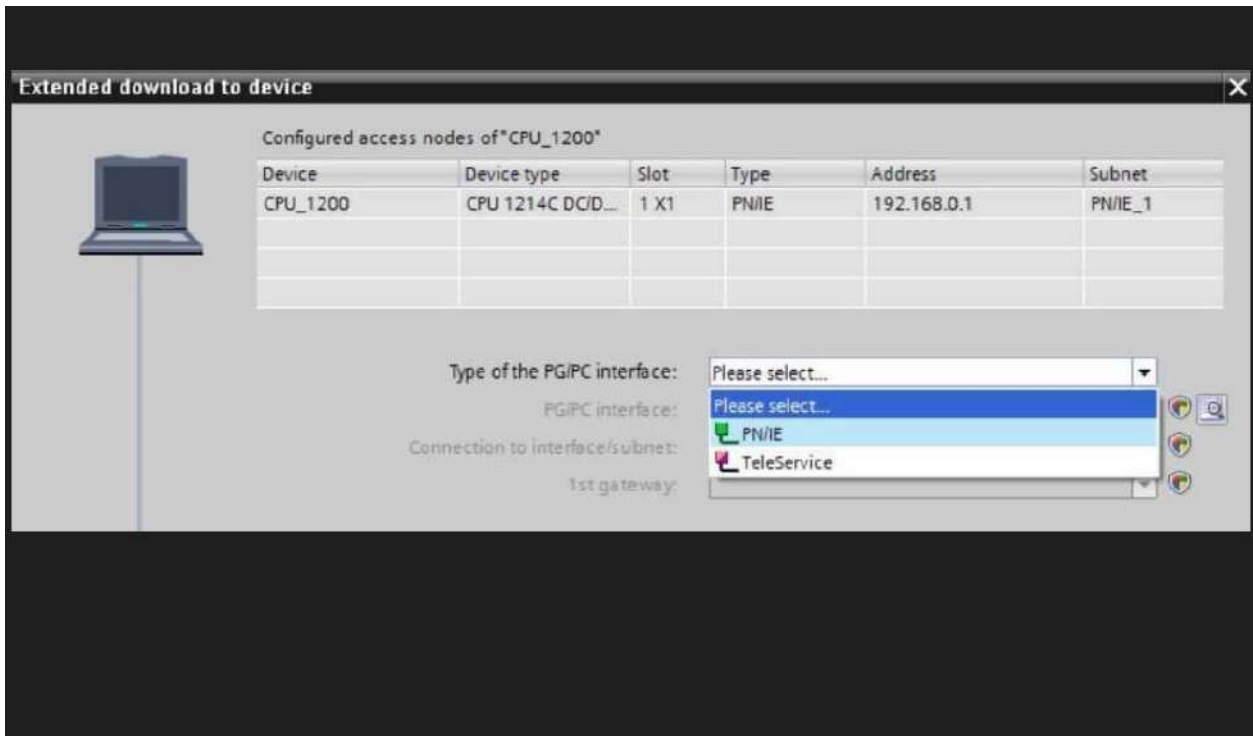
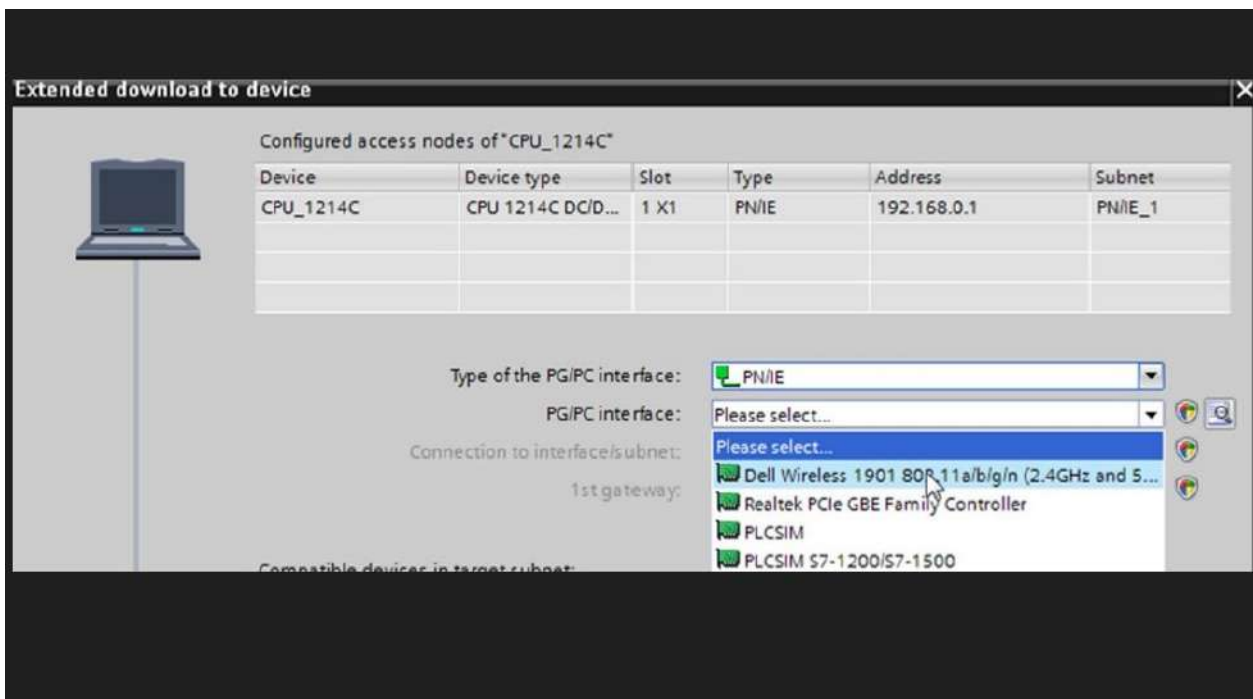


FIGURE A.27 – Sélection de l'interface PG/PC

2. Interface PG/PC : Intel(R) Ethernet Connection (4) I219-LM



3. Liaison à l'interface/sous-réseau : „PN/IE\_1“

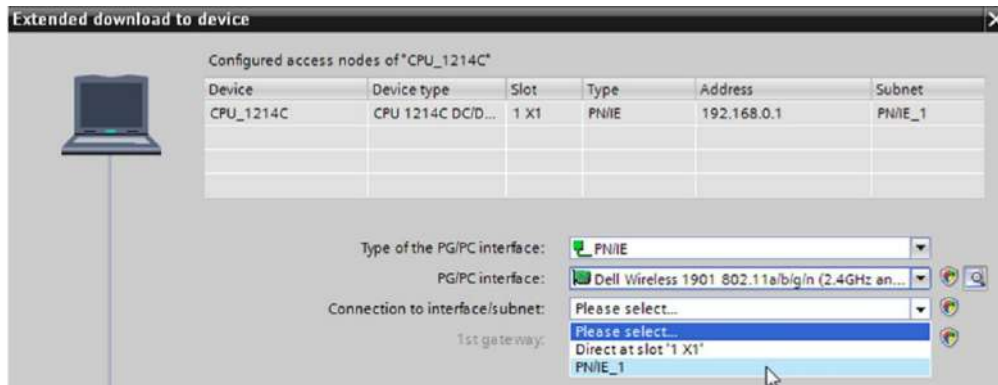


FIGURE A.28 – Connexion à l'interface/sous-réseau

Ensuite, vous devez cocher la case **Show all compatible devices** (Afficher tous les périphériques compatibles) et lancer la recherche des abonnés accessibles dans le réseau en cliquant sur le bouton **start search**.

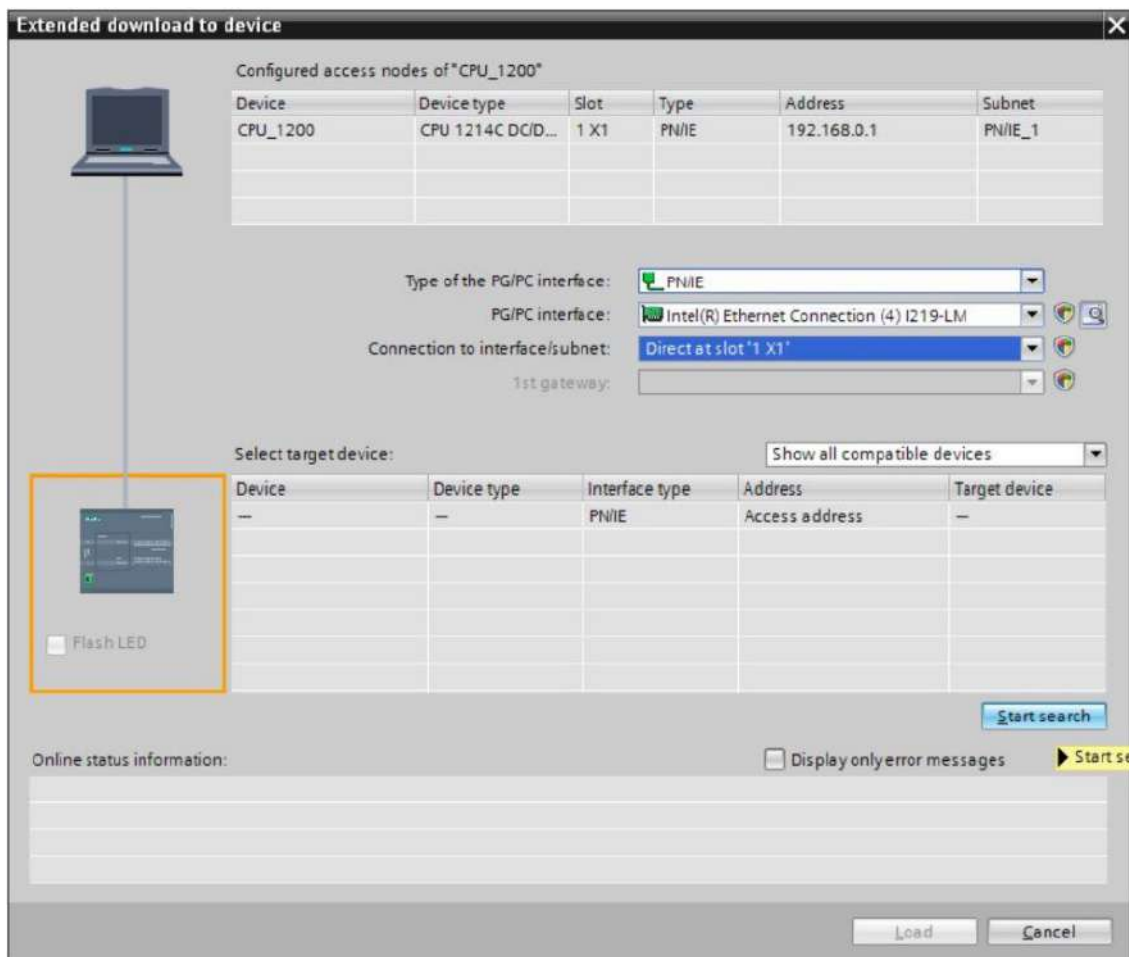


FIGURE A.29 – Recherche des périphériques compatibles

Si votre CPU se trouve dans la liste **Compatible devices in target subnet** (Périphériques compatibles dans le sous-réseau cible), sélectionnez-le et lancez le chargement en cliquant sur **Load**.

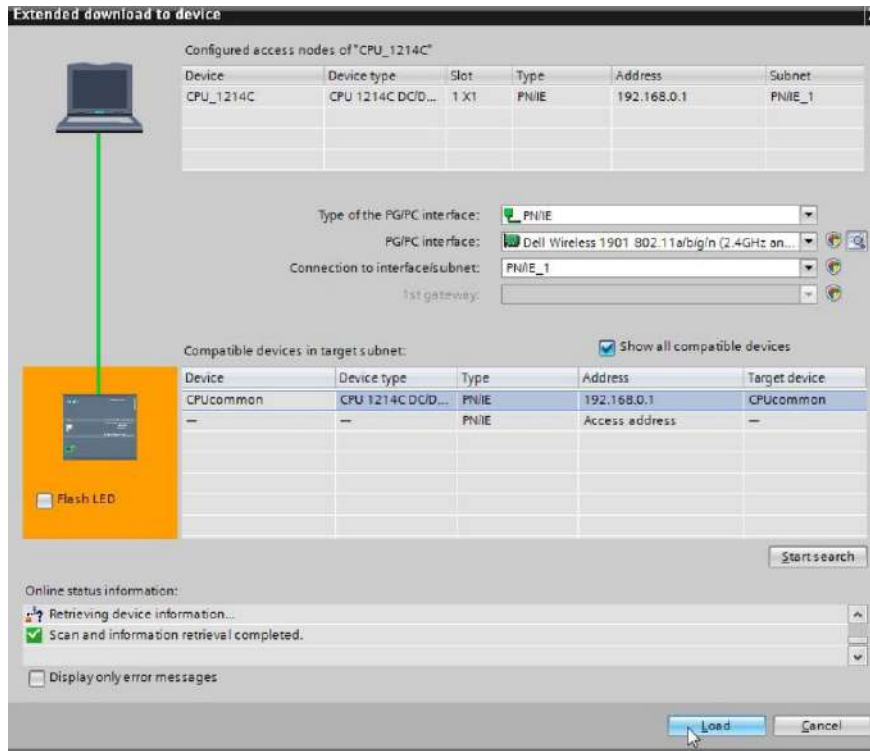


FIGURE A.30 – Chargement du CPU

Vous obtenez d’abord un aperçu. Validez la fenêtre de contrôle **Overwrite all** (Tout remplacer) et continuez avec **Load** (Charger).

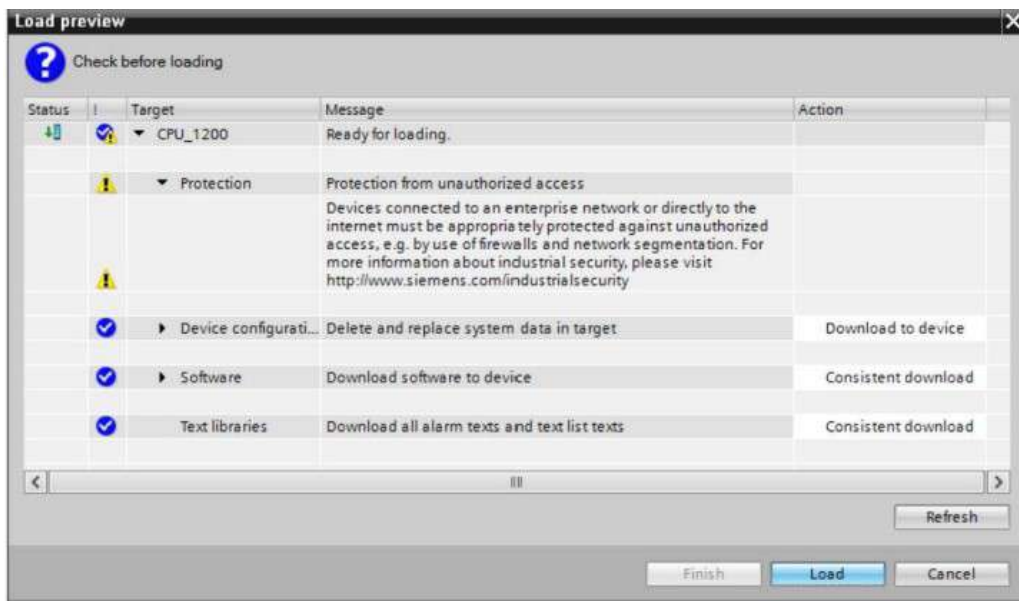


FIGURE A.31 – Validation et chargement

Cochez la case “Start all” (Démarrer tout) avant de cliquer sur “Finish” (Terminer) pour achever le processus de chargement.



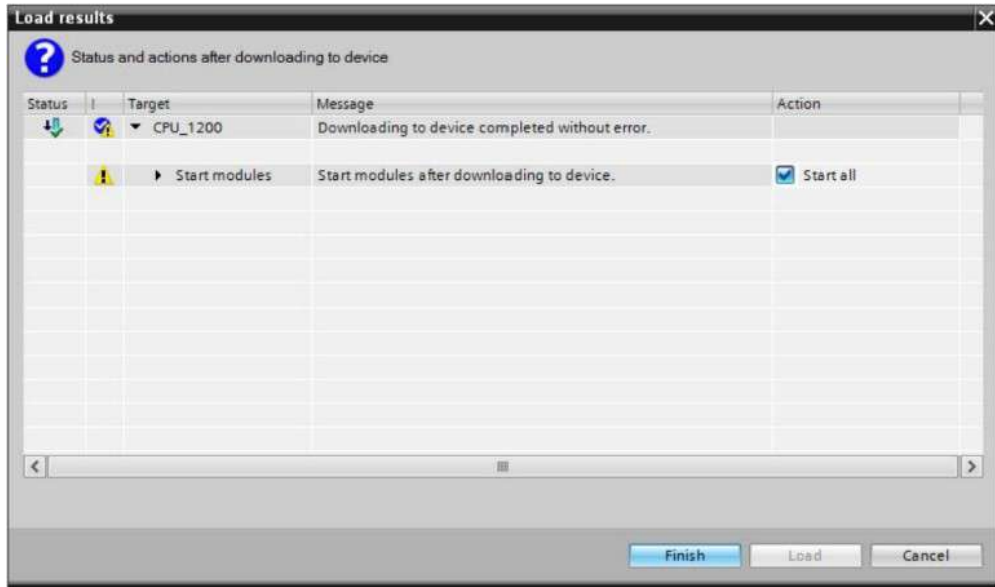


FIGURE A.32 – Démarrage et fin du chargement

### Visualiser et tester le bloc d'organisation

Pour visualiser et tester le bloc d'organisation, il suffit de cliquer sur l'icône dédiée à la visualisation.

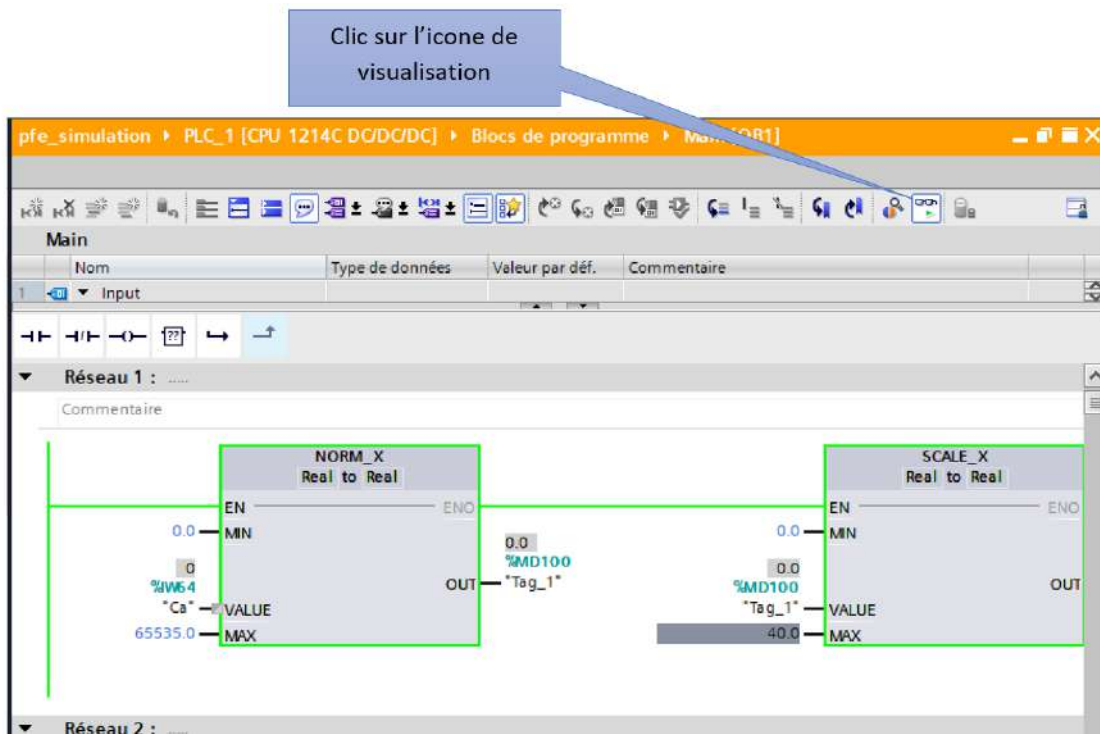


FIGURE A.33 – Visualiser et tester le bloc d'organisation

## A.6 Archiver le projet

Pour archiver le projet, suivez ces étapes :

- Sélectionnez dans le menu *Projet* la commande *Archiver...*

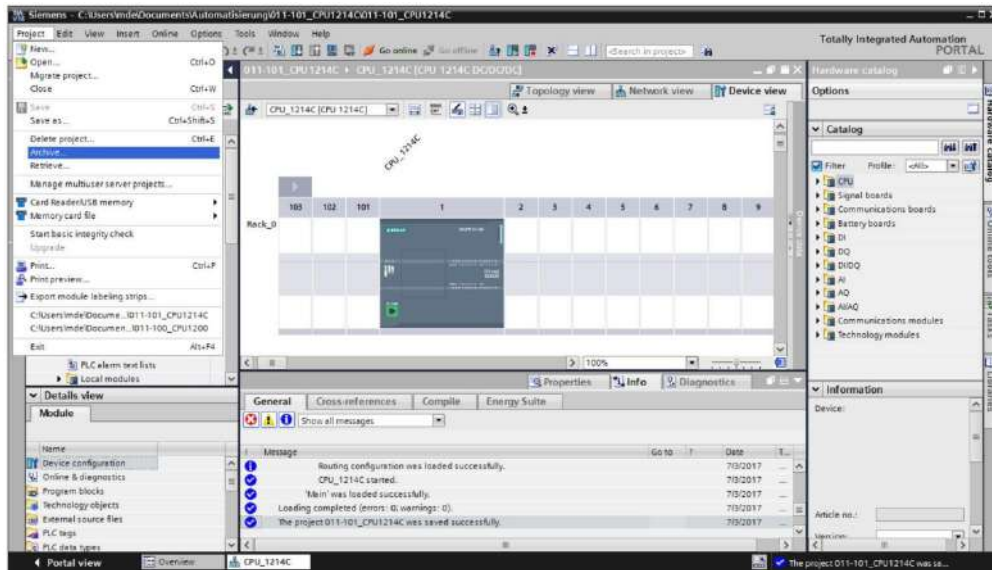


FIGURE A.34 – Archiver le projet

Lorsque vous êtes invité à enregistrer le projet, répondez par *Oui*.

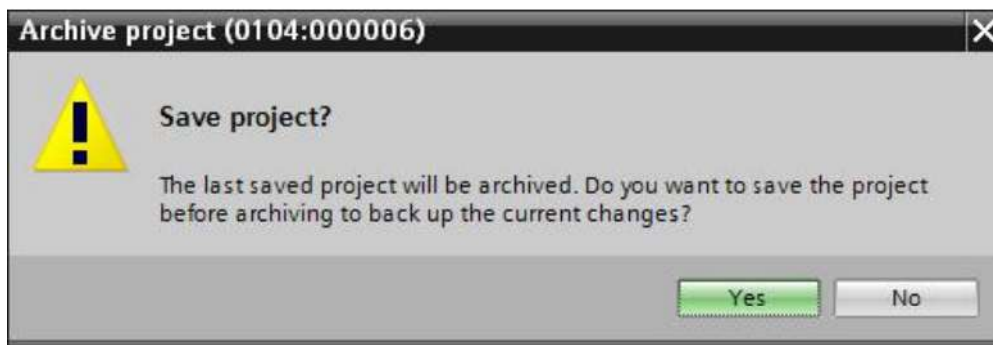


FIGURE A.35 – Enregistrer le projet archivé

Choisissez un dossier où vous souhaitez archiver votre projet et enregistrez-le sous le nom "Archives projets TIA Portal", Ensuite, cliquez sur "Enregistrer".<sup>11</sup>

# Annexe B

## Les programmes du contrôle de la station S7 1200

Les deux cahiers des charges de la station S7-1200 [2] et les trois commandes incluent leur programmation dans le chapitre 4 "Implémentation et supervision de la station de pompage", du mémoire intitulé "Commande, Simulation et Supervision d'un prototype de station de pompage avec Automate Programmable Industriel SIEMENS S7-1200" [14]. De plus, le mémoire [2] aborde dans son chapitre 4 la "Programmation et supervision pour le développement d'un système SCADA supervisant deux stations de pompage basées sur le système KEPserverEX". Nous poursuivons ensuite avec la programmation des cahiers des charges trois et quatre, en utilisant le langage de type ladder via le logiciel TIA Portal V15.1.

### B.1 Programmer cahier de charge 3 et 4

Pour programmer les Fonction Blocks 3 et 4 et les appeler dans l'OB principal (OB1) dans TIA Portal (STEP 7), voici comment procéder :

#### 1. Créer les Fonction Blocks 3 et 4 :

- Allez dans l'arborescence du projet et créez les Fonction Blocks 3 et 4.
- Définissez les entrées, sorties et la logique interne en fonction des spécifications du cahier des charges 3 et 4.

#### Programmation des Fonction Blocks :

##### — Utilisation du langage graphique (Ladder) :

- Double-cliquez sur chaque Fonction Block (FB) pour ouvrir leur interface de programmation.
- Utilisez les contacts, bobines et autres éléments logiques pour implémenter la fonctionnalité requise.

#### Appel des Fonction Blocks dans l'OB principal (OB1) :

##### 1. Ouvrir l'OB1 :

- Dans l'arborescence du projet, ouvrez l'OB1 (OB principal).

##### 2. Appeler le FB3 puis le FB4 :

- Utilisez des blocs d'appel pour les Fonction Blocks 3 et 4 dans l'OB1.

## B.2 Programme de cahier de charge 4

On présente le programme du quatrième cahier des charges à travers les photos suivantes :

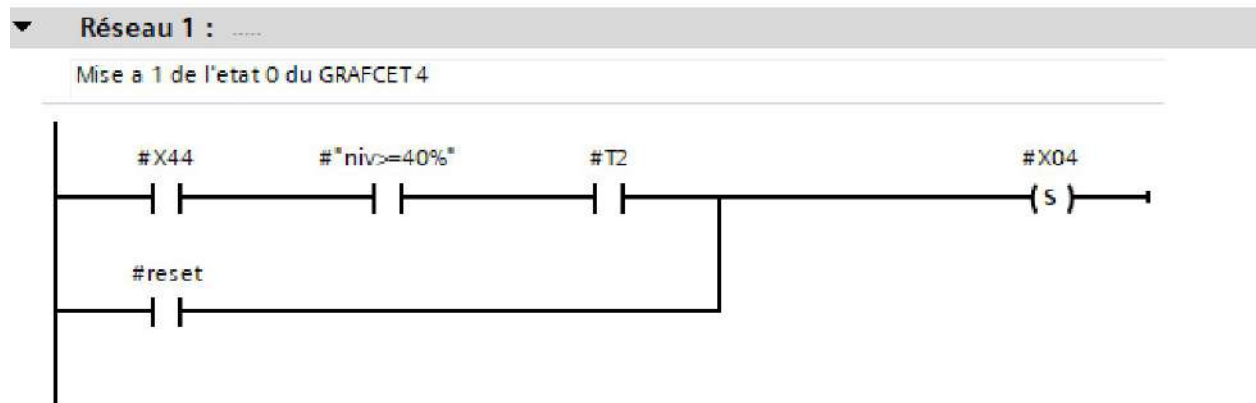


FIGURE B.1 – Équation d'activation de l'état  $x_0$

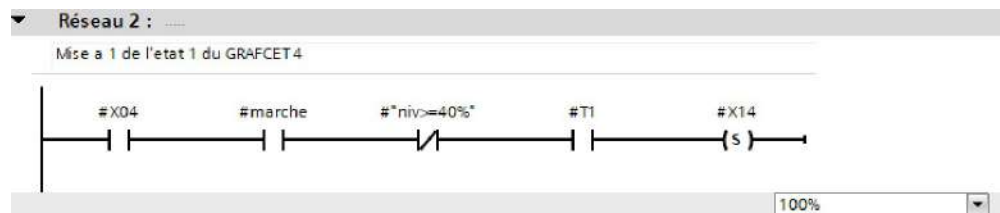


FIGURE B.2 – Équation d'activation de l'état  $x_1$

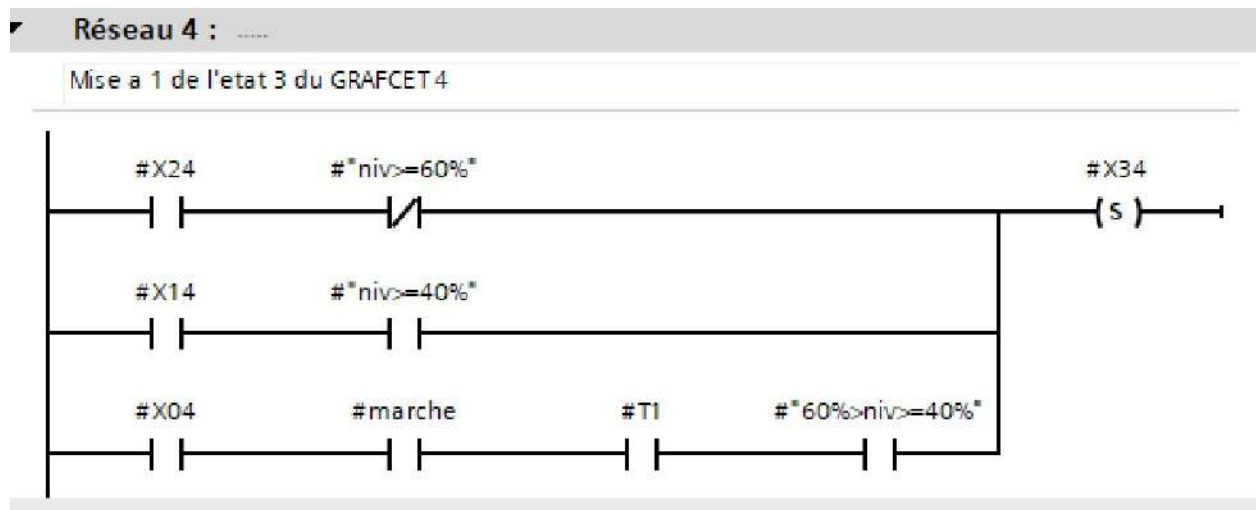
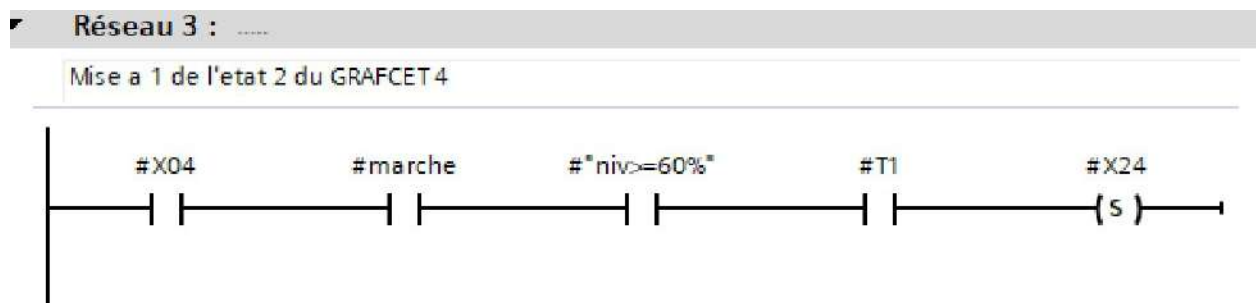


FIGURE B.3 – Équation d'activation de l'état  $x_2$  et  $x_3$

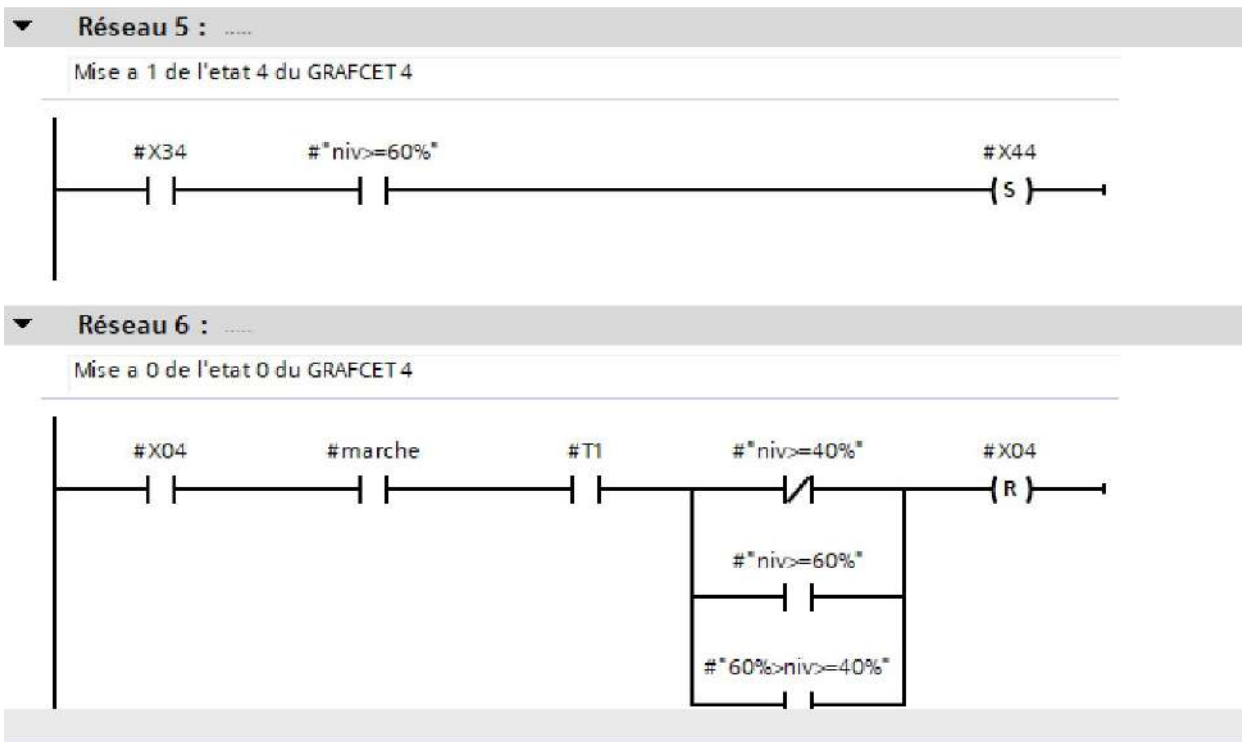


FIGURE B.4 – Équation d'activation de l'état  $x_4$  et désactivation de l'état  $x_0$

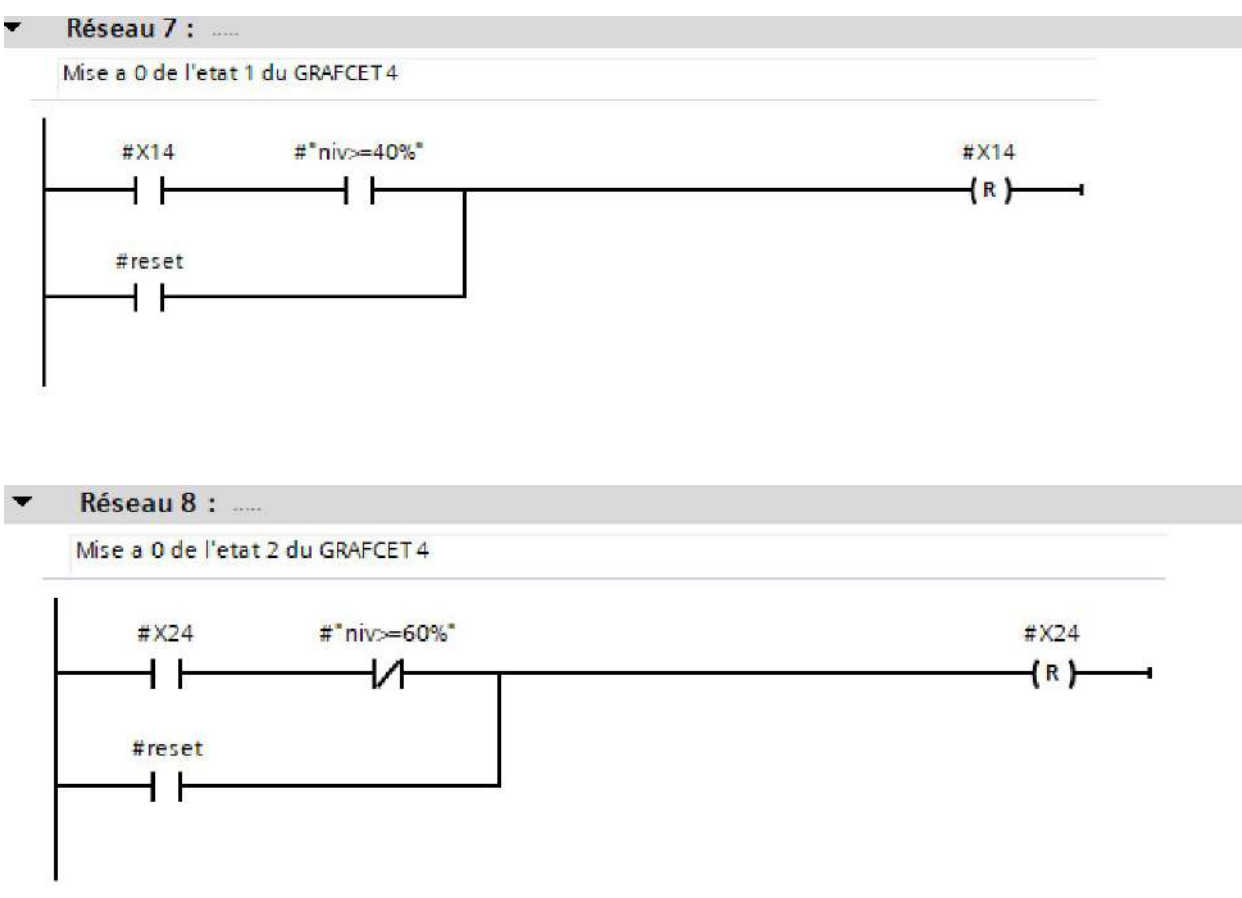


FIGURE B.5 – Équation de désactivation des états  $x_1$  et  $x_2$

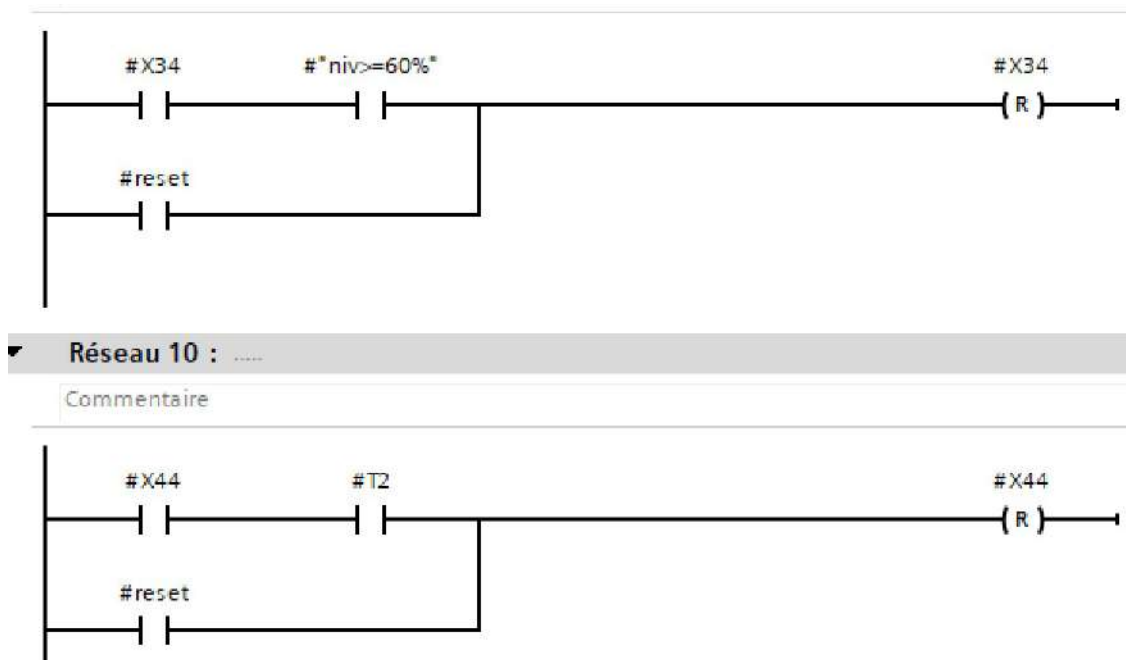


FIGURE B.6 – Équation de désactivation des états  $x_3$  et  $x_4$

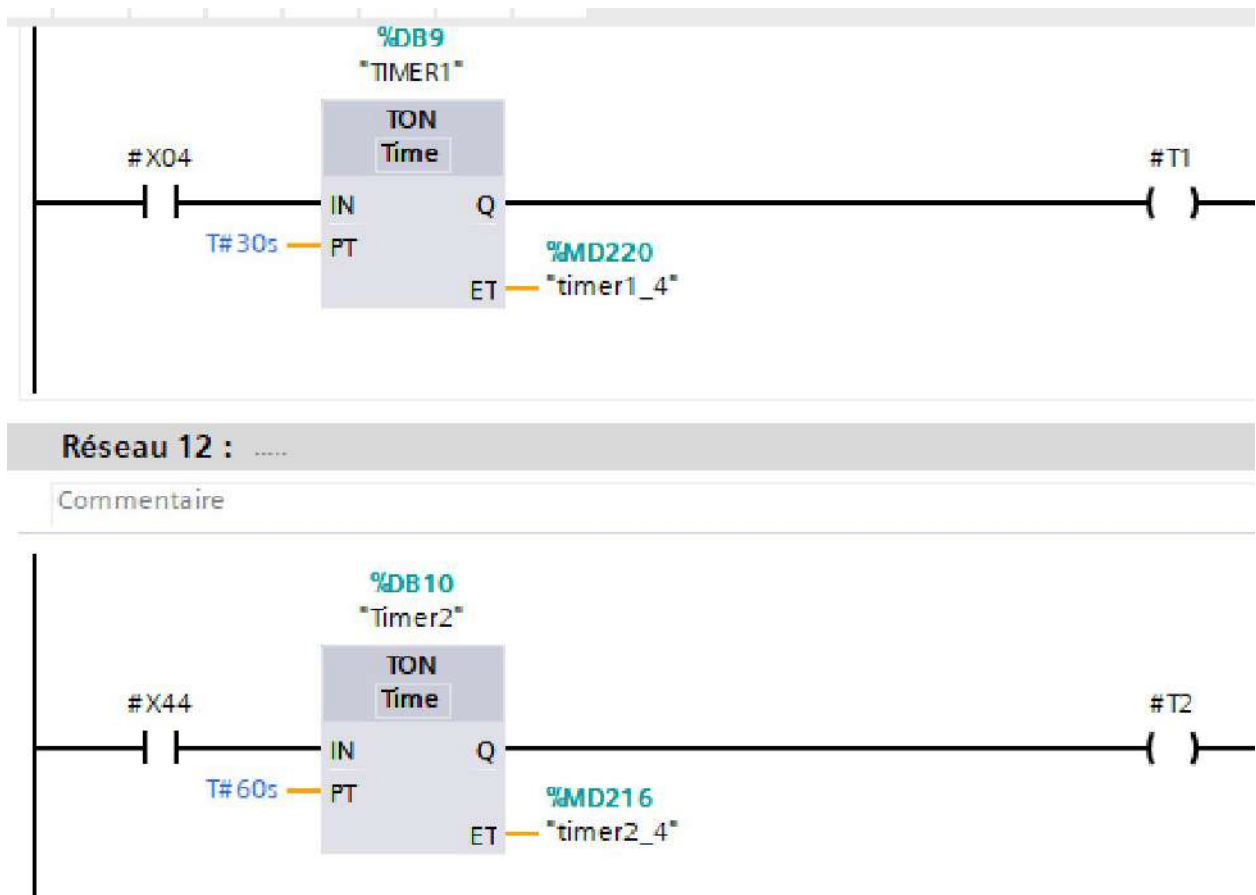


FIGURE B.7 – Temporisateur 1 et 2



FIGURE B.8 – Conversion du niveau d'eau en pourcentage

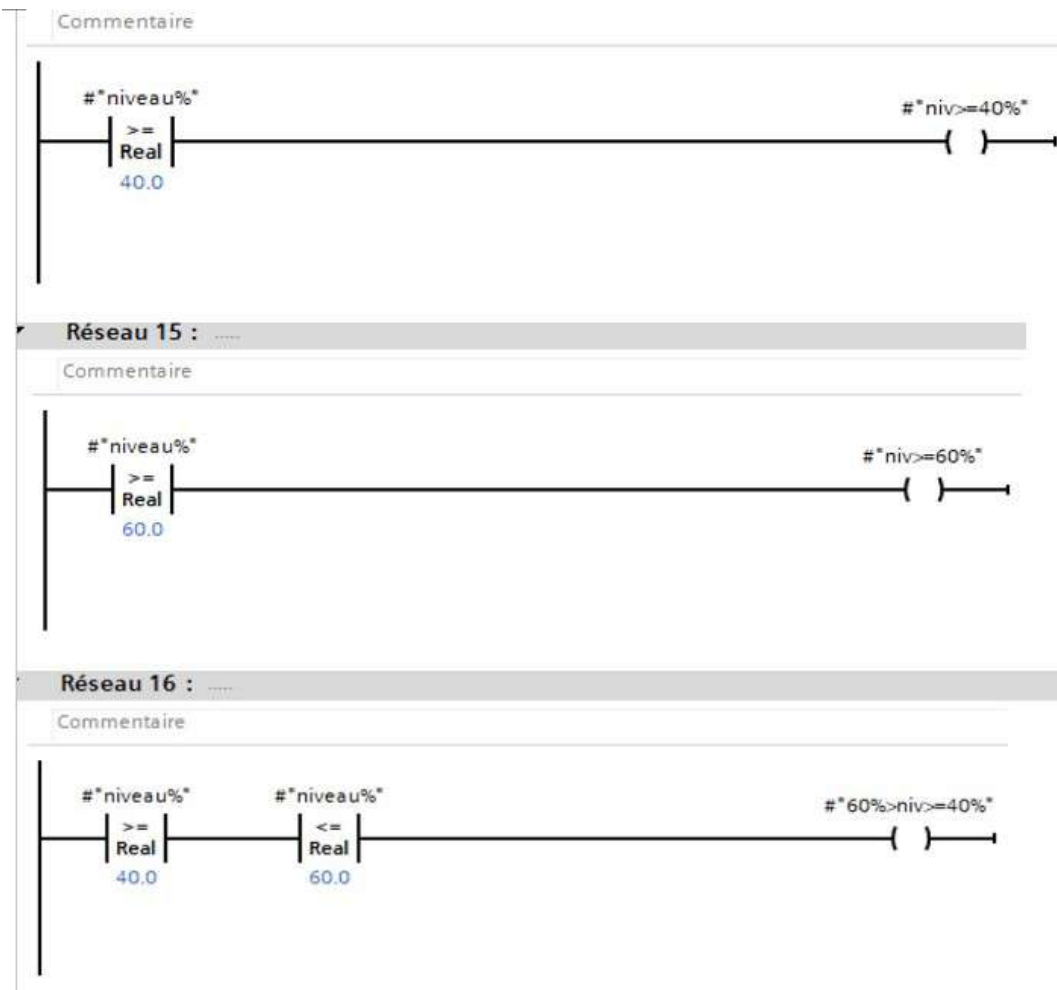


FIGURE B.9 – Comparaison entre les niveaux d'eau

La figure illustre l'appel de Fonction Blocks 3 dans l'OB principal (OB1) du programme TIA Portal

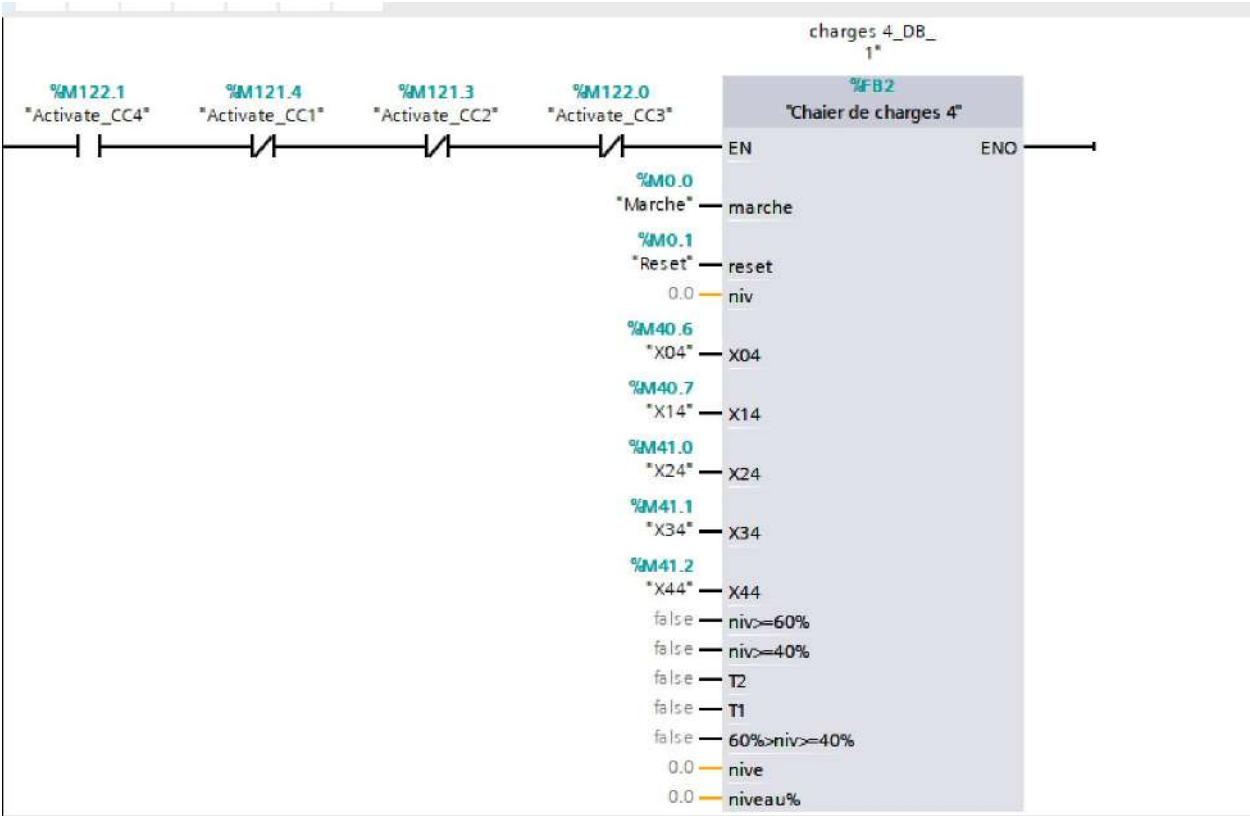


FIGURE B.10 – L'appel de Fonction Blocks 3 dans l'OB principal



# Annexe C

## Automate Zelio

L'objectif de cette annexe est de présenter la commande de la station de pompage à travers l'automate Zelio, un système de contrôle et de programmation largement utilisé dans l'automatisation industrielle. Zelio offre des fonctionnalités avancées qui simplifient la gestion et l'optimisation des processus automatisés. Nous examinerons les différents types de programmation disponibles avec Zelio, les avantages qu'ils offrent en termes de fiabilité et d'efficacité opérationnelle, ainsi que les étapes clés pour programmer efficacement cet automate

### C.1 Module Zelio

Le module Zelio Logic utilisé pour la manipulation de la maquette est celui de la référence SR2 B201BD. Ce type d'automate est communément utilisé dans l'automatisation des processus industriels simples. Cet automate Zelio est équipé d'une horloge et d'un écran d'affichage digital.

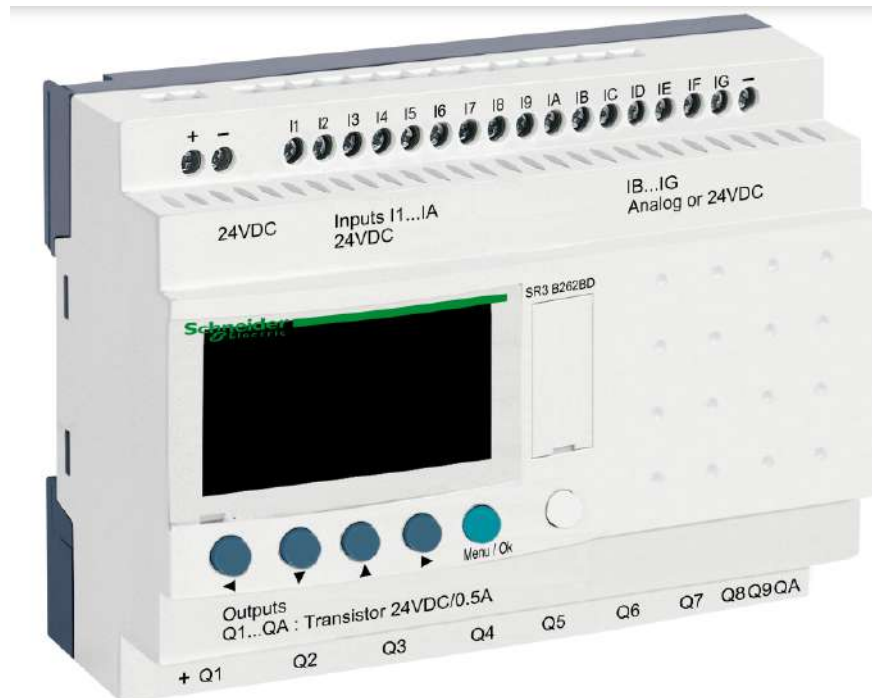


FIGURE C.1 – Module Zelio

## C.2 Description de l'afficheur LCD

Les caractéristiques principales de ce type d'automate sont les suivantes :

- Tension d'alimentation : 24Vcc
- Entrées-sorties totales : 20
- Entrées TOR : 12, dont 6 entrées analogiques 0-10V
- Sorties à relais : 8
- Sorties à transistor : 0
- Écran d'affichage rétro-éclairé : Oui
- Horloge : Oui

## C.3 Programmation zelio

La programmation Zelio permet de configurer le comportement de l'automate pour répondre aux besoins spécifiques de l'application industrielle.

Il existe deux principales méthodes de programmation :

### a) À partir de l'écran LCD du module :

Cette méthode permet de programmer directement sur le terrain en utilisant l'écran LCD et les boutons du module Zelio.

### b) À l'aide du logiciel Zelio Soft 2 sur PC :

La programmation sur PC peut être réalisée soit en langage à contacts (LADDER), soit en langage blocs fonctions (FBD) en utilisant le logiciel Zelio Soft 2.

### C.3.1 Programmation à partir du module Zelio

Le module Zelio est un automate programmable conçu pour des applications simples d'automatisation. Il offre plusieurs fonctionnalités pour surveiller et contrôler différents paramètres à travers un écran LCD. Voici les différentes visualisations disponibles sur l'écran LCD du module Zelio, basées sur la description fournie :



FIGURE C.2 – écran LCD

1. Visualisation de l'état des entrées TOR ET analogiques .
2. Visualisation du mode de marche (RUN/STOP) et du mode de programmation (LD/FBD).
3. Visualisation de la date (jour et heure pour les produits avec horloge).
4. Visualisation de l'état des sorties.

### Les touches des commandes

Les boutons placés sur le panneau avant du module logique offrent la possibilité de configurer, programmer, commander et surveiller le déroulement de l'application.

De plus, chaque pression sur l'un de ces boutons active l'écran LCD pendant 30 secondes.

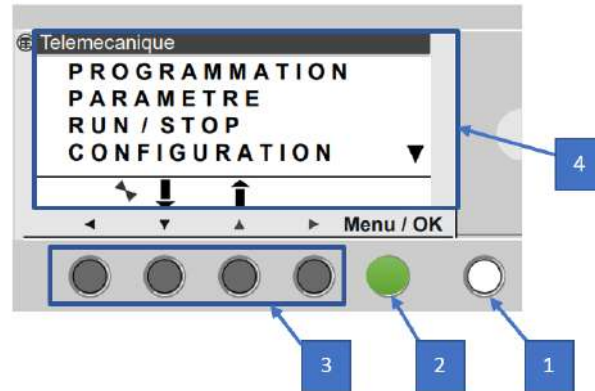


FIGURE C.3 – Les touches des commandes

### 1. La touche Shift

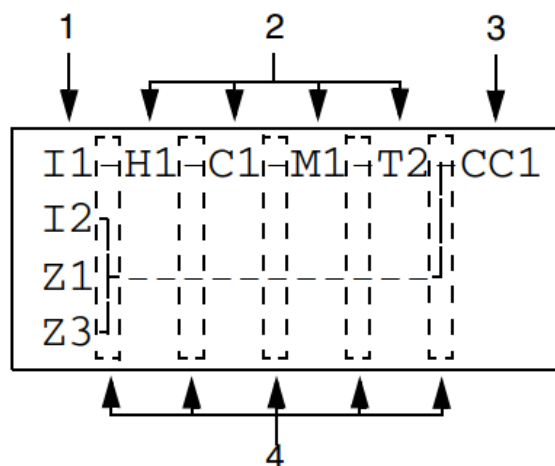
Si la touche Shift est enfoncée, le menu contextuel apparaît.  
Veuillez voir l'illustration ci-dessous :



- **+/-** : Permet de faire défiler les différentes valeurs possibles du champ sélectionné, telles que les types d'entrées, de sorties, de fonctions d'automatisme, de numéros, de valeurs numériques, etc.
- **Ins.** : Insère une ligne lorsque le curseur se trouve sur un paramètre, ou insère une fonction d'automatisme lorsque le curseur se trouve sur un espace vide.
- **Del.** : Efface l'élément désigné ou la ligne lorsqu'elle est vide.
- **Param.** : Affiche l'écran de paramétrage spécifique de la fonction d'automatisme. Cette option est visible uniquement si la fonction d'automatisme possède un paramètre.

2. **La touche Menu/OK** Cette touche est utilisée pour toutes les validations : menu, sous-menu, programme, paramètre, etc.
3. **Les touches de navigation** Les touches de navigation permettent de se diriger vers le haut, vers la gauche, vers le bas et vers la droite.
4. **Menu de navigation** Menu de navigation permet d'accéder aux différents paramètres des modules.

Le module logique offre la possibilité de saisir jusqu'à 120 lignes de schémas de commande. Pour visualiser ces lignes, l'écran du module affiche 4 lignes à la fois, présentées de la manière suivante :



1. Colonne réservée aux contacts (conditions).
2. Colonne réservée aux contacts (conditions) ou aux liaisons.
3. Colonne réservée aux bobines (actions).
4. Colonne réservée aux liaisons.

Chaque ligne est constituée de 5 champs de 2 caractères réservés aux contacts (conditions). Les 4 colonnes centrales peuvent également contenir des liaisons. La dernière colonne, composée de 3 caractères, est dédiée aux bobines (actions).

Entre les colonnes de contacts et de bobines, les liaisons doivent être saisies.

Règles de saisie Veiller à respecter les règles suivantes au moment de saisir un schéma de commande :

1. Chaque bobine doit être saisie une seule fois dans la colonne de droite.
2. Les éléments utilisés comme contacts peuvent être saisis autant de fois que nécessaire dans les 5 colonnes de gauche.
3. Les liaisons doivent toujours aller de gauche à droite.
4. Si des bobines S (SET) sont utilisées dans un schéma, une bobine R (Reset) doit également être utilisée.

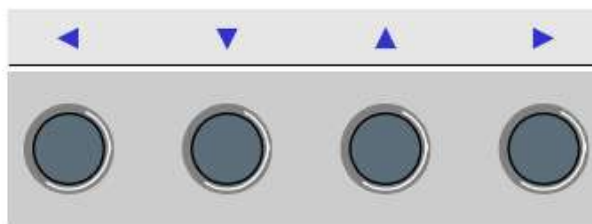
### 2.3.1.2 Méthode de saisie d'un contact ou d'une bobine :

La saisie des éléments suit les règles suivantes :

a) **Les contacts** : sont saisis dans toutes les colonnes sauf la dernière.

#### Étapes :

1. Placer le curseur clignotant à l'emplacement souhaité à l'aide des touches de navigation.



2. Appuyer sur la touche Shift pour afficher le menu contextuel.



En appuyant simultanément sur les touches Shift et - ou +, la première lettre de l'élément est insérée : I pour un contact et Q pour une bobine, suivie du chiffre 1.

3. Pour choisir le type d'élément souhaité, maintenez enfoncées simultanément les touches Shift et + ou -.  
Cela fait défiler de manière cyclique les différents types d'éléments disponibles, selon l'ordre suivant :
  - Pour les contacts :  
I, i, Z, z, M, m, Q, q, T, t, C, c, K, k, V, v, A, a, H, h, W, w, S, s.
  - Pour les bobines :  
M, Q, T, C, K, X, L, S.
4. Une fois la touche Shift relâchée, les touches de navigation sont de nouveau accessibles. Appuyez ensuite sur la touche pour placer le curseur sur le chiffre 1 correspondant.
5. Appuyer simultanément sur les touches Shift et + pour incrémenter le numéro de l'élément (2, 3, 4, ..., 9, A, etc.).
6. Relâcher la touche Shift pour avoir accès aux touches de navigations .

**b) Les bobines** sont saisies uniquement dans la dernière colonne.

1. Positionner le curseur sur la fonction de la bobine en appuyant deux fois sur la touche.
2. Choisir la fonction désirée en appuyant simultanément sur Shift et + ou -, ce qui fait défiler les différentes fonctions possibles pour la bobine.
3. Relâcher la touche Shift pour avoir accès aux touches de navigation.

### 2.3.1.3 Saisie d'une liaison

1. Positionner le curseur clignotant à l'endroit désiré. Les touches de navigation permettent de déplacer le curseur dans le sens des flèches de navigation.
2. Appuyer sur la touche Shift pour faire apparaître le menu contextuel. Illustration :
3. Tracer les connexions en appuyant simultanément sur Shift et sur l'une des touches : ←↑↓→.  
**Shift et** → trace une connexion jusqu'à la position du contact suivant ou jusqu'à la bobine de fin de ligne.  
**Shift et** ↑↓ permettent de tracer des connexions perpendiculaires vers la ligne précédente ou la suivante.
4. Relâcher la touche Shift pour avoir accès aux touches de navigation.
5. Répéter l'opération autant de fois que nécessaire pour relier les éléments les uns aux autres selon vos besoins.

### C.3.2 Programmation à partir du logiciel Zelio Soft 2

Le logiciel *Zelio Soft 2* offre une flexibilité de programmation en prenant en charge plusieurs langages de programmation, notamment :

#### Langage de programmation

1. **Langage à contacts (LADDER) :** Ce langage de programmation est basé sur des réseaux de contacts électriques et de bobines, simulant le fonctionnement des circuits électriques traditionnels. Il est largement utilisé dans l'automatisation industrielle en raison de sa simplicité et de sa familiarité avec les ingénieurs et les techniciens électriques.
2. **Langage à blocs fonctions (FBD) :** Ce langage de programmation est basé sur des blocs fonctionnels représentant des opérations logiques ou arithmétiques. Il permet une représentation graphique du flux du programme, ce qui le rend plus intuitif pour certains développeurs.
3. **Langage de séquences fonctionnelles (SFC) :** Ce langage est utilisé pour représenter des séquences d'états et de transitions dans les systèmes automatisés. Il est particulièrement utile pour modéliser des processus séquentiels et des machines à états.

### C.3.3 Avantages de Zelio Soft 2

Zelio Soft 2 est un logiciel puissant et polyvalent conçu pour la programmation et la gestion des modules Zelio. Voici quelques-uns de ses principaux avantages :

1. Zelio Soft 2 offre une interface graphique conviviale avec des fonctionnalités avancées telles que la saisie assistée, la simulation de programme et la gestion de projet.
2. Le logiciel Zelio Soft 2 permet de créer des programmes complexes avec des instructions conditionnelles, des temporisations, des compteurs, etc., offrant ainsi une grande flexibilité dans la conception des applications.
3. Zelio Soft 2 facilite le débogage et le test des programmes grâce à des fonctionnalités de simulation intégrées, permettant ainsi de détecter et de corriger les erreurs plus rapidement.
4. Le logiciel permet de gérer efficacement plusieurs projets, de sauvegarder des programmes et de les transférer facilement vers le module Zelio, ce qui simplifie la gestion et la maintenance des applications.
5. En utilisant Zelio Soft 2, il est possible de documenter et de commenter le programme de manière détaillée, facilitant ainsi la compréhension et la maintenance du code. De plus, les programmes peuvent être sauvegardés sur un ordinateur, offrant une protection supplémentaire contre la perte de données.

### C.3.4 Création d'un nouveau projet

Lancer le logiciel en double cliquant sur le symbole , puis cliquer sur « Créer un nouveau programme »

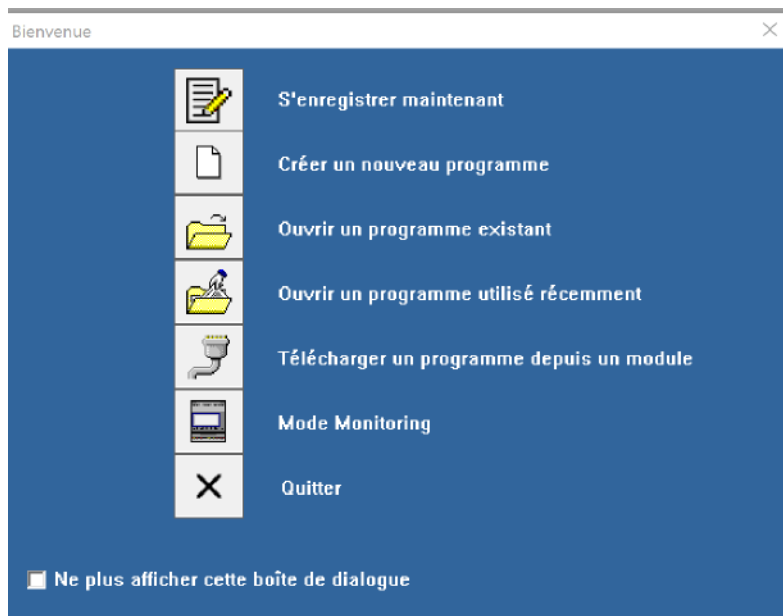


FIGURE C.4 – Création d'un nouveau programme

Choisir le module Zélio utilisé dans notre application puis cliquer sur suivant .

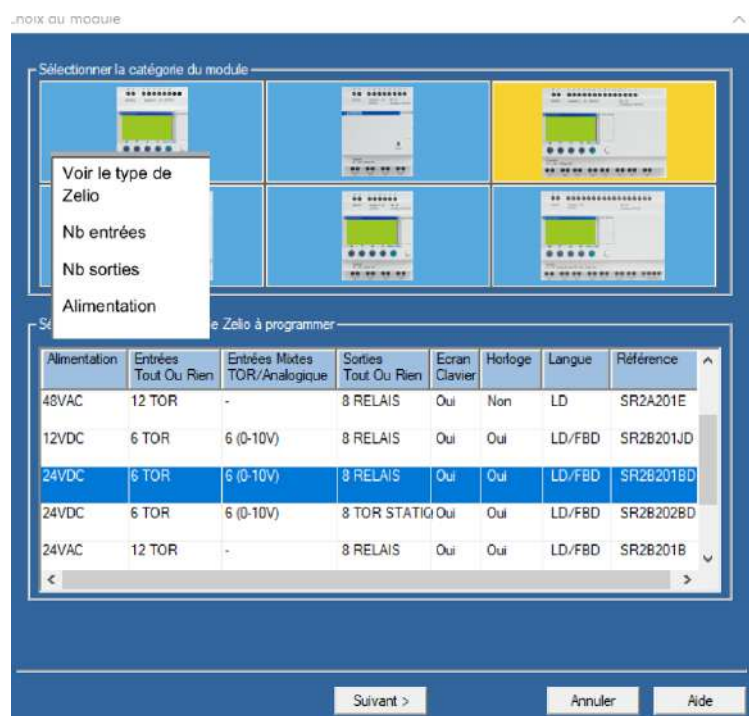


FIGURE C.5 – Choisir le module Zélio

On peut ajouter des extensions au module Zélio selon vos besoins spécifiques en matière d'automatisation

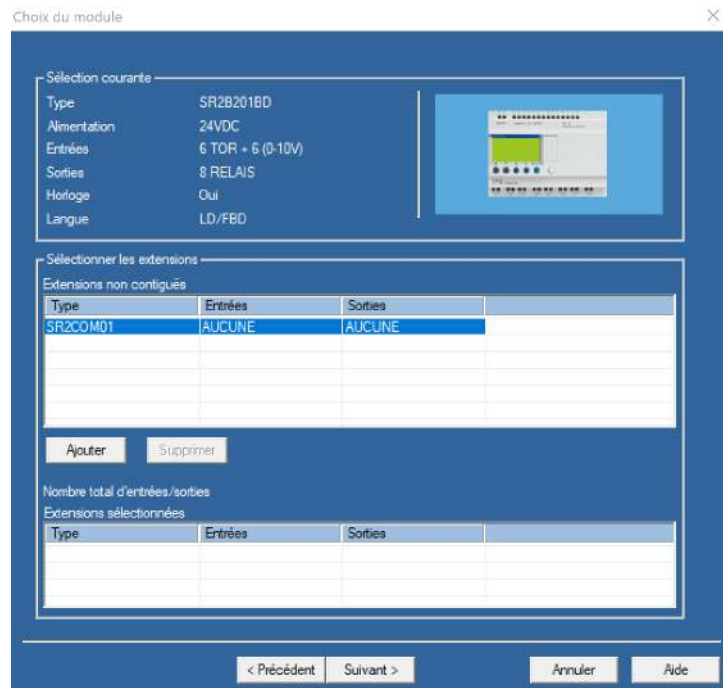


FIGURE C.6 – Ajouter des extensions au module Zelio

Choisir le type de programmation :

1. Double-cliquez sur l'option correspondant au type de programmation que vous souhaitez utiliser.
2. Cliquer sur suivant.

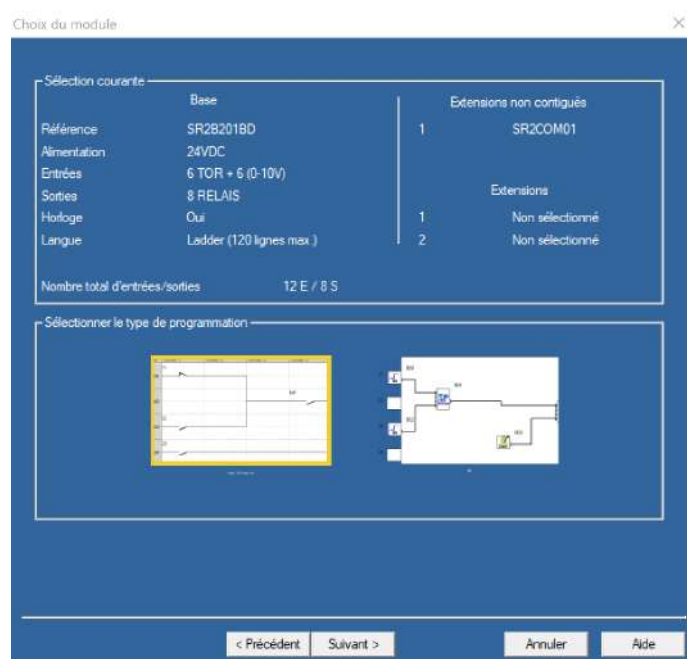


FIGURE C.7 – Choisir langage de programmation Zelio soft



### C.3.5 Programmation LD

Si vous choisissez la programmation avec Ladder dans Zelio Soft 2, la fenêtre suivante apparaîtra :

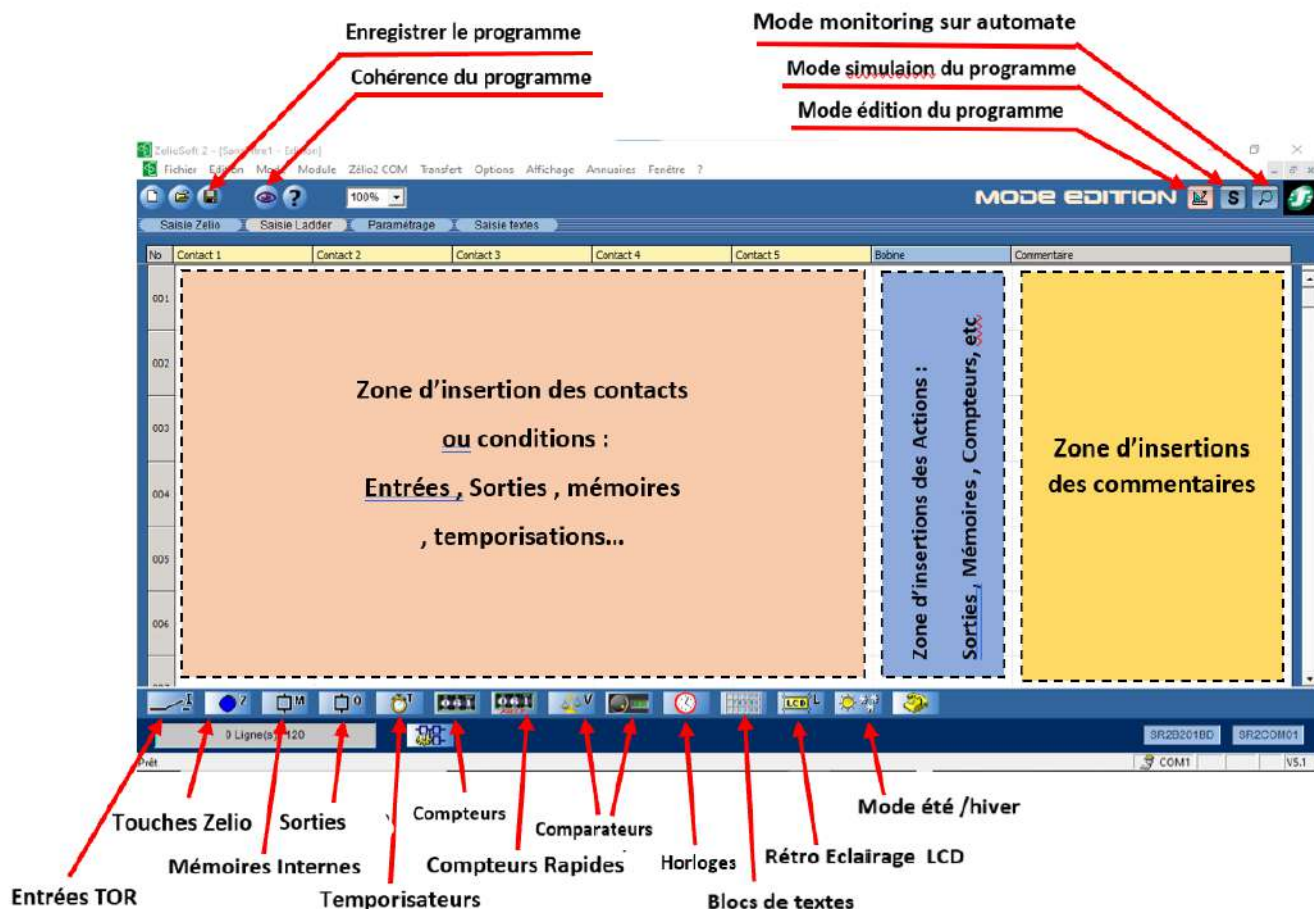


FIGURE C.8 – Page de programmation [3]

### C.3.6 Programmation en Ladder [19] [20]

Saisie Entrée : Les entrées TOR (Tout Ou Rien) sont exclusivement utilisées comme contacts dans le programme.

Voici les étapes pour ajouter une entrée TOR :

1. Déplacez le pointeur de la souris sur l'icône "Entrées".
2. Choisissez l'entrée que vous souhaitez utiliser.
3. Glissez cette entrée vers l'emplacement souhaité pour la placer.

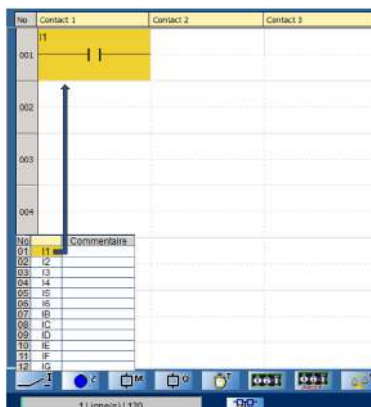


FIGURE C.9 – Saisie d’une entrée

En faisant un double clic sur l’icône d’entrée, on peut changer le type de contact :

1. Normalement ouvert
2. Normalement fermé

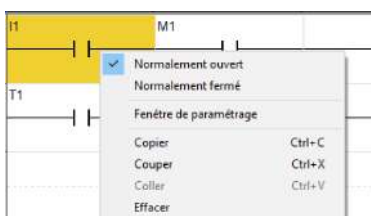


FIGURE C.10 – Changement du type de contact

### Saisie mémoire / relais auxiliaire :

Pour utiliser un relais auxiliaire comme bobine, quatre types sont disponibles :

1. **Bobine directe :**  
Le relais est excité si les éléments auxquels il est relié sont passants. Sinon, il n’est pas excité.
2. **Bobine impulsionnelle :**  
Avec une excitation impulsionnelle, la bobine change d’état à chaque impulsion qu’elle reçoit.
3. **Bobine d’enclenchement (rémanence) :**  
La bobine d’enclenchement (Set) est excitée dès que les éléments auxquels elle est reliée sont passants. Elle reste excitée lorsque les éléments ne sont plus passants.
4. **Bobine de déclenchement (décrochage) :**  
La bobine de déclenchement (Reset) est utilisée pour désactiver un relais précédemment enclenché.

Voici les étapes pour ajouter un relais auxiliaire :

1. Cliquer sur "Relais auxiliaires".
2. Pour insérer un contact de relais, sélectionner et glisser sur l’un des contacts (M1, M2, M3, etc.).
3. Pour insérer une bobine de relais, sélectionner et glisser sur l’une des bobines (M1, M2, M3, etc.).

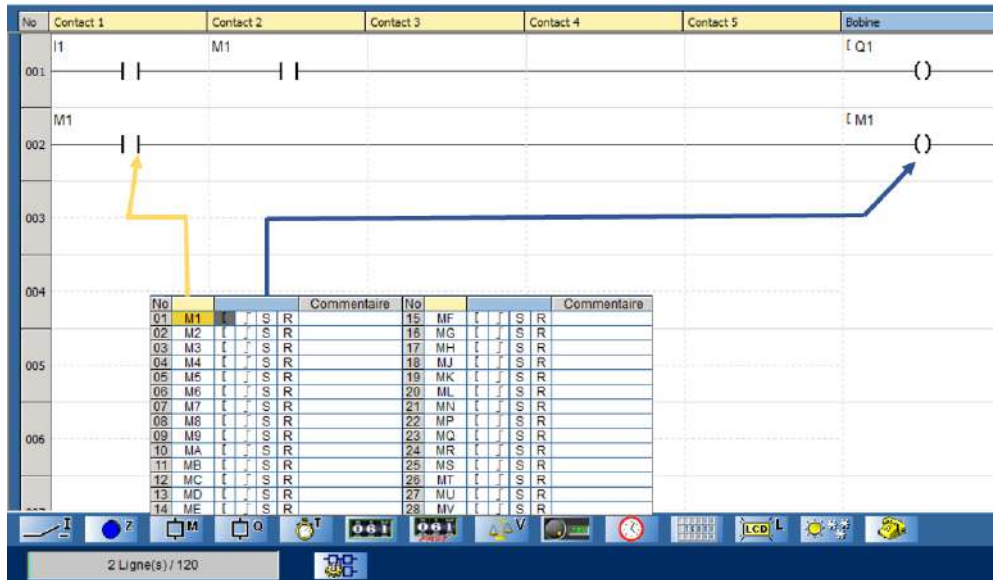


FIGURE C.11 – Saisie de mémoire / relais auxiliaire

### Saisie d'une sortie

: Les sorties TOR (Tout Ou Rien) correspondent aux sorties du module logique (connectées aux actionneurs). Les sorties TOR s'utilisent avec une bobine (écriture) ou un contact (lecture).

Voici les étapes pour ajouter une sortie :

1. Cliquer sur "Sorties".
2. Pour insérer un contact de sortie, sélectionner et glisser sur l'un des contacts (Q1, Q2, Q3, etc.).
3. Pour insérer une bobine de sortie, sélectionner et glisser sur l'une des bobines (Q1, Q2, Q3, etc.).

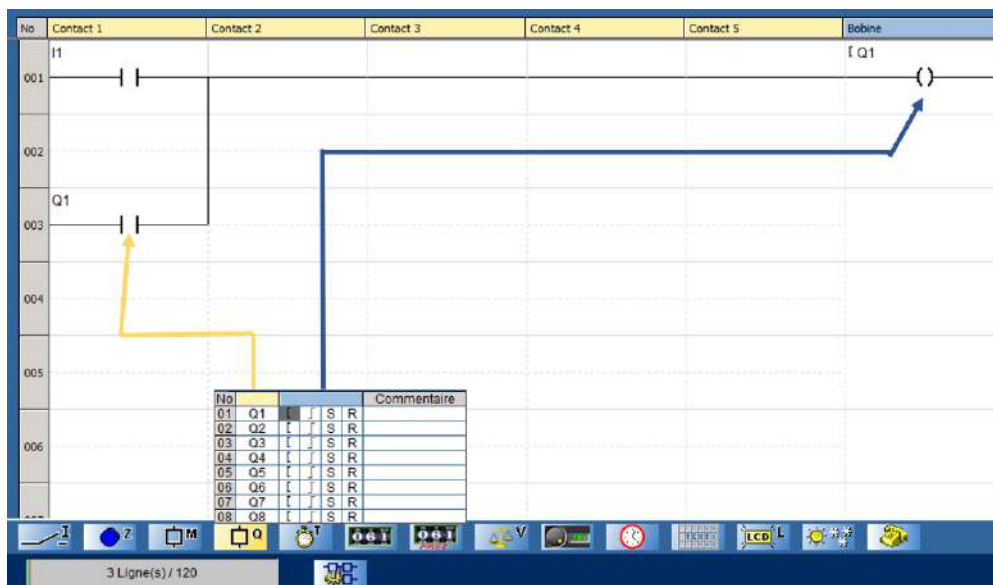


FIGURE C.12 – Saisie d'une sortie

### Réaliser une liaison

Pour réaliser une liaison, il suffit de cliquer sur le trait voulu (soit à l'horizontale, soit à la verticale).

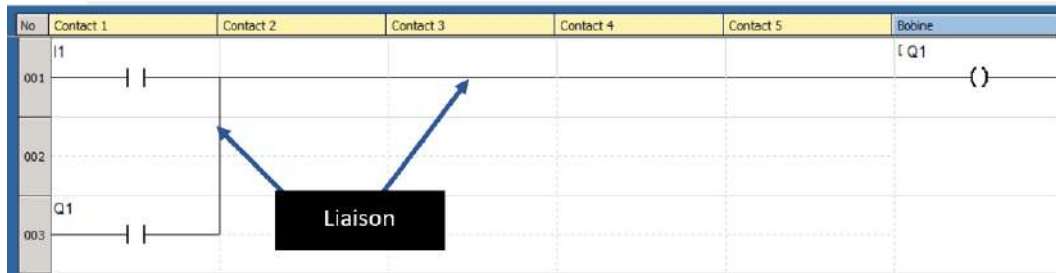


FIGURE C.13 – Réalisation d’une liaison

### Saisie d’un temporisateur

: La fonction Temporisateurs permet de retarder, prolonger et commander des actions pendant une période prédéterminée Voici les étapes pour ajouter un temporisateur :

1. Cliquer sur ”Temporisateur”.
2. Pour insérer un contact de temporisateur, sélectionner et glisser sur l’un des contacts (T1, T2, T3, etc.).
3. Pour insérer une bobine de temporisateur, sélectionner et glisser sur l’une des bobines (T1, T2, T3, etc.).

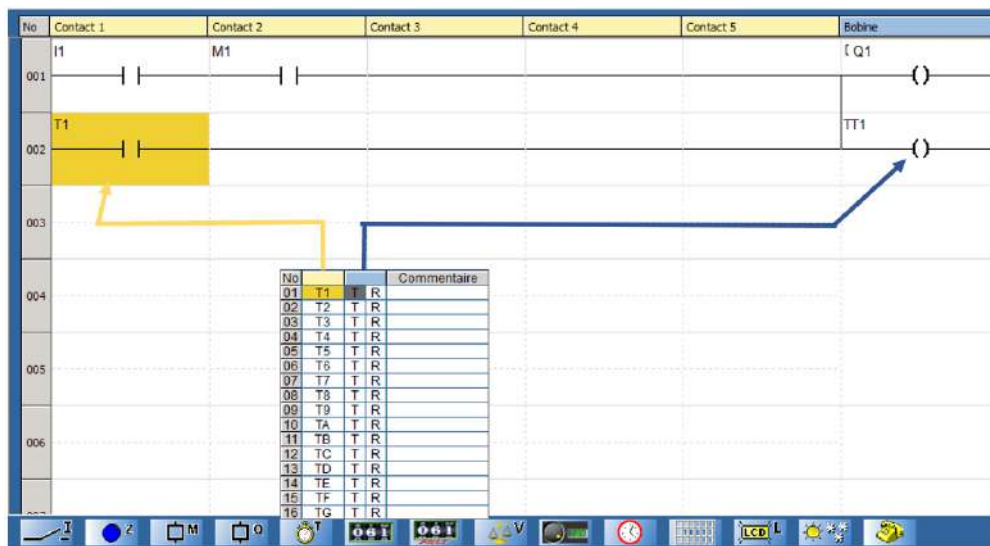


FIGURE C.14 – Saisie d’un temporisateur

1. Pour définir le type de temporisateur, cliquer deux fois sur le contact de temporisateur.
2. Sélectionner ”Paramètre”.
3. Choisissez le type, la durée, l’unité et le verrouillage.

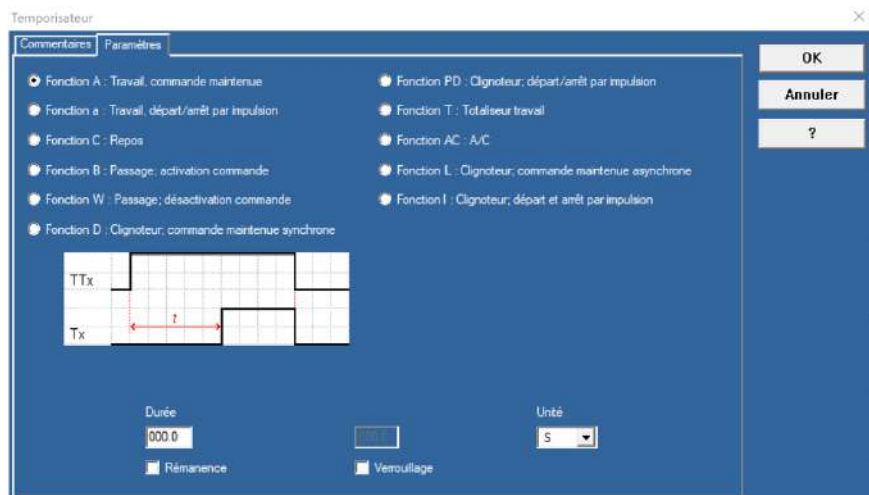


FIGURE C.15 – Définition des paramètres du temporisateur

### Compteurs :

La fonction Compteurs permet de compter ou décompter des impulsions. À chaque compteur sont associées 3 bobines :

- **Bobine CC** : Entrée impulsion de comptage
- **Bobine RC** : Entrée remise à l'état initial du compteur
- **Bobine DC** : Entrée sens de comptage

Voici les étapes pour ajouter un Compteur :

1. Cliquer sur "Compteurs".
2. Sélectionner le type de fonctionnement du compteur : compteur ou décompteur.
3. Entrer le nombre de comptage.

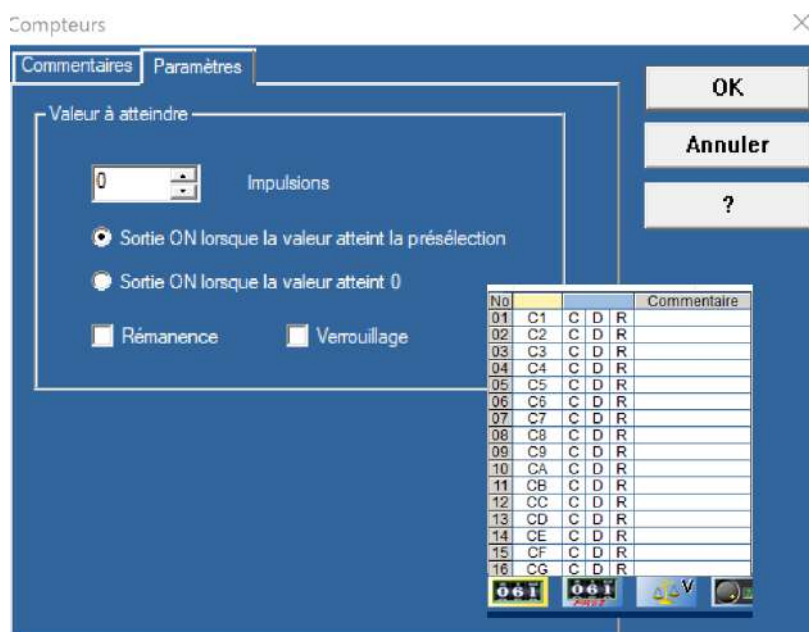


FIGURE C.16 – Saisie des compteurs

## Comparateurs de compteurs :

Cette fonction permet de comparer les valeurs de deux compteurs ou d'un compteur et d'une valeur constante. Voici les étapes pour ajouter un Comparateur de compteur :

1. Cliquer sur "Comparateurs de compteurs".
2. Pour insérer un contact de "Comparateurs de compteurs", sélectionner et glisser sur l'un des contacts (V1, V2, V3, etc.).
3. Régler les paramètres et la condition de comparaison.

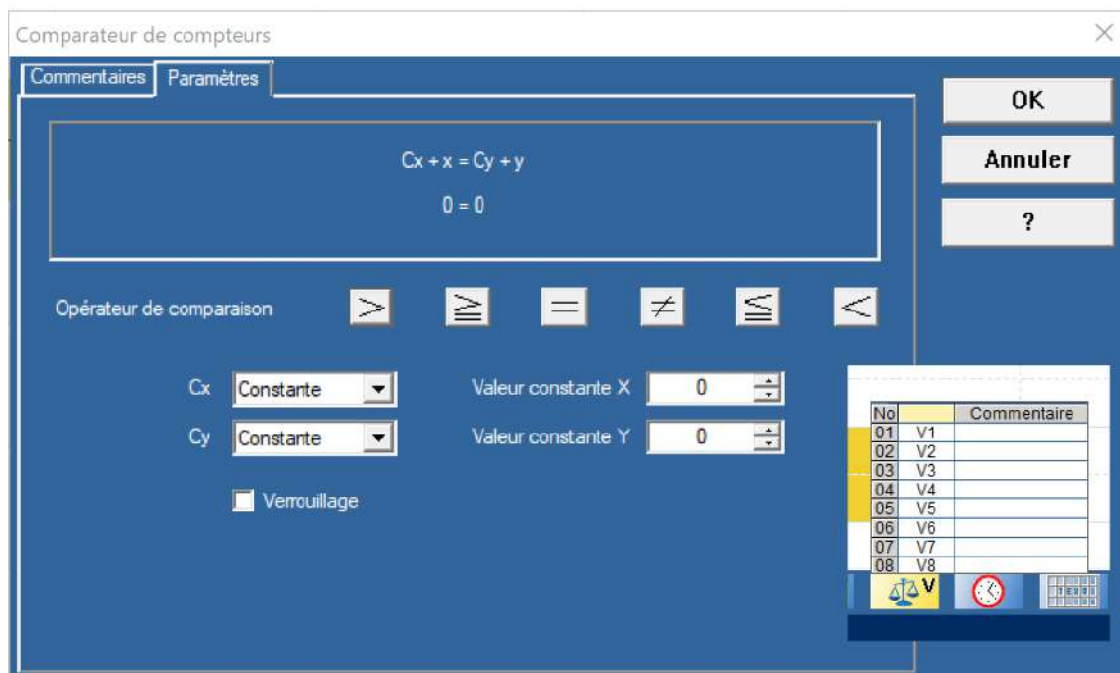


FIGURE C.17 – Comparateurs de compteurs

## Comparateurs Analogiques

Le bloc fonction Comparateurs analogiques permet d'effectuer les opérations suivantes :

- Comparer une valeur analogique mesurée à une valeur de référence interne.
- Comparer deux valeurs analogiques mesurées.
- Comparer deux valeurs analogiques mesurées au paramètre d'hystérésis.

Voici les étapes pour ajouter un Comparateur Analogique :

1. Sélectionner l'option "Comparateurs analogiques".
2. Configurer les paramètres de comparaison en choisissant les valeurs analogiques à comparer ou les références internes nécessaires.

### C.3.7 Simulation et test de programme :

Pour effectuer une simulation et un test de programme dans le logiciel Zelio Soft, voici les étapes à suivre :

1. Cliquer sur "Simulation" (S).

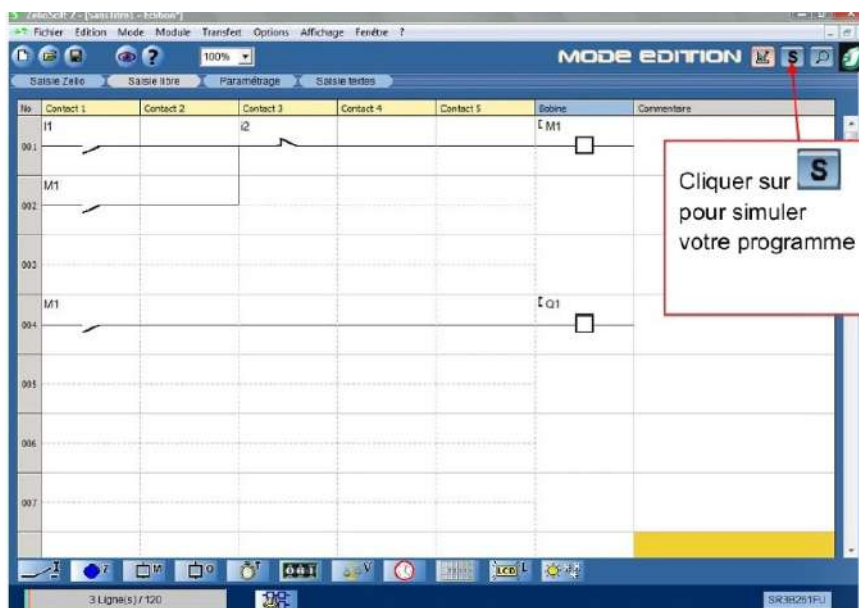


FIGURE C.18 – Simulation et test de programme

2. Cliquer sur "Run".

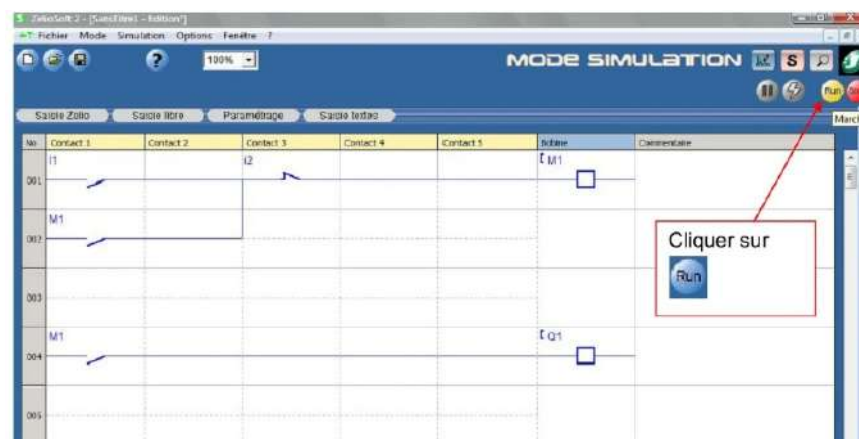


FIGURE C.19 – Simulation et test de programme

#### N.B

- Pour arrêter la simulation, cliquer sur "Stop".
- Pour modifier votre programme, cliquer sur "Stop", puis sur "Mode édition de programme" pour revenir en mode dessin.

### C.3.8 Programmation FBD[19][20]

Le mode FBD permet une programmation graphique basée sur l'utilisation de blocs fonction prédéfinis.

La figure suivante présente un exemple de fenêtre d'édition en langage FBD :

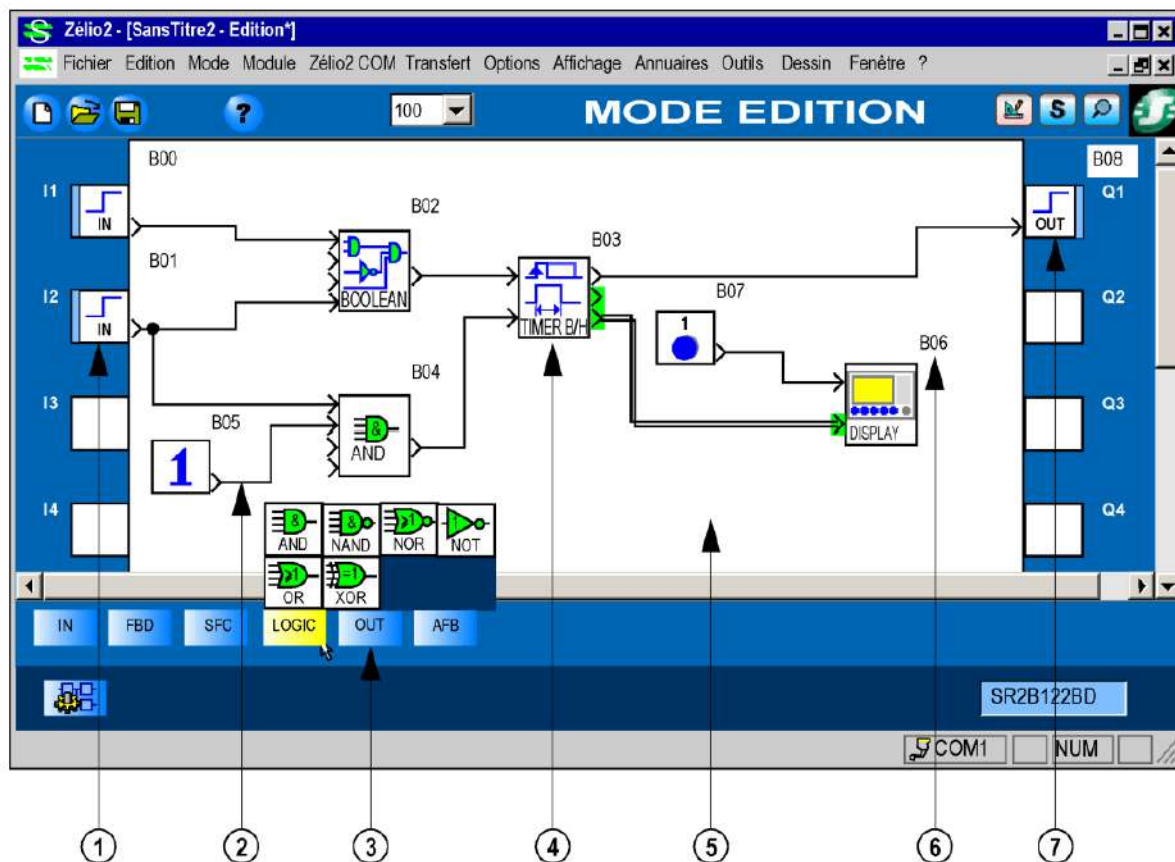


FIGURE C.20 – fenêtre d'édition en langage FBD[5]

1. Zone des entrées de bloc fonction
2. Connexion entre deux blocs fonction
3. Barre de fonctions
4. Bloc fonction
5. Feuille de câblage
6. Numéro du bloc fonction
7. Zone des sorties de bloc fonction

#### Présentation Barre de fonctions

Pour réaliser un programme FBD, les différentes fonctions à insérer dans la feuille de câblage sont disponibles dans une barre de fonctions. Dans chacun des onglets de la barre de fonctions est regroupé un type de fonctions.

Dès que la souris passe sur l'un des onglets, la boîte de dialogue affiche la liste des variables disponibles.

#### Barre des entrée

La figure suivante présente la barre des entrées.





FIGURE C.21 – Barre des entrées

### Barre des fonctions standard

La figure suivante présente la barre des fonctions standard :

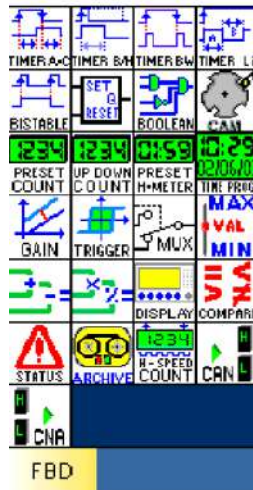


FIGURE C.22 – Barre des fonctions standard

### Barre des fonctions SFC

La figure suivante présente la barre des fonctions SFC :

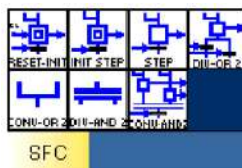


FIGURE C.23 – Barre des fonctions SFC

### Barre des fonctions logiques

La figure suivante présente la barre des fonctions logiques :



FIGURE C.24 – Barre des fonctions logiques

### Barre des sorties

La figure suivante présente la barre des sorties

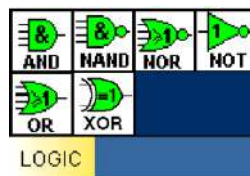


FIGURE C.25 – Barre des sorties

## C.4 Schémas de Câblage des Entrées et des Sorties

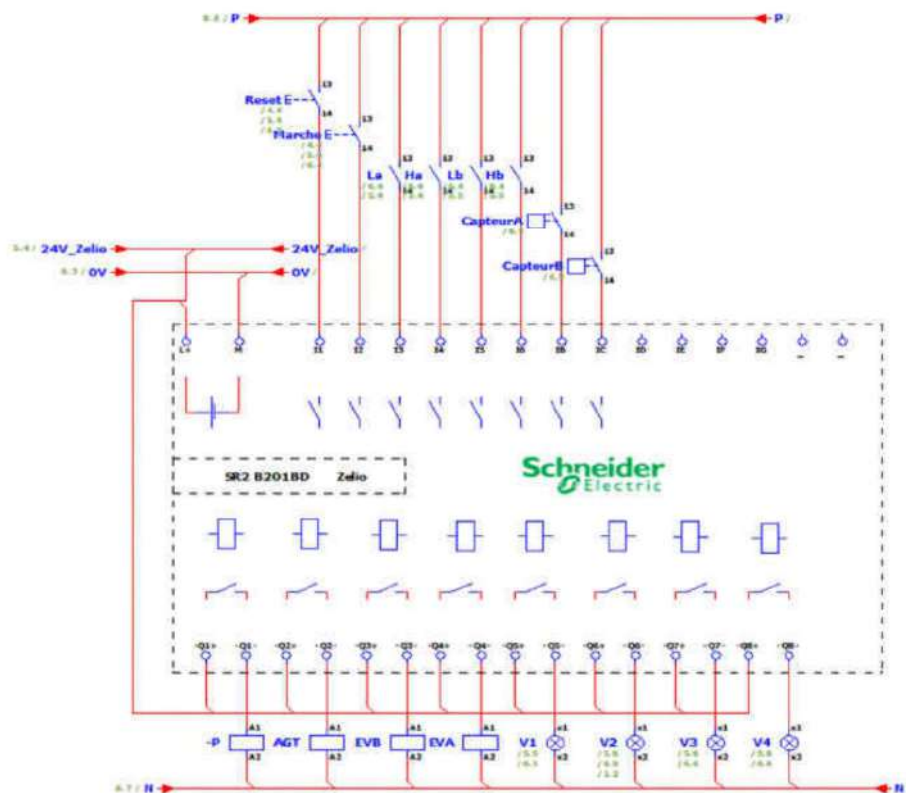


FIGURE C.26 – Schéma de Câblage Zelio [15]

## C.5 Affections des Variables

Les variables utilisées dans notre programme sont présentées dans le tableau suivant :

Les Entrées		Les Sorties		Mementos	
Adresses	Variables	Adresses	Variables	Adresses	Variables
I1	Reset	Q1	Pompe	M1	X0
I2	Marche	Q2	Agitateur	M2	X1
I3	LA	Q3	EVB	M3	X2
I4	HA	Q4	EVA	M4	X3
I5	LB	Q5	V1	M5	X4
I6	HB	Q6	V2	M6	X5
IB	Capteur A	Q7	V3	M7	X6
IC	Capteur B	Q8	V4		

TABLE C.1 – Table d’Affectation des Entrées et Sortie sur Zelio Logic

## C.6 La Commande de la Station de Pompage avec les Touches Z

La commande de la station de pompage peut être réalisée à travers les touches de fonction Z1, Z2, Z3 et Z4 du module Zelio Logic. Chacune de ces touches peut être utilisée comme une entrée numérique dans le programme de commande pour activer ou désactiver des fonctions spécifiques, modifier des paramètres ou déclencher des actions particulières. Voici comment nous les utilisons dans notre simulation :

Z1 : Associée à l’entrée LA.

Z2 : Correspond à l’entrée HA.

Z3 : Associée à l’entrée LB.

Z4 : Correspond à l’entrée HB.

# Annexe D

## Automate Logo

LOGO! est un automate intégrant une unité de commande et d'affichage. Cette unité de commande et d'affichage de LOGO! permet de créer et modifier des programmes et de commander des fonctions système.

Avec LOGO!, vous pouvez résoudre diverses tâches, notamment :

- Dans le domaine de la domotique et de la technique d'installation, telles que le contrôle de l'éclairage des cages d'escalier, de l'éclairage extérieur, des stores, des volets roulants, de l'éclairage de vitrines, etc.
- Dans la construction d'armoires électriques et la fabrication de machines et d'appareils, comme les commandes automatiques de portes, les installations de ventilation, les pompes à eau domestiques, etc.

### D.1 Afficheur TDE pour LOGO!

L'afficheur TDE (Text Display Extension) est un périphérique d'affichage compatible avec les automates LOGO! de Siemens. Voici quelques-unes de ses caractéristiques principales :

- **Interface conviviale** : L'afficheur TDE offre une interface utilisateur conviviale et intuitive pour interagir avec l'automate LOGO!.
- **Écran LCD rétro-éclairé** : Doté d'un écran LCD rétro-éclairé, l'afficheur TDE assure une visibilité optimale dans toutes les conditions d'éclairage.
- **Navigation facilitée** : Avec ses boutons de navigation dédiés, il permet une navigation facile et rapide dans les menus et les fonctions de l'automate LOGO!.
- **Affichage en texte clair** : Affiche les informations et les messages de manière claire et lisible, ce qui facilite la surveillance et le débogage des programmes.
- **Communication bidirectionnelle** : Permet une communication bidirectionnelle avec l'automate LOGO!, ce qui permet de contrôler et de surveiller à distance les processus.
- **Installation facile** : Facile à installer et à configurer, l'afficheur TDE s'intègre parfaitement dans les systèmes utilisant des automates LOGO!.

### D.2 Logiciel LOGO!

LOGO! est un logiciel développé par Siemens, utilisé dans la technique domestique, l'installation et la construction d'armoires de commande, de machines et d'appareils. Il permet de contrôler divers équipements tels que l'éclairage des cages d'escalier, l'éclairage extérieur, les stores, les volets roulants, l'éclairage des devantures, les commandes des portes, les installations de ventilation, les pompes d'eau industrielle, etc.



FIGURE D.1 – Afficheur LOGO! TDE

Le logiciel présente une interface de commande totalement nouvelle. Elle propose les fonctions suivantes :

1. **Interface améliorée** : Offre une expérience utilisateur plus fluide avec un affichage cohérent des menus.
2. **Concept de projet de réseau** : Permet une gestion efficace des projets avec des fonctionnalités d'enregistrement, de chargement, de création et de fermeture de projets.
3. **Affichage partagé** : Un affichage partagé entre les modes diagramme et réseau pour une meilleure compréhension.
4. **Barres d'outils contextuelles** : Les barres d'outils varient en fonction du mode de travail pour une utilisation optimale.
5. **Fenêtres partagées** : Facilite la commutation de vue et les opérations de copier-coller pour une meilleure manipulation des éléments du projet.
6. **Nouveaux paramètres de contrôle d'accès** : Offre une sécurité renforcée avec de nouveaux paramètres pour l'accès en ligne.
7. **Configuration avancée des connexions** : Permet de créer des connexions en configurant des blocs fonctionnels NI et NQ.
8. **Améliorations de l'affichage de l'écran** : Possibilité de configurer l'affichage de l'écran pour les messages, l'écran d'accueil et les mémentos avec jusqu'à 4 ou 6 lignes, selon la version de l'appareil LOGO!.
9. **Sécurité système renforcée** : Intègre des paramètres de mots de passe utilisateur et de niveaux d'accès pour une protection accrue des données et des fonctionnalités sensibles.

### D.3 Programmation

Démarrez le logiciel LOGO!Soft Comfort. Le logiciel LOGO!Soft Comfort s'ouvre dans le mode diagramme.

**Interface de programmation** : L'affichage initial du mode de programmation dans LOGO!Soft Comfort est constitué d'un diagramme vierge.

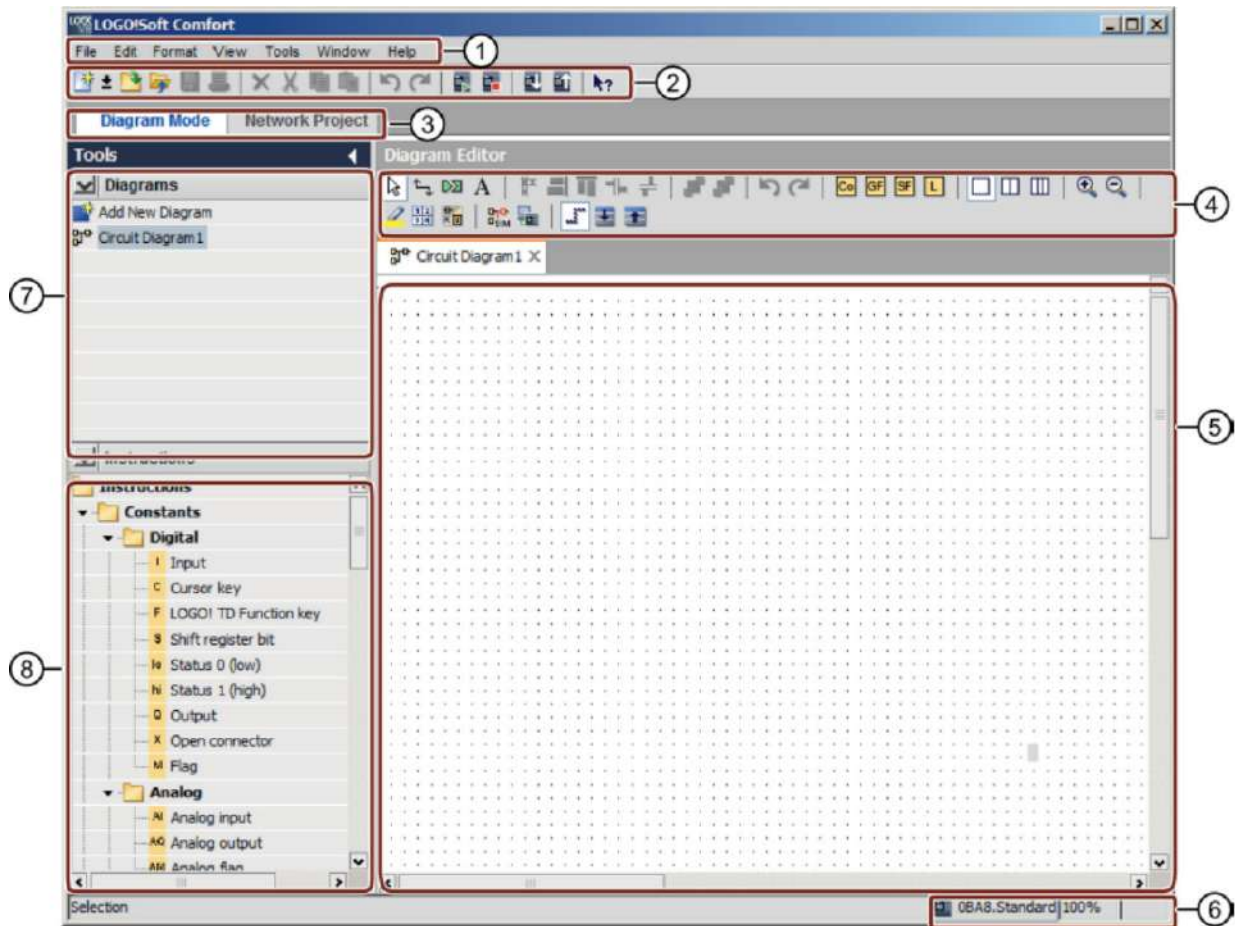


FIGURE D.2 – Interface de programmation Logo

1. Barre de menus
2. Barre d'outils "Standard"
3. Barre de sélection du mode
4. Barre d'outils "Outil"
5. Interface de programmation
6. Barre d'état
7. Arborescence du diagramme
8. Arborescence des opérations

### D.3.1 Configuration de réseau

1. Cliquez sur l'onglet "Projet de réseau".
2. Dans la vue de réseau, cliquez sur le nouvel appareil.
3. Sélectionnez "LOGO! 0BA8" dans la liste d'appareils.
4. Sous "Configuration", entrez les paramètres du réseau.
5. Validez en cliquant sur "OK".

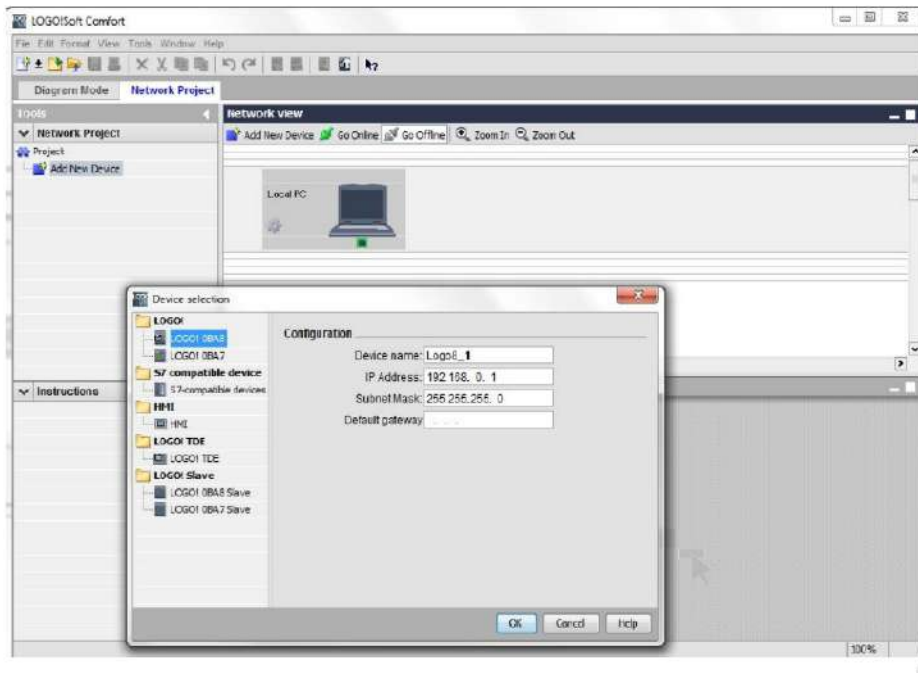


FIGURE D.3 – La configuration de matérielle LOGO! Soft Comfert

## Déclaration des Variables

Pour déclarer les variables, suivez ces étapes :

1. Double-cliquez sur "Paramètres" pour ouvrir les paramètres LOGO!.
2. Sélectionnez "Noms des E/S (I/O)" pour la désignation des entrées et des sorties.
3. Écrivez le nom de la variable devant l'adresse appropriée.
4. Fermez la fenêtre des paramètres LOGO! en cliquant sur "OK".

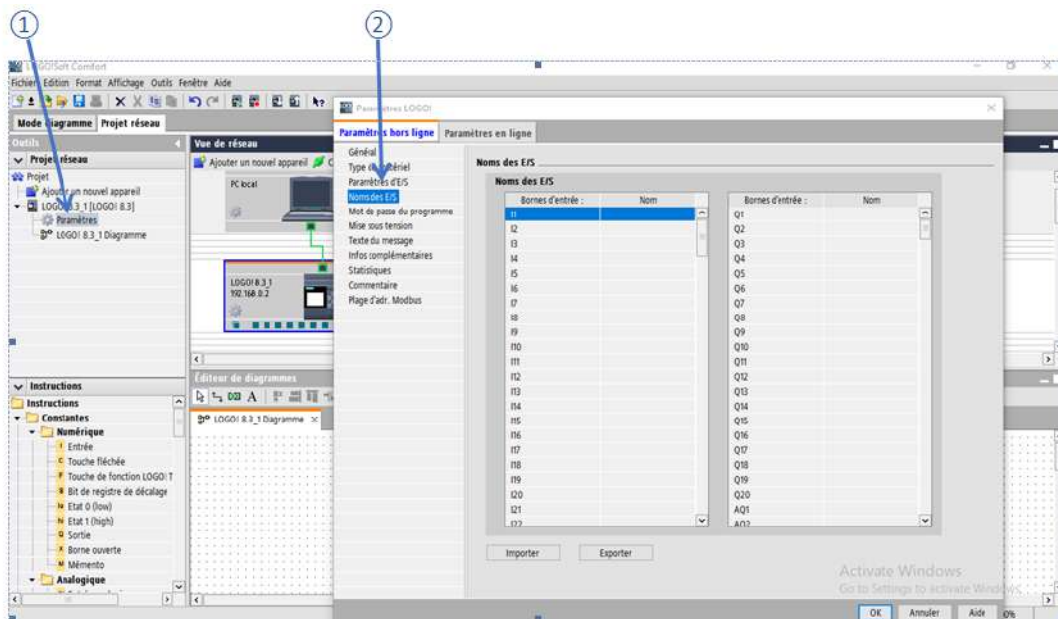


FIGURE D.4 – Déclaration des variables sur LOGO! Soft Comfert

# Enregistrement

Pour enregistrer le schéma complet de connexions du portail en tant que projet de réseau, suivez ces étapes :

1. Cliquez sur l'icône de la disquette pour enregistrer.
2. Entrez le nom de fichier "Commande Portail usine".



FIGURE D.5 – Enregistrement Logo

## D.4 Simulation

La simulation de programme offre la possibilité de tester un programme de commande et d'ajuster ses paramètres. Cela garantit que vous pouvez transférer un programme de commande fonctionnel et optimisé dans votre LOGO! Afin de démarrer la simulation, cliquez à l'aide de la souris sur l'icône Simulation dans la barre d'outils "Outil". Vous vous trouvez maintenant dans le mode de simulation.

## D.5 Transférer le programme testé dans le LOGO

Une fois que vous avez testé votre programme dans la simulation LOGO!Soft Comfort, vous pouvez procéder à son transfert en suivant ces étapes :

1. Cliquez sur le bouton "PC -> LOGO!" pour initier le transfert du programme vers le LOGO!.
2. Ensuite, assurez-vous de cliquer sur le bouton "Actualiser" pour afficher les appareils LOGO! accessibles. Cela garantit que vous pouvez sélectionner le bon périphérique de destination pour le transfert.
3. Validez les fenêtres suivantes avec OK ou Oui.

### D.5.1 Transfert du Programme Module vers PC

Pour transférer le programme du module vers le PC, suivez ces étapes :

1. Cliquez sur l'icône dédiée à cet effet.

### D.5.2 Test en ligne

Le bouton de test en ligne permet de tester le programme de commande associé au module LOGO!. Les états des entrées et sorties ainsi que des connexions logiques s'affichent.

Pour lancer la visualisation, suivez ces étapes :

- Cliquez sur le bouton "Test en ligne".



## D.6 Schéma de câblage des entrées et des sorties

[15]

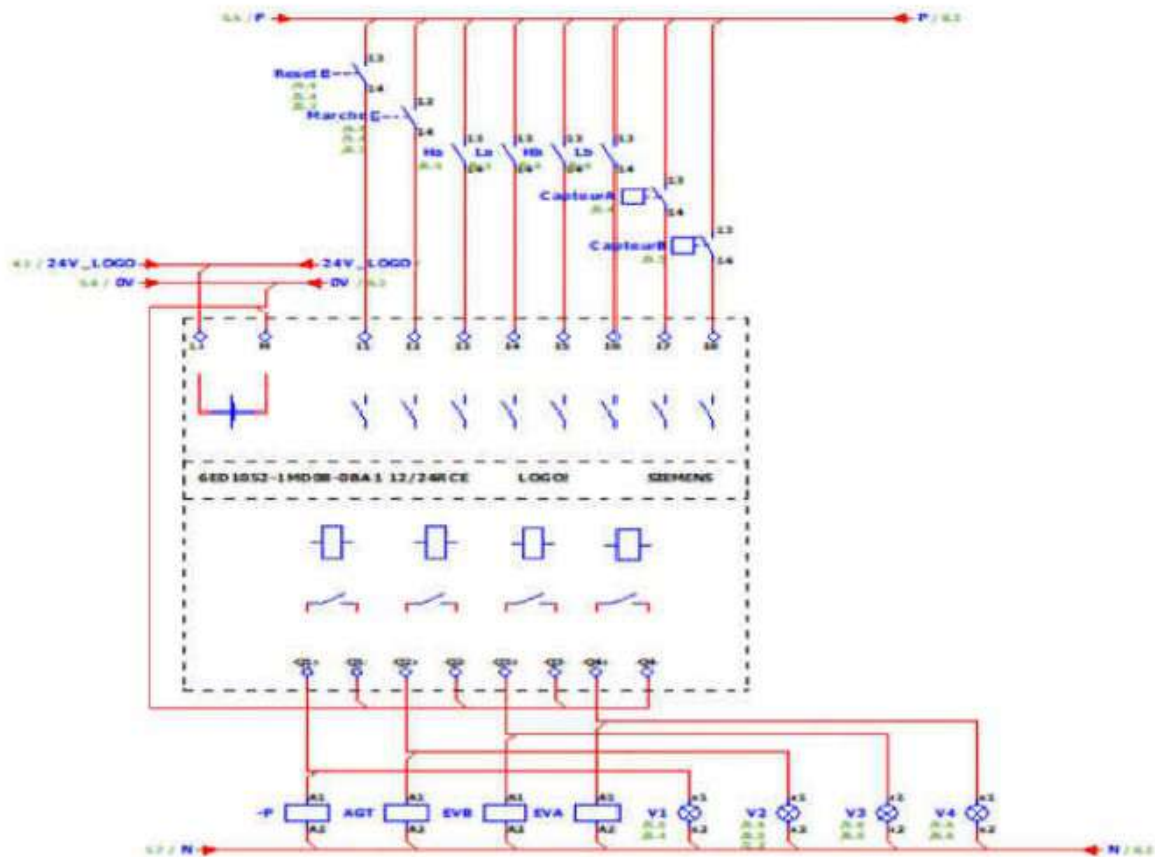


FIGURE D.6 – Câblage des entrées et des sorties

## D.7 Table d'Affectation

[15]

Les entrées et les sorties de notre système sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Adresses	Variables	Adresses	Variables	Adresses	Variables
Les Entrées		Les Sorties		Mémentos	
I1	Reset	Q1	Pompe_V1	M1	X0
I2	Marche	Q2	Agitateur_V2	M2	X1
I3	LA	Q3	EVB_V3	M3	X2
I4	HA	Q4	EVA_V4	M4	X3
I5	LB			M5	X4
I6	HB			M6	X5
AI1	Capteur A			M7	X6
AI2	Capteur B				

TABLE D.1 – Tableau des adresses et variables

# Annexe E

## Les programmes du controle de la deuxième station

### E.1 Partie Zelio Soft :

#### E.1.1 Programme de première cahier de charge

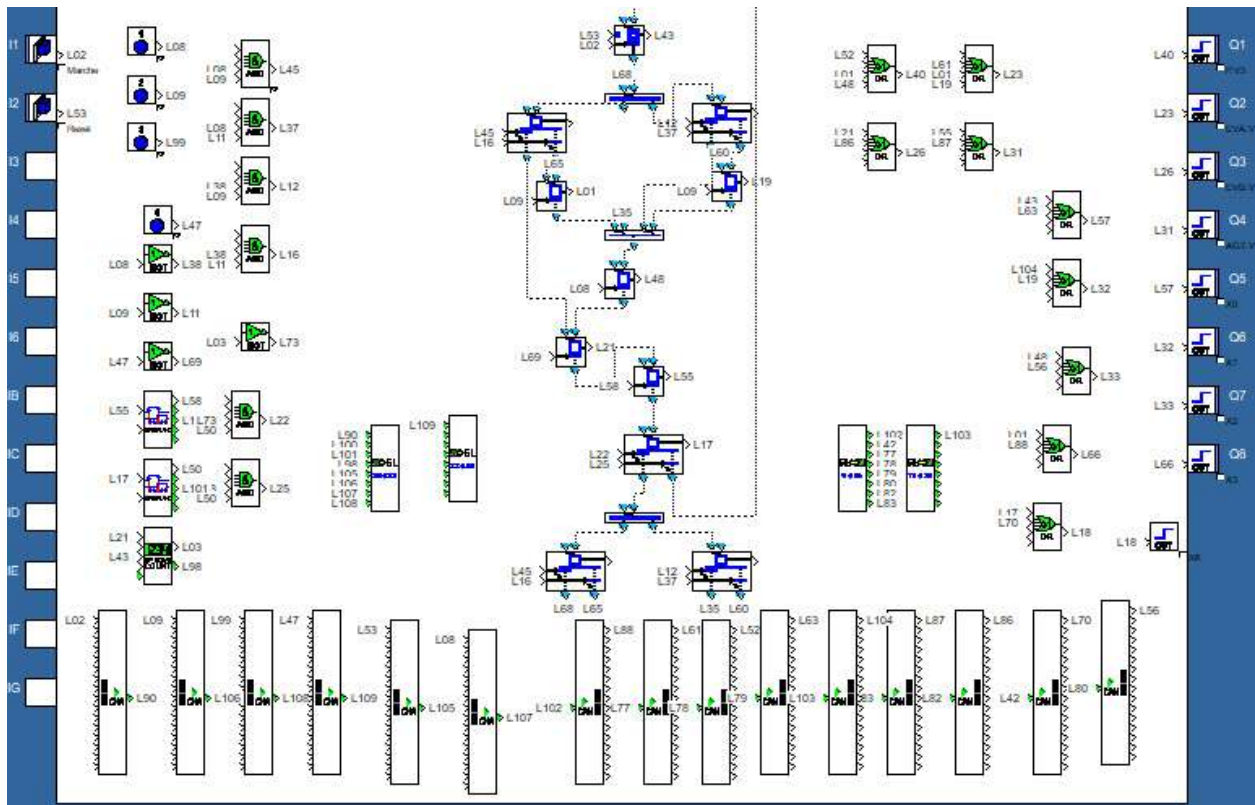


FIGURE E.1 – Programme de première cahier de charge de zelio

## E.1.2 Programation de deuxième cahier de charge :

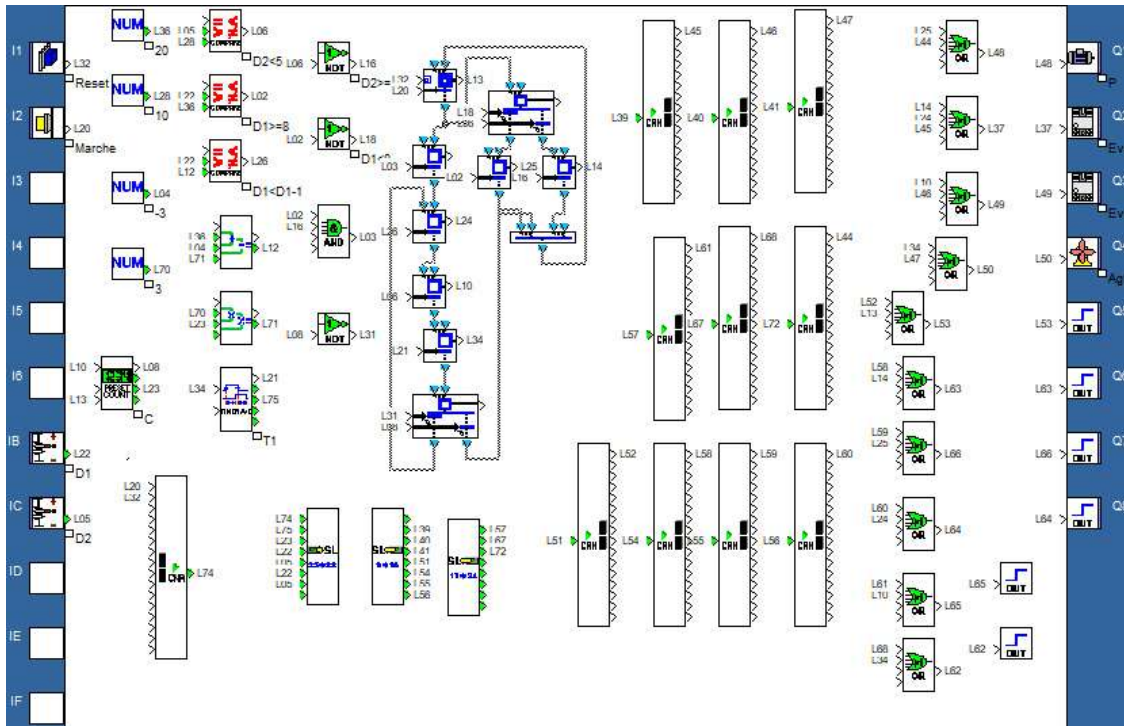


FIGURE E.2 – Programme de deuxième cahier de charge de zelio

## E.2 Partie LOGO! Soft Comfort :

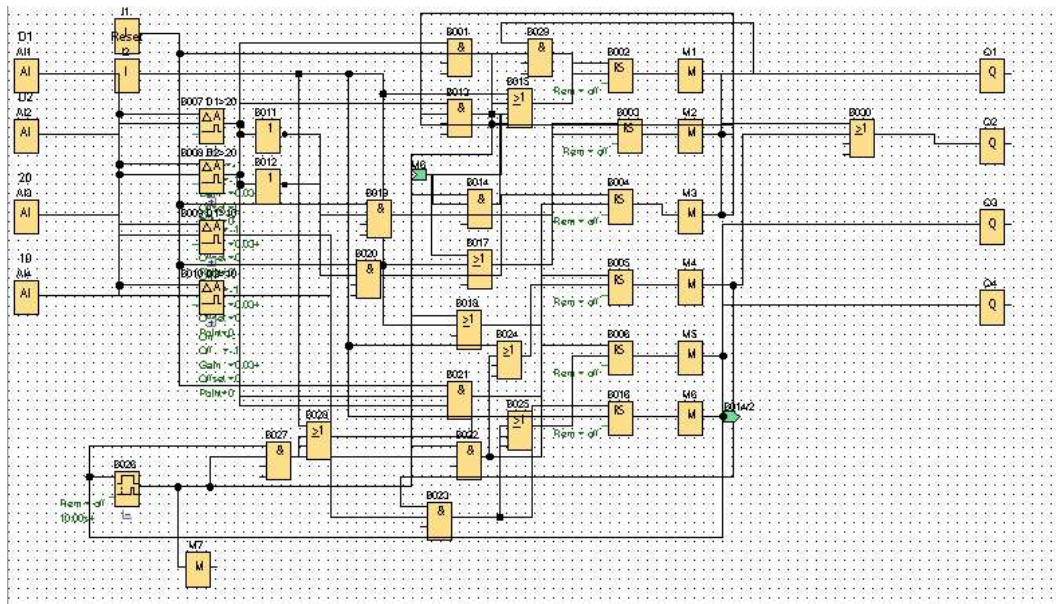


FIGURE E.3 – Programme de cahier de charge de LOGO! Soft Comfort