

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED SEDDIK BENYAHIA JIJEL

Faculté des sciences et de la technologie

Département d'Automatique

N° :/2022

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE: Sciences et Technologies

FILIERE: Automatique

SPECIALITE: Automatique et informatique industrielle

Thème

*Automatisation et supervision de la chaîne
de production du Kaolin traité dans le
complexe SOALKA*

Présenté Par : Boudjemia Seif Eddine

Nouicer Youcef

Encadré Par : Mr Farah Bouakrif

Co-encadrant : Mr Fatih Mahroug

Date de soutenance: 03/07/2022

Jury de Soutenance

Présidente : Meriem Halimi

Examinatrice : Aicha Zibra

Encadreur : Farah Bouakrif

Grade : MCB

Grade : MAA

Grade : Professeur

Univ MSB Jijel

Univ MSB Jijel

Univ MSB Jijel

Promotion :2021 /2022

Remerciements

Avant toute chose, Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donnée courage, force et surtout patience durant toutes ces années d'étude

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à la contribution de plusieurs Personnes à qui on voudrait témoigner toute notre reconnaissance.

Je remercie tout d'abord Pr **Farah BOUAKRIF** le directeur de ce mémoire, pour nous avoir guidé, encouragé et conseillé tout au long de ce projet de fin d'étude.

Nous remercions également tout le personnel qui travaille à la société SOALKA qui nous a accueillis avec des mains chaleureuses et ne nous a lésiné sur aucun type d'information, en particulier l'ingénieur chargé de

l'automatisation, monsieur **Fatih Mahrour**

Nos remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Dedication

reader this might just be the very first time you
find a dedication like this

first of all i want to thank my self , me who
have been patient for 5 years to get to this stage
and obviously i would have never made it
without the help of others

my mother the one who helped me more than
anyone on this planet

my sisters who provided material and moral
support

my friends and everybody who contributed even
with a word

everybody mentioned above i dedicate this work
to you

Youcef

Dédicace

je dédie ce travail à

Mon père

Ma mère

Ma famille

Mes camarades de classe

et tout mes proches

Seif Eddine

Summary

The objective of our work is to automate and supervise the production line of treated kaolin. This work has been accomplished at the El-Milia SOALKA Kaolin company, where a detailed study concerning the production line of the treated kaolin has been effectuated. The PLC used in this study is the Modicon M340, which is designed by Schneider Electric. The software used to program the PLC is Unity Pro. In order to supervise and observe the tasks, the compatible software Vijeo Citect has been used to create the HMI. The simulation results are presented at the end of this work.

Résumé

L'objectif de notre travail est d'automatiser et superviser la chaîne de production de kaolin traité. Ce travail a été réalisé à la société de production de kaolin D'El-Milia SOALKA, où une étude détaillée concernant la chaîne de production du kaolin traité a été effectuée. L'automate utilisé dans ce mémoire est le Modicon M340 conçu par Schneider Electric. Afin de superviser et contrôler les différentes tâches, nous avons utilisé le logiciel compatible Vijeo Citect pour réaliser l'interface homme machine IHM. Les résultats de simulation sont présentés à la fin de ce travail.

المخلص

الهدف من عملنا هو التشغيل الآلي والإشراف على خط إنتاج الكاولين المعالج ، وقد تم إنجاز هذا العمل في شركة الميلية SOALKA، وتم إجراء دراسة تفصيلية لخط إنتاج الكاولين المعالج. إن المسير الآلي المستخدم في هذه الدراسة هو Modicon M340 المصنوع من قبل شنايدر إلكترونيك. البرنامج المستخدم لبرمجة المسير الآلي هو Unity Pro. اعتمدنا في إنجاز ال HMI على البرنامج المتوافق Vijeo Citect. وقد تم اظهار نتائج المحاكاة في نهاية هذا العمل.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Description du processus de production de Kaolin traité dans le complexe SOALKA	
1.1. Introduction	3
1.2. Généralités	4
1.2.1 Situation géographique.....	4
1.2.2. Gisements	4
1.2.3. Historique.....	4
1.2.4. Types de matières premières et leur utilisation	4
1.3. Présentation Du Complexe	4
1.4. Matière première	5
1.5. Différentes sections de la chaine de production	5
1.5.1. Stockage et homogénéisation.....	5
1.5.2 Laverie	6
1.5.3 Filtration.....	10
1.5.3.1. Description du filtre presse.....	11
1.5.3.2. Principe de Fonctionnement du filtre presse	11
1.5.3.3. Cycle de travail du filtre presse.....	11
1.5.3.4. Déroulement de l'opération de filtration	13
1.5.4. Séchage	16
1.5.4.1. Description du Sécheur.....	17
1.5.4.2. Déroulement de l'opération de séchage	20
1.5.5. Ensachage et expédition	21
1.6. Équipement de commande	22
1.6.1 Armoire	22
1.6.2. Automate	23
1.7. Conclusion	23
Chapitre 2 : Notions sur l'automatisation, Automates Programmables et Supervision	
2.1. Automatisation	24
2.1.1. Introduction	24
2.1.2. Fonctions de l'automatisme.....	24

2.1.2.1. Mode Surveillance	24
2.1.2.2. Mode guide opérateur.....	24
2.1.2.3. Mode commande.....	24
2.1.3. Types d'automatisation	25
2.1.4. Structure des systèmes automatisés	25
2.1.4.1. Partie opérative	25
2.1.4.2. Partie commande.....	25
2.1.4.3. Partie dialogue	25
2.1.5. Technologie des automatismes	26
2.1.5.1. Logique câblée	26
2.1.5.2. Logique programmée.....	27
2.1.6. Cahier de charge	27
2.2. Automates Programmables Industriels.....	27
2.2.1. Introduction	27
2.2.2. Architecture des A.P.I.....	28
2.2.2.1. Architecture matérielle.....	28
2.2.2.1.1. Architecture externe	28
2.2.2.1.2. Architecture interne d'un automate programmable.....	29
2.2.2.1.2.1. Unité centrale (U.C)	30
2.2.2.1.2.2. Interfaces d'entrées-sorties de l'automate	30
2.2.2.1.2.3. Module d'alimentation	31
2.2.2.1.2.4. Module de communication	31
2.2.2.2. Structure logicielle.....	32
2.2.3. Critères de choix d'un automate.....	32
2.3. Supervision	32
2.3.1. Introduction	32
2.3.2. Rôle de la supervision	33
2.3.2.1. Acquisition de données.....	33
2.3.2.2. Surveillance.....	33
2.3.2.3. Aide à la décision	33
2.3.3. Système SCADA.....	33
2.3.3.1. Rôle d'un Système SCADA.....	33
2.3.3.2. Interfaces graphiques du SCADA	34

2.4. Conclusion	35
------------------------------	-----------

Chapitre 3 : Automate programmable et logiciel associé

3.1. Introduction	36
--------------------------------	-----------

3.2. Automate programmable industriel Modicon M340	36
---	-----------

3.2.1. Fonctionnement générale du Modicon M340	36
--	----

3.2.2. Caractéristiques du Modicon M340.....	37
--	----

3.2.3. Descriptions générales des composants d'un automate Modicon M340	37
---	----

3.2.3.1. Processeurs	37
----------------------------	----

3.2.3.2. Racks	38
----------------------	----

3.2.3.3. Modules	39
------------------------	----

3.2.3.3.1. Module d'alimentation	39
--	----

3.2.3.3.2. Module d'extension de rack.....	39
--	----

3.2.3.3.3. Modules d'entrées/sorties.....	40
---	----

3.3. UNITY PRO	42
-----------------------------	-----------

3.3.1. Présentation générale de UnityPro.....	42
---	----

3.3.2. Fonctions de Unity Pro.....	42
------------------------------------	----

3.3.2.1. Langages de programmation	42
--	----

3.3.2.2. Progiciels	42
---------------------------	----

3.3.2.3. Interface d'utilisateur	43
--	----

3.3.2.4. Navigateur de projet.....	43
------------------------------------	----

3.3.2.5. Configuration	45
------------------------------	----

3.3.3. Langages de programmation et éditeurs dans UnityPro	47
--	----

3.3.3.1. Editeur schéma à contacts LD (Ladder Diagram).....	47
---	----

3.3.3.2. Langage séquentiel SFC	48
---------------------------------------	----

3.3.3.3. Littéral structuré ST	51
--------------------------------------	----

3.3.4. Types de variables dans UNITY PRO.....	51
---	----

3.4. Conclusion	53
------------------------------	-----------

Chapitre 4 : Programmation et supervision

4.1. Introduction	54
--------------------------------	-----------

4.2. Programmation sur Unity Pro	54
---	-----------

4.2.1. Variables et configuration du matériel	54
---	----

4.2.1.1. Tables des variables et mnémoniques.....	54
---	----

4.2.1.2. Configuration du matérielle.....	56
---	----

4.2.2.Programmation	58
4.2.2.1. Gestion des réservoirs	58
4.2.2.2. Filtre presse.....	58
4.2.2.2.1.Programme principale du filtre en SFC.....	58
4.2.2.2.2.Transitions.....	62
4.2.2.2.3.Actions du filtre.....	63
4.2.2.3. Four et convoyeurs	66
4.2.2.4. Validation des sorties.....	72
4.2.2.5. Simulation	73
4.3. Supervision	74
4.3.1.Vijeo Citect	74
4.3.2.Création de l'application de supervision	75
4.4. Conclusion	83
Conclusion générale	84
Bibliographie	85
Annexe	86

Liste des figures

Chapitre 1

Figure 1.1. Situation géographique.....	3
Figure 1.2. Tapis de transport de la matière première.....	5
Figure 1.3. la première opération de filtrage.....	6
Figure 1.4. Séries des filtres superposés.....	6
Figure 1.5 : Orientation vers la station suivante.....	7
Figure 1.6 : les 4 réservoirs reliés entre eux.....	7
Figure 1.7 : la pompe orientée vers le haut	7
Figure 1.8 : le tuyau venant de la pompe	7
Figure 1.9 : le bout du tuyau.....	7
Figure 1.10 : le tuyau allant vers le filtre.....	8
Figure 1.11 : Le filtre translative.....	8
Figure 1.12 : le filtre vibrant.....	9
Figure 1.13 : L'évacuation des roches et du sable.....	9
Figure 1.14 : Le sable sera évacué.....	9
Figure 1.15 : le réservoir équipée d'un mélangeur.....	10
Figure 1.16 : Schéma de filtre presse (Vue de côté).....	10
Figure 1.17 : Schéma de filtre presse (vue de face).....	10
Figure 1.18 : les tubes de transport allant aux mélangeurs.....	13
Figure 1.19 : Fermeture du filtre presse.....	13
Figure 1.20 : Réglage de la consigne de la pompe.....	14
Figure 1.21 : Schéma synoptique de l'installation.....	14
Figure 1.22. Pompe centrifuge.....	15
Figure 1.23. Pompe Hydra.....	15
Figure 1.24. Convoyeur vers le brûleur.....	16
Figure 1.25. Schéma de brûleur.....	16
Figure 1.26. Capteur de proximité face à l'engrenage tournant.....	17
Figure 1.27. Capteur de proximité détectant un convoyeur coincé.....	18
Figure 1.28. Sonde de température.....	19
Figure 1.29. Circuit hydraulique du brûleur.....	19

Figure 1.30. Armoire électrique du brûleur.....	20
Figure 1.31. Le Malaxeur.....	21
Figure 1.32. Le 1er Convoyeur.....	21
Figure 1.33. La sortie du brûleur.....	21
Figure 1.34. Convoyeur d'évacuation.....	21
Figure 1.35. L'appareil utilisé pour mesurer le poids du kaolin.....	22
Figure 1.36. Armoire principale.....	22
Figure 1.37. Contacteur moteur.....	23
Figure 1.38. Disjoncteur moteur.....	23
Figure 1.39. L'automate avec les modules d'entrée et de sortie.....	23

Chapitre 2

Figure 2.1. Structure d'un système automatisé.....	26
Figure 2.2 L'automate dans un système automatisé.....	28
Figure 2.3. Automate Compact S7-200 de Siemens.....	28
Figure 2.4. Automate Modulaire.....	29
Figure 2.5. Constitution des automates.....	29
Figure 2.6. Console de programmation.....	31
Figure 2.7. Système de supervision.....	33
Figure 2.8. Exemple d'une interface graphique SCADA.....	34
Figure 2.9. Salle de contrôle sans SCADA.....	34
Figure 2.10. Salle de contrôle avec SCADA.....	34

Chapitre 3

Figure 3.1 : Exemple d'un automate Modicon M340.....	36
Figure 3.2 : Schéma d'un rack BMXXPB0400.....	38
Figure 3.3 : Schéma d'un module d'alimentation BMXCPS2000.....	39
Figure 3.4 : Module d'extension de rack BMX XBE 1000.....	39
Figure 3.5 : module d'entrées/sorties TOR avec connecteurs 40 points.....	40
Figure 3.6 : module d'entrées/sorties TOR avec bornier 20 points.....	41
Figure 3.7 : module d'entrées/sorties TOR avec connecteurs 40 points.....	41
Figure 3.8 : Interface d'utilisateur de Unity Pro.....	43

Figure 3.9 : Navigateur de projet en vue structurelle et fonctionnelle.....	44
Figure 3.10 : Choix du modèle de l'automate.....	45
Figure 3.11 : Vue de l'automate dans le navigateur du projet.....	46
Figure 3.12 : Représentation graphique de l'automate et catalogue du matériel.....	46
Figure 3.13 : Exemple d'une section LD.....	47
Figure 3.14 : Exemple d'une section SFC.....	49
Figure 3.15 : Fenêtre de configuration des propriétés d'une étape SFC.....	50
Figure 3.16 : Exemple d'une section ST.....	51

Chapitre 4

Figure 4.1 : Liste des entrées de l'automate.....	55
Figure 4.2 : Liste des sorties de l'automate.....	56
Figure 4.3 : Configuration matérielle de l'API sous Unity Pro.....	57
Figure 4.4 : Variables dans le module n°9	57
Figure 4.5 : Création de la section SFC du filtre.....	59
Figure 4.6 : Vue des sections du programme dans le navigateur de projet.....	59
Figure 4.7 : Fenêtre des propriétés des transitions.....	59
Figure 4.8 : Développement de la vue du programme du filtre dans le navigateur du projet.....	60
Figure 4.9 : Vue finale des composants du programme du filtre dans le navigateur de projet.....	60
Figure 4.10 : Schéma SFC principale du filtre dans Unity Pro.....	61
Figure 4.11 : Fenêtre de propriétés de bloc de comparaison.....	63
Figure 4.12 : Identification des paramètres du DBF SEQ_START_STOP.....	67
Figure 4.13 : Apparence du DBF SEQ_START_STOP dans l'éditeur LD.....	68
Figure 4.14 : Simulation du programme de gestion des réservoirs dans Unity Pro.....	74
Figure 4.15 : Fenêtre de l'explorateur Citect.....	75
Figure 4.16 : Fenêtre de configuration des paramètres d'un nouveau projet dans Vijeo Citect.....	76
Figure 4.17 : Outils de configuration des communications.....	76
Figure 4.18 : Lancement de l'assistant expresse d'installation d'E/S.....	77
Figure 4.19 : Création d'un serveur d'E/S.....	77
Figure 4.20 : Création d'un périphérique d'E/S.....	78
Figure 4.21 : Type du périphérique d'E/S.....	78
Figure 4.22 : Choix du modèle du périphérique d'E/S.....	79

Figure 4.23 : Insertion de l'adresse IP du périphérique.....	79
Figure 4.24 : Configuration du rôle de l'ordinateur.....	80
Figure 4.25 : Identifications des variables E/S.....	80
Figure 4.26 : Création d'un génie en utilisant une chaîne de substitution.....	81
Figure 4.27 : Représentation graphique des réservoirs externes.....	82
Figure 4.28 : Représentation graphique filtre-presse et réservoir interne.....	82
Figure 4.29 : Représentation graphique du four.....	82
Figure 4.30 : Vue de l'écran de supervision.....	83

Liste des tableaux

Chapitre 3

Tableau 3.1 : Légende de la figure 3.1.....	37
Tableau 3.2 : Caractéristique des processeurs BMX P34 ****	38
Tableau 3.3 : Modèles et caractéristique des modules d'E/S TOR de Schneider Electric.....	40
Tableau 3.4 : Modèles et caractéristique des modules d'E/S analogiques de Schneider Electric...	41
Tableau 3.5 : Légende de l'interface d'utilisateur de Unity Pro.....	43
Tableau 3.6 : Types de données élémentaires dans Unity Pro.....	52

Introduction générale

Il y'a une relation directe entre le développement du pays et le degré d'automatisation de son industrie. C'est pourquoi, les pays développés sont aussi appelés pays industrialisés. L'automatisation désigne l'exécution des différentes tâches d'un système industriel sans intervention de l'être humain ou avec une intervention réduite au strict minimum. L'automatisme est le dispositif technologique utilisé dans l'automatisation. Actuellement dans le monde industriel, les automatismes permettent d'effectuer quotidiennement des tâches répétitives et dangereuses et parfois ils réalisent des actions impossibles pour un être humain avec une grande rapidité et précision [1]. Parmi les objectifs de l'automatisation, on trouve entre autres, produire à qualité constante, fournir des quantités nécessaires, augmenter la productivité (augmenter le rendement) et améliorer les conditions de travail.

L'automaticien dispose de nombreux outils technologiques pour réaliser l'automatisme que l'on regroupe en deux catégories fondamentales, les solutions câblées et les solutions programmées. A cause des limitations et inconvénients des outils câblés (tels que, leur encombrement, la complexité de recherche des pannes...etc.) la solution programmée qui est basée sur l'informatique industrielle est largement utilisée. L'élément principal de cette technique s'appelle l'automate programmable.

Les automates programmables sont des ordinateurs industriels utilisés pour contrôler différents processus électromécaniques à utiliser dans les usines ou d'autres environnements d'automatisation [2]. Ils ont des caractéristiques fonctionnelles uniques telles que le contrôle séquentiel, la facilité de programmation, les minuteries et les compteurs. Ils sont conçus pour être extrêmement robuste, de sorte qu'il puisse résister aux environnements industriels difficiles tels que les températures extrêmes, les vibrations vigoureuses, l'humidité et le bruit électrique.

Lors de la conception d'un système automatisé, on a souvent besoin de concevoir une partie permettant de surveiller, contrôler et superviser le système. En fait, la supervision est un outil de gestion de systèmes automatisés, elle est créée à partir d'éléments graphiques qui seront ensuite animés pour traduire les différents états des entrées et sorties connectées à l'automate.

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements. Ce logiciel est composé d'un ensemble de pages (d'écrans), dont l'interface opérateur est présentée très souvent sous la forme d'un synoptique. En effet pour les installations à haut risque, il est préférable de les superviser

d'un poste qui se situe loin du site. Cette technique de supervision à distance est appelée supervision dans un environnement SCADA (système d'acquisition et de contrôle de données). Ainsi, le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'automatisation et la supervision de la chaîne de production du Kaolin traité dans le complexe SOALKA situé à El-Milia [3].

L'automate programmable utilisé pour atteindre cet objectif est l'automate Modicon M340 conçu par la société Schneider Electric, et bien sûr avec le logiciel Unity Pro [4, 5]. En utilisant les langages de programmation LADDER, GRAFCET et Structuré, nous avons programmé le fonctionnement des réservoirs dans la chaîne de production, le fonctionnement du filtre et du four. En effet, dans le but de contrôler et superviser le bon fonctionnement de notre système, nous avons programmé et simulé une application de supervision à l'aide du logiciel VijeoCitect [6].

Le mémoire est organisé en quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la description de la chaîne de production du Kaolin traité dans le complexe SOALKA, en expliquant le fonctionnement de toutes les sections, à savoir, stockage et homogénéisation, laverie, filtration et séchage, ensachage et expédition.

Le deuxième chapitre donne les notions préliminaires sur l'automatisation, les automates programmables industriels et les systèmes de supervision et plus particulièrement le système SCADA.

Le troisième chapitre présente l'automate que nous avons utilisé dans ce mémoire qui est l'automate Modicon M340 conçu par Schneider avec son logiciel Unity Pro pour la programmation.

Dans le quatrième chapitre, les résultats de notre mémoire sont présentés. Ces résultats sont la programmation en langages Structuré, LADEER et GRAFCET des fonctionnements du filtre, du four et des réservoirs. De plus, une interface graphique est développée à l'aide du logiciel VijeoCitect pour la supervision.

Le mémoire se termine par des recommandations et des conclusions relatives aux résultats obtenus.

Chapitre 1

Description du processus de production de Kaolin traité dans le complexe SOALKA

1.1 Introduction

Extraire les matières premières de la nature peut être un défi, mais les transformer pour les rendre utilisables est encore plus difficile. Notre étude porte sur l'automatisation du processus de production du kaolin, la matière première utilisée pour fabriquer la céramique sanitaire, la vaisselle, le grès cérame, les réfractaires et comme produits de remplissage de papier.

Dans la chaîne de production du kaolin. Le filtre-presse et le brûleur sont des composants matériels essentiels pour la production de kaolin. Dans ce chapitre, nous introduisons les détails techniques concernant le filtre-presse et le brûleur en montrant le matériel qui leur est attaché et qui leur permet de fonctionner selon les besoins. Nous présentons également en détail leur fonctionnement, en montrant les conditions qui doivent être remplies pour qu'ils se mettent en marche, s'arrêtent ou s'arrêtent d'urgence, depuis l'entrée de la matière première jusqu'au produit final prêt à être évacué. Nous avons également, cité certains éléments situés dans l'armoire électrique qui sont nécessaires pour contrôler le processus.



Figure 1.1. Situation géographique

1.2. Généralités

1.2.1 Situation géographique

Le Gisement d'El-Milia est connu depuis 1925. Il se trouve dans la wilaya de Jijel au Nord – Est de l'Algérie, à 17 km au nord de la Daïra d'El-Milia dont les réserves du gisement s'élèvent à plus de 14 000 000 de tonnes.

1.2.2. Gisements

Ce gisement de kaolin sableux a une composition chimique et minéralogique qui diffère d'un corps à l'autre. Le quartz est toujours dominant avec une moyenne de 67%. L'importance des minéraux dits potassiques (orthose, microcline et micas muscovite) et des minéraux sodiques « plagioclase » varie d'un endroit à l'autre.

Le gisement est exploité à ciel ouvert sur une superficie de 331 hectares. Il se présente en lentilles qui affleurent, d'épaisseurs très variables en fonction du degré de kaolinisation avec des gradins d'une hauteur de 5 mètres et d'une largeur de 20 mètres.

L'extraction mécanisée du minerai se fait après sélection des sites d'abattage aux moyens d'engins de carrière. Le chargement du minerai abattu au moyen de pelles chargeuse et son évacuation vers l'usine de traitement à l'aide de camions de 14 tonnes de charge.

1.2.3. Historique

Le complexe des Kaolins d'El Milia a été réalisé sur la base d'une étude de faisabilité en 1982 avec la société allemande KHD. La réalisation de l'usine de traitement, décidée en 1987 confiée à la société française NEYRTEC, s'est achevée en 1993 et sa mise en production en Janvier 1994. La gamme des produits finis permet de répondre aux exigences spécifiques des divers industries utilisatrices de Kaolins. Les réserves géologiques sont estimées à 14 millions de tonnes.

1.2.4. Types de matières premières et leur utilisation

- Kaolins KT2 pour : Céramique sanitaire - Carreaux Sols- Grès Céram – Faïence
- Kaolins KT3B pour : Papier- Emaux- Abrasifs
- Kaolins KT3 pour : Céramique Fine - Vaisselle- Réfractaire
- Charges Divers : Caoutchouc- Plastiques - Pesticide - Agro-Alimentation

1.3. Présentation Du Complexe

Le complexe a été conçu pour répondre aux besoins nationaux en Kaolins traités, en vue d'arrêter les importations de ce produit d'une capacité de 50.000 tonnes par an. L'implantation du complexe au niveau d'El Milia était justifiée par les réserves du gisement de Tamazert et des conditions d'exploitation à ciel ouvert.

Les 50.000 Tonnes prévues se répartissent de la manière suivante :

- Céramique sanitaire et carrelage 25.000 Tonne
- Céramique vaisselle et porcelaine fine 12.000 Tonne
- Industrie du papier 12.000 Tonne

1.4. Matière première

Le kaolin est un type d'argile composée principalement de kaolinite. Les kaolins sont des argiles primaires formées par la décomposition du feldspath sur place. On les trouve déposés dans des poches plutôt qu'en vastes couches stratifiées et ils sont relativement exempts d'impuretés minérales comme le fer. Ils sont composés principalement de kaolinite, de minéraux de mica et de quartz. Leur grain est grossier et ils ne sont pas plastiques en comparaison de la plupart des argiles sédimentaires. Ces kaolins sont utilisés comme matière première pour la fabrication de la Céramique sanitaire, des Carreaux sol et mural, de la vaisselle, du Grés cérame, Réfractaire et comme produits de charge en papier, abrasifs, caoutchoucs, plastiques, peintures, colles, engrais).

1.5. Différentes sections de la chaîne de production

Les complexe de traitement se compose de quatre sections distinctes dont leurs rôles :

1.5.1. Stockage et homogénéisation

Le minerai est transporté par camion depuis la carrière jusqu'à la plateforme de stockage et homogénéisation ou s'effectue. Une répartition linéaire et uniforme du tout-venant le long de deux tas de 15.000 Tonnes chacun pour le stocker. La matière première est transportée à l'usine par des camions depuis la mine, et après par des convoyeurs.



Figure 1.2. *Tapis de transport de la matière première*

1.5.2 Laverie

C'est une méthode de traitement par voie humide qui consiste en des opérations de séparation granulométrique successives de plus en plus fines. La matière première est principalement composée de sable, de roches et de kaolin, l'objectif ici est de séparer ces composants et d'obtenir un kaolin net.

Au tout début le produit est mélangé avec de l'eau. La matière première entre dans une grande roue cylindrique percée de trous qui tourne pour filtrer la matière des grosses et moyennes roches, le résultat est des roches séparées du kaolin et du sable, les roches sont évacuées par un convoyeur vers un autre champ afin d'être utilisées à d'autres fins.



Figure 1.3. *La première opération de filtrage*

Maintenant il nous reste du kaolin et du sable, ils sont également transportés par un autre convoyeur vers une autre installation afin de compléter le processus de filtration. Lorsque le dispositif cylindrique a fini de fonctionner, sa sortie descend vers une série de filtres et est stockée dans un réservoir.



Figure 1.4. *Séries des filtres superposés*

Ce réservoir est directement relié à une pompe qui transporte son contenu vers la station suivante (Figure 1.5). Ensuite, le produit est Distribué dans 4 réservoirs (Figure 1.6)



Figure 1.5. *Orientation vers la station suivante*



Figure 1.6. *les 4 réservoirs reliés entre eux*

Ces réservoirs sont reliés à des pompes, qui vont déplacer leur contenu vers la partie supérieure de l'installation. La partie supérieure de l'installation déverse son contenu vers les filtres.



Figure 1.7. *La pompe orientée vers le haut*



Figure 1.8. *Le tuyau venant de la pompe*



Figure 1.9. *le bout du tuyau*



Figure 1.10. *Le tuyau allant vers le filtre*

Maintenant le premier filtre commence à filtrer. Le produit passe à travers une série de filtres pour séparer le sable du kaolin, certains types de filtres utilisés dans cette section vibrent, d'autres sont statiques, ces filtres deviennent de plus en plus fins au fur et à mesure que nous procédons. Après ces étapes, nous obtenons du Kaolin avec du sable et des petites roches qui vont descendre vers un convoyeur afin d'être évacuées. Afin de séparer le Kaolin du sable ils doivent passer par d'autres filtres plus fins. L'objectif suivant est de séparer ces deux ce qui implique de passer par d'autres filtres plus fins.



Figure 1.11. *Le filtre translatif*

Le tout dernier filtre, nous donne le produit du kaolin net et du sable.

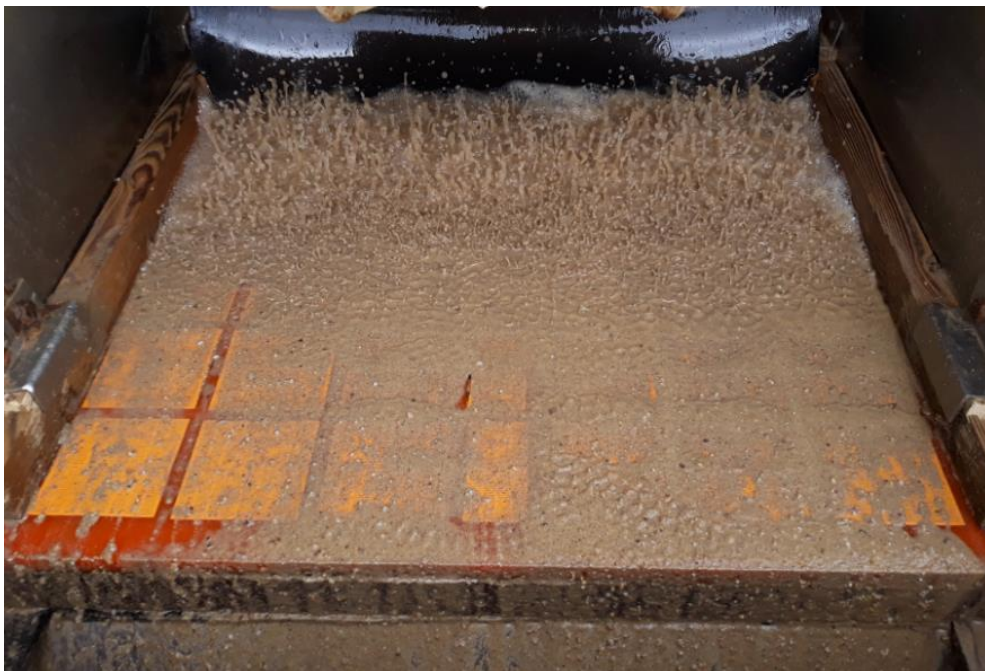


Figure 1.12. *Le filtre vibrant*



Figure 1.13. *Évacuation des roches et du sable*



Figure 1.14. *Le sable sera évacué*

Lorsque le processus de filtration est terminé, nous avons maintenant du kaolin net, il est stocké dans deux énormes conteneurs en attente d'être utilisé dans la prochaine station. Ces deux récipients ont des mélangeurs à l'intérieur, les mélangeurs fonctionnent tout le temps pour assurer une bonne homogénéité du produit et aussi pour empêcher le kaolin de couler au fond du récipient et l'eau vers le haut car évidemment le kaolin est beaucoup plus lourd que l'eau. Au moment où la station suivante est prête à recevoir le produit, ce dernier est transporté des conteneurs vers la station suivante.



Figure 1.15. Le réservoir équipée d'un mélangeur

1.5.3 Filtration

Le matériel utilisé dans ce processus est le filtre presse.

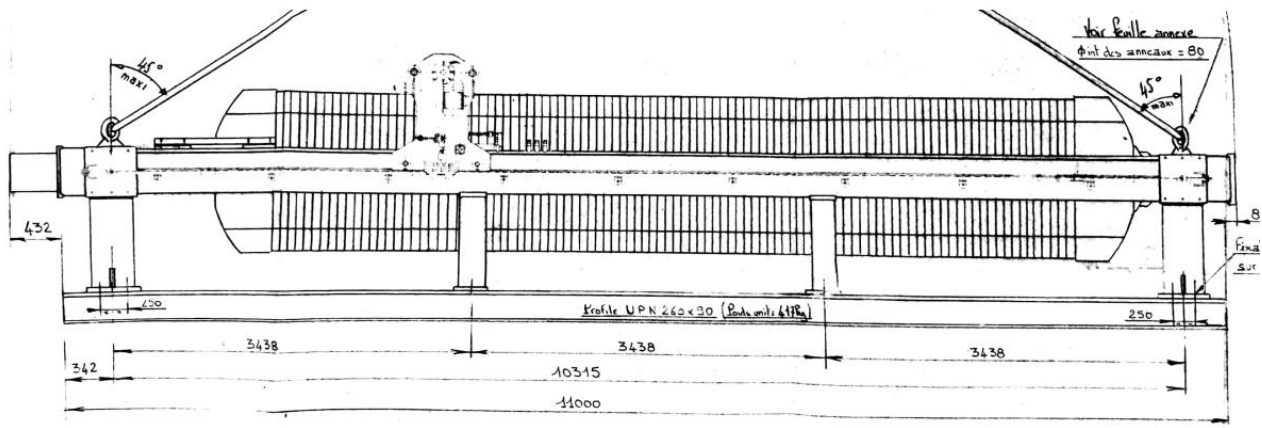


Figure 1.16. Schéma de filtre presse (Vue de côté)

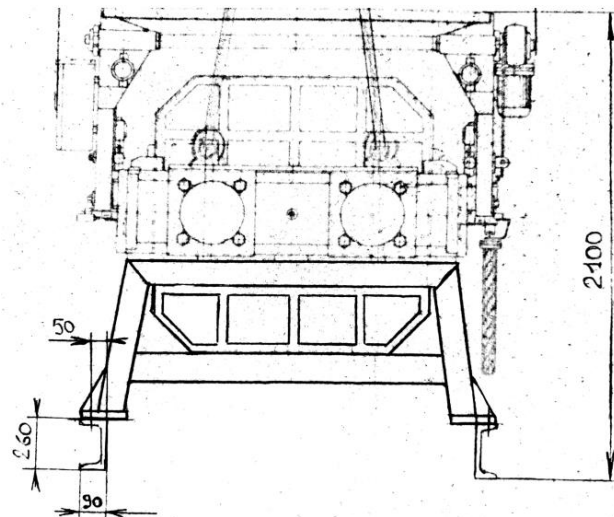


Figure 1.17. Schéma de filtre presse (vue de face)

1.5.3.1. Description du filtre presse

Cet appareil est constitué d'un ensemble de 111 plateaux de dimensions extérieures 1,200x1,200 m, donnant des galettes de 1,100x1,100 dont l'épaisseur est de 30 mm. Ces plateaux reposent sur 2 tirants de forte section. Aux extrémités se trouvent d'un côté le sommier porte-vérin avec le sommier mobile et de l'autre le sommier fixe. Le dernier articulé pour pouvoir absorber les inégalités prenant naissance au serrage des toiles. Le sommier mobile porte une arrivée d'air comprimé qui permet avant d'ouvrir le filtre de chasser le noyau de toutes les galettes, la sortie se faisant par le sommier fixe articulé.

1.5.3.2. Principe de Fonctionnement du filtre presse

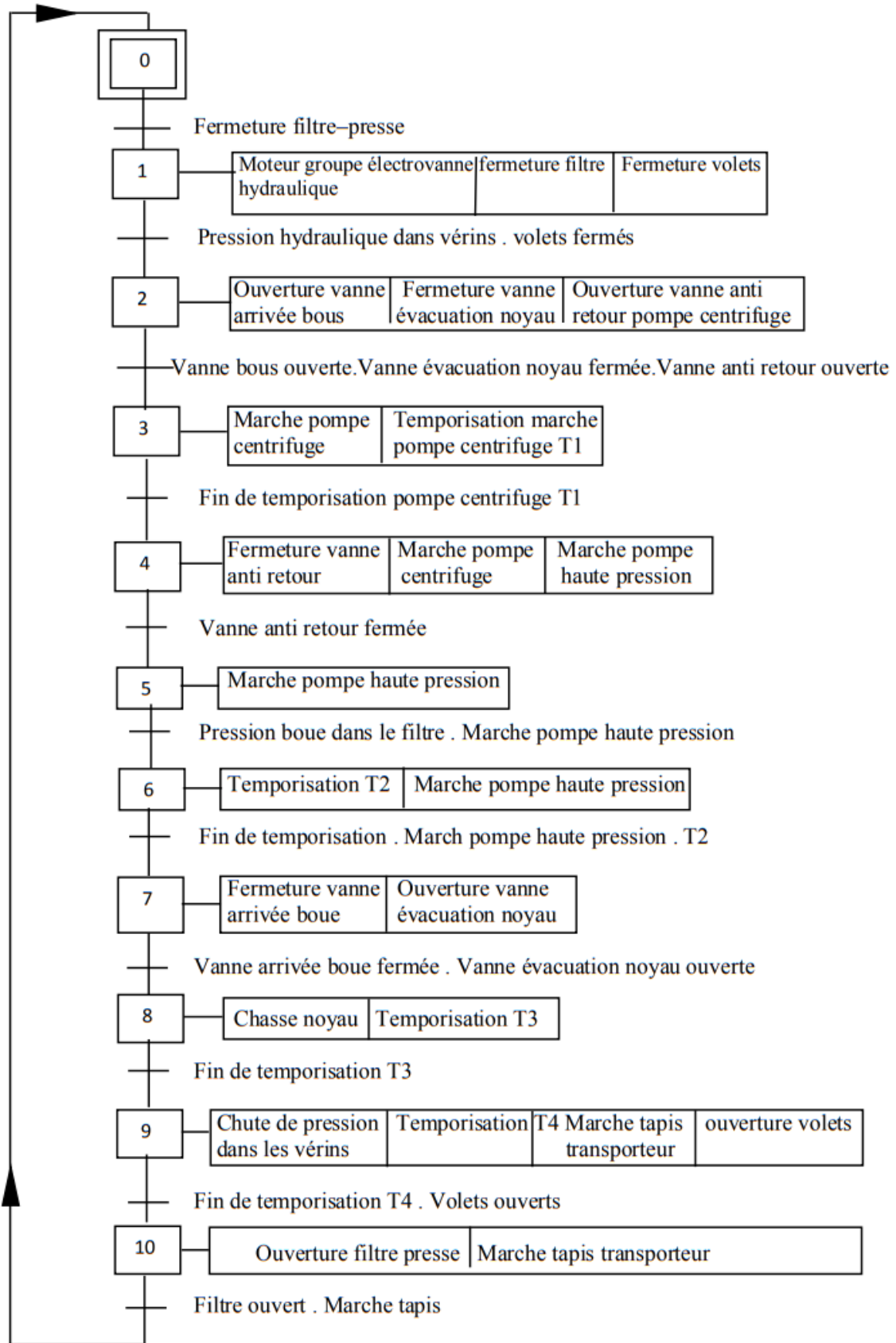
Le filtre presse est un appareil constitué d'une série de plateaux habillées de toiles filtrantes qui constituent une suite de chambres de filtration dans lesquelles on injecte sous pression la boue à filtrer. Ces chambres sont tenues serrées et étanche par un puissant système de vérins hydraulique, qui développent un effort directement proportionnel à la pression de filtration et à la surface du plateau.

1.5.3.3. Cycle de travail du filtre presse

Le cycle de travail est la suite logique des opérations élémentaire suivantes :

- fermeture du filtre par vérins hydrauliques
- ouverture de la vanne d'alimentation et mise en marche de la pompe d'alimentation
- filtration qui va s'écouler le filtrat et augmenter progressivement la pression dans les chambres jusqu'au maximum choisi.
- arrêt de la pompe d'alimentation et fermeture de la vanne d'alimentation.
- ouverture de la vanne de purge du noyau liquide à l'intérieur des chambres et chasse par l'air comprimée.
- ouverture du filtre par desserrage et recul des vérins.
- Fermeture du filtre pour recommencement d'un nouveau cycle.

Le fonctionnement précédent est modélisé par le GRAFCET suivant :



1.5.3.4. Déroulement de l'opération de filtration

a. Conditions

Le fonctionnement du filtre presse se déroule comme suit : Le début de cette station est de 3 conteneurs qui stockent le produit, ces conteneurs contiennent également des mélangeurs. À ce stade le produit est prêt à être transporté vers le filtre presse, Deux pompes sont nécessaires pour cette opération : pompe centrifuge (3p11) et pompe Hydra (3p08), Avant le début de cette opération, certaines conditions doivent être remplies.



Figure 1.18. *Les tubes de transport allant aux mélangeurs*

1^{er} condition : Le filtre doit être fermé, pour ce faire nous avons une pompe pneumatique qui va appuyer sur le filtre pour qu'il soit fermé.



Figure 1.19. *Fermeture du filtre presse*

b. Remplissage du filtre

La première pompe à fonctionner est une pompe centrifuge, Ce qui signifie que les vannes 3v14 et 3v15 doivent être ouvertes et les vannes 3v16 et 3v73 doivent être fermées. L'opération de remplissage commence lorsque les capteurs valident que ces vannes sont en bon état, la pompe commence à fonctionner, ce qui entraînera le pressage du produit dans le filtre cette opération n'a pas de capteurs pour valider que le filtre est complètement plein, Au lieu de cela on utilise des temporisateurs pour imposer un temps à l'opération, 10 minutes dans notre cas (par des testeurs successifs on peut connaître le temps approximatif nécessaire pour remplir le filtre). Après 10 minutes, cette pompe s'arrêtera, et les vannes échangeront leurs positions pour commencer le processus de pressage.

d. Pressage du filtre

La pompe servant à cet effet est la pompe Hydra. Les vannes 3v14 et 3v15 doivent être fermées et les vannes 3v16 et 3v73 doivent être ouvertes. Si ces conditions sont vérifiées la pompe démarre et fonctionnera pendant 30 minutes (cette pompe débite de l'air afin de pousser l'eau à l'extérieur du filtre) Une fois les 30 minutes écoulées, la pompe s'arrêtera et le processus de vidange du filtre commence.



Figure 1.22. *Pompe centrifuge*



Figure 1.23. *Pompe Hydra*

c. Vidange du filtre

Une fois l'opération de séchage terminée, les volets s'ouvriront en premier puis ouvriront le filtre laissant tomber le kaolin sur le convoyeur en dessous, ce dernier est orienté vers le brûleur.



Figure 1.24. Convoyeur vers le brûleur

1.5.4. Séchage

Le matériel utilisé dans cette section est le brûleur dont ses caractéristiques sont données à l'annexe A. Il est schématisé par la figure suivante :

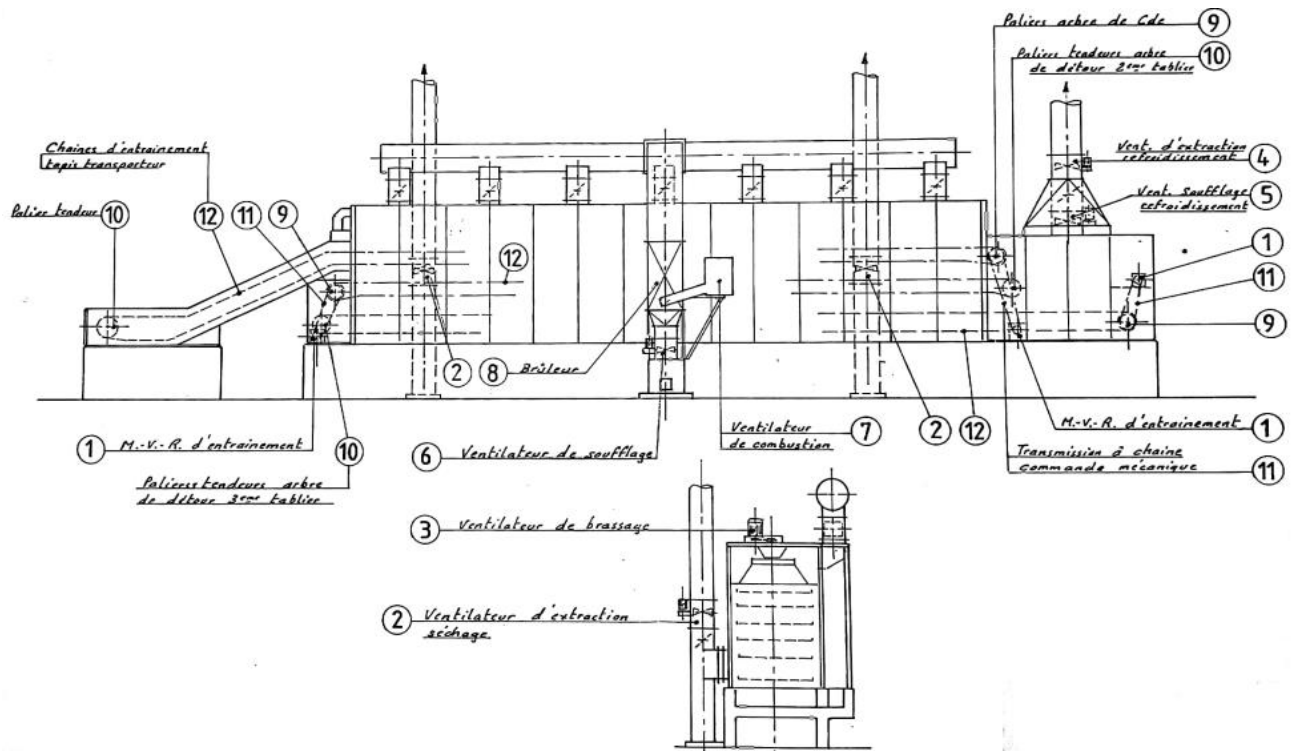


Figure 1.25. Schéma de brûleur

1.5.4.1. Description du Sécheur

a. Un tunnel calorifugé, constitué par :

- Une Ossature Métallique en profiles

Aménagée, en vue de recevoir les tablier, ventilateurs de brassage, panneaux latéraux et plafond.
Construction tubulaire en acier au carbone.

- Une isolation des parois latérales et frontales

Constituée de panneaux de fibre minérale enfermés entre deux tôles galvanisées et assemblés sur l'ossature métallique par boulonnage.

- Les portes d'accès

De construction identique aux panneaux.

b. Un système de transport, constitué de 3 transporteurs équipé chacun de :

- Un tablier Transporteur

2 chaines latérales, type tubulaire à galets, au pas 200 mm, en acier au carbone, roulant sur des chemins de roulement en profilés d'acier au carbone, fixée sur l'ossature du sécheur, Les chaines à galets sont équipées de graisseurs hydrauliques.

- Une Commande Mécanique

Chaque tablier est équipé d'un groupe moto–variateur–réducteur permettant de régler la vitesse de translation du transporteur.

- Un Arbre de commande

- 2 paliers
- 2 tourteaux d'entraînement des chaines.
- 1 dispositif de détection de rotation.



Figure 1.26. *Capteur de proximité face à l'engrenage tournant*

- Un Arbre de Détour, équipé de :
 - 2 paliers tendeurs à ressort.
 - 2 tourteaux d’entraînement des chaînes.
 - 1 dispositif de détection de débatement accidentel.



Figure 1.27. Capteur de proximité détectant un convoyeur coincé

c. Un équipement de Ventilation

- Cellule de Séchage
 - 1 ventilateur de brassage par cellule de séchage situé en plafond.
 - 2 ventilateurs d’extraction placés sur les cheminées d’extraction.
- Cellule de refroidissement
 - 1 ventilateur de soufflage d’air frais, situé au plafond.
 - 1 ventilateur d’extraction d’air, situé au plafond sur la cheminée d’évacuation d’air

d. Un équipement de Chauffe

- Un ventilateur de Soufflage d’air de Dilution
- Un Groupe de Chauffe
 - Le brûleur à gaz type “VEINE D’AIR” équipé de son moto–ventilateur de combustion. Rapport de modulation 1 à 20
 - Une panoplie de distribution de gaz, comprenant :

- une vanne de barrage
- un filtre
- un détendeur
- un pressostat mini-gaz
- deux vannes de sécurité
- une vanne motorisée d'admission gaz
- un pressostat maxi gaz
- une ligne pilote pour allumage

– Une régulation de température, comprenant :

- un régulateur électronique
- une sonde de température PT 100
- un servo-moteur électrique pour commander la vanne d'admission gaz



Figure 1.28. Sonde de température

– Une sécurité haute température, comprenant :

- une limiteur indicateur de température
- une sonde de température

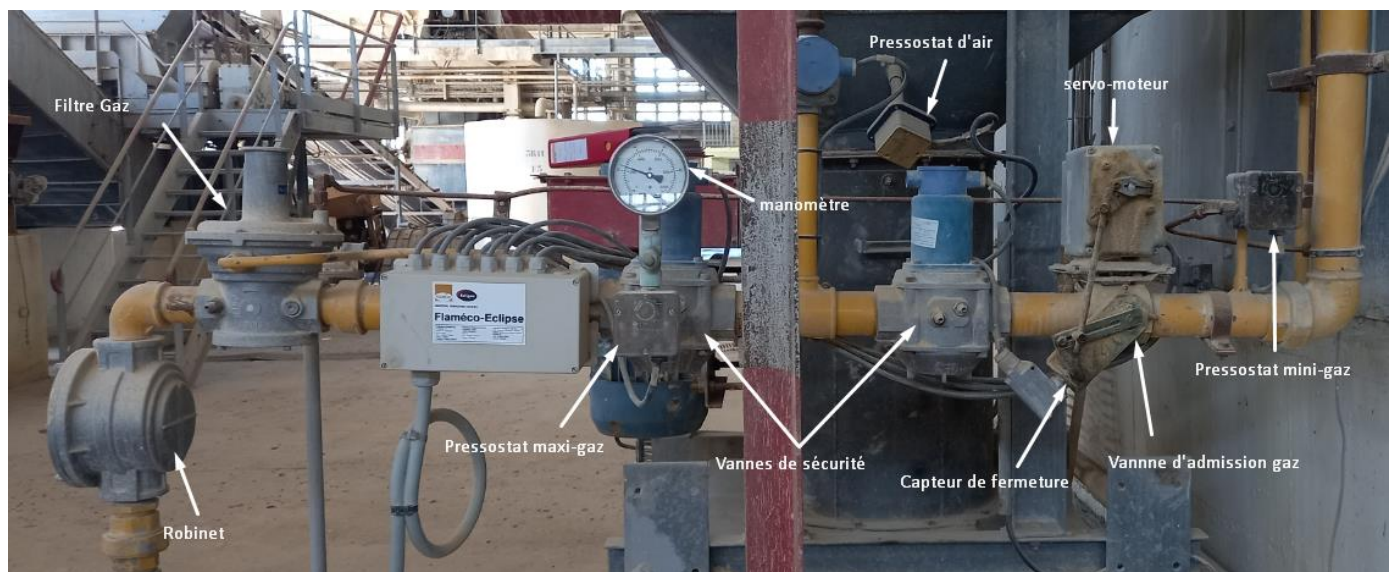


Figure 1.29. Circuit hydraulique du brûleur

– Une armoire électrique propre au fonctionnement du brûleur regroupant les organes de démarrage, de signalisation de sécurité et de régulation.



Figure 1.30. Armoire électrique du brûleur

e. Un ensemble de gaines et de cheminées

- Une gaine d'amenée d'air chaud
- Un ensemble de cheminées d'évacuation d'air des zones de séchage
- Une cheminée d'évacuation d'air de la zone de refroidissement

Pour que le brûleur démarre, certaines conditions doivent être remplies :

- Évidemment le filtre doit être opéré et fini
- En appuyant sur le bouton d'autorisation du produit
- Tous les ventilateurs doivent être allumés
- Le gaz doit être détecté par le capteur de présence de gaz
- Et bien sûr toutes les alarmes doivent être éteintes

1.5.4.2. Déroulement de l'opération de séchage

Le processus se déroule comme suit :

D'abord : le kaolin filtré est acheminé vers le brûleur par un convoyeur

Deuxième : le malaxeur va émietter le kaolin en morceaux de la taille de gravier



Figure 1.31. *Le Malaxeur*

Troisième : le résultat du malaxeur se dirige directement sur le premier convoyeur, qui est connecté aux 2 autres, la sortie du convoyeur 1 est connectée à l'entrée du convoyeur 2 et ainsi de suite.



Figure 1.32. *Le 1^{er} Convoyeur*

Quatrième : le 3ème convoyeur est orienté vers le convoyeur d'évacuation.

1.5.5. Ensachage et expédition



Figure 1.33. *La sortie du brûleur*



Figure 1.34. *Convoyeur d'évacuation*



Figure 1.35. L'appareil utilisé pour mesurer le poids du kaolin

Et enfin le produit est prêt à être évacué vers la balance, puis vers les camions de transport.

1.6. Équipement de commande

1.6.1 Armoire

1. Disjoncteur moteur
2. Contacteur moteur
3. Convertisseur
4. Disjoncteur principale
5. Disjoncteur des armoires secondaires

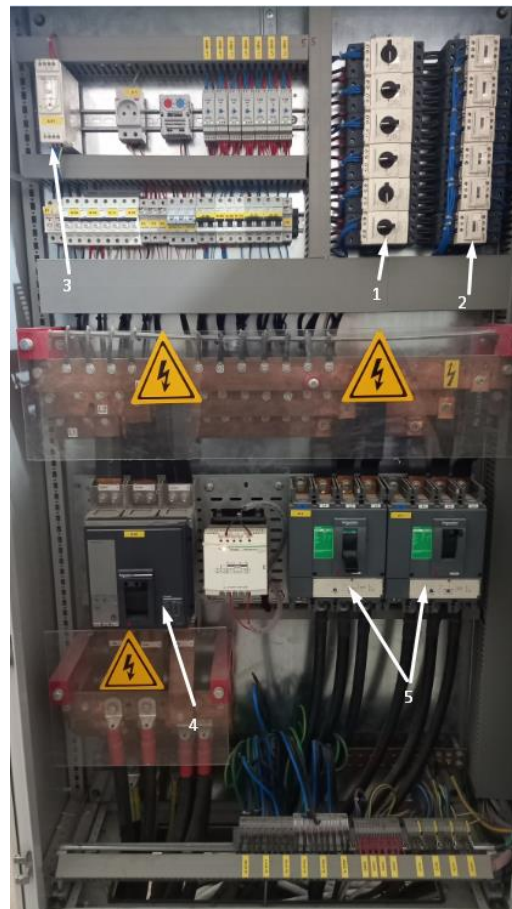


Figure 1.36. Armoire principale



Figure 1.37. Contacteur moteur



Figure 1.38. Disjoncteur moteur

1.6.2. Automate

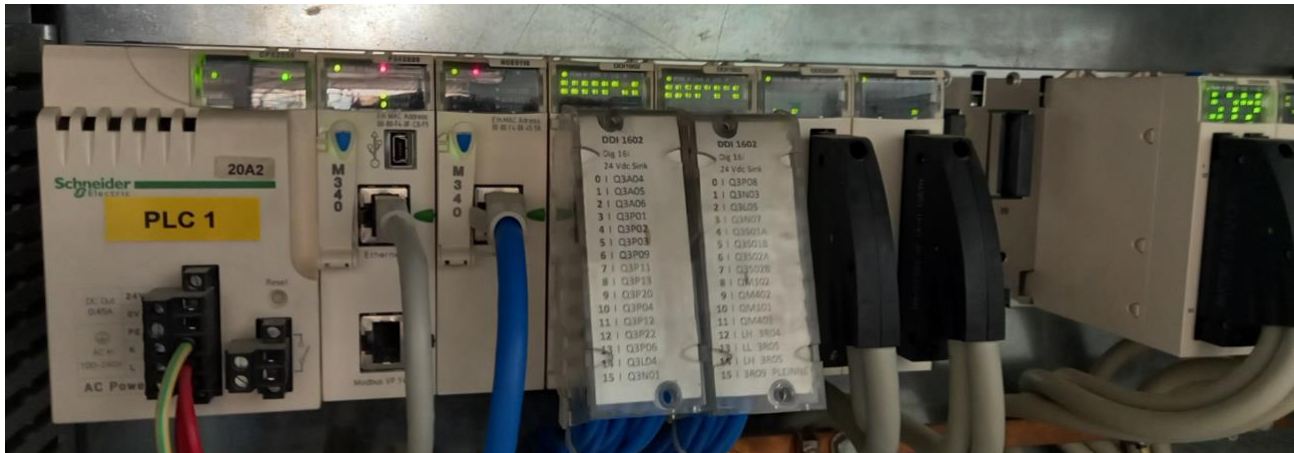


Figure 1.39. L'automate avec les modules d'entrée et de sortie

1.7. Conclusion

Notre stage pratique au sein de l'usine SOALKA nous a permis de comprendre les différentes tâches à effectuer sur la matière première des Kaolin pour fabriquer des matières utilisables, telles que, la céramique sanitaire, des carreaux sol et mural grés cérame ...etc. Nous avons donné dans ce chapitre, un aperçu de ces tâches, à savoir, Stockage et homogénéisation, laverie, filtration, séchage, ensachage et expédition. Nous avons présenté, également, les différents instruments utilisés pour réaliser ces tâches.

Chapitre 2

Notions sur l'automatisation, Automates Programmables et Supervision

2.1. Automatisation

2.1.1. Introduction

L'automatisation consiste en l'étude et le développement de systèmes de commande permettant de conduire automatiquement des processus industriels. Elle désigne l'exécution des opérations et des tâches industrielles sans l'intervention de l'être humain ou avec une intervention réduite au strict minimum. Un automatisme est le dispositif technologique utilisé qui a pour rôle d'automatiser le fonctionnement d'un système, par exemple un automate programmable. Actuellement dans l'industrie, l'automatisation est devenue indispensable, surtout lorsque les tâches à exécuter sont répétitives et dangereuses. En fait, l'objectif de l'automatisation est de produire à qualité constante, de fournir des quantités nécessaires et donc d'améliorer les conditions de travail.

2.1.2. Fonctions de l'automatisme

Le degré d'automatisation d'un système est extrêmement variable suivant la nature du procédé, sa complexité, la connaissance qu'on en a et les objectifs assignés au projet. On peut distinguer trois fonctions de l'automatisme :

2.1.2.1. Mode Surveillance : La surveillance de grandeurs répond à un objectif de connaissance technique et économique du procédé. Cette fonction est passive au moins dans les très courts termes. L'organe de contrôle reçoit des informations, les analyse et produit des journaux de bord et des bilans.

2.1.2.2. Mode guide opérateur : Cette fonction complète la précédente par des traitements plus élaborés et propose aux responsables du site des actions pour conduire le procédé suivant un critère donné. L'automatisme est encore en boucle ouverte (il ne réagit pas directement sur le procédé).

2.1.2.3. Mode commande : Cette fonction a une structure en boucle fermée. Elle correspond à l'automatisation complète de certaines fonctions, depuis l'acquisition des informations, en passant par leur traitement, pour aboutir à une action sur le procédé. L'homme est jusqu'ici exclu de la conduite, il est seulement chargé des fonctions de surveillance et intervient en cas d'incident pour reprendre le pilotage manuel du procédé, éventuellement aidé par un mode "guide opérateur" correspondant à un fonctionnement dégradé du système.

2.1.3. Types d'automatisation

Il y a 2 types de concepts technologiques différents :

- Dans le premier type d'automatisme, on s'intéresse plutôt à assurer par la machine l'exécution d'une succession de sous-tâches de façon ordonnée conduisant en définitive à l'exécution d'une tâche globale à accomplir. Un exemple de ce type d'automatisme est illustré par la machine à laver.
- L'autre type d'automatisation s'appelle régulation et asservissement. Il s'intéresse à la régulation et au contrôle de certaines grandeurs (température, position, trajectoire d'un mobile, etc.). Ce type d'automatisme peut être illustré par un climatiseur qui se charge de réguler la température dans une pièce.

2.1.4. Structure des systèmes automatisés

Un système automatisé se compose de la partie opérative, la partie commande et la partie dialogue.

2.1.4.1. Partie opérative

La partie opérative se compose de trois ensembles :

- L'unité de production dont la fonction est de réaliser les différentes tâches industrielles demandées.
- Les actionneurs qui apportent à l'unité de production l'énergie nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur par exemple).
- Les capteurs qui créent, à partir d'informations de natures divers (déplacement, température...etc), des informations utilisables par la partie commande.

2.1.4.2. Partie commande

La partie commande se compose de quatre ensembles :

- Les interfaces d'entrée qui transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatible avec les caractéristiques technologiques de la partie commande.
- Les interfaces de sortie qui transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des pré-actionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part.
- Les pré-actionneurs qui sont directement dépendants des actionneurs et sont nécessaires à leur fonctionnement (distributeur pour un verin...etc).
- L'unité de traitement qui élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

2.1.4.3. Partie dialogue

La partie dialogue se compose de deux ensembles :

- Les visualisations et avertisseurs qui transforment les informations fournies par la partie commande en informations perceptibles par l'homme (informations optiques ou sonores) ;
- Les capteurs qui transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton-poussoir, par exemple) et informations exploitables par la partie commande.

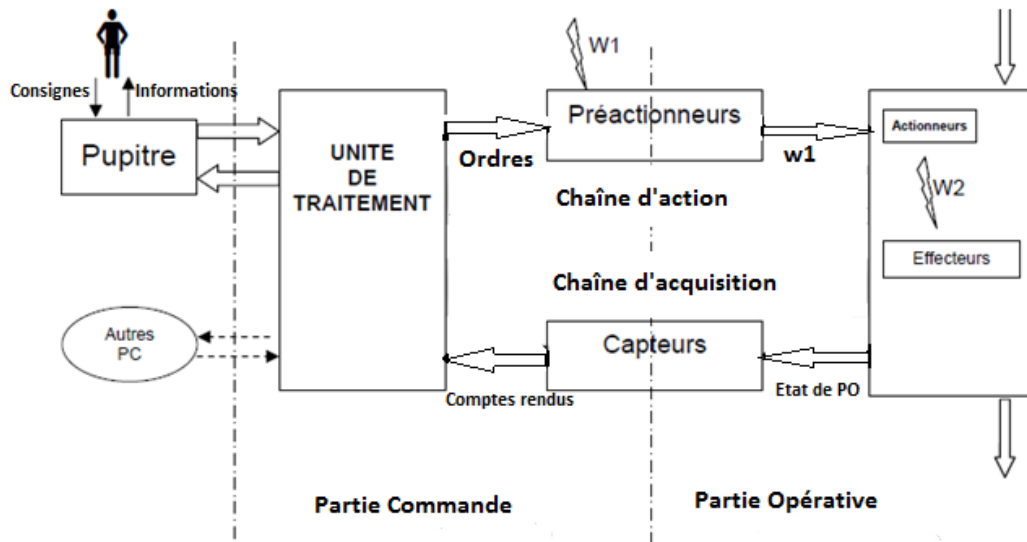


Figure 2.1. Structure d'un système automatisé

2.1.5. Technologie des automatismes

L'automaticien dispose de nombreux outils technologiques pour réaliser la commande de son système que l'on regroupe en deux catégories fondamentales :

- Les solutions câblées.
- Les solutions programmées.

2.1.5.1. Logique câblée

Les outils câblés sont caractérisés par une mise en œuvre nécessitant l'élaboration de liaisons matérielles (câblage) selon un schéma fourni par la théorie. Chaque opérateur des équations de commande booléennes est représenté physiquement par un circuit. Cette logique est utilisée si le fonctionnement du système est prédéfini, figé, et simple. L'élément principal s'appelle module séquenceur et l'association de modules constitue un ensemble appelé séquenceur. Le séquenceur peut être électronique (portes et bascules logiques) ou pneumatique (distributeur).

Les outils câblés souffrent d'un certain nombre de limitations parmi lesquelles on cite :

- leur encombrement (poids et volume).
- leur manque de souplesse vis à vis de la mise en point des commandes et de l'évolution de celles-ci (amélioration, nouvelles fonctions ...).
- le coût de réutilisation des composants.
- la complexité de recherche des pannes et donc de dépannage.

2.1.5.2. Logique programmée

L'informatique industrielle est une discipline conjuguant les théories de l'automatique et les moyens de l'informatique dans le but de résoudre des problèmes de nature industrielle. Les outils programmés sont des outils informatiques, c'est à dire des machines destinées à traiter de l'information. La programmation est réalisée directement en différents langages à l'aide d'une console de programmation. L'élément principal de cette technique s'appelle l'automate programmable. Les avantages de cette logique résident dans la souplesse et adaptabilité de l'installation, la facilité de modification de la loi de commande (il suffit de modifier le programme) et la simplification de la maintenance.

2.1.6. Cahier de charge

Le Cahier de charge est un document spécifiant toutes les fonctions, toutes les valeurs des grandeurs physiques ainsi que les modes d'utilisation du matériel. Ce document présente une description du comportement de l'automatisme en fonction de l'évolution de son environnement.

On peut répartir la description du matériel en plusieurs niveaux :

Niveau 1 : Spécification fonctionnelle

Elle caractérise les réactions de l'automatisme aux informations issues de la partie opérative, dont le but est de faire comprendre au concepteur qu'elle devra être le rôle de la partie commande à construire.

Niveau 2 : Spécifications technologique et opérationnelle

Spécifications technologique précise la façon dont l'automatisme devra physiquement s'insérer. C'est à ce niveau que doivent intervenir les informations sur la nature des actionneurs et des capteurs employés et leurs caractéristiques.

Spécification opérationnelle, il s'agit des considérations concernant l'équipement une fois il est réalisé et il est en marche, telles que la fiabilité, l'absence de panne dangereuse, facilité de maintenance.

Niveau 3 : à ce niveau, on représente graphiquement le cahier de charge par le Grafset ou réseau de Pétri.

2.2. Automates Programmables Industriels

2.2.1. Introduction

Un automate programmable industriel (API) (en anglais programmable logic controller, PLC) est un type particulier d'ordinateur, ayant des entrées et des sorties physiques, utilisé pour automatiser des processus comme la commande des machines sur une ligne de montage dans une usine. Son fonctionnement est comme suit, il reçoit les informations relatives à l'état du système à partir des capteurs, et suivant le programme inscrit dans sa mémoire, il commande les pré-actionneurs (activer ou pas des sorties).

La définition la plus simple d'un API est donnée par la norme française NFC 63-850, qui est comme suit: « Appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un

utilisateur automaticien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme (comme la logique combinatoire et séquentielle, temporisation, comptage, décomptage, comparaison, calcul arithmétique...) pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et de sorties différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel ».

2.2.2. Architecture des A.P.I

Tout API est constituée de deux parties distinctes :

- une partie matérielle représentant la partie physique de l'API.
- une partie non matérielle regroupant tous les programmes gérant l'exploitation de la partie matérielle de l'API.

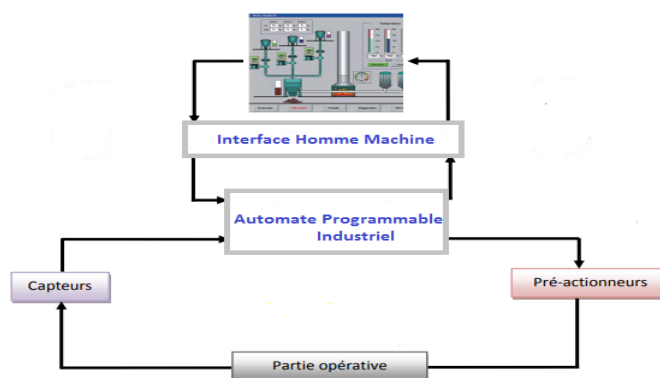


Figure 2.2 L'automate dans un système automatisé

2.2.2.1. Architecture matérielle

2.2.2.1.1. Architecture externe

Constructivement on peut classer les automates dans deux grandes catégories :

- a) automates compacts
- b) automates modulaires

a) Type compact : Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties dans un seul boîtier. Ces automates sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



Figure 2.3. Automate Compact S7-200 de Siemens

b) Type modulaire : Il se présente comme un ensemble de blocs fonctionnels. Généralement, chaque bloc est physiquement réalisé par un module spécifique. Ces différents modules s'articulant autour d'un canal de communication, qui est le bus interne.



Figure 2.4. Automate Modulaire

Ce type d'automate se présente sous la forme d'un ou plusieurs profilés supports (racks) dans les quels viennent s'enficher les différents modules fonctionnels : l'alimentation 110/220 VCA ou 24 VCC, l'unité centrale de traitement à base de microprocesseur, des cartes d'entrées/sorties logiques (TOR), des cartes d'entrées/sorties analogiques (ANA), des cartes de comptage rapide, des cartes de communication (CP), des cartes spécifiques pour : réseaux, asservissement, régulation commande d'axe...

2.2.2.1.2. Architecture interne d'un automate programmable.

D'une manière générale, un API est constitué essentiellement de 5 modules :

- L'unité centrale
- Le module d'entrées
- Le module de sorties
- Le module d'alimentation
- Le module de communication

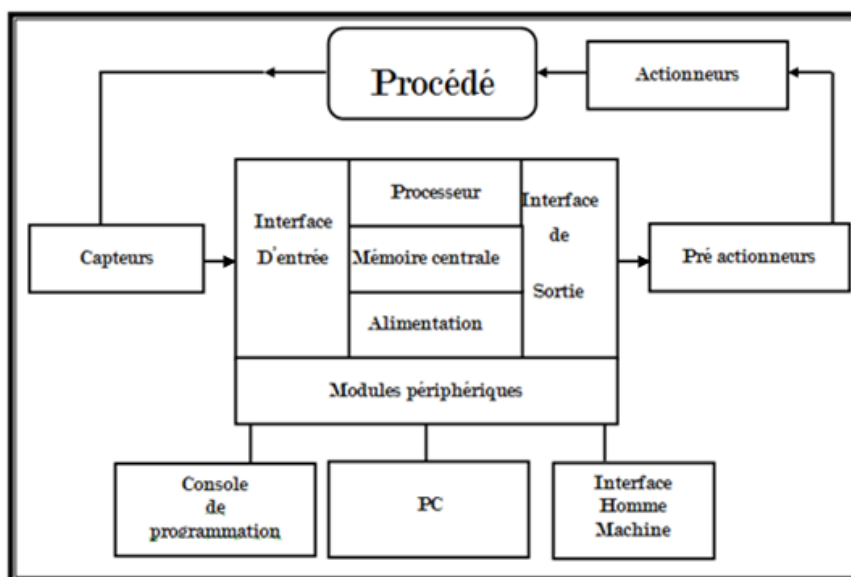


Figure 2.5. Constitution des automates.

2.2.2.1.2.1. Unité centrale (U.C)

L'unité centrale est le cœur de l'automate. Elle comprend le processeur, la mémoire et les bus.

a) Processeur

Le processeur est le cerveau de l'automate dont son rôle est d'exécuter les instructions du programme et organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et de sorties. Il est composé de l'unité Logique (UL), l'unité Arithmétique et Logique (UAL), un accumulateur qui est un registre de travail dans lequel se range une donnée ou un résultat, un registre d'Instruction, un décodeur d'instruction, un Compteur programme ou compteur ordinal qui contient l'adresse de la prochaine instruction à exécuter.

b) Mémoire

La mémoire reçoit des informations en provenance des capteurs et celles générées par le processeur. Elle stock, également, le programme du processus. Une partie de cette mémoire est réservée au logiciel de base conçu et développé et fourni par le constructeur. Une autre partie est réservée à l'ensemble de programmes réalisés par l'utilisateur en vue d'une exploitation du système. Nous avons deux grandes familles de mémoires :

- RAM (mémoire vive): c'est la mémoire de données, permettant la lecture et l'écriture pendant le fonctionnement. Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate.
- ROM : c'est la mémoire morte, n'autorisant que la lecture. Pour ce type, on trouve la mémoire de programme qui est la mémoire langage où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée.

c) Bus

Le Bus est un ensemble de pistes conductrices (pistes en cuivre) par lequel s'achemine une information binaire (suite de 0 ou 1) sur chaque fil. Comme dans un système informatique classique, l'unité centrale dispose de trois bus :

- bus de données
- bus d'adresses
- bus de commandes.

2.2.2.1.2.2. Interfaces d'entrées-sorties de l'automate

L'automate doit communiquer avec les capteurs et les actionneurs qu'il contrôle. Un automate comporte donc des modules d'entrées et de sorties. Les interfaces d'entrées-sorties permettent de raccorder à l'automate pratiquement tous les capteurs et pré-actionneurs rencontrés dans le monde industriel. Elles sont modulaires.

a) Entrées-sorties digitales (tout ou rien TOR)

Ces entrées et sorties sont utilisées lors de l'utilisation de capteurs envoyant un signal vrai ou faux, par exemple ; des boutons poussoirs, des interrupteurs de limites, ...etc.

Un module d'interface TOR rassemble 4, 8, 16 ou 32 entrées-sorties de même type dans un boîtier isolant assurant leur protection mécanique. Un module d'interface d'entrée TOR réalise :

- Acquisition des signaux en provenance des capteurs logiques.
- Leur mise en forme pour obtenir des signaux carrés aux normes du bus d'E/S.
- Leur filtrage pour éliminer les parasites.
- Le découpage entre les circuits venant de l'extérieur et ceux intérieurs de l'automate.

Un module d'interface sortie TOR réalise :

- Le découpage entre les circuits intérieurs et extérieurs.
- L'amplification voulue du signal venant du processeur.

b) Entrées-sorties analogiques

Ces entrées et sorties ont une échelle de zéro jusqu'à 24 volts si l'automate fonctionne avec un voltage de 24 volts. La température, la pression, le débit, le courant, le voltage et le poids sont tous relayés par un signal analogique, car leurs capteurs ne peuvent pas fonctionner avec des vrai ou faux. Les sorties analogiques fonctionnent de la même façon, au lieu d'envoyer 0 ou 24 volts, elles peuvent émettre une infinité de voltages ou de courant sur cette échelle de 0 à 24 volts, elles peuvent donc contrôler des moteurs à vitesses variables ou contrôler l'intensité d'une ampoule au lieu de seulement les éteindre et de les allumer.

c) Exemples d'autres cartes : cartes de comptage rapide, cartes de commande d'axe, cartes de régulation PID, cartes de pesage, cartes de communication (RS485, Ethernet ...).

2.2.2.1.2.3. Module d'alimentation

Ce module fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'automate à partir du réseau d'alimentation en 220 volts alternatif. Il est essentiellement composé de blocs qui délivrent des sources de tension dont l'automate a besoin : 24V, 12V ou 5V en continu.

2.2.2.1.2.4. Module de communication

Ce module de communication comprend les consoles, les boîtiers de tests et les unités de dialogue en ligne.

a) Consoles

Il existe deux types de consoles. L'une permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs et visualisation), l'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation. Donc, elle permet d'écrire un programme, de le modifier, de l'exécuter et de le transférer dans la mémoire de l'automate ou dans une mémoire EEPROM.



Figure 2.6. Console de programmation

b) Boîtiers de tests : Destinées aux personnels d'entretien, ils permettent de visualiser le programme, les valeurs des paramètres et l'état des entrées et des sorties.

c) Unités de dialogue en ligne

Elles sont destinées aux personnels spécialistes du procédé et non de l'automate programmable. Elle permet d'agir sur certains paramètres :

- Modification des constantes, compteurs, temporisation.
- Exécution de parties de programme.

2.2.2.2. Structure logicielle

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, à savoir :

- GRAFCET ou SFC (Sequential Function Chart): ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation de tous les procédés séquentiels.
- Schéma par blocs ou FBD Function Block Diagram (Logigrammes): ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions.
- Schéma à contact ou LD Ladder Diagram (Diagrammes échelle) : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes.
- Texte structuré ou ST Structured Text (Texte structuré): ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme.
- IL : Instruction List (Liste d'instructions).

Structure d'un programme en langage GRAFCET

Un programme d'automate en langage GRAFCET peut comporter jusqu'à 3 parties :

- **Préliminaire** : Il permet de traiter les transitions complexes, les comptages...etc. Les résultats seront conservés dans des bits internes et des mots et pourront être utilisés dans les autres parties du programme.
- **Programme principal** : Il comporte les équations ou le GRAFCET qui correspondent au fonctionnement désiré.
- **Postérieur** : Il génère les ordres de commande déterminant l'état des sorties en fonction des étapes actives.

2.2.3. Critères de choix d'un automate :

Le choix d'un automate programmable est généralement basé sur :

- Nombre d'entrées / sorties.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement.
- Modules spéciaux : certaines cartes permettront d'offrir les caractéristiques souhaitées.
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...).

2.3. Supervision

2.3.1. Introduction

Dans une architecture d'automatisme, le terme « supervision » désigne la fonctionnalité qui consiste à mettre à la disposition d'un opérateur une interface graphique, généralement de type « écran/clavier », lui permettant de suivre et de contrôler à distance une installation automatisée. Le dialogue homme-machine est la fonction par laquelle un opérateur reçoit l'information sur l'état d'une machine et peut lui transmettre des ordres et des consignes. Ce dialogue apporte non seulement une aide significative pour la conduite d'exploitation, mais aussi une aide au diagnostic et de larges possibilités de suivi de production et de contrôle de qualité.

2.3.2. Rôle de la supervision

2.3.2.1. Acquisition de données : la première étape de la supervision, elle consiste à recueillir, à valider et à assurer l'acheminement des informations sur l'état du système jusqu'au poste de pilotage, cette tâche, est exécutée sans interruption et à chaque instant, ces opérations impliquent l'utilisation des capteurs permettant de mesurer les différentes variables du processus.

2.3.2.2. Surveillance : Elle permet de détecter et diagnostiquer les fautes et les erreurs dans le système. En cas de dysfonctionnement, elle déclenche une alarme

2.3.2.3. Aide à la décision : consiste à aider l'opérateur à prendre la bonne décision devant toute situation, et cela en proposant une liste d'actions qui pourraient restaurer les grandeurs optimales du système.

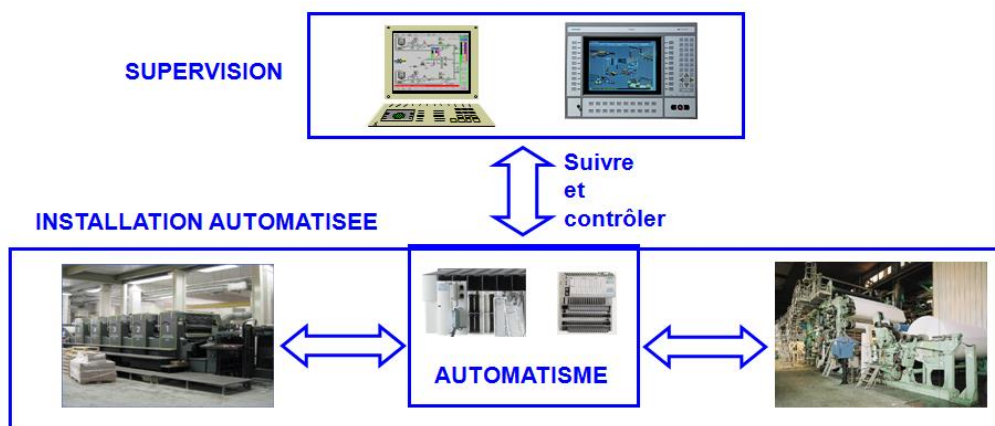


Figure 2.7. Système de supervision

2.3.3. Système SCADA

Des techniques de supervision ont été développées pour la surveillance à distance. En effet pour les installations à haut risque, il est préférable de les superviser d'un poste qui se situe loin du site. Cette technique de supervision à distance est appelé supervision dans un environnement SCADA. Un système d'acquisition et de contrôle de données (SCADA) (en anglais *Supervisory Control And Data Acquisition*) est un système de télégestion composé d'éléments logiciels et matériels.

2.3.3.1. Rôle d'un Système SCADA

- contrôler les processus industriels localement ou à distance,
- surveiller, rassembler et traiter les données en temps réel,
- interagir directement avec les éléments de l'installation tels que les capteurs et les actionneurs grâce au logiciel d'interface homme-machine (HMI),
- enregistrer les événements dans un fichier journal.

2.3.3.2. Interfaces graphiques du SCADA

Les interfaces graphiques sont un outil très important pour le bon déroulement de la procédure d'aide à la décision, elles sont le seul point d'interaction entre l'opérateur et les algorithmes d'aide à la décision, ainsi, elles aident l'opérateur dans sa tâche d'interprétation et de prendre de décision, en lui offrant une très bonne visibilité sur l'état et l'évolution de l'installation.

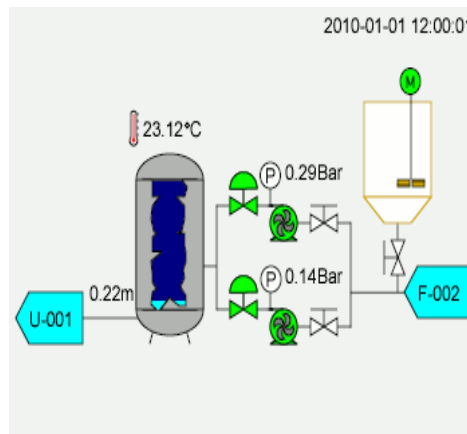


Figure 2.8. Exemple d'une interface graphique SCADA



Figure 2.9. Salle de contrôle sans SCADA



Figure 2.10. Salle de contrôle avec SCADA

2.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné des notions préliminaires sur l'automatisation, les automates programmables industriels et la supervision. Le chapitre est divisé en trois parties. Dans la première partie, les définitions de l'automatisation et du système automatisé avec ses différentes composantes sont présentées. Les tâches à exécuter actuellement dans l'industrie sont répétitives et dangereuses d'où la nécessité d'automatiser ces systèmes. La deuxième partie est consacrée aux automates programmables API. Tout API est constitué de deux parties distinctes, une partie matérielle représentant la partie physique de l'API et une partie non matérielle regroupant tous les programmes gérant l'exploitation de la partie matérielle de l'API. Pour la partie matérielle, nous avons donné l'aspect interne et l'aspect externe. Pour la partie logicielle, nous avons cité les différents langages qui existent pour programmer ces dispositifs technologiques, à savoir, les langages GRAFCET ou SFC, schéma par blocs ou FBD, Schéma à contact ou LD, texte structuré ou ST, Liste d'instructions ou IL. Dans la dernière partie de ce chapitre, nous avons défini la supervision qui sert à mettre à la disposition d'un opérateur une interface graphique lui permettant de suivre et de contrôler à distance une installation automatisée. Le système de supervision SCADA est présenté, également, dans ce chapitre.

Automate programmable et logiciel associé

3.1.Introduction

Dans ce mémoire, nous avons utilisé l'automate Modicon M340 conçu par la société Schneider Electric ; un automate compact et modulaire avec de nombreuses fonctions intégrées. Cet automate est applicable dans la majorité des applications manufacturières, industries des procédés, infrastructures et énergies....

Ce chapitre sera consacré à la description de cet automate, ainsi que le logiciel UNITY PRO qu'on va l'utiliser pour la programmation.

3.2. Automate programmable industriel Modicon M340

3.2.1. Fonctionnement générale du Modicon M340

La station automatisée Modicon M340 peut comporter plusieurs racks, chaque rack doit comporter sa propre alimentation, le rack principal et celui qui accueille l'unité centrale, cette station automate se compose de plusieurs types de modules choisis selon le besoin, les modules peuvent être des modules d'entrée/sortie TOR, des modules d'entrée/sortie analogiques, des modules de comptage, des modules experts et des modules de communication. Ces modules sont répartis sur un ou plusieurs racks raccordés à un bus local, la programmation se fait uniquement grâce au logiciel Unity Pro XL, ce dernier qui est aussi conçu par Schneider Electric permet de programmer différentes autres gammes d'automates du concepteur.

Le schéma suivant présente un exemple d'un automate Modicon M340 avec un rack :

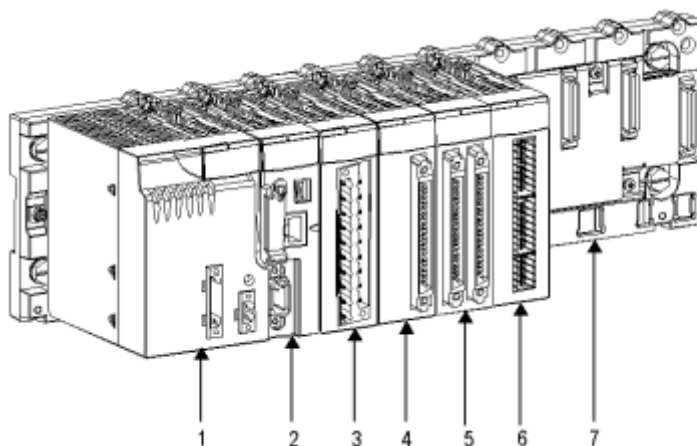


Figure 3.1 : Exemple d'un automate Modicon M340

Le tableau suivant décrit la composition de la station automate ci-dessus.

Repère	Description
1	Module d'alimentation
2	Processeur
3	Module d'entrées/sorties à bornier 20 points
4	Module d'entrées/sorties à 1 connecteur 40 points
5	Module d'entrées/sorties à 2 connecteurs 40 points
6	Module de comptage
7	Rack à 8 emplacements

Tableau 3.1 : Légende de la figure 3.1

3.2.2. Caractéristiques du Modicon M340

Voici les caractéristiques les plus remarquables de cet automate :

- Performance (7 Kinst/ms) et multi-tâches
- Port USB pour PC ou dialogue IHM
- Deux ports de communication parmi : Ethernet, CANopen, Modbus.
- Code programme : 70 Kinst.
- Application sur carte mémoire SD 8MB
- 128 MB stockage sur SD additionnelle
- Modules d'acquisition Haute Densité
- Comptage, Régulation, Motion control, RTU
- Protection de savoir-faire sur carte SD
- Adapté pour environnements sévères (-25°C +70°C)

3.2.3. Descriptions générales des composants d'un automate Modicon M340

3.2.3.1. Processeurs

Chaque station automate est pourvue d'un processeur, la gamme de processeurs BMX P34 **** est celle dédiée au M340, le processeur est choisi en fonction des caractéristiques suivantes :

- Puissance de traitement (nombre d'entrées/sorties gérées)
- Capacité mémoire
- Ports de communication

❖ **Caractéristique des processeurs BMX P34 ...**

Processeur	Nombre maximal d'entrées/sorties TOR	Nombre global maximal d'entrées/sorties analogiques	Taille mémoire maximum	Ports de communication
BMX P34 1000	512	128	2048 Ko	Modbus
BMX P34 2000	1024	256	4096 Ko	Modbus
BMX P34 2010/20102	1024	256	4096 Ko	Modbus, CANopen
BMX P34 2020	1024	256	4096 Ko	Modbus, Ethernet
BMX P34 2030/20302	1024	256	4096 Ko	CANopen, Ethernet

Tableau 3.2 : *Caractéristique des processeurs BMX P34 *****

3.2.3.2.Racks

Il y'a plusieurs racks ayant différentes tailles (4,6,8,10,12 emplacements), chaque rack inclut un emplacement réservé au module d'alimentation et un emplacement supplémentaire sur la droite réservé au module d'extension de rack.

. La liste ci-dessous indique le nombre d'emplacements disponibles pour l'UC et les modules pour chaque référence de rack :

- 4 emplacements : BMXXBP0400(H) ou BMEXBP0400(H)
- 6 emplacements : BMXXBP0600(H)
- 8 emplacements : BMXXBP0800(H) ou BMEXBP0800(H)
- 12 emplacements : BMXXBP1200(H) ou BMEXBP1200(H)

Racks avec alimentations redondantes :

- 6 emplacements : BMEXBP0602(H)
- 10 emplacements : BMEXBP1002(H)

Le schéma suivant représente le rack BMXXPB0400 :

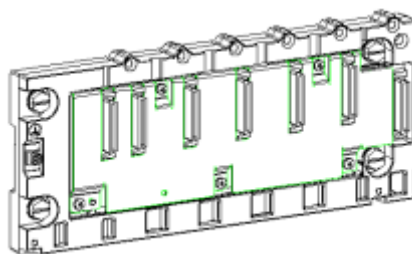


Figure 3.2 : *Schéma d'un rack BMXXPB0400*

3.2.3.3. Modules :

Le M340 dispose d'une large gamme de modules de différentes fonctions, nous citons entre autres :

3.2.3.3.1. Module d'alimentation :

Chaque rack nécessite un module d'alimentation défini en fonction du circuit distribué (courant alternatif ou courant continu) et de la puissance nécessaire au niveau du rack, la figure ci-dessous représente le module d'alimentation BMXCPS2000 utilisé dans ce mémoire :

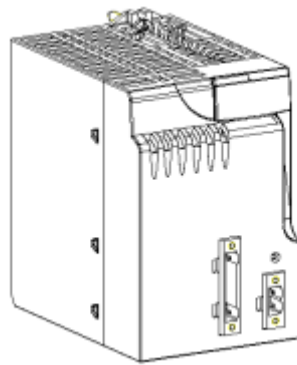


Figure 3.3 : Schéma d'un module d'alimentation *BMXCPS2000*

3.2.3.3.2. Module d'extension de rack :

Ce module permet de connecter un maximum de 4 racks en chaîne, selon l'unité centrale, répartis sur une distance maximale de 30 mètres.

La figure ci-dessous représente le module d'extension de rack BMX XBE 1000 :



Figure 3.4 : Module d'extension de rack *BMX XBE 1000*

3.2.3.3.3. Modules d'entrées/sorties :

On distingue deux types de modules d'entrées/sorties disponibles pour le M340, les modules d'E/S TOR et les modules E/S analogiques, les caractéristiques de ces modules sont dans l'annexe suivante :

a. Modules d'entrées/sorties TOR :

Caractéristique	Description
Modularité	<ul style="list-style-type: none"> • 8 voies • 16 voies • 32 voies • 64 voies
Types d'entrées	<ul style="list-style-type: none"> • Modules avec entrées à courant continu (24 V cc et 48 V cc) • Modules avec entrées à courant alternatif (24 V ca, 48 V ca et 120 V ca)
Types de sorties	<ul style="list-style-type: none"> • Modules avec sorties à relais • Modules avec sorties statiques à courant continu (24 V cc/0,1 A - 0,5 A - 3 A) • Modules avec sorties statiques à courant alternatif (24 V ca/240 V ca/3 A)
Type de connectique	<ul style="list-style-type: none"> • Borniers 20 points • Connecteurs de type 40 points permettant le raccordement aux capteurs et aux pré-actionneurs par l'intermédiaire du système de précâblage TELEFAST 2

Tableau 3.3 : *Modèles et caractéristique des modules d'E/S TOR de Schneider Electric*

La figure suivante représente un module d'entrées/sorties TOR avec connecteurs 40 points :

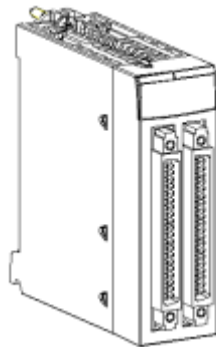


Figure 3.5 : *module d'entrées/sorties TOR avec connecteurs 40 points*

La figure suivante représente un module d'entrées/sorties TOR avec bornier 20 points :

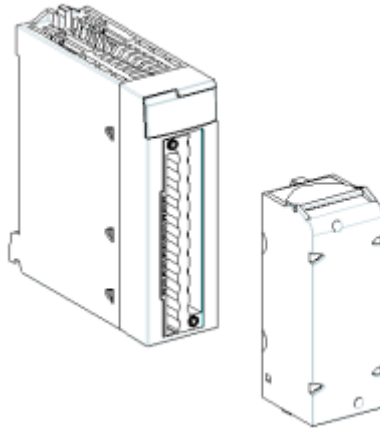


Figure 3.6 : module d'entrées/sorties TOR avec bornier 20 points

b. Modules d'entrées/sorties analogiques :

Caractéristique	Description
Modularité	<ul style="list-style-type: none"> • 2 voies • 4 voies
Performances et gammes de signaux proposés	<ul style="list-style-type: none"> • Tension/courant • Thermocouple • Thermosonde
Type de connectique	<ul style="list-style-type: none"> • Borniers 20 points • Connecteurs de type 40 points permettant le raccordement aux capteurs et aux pré-actionneurs par l'intermédiaire du système de précâblage TELEFAST 2

Tableau 3.4 : Modèles et caractéristique des modules d'E/S analogiques de Schneider Electric

La figure suivante représente un module d'entrées/sorties TOR avec connecteurs 40 points :

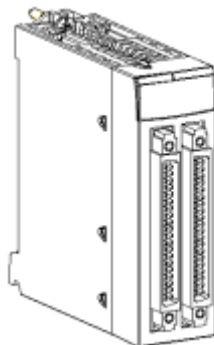


Figure 3.7 : module d'entrées/sorties TOR avec connecteurs 40 points

3.3. UNITY PRO :

3.3.1. Présentation générale de Unity Pro

Unity Pro, qui est le logiciel qu'on a utilisé dans ce mémoire, permet de créer, tester et simuler des programmes d'API pour les gammes d'automates M340, M580, Momentum, Premium, Atrium et Quantum de Schneider Electric. Ce logiciel a un grand nombre d'avantages et de fonctionnalités à savoir:

- Programmation, débogage, exportation et importation de programmes de ou vers les gammes de stations automatisées précédentes.
- Une excellente cybersécurité et traçabilité.
- Supporte 6 langages de programmation.
- Configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- Un très grand nombre d'objets et de bibliothèques standards.
- Bibliothèque bloc fonction (DFB) intégrée personnalisable.
- Simulateur d'API sur PC, teste et diagnostiques intégrés.
- Tables d'animation, écrans d'opérateur et outils de tendance.
- Modernisation en douceur, Unity Pro comporte des outils de conversion intégrés qui garantissent une migration harmonieuse des gammes d'API anciennes et existantes vers d'autres gammes plus modernes.
- Rapidité et simplicité, Unity Pro XL est compatible avec Windows 7 (32,64 bit) et Windows 10 (32,64 bit) et ne requière pas de grandes capacités matérielles pour fournir une bonne et souple performance.

3.3.2. Fonctions de Unity Pro

3.3.2.1.Langages de programmation

Unity Pro propose les langages suivants pour la création du programme utilisateur :

- Langage à blocs fonction (FBD)
- Langage à contacts (LD)
- Liste d'instructions IL
- Littéral structuré ST
- Diagramme fonctionnel en séquence SFC
- Schéma à contacts 984 (LL984)

Tous ces langages peuvent être utilisés ensemble dans le même projet. Tous ces langages (sauf LL984) sont conformes à la norme IEC 61131-3.

3.3.2.2.Progiciels

Les progiciels disponibles sont les suivants: Unity Pro S, Unity Pro M, Unity Pro L, Unity Pro XL, Unity Pro XLS, et Unity Developers Edition (UDE).

Ces différentes éditions du logiciel ont bien évidemment des différentes propriétés, fonctionnalités et bibliothèques, le progiciel qu'on utilise est Unity Pro XL, cette édition

contient presque toutes les fonctionnalités et les bibliothèques du logiciel, et couvre la vaste majorité des UC des gammes d'automates de Schneider Electric.

3.3.2.3. Interface d'utilisateur

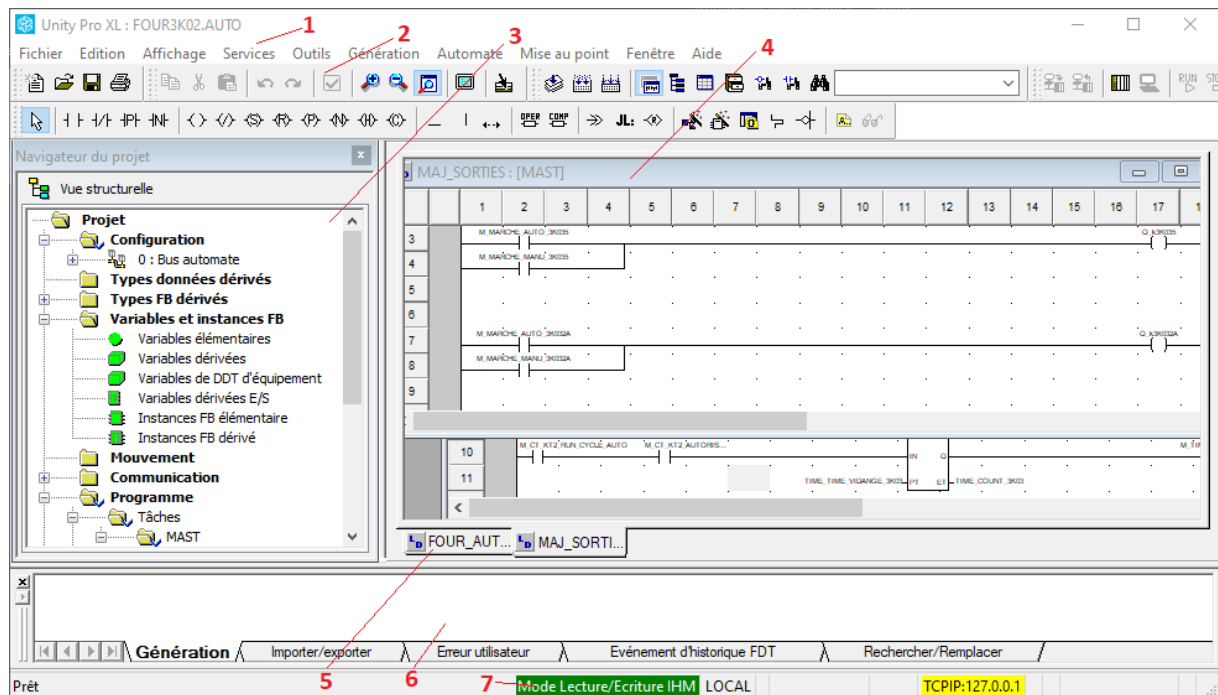


Figure 3.8 : Interface d'utilisateur de Unity Pro

Numéro	Description
1	Barre de menus
2	Barre d'outils
3	Navigateur du projet
4	Fenêtre de l'éditeur (éditeurs de langages, éditeur de données, etc.)
5	Onglets d'accès direct aux fenêtres de l'éditeur
6	Fenêtre d'information (donne des informations sur les erreurs survenues, le suivi des signaux, les fonctions d'importation, etc.)
7	Ligne d'état

Tableau 3.5 : Légende de l'interface d'utilisateur de Unity Pro

3.3.2.4. Navigateur de projet

Le navigateur de projet affiche tous les paramètres du projet. L'affichage peut se présenter sous forme structurale (topologique) et/ou fonctionnelle.

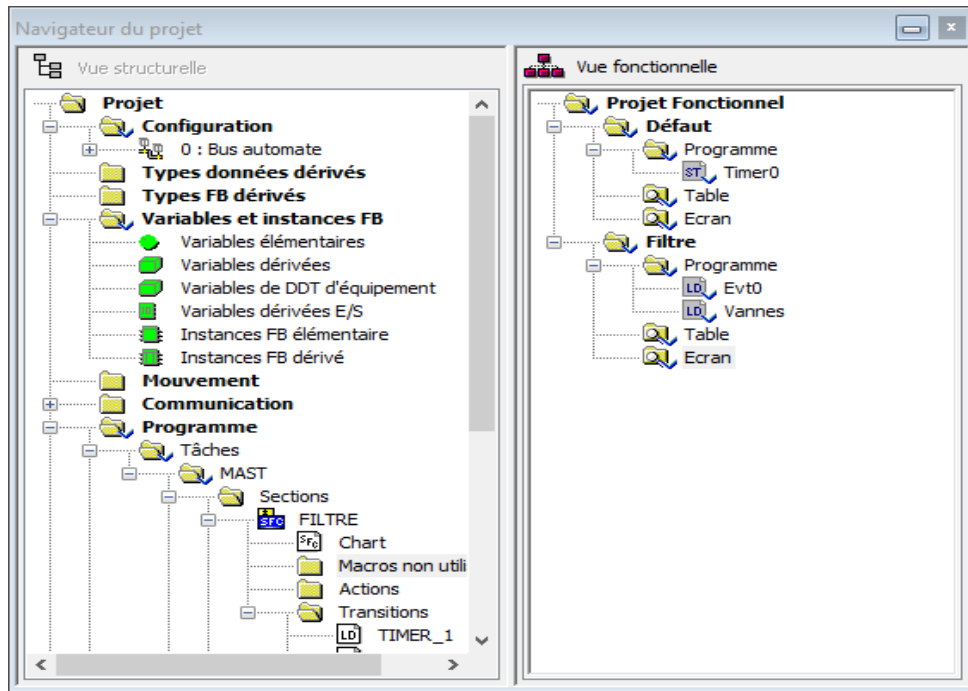


Figure 3.9 : *Navigateur de projet en vue structurelle et fonctionnelle*

➤ **Vue structurelle**

Dans l'affichage structurel, le navigateur de projet propose entre autres les fonctions suivantes :

- Création et suppression d'éléments.
- Le symbole de section affiche le langage de programmation de section et sa programmation éventuelle (dans le cas d'une section vide, le symbole est grisé).
- Affichage des propriétés des éléments.
- Création de répertoires utilisateur.
- Démarrage des différents éditeurs.
- Démarrage de la fonction import/export.

➤ **Vue fonctionnelle**

Dans l'affichage fonctionnel, le navigateur de projet propose entre autres les fonctions suivantes

- Création de modules fonctionnels.
- Insertion de sections, tables d'animation, etc. par glisser-lâcher à partir de l'affichage structurel.
- Création de sections.
- Affichage des propriétés des éléments.
- Démarrage des différents éditeurs.
- Symbole de section indiquant le langage de programmation et d'autres attributs.

Le navigateur de projet permet d'accéder aisément aux différents éditeurs et outils essentiels utilisés par l'application :

- Configuration (Outils de configuration du matériel)
- Communication
- Type FB dérivés
- Variables et instances FB (Editeur de données)
- Programmes (Editeur de programmes)
- Ecrans d'exploitation

3.3.2.5. Configuration

L'outil de configuration permet de :

- Créer/modifier/sauvegarder les éléments (UC, modules...) constituant la configuration de la station automate.
- Paramétrer les modules métiers constituant la station,
- Diagnostiquer les modules configurés dans la station,
- Faire le bilan du courant consommé à partir des tensions délivrées par le module alimentation déclaré dans la configuration,
- Contrôler le nombre de voies métiers configurées par rapport aux capacités du processeur déclaré dans la configuration,
- Faire un bilan sur l'occupation mémoire du processeur

En commençant un nouveau projet, la première chose demandée par le logiciel est la configuration du matériel, l'outil de configuration sera le premier à apparaître demandant de choisir la station automatisée, le processeur associé et le rack principal :

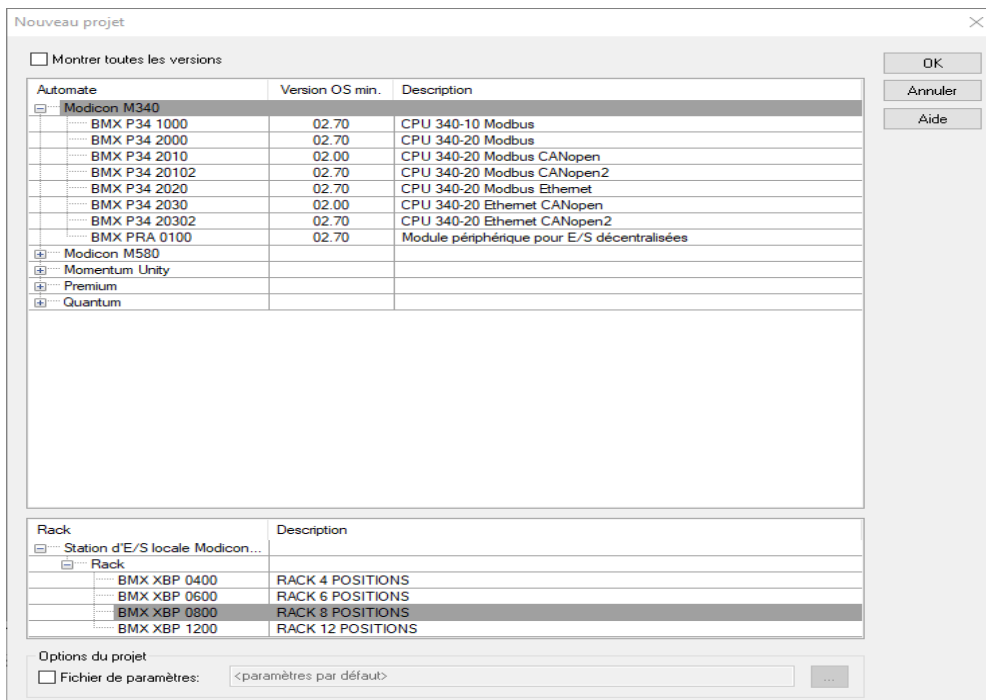


Figure 3.10 : Choix du modèle de l'automate

Lors de la création d'une application dans une station Modicon M340, le module d'alimentation est configuré par défaut. Ce module doit occuper la position la plus à gauche du rack, cette position ne dispose pas d'adresse et il n'y a qu'un seul module d'alimentation par rack.

Il est toujours possible de modifier ces options, et d'ajouter des modules et les paramétrer, pour cela il faut recourir à l'outil de configuration dans le navigateur de projet :

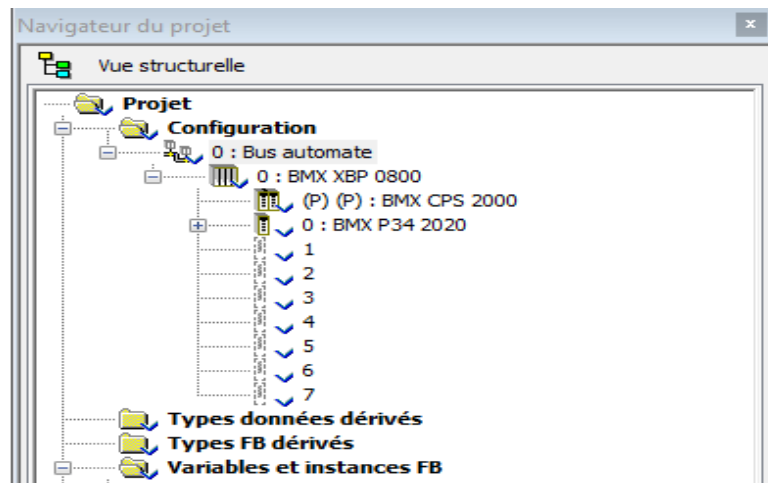


Figure 3.11 : *Vue de l'automate dans le navigateur du projet*

Dans ce cas on a choisi un automate M340 avec l'UC BMX P34 2020, les emplacements de 1 jusqu'à 7 sont les emplacements disponibles dans le rack, on doit cliquer deux fois sur n'importe quel élément développé pour afficher la fenêtre du configurateur :

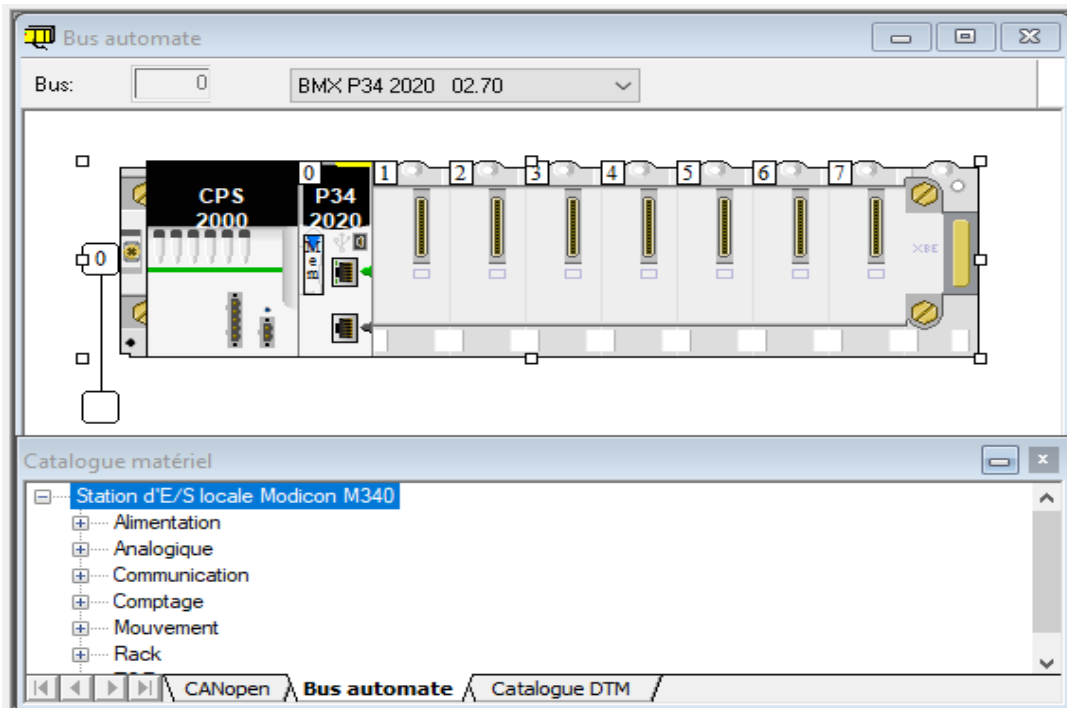


Figure 3.12 : *Représentation graphique de l'automate et catalogue du matériel*

La fenêtre du configurateur est divisée en deux parties :

- Représentation graphique de la configuration de l'automate
- Fenêtre catalogue : Un module peut être sélectionné dans cette fenêtre et être inséré directement par glisser-lâcher dans la représentation graphique de la configuration de l'automate, ces modules sont uniquement les modules compatibles avec le processeur choisis.

3.3.3. Langages de programmation et éditeurs dans Unity Pro

3.3.3.1. Editeur schéma à contacts LD (Ladder Diagram)

L'éditeur LD permet la programmation graphique de schémas à contacts.

Représentation d'une section LD :

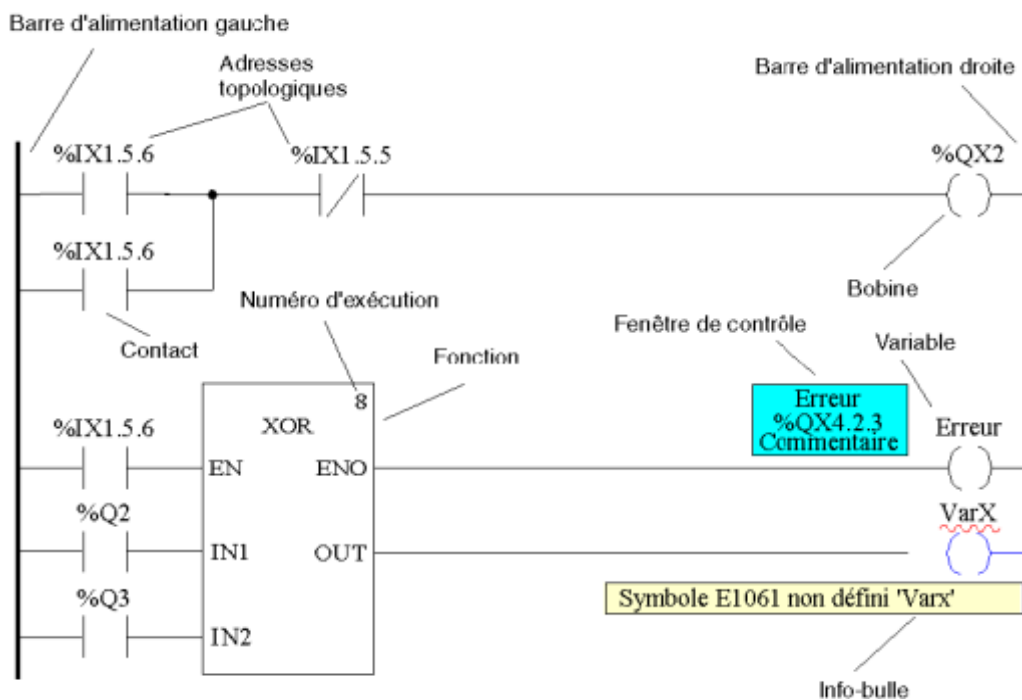


Figure 3.13 : Exemple d'une section LD

- **Propriétés**

Les sections LD disposent d'une grille d'arrière-plan qui divise la section en lignes et en colonnes. Le langage de programmation LD est axé sur les cellules, ce qui signifie qu'un seul objet peut être placé dans chaque cellule. Les sections LD peuvent contenir de 11 à 64 colonnes et de 17 à 2 000 lignes. Le programme peut être saisi à l'aide de la souris ou du clavier.

- **Objets :**

Les objets du langage de programmation LD (Ladder Diagram, schéma à contacts) offrent des aides permettant de structurer une section en un ensemble de :

- Contacts,
- Bobines,
- Fonctions élémentaires (EF),

- Blocs fonction élémentaires (EFB),
 - Blocs fonction dérivés (DFB),
 - Procédures,
 - Éléments de commande,
 - Blocs opération et comparaison constituant une extension de la norme CEI 61131-3,
 - Appels de sous-programme,
 - Sauts,
 - Liens,
 - Paramètres réels,
 - Objets texte pour commenter la logique
- **Facilités de saisie**

L'éditeur LD propose les facilités de saisie suivantes :

- Les objets peuvent être sélectionnés dans la barre d'outils, le menu ou directement à l'aide de raccourcis clavier,
- Vérification syntaxique et sémantique pendant l'écriture du programme,
- Affichage en bleu des objets incorrects,
- Soulignement par une ligne rouge ondulée des mots inconnus (ex : variables non déclarées) ou types de données inadaptées,
- Description rapide des erreurs dans une info-bulle,
- Les informations sur les variables et les éléments d'une section LD susceptibles d'être connectés à une variable (broches, contacts, bobines, opération et blocs de comparaison) peuvent être affichées dans une info-bulle,
- Type, nom, adresse et commentaire d'une variable/expression,
- Type, nom et commentaire des broches FFB, des contacts etc.,
- Affichage en tableau des FFB,
- Saisie et affichage des paramètres réels sous forme de symboles ou d'adresses topologiques,
- Facteurs de zoom différents,
- Suivi de liens FFB,
- Optimisation des chemins de liaison des liens FFB,
- Affichage des fenêtres de contrôle.

3.3.3.2.Langage séquentiel SFC

L'éditeur SFC dispose d'une grille d'arrière-plan qui divise la section en 200 lignes et 32 colonnes.

Le programme peut être saisi à l'aide de la souris ou du clavier.

- **Objets**

Une section SFC propose les objets suivants pour la création d'un programme :

- Étapes,
- Macroétapes (séquences de sous-étape intégrées),
- Transitions (conditions de transition),
- Sections transition,
- Sections Action,
- Sauts,
- Liens,
- Séquences alternatives,
- Séquences en parallèle,
- Objets texte pour commenter la logique.

Représentation d'une section SFC :

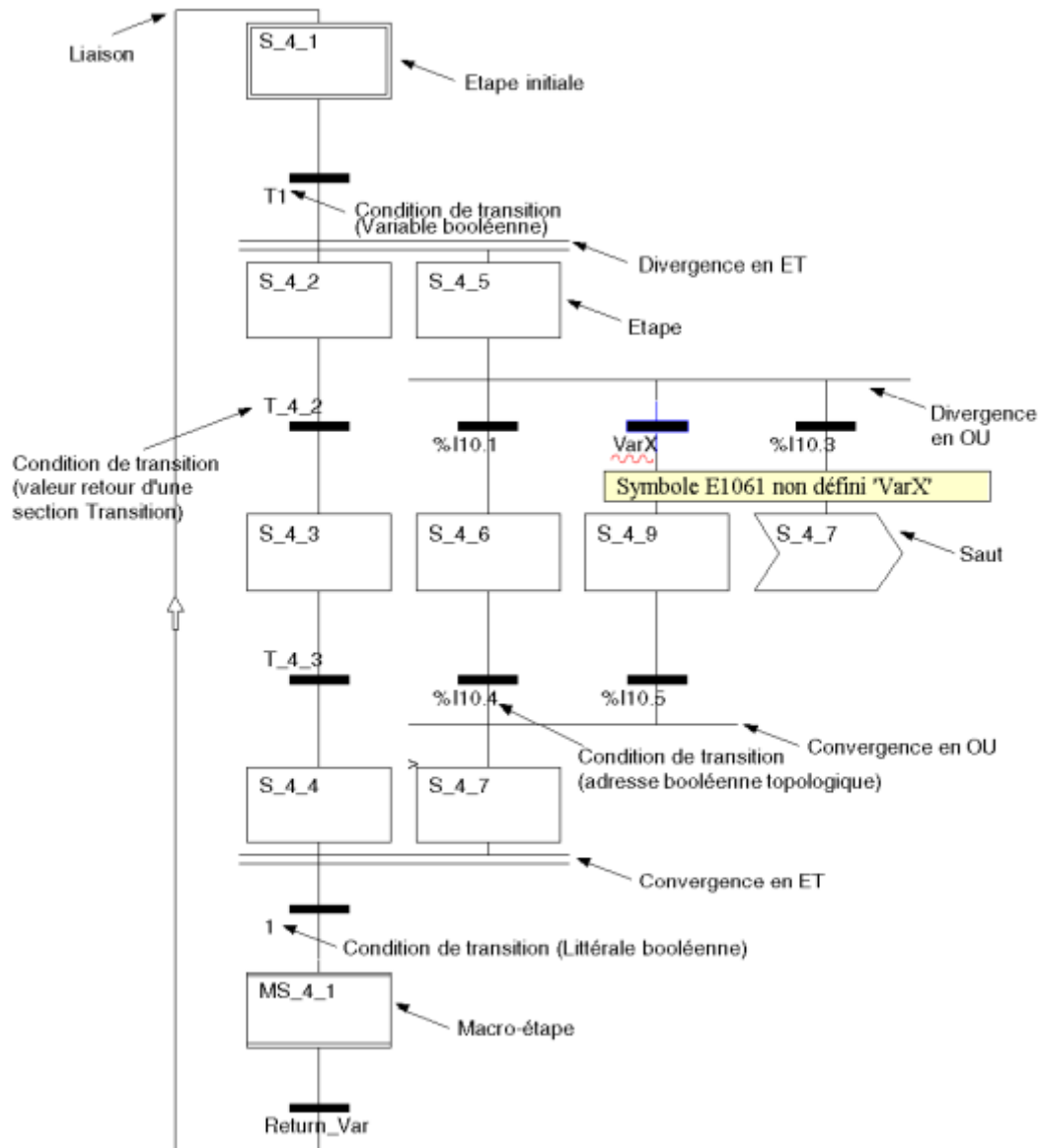


Figure 3.14 : Exemple d'une section SFC

- **Facilités de saisie**

L'éditeur SFC propose les facilités de saisie suivantes :

- Barres d'outils permettant un accès rapide et facile aux objets souhaités,
- Numérotation automatique des étapes,
- Accès direct aux actions et aux conditions de transition,
- Vérification syntaxique et sémantique pendant l'écriture du programme,
- Affichage en bleu des objets incorrects,
- Soulignement par une ligne rouge ondulée des mots inconnus (ex : variables non déclarées) ou types de données inadaptées,
- Description rapide des erreurs dans une info-bulle,
- Les informations sur les variables et les transitions peuvent être affichées dans une info-bulle,
- Type, nom, adresse et commentaire d'une variable/expression,
- Type, nom et commentaire des transitions,
- Facteurs de zoom différents,
- Affichage/masquage des actions affectées,
- Suivi de liens,
- Optimisation des chemins de liaison.

- **Propriétés Etape**

Les propriétés de l'étape se définissent à l'aide d'une boîte de dialogue proposant les fonctionnalités suivantes :

- Définition des étapes initiales,
- Définition des durées de diagnostic,
- Commentaires sur l'étape,
- Affectation d'actions et de leurs identificateurs.

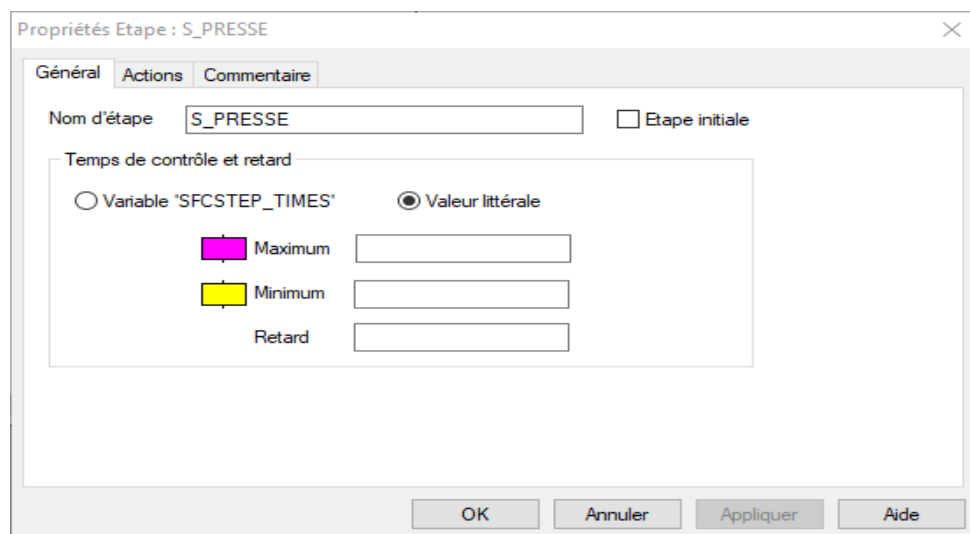


Figure 3.15 : Fenêtre de configuration des propriétés d'une étape SFC

3.3.3.3. Littéral structuré ST

Le langage ST utilise ce que l'on appelle des "expressions". Les expressions sont des constructions comprenant opérateurs et opérandes qui livrent une valeur lors de leur exécution. Les opérateurs sont des symboles pour les opérations à exécuter. Ils sont utilisés sur les opérandes. Les opérandes sont des variables, des valeurs littérales, des entrées/sorties de fonction et bloc fonction, etc. Les instructions servent à structurer et à commander les expressions.

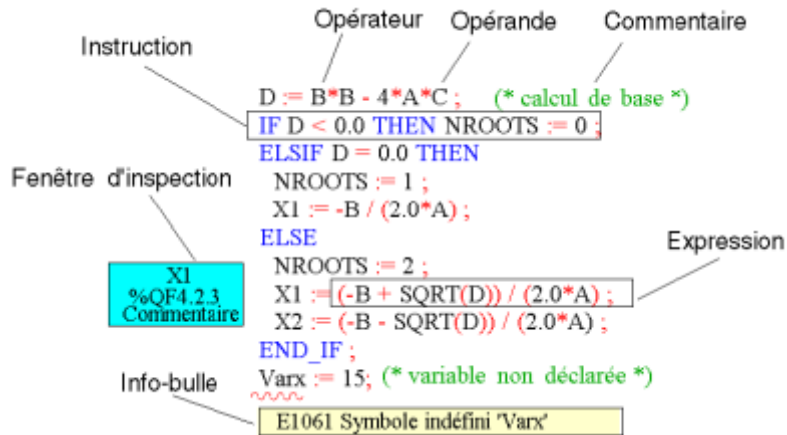


Figure 3.16 : Exemple d'une section ST

3.3.4. Types de variables dans UNITY PRO

a) Variables élémentaires EDT

EDT est l'abréviation de **Elementary Data Type** (type de données de base), qui comprend des types de données simples plutôt que dérivées (tableaux, structures, blocs fonctions).

Les types **EDT** disponibles sont donnés dans le tableau suivant :

Type	Présentation
INT	Type Entier signé ayant un format sur 16 bits.
DINT	Type Entier double signé ayant un format sur 32 bits.
UINT	Type Entier non signé ayant un format sur 16 bits.
UDINT	Type Entier double non signé ayant un format sur 32 bits.
BOOL	Contient uniquement la valeur FALSE (= 0) ou TRUE (= 1).
EBOOL	Contient la valeur FALSE (= 0) ou TRUE (= 1), mais aussi des informations relatives à la gestion des fronts descendants ou montants et au forçage
WORD	Mot codé sur un format de 16 bits.
DWORD	Double mot codé sur un format de 32 bits.
REAL	Réel sur 32 bits.

TIME	Le type Heure T# ou TIME# est représenté par un type d'entier double non signé (UDINT). Il exprime une durée en millisecondes. Ce type être exprimé en jours, heures, minutes, secondes et millisecondes.
TOD	Heure du jours sur 32 bits.
DATE	Date sur 32 bits.
DT	Heure et date sur 64 bits.
STRING	Chaine de caractères.

Tableau 3.6 : Types de données élémentaires dans Unity Pro

- ✓ Les types DINT, DUINT, DWORD, REAL, DATE, TIME, TIME OF DAY sont des doubles mots.
- ✓ Un double mot est en fait deux mots de 16 bits consécutifs, ce qui le rend un double mot de 32 bits.
- ✓ Les variables sont par défaut au format décimal (la base 10) et elles peuvent être signées ou non signées, cela dépend du type de la variable.
- ✓ Une variable peut être écrit au formats binaire, octale et hexadécimale si sa valeur est non signée, pour cela il faut ajouter les préfixes 2#, 8# ou 16#.

b) Variables dérivées DDT

La famille DDT (Derived Data Type) inclut les types de données dit "dérivés" tels que les tables (ARRAY) et les structures (STRUCT). Les tableaux (ARRAY [n..m] OF xxx) sont des ensembles allant de n à m d'éléments de même type.

Une structure est une donnée qui contient un ensemble de données de type différent tels que :

- Un ensemble de BOOL, WORD, UINT, etc.,
- Un ensemble de tableaux,
- Un ensemble de REAL, DWORD, tableaux, etc...

c) Instances FB élémentaires ou EFB

EFB est l'abréviation Elementary Function Blocks. Ce sont les blocs fonctions standard disponibles dans Unity Pro tels que TON, TOF, CU et tous les autres blocs de types EFB.

d) Instances FB dérivées ou DFB

Un DFB (Bloc Fonction Dérivé) est un bloc fonction utilisateur personnalisé qui prend en compte la nature spécifique du projet. Nous pouvons le stocker dans la bibliothèque définie par l'utilisateur.

Pour utiliser un DFB dans une application, il faut :

- Créer un modèle de bloc fonction utilisateur appelé type DFB,
- Utiliser les copies disponibles du modèle appelées instances DFB dans le projet.

3.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'automate programmable industriel Modicon M340 conçu par Schneider Electric, en donnant ses différents composants et ses caractéristiques. Nous avons présenté, également, le logiciel utilisé pour la programmation de cet automate, à savoir, le logiciel Unity Pro. Nous avons expliqué le fonctionnement de ce logiciel, ainsi que quelques exemples de son utilisation.

Chapitre 4

Programmation et supervision

4.1.Introduction

Après la description du processus de production du Kaolin traité (chapitre 1), nous arrivons à l'étape de la conception du programme. Cette étape consiste à programmer le fonctionnement des réservoirs, ainsi que le four et le filtre (filtrage et séchage qui sont décrits au chapitre 1). En utilisant le logiciel Unity Pro, nous avons programmer ces sections par trois langages de programmation Ladder, GRAFCET, et Structuré. Puis le valider par simulation et vérification.

Ensuite, on va programmer et simuler une application de supervision qui a pour rôle de contrôler et superviser le fonctionnement de notre système à l'aide du logiciel **Vijeo Citect**. On va présenter ce logiciel et ses outils nécessaires pour réaliser cette tâche.

4.2. Programmation sur Unity Pro

4.2.1. Variables et configuration du matériel

La configuration du matériel nécessite à identifier les entrées/sorties du system afin de déterminer les composants nécessaires de l'automate, on va donc créer une table de variables puis déterminer la configuration matérielle de l'automate grâce à l'outil de configuration.

4.2.1.1 Tables des variables et mnémoniques

a) Les entrées (Contacteurs, disjoncteurs moteurs, sondes et vannes)

Nom	Type	Adresse	Valeur	Commentaire
I_BP_ACK_MCC2	EBOOL	%I0.1.0		Bouton acknowledge
I_BP_MA_3K034	EBOOL	%I0.1.1		Bouton poussoire marche 3K034
I_BP_MA_3K035	EBOOL	%I0.1.2		Bouton poussoire marche 3K035
I_BP_MA_3K036	EBOOL	%I0.1.3		Bouton poussoire marche 3K036
I_K3K031A	EBOOL	%I0.1.4		Ventilateur d'extracteur séchage 3K031A En Marche
I_K3K031B	EBOOL	%I0.1.5		Ventilateur d'extracteur séchage 3K031B En Marche
I_K3K032A	EBOOL	%I0.1.6		Ventilateur de séchage 3K032A En Marche
I_K3K032B	EBOOL	%I0.1.7		Ventilateur de séchage 3K032B En Marche
I_K3K032C	EBOOL	%I0.1.8		Ventilateur de séchage 3K032C En Marche
I_K3K032D	EBOOL	%I0.1.9		Ventilateur de séchage 3K032D En Marche
I_K3K032E	EBOOL	%I0.1.10		Ventilateur de séchage 3K032E En Marche
I_K3K032F	EBOOL	%I0.1.11		Ventilateur de séchage 3K032F En Marche
I_K3K032G	EBOOL	%I0.1.12		Ventilateur de séchage 3K032G En Marche
I_K3K033	EBOOL	%I0.1.13		Ventilateur d'extraction refroidissement 3K033 En Marche
I_K3K034	EBOOL	%I0.1.14		Ventilateur de soufflage refroidissement 3K034 En Marche
I_K3K035	EBOOL	%I0.1.15		Ventilateur de soufflage séchage 3K035 En Marche
I_K3K038A	EBOOL	%I0.2.0		Convoyeur 3K038A en marche
I_K3K038B	EBOOL	%I0.2.1		Convoyeur 3K038B en marche
I_K3K038C	EBOOL	%I0.2.2		Convoyeur 3K038C en marche
I_K3L03	EBOOL	%I0.2.3		Malaxeur 3L03 En Marche
I_K3L07	EBOOL	%I0.2.4		Déchiqueteur 3L07 En Marche
I_K3N03	EBOOL	%I0.2.5		Décatisage 3N03 En Marche
I_K3N06	EBOOL	%I0.2.6		Transporteur 3N06 En Marche
I_K3P01	EBOOL	%I0.2.7		Pompe 3P01 En Marche
I_K3P08	EBOOL	%I0.6.7		Pompe 3P08 En Marche
I_K3P11	EBOOL	%I0.6.8		Pompe 3P11 En Marche
I_K3P21	EBOOL	%I0.2.8		Pompe 3P21 En Marche
I_K4N03	EBOOL	%I0.2.9		Transporteur 4N03 En Marche
I_KM301	EBOOL	%I0.2.10		Groupe hydraulique M301 En Marche
I_Q3K031A	EBOOL	%I0.2.13		Disjoncteur Ventilateur d'extracteur séchage 3K031A Déclen...
I_Q3K031B	EBOOL	%I0.2.15		Disjoncteur Ventilateur d'extracteur séchage 3K031B Déclen...
I_Q3K032A	EBOOL	%I0.3.0		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032A Déclenché
I_Q3K032B	EBOOL	%I0.3.1		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032B Déclenché
I_Q3K032C	EBOOL	%I0.3.2		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032C Déclenché
I_Q3K032D	EBOOL	%I0.3.3		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032D Déclenché
I_Q3K032E	EBOOL	%I0.3.4		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032E Déclenché
I_Q3K032F	EBOOL	%I0.3.5		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032F Déclenché
I_Q3K032G	EBOOL	%I0.3.6		Disjoncteur Ventilateur de séchage 3K032G Déclenché
I_Q3K033	EBOOL	%I0.3.7		Disjoncteur Ventilateur d'extraction refroidissement 3K033 Dé...
I_Q3K034	EBOOL	%I0.3.8		Disjoncteur Ventilateur de soufflage refroidissement 3K034 D...
I_Q3K035	EBOOL	%I0.3.9		Disjoncteur Ventilateur de soufflage séchage 3K035 Déclenc...
I_Q3K036	EBOOL	%I0.3.11		Disjoncteur Ventilateur de combustion brûleur 3K036 Déclen...
I_Q3K038A	EBOOL	%I0.3.12		Disjoncteur convoyeur four A
I_Q3K038B	EBOOL	%I0.3.13		Disjoncteur convoyeur four B
I_Q3K038C	EBOOL	%I0.3.14		Disjoncteur convoyeur four C
I_Q3L03	EBOOL	%I0.3.15		Disjoncteur malaxeur
I_Q3L07	EBOOL	%I0.4.0		Disjoncteur déchiqueteur 3L07
I_Q3N03	EBOOL	%I0.4.1		Disjoncteur déctisseur 3N03
I_Q3N06	EBOOL	%I0.4.2		Disjoncteur convoyeur 4N03
I_Q3P01	EBOOL	%I0.4.3		Disjoncteur pompe 3P01
I_Q3P21	EBOOL	%I0.4.4		Disjoncteur pompe 3P21
I_Q4N03	EBOOL	%I0.4.5		Disjoncteur convoyeur d'extraction
I_QM301	EBOOL	%I0.4.6		Disjoncteur moteur M301
I_RELAI_URGENCE_MCC2	EBOOL	%I0.4.7		ARRET D'URGENCE
I_RESV_EXT_PLEIN	EBOOL	%I0.4.8		Reservoir externe plein
I_RESV_INT_PLEIN	EBOOL	%I0.4.9		Reservoir interne plein
I_VANNE_3V14_OUVERTE	EBOOL	%I0.6.0		
I_VANNE_3V15_OUVERTE	EBOOL	%I0.6.1		
I_VANNE_3V16_OUVERTE	EBOOL	%I0.6.2		
I_VANNE_3V73_OUVERTE	EBOOL	%I0.6.3		
I_VANNE_3VTS05_OUVERTE	EBOOL	%I0.6.6		
ID_3K038A_LIM_CPL	EBOOL	%I0.3.10		
ID_3K038B_LIM_CPL	EBOOL	%I0.4.10		
ID_3K038C_LIM_CPL	EBOOL	%I0.4.11		
ID_3L03_LIM_CPL	EBOOL	%I0.4.12		
ID_BRUL_EN_DEFAUT	EBOOL	%I0.6.9		Capteur
ID_BRUL_EN_FONCT	EBOOL	%I0.6.10		Capteur
ID_K3K038B_PULSE	EBOOL	%I0.4.14		
ID_K3K038C_PULSE	EBOOL	%I0.4.15		
ID_Sous_Press_Pompe_M301	EBOOL	%I0.6.4		Pressostat huile M301
ID_sous_Press_Pulpe_3505	EBOOL	%I0.6.5		Pressostat pulpe filtre
Sonde_temperature_1	WORD	%IW0.5.0		
Sonde_temperature_2	WORD	%IW0.5.1		
Sonde_temperature_3	WORD	%IW0.5.2		
Sonde_temperature_4	WORD	%IW0.5.3		
Sonde_temperature_5	WORD	%IW0.5.4		

Figure 4.1 : Liste des entrées de l'automate

b) Sorties

Nom	Type	Adresse	Valeur	Commentaire
Q_K3K031A	EBOOL	%Q0.9.0		Commande marche moteur 3K031A
Q_K3K031B	EBOOL	%Q0.9.1		Commande marche moteur 3K031B
Q_K3K032A	EBOOL	%Q0.9.2		Commande marche moteur 3K032A
Q_K3K032B	EBOOL	%Q0.9.3		Commande marche moteur 3K032B
Q_K3K032C	EBOOL	%Q0.9.4		Commande marche moteur 3K032C
Q_K3K032D	EBOOL	%Q0.9.5		Commande marche moteur 3K032D
Q_K3K032E	EBOOL	%Q0.9.6		Commande marche moteur 3K032E
Q_K3K032F	EBOOL	%Q0.9.7		Commande marche moteur 3K032F
Q_K3K032G	EBOOL	%Q0.9.8		Commande marche moteur 3K032G
Q_K3K033	EBOOL	%Q0.9.9		Commande marche moteur 3K033
Q_K3K034	EBOOL	%Q0.9.10		Commande marche moteur 3K034
Q_K3K035	EBOOL	%Q0.9.11		Commande marche moteur 3K035
Q_K3K036	EBOOL	%Q0.9.12		Commande marche moteur 3K036
Q_K3K038A	EBOOL	%Q0.9.13		Commande marche moteur 3K038A
Q_K3K038B	EBOOL	%Q0.9.14		Commande marche moteur 3K038B
Q_K3K038C	EBOOL	%Q0.9.15		Commande marche moteur 3K038C
Q_K3L03	EBOOL	%Q0.10.0		Commande marche moteur K3L03
Q_K3N04	EBOOL	%Q0.10.1		Commande marche moteur K3N04
Q_K3N06	EBOOL	%Q0.10.2		Commande marche moteur K3N06
Q_K4N03	EBOOL	%Q0.10.3		Commande marche moteur K4N03
Q_MA_BRULEUR_3K03	EBOOL	%Q0.10.4		Commande marche BRULEUR 3K03
Q_OV_FILTRE	EBOOL	%Q0.10.5		Commande ouverture vanne pression filtre
Q_CMD_VANNE_3V14_OUVRE	EBOOL	%Q0.10.6		
Q_FV_FILTRE	EBOOL	%Q0.10.6		Commande fermeture vanne pression filtre
Q_CMD_VANNE_3V15_OUVRE	EBOOL	%Q0.10.7		
Q_CMD_VANNE_3V16_OUVRE	EBOOL	%Q0.10.8		
Q_CMD_VANNE_3V73_OUVRE	EBOOL	%Q0.10.9		
Q_CMD_VANNE_3V14_FERME	EBOOL	%Q0.10.10		
Q_CMD_VANNE_3V15_FERME	EBOOL	%Q0.10.11		
Q_CMD_VANNE_3V16_FERME	EBOOL	%Q0.10.12		
Q_CMD_VANNE_3V73_FERME	EBOOL	%Q0.10.13		
Q_K3M301	EBOOL	%Q0.10.14		Commande marche moteur K3M301
Q_3A04	EBOOL	%Q0.10.15		Commande marche agitateur 3A04
Q_3A05	EBOOL	%Q0.10.16		Commande marche agitateur 3A05
Q_Fermeture_Vanne_VTS05	EBOOL	%Q0.10.18		
Q_Ouverture_Vanne_VTS05	EBOOL	%Q0.10.19		
Q_K3L07	EBOOL	%Q0.10.20		Commande marche moteur 3L07
Q_K3P08	EBOOL	%Q0.10.21		
Q_K3P11	EBOOL	%Q0.10.22		
Q_K3P21	EBOOL	%Q0.10.23		
Q_K3P01	EBOOL	%Q0.10.24		

Figure 4.2 : Liste des sorties de l'automate

c) Variables d'états internes : voir annexe B

4.2.1.2. Configuration du matérielle

Pour notre mémoire, et vue au nombre de variables, on aura besoins d'un Modicon M340 Ethernet avec un rack de 12 positions,

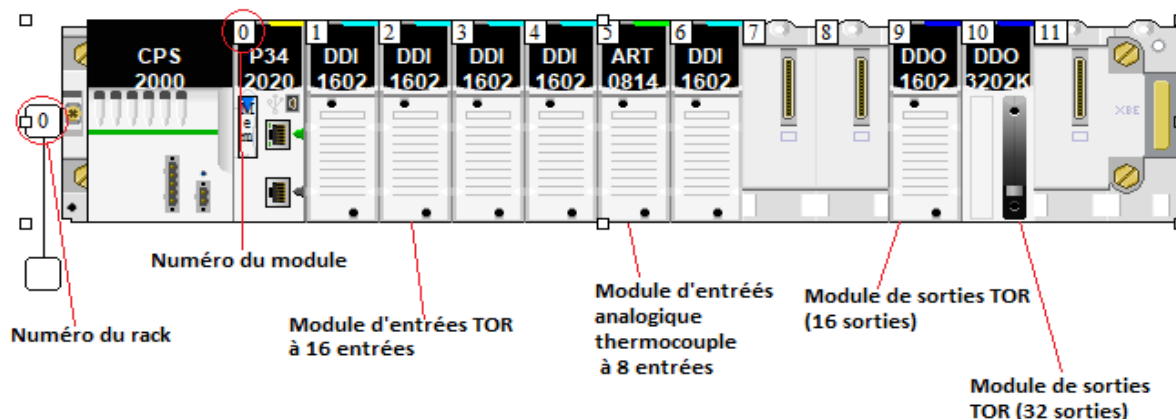


Figure 4.3 : Configuration matérielle de l'API sous Unity Pro

L'adressage des données est comme suit : $\%Xr.m.v$, ou :

- **X** : Type de variable et topologie, les plus distingués sont **I** : entrée TOR de l'automate, **Iw** : entrée mot, **Q** : sortie TOR de l'automate, **Qw** : sortie mot.
- **r** : Numéro du rack.
- **m** : Numéro du module.
- **v** : Numéro de la voie dans le module.

Exemple : La variable Q_K3K031B à l'adresse $\%Q0.9.1$: Voie 2 du module 9 dans le rack 0. On peut voir dans le module 9 que chaque variable a une étiquette sur la voie à laquelle elle est adressée :

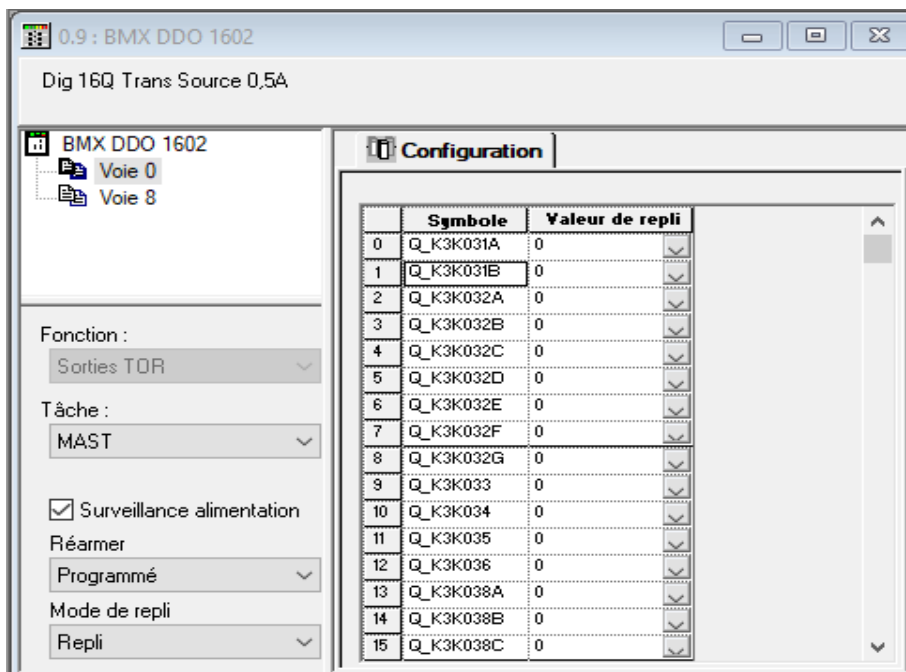


Figure 4.4 : Variables dans le module n°9

Il existe aussi les variables internes, ce sont des variables définies par l'utilisateur et on peut les lire et les écrire, exemples : $\%M20$: Bit numéro 20 de type EBOOL.

$\%MW100$: Mot numéro 100.

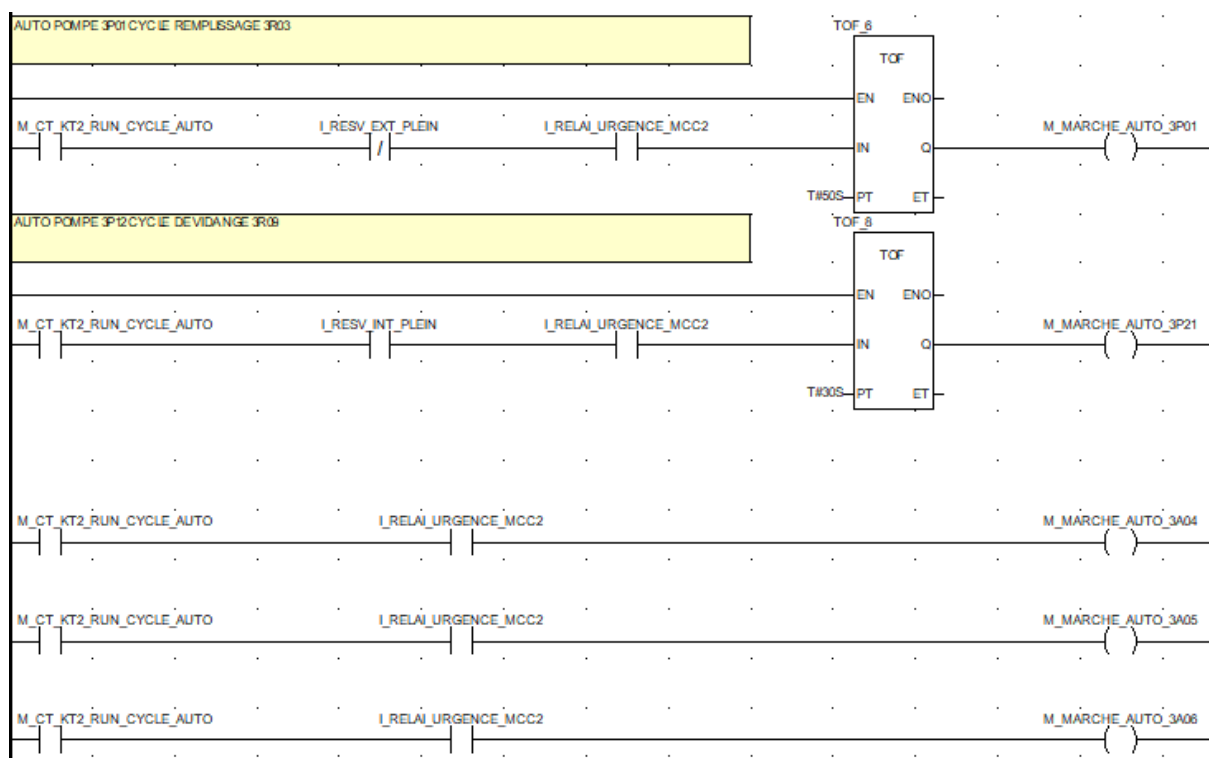
4.2.2. Programmation

Notre programme est devisé en trois parties, une pour la gestion des réservoirs (alimentation en boue et évacuation d'eau), la deuxième pour le filtre et la dernière pour le four.

4.2.2.1. Gestion des réservoirs

Le réservoir externe de référence est celui d'où provienne directement la matière première à traiter, il doit être alimenté. Pour éviter les pertes de la matière quand le réservoir est plein, un temps de 60 secondes et suffisant pour diminuer le niveau d'eau et ainsi éviter le gaspillage.

Le réservoir interne est utilisé pour stocker l'eau provenant du processus de filtration, cette eau doit être évacuée aux bassins extérieurs d'où provient la boue, permettant ainsi de créer un cycle de circulation d'eau des bassins au filtre, et ainsi réutiliser l'eau. Le réservoir est vidé pendant 30 secondes quand le capteur de niveau est activé. Voici le programme qui gère le fonctionnement de ces réservoirs :



4.2.2.2. Filtre presse

- ✓ Le filtre est programmé en deux langages : Diagramme fonctionnel en séquence SFC et Langage à contacts LD;
- ✓ Le programme principal du filtre est en SFC, et les transits peuvent être des variables ou des sections d'autre type de langage (dans notre cas LD),
- ✓ Les actions aussi peuvent être programmées comme des sections en d'autres langages.

4.2.2.2.1. Programme principale du filtre en SFC

Création d'une nouvelle section que l'on a nommée **Filtre** :

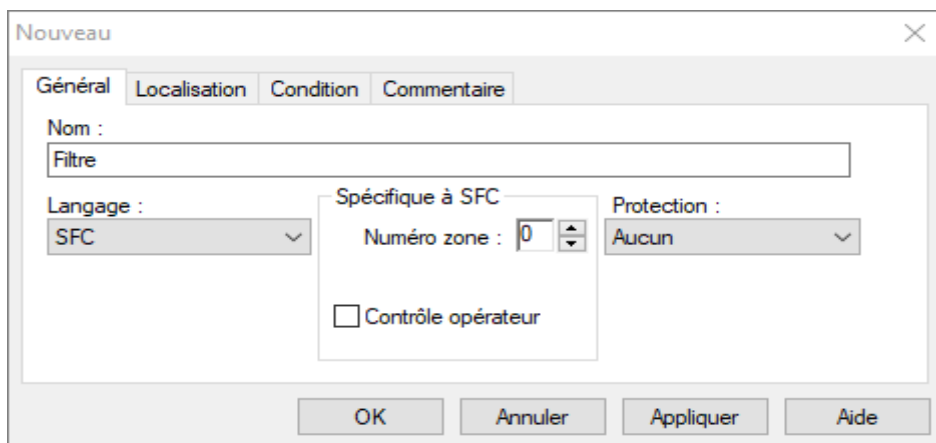


Figure 4.5 : Création de la section SFC du filtre

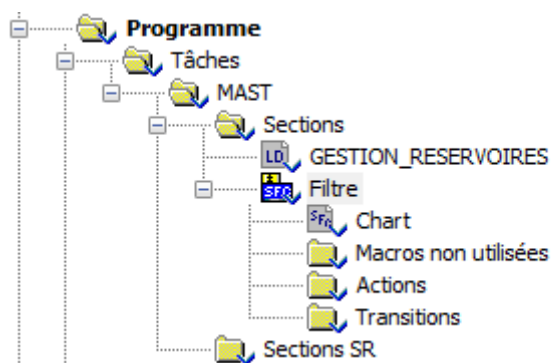


Figure 4.6 : Vue des sections du programme dans le navigateur de projet

L'élément **Chart** représente le schéma SCF du programme principal du filtre, en programmant ce schéma, les actions associées aux étapes du programme peuvent être programmées dans la fenêtre de configuration des propriétés des étapes ou dans une autre section incluse dans l'ensemble filtre que l'on nommera **ACTIONS_FILTRE**. Pour les transitions, elles peuvent être des variables ou des sous programmes inclus dans la section transitions, lors de la création d'une transition la fenêtre des propriétés de transition apparaît comme suit :

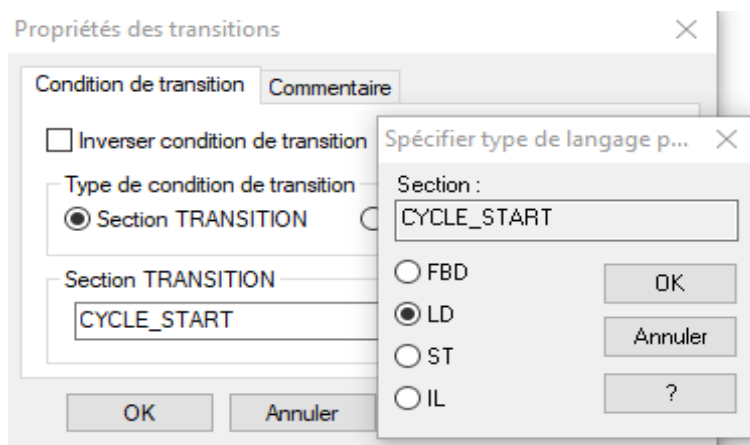


Figure 4.7 : Fenêtre des propriétés des transitions

En choisissant section TRANSITION on peut choisir le langage de programmation et la transition s'affichera dans l'ensemble transition du programme Filtre dans le navigateur de projet :

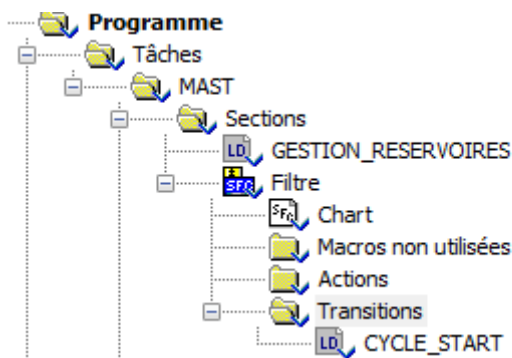
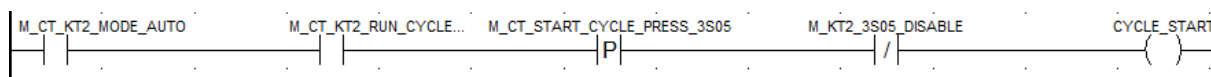


Figure 4.8 : Développement de la vue du programme du filtre dans le navigateur du projet

On poursuit la création de la transition **CYCLE_START** sous l'éditeur LD :



De cette même procédure on continue la création du programme SFC qui décrit le fonctionnement du filtre,

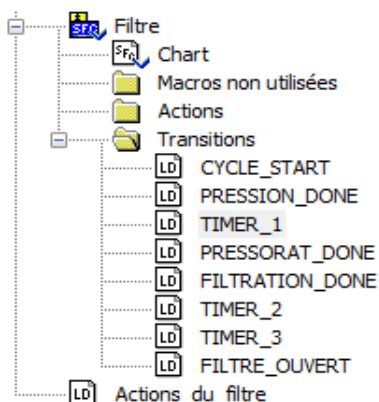


Figure 4.9 : Vue finale des composants du programme du filtre dans le navigateur de projet

La définition des transitions nous permet de finaliser l'élaboration du schéma SFC du filtre. On n'est pas obligé de suivre un ordre précis lors de cette élaboration, on peut dessiner le schéma SFC en premier puis programmer ensuite les transitions et les actions. Le schéma SFC qu'on a réalisé est comme suit :

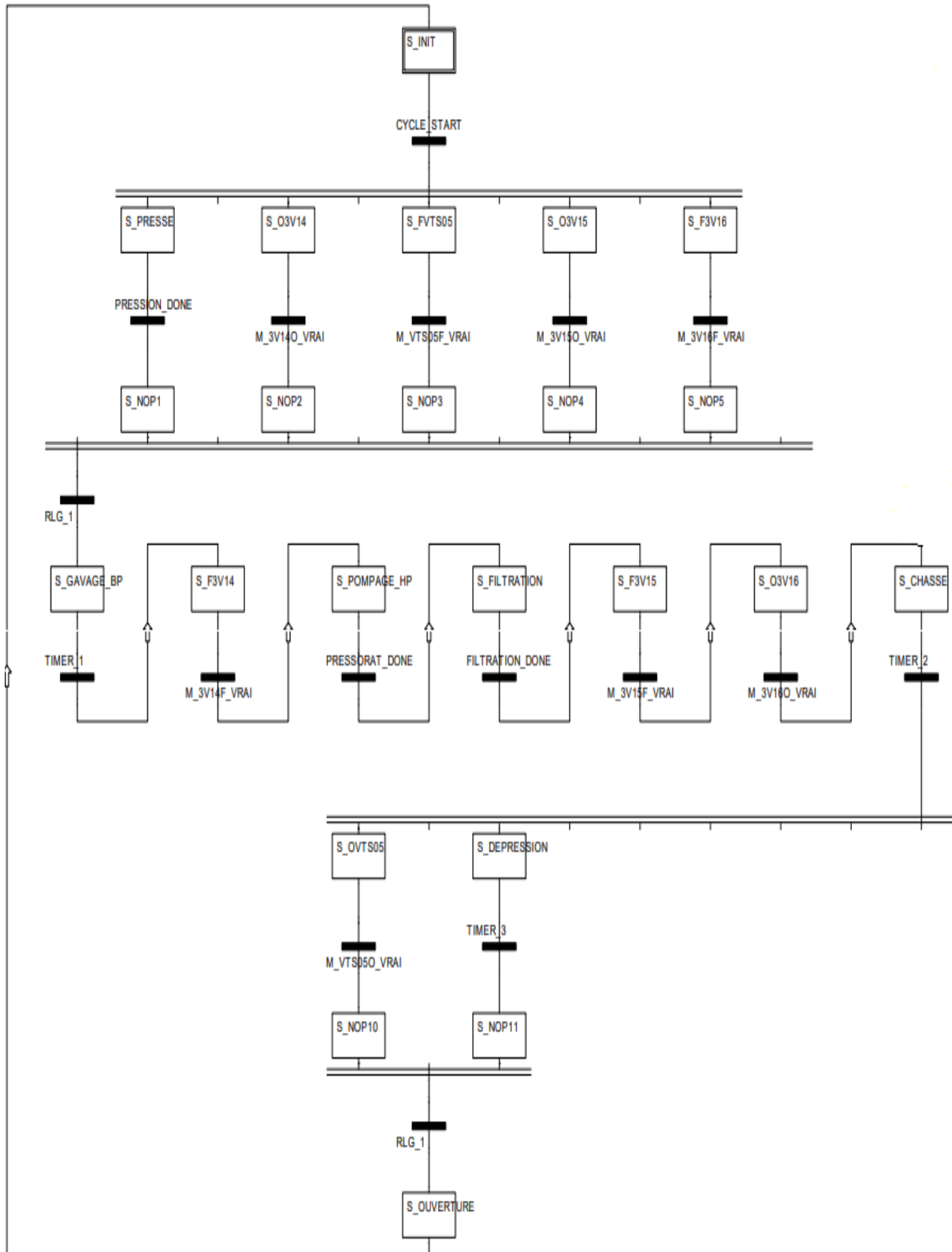
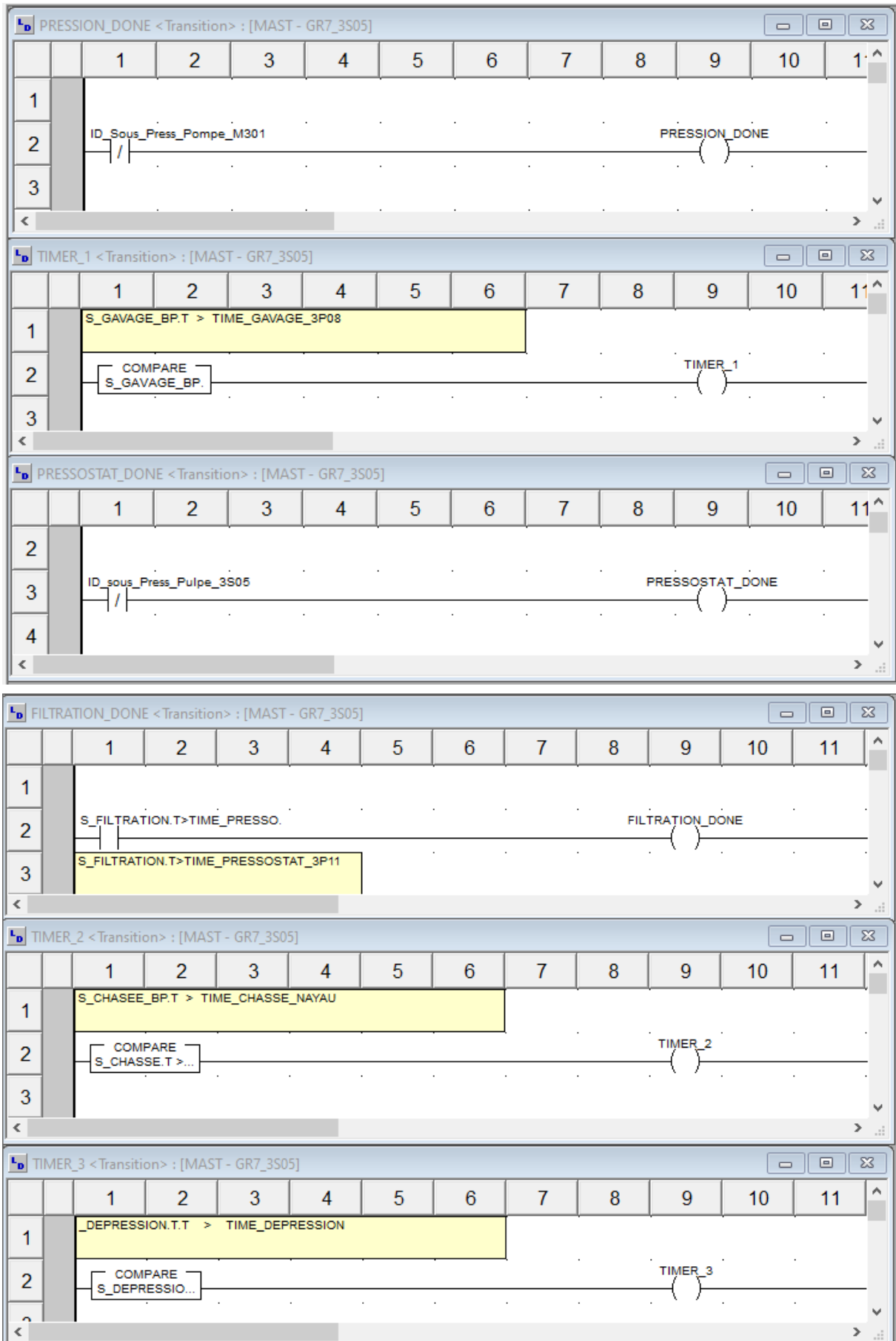


Figure 4.10 : Schéma SFC principale du filtre dans Unity Pro

On ce qui suit, on va continuer et démontrer la création et la configuration des sections LD des transitions et des actions du fonctionnement du filtre.

4.2.2.2. Transitions



Dans le cas d'une transition qui s'effectue après un certain temps, on peut prédéfinir ce temps et le comparer avec le temps d'activité d'une étape en utilisant le bloc de comparaison comme suit :

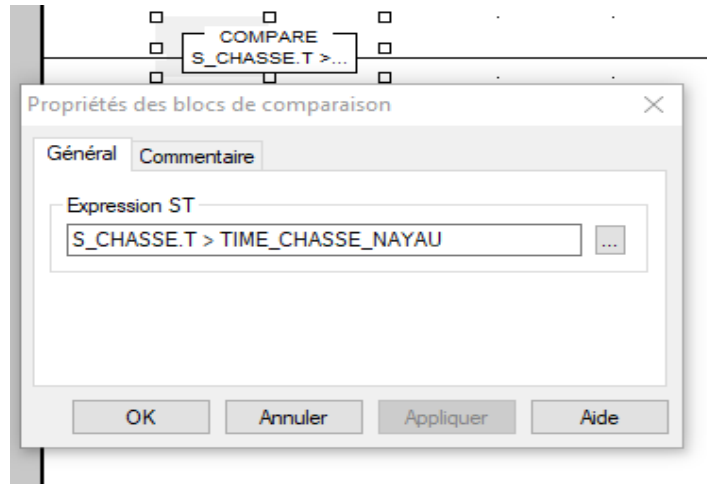
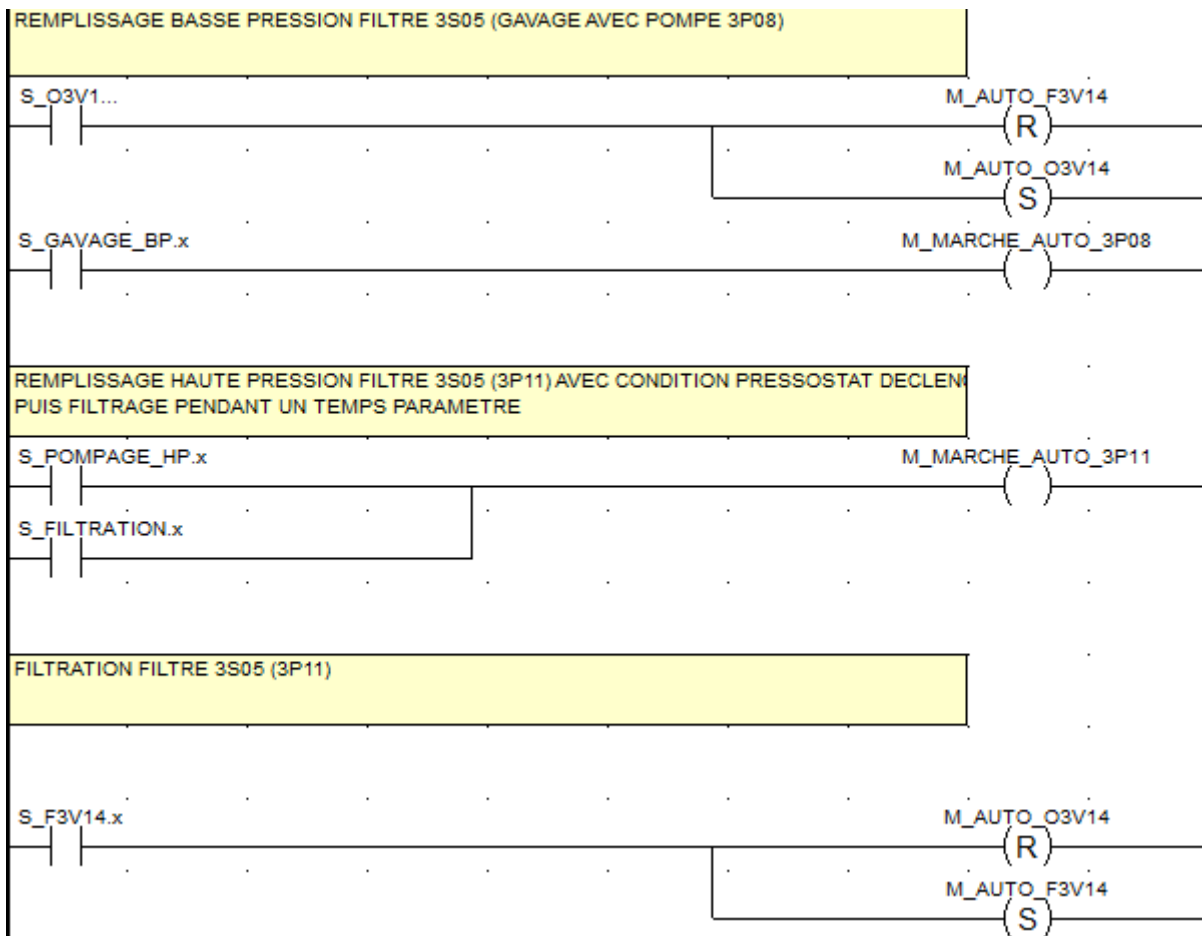


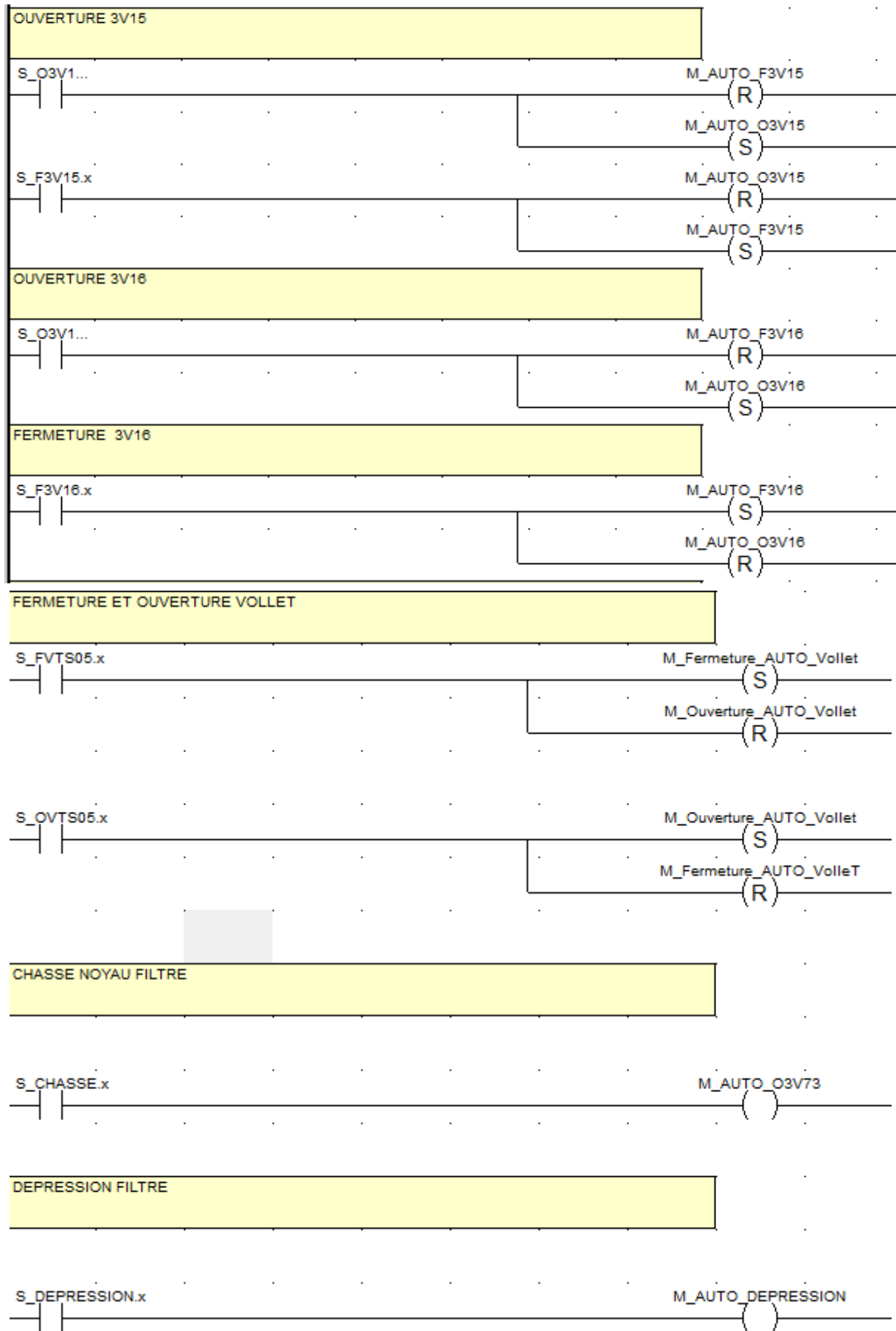
Figure 4.11 : Fenêtre de propriétés de bloc de comparaison

La syntaxe pour exprimer le temps d'activité d'une étape est **nom_de_l'étape.T**, par exemple dans la figure : S_CHASSE.T est le temps d'activité de l'étape S_CHASSE.

4.2.2.3. Actions du filtre

En ce qui suit, les actions à prendre dans chaque étape du SFC :

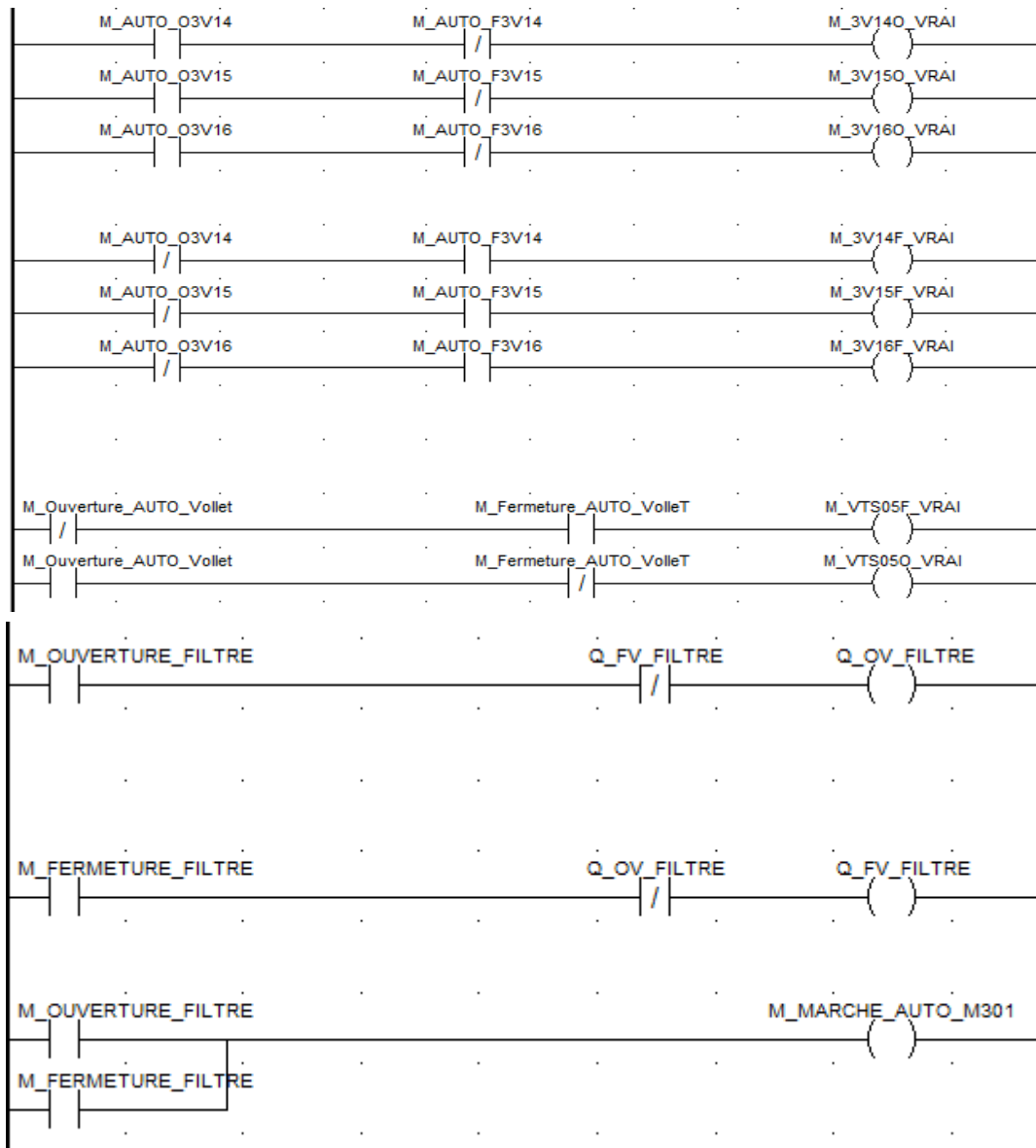




S_PRESSE.X est une valeur booléenne qui signifie que l'étape S_PRESSE est actuellement en activité, cette valeur devient égale à zéro lorsque l'étape n'est pas active (passée ou n'est pas encore arrivée).

- **Organisation du fonctionnement des vannes du filtre :**

Un programme pour organiser l'ouverture et la fermeture des vannes est nécessaire afin d'éviter des erreurs de fonctionnement, le programme est le suivant :

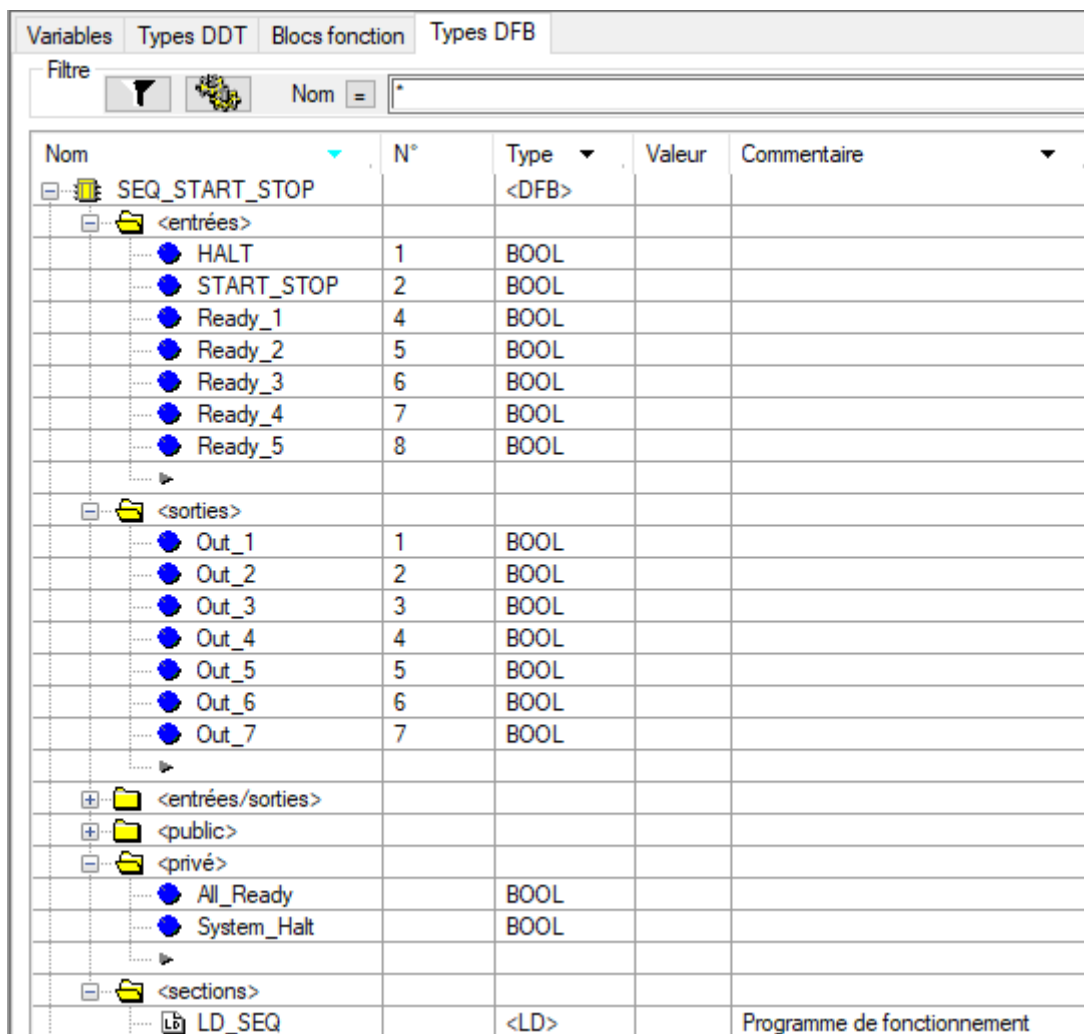


4.2.2.3. Four et convoyeurs

Certains ventilos et convoyeurs ont les mêmes conditions d'activation et de désactivation, pour mieux organiser le programme et éviter de le prolonger, on a eu recours à la création d'un bloc fonction qui nous permet de regrouper chaque groupe de moteurs avec les conditions de fonctionnement associées.

- **Création du bloc fonction personnalisé :**

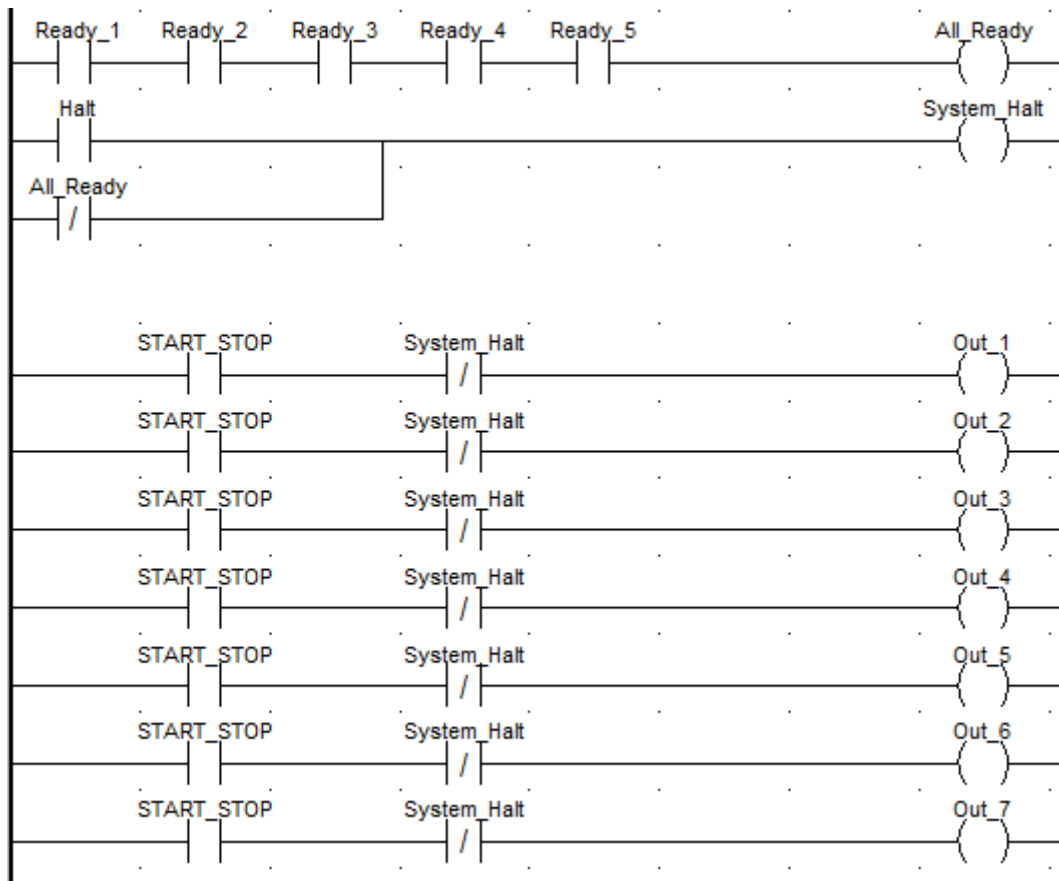
Sous le navigateur du projet, on ouvre l'éditeur de données sur la section Types DBF et on crée un nouveau, on ajoute et modifie ses sorties et entrées et son programme à exécuter, nous avons créé le bloc fonction **SEQ_START_STOP** comme suit :



Nom	N°	Type	Valeur	Commentaire
SEQ_START_STOP		<DFB>		
<entrées>				
● HALT	1	BOOL		
● START_STOP	2	BOOL		
● Ready_1	4	BOOL		
● Ready_2	5	BOOL		
● Ready_3	6	BOOL		
● Ready_4	7	BOOL		
● Ready_5	8	BOOL		
>				
<sorties>				
● Out_1	1	BOOL		
● Out_2	2	BOOL		
● Out_3	3	BOOL		
● Out_4	4	BOOL		
● Out_5	5	BOOL		
● Out_6	6	BOOL		
● Out_7	7	BOOL		
>				
<entrées/sorties>				
<public>				
<privé>				
● All_Ready		BOOL		
● System_Halt		BOOL		
>				
<sections>				
Lb LD_SEQ		<LD>		Programme de fonctionnement

Figure 4.12 : Identification des paramètres du DBF SEQ_START_STOP

Après l'identification des entrées, sorties et variables publiques et privées du DBF, on a déterminé son programme de fonctionnement qui est la section LD LD_SEQ comme suit :



On obtient le bloc FB dérivé suivant :

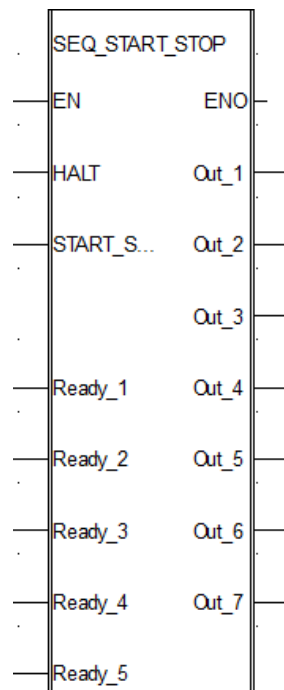
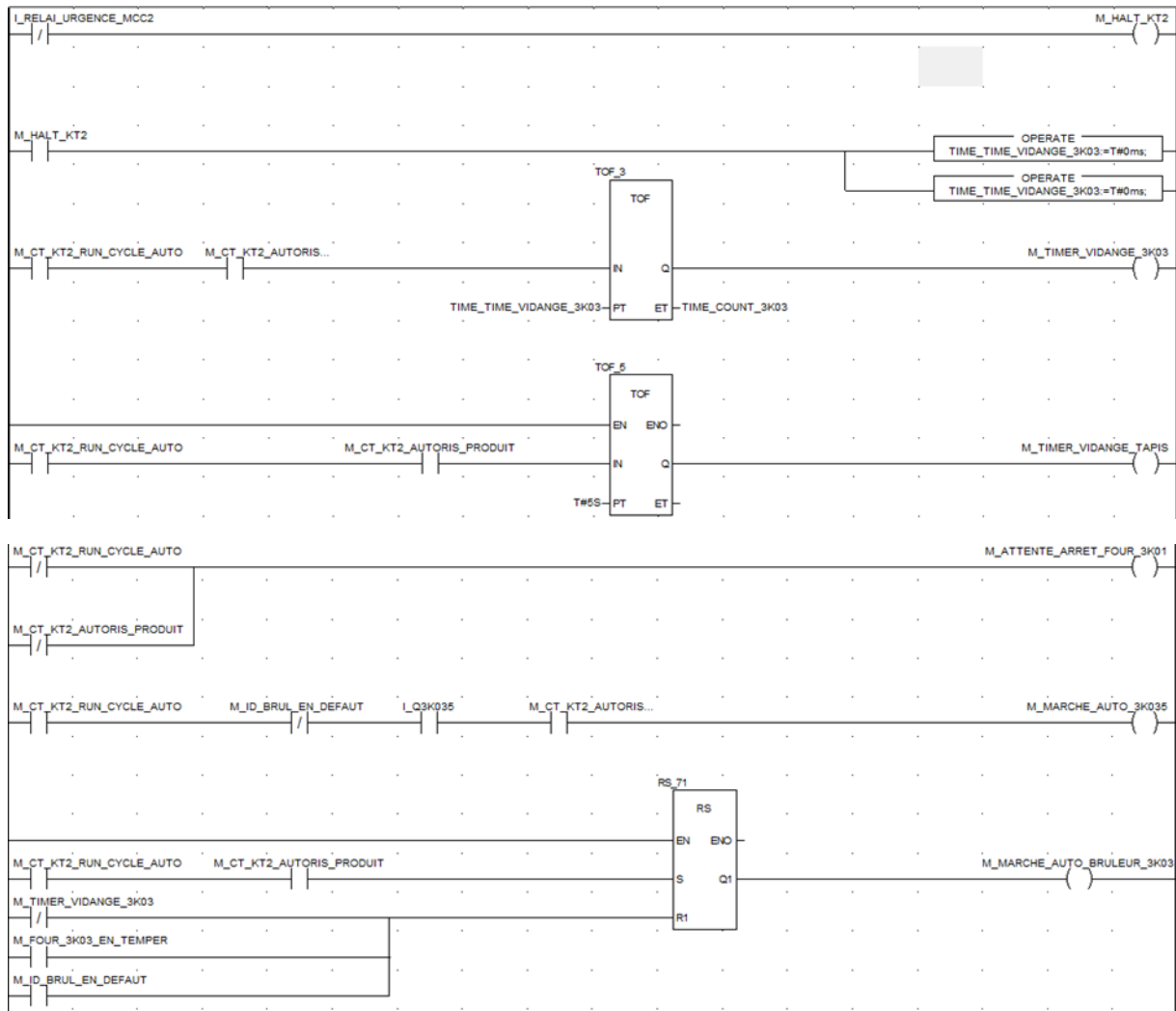
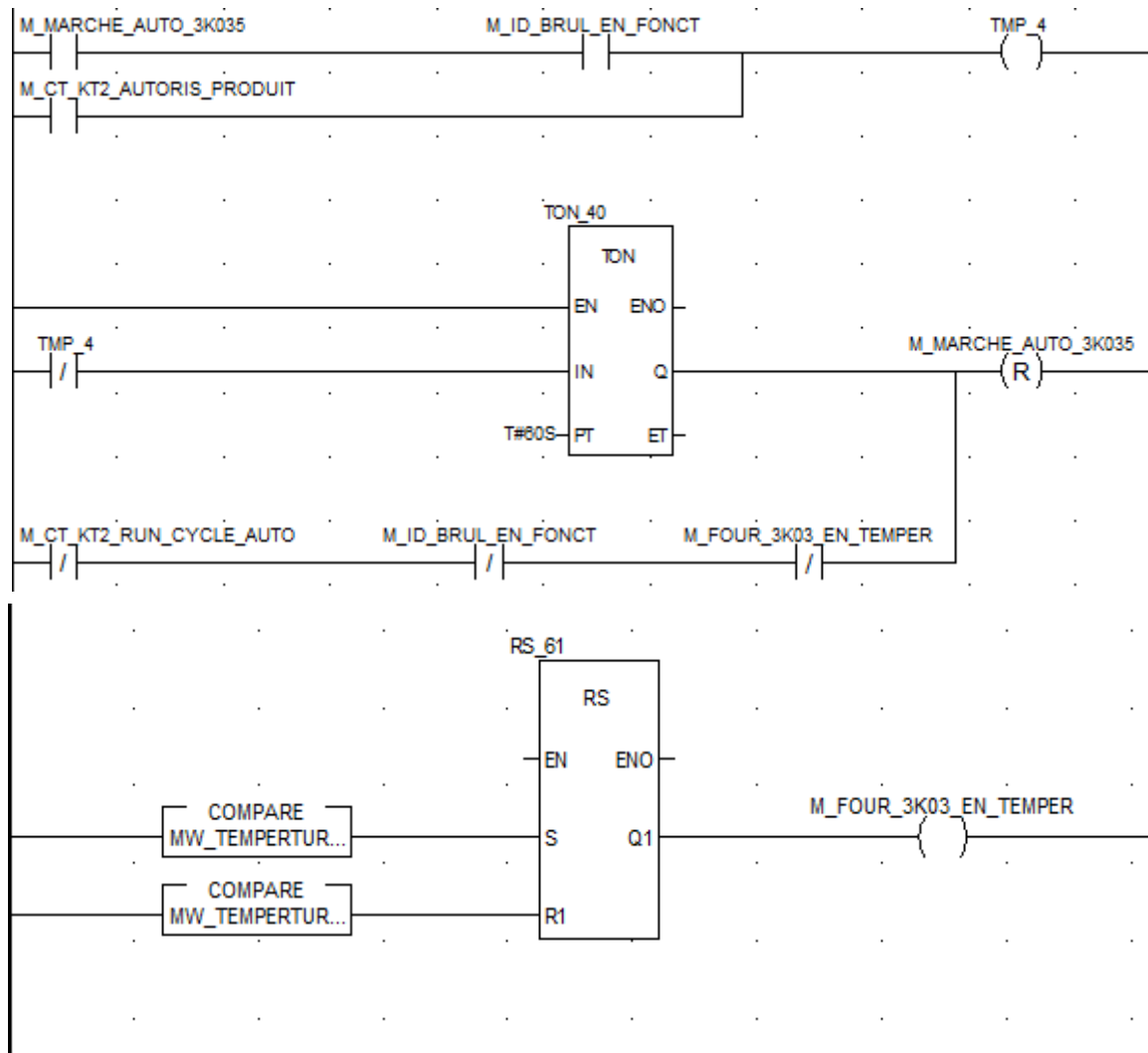


Figure 4.13 : Apparence du DBF SEQ_START_STOP dans l'éditeur LD

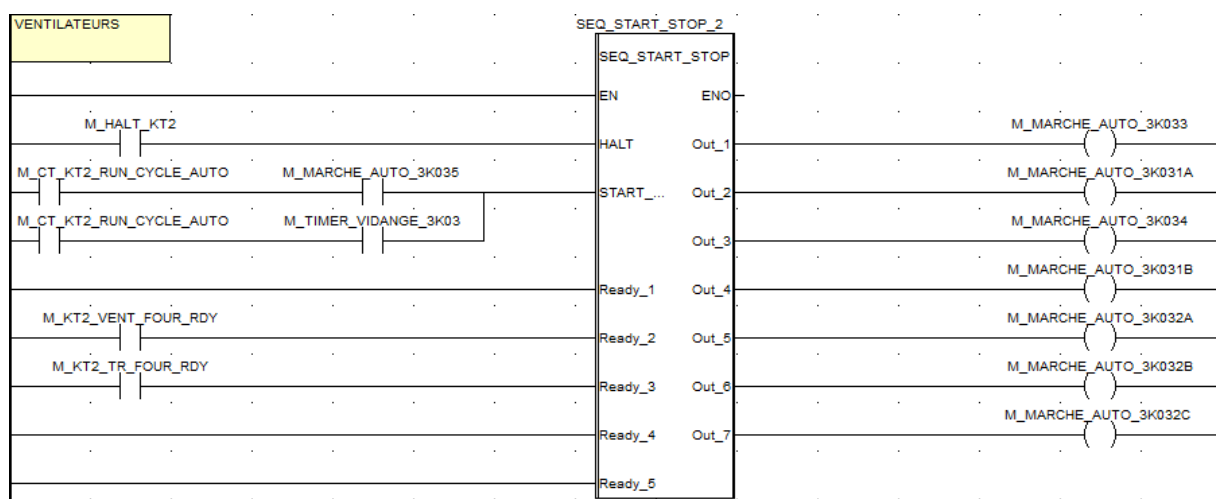
Programme de fonctionnement du four

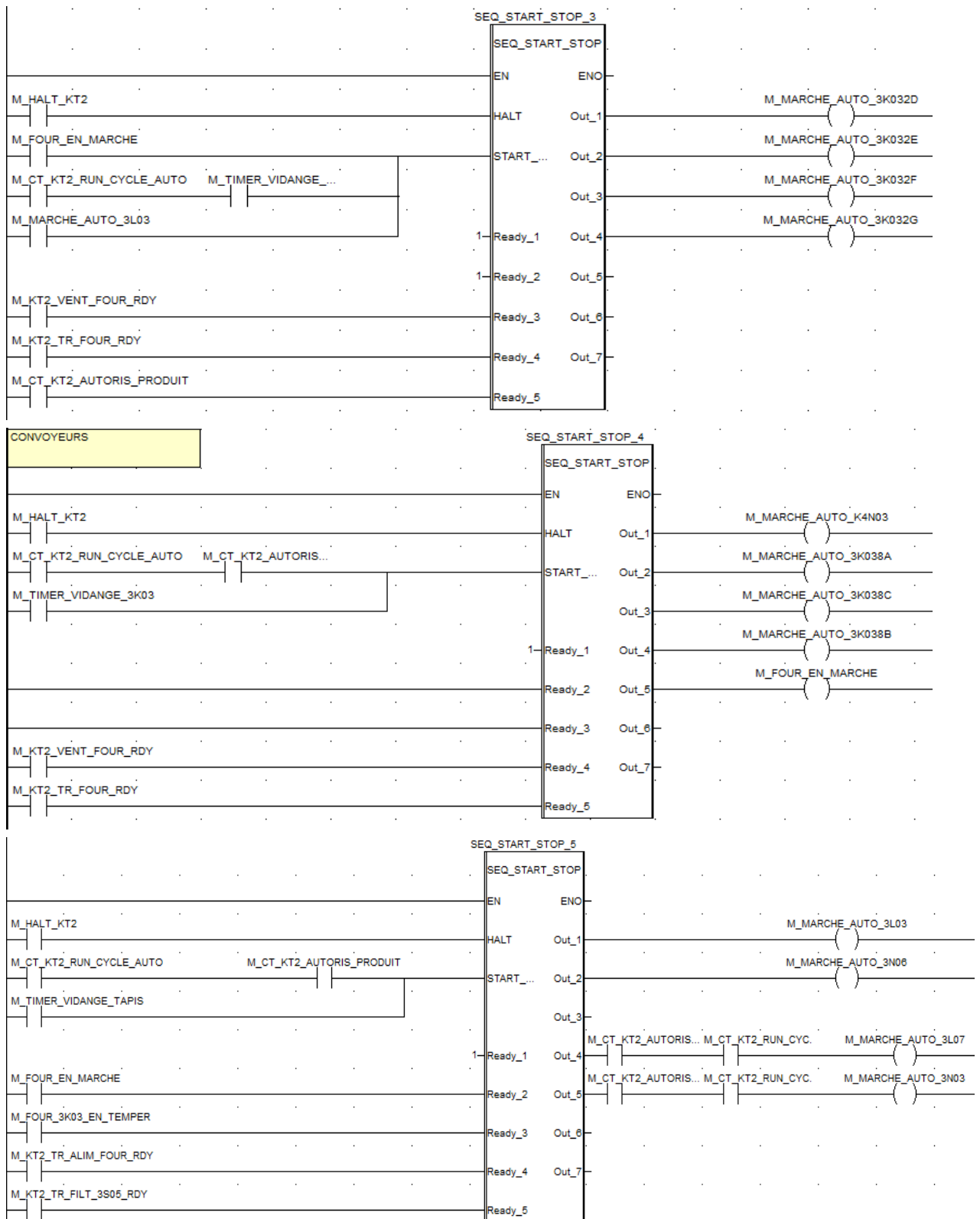


Maintenant, on présente le programme en langage ladder de la régulation du fonctionnement du bruleur. Pour le séchage du produit, et dans le but de maintenir la température dans l'intervalle mentionné dans le cahier de charges, le ventilateur 3K035 de soufflage du bruleur s'arrête en cas où la température dépasse le seuil et fonctionne une fois la température diminue de 5°C du seuil consigné dans le cahier de charges. Le bruleur s'arrête en cas de défaut. Le programme est donné dans la section suivante :

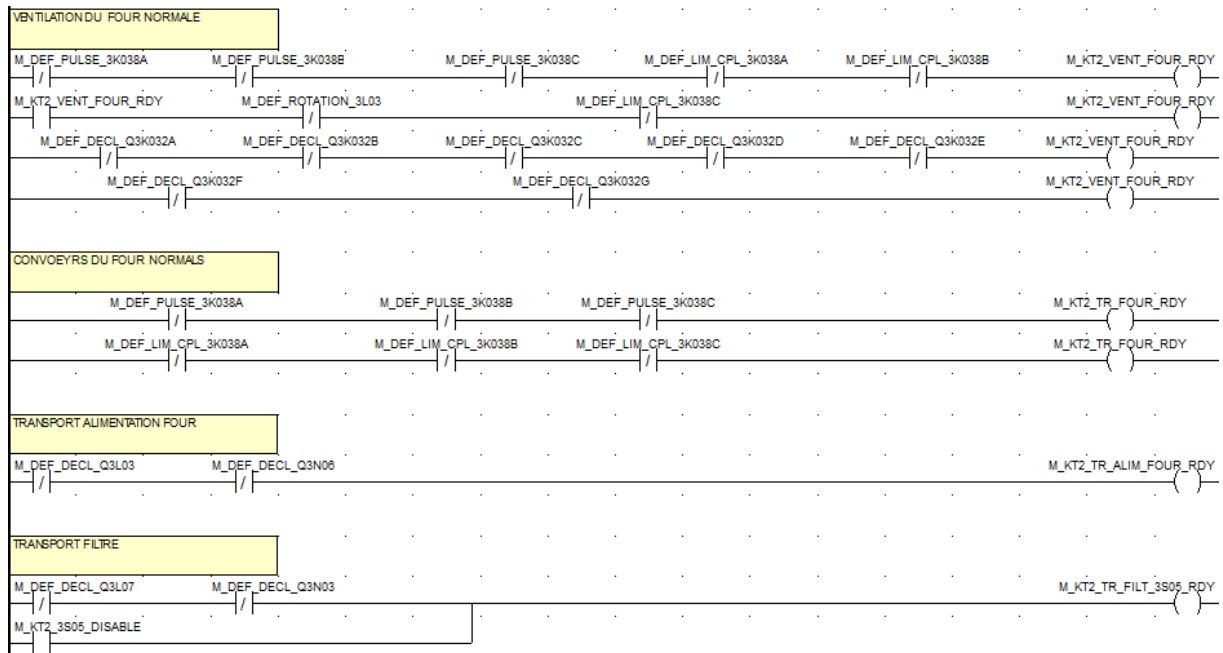


La section suivante présente la gestion du fonctionnement des ventilos et des convoyeurs dedans le four, du convoyeur provenant du filtre, du malaxeur et du convoyeur d'évacuation :



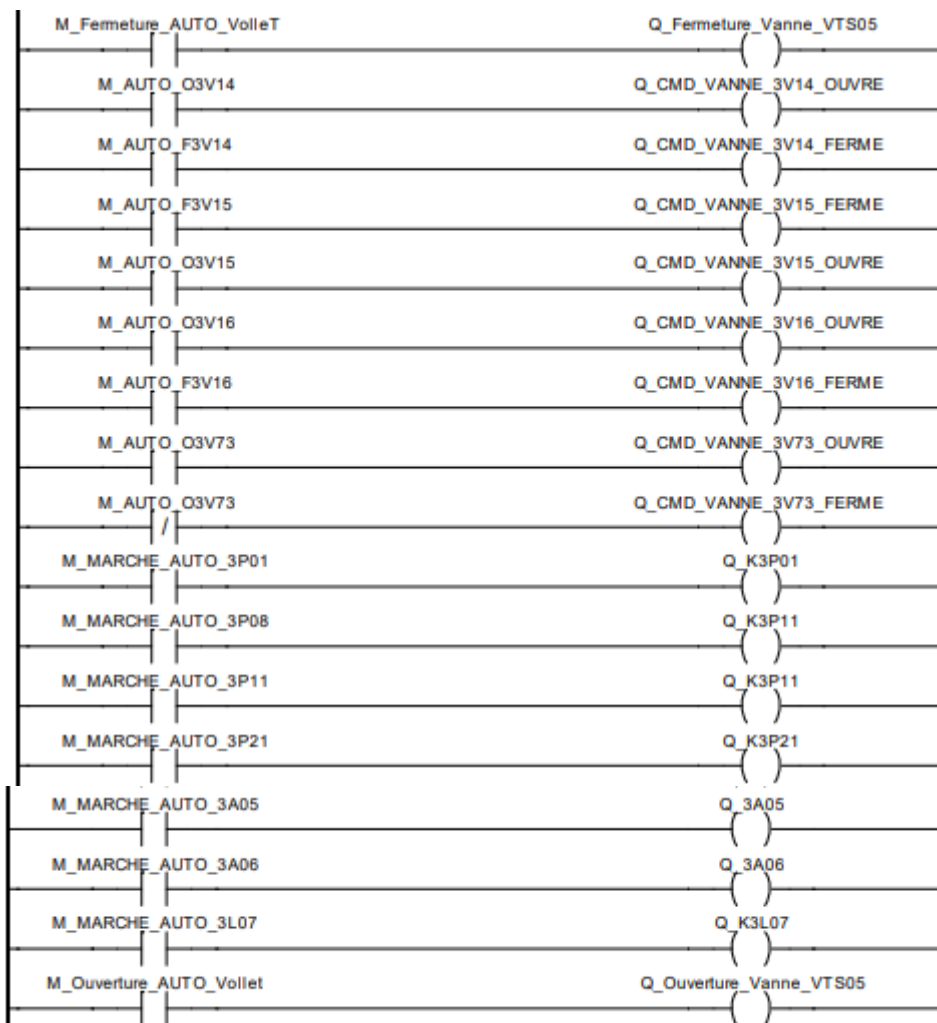


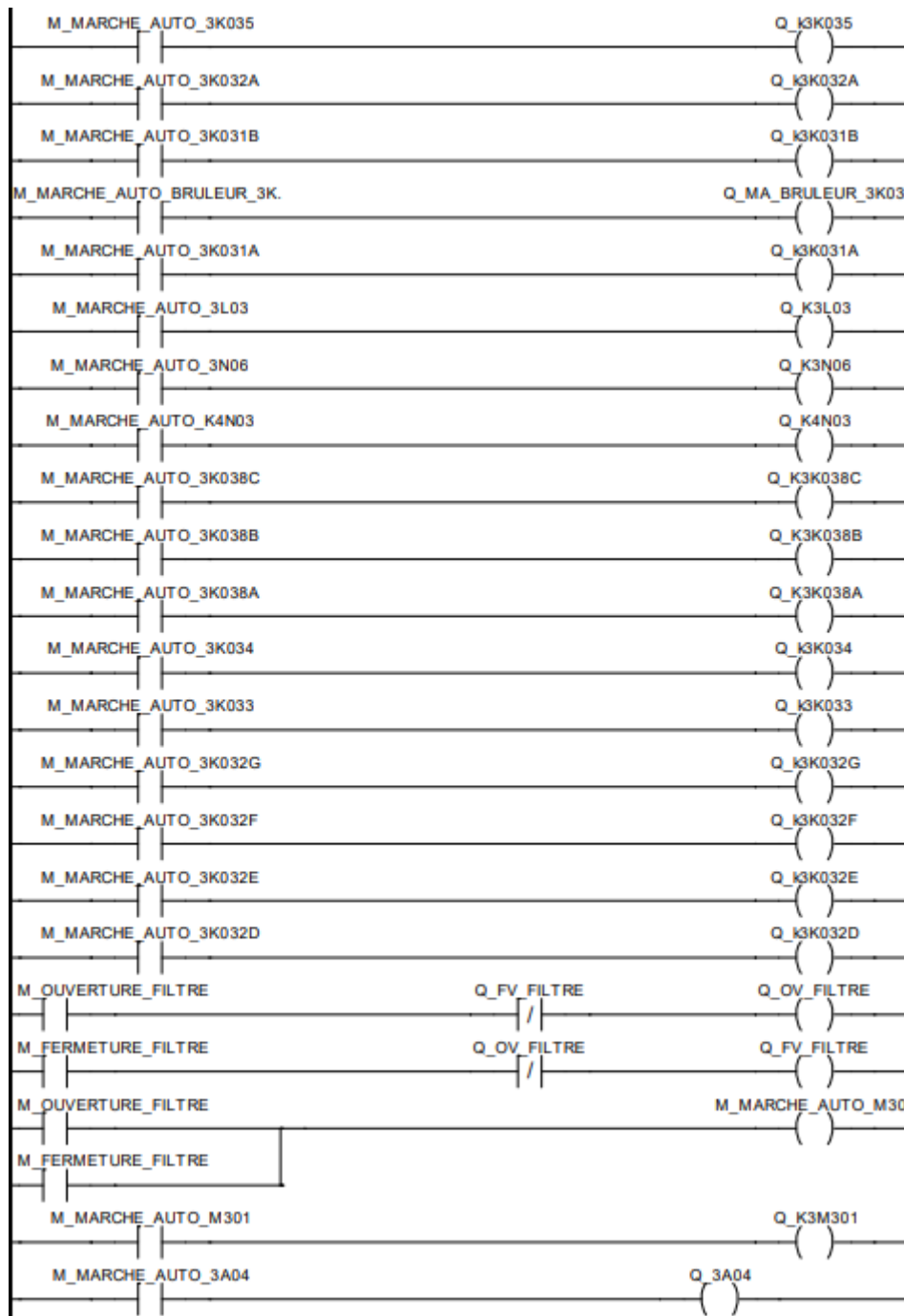
Cette section est désignée pour remplir les conditions du fonctionnement du programme précédent :



4.2.2.4. Validation des sorties :

Le programme de validation des sorties est le suivant :





4.2.2.5.Simulation :

Après avoir fini l'élaboration du programme, on effectue une analyse d'erreurs depuis la barre d'outils, si le programme n'est pas erroné, il est possible donc de le simuler en choisissant le mode simulation depuis la barre des outils aussi.

En mode simulation, il est possible de modifier les valeurs des variables internes et de forcer celles des variables associées aux modules d'entrées.

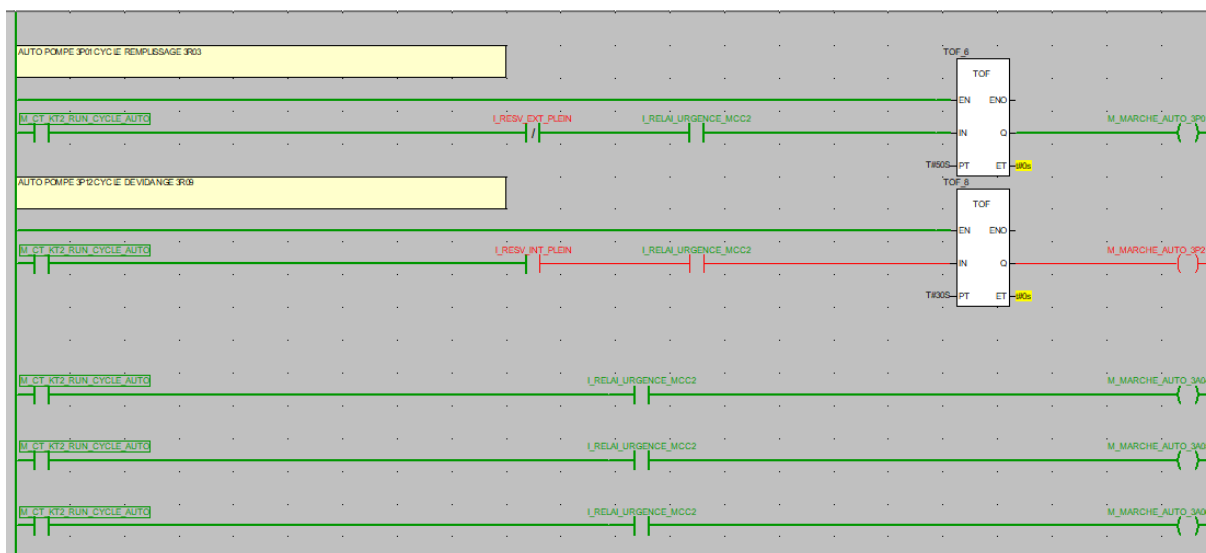


Figure 4.14 : Simulation du programme de gestion des réservoirs dans Unity Pro

4.3. Supervision

Dans cette phase on va présenter le logiciel utilisé pour la supervision Vijeo Citect, Ainsi que l'application développée servant à superviser les réservoirs, le filtre et le four.

4.3.1 Vijeo Citect

Vijeo Citect est un logiciel de de contrôle, supervision et acquisition des données (SCADA), permet de gérer et de visualiser nombreux types de procès manufacturiers, de production, de distributions de services publiques, et de gestion d'installations.

Les graphismes, les commandes, les données de configuration et les outils de programmation associés à Vijeo Citect sont configurés et implémentés à travers des projets. Un projet agit comme une représentation numérique de l'installation concernée, ainsi permettant la supervision et le contrôle de l'installation en temps réel.

➤ Outils principaux de Vijeo Citect :

- **Espaces de travail :** En exécutant l'application Vijeo Citect, ces trois espaces apparaissent simultanément :
 - **Explorateur de projet Citect :** Permet de créer et de gérer des projets, l'explorateur affiche la liste des projets créés et offre un accès direct à leurs composants, cet outils est aussi utilisé pour renommer, sauvgarder, réstaurer et supprimer les projet.
 - **Editeur de projet Citect :** L'outil utilisé pour la configuration et la gestion des données du projet, que ce soit des variables, alarmes, composants de communication...
 - **Editeur graphique Citect :** L'outil de création de l'interface graphique du projet, permet aussi la création et l'édition de composants graphiques.

- **Assistant de configuration de poste** : Permet de personnaliser l'installation d'un ordinateur et de définir son rôle (serveur, client).
- **Runtime Manager** : L'outil qui permet de visualiser et commander le projet en temps réel.
- **Pilotes** : Vijeo Citect peut communiquer avec plusieurs dispositifs d'entrées/sorties, y compris les automates, circuits en boucle, et les systèmes de commande distribués (DCS).

Les pilotes permettent d'établir une communication avec ces dispositifs via un nombre de différents protocoles (Ethernet, TCP/IP, sérial). Un pilote définit les paramètres nécessaires d'un projet spécifique qui vont permettre à Vijeo Citect de communiquer avec un dispositif, cela nécessite des informations à propos des ports E/S, des adresses des variables, des dispositifs et des cartes de communication.

4.3.2. Création de l'application de supervision

Tout d'abord on lance l'explorateur Citect, on sélectionne **nouveau projet** du menu **fichier** ; puis on donne un nom au projet, on choisit un emplacement pour le sauvegarder, et on choisit le type et la résolution des pages de graphismes ;

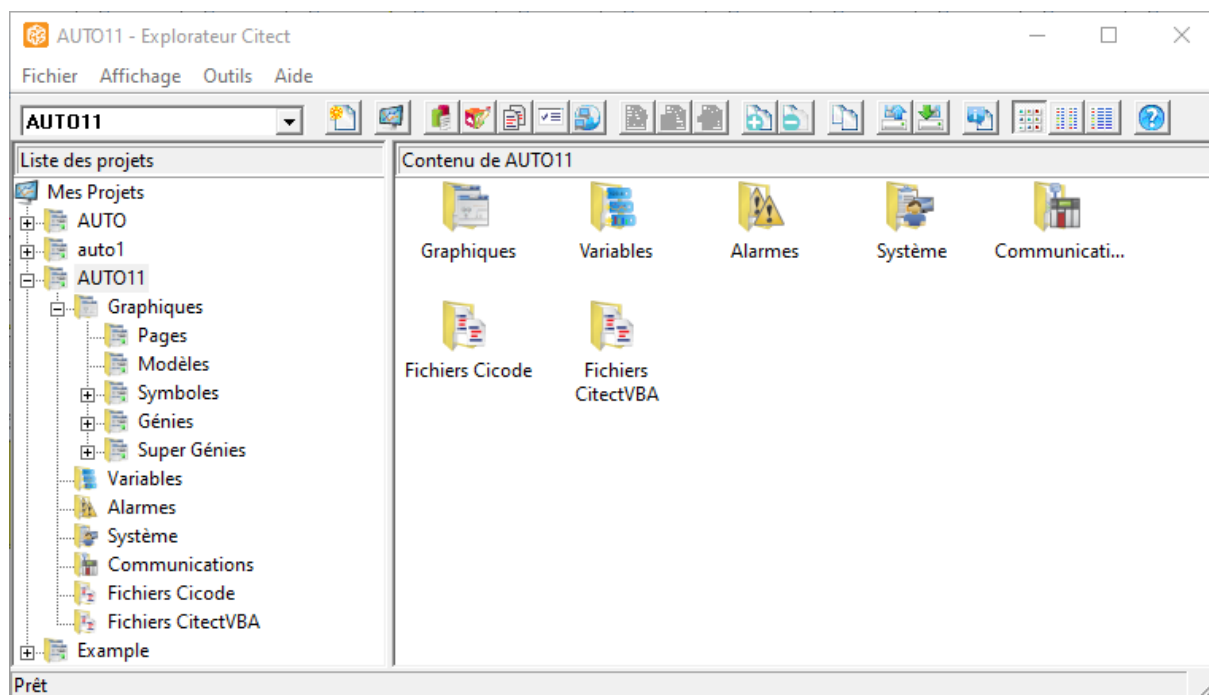


Figure 4.15 : Fenêtre de l'explorateur Citect

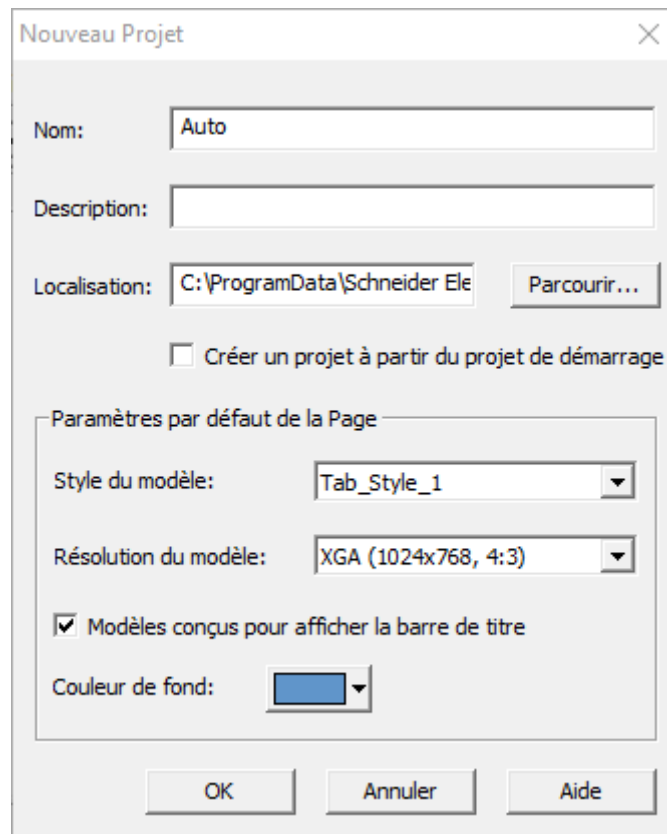


Figure 4.16 : Fenêtre de configuration des paramètres d'un nouveau projet dans Vijeo Citect

D'abord on définit un cluster et un port de communication dans la fenêtre de communications de l'explorateur Citect,

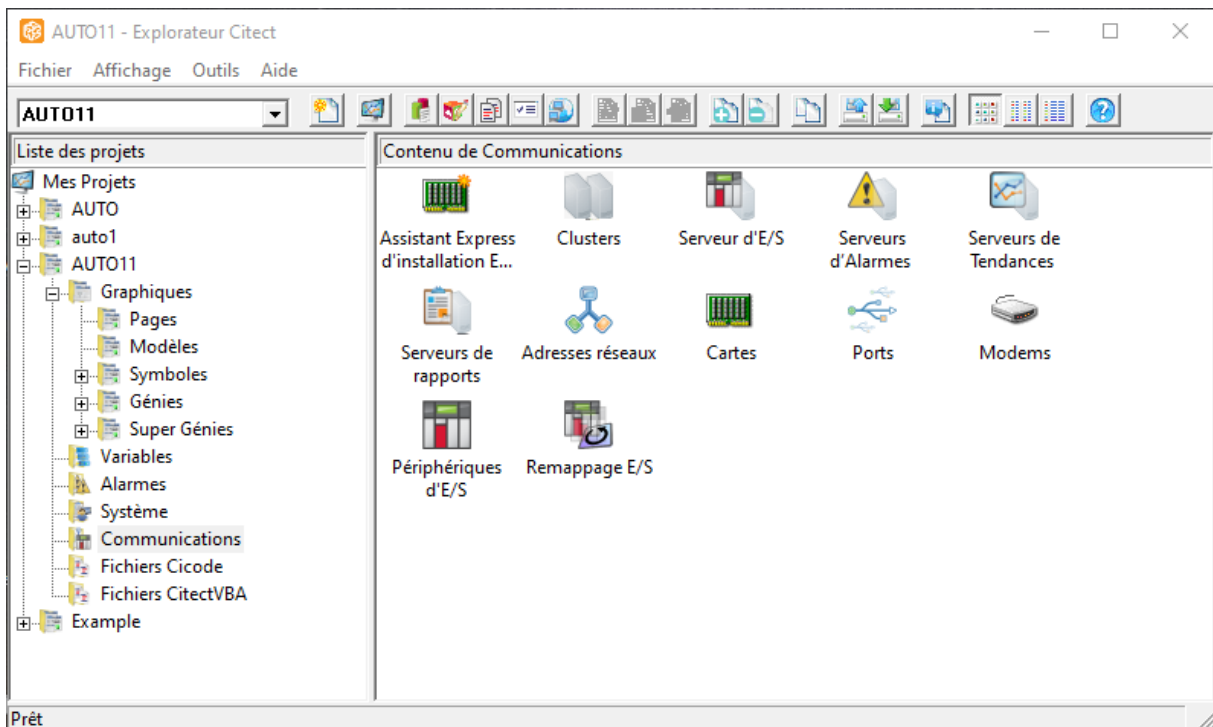


Figure 4.17 : Outils de configuration des communications

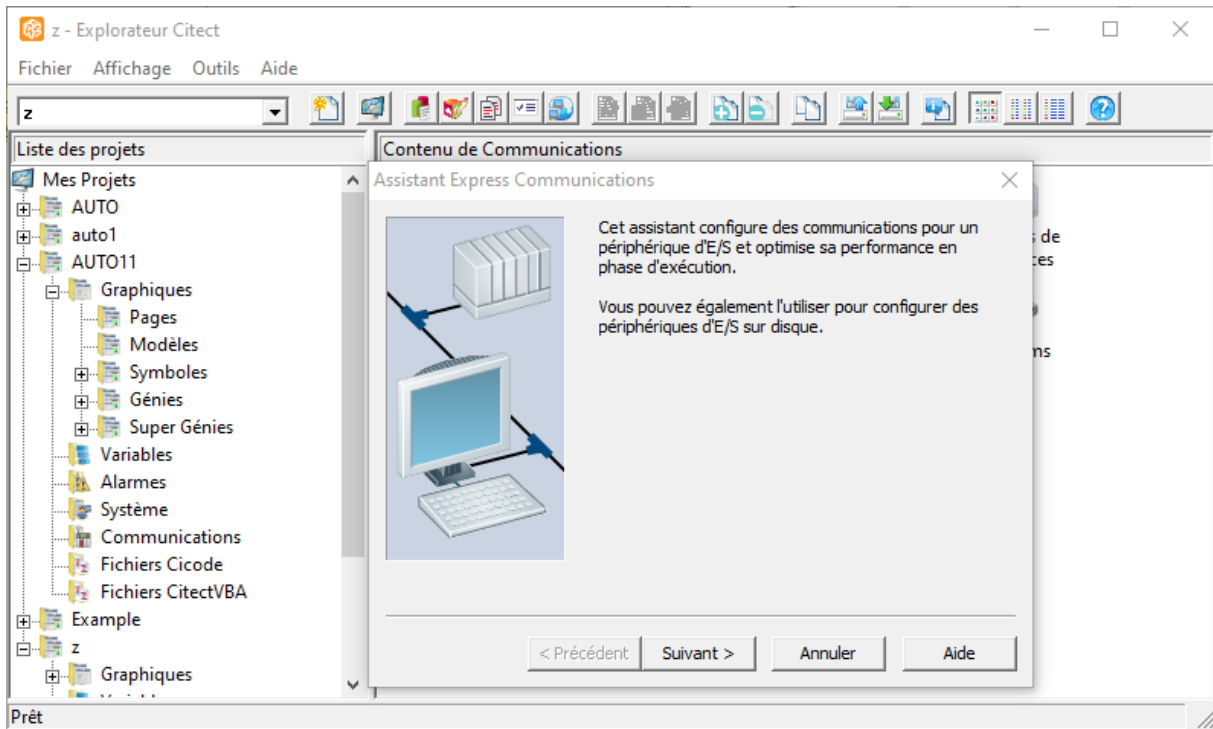


Figure 4.18 : Lancement de l'assistant express d'installation d'E/S

On définit un serveur d'entrées sorties, et un périphérique d'E/S qui est l'automate suivant comme suit :

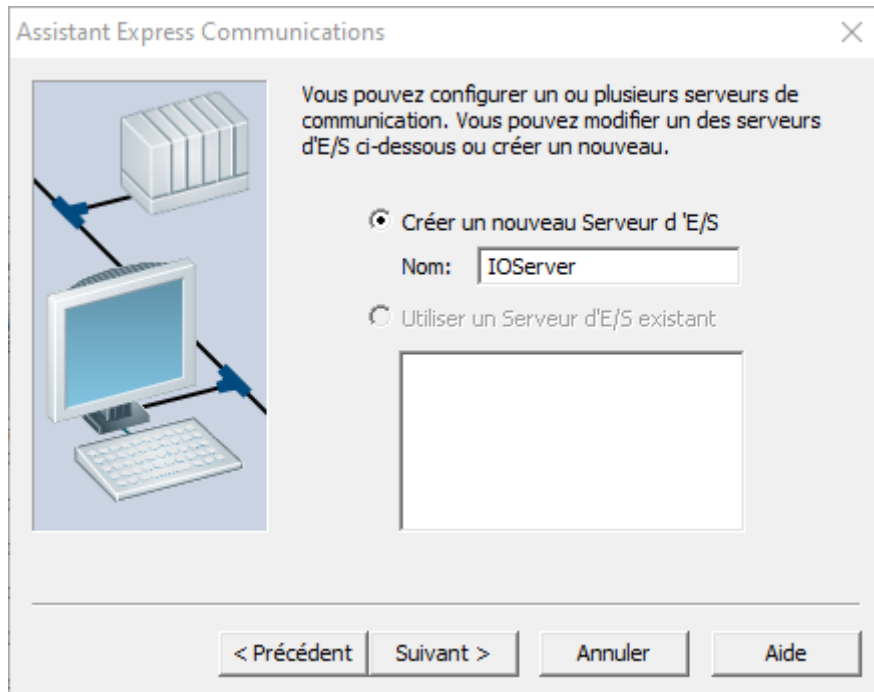


Figure 4.19 : Création d'un serveur d'E/S

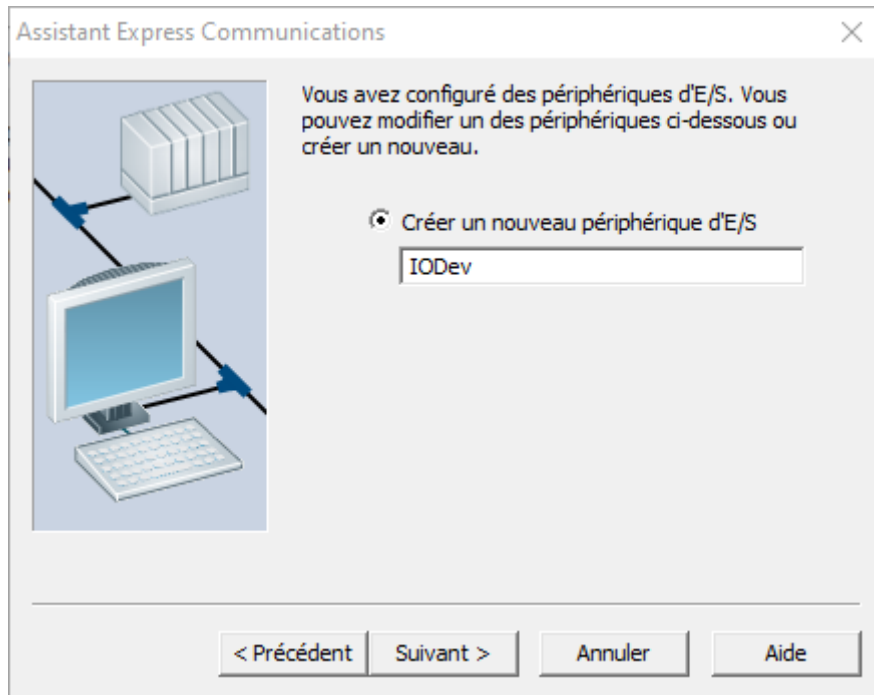


Figure 4.20 : Création d'un périphérique d'E/S

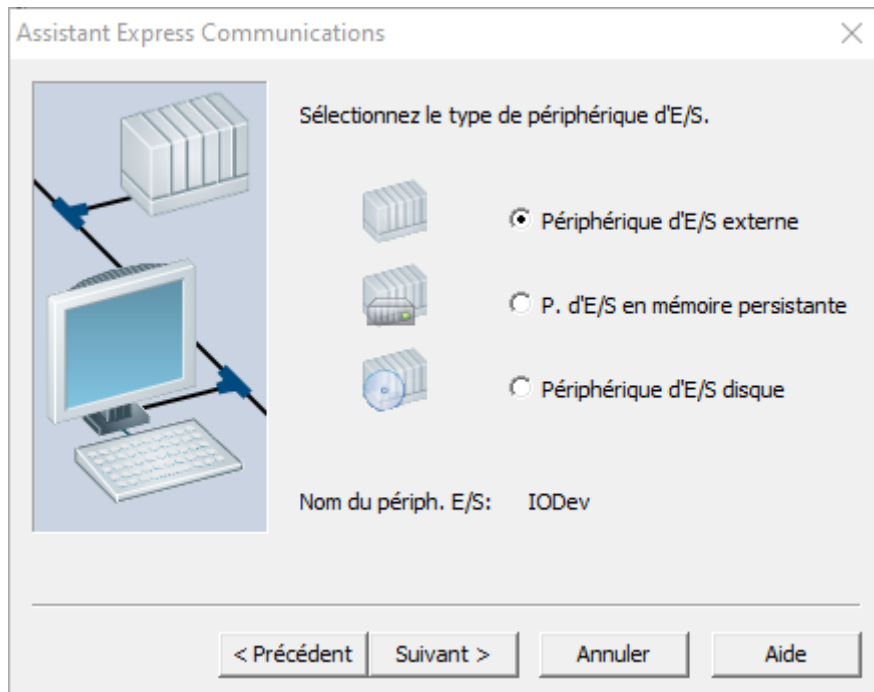


Figure 4.21 : Type du périphérique d'E/S

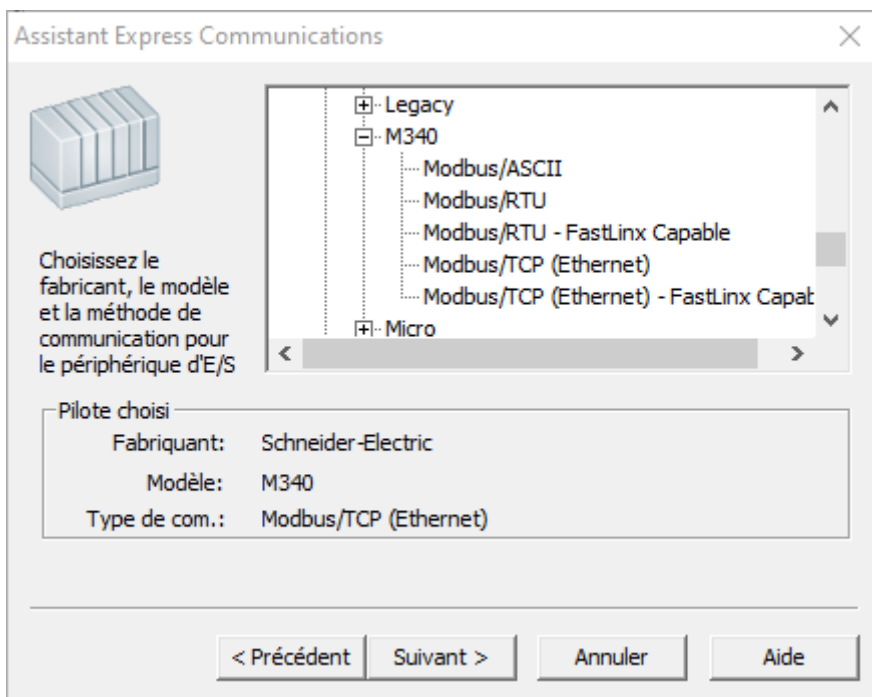


Figure 4.22 : *Choix du modèle du périphérique d'E/S*

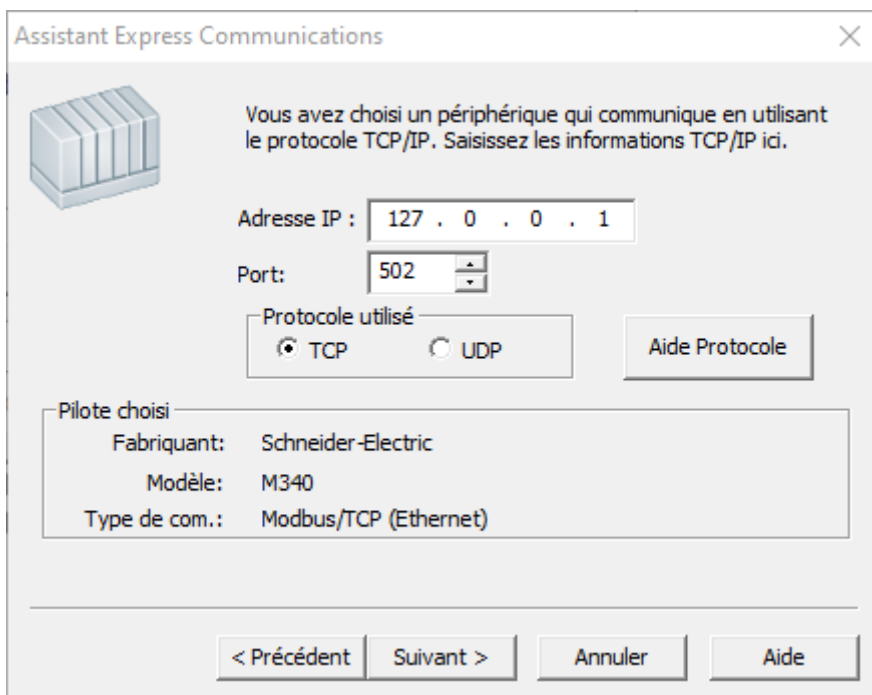


Figure 4.23 : *Insertion de l'adresse IP du périphérique*

Une fois le port d'E/S identifié, il faut définir le rôle de l'ordinateur en serveur et client de contrôle afin de garantir l'échange de données et ordres entre l'automate et l'ordinateur de supervision, cela ce fait grâce à l'assistant de configuration de poste.

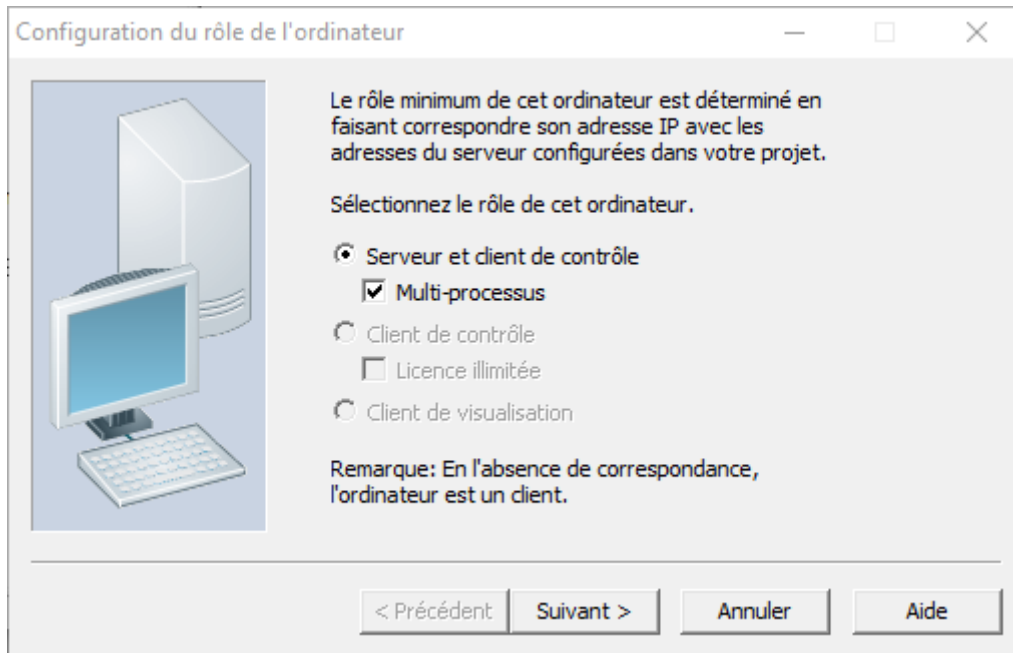


Figure 4.24 : Configuration du rôle de l'ordinateur

Les variables utilisées dans le programme sous Unity Pro doivent être importées et liées au programme de supervision, il y a plusieurs méthodes d'importation de variables de Unity Pro à Vijeo Citect, la plus simple serait de les déclarer, dans la page Variables de l'explorateur Citect, on déclare chaque variable essentielle dans la réalisation du programme de supervision en déterminant son nom, son type et son adresse comme suit :

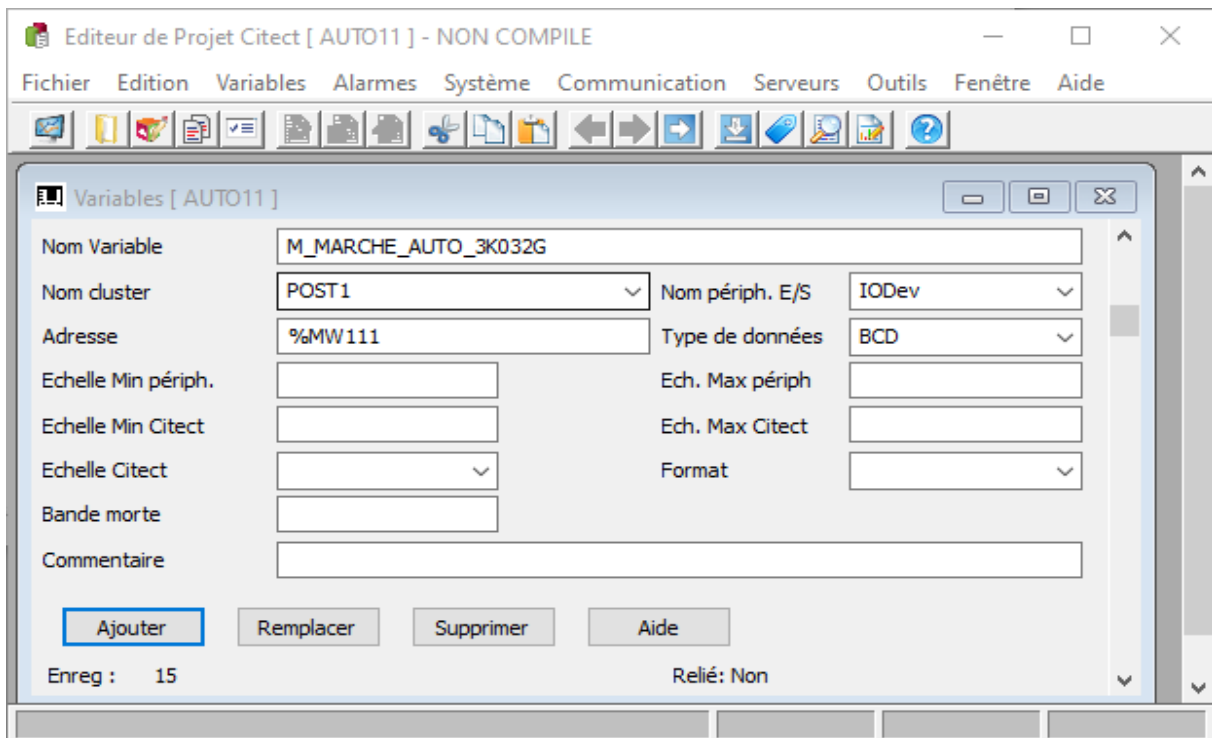


Figure 4.25 : Identifications des variables E/S

On commence ensuite la configuration de l'interface graphique, sous l'explorateur Citect, on choisit le menu des graphiques puis on ouvre une nouvelle page ou on peut réaliser la représentation graphique du système, la page s'ouvrira dans l'éditeur graphique Citect.

L'éditeur graphique contient une bibliothèque d'objets statiques et d'objets dynamiques appelés génies, il est possible de créer ses propres objets statiques et génies et de les ajouter à un répertoire personnel dans la bibliothèque.

Les génies peuvent être des objets dynamiques, des panneaux, des boutons..., ils peuvent être créés à partir d'objets statiques déjà inclus dans le logiciel, ou d'objets ajoutés par l'utilisateur, ou même à partir d'autres génies.

Dans Vijeo Citect, tout texte ou tout tag de variables se trouvant dans un génie peut être **remplacé par une chaîne de substitution** en utilisant la syntaxe **%Nom%**,

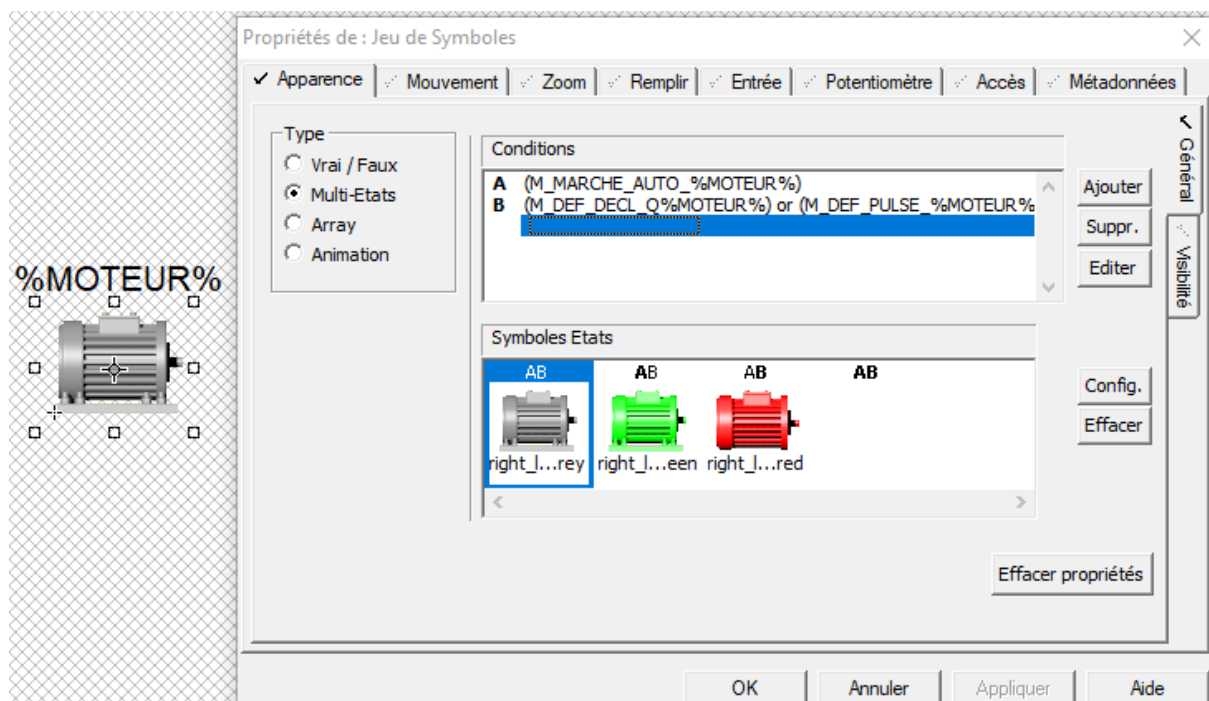


Figure 4.26 : Création d'un génie en utilisant une chaîne de substitution

Lorsque le génie est collé sur une page graphique, le système demande alors à l'utilisateur de saisir un nom de tag de variable ou du texte pour remplacer **%Nom%**, dans notre cas par exemple dans la création des génies des moteurs, le système va demander de remplacer **%MOTEUR%**, le nom fourni peut être modifié à tout moment en double-cliquant sur le génie.

On continue la création de l'interface graphique dans l'éditeur graphique Citect, les représentations des éléments de notre chaîne de production sont les suivantes :

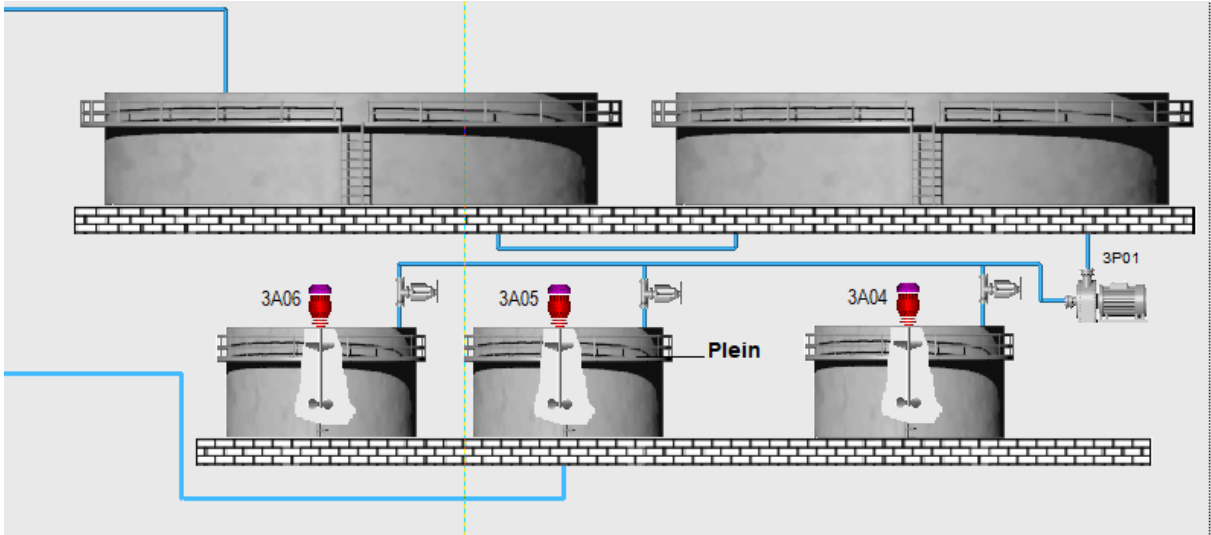


Figure 4.27 : Représentation graphique des réservoirs externes

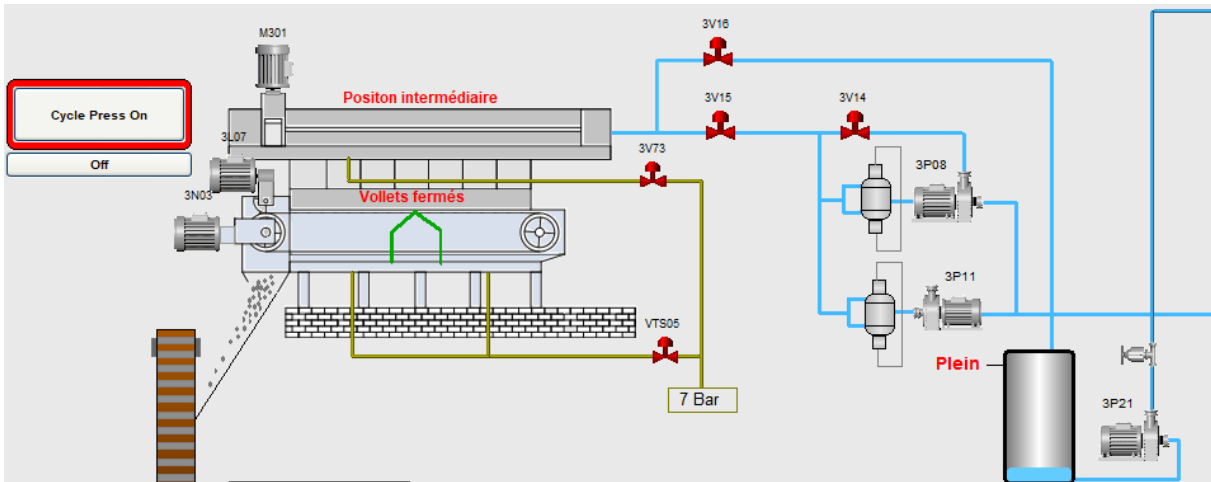


Figure 4.28 : Représentation graphique filtre-presse et réservoir interne

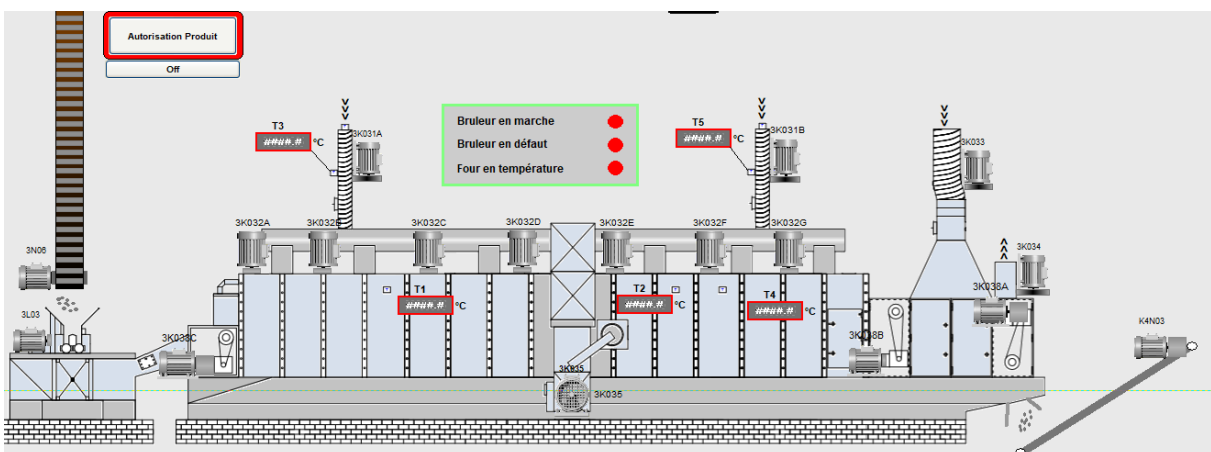


Figure 4.29 : Représentation graphique du four

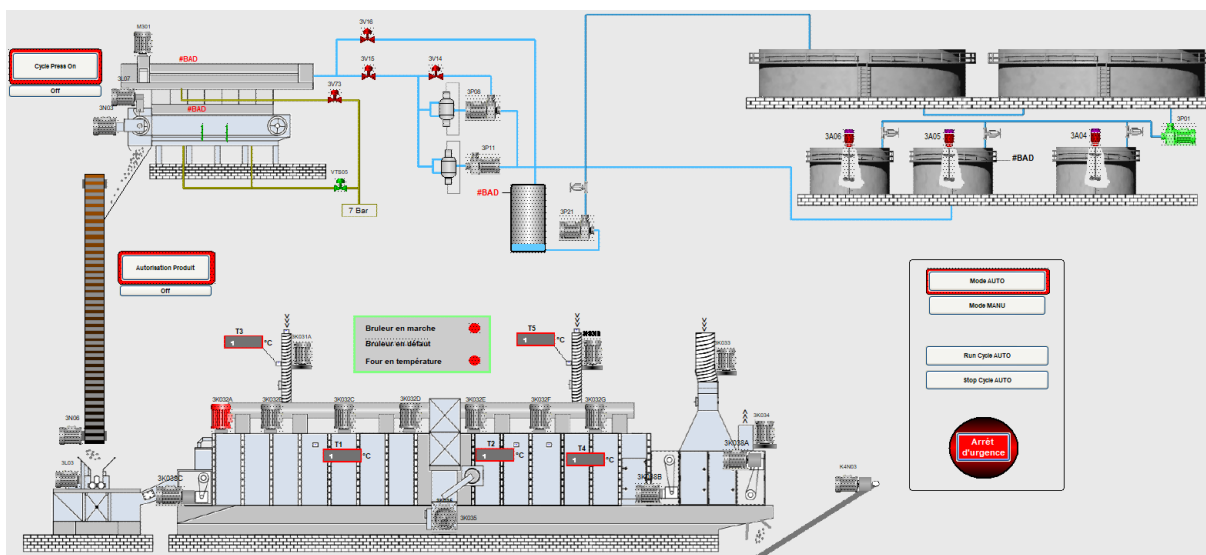


Figure 4.30 : Vue de l'écran de supervision

4.4. Conclusion

Le plus remarquable avantage du logiciel Unity Pro est la facilité d'utilisation et de compréhension, ce logiciel dispose d'un grand nombre d'outils et de fonctionnalités qui garantissent une programmation souple et complète, avec beaucoup d'astuces efficaces pour abrégé et mieux gérer son programme.

Aucune erreur ne s'est produite lors de l'analyse de notre programme final, la simulation affirme le bon fonctionnement du programme.

On a réalisé l'application de supervision avec succès, et effectué la simulation d'une supervision en temps réel en communiquant avec le logiciel Unity Pro, lors de l'élaboration et de la simulation. On a trouvé que Vijeo Citect est très riche en fonctionnalités et dispose d'une grande souplesse de programmation et d'exécution.

Conclusion générale

Le stage pratique que nous avons effectué au niveau de l'usine du SOALKA a été une expérience très enrichissante et bénéfique pour nous, c'était d'une part une occasion pour se familiariser avec l'environnement professionnel et pratique, et d'autre part de connaître le processus de production et traitement du Kaolin.

Nous avons débuté notre travail par l'étude et la compréhension du processus de la filtration et de séchage du Kaolin en posant nos questions au personnel technique qui nous a généreusement informé tout en nous expliquant le fonctionnement de l'installation et nous informant sur l'instrumentation et l'automate utilisé. Cela nous a permis de mieux s'adapter au milieu industriel et de comprendre comment choisir l'instrumentation adaptée pour un processus industriel.

Après avoir compris le fonctionnement de l'installation et la configuration matérielle de l'automate et de l'instrumentation associée, nous avons développé un programme pour commander et assurer le bon fonctionnement de la gestion des réservoirs, du filtre et du four en suivant les consignes de cahier de charge et en se servant du logiciel Unity Pro. Grâce aux différents outils et fonctionnalités du logiciel, on a réalisé une configuration matérielle de l'automate, et élaboré le programme de fonctionnement.

Une fois la programmation et la vérification terminées, on a réalisé l'interface de supervision du système grâce au logiciel Vijeo Citect, où on peut simuler une supervision en temps réel.

Enfin, cette expérience était très enrichissante du point de vue technique par l'intégration dans le milieu industriel, et du point de vue d'apprentissage et de connaissance de nouveaux outils d'automatisation et de supervision.

A l'issue de ce mémoire, on propose les perspectives suivantes :

- Implémentation pratique de notre programme sur site.
- Remplacer la chaîne de régulation de la température du brûleur par une vanne papillon commandée par l'automate.

Bibliographie

[1] J Perrin, F Binet, J-J Dumery, C Merlaud et J-P Trichard, ‘Automatique et informatique industrielle - Bases théoriques, méthodologiques et techniques’, 2006. Editeur : Nathan, France. ISBN 9782091794525.

[2] W. Bolton, “Programmable logic controllers”, Elsevier, 2015. ISBN 9780128029299

[3] La documentation du matériel : complexe SOALKA (Comessa,Neyrtec,Flaméco-Eclipse)

[4] Site web : <http://www.schneider-electric.com/>

[5] Site web : <http://www.telemecanique.com/>

[6] Schneider Electric, Citect SCADA User guide V 7.20 octobre 2010, Australia.

Annexe A

Caractéristiques Générales du Sécheur

- Traitement : Séchage et Refroidissement.
- Produit : Kaolin de charge non blanchi et de couchage blanchi.
- Nature produit : Petits cylindres provenant d'un malaxeur.
- Granulométrie produit : 12 à 14 mm, lg : 30 à 400 mm
- PH produit : 2 à 2,5.
- Chaleur spécifique produit : 0,3.
- Densité apparente produit : 1,4.
- Humidité produit : - à l'entrée sécheur : 33 %
 - à la sortie sécheur : 10 %
- Débit produit humide à l'entrée du sécheur (kg/h) : 3508
- Variation débit à l'alimentation sécheur : ± 10 % sur 10 min maxi.
- Variation d'humidité à l'alimentation sécheur : +5 à -10 % sur 10 min maxi.
- Eau à évaporer (kg/h) : - en nominale : 897
 - en maxi : 986
- Température produit : - à l'entrée sécheur : env. 20 °C
 - à la sortie sécheur : env. 55 à 60 °C
- Température ambiante : env. 25 °C
- Température : - air de séchage : 120 à 140 °C
 - air de refroidissement : 25 à 30 °C
- Conditions de fonctionnement de l'installation : 24 heures par jour 250 jours par an.
- Mode de chauffage : Gaz naturel Algérien.
 - Pression : 300 mbar
 - P C I : 8000 kcal/Nm³
- Puissance calorifique :
 - Installée : 1100 Th/h
 - Consommée 900 Th/h
- Temps de séjour produit :

- Séchage : env. 25 à 35 min
- Refroidissement : env. 4 à 5 min
- Vitesse d'avancement tapis (m/min) :
 - Maxi : 2,3
 - Mini : 0,8
- Puissance électrique installée : nbr moteur x puissance (Kw)
 - Commande mécanique tapis : 3 x 1,5
 - Ventilateur (extraction et séchage) : 2 x 4
 - Ventilateur (brassage et séchage) : 7 x 5,5
 - Ventilateur (d'extraction et refroidissement) : 1 x 4
 - Ventilateur (soufflage et refroidissement) : 1 x 4
 - Ventilateur (soufflage et séchage) : 1 x 5,5
 - Ventilateur (combustion brûleur) : 1 x 0,75

TOTALE : 65,25 Kw

- Type de sécheur : Sécheur à 3 tapis superposé
- Nb de cellule de séchage : 7
- Nb de cellule de refroidissement : 1
- Surface de séchage : 56 m²
- Surface de refroidissement : 2,7 m²
- Largeur utile : 1,4 m
- Longueur utile de : – séchage 13,3 m
 - refroidissement 1,9 m
- Vitesse de soufflage d'air : – séchage 1,95 m/s, refroidissement 1 m/s

Annexe B

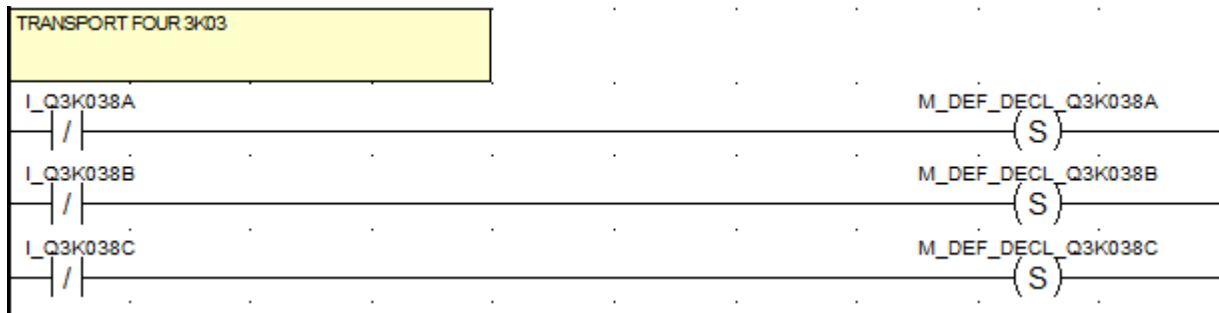
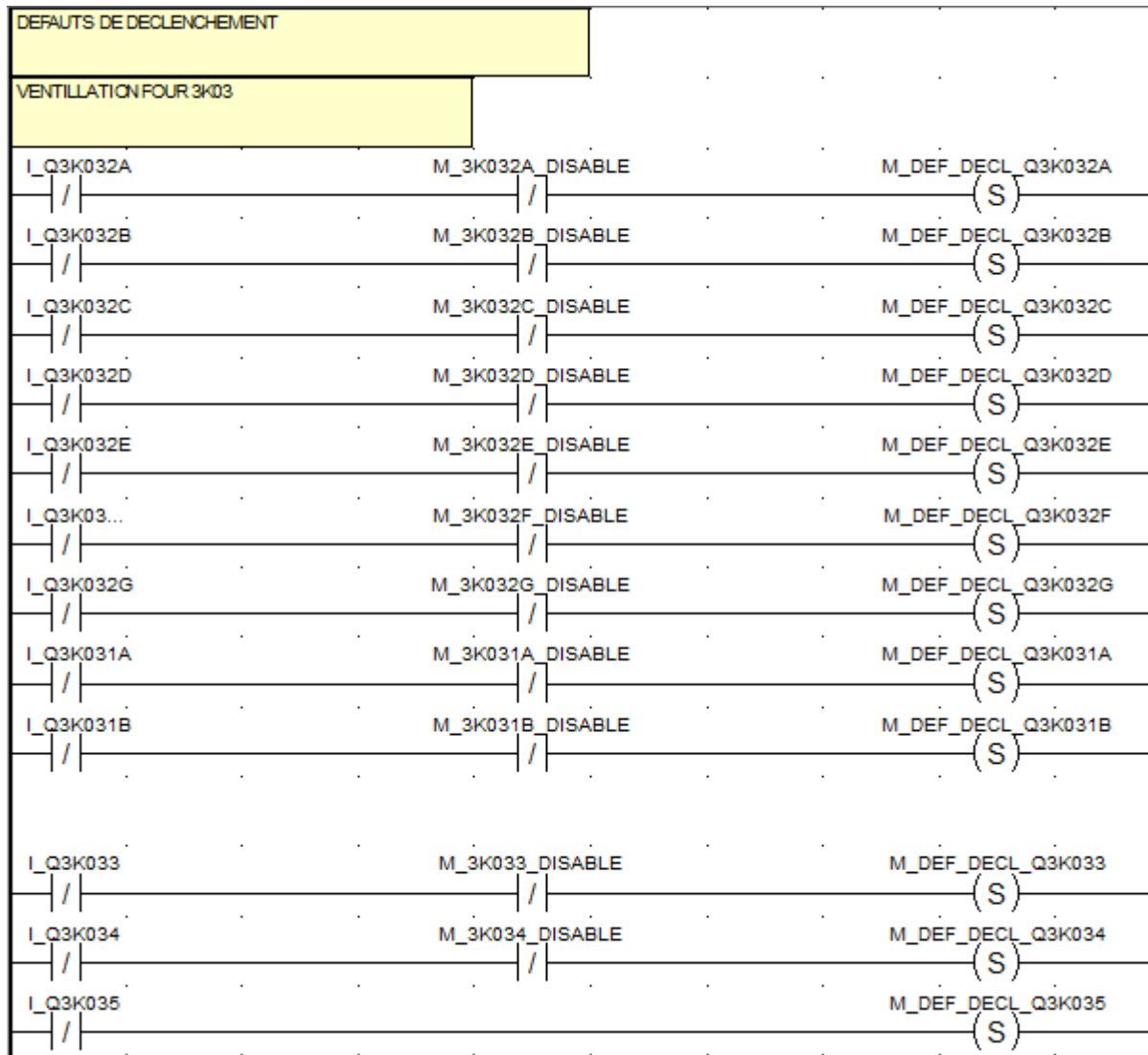
Variables internes

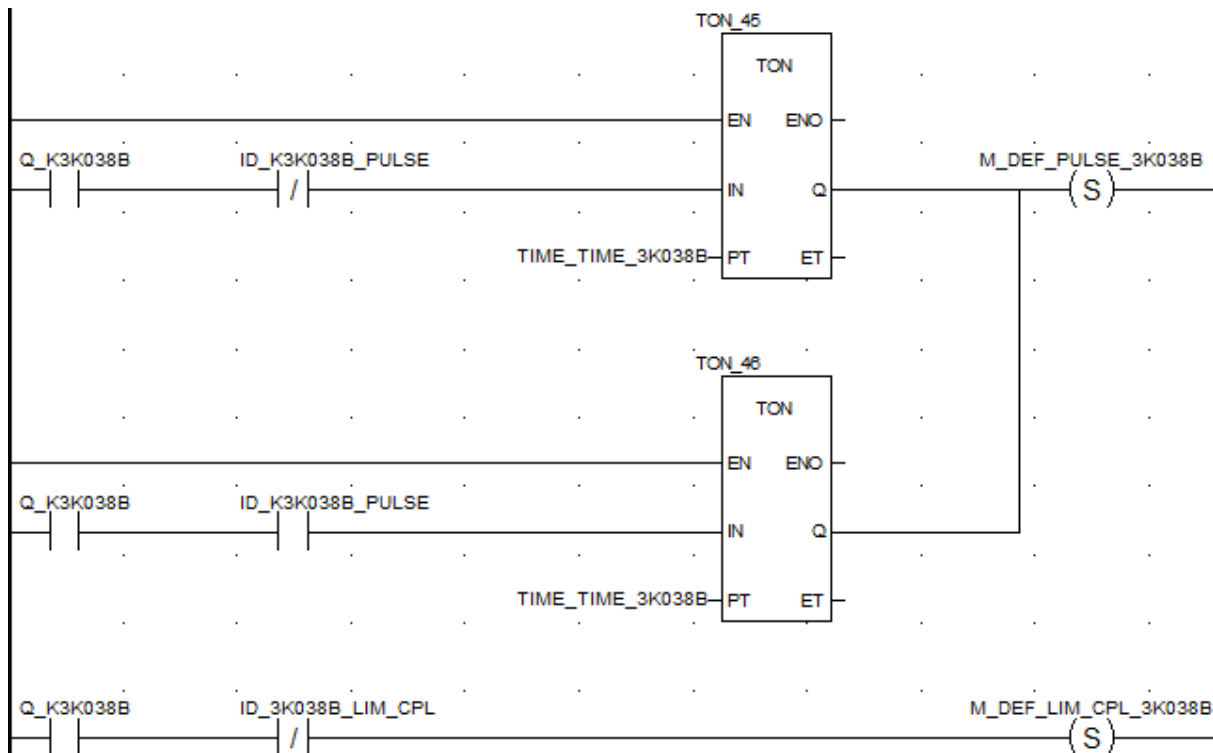
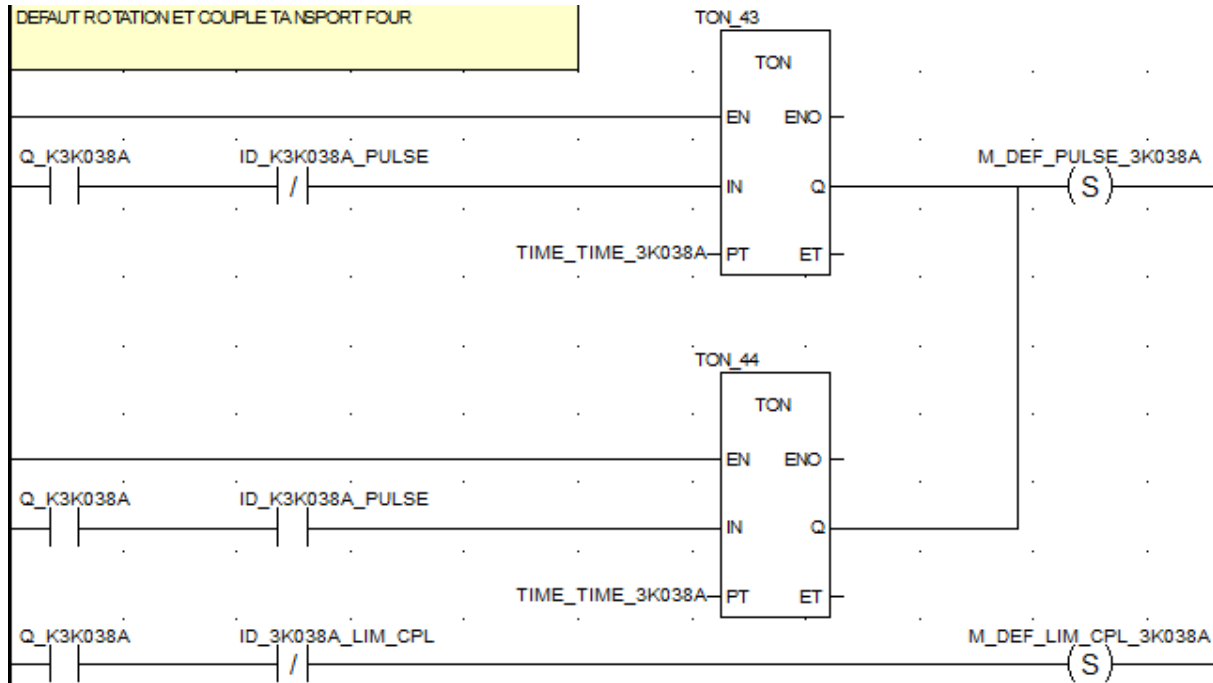
Nom	Type	Adresse	Valeur	Commentaire
M_CT_KT2_MODE_AUTO	EBOOL	%M1		
M_CT_KT2_MODE_FORCE	EBOOL	%M2		
M_CT_KT2_RUN_CYCLE_AUTO	EBOOL	%M3		
M_CT_START_CYCLE_PRES...	EBOOL	%M4		
M_CT_KT2_AUTORIS_PROD...	EBOOL	%M5		
M_CMD_ACK	EBOOL	%M6		
M_I_BP_ACK_MCC2	EBOOL	%M10		
M_I_RELAI_URGENCE_MCC2	EBOOL	%M20		
M_I_RESV_INT_PLEIN	EBOOL	%M21		
M_I_RESV_EXT_PLEIN	EBOOL	%M22		
M_3K031A_DISABLE	EBOOL	%M31		
M_3K031B_DISABLE	EBOOL	%M32		
M_3K032A_DISABLE	EBOOL	%M33		
M_3K032B_DISABLE	EBOOL	%M34		
M_3K032C_DISABLE	EBOOL	%M35		
M_3K032D_DISABLE	EBOOL	%M36		
M_3K032E_DISABLE	EBOOL	%M37		
M_3K032F_DISABLE	EBOOL	%M38		
M_3K032G_DISABLE	EBOOL	%M39		
M_3K033_DISABLE	EBOOL	%M40		
M_3K034_DISABLE	EBOOL	%M41		
M_DEF_LIM_CPL_3K038A	EBOOL	%M60		
M_DEF_LIM_CPL_3K038B	EBOOL	%M61		
M_DEF_LIM_CPL_3K038C	EBOOL	%M62		
M_DEF_PULSE_3K038A	EBOOL	%M63		
M_DEF_PULSE_3K038B	EBOOL	%M64		
M_DEF_PULSE_3K038C	EBOOL	%M65		
M_DEF_DECL_Q3K031A	EBOOL	%M300		
M_DEF_DECL_Q3K031B	EBOOL	%M301		
M_DEF_DECL_Q3K032A	EBOOL	%M302		
M_DEF_DECL_Q3K032B	EBOOL	%M303		
M_DEF_DECL_Q3K032C	EBOOL	%M304		
M_DEF_DECL_Q3K032D	EBOOL	%M305		
M_DEF_DECL_Q3K032E	EBOOL	%M306		

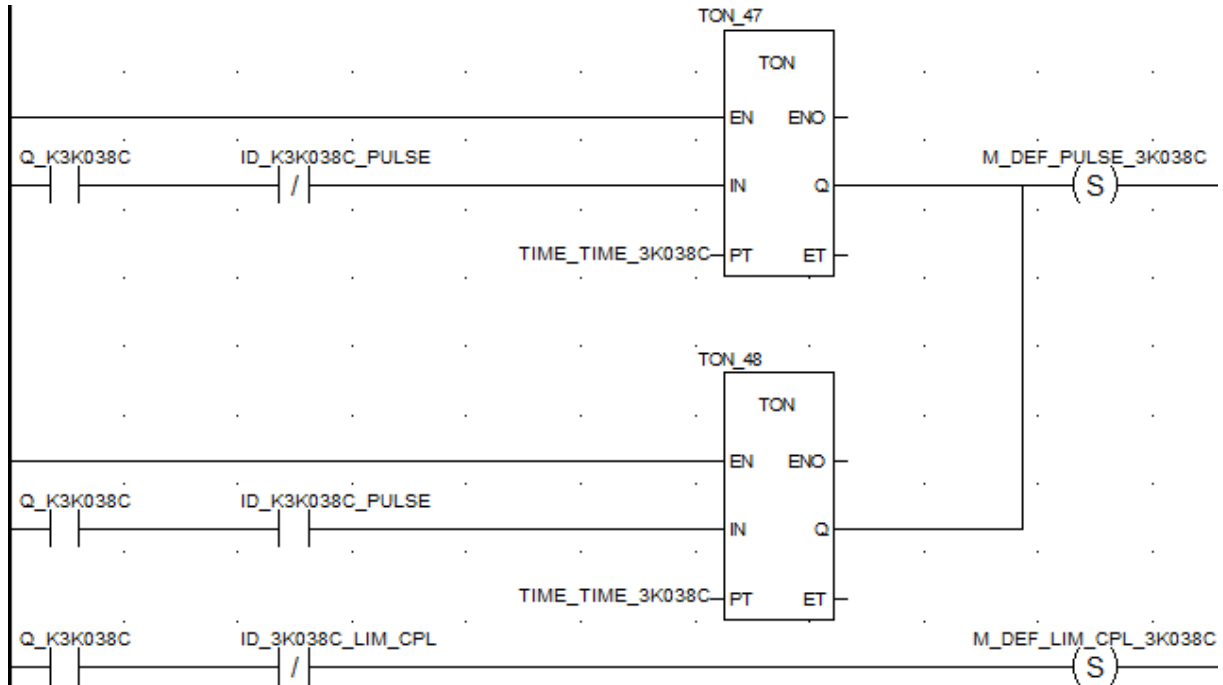
Nom	Type	Adresse	Valeur	Commentaire
M_DEF_DECL_Q3K032F	EBOOL	%M307		
M_DEF_DECL_Q3K032G	EBOOL	%M308		
M_DEF_DECL_Q3K033	EBOOL	%M309		
M_DEF_DECL_Q3K034	EBOOL	%M310		
M_DEF_DECL_Q3K035	EBOOL	%M311		
M_DEF_DECL_Q3K036	EBOOL	%M312		
M_DEF_DECL_Q3K038A	EBOOL	%M313		
M_DEF_DECL_Q3K038B	EBOOL	%M314		
M_DEF_DECL_Q3K038C	EBOOL	%M315		
M_DEF_DECL_Q3L03	EBOOL	%M316		
M_DEF_DECL_Q3N03	EBOOL	%M317		
M_DEF_DECL_Q3N06	EBOOL	%M318		
M_DEF_DECL_Q4N03	EBOOL	%M319		
M_DEF_DECL_Q4N10	EBOOL	%M320		
M_MARCHE_AUTO_3P08	BOOL	%MW8		
M_FOUR_3K03_EN_TEMPER	BOOL	%MW10		
M_MARCHE_AUTO_3P11	BOOL	%MW11		
MW_TEMPATURE_T1_3K03	INT	%MW21		
MW_TEMPATURE_T2_3K03	INT	%MW22		
MW_TEMPATURE_T3_3K03	INT	%MW23		
MW_TEMPATURE_T4_3K03	INT	%MW24		
MW_TEMPATURE_T5_3K03	INT	%MW25		
MW_TEMPATURE_T6_3K03	INT	%MW26		
M_AUTO_O3V73	BOOL	%MW73		
M_MARCHE_AUTO_3K033	BOOL	%mw 100		
M_MARCHE_AUTO_3K031A	BOOL	%MW101		
M_MARCHE_AUTO_3K031B	BOOL	%MW102		
M_MARCHE_AUTO_3K032A	BOOL	%MW103		
M_MARCHE_AUTO_3K032B	BOOL	%MW104		
M_MARCHE_AUTO_3K032C	BOOL	%MW105		
M_MARCHE_AUTO_3K034	BOOL	%MW106		
M_MARCHE_AUTO_3K035	BOOL	%MW107		
M_MARCHE_AUTO_3K032D	BOOL	%MW108		
M_MARCHE_AUTO_3K032E	BOOL	%MW109		

Nom	Type	Adresse	Valeur	Commentaire
M_MARCHE_AUTO_3K032F	BOOL	%MW110		
M_MARCHE_AUTO_3K032G	BOOL	%MW111		
M_MARCHE_AUTO_3K038A	BOOL	%MW112		
M_MARCHE_AUTO_3K038B	BOOL	%MW113		
M_MARCHE_AUTO_3K038C	BOOL	%MW114		
M_MARCHE_AUTO_3L03	BOOL	%MW215		
M_MARCHE_AUTO_3L07	BOOL	%MW216		
M_MARCHE_AUTO_3N03	BOOL	%MW217		
M_MARCHE_AUTO_3N06	BOOL	%MW218		
M_MARCHE_AUTO_K4N03	BOOL	%MW219		
M_MARCHE_AUTO_K4N10	BOOL	%MW220		
M_MARCHE_AUTO_M301	BOOL	%MW221		
M_OUVERTURE_FILTRE	BOOL	%MW300		
M_FERMETURE_FILTRE	BOOL	%MW301		
M_MARCHE_AUTO_3P01	BOOL	%MW401		
M_MARCHE_AUTO_3P21	BOOL	%MW402		
M_MARCHE_AUTO_3A04	BOOL	%MW404		
M_MARCHE_AUTO_3A05	BOOL	%MW405		
M_MARCHE_AUTO_3A06	BOOL	%MW406		
M_Fermeture_AUTO_VolleT	BOOL	%MW410		
M_Ouverture_AUTO_Vollet	BOOL	%MW411		
M_MARCHE_AUTO_BRULEU...	BOOL	%MW412		
M_ID_BRUL_EN_DEFAUT	BOOL	%MW413		
M_3V14O_VRAI	BOOL	%MW502		Ouverture Vanne3V14
M_3V14F_VRAI	BOOL	%MW503		Fermeture Vanne 3V14
M_3V15O_VRAI	BOOL	%MW504		Ouverture Vanne 3V15
M_3V15F_VRAI	BOOL	%MW505		Fermeture Vanne 3V15
M_3V16O_VRAI	BOOL	%MW506		Ouverture Vanne 3V16
M_3V16F_VRAI	BOOL	%MW507		Fermeture Vanne 3V16
M_VTS05O_VRAI	BOOL	%MW508		Ouverture VTS05
M_VTS05F_VRAI	BOOL	%MW509		Fermeture VTS05

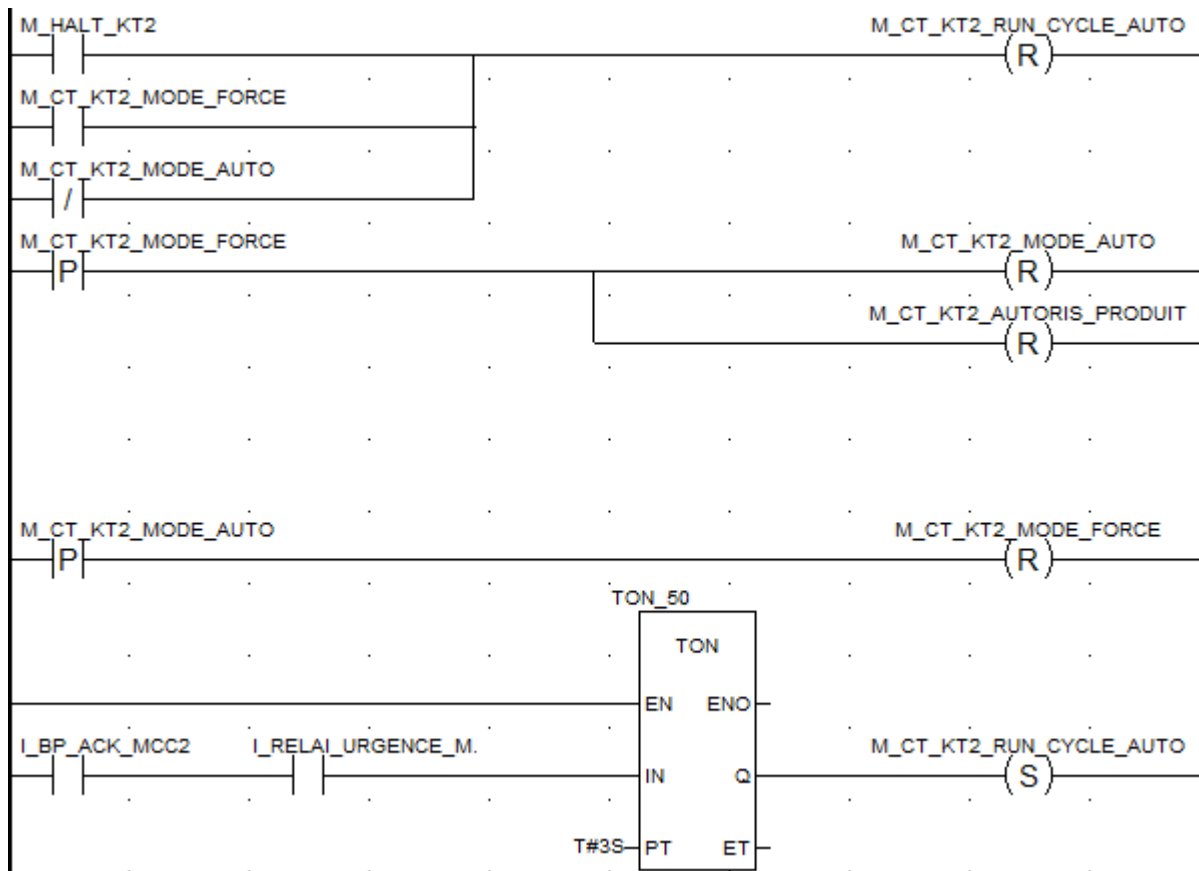
Alarmes :







Choix du mode de fonctionnement :



Mise à jour des entrées de l'automate :

```
M_I_RELAI_URGENCE_MCC2 := I_RELAI_URGENCE_MCC2;  
M_I_RESV_EXT_PLEIN:=I_RESV_EXT_PLEIN;  
M_I_RESV_INT_PLEIN:=I_RESV_INT_PLEIN;  
MW_TEMPATURE_T1_3K03:=Sonde_temperature_1;  
MW_TEMPATURE_T2_3K03:=Sonde_temperature_2;  
MW_TEMPATURE_T3_3K03:=Sonde_temperature_3;  
MW_TEMPATURE_T4_3K03:=Sonde_temperature_4;  
MW_TEMPATURE_T5_3K03:=Sonde_temperature_5;  
M_I_BP_ACK_MCC2:=I_BP_ACK_MCC2;  
M_ID_BRUL_EN_DEFAULT:=ID_BRUL_EN_DEFAULT;  
M_ID_BRUL_EN_FONCT:=ID_BRUL_EN_FONCT;
```

Summary

The objective of our work is to automate and supervise the production line of treated kaolin. This work has been accomplished at the El-Milia SOALKA Kaolin company, where a detailed study concerning the production line of the treated kaolin has been effectuated. The PLC used in this study is the Modicon M340, which is designed by Schneider Electric. The software used to program the PLC is Unity Pro. In order to supervise and observe the tasks, the compatible software Vijeo Citect has been used to create the HMI. The simulation results are presented at the end of this work.

Résumé

L'objectif de notre travail est d'automatiser et superviser la chaîne de production de kaolin traité. Ce travail a été réalisé à la société de production de kaolin D'El-Milia SOALKA, où une étude détaillée concernant la chaîne de production du kaolin traité a été effectuée. L'automate utilisé dans ce mémoire est le Modicon M340 conçu par Schneider Electric. Afin de superviser et contrôler les différentes tâches, nous avons utilisé le logiciel compatible Vijeo Citect pour réaliser l'interface homme machine IHM. Les résultats de simulation sont présentés à la fin de ce travail.

المخلص

الهدف من عملنا هو التشغيل الآلي والإشراف على خط إنتاج الكاولين المعالج ، وقد تم إنجاز هذا العمل في شركة الميلية SOALKA، وتم إجراء دراسة تفصيلية لخط إنتاج الكاولين المعالج. إن المسير الآلي المستخدم في هذه الدراسة هو Modicon M340 المصنوع من قبل شنايدر إلكترونيك. البرنامج المستخدم لبرمجة المسير الآلي هو Unity Pro. اعتمدنا في إنجاز ال HMI على البرنامج المتوافق Vijeo Citect. وقد تم اظهار نتائج المحاكاة في نهاية هذا العمل.