

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**  
**Université Abderrahmane Mira de Béjaïa**  
**Faculté de Technologie**



**Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique**

## **Projet de Fin d'études**

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

### **Thème**

**Commande et supervision d'un système de filtration d'huile  
sur Tia Portal au niveau de CEVITAL**

**Préparé par :**

- MANSOURI Djaouida
- ZEMOURI Loubna

**Dirigé par :**

Mme. BELLAHSENE. N  
M. MOUSSAOUI. R

**Examiné par :**

Mr. HADDAR. H  
Mme. AMARA. Y

Année universitaire : 2023 / 2024

## ***Remerciements***

Nous remercions Dieu, le tout-puissant, pour nous avoir donné la foi qui nous a guidée jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce projet.

Nous exprimons notre respect et notre gratitude à Mme BELLAHCENE Nora, d'avoir accepté d'encadrer ce travail, pour la confiance qu'elle nous a témoigné, sa disponibilité permanente, sa patience, sa compréhension.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre respect à Mr MOUSSAOUI Rachid et aux responsables du service de conditionnement d'huile au niveau de complexe CEVITAL, pour leurs assistance et conseils judicieux.

Nous avons aussi, la complaisance de remercier tous les personnes qui nous ont aidé, de pré ou de loin pour réaliser ce travail.

Enfin, nous remercierons les membres du jury, qui ont la bienveillance d'accepter d'évaluer ce travail.

## *Dédicace*

Au terme de ces années d'études, je dédie ce travail en signe de respect et de remerciement

À mes chers parents qui sont la source spirituelle de mon éducation et tous ce que j'ai appris de cette vie, grâce à leurs efforts et leurs sacrifices pour réussir durant ma vie, c'est à eux que je dois tout ce que je suis, et à qui j'exprimerai jamais assez ma gratitude et mon amour, que Dieu les protège pour moi.

À mon cher grand-père

Source infinie de sagesse et de soutien. À travers chaque ligne de ce mémoire, je pense à vous que Dieu vous accorde la santé et la force nécessaires pour surmonter cette épreuve. Votre courage et votre amour continuent de m'inspirer chaque jour. Je vous souhaite un prompt rétablissement.

À mes adorables sœurs Louiza, Salma, Houda, Ounissa qui ont été toujours présentes à mes côtés.

À toute ma famille qui compte énormément pour moi ainsi que tous mes amis et à toutes les personnes qui m'ont apportées de l'aide afin de réaliser ce travail.

*Djacuida*

## *Dédicace*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut. . .*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance. Aussi, c'est tout simplement que je dédie ce projet de fin d'étude....*

*A mes chers parents*

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soient-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Vous avez su m'inculquer le sens de la Responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie.*

*Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Que Dieu, le tout puissant, vous préserve, vous accorde santé, et bonheur.*

*A mon adorable sœur : Hadjira ainsi qu'à mes très chers frères : Imad et Roujdi Merci d'être toujours à mes côtés, par votre présence, par votre amour dévoué et votre tendresse.*

*Et à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*L.ZEMOURI*

## Liste des abréviations

**CDH** : Conditionnement d'huile.

**PET** : Poly-éthylène-téréphtalate.

**L** : Litre.

**B/H** : Bouteille par heure.

**API** : Automate programmable industrielle.

**TOR** : Tout Ou Rien.

**PC** : Partie commande.

**PO** : Partie opérative.

**PLC** : Programmable Logic Controller.

**CPU** : Central Processing Unit.

**RAM** : Random Access Memory.

**EEPROM** : Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory.

**E/S** : Entrées/Sorties.

**PS** : Power Supply.

**IM** : Interface Model.

**SM** : Signal model.

**FM** : Function model.

**CP** : Communication processeur.

**Tia Portal V19** : Totally Integrated Automation Portal version 19.

**STEP 7** : Logiciel de programmation et de simulation.

**WinCC**: Windows Control Center.

**CEI**: Commissions Electrotechnique Internationale.

**LD** : Ladder Diagram.

**FBD**: Function Block Diagram.

**IL** : Instruction List .

**ST** : Structured Texte

**SFC** : Sequential Function Charts.

**GRAFCET** : Graphe Fonctionnel de Commande Etapes Transitions.

**OB** : Bloc d'Organisation.

**FB** : Bloc Fonctionnel.

**FC** : Fonction.

**DB** : Bloc de Donnée.

**IHM** : Interface Homme Machine.  
**PID** : Proportionnel Intégral Dérivé.  
**KP** : Gain Proportionnel  
**TI** : Temps Intégral  
**TD** : Temps Dérivatif.  
**e(t)** : La fonction d'erreur (consigne – mesure).  
**Ki** : Le gain intégral  
**Kd** : Le gain dérivé.  
**°C** : Degré Celsius.  
**DI** : Digital Input.  
**DO** : Digital Output.  
**AI** : Analog Input.  
**AO** : Analog Output.  
**MF** : Multi-Format.  
**mA** : Milliampère.  
**SUB** : Substraction.  
**HI\_LIM** : Limite haute  
**LO\_LIM** : Limite basse  
**Cm** : Centimètre.  
**PV\_IN** : Process Variable.  
**SP\_INT** : Consigne.  
**LMN** : Valeur de réglage.  
**S**: Secondes  
**Min** : Minutes

## Liste des figures

### Chapitre I

<b>Figure N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	Localisation du complexe du groupe CEVITAL.	4
<b>I.2</b>	Les lignes dans l'unité de conditionnement d'huile.	7
<b>I.3</b>	L'armoire électrique.	8
<b>I.4</b>	Schéma synoptique du système.	9
<b>I.5</b>	Schéma du capteur.	10
<b>I.6</b>	Signal de sortie du capteur TOR.	10
<b>I.7</b>	Signal de sortie du capteur analogique.	11
<b>I.8</b>	Signal d'échantillonnage fourni par un capteur numérique.	11
<b>I.9</b>	Signal train d'impulsion fourni par un capteur numérique.	11
<b>I.10</b>	Capteur de pression (Photo prise en entreprise).	12
<b>I.11</b>	Capteurs capacitifs.	12
<b>I.12</b>	Pompe (Photo prise en entreprise).	13
<b>I.13</b>	Image réelle de filtre multi_cartouches amafilter.	14

## Chapitre II

Figure N°	Titre	Page
II.1	Structure d'un système automatisé.	15
II.2	Exemples de Pré-actionneurs.	16
II.3	Exemples de capteurs.	17
II.4	Exemples d'actionneurs.	17
II.5	API de type compact (Allen-Bradley).	20
II.6	API de type modulaire (Modicon).	20
II.7	Structure interne d'un API.	20
II.8	Architecture de l'automate S7-300.	22
II.9	Illustration de la construction de TIA Portal.	23
II.10	Vue du portail.	26
II.11	Vue du projet.	26
II.12	Configuration d'une vue IHM.	28

## Chapitre III

Figure N°	Titre	Page
III.1	Schéma d'un régulateur PID mixte.	30
III.2	Schéma d'un régulateur PID parallèle.	31
III.3	Schéma d'un régulateur PID série.	31
III.4	Grafcet du point de vue système (partie filtration).	32
III.5	Configuration matérielle PLC.	33
III.6	Vue programmation API.	33



<b>III.7</b>	Partie de la table mnémonique.	35
<b>III.8</b>	La cuve qui contrôle le niveau d'huile sur Factory IO.	35
<b>III.9</b>	Connexion avec PLCSIM.	36
<b>III.10</b>	Bloc d'organisation OB1.	37
<b>III.11</b>	Présence d'alarme de filtre endommagé (pression).	38
<b>III.12</b>	Absence d'alarme de filtre endommagé (pression).	39
<b>III.13</b>	Présence d'alarme de température élevée.	40
<b>III.14</b>	Présence d'alarme de température basse.	40
<b>III.15</b>	Absence d'alarme de température.	41
<b>III.16</b>	Bloc de donnée pression_FC1 [DB7].	42
<b>III.17</b>	Bloc de donnée température_FC1 [DB8].	42
<b>III.18</b>	Cas 1 fonctionnement de la pompe et l'ouverture d'électrovanne ligne MF.	43
<b>III.19</b>	Cas 2 arrêt de la pompe et la fermeture d'électrovanne ligne MF.	44
<b>III.20</b>	Cas 3 arrêt de la pompe et la fermeture d'électrovanne ligne MF.	45
<b>III.21</b>	Cas 4 arrêt de la pompe et la fermeture d'électrovanne ligne MF.	46
<b>III.22</b>	Le bloc PID_DBFC1 « CONT_C ».	49
<b>III.23</b>	Le comportement d'un système de contrôle PID du 1 <sup>er</sup> cas.	49
<b>III.24</b>	Temps de montée du 1 <sup>er</sup> cas.	50
<b>III.25</b>	Le système instable pour le 1 <sup>er</sup> cas.	50
<b>III.26</b>	Le comportement d'un système de contrôle PID du 2 <sup>ème</sup> cas.	51
<b>III.27</b>	Temps de montée du 2 <sup>ème</sup> cas.	52
<b>III.28</b>	Le système instable pour le 2 <sup>ème</sup> cas.	52
<b>III.29</b>	Le comportement d'un système de contrôle PID du 3 <sup>ème</sup> cas.	52
<b>III.30</b>	Dépassement du 3 <sup>ème</sup> cas.	53

<b>III.31</b>	Erreur statique du 3 <sup>ème</sup> cas.	53
<b>III.32</b>	Le comportement d'un système de contrôle PID du 4 <sup>ème</sup> cas.	54
<b>III.33</b>	Dépassement du 4 <sup>ème</sup> cas.	54
<b>III.34</b>	Erreur statique du 4 <sup>ème</sup> cas.	55
<b>III.35</b>	Le comportement d'un système de contrôle PID du 5 <sup>ème</sup> cas	55
<b>III.36</b>	Dépassement du 5 <sup>ème</sup> cas.	56
<b>III.37</b>	Erreur statique du 5 <sup>ème</sup> cas.	56
<b>III.38</b>	Simulateur S7-PLCSIM, arrêt de pompe et fermeture d'électrovanne.	57
<b>III.39</b>	Simulateur S7-PLCSIM, fonctionnement de pompe et l'ouverture d'électrovanne.	58

## Chapitre IV

<b>Figure N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>IV.1</b>	Création liaison IHM et PLC.	59
<b>IV.2</b>	Une partie de la table variable IHM.	60
<b>IV.3</b>	Table de variable des alarmes.	60
<b>IV.4</b>	Vue d'entrée.	60
<b>IV.5</b>	Vue de sélection.	61
<b>IV.6</b>	Vue du filtre ligne MF.	62
<b>IV.7</b>	Vue de la courbe PID ligne MF.	62
<b>IV.8</b>	Configuration de la courbe PID ligne MF.	63
<b>IV.9</b>	Vue d'alarmes.	63
<b>IV.10</b>	Vue du filtre ligne MF pour cas 1.	64
<b>IV.11</b>	Vue du filtre ligne MF pour cas 2.	64
<b>IV.12</b>	Vue du filtre ligne MF pour cas 3.	65
<b>IV.13</b>	Vue du filtre ligne MF pour cas 4.	66
<b>IV.14</b>	Vue d'alarme de filtre endommagé (pression) et de température.	66
<b>IV.15</b>	Visualisation du comportement de notre système (dépassement).	67
<b>IV.16</b>	Visualisation du comportement de notre système (erreur statique).	67
<b>IV.17</b>	Le niveau de la cuve stable.	68

## Liste des tableaux

<b>Tableau N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>III.1</b>	Les différents blocs de programme avec leurs représentations.	34
<b>III.2</b>	Comparaison des paramètres du régulateur PID.	57



**Table des matières**

# Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I: Présentation et étude du système actuel</b>	
I.1 Introduction .....	3
I.2 Présentation du complexe CEVITAL .....	3
I.2.1 Groupe CEVITAL .....	3
I.2.2 Situation géographique .....	3
I.2.3 Activités du groupe CEVITAL .....	4
I.3 Présentation de l'unité CDH.....	4
I.3.1 Souffleuse .....	5
I.3.2 Convoyeur aéraulique rafale et mécanique.....	5
I.3.3 Remplisseuse.....	5
I.3.4 Bouchonneuse .....	5
I.3.5 Poseuse poignée .....	5
I.3.6 Étiqueteuse .....	6
I.3.7 Dateur .....	6
I.3.8 Déviateur de bouteille.....	6
I.3.9 Fardeuse .....	6
I.3.10 Tapis roulant .....	6
I.3.11 Palettiseur .....	6
I.3.12 Banderoleuse .....	6
I.4 Armoires électriques .....	7
I.4.1 Composition de l'armoire électrique .....	8

I.5	Problématique .....	9
I.6	Schéma synoptique du système .....	9
I.7	Les capteurs et les actionneurs .....	10
I.7.1	Les capteurs .....	10
a)	Capteur logique .....	10
b)	Capteur analogique.....	11
c)	Capteur numérique .....	11
I.7.1.1	Type des capteurs du système.....	12
a)	Capteur de pression (Le manomètre) .....	12
b)	Capteur de température.....	12
c)	Capteur capacitif .....	12
I.7.2	Actionneurs .....	13
a)	Pompes.....	13
b)	Vannes .....	13
I.8	Description du filtre .....	14
I.8.1	La filtration .....	14
I.8.2	Filtre amafiltergroup.....	14
I.9	Conclusion.....	14

## **Chapitre II: Généralités sur les API et logiciels de programmation**

II.1	Introduction .....	15
II.2	Systèmes automatisés.....	15
II.2.1	Structure d'un système automatisé.....	15
II.2.1.1	Partie Commande (PC).....	16
II.2.1.2	Partie opérative (PO) .....	16
II.2.1.3	Partie dialogue.....	17
II.2.2	Objectif d'un système automatisé .....	17
II.3	Les automates programmables industriels (API).....	18

II.3.1	Historique.....	18
II.3.2	Critère de choix d'un automate.....	18
II.3.3	Domaines d'utilisation des API.....	19
II.3.4	Avantages d'utilisation de L'API.....	19
II.3.5	Structure d'un API.....	19
II.3.5.1	Structure externe.....	19
a)	Automate de type compact.....	19
b)	Automate de type modulaire.....	20
II.3.5.2	Structure interne.....	20
a)	Unité centrale de traitement (CPU).....	21
b)	Modules d'entrée/sortie (E/S).....	21
c)	Alimentation électrique.....	21
d)	Le bus interne.....	21
II.4	Présentation de l'automate S7-300.....	22
II.4.1	Constituants de l'automate S7-300.....	22
II.4.1.1	Module d'alimentation (PS).....	22
II.4.1.2	Unité centrale (CPU).....	22
II.4.1.3	Module d'interface (IM).....	22
II.4.1.4	Module des signaux (SM).....	23
II.4.1.5	Module de fonction (FM).....	23
II.4.1.6	Module de communication (CP).....	23
II.5	Présentation du TIA PORTAL V19.....	23
II.5.1	Logiciel SIMATIC Step7.....	23
II.5.2	Logiciel SIMATIC WinCC.....	24
II.5.3	Langages de programmations.....	24
II.5.4	Blocs de programme.....	25
II.5.5	Vues du TIA Portal.....	25

II.5.5.1	Vue du portail .....	25
II.5.5.2	La vue du projet .....	26
II.5.6	Supervision sous Tia portal.....	27
II.5.7	Interface Homme Machine (IHM) .....	27
II.5.8	Configuration d'une vue IHM.....	27
II.5.9	Les applications des IHM .....	28
II.6	Conclusion.....	28

### **Chapitre III: Programmation et simulation**

III.1	Introduction.....	29
III.2	La régulation automatique .....	29
III.3	Critères de performance d'une régulation .....	29
III.4	Définition d'un régulateur PID .....	29
III.4.1	Formes des correcteurs PID .....	30
a)	Forme standard (forme mixte) .....	30
b)	Forme parallèle.....	30
c)	Forme série.....	31
III.5	Cahier des charges.....	31
III.6	Grafcet de système .....	32
III.7	Configuration matérielle .....	32
III.8	Structure de programme .....	33
III.9	Table des variables API .....	35
III.10	Logiciel de la simulation 3D FACTORY IO.....	35
III.10.1	Connexion avec TIA Portal V19 .....	36
III.11	Programmation et simulation .....	36
III.11.1	Bloc d'organisation OB1.....	36
III.11.2	Blocs fonctionnels .....	37
a)	Le bloc FB1.....	37



b) Le bloc FB2.....	39
III.11.3 Blocs de données .....	41
III.11.4 Les fonctions .....	42
a) La fonction FC1 .....	42
III.11.5 CYC_INT2 [OB32] .....	46
a) Ajustement des paramètres du contrôleur PID .....	49
b) Description de la courbe .....	49
c) Régulation du niveau d'huile .....	56
III.12 Simulation du programme dans S7-PLCSIM .....	57
III.13 Conclusion .....	58
<b>Chapitre IV: Interface H-M de supervision</b>	
IV.1 Introduction .....	59
IV.2 Création liaison IHM et PLC.....	59
IV.3 Variables IHM du système .....	59
IV.4 Variables des alarmes .....	60
IV.5 Vues et modèles.....	60
IV.5.1 Vue d'entrée .....	60
IV.5.2 Vue de sélection.....	61
IV.5.3 Vue de filtre.....	61
IV.5.4 Vue de courbe.....	62
IV.5.5 Vue des alarmes.....	63
IV.6 Tests et simulation .....	63
IV.6.1 Résultats obtenus .....	63
IV.7 Conclusion.....	68
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>69</b>
Références bibliographiques	
ANNEXES	
Résumé	





## **Introduction générale**

### Introduction générale

L'automatisation industrielle est très importante pour l'amélioration technologique des usines modernes. Elle utilise des systèmes intelligents et autonomes pour mieux contrôler les opérations industrielles.

La problématique rencontrée à l'unité de conditionnement d'huile de CEVITAL réside dans le fait que les capteurs de pression à l'entrée et à la sortie du filtre ne transmettent pas de signal analogique à l'automate, ainsi que l'absence de capteur de température à la sortie du filtre peut causer des problèmes, tels qu'une surchauffe du système de filtration, des risques de dommages aux équipements, une dégradation de l'huile et une diminution de la qualité du produit final. De plus le niveau d'huile dans la cuve est contrôlé mais pas d'une façon efficace cela rend le fonctionnement des pompes instable. Par ailleurs, la supervision du système de filtration est absente.

Un système de filtration est un ensemble de dispositifs conçus pour séparer les impuretés et particules indésirables présentes dans un fluide, comme l'huile. La pression et la température de l'huile sont des paramètres critiques surveillés dans le système de filtration. Il est essentiel de surveiller et de maintenir ces paramètres dans des plages optimales. Cela permet de prolonger la durée de vie du filtre.

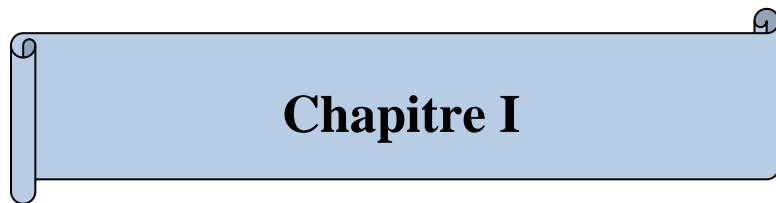
Notre projet vise à trouver des solutions efficaces pour résoudre la problématique rencontrée à l'unité de conditionnement d'huile et apporter une aide précieuse à l'opérateur dans sa prise de décision. Le but principal consiste donc à superviser un système de filtration d'huile pour garantir un bon fonctionnement, ainsi que réguler le niveau d'huile dans une cuve.

La régulation PID est une technique efficace de contrôle, dans notre projet il est utilisé pour réguler le niveau d'huile dans la cuve et atteindre une consigne spécifique, garantissant ainsi que la cuve soit maintenue au niveau optimal souhaité.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres principaux avec une conclusion générale.

- Dans le premier chapitre, nous avons présenté le complexe CEVITAL et en particulier l'unité de conditionnement d'huile. Après cela, nous avons décrit le système à étudier.
- Le deuxième chapitre donne un aperçu sur les automates programmables industriels en général et les logiciels de programmation.

- Dans le troisième chapitre, nous aborderons la partie pratique qui inclut l'implémentation du projet et la solution de la problématique posée, la programmation et la simulation sous TIA Portal.
- Au quatrième chapitre, nous allons créer des interfaces homme machine pour observer comment notre système fonctionne en temps réel.



# Chapitre I

**Présentation et étude du système actuel**

## **I.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous allons en premier lieu procéder à la présentation de l'entreprise CEVITAL, puis nous allons parler de son évolution historique, sa situation géographique ainsi que ses différentes activités.

Ensuite, on aborde en détail l'unité de conditionnement d'huile (CDH), en découvrant l'ensemble de ses machines industrielles qui sont installées au sein des six lignes de production, puis nous présenterons l'armoire électrique utilisée et ses composantes. Après cela, nous décrirons le système à étudier. Pour finir, nous concluons en résumant les points clés abordés dans ce chapitre.

## **I.2 Présentation du complexe CEVITAL**

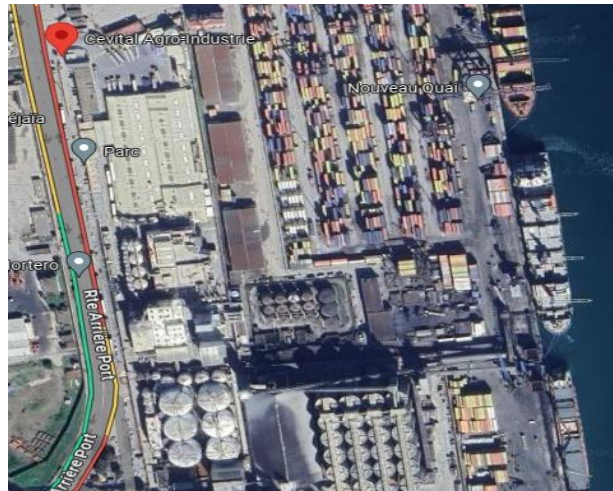
### **I.2.1 Groupe CEVITAL**

Le groupe CEVITAL, a été créé en 1998 par l'entrepreneur algérien Issad Rebrab, est une entreprise qui opère dans divers secteurs industriels et de services.

CEVITAL est le groupe familial qui s'est bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée. C'est la première entreprise privée en Algérie à investir dans divers secteurs d'activités. Elle a traversé des étapes importantes de son histoire pour atteindre la taille et la notoriété qu'elle possède aujourd'hui. Ses domaines d'activité couvrent divers secteurs industriels, notamment : l'industrie agroalimentaire, la grande distribution, l'électronique, l'électroménager, la sidérurgie, l'industrie du verre plat, la construction industrielle, l'automobile, les services et les médias [1].

### **I.2.2 Situation géographique**

Le complexe CEVITAL se situe au niveau du quai du port de Bejaïa, à une distance de 3 km sud-ouest de la ville, à proximité de la RN26, elle est près du port et de l'aéroport. Cette localisation géographique lui a été très avantageuse grâce à sa proximité économique.



**Figure I.1** : Localisation du complexe du Groupe CEVITAL.

**Source:** Google Maps.

### I.2.3 Activités du groupe CEVITAL

Dans la commune de Bejaia, l'entreprise CEVITAL fait la contribution des installations suivantes, notamment dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire :

- La production de la margarinerie.
- Fabrication d'emballage poly-éthylène-téréphtalate (PET) et des bouchons.
- Le raffinage du sucre.
- Conditionnement de sucre.
- Le raffinage des huiles alimentaires.
- Conditionnement d'huile.
- Stockage des céréales.
- Production de boisson fruitée COJEK d'Elkseur.
- Une unité de conditionnement d'eau minérale.
- Une unité de fabrication et de conditionnement de boisson rafraichissante et une conserverie.

### I.3 Présentation de l'unité CDH

L'unité de conditionnement d'huile (CDH) de CEVITAL permet de mettre en bouteilles les huiles raffinées qui seront ensuite stockées pour la livraison. Elle est constituée de six (06) lignes de production, deux (02) lignes pour la production des bouteilles de 5 litres (9000 B/H et BOXEE), une ligne pour la production des bouteilles de 4 litres, 5 litres et 10



litres (Multi-Format), une ligne pour la production des bouteilles de 1 litre, une ligne pour la production des bouteilles de 2 litres et une ligne pour la production des bouteilles de 1.8 litres.

Chaque ligne possède son propre filtre qui nettoie l'huile et assure son bon fonctionnement.

Nous voulons présenter les machines industrielles qui sont installées sur les six lignes de production.

[2] [3].

### **I.3.1 Souffleuse**

Il s'agit d'une machine de production utilisée pour fabriquer des bouteilles de différentes formes et tailles avec un principe de fonctionnement simple : en fonction de la pression de l'air appliquée, la machine de soufflage souffle de l'air dans la préforme chauffée et lui donne forme avec un moule spécifique enveloppé à l'extérieur.

### **I.3.2 Convoyeur aéraulique rafale et mécanique**

Un convoyeur aéraulique rafale utilisé pour déplacer rapidement des bouteilles en PET vides par l'énergie du soufflage d'air d'un souffle produit par les systèmes de ventilation.

Un convoyeur mécanique est un système automatisé utilisé pour déplacer les bouteilles d'une partie à une autre.

### **I.3.3 Remplisseuse**

La bouteille, après avoir été soufflée, est transportée vers la remplisseuse pour être remplie.

### **I.3.4 Bouchonneuse**

Après le remplissage, la bouteille est capsulée ou bouchonnée. En vrai, c'est une partie intégrée à la remplisseuse. Elle permet de fermer directement chaque bouteille sortant de la remplisseuse.

### **I.3.5 Poseuse poignée**

On trouve ce type de machine uniquement dans les lignes de 4 litres, 5 litres et 10 litres. Son rôle est de placer et fixer pour chaque bouteille d'huile une poignée.

### **I.3.6 Étiqueteuse**

L'étiqueteuse est un dispositif permettant de fixer des étiquettes sur les bouteilles, ce qui permet d'identifier le produit et le fabricant.

### **I.3.7 Dateur**

Son rôle est de mentionner la date et l'heure de fabrication et celle d'expiration du produit, à l'aide d'un laser.

### **I.3.8 Déviateur de bouteille**

C'est un mécanisme industriel, conçu pour répartir les bouteilles de manière homogène sur différents chemins afin de les regrouper ensuite en paquets qui seront enveloppés.

### **I.3.9 Fardeleuse**

Pour éviter que les bouteilles ne tombent de la palette, la fardeleuse les protège en les enveloppant dans un film plastique thermo-rétractable.

### **I.3.10 Tapis roulant**

Moyen de transport des fardeaux de la sortie de la fardeleuse jusqu'à l'entrée du palettiseur.

### **I.3.11 Palettiseur**

L'organisation des bouteilles en étagère sur une palette rend leur déplacement plus facile, et un bras robot du palettiseur place une feuille appelée intercalaire entre chaque deux étagères.

### **I.3.12 Banderoleuse**

Elle entoure la palette avec plusieurs couches de film étirable non toxique en utilisant un mouvement rotatif du porte bras.

Cette illustration présente l'organisation des machines de conditionnement au sein des lignes de production.

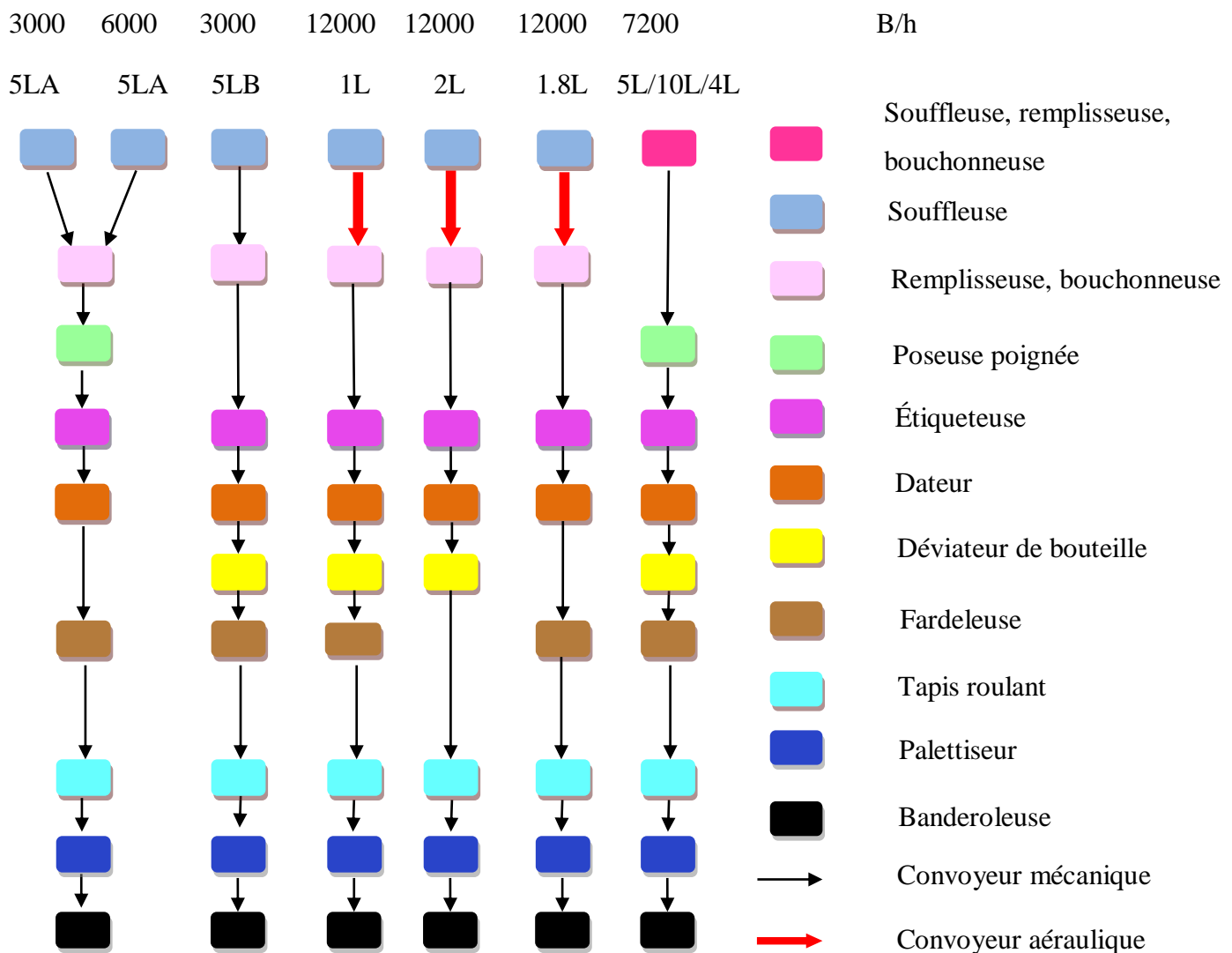


Figure I.2 : Les lignes dans l'unité de conditionnement d'huile.

#### I.4 Armoires électriques

Ce sont des boîtiers robustes utilisés pour sécuriser les composants électriques ou électroniques ainsi que les dispositifs de commutation. Ils assurent la protection de l'alimentation électrique contre l'eau, la poussière et la chaleur, aussi contre le vandalisme par des personnes non autorisées [4].

### I.4.1 Composition de l'armoire électrique

Au sein de l'entreprise CEVITAL plus exactement dans l'unité CDH, la figure ci-dessous représente l'armoire électrique qui est principalement constituée de six (06) variateurs de vitesse (chaque ligne a un variateur de vitesse), un sectionneur, des contacteurs, des disjoncteurs, un automate programmable industriel et des répartiteurs AB3.

- **Variateurs de vitesse** Un variateur de vitesse ou variateur de fréquence est un dispositif électronique conçu pour réguler la vitesse de rotation d'un moteur électrique.
- **Sectionneur** Le sectionneur est un dispositif électrique de protection contre les surcharges, les courts-circuits et d'autres problèmes électriques.
- **Disjoncteur** Est un interrupteur électrique à commande automatique qui interrompt le courant lorsque son intensité dépasse un seuil préétabli.
- **Automate programmable industriel** Un automate programmable industriel (ou API) est un appareil électronique programmable utilisé pour automatiser des processus industriels. Il est largement utilisé dans les environnements industriels pour contrôler et superviser des équipements tels que des machines dans une usine.
- **Répartiteurs AB3-RV162U** Est un dispositif employé dans les systèmes électriques pour distribuer l'énergie de manière équilibrée entre divers circuits ou charges.

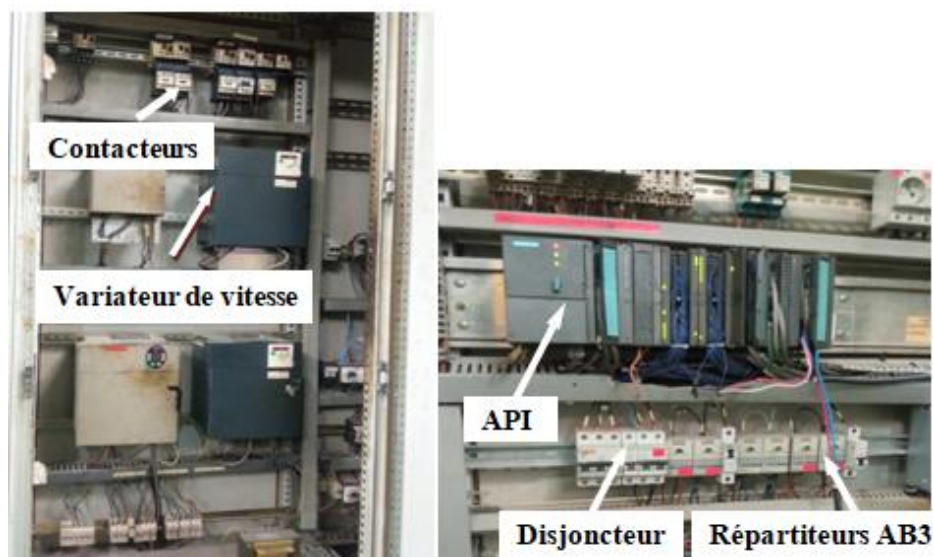


Figure I.3: L'armoire électrique.

## I.5 Problématique

Le système actuel présente de nombreux inconvénients, on peut citer entre autres :

1- Les capteurs de pression à l'entrée et à la sortie du filtre ne transmettent pas de signal analogique à l'automate. Par conséquent, un opérateur doit à chaque fois aller vérifier les pressions.

- Si une grande différence de pression est observée entre l'entrée et la sortie, cela indique un colmatage du filtre. Dans ce cas, l'opérateur doit fermer la vanne de remplissage de la cuve et procéder au remplacement du filtre.
- Si une petite différence de pression est observée entre l'entrée et la sortie, cela indique que le filtre est en bon état.

2- L'absence de capteur de température à la sortie du filtre peut entraîner plusieurs conséquences. En effet, la surveillance en temps réel des variations de température devient impossible, ce qui compromet le contrôle de la qualité de l'huile. De plus, les opérateurs ne peuvent pas réagir rapidement aux changements de température, ce qui peut entraîner des retards dans la prise de mesures correctives.

3- Le niveau d'huile dans la cuve est contrôlé mais pas d'une façon efficace.

4- Débit instable à cause du manque de commande des pompes.

5- La supervision du système de filtration est absente en raison de l'absence d'interface homme machine, ce qui entraîne une perte de temps dans la recherche du problème.

## I.6 Schéma synoptique du système

En ingénierie et en automatisation des systèmes, les schémas synoptiques jouent un rôle crucial car ils permettent de représenter de manière schématique et visuelle les éléments essentiels d'un système.

Afin de simplifier la compréhension de notre système, à savoir le système de filtration d'huile, le schéma synoptique ci-dessous présente les différentes parties du système à étudier.

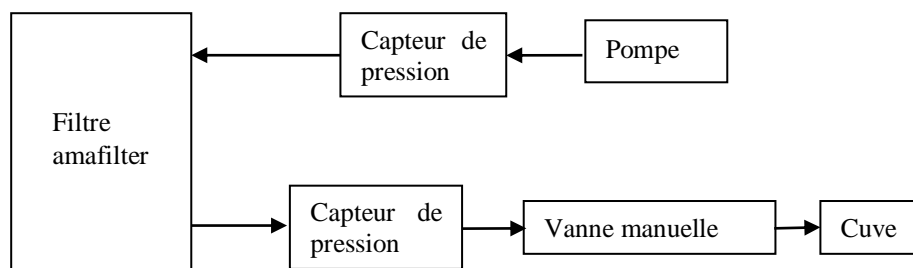


Figure I.4 : Schéma synoptique du système.

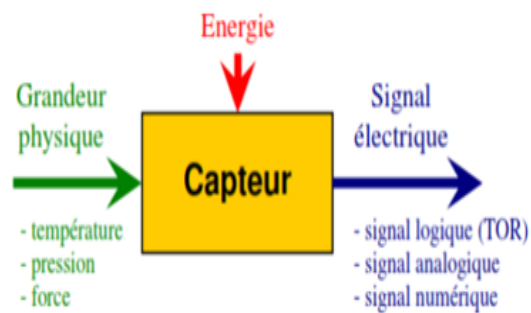
L'instrumentation désigne l'ensemble des techniques et des méthodes utilisées pour mesurer et contrôler différents paramètres physiques. Ce système de mesure comprend une large gamme de dispositifs électriques, tels que les capteurs, les actionneurs et d'autres dispositifs similaires. Leur rôle principal est de superviser les principaux paramètres physiques, tels que la température, la pression, le niveau, le débit, etc.

Nous allons dans ce qui suit, un aperçu sur les capteurs en général, et sur les capteurs du système en particuliers et les actionneurs.

## I.7 Les capteurs et les actionneurs

### I.7.1 Les capteurs

Les capteurs sont des dispositifs conçus pour mesurer ou convertir une grandeur physique en un signal électrique. Ils sont utilisés pour surveiller et contrôler des variables telles que la pression, la température, un niveau, le son, etc [5].



**Figure I.5 :** Schéma du capteur.

Les capteurs se déclinent en diverses natures, chacun offrant des fonctionnalités spécifiques adaptées à une variété d'applications [5].

#### a) Capteur logique

Connais aussi sous le nom capteur Tout ou Rien (TOR) tel que l'information peut prendre seulement deux valeurs 0 ou 1, un exemple de ce type de capteur est le détecteur de mouvement.



**Figure I.6 :** Signal de sortie du capteur TOR.

### b) Capteur analogique

Est un capteur qui transforme une grandeur physique en un signal électrique ce signal peut prendre toutes les valeurs possibles entre la valeur minimale et la valeur maximale, un exemple de ce type de capteur est la sonde de température.

La figure ci-dessous illustre le signal de sortie d'un capteur analogique.

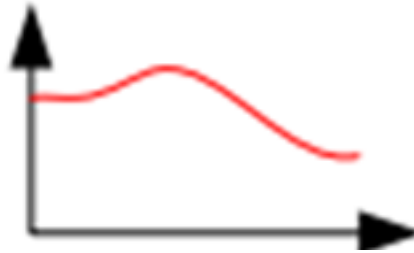


Figure I.7 : Signal de sortie du capteur analogique.

### c) Capteur numérique

Ce capteur convertit les signaux en données numériques discrètes, généralement sous forme binaire (0 et 1). Ce signal peut prendre différentes formes, les plus courantes étant le train d'impulsions (exemple : codeur incrémental) et le code numérique binaire issu d'un échantillonnage (exemple : capteur de pression).

Les figures ci-dessous illustrent les deux types de signaux de sortie d'un capteur numérique.



Figure I.8 : Signal d'échantillonnage fourni par un capteur numérique.

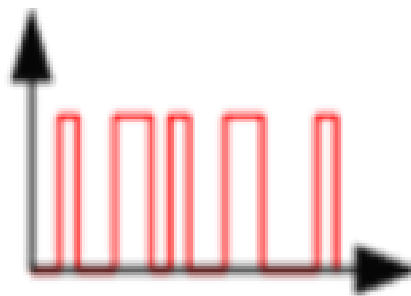


Figure I.9 : Signal train d'impulsion fourni par un capteur numérique.

### I.7.1.1 Type des capteurs du système

#### a) Capteur de pression (Le manomètre)

Le manomètre est un instrument de mesure de pression d'un fluide (liquide ou gaz), il est largement utilisé dans le domaine industriel.



**Figure I.10 :** Capteur de pression (Photo prise en entreprise).

#### b) Capteur de température

Un capteur de température est un dispositif conçu pour mesurer avec précision les variations de la température des liquides, des gaz et d'autres substances. Ce type de capteur est largement utilisé dans l'industrie, ainsi qu'ils sont particulièrement essentiels dans l'agroalimentaire, où le contrôle précis de la température est vital pour garantir la qualité et la sécurité des produits [6].

#### c) Capteur capacitif

Un capteur capacitif est un composant électronique de proximité ou de déplacement qui fonctionne sur le principe de la capacité électrique. Il est conçu pour mesurer sans contact différents objets, métalliques ou non, ainsi que des liquides ou des matériaux transparents tels que le verre, de manière fiable et précise [7].



**Figure I.11 :** Capteurs capacitifs.



## I.7.2 Actionneurs

Les actionneurs sont des dispositifs qui convertissent l'énergie reçue en un phénomène physique, tel que la chaleur, du mouvement, de la pression, afin d'accomplir un travail.

### a) Pompes

Les pompes sont des dispositifs mécaniques élaborés dans le but de transférer un fluide liquide ou gazeux d'un emplacement à un autre en exerçant une force. Il faut savoir que chaque pompe a ses caractéristiques selon la carte signalétique [8].

L'illustration ci-dessous représente la pompe employée au sein l'unité CDH.



Figure I.12 : Pompe (Photo prise en entreprise).

### b) Vannes

Les vannes sont des dispositifs permettant d'arrêter ou de modifier le débit d'un fluide tel qu'un liquide, un gaz ou une suspension. Il y a une variété considérable de vannes disponibles [9].

- **Vanne manuelle** Les vannes manuelles sont des dispositifs de régulation de flux actionnés par une poignée. Elles nécessitent une intervention humaine directe pour contrôler le débit du fluide.
- **Electrovanne** Une électrovanne est une vanne à commande électrique servant à autoriser ou à bloquer le flux d'un fluide. Le principe de base repose sur un plongeur qui se déplace vers le haut ou vers le bas selon le champ magnétique produit par le solénoïde électrique. Ce piston contrôle l'ouverture et la fermeture d'un orifice par lequel le fluide s'écoule [10].

## I.8 Description du filtre

### I.8.1 La filtration

La filtration est une technique qui permet de séparer les particules solides ou les impuretés du liquide ou du gaz en les faisant passer à travers un milieu poreux [11].

Cela permet de maintenir la propreté du produit (liquide ou gaz) et d'éliminer les contaminants qui pourraient compromettre la qualité des produits finis. Ce processus est largement utilisé dans divers domaines, tels que la purification de l'eau, d'huile, la séparation des particules dans l'industrie chimique, pharmaceutique et alimentaire.

En général, une filtration vise à obtenir un produit plus pur ou à éliminer des éléments indésirables d'un liquide ou d'un gaz.

### I.8.2 Filtre amafiltergroup

Le boîtier de filtre multi-cartouches amafilter AFW72-4T-4F convient à toutes les applications industrielles. Il est fabriqué en acier inoxydable. Ce modèle est une version plus grande de la gamme AFW et convient à différents débits. Les cartouches AFW72-4T-4F en fonction de la rhéologie du fluide, sont une solution rentable pour toutes les applications de liquides industriels [12].

L'image suivante montre le filtre amafilter utilisée au sein de l'unité CDH.



**Figure I.13** : Image réelle de filtre multi-cartouches amafilter.

## I.9 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation du complexe CEVITAL et de l'unité CDH comme on a parlé en générale sur notre système de filtration. L'accent été porté sur le système de filtration qui fait l'objet de cette étude. Dans le prochain chapitre, nous aborderons les API et les logiciels de programmation utilisés.



## **Chapitre II**

**Généralités sur les API et logiciels de programmation**

## II.1 Introduction

Les automates programmables jouent un rôle essentiel dans le contrôle et l'optimisation des processus industriels et TIA Portal offre un environnement de développement intégré puissant pour la conception, la programmation et la gestion des systèmes automatisés.

Dans ce chapitre, nous allons aborder les systèmes automatisés puis nous explorerons de manière plus détaillée les automates programmables et le logiciel de programmation et de supervision TIA Portal V19.

## II.2 Systèmes automatisés

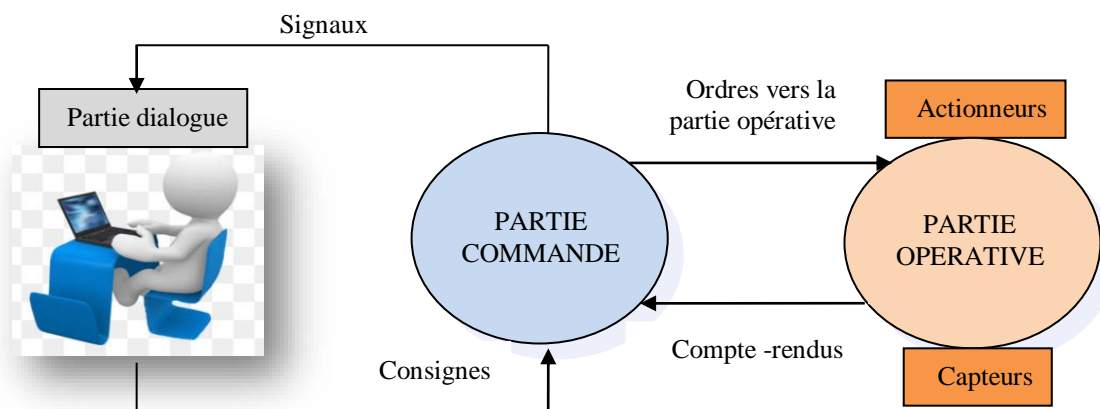
Un système automatisé est un système qui effectue des actions sans nécessiter d'intervention humaine.

Un système est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur. Celui-ci se contente de donner des ordres de départ et si besoin d'arrêt [13].

### II.2.1 Structure d'un système automatisé

Afin d'assurer le bon fonctionnement du système automatisé, l'opérateur est la personne responsable du fonctionnement du système, il transmet des consignes à la partie commande, cette dernière va traduire ces consignes en ordres exécutables par la partie opérative. Une fois que les ordres sont exécutés, la partie opérative va le signaler à la partie commande (compte-rendu) puis la partie commande va signaler ces ordres à l'opérateur qui est capable de comprendre les signaux renvoyés par la partie commande [14].

La figure suivante représente la structure d'un système automatisé.



**Figure II.1** : Structure d'un système automatisé.

Un système automatisé se compose de trois parties : partie commande (PC), partie opérative (PO) et une partie dialogue [13].

### II.2.1.1 Partie Commande (PC)

Elle transmet les ordres aux actionneurs à partir des informations reçues par les capteurs à travers des consignes données par l'opérateur ou du programme qu'elle contient. Généralement, elle est composée de pré-actionneurs, et/ou actuellement d'ordinateurs, de mémoires et de programmes via un API qui n'est qu'un ordinateur spécialisé dans le pilotage de systèmes automatisés.

Les pré-actionneurs les plus couramment employés sont les contacteurs pour les moteurs électriques et les distributeurs pour les vérins pneumatiques...etc. Leur fonction consiste au transport de l'énergie nécessaire.

La figure suivante représente un exemple des pré-actionneurs les plus couramment employés.

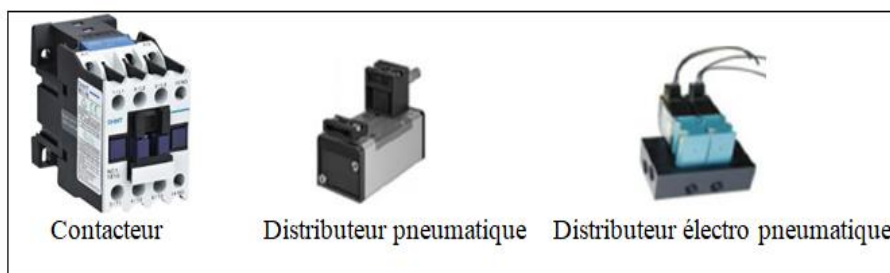


Figure II.2 : Exemples de Pré-actionneurs.

### II.2.1.2 Partie opérative (PO)

C'est la partie qui reçoit les ordres de la PC et qui les exécute. Elle consomme selon le type de technologie utilisé de l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique, elle comporte :

- **Capteurs**

Un capteur est un élément de la PO. Il collecte des informations et les transmet à la PC, il détecte avec ou sans contact un phénomène physique dans son environnement tels que la température, la pression, le déplacement, la lumière, et autres.



**Figure II.3 :** Exemples de capteurs.

- **Actionneurs**

Les actionneurs, généralement constitués des moteurs, d'électrovannes ou des vérins, ont la capacité de produire un phénomène physique comme un déplacement linéaire ou rotatif, un dégagement de la chaleur ou d'émettre de la lumière à partir de l'énergie qu'ils reçoivent.



**Figure II.4 :** Exemples d'actionneurs.

### II.2.1.3 Partie dialogue

Elle représente le pupitre de dialogue homme-machine équipé des organes de commande permettant la mise en/hors énergie de l'installation, de sélectionner les modes de marche, commander manuellement les actionneurs, la mise en référence, le départ des cycles, l'arrêt d'urgence ainsi que permet la visualisation de l'état du processus à tout instant.

## II.2.2 Objectif d'un système automatisé

L'automatisation apporte de nombreux avantages. On peut citer entre autre [15] :

- 1- Augmentation de la productivité du système, en d'autres termes, elle accroît la quantité de produits fabriqués pendant une durée donnée. Cette augmentation de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme d'une meilleure rentabilité ou d'une meilleure compétitivité.
- 2- Amélioration de la flexibilité de la production.

- 3- Amélioration de la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée.
- 4- Adaptation à des contextes particuliers.
- 5- Augmentation de la sécurité.

### II.3 Les automates programmables industriels (API)

Les API représentent une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions. Il effectue différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, afin de commander les machines et les processus [16].

Aussi connu sous le nom de Programmable Logic Controller (PLC), il peut sembler être plus qu'une boîte noire avec des fils amenant et d'autres fils qui envoient des signaux dehors. Il pourrait également sembler qu'il y ait une certaine magie à l'intérieur qui décide d'une manière ou d'une autre quand les appareils de terrain doivent être allumés. L'automate est un ordinateur, et quelqu'un lui avait dit quoi faire. L'API sait quoi faire grâce à un programme qui a été développé puis qui est entré dans sa mémoire. Ce programme utilisateur est la liste des instructions qui indique à l'automate ce qu'il doit faire [17].

#### II.3.1 Historique

Les API sont apparues à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors), qui souhaitait avoir des systèmes de commande plus adaptables. Avant, les relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques étaient employés pour réaliser les parties de commande, ce qui nécessitait une logique câblée. Aujourd'hui, l'utilisation de systèmes qui intègrent des microprocesseurs simplifie la modification des systèmes automatisés, ce qui conduit à une logique programmée [18].

#### II.3.2 Critère de choix d'un automate

Le choix d'un bon automate programmable est une étape importante pour s'assurer que tout marche bien dans un système automatisé. Il est essentiel de prendre en considération plusieurs critères afin d'assurer que l'automate choisi répond aux besoins spécifiques de l'application. On peut citer parmi ces critères :

- La fiabilité et la robustesse.
- Facilité d'utilisation.
- Capacité de la mémoire.

- Nombre d'entrées/sorties.
- La nature des entrées/sortie (numérique, analogique, booléenne).
- Nombre de temporisateurs.
- Le temps de cycle.
- Le critère de coût.

### II.3.3 Domaines d'utilisation des API

Les API sont utilisées dans tous les domaines industriels pour commander des machines (convoyage, emballage...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire...) ou pour réguler des processus (métallurgie, chimie...). On l'emploie de plus en plus dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes [18].

### II.3.4 Avantages d'utilisation de L'API

Les API offrant de nombreux avantages [19] :

- Puissance et rapidité.
- Réduction des coûts.
- Améliorer les conditions de travail en éliminant les travaux répétitifs.
- Les automates programmables sont programmés de manière simple et utilisent un langage de programmation facile à comprendre (logique programmée), ce qui rend la modification du programme plus facile par rapport à la logique câblée.
- Les API augmentent la sécurité et facilitent la maintenance (l'API par lui même est relativement fiable et peut aider l'homme dans la recherche de défauts). La possibilité de la communication avec des équipements externes tels que les ordinateurs ou d'autres API.

### II.3.5 Structure d'un API

Un API peut être divisé en deux structures fondamentales :

#### II.3.5.1 Structure externe

Les API peuvent être de type [18] :

##### a) Automate de type compact

Les automates dits de type compact intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Ils ont la capacité de réaliser certaines fonctions telles que le comptage rapide, les entrées/sorties analogiques, etc...et de recevoir des extensions en nombre limité.



En général, Ces automates de fonctionnement simple sont destinés à la commande de petits automatismes.



Figure II.5 : API de type compact (Allen-Bradley).

**b) Automate de type modulaire**

Les automates dits de type modulaire comportent le processeur, l'alimentation ainsi que des interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées, et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant bus plus connecteurs. Ces automates sont intégrés dans des systèmes automatisés complexes nécessitant puissance, capacité de traitement et flexibilité.



Figure II.6 : API de type modulaire (Modicon).

**II.3.5.2 Structure interne**

La figure ci-dessous illustre la structure interne d'un API.

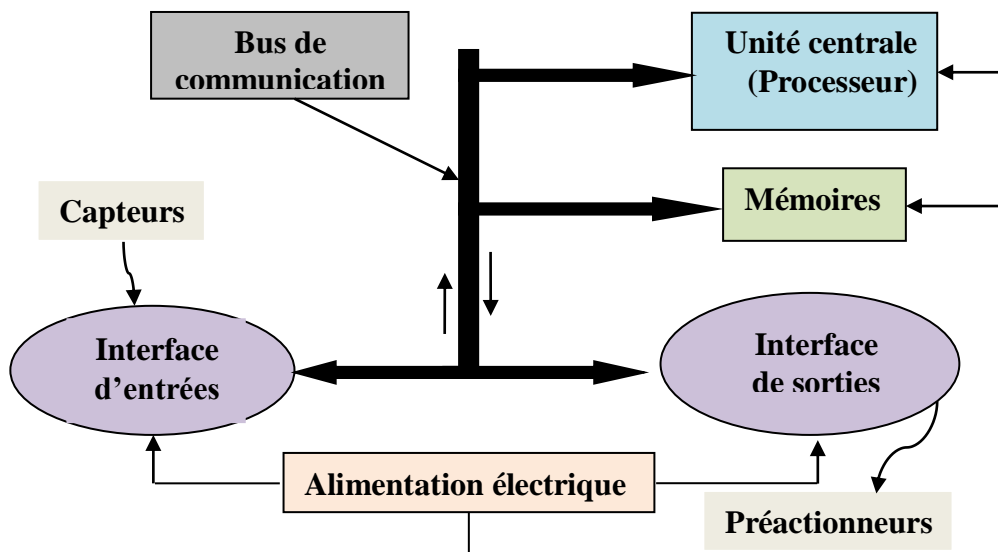


Figure II.7: Structure interne d'un API.

Un API est constitué des éléments suivants :

- ✓ Unité centrale.
- ✓ Module d'entrée sortie.
- ✓ Alimentation électrique.
- ✓ Le bus interne (bus de communication).

Dans cette partie, nous examinerons de manière approfondie les principaux composants des automates.

### a) Unité centrale de traitement (CPU)

Le processeur ou unité centrale de traitement (CPU, Central Processing Unit) contient le microprocesseur. La CPU interprète les signaux d'entrée et effectue les actions de commande selon le programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action [16].

Elle est constituée de [17] :

- **Mémoire** : Le stockage du programme dans la Random Access Memory (RAM) donne la possibilité de changer le programme facilement même lorsque l'automate est en marche. Les autres types de mémoires utilisés dans les automates sont Electrically Erasable Programmable Read Only-Memory (EEPROM), elle est utilisé pour stocker des données ou des instructions qui peuvent être conservé longtemps sans modification.

### b) Modules d'entrée/sortie (E/S)

Il s'agit de cartes d'interface qui facilitent la communication entre l'automate et le monde extérieur en recevant des signaux d'entrée tels que des capteurs de température, de pression, de niveau, etc., et en envoyant des signaux de sortie comme des relais de commande de moteur [20].

### c) Alimentation électrique

Pour assurer un bon fonctionnement de l'API, il est nécessaire d'avoir une alimentation électrique fiable. Elle est conçue pour fournir une alimentation électrique stable et régulée aux différents composants, généralement sont alimentés en 24V/DC [20].

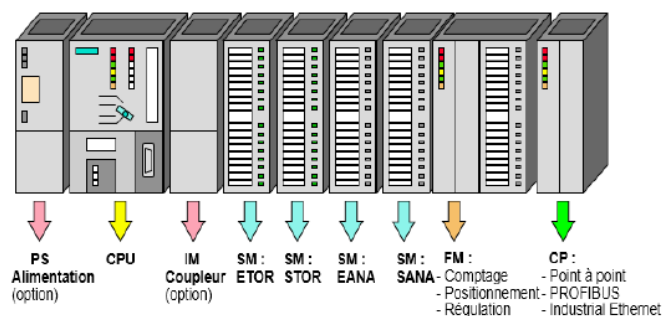
### d) Le bus interne

Permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions [18].

## II.4 Présentation de l'automate S7-300

L'API S7-300 est un mini PLC modulaire pour les gammes de performances inférieures et moyennes. Il offre différentes versions des contrôleurs permettant la performance à adapter à l'application respective. Selon les besoins, le PLC peut être étendu par des modules d'E/S pour les signaux analogiques dans jusqu'à quatre racks de huit modules chacun [21].

Il est utilisé dans les usines pour aider à contrôler et surveiller les machines. C'est comme le cerveau d'une usine, aidant à prendre des décisions et à faire fonctionner les équipements correctement.



**Figure II.8:** Architecture de l'automate S7-300.

### II.4.1 Constituants de l'automate S7-300

L'API S7-300 est constitué de plusieurs modules sont [21] :

#### II.4.1.1 Module d'alimentation (PS)

Les modules d'alimentation (PS) fournissent une tension continue de 24V afin d'alimenter la CPU. Il fournit la tension nécessaire par le contrôleur programmable.

#### II.4.1.2 Unité centrale (CPU)

La CPU contient le système d'exploitation et le programme utilisateur, ce dernier est exécuté dans la mémoire de travail de l'unité centrale. La CPU dispose d'interfaces de bus qui permettent d'établir la connexion à d'autres contrôleurs programmables.

#### II.4.1.3 Module d'interface (IM)

Dans le cas d'une extension, les modules d'interface (IM) permettent de relier le rack central jusqu'à un maximum de trois racks d'extension.

#### II.4.1.4 Module des signaux (SM)

Les modules de signalisation (SM) assurent la liaison avec l'installation contrôlée. Ces modules d'entrée et de sortie sont disponibles pour les signaux numériques et analogiques.

#### II.4.1.5 Module de fonction (FM)

Les modules de fonction (FM) sont des modules d'E/S qui effectuent un prétraitement des signaux. Ils préparent les signaux provenant du processus de manière indépendante du CPU et les renvoient directement dans le processus ou les rendre disponibles sur l'interface interne de la CPU. Ces modules sont chargés de gérer les fonctions que la CPU ne peut généralement pas s'exécuter assez rapidement, comme le comptage des impulsions, le positionnement.

#### II.4.1.6 Module de communication (CP)

Les modules CP permettent le transfert de données au-delà des possibilités offertes par les interfaces standard en ce qui concerne les protocoles et les fonctions de communication.

### II.5 Présentation du TIA PORTAL V19

Le TIA Portal, acronyme de « Totally Integrated Automation Portal », le nouvel environnement de travail développé par Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré [22].

La version 19, est la dernière version du portail TIA, rend le contrôle des mouvements plus simple et facile, aussi elle offre de nouvelles améliorations. Le TIA Portal intègre deux logiciels de Siemens, SIMATIC Step7 et SIMATIC WinCC (Windows Control Center).

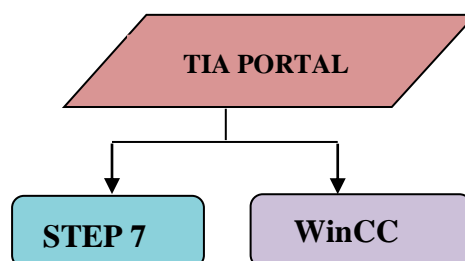


Figure II.9 : Illustration de la construction de TIA Portal.

#### II.5.1 Logiciel SIMATIC Step7

STEP 7 permet la configuration et la programmation des automates SIMATIC S7-300, c'est un outil d'automatisation central pour SIMATIC. Il nécessite une autorisation (licence) et s'exécute sur les systèmes d'exploitation Microsoft Windows actuels [21].

## II.5.2 Logiciel SIMATIC WinCC

WinCC, est un logiciel de supervision et de contrôle industriel, ainsi qu'une interface homme-machine développé par Siemens, il est largement utilisé en industrie pour la surveillance et le contrôle ainsi qu'il permet aux opérateurs et aux ingénieurs de visualiser en temps réel les processus industriels.

## II.5.3 Langages de programmations

Le Tia Portal prend en charge de nombreux langages de programmation pour le développement des systèmes d'automatisation.

Voici les principaux langages de programmation pris en charge avec quelques détails sur chacun selon la norme IEC 61131-3 (CEI : Commission Electrotechnique Internationale) [16].

- Langage à contacts (LD : Ladder diagram) : Permet la programmation graphique, chaque ligne horizontale du schéma définit une opération du processus de commande, débiter avec une entrée ou plusieurs et finir avec au moins une sortie. Le programme est analysé ligne par ligne, chacune lue de gauche à droite.

- Langage à blocs de fonction (FBD : fonction bloc diagram) : Est un langage de programmation graphique, il utilise des blocs graphiques pour décrire les signaux et les flux de données au travers de blocs. La forme d'un bloc fonctionnel est une boîte rectangulaire, avec les entrées placées à gauche et les sorties à droite.

- Langage liste d'instructions (IL : Instruction List) : Est un langage de programmation textuel de bas niveau, comparable à la saisie d'un schéma à contacts sous forme de texte. Permet d'écrire le programme sous forme de listes d'instructions. Certains fabricants d'API ne prennent pas en charge les listes d'instructions, ils proposent plutôt un langage de plus haut niveau appelé texte structuré.

- Langage littéral structuré (ST : Structured text) : Ce langage est similaire à d'autres langages de programmation comme le langage Pascal. Il permet d'écrire le programme sous forme d'une suite d'instructions séparées par des points-virgules.

- Langage graphe de fonction séquentielle (SFC : Sequential Function Charts) ou GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etapes Transitions) : Est une représentation graphique puissante du fonctionnement d'un système, pour décrire le comportement

séquentiel d'un programme. Depuis plusieurs années, les langages graphiques sont utilisés, notamment le GRAFCET.

## II.5.4 Blocs de programme

Dans TIA Portal, les blocs de programme jouent un rôle crucial en organisant et en structurant le code de manière logique, sont comme suit [20] [23] :

- Bloc d'organisation (OB) Il est utilisé pour regrouper les instructions de traitement cyclique ou périodique.

On peut trouver des Obs. spécifiques pour différents événements ou fonctions, comme l'OB1 est examiné à chaque cycle d'automate. C'est à partir de ce bloc que l'on fera appels aux différents blocs de programmes. L'OB100 et l'OB101 sont appelés au démarrage à chaud et à froid uniquement.

- Bloc fonctionnel (FB) Le FB est à disposition via un espace mémoire correspondant. Si un FB est appelé, il lui est attribué un bloc de données (DB). On peut accéder aux données de cette instance DB par des appels depuis le FB. Un FB peut être attribué à différents DB. D'autres FB et d'autres FC peuvent être appelés dans un bloc de fonction par des commandes d'appel de blocs.

- Fonction (FC) C'est dans ces blocs que l'on va mettre les instructions à exécuter. Ces blocs n'ont pas de mémoire.

- Blocs de données (DB) Ils sont utilisés pour allouer de l'espace mémoire aux variables. Il existe deux catégories : Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données stockées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini.

## II.5.5 Vues du TIA Portal

Lorsqu'on lance le logiciel, on trouve deux vues importantes, la vue du portail et la vue du projet.

### II.5.5.1 Vue du portail

Le Portail offre un panorama du projet et un accès aux outils nécessaires pour le développer.

La figure ci-dessous montre la vue du portail. Tout à gauche, il est possible de basculer vers la vue du projet.

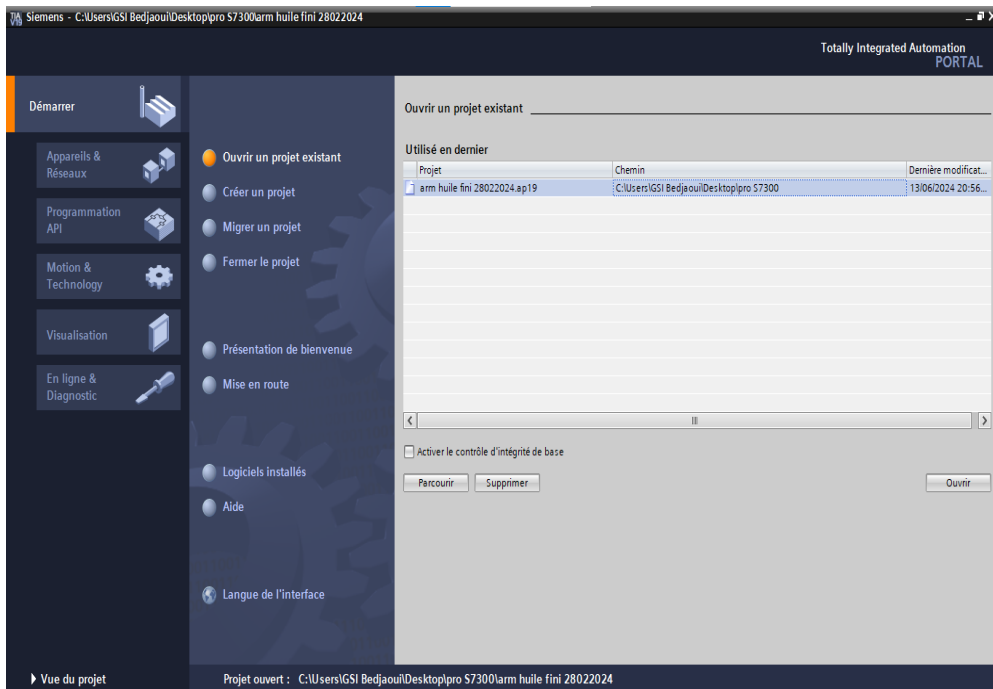


Figure II.10 : Vue du portail.

### II.5.5.2 La vue du projet

Cette vue offre tous les éléments et les informations nécessaires pour mettre en place la solution d'automatisation souhaitée [24].

La figure ci-dessous montre la vue du projet.

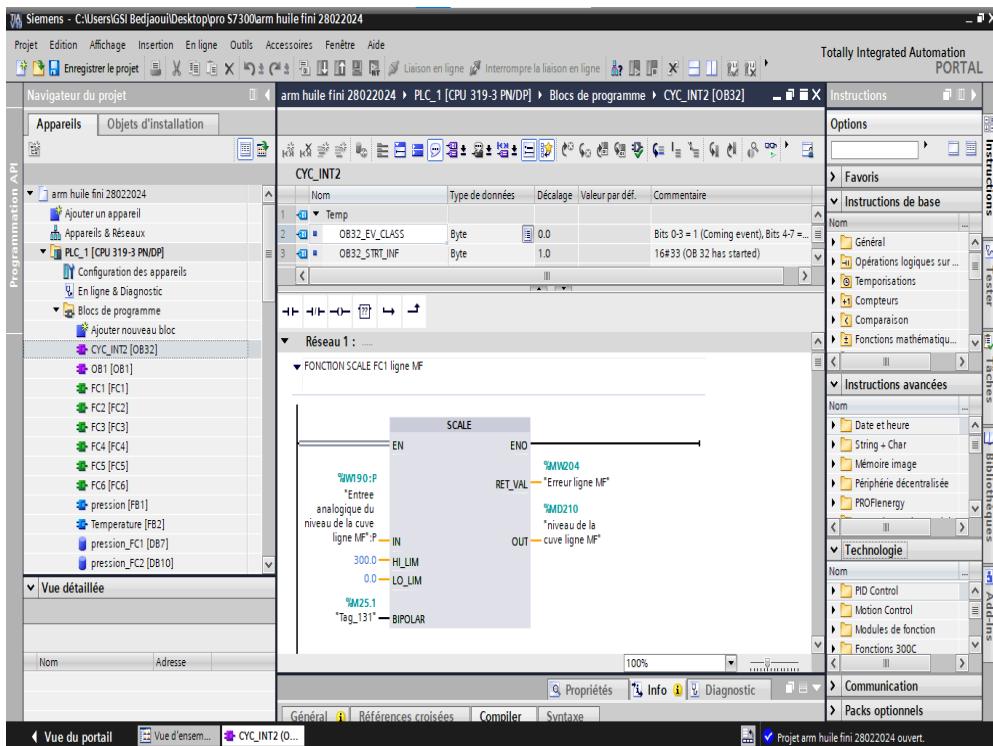


Figure II.11 : Vue du projet.

### II.5.6 Supervision sous Tia portal

C'est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrications automatisés. La supervision concerne l'acquisition des données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables. Dans le domaine informatique, la supervision consiste à surveiller et à garantir le bon fonctionnement d'un système ou d'une activité car elle permet de surveiller, rapporter et alerter les fonctionnements anormaux des systèmes informatiques. Pour mettre en œuvre une supervision, l'utilisation d'un logiciel dédié est indispensable [25].

La supervision présente plusieurs avantages et intérêts significatifs dans divers domaines industriels et informatiques, voici quelques-unes [26] :

- Surveillance complète et la notification en temps réel.
- Garante de la sécurité en entreprise/usine.
- Augmentation de la productivité.
- Résolution automatique des problèmes.
- Surveillance et mesure de performances.
- Paramétrage d'évènements et gestion d'alarmes.

### II.5.7 Interface Homme Machine (IHM)

Les interfaces homme-machine (IHM) en anglais human machine interface (HMI) sont des systèmes qui permettent aux utilisateurs de communiquer avec des machines, des logiciels ou des appareils électroniques. L'une des fonctions principales des IHM est de présenter des informations de manière conviviale et compréhensible. Les IHM sont conçues pour présenter des informations de manière à ce que les utilisateurs puissent interagir efficacement avec les systèmes informatiques ou les dispositifs électroniques. Elles visent à améliorer la communication et ainsi l'efficacité entre l'homme et la machine conviviale pour les utilisateurs [25].

Dans le cadre de notre projet, nous avons opté pour l'utilisation d'une interface Homme-Machine (IHM) tactile, offrant ainsi une interaction intuitive et directe avec le système, permettant une manipulation rapide et efficace des paramètres de contrôle.

### II.5.8 Configuration d'une vue IHM

Sur la page d'accueil de TIA Portal, on clique sur configurer une IHM.



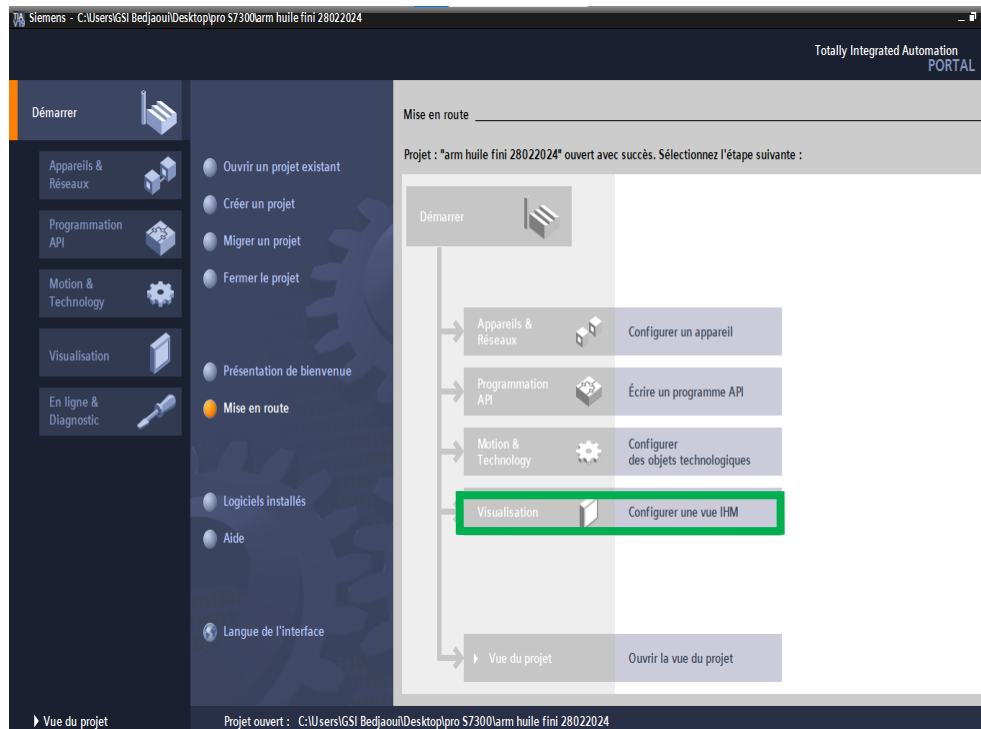


Figure II.12 : Configuration d'une vue IHM.

## II.5.9 Les applications des IHM

Les interfaces homme-machine sont utilisées dans diverses applications, offrant des moyens efficaces et conviviaux pour permettre aux personnes d'interagir avec les machines. Voici quelques-unes des principales applications des IHM [27]:

- Elles peuvent servir à afficher les données de façon visuelle ou pour suivre les temps de production ou les tendances.
- Elles peuvent être utilisées pour surveiller les indicateurs de performance ou à surveiller les entrées et sorties des machines.
- Elles peuvent être utilisées dans les ordinateurs personnels, les applications de productivité, les consoles de jeu...etc., afin de simplifier l'interaction des utilisateurs avec les logiciels et les informations.

## II.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons analysé en profondeur les concepts de base des automates programmables industrielles et le logiciel de programmation Tia Portal V19. Dans la section suivante, nous expliquerons et montrerons le programme et ses différentes parties.



## **Chapitre III**

### **Programmation et simulation**

### III.1 Introduction

La programmation est un accès direct à l'innovation, à la résolution des problèmes et à la conception des solutions astucieuses.

Afin de gérer efficacement notre système de filtration d'huile, dans ce chapitre, nous allons élaborer un programme qui facilitera notre processus en détaillant chaque étape pour mieux comprendre le fonctionnement de notre système.

### III.2 La régulation automatique

La régulation automatique est l'ensemble des techniques qui visent à contrôler une grandeur physique comme la température, la vitesse, la pression, débit, niveau etc..., afin de la maintenir à une valeur donnée, appelée consigne. Cette grandeur physique est appelée grandeur régulée.

Dans notre projet, la régulation automatique est utilisée pour contrôler le niveau d'huile dans une cuve.

### III.3 Critères de performance d'une régulation

- Le temps de montée correspond au temps qu'il faut pour arriver ou dépasser la consigne.
- Le dépassement, c'est le rapport entre le premier pic et la consigne.
- L'erreur statique, c'est l'erreur finale une fois que le système est stable.
- Le temps de réponse est le temps nécessaire pour que le système atteigne un état stable autour de la consigne.

### III.4 Définition d'un régulateur PID

Le régulateur proportionnel intégral dérivé (PID), occupe une place de choix en tant que régulateur standard dans l'industrie, étant donné qu'il est le plus couramment utilisé. Il assure, à travers ses trois paramètres le gain proportionnel ( $K_p$ ), le temps intégral ( $T_i$ ) et le temps dérivatif ( $T_d$ ) les performances souhaitées (amortissement, temps de réponse, ...) d'un processus [28].

Un régulateur PID correctement réglé atteint le plus vite possible la consigne et la maintient à une valeur constante [29].

- Loi de commande du régulateur PID :

$$U(t) = K_p * (e(t) + \frac{1}{T_i} * \int_0^t e(\tau) * d\tau + T_d * \frac{de}{dt}) \quad (\text{II.1})$$

Avec  $K_i = \frac{K_p}{T_i}$  et  $K_d = K_p * T_d$

- Fonction de transfert du régulateur PID :

$$\frac{U(P)}{E(P)} = K_p * \left( \frac{1 + P * T_i + P * T_i * T_d}{P * T_i} \right) \quad (\text{II.2})$$

### III.4.1 Formes des correcteurs PID

Les différentes formes des correcteurs PID sont :

#### a) Forme standard (forme mixte)

La forme standard de la fonction de transfert d'un correcteur PID est :

$$\frac{u(p)}{e(p)} = K_p * \left( 1 + \frac{1}{T_i p} + T_d p \right) \quad (\text{II.3})$$

Le correcteur PID standard génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p * \left( e(t) + \frac{1}{T_i} * \int_0^t e(\tau) * d\tau + T_d * \frac{de(t)}{dt} \right) \quad (\text{II.4})$$

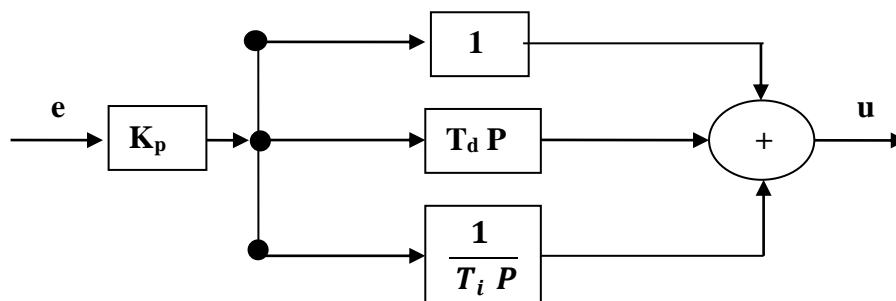


Figure III.1 : Schéma d'un régulateur PID mixte.

#### b) Forme parallèle

La forme parallèle de la fonction de transfert d'un correcteur PID est :

$$\frac{u(p)}{e(p)} = K_p + \frac{K_i}{p} + K_d p \quad (\text{II.5})$$

Le correcteur PID parallèle génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p e(t) + K_i * \int_0^t e(\tau) * d\tau + K_d * \frac{de(t)}{dt} \quad (\text{II.6})$$

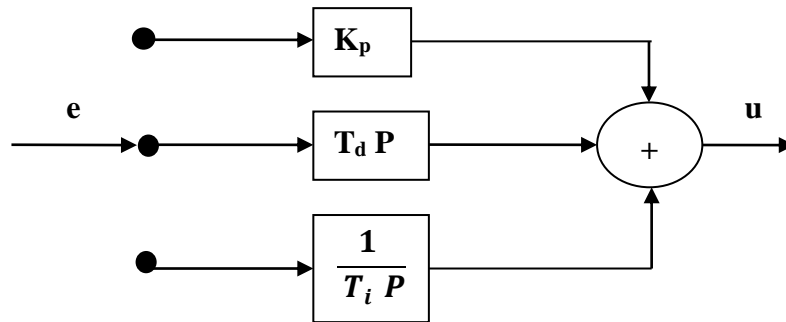


Figure III.2 : Schéma d'un régulateur PID parallèle.

### c) Forme série

La forme série de la fonction de transfert d'un correcteur PID est :

$$\frac{u(p)}{e(p)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i p} \right) (1 + T_d p) \quad (\text{II.7})$$

Correcteur PID série génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p \left( 1 + \frac{T_d}{T_i} \right) e(t) + \frac{K_p}{T_i} * \int_0^t e(\tau) * d\tau + K_p T_d * \frac{de(t)}{dt} \quad (\text{II.8})$$

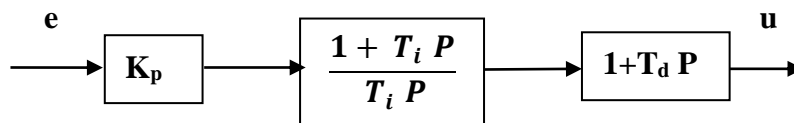


Figure III.3 : Schéma d'un régulateur PID série.

## III.5 Cahier des charges

L'huile est initialement aspirée par la pompe, dès son entrée dans les tuyaux, le capteur de pression installé à l'entrée du filtre mesure la pression d'entrée de l'huile. Ensuite, l'huile est dirigée vers un filtre spécifique pour éliminer les impuretés et les particules. La pression et la température de l'huile après filtration sont également mesurées par les capteurs de pression et de température installés à la sortie du filtre.

- Si la différence entre les deux pressions (entrée et sortie) est inférieure à 1.5 bar et la température d'huile mesurée à la sortie du filtre est comprise entre 17°C et 24 °C l'électrovanne s'ouvre, et la pompe continue de fonctionner.

- Si la différence entre les deux pressions (entrée et sortie) est supérieure ou égale à 1.5 bar et la température d'huile mesurée à la sortie du filtre n'est pas comprise entre 17 et 24 °C, dans ce cas l'électrovanne se ferme et la pompe s'arrête.

- Si la différence entre les deux pressions (entrée et sortie) est supérieure ou égale à 1.5 bar et la température d'huile mesurée à la sortie du filtre est comprise entre 17 et 24 °C, dans ce cas l'électrovanne se ferme, et la pompe s'arrête.
- Si la différence entre les deux pressions (entrée et sortie) est inférieure à 1.5 bar et la température d'huile mesurée à la sortie du filtre n'est pas comprise entre 17 et 24 °C, dans ce cas l'électrovanne se ferme, et la pompe s'arrête.

### III.6 Grafcet de système

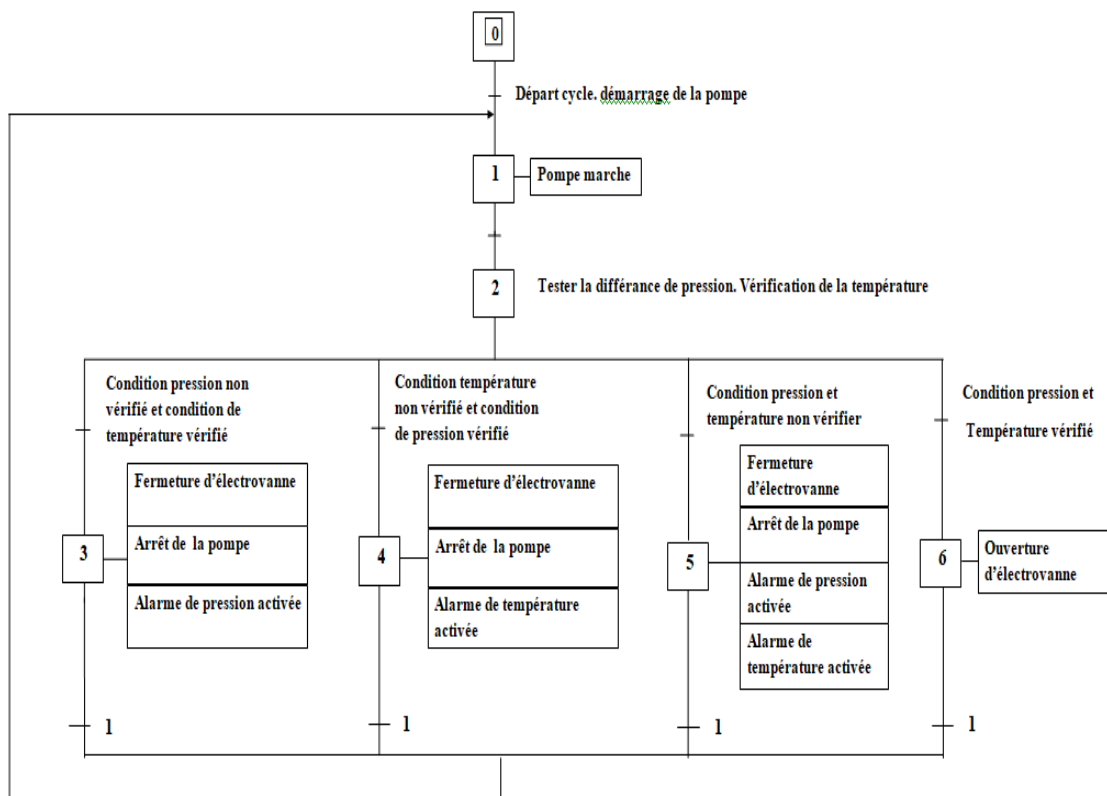


Figure III.4: Grafcet du point de vue système (partie filtration).

### III.7 Configuration matérielle

L'automate choisi est le S7-300 de SIEMENS, nous allons insérer les modules nécessaires pour compléter la configuration matérielle.

Les modules sont disposés sur le châssis de la manière suivante :

- CPU 319-3 PN/DP : Représente notre processeur.
- Module d'interface: IM 365 IM S-R.
- 2 modules d'entrées digitale : DI32×DC24V et DI 16×24VDC\_1.
- 2 modules de sortie digitale : DO32×DC24V/0.5A.

- 5 Modules d'entrées analogiques : 03 module de AI 8x12Bit, un module de AI 8x16Bit\_1, un module de AI 8x13Bit\_1.
- 3 Modules de sorties analogiques : AO 4x12BIT.

La figure ci-dessous représente la configuration matérielle.

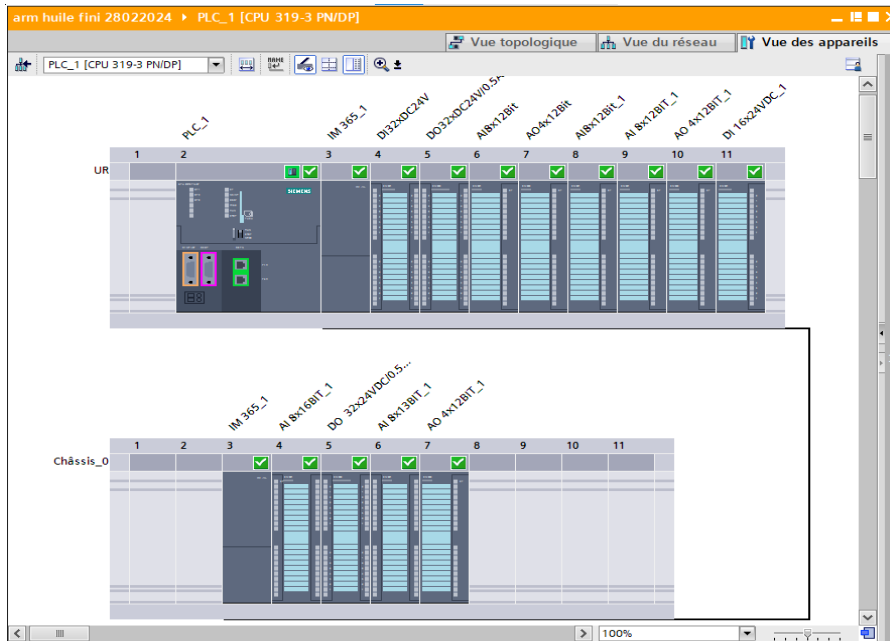


Figure III.5 : Configuration matérielle PLC.

### III.8 Structure de programme

La figure suivante représente la structure du programme que nous avons développé.

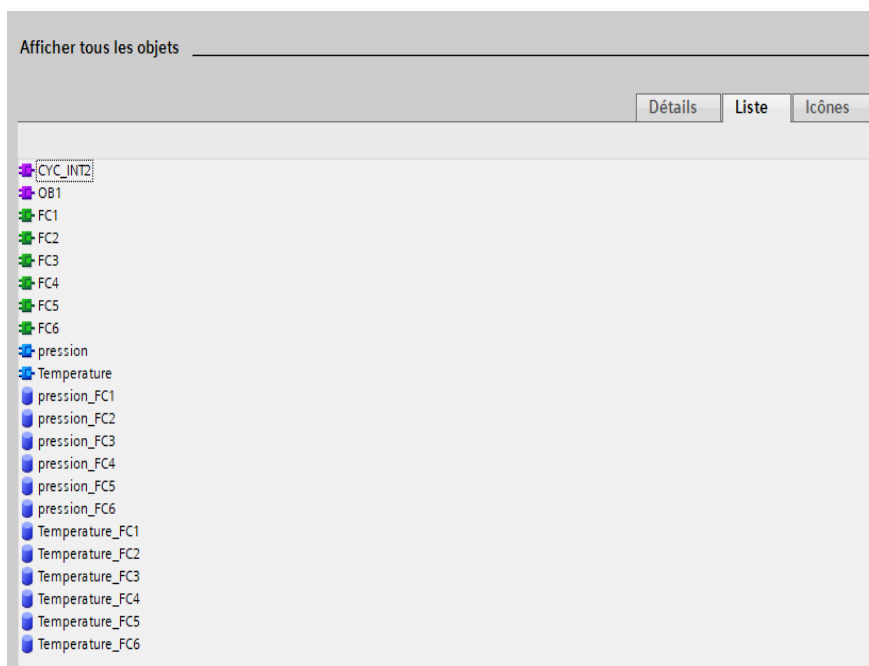


Figure III.6 : Vue programmation API.

Le tableau suivant représente les différents blocs que nous avons utilisés, accompagnée de leurs représentations respectives.

Bloc	Sa représentation
OB1	Bloc d'organisation contient les appels des six (06) fonctions de programme
CYC_INT2 [OB32]	Création d'un régulateur PID
FC1	Fonction ligne multi-format (MF)
FC2	Fonction ligne 1 litre
FC3	Fonction ligne 2 litres
FC4	Fonction ligne BOXEE
FC5	Fonction ligne 9000 B/H
FC6	Fonction ligne 1.8 litres
FB1	Contient le programme en langage contact pour évaluer la température et la gestion des alarmes.
FB2	Contient le programme en langage contact pour évaluer la pression et la gestion des alarmes.
DB1	Bloc de donnée contient les données et variable de FB1
DB2	Bloc de donnée contient les données et variable de FB2

**Tableau III.1 :** Les différents blocs de programme avec leurs représentations.



### III.9 Table des variables API

La table de variables API nous permet de définir l'ensemble des entrées et sorties de notre système. Avant de débiter la programmation, nous procédons d'abord à la déclaration de toutes les variables qui seront utilisées pour contrôler la partie du système qui nous intéresse. La figure suivante représente une partie de la table de variable.

	Nom	Tabl...	Type de...	Adresse	...	Acc...	Visib...
277	Entree ana de pression de l'entree de filtre ligne MF	Tabl...	Int	%IW136			
278	Entree ana de pression de la sortie de filtre ligne MF	Tabl...	Int	%IW138			
279	Pression d'entree de filtre ligne MF	Tabl...	Real	%MD54			
280	Pression de la sortie de filtre ligne MF	Tabl...	Real	%MD74			
281	Difference de pression ligne MF	Tabl...	Real	%MD188			
282	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF	Tabl...	Bool	%M37.1			
283	Entree analogique de la temperature ligne MF	Tabl...	Int	%IW150			
284	La temperature de ligne MF	Tabl...	Real	%MD282			
285	Alarme de temperature ligne MF	Tabl...	Bool	%M36.1			
286	Messages d_alarme	Tabl...	Word	%MW36			
287	Pomz1p	Tabl...	Bool	%Q4.6			
288	Electrovanne ligne MF	Tabl...	Bool	%Q38.0			
289	Entree analogique du niveau de la cuve ligne MF	Tabl...	Int	%IW190			
290	Erreur ligne MF	Tabl...	Word	%MW204			
291	niveau de la cuve ligne MF	Tabl...	Real	%MD210			
292	Commande de variateur reglage du niveau ligne MF	Tabl...	Real	%MD500			
293	Commande de variateur reglage du niveau ligne MF ( unscale )	Tabl...	Int	%QW464			
294	Entree ana de pression de l'entree de filtre ligne 1 litre	Tabl...	Int	%IW140			
295	Entree ana de pression de la sortie de filtre ligne 1 litre	Tabl...	Int	%IW142			
296	Pression d'entree filtre 1 litre	Tabl...	Real	%MD222			
297	Pression de la sortie de filtre ligne 1 litre	Tabl...	Real	%MD226			
298	Difference de pression ligne 1 litre	Tabl...	Real	%MD192			
299	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 1 litre	Tabl...	Bool	%M37.2			
300	Entree analogique de la temperature ligne 1 litre	Tabl...	Int	%IW152			
301	La temperature de ligne 1 litre	Tabl...	Real	%MD520			
302	Alarme de temperature ligne 1 litre	Tabl...	Bool	%M36.2			
303	pom11	Tabl...	Bool	%Q4.7			
304	Electrovanne ligne 1 litre	Tabl...	Bool	%Q38.1			
305	Entree analogique du niveau de la cuve ligne 1litre	Tabl...	Int	%IW128			
306	Erreur ligne 1 litre	Tabl...	Word	%MW280			
307	niveau de la cuve ligne 1 litre	Tabl...	Real	%MD510			

Figure III.7 : Partie de la table mnémonique.

### III.10 Logiciel de la simulation 3D FACTORY IO

Factory I/O est un logiciel de simulation industrielle en 3D pour l'apprentissage des technologies d'automatisation. Conçu pour une utilisation facile, il permet de construire rapidement une usine virtuelle à partir d'une sélection de pièces industrielles courantes [30].

La figure suivante représente la scène qu'on a utilisé qui contient la cuve qui permet de contrôler le niveau d'huile c'est à dire de concevoir pas à pas le système automatisé.

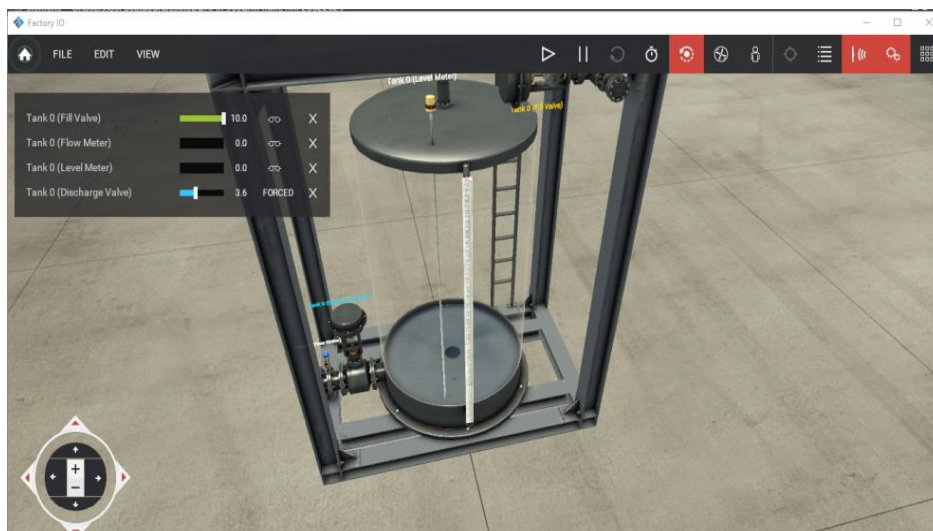


Figure III.8: La cuve qui contrôle le niveau d'huile sur Factory IO.

### III.10.1 Connexion avec TIA Portal V19

Pour connecter TIA Portal V19 à Factory I/O, commencez par démarrer la simulation dans TIA Portal. Ensuite, dans Factory I/O sélectionnez le driver Siemens S7-PLCSIM, puis cliquez sur "Connect".

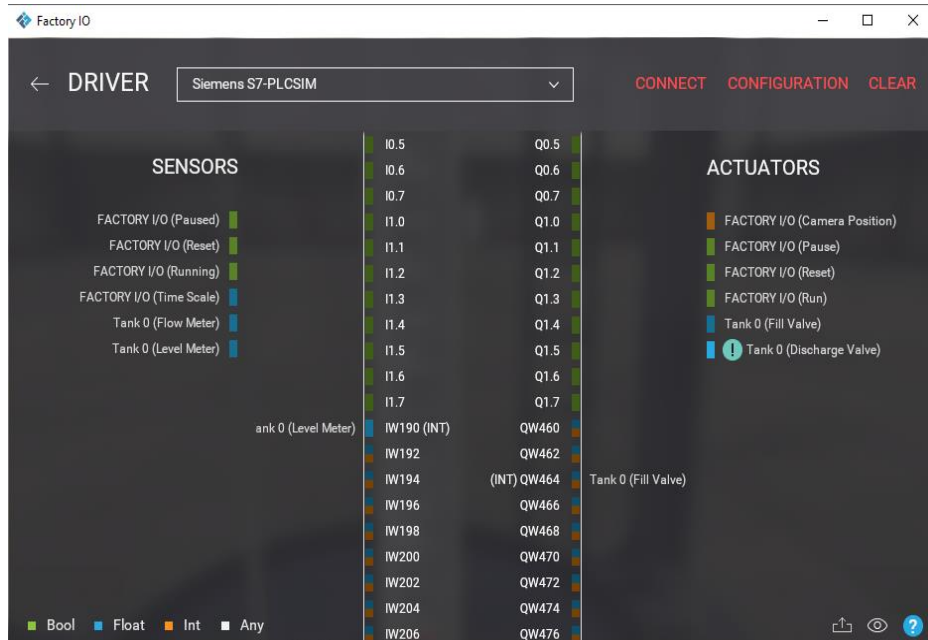
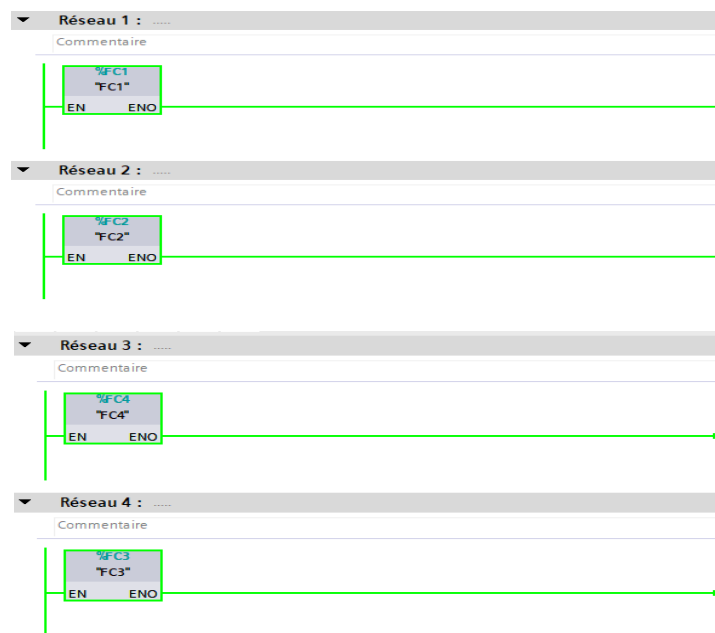


Figure III.9: Connexion avec PLCSIM

## III.11 Programmation et simulation

### III.11.1 Bloc d'organisation OB1

La figure suivante représente le bloc d'organisation OB1.



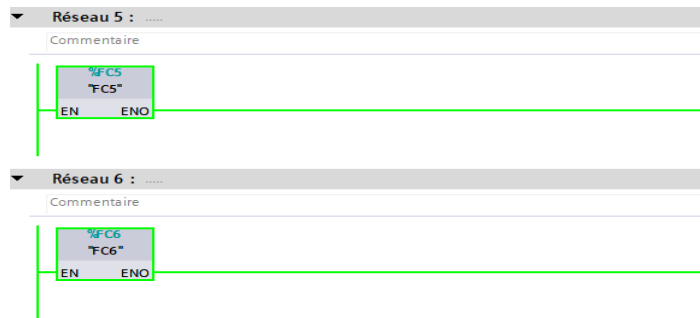


Figure III.10 : Bloc d'organisation OB1.

### III.11.2 Blocs fonctionnels

#### a) Le bloc FB1

Pour que la pression d'entrée et celle de sortie transmettent un signal analogique à l'automate il faut qu'on utilise des entrées analogiques.

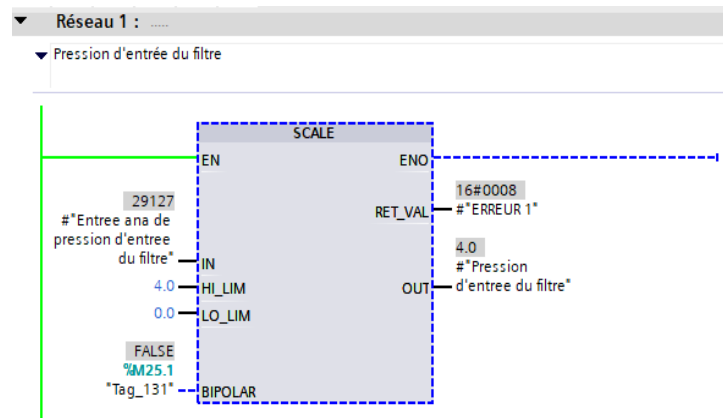
- Dans le premier réseau, nous avons utilisé la fonction SCALE pour convertir la valeur analogique de la pression d'entrée du filtre, laquelle varie dans une plage de 4 à 20 mA, en une valeur numérique, à la sortie de la fonction SCALE, nous obtenons donc une valeur numérique de la pression d'entrée du filtre qui varie dans une plage de 0 à 4 bar.

- Dans le deuxième réseau, nous avons appliqué le même principe que dans le réseau 1.

- Dans le troisième réseau, nous avons utilisé la fonction mathématique SUB pour effectuer une soustraction entre la pression d'entrée du filtre et la pression de sortie du filtre. La sortie de cette opération nous fournit la différence de pression, cette différence est ensuite comparée à une valeur seuil de 1.5 bar.

#### Essais

1- Présence d'alarme filtre endommagé (pression) : Si la différence de pression est supérieure ou égale à 1.5 bar, alors une alarme de filtre est déclenchée, ce qui indique un colmatage du filtre.



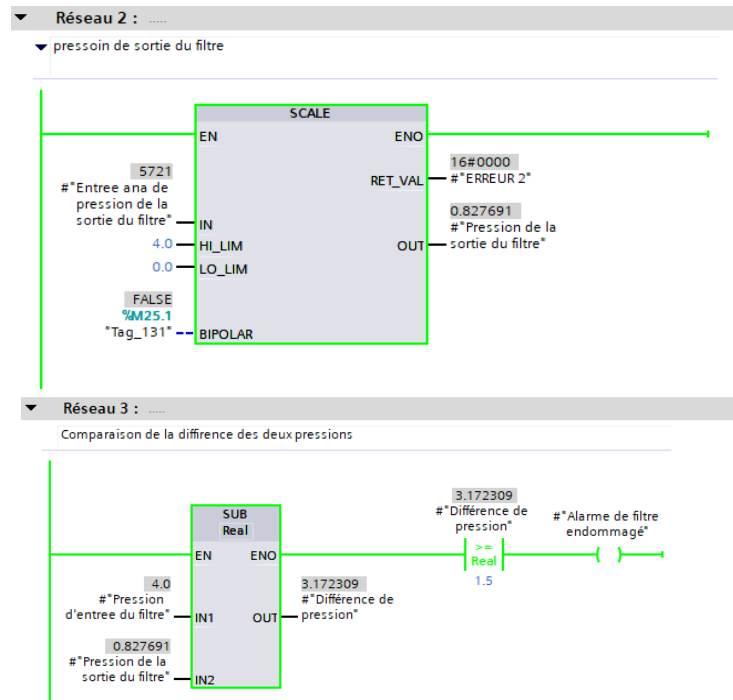
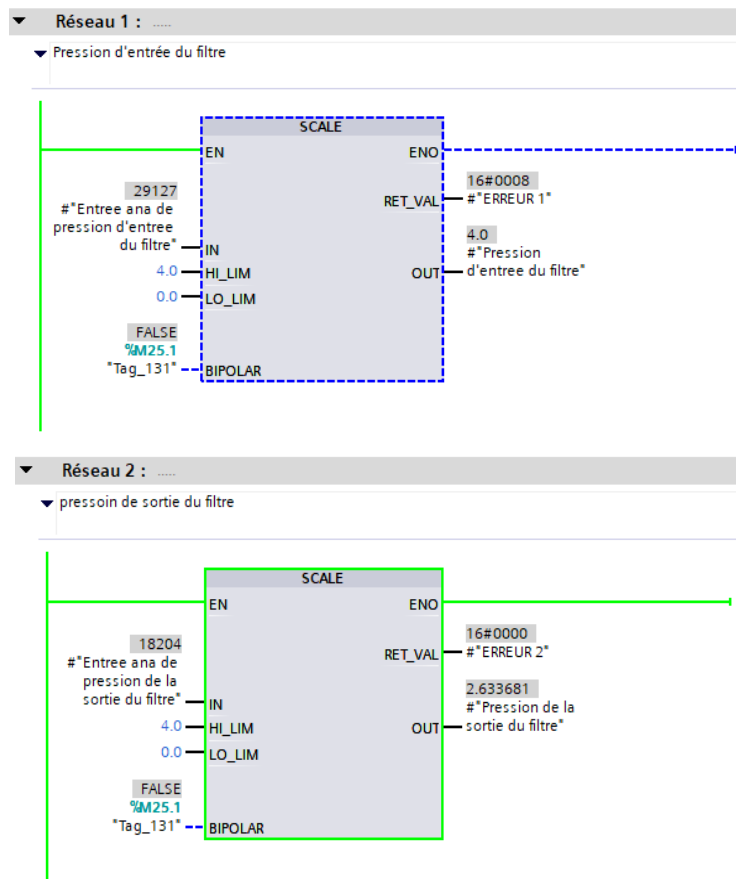


Figure III.11 : Présence d’alarme de filtre endommagé (pression).

2- Absence d’alarme filtre endommagé (pression) : Si la différence de pression est inférieure à 1.5 bar, alors aucune alarme de filtre n’est déclenchée, ce qui signifie que le filtre est en bon état.



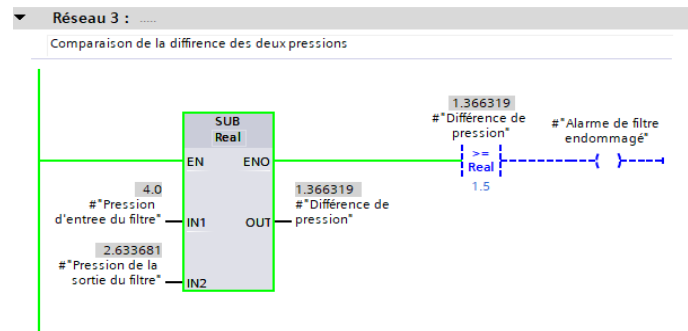


Figure III.12 : Absence d’alarme de filtre endommagé (pression).

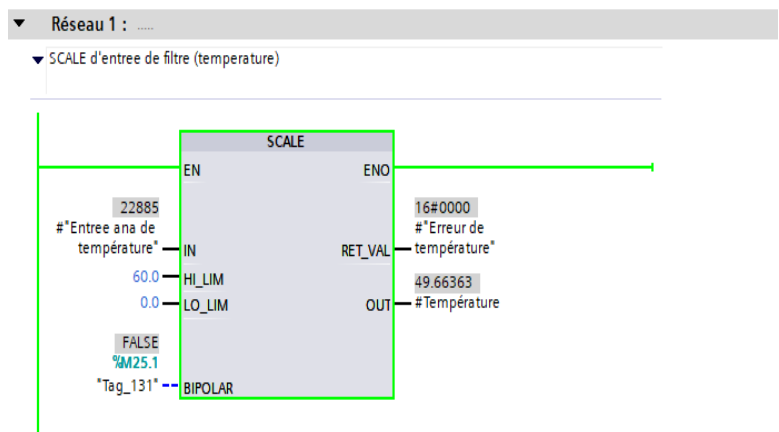
**b) Le bloc FB2**

Contient le programme en langage à contact pour évaluer la température avec des entrées analogiques et la gestion des alarmes.

- Dans le premier réseau, nous avons utilisé la fonction SCALE pour convertir la valeur analogique de la température, laquelle varie dans une plage de 4 à 20 mA, en une valeur numérique, à la sortie de la fonction SCALE, nous obtenons donc une valeur numérique de la température qui varie dans une plage de 0 à 60 °C.
- Dans le deuxième réseau, nous avons utilisé un comparateur supérieur ou égal pour comparer la sortie de la fonction SCALE à 24 °C, qui indique une température élevée.
- Dans le troisième réseau, nous avons utilisé un comparateur inférieur ou égal pour comparer la sortie de la fonction SCALE à 17 °C, qui indique une température basse.
- Dans le quatrième réseau, nous avons relié les deux sorties de température basse et élevée en parallèle pour pouvoir afficher l’alarme de température.

**Essais**

- 1- Présence d’alarme de température
  - Si la température est supérieure ou égale à 24 °C, cela signifie que la température est élevée alors une alarme de température est déclenchée.



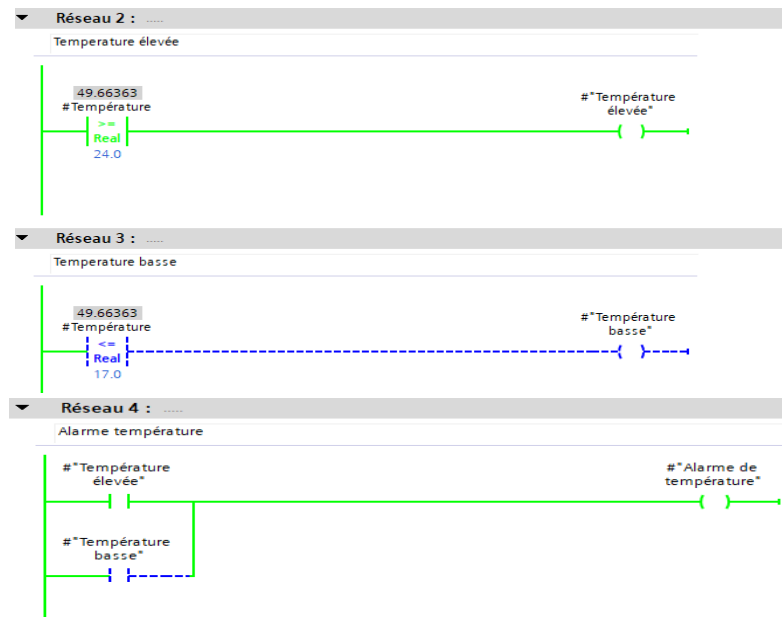


Figure III.13 : Présence d’alarme de température élevée.

- Si la température est inférieure ou égale à 17°C, cela signifie que la température est basse alors une alarme de température est déclenchée.

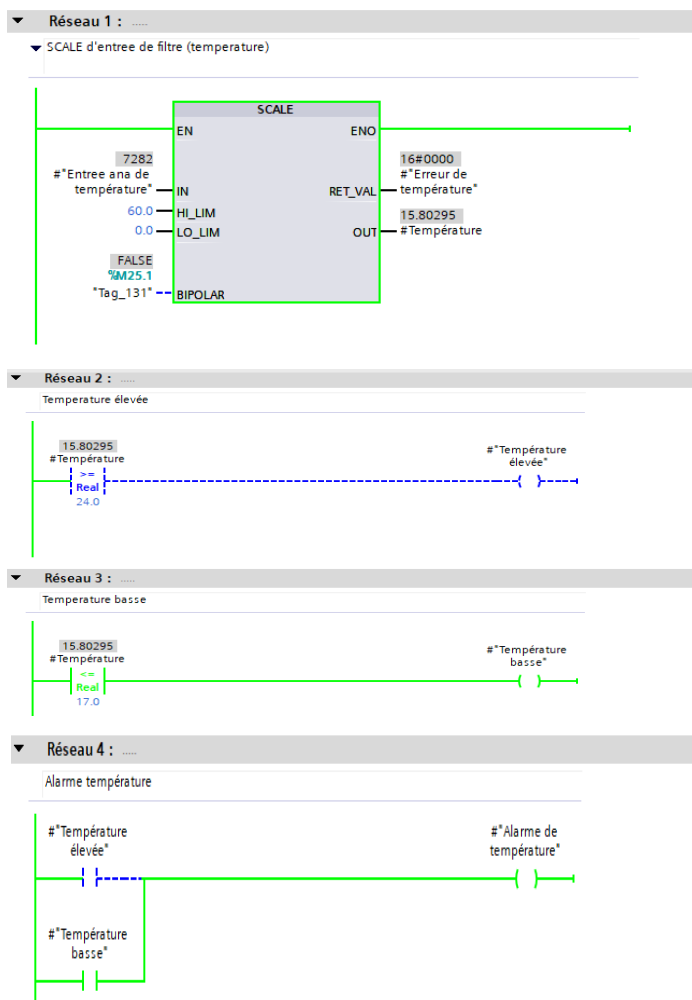


Figure III.14 : Présence d’alarme de température basse.

2- Absence d'alarme de température

- Si la température est à l'intérieur de la plage 17-24 °C, alors aucune alarme de température n'est déclenchée.

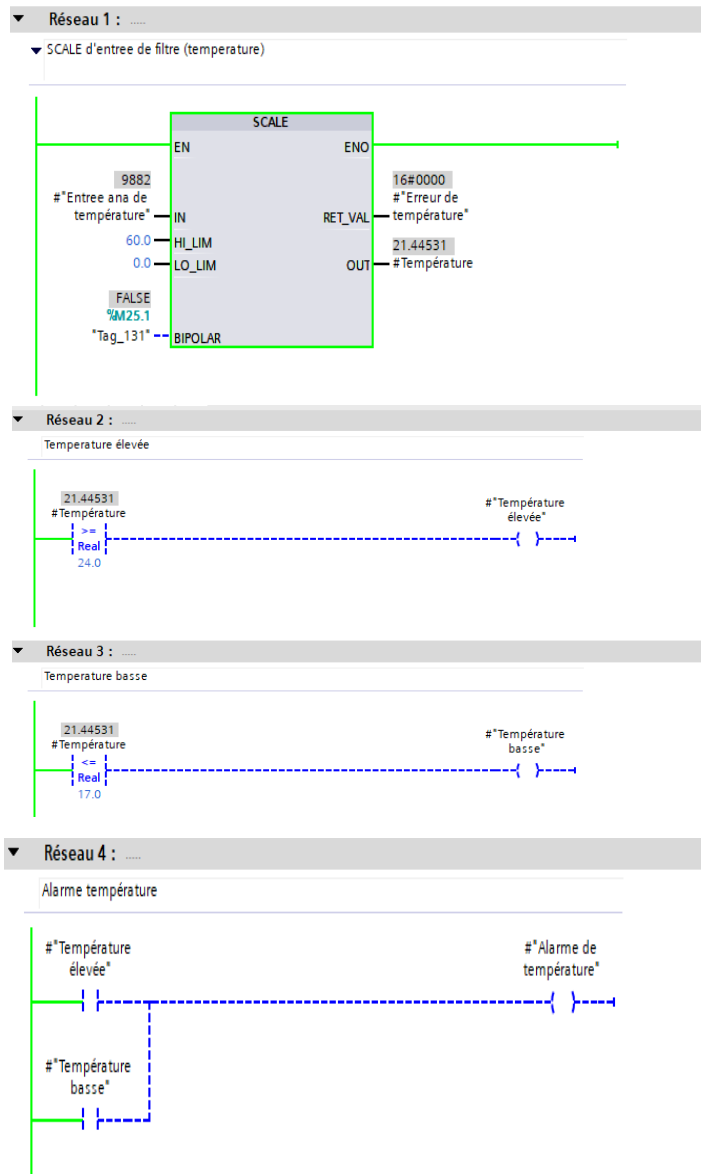


Figure III.15 : Absence d'alarme de température.

III.11.3 Blocs de données

Contiennent donc des données variables qui sont utilisées par d'autres parties du programme, y compris les blocs fonctionnels (FB).

La figure suivante représente le DB pression\_FC1 [DB7].

	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...	Valeur de ..
1	Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Entree ana de pression d'entree du filtre	Int	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Entree ana de pression de la sortie du filtre	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Pression d'entree du filtre	Real	4.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Pression de la sortie du filtre	Real	8.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Différence de pression	Real	12.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Alarme de filtre endommagé	Bool	16.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	ERREUR 1	Word	18.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	ERREUR 2	Word	20.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure III.16 : Bloc de donnée pression\_FC1 [DB7].

La figure suivante représente le DB température\_FC1 [DB8].

	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...	Valeur de ..	Commentaire
1	Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Entree ana de température	Int	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Température	Real	2.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Alarme de température	Bool	6.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Erreur de température	Word	8.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Température élevée	Bool	10.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Température basse	Bool	10.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure III.17 : Bloc de donnée Température\_FC1 [DB8].

### III.11.4 Les fonctions

#### a) La fonction FC1

Après la création des blocs FB1 et FB2, nous avons créé trois nouveaux réseaux dans FC1, où nous avons intégré le FB1 dans le premier réseau, le FB2 dans le deuxième réseau, et dans le troisième réseau, nous avons configuré le contrôle d'une électrovanne et d'une pompe. Ce processus est également appliqué aux autres lignes (FC2, FC3, FC4, FC5, FC6).

L'ors de la simulation :



- **Cas 1** : Si l’alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF et alarme de température ligne MF ne sont pas déclenchées dans ce cas, l’électrovanne est commandée pour s’ouvrir, et la pompe continue de fonctionner.

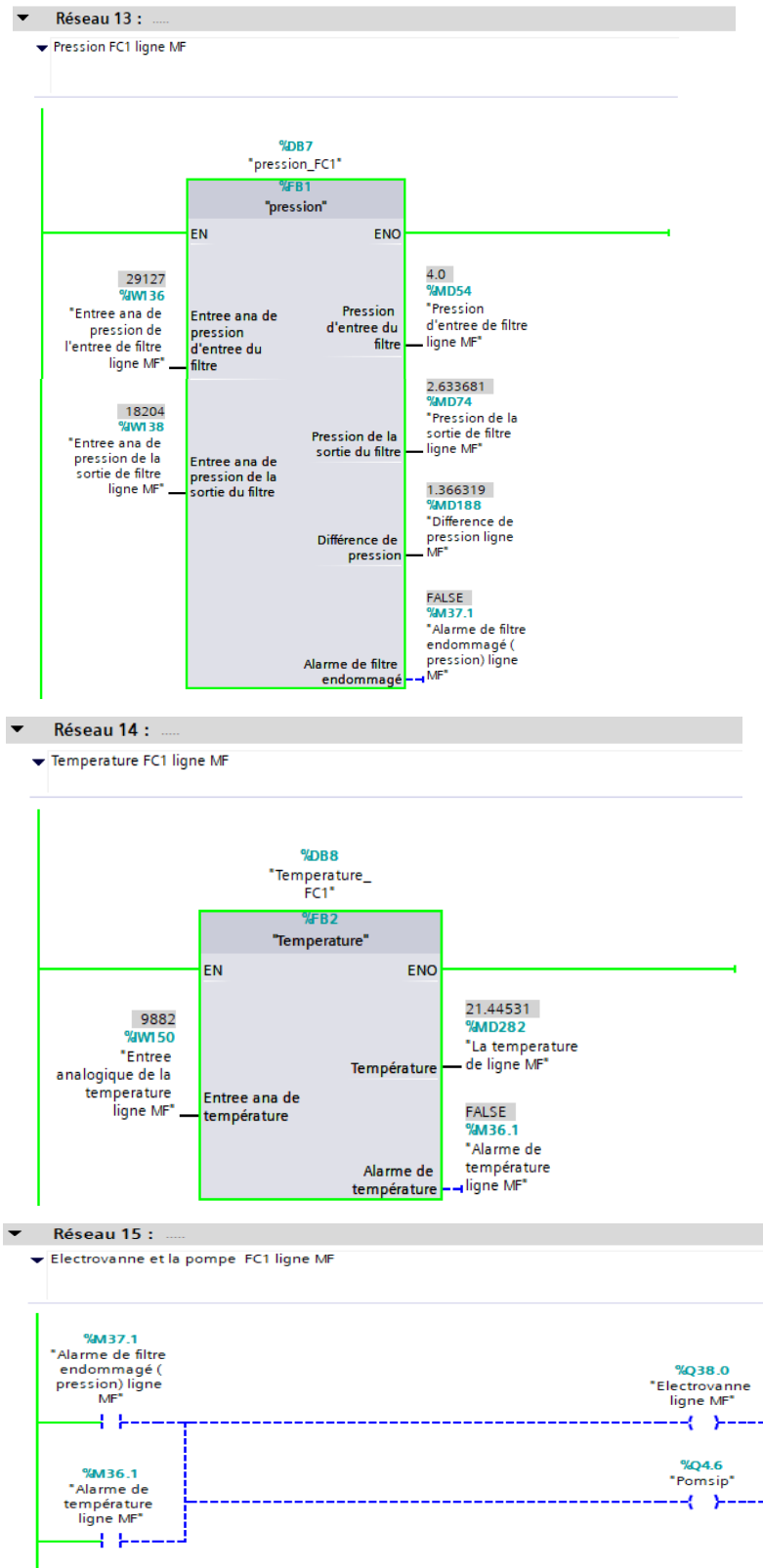


Figure III.18 : Cas 1 fonctionnement de la pompe et l’ouverture d’électrovanne ligne MF.

- **Cas 2 :** Si l’alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF et alarme de température ligne MF sont déclenchées dans ce cas, l’électrovanne est commandée pour se fermer, et la pompe s’arrête.

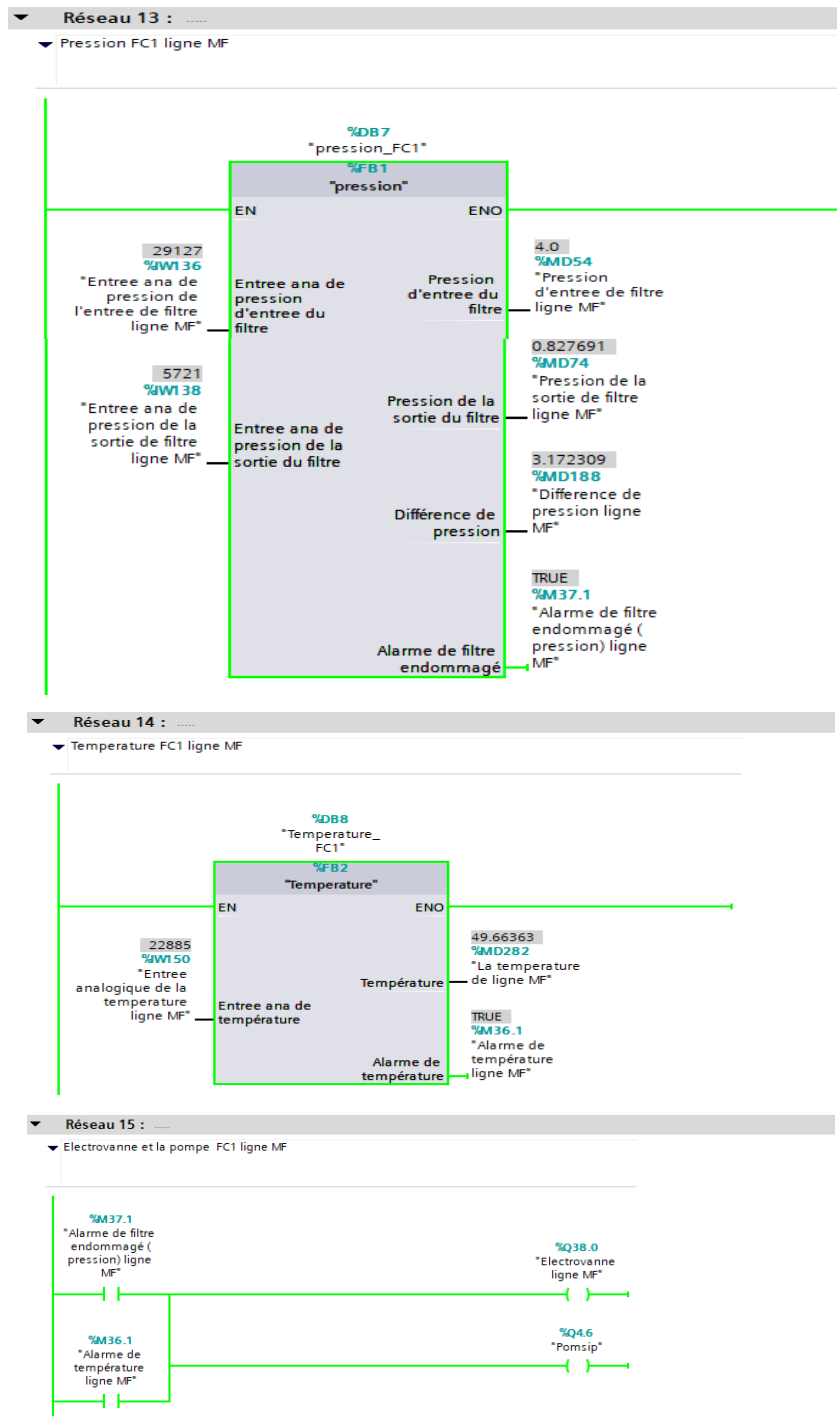


Figure III.19 : Cas 2 arrêt de la pompe et la fermeture d’électrovanne ligne MF.

- **Cas 3 :** Si l’alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF est déclenchée et alarme de température n’est pas activée dans ce cas, l’électrovanne est commandée pour se fermer, et la pompe s’arrête.

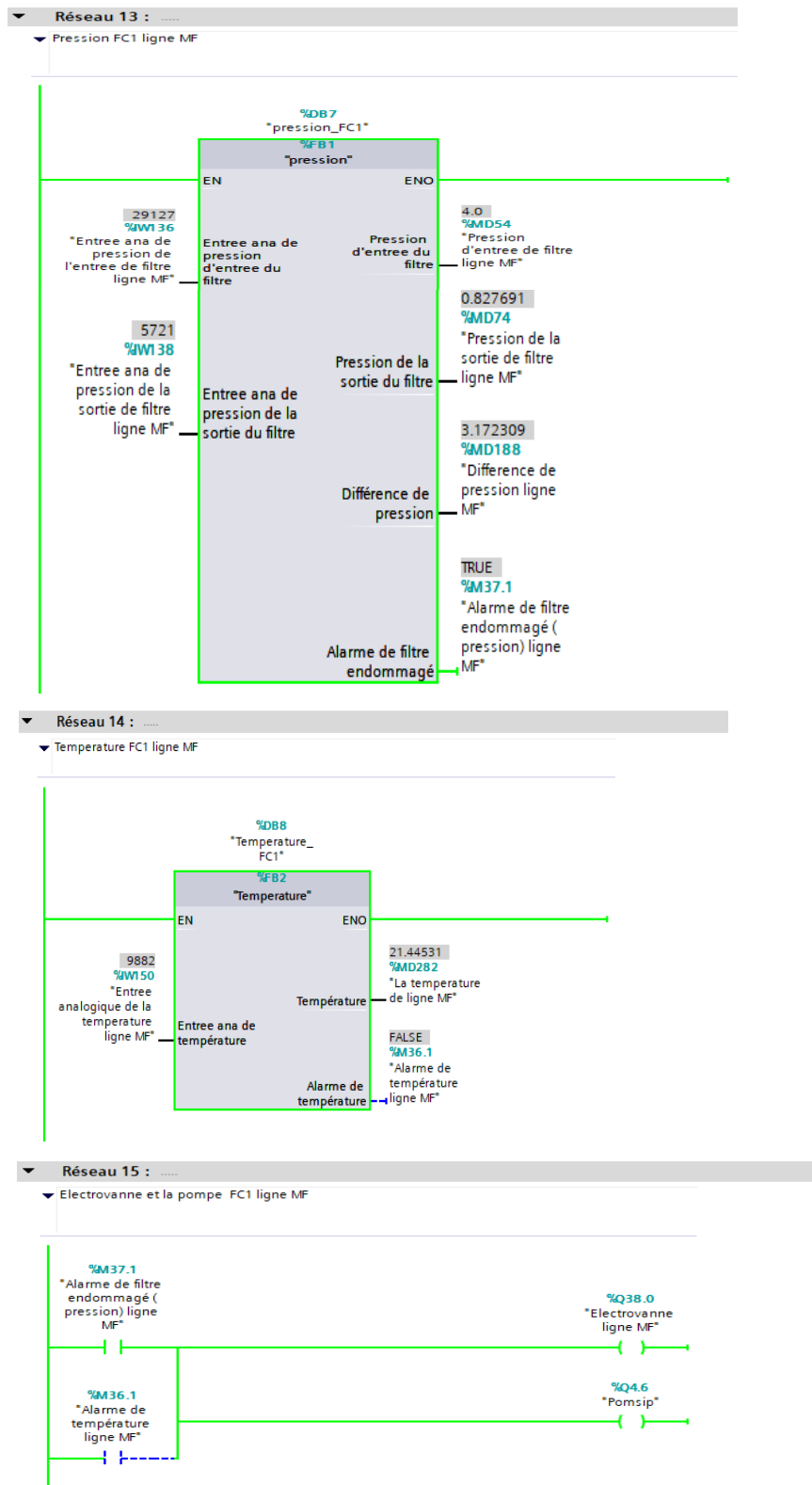


Figure III.20 : Cas 3 arrêt de la pompe et la fermeture d'électrovanne ligne MF.

- Cas 4 : Si l'alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF n'est pas déclenchée et alarme de température est activée dans ce cas, l'électrovanne est commandée pour se fermer, et la pompe s'arrête.

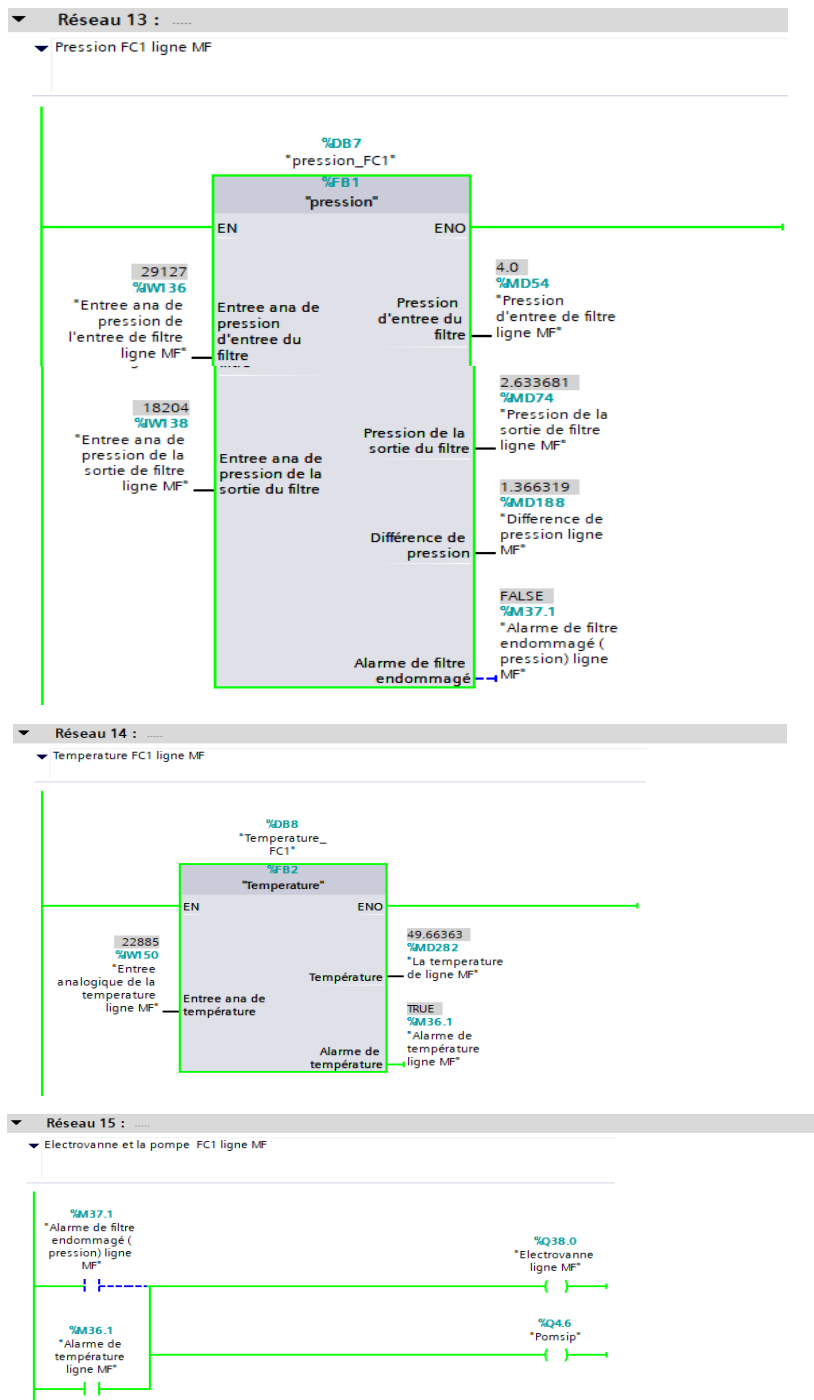


Figure III.21 : Cas 4 arrêt de la pompe et la fermeture d'électrovanne ligne MF.

Remarque : Ce processus est également appliqué aux autres lignes (FC2, FC3, FC4, FC5, FC6), voir l'annexe.

### III.11.5 CYC\_INT2 [OB32]

Bloc d'organisation cyclique OB32 : Nous avons utilisé ce bloc d'organisation cyclique pour gérer les tâches de contrôle en temps réel dans un automate. Ce dernier contient six fonctions SCALE, six régulateurs PID, et une fonction UNSCALE pour la ligne MF de sorte que chaque ligne possède sa propre fonction SCALE, son régulateur PID.

Dans le premier réseau, nous avons connecté l'entrée de la fonction SCALE à un capteur capacitif (%IW190), qui émet un courant analogique entre 4 et 20 mA en fonction du niveau d'huile mesuré. Ce courant représente le niveau d'huile dans la cuve, où 4 mA correspondent à un niveau minimum et 20 mA à un niveau maximum. Nous avons fixé les limites hautes (HI\_LIM) à 300 cm et basse (LO\_LIM) à 0. Ainsi, cette fonction ajuste la plage de courant (4-20 mA) à la plage de valeurs numériques (0-300 cm).

Dans le deuxième réseau nous avons utilisé la sortie numérique (%MD210) de la fonction SCALE comme entrée pour un régulateur PID (l'entrée Process Variable, PV\_IN), en ajustant les paramètres proportionnel (P), intégral (I) et dérivé (D), ainsi qu'en fixant la consigne (SP\_INT) à une valeur, par exemple 250 cm. Ce dernier compare la valeur numérique obtenue à la consigne que nous avons fixée.

Dans le troisième réseau, nous avons utilisé la sortie de PID %MD500 valeur de réglage (LMN) comme entrée pour la fonction UNSCALE, afin de convertir la valeur numérique en une valeur analogique. Cela nous permet d'obtenir une sortie analogique (%QW464) qui émet un signal de 4-20 mA.

- Si la sortie analogique %QW464 ("Commande de variateur réglage du niveau ligne MF (UNSCALE)") atteint un signal correspondant à 4 mA, cela indique que le niveau d'huile dans la cuve est au maximum. Dans ce cas, le variateur de vitesse reçoit ce signal et commande la pompe pour qu'elle fonctionne à une vitesse très faible, ce qui entraîne un débit faible.

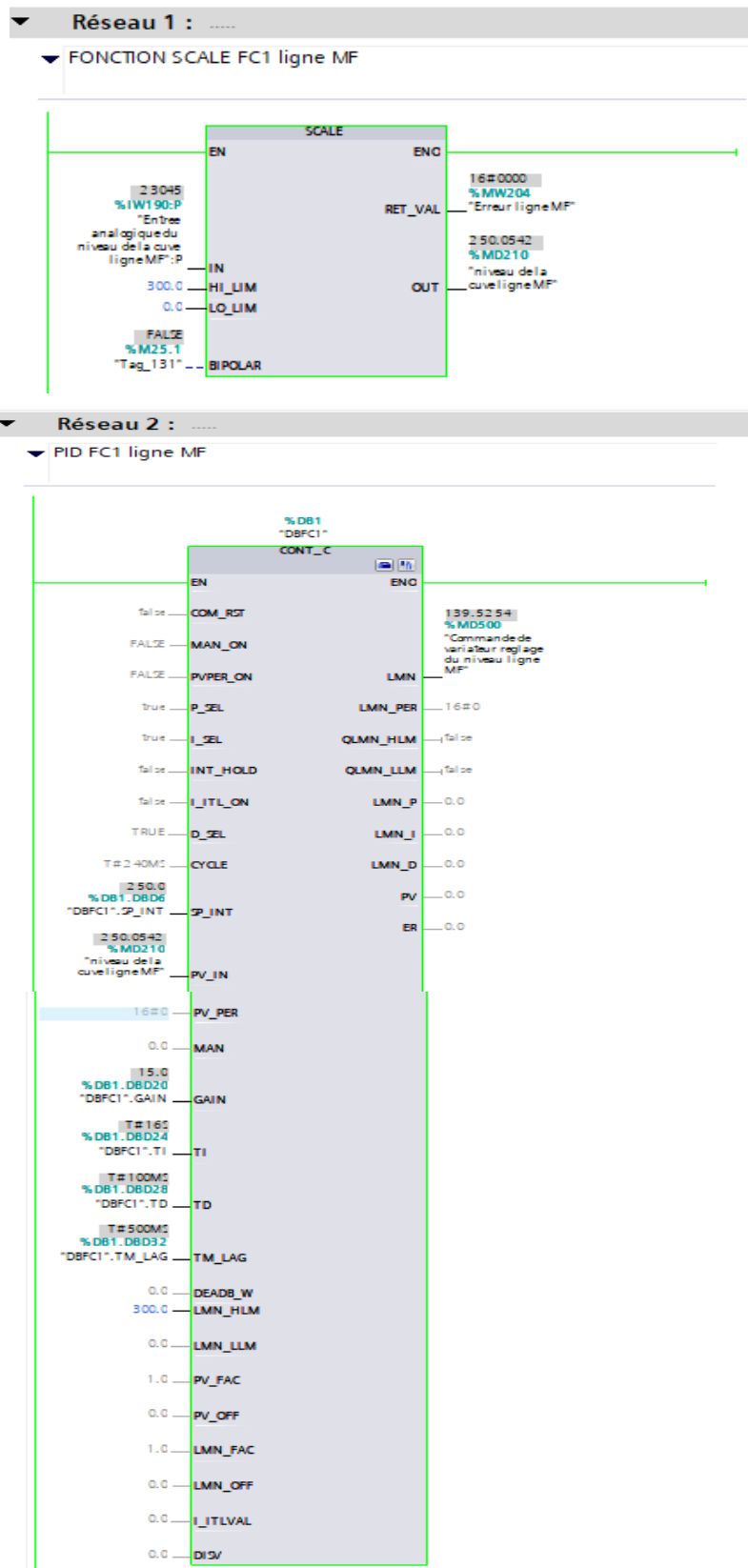
- Si la sortie analogique %QW464 atteint un signal correspondant à 20 mA, cela indique que le niveau d'huile dans la cuve est au minimum. Dans ce cas, le variateur de vitesse reçoit ce signal et commande la pompe pour qu'elle fonctionne à une vitesse très élevée.

#### **Remarque :**

Dans notre programme, nous avons réglé le capteur capacitif comme suit : Lorsqu'il envoie un signal de 4 mA, cela signifie que la cuve est vide, et lorsqu'il envoie un signal de 20 mA, cela signifie que la cuve est pleine.

Par contre Le variateur de vitesse dans l'armoire électrique est configuré de la manière suivante : Lorsqu'il reçoit un signal de 4 mA, cela signifie que la cuve est pleine, et lorsqu'il reçoit un signal de 20 mA, cela signifie que la cuve est vide.

La simulation de CYC\_INT2 [OB32], s'effectue à l'aide de logiciel Factory IO. La figure III.22 représente la programmation du régulateur PID pour la ligne MF, ce processus est également appliqué aux autres lignes (FC2, FC3, FC4, FC5, FC6), voir l'annexe.



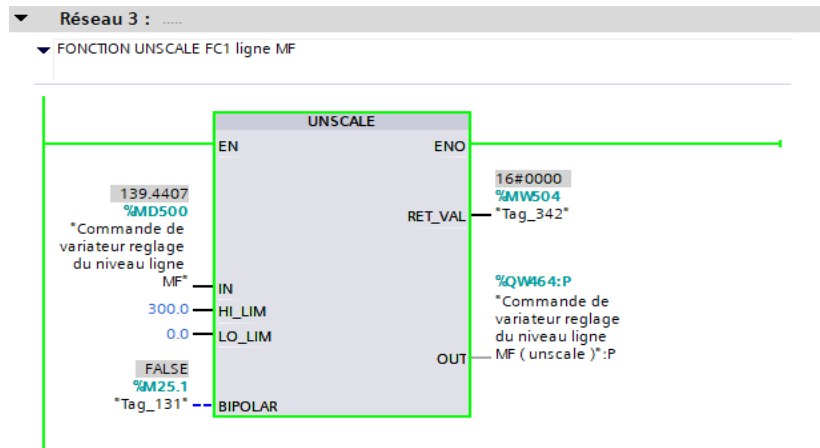


Figure III.22 : Le bloc PID - DBFC1 « CONT\_C ».

### a) Ajustement des paramètres du contrôleur PID

**1<sup>er</sup> cas :** La courbe présentée illustre le comportement d'un système de contrôle PID pour le remplissage d'une cuve d'huile, après avoir données les valeurs aux paramètres tel que  $P=30$ ,  $I=25$  secondes,  $D=10$  secondes et un Temps de retard =0.5 seconde.

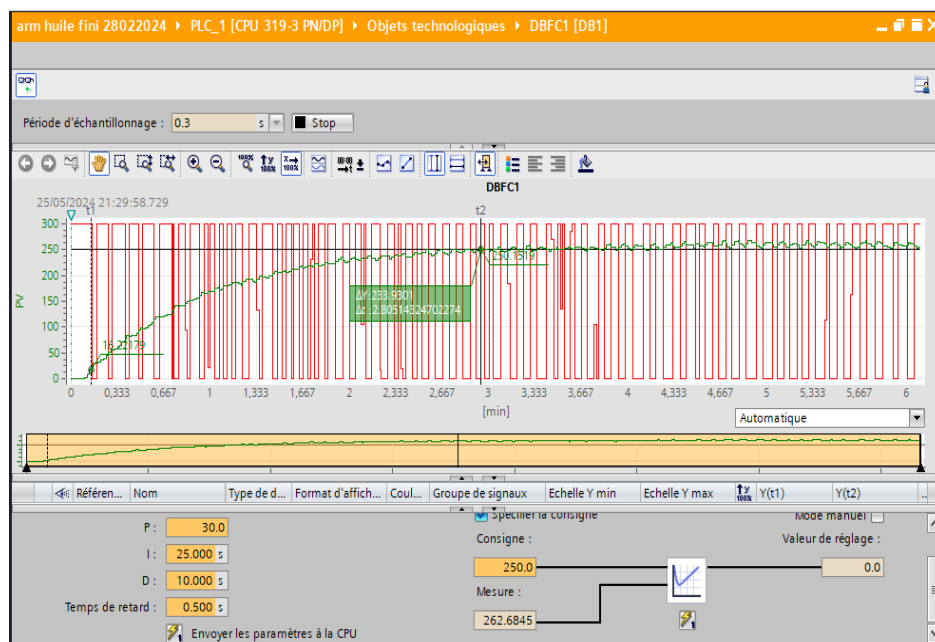


Figure III.23 : Le comportement d'un système de contrôle PID du 1<sup>er</sup> cas.

### b) Description de la courbe

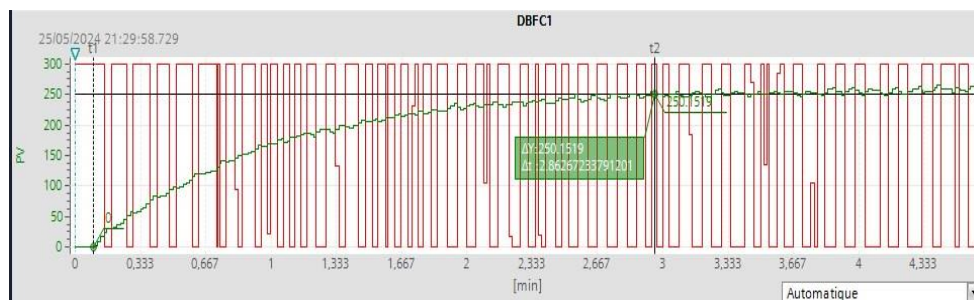
- Axe des abscisses (x) : il représente le temps écoulé en minutes.
- Axe des ordonnées (y) : il représente le niveau d'huile dans la cuve mesurée en cm.
- Courbe verte PV\_IN: elle représente la valeur du niveau d'huile dans la cuve en temps réelle.

- Courbe rouge : elle représente la sortie du contrôleur PID, LMN qui commande un variateur de vitesse pour faire varier la vitesse de la pompe.
- Courbe noir (SP\_INT) : elle représente la consigne.

Au début, on observe que la sortie du PID LMN commence à une valeur élevée, ce qui signifie que le variateur de vitesse ajuste un débit d'entrée élevée (la pompe fonctionne à grande vitesse) pour remplir la cuve cela provoque une augmentation du niveau d'huile, illustrée par la courbe verte.

Lorsque le niveau d'huile atteint 6.84% (16,22cm), la sortie LMN oscille continuellement, ces oscillations signifient que la pompe fonctionne à des vitesses variables parfois à une vitesse très élevée (débit élevée), parfois à une vitesse très faible (débit faible).

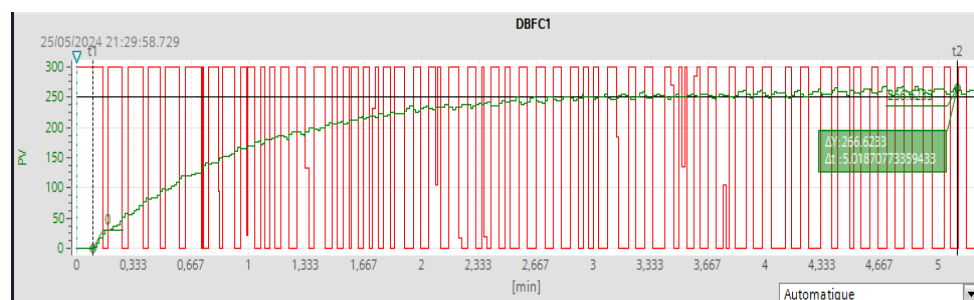
Temps de montée très long : le système prend presque 2 minutes et 86 secondes ( $\Delta t=2,86$  min) pour que le niveau d'huile atteigne la consigne. Cela est dû à un gain proportionnel trop élevé, provoquant des oscillations importantes, ce qui ralentit également le temps de montée.



**Figure III.24 :** Temps de montée du 1<sup>er</sup> cas.

- Système instable : Les oscillations ne s'atténuent pas, rendant le système instable cela est dû à un temps intégral et dérivé trop élevés.

Comme le montre la figure ci-dessous, après 5 min, le système ne se stabilise pas.



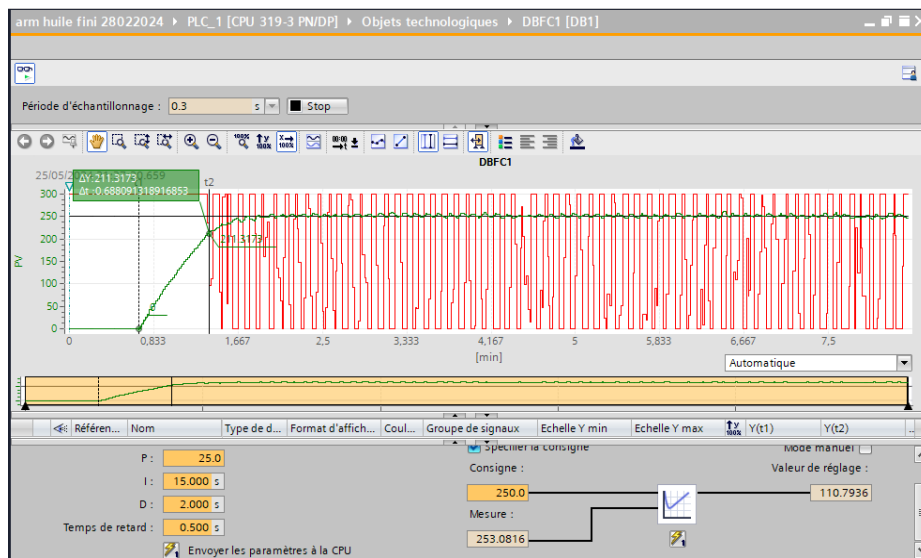
**Figure III.25:** Le système instable pour le 1<sup>er</sup> cas.



Dans le prochain essai, nous allons donc :

- 1- Réduire le gain proportionnel pour augmenter la réactivité du système et d'avoir un temps de montée acceptable.
- 2- Réduire le temps intégral pour éliminer l'erreur de régime permanent (erreur statique).
- 3- Réduire le temps dérivatif pour stabiliser la réponse du système et amortir les oscillations.

**2<sup>ème</sup> Cas :** Cette figure illustre le comportement d'un système de contrôle PID avec les paramètres  $P=25$ ,  $I=15$  s,  $D=2$  s, Temps de retard =  $0.5$  s.



**Figure III.26 :** Le comportement d'un système de contrôle PID du 2<sup>ème</sup> cas.

Après avoir ajusté les paramètres du PID à  $P=25$ ,  $I=15$  s, et  $D=2$  s, et avec un temps de retard de  $0.5$ s, nous observons que la sortie LMN commence à une valeur élevée, ce qui provoque l'augmentation du niveau d'huile, dès que ce dernier atteint  $84.52\%$  ( $211.31$  cm), le PID diminue sa sortie et le système commence à osciller, cette fois-ci les oscillations sont réduites par rapport au premier cas à cause de la diminution du gain proportionnel et le temps dérivé.

**Temps de montée très long :** Dans ce deuxième cas le système prend  $1$  minute et  $28$  secondes ( $\Delta t=1,28$  min) pour que le niveau d'huile atteigne la consigne, cela est dû à un gain proportionnel élevé, provoquant des oscillations importantes, ce qui ralentit également le temps de montée.

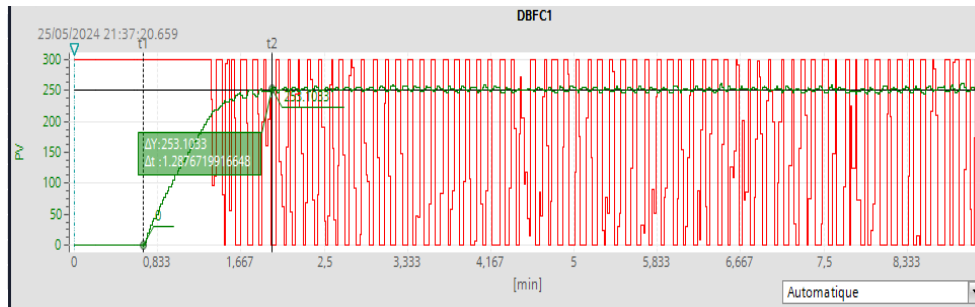


Figure III.27 : Temps de montée du 2<sup>ème</sup> cas.

• Système instable : Les oscillations ne s'atténuent pas, rendant le système instable. Cette instabilité est dû à un temps intégral élevé, qui ne réduit pas efficacement l'erreur de régime permanent, et à un temps dérivé élevé, qui amplifie les oscillations.

Comme la montre la figure ci-dessous, le système ne se stabilise pas même si le niveau d'huile atteint la consigne.

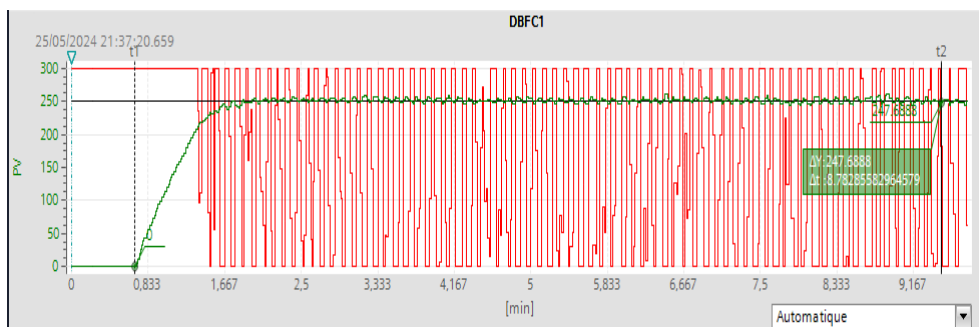


Figure III.28 : Le système instable pour le 2<sup>ème</sup> cas.

**3<sup>ème</sup> Cas :** Cette figure illustre le comportement d'un système de contrôle PID avec les paramètres  $P=25$ ,  $I=10$  s,  $D=0.1$  s, Temps de retard = 0.5 s.

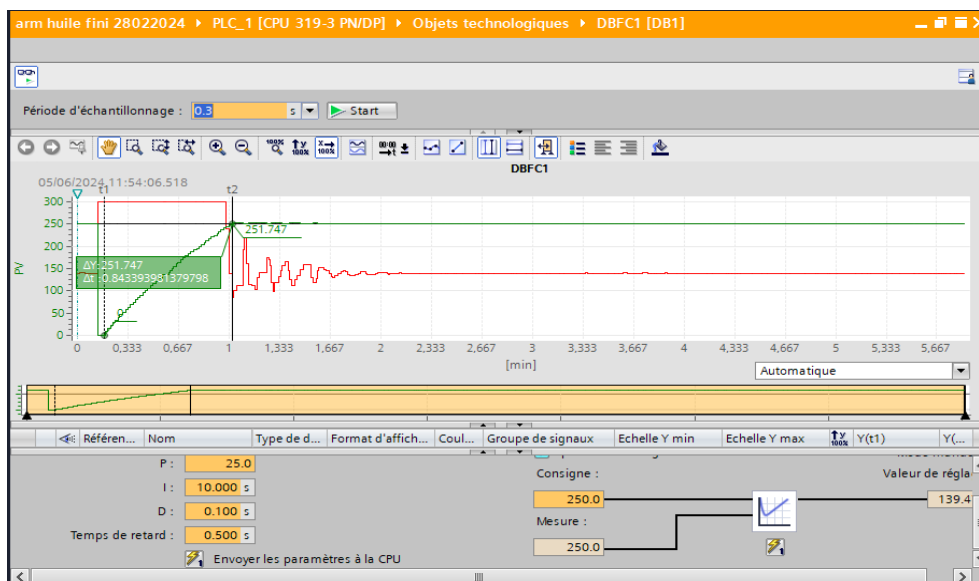


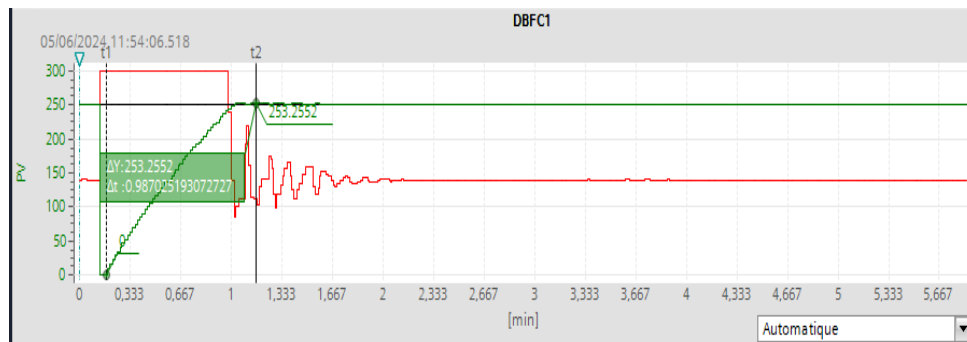
Figure III.29 : Le comportement d'un système de contrôle PID du 3<sup>ème</sup> cas.

La sortie du contrôleur PID (LMN) commence à une valeur élevée, et la courbe du niveau de la cuve monte rapidement, lorsque le niveau d'huile (PV\_IN) se rapproche de la consigne (SP\_INT), la sortie du PID (LMN) diminue, car l'erreur entre la PV\_IN et SP\_INT se réduit.

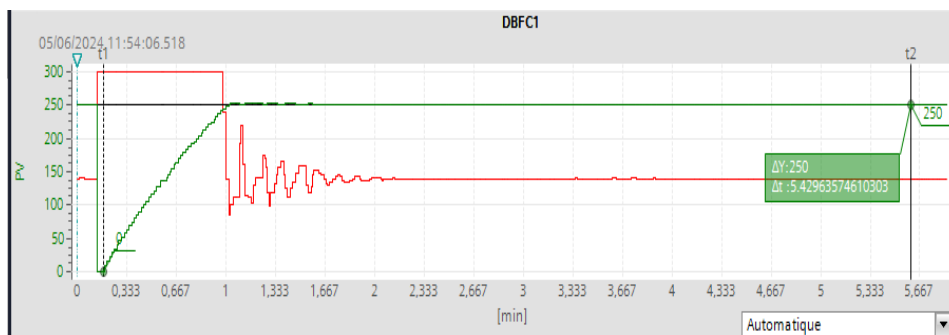
Les oscillations observées sont amplifiées par les variations de la vitesse de la pompe, entraînant des dépassements dans le niveau de la cuve, Après quelques instants, le système se stabilise grâce à l'effet du temps intégral, qui corrige l'erreur statique, et du terme dérivé, qui atténue les oscillations.

Dans ce 3<sup>ème</sup> cas le temps de montée est court tel que le niveau d'huile atteint la consigne après 0,84 min ( $\Delta t=0,84\text{min}$ ), et l'erreur statique est nulle

Les figures III.30 et III.31 présentent le dépassement et l'erreur statique du 3<sup>ème</sup> cas respectivement.



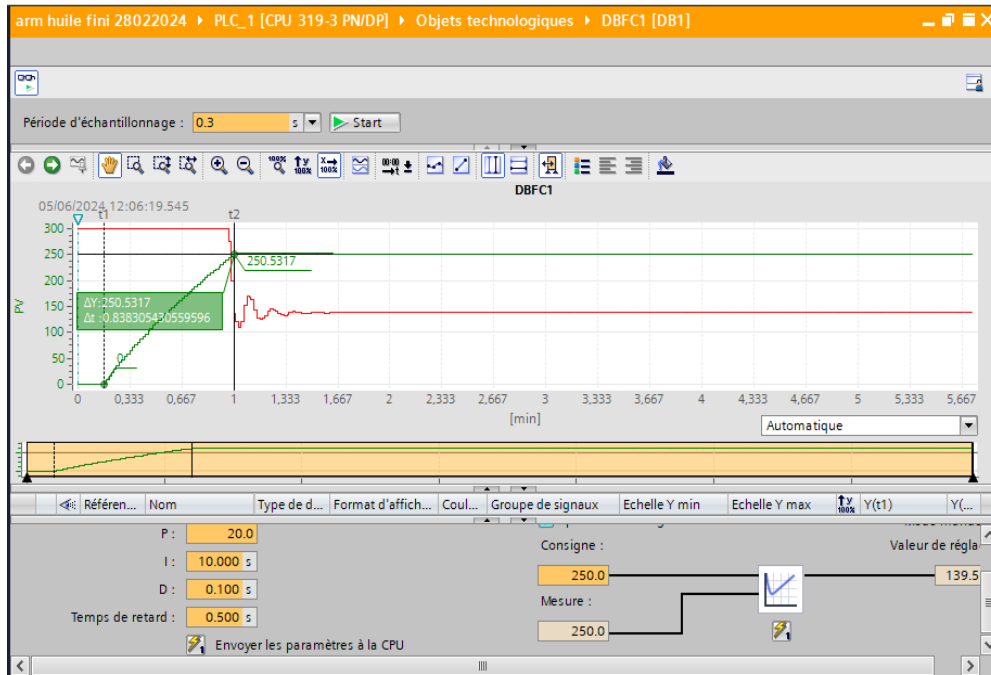
**Figure III.30:** Dépassement du 3<sup>ème</sup> cas.



**Figure III.31:** Erreur statique du 3<sup>ème</sup> cas.

Dans le prochain essai, nous essaierons de diminuer encore le gain proportionnel afin d'éliminer les oscillations et de réduire le dépassement.

**4<sup>ème</sup> Cas :** Cette figure illustre le comportement d'un système de contrôle PID avec les paramètres  $P=20$ ,  $I=10$  s,  $D=0.1$  s, temps de retard=0.5 s.

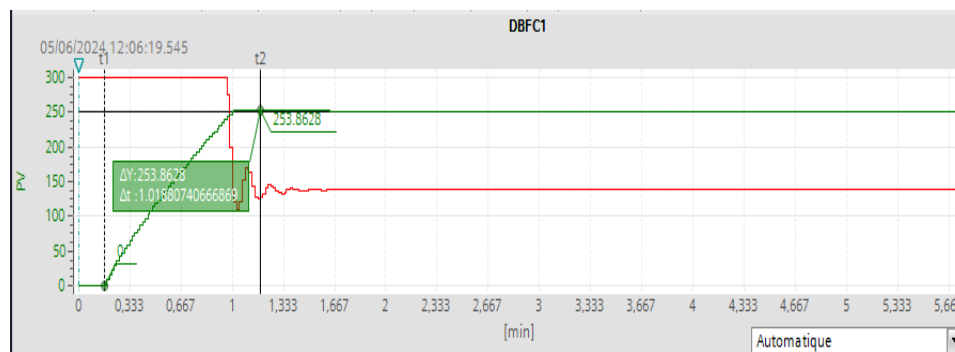


**Figure III.32:** Le comportement d'un système de contrôle PID du 4<sup>ème</sup> cas.

Après avoir diminué le gain proportionnel à 20 on observe que le système réagit toujours d'une manière rapide, mais avec moins d'oscillations au niveau de la sortie du PID et du niveau de la cuve.

Dans ce cas, le système a pris 0,83 minute ( $\Delta t = 0,83$  min) pour que le niveau d'huile atteigne la consigne, avec une erreur statique nulle (0 %) et un dépassement significatif de 1,52 %.

Les figures III.33 et III.34 présentent le dépassement et l'erreur statique du 4<sup>ème</sup> cas respectivement.



**Figure III.33 :** Dépassement du 4<sup>ème</sup> cas.

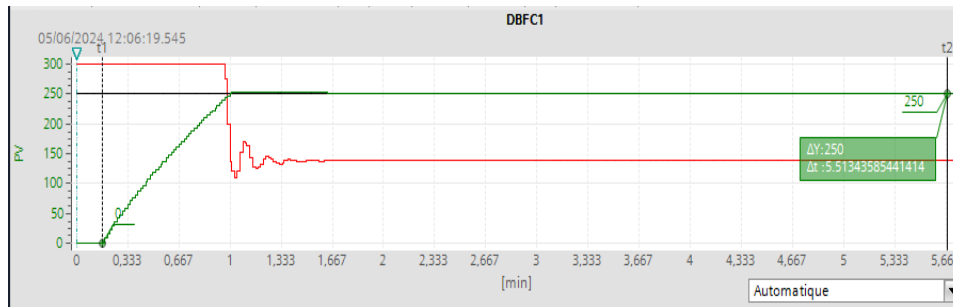


Figure III.34 : Erreur statique du 4<sup>ème</sup> cas.

5<sup>ème</sup> cas (meilleur cas) : Cette figure illustre le comportement d'un système de contrôle PID avec les paramètres  $P=15$ ,  $I=16$  s,  $D=0.1$  s, temps de retard=0.5 s.

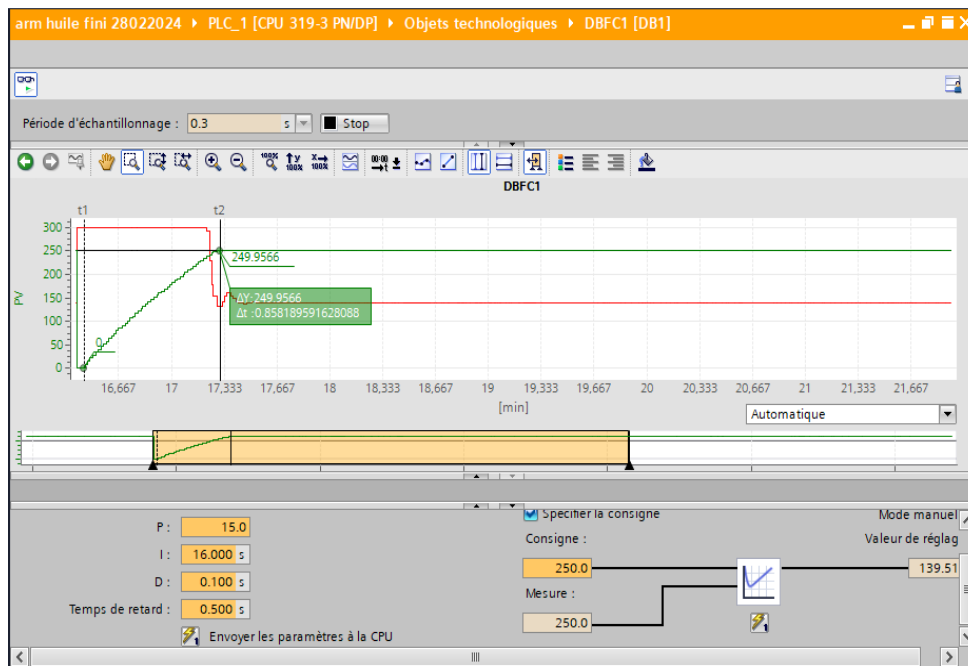


Figure III.35 : Le comportement d'un système de contrôle PID du 5<sup>ème</sup> cas.

On observe une augmentation rapide du niveau d'huile, cette augmentation est principalement dû au terme proportionnel. Lorsque le niveau de la cuve (PV\_IN) commence à approcher de la consigne, le PID réduit sa sortie pour stabiliser le niveau et éviter un dépassement excessif.

Le système a pris 0,85 minute ( $\Delta t = 0,85$  min) pour que le niveau d'huile atteigne la consigne, avec une erreur statique de 0,017 % et un dépassement de 0,78 %.

Avec les résultats du 5<sup>ème</sup> cas nous pouvons ainsi conclure que notre objectif de régulation du niveau d'huile dans la cuve est atteint.

Les figures III.36 et III.37 présentent le dépassement et l'erreur statique du 5<sup>ème</sup> cas respectivement.

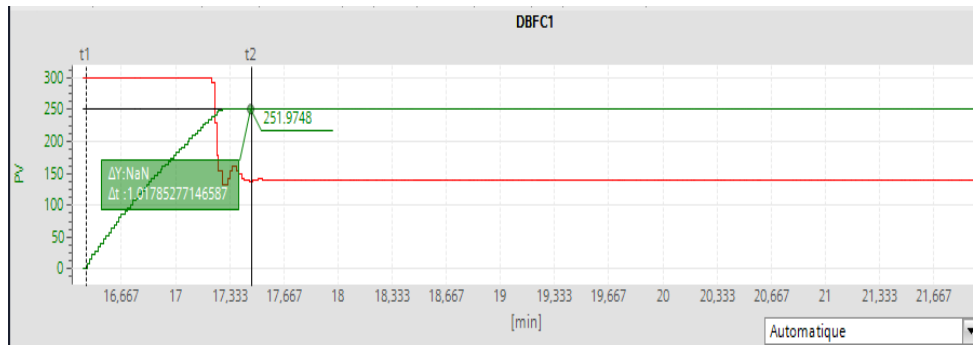


Figure III.36 : Dépassement du 5 ème cas.

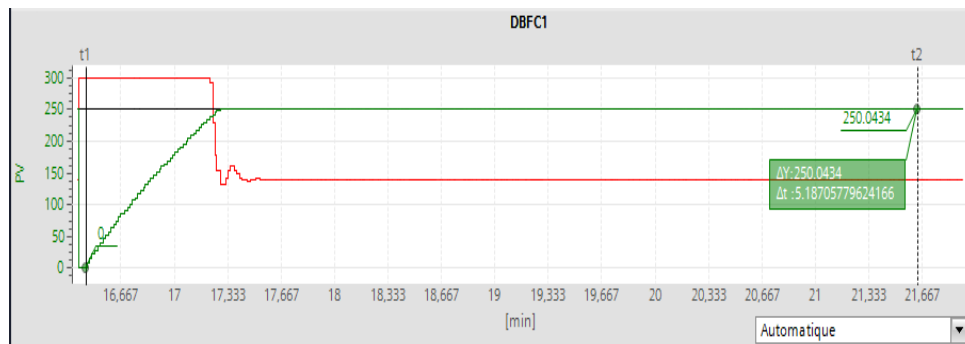


Figure III.37 : Erreur statique du 5 ème cas.

**c) Régulation du niveau d’huile**

Pour maintenir le niveau d’huile dans la cuve à un niveau prédéfini, le système doit être équipé d’un régulateur PID, tel que ce régulateur doit ajuster automatiquement le débit d’entrée d’huile pour atteindre niveau désiré.

Le tableau suivant résume les résultats que nous avons obtenus à partir des cinq essais précédents.

Paramètres du PID	Cas	Temps de montée	Dépassement	Erreur statique
KP = 30 TI= 25 s TD= 10 s	1	2.86 min	/	/
KP = 25 TI= 15 s TD= 2 s	2	1.28 min	/	/
KP = 25 TI= 10 s TD= 0.1 s	3	0.84 min	1.3%	0%

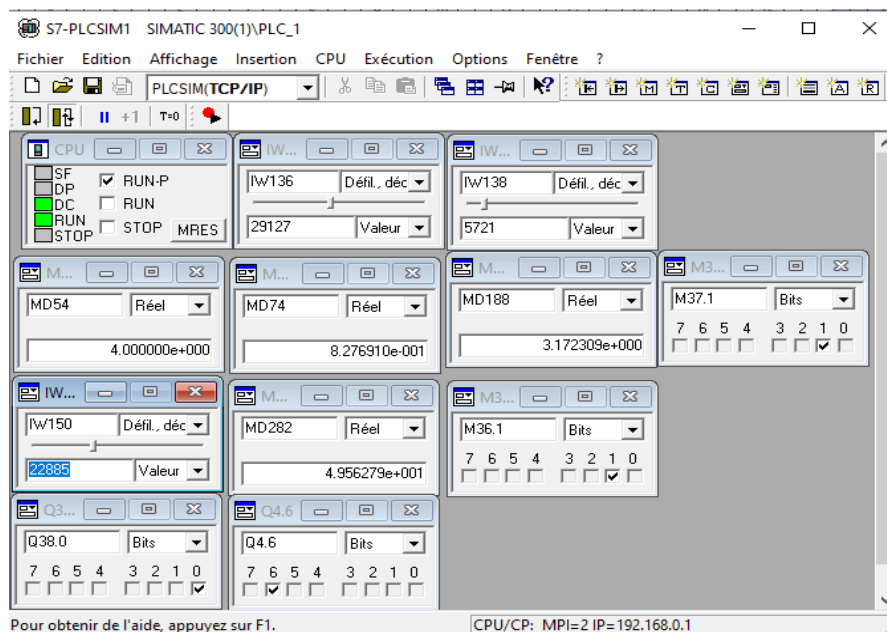
KP = 20 TI= 10 s TD= 0.1 s	4	0.84 min	1.52%	0%
KP = 15 TI= 16 s TD= 0.1 s	5	0.85 min	0.78%	0.017%

**Tableau III.2** : Comparaison des paramètres du régulateur PID.

### III.12 Simulation du programme dans S7-PLCSIM

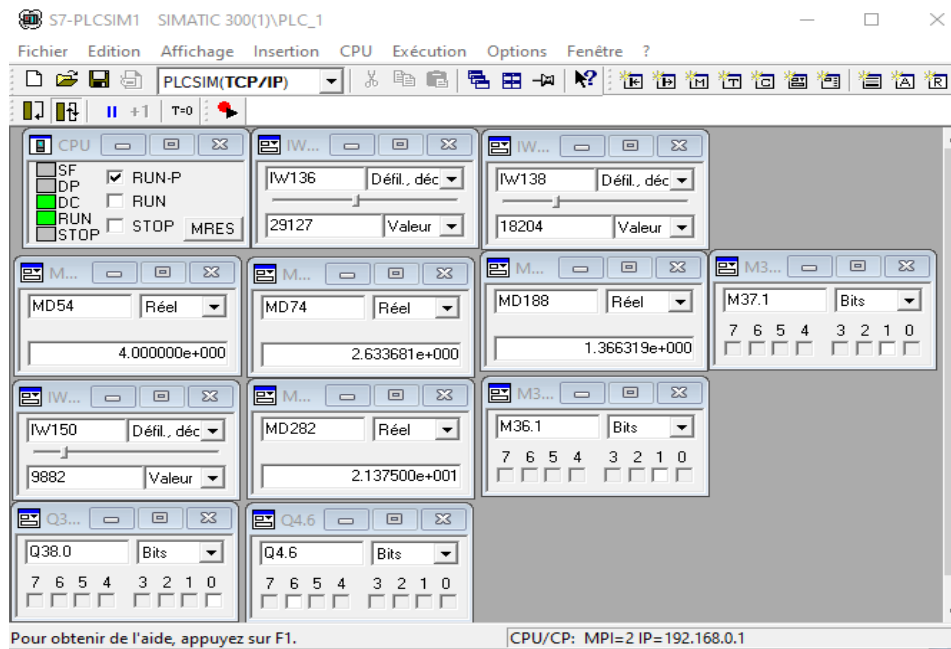
Le simulateur S7-PLCSIM est un simulateur conçu pour exécuter, simuler et tester des programmes, facilite la visualisation de l'état des entrées et sorties pour observer l'évolution du programme.

La figure suivante représente le simulateur S7-PLCSIM, pour le cas arrêt de la pompe et la fermeture d'électrovanne ligne MF.



**Figure III.38** : Simulateur S7-PLCSIM, Arrêt de pompe et fermeture d'électrovanne ligne MF.

La figure suivante représente le simulateur S7-PLCSIM, pour le cas fonctionnement de la pompe et l'ouverture d'électrovanne ligne MF.



**Figure III.39 :** Simulateur S7-PLCSIM, fonctionnement de pompe et l'ouverture d'électrovanne ligne MF.

### III.13 Conclusion

En conclusion, nous avons consacré au développement de programmes apportant des solutions efficaces à la problématique posée dans le premier chapitre.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons notre interface homme-machine (IHM) de supervision afin de valider notre travail.





## **Chapitre IV**

### **Interface H-M de supervision**

### IV.1 Introduction

Dans le domaine de l'automatisation industrielle, la supervision consiste à la surveillance et le contrôle efficaces du fonctionnement des systèmes pour qu'il fonctionne de manière optimale.

Dans ce chapitre nous allons concevoir l'IHM que nous avons construit pour notre système. Cela permettra d'offrir aux opérateurs une interface facile à utiliser pour surveiller en temps réel le niveau d'huile, ajuster les paramètres du contrôleur PID, recevoir des alertes en cas de défaillance ou de conditions anormales.

### IV.2 Création liaison IHM et PLC

La liaison entre l'IHM et PLC se fait avec une liaison PN/IE.

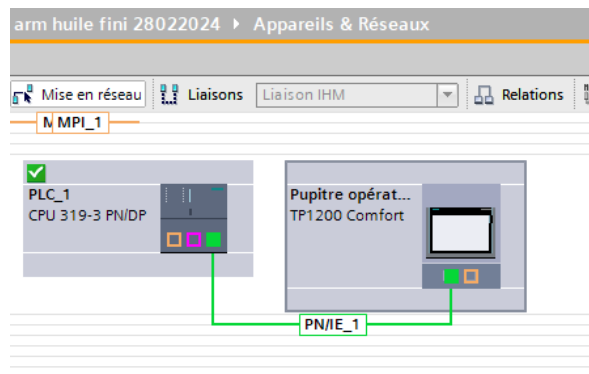


Figure IV.1 : Création liaison IHM et PLC.

### IV.3 Variables IHM du système

Variables IHM						
Nom	Typ...	Connexion	Nom ...	Variable API	Adresse	
Td ligne MF	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.TD	%DB1.DBD28	
Pression de l'entree de filtre ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	*Pression d'entr...	%MD54	
Pression de la sortie de filtre ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	*Pression de la ...	%MD74	
Difference de pression ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	*Difference de p...	%MD188	
La temperature de ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	*La temperatur...	%MD282	
Messages d'alarme	Word	HM_Liaison...	PLC_1	*Messages d_al...	%MW36	
Alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF	Bool	HM_Liaison...	PLC_1	*Alarme de filtre...	%M37.1	
Alarme de température ligne MF	Bool	HM_Liaison...	PLC_1	*Alarme de tem...	%M36.1	
Electrovanne ligne MF	Bool	HM_Liaison...	PLC_1	*Electrovanne li...	%Q38.0	
pomspip	Bool	PLC_1		<indéfini>	%Q4.6	
niveau de la cuve ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	*niveau de la cu...	%MD210	
LMN ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.LMN	%DB1.DBD72	
PVIN ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.PV_IN	%DB1.DBD10	
SP_INT	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.SP_INT	%DB1.DBD6	
Gain proportionnel ligne MF	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.GAIN	%DB1.DBD20	
Temps de retard	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.TM_LAG	%DB1.DBD32	
Ti ligne MF	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC1.Ti	%DB1.DBD24	
Ti ligne 1 litre	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC3.Ti	%DB3.DBD24	
Ti ligne 2 litres	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC3.Ti	%DB3.DBD24	
Ti ligne BOXEE	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC4.Ti	%DB4.DBD24	
Ti ligne 9000B/H	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC5.Ti	%DB5.DBD24	
Ti ligne 1.8 litres	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC6.Ti	%DB6.DBD24	
Td ligne 1 litre	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC2.TD	%DB2.DBD28	
Td ligne 2 litres	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC3.TD	%DB3.DBD28	
Td ligne BOXEE	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC4.TD	%DB4.DBD28	
Td ligne 9000B/H	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC5.TD	%DB5.DBD28	
Td ligne 1.8 litres	Time	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC6.TD	%DB6.DBD28	
PVIN ligne 1 litre	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC2.PV_IN	%DB2.DBD10	
PVIN ligne 2 litres	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC3.PV_IN	%DB3.DBD10	

...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC4.PV_IN	%DB4.DBD10
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC5.PV_IN	%DB5.DBD10
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC6.PV_IN	%DB6.DBD10
...	Word	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC2.LMN_PER	%DB2.DBW76
...	Word	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC3.LMN_PER	%DB3.DBW76
...	Word	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC4.LMN_PER	%DB4.DBW76
...	Word	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC5.LMN_PER	%DB5.DBW76
...	Word	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC6.LMN_PER	%DB6.DBW76
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC2.GAIN	%DB2.DBD20
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC3.GAIN	%DB3.DBD20
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC4.GAIN	%DB4.DBD20
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC5.GAIN	%DB5.DBD20
...	Real	HM_Liaison...	PLC_1	DBFC6.GAIN	%DB6.DBD20

Figure IV.2 : Une partie de la table variable IHM.

#### IV.4 Variables des alarmes

ID	Nom	Texte d'alarme	Classe...	Variable de déclenc...	Bit de ..	Adresse de dé.
1	Alarme_de_bit_2	Alarme de température ligne 2 litres	Errors	Messages_d_alarme	11	%M36.3
2	Alarme_de_bit_3	Alarme de température ligne 9000B/H	Errors	Messages_d_alarme	13	%M36.5
3	Alarme_de_bit_4	Alarme de température ligne 1.8 litres	Errors	Messages_d_alarme	14	%M36.6
4	Alarme_de_bit_5	Alarme de température ligne MF	Errors	Messages_d_alarme	9	%M36.1
5	Alarme_de_bit_6	Alarme de température ligne 1 litre	Errors	Messages_d_alarme	10	%M36.2
6	Alarme_de_bit_1	Alarme de température ligne Boxee	Errors	Messages_d_alarme	12	%M36.4
7	Alarme_de_bit_7	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF	Errors	Messages_d_alarme	1	%M37.1
8	Alarme_de_bit_8	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 1 litre	Errors	Messages_d_alarme	2	%M37.2
9	Alarme_de_bit_9	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 2 litres	Errors	Messages_d_alarme	3	%M37.3
10	Alarme_de_bit_10	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne BOXEE	Errors	Messages_d_alarme	4	%M37.4
11	Alarme_de_bit_11	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 9000B/H	Errors	Messages_d_alarme	5	%M37.5
12	Alarme_de_bit_12	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 1.8 litres	Errors	Messages_d_alarme	6	%M37.6

Figure IV.3 : Table de variable des alarmes.

#### IV.5 Vues et modèles

##### IV.5.1 Vue d'entrée

La vue d'entrée contient le bouton « Vue de sélection » qui nous permettent d'accéder à la vue de sélection.

La figure suivante représente la vue d'entrée.

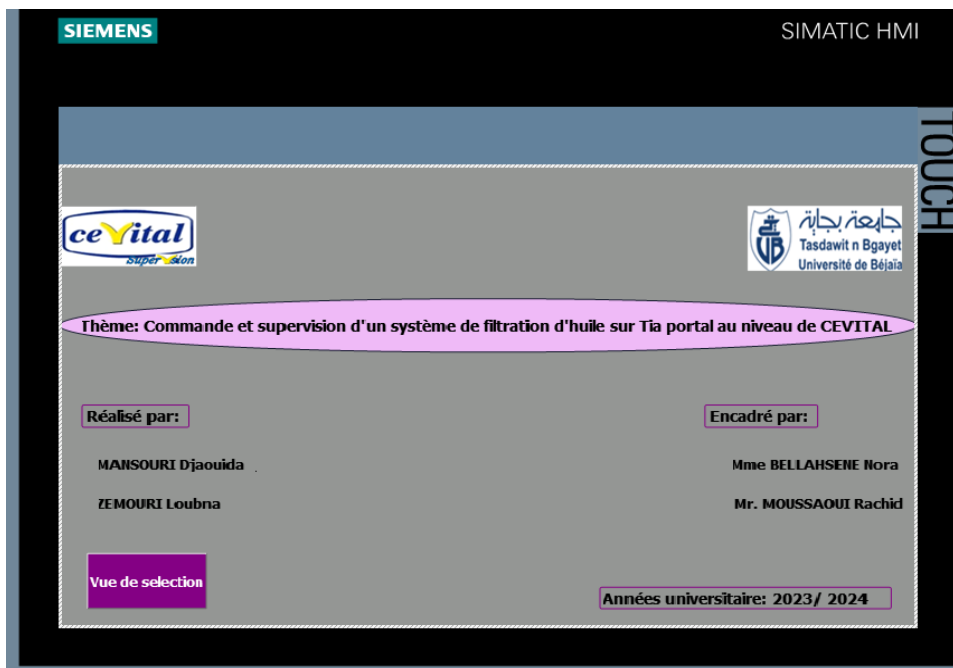


Figure IV.4 : Vue d'entrée.

### IV.5.2 Vue de sélection

On peut accéder aux vues des filtres et aux vues des courbes PID grâce à cette vue.

On clique sur le bouton associé à chaque vue respective en utilisant l'évènement « Activer Vue ». La figure suivante la représente.

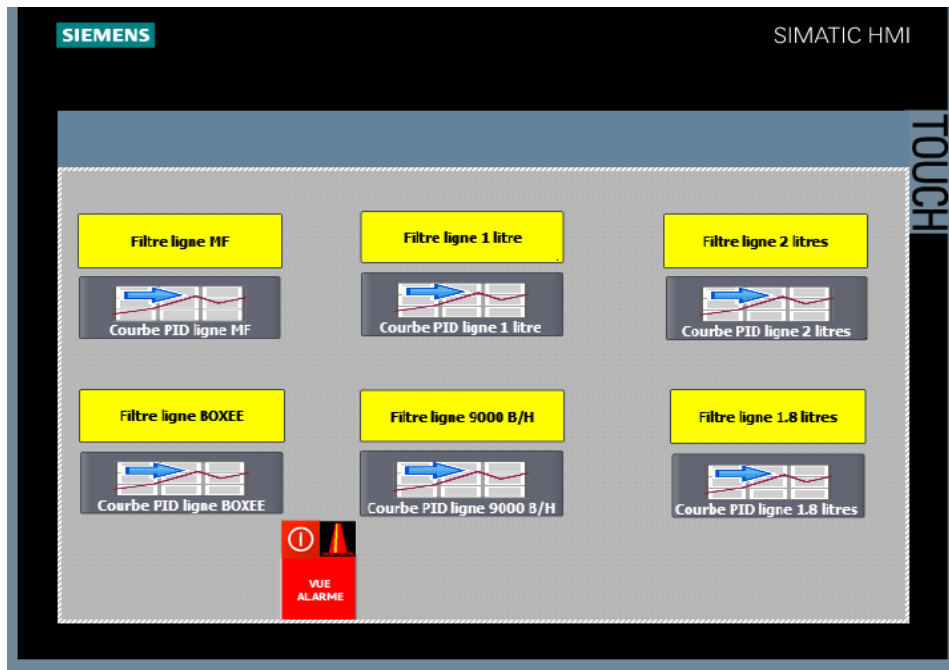


Figure IV. 5 : Vue de sélection.

### IV.5.3 Vue de filtre

La figure suivante présente la vue de filtre MF, qui nous permet de visualiser les états du système :

- La pression de l'entrée de filtre ligne MF.
- La pression de la sortie de filtre ligne MF.
- La différence de pression ligne MF.
- La température de ligne MF.
- Alarme de filtre endommagé (pression) ligne MF.
- Alarme de température ligne MF.
- L'état de la pompe.
- L'état de l'électrovanne ligne MF.
- Le niveau de la cuve ligne MF.

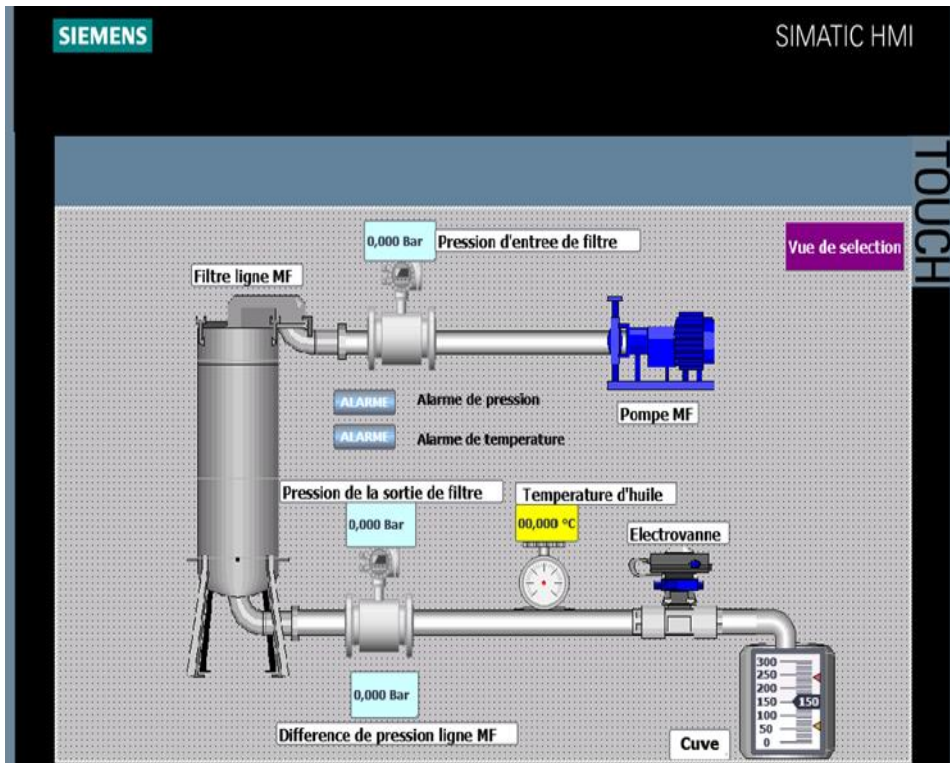


Figure IV. 6 : Vue du filtre ligne MF.

### IV.5.4 Vue de courbe

La courbe PID ligne MF représentée ci-dessous permettra à l'opérateur de contrôler le niveau de la cuve.

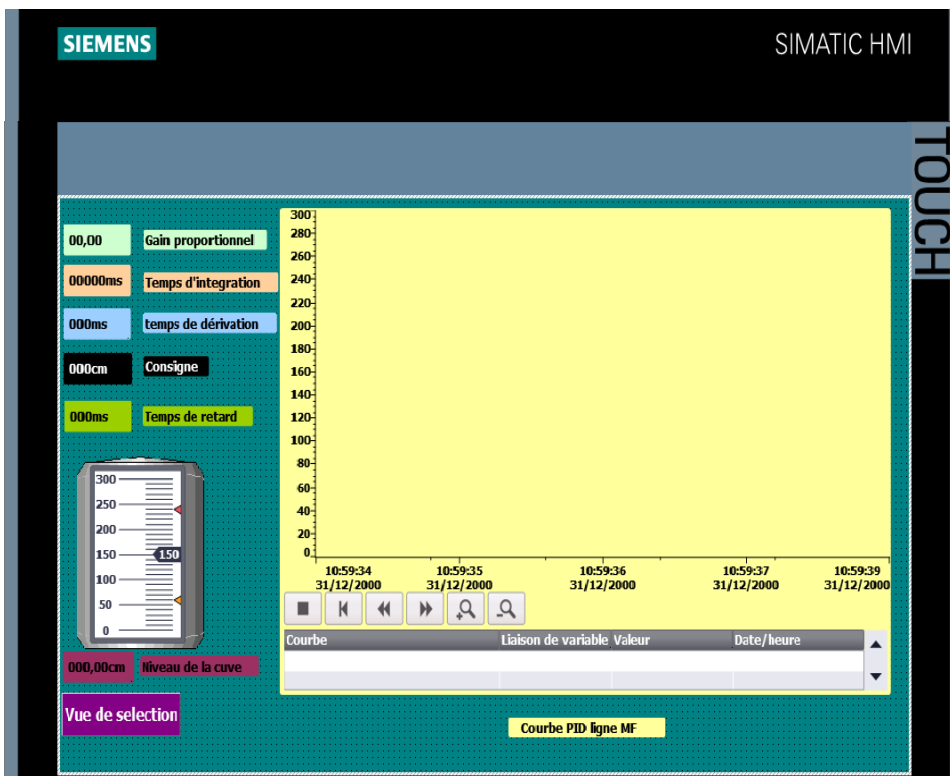


Figure IV. 7 : Vue de la courbe PID ligne MF.

La figure suivante montre la configuration de la courbe PID.

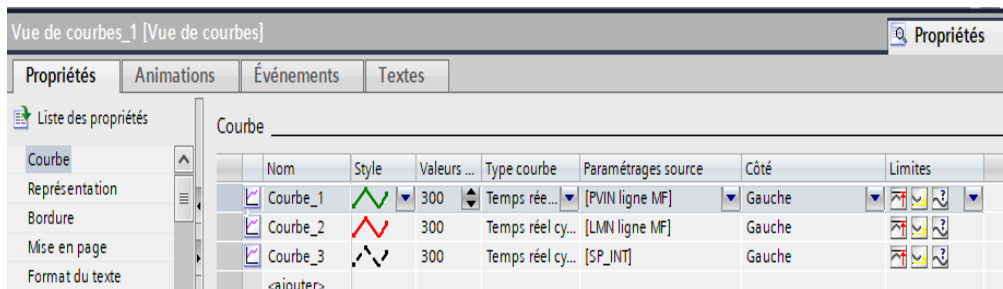


Figure IV. 8 : Configuration de la courbe PID ligne MF.

### IV.5.5 Vue des alarmes

La vue d'alarmes offre aux opérateurs une surveillance en temps réel de l'état du système, affichant les alarmes actives de température et de pression.

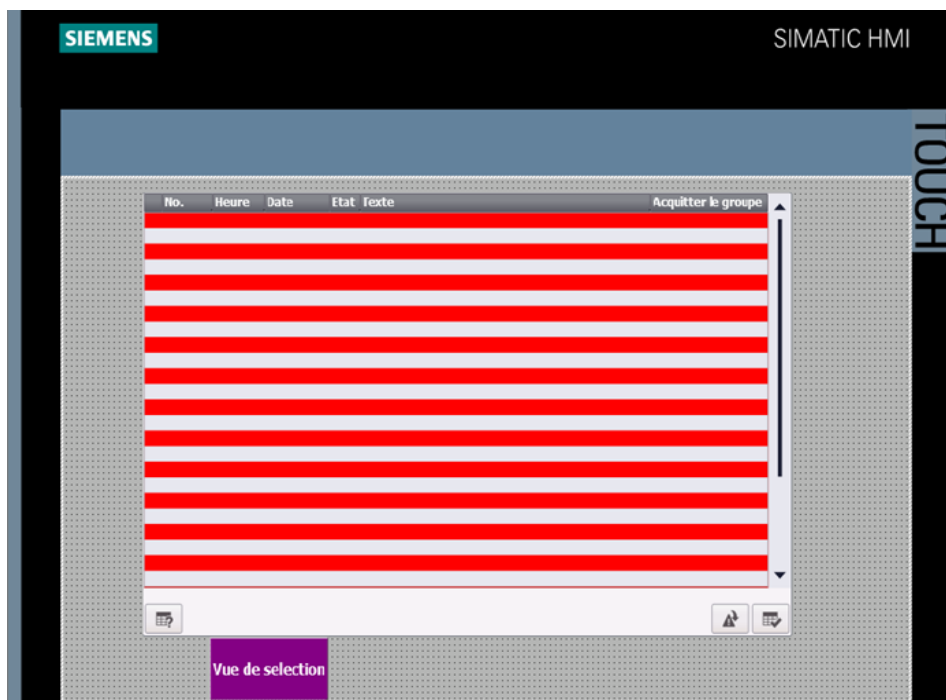


Figure IV. 9 : Vue d'alarmes.

## IV.6 Tests et simulation

### IV.6.1 Résultats obtenus

La simulation de la vue filtre ligne MF selon les quatre (04) cas dans chapitre III :

1- La figure suivante nous permet de visualiser l'ouverture d'électrovanne et le fonctionnement de la pompe, c'est-à-dire le cas d'absence d'alarme de filtre endommagé (pression) et de température.

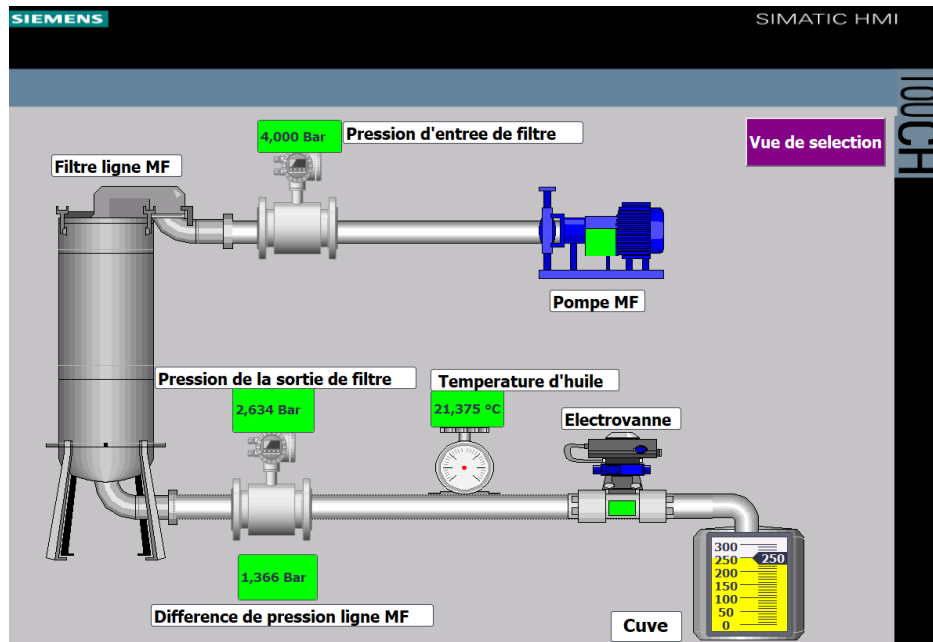


Figure IV. 10 : Vue du filtre ligne MF pour cas 1.

Les capteurs de pression (entrée et sortie) ainsi que le capteur de température s'allument en vert, les expressions « Alarme de pression » et « Alarme de température » ne s'affichent pas, cela indique qu'il n'y a pas d'alarme de pression ni de température. La pompe et l'électrovanne s'allument également en vert, signifiant que la pompe fonctionne et que l'électrovanne est ouverte. Cela montre que le système est en bon état de fonctionnement.

2- La figure suivante nous permet de visualiser la fermeture d'électrovanne et arrête de la pompe, c'est-à-dire le cas de présence d'alarme de filtre endommagé (pression) et de température.

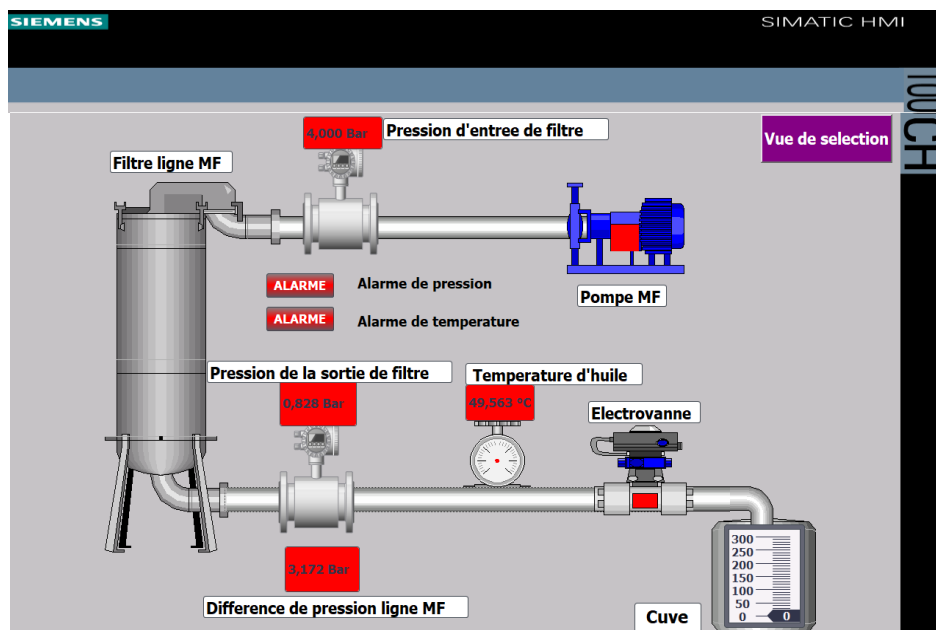


Figure IV. 11 : Vue du filtre ligne MF pour cas 2.

Les capteurs de pression (entrée et sortie) ainsi que le capteur de température s'allument en rouge, et les expressions « Alarme de pression » et « Alarme de température » s'affichent, indiquant qu'il y a une alarme de pression et de température. La pompe et l'électrovanne s'allument également en rouge, signifiant que la pompe s'est arrêtée et que l'électrovanne s'est fermée. Cela montre que le filtre est bouché et que la température de l'huile est anormale.

3- La figure suivante nous permet de visualiser la fermeture d'électrovanne et arrête de la pompe, c'est-à-dire le cas de présence d'alarme de filtre endommagé (pression) et absence d'alarme de température.

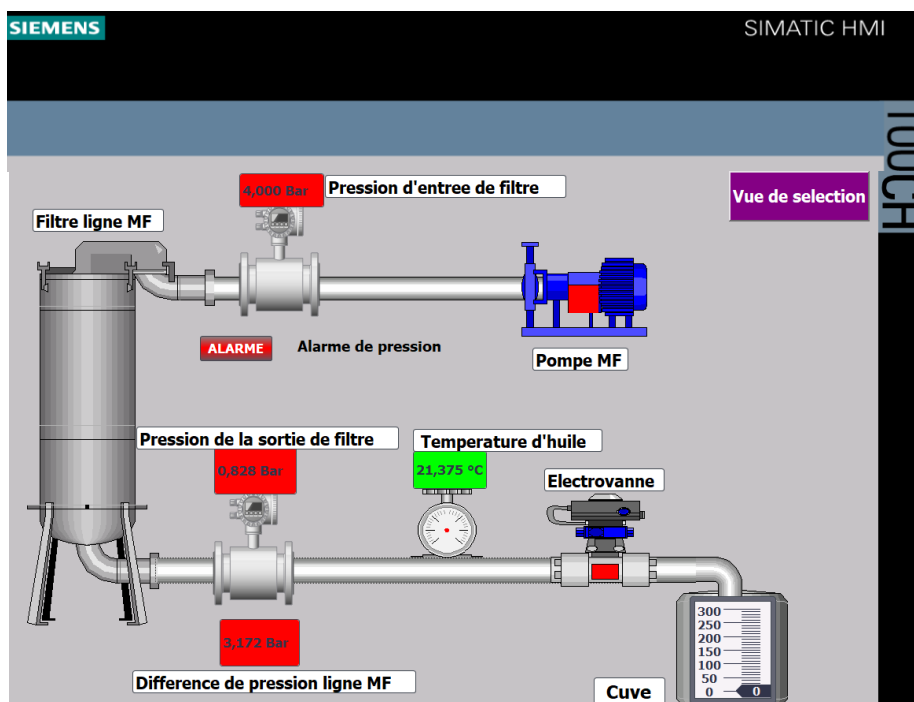


Figure IV. 12 : Vue du filtre ligne MF pour cas 3.

Les capteurs de pression (entrée et sortie) s'allument en rouge et l'expression « Alarme de pression » s'affiche, indiquant qu'il y a une alarme de pression, le capteur de température s'allume en vert. La pompe et l'électrovanne s'allument en rouge, signifiant que la pompe s'est arrêtée et que l'électrovanne s'est fermée. Cela montre que le filtre est bouché mais la température de l'huile est normale.

4- La figure suivante nous permet de visualiser la fermeture d'électrovanne et arrête de la pompe, c'est-à-dire le cas d'absence d'alarme de filtre endommagé (pression) et présence d'alarme de température.



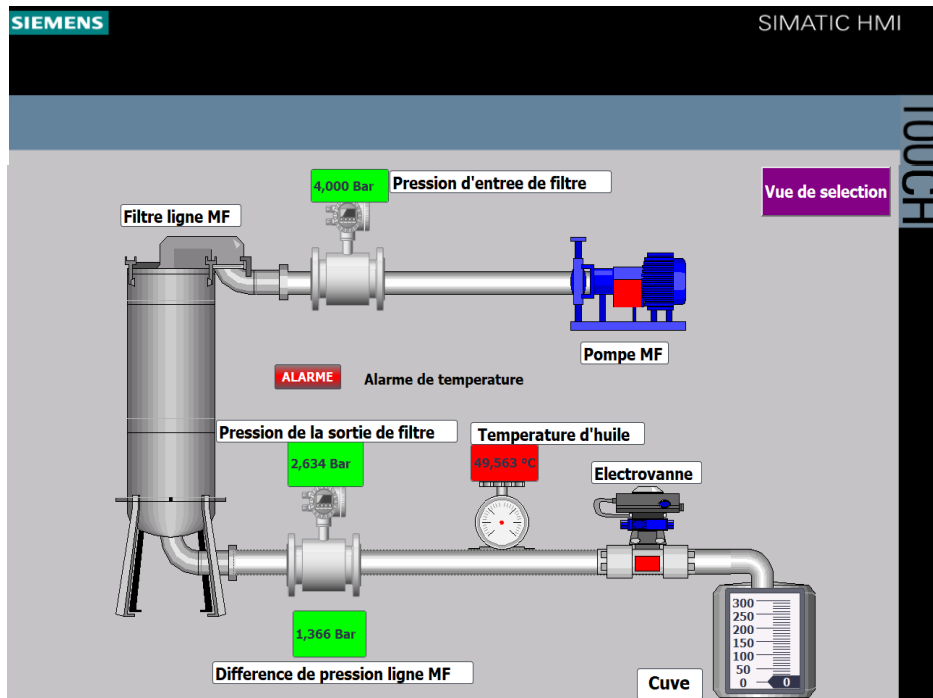


Figure IV. 13 : Vue du filtre ligne MF pour cas 4.

Les capteurs de pression (entrée et sortie) s'allument en vert mais le capteur de température s'allume en rouge et « Alarme de température » s'affiche, indiquant qu'il y a une alarme de température. La pompe et l'électrovanne s'allument en rouge, signifiant que la pompe s'est arrêtée et que l'électrovanne s'est fermée. Cela montre que le filtre est en bon état mais la température de l'huile est anormale.

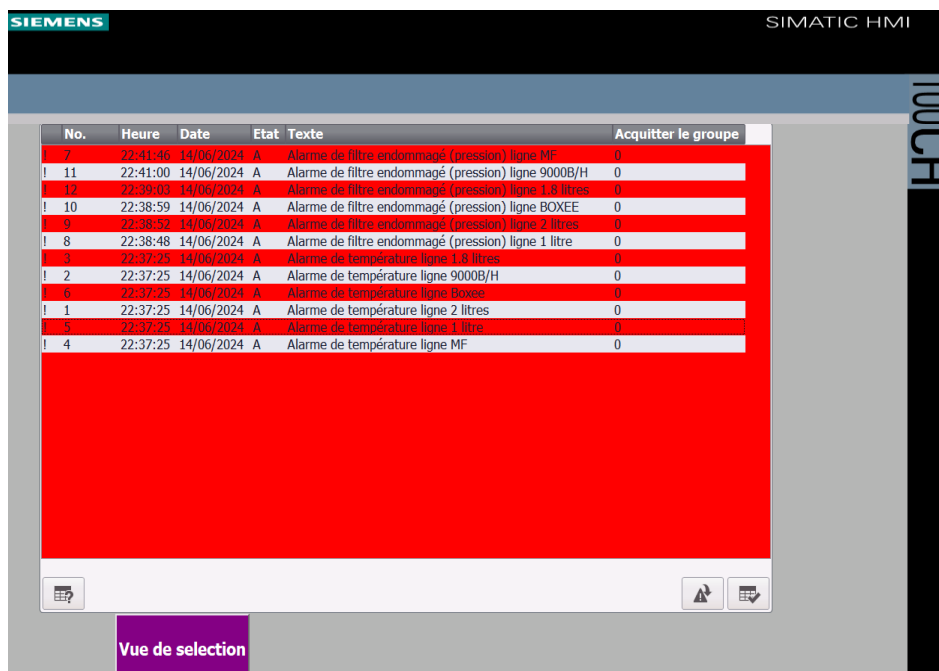


Figure IV. 14 : Vue d'alarme de filtre endommagé (pression) et de température.

### ❖ La supervision du comportement du système de régulation

Avec l'aide du logiciel Factory IO et la connexion entre ce dernier et TIA Portal, les figures suivantes, numérotées Figure IV.15, Figure IV.16 et Figure IV.17, illustrent respectivement le comportement de notre système lors de dépassements, d'erreurs statiques et lorsque le niveau de la cuve est stable.

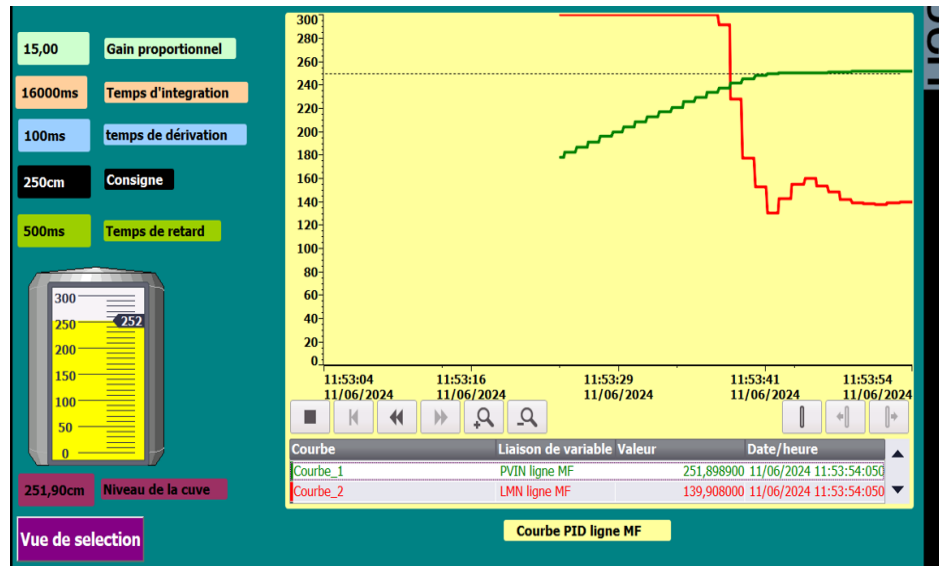


Figure IV. 15 : Visualisation du comportement de notre système (dépassement).

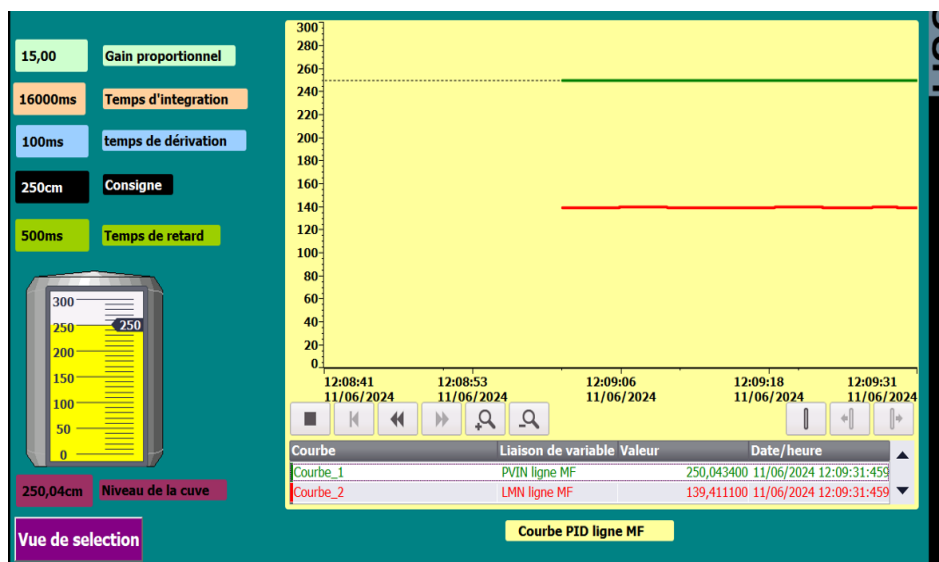


Figure IV. 16 : Visualisation du comportement de notre système (Erreur statique).

La courbe PID illustre le comportement du système après l'ajustement des paramètres du contrôleur PID. D'après les résultats obtenus on remarque que le système est stable et le niveau d'huile converge vers la consigne et sans oscillations. Grâce aux ajustements des paramètres PID, une régulation efficace du niveau d'huile dans la cuve a été atteinte, avec une

réponse rapide et une stabilisation précise autour de la consigne. L'objectif de régulation de niveau de ce système est atteint.

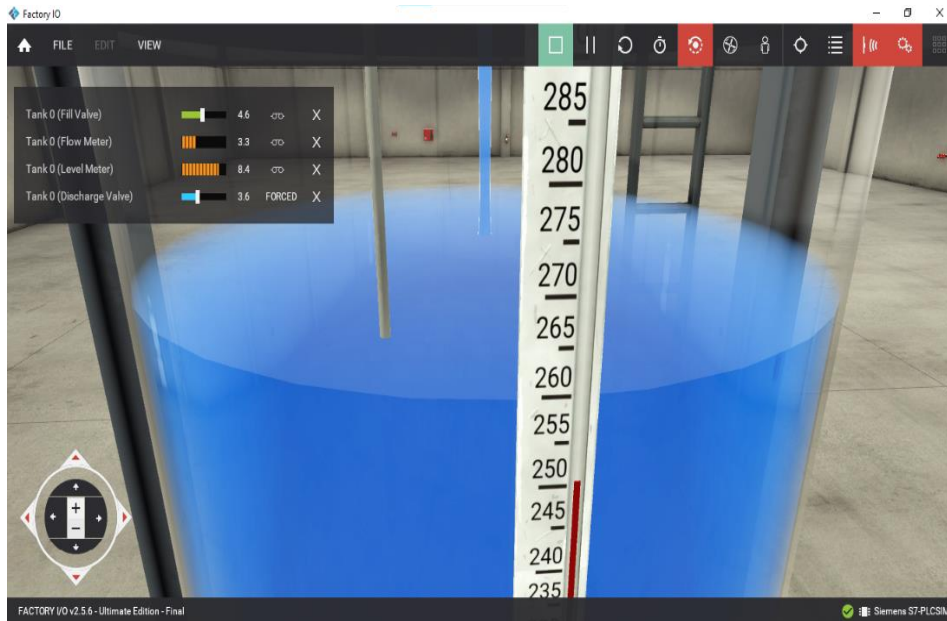


Figure IV. 17 : Le niveau de la cuve stable.

## IV.7 Conclusion

En conclusion, les vues de supervision que nous avons créées dans ce chapitre offrent à l'opérateur une interface qui facilite le suivi en temps réel de l'évolution du procédé et réduisent également l'effort physique.



## **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Notre travail au sein de l'unité de conditionnement d'huile de CEVITAL nous a permis d'acquérir des connaissances techniques et pratiques enrichissantes. Cette expérience nous a également offert l'opportunité de nous familiariser avec le milieu industriel et ses exigences.

L'objectif de notre travail était de commander et de superviser un système de filtration d'huile.

Nous avons d'abord commencé par une étude approfondie du système existant, en identifiant ses principaux inconvénients et inefficacités. A partir de cette analyse, nous avons proposé des solutions astucieuses en développant un programme avec le langage LADDER sur le logiciel de programmation TIA Portal V19. Ce programme a permis d'améliorer considérablement le fonctionnement du système de filtration d'huile, en optimisant la régulation du niveau d'huile dans la cuve à l'aide d'un régulateur PID.

Les résultats obtenus montrent que le système est stable, avec un temps de montée court et une stabilisation précise autour de la consigne, sans oscillations majeures. La régulation PID a permis une régulation efficace du niveau d'huile, prouvant l'efficacité des solutions proposées.

Notre projet s'est conclu par la création d'une interface homme-machine (IHM), destinée à faciliter l'interaction entre les opérateurs et le système de filtration.

En perspective, il serait intéressant d'implémenter d'autres fonctionnalités pour améliorer notre système, par exemple :

- L'intégration de l'intelligence artificielle pour l'optimisation des paramètres PID permet d'améliorer considérablement la performance des systèmes de régulation en temps réel.
- Le développement d'une interface utilisateur avec des visualisations avancées et des notifications en temps réel pourrait beaucoup aider les utilisateurs et rendre les opérations plus efficaces.

Enfin, nous espérons que cette étude pourra servir de base pour de futures recherches et applications dans le domaine de l'automatisation industrielle.



## **Références bibliographiques**

- [1] Site officiel de CEVITAL <https://www.cevital.com/>.
- [2] KHELEF. W, BESSA. B, étude et automatisation d'une étiqueteuse SACMI au sein de l'unité conditionnement d'huile à CEVITAL de Bejaia, Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2016/2017.
- [3] <https://www.tech-long.com/fr/three-things-you-must-know-about-pet-bottle-blowing-machines.html>.
- [4] <https://www.diagnosticelectrique.com/definition-armoire-electrique/>.
- [5] [http://lgt.garnier.free.fr/espace\\_ee\\_fichiers/capteurs/capteurs.pdf](http://lgt.garnier.free.fr/espace_ee_fichiers/capteurs/capteurs.pdf).
- [6] <https://www.sick.com/fr/fr/sick-sensor-blog/capteurs-de-temperature-lessentiel-a-connaître-w/blog-temperature-sensor-food-industry/>.
- [7] <https://www.eeca.eu/capteur-capacitif-quest-ce-que-cest%E2%80%89/>.
- [8] <https://www.gagnonme.ca/expertise/types-pompes-industrielles/>.
- [9] <https://www.serco-tools.fr/produits-et-applications/maintenance-et-reparation/vannes>.
- [10] <https://tameson.fr/pages/electrovannes-leur-fonctionnement> .
- [11] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Filtration.html>.
- [12] Documentation interne de CEVITAL.
- [13] BOUDAH. M, automatisation d'une ligne de préparation de jus à COJEK CEVITAL, Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2016/2017.
- [14] BOUALAG.A, Etude et simulation d'un système automatisée sur le Réseaux informatique, Mémoire de Master, Université Mohamed Khider de Biskra, 2019.
- [15] LE BRUN. P, Automates programmables industriels, cours Lycée Louis ARMAND Strasbourg 2001.
- [16] BOLTON.W, Automates programmables industriels, 2<sup>e</sup> édition, DUNOD, 2015.

- [17] Sherine Y.F, June 2021. A review of automatic grid synchronization using programmable logic controller. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), volume 8 Issue: 06, 2626- 2633.
- [18] GONZAGA. A, Les automates programmables industriels, Novembre 2004.
- [19] TAAZIBT. R et FELKAT. A, Automatisation d'un palettiseur avec un automate programmable, Mémoire de fin d'étude, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Promotion 2015.
- [20] BAKHOUCHE. H et TOUAHRIA. K, Améliorer l'automatisation d'une remplisseuse automatique au sein de CEVITAL, Mémoire de Master, université de Bejaia, 2022/2023.
- [21] HANS BERGER, Automating with SIMATIC S7-300 inside TIA PORTAL, Configuring, Programming and Testing with STEP 7 Professional, 2<sup>nd</sup> edition, 2014.
- [22] DJAHNINE. L et HATOUT. Z, Supervision de la centrifugeuse de production de sucre au niveau de CEVITAL, Mémoire de Master, université de Bejaia, 2022/2023.
- [23] PIERRE DUYSINX, Présentation des Langages Automates Programmables, Cours Université de Liège, Année académique 2018-2019.
- [24] <https://sti-monge.fr/maintenancesystemes/wp-content/uploads/2013/02/Initiation-2-TIA-Portal-MS1.pdf>.
- [25] BELLAHSENE. N, supervision industrielle, Supporte de cours Master 2.
- [26] <https://supervision-informatique.solutions/avantage-interet-supervision/>.
- [27] CHEKEBKEB. D et BOURAS. K, Réalisation, commande et supervision d'un prototype d'une station de pompage, Mémoire de fin d'étude, Ecole nationale polytechnique, Promotion 2019.
- [28] Aliliche. L et Messadi. A, Régulation PID par API et supervision du niveau d'un réservoir cylindrique, Mémoire de Master, Université Mohamed Seddik Benyahia – Jijel, Promotion 2020.



[29] Manuel SIEMENS, SIMATIC S7-1200, S7-1500 Régulation PID, Description fonctionnelle, 11/2023.

[30] <https://docs.factoryio.com/>



**ANEXXES**

## ANNEXES

- **Plaque signalétique du filtre multi-cartouches amafilter.**



- **Autre variable API utilisée**

308	☒	Commande de variateur réglage du niveau ligne 1 litre	Tabl...	Word	%QW128		☑	☑
309	☒	Entree ana de pression de l'entree de filtre ligne 2 litres	Tabl...	Int	%IW184		☑	☑
310	☒	Entree ana de pression de la sortie de filtre ligne 2 litres	Tabl...	Int	%IW194		☑	☑
311	☒	Pression d'entree de filtre ligne 2 litres	Tabl...	Real	%MD230		☑	☑
312	☒	Pression de la sortie de filtre ligne 2 litres	Tabl...	Real	%MD234		☑	☑
313	☒	Difference de pression ligne 2 litres	Tabl...	Real	%MD196		☑	☑
314	☒	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 2 litres	Tabl...	Bool	%M37.3		☑	☑
315	☒	Entree analogique de la temperature ligne 2 litres	Tabl...	Int	%IW154		☑	☑
316	☒	La temperature de ligne 2 litres	Tabl...	Real	%MD290		☑	☑
317	☒	Alarme de température ligne 2 litres	Tabl...	Bool	%M36.3		☑	☑
318	☒	Electrovanne ligne 2 litres	Tabl...	Bool	%Q38.2		☑	☑
319	☒	pom2l	Tabl...	Bool	%Q5.0		☑	☑
320	☒	Entree analogique du niveau de la cuve ligne 2 litres	Tabl...	Int	%IW130		☑	☑
321	☒	niveau de la cuve ligne 2 litres	Tabl...	Real	%MD70		☑	☑
322	☒	Erreur ligne 2 litres	Tabl...	Word	%MW66		☑	☑
323	☒	Commande de variateur réglage du niveau ligne 2 litres	Tabl...	Word	%QW304		☑	☑
324	☒	Entree ana de pression de l'entree de filtre ligne BOXEE	Tabl...	Int	%IW198		☑	☑
325	☒	Entree ana de pression de la sortie de filtre ligne BOXEE	Tabl...	Int	%IW202		☑	☑
326	☒	Pression d'entree de filtre ligne BOXEE	Tabl...	Real	%MD244		☑	☑
327	☒	Pression de la sortie de filtre ligne BOXEE	Tabl...	Real	%MD254		☑	☑
328	☒	Difference de pression ligne BOXEE	Tabl...	Real	%MD88		☑	☑
329	☒	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne BOXEE	Tabl...	Bool	%M37.4		☑	☑
330	☒	Entree analogique de la temperature ligne BOXEE	Tabl...	Int	%IW156		☑	☑
331	☒	La temperature de ligne BOXEE	Tabl...	Real	%MD294		☑	☑
332	☒	Alarme de température ligne BOXEE	Tabl...	Bool	%M36.4		☑	☑
333	☒	Electrovanne ligne BOXEE	Tabl...	Bool	%Q38.3		☑	☑
334	☒	pombox	Tabl...	Bool	%Q5.1		☑	☑
335	☒	Entree analogique du niveau de la cuve ligne BOXEE	Tabl...	Int	%IW132		☑	☑
336	☒	Erreur ligne BOXEE	Tabl...	Word	%MW68		☑	☑
337	☒	niveau de la cuve ligne BOXEE	Tabl...	Real	%MD80		☑	☑
338	☒	Commande de variateur réglage du niveau ligne BOXEE	Tabl...	Word	%QW306		☑	☑

## ANNEXES

339	Entree ana de pression de l'entree de filtre ligne 9000B/H	Tabl...	Int	%IW206	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
340	Entree ana de pression de la sortie de filtre ligne 9000B/H	Tabl...	Int	%IW144	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
341	Pression d'entree de filtre ligne 9000B/H	Tabl...	Real	%MD258	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
342	Pression de la sortie de filtre ligne 9000B/H	Tabl...	Real	%MD514	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
343	Difference de pression ligne 9000B/H	Tabl...	Real	%MD284	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
344	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 9000B/H	Tabl...	Bool	%M37.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
345	Entree analogique de la temperature ligne 9000B/H	Tabl...	Int	%IW158	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
346	La temperature de ligne 9000B/H	Tabl...	Real	%MD298	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
347	Alarme de temperature ligne 9000B/H	Tabl...	Bool	%M36.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
348	Electrovanne ligne 9000B/H	Tabl...	Bool	%Q38.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
349	pom5l	Tabl...	Bool	%Q5.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
350	Entree analogique du niveau de la cuve ligne 9000B/H	Tabl...	Int	%IW134	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
351	Erreur ligne 9000B/H	Tabl...	Word	%MW270	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
352	niveau de la cuve ligne 9000B/H	Tabl...	Real	%MD84	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
353	Commande de variateur réglage du niveau ligne 9000B/H	Tabl...	Word	%QW308	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
354	Entree ana de pression de l'entree de filtre ligne 1.8 litres	Tabl...	Int	%IW146	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
355	Entree ana de pression de la sortie de filtre ligne 1.8 litres	Tabl...	Int	%IW148	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
356	Pression d'entree de filtre ligne 1.8 litres	Tabl...	Real	%MD266	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
357	Pression de la sortie de filtre ligne 1.8 litres	Tabl...	Real	%MD276	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
358	Difference de pression ligne 1.8 litres	Tabl...	Real	%MD92	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
359	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 1.8 litres	Tabl...	Bool	%M37.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
360	Entree analogique de la temperature ligne 1.8 litres	Tabl...	Int	%IW160	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
361	La temperature de ligne 1.8 litres	Tabl...	Real	%MD302	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
362	Alarme de temperature ligne 1.8 litres	Tabl...	Bool	%M36.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
363	Electrovanne ligne 1.8 litres	Tabl...	Bool	%Q38.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
364	pom1.8	Tabl...	Bool	%Q5.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
365	Entree analogique du niveau de la cuve ligne 1.8 litres	Tabl...	Int	%IW193	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
366	Erreur ligne 1.8 litres	Tabl...	Word	%MW260	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
367	niveau de la cuve ligne 1.8 litres	Tabl...	Real	%MD262	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
268	Commande de variateur réglage du niveau ligne 1.8 litres	Tabl...	Word	%QW134	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### - Autres variable IHM utilisée

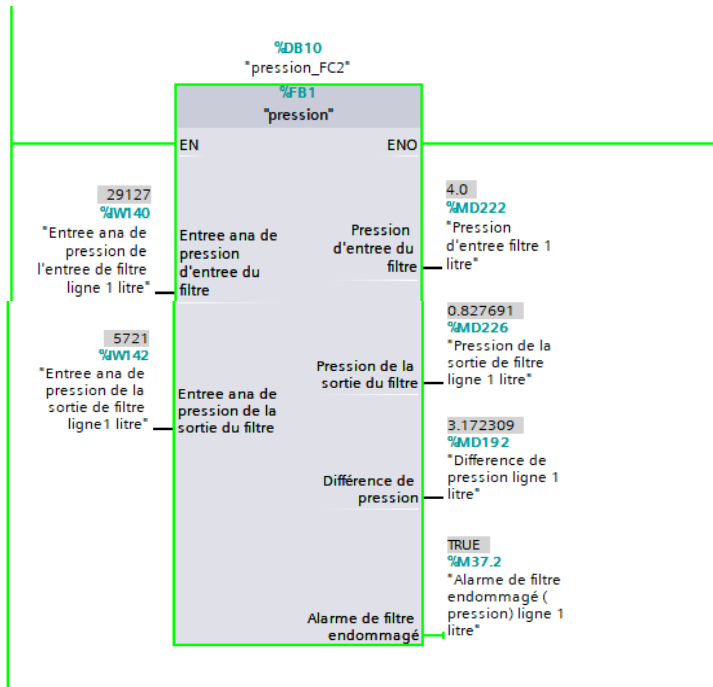
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression dentree filtre 1 litre	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression d'entr...	%MD222
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression dentree de filtre ligne 2 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression d'entr...	%MD230
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression dentree de filtre ligne BOXEE	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression d'entr...	%MD244
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression dentree de filtre ligne 9000B/H	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression d'entr...	%MD258
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression dentree de filtre ligne 1.8 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression d'entr...	%MD266
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression de la sortie de filtre ligne 1 litre	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression de la ...	%MD226
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression de la sortie de filtre ligne 2 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression de la ...	%MD234
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression de la sortie de filtre ligne BOXEE	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression de la ...	%MD254
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression de la sortie de filtre ligne 9000B/H	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression de la ...	%MD514
<input checked="" type="checkbox"/>	Pression de la sortie de filtre ligne 1.8 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Pression de la ...	%MD276
<input checked="" type="checkbox"/>	Difference de pression ligne 1 litre	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Difference de p...	%MD192
<input checked="" type="checkbox"/>	Difference de pression ligne 2 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Difference de p...	%MD196
<input checked="" type="checkbox"/>	Difference de pression ligne BOXEE	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Difference de p...	%MD88
<input checked="" type="checkbox"/>	Difference de pression ligne 9000B/H	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Difference de p...	%MD284
<input checked="" type="checkbox"/>	Difference de pression ligne 1.8 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*Difference de p...	%MD92
<input checked="" type="checkbox"/>	La temperature filtre 1 litre	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*La temperatur...	%MD520
<input checked="" type="checkbox"/>	La temperature de ligne 2 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*La temperatur...	%MD290
<input checked="" type="checkbox"/>	La temperature de ligne BOXEE	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*La temperatur...	%MD294
<input checked="" type="checkbox"/>	La temperature de ligne 9000B/H	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*La temperatur...	%MD298
<input checked="" type="checkbox"/>	La temperature de ligne 1.8 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*La temperatur...	%MD302
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 1 litre	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de filtre...	%M37.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 2 litres	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de filtre...	%M37.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne BOXEE	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de filtre...	%M37.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 9000B/H	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de filtre...	%M37.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de filtre endommagé (pression) ligne 1.8 litres	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de filtre...	%M37.6
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de température ligne 1 litre	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de tem...	%M36.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de température ligne 2 litres	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de tem...	%M36.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de température ligne BOXEE	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de tem...	%M36.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de température ligne 9000B/H	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de tem...	%M36.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarme de température ligne 1.8 litres	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Alarme de tem...	%M36.6
<input checked="" type="checkbox"/>	Electrovanne ligne 1 litre	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Electrovanne li...	%Q38.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Electrovanne ligne 2 litres	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Electrovanne li...	%Q38.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Electrovanne ligne BOXEE	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Electrovanne li...	%Q38.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Electrovanne ligne 9000B/H	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Electrovanne li...	%Q38.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Electrovanne ligne 1.8 litres	...	Bool	HML_Liaison...	PLC_1	*Electrovanne li...	%Q38.5
<input checked="" type="checkbox"/>	pom1l	...	Bool	PLC_1		<indéfini>	%Q5.0
<input checked="" type="checkbox"/>	pom2l	...	Bool	PLC_1		<indéfini>	%Q4.7
<input checked="" type="checkbox"/>	pombox	...	Bool	PLC_1		<indéfini>	%Q5.1
<input checked="" type="checkbox"/>	pom5l	...	Bool	PLC_1		<indéfini>	%Q5.2
<input checked="" type="checkbox"/>	pom1.8	...	Bool	PLC_1		<indéfini>	%Q5.3
<input checked="" type="checkbox"/>	niveau de la cuve ligne 1 litre	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*niveau de la cu...	%MD510
<input checked="" type="checkbox"/>	niveau de la cuve ligne 2 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*niveau de la cu...	%MD70
<input checked="" type="checkbox"/>	niveau de la cuve ligne BOXEE	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*niveau de la cu...	%MD80
<input checked="" type="checkbox"/>	niveau de la cuve ligne 9000B/H	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*niveau de la cu...	%MD84
<input checked="" type="checkbox"/>	niveau de la cuve ligne 1.8 litres	...	Real	HML_Liaison...	PLC_1	*niveau de la cu...	%MD262

# ANNEXES

## - Réseaux FC2 de la ligne 1 litre

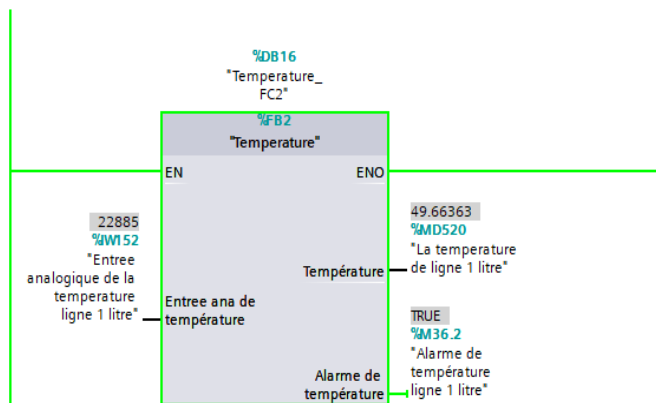
### ▼ Réseau 9 : .....

▼ Pression FC2 ligne 1 litre



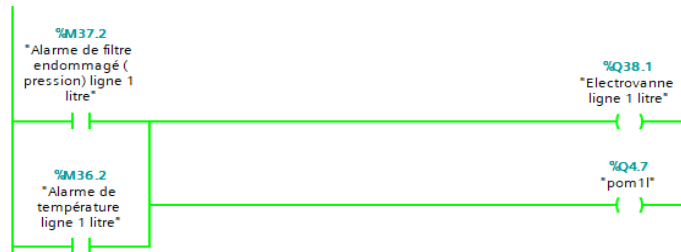
### ▼ Réseau 10 : .....

▼ Temperature FC2 ligne 1 litre



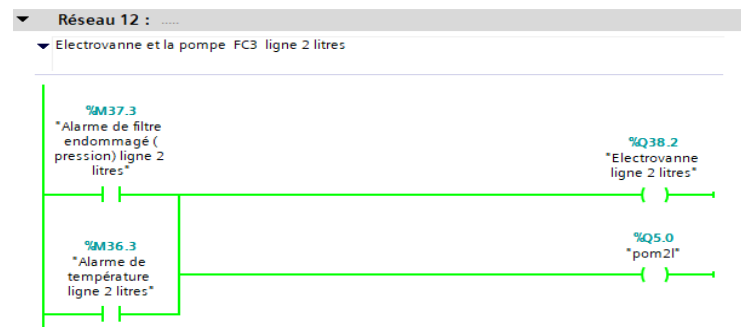
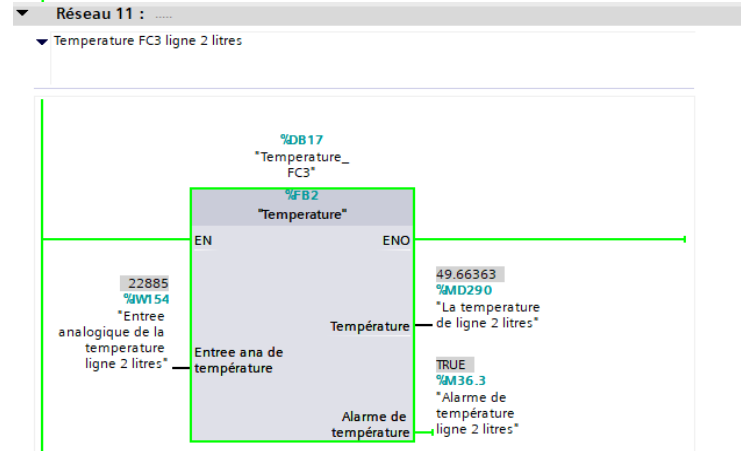
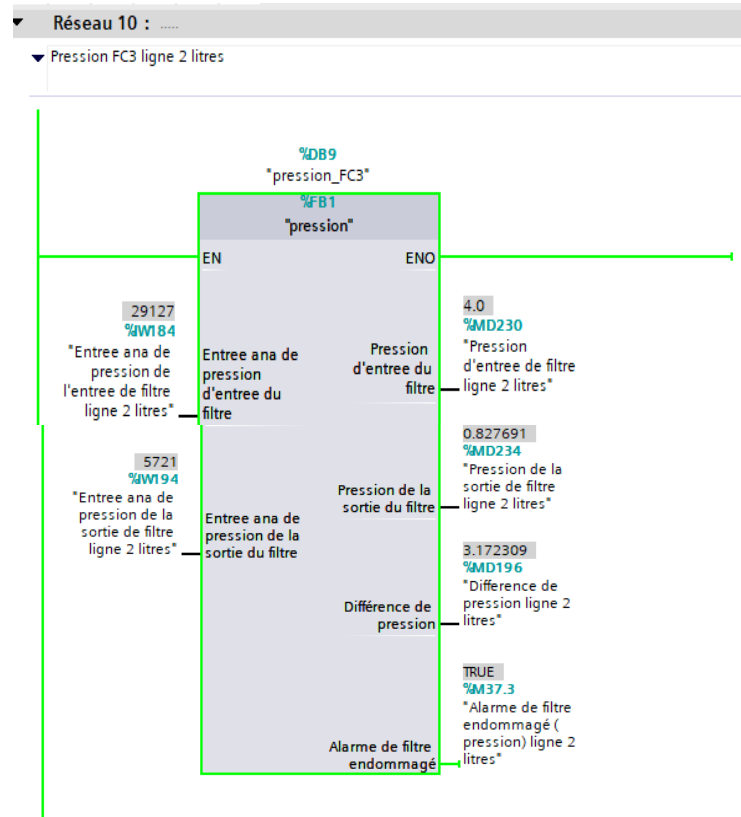
### ▼ Réseau 11 : .....

▼ Electrovanne et la pompe FC2 ligne 1 litre



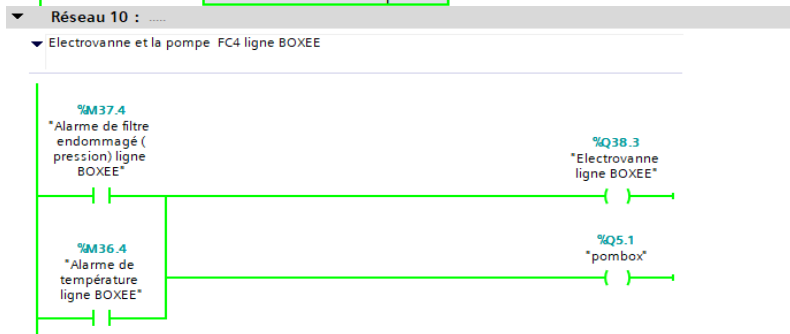
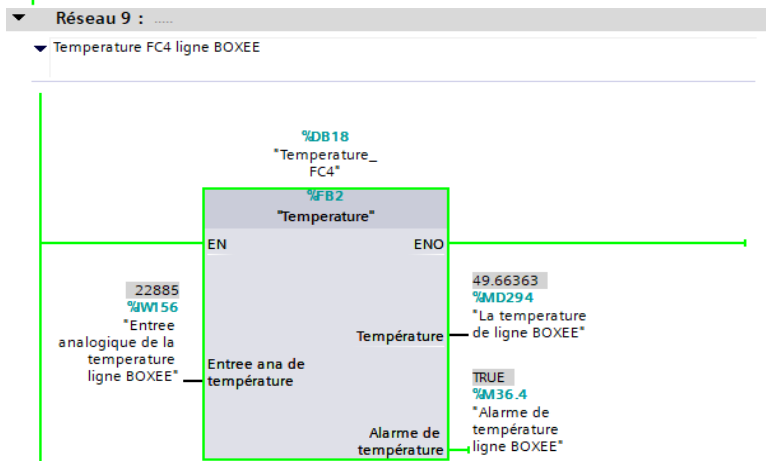
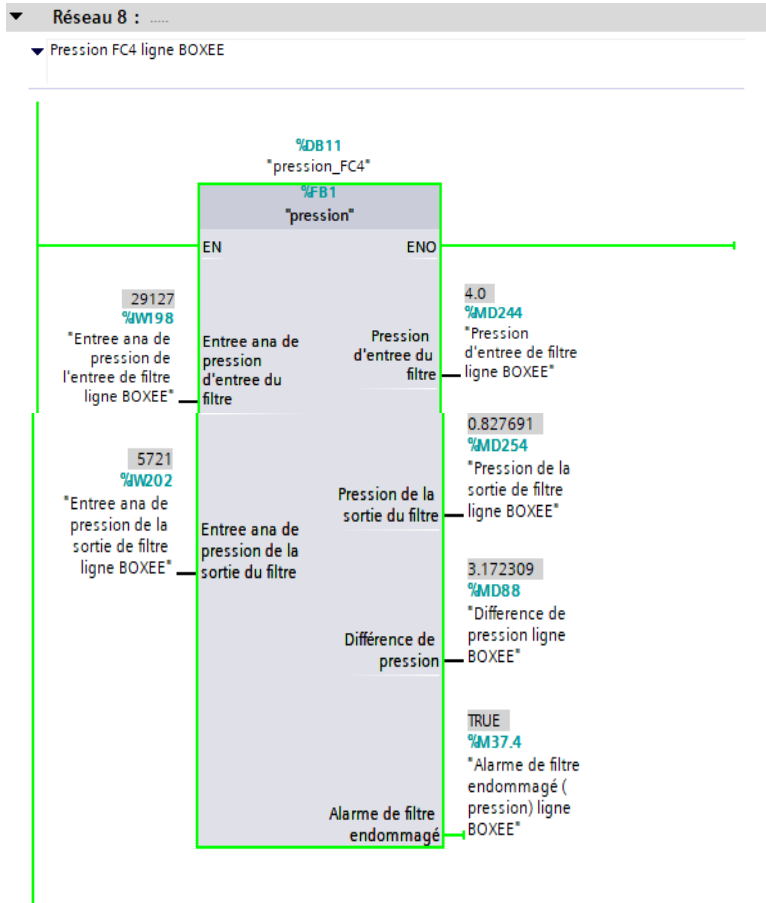
# ANNEXES

## - Réseaux FC3 de la ligne 2 litres



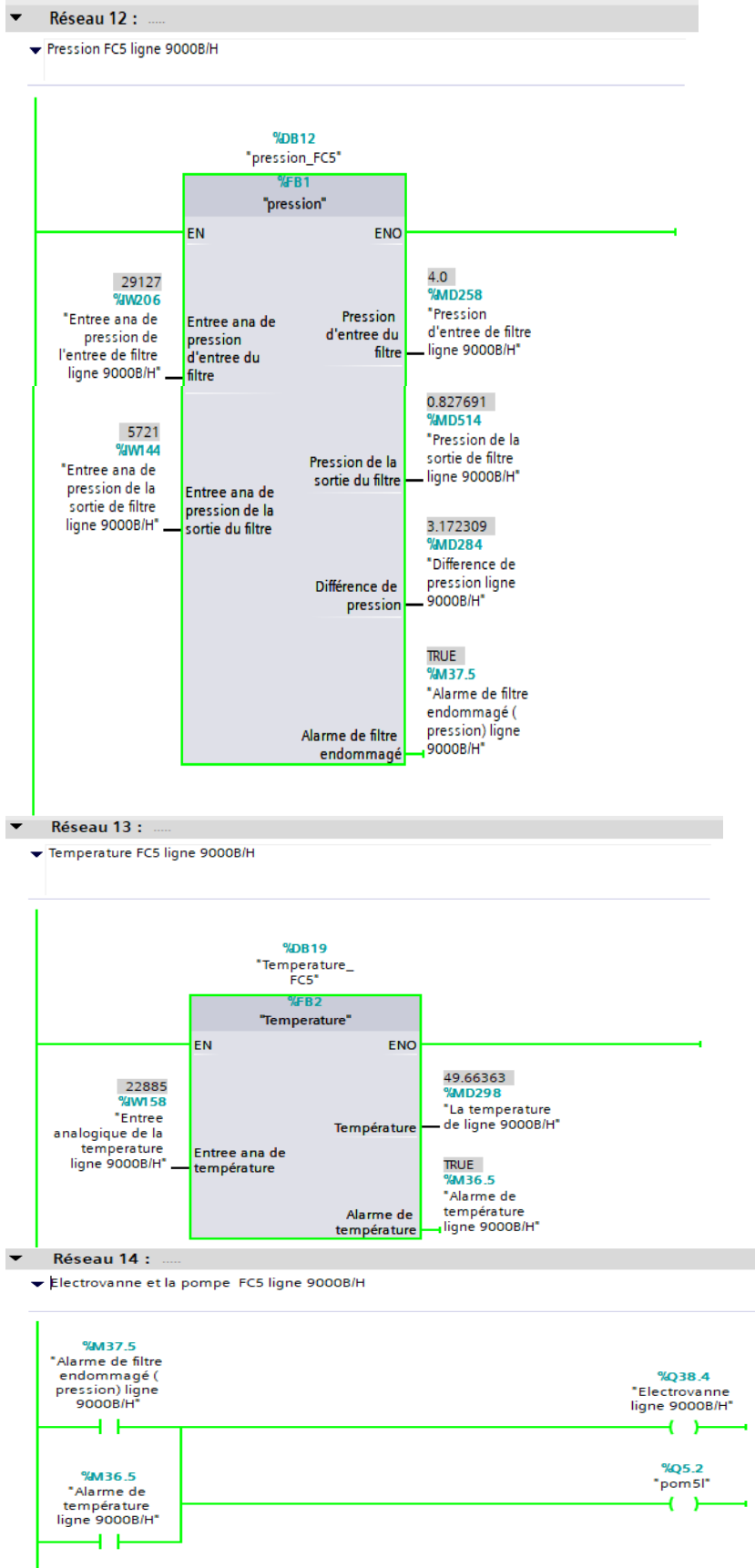
# ANNEXES

## - Réseaux FC4 de la ligne BOXEE.



# ANNEXES

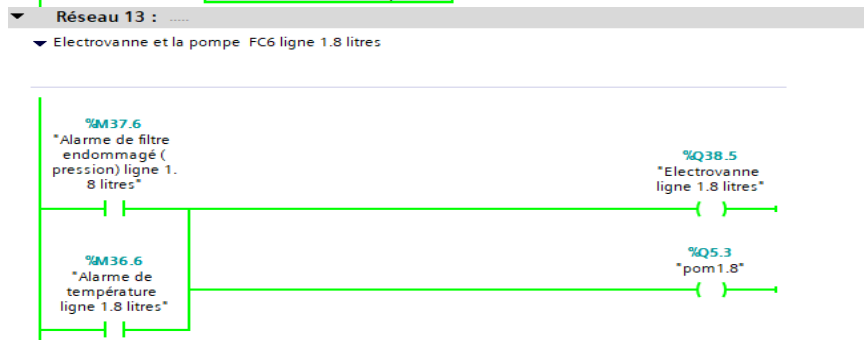
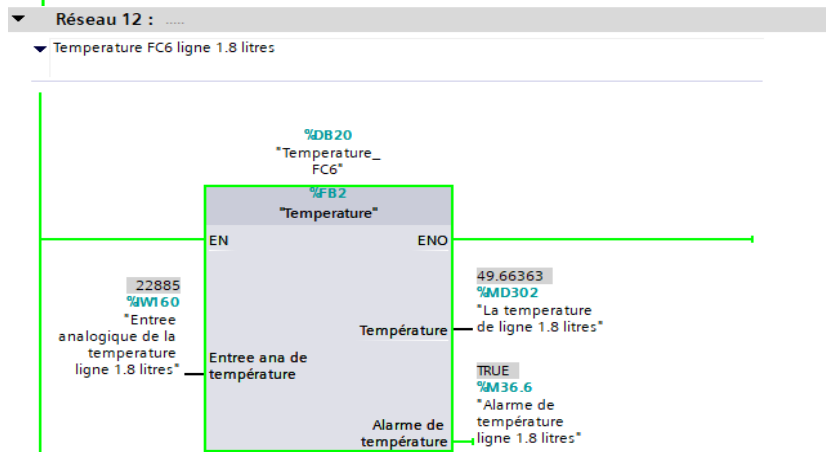
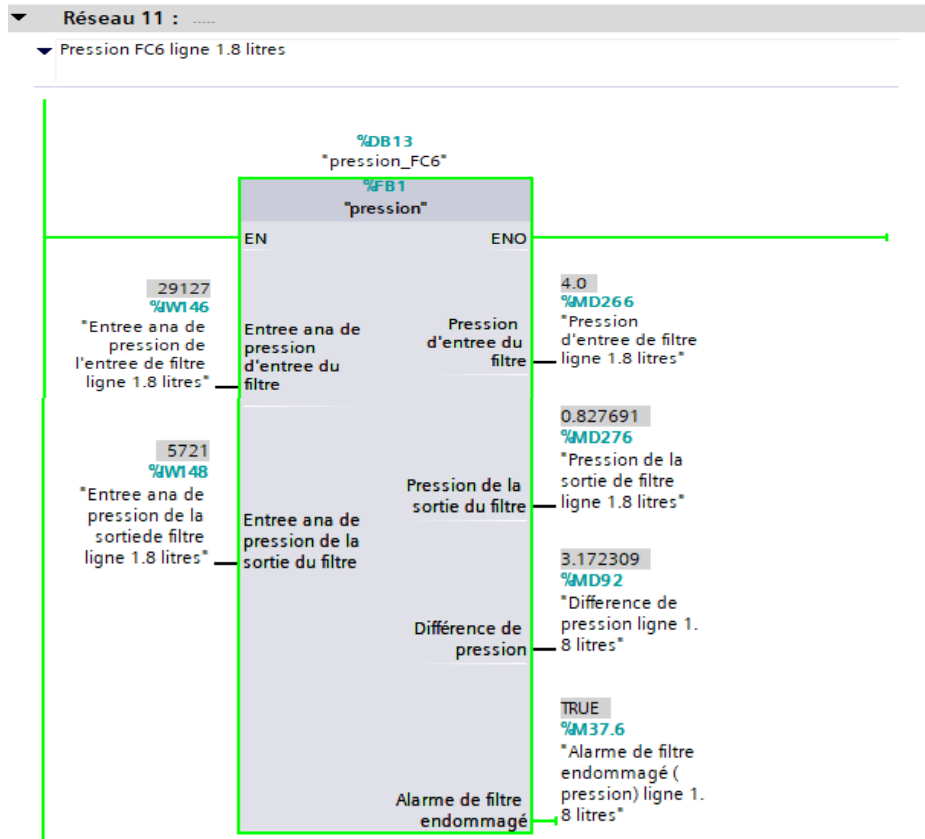
## - Réseaux FC5 de la ligne 9000 B/H.





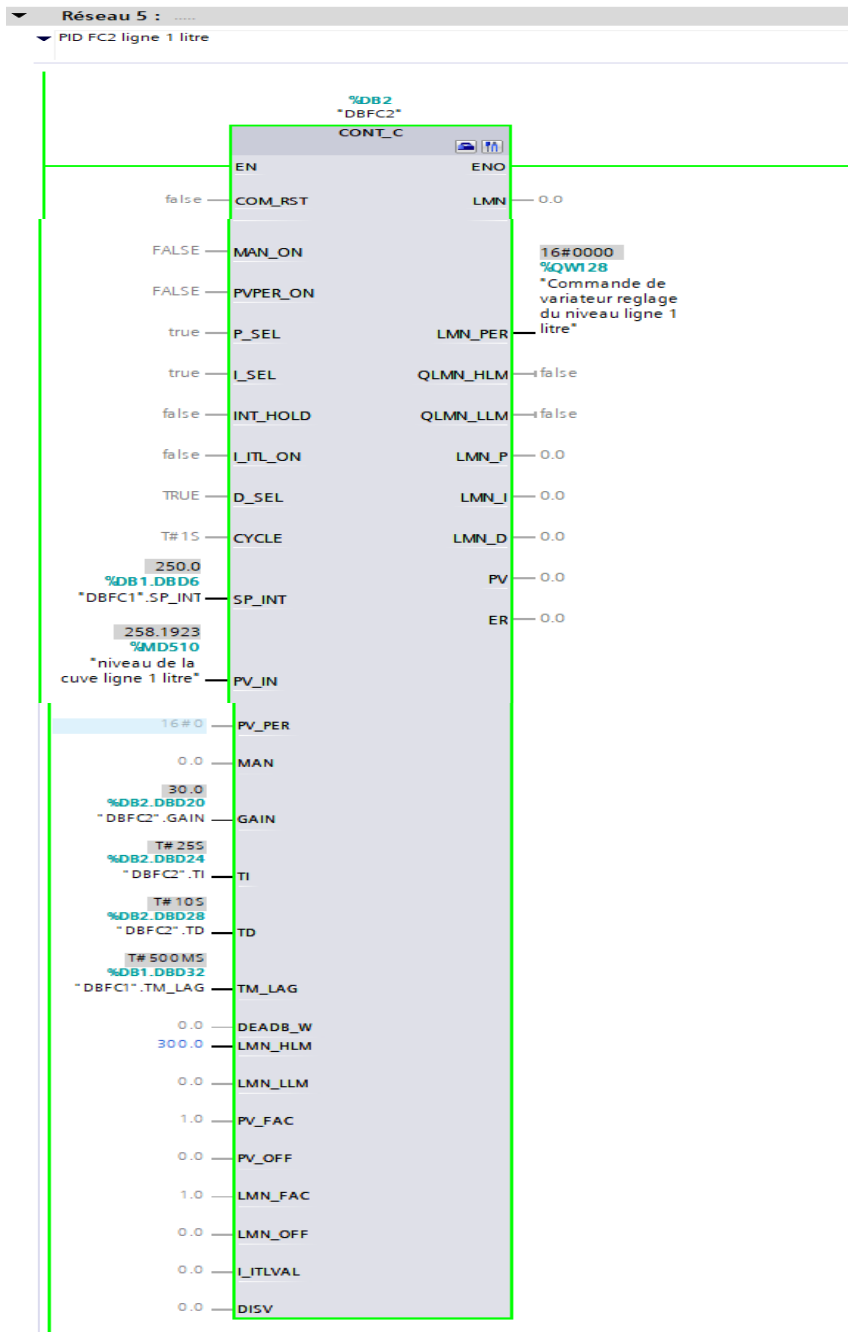
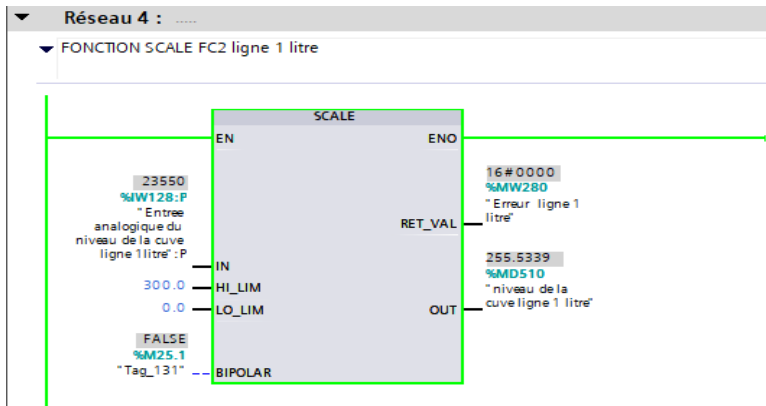
# ANNEXES

## - Réseaux FC6 de la ligne 1.8 litres.



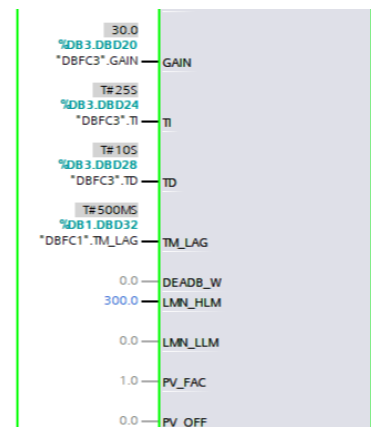
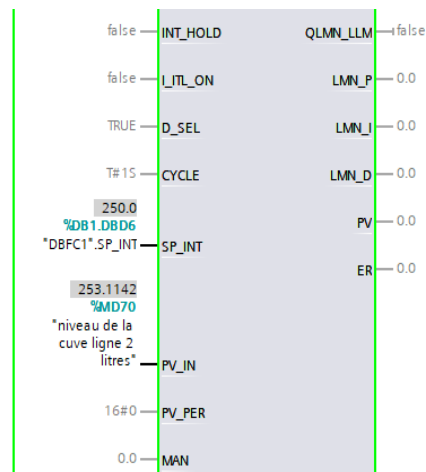
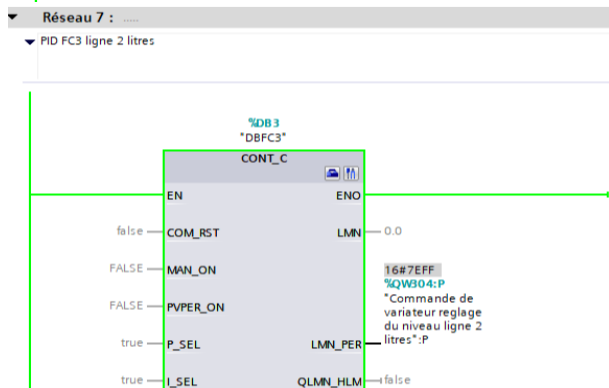
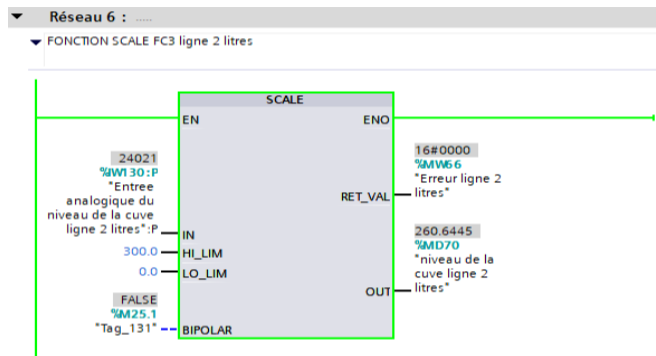
# ANNEXES

## - Réseaux PID de la ligne 1 litre.

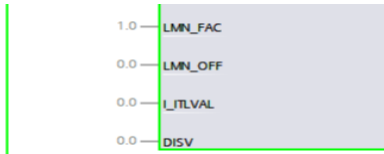


# ANNEXES

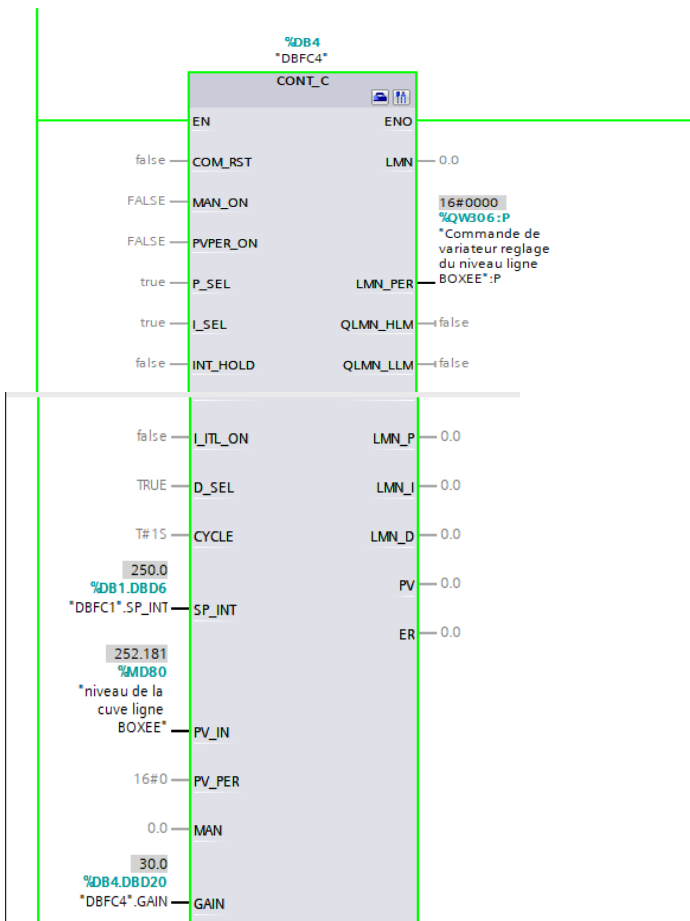
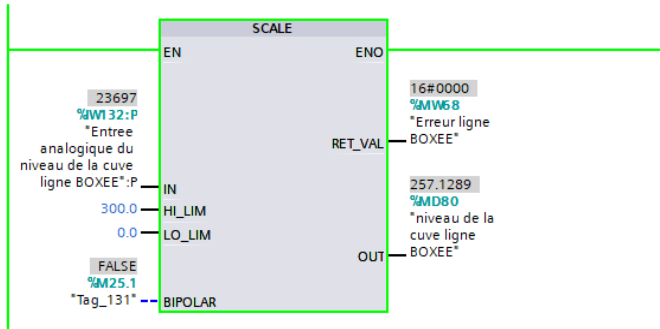
## - Réseaux PID de la ligne 2 litres.



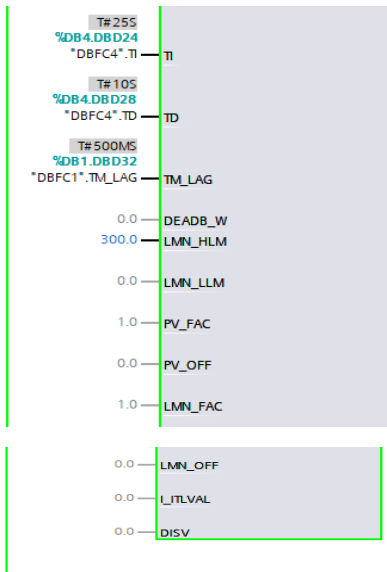
# ANNEXES



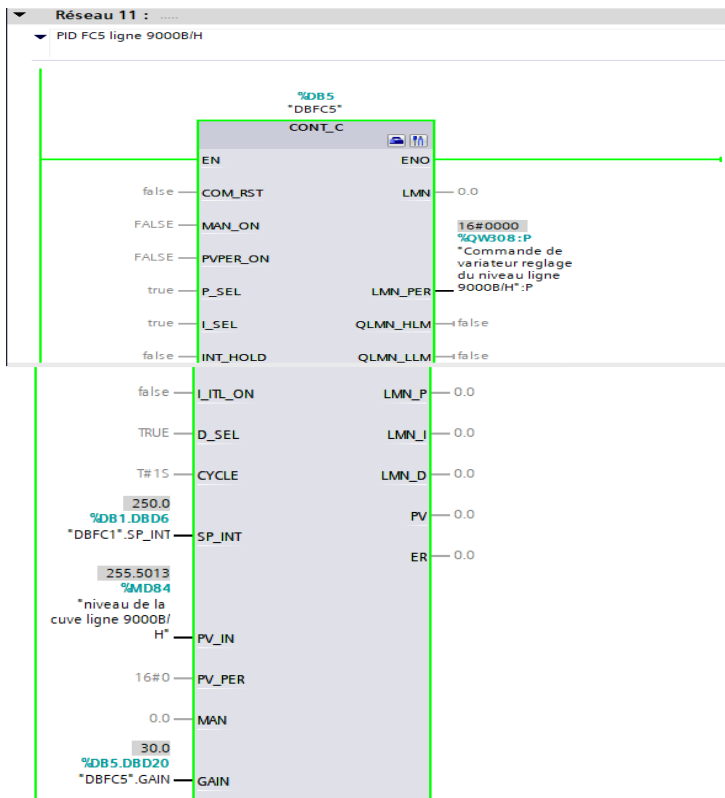
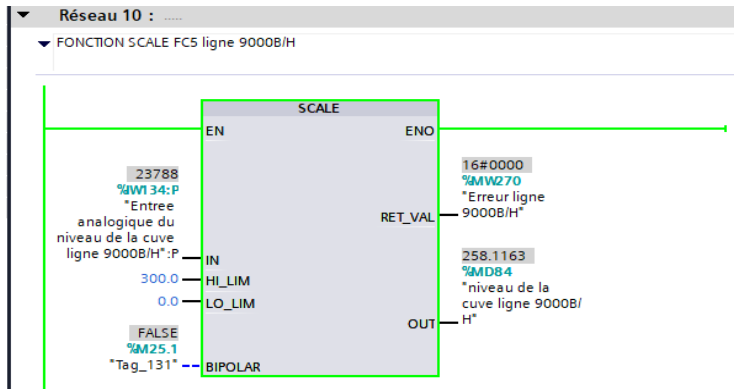
## - Réseaux PID de la ligne BOXEE.



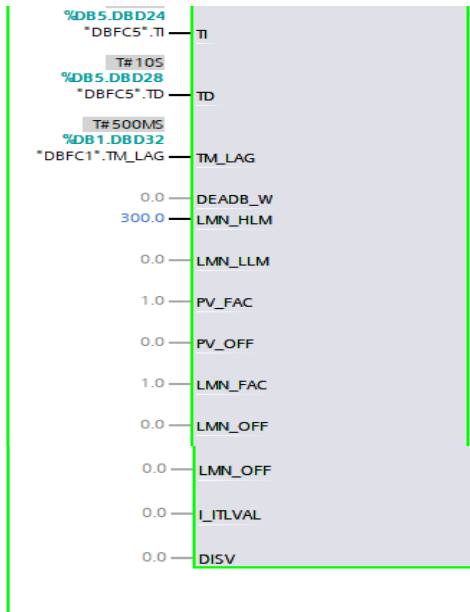
# ANNEXES



## - Réseaux PID de la ligne 9000 B/H.



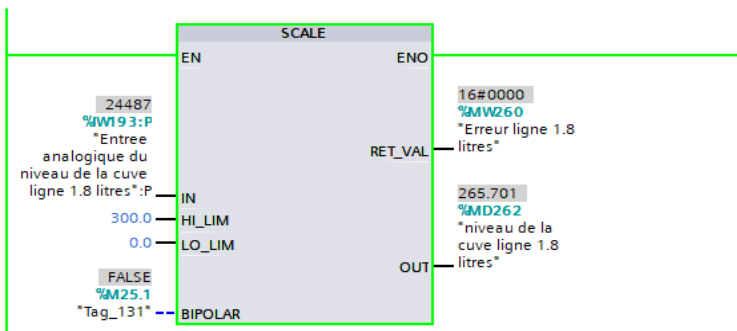
# ANNEXES



## - Réseaux PID de la ligne 1.8 litres.

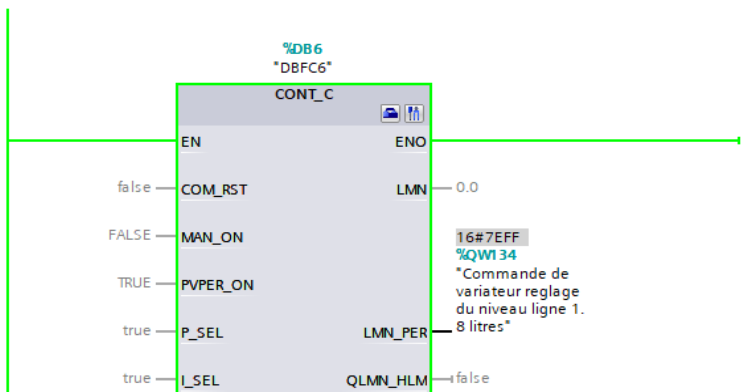
### ▼ Réseau 12 : .....

▼ FONCTION SCALE FC6 ligne 1.8 litres



### ▼ Réseau 13 : .....

▼ PID FC6 ligne 1.8 litres



# ANNEXES

false	INT_HOLD	QLMN_LLM	false
false	I_ITL_ON	LMN_P	0.0
TRUE	D_SEL	LMN_I	0.0
T# 15	CYCLE	LMN_D	0.0
250.0 %DB1.DBD6 "DBFC1".SP_INT	SP_INT	PV	0.0
300.0 %MD262 "niveau de la cuve ligne 1.8 litres"	PV_IN	ER	0.0
16#0	PV_PER		
0.0	MAN		
0.0	IMPN		
30.0 %DB6.DBD20 "DBFC6".GAIN	GAIN		
T# 255 %DB6.DBD24 "DBFC6".TI	TI		
T# 105 %DB6.DBD28 "DBFC6".TD	TD		
T# 500MS %DB1.DBD32 "DBFC1".TM_LAG	TM_LAG		
0.0	DEADB_W		
300.0	LMN_HLM		
0.0	LMN_LLM		
1.0	PV_FAC		
0.0	PV_OFF		
1.0	LMN_FAC		
0.0	LMN_OFF		
0.0	I_ITLVAL		
0.0	DISV		

## Résumé

Ce travail a été réalisé à l'issue d'un stage pratique au sein de l'entreprise CEVITAL de Bejaia. Il porte sur la commande et la supervision d'un système de filtration d'huile, avec la régulation du niveau d'huile dans la cuve à l'aide d'un régulateur PID. Le programme a été développé en langage LADDER sur le logiciel TIA Portal V19, nous avons aussi conçu une interface homme machine (IHM) de supervision afin de faciliter le processus de surveillance et le contrôle de notre système.

**Mots clé :** Automates programmable industriel, Siemens, S7-300, Régulateur PID, Supervision, SIMATIC winCC, IHM, TIA PORTAL V19, Factory I/O.

## Abstract

This work was carried out at the end of a practical training course at CEVITAL in Bejaia. It concerns the control and supervision of an oil filtration system, with regulation of the oil level in the tank using a PID controller. The program was developed in LADDER language on TIA Portal V19 software, and we also designed a supervisory Human Machine Interface (HMI) to facilitate the process of monitoring and controlling our system.

**Key words:** Industrial programmable logic controllers, Siemens, S7-300, PID regulator, Supervision, SIMATIC winCC , HMI, TIA PORTAL V19, factory I / O.

## ملخص

تم إنجاز هذا العمل بعد تدريب عملي داخل شركة سيفيتال ببيجاية. يتعلق الأمر بالتحكم والإشراف على نظام ترشيح الزيت، مع تنظيم مستوى الزيت في الخزان باستخدام منظم PID. تم تطوير البرنامج بلغة LADDER على برنامج TIA Portal V19، كما قمنا بتصميم واجهة مراقبة بين الإنسان والآلة (HMI) من أجل تسهيل عملية المراقبة والتحكم في نظامنا.

**الكلمات المفتاحية :** وحدات التحكم الصناعية القابلة للبرمجة، Siemens، S7-300، منظم PID، الإشراف، Factory I/O، TIA PORTAL V19، HMI، SIMATIC winCC.