

Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master en
Electrotechnique
Spécialité
Automatismes Industriels

Thème

Conceptions d'une interface homme machine
pour la télégestion du parc huile brute via
TIA portal

Réalisé par :

AIT SADALLAH Ali

AIT SADALLAH Nassim

Encadré par :

Mr MELAHI Ahmed U.A/ Mira Béjaia

Mr HAMACHE Hakim Ing/ Cevital Béjaia

Année Universitaire : 2024/2025

Populaire et Démocratique Algérienne République
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur
Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans
l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 1082 du 27 décembre 2020 (*)
fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom : A.T. Dada Allah

Prénom : A. Li

Matricule : 202033017 697

Spécialité et/ou Option : électrotechnique, Automatique industrielle

Département : génie électrique

Faculté : technologie

Année universitaire : 2024 / 2025

et chargé de préparer un mémoire de (Licence, Master, Autres à préciser) : Master

Intitulé : conception d'une interface homme machine
pour la télégestion du parc auxiliaire routes via
Tia-pantal

déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques,
et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans
l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa le
07.../07...2025

Signature de l'intéressé

(*) Lu et approuvé

(*) Arrêté ministériel disponible sur le site www.univ-bejaia.dz/formation (rubrique textes réglementaires)

Populaire et Démocratique Algérienne République
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur
Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans
l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 1082 du 27 décembre 2020 (*)
fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom : Ait sadallah
Prénom : Nassim
Matricule : 2020.330.11700
Spécialité et/ou Option : électrotechnique, automatisme industriels
Département : génie électrique
Faculté : technique
Année universitaire : 2021/22

et chargé de préparer un mémoire de (Licence, Master, Autres à préciser) : master

Intitulé : conception d'une interface homme machine
pour la télégestion du parc lauréat brutes via TIA
PARTIAL

déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques,
et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans
l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa le
07/07/22

Signature de l'intéressé

(*) Lu et approuvé

(*) Arrêté ministériel disponible sur le site www.univ-bejaia.dz/formation (rubrique textes réglementaires).

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude la plus sincère à Dieu, pour nous avoir donné la force, la patience et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce travail.

*Nous tenons ensuite à exprimer notre profonde gratitude à notre directeur de mémoire, **Mr MELAHI Ahmed**, pour son encadrement, sa patience et sa confiance tout au long de ce travail de recherche. Ses précieux conseils, son expertise et son soutien inébranlable ont été d'une aide inestimable et ont grandement contribué à l'aboutissement de ce projet.*

*Nos remerciements vont également à l'ensemble des professeurs du **département de Génie Électrique de l'Université de Béjaïa**, pour leur enseignement de qualité et les connaissances qu'ils nous ont transmises durant nos années d'études. Leur passion et leur dévouement pour la recherche nous ont inspirés et motivés à poursuivre nos propres questionnements scientifiques.*

*Nous souhaitons remercier **l'équipe Cevital**, en particulier **Mr HAMACHE Hakim et son groupe**, pour avoir accepté d'être interviewés dans le cadre de ce stage. Leurs retours ont enrichi ce travail et ont permis de questionner et de réorienter notre problématique de mémoire.*

*Merci également aux **membres du jury de notre soutenance** de mémoire pour avoir accepté de faire partie du jury. Leurs remarques et suggestions ont été précieuses et nous ont permis d'en améliorer la qualité.*

*Nous ne saurions oublier notre famille, **AIT SADALLAH**, pour leur soutien indéfectible et pour avoir toujours cru en nous. Leurs encouragements ont été notre refuge et notre motivation durant tout le parcours académique.*

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Que ce soit à travers des discussions enrichissantes, des conseils ou simplement par leur présence, leur contribution a été précieuse.

Ce mémoire est le fruit d'un travail collectif autant que personnel, et nous sommes profondément reconnaissants envers tous ceux qui nous ont accompagnés.

Dédicace

Grâce à Dieu, le Très-Haut, le Tout-Miséricordieux, qui nous a accordé la santé, la patience et la force pour mener à bien ce travail. C'est par Sa volonté que nous avons pu surmonter les obstacles, persévérer dans l'effort et atteindre cet objectif. À Lui reviennent nos louanges et notre profonde gratitude.

Nous dédions ce mémoire :

À nos parents, pour leurs sacrifices, leur amour inconditionnel et leurs prières constantes. Sans eux, rien de tout cela n'aurait été possible.

À notre famille AIT SADALLAH, pour leur soutien moral et affectif, leur présence bienveillante et leurs encouragements tout au long de notre parcours.

À nos frères et sœurs, pour leur affection, leur patience et leur soutien indéfectible. Leur confiance en nous a été une source précieuse de motivation.

À notre directeur de mémoire, **Mr MELAHI Ahmed**, pour sa patience, ses conseils et sa confiance.

À l'équipe Cevital, en particulier **Mr HAMACHE Hakim et son groupe**, pour leur disponibilité et leur collaboration.

À tous nos amis et camarades, avec qui nous avons partagé des moments inoubliables et sur qui nous avons pu compter dans les moments difficiles.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont cru en nous et nous ont accompagnés durant cette aventure académique.

Sommaire

SOMMAIRE

Présentation de l'entreprise	01
Introduction générale	04

Chapitre I Télégestion d'Huile Brute

I.1 Introduction	05
I.2 Description du système	05
I.2.1 Composants principaux du système de gestion des huiles brutes	06
• Transmetteurs	06
• Sonde de température.....	07
• Mélangeur (Agitateur)	08
• Pompes centrifuges motorisées	09
• Vannes motorisées	10
I.2.2 Communication entre les composants et l'automate	11
I.2.3 Ce que fait le système.....	12
I.2.3.1 Représentation FAST (Function Analysis System Technique)	12
I.2.4 Processus de fonctionnement.....	13
I.3 Problématique	14
I.4 Conclusion	14

Chapitre II Automatisation

II.1 Introduction	15
II.2 Automatismes en général	15
II.2.1 Structure d'un système automatisé	15
A. II.2.1 Structure d'un système automatisé	15

SOMMAIRE

B. La partie commande (PC)	15
C. La partie interface homme-machine (IHM)	15
II.2.2 Avantages et inconvénients de l'automatisation.....	16
II.3 Définition d'un API	16
II.3.1 Domaines d'application des API	17
II.3.2 Architecture des automates programmables.....	17
II.3.2.1 Structure extérieure d'un automate programmable	18
• Automate monobloc	18
• Automate modulaire	18
II.3.2.2 Structure interne d'un automate programmable industriel API	18
A. Unité de traitement	18
B. Mémoire.....	19
C. Module d'entrées-sortie	20
D. Technologie clé.....	21
E. Architecture typique	21
F. Bloc d'alimentation	21
II.3.3 Fonctionnement cyclique d'un API	21
II.3.4 Nature des informations traitées	22
1. Information logique	22
2. Information analogique	22
3. Information numérique	22
II.4 Présentation générale de l'API S7-300	22
II.4.1 Architecture matérielle	22
II.4.2 Domaines d'application.....	23
II.4.3 Environnement logiciel	23
II.4.4 Avantages et limites	23
II.5 Programmation avec STEP 7	23
II.5.1 Présentation de STEP 7	23
II.5.1.1 Architecture de logiciel	24
II.5.1.2 Présentations de simulateur PLCSIM S7-300.....	24

SOMMAIRE

II.5.2 Présentation de TIA Portal.....	25
II.5.2.1 Architecture logiciel	25
II.5.2.2 Principales fonctionnalités	25
II.5.2.3 Processus de développement.....	25
II.6 Supervision et Interface Homme-Machine (IHM)	26
II.6.1 Définition générale.....	26
II.6.2 Objectifs	26
II.6.3 Composants d'un système de supervision.....	26
II.6.4 Exemples de logiciels.....	27
II.6.5 Présentation de WinCC	27
II.6.6 Rôle de WinCC dans le projet	28
II.6.7 Fonctionnalités principales	28
II.6.8 Avantages de WinCC	28
II.7 Conclusion	29

Chapitre III Étude du système et développement de la solution

III.1 Introduction	30
III.2 Problème identifié	30
III.3 Discussion : Analyse du problème	30
III.4 Proposition de solution.....	31
a) Objectifs de la solution.....	31
b) Choix des outils	31
c) Démarche de mise en œuvre	31
d) Architecture fonctionnelle de la solution.....	32
III.5 Présentation de quelques étapes de programme	32

SOMMAIRE

a) Blocs d'organisation (OB)	33
b) Blocs fonctionnels (FC)	34
1. Bloc FC80 (Contrôle agitateurs).....	34
2. Bloc FC86 (Contrôle vanne).....	36
III.6 Discussion de la solution proposée.....	39
a) Intégration dans un système existant	39
b) Apport fonctionnel de l'IHM	39
c) Ergonomie et évolutivité	39
III.7 Conclusion	40

Chapitre IV Supervision et IHM

IV.1 Introduction.....	41
IV.2 Conception fonctionnelle de l'IHM	41
IV.2.1 Cahier des charges	41
IV.2.2 Objectif	41
IV.2.3 Organisation des vues de supervision.....	41
IV.2.4 Objectif de la réorganisation	41
IV.2.5 Méthode de répartition.....	42
IV.3 Logiciel de programmation TIA PORTAL V17	42
IV.3.1 Vue portal et vue du projet.....	42
IV.3.2 Création du projet TIA Portal.....	44
IV.3.3 Ajout de l'automate S7-300	44
IV.3.4 Configurations matériel	45
IV.3.5 Création des écrans de supervision dans WinCC	47
IV.3.6 Création d'un écran Pop-up dans WinCC.....	48
IV.3.7 Insertion des objets graphiques.....	49
IV.3.8 Liaison entre les objets graphiques et les variables automate.....	50

SOMMAIRE

IV.3.9 Commande de la pompe via un écran Pop-up.....	50
IV.3.10 Gestion des alarmes dans l'IHM	52
IV.4 Démarrage de la simulation	53
• Compilation du projet	53
• Simulation de l'automate	53
• Passage en mode RUN.....	54
• Lancement de WinCC Runtime.....	54
• Tests fonctionnels	55
IV.5 Conclusion	56
Conclusion général	57

Liste des figures

Liste des Figures

Chapitre I Télégestion d’Huile Brute

Figure I.1	Bac de 7000 ton.....	05
Figure I.2	Transmetteur	07
Figure I.3	Sonde de température.....	08
Figure I.4	Moteur d’un agitateur.....	08
Figure I.5	Pompes centrifuges motorisées	09
Figure I.6	Vanne motorisée	10
Figure I.7	Armoire électrique de commande	12

Chapitre II Automatisation

Figure II.1	Structure d’un système automatisé.....	16
Figure II.2	Aspect extérieur d'un automate	17
Figure II.3	Automate Modulaire	18
Figure II.4	Fonctionnement Cyclique	19
Figure II.5	Architecture Mémoire	19
Figure II.6	Passage de l’information.....	21
Figure II.7	Schéma de distribution d'alimentation d'un automate industriel	21
Figure II.8	Vue d’ensemble du S7-300	23
Figure II.9	Fenêtre du S7-PLCSIM	24
Figure II.10	Architecture logicielle de TIA Portal V17	26
Figure II.11	Architecture du Système avec S7-300 et WinCC (TIA Portal)	27

Chapitre III Étude du système et développement de la solution

Figure III.1	Démarche de mise en œuvre	32
Figure III.2	Présentation de quelques étapes de programme.....	33
Figure III.3	Bloc OB1	34
Figure III.4	Appel du FC 80.....	35
Figure III.5	Réseaux 2 de FC 9	35
Figure III.6	Réseaux 3 et 4 de FC 9	36
Figure III.7	Réseaux 5 et 6 de FC9	36
Figure III.8	Appel du bloc FC86.....	37
Figure III.9	Réseaux 1 et 2 de FC86	37
Figure III.10	Réseaux 3, 4 et 5 de FC86	38

Chapitre IV Supervision et IHM

Figure IV.1	Vue de portal	43
Figure IV.2	Vue du projet.....	43
Figure IV.3	Créations du projet	44
Figure IV.4	Liaison automate–IHM sous TIA Portal	45
Figure IV.5	Configuration matériel	46
Figure IV.6	Liste des variables IHM déclarées dans la table de tags de l’automate	47
Figure IV.7	Création des écrans de supervision dans WinCC.....	48
Figure IV.8	Création d’un écran Pop-up dans WinCC.....	49
Figure IV.9	Insertion des objets graphiques	49

Liste des Figues

Figure IV.10	Liaison entre les objets graphiques et les variables automate.....	50
Figure IV.11	Activation de la pompe via l'événement "Show Pop-up Screen	51
Figure IV.12	Configuration du bouton MARCHE pour activer la pompe	52
Figure IV.13	Interface de gestion des alarmes dans l'IHM.....	53
Figure IV.14	compilations de projet	53
Figure IV.15	Start simulation	54
Figure IV.16	démarrer la CPU.....	54
Figure IV.17	Lancement de WinCC.....	55
Figure IV.18	Tests fonctionnels.....	55

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Chapitre I_Télégestion d'huile brute

Tableau I.1 : Fonctions principales du système (méthode FAST).....	13
---	-----------

Chapitre II Automatisation

Tableau II.1 : Types de Mémoires	20
---	-----------

Tableau II.2 : Classification des Modules	20
--	-----------

Tableau II.3 : Principales fonctionnalités de TIA Portal	25
---	-----------

Chapitre III Étude du système et développement de la solution

Tableau III.1 : les blocs OB	33
---	-----------

Tableau III.2 : Les blocs FC	38
---	-----------

Chapitre IV_Supervision et IHM

Tableaux IV.1 : Méthode de répartition	42
---	-----------

Présentation générale de l'entreprise

Présentations générale de l'entreprise

1. Historique :

Cevital SPA est un groupe familial de 25 sociétés, réparties dans 5 secteurs d'activités :

- L'Industrie Métallurgique
- L'Information et la Communication
- La Distribution Automobile
- Le Transport Terrestre et Maritime
- L'Industrie Agroalimentaire

Créée par des fonds privés en 1998, Cevital est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée du pays dans l'économie du marché. Disposant de technologies de pointe, le complexe de production se situe à proximité du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 75000 m².

Grâce à sa situation géographique exceptionnelle et à ses importantes capacités d'accostage, d'entreposage et de transit, le port de Bejaia est devenu un pôle économique de première importance.

CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale et vise à s'imposer dans le marché national en offrant une large gamme de produits de qualité.

Les grandes dates de sa jeune histoire :

1998 : Création de Cevital SPA.

1998 : Ouverture de la raffinerie d'huile et lancement de "Fleurial".

2001 : Entrée en production de la margarinerie et lancement de la marque : "Fleurial".

2002 : Lancement de la marque Matina, et d'une première campagne de télévision.

2003 : Entrée en production de la raffinerie de sucre.

2003 : Lancement de la margarine.

2. Activité du groupe :

CEVITAL est un ensemble industriel intégré, concentré en première partie dans le secteur de l'agroalimentaire :

- Raffinage d'huile et de sucre,
- Produits dérivés,
- Négoce de céréales,
- Distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale.

L'ensemble industriel a connu une croissance importante et a consolidé sa position de Leader dans le domaine agroalimentaire et entend poursuivre sa croissance et exploiter les synergies en poussant l'intégration des activités agroalimentaires et en développant des activités dans le secteur à fort potentiel de croissance du verre plat.

Cevital a réalisé un chiffre d'affaires de près de 40 milliards de dinars en 2004 et un résultat net de 7,6 milliards de dinars. Pour les 10 premiers mois de 2005 (du 1er janvier 2005 au 31 octobre 2005) Cevital a réalisé un chiffre d'affaire de 42 milliards et un résultat brut de 7,5 milliards de dinars. Au 31 octobre 2005, ses fonds propres finançaient 83% de ses actifs. Sa direction a des bases raisonnables de penser que :

- Elle détient, en 7 ans, une part de marché dominante sur le marché algérien des produits alimentaires de base ;
- Son organisation et sa structure de coûts lui permettent d'envisager devenir un joueur compétitif sur le marché régional des produits alimentaires de base ;
- L'expérience que le groupe a acquise dans le domaine agroalimentaire, lui permet d'élargir ses activités (panneaux préfabriqués et de verre plat).

3. Atouts concurrentiels :

3.1 Importantes synergies dans les activités d'affaires de l'entreprise :

En exploitant des activités complémentaires sur la chaîne de production et de distribution des produits alimentaires de base, l'entreprise bénéficie d'importants gains. L'organisation principale des activités en zone portuaire, la présence dans le secteur du transport maritime par le biais de la filiale Nolis, l'ampleur de l'organisation logistique de la distribution, permettent à l'entreprise de maintenir une structure de coût concurrentielle.

3.2 Portefeuille relativement diversifié de produits de consommation de base:

L'entreprise a une part dominante du marché sur plusieurs produits de base dont les huiles, les margarines et le sucre. Elle entend diversifier sa gamme de produits dans la mesure où cela exploite des synergies créatrices de valeurs. Ainsi elle projette de développer la production d'alimentation pour le bétail, une des matières premières dominante dans ce secteur étant le soja, qui sert, entre autres, à produire de l'huile. Cette diversification du portefeuille de produits rend l'entreprise moins vulnérable à une conjoncture défavorable sur un marché ou un produit.

3.3 Envergure industrielle et financière de l'entreprise :

Sur le marché algérien, l'entreprise dispose de la capacité managériale. L'envergure financière et l'organisation logistique lui permettant d'envisager d'exploiter des secteurs industriels qui ont un fort potentiel de croissance mais qui sont caractérisés par des barrières à l'entrée importantes, en terme de financement, et de savoir-faire industriel.

3.4 Forte demande du marché :

Cevital dispose d'un marché local caractérisé par une forte demande et sur lequel l'entreprise est bien positionnée. En développant ses capacités et en exploitant les synergies et

les économies d'échelle potentielles, l'entreprise pourrait être concurrentielle sur les marchés régionaux (Afrique et Europe), vu les avantages en terme de coût de l'énergie, de la main d'œuvre et du transport.

4. Stratégie globale :

4.1 Exploiter la valeur créée par l'intégration des activités d'affaires :

L'étroite intégration des activités de Cevital permet de tirer bénéfice de synergies dans l'approvisionnement de matières premières, dans l'organisation logistique et dans la distribution. Les dirigeants de Cevital entendent poursuivre leur Stratégie d'intégration afin d'exploiter la valeur créée par les synergies.

4.2 Maintenir la croissance et la rentabilité de l'entreprise :

En exploitant les secteurs industriels adéquats et en synergie avec la nature des activités de Cevital: le groupe entend tirer avantage de son savoir-faire industriel pour pénétrer d'autres secteurs à forte valeur ajoutée et à fort potentiel de croissance

4.3 Tirer avantage de sa structure de coûts :

Cevital vise le marché international et estime que l'efficacité de sa production alliée aux avantages en termes de coûts de main d'œuvre et d'énergie que lui procure sa localisation lui permet d'être concurrentielle.

Introduction générale

Introduction Générale

Dans le contexte industriel moderne, la maîtrise des procédés de production, de stockage et de supervision, est devenue un levier fondamental pour garantir la qualité, la sécurité et la compétitivité des entreprises. Dans le secteur agroalimentaire en particulier, la gestion rigoureuse des matières premières comme les huiles brutes constitue un enjeu stratégique majeur, tant pour le bon déroulement du processus de fabrication que pour la conformité aux normes de sécurité et de traçabilité.

Face à ces exigences, l'automatisation et la supervision des installations industrielles offrent des solutions puissantes pour améliorer la performance globale des systèmes. Grâce à l'intégration des technologies avancées telles que les automates programmables industriels (API) et les interfaces homme-machine (IHM), il est désormais possible d'assurer un pilotage centralisé, précis et fiable des différents composants du processus industriel.

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la **conception et de la mise en œuvre d'une interface homme-machine pour la télégestion d'un parc de stockage d'huiles brutes**. Il a pour objectif de présenter l'ensemble des étapes techniques et méthodologiques ayant conduit à l'élaboration d'un système de supervision performant, basé sur l'architecture Siemens S7-300 et le logiciel TIA Portal.

Le travail est structuré en quatre chapitres principaux :

- Le **chapitre 1** est consacré à la présentation détaillée du système de gestion des huiles brutes, ses composants, son mode de fonctionnement et les problématiques initiales rencontrées.
- Le **chapitre 2** traite des principes de l'automatisation industrielle, des caractéristiques des automates programmables, ainsi que de leur rôle central dans la commande des processus.
- Le **chapitre 3** aborde la conception fonctionnelle et logicielle du projet d'automatisation, avec un accent mis sur la structuration du programme automate, la gestion des entrées/sorties et l'utilisation de TIA Portal.
- Enfin, le **chapitre 4** présente la partie supervision à travers l'interface homme-machine (IHM), les vues développées sous WinCC, la gestion des alarmes, et les méthodes de simulation utilisées pour tester le projet.

À travers ce travail, nous cherchons à démontrer comment une solution d'automatisation bien conçue peut améliorer significativement la gestion d'un système industriel existant, en renforçant à la fois la fiabilité, l'efficacité et la traçabilité des opérations.

CHAPITRE I :
Télégestion d'huile brute

I.1 Introduction

Dans les industries agroalimentaires, la gestion des fluides tels que les huiles brutes est une étape cruciale du processus de production. Afin d'assurer un contrôle optimal, il est indispensable de mettre en place une solution de supervision adaptée. Ce chapitre présente le système de stockage et de gestion des huiles brutes mis en place, dans le but d'introduire les besoins en automatisation et en supervision qui feront l'objet des chapitres suivants.

I.2 Description du système

Le parc d'huiles brutes concerné est composé de plusieurs bacs de capacités variées :

- 5 bacs de 7000 tonnes
- 6 bacs de 1000 tonnes
- 1 bac de 9000 tonnes
- 3 bacs de 400 tonnes

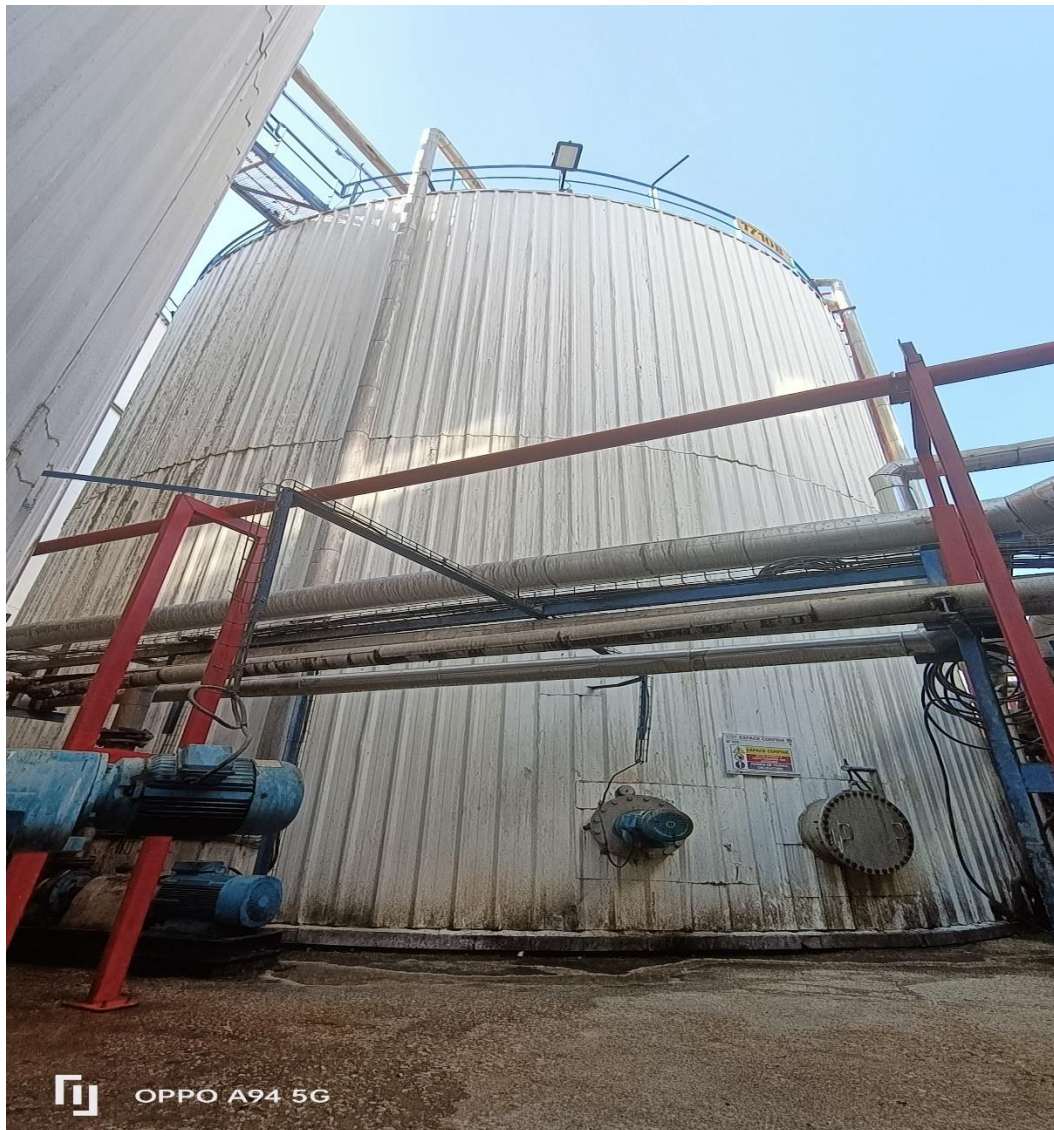


Figure I.1 Bac de 7000 ton

Ces bacs sont organisés selon quatre vues différentes dans le système de supervision, afin d'en faciliter la lecture et l'exploitation. Chaque bac est équipé de capteurs de niveau, de température et de débit. Les transferts de fluide se font à l'aide de vannes motorisées et de pompes, toutes pilotées par un automate programmable industriel (API).

Le système repose sur une architecture Siemens S7-300 avec des modules d'entrées/sorties numériques et analogiques, ainsi qu'une interface homme-machine (IHM) de type TP1900 Comfort, permettant la supervision et le contrôle à distance des opérations.

I.2.1 Composants principaux du système de gestion des huiles brutes

Dans le cadre du système automatisé de gestion des huiles brutes, plusieurs composants matériels sont intégrés à chaque bac pour assurer le suivi, la sécurité et le contrôle du processus. Ces éléments sont connectés à l'automate programmable (API Siemens S7-300) et à l'interface homme-machine (IHM) via le réseau industriel.

1. Transmetteurs (capteurs analogiques)

Les transmetteurs installés sur les bacs mesurent en continu des grandeurs physiques essentielles telles que :

- **Le niveau du liquide** (via transmetteurs à ultrasons, à pression hydrostatique ou radar),
- **La température** (via sondes PT100 ou thermocouples),
- **La pression** ou la densité du produit, selon les besoins du procédé.

Les transmetteurs sont reliés à l'automate via des modules d'entrée analogiques, en transmettant des signaux standards (4–20 mA). Ces signaux sont ensuite convertis en unités physiques (mètres, degrés Celsius, etc.) dans le programme automate.

Dans le cas du niveau, le transmetteur permet aussi, via une fonction de **conversion linéaire** ou **table de calibration**, de calculer :

- **Le tonnage d'huile brute** présent dans le bac, en tenant compte de la géométrie du réservoir et de la densité du produit,
- **Le pourcentage de remplissage** du bac (rapport entre le niveau actuel et le niveau maximum).

Cette information est précieuse pour le suivi des stocks, la planification des transferts, ou le déclenchement automatique d'alarmes [2].



Figure I.2 transmetteur

2. La Sonde

La sonde de température est un capteur analogique installé à l'intérieur de chaque bac d'huile brute. Sa fonction principale est de mesurer en continu la **température du liquide stocké**, afin d'assurer le respect des conditions optimales de conservation et de sécurité.

Dans notre installation, ces sondes sont de type **RTD (Resistance Temperature Detector)**, très probablement **PT100**, connues pour leur précision et leur fiabilité dans les environnements industriels. Elles transmettent un signal analogique proportionnel à la température, généralement sous forme de courant 4–20 mA, vers l'automate programmable (API) via les modules d'entrées analogiques.

Les données mesurées sont exploitées dans l'IHM pour :

- Surveiller la température en temps réel,
- Déclencher des alarmes si des seuils critiques sont franchis (trop chaud ou trop froid),
- Optimiser l'activation des agitateurs si nécessaire (en cas de variation de température excessive) [3].



Figure I.3 Sonde de température

3. Mélangeur (Agitateur)

Un **mélangeur**, aussi appelé **agitateur industriel**, est un dispositif mécanique destiné à brasser ou homogénéiser le contenu d'un réservoir. Dans le cas des bacs d'huile brute, son rôle est d'assurer une **répartition uniforme de la température**, d'éviter la décantation des impuretés ou la séparation de phases, et de maintenir la stabilité physico-chimique de l'huile.

L'agitateur est généralement composé :

- D'un **moteur électrique** (souvent monté en surface ou sur bride),
- D'un **arbre d'entraînement**,
- Et d'une ou plusieurs **hélices ou pales rotatives** immergées dans le fluide.

Son fonctionnement est déclenché automatiquement selon des conditions prédéfinies dans l'automate (température minimale, densité, temps programmé) ou manuellement via l'interface opérateur (IHM) [4].



Figure I.4 Moteur d'un agitateur

4. Pompes centrifuges

Dans notre système, les **pompes** jouent un rôle fondamental dans le transfert de l'huile brute entre les différents bacs de stockage, vers les unités de production ou vers les camions de transport. Le type de pompe utilisé est une **pompe centrifuge horizontale**, entraînée par un **moteur électrique triphasé**.

1. Principe de fonctionnement

La pompe centrifuge utilise un **rouet tournant à grande vitesse** (généralement entre 1450 et 2900 tr/min) pour transmettre de l'énergie cinétique au fluide. Celui-ci est ensuite dirigé vers la sortie par effet de force centrifuge. Ce principe permet un **écoulement continu, puissant et régulier** du liquide, même sur de longues distances ou avec des débits importants.

2. Caractéristiques observables

- **Moteur électrique** en fonte, robuste, monté sur un châssis métallique.
- **Accouplement direct** entre moteur et pompe.
- **Corps de pompe en acier ou fonte**, conçu pour résister aux fluides huileux.
- **Clapets anti-retour** et vannes d'isolement installés en amont et aval.
- **Protection mécanique** de la transmission via un carter de sécurité.

3. Fonctions dans le système

- Assure le **remplissage ou la vidange** des bacs selon la consigne.
- Peut-être **pilotée manuellement ou automatiquement** depuis l'IHM.
- Intègre des variables de **commande et de retour d'état** dans le programme automate (ex. : moteur ON, défaut thermique, arrêt d'urgence).



Figure I.5 Pompes centrifuges motorisées

5. Vanne motorisée

Les **vannes motorisées** sont des organes de régulation installés sur les tuyauteries de transfert d'huile brute. Leur fonction principale est de **commander l'ouverture ou la fermeture d'un passage de fluide** (huile, vapeur, air, etc.) de manière **automatisée**, sans intervention manuelle.

a) Constitution

Une vanne motorisée est constituée de deux parties :

- **La vanne elle-même**, qui peut être de type **papillon**, à **boisseau sphérique** (vanne à bille) ou à **clapet** selon la nature du fluide et la pression.
- **L'actionneur électrique**, qui reçoit des ordres logiques de l'automate (ON/OFF) pour entraîner mécaniquement l'ouverture ou la fermeture de la vanne.

L'ensemble peut être monté avec des **capteurs de position** (fin de course ouvert/fermé) qui permettent à l'automate et à l'IHM de connaître l'état exact de la vanne à tout moment.

b) Fonctionnement dans le système

Dans notre installation, les vannes motorisées sont utilisées pour :

- **Isoler ou ouvrir l'accès** à un bac spécifique,
- **Rediriger un flux** vers une autre cuve ou vers un camion-citerne.
- **Permettre l'injection ou la vidange** de vapeur pour chauffer l'huile brute.

Leurs ordres de commande sont transmis depuis l'IHM via l'automate (sortie numérique), et leur **état est visualisé en temps réel** par des voyants sur les synoptiques.



Figure I.6 Vanne motorisée

I.2.2 Communication entre les composants et l'automate

Dans notre système de supervision, la communication entre les différents capteurs/actionneurs (pompes, vannes, mélangeurs, transmetteurs...) et l'automate Siemens S7-300 est assurée via une architecture centralisée et bien organisée dans les armoires électriques. Sur les photos ci-dessus, on distingue clairement les modules d'entrées et de sorties numériques et analogiques (DI/DO, AI), répartis sur plusieurs racks et interconnectés via des modules d'interface (IM360/IM361).

Les fils rouges correspondent généralement aux sorties (commandes vers les pompes, vannes...), tandis que les fils verts sont utilisés pour les entrées (signaux provenant des capteurs). Ces câbles sont minutieusement rangés dans des goulottes pour éviter les interférences et faciliter la maintenance. Chaque signal provenant d'un composant est connecté à une borne spécifique qui est ensuite reliée à l'un des modules de l'automate.

Par exemple :

- Une sonde de température insérée dans un bac transmet un signal analogique à un module AI (entrée analogique).
- Une pompe est commandée via une sortie numérique connectée à un relais de puissance.
- Une vanne motorisée reçoit un ordre d'ouverture ou de fermeture depuis une sortie DO.

Cette organisation garantit une communication fiable, sécurisée et facilement traçable entre tous les organes de terrain et le cœur du système automatisé. Le tout est supervisé via le logiciel TIA Portal, qui permet de configurer, surveiller et diagnostiquer en temps réel l'ensemble des échanges entre l'automate et les périphériques.

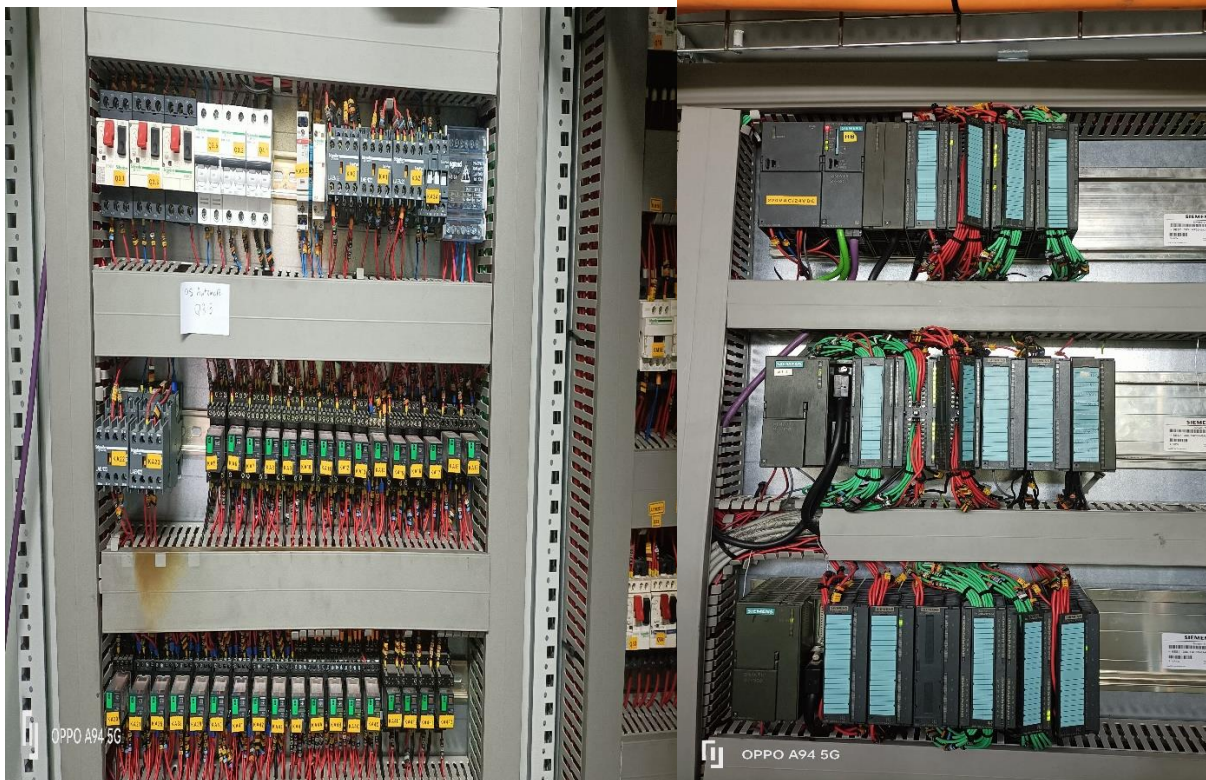


Figure I.7 Armoire électrique de commande

I.2.3 Ce que fait le système

Le système de gestion des huiles brutes a pour objectif principal de gérer, surveiller et automatiser les opérations liées au stockage et au transfert des huiles. Ses principales fonctions sont :

- La réception et le stockage des huiles brutes dans différents bacs.
- La surveillance des niveaux, températures et volumes.
- L'agitation du produit pour éviter la décantation.
- Le transfert des huiles vers d'autres unités (raffinerie, margarine...).
- La gestion des alarmes en cas de défauts ou dépassement de seuils.
- L'enregistrement et la traçabilité des opérations.

I.2.3.1 Représentation FAST (Function Analysis System Technique)

La méthode FAST repose sur deux questions clés :

- **Pourquoi ?** → But de la fonction.
- **Comment ?** → Moyens mis en œuvre.

Tableau I.1 Fonctions principales du système (méthode FAST)

Fonction	Pourquoi ? (objectif)	Comment ? (moyens)
Superviser les niveaux	Éviter débordement ou vide	Capteurs de niveau, automate
Transférer les huiles	Alimenter d'autres unités	Pompes + vannes motorisées
Gérer les alarmes	Réagir aux anomalies	Capteurs + IHM WinCC
Agiter l'huile	Maintenir homogénéité	Agitateurs motorisés

I.2.4 processus de fonctionnement

Le fonctionnement du système repose sur une série d'actions automatisées, pilotées par un **automate programmable industriel (API)** de type **Siemens S7-300**, en interaction avec les capteurs et actionneurs installés sur le terrain.

Dans un premier temps, les **capteurs de niveau, de température** et les **transmetteurs** mesurent en continu les paramètres physiques dans chaque bac. Ces données sont envoyées à l'automate, qui les traite selon la logique programmée.

Lorsque le niveau d'un bac atteint un seuil prédéfini, ou lorsqu'une commande est lancée depuis l'**interface homme-machine (IHM)**, l'automate enclenche l'ouverture des **vannes motorisées** et l'activation des **pompes** pour initier un **transfert d'huile** vers un autre bac ou vers une unité de traitement.

Parallèlement, les **agitateurs** assurent un brassage constant des huiles pour garantir leur homogénéité. Ces agitateurs peuvent être contrôlés manuellement ou automatiquement via des cycles définis dans le programme automate.

Toutes les opérations sont **supervisées en temps réel** via l'IHM (écran tactile TP1900 Comfort). Celle-ci permet à l'opérateur de :

- Visualiser l'état des bacs, pompes et vannes,
- Consulter les mesures relevées,
- Lancer ou arrêter les équipements,
- Réagir en cas d'alarme.

En cas de **défaut** ou de **valeur critique détectée**, une alarme est générée sur l'IHM, permettant une **réaction rapide** de l'opérateur.

Ce processus intégré assure ainsi un **fonctionnement fluide, sécurisé et contrôlé** du système, en minimisant les interventions manuelles et en maximisant l'efficacité opérationnelle.

I.3 Problématique

Avant l'intégration du système de supervision basé sur TIA Portal, la gestion du parc d'huiles brutes présentait plusieurs limites opérationnelles. Les opérations de remplissage, de vidange et de transfert entre bacs étaient réalisées **manuellement** ou à l'aide d'un contrôle local non centralisé, ce qui engendrait :

- Un **manque de visibilité globale** sur l'état des installations,
- Des **risques d'erreurs humaines** lors des manipulations,
- Une **absence d'alerte immédiate** en cas d'anomalie (débordement, température anormale, etc.),
- Des **délais importants** pour l'intervention technique en cas de défaillance,
- Une **difficulté à assurer une traçabilité précise** des actions effectuées.

Ces contraintes affectaient non seulement la **productivité**, mais également la **sécurité des opérations**, en particulier dans un contexte où les volumes d'huiles en jeu sont importants et où une mauvaise gestion peut entraîner des pertes économiques ou des risques environnementaux.

Face à cette situation, il devenait indispensable de mettre en place une **solution de supervision centralisée**, capable de :

- Consolider les informations du terrain en temps réel,
- Assurer un contrôle automatique des équipements,
- Générer des alarmes claires et précises,
- Faciliter la maintenance et le suivi des interventions.

I.4 Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté de manière détaillée le système de gestion des huiles brutes mis en place dans notre installation. À travers une description précise de l'architecture physique (bacs, capteurs, actionneurs), du rôle fonctionnel des composants (transmetteurs, pompes, vannes, agitateurs), et du mode de communication avec l'automate, nous avons pu établir les fondations techniques nécessaires à la mise en œuvre d'un projet de supervision performant.

L'analyse fonctionnelle (FAST) a permis de clarifier les objectifs du système et les moyens mis en œuvre pour y répondre. Enfin, nous avons mis en lumière les problématiques rencontrées dans l'ancien mode de gestion et les améliorations attendues grâce à une interface homme-machine centralisée.

Ce chapitre constitue ainsi le socle de compréhension indispensable à la conception, la programmation et la supervision du système, qui seront développées dans les chapitres suivants.

CHAPITRE II :

Automatisation

II.1 Introduction

L'automatisation industrielle joue un rôle clé dans l'optimisation des processus de stockage et de gestion des matières premières. Dans le contexte des unités de stockage d'huile brute, elle permet un contrôle précis des niveaux, une surveillance en temps réel des paramètres critiques et une meilleure réactivité opérationnelle. Ce chapitre présente les principes fondamentaux des systèmes automatisés appliqués à la gestion des stocks. Il aborde notamment l'architecture des systèmes de contrôle, depuis les capteurs de terrain jusqu'aux unités de supervision, en mettant l'accent sur leur adaptation aux spécificités des installations industrielles. L'objectif est de fournir les bases techniques nécessaires à la compréhension des solutions d'automatisation retenues pour ce projet, tout en soulignant leur importance dans l'amélioration des processus industriels.

II.2 Automatisation en général

L'automatisation industrielle désigne l'ensemble des techniques visant à rendre autonomes les processus de production et de contrôle. Dans le contexte des industries de transformation comme CEVITAL, elle repose sur trois piliers fondamentaux :

1. **La mesure** : acquisition précise des données (niveaux, températures, débits)
2. **Le contrôle** : traitement des informations et prise de décision automatisée
3. **L'action** : pilotage des équipements (vannes, pompes, convoyeurs)

II.2.1 Structure d'un système automatisé

Les trois parties principales d'un système automatisé sont les suivantes :

a. La partie opérative (PO)

C'est la partie physique du système. Elle regroupe les éléments qui effectuent les actions dans le processus industriel :

- **Les actionneurs** (moteurs, vérins, pompes, vannes, etc.) qui exécutent les ordres,
- **Les capteurs** (fin de course, capteurs de température, de pression, de niveau, etc.) qui envoient des informations sur l'état du système.

Elle est directement en contact avec le procédé à automatiser.

b. La partie commande (PC)

C'est le cerveau du système. Elle prend les décisions en fonction :

- des informations envoyées par les capteurs.
- du programme de commande défini à l'avance.

Elle est généralement constituée d'un automate programmable industriel (API) ou d'un microcontrôleur. Elle envoie les consignes aux actionneurs et reçoit les informations des capteurs.

c. La partie interface homme-machine (IHM)

C'est la liaison entre l'utilisateur et le système automatisé.

Elle permet à l'opérateur :

- de surveiller l'état du système.
- de visualiser les alarmes ou les mesures.
- de modifier certains paramètres ou de lancer des commandes manuellement.

L'IHM peut être un écran tactile, un PC industriel, ou un logiciel de supervision type SCADA.

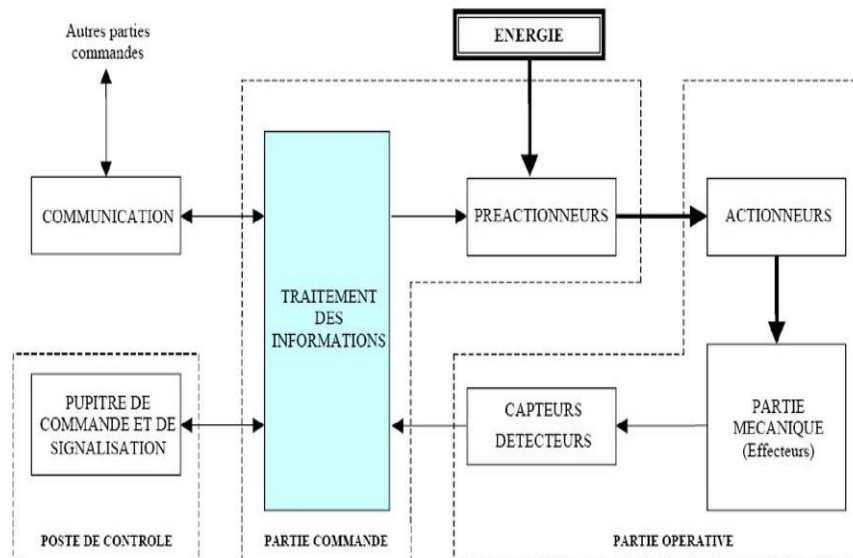


Figure II.1 : Structure d'un système automatisé

II.2.2 Avantages et inconvénients de l'automatisation

Les avantages de l'automatisation des processus sont multiples mais on peut résumer quelques avantages dans les points suivants :

- amélioration de la productivité (24h/24 fonctionnement optimal)
- renforcement de la sécurité (limitation des interventions humaines)
- standardisation des procédés (réduction des variations)
- optimisation des coûts (énergie, main d'œuvre)

Par contre, l'automatisation des processus possède certains inconvénients dont on peut citer entres autres :

- investissement initial élevé
- complexité de maintenance
- rigidité des systèmes
- vulnérabilités techniques

II.3 Définition d'un API

Un système électronique numérique conçu pour l'usage en environnement industriel, utilisant une mémoire programmable pour le stockage interne d'instructions orientées utilisateur afin de réaliser des fonctions spécifiques telles que logique, séquençage, temporisation, comptage et

arithmétique pour contrôler, au travers d'entrées/sorties numériques ou analogiques, divers types de machines ou de procédés [5].

II.3.1 Les domaines d'application des automates programmables

Les automates programmables sont présents dans beaucoup de domaines soit par exemple les domaines suivants [6].

- **Industrie manufacturière** : pour la commande des machines-outils, des systèmes de production automatisés ou des lignes de fabrication.
- **Agroalimentaire** : pour gérer les chaînes de production, l'emballage, le dosage ou encore le conditionnement.
- **Traitement de l'eau et environnement** : dans la gestion des stations d'épuration, des pompes, et du traitement des eaux usées.
- **Industrie chimique et pétrochimique** : pour automatiser les procédés de mélange, de réaction, et de stockage de matières premières.
- **Automobile** : dans les lignes de montage, le contrôle qualité automatisé, la robotisation des tâches.
- **Gestion technique des bâtiments (GTB)** : pour automatiser le chauffage, la ventilation, la climatisation, l'éclairage ou la sécurité.
- **Production et distribution d'énergie** : pour le contrôle des réseaux, des transformateurs, des centrales ou des systèmes d'énergies renouvelables.

III.3.2 Architecture des automates programmables

Un automate programmable industriel est caractérisé par son aspect extérieur comme présenté par la figure II.2.

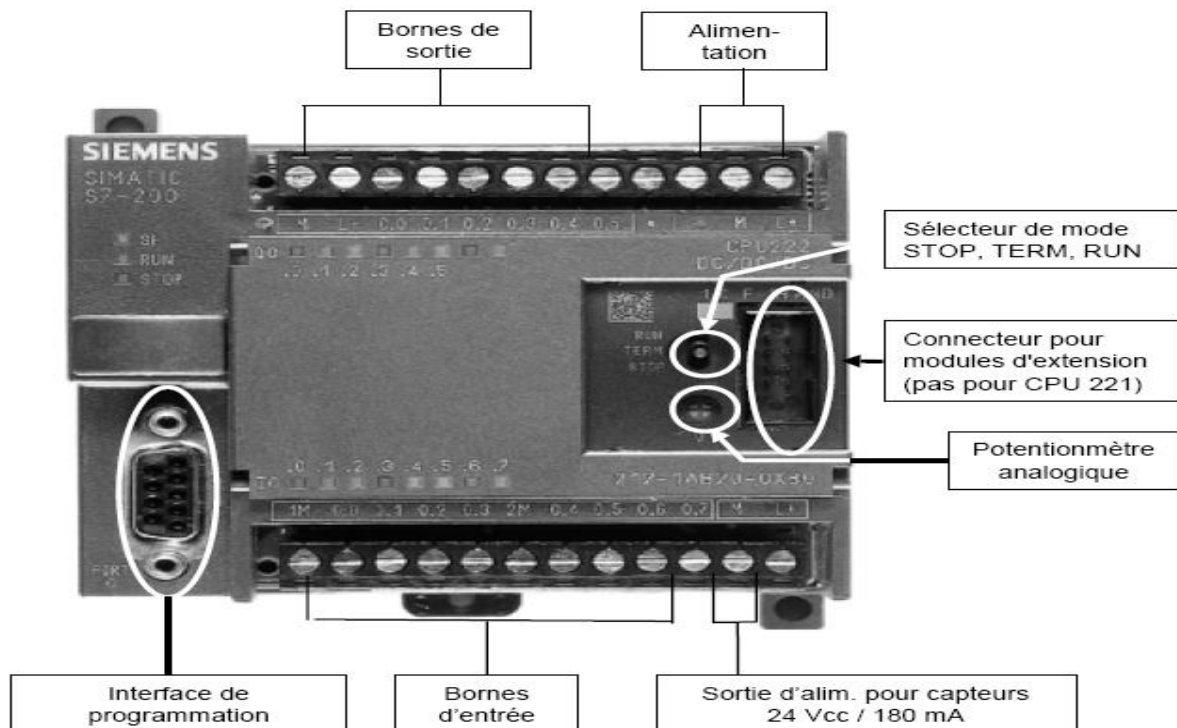


Figure II.2 : Aspect extérieur d'un automate

II.3.2.1 Structure extérieure d'un automate programmable

La structure extérieure d'un automate programmable industriel (API) est conçue pour répondre aux exigences de robustesse, d'accessibilité et de modularité propres aux environnements industriels. Elle se présente généralement sous deux formes principales :

- **L'automate monobloc** : Tous les éléments nécessaires à son fonctionnement (alimentation, processeur, entrées/sorties) sont regroupés dans un seul boîtier compact. Ce type est principalement utilisé pour les applications simples où la flexibilité n'est pas prioritaire.
- **L'automate modulaire** : Il se compose de plusieurs modules indépendants (alimentation, unité centrale, modules d'E/S, modules de communication) montés sur un rail DIN. Cette structure offre une grande souplesse d'adaptation aux besoins spécifiques de l'application.



Figure II.3 : Automate Modulaire

Sur la face avant d'un API, on retrouve généralement :

- Des **bornes à vis ou à ressort** pour le câblage des signaux d'entrées/sorties,
- Des **voyants lumineux (LED)** permettant de visualiser l'état de fonctionnement du système (alimentation, état des E/S, erreurs),
- Des **ports de communication** (USB, Ethernet, RS-232/485) pour la programmation ou l'échange de données avec d'autres équipements.

L'ensemble du boîtier est conçu pour assurer une protection contre les agressions extérieures (poussière, humidité, vibrations), conformément aux normes industrielles.

II.3.2.2 Structure interne d'un automate programmable industriel (API) :

Les API comportent quatre principales parties :

- A. Une unité de traitement (un processeur - CPU) :** L'unité centrale de traitement, appelée **CPU (Central Processing Unit)**, est le **cerveau de l'automate programmable industriel (API)**. Elle assure le traitement de l'ensemble des données et la gestion du programme d'automatisation. C'est elle qui exécute les instructions programmées par l'utilisateur afin de piloter les différentes entrées et sorties.

La CPU exécute son travail de manière cyclique, selon les étapes suivantes :

1. **Lecture des entrées** : Le processeur lit l'état des signaux en provenance des capteurs ou boutons, et les stocke dans une mémoire dite "image des entrées".

2. **Traitement du programme utilisateur** : Il parcourt le programme ligne par ligne (écrit en langage LADDER, ST, FBD, etc.), effectue les calculs et prend les décisions logiques nécessaires.
3. **Mise à jour des sorties** : Il envoie les ordres aux actionneurs via la mémoire image des sorties.
4. **Vérifications internes** : Le CPU surveille le bon déroulement de ses fonctions à travers des diagnostics (détection d'erreurs, supervision du temps de cycle...).

La performance d'un automate dépend largement de son CPU, notamment en termes de vitesse de traitement, mémoire intégrée, capacité à gérer plusieurs tâches ou encore communication avec d'autres équipements (réseaux industriels, IHM, etc.) [7].

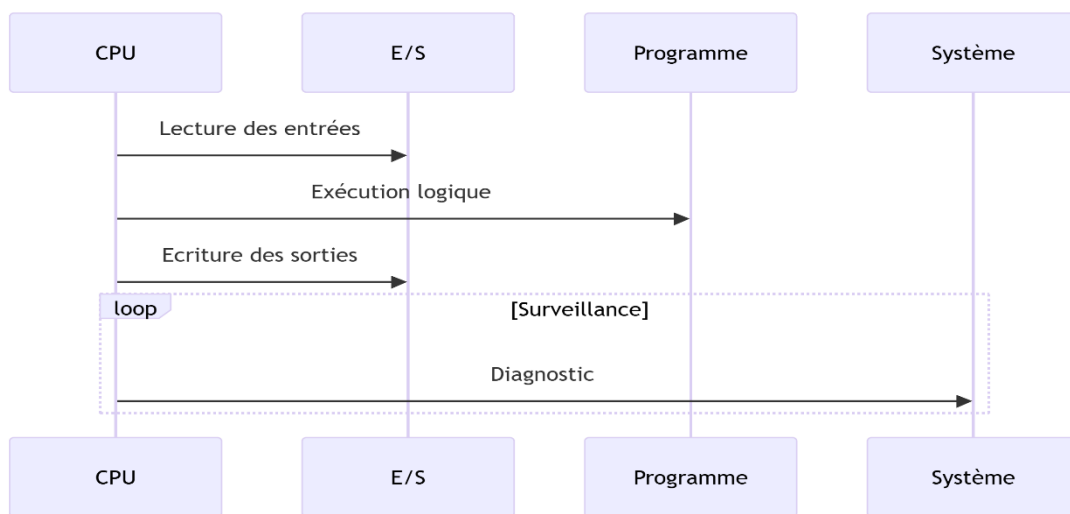


Figure II.4 : Fonctionnement Cyclique

B. Les mémoires : Les automates programmables industriels utilisent différents types de mémoires pour assurer leur fonctionnement. Voici leur organisation et leurs rôles :

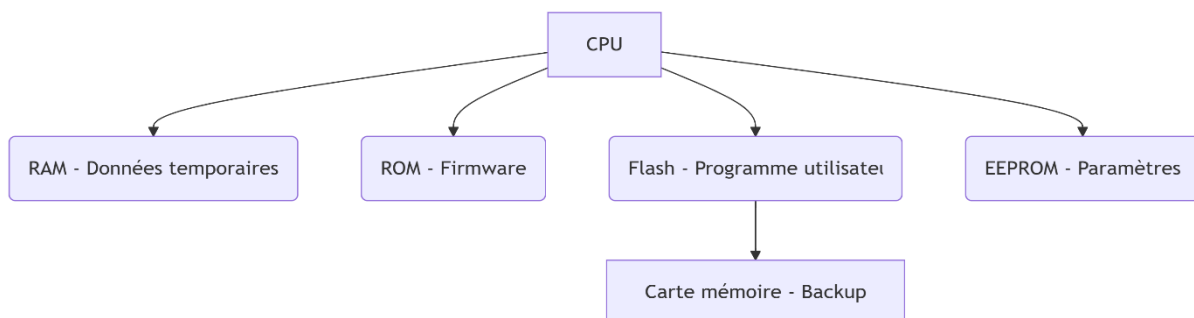


Figure II.5 : Architecture Mémoire

Tableau II.1 : Types de Mémoires

Type	Volatilité	Rôle	Capacité Typique	Exemple
RAM	Volatile	Stockage temporaire des données variables	1 Mo - 16 Mo	Données processus
ROM	Non volatile	Stockage du firmware (logiciel embarqué)	-	BIOS de l'automate
EEPROM/Flash	Non volatile	Sauvegarde du programme utilisateur et des données critiques	4 Mo - 64 Mo	Programme d'application
Carte SD	Non volatile	Extension de stockage/archivage	Jusqu'à 32 GB	Historiques de production

C. Des modules d'entrées-sorties : Les modules d'E/S constituent l'interface physique entre l'automate et le processus industriel. Ils assurent :

- ✓ Acquisition des signaux des capteurs (entrées).
- ✓ Commande des actionneurs (sorties).
- ✓ Conditionnement des signaux électriques.

Tableau II.2 : Classification des Modules [8]

Type	Caractéristiques	Exemples	Normes
Entrées Numériques	24V DC/230V AC, opto-isolées	Capteurs TOR	IEC 61131-2
Entrées Analogiques	4-20mA, 0-10V, RTD	Capteurs température	IEC 60751
Sorties Numériques	Relais, Transistors	Vannes, contacteurs	UL 508
Sorties Analogiques	±10V, 0-20mA	Variateurs, positionneurs	IEC 60381

D. Technologies Clés : On distingue [9] :

- **Opto-isolation :** Séparation galvanique
- **Filtrage numérique :** Anti-rebonds, suppression du bruit
- **Auto-diagnostic :** Détection court-circuit/câble rompu
- **Temps de réponse :** < 1ms pour E/S rapides.

E. Architecture Typique : La figure suivante présente le passage de l'information des capteurs à l'automate et de l'automate aux actionneurs.

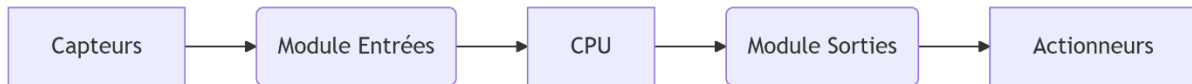


Figure II.6 : Passage de l'information

F. Bloc d'alimentation : Le bloc d'alimentation d'un API fournit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de ses composants (CPU, E/S, interfaces). Il convertit généralement le 230 V AC en 24 V DC. Selon le type d'automate, l'alimentation peut être intégrée ou externe. Sa stabilité est essentielle pour assurer la fiabilité du système, et des dispositifs de sauvegarde peuvent être prévus en cas de coupure.

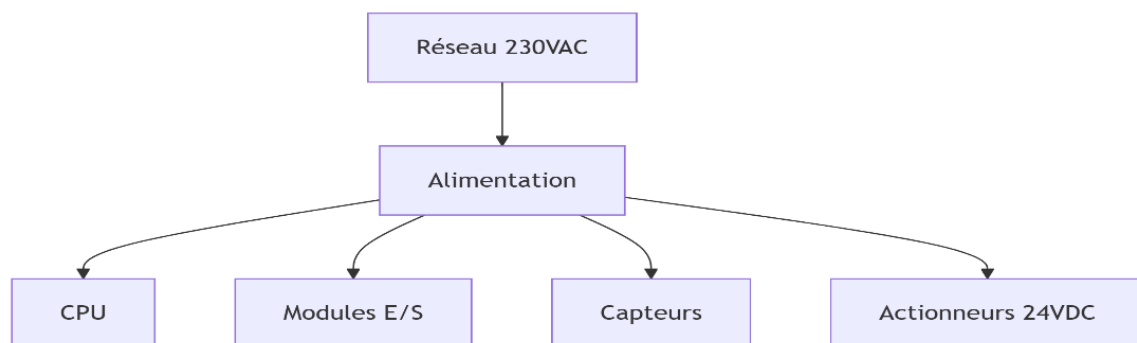


Figure II.7 : Schéma de distribution d'alimentation d'un automate industriel

II.3.3 Fonctionnement cyclique d'un API

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique. Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'bus' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

II.3.4 Nature des informations traitées par un automate programmable

Un automate programmable industriel (API) traite différentes informations issues du système à automatiser, afin de prendre des décisions et de piloter le processus. Ces informations peuvent être classées en trois grandes catégories :

1. **Informations logiques (ou tout ou rien)** : Ce sont des signaux binaires (0 ou 1) correspondant à deux états possibles, comme marche/arrêt, ouvert/fermé, présence/absence, etc. Ces signaux proviennent généralement de capteurs discrets (interrupteurs, fins de course, boutons poussoirs) et sont utilisés pour commander des actionneurs simples (relais, voyants, contacteurs...).
2. **Informations analogiques** : Il s'agit de grandeurs physiques continues, telles que la température, la pression, le niveau ou la vitesse. Ces grandeurs sont converties en signaux électriques (souvent 0–10 V ou 4–20 mA) par des capteurs analogiques, puis acquises via des modules d'E/S analogiques. L'automate peut ensuite effectuer des traitements sur ces données (comparaisons, régulation, conversions...).
3. **Informations numériques** : Ce sont des valeurs codées sur plusieurs bits (8, 16, 32 bits ou plus), représentant des données plus complexes, comme des comptes, positions, mesures numériques, codes d'état ou messages échangés sur un bus de communication. Elles sont souvent utilisées dans des échanges avec d'autres équipements (variateurs, capteurs intelligents, IHM) et permettent à l'automate de gérer des traitements plus élaborés.

L'ensemble de ces informations permet à l'automate de surveiller, contrôler et automatiser des processus industriels de manière efficace, fiable et autonome.

II.4 Présentation Générale de l'API S7-300

L'automate programmable industriel (API) Siemens S7-300 est une solution modulaire largement répandue dans l'industrie pour la commande et l'automatisation des processus. Lancé en 1994, il reste aujourd'hui une référence malgré l'émergence de gammes plus récentes comme le S7-1500. Sa conception modulaire et sa robustesse en font un choix privilégié pour les applications nécessitant flexibilité et fiabilité.

II.4.1 Architecture Matérielle

Le S7-300 se compose d'une unité centrale (CPU), de modules d'entrées-sorties (E/S) et d'une alimentation, tous montés sur un rail DIN. Les CPU disponibles (de la série 312 à 319) offrent des capacités variables en termes de mémoire (de 64 Ko à 4 Mo) et de vitesse de traitement (temps d'exécution allant de 0,1 ms à 0,01 ms pour 1000 instructions). Les modules E/S, pouvant atteindre jusqu'à 32 unités par rack, prennent en charge des signaux numériques (24 V CC/230 V CA) et analogiques (4-20 mA, 0-10 V). La communication repose sur des protocoles industriels tels que PROFIBUS DP et PROFINET, permettant une intégration aisée dans les réseaux d'usine.



Figure II.8 : Vue d'ensemble du S7-300

II.4.2 Domaines d'Application

Le S7-300 est principalement utilisé dans l'industrie manufacturière (80 % des installations), où il pilote des machines-outils, des lignes d'assemblage et des systèmes de convoyage. Il est également présent dans les utilities (15 %), comme la gestion des réseaux d'eau ou d'énergie, et dans le bâtiment intelligent (5 %) pour la supervision des systèmes techniques. Sa polyvalence et sa capacité à gérer des configurations complexes en font un automate adapté à des environnements exigeants.

II.4.3 Environnement Logiciel

La programmation du S7-300 s'effectue via le logiciel STEP 7, qui supporte les langages standardisés IEC 61131-3, notamment le LAD (Langage à contacts), le FBD (Diagramme fonctionnel) et le SCL (Structured Control Language). Ces outils permettent de développer des applications allant de la logique simple à des algorithmes avancés de régulation. La supervision peut être assurée par WinCC, offrant une interface homme-machine (IHM) complète pour le monitoring et la gestion des alarmes.

II.4.4 Avantages et Limites

Parmi ses atouts majeurs, le S7-300 se distingue par sa modularité, permettant une configuration sur mesure en fonction des besoins, et sa robustesse. Cependant, face aux automates plus récents, il présente certaines limitations, notamment en termes de puissance de calcul et de connectivité embarquée (moins adapté aux architectures IoT). Néanmoins, sa large base d'installations et sa compatibilité avec les systèmes existants en font encore un choix pertinent pour de nombreuses applications industrielles.

II.5 Programmation avec STEP 7

II.5.1 Présentation de STEP 7

STEP 7 est le logiciel de programmation officiel de Siemens destiné à la configuration, la programmation, le diagnostic et la mise en service des automates SIMATIC, en particulier la série S7-300.

Développé dans l'environnement SIMATIC Manager, STEP 7 permet de créer une application d'automatisation complète en utilisant différents langages de programmation normalisés.

II.5.1.1 Architecture du logiciel

L'environnement STEP 7 se compose de plusieurs modules fonctionnels [10] :

- **Gestionnaire de projet** : structure hiérarchique des programmes
- **Éditeurs de programmation** : LAD, FBD, STL, SCL
- **Configurateur matériel** : disposition des modules
- **Outils de diagnostic** : surveillance en ligne
- **Simulateur PLCSIM** : test hors ligne

II.5.1.2 Présentation du Simulateur PLCSIM pour S7-300

Le simulateur PLCSIM est un outil intégré à l'environnement STEP 7 de Siemens, spécialement conçu pour tester et valider les programmes destinés aux automates S7-300 sans nécessiter de matériel physique. Ce logiciel offre une émulation complète du fonctionnement réel d'une CPU S7-300, permettant aux ingénieurs et techniciens de développer, déboguer et optimiser leurs applications dans un environnement virtuel sécurisé.

- Il s'intègre directement dans STEP 7 V5.x ou dans le TIA Portal.
- Il simule le fonctionnement d'un CPU S7-300 virtuel.
- Permet de tester les blocs OB, FB, FC comme s'ils étaient exécutés dans un automate réel.
- Supporte les opérations de lecture/écriture des variables, activation manuelle des entrées, suivi en temps réel, etc.

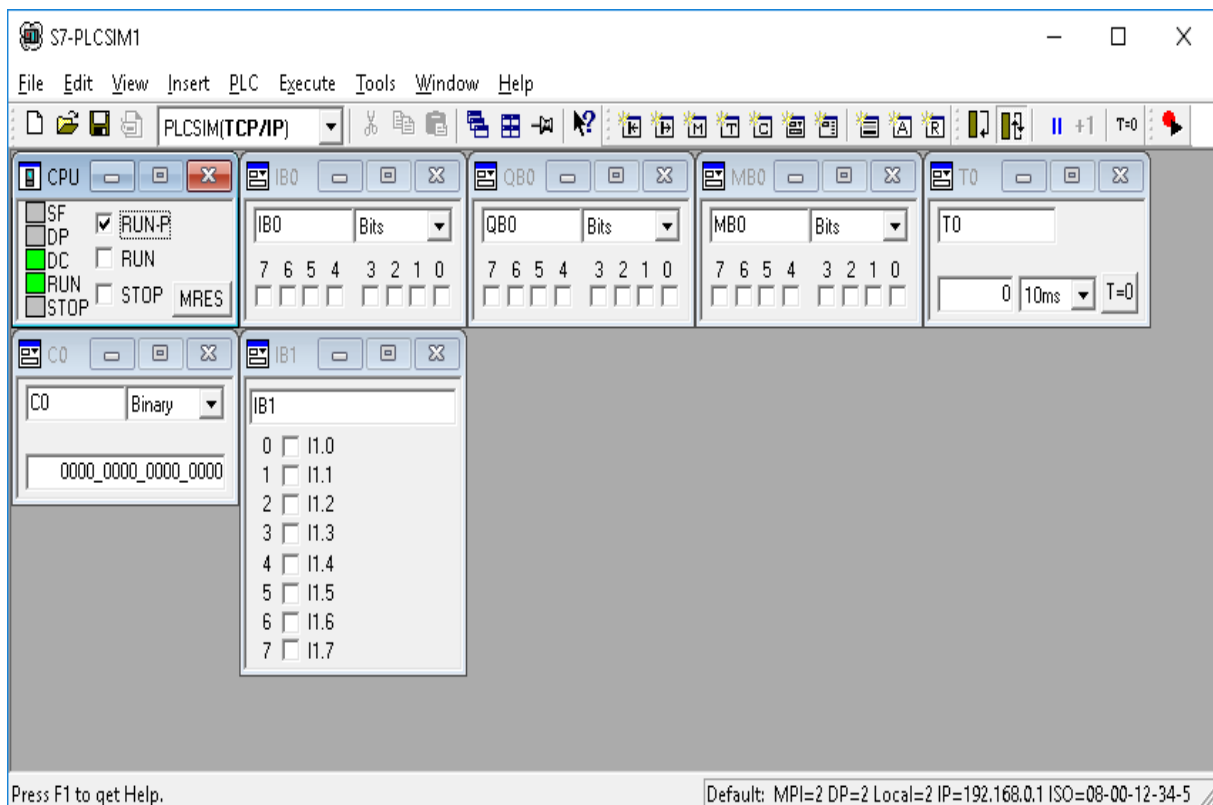


Figure II.9 : Fenêtre du S7-PLCSIM

II.5.2 Présentation de TIA Portal

Le TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) est un environnement de développement intégré développé par Siemens, destiné à la programmation, la configuration, la supervision et la maintenance des systèmes d'automatisation SIMATIC, y compris les automates S7-1200, S7-1500, mais aussi S7-300 dans une certaine mesure.

La version V17, sortie en juin 2021, succède à la V16 et apporte plusieurs améliorations majeures en termes de performance, de fonctionnalités et de support matériel.

II.5.2.1 Architecture Logicielle

L'architecture modulaire comprend [11] :

- Éditeur unifié pour tous les appareils Siemens
- Bibliothèques partagées entre PLC et HMI
- Gestion centralisée des tags et des données
- Outils de simulation intégrés (PLCSIM Advanced)

II.5.2.2 Principales Fonctionnalités

Les principales fonctionnalités de TIA Portal sont données dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Principales fonctionnalités de TIA Portal

Fonctionnalité	Description	Avantage
Programmation multi-langages	LAD, FBD, SCL, GRAPH	Flexibilité de développement
Gestion des versions	Comparaison et fusion de projets	Travail collaboratif
Diagnostic avancé	Traceur de données intégré	Dépannage rapide
Cloud Connect	Partage de projets via cloud	Collaboration à distance
Sécurité intégrée	Protection par mot de passe	Conformité aux normes

II.5.2.3 Processus de Développement

Le développement d'un projet d'automatisation sous TIA Portal suit les étapes suivantes présentées dans la figure II.10 :

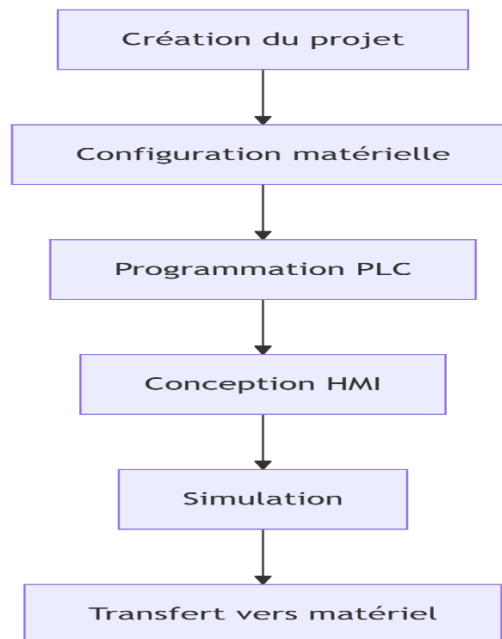


Figure II.10 : Architecture logicielle de TIA Portal V17

II.6 Supervision et Interface Homme-Machine (IHM)

II.6.1 Définition générale

La supervision industrielle consiste à surveiller, contrôler et visualiser en temps réel le fonctionnement d'un processus automatisé à partir d'un poste central. Elle s'appuie sur une Interface Homme-Machine (IHM) qui permet à l'opérateur d'interagir avec le système automatisé de manière simple et intuitive.

L'IHM est l'outil qui fait le lien entre l'utilisateur (opérateur, technicien) et la machine (automate programmable, capteurs, actionneurs). Elle peut être représentée par un écran tactile, un logiciel sur PC, ou un terminal de commande intégré.

II.6.2 Objectifs de la supervision et de l'IHM

La supervision industrielle permet de :

- Visualiser les données de fonctionnement (température, pression, niveau, etc.)
- Commander à distance certains équipements (vannes, pompes, moteurs...)
- Alerter l'opérateur en cas d'anomalie ou de dysfonctionnement
- Enregistrer les événements, historiques d'alarmes, ou courbes de mesure
- Simplifier la maintenance et le diagnostic

II.6.3 Composants d'un système de supervision

La supervision doit contenir les composants suivants :

- **un automate programmable (API)** : il collecte les données du terrain et exécute les commandes.
- **une liaison de communication** : (Ethernet, Profibus, Modbus TCP/IP, etc.)
- **un poste de supervision (PC ou écran HMI)** : équipé d'un logiciel de supervision.
- **un logiciel IHM/SCADA** : (ex : WinCC, InTouch, Vijeo Designer, etc.)

II.6.4 Exemples de logiciels utilisés

Il existe beaucoup de logiciels dédiés à la supervision industrielle, on y trouve :

- WinCC (Siemens) : intégré dans le TIA Portal, utilisé pour créer des synoptiques, alarmes, courbes, interfaces tactiles.
- FactoryTalk View (Rockwell Automation)
- InTouch (Wonderware)
- InTouch Edge, Vijeo Citect, etc.

II.6.5 Présentation de WinCC (TIA Portal)

WinCC (Within TIA Portal) est un environnement de développement d'interfaces homme-machine (IHM) intégré dans le TIA Portal de Siemens. Il permet de créer des interfaces graphiques modernes et interactives pour la surveillance, le contrôle et la visualisation des processus automatisés.

Cette version de WinCC remplace progressivement WinCC Flexible, avec une meilleure intégration dans les projets d'automatisme (avec S7-1200, S7-1500, mais aussi S7-300), une ergonomie améliorée, et des performances accrues [12].

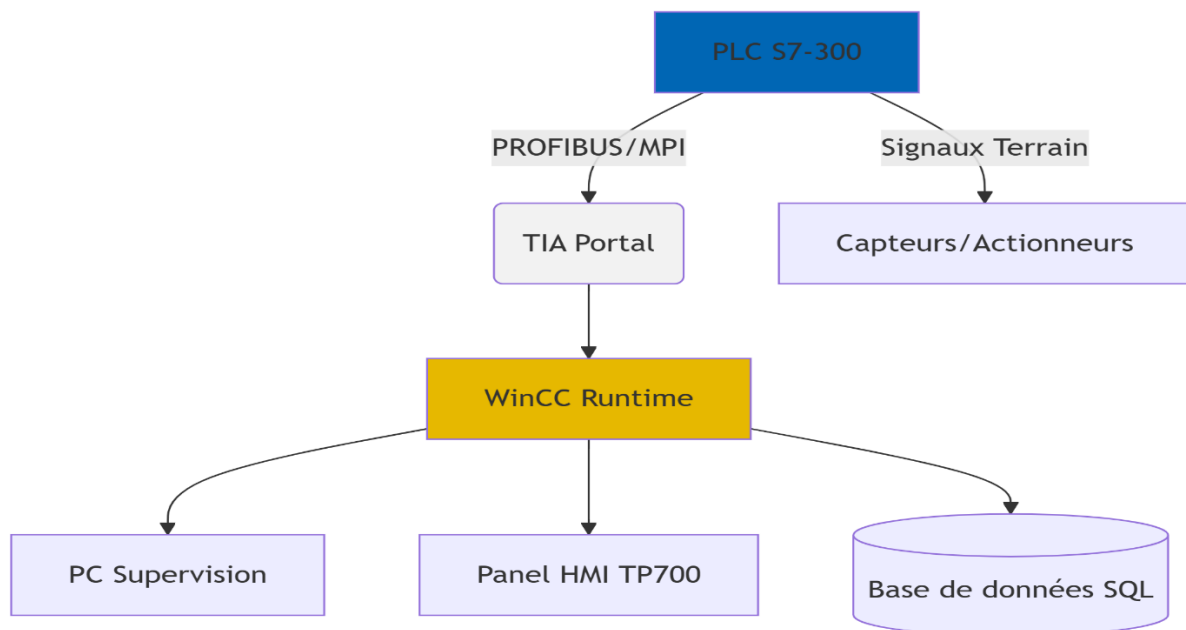


Figure II.11 : Architecture du Système avec S7-300 et WinCC (TIA Portal)

Dans la figure II.11 on trouve :

1. **PLC S7-300** :
 - Communique via PROFIBUS DP ou MPI (adaptateur CP343 nécessaire pour Ethernet)
 - Collecte les données des capteurs et pilote les actionneurs.
2. **TIA Portal** :
 - Environnement unifié pour :
 - Programmation du S7-300 (STEP 7)

- Conception des écrans HMI (WinCC)
 - Synchronisation automatique des tags entre PLC et HMI.
3. **WinCC Runtime :**
- Exécute les visualisations conçues dans TIA Portal
 - Options de déploiement :
 - PC (pour les postes de supervision)
 - Panels Siemens (TP700, KTP1200, etc.)
4. **Connectivité :**
- PROFIBUS : Solution classique pour le S7-300 (débit jusqu'à 12 Mbps)
 - Ethernet : Possible avec module CP343-1 (TCP/IP)
 - Base de données : Archivage via ODBC/SQL.

II.6.6 Rôle de WinCC dans un projet d'automatisation

Dans le cadre de notre projet de télégestion d'un parc d'huile brute, WinCC dans TIA Portal a permis de :

- créer des interfaces visuelles intuitives pour l'opérateur,
- suivre en temps réel les données du terrain (niveau, température, état des équipements...),
- afficher les alarmes en cas d'anomalie,
- piloter les actionneurs à distance (vannes, pompes, etc.).

II.6.7 Fonctionnalités principales de WinCC (TIA Portal)

Les fonctionnalités principales de WinCC sont cités ci-après :

- Création d'écrans personnalisés (pages de process, d'alarmes, de commandes).
- Objets dynamiques (voyants, boutons, jauges, barres de niveau, champs de saisie).
- Liaison directe avec les variables du programme automate (tags).
- Gestion des alarmes (déclenchement, acquittement, historique).
- Courbes et enregistrements de données (datalogging).
- Simulation possible avec PLCSIM pour tester l'IHM sans matériel physique.
- Multilinguisme, protection par mot de passe, personnalisation utilisateur.

II.6.8 Avantages de WinCC dans TIA Portal

WinCC présente les avantages suivants :

- Environnement unique et centralisé (API + IHM dans un même projet).
- Productivité accrue : moins d'erreurs, automatisation des liens entre variables API et HMI.
- Interface moderne et conviviale, adaptée aux panneaux HMI tactiles Siemens.
- Compatibilité directe avec les S7-300 (via migration ou configuration manuelle).

II.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les fondements de l'automatisation industrielle en mettant en évidence le rôle central des automates programmables industriels (API) dans le pilotage des systèmes automatisés.

Nous y avons décrit les trois parties principales d'un système automatisé (la partie opérative, la partie commande et la partie interface), puis détaillé l'architecture d'un API, notamment ses composants : alimentation, processeur, mémoire, modules d'entrées/sorties.

Une attention particulière a été portée à l'automate Siemens S7-300, utilisé dans notre projet, ainsi qu'au logiciel TIA Portal V17, utilisé pour la programmation, la configuration du matériel et la supervision du système.

Nous avons ensuite présenté WinCC (intégré dans TIA Portal), utilisé pour créer l'interface homme-machine (IHM) permettant la surveillance et le contrôle du processus à distance.

CHAPITRE III :

***Étude du système et développement de
la solution***

III.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à l'analyse du problème industriel rencontré dans le cadre de notre stage, ainsi qu'à la démarche adoptée pour concevoir et mettre en œuvre une solution d'automatisation et de supervision adaptée au système de gestion d'un parc d'huile brute.

III.2 Problème identifié

Dans le cadre de notre stage, nous avons été confrontés à une problématique concrète liée à l'exploitation d'un système automatisé existant basé sur un automate Siemens S7-300. Ce système assure le contrôle automatique de différentes opérations dans un parc d'huile brute, notamment la gestion des vannes et des moteurs.

Cependant, ce système fonctionne sans interface homme-machine (IHM), ce qui limite considérablement son exploitation. En effet, les opérateurs n'ont pas la possibilité de surveiller en temps réel l'état du système ou d'intervenir à distance. Toutes les actions (ouverture/fermeture de vannes, démarrage/arrêt de moteurs, lecture des niveaux, etc.) nécessitent une intervention physique sur le site, ce qui peut entraîner :

- Une perte de temps,
- Une augmentation du risque d'erreurs humaines,
- Une difficulté à diagnostiquer les dysfonctionnements rapidement,
- Une réduction de la réactivité face aux urgences ou anomalies.

Ce manque d'IHM constitue donc un frein à l'optimisation du processus et à la modernisation de l'installation. D'où l'objectif principal de notre projet : concevoir et implémenter une interface homme-machine permettant de superviser et de contrôler ce système automatisé à distance, de manière intuitive, fiable et sécurisée.

III.3 Discussion : Analyse du problème

Afin de mieux comprendre le fonctionnement du système existant, nous avons d'abord exploré le site du parc d'huile brute, en observant les différents équipements sur le terrain : moteurs, pompes, vannes, bacs de stockage, etc. Cela nous a permis d'avoir une vision globale du processus automatisé déjà en place, piloté par un automate Siemens S7-300.

L'équipe technique de l'entreprise (Cevital) disposait déjà d'une idée claire de la structure souhaitée pour l'interface homme-machine, notamment les éléments à superviser (état des moteurs, niveaux dans les bacs, positions des vannes...) et les commandes à distance à intégrer (ouverture/fermeture, démarrage/arrêt...).

Dans un premier temps, nous avons récupéré le programme existant déjà chargé dans l'automate, avec pour objectif de l'analyser et de construire l'IHM autour de cette logique. Ce programme avait été développé dans un langage de type LIST, une forme de représentation textuelle ancienne, encore utilisée dans STEP 7.

Lors de l'importation de ce programme dans TIA Portal, nous avons rencontré une difficulté technique :

TIA Portal n'a pas reconnu certains blocs de programme, notamment **FC9**, **FC22**, **FC3** et **FC20**, qui étaient écrits en LIST. Ces blocs n'ont pas été correctement traduits ou interprétés dans le nouvel environnement.

Cette incompatibilité partielle a empêché la lecture directe de certaines logiques du programme, ce qui a rendu l'analyse fonctionnelle du système plus complexe. Il a donc fallu :

- Identifier les blocs manquants ou non reconnus,
- Reconstituer manuellement certaines parties de la logique dans des langages compatibles avec TIA Portal, comme LAD ou FBD,
- Et échanger avec les techniciens de l'entreprise pour confirmer nos interprétations et garantir la fidélité fonctionnelle.

Cette étape a mis en évidence la nécessité d'une bonne gestion de la transition entre les outils logiciels et l'importance d'une documentation technique bien structurée pour faciliter la reprise et l'évolution des systèmes automatisés existants.

III.4 Proposition de solution

Face à l'absence d'une interface homme-machine (IHM) dans le système automatisé existant, notre objectif a été de concevoir une solution permettant **la visualisation, le pilotage et le contrôle à distance** des équipements du parc d'huile brute. Cette solution devait s'appuyer sur l'automate existant (**Siemens S7-300**) et être intégrée dans l'environnement logiciel **TIA Portal**, utilisé par l'entreprise.

a) Objectifs de la solution

La solution proposée vise à :

- Surveiller en temps réel l'état des équipements (moteurs, vannes, bacs...),
- Commander à distance les différents actionneurs (ouverture/fermeture, démarrage/arrêt...),
- Afficher les alarmes et les diagnostics, pour faciliter les interventions techniques,
- Améliorer l'ergonomie du système via une interface simple, intuitive et accessible.

b) Choix des outils

Pour assurer la mise en œuvre de la solution, nous avons utilisé :

- Automate Siemens S7-300 (déjà en place),
- TIA Portal (versions 16 et 17) pour la programmation et la configuration de l'automate,
- WinCC intégré à TIA Portal pour le développement de l'IHM.

c) Démarche de mise en œuvre

La démarche de mise en œuvre est comme suit :

1. Récupération du programme existant de l'automate S7-300.
2. Analyse fonctionnelle du processus à partir des observations sur le terrain et des échanges avec l'équipe technique.
3. Correction des blocs FC problématiques (FC9, FC22, FC3, FC20) : Ces blocs étaient écrits en langage LIST, ce qui a posé des problèmes de compatibilité avec TIA Portal.
4. Nous avons donc procédé à leur reconstruction manuelle en langage LADDER, plus lisible et parfaitement pris en charge par l'environnement de développement.
5. Développement de l'IHM sous WinCC :

- Création de plusieurs écrans (vue d'ensemble, commandes locales, état des vannes, alarmes...),
 - Intégration des objets graphiques (voyants, boutons, jauges...),
 - Association des objets aux variables du programme automate (bits de commande, entrées/sorties, mots mémoire...).
6. Test de communication et de fonctionnement entre l'automate et l'IHM pour s'assurer de la fiabilité des échanges.
 7. Simulation complète du processus, incluant la visualisation et le contrôle des équipements à distance.

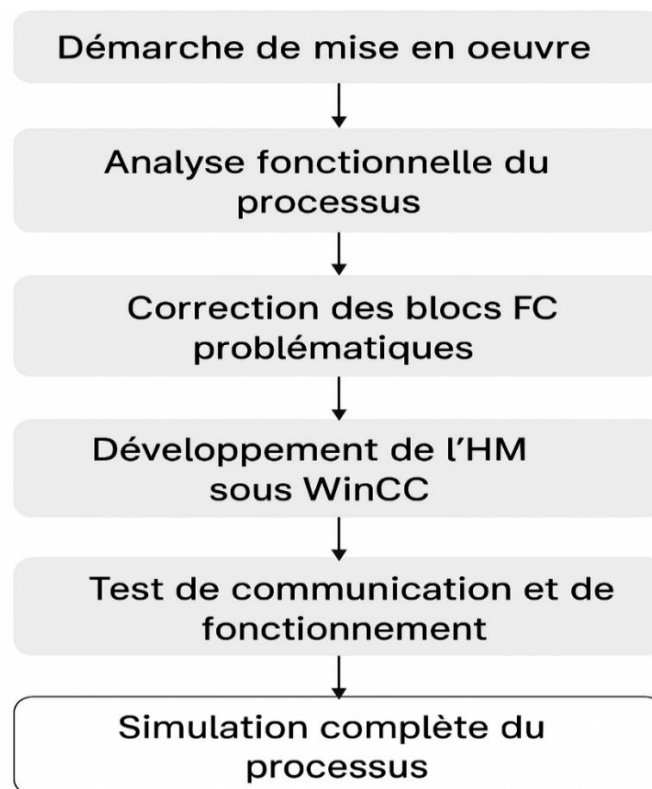


Figure III.1 : Démarche de mise en œuvre

d) Architecture fonctionnelle de la solution

La nouvelle architecture du système repose sur trois éléments clés :

- Les capteurs et actionneurs, connectés à l'automate S7-300,
- L'automate S7-300, qui exécute la logique de commande,
- L'interface WinCC, qui permet aux opérateurs de visualiser l'état du système et d'agir sur celui-ci via une interface graphique.

III.5 Présentation de quelques étapes de programme

Le projet est structuré en blocs organisationnels (OB), blocs fonctionnels (FC), et blocs de données (DB).

- Les blocs OB gèrent l'exécution du programme et les interruptions système.

- Les blocs FC contiennent la logique de commande des équipements (pompes, vannes, agitateurs...).
- Les blocs DB stockent les variables et états liés aux différents équipements

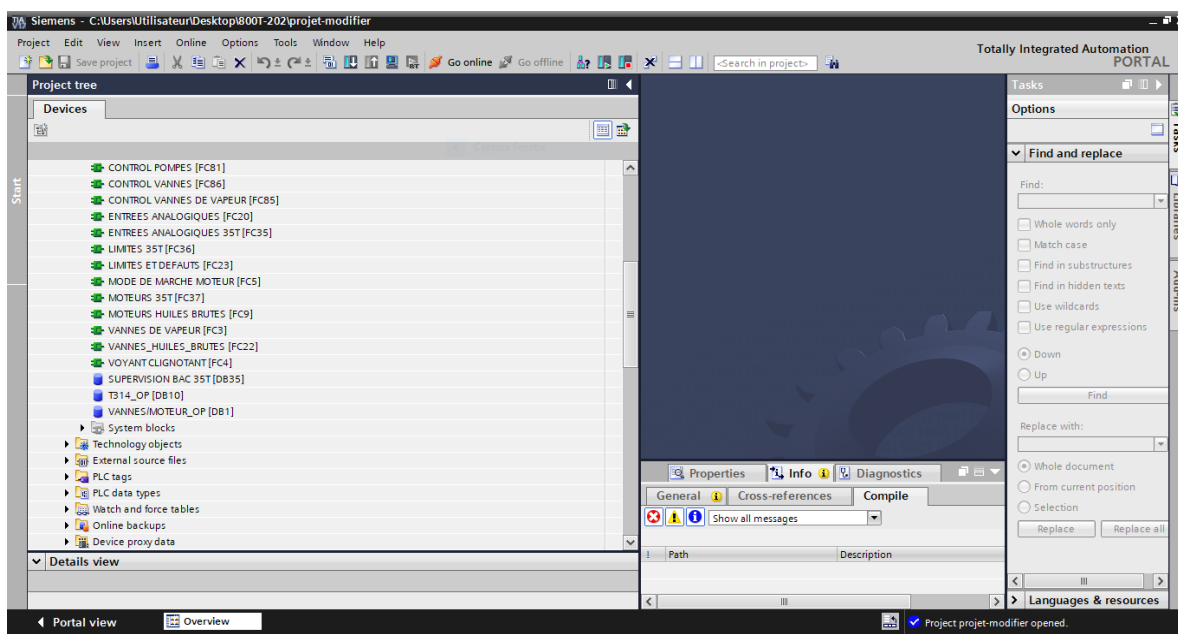


Figure III.2 : Présentation de quelques étapes de programme

a) Blocs d'organisation (OB)

Les blocs OB sont appelés automatiquement par le système d'exploitation de l'automate. Ils structurent l'exécution du programme et permettent la gestion des erreurs.

Tableau III.1 : les blocs OB

OB	Nom	Description
OB1	OB1	Bloc principal de cycle. Il orchestre l'appel des différents blocs FC.
OB82	OB82	Gère les erreurs de diagnostic matériel.
OB86	OB86	Gère les erreurs de perte de modules ou de sous-modules.
OB87	COMM_FLT	Déclenché en cas de défaillance de communication (PROFIBUS, etc.).
OB100	COMPLETE RESTART	Bloc d'initialisation au redémarrage complet du système.
OB121	PROG_ERR	Bloc déclenché en cas d'erreur de programmation.
OB122	MOD_ERR	Bloc déclenché en cas d'erreur de module (module E/S manquant ou défaillant).
OB110	TOD_INT0	(Nom technique, probablement lié à une interruption temporelle ou synchronisation).

Le bloc OB1 (Appels conditionnels et fonctionnels) est représenté par 2 réseaux

- **Le réseau 1 :** Ce réseau est exécuté uniquement si la condition :
DEMARRAGE1 FC10 n'est pas active (%M0.0 = 0).
Cela signifie que nous sommes en dehors d'un mode de démarrage automatique ou dans une situation qui autorise un traitement manuel ou normal.
- **Le réseau 2 :** Ce réseau appelle systématiquement, à chaque cycle de l'automate, deux blocs fonctionnels critiques liés à la commande de vannes.

Network 1:			
Comment			
1	AN	"DEMARRAGE1 FC10"	%M0.0
2	UC	"MOTEURS HUILES BRUTES"	%FC9
3	UC	"ENTREES ANALOGIQUES"	%FC20
4	UC	"LIMITES ET DEFAUTS"	%FC23
5	UC	"BOUTON MARCHE_ARRET"	%FC2
6	UC	"ENTREES ANALOGIQUES 35T"	%FC35
7	UC	"LIMITES 35T"	%FC36
8	UC	"MOTEURS 35T"	%FC37

Network 2:			
Comment			
1	CALL	"VANNES_HUILES_BRUTES"	%FC22
2			
3	CALL	"VANNES DE VAPEUR"	%FC3
4			

Figure III.3 : Bloc OB1

b) Blocs fonctionnels (FC)

Les blocs FC contiennent la logique spécifique aux fonctions du processus (commande de vannes, pompes, lecture de capteurs, etc.)

1. Bloc FC80 (Contrôle agitateurs) :

Network 1 (Appel du bloc) :

Le bloc FC80 est utilisé pour gérer la commande automatique des agitateurs. Il reçoit 13 entrées (IN0 à IN12) comprenant des états capteurs, des consignes analogiques, et des bits internes, et fournit 2 sorties : OUT7 et OUT8, utilisées pour le retour vers l'IHM.

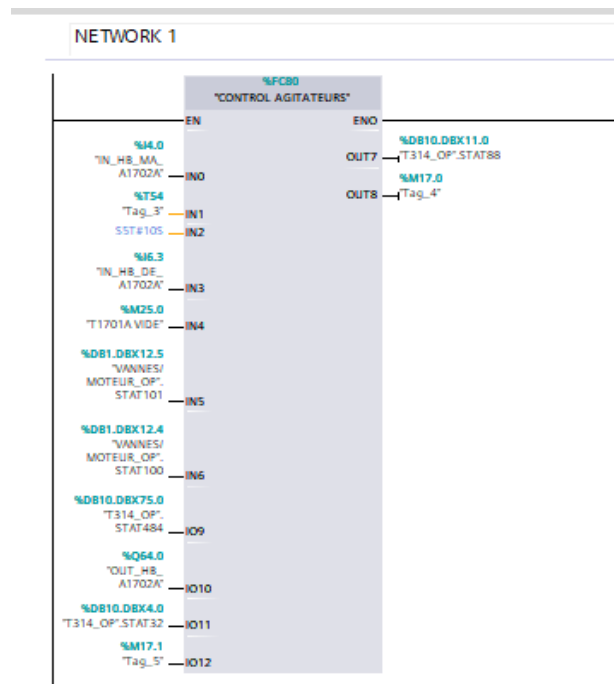


Figure III.4 : Appel du FC 80

Networks 1 à 6 (Logique de défaut et temporisation) :

Ces réseaux implémentent une logique de vérification de défauts et d'activation de temporisation.

Network 2 : vérifie des conditions logiques avec opérateurs AND, puis déclenche un temporisateur (S_ODT).

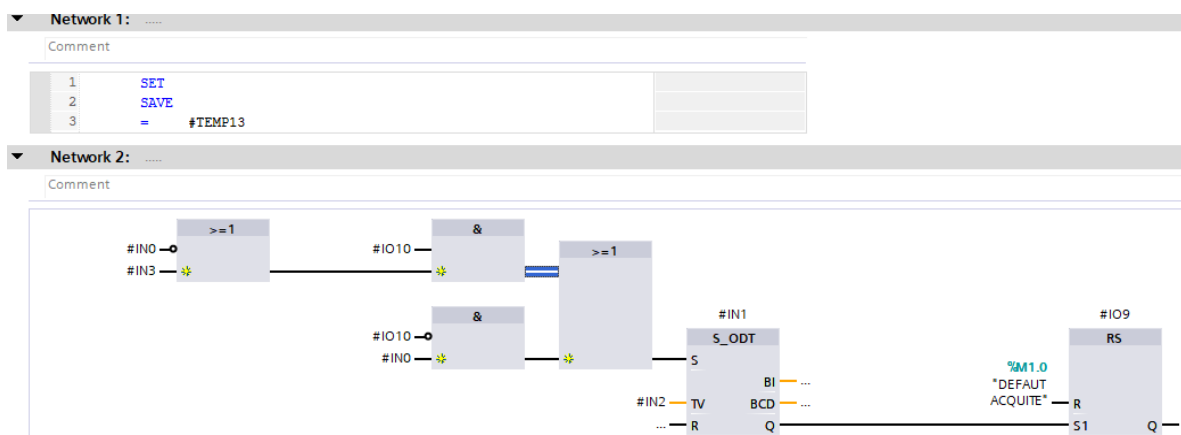


Figure III.5 : Réseaux 2 de FC 9

Network 3 : utilise des détecteurs de front (positif et négatif) et un Set/Reset (SR) pour mémoriser un état.

Network 4 : affecte la valeur de IN0 à OUT7 (état du système).

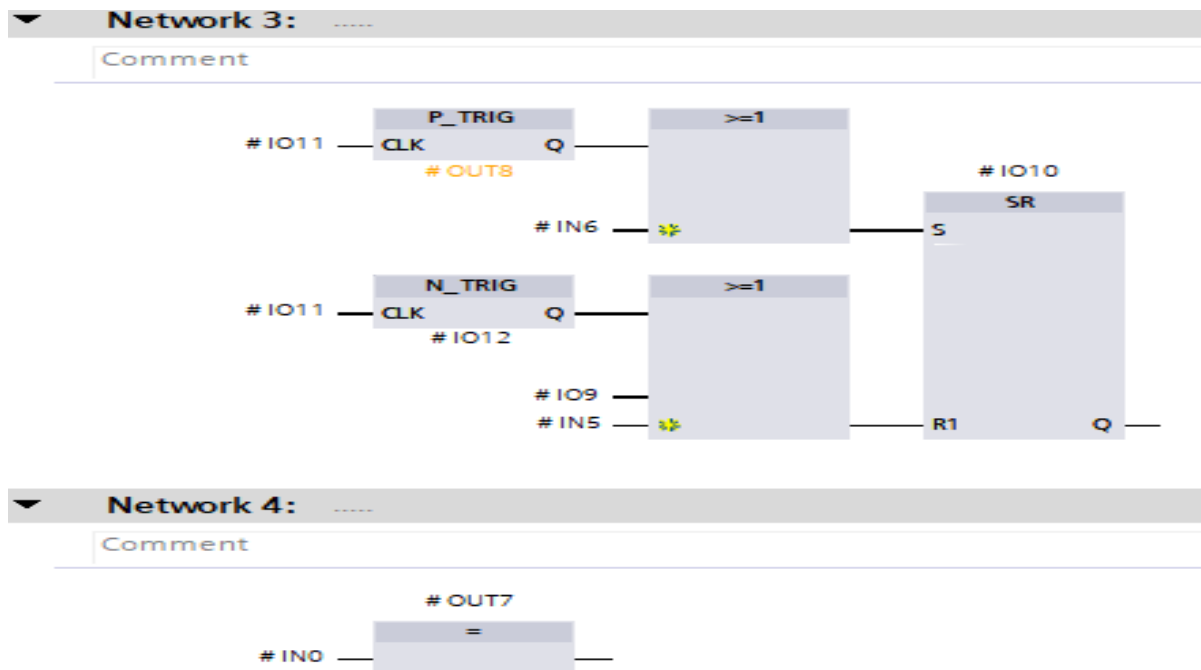


Figure III.6 : Réseaux 3 et 4 de FC 9

Network 5 : réinitialise IO11.

Network 6 : nettoyage de la variable temporaire TEMP13.

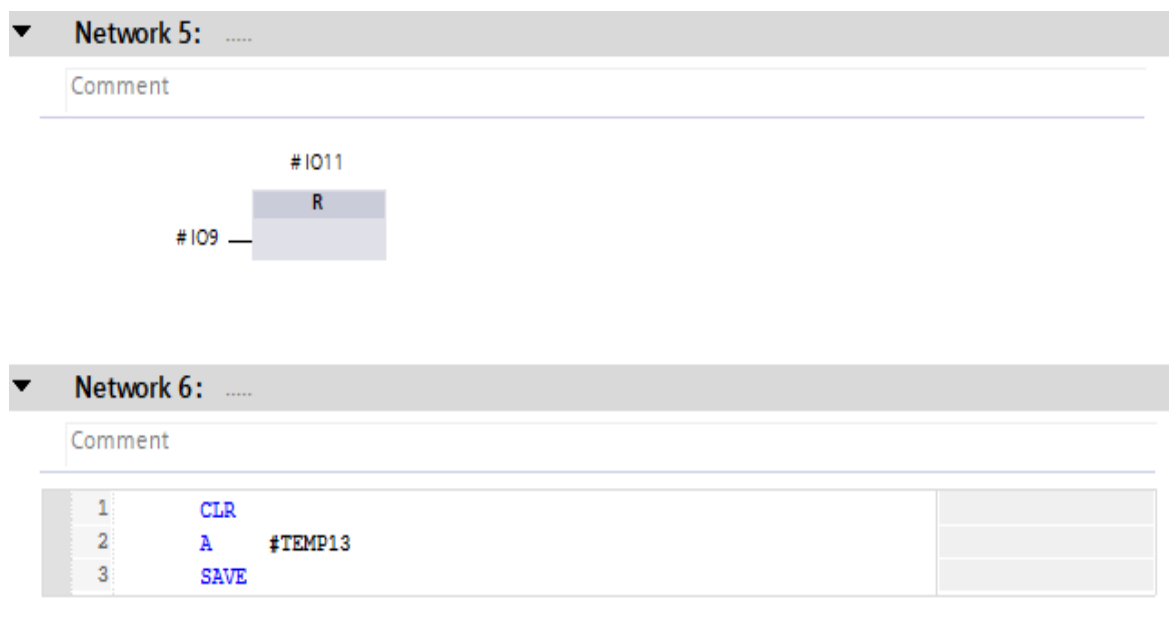


Figure III.7 : Réseaux 5 et 6 de FC9

2. Bloc FC86 (Contrôle vanne) :

Network 1 (Appel du bloc) :

Le bloc FC86 est chargé de la commande automatique de vannes selon divers signaux : consignes analogiques, états vannes, bits internes et retours capteurs. Il comprend 11 entrées (IN0 à IN10) et une sortie OUTS pour la supervision.

Networks 2 à 5 (Traitement logique) :

Network 2 : vérifie plusieurs conditions logiques puis active le temporisateur S_ODT en cas de défaut.

Network 3 : logique de déclenchement avec Set/Reset basé sur les entrées IN6 à IN9.

Network 4 : affecte OUT8 à l'état logique IO10.

Network 5 : nettoyage de la variable TEMP11 utilisée précédemment.

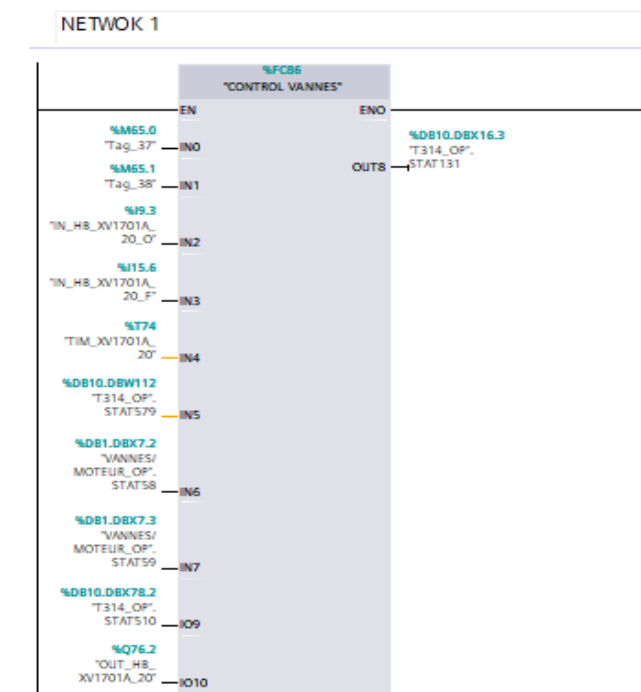


Figure III.8 : Appel du bloc FC86

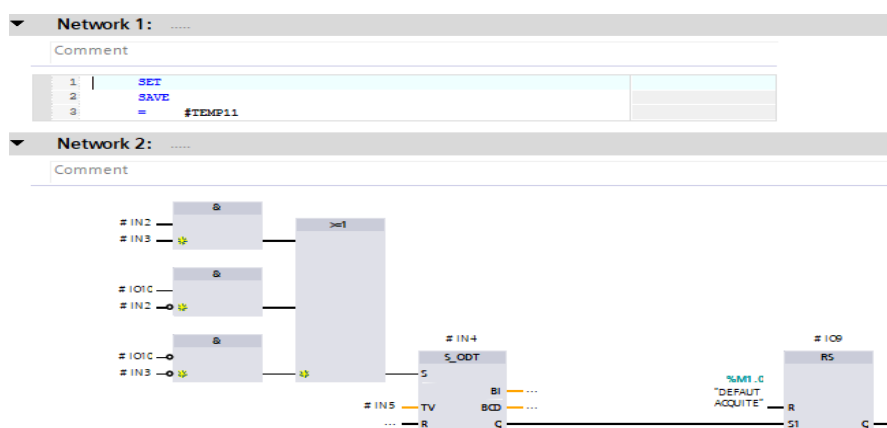


Figure III.9 : Réseaux 1 et 2 de FC86

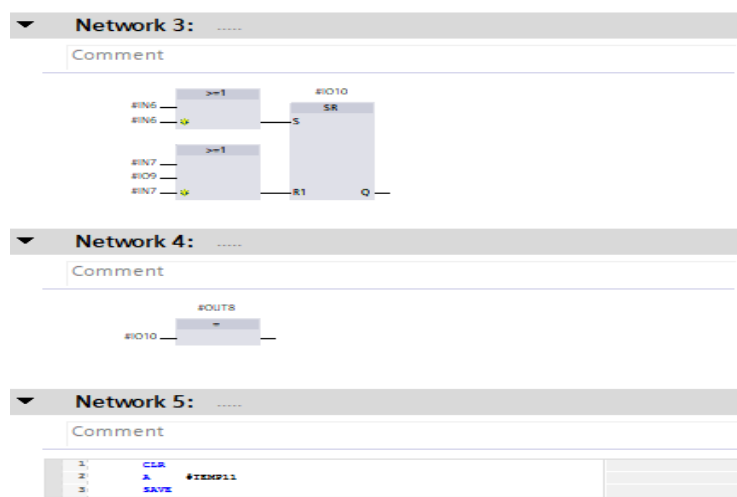


Figure III.10 : Réseaux 3, 4 et 5 de FC86

Le tableau suivant donne tous les blocs FC utilisés.

Tableau III.2 : Les blocs FC

FC	Nom	Fonction
FC1	AIGUILLAGES	Gestion des aiguillages (probablement liés au transfert ou redirection de flux).
FC2	BOUTON_MARCHE_ARRET	Gestion des boutons de mise en marche/arrêt du système.
FC3	VANNES DE VAPEUR	Commande des vannes associées au circuit vapeur.
FC4	VOYANT CLIGNOTANT	Contrôle d'un voyant (probablement un voyant d'alarme clignotant).
FC5	MODE DE MARCHE MOTEUR	Sélection du mode de fonctionnement des moteurs (manuel/auto).
FC9	MOTEURS HUILES BRUTES	Démarrage/arrêt des moteurs liés à la circulation de l'huile brute.
FC20	ENTREES ANALOGIQUES	Traitement des signaux analogiques (niveaux, température, etc.).
FC22	VANNES_HUILES_BRUTES	Commande des vannes d'huile brute.
FC23	LIMITES ET DEFAULTS	Détection des seuils limites et gestion des défauts.
FC35	ENTREES ANALOGIQUES 35T	Traitement spécifique d'un autre groupe d'entrées analogiques.
FC36	LIMITES 35T	Surveillance des limites spécifiques à un équipement ou groupe.
FC37	MOTEURS 35T	Contrôle des moteurs désignés comme "35T".
FC66	CONTROL VANNES	Contrôle général des vannes du système.

FC68	CONTROL VANNES	Bloc complémentaire ou spécifique à d'autres vannes.
FC80	CONTROL AGITATEURS	Commande des agitateurs du système.
FC81	CONTROL POMPES	Commande des pompes principales.
FC85	CONTROL VANNES DE VAPEUR	Commande spécialisée des vannes de vapeur.

III.6 Discussion de la solution proposée

La solution développée a permis de répondre efficacement au besoin initial, à savoir l'absence d'une interface homme-machine (IHM) pour le contrôle et la supervision du parc d'huile brute. Sa mise en œuvre a apporté plusieurs bénéfices concrets, mais aussi soulevé certains défis techniques.

a) Intégration dans un système existant

L'un des principaux enjeux du projet a été l'intégration de l'IHM dans un système déjà en service, basé sur un automate Siemens S7-300. Cette contrainte nous a obligés à travailler avec un programme existant, dont une partie était codée en langage LIST.

Pour surmonter cet obstacle, nous avons reconstruit manuellement les blocs fonctionnels concernés (FC9, FC22, FC3, FC20) en langage LADDER, ce qui a permis une meilleure compatibilité avec l'environnement de développement utilisé, ainsi qu'une meilleure lisibilité du programme pour les techniciens.

b) Apport fonctionnel de l'IHM

La nouvelle interface conçue sous WinCC (dans TIA Portal) a permis d'améliorer considérablement :

- **La visualisation du processus** : grâce à des synoptiques clairs et à l'affichage en temps réel des états des équipements,
- **La commande des actionneurs** : les opérateurs peuvent désormais piloter les moteurs et vannes à distance, de manière intuitive,
- **La maintenance** : via l'affichage des alarmes et diagnostics, les interventions peuvent être plus rapides et ciblées.

Ces fonctionnalités ont eu un impact direct sur l'efficacité opérationnelle et la réduction des temps d'arrêt.

c) Ergonomie et évolutivité

L'ergonomie de l'interface a été particulièrement soignée pour correspondre aux attentes du personnel technique. La structure des écrans, les symboles utilisés, et la simplicité de navigation permettent une prise en main rapide.

Par ailleurs, le choix de TIA Portal comme plateforme de développement assure l'évolutivité de la solution : de nouveaux écrans, fonctionnalités ou équipements pourront être intégrés dans le futur sans remettre en cause l'architecture actuelle.

III.7 Conclusion

Ce chapitre a présenté la solution mise en œuvre pour moderniser le système de télégestion du parc d'huile brute. En intégrant une IHM via TIA Portal et WinCC, nous avons assuré la supervision, le contrôle à distance et l'affichage des alarmes. Les anciens blocs problématiques (écrits en langage LIST) ont été reconstruits en langage LADDER pour garantir leur compatibilité. La nouvelle architecture rend le système plus ergonomique, fiable et facilement exploitable par les opérateurs.

CHAPITRE IV :

Supervision et IHM

IV.1 Introduction

La supervision et l'IHM sont essentielles dans les systèmes automatisés pour assurer le suivi en temps réel et permettre une interaction efficace entre l'opérateur et le processus.

Dans le cadre de notre projet de télégestion du parc d'huile brute, la mise en place d'une IHM adaptée était indispensable pour offrir une visualisation claire du processus et permettre un pilotage à distance sécurisé. Ce chapitre détaille les étapes de conception et de réalisation de cette interface, ainsi que les différents éléments de supervision mis en œuvre via l'environnement WinCC intégré à TIA Portal.

IV.2 Conception fonctionnelle de l'IHM

IV.2.1 Cahier des charges

Avant de débiter la réalisation de l'interface homme-machine (IHM), il est essentiel de définir précisément les besoins fonctionnels et techniques du projet. Le cahier des charges a pour but de formaliser les attentes de l'entreprise en matière de supervision et de pilotage du système automatisé, afin de garantir une solution conforme aux exigences opérationnelles du parc d'huile brute.

IV.2.2 Objectif

L'objectif principal du projet est de concevoir une interface homme-machine (IHM) intuitive et efficace permettant la supervision et le pilotage à distance du système automatisé existant (basé sur un automate Siemens S7-300). L'IHM doit être intégrée dans l'environnement TIA Portal à l'aide de WinCC.

IV.2.3 Organisation des vues de supervision

Le système comprend un total de 16 bacs, de différentes capacités, répartis comme suit :

- 5 bacs de 7000 tonnes
- 1 bac de 9000 tonnes
- 6 bacs de 1000 tonnes
- 3 bacs de 400 tonnes

IV.2.4 Objectif de la réorganisation

L'organisation initiale du système de supervision ne permettait pas une navigation fluide ni une exploitation optimale par les opérateurs.

Mon intervention a visé à :

- Structurer l'IHM en vues fonctionnelles claires, facilitant l'accès rapide aux informations critiques.
- Regrouper les bacs selon leur type, rôle ou capacité, pour éviter toute confusion.
- Optimiser l'affichage sur écran pour une meilleure lisibilité.

- Préparer une base évolutive pour de futures extensions du système.

IV.2.5 Méthode de répartition

Tableaux IV.1 : Méthode de répartition

Vue	Nombre de bacs	Capacité des bacs	Fonction principale
Vue 1	6	$5 \times 7000 \text{ T} + 1 \times 9000 \text{ T}$	Stockage principal / expédition huiles acides et acides gras
Vue 2	3	1000 T	Produits margarines (préparation / traitement)
Vue 3	3	1000 T	Huiles raffinées (soja, colza, palme, etc.)
Vue 4	3	400 T	Stockage final des produits margarines

IV.3 Logiciel de programmation TIA PORTAL V 17

IV.3.1 Vue portal et vue du projet

Lorsque on lance TIA PORTAOL, le contexte de travail se décompose en deux types de vue [13] :

- **La vue de portal :** La Vue de Portal constitue l'environnement d'accueil de TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal). Elle offre une interface graphique simplifiée qui regroupe les principales actions de gestion de projet : création d'un nouveau projet, ouverture d'un projet existant, importation d'un matériel, configuration de réseau ou passage à la vue détaillée du projet. Selon Siemens (2020), cette vue a été pensée pour guider l'utilisateur étape par étape, notamment dans les premières phases de développement, en centralisant les actions sous forme de tuiles interactives.

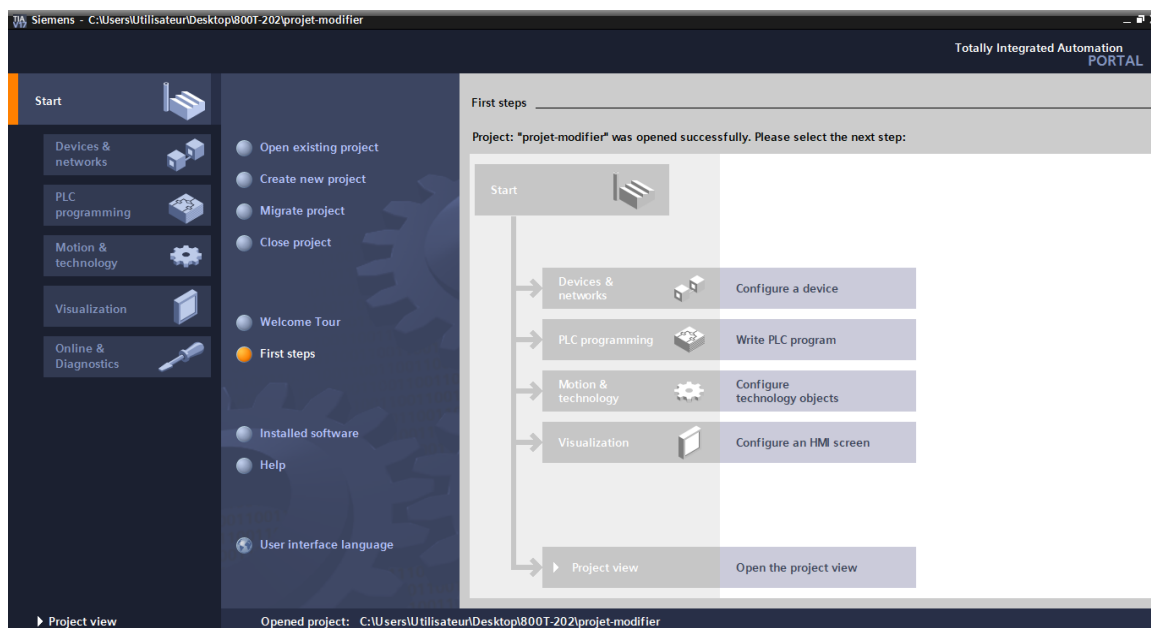


FIGURE IV.1 : Vue de portail

- **La vue du projet** : La Vue de Projet est l'environnement principal de développement dans TIA Portal. Elle présente une arborescence complète du projet sur la gauche et un espace de configuration/programming à droite. C'est dans cette vue que l'utilisateur accède aux blocs de programme (OB, FC, DB), à la configuration du matériel, à la création des écrans IHM, à la gestion des alarmes et à la configuration des réseaux.

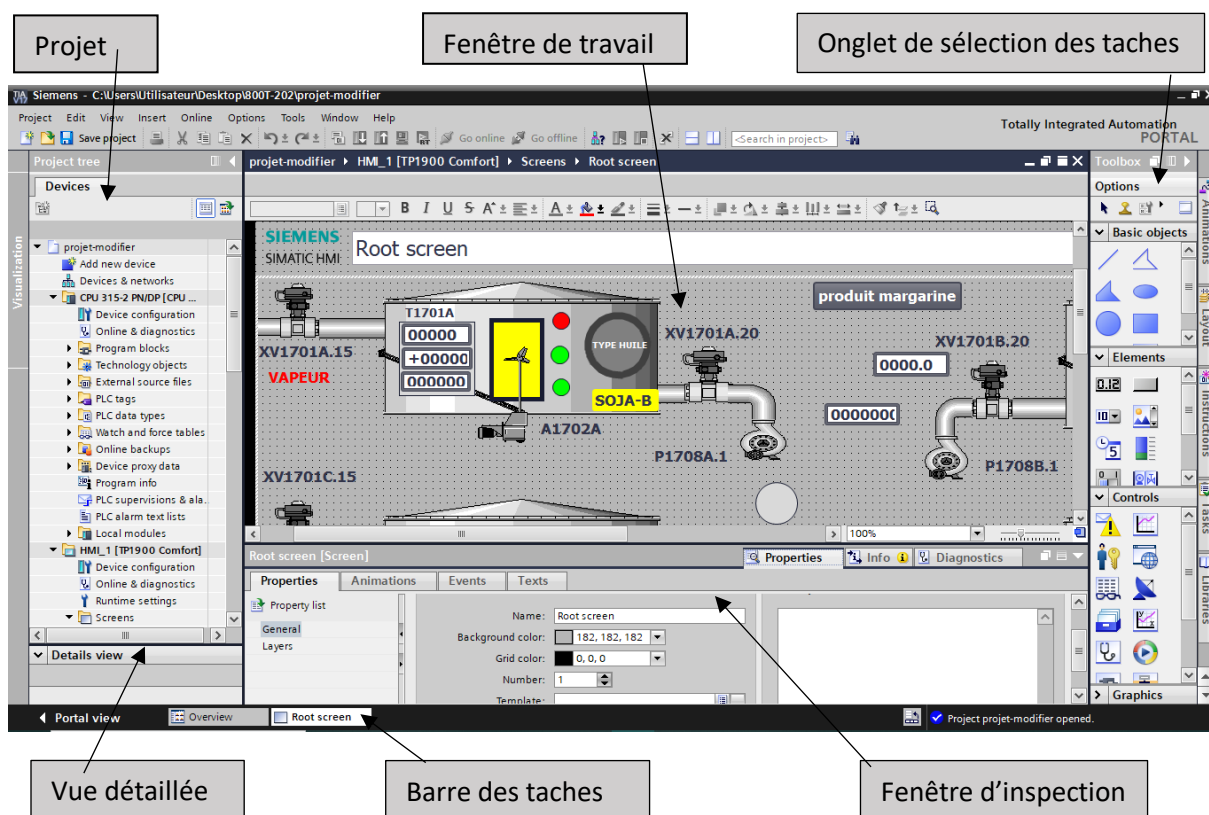


Figure IV.2 : Vue du projet

IV.3.2 Création du projet TIA Portal

Pour démarrer un nouveau projet dans TIA Portal, il suffit dans un premier temps de lancer le logiciel. Dès son ouverture, l'environnement affiche l'interface d'accueil, appelée Vue de Portal. Depuis cet écran, l'utilisateur peut accéder aux différentes fonctionnalités essentielles, dont la création d'un projet. Il convient alors de cliquer sur l'option "Create new project", située dans la section centrale intitulée First steps. Une fenêtre de dialogue s'ouvre, invitant à saisir plusieurs informations : le nom du projet (par exemple : project), le chemin d'enregistrement sur l'ordinateur (répertoire de sauvegarde), ainsi qu'un commentaire facultatif permettant de préciser l'objectif ou la version du projet. Une fois ces éléments complétés, il suffit de cliquer sur le bouton "Create" pour finaliser la création du projet et passer à sa configuration [14].

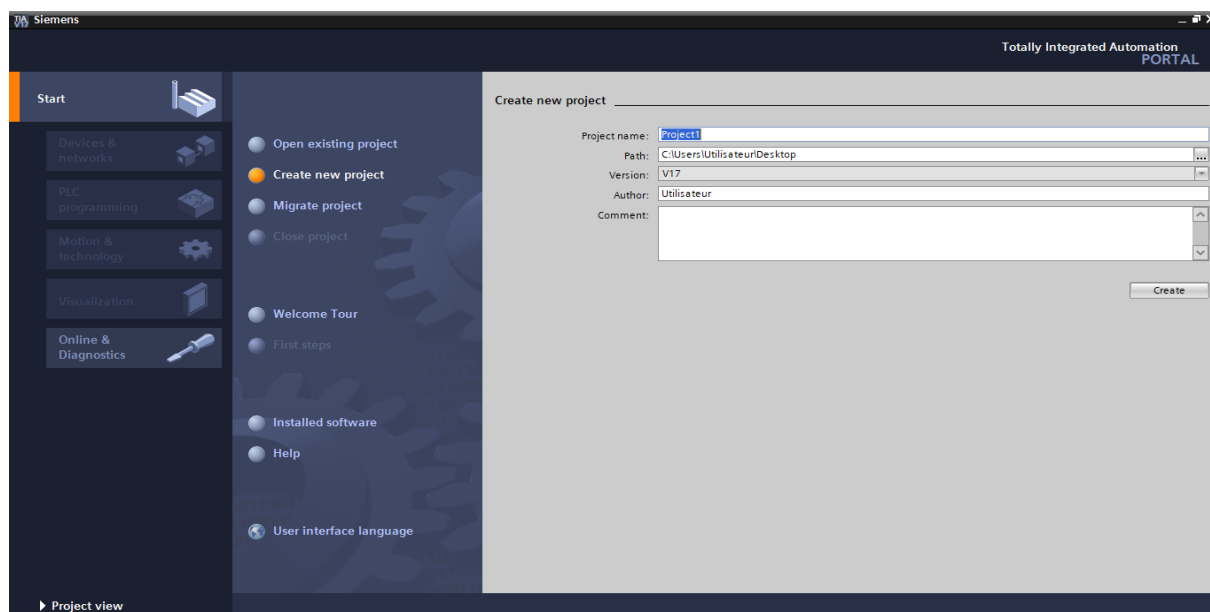


Figure IV.3 Créations du projet

IV.3.3 Ajout de l'automate S7-300 existant et configuration de ses paramètres (type CPU, adresses, réseau).

Une fois le projet créé, la première étape consiste à **ajouter l'automate Siemens S7-300** utilisé dans l'installation. Pour cela, l'utilisateur sélectionne l'option "**Add new device**" depuis la Vue de Projet, puis choisit la famille **S7-300** dans le catalogue matériel de TIA Portal. Il est ensuite nécessaire de **préciser le type exact de CPU**, par exemple **CPU 315-2 PN/DP**, afin de correspondre au matériel physique existant. Une fois le CPU inséré, la configuration matérielle peut être complétée par l'ajout des **modules d'entrées et de sorties** numériques ou analogiques, en respectant leur ordre et leur adresse dans le rack réel.

Chaque module est automatiquement associé à une plage d'adresses (par exemple : %I0.0 pour les entrées, %Q0.0 pour les sorties), que l'on peut ajuster manuellement si besoin. Ensuite, il convient de **configurer la communication réseau**, notamment l'interface **PROFINET** de l'automate. Cela inclut l'**affectation d'une adresse IP**, et l'association aux équipements IHM

ou autres automates connectés dans la topologie réseau. Cette étape est essentielle pour assurer le bon échange de données entre les différents éléments du système automatisé.

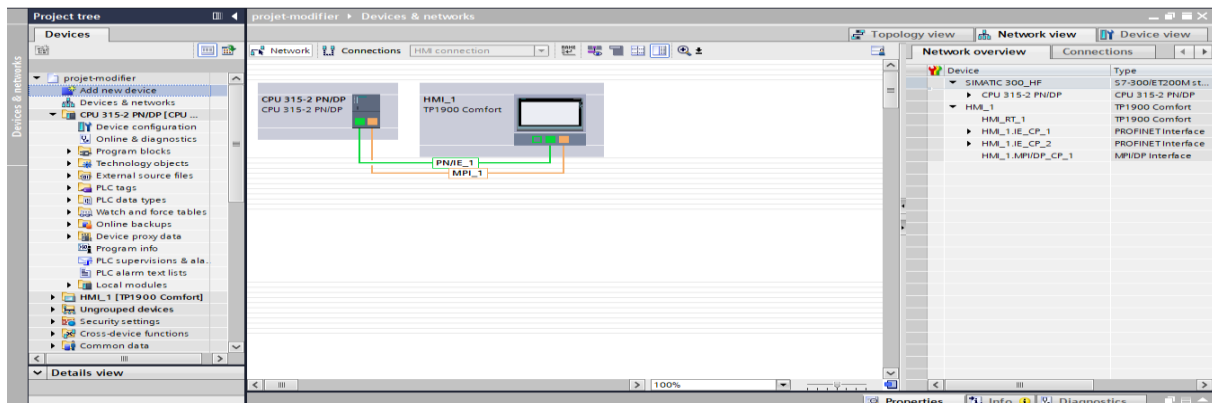


Figure IV.4 Liaison automate–IHM sous TIA Portal

IV.3.4 Configurations matériel

L'étape de configuration matérielle dans TIA Portal consiste à reproduire fidèlement l'architecture physique du système automatisé utilisé durant le projet. Dans notre cas, l'installation repose sur un automate Siemens S7-300, équipé d'un CPU 315-2 PN/DP. La configuration débute par l'insertion des modules matériels nécessaires dans le projet : une alimentation PS 307 5A, le processeur central (CPU), ainsi que plusieurs modules d'entrées et de sorties numériques (DI, DO) et analogiques (AI). Ces éléments sont répartis sur trois racks (rack 0, rack 1 et rack 2), interconnectés par des modules d'interface IM360 et IM361, ce qui permet d'étendre la capacité de l'automate.

Chaque module inséré est automatiquement affecté à une plage d'adresses. Par exemple, les modules DI 32x24VDC couvrent des adresses comme %I0.0 à %I3.7 pour les entrées numériques, tandis que les DO 8xRelay occupent des adresses %Q0.0, %Q1.0, etc. Les modules analogiques, quant à eux, utilisent des adresses de type %IW64, %IW66 pour le traitement de données analogiques provenant de capteurs (température, niveau, etc.). L'ensemble de ces adresses est exploité dans le programme automate pour assurer la lecture des états d'entrée et le pilotage des sorties.

Enfin, le paramétrage du réseau de communication permet d'assurer la liaison entre le CPU et le pupitre opérateur. L'interface PROFINET du CPU est utilisée pour établir la connexion avec l'IHM TP1900 Comfort, à laquelle une adresse IP unique est attribuée. Cette configuration réseau, réalisée via la Network view, permet un échange fluide et sécurisé des données entre l'automate et l'interface de supervision [15].

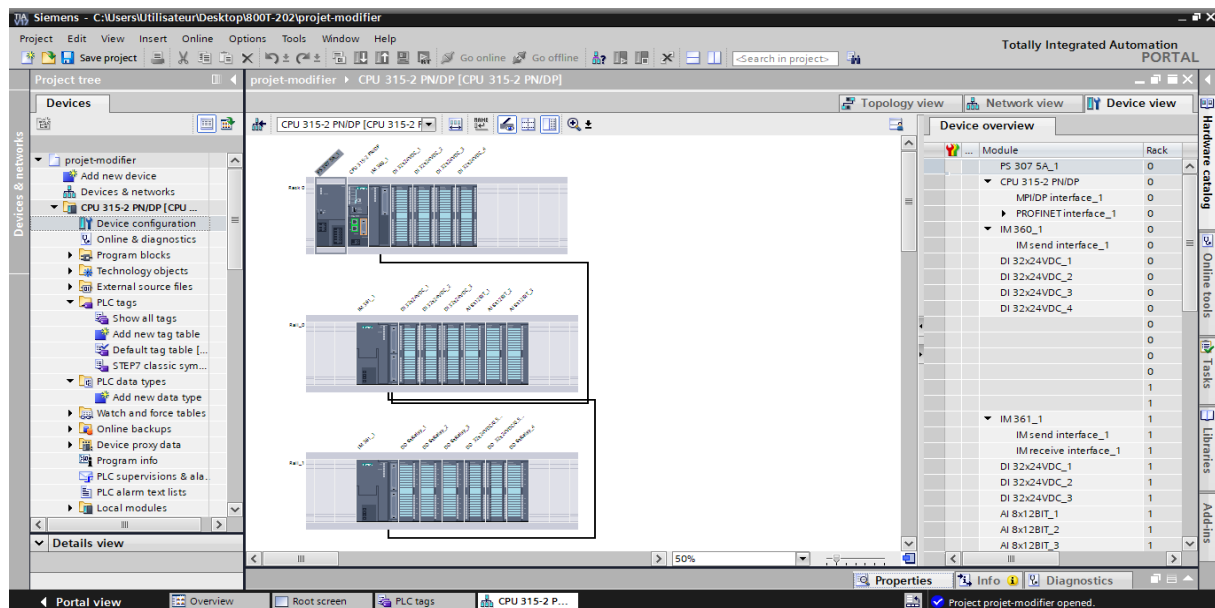


Figure IV.5 Configuration matériel

Afin de permettre la communication entre l'automate et l'interface homme-machine (IHM), il est indispensable de **déclarer les variables (tags)** dans TIA Portal. Ces variables jouent le rôle de passerelle entre le programme automate (PLC) et les éléments graphiques de supervision (écrans WinCC).

Dans notre projet, toutes les variables utilisées par l'IHM sont regroupées dans des **tables de tags** accessibles via le menu **PLC tags**. Chaque variable est définie par un **nom symbolique**, un **type de données** (généralement Bool ou Word), une **adresse mémoire (%I, %Q, %M)**, et un **commentaire** décrivant sa fonction (ex. : VANNE XV1701D_15 FERMEE). Cette organisation facilite la lecture, la maintenance et l'évolution du projet.

Ces variables sont ensuite utilisées dans les propriétés des objets graphiques (pompes, vannes, voyants, etc.) pour afficher leur état en temps réel, déclencher des commandes ou générer des alarmes. Par exemple, une variable de type %M0.4 peut être associée à un voyant qui clignote en rouge si une alarme est active, ou à un bouton qui envoie une impulsion au programme automate.

La déclaration rigoureuse des variables, associée à des noms explicites et des commentaires, contribue fortement à la **clarté**, la **fiabilité** et la **maintenabilité** de l'interface de supervision.

Name	Tag table	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Ad...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT29	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT29	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT30	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT30	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT31	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT31	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT32	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT32	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT33	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT33	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT34	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT34	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT35	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT35	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT36	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT36	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT37	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT37	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT38	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT38	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT39	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT39	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT40	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT40	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT41	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT41	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT42	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT42	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT43	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT43	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT44	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT44	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT45	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT45	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT46	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT46	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT47	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT47	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT48	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT48	%...
VANNES/MOTEUR_OP_STAT49	Default tag table	Bool	HM_Connectio...	CPU 315-2 PNIDP	*VANNES/MOTEUR_OP_STAT49	%...

Figure IV.6 Liste des variables IHM déclarées dans la table de tags de l'automate

IV.3.5 Création des écrans de supervision dans WinCC

La quatrième étape du projet a consisté à concevoir les différents écrans de supervision via l'environnement WinCC intégré dans TIA Portal. Ces écrans jouent un rôle essentiel dans l'interface homme-machine (IHM) en permettant aux opérateurs de visualiser, surveiller et agir sur le processus en temps réel. La conception graphique a été réalisée de manière à refléter fidèlement l'architecture du système automatisé.

Parmi les vues développées, on retrouve d'abord une vue d'ensemble représentant l'état global du système (screen), avec un affichage clair des bacs, des flux, et des connexions entre les éléments. Des écrans spécifiques ont été dédiés à la commande des vannes, permettant aux opérateurs d'ouvrir ou fermer celles-ci en fonction des besoins du procédé. D'autres vues (**pop-up screen**) permettent le démarrage et l'arrêt des moteurs, avec un retour visuel sur leur état (en marche, à l'arrêt, défaut, etc.).

Un écran a également été réservé à l'affichage des alarmes, permettant de visualiser en temps réel les défaillances ou événements critiques détectés par l'automate. Enfin, les niveaux des bacs sont affichés dynamiquement grâce à des objets graphiques (bargraphes, jauges) liés aux valeurs analogiques mesurées par les capteurs de niveau. Cette structuration logique des écrans garantit une navigation intuitive et une prise de décision rapide et fiable pour les opérateurs de production.

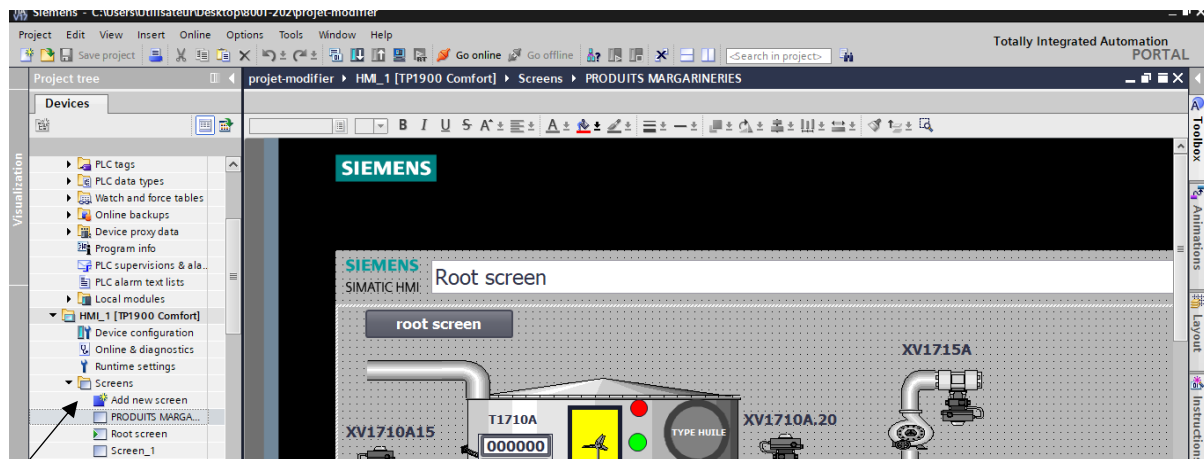


Figure IV.7 Création des écrans de supervision dans WinCC

IV.3.6 Création d'un écran Pop-up dans WinCC

Un **écran pop-up** (ou Pop-up Screen) dans WinCC est une **fenêtre contextuelle** qui s'affiche temporairement par-dessus l'écran principal d'une IHM, généralement pour permettre une action rapide, une confirmation, ou une visualisation simplifiée d'un contrôle (par exemple : démarrage/arrêt moteur, modification d'un paramètre, alarme locale...).

Il est souvent utilisé pour :

- Simplifier l'interface utilisateur sans surcharger l'écran principal,
- Créer des fenêtres de commande rapide (**boutons MARCHE / ARRÊT**).

La création d'un écran **pop-up** dans TIA Portal commence par l'accès à la gestion des écrans, située dans l'arborescence à gauche sous le panneau **HMI > Screens**. Il faut ensuite cliquer sur **Screen management**, puis sur **Pop-up screens**. Une fois dans cette section, un clic droit permet de sélectionner l'option **Add new pop-up screen**, ce qui génère un nouvel écran vierge nommé par défaut (new pop-up screen). Cet écran peut être renommé pour plus de clarté.

Une fois l'écran créé, il est possible d'y intégrer les éléments graphiques souhaités à partir de la **boîte à outils (Toolbox)** située à droite. L'utilisateur peut insérer des boutons, du texte, des voyants lumineux ou tout autre objet d'interaction. Par exemple, on peut placer un **bouton vert "MARCHE"** et un **bouton rouge "ARRÊT"**, chacun configuré avec une animation de retour d'état ou de visibilité pour indiquer l'état du moteur ou du processus concerné. Cette méthode permet de concevoir des fenêtres contextuelles ergonomiques, facilitant la commande rapide et intuitive des équipements sans surcharger l'écran principal.

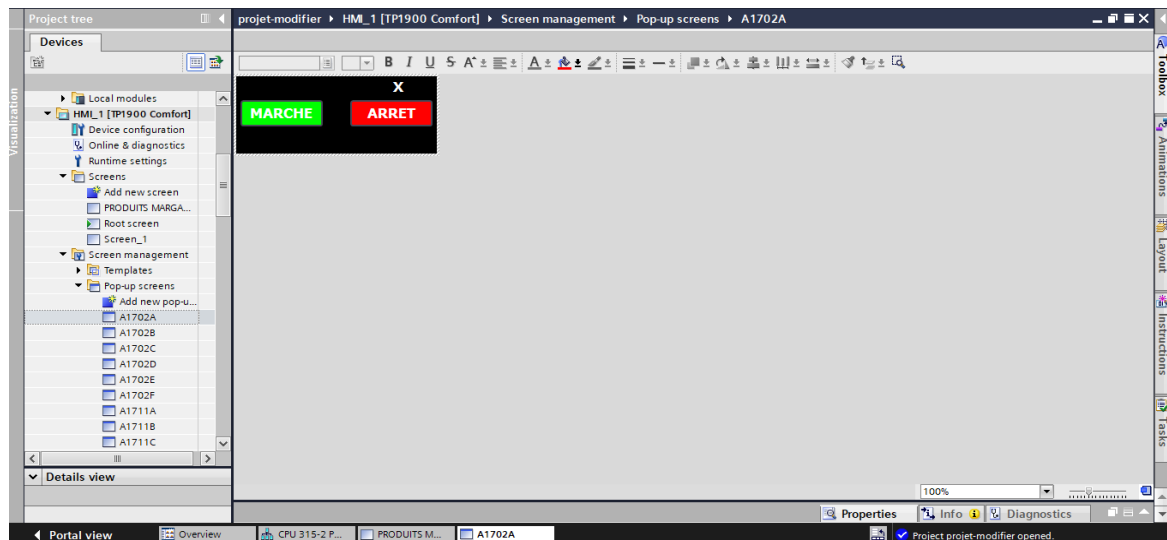


Figure IV.8 Création d'un écran Pop-up dans WinCC

IV.3.7 Insertion des objets graphiques

Après avoir créé les écrans de supervision, l'étape suivante consiste à insérer les objets graphiques nécessaires à la représentation et au pilotage du système. Dans WinCC (TIA Portal), cette opération s'effectue à partir du panneau Toolbox, situé à droite de l'interface, qui regroupe différents éléments visuels classés par catégories : objets de base, éléments dynamiques, contrôles, alarmes, images, etc.

On peut ainsi insérer des formes simples (rectangles, cercles, lignes), des zones de texte, des voyants ou encore des boutons. À cela s'ajoutent des éléments plus évolués comme les bargraphes, compteurs analogiques, animations d'objet, et surtout les symboles techniques issus des bibliothèques (pompes, moteurs, vannes, bacs, etc.), comme illustré dans la capture d'écran. Ces symboles peuvent être personnalisés visuellement (couleur, taille, rotation) et dynamiquement (animation en fonction des états du processus).

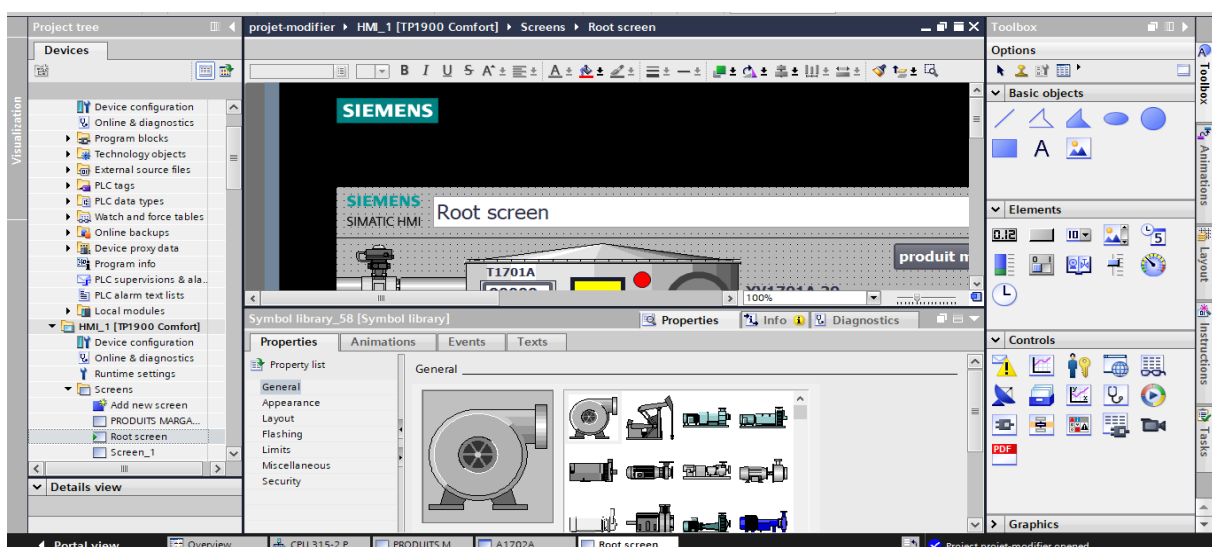


Figure IV.9 Insertion des objets graphiques

Chaque objet inséré est ensuite **lié à une variable automate** (bit mémoire, entrée, sortie, ou valeur analogique), ce qui permet de refléter en temps réel l'état du système. Par exemple, un moteur peut s'afficher en rouge lorsqu'il est arrêté, ou vert lorsqu'il est en marche, en fonction de la valeur d'un bit %Q ou %M. De cette manière, l'interface devient non seulement intuitive, mais aussi parfaitement synchronisée avec le fonctionnement réel du procédé.

IV.3.8 Liaison entre les objets graphiques et les variables automate

Une fois les objets graphiques insérés dans les écrans de supervision, il est essentiel de les **lier aux variables du programme automate** afin d'assurer une **interaction en temps réel** entre l'IHM et le processus automatisé. Cette liaison permet de refléter visuellement l'état réel d'un équipement et, dans certains cas, de permettre sa commande directe depuis l'interface.

Prenons par exemple une **pompe** représentée par un symbole graphique issu de la bibliothèque WinCC. Pour que cette pompe change d'apparence en fonction de son état (en marche, à l'arrêt, en défaut...), on lui associe une **variable automate** (par exemple un bit mémoire %M0.0 ou une sortie %Q64.6) via l'onglet "**Animations**" et "**appearance**".

Concrètement :

- Si %Q64.6 = 1, la pompe est alimentée → l'objet s'affiche en **vert** (en marche),
- Si %Q64.6 = 0, la pompe est arrêtée → l'objet reste **gris**,
- Si un bit d'alarme est activé, l'objet peut clignoter en rouge pour signaler une anomalie.

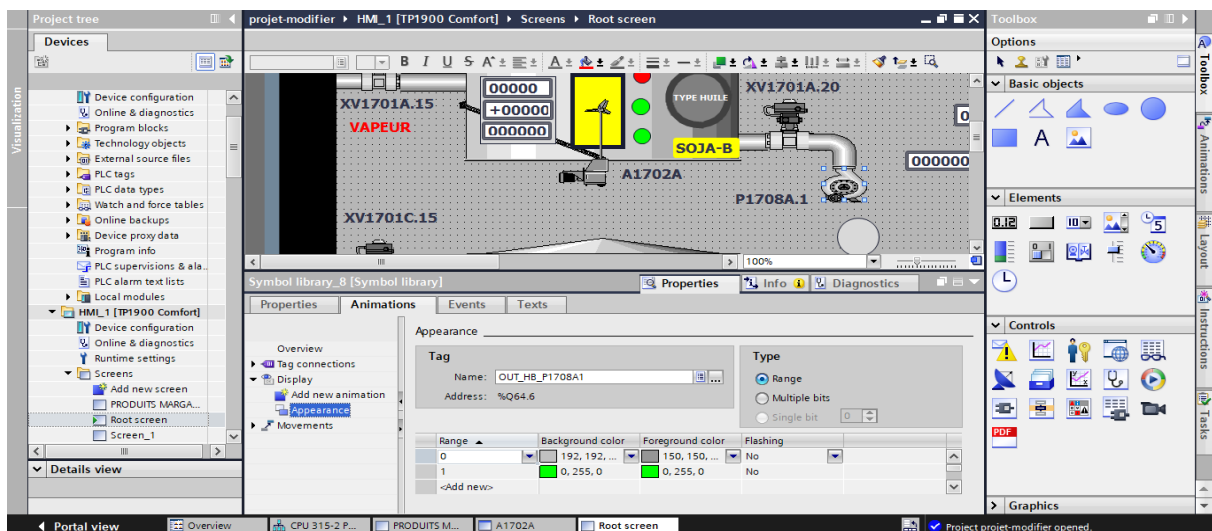


Figure IV.10 Liaison entre les objets graphiques et les variables automate

IV.3.9 Commande de la pompe via un écran Pop-up

Dans notre projet, l'**activation et la désactivation de la pompe** ne se font pas directement depuis l'écran principal, mais à travers un **écran contextuel (pop-up screen)** dédié. Cette approche permet de **dégager l'interface principale** tout en offrant un accès rapide et ergonomique à la commande de la pompe.

La pompe est représentée graphiquement sur l'écran principal. Pour rendre cet objet interactif, on accède à ses propriétés, puis à l'onglet **Events**, et on configure l'événement "**Show pop-up screen**". Dans la fenêtre de configuration qui s'affiche, on sélectionne le pop-up correspondant à cette pompe, par exemple **P1708A.1**. Ainsi, un clic sur la pompe affiche automatiquement une fenêtre contextuelle contenant les boutons de commande.

Il est également possible, depuis cette même fenêtre de configuration, de définir l'emplacement précis où le **pop-up** s'affichera à l'écran. Cette option permet d'adapter la position de la fenêtre contextuelle en fonction de l'agencement graphique, afin d'éviter qu'elle ne masque des éléments importants de l'IHM ou qu'elle ne perturbe la navigation. Le positionnement du pop-up peut ainsi être personnalisé en **X** et **Y** selon les besoins du projet.

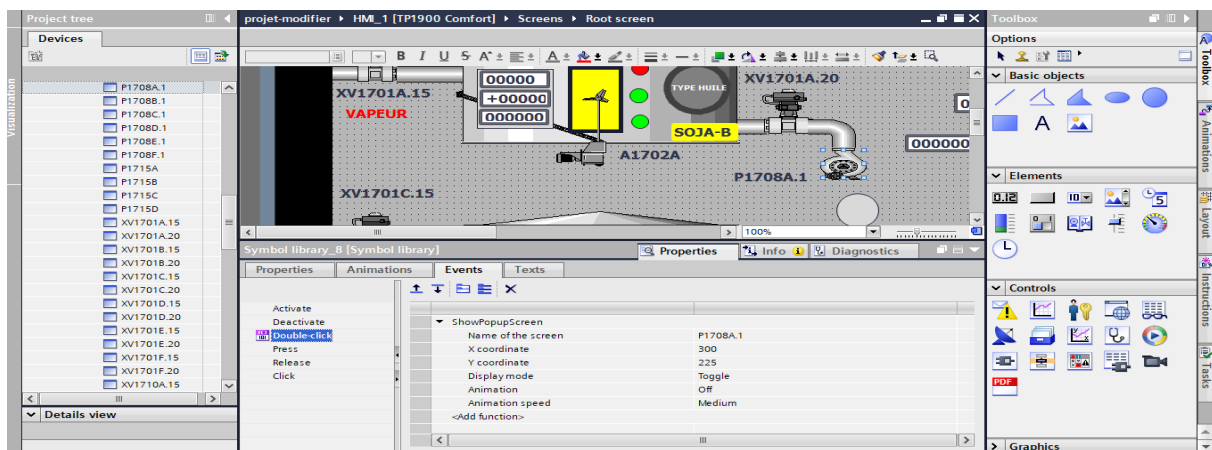


Figure IV.11 Activation de la pompe via l'événement "ShowPopupScreen"

Dans le pop-up **P1708A.1**, deux boutons ont été placés : **MARCHE** (vert) et **ARRÊT** (rouge). Chaque bouton est associé à une variable automate via l'onglet **Events** > **SetBit / ResetBit** :

- Pour le bouton **MARCHE**, l'événement **SetBit** est utilisé pour **activer** la variable d'autorisation (par exemple %M2.0), et **ResetBit** est configuré immédiatement après sur la **même variable**, pour s'assurer que le bit soit impulsif (et non maintenu).
- Cette séquence permet d'éviter que la variable reste indéfiniment à 1, ce qui pourrait entraîner un comportement indésirable.
- Pour le bouton **ARRÊT**, le principe est identique : on utilise **SetBit** et **ResetBit** sur une **variable distincte** dédiée à l'arrêt de la pompe (par exemple %M2.1).

Cette logique de commande garantit une **commande propre et temporisée**, conforme aux bonnes pratiques de l'automatisme. L'usage des pop-up screens pour la commande locale rend l'interface plus claire, modulaire et facilement évolutive.

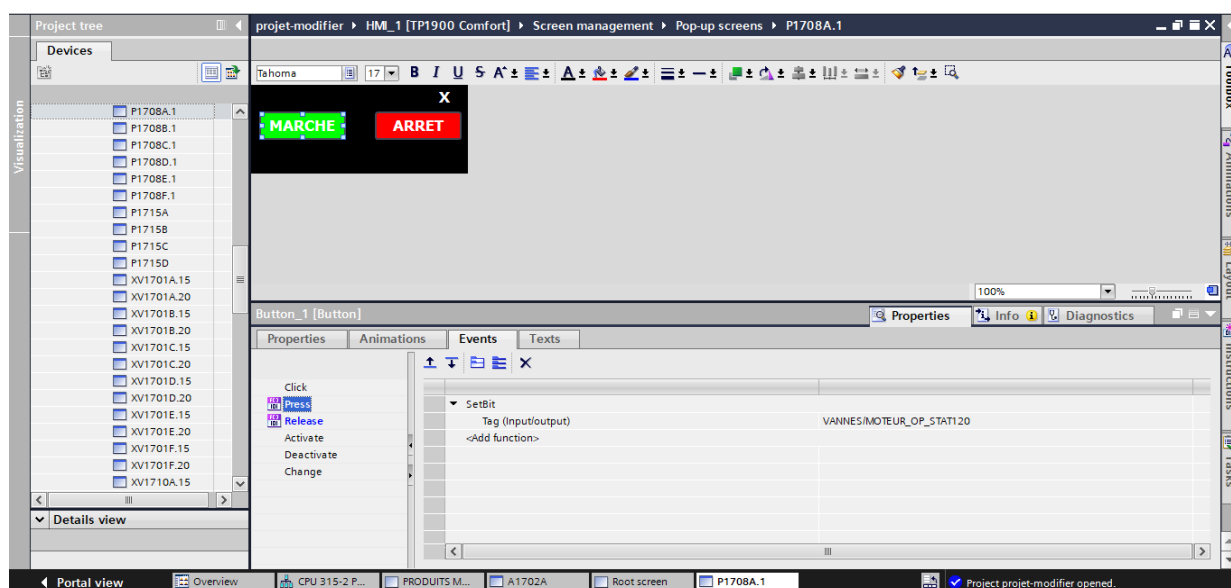


Figure IV.12 Configuration du bouton MARCHE pour activer la pompe

IV.3.10 Gestion des alarmes dans l'IHM

La gestion des **alarmes** dans un système automatisé est essentielle pour informer l'opérateur en temps réel d'un défaut, d'un état critique ou d'un dépassement de seuil. Dans notre projet, les alarmes ont été configurées dans **TIA Portal / WinCC** pour détecter et signaler tout événement anormal lié au fonctionnement des vannes, pompes, niveaux de bacs ou autres équipements.

Chaque alarme est liée à une **variable automate (bit mémoire ou entrée)** qui, lorsqu'elle passe à l'état actif (1), déclenche l'affichage d'un message dans une fenêtre d'alarmes sur l'interface opérateur. Ces alarmes sont paramétrées via le menu **HMI > Alarms**, où l'on définit pour chaque entrée :

- Le **message à afficher** à l'opérateur,
- La **condition de déclenchement** (variable associée),
- La **priorité de l'alarme** (basse, moyenne, haute),
- L'**accusé de réception** éventuel (ACK),

Ces alarmes peuvent être affichées dans une **vue dédiée** ou intégrées à d'autres écrans de supervision à l'aide d'un objet graphique "alarm view". Cela permet une **réactivité accrue des opérateurs**, qui peuvent agir immédiatement dès qu'un défaut apparaît, réduisant ainsi les temps d'arrêt et les risques.

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigger bit	Trigger address	HMI acknowl...
1	Unknown Fault	An unknown fault occurred, please contact	Errors	HMIAlarm...	0	%DB7.DBX1.0	<No tag>
2	Pneumatic Fault	Pneumatic is not ready, please check	Errors	HMIAlarm_c...	1	%DB7.DBX1.1	<No tag>
3	Machine Section A Fault	Machine Section A Fault	Errors	HMIAlarm_c...	2	%DB7.DBX1.2	<No tag>
4	Machine Section B Fault	Machine Section B Fault	Errors	HMIAlarm_c...	3	%DB7.DBX1.3	<No tag>
5	Machine Section C Fault	Machine Section C Fault	Errors	HMIAlarm_c...	4	%DB7.DBX1.4	<No tag>
6	Handling A Fault	Handling A Fault	Errors	HMIAlarm_c...	5	%DB7.DBX1.5	<No tag>
7	Handling B Fault	Handling B Fault	Errors	HMIAlarm_c...	6	%DB7.DBX1.6	<No tag>
8	Handling C Fault	Handling C Fault	Errors	HMIAlarm_c...	7	%DB7.DBX1.7	<No tag>

Figure IV.13 Interface de gestion des alarmes dans l'IHM

IV.4 Démarrage de la simulation

Pour tester notre projet sans avoir besoin de matériel réel, nous avons utilisé la **simulation intégrée dans TIA Portal**, avec **S7-PLCSIM** pour simuler l'automate, et **WinCC Runtime** pour simuler l'interface opérateur. Cette phase de test nous a permis de valider le bon fonctionnement de la logique automate, la communication avec l'IHM, ainsi que l'ergonomie des écrans. Voici les étapes que nous avons suivies :

- **Compilation du projet**

Nous avons d'abord compilé le programme automate ainsi que les écrans HMI pour vérifier qu'aucune erreur n'était présente.

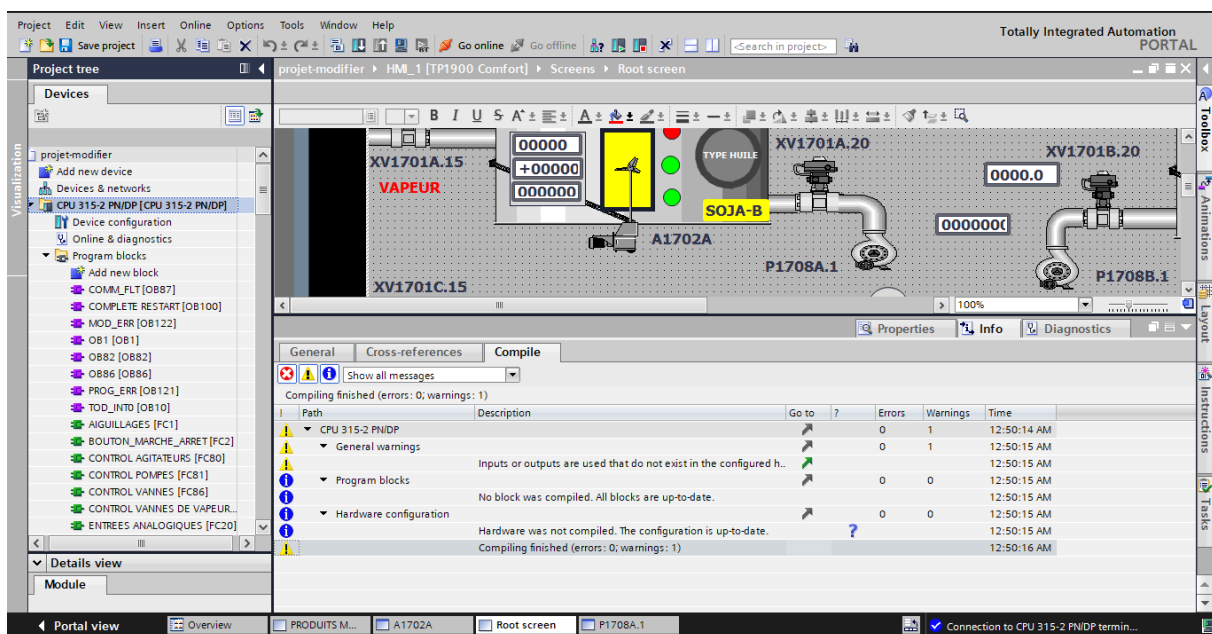


Figure IV.14 compilation de projet

- **Simulation de l'automate**

En cliquant sur "**Start simulation**", TIA Portal lance automatiquement **PLCSIM** et ouvre une session simulée de la CPU. Nous avons ensuite téléchargé notre programme vers cette CPU virtuelle.

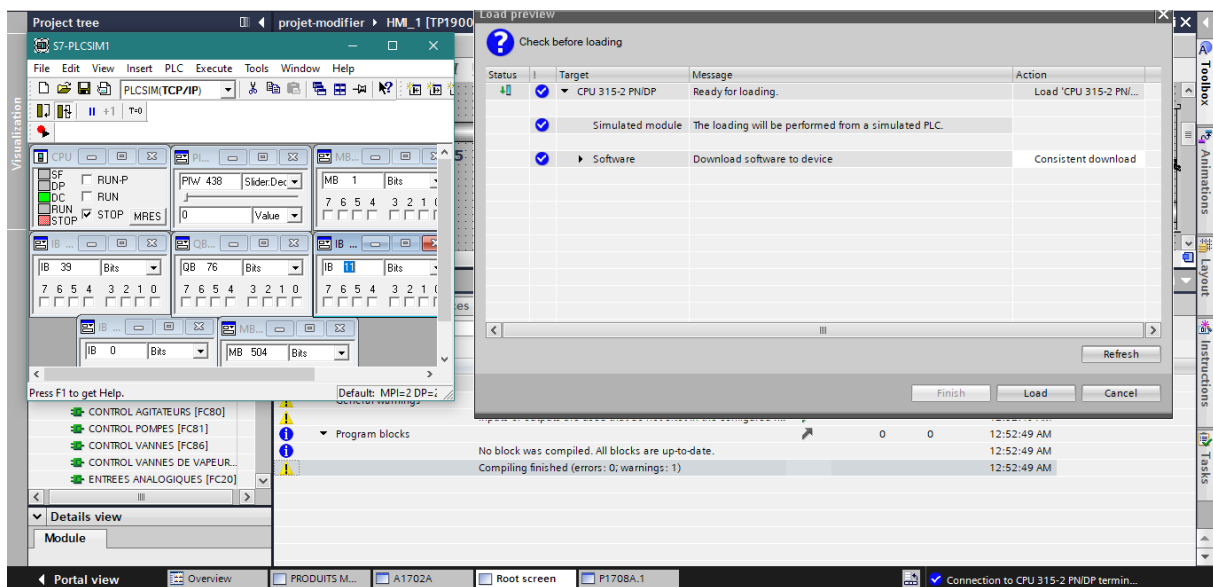


Figure IV.15 Start simulation

- **Passage en mode RUN**

Une fois le téléchargement terminé, nous avons activé le mode **RUN** dans PLCSIM pour démarrer l'exécution du programme.

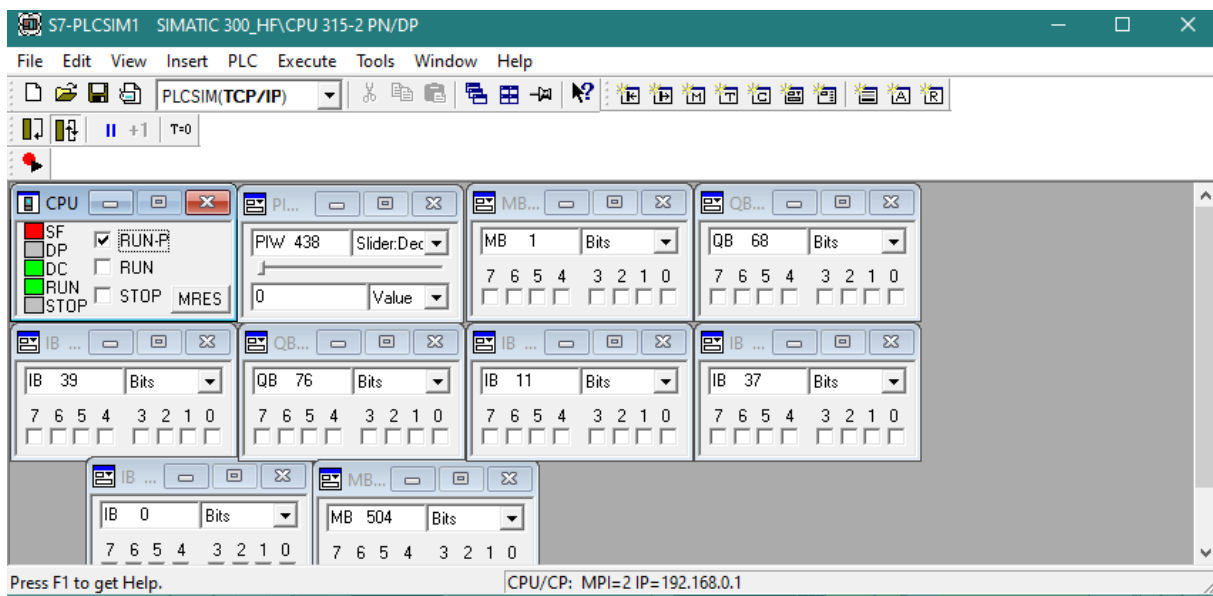


Figure IV.16 démarrer la CPU

- **Lancement de WinCC Runtime**

Ensuite, nous avons lancé la simulation IHM à l'aide de **WinCC Runtime**. Cela nous a permis d'interagir avec les boutons, voyants, alarmes, et de suivre en temps réel les états de nos équipements simulés.

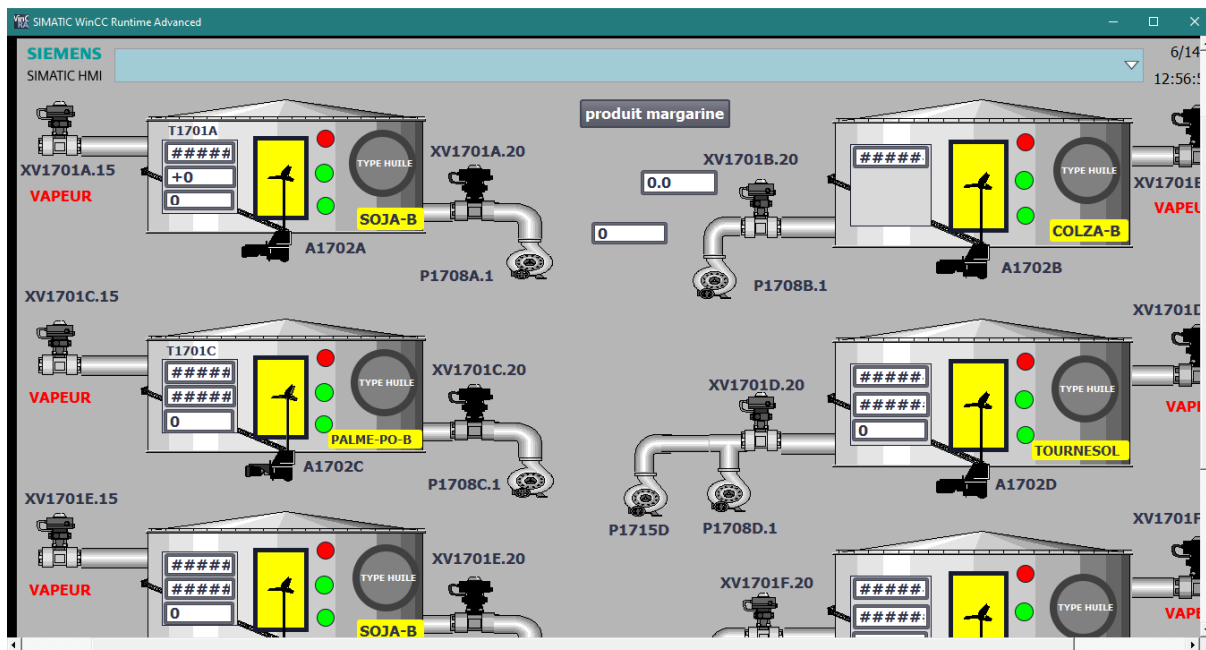


Figure IV.17 Lancement de WinCC

- **Tests fonctionnels**

Nous avons pu tester toutes les fonctionnalités prévues : activation des pompes, contrôle des vannes, affichage des niveaux, et simulation d'alarmes. Cela nous a permis d'ajuster certains paramètres avant la mise en service finale.

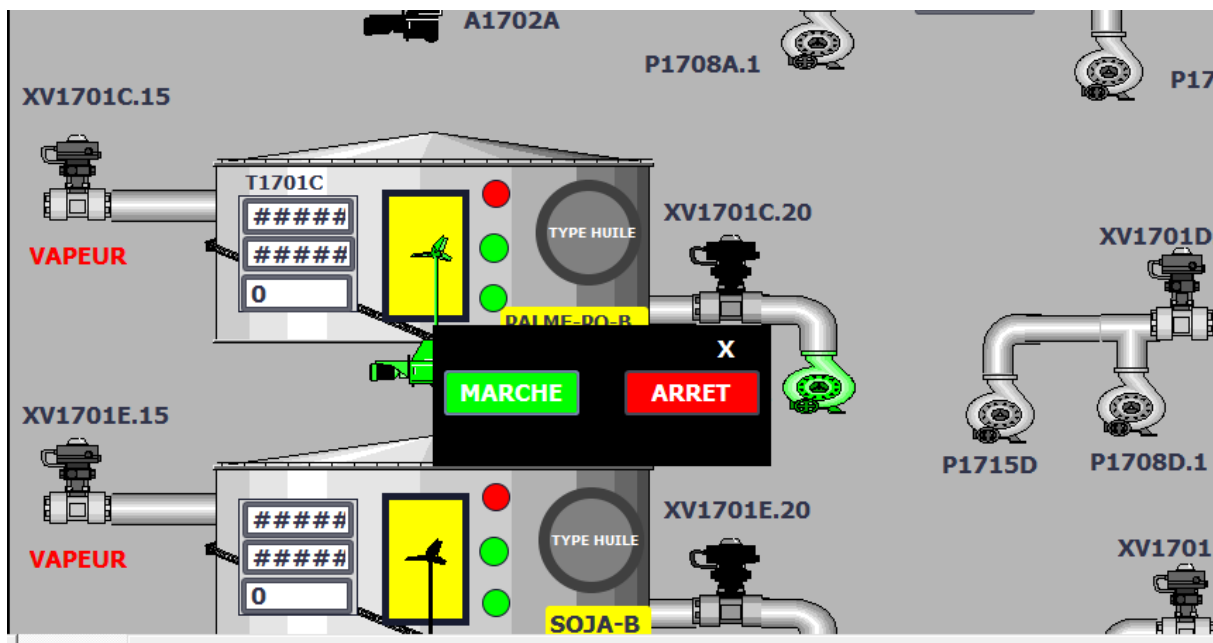


Figure IV.18 Tests fonctionnels

IV.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail la mise en œuvre de la supervision et de l'interface homme-machine (IHM) du système de télégestion du parc d'huile brute. À partir d'un système existant automatisé sous Siemens S7-300, nous avons conçu une IHM complète et fonctionnelle à l'aide de **TIA Portal et WinCC**, en respectant les exigences définies dans le cahier des charges.

La réalisation a suivi une démarche structurée : configuration matérielle de l'automate, création des écrans de supervision, insertion d'objets graphiques interactifs, liaison des variables, gestion des alarmes, et enfin simulation complète pour validation du fonctionnement. L'utilisation des **pop-up screen** et l'organisation claire des vues ont permis d'optimiser l'ergonomie de l'interface et de faciliter l'exploitation du système par les opérateurs.

Grâce à cette supervision, il est désormais possible de **piloter à distance les équipements**, de **surveiller les états en temps réel**, et de **réagir efficacement aux défauts ou anomalies**. Ce travail constitue ainsi une avancée significative vers la modernisation du système et pose les bases pour des évolutions futures.

Conclusion générale

Conclusion Générale

À l'issue de ce travail, nous avons pu mettre en œuvre une solution complète de supervision pour la gestion d'un parc d'huiles brutes, répondant à des exigences industrielles de plus en plus strictes en matière de sécurité, de performance et de traçabilité.

Notre démarche a débuté par une analyse approfondie du système existant, mettant en évidence ses limites en termes de contrôle, de visualisation et d'intervention. Cela nous a permis de formuler une problématique claire et de définir les objectifs de notre projet : centraliser les informations, automatiser les actions essentielles, et offrir à l'opérateur une interface intuitive, fiable et réactive.

L'intégration de l'automate Siemens S7-300, combinée à l'environnement de développement TIA Portal, nous a permis de modéliser précisément les processus physiques, de configurer les modules matériels et de programmer la logique nécessaire à l'automatisation du système. Par ailleurs, la conception d'une interface homme-machine (IHM) adaptée à l'environnement industriel a constitué un point central de notre réalisation. Cette interface permet non seulement de surveiller l'état des équipements en temps réel, mais aussi d'intervenir rapidement en cas d'alarme ou d'anomalie.

Ce projet nous a permis de renforcer nos compétences techniques dans des domaines clés tels que l'automatisme, la programmation API, la supervision industrielle et la gestion des communications entre équipements. Il nous a également sensibilisés à l'importance d'une approche rigoureuse, structurée et orientée utilisateur dans le développement de systèmes industriels.

En conclusion, cette expérience a confirmé que l'automatisation et la supervision sont des leviers essentiels pour moderniser les installations industrielles. Elle ouvre également des perspectives d'amélioration continue, notamment à travers l'ajout de modules de diagnostic avancés, de remontée d'historique, ou d'intégration à des systèmes de gestion plus globaux.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Y. Saadi, « Groupe Cevital », <https://fr.scribd.com>, juin 2025.
- [2] Siemens AG, « *SITRANS Probe LU240 Ultrasonic Level Transmitter* », *Application Guide*, 2021
- [3] Siemens AG, « *Temperature Measurement with SITRANS TS* », Technical Manual, 2022
- [4] Sulzer, « *Agitation and Mixing Technology for Oil & Gas Applications* », Technical Handbook, Sulzer Ltd, 2022.
- [5] CEI 61131-3, Norme internationale des langages de programmation pour les API.
- [6] Schneider Electric, "Les fondamentaux de l'automatisation industrielle », livre blanc, juin 2025.
- [7] Boileau P., « Les automatismes industriels », Éditions Casteilla, 2017.
- [8] IEC 61131-2 / Documentation constructeurs
- [9] Allen-Bradley, « Manuel Rockwell Automation », 2023.
- [10] Equipe Siemens, « Manuel d'utilisation STEP 7 V5.6 », Siemens, 2020.
- [11] Equipe Siemens, « Documentation Siemens TIA Portal », Siemens, 2020.
- [12] Equipe Siemens, « *SIMATIC WinCC in the TIA Portal – System Manual* », Siemens AG, 2020
- [13] Equipe Siemens. « *TIA Portal Manual: Configuration and Programming* », Siemens AG, 2020.
- [14] Equipe Siemens, « TIA Portal Openness : API pour l'automatisation de workflows d'ingénierie », <https://support.industry.siemens.com/> , juin 2025.
- [15] Equipe Siemens, « STEP 7 and WinCC Engineering V15 .1 », <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109755202> , juin 2025.

Résumé

Ce mémoire porte sur la conception et la mise en œuvre d'une interface homme-machine (IHM) pour la télégestion d'un parc de stockage d'huile brute, dans un contexte industriel réel au sein du groupe agroalimentaire Cevital.

L'objectif principal du projet est d'automatiser et de superviser les opérations de stockage, transfert et contrôle des huiles brutes en utilisant les outils Siemens tels que l'automate S7-300 et le logiciel TIA Portal (version 17). Le système initial, dépourvu d'IHM, imposait des interventions manuelles fréquentes et présentait un manque de visibilité, de réactivité et de sécurité.

Le travail est structuré en quatre chapitres :

- Le **chapitre 1** décrit en détail l'architecture physique du système : les bacs de stockage, les capteurs (sondes, transmetteurs), les actionneurs (pompes, vannes, agitateurs), ainsi que le rôle de l'automate dans la régulation.
- Le **chapitre 2** expose les fondements de l'automatisation industrielle, le fonctionnement des automates programmables, et les avantages du logiciel TIA Portal dans le développement intégré API/IHM.
- Le **chapitre 3** traite du problème technique identifié, de la démarche méthodologique de mise en œuvre de la solution, ainsi que de l'analyse des blocs fonctionnels du programme automate.
- Le **chapitre 4** est dédié à la conception de l'IHM : création des vues de supervision, insertion des objets graphiques, gestion des alarmes, pop-up de commande, liaison avec les variables automate, et test du système via PLCSIM.

Ce projet a permis de fournir une interface visuelle fiable et intuitive, améliorant la surveillance, la sécurité et la traçabilité des opérations. L'IHM conçue facilite la gestion à distance, réduit les erreurs humaines, et offre un système évolutif, adapté aux exigences industrielles modernes.

Abstract

This thesis focuses on the design and implementation of a Human-Machine Interface (HMI) for the remote management of a crude oil storage park, in a real industrial context within the agro-industrial group Cevital.

The main objective of the project is to automate and supervise storage, transfer, and control operations of crude oils using Siemens tools such as the S7-300 PLC and TIA Portal software (version 17). The initial system, which lacked an HMI, required frequent manual interventions and lacked visibility, responsiveness, and safety.

The work is structured into four chapters:

- **Chapter 1** presents the physical architecture of the system, including storage tanks, sensors (probes, transmitters), actuators (pumps, valves, agitators), and the role of the PLC in regulation.

- **Chapter 2** outlines the basics of industrial automation, the operation of programmable logic controllers (PLCs), and the advantages of TIA Portal for integrated PLC/HMI development.
- **Chapter 3** addresses the identified technical problem, the methodological approach for implementing the solution, and the analysis of functional blocks of the PLC program.
- **Chapter 4** is dedicated to the HMI design: creating supervision views, inserting graphical objects, managing alarms, pop-up commands, linking with PLC variables, and system testing using PLCSIM.

The project successfully delivered a reliable and intuitive visual interface that improves monitoring, safety, and traceability. The developed HMI facilitates remote operation, reduces human errors, and provides a scalable system that meets modern industrial requirements.

الملخص

تركز هذه الأطروحة على تصميم وتنفيذ واجهة الإنسان والآلة للإدارة عن بعد لمنشأة تخزين النفط الخام، في سياق صناعي حقيقي ضمن مجموعة Cevital الزراعية الغذائية.

الهدف الرئيسي من المشروع هو أتمتة عمليات تخزين النفط الخام ونقله والتحكم فيه والإشراف عليه باستخدام أدوات

Siemens S7-300 وبرنامج TIA Portal

تم تنظيم العمل في أربعة فصول:

- **يفصّل الفصل 1** بالتفصيل البنية المادية للنظام: صهاريج التخزين، وأجهزة الاستشعار (المجسات وأجهزة الإرسال)، والمشغلات (المضخات، والصمامات، والخلاطات)، بالإضافة إلى دور الأتمتة في التنظيم.

- **يفصّل الفصل 2** أساسيات الأتمتة الصناعية، وكيفية عمل وحدات التحكم المنطقي القابلة للبرمجة، ومزايا برنامج

TIA Portal في تطوير PLC/HMI المتكامل.

- **يفصّل الفصل 3** المشكلة التقنية التي تم تحديدها، والأسلوب المنهجي لتنفيذ الحل، وتحليل الكتل الوظيفية لبرنامج

. PLC

- **يفصّل الفصل الرابع** مخصص لتصميم واجهة الإنسان والآلة: إنشاء وجهات الإشراف، وإدراج الكائنات الرسومية، وإدارة التنبيهات، والنافذة المنبثقة للأوامر، والارتباط بمتغيرات PLC واختبار النظام عبر PLCSIM.

وفّر هذا المشروع واجهة بصرية موثوقة وسهلة الاستخدام، مما حسن المراقبة والأمان وإمكانية تتبع العمليات. تُسهّل واجهة المستخدم البشرية المُصمّمة الإدارة عن بُعد، وتقلّل الأخطاء البشرية، وتُقدّم نظامًا قابلاً للتطوير، مُكيّفًا مع المتطلبات الصناعية الحديثة.