

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA1
Faculté de Technologie
Département d'Automatique et Électrotechnique



Mémoire de Projet de Fin d'Études
En Automatique

Option : Automatique et Systèmes

THÈME : Prétraitement d'une Station d'Épuration des
Eaux Usées

Réalisé par
BENKESSIRAT Elyes
BENDALI BRAHAM Mouna

Encadré par
Pr. K. KARA
Dr. M. RABAHI

2022-2023

Remerciement

Avant tout, nous tenons à exprimer notre gratitude infinie à Allah, le Tout-Puissant, pour nous avoir guidés et soutenus tout au long de notre parcours scolaire et universitaire. Sa miséricorde et Sa grâce ont été les forces motrices derrière chaque étape de cette expérience.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Pr.KARA et co-encadreur Dr.RABAHI. Votre soutien inestimable, vos conseils éclairés et votre expertise ont été d'une importance capitale pour la réussite de ce projet. Votre engagement constant à nous orienter, à nous guider et à nous encourager a été une source d'inspiration tout au long de cette expérience. Votre expertise approfondie dans le domaine a élargi nos horizons et nous a permis de développer nos compétences de manière significative.

Nous aimerions également exprimer notre gratitude envers les membres du jury pour leur temps, leur expertise et leurs commentaires précieux lors de l'évaluation de notre travail. Leurs observations et recommandations seraient inestimables pour améliorer nos compétences et affiner nos connaissances.

Enfin, nous tenons à remercier nos familles pour leur soutien indéfectible tout au long de ce parcours. Leurs encouragements constants, leur amour inconditionnel et leur confiance en nous ont été une source d'inspiration inépuisable.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, MERCI!

ملخص

مهمتنا في هذا المشروع الهندسي هي برمجة جزء المعالجة المبدئية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام وحدة تحكم قابلة للبرمجة (PLC \) مكررة (ص ٠٠٥١٢ اعي) مع وحدة المعالجة المركزية (ثعو ١٥١٣ غع) وإضافة وحدة تمديدية ٠٠٢. سنقوم بعد ذلك بتصميم واجهة الإنسان والآلة (حي) وأخيراً نقوم باختبار النتائج في المحاكى

الكلمات الدالة:

وحدة التوسع الوحدة المنطقية القابلة للبرمجة

Résumé

Notre mission dans ce projet de master est de programmer la partie prétraitement d'une station d'épuration des eaux usées en utilisant un automate redondant (API S7-1500) avec un CPU (CPU 1513R-PN) et d'ajouter un module d'extension ET200. Ensuite, nous réaliserons la conception de l'IHM et enfin nous testerons les résultats dans le simulateur.

Mots clés : IHM, module d'extension, automate redondant.

Abstract

Our mission in this engineering project is to program the pre-treatment section of a wastewater treatment plant using a redundant programmable logic controller (PLC) (S7-1500 API) with a CPU (CPU 1513R-PN) and add an ET200 extension module. We will then design the human-machine interface (HMI) and finally test the results in the simulator.

Key words : Expansion module, HMI, automate redondant

Table des matières

Remerciement	i
Table des figures	vi
Liste des tableaux	vii
Liste des Abréviations	ix
Introduction générale	1
I Présentation de l'entreprise et generalite sur le traitement	3
I.1 Introduction	4
I.2 Présentation de l'Entreprise LM Electric	4
I.2.1 Historique de l'entreprise	4
I.2.2 Les services Engineering	4
I.3 Localisation de la station	5
I.4 Traitement des eaux usées	5
I.4.1 Processus d'épuration	6
I.4.2 Degrillage grossier	6
I.4.3 Arrivée des eaux usees	7
I.4.4 Prétraitement	8
I.4.5 Dégrillage fin	9
I.4.6 Traitement biologique	15
I.4.7 Decantation, désinfection et recirculation des Boues	16
I.4.8 Traitement des boues	16
I.5 Conclusion	18

II	Description et équipement de la partie prétraitement de la station	19
II.1	Introduction	20
II.2	Équipements électriques de la partie prétraitement de la station	20
II.2.1	Moteur asynchrone triphasé	20
II.2.1.1	Constituants du moteur asynchrone triphasé	21
II.2.1.2	Principe de fonctionnement	21
II.2.1.3	Branchement des moteurs (choix du couplage)	22
II.2.2	Électrovanne	24
II.2.3	Pompe immergée	24
II.3	Équipement des tableaux de commande électrique	25
II.3.1	Contacteur	25
II.3.1.1	Constitution	25
II.3.1.2	Circuit auxiliaire	27
II.3.2	Disjoncteur moteur	27
II.3.3	Relais	27
II.3.3.1	Relais miniature	28
II.3.3.2	Relais temporisé	29
II.4	Instruments de mesure	30
II.4.1	Transmetteur de niveau	30
II.4.2	Détecteur de gaz	30
II.4.3	Capteur fin de course	31
II.4.4	Transmetteur de température	32
II.4.5	Transmetteur de ph et redox	32
II.4.6	Conclusion	33
III	Automatisation de la partie du prétraitement	34
III.1	Introduction	35
III.2	Fonctionnement du processus et organigramme	35
III.2.1	Modes de démarrage	35
III.2.2	Architecture d'automatisation du processus	37
III.2.3	Bilan d'entrées/sorties	38
III.3	Critere de choix de PLC	38
III.3.1	PLC S7-1500	39
III.3.1.1	Alimentation	39
III.3.1.2	CPU 1513R-1 PN	39
III.3.2	Bilan des modules du réseau	40

III.3.3 ET200	40
III.4 Pretraitement	41
III.4.1 Entrée d’eaux brutes	41
III.4.2 Dégrillage fin	41
III.4.3 Dessablage-déshuillage	44
III.4.4 Développement Software	45
III.4.4.1 Tia portal	45
III.5 Conclusion	50
IV Supervision et control	51
IV.1 Introduction	52
IV.2 SCADA	52
IV.2.1 Creation d’un poste de supervision	52
IV.2.2 Résolution de l’écran	52
IV.2.3 Mise en réseau du poste de supervision avec l’automate	53
IV.2.4 Liaison du poste de supervision et l’automate	54
IV.2.5 Eléments pour la cretion des vues	54
IV.2.6 Moteur et son Animation	54
IV.3 Différentes vues	55
IV.3.1 Vue du degrillage	56
IV.3.2 Vue dessablage deshuillage	57
IV.3.3 Pop up moteur	57
IV.3.4 TGBT	58
IV.3.5 Configuratioin des timer	59
IV.3.6 Vue de configuration des capteur	60
IV.3.7 Vue des alarmes	60
IV.4 Simulation et mise en service	61
IV.4.1 PLCSIM Advanced 4.0	61
IV.4.2 WinCC runtime advanced	62
IV.4.3 Etapes de télévison du plcsim apres la validation	63
IV.4.4 Mise en service	63
IV.5 Conclusion	64
Conclusion générale	65
Bibliographie	67

Table des figures

I.1	Différents processus du traitement des eaux usées	6
I.2	Canal Venturi[1]	7
I.3	Représentation des températures moyennes mensuelles[1]	8
I.4	Dégrillage fin[2]	9
I.5	Dégrilleur [3]	10
I.6	Visconvoyeuse [4]	11
I.7	Le dessablage et le déshuilage[5]	12
I.8	Ouvrage de dessablage-déshuilage [3]	13
I.9	Les aérateurs immergés [3]	14
I.10	Décanteur à pont racleur [3]	15
I.11	Traitement biologique[5]	15
I.12	Traitement des boues[6]	18
II.1	Moteur asynchrone triphasé[7]	21
II.2	Plaque signalétique[7]	22
II.3	Couplage étoile [7]	23
II.4	Couplage triangle [7]	23
II.5	Modèles des contacteurs [8]	25
II.6	Composants d'un contacteur [8]	26
II.7	Disjoncteur moteur [9]	27
II.8	Relais miniature [9]	28
II.9	Relais temporisé [9]	29
II.10	Transmetteur de niveau [9]	30
II.11	Capteur fin de course [10]	32
II.12	Transmetteur de température [9]	32

II.13 Transmetteur de PH et de redox [9]	33
III.1 Organigramme de démarrage	36
III.2 Alimentation [11]	39
III.3 Organigramme de dégrillage fin	43
III.4 Organigramme Déssablage-Déshuillage	45
III.5 Blocs de programme [9]	46
III.6 Bloc fonction du prétraitement	47
III.7 Detail blocs fonction	47
III.8 Bloc de normalisation et d'echelle	48
III.9 Configuration matérielle	49
III.10 Configuration Réseau	50
IV.1 Résolution de l'écran	53
IV.2 Mise en réseau du poste de super vision avec l'automate	53
IV.3 Liaison du poste de supervision et l'automate	54
IV.4 Éléments pour la cretion des vues	54
IV.5 Moteur dans un vu de supervision	55
IV.6 Animation moteur	55
IV.7 Vues du programme	56
IV.8 Vue du degrillage fin	56
IV.9 Vue dessablage deshuillage	57
IV.10 Pop up moteur	58
IV.11 Vue TGBT	59
IV.12 Vue de configuration des timer	59
IV.13 Vue de configuration des capteur	60
IV.14 Vue des alarmes	61
IV.15 Configuration du simulateur plcsim advanced 4.0	62
IV.16 Carte reseau du poste de supervision	63

Liste des tableaux

III.1 Conditions de lancement	37
III.2 Liste des E/S du projet	38
III.3 Caractéristiques du plc	40
III.4 Bilan des modules	40

Liste des abréviations

API	<i>Automate Programmable Industrielle.</i>
CPU	<i>Central Processing Unit.</i>
DCS	<i>Distributed Control Systems.</i>
DG	<i>Dégrilleur.</i>
I/O	<i>Input/Output.</i>
IP	<i>Internet Protocol.</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i>
LIT	<i>Level Indicator Transmitter.</i>
LSH	<i>Level Switch High.</i>
PH	<i>Potentiel of Hydrogen.</i>
P-ID	<i>Piping and Instrumentation Diagram.</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller.</i>
PN	<i>Profinet.</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition.</i>
TOR	<i>Toute ou Rien.</i>

Introduction générale

Les eaux usées provenant des industries et des collectivités de la ville de Sidi-Aich sont actuellement déversées directement dans l'Oued Soummam, sans subir de traitement préalable. Cette pratique présente des risques significatifs pour l'environnement et la santé publique. Pour remédier à cette situation, la mise en place d'une station d'épuration s'avère essentielle afin de traiter les eaux usées avant leur rejet dans le milieu récepteur, garantissant ainsi la protection contre toute forme de contamination.

Les stations d'épuration des eaux usées jouent un rôle essentiel, en traitant les eaux usées domestiques et industrielles. L'amélioration de l'efficacité et des performances des stations d'épuration est donc d'une importance capitale. Dans ce contexte, l'automatisation des processus de traitement représente une solution prometteuse pour optimiser le fonctionnement de ces installations.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous concentrerons sur l'automatisation du processus de prétraitement des eaux usées dans la station d'épuration de Sidi-Aich. Le prétraitement des eaux usées est une étape essentielle qui vise à éliminer les solides grossiers, les matières flottantes et les particules insolubles présentes dans les eaux usées avant leur passage aux étapes de traitement ultérieures.

Afin d'atteindre ces objectifs, nous adoptons une approche méthodologique basée sur une revue de littérature approfondie, des analyses techniques et des études de cas. Nous avons également recueilli des données sur le fonctionnement actuel de la station d'épuration de Sidi Aïche, afin d'évaluer les besoins spécifiques en matière d'automatisation et de proposer des recommandations adaptées.

Organisation du mémoire

- **Le premier chapitre** comporte l'étude fonctionnelle du processus de la partie prétraitement des eaux usées.

-
- **Le deuxième chapitre** est consacré à les différentes instruments de surveillance du processus de la partie prétraitement.
 - **Le troisième chapitre** est destiné à la partie pratique. Il comprend les étapes suivies, lors de l'automatisation de la partie du prétraitement.
 - **Le quatrième chapitre** est réservé à la partie du supervision et control. Il comprend les résultats de la simulation.

Le mémoire se termine par une conclusion globale qui englobe nos actions, les obstacles rencontrés et les connaissances accumulées à ce stade d'avancement.

Chapitre I

**Presentation de l'entreprise et
generalite sur le traitement**

I.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons définir l'entreprise LM Electric et discuter du projet. Nous aborderons aussi les différents processus du traitement des eaux usées ainsi que leur importance dans l'efficacité globale du traitement. En met l'accent sur le prétraitement qui joue un rôle crucial permettant la préparation efficace des eaux usées brutes avant leur traitement ultérieur. Il consiste à éliminer les substances solides et les contaminants grossiers, réduire la charge organique et prévenir les dommages aux équipements.

I.2 Présentation de l'Entreprise LM Electric

LM Electric est une entreprise spécialisée dans la conception, la mise en œuvre et l'intégration de solutions d'automatisation pour diverses industries.

La collaboration entre LM Electric et Hydro Traitement a permis la conception de la station de sidi aich.

Hydro Traitement est une entreprise de traitement hydraulique qui a fourni une analyse fonctionnelle détaillée du projet de dépuración des eaux usées de SIDI AICH.

I.2.1 Historique de l'entreprise

L'entreprise familiale LM (LAIHEM MOURAD) Electric a été fondée en 1998 par M. Laihem Hacene, retraité de la Sonelgaz. Laihem Mourad, se spécialisant dans les tableaux électriques et l'automatisme. Le nom LM Electric fait référence à Laihem Mourad, le fondateur de l'entreprise.

I.2.2 Les services Engineering

L'ingénierie consiste en l'application des connaissances scientifiques et techniques pour concevoir, créer et améliorer des solutions innovantes aux problèmes et défis techniques en peut les enumerer comme suit .

- Analyse de la puissance requise, calculs et sélection des équipements appropriés.
- Élaboration d'un schéma électrique détaillé.

- Évaluation de l'encombrement nécessaire (vue en plan).
- Préparation d'un plan d'exécution détaillé.
- Création d'un carnet de câbles pour identifier et suivre les câbles utilisés.
- Compilation d'un dossier complet comprenant les informations d'exploitation et de maintenance nécessaires.

I.3 Localisation de la station

La station d'épuration des eaux usées qui se localise dans la ville de Sidi-Aich, spécifiquement à l'endroit appelé Chet. Le terrain choisi pour ce projet est d'une superficie de 1,37 hectares et présente un relief accidenté. Il est situé à environ 3 km à l'est de la ville, avec la route nationale n°26 (RN26) au nord et des terrains privés à vocation agricole l'entourant. Le site est localisé sur le versant nord de l'Oued Soummam, avec des pentes et des déclivités orientées du nord au sud.

I.4 Traitement des eaux usées

Les eaux usées, également appelées eaux domestiques ou eaux résiduaires, sont les eaux qui résultent des activités humaines et qui sont contaminées par diverses substances.

Origines des eaux usées

- les eaux domestiques.
- les eaux industrielles.
- les eaux pluviales.
- les eaux agricoles.

Type de pollution

Les eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent contenir une variété de contaminants qui polluent les cours d'eau, les lacs, les océans et les nappes phréatiques. Voici quelques-unes des principales formes de pollution associées aux eaux usées

- Minérale.
- Microbiologie.
- Organique.

I.4.1 Processus d'épuration

les étapes de purification des eaux usées jouent un rôle crucial dans le processus global de traitement des eaux usées. Elles travaillent ensemble pour éliminer les contaminants, réduire la pollution et protéger notre environnement, contribuant ainsi à la préservation de l'eau et à la santé publique. Pour cela on passe par plusieurs étapes comme le montre (figureI.1)

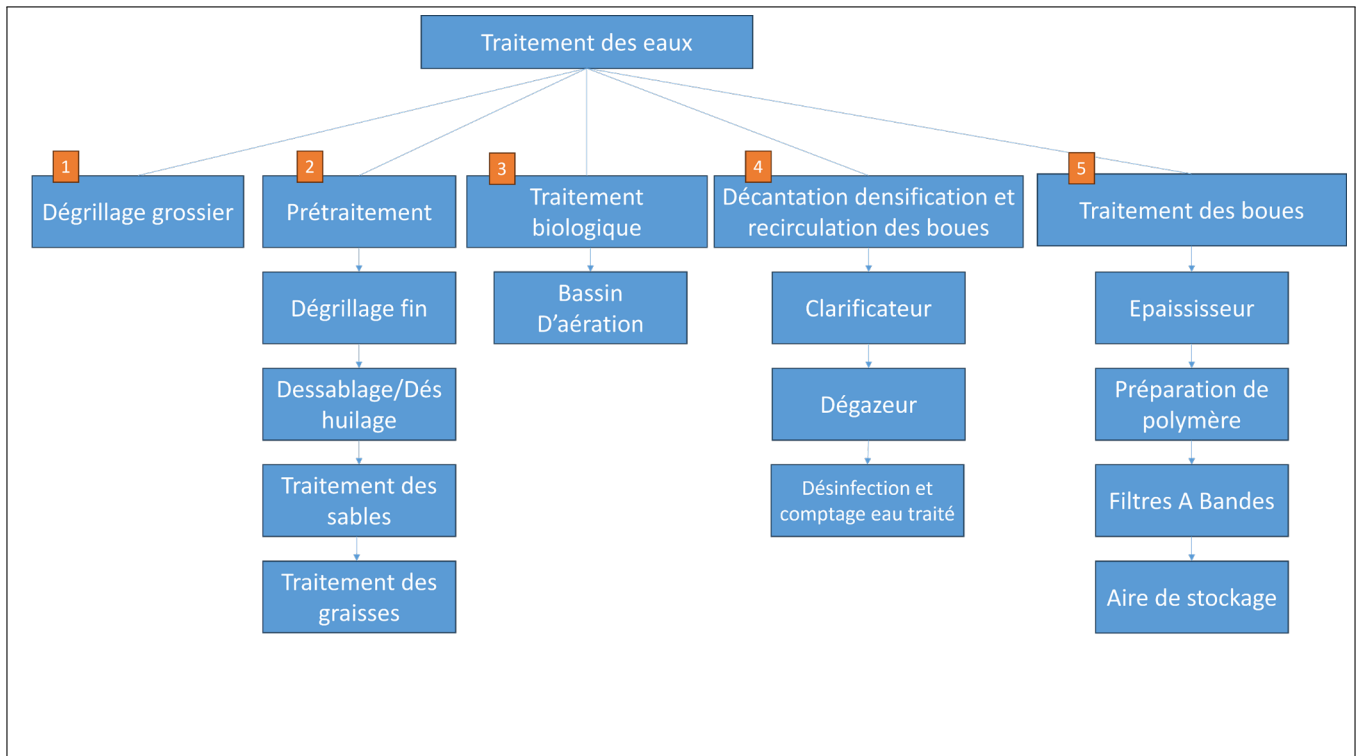


FIGURE I.1 – Différents processus du traitement des eaux usées

I.4.2 Degrillage grossier

Le dégrillage grossier est une étape du processus de traitement des eaux usées qui vise à éliminer les débris solides de grande taille présents dans l'eau brute. Cela se fait en faisant passer l'eau à travers une grille ou un tamis à larges mailles, permettant de retenir les objets tels que les branches, les feuilles, les détritux et autres débris volumineux. Cette étape de dégrillage grossier prévient les obstructions ultérieures dans le système de traitement et protège les équipements de pompage et de traitement des dommages potentiels.

I.4.3 Arrivée des eaux usees

Les eaux brutes sont acheminées sur site par refoulement via deux conduites d'amenées DN500 et DN400. La conduite d'arrivée sera amorcée jusqu'au prétraitement au niveau du dégrillage fin. Un regard de réception permettra le by-pass général de la station par un système de vannes. Le dégrilleur grossier manuel permet l'élimination de solides lourdes de l'eau d'entrée. La totalité des eaux brutes sont comptabilisées avant de passer vers le poste prétraitement via un débitmètre à ultrasons installé sur le canal Venturi d'alimentation des grilles fines.

Canal Venturi ISO : L'écoulement dans les Venturi ISO est du domaine des écoulements à surface libre (figureI.2). Les Venturi ISO sont des obstacles de géométrie définie conforme aux normes internationales (ISO 4359), suffisamment courts pour que les pertes par frottement entre la section d'entrée et la section contractée de l'écoulement soient négligeables. Lorsque la zone de contraction est le siège d'un écoulement en régime critique (limite entre le régime fluvial et le régime torrentiel), le débit passant sur la structure dépend uniquement de la hauteur d'eau mesurée en amont.

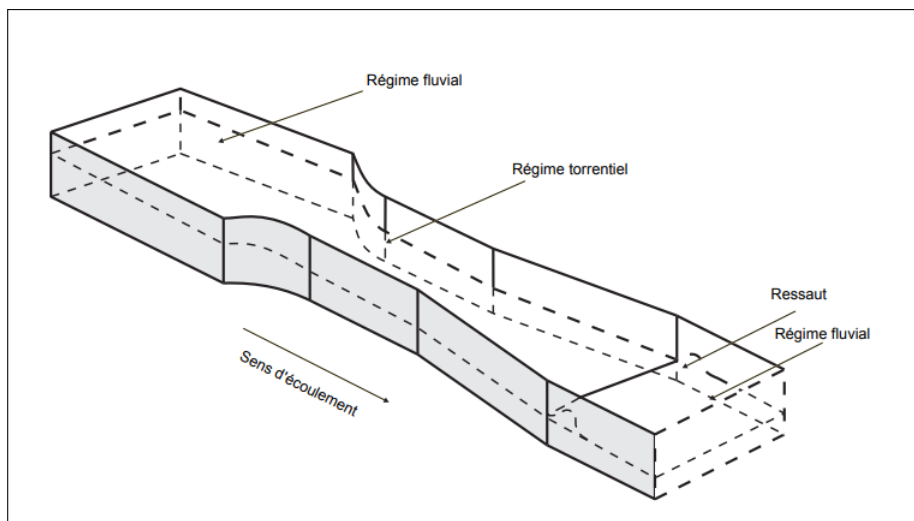


FIGURE I.2 – Canal Venturi[1]

Paramètres de mesure d'entree d'eau

Pour mesurer et évaluer les caractéristiques des eaux usées, différents paramètres de mesure sont utilisés. Ces paramètres fournissent des informations sur la qualité de l'eau et aident à déterminer les traitements nécessaires. Voici quelques-uns des paramètres couramment mesurés pour les eaux usées (figureI.3) :

Chapitre I. Présentation de l'entreprise et generalite sur le traitement

- **Ph** : Le Ph de l'eau usée peut être influencé par divers facteurs, tels que les détergents, les produits chimiques industriels et les rejets domestiques. En général, le pH de l'eau usée se situe généralement entre 6 et 9, mais il peut varier en fonction des sources de pollution spécifiques.
- **Redox** : Le potentiel d'oxydoréduction (redox) est une mesure de l'activité des électrons dans l'eau. Les valeurs de redox peuvent varier en fonction des processus biologiques et chimiques en cours. Dans une station d'épuration des eaux usées, les valeurs de redox peuvent fluctuer en fonction de l'étape de traitement et des conditions spécifiques. Des valeurs typiques de redox dans les eaux usées peuvent varier entre -200 et +500 millivolts.
- **Température** : La température de l'eau usée peut également varier en fonction de nombreux facteurs, y compris la saison et les sources de pollution. Dans les régions tempérées, la température de l'eau usée peut varier entre 10 et 28 degrés Celsius.
pour notre station Les températures sont relativement douces et variables : basses en hiver (< à 12,5 °C) et relativement élevées en été et plus particulièrement en juillet et août (27,46 °C).[1]

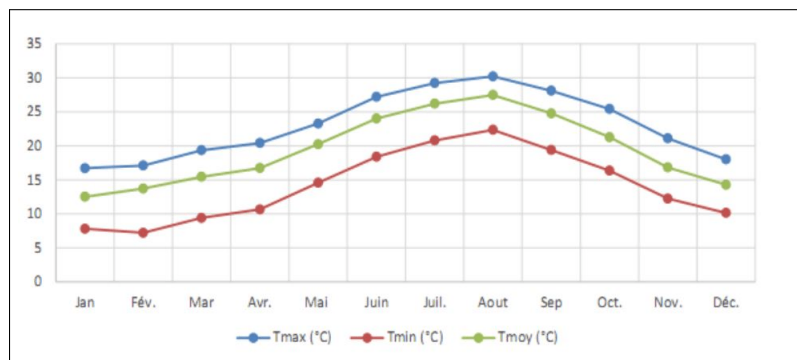


FIGURE I.3 – Représentation des températures moyennes mensuelles[1]

- **Gaz** : Les quantités spécifiques de gaz dissous dans l'eau d'une station d'épuration varient en fonction de nombreux facteurs. Pour l'oxygène dissous, une concentration d'au moins 2 mg/L est souvent souhaitée. Les concentrations de dioxyde de carbone dépendent de la dégradation de la matière organique. Les mesures spécifiques sont effectuées à l'aide d'instruments dédiés.

I.4.4 Prétraitement

Le prétraitement des eaux usées est une étape essentielle du processus de traitement global des eaux usées. Il vise à éliminer les solides grossiers, les graisses et les huiles, ainsi que d'autres

matières solides qui pourraient obstruer ou endommager les équipements de traitement ultérieurs. Voici quelques-unes des principales opérations de prétraitement :

— I.4.5 Dégrillage fin

Le dégrillage fin (figureI.4) assure la protection des équipements de la station d'épuration en empêchant l'entrée d'objets indésirables, et il permet la gestion efficace des déchets récupérés grâce à des mécanismes de surveillance, de transport tel que la visconvoyeuse .



FIGURE I.4 – Dégrillage fin[2]

La grille est un dispositif mécanique (figureI.5) utilisé pour retenir et éliminer les débris solides de grande taille présents dans les eaux usées avant qu'elles ne poursuivent leur traitement ultérieur.

La grille est généralement constituée d'une structure en treillis ou en barreaux disposée à l'entrée du système de traitement des eaux usées. Lorsque les eaux usées entrent dans la station, elles passent à travers cette grille, qui agit comme un tamis pour retenir les éléments solides tels que les branches, les feuilles, les plastiques, les débris végétaux et les autres objets de grande taille qui pourraient endommager les équipements ou entraver les étapes de traitement ultérieures.

La taille des ouvertures de la grille est déterminée en fonction des caractéristiques du système et des débris typiquement présents dans les eaux usées. Les grilles peuvent être

Chapitre I. Présentation de l'entreprise et generalite sur le traitement

fixes ou équipées de dispositifs de nettoyage automatique, tels que des râteliers ou des brosses, qui permettent d'éliminer les débris retenus de manière régulière.

Une fois que les débris solides sont retenus par la grille, ils sont généralement collectés et évacués pour être éliminés de manière appropriée. Les eaux usées débarrassées des gros débris passent ensuite à travers les étapes suivantes du traitement, telles que le dessablage, le dégraissage et les processus biologiques.[12].

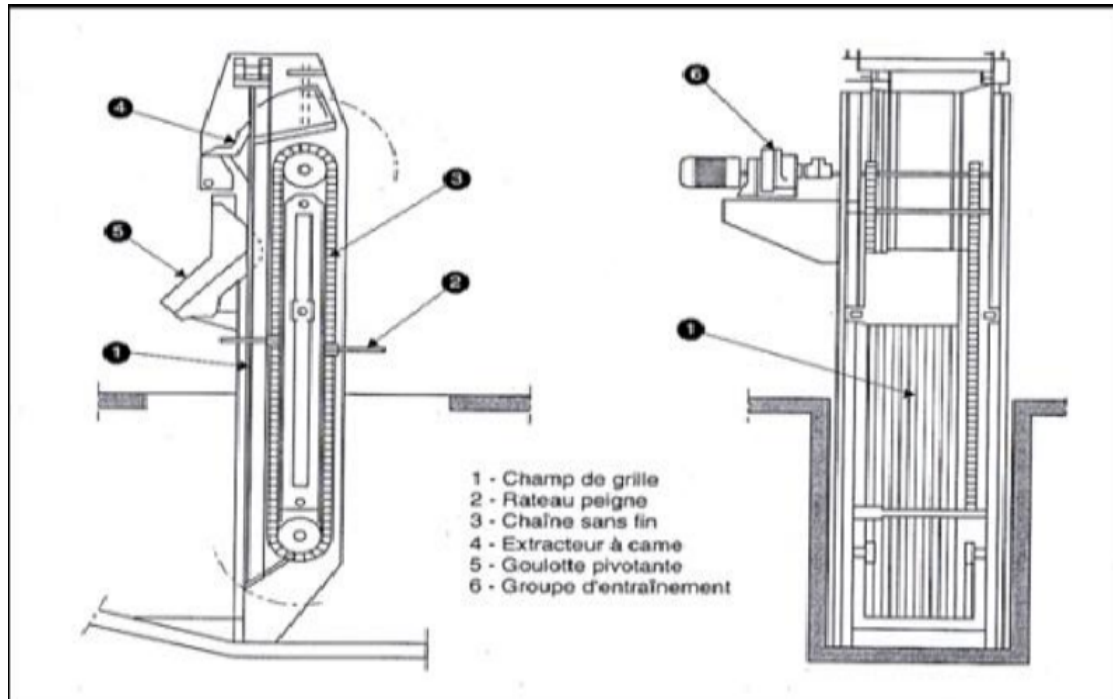


FIGURE I.5 – Dégrilleur [3]

Visconvoyeuse sont utilisés pour le transport des déchets issus de dégrilleurs. Le convoyeur est constitué d'une vis sans âme tournant dans une auge en forme de "U", revêtue d'un matériau durable.

Comme il n'y a pas d'axe ou de paliers intermédiaires, le risque de colmatage est minime lors du transport de produits humides, collant ou de longues matières fibreuses.

L'auge est couverte pour éliminer les problèmes de poussières, d'odeurs, et également pour réduire le risque d'accidents[4].

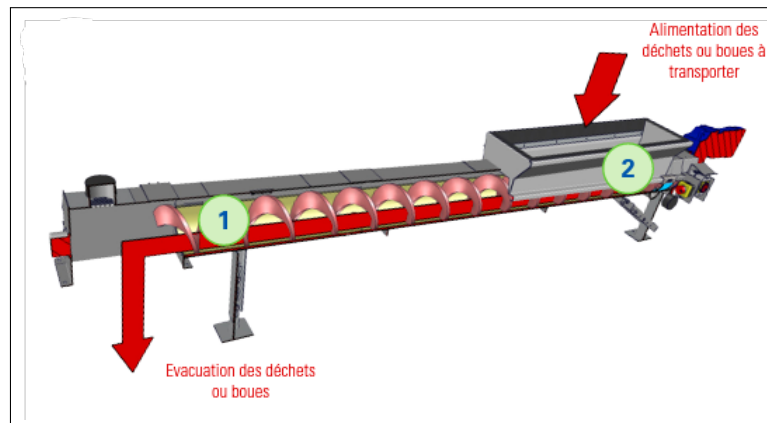


FIGURE I.6 – Visconvoyeuse [4]

— Dessablage et le déshuilage

Le dessableur-dégraisseur (figureII.10) est une étape importante du prétraitement des eaux usées, visant à éliminer les particules de sable et à récupérer les huiles et les graisses. Cela contribue à protéger les canalisations, les équipements de traitement ultérieurs et à améliorer l'efficacité globale du système de traitement des eaux usées.

Le dessablage est une étape du processus de prétraitement qui vise à éliminer les particules de sable, de gravier et d'autres matières inertes présentes dans les eaux usées. Ces particules plus lourdes que l'eau peuvent causer des obstructions dans les canalisations et endommager les équipements de traitement. Le dessableur du dessableur-dégraisseur utilise généralement la force gravitationnelle pour séparer les particules solides du flux d'eau. Les particules de sable et de gravier se déposent au fond du dessableur, où elles sont collectées et évacuées régulièrement pour éviter l'accumulation.

Le déshuilage, quant à lui, vise à éliminer les huiles, les graisses et les matières flottantes présentes à la surface des eaux usées. Ces matières peuvent provenir d'activités industrielles, de restaurants, d'ateliers de réparation automobile et des routes, où les huiles et les graisses peuvent se déverser dans les réseaux d'assainissement. Le dégraisseur du dessableur-dégraisseur utilise généralement des plaques de déviation ou des structures de séparation pour récupérer les huiles et les graisses flottantes. Ces matières sont ensuite collectées et évacuées régulièrement pour éviter qu'elles n'entraînent des obstructions ou des problèmes de traitement ultérieurs.

Chapitre I. Présentation de l'entreprise et generalite sur le traitement

Le but de l'opération est :

- Eviter les dépôts intempestifs dans les canaux et conduites.
- Protéger les pompes et autres équipements contre l'abrasion.
- Eviter de surcharger les ouvrages de traitement.

Les graisses et les huiles provenant des industries, de la restauration, des industries, des garages et des chaussées peuvent potentiellement pénétrer dans le réseau d'assainissement. L'objectif du dessableur-dégraisseur est double ,il permet de récupérer les sables et les matières lourdes au fond de la structure, tout en récupérant les huiles et les graisses en surface. Les aérateurs immergés sont essentiels pour les processus de dessablage et de dégraissage, car ils introduisent de l'air dans chaque bassin pour les deux fonctions on peut voir une photo reel du processus .



FIGURE I.7 – Le dessablage et le déshuilage[5]

L'utilisation d'aérateurs, de ponts racleurs et de racleurs flottants dans les bassins de dessablage et de déshuilage permet d'améliorer l'efficacité du processus en favorisant la séparation et la collecte des particules de sable et des matières flottantes. Ces équipements contribuent à maintenir la propreté des bassins, à éviter les obstructions et à prévenir les dommages aux équipements de traitement ultérieurs. Ils jouent un rôle essentiel dans l'optimisation du prétraitement des eaux usées avant de passer aux étapes de traitement ultérieures comme on peut voir sur (figureI.8).

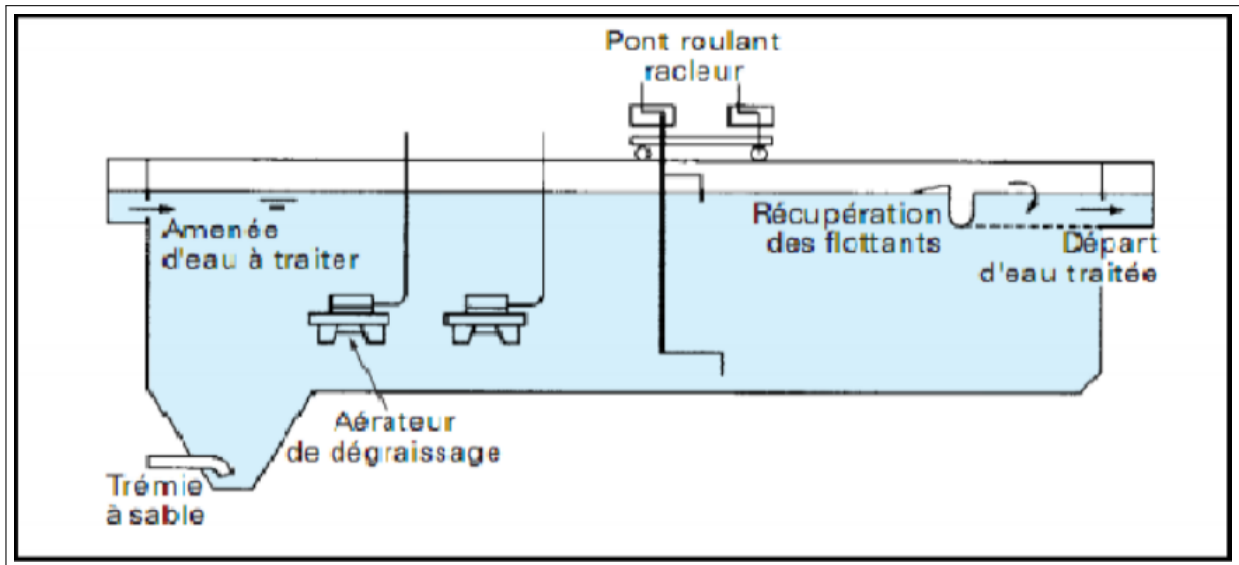


FIGURE I.8 – Ouvrage de dessablage-déshuilage [3]

Les aérateurs immergés (figureI.9) sont installés stratégiquement dans les bassins de traitement des eaux usées. Ils sont généralement suspendus à des supports ou fixés au fond du bassin, de sorte qu'ils soient immergés dans l'eau à la profondeur appropriée. Ces diffuseurs créent de petites bulles qui se propagent dans tout le bassin de traitement, fournissant ainsi de l'oxygène dissous .

L'aérateur de surface aspire l'eau au fond du bassin et la pulvérise à sa surface. Le jet est projeté horizontalement sur la surface de l'eau à 360°. La turbulence crée des bulles très fines qui sont alors entraînées vers le bas par le courant induit. Le résultat est une efficacité maximale du transfert d'oxygène. La configuration du flux génère une dispersion parfaite de l'oxygène et une homogénéisation complète, et ce même dans les bassins profonds et sur de grandes surfaces.

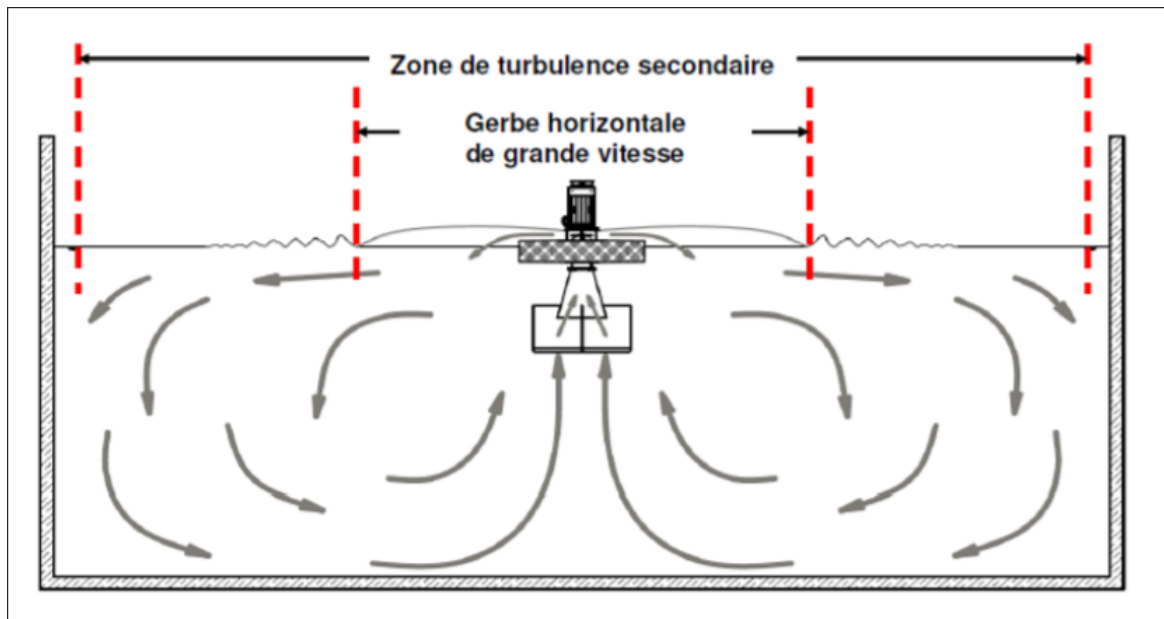


FIGURE I.9 – Les aérateurs immergés [3]

Pont racleur et flottant c'est un dispositif utilisé dans les systèmes de traitement des eaux usées pour éliminer les sables et les huiles présents dans le flux d'eau (figure I.10).

Le pont racleur en dessablage est conçu pour capturer et éliminer les particules de sable et de gravier qui se trouvent dans les eaux usées. Il est généralement installé dans un canal ou un bassin de dessablage. Le pont racleur, qui peut être équipé de pales ou de raclettes, se déplace le long de la surface du bassin, collectant et rassemblant les sables et les graviers. Il permet de les séparer de l'eau pour éviter qu'ils ne s'accumulent et n'endommagent les équipements du système de traitement des eaux usées.

Le pont racleur en déshuilage, quant à lui, est utilisé pour éliminer les huiles et les graisses présentes dans les eaux usées. Il est généralement composé d'une série de raclettes ou de disques qui flottent à la surface de l'eau. Ces raclettes ou disques sont conçus pour rassembler les huiles et les graisses flottantes, formant une couche à la surface de l'eau. Le pont racleur se déplace le long de la surface de l'eau, collectant ces huiles et ces graisses pour les séparer du flux d'eau.

Les ponts racleurs en dessablage et déshuilage sont des éléments importants dans les installations de traitement des eaux usées, car ils permettent d'éliminer les matériaux solides et les huiles indésirables qui pourraient entraver le processus de traitement ou causer des obstructions dans les canalisations et les équipements. Ils contribuent à maintenir un fonctionnement efficace du système.

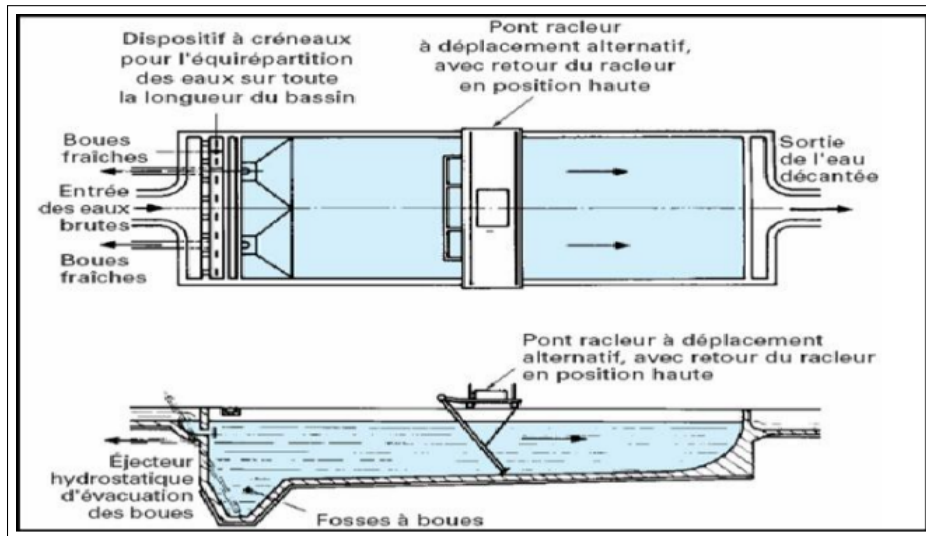


FIGURE I.10 – Décanteur à pont racleur [3]

I.4.6 Traitement biologique

Les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration où elles sont décomposées par des microorganismes. Ces microorganismes se nourrissent des matières organiques présentes dans les eaux usées, réduisant ainsi leur concentration (figure I.11).



FIGURE I.11 – Traitement biologique[5]

I.4.7 Decantation, désinfection et recirculation des Boues

La décantation, la désinfection et la recirculation des boues sont des étapes importantes du traitement des eaux usées, contribuant à la purification de l'eau et à la gestion efficace des boues générées

— **Décantation**

Dans le traitement de l'eau, la décantation (ou settling en Anglais) est une opération qui permet de soustraire les particules en suspension de l'eau à traiter. C'est un procédé physique qui consiste à séparer les particules de densité plus lourde que l'eau, du liquide dans lequel elles se trouvent. Ces particules sont récupérées en fond de bassin. Dans une usine d'épuration, nous parlons de boues primaires dans le cas d'une décantation primaire en amont du traitement biologique. Nous parlons de boues tertiaires pour toutes les boues qui sont récupérées dans un ouvrage de traitement tertiaire, comme un clarificateur par exemple[13].

— **Désinfection**

La désinfection de l'eau signifie l'élimination ou la désactivation des microorganismes pathogènes. Les microorganismes sont détruits ou désactives, entraînant la fin de leur développement et de leur reproduction. Quand les microorganismes ne sont pas éliminés de l'eau potable, l'utilisation d'eau potable provoquera des maladies. La stérilisation est un procédé relatif à la désinfection. Cependant, lors du procédé de stérilisation, tous les microorganismes présents sont tués (les microorganismes nocifs et non nocifs)[3].

— **Recirculation des boues**

Les boues résultantes du processus de traitement des eaux usées peuvent être épaissies, déshydratées et traitées pour différentes utilisations. Une option courante est la recirculation des boues

I.4.8 Traitement des boues

Une fois que les eaux usées ont été traitées et clarifiées, les solides résiduels, appelés boues, doivent également être traités avant d'être éliminés ou réutilisés.

Classification des boues

En fonction du critère employé, nous pouvons disposer de 3 classifications des boues générées lors des processus de traitement des eaux usées :

a) Selon l'origine de l'effluent à traiter :

- Boues industrielles.
- Boues urbaines.

b) Selon l'étape du traitement de l'eau usée : Illustration similaire

- Boues Secondaires (biologiques).
- Boues Mixtes.
- Boues Tertiaires (chimiques ou physiques-chimique).
- Boues Primaires.

c) Selon le type de traitement dans la ligne de boues

- Épaississement : boues Épaissies.
- Stabilisation : boues Stabilisées (digérées)
- Déshydratation : boues Déshydratées

Chapitre I. Présentation de l'entreprise et generalite sur le traitement

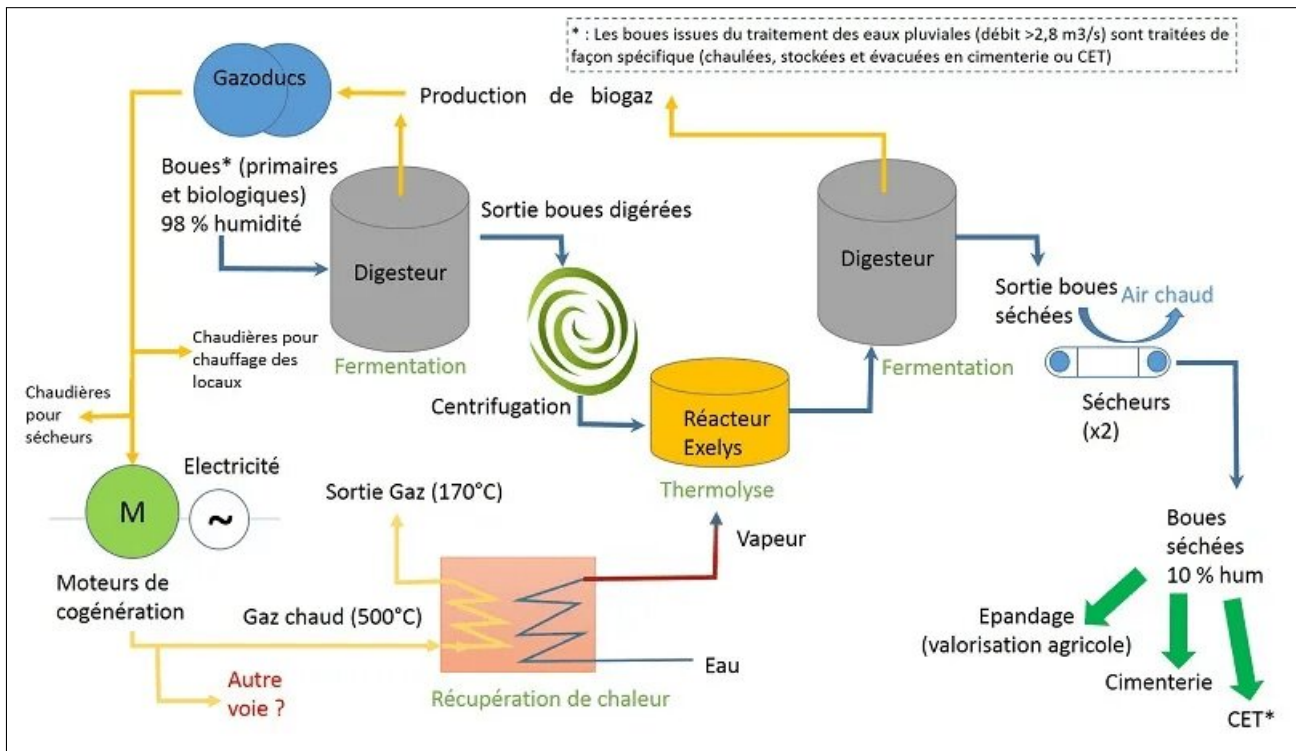


FIGURE I.12 – Traitement des boues[6]

I.5 Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons fourni une description détaillée de l'ensemble du matériel électrique utilisé dans la station, en expliquant en détail leur principe de fonctionnement. Dans le prochain chapitre, nous nous concentrerons spécifiquement sur la description du processus de fonctionnement de la station, en examinant les étapes et les interactions des différents composants pour assurer un traitement efficace des eaux.

Chapitre II

Description et équipement de la partie pretraitement de la station

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous nous focalisons sur le matériels essentiel au prétraitement d'une station d'épuration d'eau. Nous explorerons leur rôle crucial dans l'élimination des matières solides et des contaminants grossiers, ainsi que les différents types de matériels utilisés pour cette étape fondamentale du traitement des eaux usées.

II.2 Equipements électriques de la partie prétraitement de la station

Les équipements électriques de la partie prétraitement de la station sont essentiels pour le bon fonctionnement et le contrôle efficace du processus de traitement des eaux. Ils comprennent des composants tels que les systèmes de pompage, les tableaux de commande électrique, les vannes électriques et les instruments de mesure.

II.2.1 Moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone triphasé (figure II.1), agit comme un récepteur de puissance transformant ainsi, l'énergie électrique en énergie mécanique, grâce à des phénomènes électromagnétiques. Sa particularité est la simplicité de construction, qui est en fait un matériel très fiable, demandant peu d'entretien[7] .

Ce qui explique sa dominance, dans le domaine de l'industrie. Il se compose de deux parties essentielles ; le rotor pour la partie rotative et le stator pour la partie statique.

Chapitre II. Description et equipement de la partie pretraitement de la station



FIGURE II.1 – Moteur asynchrone triphasé[7]

II.2.1.1 Constituants du moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone est composé des modules qui suivent[7].

- Le stator est la partie fixe du moteur (statique) il contient des bobines décalées de 120° elles sont parcourus par un courant ce qui crée un champ magnétique tournant fix.
- Le rotor : est la partie mobile dans le moteur qui transmet la puissance mécanique, et l'air entre le stator et le rotor appelé l'entrefer.
- L'arbre du rotor : le rotor est monté sur un arbre en acier. A une de ses extrémités, est monté le ventilateur et éventuellement le frein. A l'autre extrémité, on trouve l'arbre de sortie avec une rainure de clavetage, pour le montage du pignon d'entraînement.

II.2.1.2 Principe de fonctionnement

Trois bobines fixées sur un circuit magnétique appelé stator, sont alimentées par un réseau de tensions triphasées. Ces trois tensions étant déphasées chacune, de 120° produisent à travers des bobinages statoriques un champ magnétique, tournant s'exerçant sur un cylindre en aluminium appelé rotor. Ce dernier se met alors à tourner dans le même sens que le champ tournant mais à une vitesse légèrement plus faible d'où le terme asynchrone[7].

Chapitre II. Description et équipement de la partie pretraitement de la station

II.2.1.3 Branchement des moteurs (choix du couplage)

Afin d'adapter un moteur sur un réseau électrique souhaité, il est obligatoire de respecter les courants et les tensions inscrits, sur la plaque signalétique (figure II.2) suivant un type de couplage. Celui-ci sera adéquat au branchement choisi, pour ainsi éviter, les chutes de tensions qui peuvent endommager nos équipements.

SOMER		MOT. 3 ~ FLSB 180 M			CE	
N° 596 059 GH 001		kg : 208				
IP 55	IK 08	I cl. F	40 °C	S3	40 %	6 d/h
V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A	
Δ 220	50	1427	17	0.88	60	
Y 380	50	1427	17	0.88	35	
U _R 250					I _R 42	
GRAISSE ESSO UNIREX N3						
DE 6310 C3		15 cm ³	11000 /	H 50/50 Hz		
NDE 6310 C3		15 cm ³	11000 /	H 50/50 Hz		
Couplage adopté		Vitesse nominale	Puissance utile	Facteur de puissance	Intensité du courant en ligne	

FIGURE II.2 – Plaque signalétique[7]

On distingue de deux types de couplages :

- Couplage étoile : Lorsque deux enroulements sont alimentés en série, la tension de fonctionnement la plus élevée est égale à la tension, entre les phases du réseau d'alimentation (figure II.3).

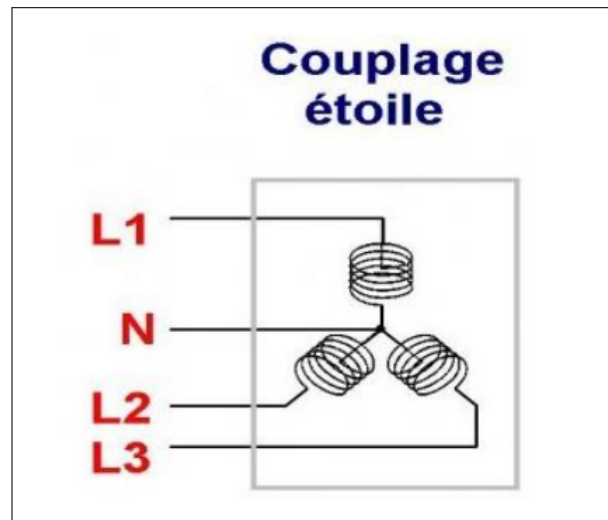


FIGURE II.3 – Couplage étoile [7]

- Couplage triangle : Lorsqu'un enroulement seulement est alimenté, la tension de fonctionnement la plus basse est égale à la tension entre les phases (tension composée) du réseau d'alimentation (figureII.4).

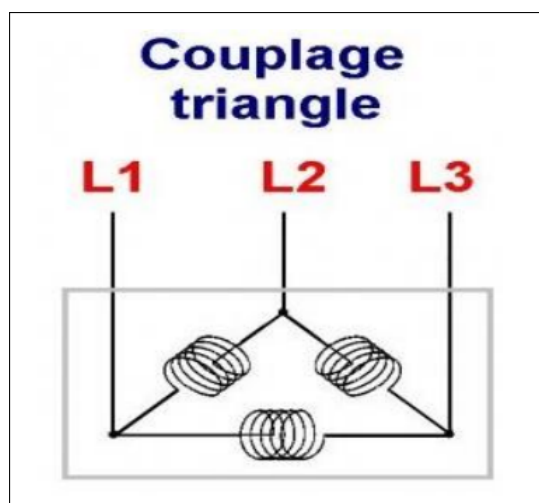


FIGURE II.4 – Couplage triangle [7]

- Les types de commande d'un moteur[7], peuvent correspondre à trois modèles différents :
- Le modèle de démarrage direct online.
 - Le modèle de démarrage étoile triangle.
 - Le modèle de démarrage en soft-starter.

Chapitre II. Description et équipement de la partie pretraitement de la station

Nous présentons le cas d'un couplage étoile triangle.

II.2.2 Électrovanne

Les électrovannes sont des composants essentiels du contrôle du débit des fluides. Les électrovannes conventionnelles utilisent un courant électrique pour produire une force magnétique qui déplace l'actionneur et fait fonctionner les plongeurs et les bobines qui actionnent l'ouverture et la fermeture des vannes. Cela signifie qu'un flux constant d'électricité est nécessaire pour faire fonctionner un solénoïde standard. Cependant, toutes les électrovannes n'ont pas besoin d'un flux constant d'électricité ; un dispositif solénoïde à verrouillage utilise un petit aimant permanent installé au sommet de la vanne pour fonctionner. De ce fait, leur fonctionnement nécessite moins d'énergie que celui des électrovannes standard, ce qui permet de réaliser d'importantes économies d'énergie[14].

II.2.3 Pompe immergée

Une pompe immergée est un dispositif mécanique utilisé pour extraire ou faire circuler un fluide, généralement de l'eau, à partir d'un puits, d'un réservoir ou d'une source souterraine. Contrairement aux pompes de surface qui sont installées au-dessus du niveau de liquide, les pompes immergées sont conçues pour être submergées complètement dans le fluide qu'elles pompent.

Les pompes immergées sont constituées d'un moteur électrique étanche et d'une partie de pompage. Le moteur électrique est isolé et scellé pour éviter toute infiltration d'eau. La partie de pompage est composée d'une hélice, d'un rotor ou d'un système de roues qui génère la pression nécessaire pour déplacer le fluide. La pompe est généralement fixée à un câble ou à un tuyau qui la maintient en place lorsqu'elle est immergée.

Lorsqu'une pompe immergée est en marche, le moteur électrique fait tourner la partie de pompage, créant ainsi une force d'aspiration qui aspire le fluide à travers l'entrée de la pompe. Le fluide est ensuite propulsé hors de la pompe à travers une sortie, où il peut être acheminé vers un système de distribution, un réservoir de stockage ou tout autre lieu souhaité.

Les pompes immergées sont largement utilisées dans les applications domestiques, agricoles, industrielles et municipales. Elles sont souvent utilisées pour l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation des terres agricoles, le drainage des eaux souterraines, le pompage des eaux usées et de nombreuses autres applications où il est nécessaire de déplacer des fluides depuis des sources situées en dessous du niveau de la pompe[15].

II.3 Équipement des tableaux de commande électrique

L'équipement des tableaux de commande électrique englobe les dispositifs et composants nécessaires à la gestion et au contrôle des circuits électriques. Il comprend des interrupteurs, disjoncteurs, contacteurs, relais et instruments de mesure.

II.3.1 Contacteur

Un contacteur (figureII.5) est un appareil électrique qui permet de contrôler l'alimentation électrique de charges importantes, comme les moteurs ou les systèmes de chauffage. Il fonctionne grâce à un mécanisme composé de contacts électriques qui s'ouvrent et se ferment sous l'influence d'un aimant électromagnétique. Lorsque l'aimant est activé, les contacts se ferment, permettant ainsi au courant électrique de circuler. Lorsqu'il est désactivé, les contacts s'ouvrent, coupant ainsi le courant. Les contacteurs sont très utilisés dans l'industrie pour gérer les équipements électriques de grande puissance. Leur fiabilité, leur capacité de commutation élevée et leur longue durée de vie en font des éléments essentiels dans de nombreux domaines industriels. [8].



FIGURE II.5 – Modèles des contacteurs [8]

II.3.1.1 Constitution

La (figureII.6), représente les différents constituants d'un contacteur.

Chapitre II. Description et équipement de la partie pretraitement de la station

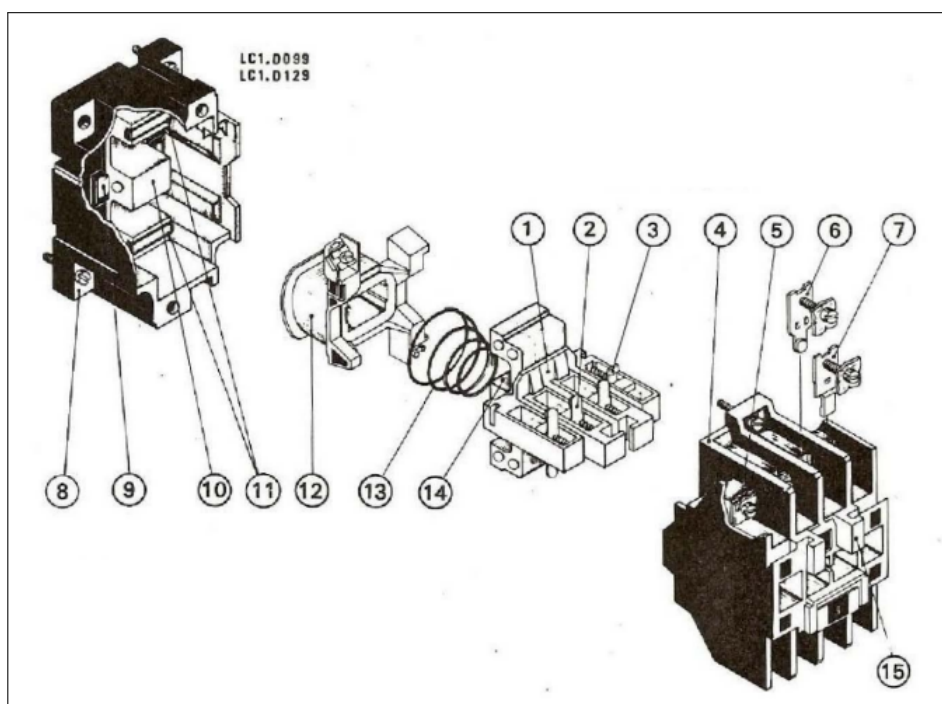


FIGURE II.6 – Composants d'un contacteur [8]

1. Support contacts mobile de pôle.
2. Contact mobile de pôle "F".
3. Contact mobile auxiliaire "O"
4. Boitier de pôles et chambres de coupure de l'arc.
5. Connexion de puissance.
6. Contact fixe de pôle "F".
7. Contact fixe auxiliaire "O".
8. Socle
9. Amortisseur de chocs de l'électro.
10. Partie fixe de l'électro-aimant.
11. Bagues de déphasage.
12. Bobine d'attraction.
13. Ressort de rappel de la partie mobile de l'électro.
14. Partie mobile de l'électro-aimant.
15. Glissière permettant l'adjonction de contacts auxiliaires instantanés et temporisés.

Chapitre II. Description et équipement de la partie pretraitement de la station

II.3.1.2 Circuit auxiliaire

Le circuit auxiliaire qui est réalisé par l'addition d'un bloc auxiliaire, est destiné à remplir des fonctions autres que celles assurées par les deux premiers circuits : le verrouillage électrique, la signalisation et la temporisation. Il comporte essentiellement des contacts auxiliaires instantanés et, temporisés. Ils ont la particularité, de s'installer sur la face.

II.3.2 Disjoncteur moteur

Un disjoncteur moteur (figureII.7) est un dispositif de protection utilisé pour protéger les moteurs électriques contre les surintensités et les courts-circuits. Il détecte les conditions anormales et interrompt rapidement l'alimentation électrique pour éviter les dommages. Les disjoncteurs moteurs offrent également des fonctionnalités supplémentaires telles que la détection de défaut à la terre et la surveillance des paramètres du moteur. Ils sont essentiels pour assurer la sécurité et la fiabilité des systèmes électriques, en évitant les pannes et en prolongeant la durée de vie des moteurs[9].



FIGURE II.7 – Disjoncteur moteur [9]

II.3.3 Relais

Un relais est un appareil dans lequel, un phénomène électrique (courant ou tension) contrôle la commutation On / Off d'un élément mécanique. On se trouve alors, en présence d'un relais électromécanique, ou d'un élément électronique (on a alors affaire à un relais statique). C'est en quelque sorte un interrupteur, que l'on peut actionner à distance, où la fonction de coupure est dissociée de la fonction de commande. La tension et le courant de commande (partie "com-

Chapitre II. Description et equipement de la partie pretraitement de la station

mande"), ainsi que le pouvoir de commutation (partie "puissance") dépendent du relais. Ces paramètres doivent être donc choisis, en fonction de l'application désirée. Ainsi, il faut considérer des relais différents, selon qu'il faut commuter des tensions ou des courants importants. Comme la commande, peut être réalisée sous faible puissance (faible tension, faible courant) et, que la partie coupure peut commuter des puissances importantes, on peut dire que ce composant, est un amplificateur de courant. On distingue plusieurs types de relais que nous citons dans ce qui suit [9].

II.3.3.1 Relais miniature

Un relais miniature (figure II.8) est doté d'un bobinage, en guise d'organe de commande. La tension appliquée à ce bobinage va créer un courant, produisant un champ électromagnétique à l'extrémité de la bobine (il ne s'agit ni plus ni moins que d'un électro-aimant). Ce champ magnétique va être capable, de faire déplacer un élément mécanique métallique, monté sur un axe mobile, qui déplacera alors des contacts mécaniques.



FIGURE II.8 – Relais miniature [9]

Sur la figure ci-dessus, on voit nettement la bobine, constituée d'un très grand nombre de spires d'un fil de cuivre très fin. Quand cette bobine est parcourue par un courant suffisant, un champ magnétique attire la partie mobile vers lui (sur la photo, l'élément marqué partie

Chapitre II. Description et équipement de la partie pretraitement de la station

mobile se soulève) et déplace par le biais d'un axe, les contacts mécaniques situés à côté (sur la photo, les contacts mécaniques se déplacent vers la droite). Quand plus aucun courant ne circule dans la bobine, les contacts reprennent leur position de repos grâce à un ressort de rappel. Les connexions extérieures permettent simplement d'avoir accès aux fils de la bobine et, aux contacts électriques solidaires des parties mécaniques mobiles [9].

II.3.3.2 Relais temporisé

Un relais temporisé (figure II.9), également connu sous le nom de relais à temporisation, est un composant électrique qui permet de retarder la commutation d'un circuit électrique pendant un laps de temps prédéterminé. Il est souvent utilisé lorsque des délais de temporisation sont nécessaires pour des séquences spécifiques de démarrage, d'arrêt ou de contrôle des équipements. Le relais temporisé est équipé d'une minuterie intégrée qui permet de régler le délai en fonction des besoins de l'application. Il trouve des applications dans divers domaines tels que l'automatisation industrielle, les systèmes de contrôle et les dispositifs de sécurité. En offrant une temporisation précise et programmable, le relais temporisé contribue à la gestion efficace du temps dans les circuits électriques, assurant une commutation contrôlée et fiable pour optimiser les performances des systèmes.



FIGURE II.9 – Relais temporisé [9]

II.4 Instruments de mesure

II.4.1 Transmetteur de niveau

C'est une sonde de niveau qui est utilisée pour la mesure hydrostatique de niveau dans des réservoirs. Lorsqu'on plonge la sonde de niveau dans un liquide, il se forme une colonne de liquide au-dessus de celle-ci. Cette colonne augmente lorsque la profondeur d'immersion augmente et elle exerce avec son poids une pression hydrostatique sur le système de mesure (figureII.10).



FIGURE II.10 – Transmetteur de niveau [9]

II.4.2 Détecteur de gaz

Le détecteur de gaz utilisé est un dispositif conçu pour détecter et mesurer la présence de gaz potentiellement dangereux ou toxiques qui pourraient être présents dans l'environnement de la station d'épuration des eaux usées. Il est utilisé pour garantir la sécurité des travailleurs et le bon fonctionnement de la station.

Le détecteur de gaz surveille en continu les niveaux de gaz spécifiques tels que le sulfure d'hydrogène (H₂S) ou d'autres gaz potentiellement toxiques qui pourraient être libérés pendant le processus de traitement des eaux usées. Lorsque le détecteur détecte des concentrations de gaz supérieures à un seuil prédéfini, il active des alarmes et des dispositifs de sécurité pour avertir le personnel de la présence de gaz dangereux.

Chapitre II. Description et équipement de la partie pretraitement de la station

En utilisant un détecteur de gaz dans le contexte de votre mémoire sur la station d'épuration des eaux usées, vous pouvez analyser comment cet appareil contribue à assurer un environnement de travail sûr pour les employés et à prévenir les risques liés aux gaz potentiellement nocifs qui pourraient être présents dans la station[16].

II.4.3 Capteur fin de course

Le capteur fin de course (figureII.11) est défini comme un dispositif électronique utilisé pour détecter et signaler la position d'un objet mobile ou d'un mécanisme à la fin d'un trajet prédéterminé.

Le capteur fin de course est généralement utilisé dans des systèmes mécaniques ou automatisés où il est important de connaître la position précise d'un élément en mouvement. Il peut être utilisé pour déterminer si un objet a atteint une limite spécifique, comme la fin d'un rail, l'ouverture ou la fermeture d'une porte, ou tout autre point défini dans le mouvement d'un système.

Le capteur fin de course peut prendre différentes formes, notamment des interrupteurs mécaniques, des capteurs optiques, des capteurs inductifs ou des capteurs magnétiques. Chaque type de capteur est conçu pour détecter la présence ou l'absence d'un objet à un emplacement spécifique.

Lorsque l'objet atteint la position finale prédéfinie, le capteur fin de course détecte ce changement de statut et émet un signal électrique ou une sortie logique pour indiquer que la position finale a été atteinte. Ce signal peut être utilisé pour déclencher d'autres actions ou processus, tels que l'arrêt du mouvement de l'objet, l'activation d'un mécanisme de verrouillage ou le déclenchement d'une séquence d'opérations.

Dans votre mémoire, vous pouvez explorer l'utilisation des capteurs fin de course dans le contexte de la station d'épuration des eaux usées. Par exemple, vous pouvez analyser comment ces capteurs sont utilisés pour détecter la position des vannes, des portes ou des dispositifs de contrôle dans les processus de traitement des eaux usées, afin d'assurer un fonctionnement précis et efficace du système de la station[10].



FIGURE II.11 – Capteur fin de course [10]

II.4.4 Transmetteur de température

Ce sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en un signal électrique. Ils peuvent agrandir les signaux de température et puis les transmettre aux signaux DC standards (figureII.12).



FIGURE II.12 – Transmetteur de température [9]

II.4.5 Transmetteur de pH et redox

L'appareil mesure et régule selon la configuration le pH ou le potentiel redox de solutions aqueuses. Les principaux domaines d'application sont les secteurs de l'eau et des eaux usées en général. Le convertisseur de mesure possède deux entrées analogiques (figureII.13).

Chapitre II. Description et equipement de la partie pretraitement de la station



FIGURE II.13 – Transmetteur de PH et de redox [9]

II.4.6 Conclusion

En conclusion, la supervision et la programmation d'une station de prétraitement et de dépuration des eaux usées de Sidi Aich requièrent un système de supervision efficace, une programmation adéquate et le choix approprié des instruments.

Chapitre III

**Automatisation de la partie du
prétraitement**

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, on aura L'analyse fonctionnelle du pretraitement ,et nous nous concentrons sur la programmation de la partie automatisation du processus. L'automatisation joue un rôle clé dans l'optimisation des opérations de la station de traitement des eaux en permettant un contrôle précis des étapes du traitement. Nous examinons les composantes de et les systèmes de contrôle, ainsi que leur intégration dans le processus global de la station. Cette étape est essentielle pour améliorer l'efficacité, la fiabilité et la durabilité globales de la station de traitement des eaux.

III.2 Fonctionnement du processus et organigramme

III.2.1 Modes de démarrage

La commande d'un équipement se fait par un commutateur à trois positions :

Position local : correspond à une commande local manuelle par des boutons poussoirs

Position distance : correspond à une commande à distance (automatique et manuelle) à partir du pupitre de commande ou poste de supervision.

Position 0 : correspond à l'arrêt de l'équipement. Le processus du démarrage des équipements du prétraitement est illustrer dans la figure

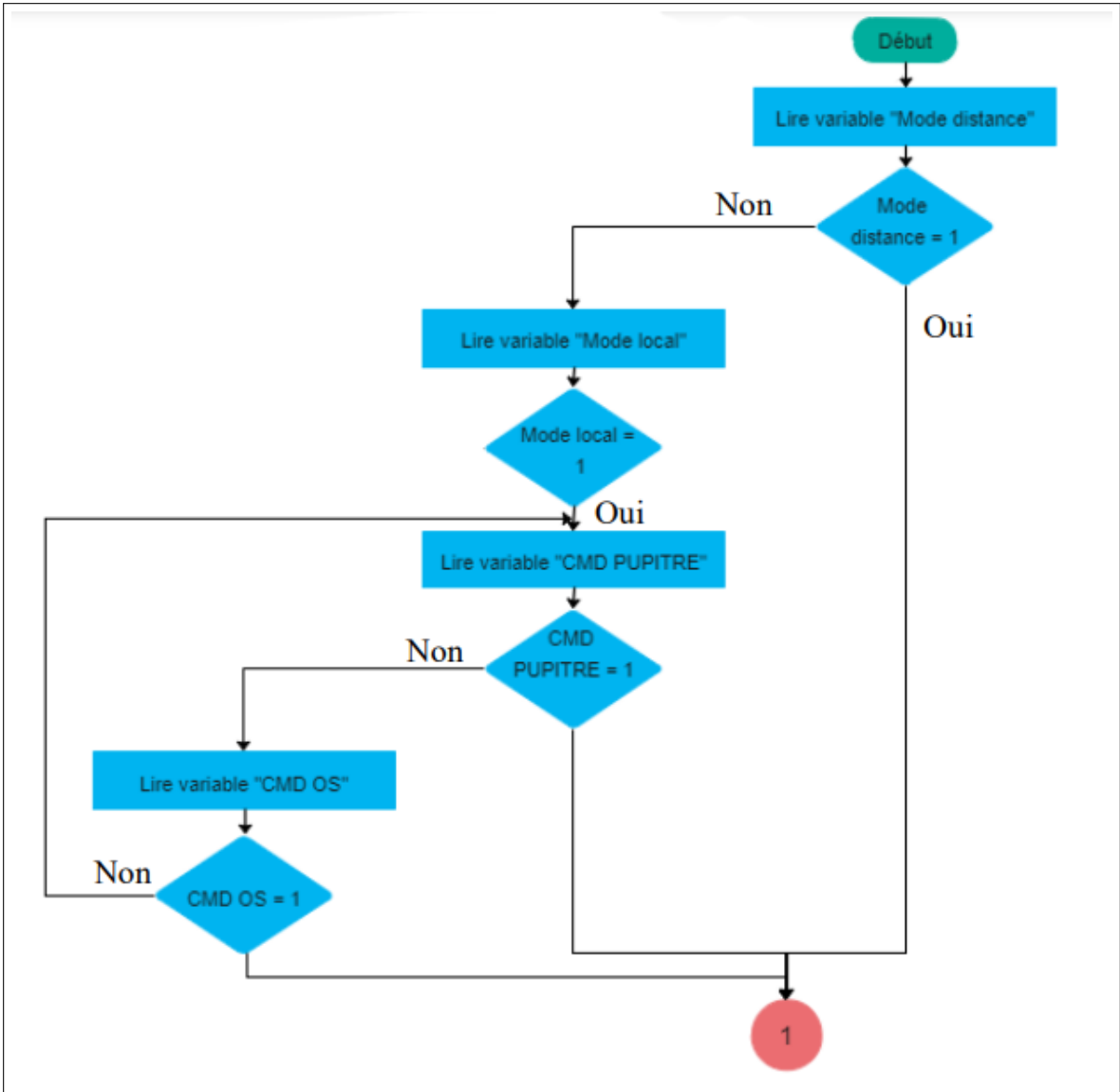


FIGURE III.1 – Organigramme de démarrage

Condition de lancement pour la séquence de démarrage

Les différentes conditions de lancement sont représentées dans le tableau

nom	dispositif	état de démarrage
M-DG-01-001	Grille fine 01	Arrêt
M-DG-01-002	Grille fine 02	Arrêt
M-CON-01-003	Vis convoyeur	Arrêt
R-EV-01-001	Electrovanne Grille fine 01	Fermer
R-EV-01-002	Electrovanne Grille fine 02	Fermer
R-EV-01-003	Electrovanne Vis convoyeur	Fermer
M-RA-01-002.1	Pont racleur 01	Arrêt
M-RA-01-002.1	Racleur des flottants 01	Arrêt
M-RA-01-002.2	Pont racleur 02	Arrêt
M-RA-01-002.2	Racleur des flottants 02	Arrêt
M-AE-01-001	Aérateur immergé 01	Arrêt
M-AE-01-002	Aérateur immergé 02	Arrêt
M-AE-01-003	Aérateur immergé 03	Arrêt
M-AE-01-004	Aérateur immergé 04	Arrêt
M-PSA-01-001	Pompe à sable 01	Arrêt
M-PSA-01-002	Pompe à sable 02	Arrêt
M-CLS-01-001	Classificateur laveur	Arrêt
M-CSH-01-001	Concentrateur des graisses	Arrêt

TABLE III.1 – Conditions de lancement

III.2.2 Architecteure d'automatisation du processus

L'architecture d'automatisation adoptée dans notre projet est illustrée dans l'architecture, le PLC S7-1500 est responsable du contrôle du fonctionnement de la station. Il communique avec les différents composants et effectue les opérations nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du système.

Le système de supervision est utilisé pour surveiller et visualiser l'état de la station. Il fournit une interface utilisateur conviviale pour surveiller les paramètres, afficher les alarmes, effectuer des opérations de maintenance, etc. Il communique avec le PLC S7-1500 pour recevoir les données en temps réel et envoyer des commandes si nécessaire

Nous avons un CPU 1513R-1 PN (6ES7513-1RM03-0AB0) redondant, il est responsable du contrôle du système et de l'exécution des programmes. Il assure la redondance et la fiabilité du système en ayant une configuration en mode redondant avec une deuxième unité CPU. Ainsi, en cas de défaillance d'un CPU, l'autre prend le relais pour garantir la continuité des opérations.

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

Les modules d'extension ET 200P sont utilisés pour étendre les capacités d'E/S du système. Ils sont connectés au CPU et permettent de connecter des capteurs, des actionneurs .

Le protocole PROFINET est utilisé pour permettre la communication Ethernet entre le PLC S7-1500 et la station de contrôle, elle offre une performance élevée, une synchronisation précise et une intégration transparente avec les systèmes d'automatisation. Elle permet également une configuration et une maintenance faciles grâce à ses fonctionnalités de détection automatique des composants du réseau. Et on intègre un réseau à fibre optique dans notre architecture, afin d'améliorer les performances et la fiabilité de la communication,

III.2.3 Bilan d'entrées/sorties

Le bilan des entrées/sorties (E/S) est une étape importante lors de la conception d'un système,

Type	processus	pupitre
Entrée Digital	114	43
Sortie Digital	23	85
Entrée Analogique	9	0
Sortie Analogique	0	9

TABLE III.2 – Liste des E/S du projet

III.3 Critere de choix de PLC

Le choix d'un automate programmable, est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe, dont le personnel de maintenance doit toutefois être formé, sur les types des matériels adoptés[5][17]. Parmi les critères de choix d'un API, nous citons :

- Le nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires, devient élevé.
- Le type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettent le choix dans une large gamme.
- Les fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettent de "soulager" le processeur, en offrant les caractéristiques souhaitées (résolution, etc. ...).

On a fait le choix du PLC S7 1500, qui offre une architecture redondante, afin d'assurer une disponibilité maximale de notre système d'automatisation.

III.3.1 PLC S7-1500

Le PLC S7-1500 est un automate programmable industriel (API) fabriqué par Siemens, une entreprise leader dans le domaine de la technologie de l'automatisation. La série S7-1500 est conçue pour des tâches d'automatisation exigeantes dans différents secteurs, offrant des performances élevées, une flexibilité et des capacités de communication étendues.

III.3.1.1 Alimentation

La (figure III.2) ci dessus est une alimentation à découpage régulée à phase 0 Optimum, avec un montage sur rail DIN. Il s'agit d'une alimentation à découpage monophasée ou biphasée, pour des applications industrielles. Cette alimentation à phase 0 Optimum, peut être connectée en phase à neutre (N-L1) ou phase à phase 1 (L1-L2). Les alimentations Phase 0 de la gamme Optimum, possèdent des dispositifs de protection, pour garantir une performance optimale du système d'automatisation, avec un mode de reset automatique, après l'élimination du défaut[?].



FIGURE III.2 – Alimentation [11]

III.3.1.2 CPU 1513R-1 PN

Dans notre projet on a utilisé le CPU 1513R-1 PN redondant dans votre projet, vous avez pris des mesures pour améliorer la disponibilité et la fiabilité de votre système. Dans une configuration de redondance active/passive, un CPU est actif et traite les tâches en cours, tandis que l'autre CPU reste en mode de sauvegarde (passif). Les deux CPU sont continuellement

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

en communication, et le CPU de sauvegarde surveille l'état du CPU actif. Si le CPU actif tombe en panne ou rencontre un problème, le CPU de sauvegarde prend rapidement le relais et assume les responsabilités du CPU défaillant. Cela peut être réalisé en basculant les connexions réseau, en réinitialisant les registres, en copiant l'état du CPU actif vers le CPU de sauvegarde.

Le tableau ci-dessus présente les détails nécessaires

Référence	6ES7 513-1RL00-0AB0
Logiciel de programmation	Tia portal v16.0
Interfaces de communication .	Interface PROFINET
Tension alimentation	24V DC
Mémoire	350Ko code et 1,5Mo données
logiciel de simulation	PLCSIM Advanced 4.0
Temps d'opération sur bits	40 ns
Concept de sécurité	4 niveaux

TABLE III.3 – Caractéristiques du plc

III.3.2 Bilan des modules du réseau

Un aperçu sous forme de tableau récapitulatif des différents modules du réseau de la partie du prétraitement.

module	reference	nombre
CPU 1513R-1 PN	6ES7 513-1RL00-0AB0	2
IM 151-3 PN ST	6ES7 151-3AA23-0AB0	2
4AI x I 2WIRE ST	6ES7 134-4GD00-0AB0	3
8DI x DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0	21
8DO x DC24V	6ES7 132-4BF00-0AA0	3

TABLE III.4 – Bilan des modules

III.3.3 ET200

- Périphérique PROFINET IO Coupleur IM 151-3 PN ST (ERTEC200) pour modules électroniques ET200S.
- IRT et démarrage priorisé.
- Firmware V7.0.
- Diagnostic de port.
- Fonctionnalité IM.

- Prise en charge de la compression.
- Interface PROFINET et 2 ports.
- Mise à jour du firmware via bus.
- Périphérique PROFINET IO Coupleur IM 151-3 PN ST (ERTEC200) pour modules électroniques ET200S.

III.4 Prétraitement

Les opérations décrites ci-dessous sont des descriptifs des fonctions des différentes étapes , principes d'opération et de fonctionnement des équipements installés.

III.4.1 Entrée d'eaux brutes

La mesure de débit d'entrée est assurée par canal venturi et transmetteur de niveau à ultrasons, a chaque mesure on reçoit des impulsions qu'on va nommer impulsion de comptage , délivrée par le transmetteur LIT- 01-001 seront envoyées vers une entrée TOR de l'automate programmable, pour permettre de totaliser le débit des eaux brute pour l'afficher sur le poste de supervision. Pour déterminer de connaître le débit d'eau rentrée dans la station pour la partie prétraitement après avoir éliminé les gros déchets de l'étape du dégrillage grossier et récupération des données du transmetteur de niveau on procède a une étape suivante Totalisateur de débit d'entrée qui consiste à quantifier Le débit d'entrée qui est enregistré dans le totalisateur de débit grâce au signal des impulsions générées par le transmetteur LIT-01-001. Chaque 24 heures, cette valeur est enregistrée dans une base de données, et puis remise à zéro, en créant ainsi une base de données quotidienne des débits d'extraction.

III.4.2 Dégrillage fin

Il y a deux bassins dans le processus donc deux dégrilleurs, un dégrilleur par bassin. Chaque dégrilleur est positionné en amont du bassin respectif, elle fonctionne de manière similaire. Chaque grille est équipée d'une mesure de niveau différentielle en amont et en aval pour évaluer son encrassement et, si nécessaire, déclencher un processus de nettoyage des déchets. Les déchets récupérés dans la section de dégrillage fin sont ensuite acheminés vers une vis de transport et de compression afin de réduire leur volume au maximum et prévenir les mauvaises odeurs. La présence de deux dégrilleurs, un pour chaque bassin, permet de maintenir une efficacité de prétraitement élevée et de réduire les risques de blocages ou de dommages dans les équipements

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

de traitement ultérieurs. Cela garantit également une répartition équilibrée du flux d'eau et des solides entre les bassins de traitement, contribuant ainsi à une performance globale optimale du système de traitement des eaux usées.

Mode de fonctionnement

Il existe deux types de fonctionnement, fonctionnement de détecteur de niveau est fonctionnement temporisé.

- Pour le mode détecteur de niveau, on a de transmetteur de niveau un transmetteur amont et un transmetteur aval qui sont situés avant et après la grille .

Les grilles démarrent dès que la mesure différentiel amont aval sur chaque grille est égal ou supérieur à une valeur configurable à partir du poste de supervision.

Si la valeur différentielle est inférieur à un paramètre qui est configurable à partir du poste de supervision les grilles s'arrêtent après un temps de confirmation.

- Pour le mot de temporisé les grilles démarrent et s'arrêtent selon un temps configurable à partir du poste de supervision. Si il y a une erreur de transmission, donc rupture de transmetteur il bascule vers le mode temporisé.

Si la poire de niveau est excité.

Après confirmation de démarrage des grilles les électrovannes de nettoyage démarrent selon un temps configurable à partir du poste de supervision.

Le démarrage de la visconvoyeuse est lié avec le démarrage des grilles fines 01 ou 02. Le système de contrôle donnera l'ordre du démarrage/arrêt de la vis dès qu'il reçoit la confirmation du démarrage/arrêt des grilles fins 01 ou 02 avec un temps de décalage l'arrêt configurable à partir le poste de supervision.

L'organigramme ci-dessus présente les détails nécessaires.

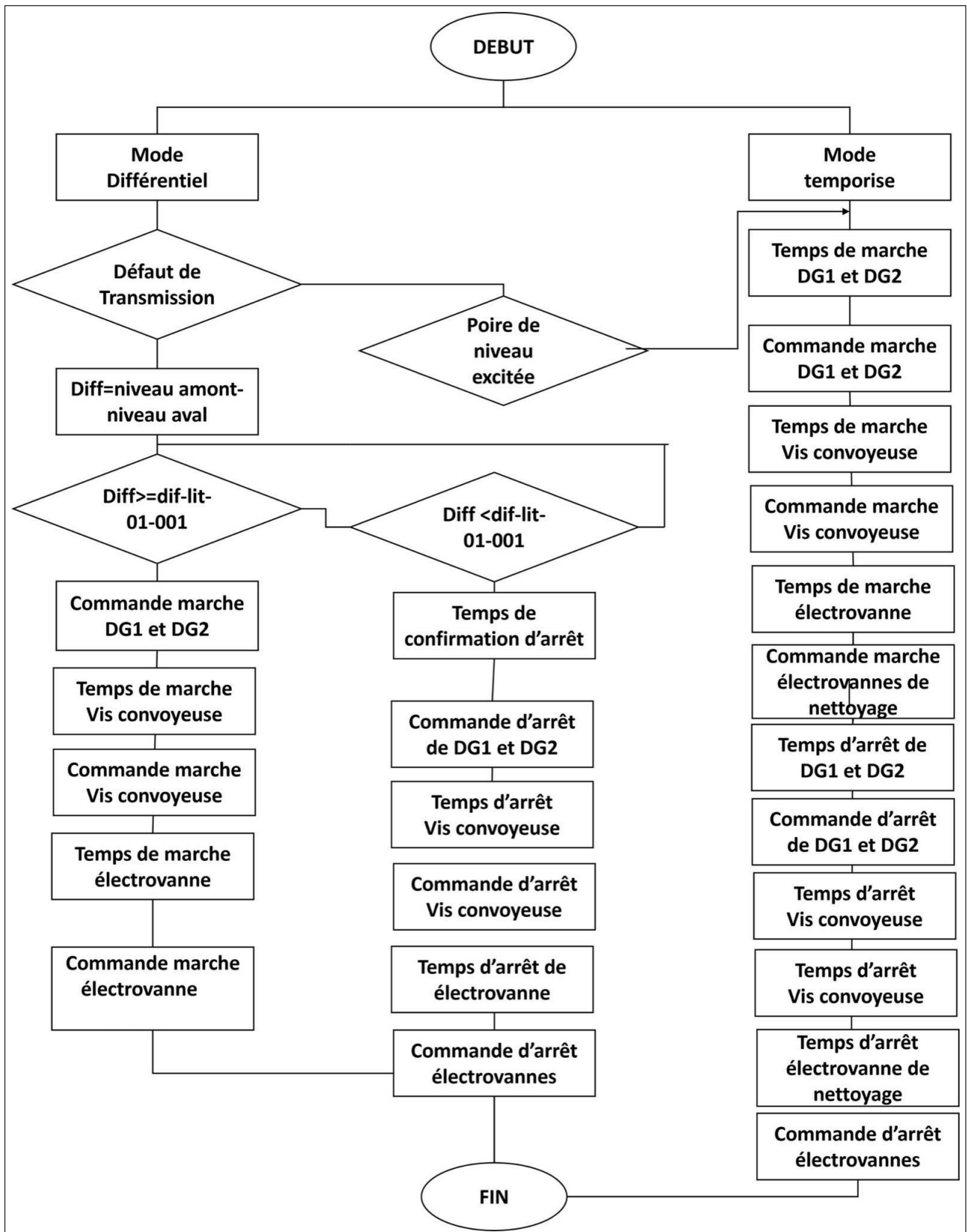


FIGURE III.3 – Organigramme de dégrillage fin

III.4.3 Déssablage-déshuillage

chaque bassin de dessablage et de déshuillage fonctionne de manière similaire, mais de manière indépendante. le pont racleur se déplace le long de la surface de l'eau pour collecter les matières solides qui se sont déposées. Le racleur flottant, quant à lui, est positionné juste au-dessus du pont racleur et est spécifiquement conçu pour collecter les matières flottantes telles que les huiles, les graisses et autres matières légères. A savoir que Le deux ponts racleurs fonctionnent indépendamment l'un de l'autre.

Mode de fonctionnement

Fonctionnement des aérateur immergés :

Des la détection par le transmetteur de niveau d'entrée LIT-01-001 de l'eau brute les aérateurs immergés démarrent et s'arrêtent selon les paramètres de temps du démarrage et de l'arrêt qui sont configurable à partir du poste de supervision . Avec Un temps décalage entre le démarrage des deux aérateurs de chaque bassin.

Fonctionnement du pont racleur et racleur flottant :

Le pont racleur opère selon un mouvement de va-et-vient. Chacun des deux ponts fonctionne dans une direction opposée à l'autre. Lorsqu'un des ponts atteint sa position extrême, il doit attendre que l'autre pont atteigne également sa position extrême opposée avant d'inverser sa direction (ce qui nécessite un changement de rotation du moteur). Un temps d'arrêt est prévu entre chaque cycle de va-et-vient des ponts racleurs. Si ce temps d'arrêt est nul, le fonctionnement sera continu. Le racleur des flottants se déplace en parallèle du pont racleur principal et récupère les graisses. Lorsque le pont racleur atteint sa position finale, le racleur des flottants se soulève. Après le retour du pont racleur à son point de départ, le racleur des flottants redescend pour balayer les flottants.

Fonctionnement des pompe a sable :

La pompe d'extraction de sables fonctionne dès qu'il y a confirmation de fonctionnement du pont racleur dans le sens retour.

Fonctionnement du classificateur a huile :

Le concentrateur à huile a un fonctionnement temporisé selon les paramètres de temps configurable à partir le poste de supervision.

Tout le processus est expliqué dans l'organigramme qui se trouve dans la figure si desous

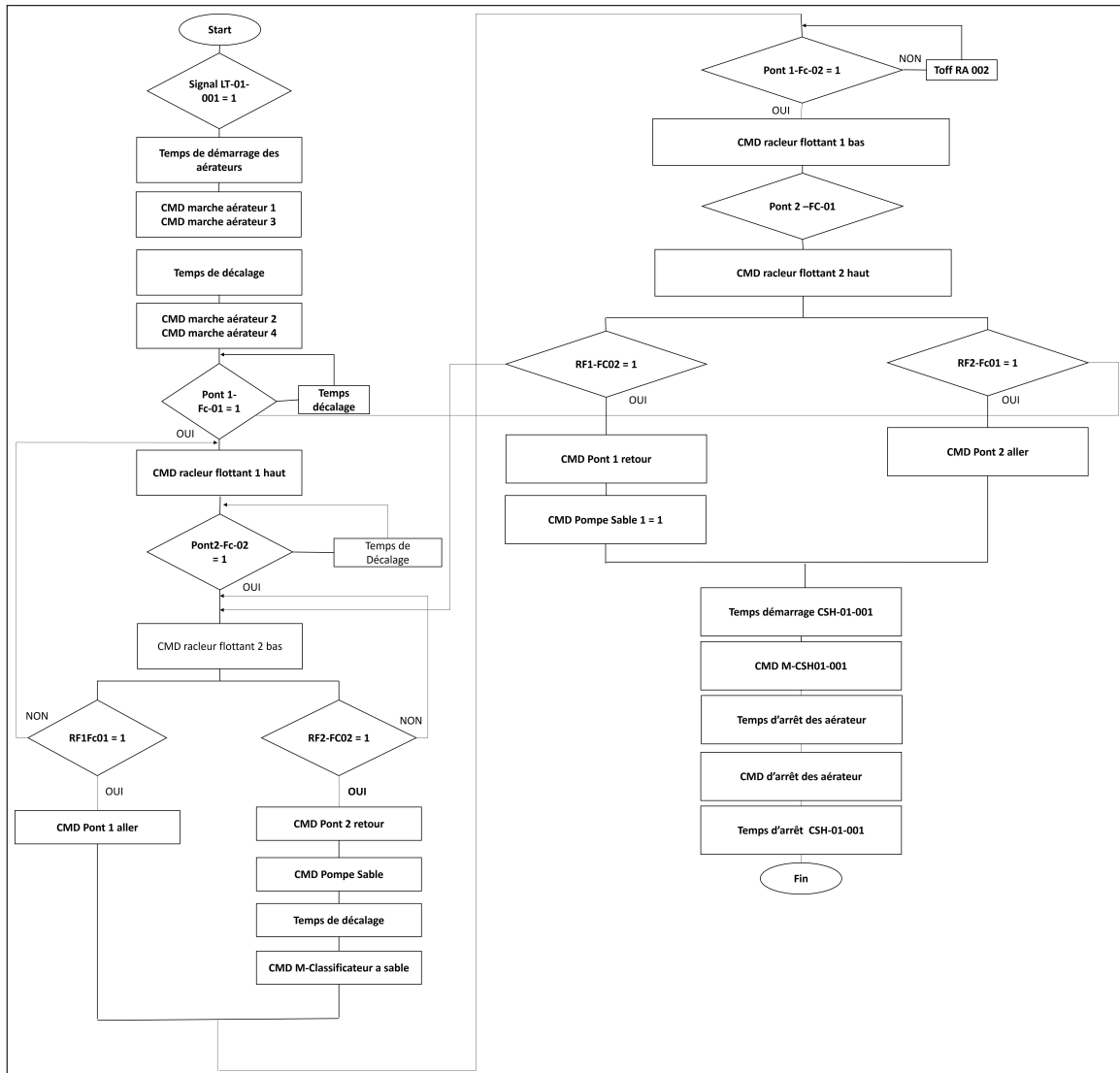


FIGURE III.4 – Organigramme Déssablage-Déshuillage

III.4.4 Développement Software

III.4.4.1 Tia portal

TIA Portal est une plateforme logicielle développée par Siemens pour la programmation, la configuration et la mise en service des automates programmables industriels (API). Il offre un environnement de développement intégré (IDE) convivial, regroupant différents outils tels que STEP 7 et WinCC. TIA Portal permet aux utilisateurs de créer des programmes de contrôle, configurer les API, développer des interfaces graphiques et effectuer des opérations de diagnostic et de débogage, le tout dans un seul environnement logiciel. Il prend en charge plusieurs langages

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

de programmation standardisés et offre des fonctionnalités avancées telles que la simulation virtuelle et le diagnostic puissant. TIA Portal est largement utilisé dans l'industrie pour la conception et la gestion des systèmes d'automatisation industrielle.

Introduction aux blocs de programme

Notre programme est composé de plusieurs blocs, qui sont représentés dans la figure ci-dessous.

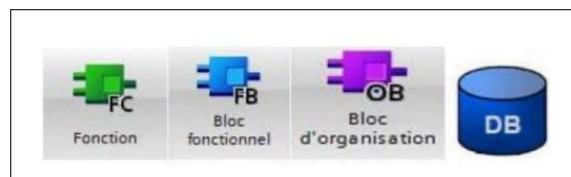


FIGURE III.5 – Blocs de programme [9]

1-Blocs d'organisation (OB)

Ces blocs constituent l'interface, entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et, commandent par exemple les opérations suivantes :

- Comportement du démarrage du système d'automatisation.
- Traitement cyclique du programme.
- Traitement du programme déclenché par alarme.
- Traitement des erreurs.

Dans notre bloc d'organisation, nous avons regroupé les FB du moteur et procédé à l'affectation des entrées nécessaires

2-Fonctions (FC)

Les fonctions utilisent des blocs globaux pour enregistrer de manière permanente les données, car les blocs de code n'ont pas de mémoire de données. Pour enregistrer les données durablement, les fonctions disposent de blocs globaux.

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

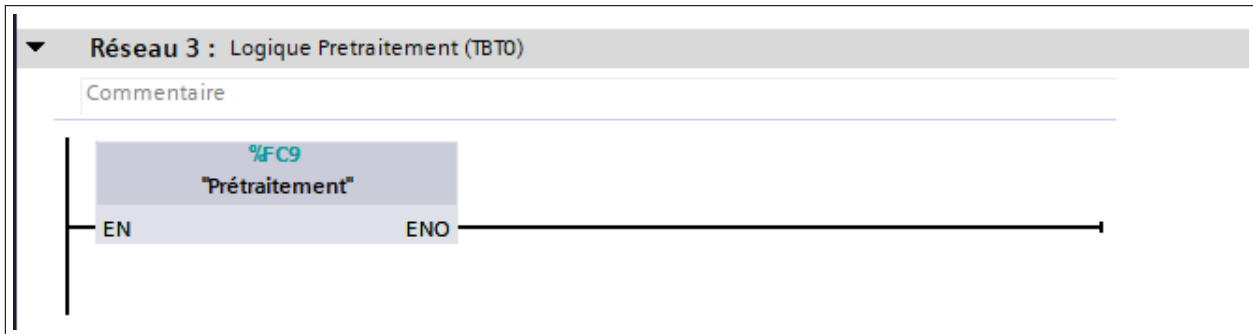


FIGURE III.6 – Bloc fonction du prétraitement

Les blocs de fonction (FC) peuvent inclure des blocs de données (BD) et des blocs de fonction (BF), comme illustré dans la figure

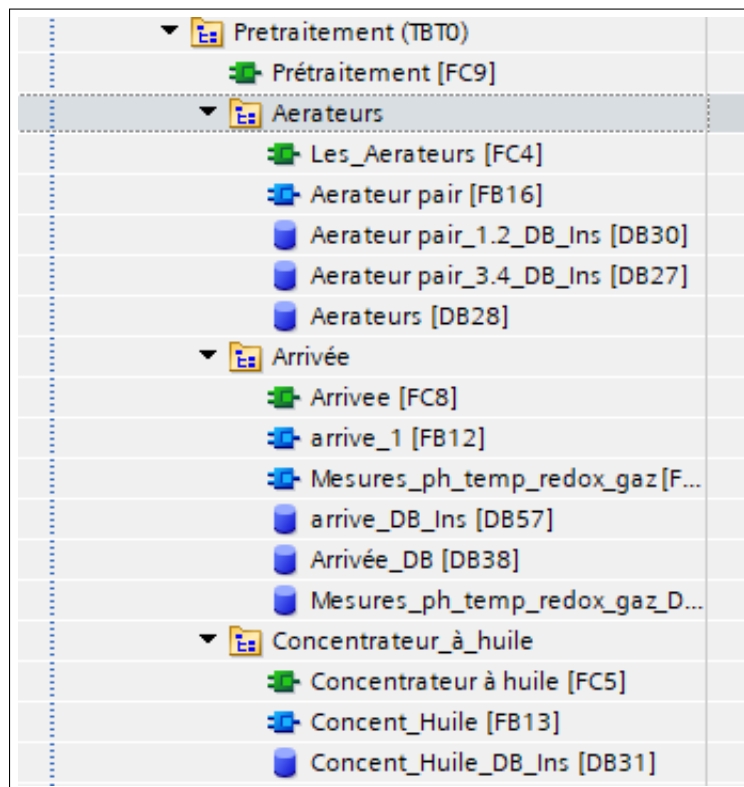


FIGURE III.7 – Detail blocs fonction

3-Blocs fonctionnels (FB)

Bloc de fonction avec variables internes réutilisables. Il mémorise durablement leurs paramètres et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance. Dans notre projet, il était judicieux d'utiliser des blocs de fonction (FB) car nous avons deux bacs de traitement distincts.

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

Cela nous a permis d'éviter les répétitions en utilisant un seul bloc de fonction et en affectant les entrées spécifiques à chaque bac. éviter les répétitions lors de la conversion des entrées analogiques provenant de plusieurs transmetteurs voici un exemple

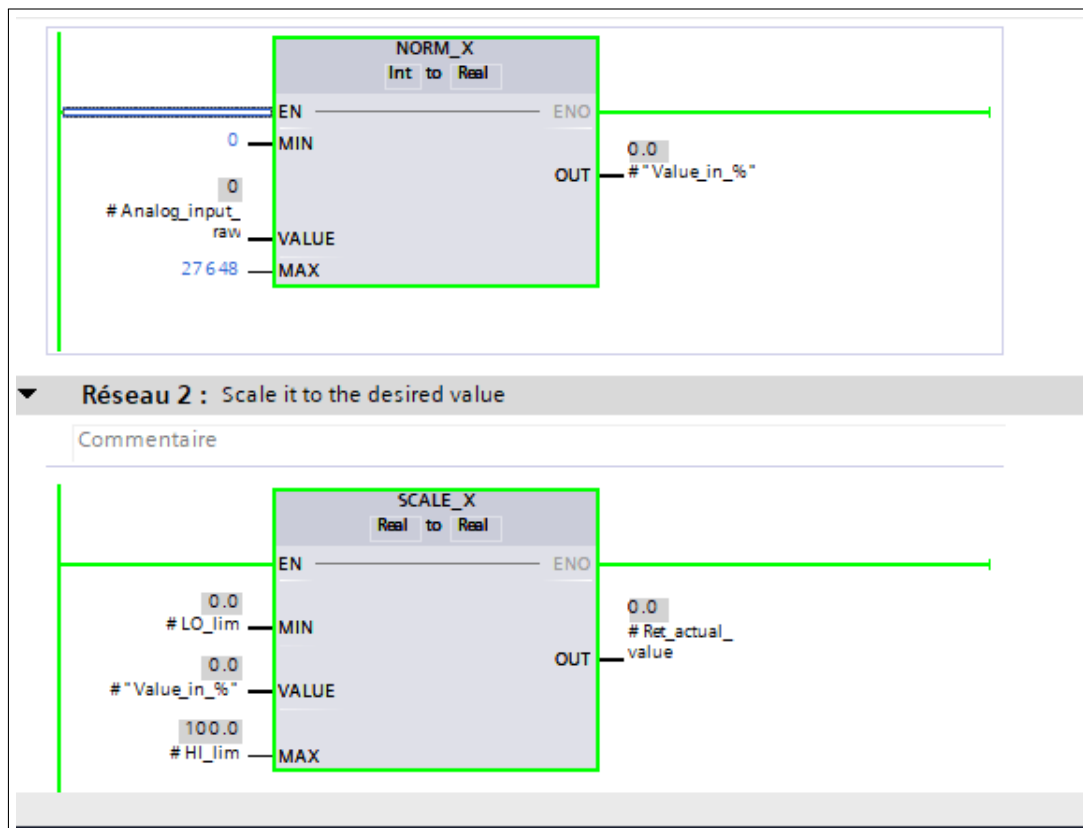


FIGURE III.8 – Bloc de normalisation et d'échelle

Explication du bloc sur la figure ,Les fonctions de normalisation et de mise à l'échelle permettent de convertir les valeurs analogiques brutes en valeurs normalisées et de les adapter à différentes plages, offrant ainsi une flexibilité dans le traitement des mesures analogiques.

4- Blocs de données (DB)

Bloc de données pour le stockage partagé d'informations.

Configuration matérielle

la configuration matérielle dans TIA Portal implique la définition des équipements physiques et de leurs paramètres

Les modules d'E/S sont configurés avec les adresses, les types de signaux, les fonctions de diagnostic

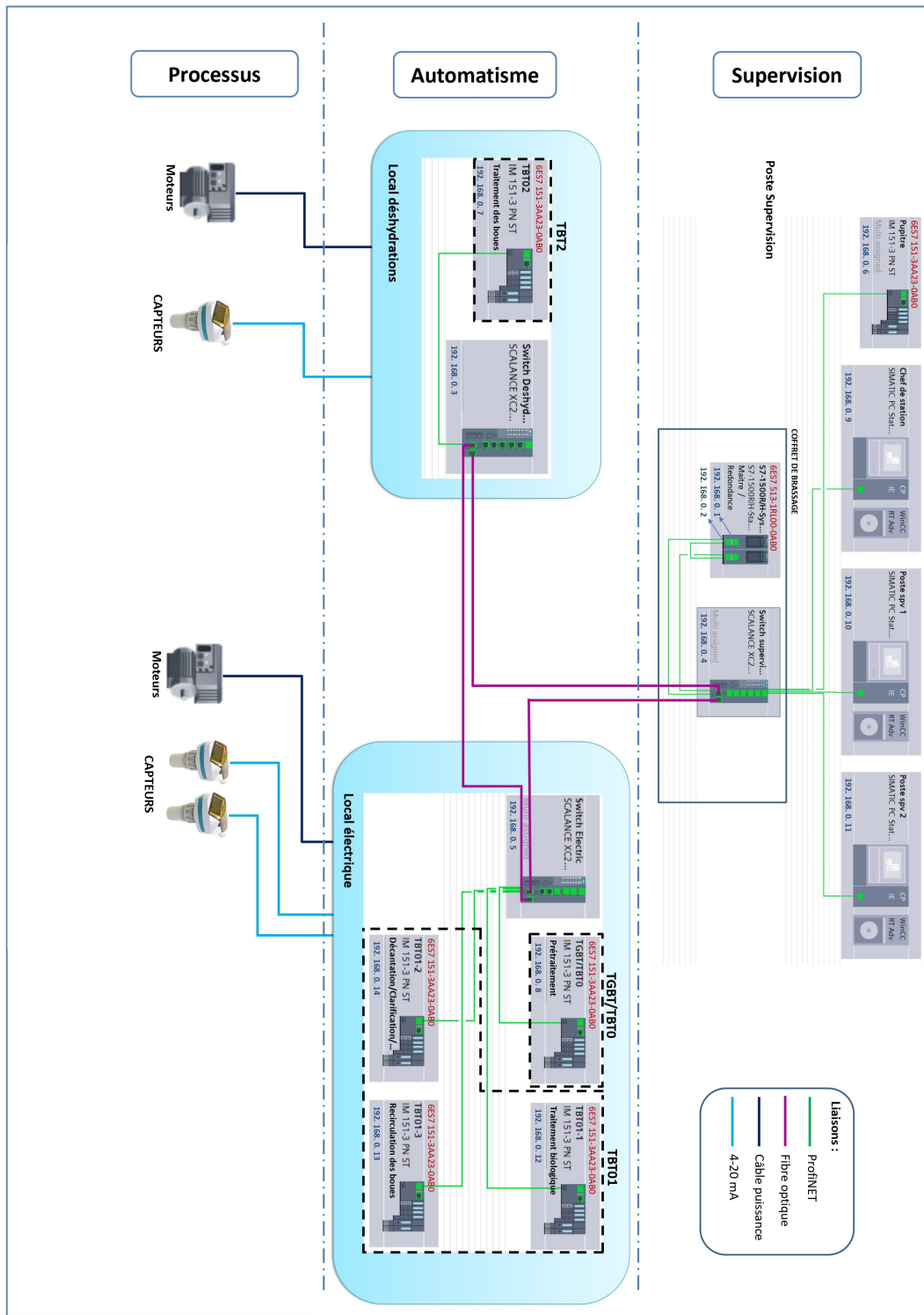


FIGURE III.9 – Configuration matérielle

Chapitre III. Automatisation de la partie du prétraitement

Configuration Réseau

La configuration réseau dans un système d'automatisation est une étape cruciale pour assurer la connectivité et la communication fiable entre les équipements.

Pour notre projet nous avons la topologie réseau qui fait référence à la structure physique et logique du réseau. Chaque équipement du réseau doit avoir une adresse IP unique pour permettre la communication, protocoles communication utilisés dans le système d'automatisation est PROFINET,

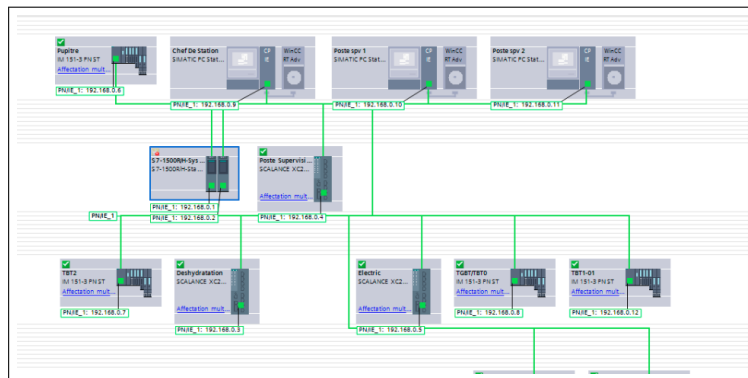


FIGURE III.10 – Configuration Réseau

III.5 Conclusion

En conclusion de ce chapitre, nous avons exploré en détail le processus de prétraitement des eaux usées. Nous avons examiné les différentes étapes impliquées, étudié les entrées et les sorties, et élaboré les organigrammes des différentes étapes du prétraitement.

Chapitre IV

Supervision et control

IV.1 Introduction

Dans ce quatrième chapitre, nous nous concentrons sur la programmation et la simulation de la partie automatisé du processus. L'automatisation joue un rôle clé dans l'optimisation des opérations de la station de traitement des eaux en permettant un contrôle précis des étapes du traitement. Nous examinons les composantes de l'automatisation, tels que les capteurs, les actionneurs et les systèmes de contrôle, ainsi que leur intégration dans le processus global de la station. Nous explorons également les logiciels de simulation utilisés pour évaluer les performances et optimiser le fonctionnement du système automatisé. Cette étape est essentielle pour améliorer l'efficacité, la fiabilité et la durabilité globales de la station de traitement des eaux.

IV.2 SCADA

La supervision (SCADA et HMI) assure le contrôle, la gestion, la visualisation des tendances, la gestion des alarmes et la régulation en temps réel des équipements électriques.

IV.2.1 Création d'un poste de supervision

Les étapes de création d'un poste de supervision comprennent

- L'analyse des besoins.
- La conception de l'architecture.
- Le développement des interfaces.
- La configuration des communications.
- La collecte de données en temps réel.
- La configuration des alarmes.

IV.2.2 Résolution de l'écran

Résolution demander dans le cahier de charge pour l'écran du poste de supervision est de 20 pouce. La résolution de l'écran a été configurée selon nos propres besoins pour une meilleure simulation, comme illustré dans (figureIV.1). Cela nous permet d'ajuster l'affichage pour une expérience utilisateur optimale en fonction de notre configuration spécifique.

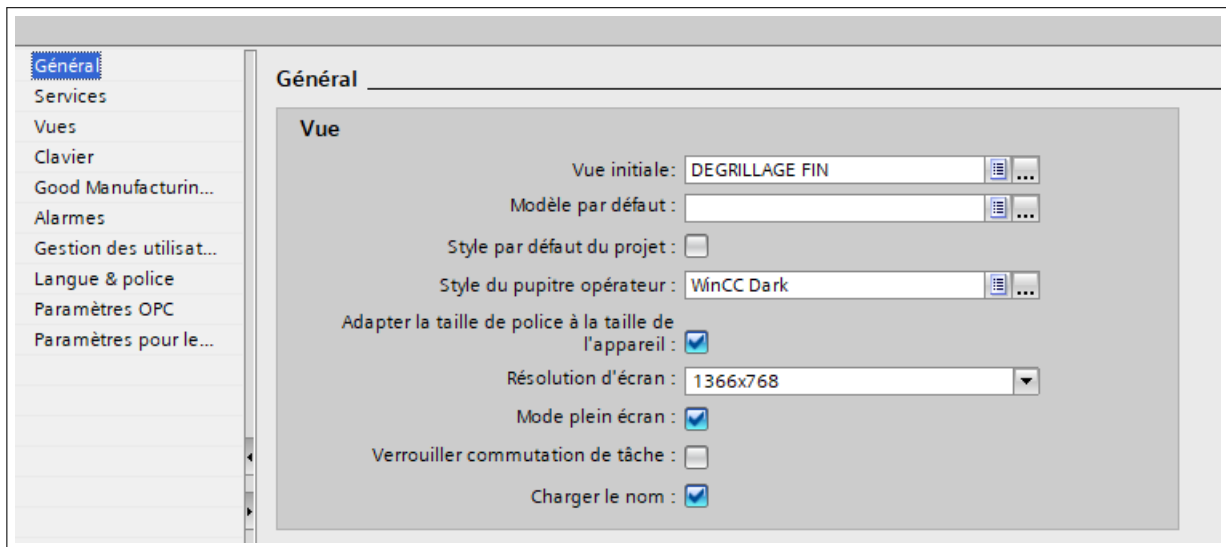


FIGURE IV.1 – Résolution de l'écran

IV.2.3 Mise en réseau du poste de supervision avec l'automate

La mise en réseau du poste de supervision avec l'automate permet d'établir une communication bidirectionnelle entre les deux systèmes, facilitant ainsi le partage de données en temps réel, la visualisation des informations de l'automate sur le poste de supervision, le contrôle à distance des automates et la coordination globale du système automatisé pour une gestion optimale des processus industriels (figureIV.2).

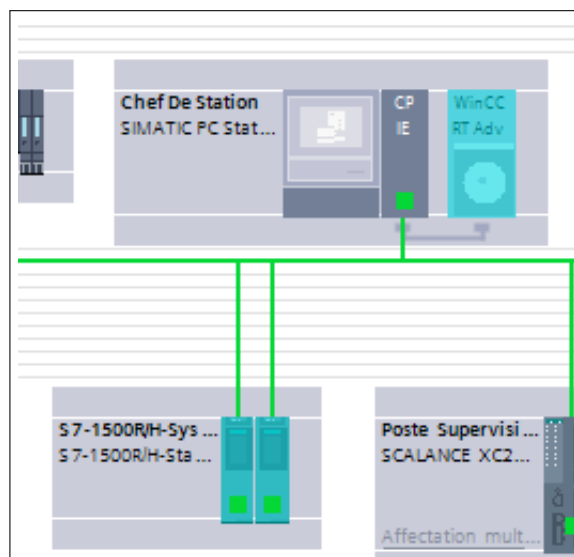


FIGURE IV.2 – Mise en réseau du poste de super vision avec l'automate

IV.2.4 Liaison du poste de supervision et l'automate

La liaison entre les automates et le poste de supervision s'effectue par le biais d'une communication bidirectionnelle permettant l'échange de données en temps réel, la visualisation des informations du système comme on peut voir la liaison dans notre projet dans (figureIV.3).

Connexions							
Nom	Pilote de communication	Mode de synchr...	Station	Partenaire	Noeud	En ligne	Commentaire
Connexion_1	SIMATIC S7 1500	Aucun(e)				<input checked="" type="checkbox"/>	
HMI_Liaison_1	SIMATIC S7 1500	Aucun(e)	S7-1500R/H-Syste...	Master	CPU 1513R-1 PN, In...	<input checked="" type="checkbox"/>	

FIGURE IV.3 – Liaison du poste de supervision et l'automate

IV.2.5 Éléments pour la cretion des vues

Pour créer les vues, on sélectionne et place les objets, utilise des couleurs, des étiquettes et des boutons de navigation pour l'interaction utilisateur (figureIV.4).

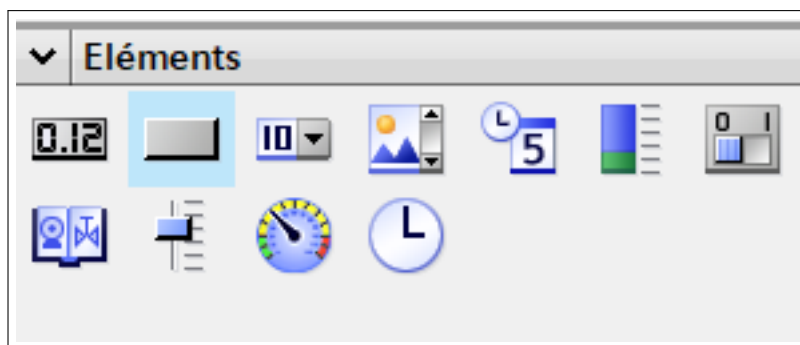


FIGURE IV.4 – Éléments pour la cretion des vues

IV.2.6 Moteur et son Animation

L'icône est une représentation graphique symbolique utilisée pour représenter visuellement un objet ou un concept. On a comme exemple le moteur comme sur (figureIV.5).

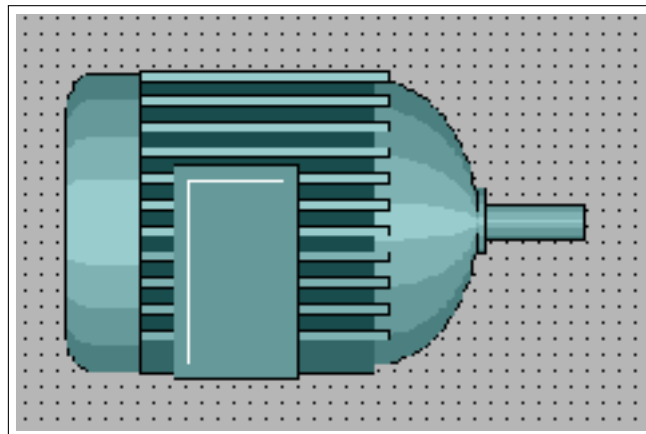


FIGURE IV.5 – Moteur dans un vu de supervision

L'animation des moteurs consiste à représenter graphiquement leur état et leur fonctionnement, en utilisant des éléments visuels tels que des icônes, des rotations ou des changements de couleur pour indiquer si le moteur est en marche, à l'arrêt ou en mode d'alerte. Cette animation permet de visualiser facilement l'état des moteurs dans le système de supervision (figureIV.6).

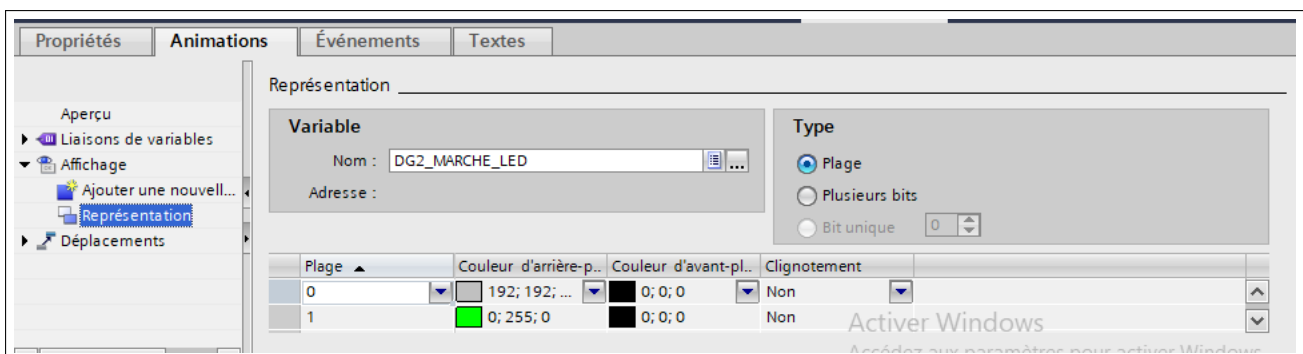


FIGURE IV.6 – Animation moteur

IV.3 Différentes vues

L'objectif de la vue IHM pour les processus de dégrillage, déshuilage et dessablage est de permettre aux opérateurs de surveiller, de contrôler et de réagir efficacement aux conditions du processus, et la configuration pour l'opérateur.

Voici les différentes vues de notre projet illustrées dans (figureIV.7).

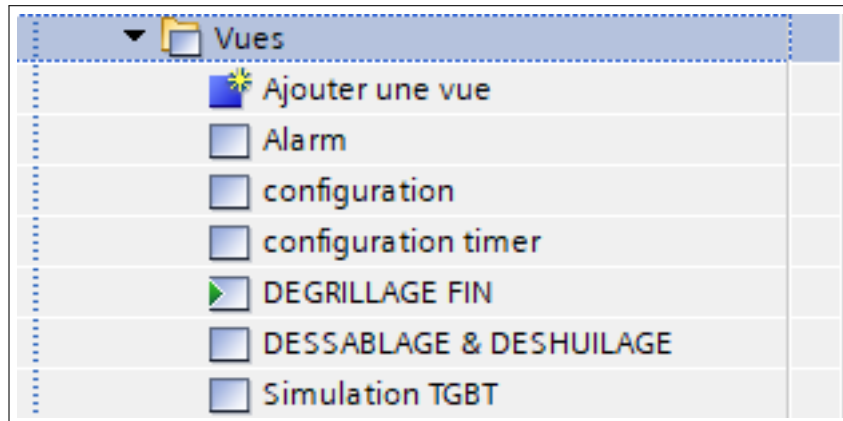


FIGURE IV.7 – Vues du programme

IV.3.1 Vue du dégrillage

La vue de dégrillage dans notre projet affiche les moteurs en état de fonctionnement dans les deux bacs, avec une indication visuelle en vert. De plus, les vis convoyeuses et les transmetteurs sont également visibles. La navigation entre les différentes vues est possible grâce à des boutons, comme le montre (figureIV.8).

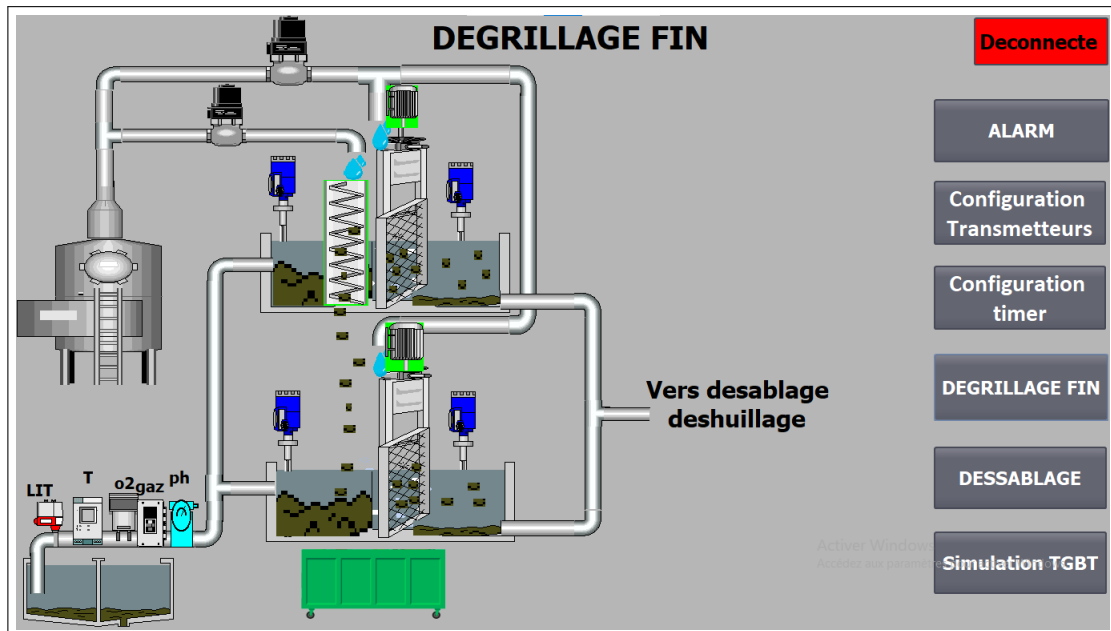


FIGURE IV.8 – Vue du dégrillage fin

IV.3.2 Vue dessablage deshuillage

Dans notre projet, la vue de dessablage/déshuillage présente les moteurs en fonctionnement, affichés en vert pour indiquer leur bon état. De plus, le pont racleur et les aérateurs immergés sont visibles dans cette vue . Pour naviguer entre les différentes vues, des boutons sont disponibles, permettant de passer d'une vue à l'autre, comme illustré dans (figureIV.9).

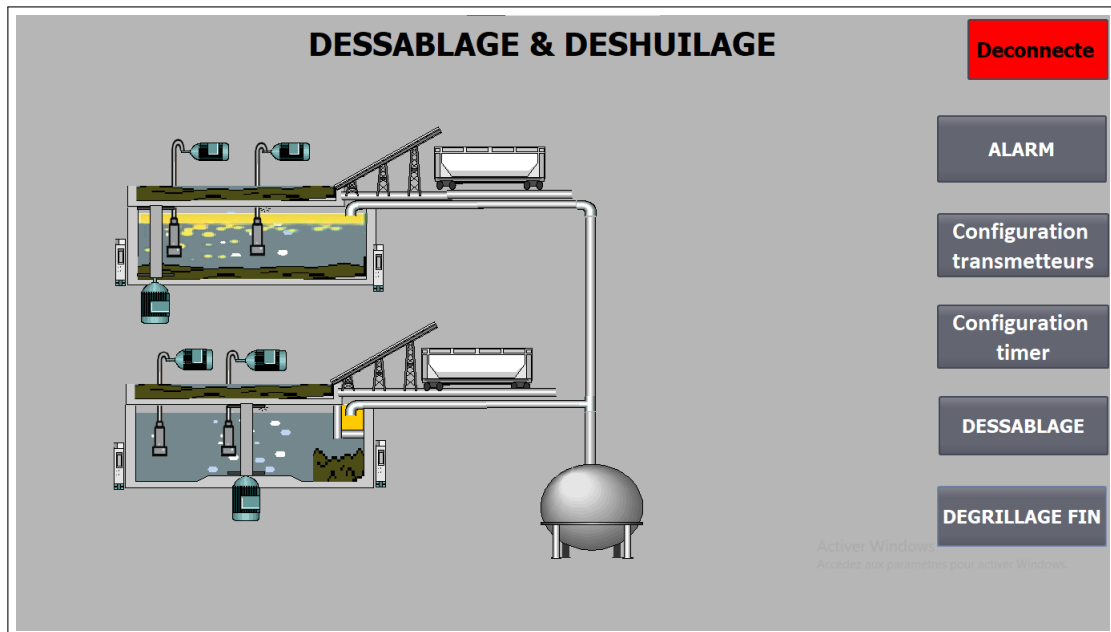


FIGURE IV.9 – Vue dessablage deshuillage

IV.3.3 Pop up moteur

pop-up moteur fournit à l'utilisateur un accès rapide aux informations et aux fonctionnalités spécifiques à ce moteur, sans encombrer l'écran principal de l'IHM (figureIV.10).

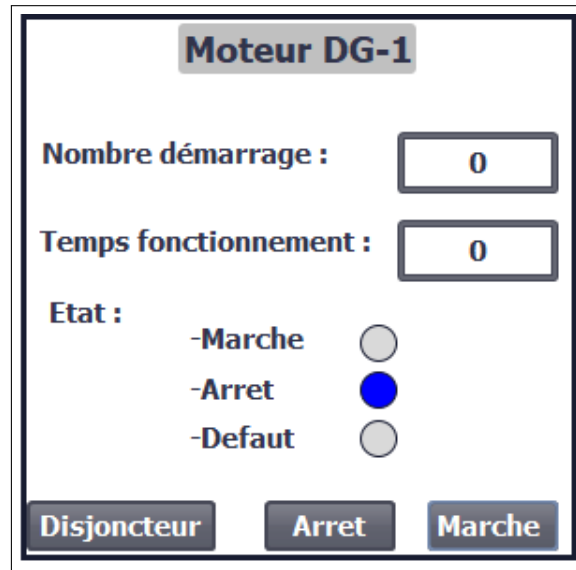


FIGURE IV.10 – Pop up moteur

IV.3.4 TGBT

Le "Tableau Général Basse Tension" (TGBT) est un dispositif électrique utilisé dans les installations pour distribuer, protéger et contrôler l'énergie électrique à basse tension. Il est situé dans un local technique centralisé et agit comme le point de départ de la distribution électrique vers les différents circuits de l'installation. Le TGBT joue un rôle crucial dans la gestion sécurisée de l'énergie électrique et permet de contrôler et d'isoler les circuits en cas de surcharge, de court-circuit ou d'autres situations anormales (figureIV.11).

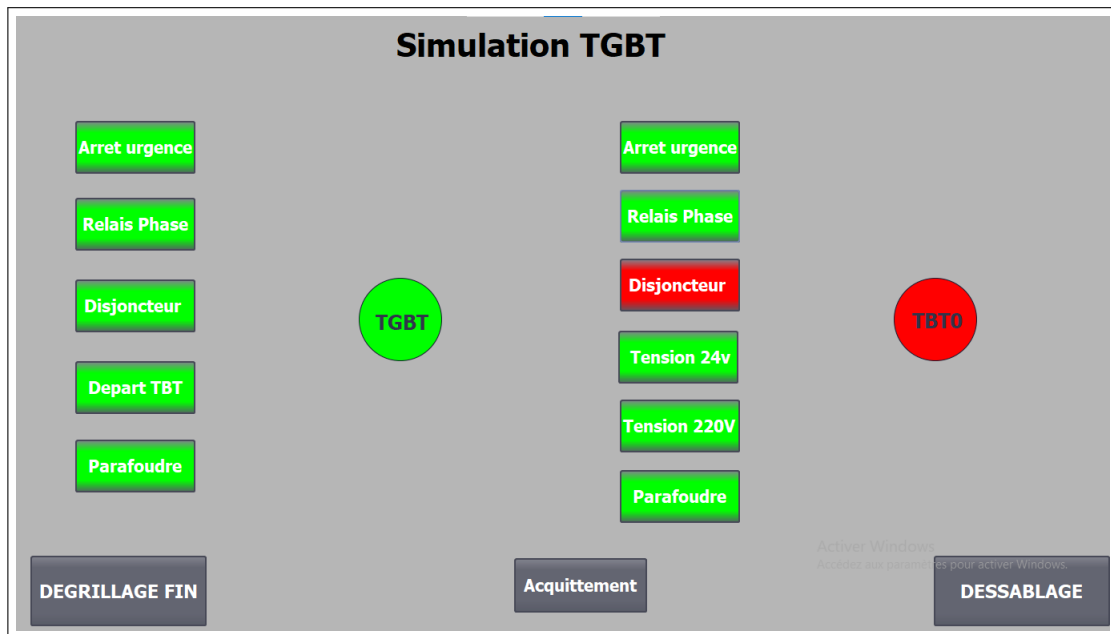


FIGURE IV.11 – Vue TGBT

IV.3.5 Configuration des timer

Temps de démarrage et d'arrêt est configurable du poste de supervision, il permet d'automatiser et de contrôler les séquences de démarrage et d'arrêt des équipements ou des processus (figure IV.12).

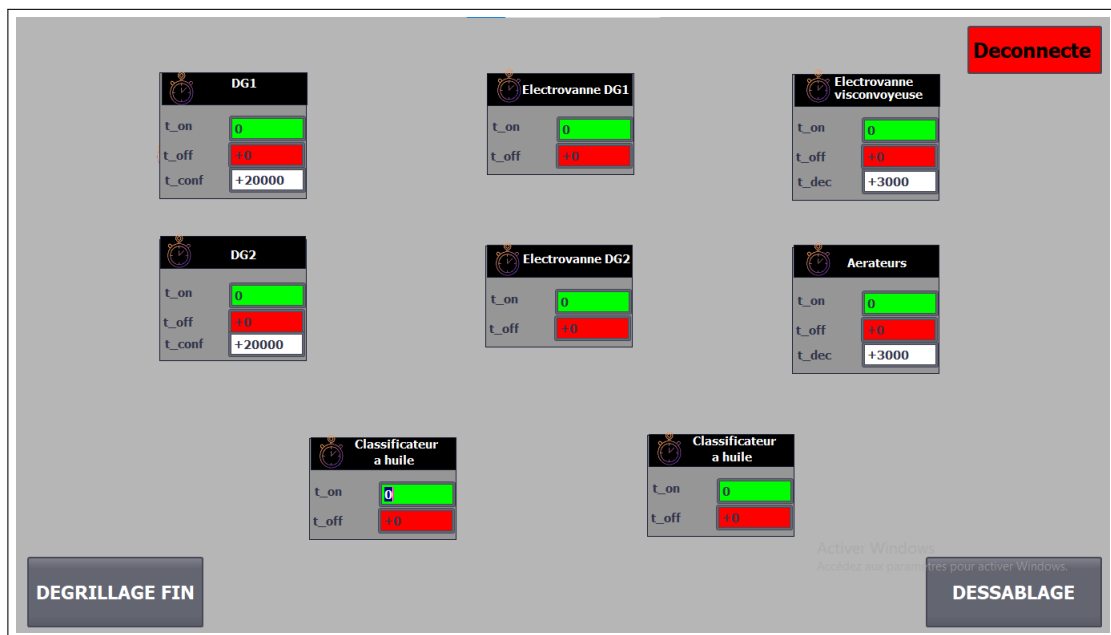


FIGURE IV.12 – Vue de configuration des timer

IV.3.6 Vue de configuration des capteur

Le défaut d'étalonnage d'un capteur peut également avoir un impact sur les limites supérieure et inférieure configurées pour ce capteur.

Lorsque le capteur présente un défaut d'étalonnage, cela signifie que les mesures qu'il effectue peuvent être incorrectes ou déviées par rapport aux valeurs réelles. Par conséquent, les limites supérieure et inférieure configurées initialement peuvent ne plus être valables.

La solution est d'ajuster les limites supérieure (high limit) et inférieure (low limit) dans le programme pour éviter les défaillances liées à un capteur mal étalonné (figureIV.13).

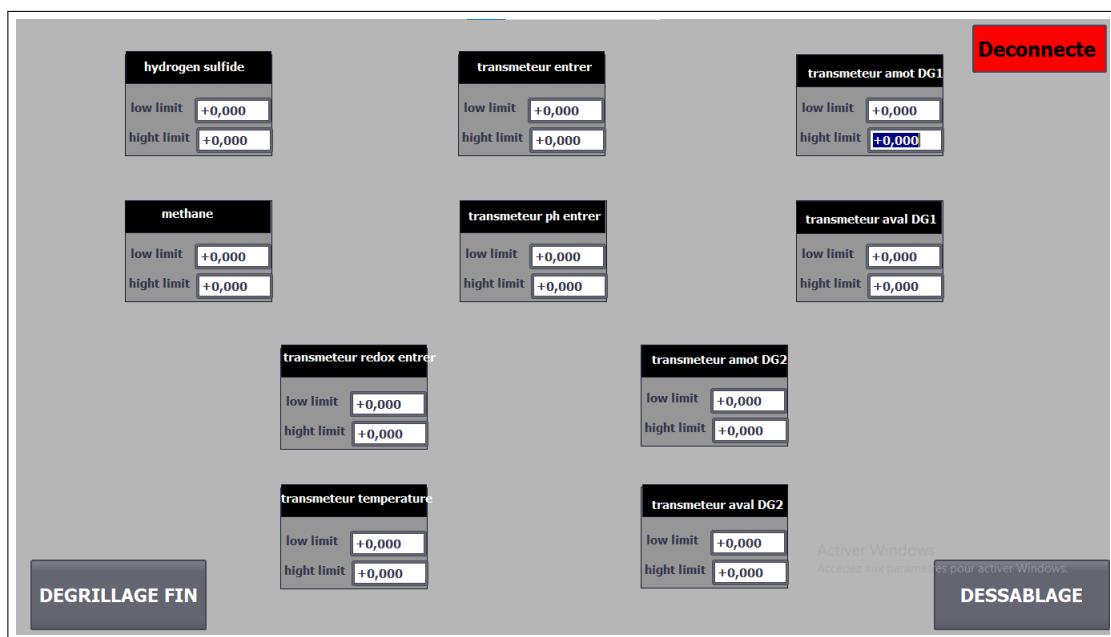


FIGURE IV.13 – Vue de configuration des capteur

IV.3.7 Vue des alarmes

Les alarmes sont utilisées dans notre système pour signaler des situations anormales ou critiques. Elles sont affichées de manière distincte et sont accompagnées d'une indication visuelle pour attirer l'attention de l'opérateur. Des mesures d'urgence peuvent être prises en réponse aux alarmes, telles que l'arrêt d'un équipement ou l'activation d'un système de sécurité (figureIV.14).

Chapitre IV. Supervision et control

Alarmes de bit										
ID	Nom	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ..	Adresse de dé...	Variable d'acq..	Bit d'a...	Adress.	
1	Alarme_de_bit_1	Aérateur immergé 1 disjoncteur	Warnings	AER1_DISJ...	0	AER1_DISJ_O...	<aucune vari...	0		
2	Alarme_de_bit_2	Aérateur immergé 2 disjoncteur	Warnings	AER2_DISJ_OF	0	AER2_DISJ_O...	<aucune vari...	0		
3	Alarme_de_bit_3	Aérateur immergé 1 défaut tempéra	Warnings	AER1_PTO	0	AER1_PTO.x0	<aucune vari...	0		
5	Alarme_de_bit_5	Aérateur immergé 2 défaut tempéra	Warnings	AER2_PTO	0	AER2_PTO.x0	<aucune vari...	0		
4	Alarme_de_bit_4	Aérateur immergé 3 défaut disjoncte	Warnings	AER3_DISJ_OF	0	AER3_DISJ_O...	<aucune vari...	0		
6	Alarme_de_bit_6	Aérateur immergé 3 défaut tempéra	Warnings	AER3_PTO	0	AER3_PTO.x0	<aucune vari...	0		
7	Alarme_de_bit_7	Aérateur immergé 4 disjoncteur	Warnings	AER4_DISJ_OF	0	AER4_DISJ_O...	<aucune vari...	0		
8	Alarme_de_bit_8	Aérateur immergé 4 défaut tempéra	Warnings	AER4_PTO	0	AER4_PTO.x0	<aucune vari...	0		
9	Alarme_de_bit_9	Arrêt d'urgence CCL1	Warnings	AU_CCL1	0	AU_CCL1.x0	<aucune vari...	0		
10	Alarme_de_bit_10	Arrêt d'urgence CCL2	Warnings	AU_CCL2	0	AU_CCL2.x0	<aucune vari...	0		
11	Alarme_de_bit_11	Arrêt d'urgence TBTD	Warnings	AU_TBTD	0	AU_TBTD.x0	<aucune vari...	0		
12	Alarme_de_bit_12	Classificateur a sable defaut disjonc	Warnings	CLS_DISJ_OF	0	CLS_DISJ_OF...	<aucune vari...	0		
13	Alarme_de_bit_13	Classificateur a sable défaut limiteu	Warnings	CLS_DEF_LC	0	CLS_DEF_LC.x0	<aucune vari...	0		
14	Alarme_de_bit_14	Concentrateur a huile état disjoncte	Warnings	CNH_DISJ_OF	0	CNH_DISJ_OF...	<aucune vari...	0		
15	Alarme_de_bit_15	Dégrilleur fine 1 défaut limiteur de c	Warnings	DG1_DEF_LC	0	DG1_DEF_LC...	<aucune vari...	0		
16	Alarme_de_bit_16	Dégrilleur fine 1 état disjoncteur	Warnings	DG1_DISJ_OF	0	DG1_DISJ_OF...	<aucune vari...	0		
17	Alarme_de_bit_17	Electrovanne de nettoyage 1 état di	Warnings	DG1_EV1_DIS...	0	DG1_EV1_DIS...	<aucune vari...	0		
18	Alarme_de_bit_18	Dégrilleur fine 2 défaut limiteur de c	Warnings	DG2_DEF_LC	0	DG2_DEF_LC...	<aucune vari...	0		
19	Alarme_de_bit_19	Electrovanne de nettoyage 2 état di	Warnings	DG2_EV2_DIS...	0	DG2_EV2_DIS...	<aucune vari...	0		
20	Alarme_de_bit_20		Warnings	<aucune vari...	0		<aucune vari...	0		
	<ajouter>									

FIGURE IV.14 – Vue des alarmes

IV.4 Simulation et mise en service

IV.4.1 PLCSIM Advanced 4.0

PLCSIM Advanced 4.0 est un logiciel de simulation . Il est spécialement conçu pour simuler et tester les programmes de contrôle développés pour les automates programmables industriels (API).

PLCSIM Advanced 4.0 offre une plateforme virtuelle où les ingénieurs peuvent simuler les opérations de contrôle et les interactions avec les API, sans avoir besoin de matériel physique. Il permet de valider les programmes de contrôle, de vérifier les fonctions de sécurité, d'optimiser les performances et de détecter d'éventuelles erreurs ou problèmes avant la mise en service réelle des API ,il offre des fonctionnalités avancées pour la simulation de CPU redondants (figureIV.15).

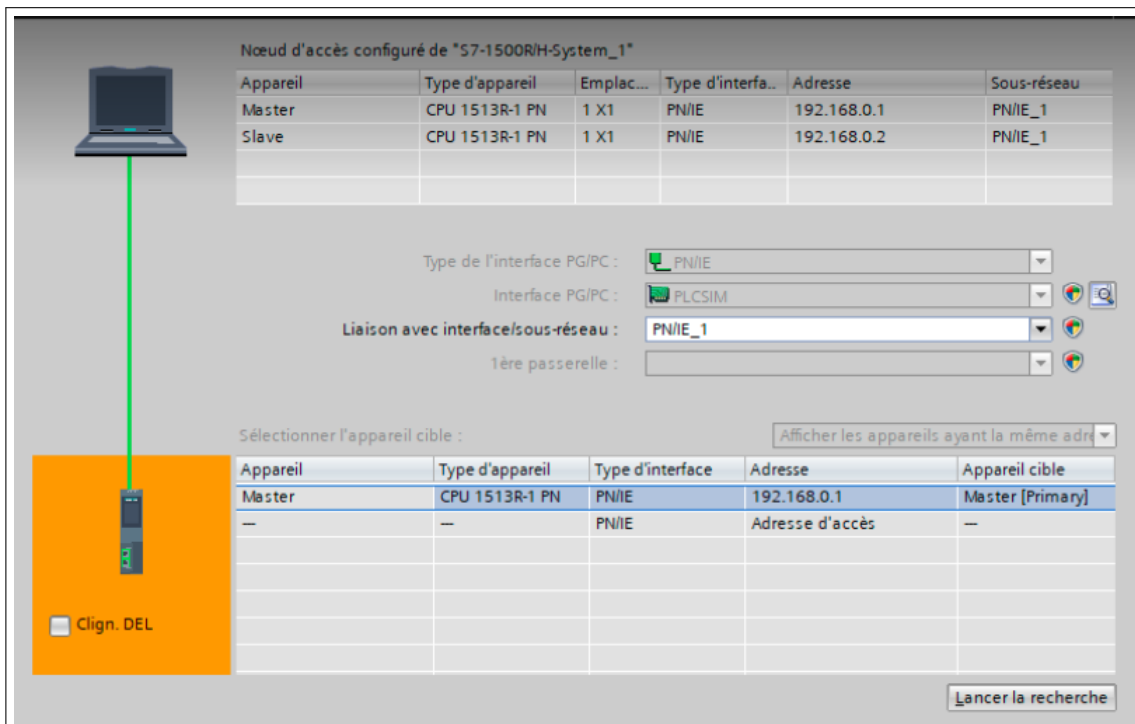


FIGURE IV.15 – Configuration du simulateur plcsim advanced 4.0

IV.4.2 WinCC runtime advanced

Le logiciel WinCC est un puissant outil de supervision et de contrôle utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle. Développé par Siemens, il offre une solution complète pour la visualisation, la surveillance et le contrôle des processus industriels.

Le logiciel Runtime pour la visualisation basée sur PC est une solution logicielle qui requiert WinCC Runtime Advanced. Il permet d'exécuter des applications de visualisation sur un ordinateur personnel, offrant ainsi une flexibilité et une accessibilité accrues. Il permet aux utilisateurs de visualiser et de surveiller les processus industriels en temps réel à partir de leur PC, ce qui facilite la supervision et la prise de décision.

Le logiciel Runtime pour la visualisation basée sur PC nécessite WinCC Runtime Advanced pour fonctionner. Il permet d'exécuter des applications de visualisation sur un ordinateur personnel (PC).

Le logiciel PC SIMATIC NET V8.2 offre un objet générique pour la gestion des modules Ethernet industriels. Il prend en charge les protocoles ISO, TCP/IP et la liaison S7, avec des fonctionnalités telles que le routage, le contrôleur PROFINETIO et le démarrage priorisé (figureIV.16).



FIGURE IV.16 – Carte reseau du poste de supervision

IV.4.3 Etapes de téléversement du plcsim apres la validation

Après la visualisation, les étapes de téléversement du PLCSIM (simulateur d'automate programmable) sont :

- 1. Vérifier les programmes et les paramètres dans le simulateur.
- 2. Télécharger le programme sur l'automate réel ou le système de contrôle.
- 3. Effectuer des tests et des validations pour s'assurer que le fonctionnement est conforme aux attentes.

IV.4.4 Mise en service

La mise en service d'un automate est l'étape finale du processus d'automatisation, où l'automate programmable est intégré au système réel pour assurer le fonctionnement correct et optimal de l'automatisation. Voici une procédure générale pour la mise en service d'un automate :

- Test des entrées/sorties : Vérifiez que toutes les entrées et sorties de l'automate fonctionnent correctement.
- Validation du programme : Vérifiez si le programme d'automate réagit correctement aux différentes conditions et événements du système.
- Réglage des paramètres : Configurez les paramètres de l'automate pour répondre aux exigences spécifiques du système.

IV.5 Conclusion

En conclusion, la supervision efficace des processus industriels, tels que le traitement des eaux usées, à travers l'utilisation d'une interface homme-machine (IHM), permet une surveillance en temps réel, une optimisation des performances et une prise de décision proactive, conduisant à une amélioration globale des opérations et des résultats.

Conclusion générale

Ce projet implique la mise en œuvre d'un système d'épuration des eaux usées en utilisant le TIA Portal et un CPU redondant. L'objectif est d'assurer une gestion fiable et continue du processus, garantissant ainsi une purification efficace des eaux usées et une haute disponibilité du système de contrôle.

La partie prétraitement de la station de dépuración de Sidi Aich, nous avons étudié et analysé en détail le processus de prétraitement des eaux usées

Le choix du matériel s'est basé sur des critères tels que la compatibilité avec le TIA Portal, la capacité de redondance et les performances requises.

Des CPU redondants ont été sélectionnés pour assurer la fiabilité du système, tandis que d'autres composants ont été choisis en fonction des exigences spécifiques du projet.

La mise en œuvre du projet a impliqué la configuration des équipements et la programmation des logiques de contrôle, suivie de la simulation pour valider le fonctionnement du système.

La simulation simultanée des deux CPU avec PLCSIM Advanced V4.0 a posé des défis en termes de synchronisation précise des processus. La configuration des paramètres de synchronisation et la gestion des échanges de données entre les CPU simulés ont été nécessaires. Malgré ces difficultés, l'ajustement des paramètres et l'utilisation de mécanismes de communication appropriés ont permis une simulation efficace, reproduisant fidèlement le comportement du système réel.

.La redondance permet d'assurer une haute disponibilité du système en utilisant des CPU redondants qui fonctionnent en parallèle. Cela garantit que le système peut continuer à fonctionner même en cas de défaillance d'un CPU, assurant ainsi une continuité opérationnelle et une réduction des temps d'arrêt.

D'autre part, l'adoption de la commande prédictive permet d'optimiser le contrôle des

paramètres clés du processus de prétraitement en utilisant des modèles prédictifs du système. Cette approche permet de prendre en compte les variations anticipées et d'ajuster les actions de contrôle de manière proactive pour maximiser les performances et minimiser les erreurs.

En combinant la redondance et la commande prédictive, on peut bénéficier d'un système plus robuste, capable de faire face aux défaillances potentielles tout en optimisant les performances du processus de prétraitement. Cette combinaison pourrait également offrir des avantages supplémentaires tels qu'une réduction des coûts d'exploitation et une amélioration de l'efficacité énergétique.

En conclusion Le projet de prétraitement des eaux usées à Sidi Aich a été mis en place pour garantir une gestion fiable et efficace du processus de prétraitement. Grâce à l'utilisation du TIA Portal, le système a été configuré et les logiques de contrôle ont été programmées. La simulation du système a été réalisée pour valider son fonctionnement, assurant ainsi une purification efficace des eaux usées.

Bibliographie

- [1] GUENDOUZ Zaidi and MEKKI Nabil. *Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi-Aich (Béjaia)*. PhD thesis, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA.
- [2] Ronan Le Hyaric, Pascale Naquin, Bruno Barillon, Jean-Pierre Canler, and Rémy Gourdon. Caractérisation des refus de dégrillage de la station d'épuration de givors (région rhône-alpes) : mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage et présentation des résultats. *Techniques Sciences Méthodes*, 3 :36–45, 2010.
- [3] H Shayeb, T Riabit, M Roustan, and A Hassan. Étude expérimentale et modélisation de la désinfection par le chlore des eaux usées épurées. *Revue des sciences de l'eau*, 11(4) :517–536, 1998.
- [4] Visconvoyeuse "<https://www.emo-france.com/produits/convoyeur-compacteur-laveur/vis-convoyeuse/>", consulté le 05/07/2023.
- [5] Alain GONZAGA. Les automates programmables industriels. *PDF téléchargé du www.geea.org*, page 17, 2004.
- [6] Marina Coquery, Maxime Pomies, S Martin Ruel, H Budzinski, Cecile Miege, M Esperanza, Claire Soulier, and JM Choubert. Mesurer les micropolluants dans les eaux usées brutes et traitées. protocoles et résultats pour l'analyse des concentrations et des flux. *Techniques Sciences Méthodes*, 1 :25–43, 2011.
- [7] Réal-Paul Bouchard and Guy Olivier. *Conception de moteurs asynchrones triphasés*. Presses inter Polytechnique, 1997.
- [8] Philippe Larguier. *Etude conception et réalisation d'un contacteur disjoncteur statique triphasé*. PhD thesis, Montpellier 2, 1994.

- [9] NOR Les. Relais statiques.
- [10] A Benbatouche, B Kadri, and A Badraoui. Conception et réalisation d'une électrovanne, application dans les systèmes d'irrigation intelligent. *Article de journal International de la recherche scientifique et technologies (USET)*, 2019.
- [11] Structure d'un système automatisé. "<https://bpmei-prades.com/cours/les-systemes-automatisees/lessons/structure-generale-dun-systeme-automatise-de-production/>", consulté le 05/07/2023.
- [12] Hatem Dhaoudi. Traitement des eaux usées urbaines. *Les procédés biologiques d'épuration. Université virtuelle de Tunis*. 30p, 2008.
- [13] Vincent Rocher, Johnny Gasperi, Sam Azimi, Solène Gilbert, and Catherine Paffoni. Comportement des substances prioritaires sur les ouvrages de traitement des eaux usées-cas de la décantation lamellaire et de la biofiltration. *Techniques Sciences Méthodes*, (3) :20–34, 2011.
- [14] Victoria Cotorobai, Theodor Mateescu, Ana-Maria Slavu, and Mihai Profire. Quelques considérations sur l'influence du vent sur les performances fonctionnels des installations d'évacuation des eaux usées. *Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Sectia Constructii, Arhitectura*, 54(1) :69, 2008.
- [15] Antar Gherab. *Etudes des pompes pour les forages" pompes immergées"*. PhD thesis, Université Mohamed Boudiaf-M'sila.
- [16] Abdeslam Saktoun. *Étude d'un détecteur à gaz bidimensionnel pour rayons X*. PhD thesis, Grenoble 1, 1991.
- [17] NR Mohamad, AA Abdul Rahman, BM Bali Mohamad, MAA Rahman, FA Jafar, MR Muhamad, and MHF Md Fauadi. Architecture of reconfigurable conveyor system in manufacturing system. *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, 12(1 (2)) :117–128, 2018.