Table des matières

Remerciements i
Table des matières ii
Liste des tableaux v
Liste des figures vi
Liste des abréviations et acronymes viii
Glossaire ix
Introduction 1
Partie 1 : Cadre de l'étude 3
Chapitre 1 : Présentation de l'Entreprise 4
1. Historique de l'Entreprise 4
2. Divers organigrammes 4
Chapitre 2 : Présentation globale de la Centrale 7
1. Equipements de la Centrale 7
Caractéristiques du moteur 7
Caractéristiques de l'alternateur 7
2. Fonctionnement des circuits 10
Circuit de combustible 10
Circuit d'huile de lubrification 11
Circuit d'eau de refroidissement (moteur en marche) 12
Circuit de gaz d'échappement et air de suralimentation 13
Circuit d'air comprimé 14
Circuit des eaux usées 15
Partie 2 : Analyse fonctionnelle de l'unité de traitement des eaux huileuses SENITEC P750 17
Chapitre 1 : Fonctionnement de l'unité SENITEC P750 18
1. Spécification technique de l'unité 18
2. Schéma du processus 19
3. Développement des phases de traitement 19
4. Résumé du principe 22
Chapitre 2 : Manipulation du système 23
1. Présentation général 23
2. Page d'accueil du terminal 24
3. Aperçu du processus 25

4. Opérations 26
5. Alarmes 26
6. Maintenance 28
7. Réglages 29
8. Menu avancé 30
Partie 3 : Proposition de standardisation à l'aide de l'automate programmable industriel SIEMENS S7_200 32
Chapitre 1 : Généralité sur l'automate programmable 33
1. Définition générale de l'automatisme 33
2. Constitution général d'un automatisme 33
Chapitre 2 : Choix de l'automate et des composants 36
1. Choix de l'automate 36
2. Choix des composants 36
3. Modifications nécessaires 37
Chapitre 3 : Automatisation par SIEMENS S7_200 38
1. Présentation de l'API SIEMENS S7_200 38
Aspect extérieur d'un API SIEMENS S7 200 39
Modules d'extension du CPU S7-200 39
Accès aux données du S7_200 40
Mémoire image des entrées (I) 41
Mémoire image des sorties (Q) 41
Mémoire des variables (V) 41
Temporisation (T) 41
Mémoires spéciaux ou Mémentos spéciaux (SM) 42
Entrées analogiques (AI) 42
2. Programmation de l'API SIEMENS S7_200 42
3. Langage d'édition du programme 43
Editeur de liste d'instruction (LIST) 43
Editeur de schéma à contact (CONT) 44
Editeur de logigramme (LOG) 45
4. L'afficheur TD 200 46
Présentation du TD 200 46
Les composants du TD 200 46
Les différents types de message 48

Paramétrage du TD 200 49
5. Le simulateur S7_200 50
Partie 4 : Programmation et simulation 51
Chapitre 1 : Programmation 52
1. Cahier de charge 52
2. Algorithmes 52
3. Programme 56
Chapitre 2 : Simulation 67
Chapitre 3 : Impacts environnementaux 68
1. Définitions 68
2. Impacts 68
Conclusion 69
Références 70
Annexes I

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Liste des tableaux

Tableau 1: caractéristiques du moteur

Tableau 2: caractéristiques de l'alternateur

Tableau 3: spécification technique de l'unité

Tableau 4: présentation du terminal opérateur

Tableau 5: statut de l'unité

Tableau 6: page d'accueil

Tableau 7: aperçu du processus

Tableau 8: liste des opérations

Tableau 9: page des alarmes

Tableau 10: sondes de température

Tableau 11: sondes de niveau d'huile

Tableau 12: sondes de niveau d'eau

Tableau 13: modules d'extension du CPU S7_200

Tableau 14: accès aux données

Tableau 15: codes des opérations

Tableau 16: langage contacté

Liste des figures

Figure 1: organisation de l'Union Fenosa

Figure 2: organisation hiérarchique de l'O & M Energy

Figure 3: organisation hiérarchique de l'O & M Energy Madagascar

Figure 4: organigramme schématisé des équipements de la production d'énergie

Figure 5: circuit de combustible

Figure 6: circuit d'huile de lubrification

Figure 7: circuit d'eau de refroidissement

Figure 8: circuit de gaz d'échappement et air de suralimentation

Figure 9: circuit d'air comprimé

Figure 10: circuit des eaux usées

Figure 11: schéma du processus

Figure 12: phase de séparation des hydrocarbures

Figure 13: injection des produits chimiques

Figure 14: phase de flottation et filtration

Figure 15: résumé du principe

Figure 16: présentation du terminal opérateur

Figure 17: page d'accueil

Figure 18: aperçu du processus

Figure 19: liste des opérations

Figure 20: page des alarmes

Figure 21: informations sur l'alarme

Figure 22: page et informations sur les maintenances

Figure 23: réglages

Figure 24: visualisation du temps de fonctionnement des pompes

Figure 25: visualisation de l'historique des pompes

Figure 26: visualisation de l'historique des températures

Figure 27: visualisation du convertisseur de fréquence

Figure 28: constituants d'un automatisme

Figure 29: unité de traitement

Figure 30: pré actionneurs

Figure 31: actionneurs

Figure 32: capteurs de température Pt100

Figure 33: capteur de niveau d'huile

Figure 34: capteur de niveau d'eau

Figure 35: aspect extérieur de l'API S7_200

Figure 36: composants du TD 200

Figure 37: touches du TD 200

Figure 38 : système air dissous

Figure 39 : système d'injection de produits chimiques

Figure 40 : système racleur

Figure 41 : système principal

Liste des abréviations et acronymes

A.P.I.: Automate Programmable Industriel

CPU: Central Processing Unit

ECC: Entré Courant Continu

ECA: Entré Courant Alternatif

env: environ

HT : High Temperature (Haute Température)

ISO: International Standardisation Organisation

LT : Low Temperature (Basse température)

MW: Mégawatt

O & M Energy: Operacion y Mantenimiento Energy

p p b: partie par milliard

p p m: parties par million (unité de mesure d'une pollution chimique), équivalent de [mg/m^3]

SCC: Source Courant Continu

TOR : Tout Ou Rien

Rapport-Gratuit.com

Glossaire

Air dissous: eau mélangée à de l'air soumis à une pression de 1,75 à 3,5 kg/cm²

Charbon actif: houille de bois ayant subit des traitements pour le rendre plus poreux, ainsi il retient les particules chimiques contenus dans l'eau qui le traverse

Coagulant: substance qui transforme un liquide organique en masse solide

Eau huileuse: eau grasse, eau mélangée à des hydrocarbures

Eau potable: eau désinfectée par addition de chlore et d'ozone, éliminée des bactéries pathogènes, filtrée et débarrassée des goûts et odeurs désagréables

Eau pure: formule chimique H_2O, généralement à l'état liquide et peut changer d'état selon la température et la pression. A la pression atmosphérique, l'eau bout à 100°C et se congèle à 0°C

Eau propre: eau ayant subit de traitement adéquats et jetable dans le milieu naturel sans le dégrader

Eaux usées: provenant des activités domestiques et industrielles ainsi que des eaux souterraines et des précipitations véhiculant des déchets

Floculant: substance pour provoquer l'agglomération en flocons de particules en suspension dans un liquide

Flottation: procédé permettant de séparer des éléments solides en suspension dans un liquide, en fonction de leur différence de densité

Flottaison: capacité d'un organisme vivant de se maintenir à la surface de l'eau

Soude caustique: produit qui attaque ou détruit les matières organiques

Introduction

Pour répondre à la consommation croissante d'électricité à Madagascar, il a fallu construire des usines capables de produire de l'électricité en grande quantité. Les deux principaux modes de production d'électricité sont les centrales hydroélectriques et les centrales thermiques. Les centrales hydroélectriques transforment l'« énergie cinétique » de l'eau en « énergie électrique » par l'intermédiaire d'une « turbine hydraulique » couplée à un « générateur électrique »; tandis que les centrales thermiques utilisent des groupes composés d'un moteur diesel couplé à un alternateur. Une fois le courant produit, il doit être amené jusqu'aux consommateurs. Notons que l'entreprise O&M ENERGY est une société parmi ceux qui exploitent les centrales thermiques.

La Centrale Thermique de Mandroseza dispose de quatre groupes composés d'un moteur diesel, tournant avec du fioul lourd, couplé à un alternateur. Les eaux mélangées à des hydrocarbures ou eaux huileuses sont issues de la vidange de diverses zones de stockage, du traitement des hydrocarbures, du traitement de l'huile de lubrification, du lavage des chaudières et du nettoyage en atelier. Ces eaux sont traitées avant leur décharge de l'usine. Pour cela, la Centrale combine le système de traitement des eaux huileuses (Wärtsilä Senitec P series) et le système de traitement biologique (Wärtsilä Senitec Biosys). Ceci dans le but de respecter la série des normes intégrant le management de l'environnement : les normes ISO 14000.

Pour le cas de SENITEC, l'unité est dotée d'un système totalement automatisé c'est-à-dire qu'elle repose sur le principe de l'automatisme industriel composé de plusieurs systèmes de régulation gérés par un Automate Programmable Industriel (API) de type MITSUBISHI FX-2N-48MR. Cependant pour pouvoir la manipuler et l'exploiter convenablement, il est préférable de bien maitriser le processus ainsi que la technologie de cette dernière.

Au cours de notre stage au sein de l'entreprise, nous avons constaté que les constructeurs ne fournissent pas tous les renseignements nécessaires à l'exploitation de leur produit ainsi que les pièces de rechange ne sont fournis que par les constructeurs eux-mêmes. Par conséquent, le personnel concerné rencontre des difficultés lors de l'exploitation et lors d'une intervention en cas de défaillance. Entre autre, le réglage que le constructeur prévoit ne peut être directement adéquat à son utilisation.

Vue le contexte technique, technologie et écologique de l'unité de traitement des eaux usées de la Centrale, nous avons choisi le sujet **«Etude et standardisation de l'unité de traitement des eaux huileuses SENITEC P750 de la Centrale Thermique 40MW Mandroseza »** dans le but d'étudier le système et sa manipulation pour ainsi compléter le document technique déjà existant, et d'améliorer la maîtrise de l'automatisation.

Dans ce présent ouvrage, nous allons présenter l'Entreprise O & M Energy Madagascar et la Centrale Thermique de Mandroseza dans la première partie. Dans la deuxième partie, nous parlerons de la méthodologie utilisée pour l'étude et des résultats obtenus. Enfin dans la troisième partie, nous procèderons à la discussion de ces résultats et proposerons une amélioration au système utilisant l'automate programmable de type SIEMENS S7_200.

Partie 1 : Cadre de l'étude

Chapitre 1 : Présentation de l'Entreprise

En vue d'augmenter la puissance disponible en énergie électrique du réseau interconnecté d'Antananarivo, et, de permettre la mise en place du dessableur et du troisième groupe hydraulique à la Centrale Hydroélectrique d'Andekaleka, la Société JIRO sy RANO MALAGASY avait prévu l'installation d'une Centrale Thermique d'une puissance de 40MW à Mandroseza Antananarivo. La réalisation du projet se fait en collaboration avec une Société hollandaise appelée WÄRTSILA.

La Société « Operacion y Mantenimiento Energy Madagascar » (O & M Energy) est une filiale de l'Union Fenosa s'occupant de l'exploitation et de la maintenance de la Centrale.

La Centrale Thermique dispose de quatre groupes fournissant une puissance de 10MW chacun.

1. Historique de l'Entreprise

- Pose de la première pierre pour la construction de la Centrale le 9 septembre 2006.
- Inauguration de la Centrale le 15 février 2008.

2. Divers organigrammes

Organisation de l'Union FENOSA[1]

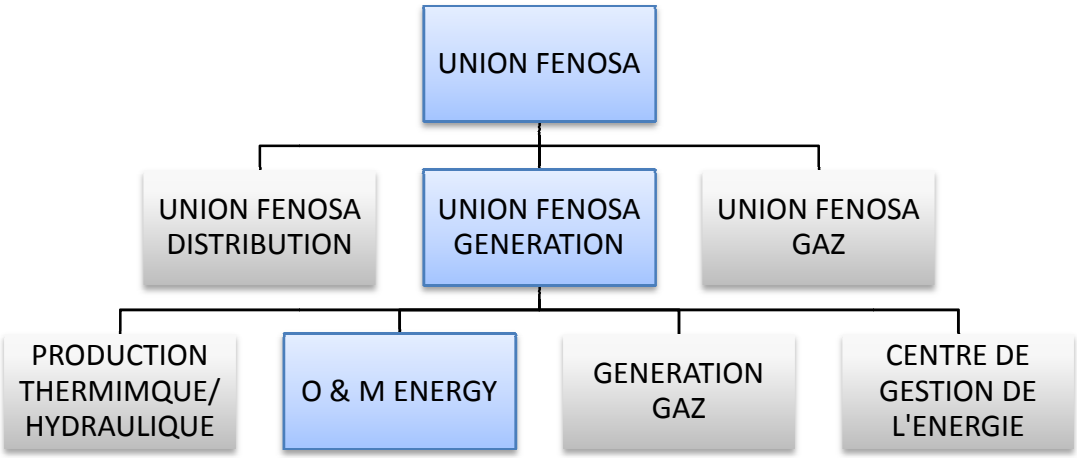


Figure 1: organisation de l'Union Fenosa

[1] Source: O&M Energy

Organisation hiérarchique de l'O & M Energy[2]

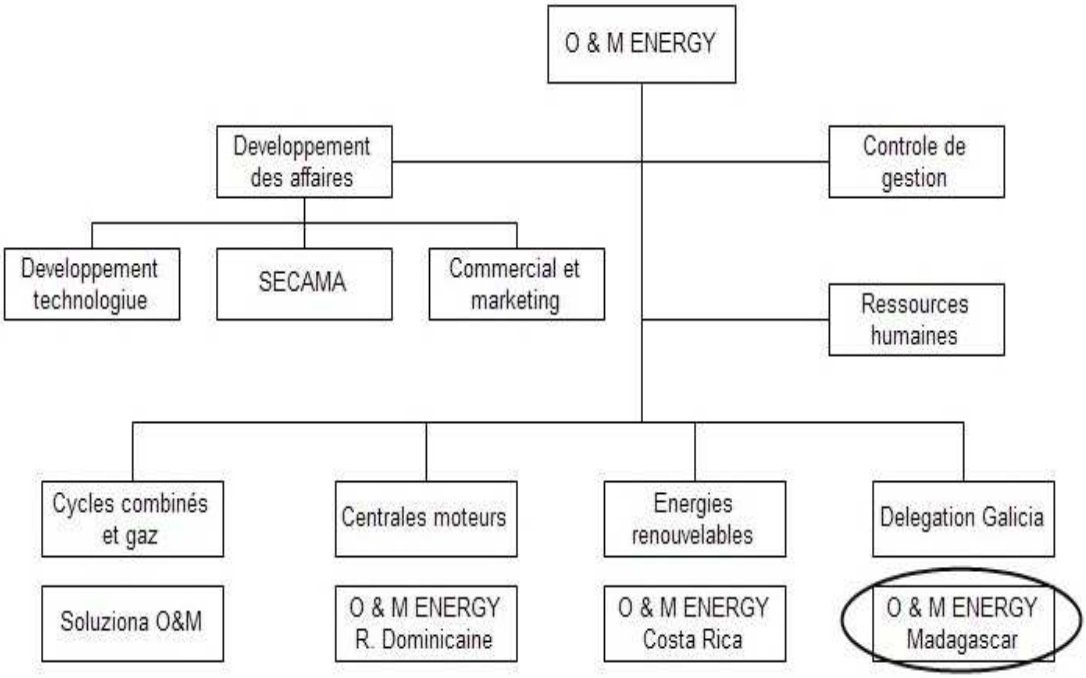


Figure 2: organisation hiérarchique de l'O&M Energy

[2] Source: O & M Energy

Organisation hiérarchique de l'O&M Energy Madagascar[3]

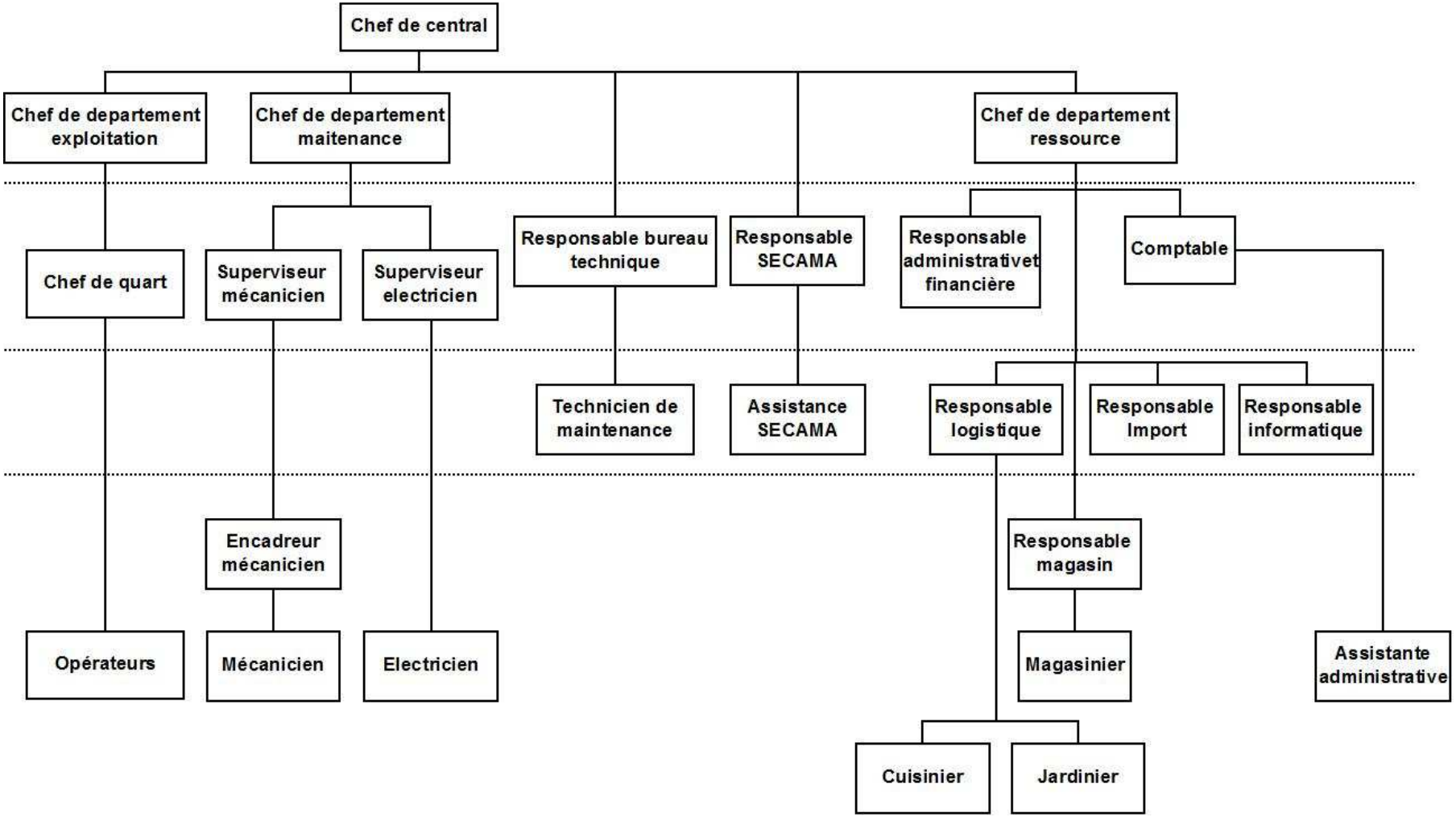


Figure 3: organisation hiérarchique de l'O&M Energy Madagascar

[3] Source: O & M Energy

Chapitre 2 : Présentation globale de la Centrale

1. Equipements de la Centrale

On distingue :

COMMUNS AU SITE :

1. Système de stockage (fioul, huile, …)
2. Système d'alimentation en courant alternatif basse tension 400/220V
3. Groupe de secours pour le black out (BLACK START).
4. Système d'alimentation en courant continu 110V.
5. Système d'alimentation en courant continu 24V.
6. Système informatisé de contrôle et de suivi des paramètres (SCADA).
7. Système d'alimentation en air de démarrage et de contrôle des groupes (env. 30bars).
8. Système d'air d'instrumentation (env. 6 bars).
9. Système de distribution en eau.de service
10. Système de traitement des eaux huileuses et effluents. (SENITEC et BIOSYS)
11. Système contre les incendies. (Fire fighting)

EQUIPEMENTS DES GROUPES :

Caractéristiques du moteur

Moteur Diesel	
Type	18 V 38 A
Alésage	380 [mm]
Nombre de cylindre	18
Vitesse nominale	600 [tr/min]
Puissance nominale	10 [MW]

Tableau 1: caractéristiques du moteur

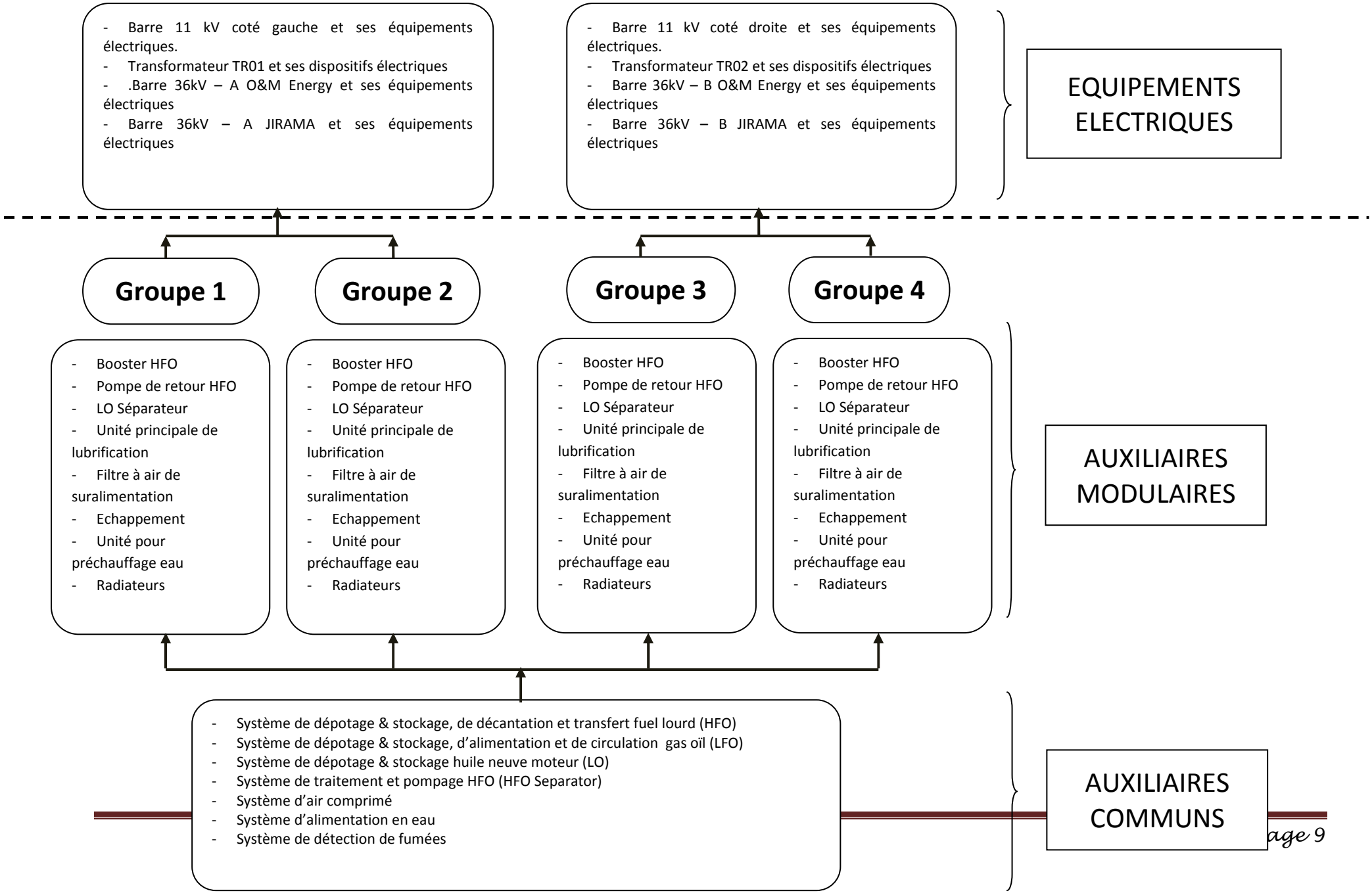
Caractéristiques de l'alternateur

Alternateur	
Type	DIG 171p / 10
Phases	3
Tension	11 [kV] Y
Puissance apparente	12300 [kVA]
Fréquence	50 [Hz]
Vitesse d'emballement	600 [tr/min]

Tableau 2: caractéristiques de l'alternateur

Sur l'organigramme schématisé ci-dessous, on retrouve les équipements constituants la production d'énergie des groupes au sein de la centrale.

Figure 4: organigramme schématisé des équipements de production de d'énergie


- Barre 11 kV coté gauche et ses équipements électriques.
- Transformateur TR01 et ses dispositifs électriques
- .Barre 36kV – A O&M Energy et ses équipements électriques
- Barre 36kV – A JIRAMA et ses équipements électriques
- Barre 11 kV coté droite et ses équipements électriques.
- Transformateur TR02 et ses dispositifs électriques
- Barre 36kV – B O&M Energy et ses équipements électriques
- Barre 36kV – B JIRAMA et ses équipements électriques
EQUIPEMENTS ELECTRIQUES
Groupe 1
Groupe 2
Groupe 3
Groupe 4
- Booster HFO
- Pompe de retour HFO
- LO Séparateur
- Unité principale de lubrification
- Filtre à air de suralimentation
- Echappement
- Unité pour préchauffage eau
- Radiateurs
AUXILIAIRES MODULAIRES
- Système de dépotage & stockage, de décantation et transfert fuel lourd (HFO)
- Système de dépotage & stockage, d'alimentation et de circulation gas oïl (LFO)
- Système de dépotage & stockage huile neuve moteur (LO)
- Système de traitement et pompage HFO (HFO Separator)
- Système d'air comprimé
- Système d'alimentation en eau
- Système de détection de fumées
AUXILIAIRES COMMUNS

2. Fonctionnement des circuits

Circuit de combustible

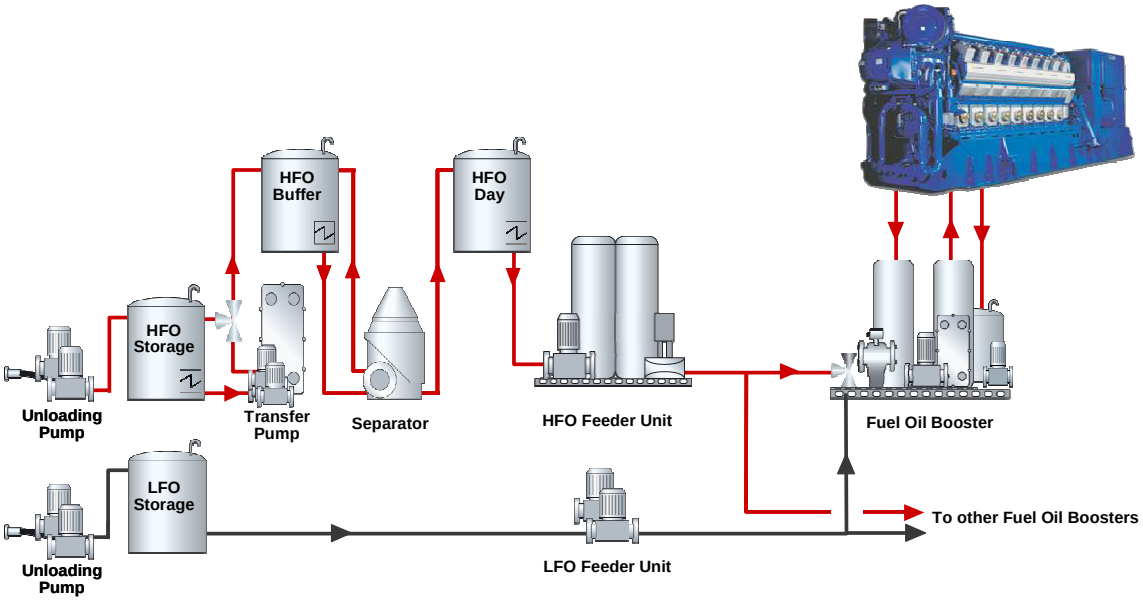


Figure 5: circuit de combustible

Les moteurs des groupes de la centrale sont de type diesel à bas régime c'est-à-dire que le carburant utilisé n'est guère très raffiné. La centrale utilise comme combustible principal le **fioul lourd HFO 2 (Heavy Fuel Oil)**.

Le fioul venant des camions citernes est d'abord stocké dans le tank de stockage (**Storage Tank)** de capacité 1200m^3 et qui se remplit à l'aide de la pompe de dépotage **(Unloading pump)**.

Ensuite, à l'aide de l'unité de transfert **(Transfert pump)**, le fioul est envoyé vers le réservoir de fioul brut **(HFO Buffer Tank)** de capacité 80 m^3 ayant pour fonction la décantation et le stockage de fioul avant traitement. L'unité de transfert est munie d'un filtre pour séparer les particules solides du HFO, d'un échangeur pour chauffer le fioul afin de diminuer sa viscosité.

Le fioul est traité dans le séparateur (**HFO Separator unit)** pour enlever l'eau et les impuretés éventuelles. Pour la séparation, le fioul brut est sollicité par une force centrifuge. Le séparateur est muni d'un bol auto débourbeur à pile d'assiettes (nettoyage automatique des composantes de séparation).

Le fioul traité est stocké dans le réservoir journalier **(Day Tank)** de capacité 80 m^3 et les impuretés sont évacuées directement dans le réservoir des boues **(Sludge tank)** de capacité 35m^3 (non représenté sur le circuit).

La pompe d'alimentation **(Feeder Pump)** pompe le fioul contenu dans le réservoir journalier **(day tank)** vers le surpresseur **(Booster unit)**. Le surpresseur donne, en même temps au fioul, la

pression (7 à 8 bars), la température (130°C max) à l'aide d'un réchauffeur, la viscosité (16-24 cSt) nécessaires pour le bon fonctionnement du moteur.

La Centrale utilise le **Gaz oil (Light Fuel Oil)** pour le rinçage du moteur avant un arrêt de longue durée ou le redémarrage après un arrêt long terme. Il est stocké dans le tank de stockage **(LFO storage)** et acheminé au moteur par la pompe d'alimentation **(LFO feeder unit)**.

Circuit d'huile de lubrification

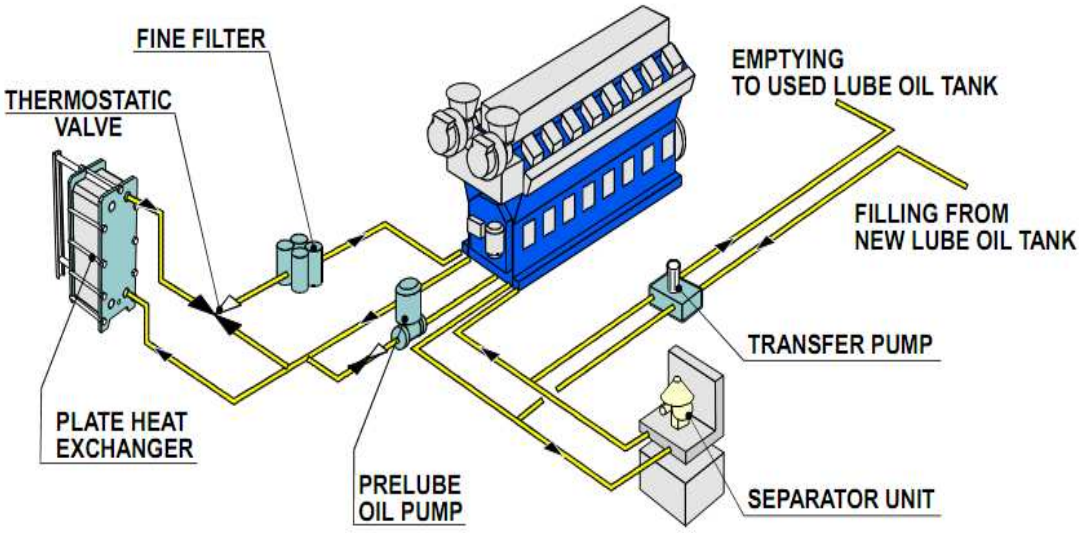


Figure 6: circuit d'huile de lubrification

L'huile de lubrification est aussi stockée dans un tank après son dépotage.

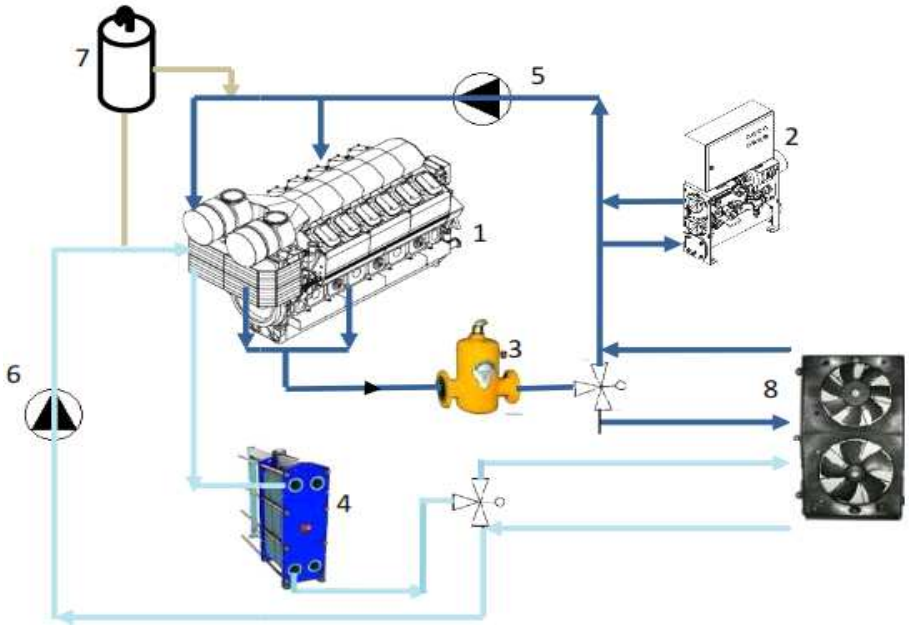
Une pompe **(Transfert pump)** le transfert vers le moteur, pour le remplissage et/ ou pour les éventuels appoints d'huile. L'huile est envoyée directement dans le carter d'huile du moteur. La lubrification se fait par circuit fermé. Durant le fonctionnement du moteur ; l'huile se pollue progressivement. Pour maintenir la qualité de la lubrification ; elle doit être filtrée, ôtée des impuretés éventuelles dues aux pollutions diverses telles que : les matières charbonneuses, de l'eau accidentellement introduite, etc… La filtration se fait à l'aide d'un filtre automatique **(Automatic Filter /Fine filter)** qui est un ensemble de six (6) filtres en rotation l'un après l'autre et qui s'auto nettoie grâce à un système de flashage automatique, sans interrompre le processus de filtrage.

Le séparateur d'huile **(LO separator unit)** sépare les impuretés et l'eau accidentellement introduite dans l'huile durant son utilisation par le principe de centrifugeuse. L'huile usée ainsi vidangée est stockée dans un tank d'huile usé (**Used Oil Tank :** non représenté sur le schéma**).**

Avant le démarrage du moteur, une pompe de pré-lubrification **(prelub oil pump)** assure la lubrification préalable des pistons, des bielles, vilebrequin,…

La température de l'huile, lorsque le moteur est en marche, est contrôlée continuellement et est refroidie à l'aide de l'échangeur (**Plate Heat Exchager)** si elle excède la valeur normale de fonctionnement du moteur puis filtrée. La température nominale de fonctionnement de l'huile est de 60°C. Pendant les travaux nécessitant la vidange du carter, l'huile de lubrification, qui sera réutilisée est stockée dans le **Service Tank.**

Circuit d'eau de refroidissement (moteur en marche)



1 Moteur
2 Pré heater
3 Spirovent
4 Echangeur
5 Pompe HT
6 Pompe LT
7 Vase d'expansion
8 Radiateurs
Circuit HT
Circuit LT

Figure 7: circuit d'eau de refroidissement

L'eau de refroidissement doit être exempte de propriétés corrosives afin d'empêcher la corrosion, d'éviter la formation de tartre et d'autres dépôts. Pour ce faire, un adjuvant est additionné à l'eau de refroidissement (Nalcool). Toutes les circulations de l'eau de refroidissement sont assurées par des pompes à eau.

Le refroidissement du moteur se fait en deux circuits distincts :

- Le circuit haute température (HT : 75°C) : refroidit les cylindres, les turbocompresseurs et le premier niveau de refroidissement de l'air de suralimentation du moteur;
- Le circuit basse température (LT : 35°C) refroidit le niveau de refroidissement final de l'air de suralimentation du moteur et refroidit également l'huile de lubrification sortant du moteur.

Le circuit d'eau de refroidissement contient :

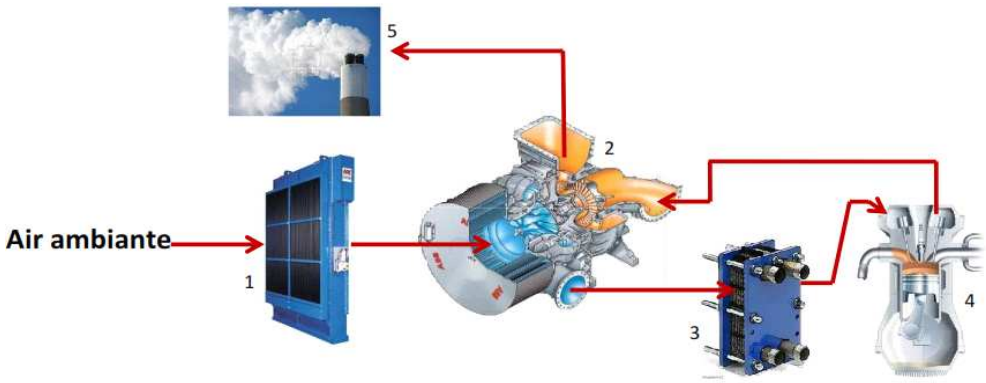
Les ***vases d'expansion (7)*** qui remplissent les vides afin d'éviter les prises d'air.

L'unité ***de préchauffage (2)*** qui préchauffe, avant le démarrage du moteur, l'eau HT jusqu'à 60°C (température minimum de fonctionnement) avant son entré dans le moteur.

Le dé-aérateur **Spirovent (3)** qui a pour rôle d'enlever automatiquement l'air, et les gaz de l'eau de refroidissement HT après son passage dans le moteur.

Les **radiateurs *(8)*** sont installés pour refroidir l'eau de refroidissement après son passage dans le moteur : le circuit haute température de 90°C à 75°C et le circuit basse température de 50°C à 35°C. Pour chaque groupe, la Centrale dispose de trois (3) rangées de radiateurs. Une réservoir d'eau de service (non représenté sur la figure) a pour rôle de collecter l'eau pour les vidanges temporaires et sert également à mélanger l'eau et le Nalcool.

Circuit de gaz d'échappement et air de suralimentation



1 Filtre multiduty
2 Turbocompresseur
3 Echangeur
4 Moteur
5 Evacuation Gaz d'échappement

Figure 8: circuit de gaz d'échappement et air de suralimentation

L'air de suralimentation sert à améliorer le rendement et la performance du moteur.

Le **turbocompresseur (2)** de la centrale de Mandroseza est de type radial, composé d'une turbine entrainée par le gaz d'échappement du moteur (4) et la turbine elle-même entrainant un compresseur. Le gaz d'échappement sortant de la turbine est évacué à l'aide d'un **collecteur d'échappement (5).**

L'air ambiant, avant son passage dans le compresseur du moteur, est filtré et lubrifié par un **filtre à air multiduty (1)** ; passe dans le compresseur du turbocompresseur (2) de 1 bar à 2,5 bars. L'air de suralimentation, après la compression, est d'environ à une température de 120°C. Elle sera refroidie dans l'**échangeur à plaque (3)** avant d'entrer dans la chambre à combustion du **moteur (4).** Le refroidissement de l'air de suralimentation se fait en deux niveaux. Le premier niveau est refroidi par l'eau HT à environ 90°C – 100°C et deuxième niveau est refroidi par l'eau LT à environ 50°C.

Circuit d'air comprimé

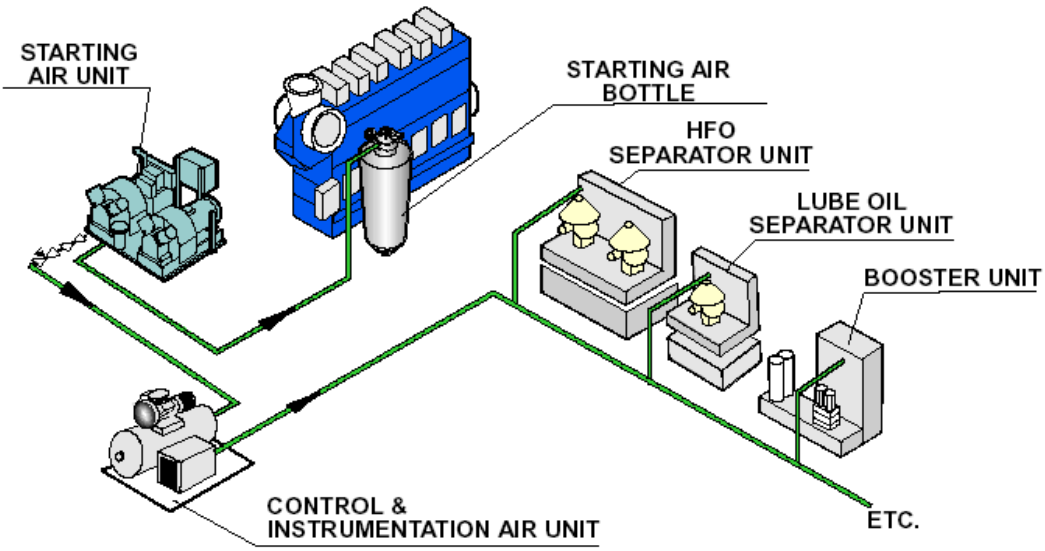


Figure 9: circuit d'air comprimé

Il existe deux types d'air comprimé utilisé dans la centrale de Mandroseza. L'air de démarrage et de contrôle (environ 30 bars) et l'air d'instrumentation (environ 6 bars).

La compression de l'air de démarrage et de contrôle se fait au moyen d'un compresseur à piston **(starting air unit)** et ensuite stocké dans un réservoir de sécurité **(starting air bottle)**. L'air de démarrage sert à démarrer le moteur (processus identique au démarreur pneumatique). L'air de contrôle par contre sert à augmenter/diminuer l'ouverture des pompes d'injection du moteur

(processus identique au accélérateur d'un véhicule) et sert également d'arrêt normale ou d'arrêt d'urgence du moteur.

L'air d'instrumentation est généralement utilisé pour les divers accessoires pneumatiques de la centrale. A savoir, le flashage automatique des filtres, l'ouverture/fermeture des vannes pneumatiques, l'alimentation des pompes pneumatiques…. La compression à 6 bars se fait au moyen d'un compresseur à vis **(Instrument Air Unit)**. Généralement, chaque unité de la centrale utilise l'air d'instrumentation **(HFO separator, LO separator, HFO booster, …)**.

Circuit des eaux usées

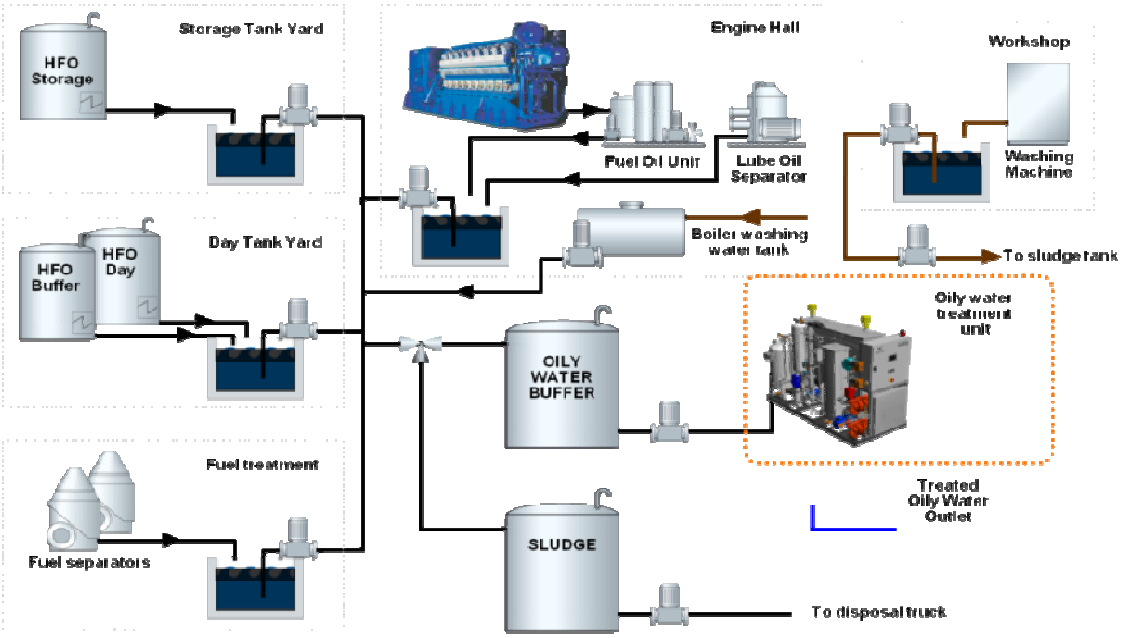


Figure 10: circuit des eaux usées

Toutes les eaux souillées de la Centrale,

- eaux provenant des puisards : eaux de pluies, eaux de chauffage des tanks,
- eaux provenant des moteurs : eaux mélangées à des hydrocarbures,
- eaux provenant de l'atelier : eaux de nettoyage ;

sont recueillies puis stockées dans le tank de stockage des eaux usées **(Oily Water Buffer Tank)** avant d'être traitées, ou sont directement acheminées vers le réservoir des boues **(Sludge tank)** et jetées.

Le SENITEC sépare l'eau de toute matière huileuse. L'eau propre après filtration biologique (filtre à bactéries) sera jetée dans le milieu naturel. C'est une unité programmable ou à commande

manuel utilisant la technique de flottation par air dissous, le système de dosage des produits chimiques et un filtre à charbon actif pour le traitement. Un système d'écumage et d'enlèvement des boues fait également partie de l'équipement **(oily water treatment unit).**

Les résidus après séparation de l'eau et des huiles sont conduits dans un réservoir de boues (sludge tank). Ce réservoir sera directement vidé par des compagnies agrées par le ministère de l'environnement pour le traitement des déchets (par exemple ADONIS).

Partie 2 : Analyse fonctionnelle de l'unité de traitement des eaux huileuses SENITEC P750

La méthodologie utilisée est un stage en Entreprise afin de procéder aux études descriptives et analytiques du système de traitement des eaux huileuses SENITEC P750.

Chapitre 1 : Fonctionnement de l'unité SENITEC P750

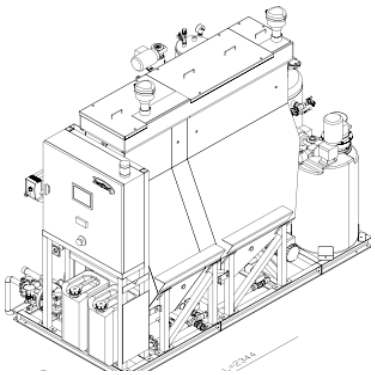
Le « SENITEC série P 750 » est un système complet de traitement des émulsions d'eaux usées contenant des hydrocarbures provenant surtout des groupes turbomoteurs de la Centrale. L'unité est munie d'un système d'élimination des boues, de deux cuves utilisant la technique de flottation par air dissous et enfin d'un système de filtration. C'est un système automatique piloté à l'aide d'un tableau de commande où on peut le démarrer, l'arrêter et réinitialiser les alarmes.

Le traitement de l'eau huileuse comporte trois phases bien distinctes : la phase de séparation des hydrocarbures, la phase de flottation et la phase de filtration.

1. Spécification technique de l'unité

Tableau 3: spécification technique de l'unité

Généralité		
Capacité maximum	0,75	m^3 /h
Température maximum	60	°C
Largeur	1100	mm
Longueur	2794	mm
Hauteur	1830	mm
Poids à vide	850	kg
Poids plein	2450	kg
Volume total	1,6	m^3
Electricité		
Puissance installée	10	kW
Tension	3x380 - 480	V CA
Fusible	16	A
Fréquence	50/60	Hz
Tension interne	115	V CA
Tension signaux	24	V CC
Air		
Consommation d'air	0,6	Nm^3/min
Pression	7	bar



2. Schéma du processus

Le processus de séparation des hydrocarbures se résume par le schéma ci-dessous.

Les phases encadrées en rouge sont les actions effectuées par l'unité de traitement SENITEC P750, tandis que les citernes de stockage sont situées dans la zone tanks de stockage.

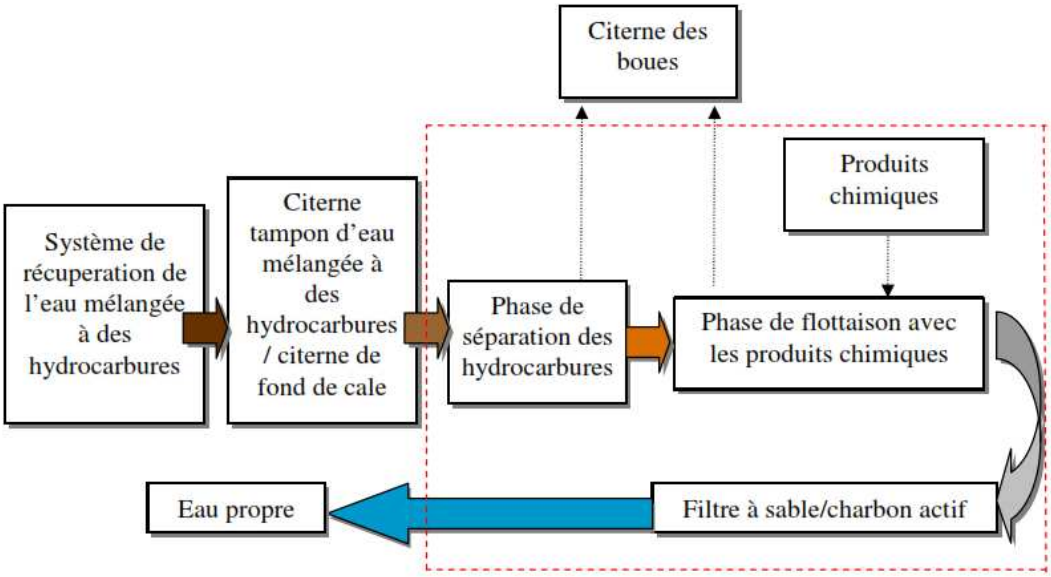


Figure 11: schéma du processus

3. Développement des phases de traitement

<u>Phase de séparation des hydrocarbures</u> (prétraitement)

Cette phase est analogue au prétraitement lors du traitement des eaux usées. Elle sépare les particules d'hydrocarbures libres contenues dans les eaux huileuses. L'eau polluée émulsifiée est pompée de la cuve tampon des eaux grasses vers la cuve de séparation des hydrocarbures par une pompe d'alimentation. De l'eau de défloculation (eau sous pression saturée d'air) est envoyée au bas de la citerne de séparation et ajoutée à l'eau mélangée à des hydrocarbures. L'eau de dispersion est produite en faisant circuler l'eau traitée, à laquelle est ajouté de l'air comprimé dans une cuve séparée. L'envoi d'eau de dispersion dans la cuve à basse pression entraîne la formation de microbulles. Les bulles remontent dans la citerne et entraînent les hydrocarbures à la surface, où elles sont écumées et envoyées à une citerne interne. A partir de cette citerne interne, les hydrocarbures sont pompés et envoyés dans la citerne des boues. L'eau est collectée dans une citerne intégrée pour être retraitée.

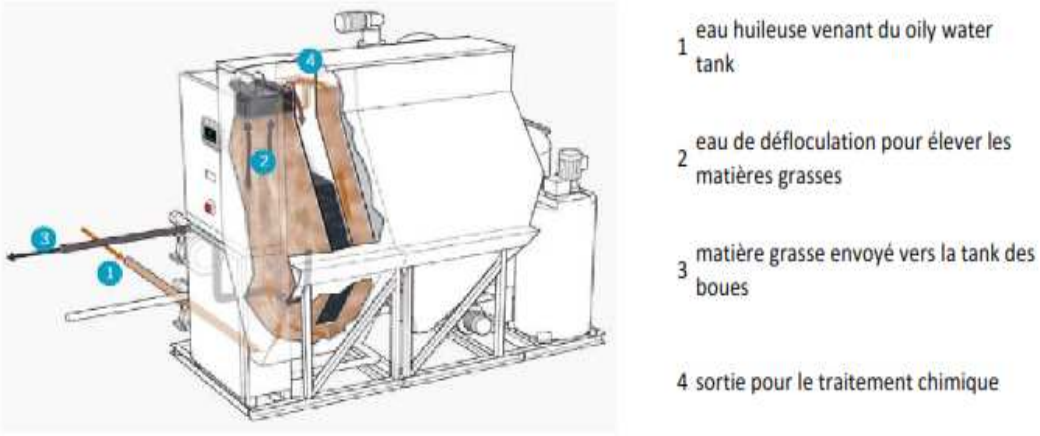
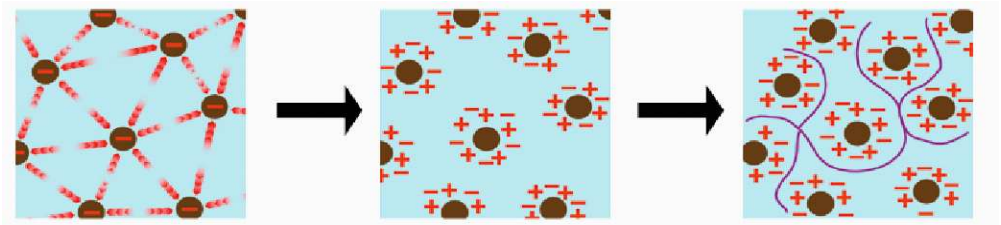


Figure 12: phase de séparation des hydrocarbures

L'eau ainsi obtenue, de la phase de séparation des hydrocarbures, est amenée dans une série de mélangeurs. Les produits chimiques de traitement sont dosés à l'aide des pompes de dosage aux points d'injection sur les mélangeurs. Ceux-ci sont spécialement conçus en fonction de l'intensité du mélange et de l'énergie nécessaire pour le mélange d'eau huileuse et des produits chimiques. Le coagulant et le floculant y sont injectés afin de casser les hydrocarbures émulsifiés en particules et de constituer des grappes de floculats plus grosses pour faciliter leur séparation par flottation. Le coagulant S-MIX neutralise aussi le fluide, le CAUSTIC pour la correction de la valeur du pH.



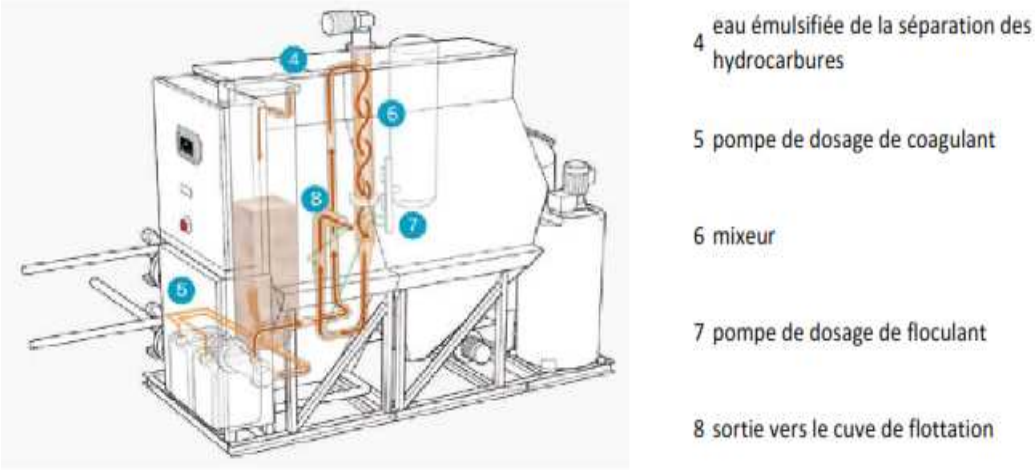


Figure 13: injection de produits chimiques

Phase de flottation

Cette phase est analogue au traitement primaire lors du traitement des eaux usées.

Après le mélangeur, l'eau arrive dans la phase de flottation. De l'eau de dispersion est à nouveau injectée au bas de la cuve pour former des microbulles qui se mélangent aux matières en suspension. Les bulles de gaz liées aux solides forment des ensembles solide/gaz de floculation, plus légers que l'eau et qui remontent donc à la surface afin de former une couche flottante. Cette couche est ôtée par le racloir et amenée dans la cuve de collecte des solides. Le racleur est automatique ; son horloge comme ses niveaux sont réglables. Avant que le racleur ne se mette en marche, le niveau d'eau dans la cuve de flottaison remonte en arrêtant la pompe d'évacuation. Lorsque le raclage est terminé, la pompe redémarre et fait rapidement descendre le niveau. La combinaison du raclage et de l'ajustement du niveau de l'eau permet d'obtenir des solides avec une plus faible teneur en eau. Une pompe pneumatique transporte le mélange jusqu'à une cuve externe des solides ou des boues, ou une unité de concentration des solides. Lorsque la pompe redémarre, la vanne d'évacuation de la cuve de collecte des solides s'ouvre. Elle est ensuite transférée par pompage dans la cuve des boues.

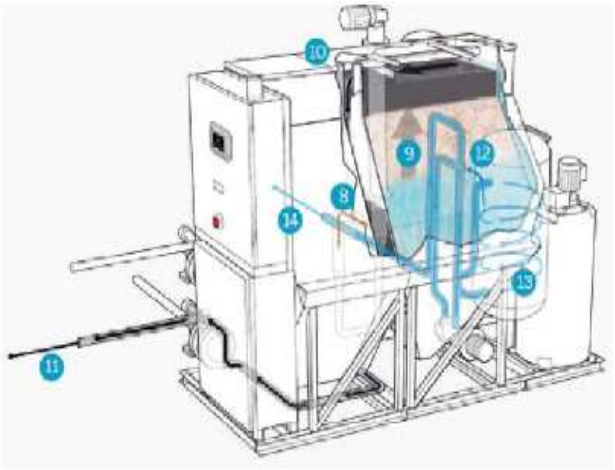
Filtration

Cette phase est analogue au traitement secondaire lors du traitement des eaux usées.

L'eau claire traverse une série d'écrans et un piège à floculats afin de séparer les plus petites particules avant de la pomper vers un équipement de filtrage à charbon actif pour une nouvelle épuration. Un commutateur de pression est installé dans le système de commande; il possède une fonction d'alarme afin de prévenir l'opérateur lorsqu'il est nécessaire de rincer le filtre. L'eau douce nécessaire au rinçage est séparée du circuit d'eau douce par un clapet anti-retour. L'évacuation de l'eau de rinçage est reliée au collecteur.

En amont du filtre, une partie de l'eau est reprise afin d'être utilisée comme eau de dispersion pour la flottation par air dissous.

En aval du filtre, un petit flux d'eau sera analysé à l'aide d'un détecteur d'hydrocarbures qui émet une alarme en cas de teneur trop importante de l'eau en sortie en hydrocarbures. Le détecteur arrête l'unité ou déclenche une vanne 3 voies afin de rediriger l'effluent vers la cuve de fond de cale/d'eau mélangée à des hydrocarbures. L'eau est dirigée à l'extérieur de l'usine en aval du filtre à sable/charbon actif.



8 entrée du fluide traité chimiquement

9 entrée air dissous pour la flottation

10 cuve de collecte de solides

11 solides pompés vers la tank des boues

12 eau propre utilisé comme eau de dispersion

13 filtration par du sable et du charbon actif

14 eau propre

Figure 14: phase de flottation et filtration

4. Résumé du principe

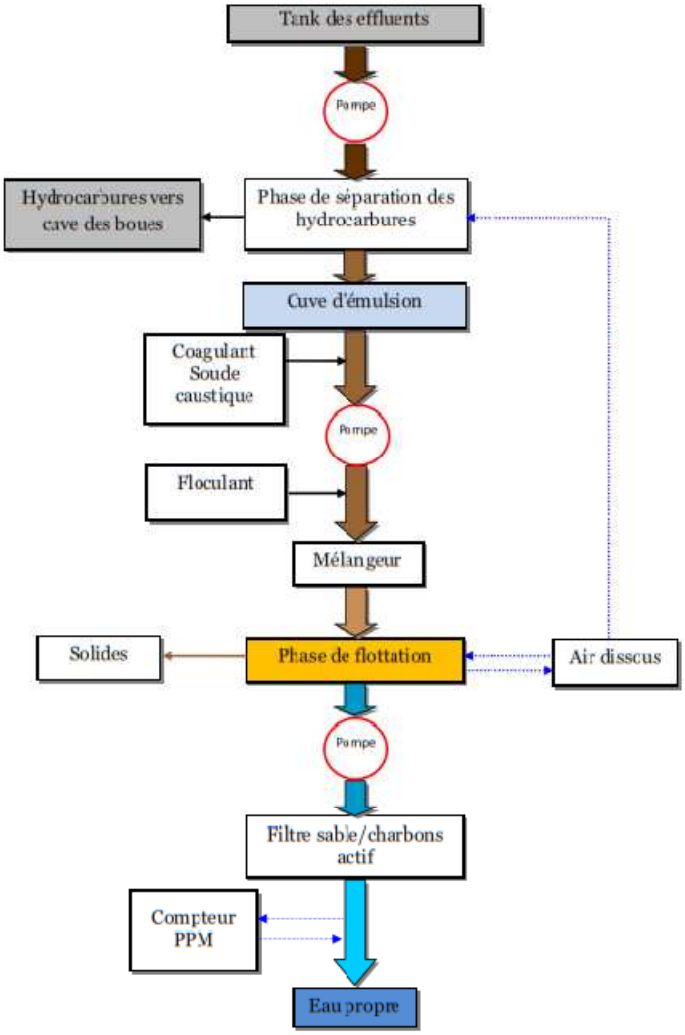


Figure 15: résumé du principe

Chapitre 2 : Manipulation du système

Le système est commandé à partir d'un terminal opérateur, interface de l'automate MITSUBISHI FX–2N–48MR. Ce terminal opérateur possède un écran tactile sans boutons physiques, pour cliquer sur un objet à l'écran, un stylo est fourni et on appuie doucement sur l'écran.

1. Présentation général

Les menus du terminal sont constitués d'onglets et de boutons. Chaque onglet correspond à un groupe de pages du menu. Chaque bouton permet d'accéder à une page. Un onglet sélectionné devient orange et le bouton correspondant à la page affichée se colore en bleu dans sa partie supérieure.

Figure 16: présentation du terminal opérateur

Pour aller à une direction, des boutons s'affichent au-dessous.

BOUTON	FONCTION
<<	Défilement rapide vers l'arrière
<	Défilement lent vers l'arrière
-	Réduction de l'intervalle
^	Retour à l'affichage par défaut
+	Augmentation de l'intervalle
>	Défilement lent vers l'avant
>>	Défilement rapide vers l'avant
Précédent	Revient à la page précédente
Accueil	Affiche la page d'accueil

Tableau 4: présentation des boutons du terminal opérateur

Les statuts de l'unité sont les suivants :

STATUT	DESCRIPTION
Arrêt	Tous les éléments, tels que les moteurs, les pompes et les soupapes sont désactivés.
En attente	L'unité est prête à démarrer la pompe d'alimentation. Le circuit d'air dissous fonctionne.
Marche	Tous les systèmes sont en marche. La pompe d'alimentation fonctionne également.

Tableau 5: statut de l'unité

2. Page d'accueil du terminal

L'accueil (main menu) du terminal permet le lancement ou l'arrêt du programme, de contrôler l'état du système et de voir les alarmes éventuelles. Tous les systèmes de l'unité doivent être en mode AUTO en exploitation normale.

Figure 17: page d'accueil

OBJET	FONCTION
DEPART/ARRET	Appui sur le bouton DEPART : tous les systèmes en mode AUTO démarrent. Appui sur le bouton ARRET : tous les systèmes en mode AUTO s'arrêtent.
Pompe d'alimentation	Démarre et arrête la pompe d'alimentation.
Externes OK	Indique si tous les signaux externes sont OK pour que l'unité fonctionne (par ex. le niveau dans les cuves).
Manuel	Indique si un système est en mode manuel.
Alarme	Indique les alarmes éventuelles.

Tableau 6: page d'accueil

3. Aperçu du processus

Le menu « Aperçu du processus (process overview) » donne une vue globale du processus en indiquant les éléments actifs ou en arrêt. L'opérateur ne peut contrôler et modifier le statut de chaque élément que lorsque le système est en mode manuel.

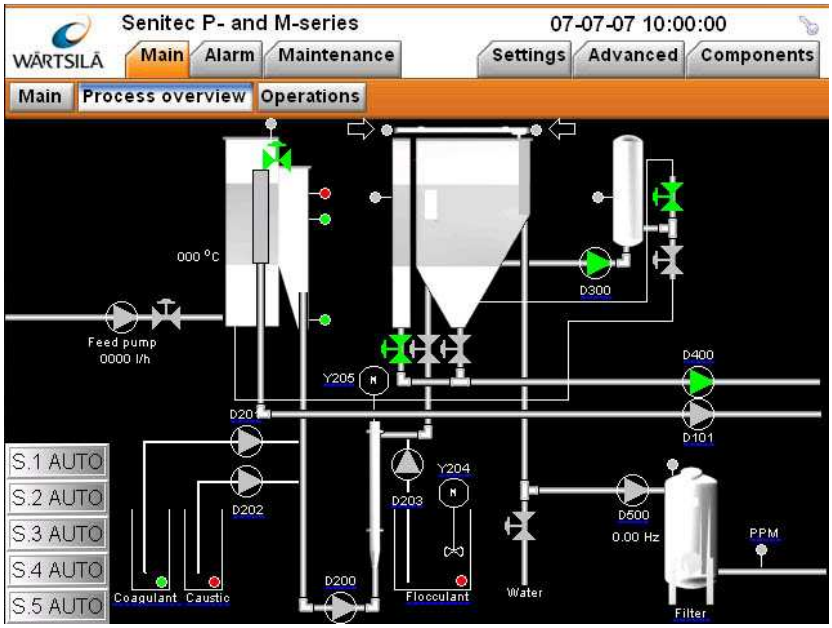


Figure 18: aperçu du processus

Le statut des différents éléments est représenté par des couleurs.

COULEUR	DESCRIPTION
Gris	Soupapes fermées. Pompes arrêtées Commutateurs de niveau inactifs.
Vert	Soupapes ouvertes. Pompes en marche. Commutateurs de niveau inactifs.
Rouge	Alarme.

Tableau 7: aperçu du processus

4. Opérations

En mode manuel, l'opérateur peut diriger les quelques opérations suivantes :

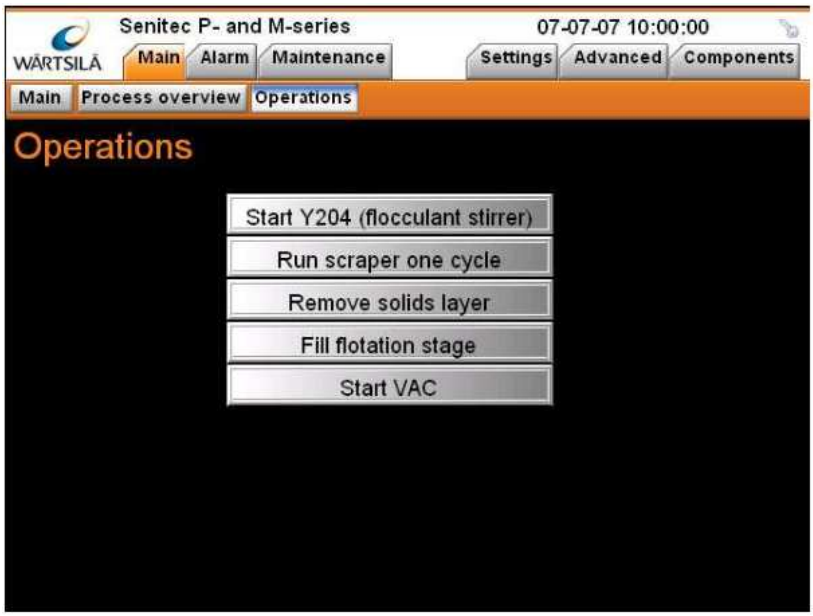


Figure 19: liste des opérations

OBJET	FONCTION
Démarrer Y204 (agitateur de floculant)	Lance manuellement le moteur de l'agitateur de floculant.
Activation racleur un cycle	Exécution manuelle d'un cycle de raclage.
Enlèvement couche solides	Fait monter le niveau de l'eau pour effectuer 15 opérations de raclage.
Remplissage phase flottation	Remplissage de la phase de flottation.
Démarrage vide	Démarre pompe des solides.

Tableau 8: liste des opérations

5. Alarmes

Toutes les alarmes stoppent le fonctionnement du système en cause. Seules les alarmes critiques (exemple : fusibles sautés, pression d'air trop basse, ….) arrêtent l'unité dans son ensemble.

Les alarmes peuvent avoir des statuts différents.

***** : Active, pas de réinitialisation (nouvelle alarme)

$: Inactive, pas de réinitialisation (ancienne alarme)

- : Active, réinitialisée

Pas de symbole : Inactive, réinitialisée

La liste des alarmes s'affiche comme dans la page ci-dessous. En l'absence d'une alarme active, la page principale sera affichée au bout de quelques minutes.

Figure 20: page des alarmes

BOUTON	FONCTION
	L'appuie sur ce bouton affiche l'une des heures suivantes : S : L'heure à laquelle l'alarme a été activée E : L'heure à laquelle l'alarme a été désactivée A : L'heure à laquelle l'alarme a été réinitialisée
▲	Passe à la page précédente
▼	Passe à la page suivante
+	Change la taille de la police
ECHAP	Revient à la page précédente
i	Affiche un pavé d'information sur l'alarme sélectionnée
REINIT.	**Réinitialise toute les alarmes (accusé de réception)**

Tableau 9: page des alarmes

Toutes les alarmes correspondent à une page d'information qui décrit le problème et affiche les instructions permettant de la résoudre. Elle indique également quels circuits de l'unité sont fermés. En sélectionnant l'alarme et en appuyant sur « i », la page d'information suivante s'affiche :

Figure 21: informations sur l'alarme

6. Maintenance

L'unité indique à l'opérateur à quel moment quelques interventions de maintenance sont nécessaires. L'onglet "maintenance" clignote. Les instructions s'affichent en appuyant sur la maintenance à exécuter. Pour réinitialiser, on appuie sur « REINIT ».

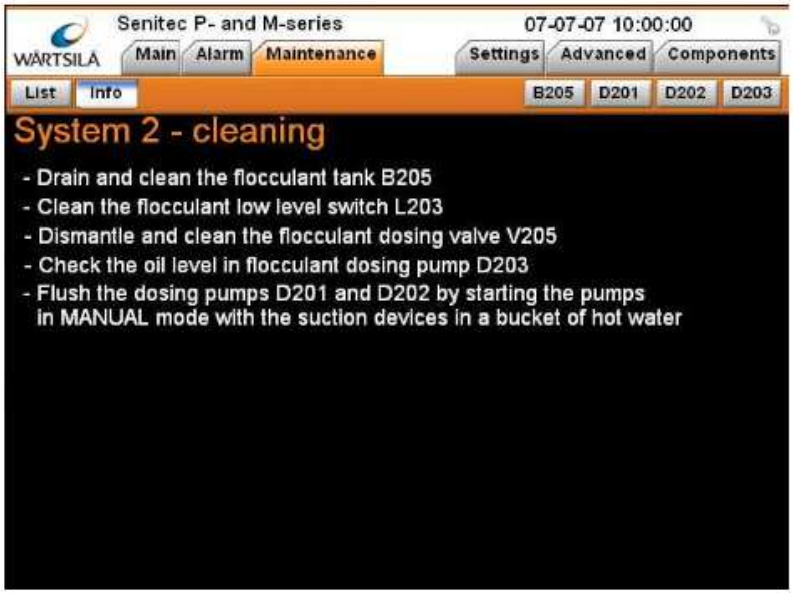


Figure 22: page et informations sur les maintenances

7. Réglages

Le menu « Réglages » permet de d'initialiser l'intervalle de raclage des boues, le nombre de raclage, l'intervalle de temps pour la vidange du cuve de flottaison, la durée de pompage des solides et la sensibilité de détecteur de taux d'huile.

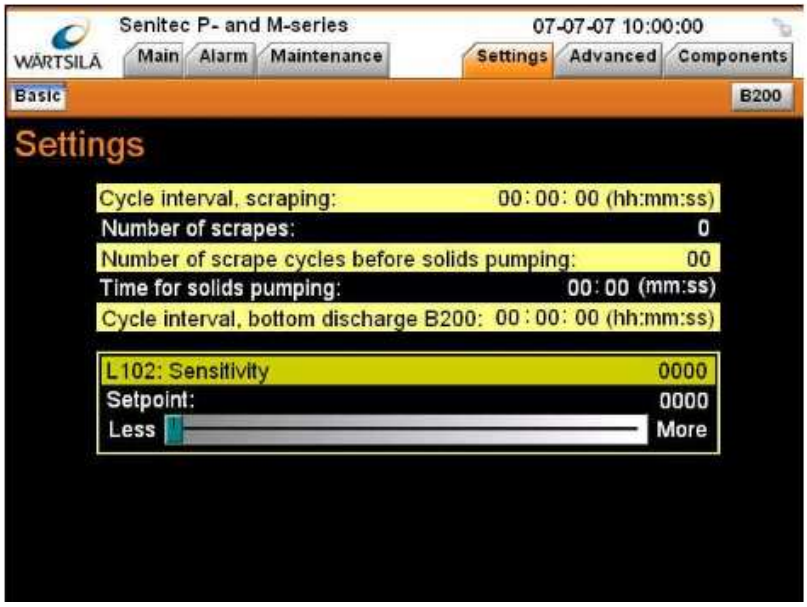


Figure 23: réglages

8. Menu avancé

Le « menu avancé » permet de visualiser le temps de fonctionnement et l'historique des pompes, ainsi que l'historique des températures des hydrocarbures dans la phase de séparation et l'état des convertisseurs de fréquence.

La page des informations **« temps de fonctionnement des pompes »** permet de contrôler l'état des pompes selon leurs heures d'utilisation. Le compteur affiche au maximum 65535 heures et 59 minutes puis revient à 0.

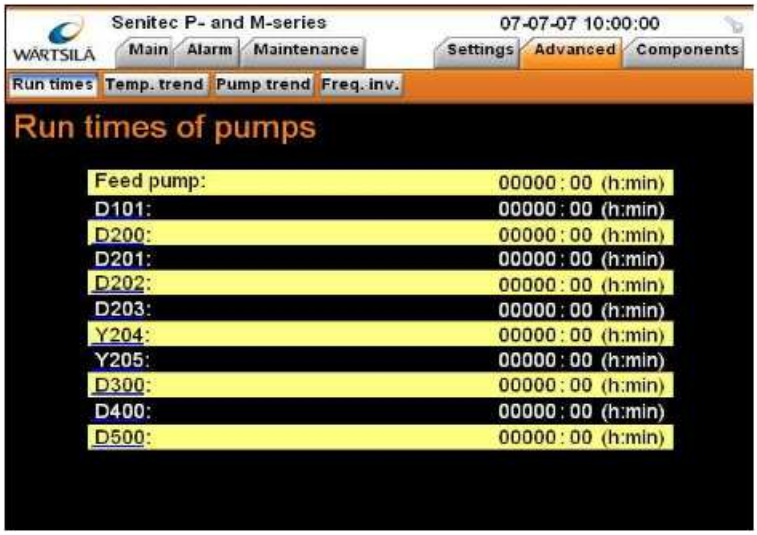


Figure 24: Visualisation du temps de fonctionnement des pompes

La page des informations **« historique des pompes »** permet de visualiser à quel moment elles ont été mises en marche et arrêtées.

Figure 25: visualisation des historiques des pompes

La page d'informations **« historique des températures »** permet de visualiser la température des hydrocarbures en phase de séparation des hydrocarbures

Figure 26: visualisations des historiques de température

La page des informations **« convertisseur de fréquence »** affiche la fréquence et la valeur du courant correspondant pour la mise en marche de la pompe du filtre. Pour modifier la fréquence, le système correspondant doit être en mode manuel.

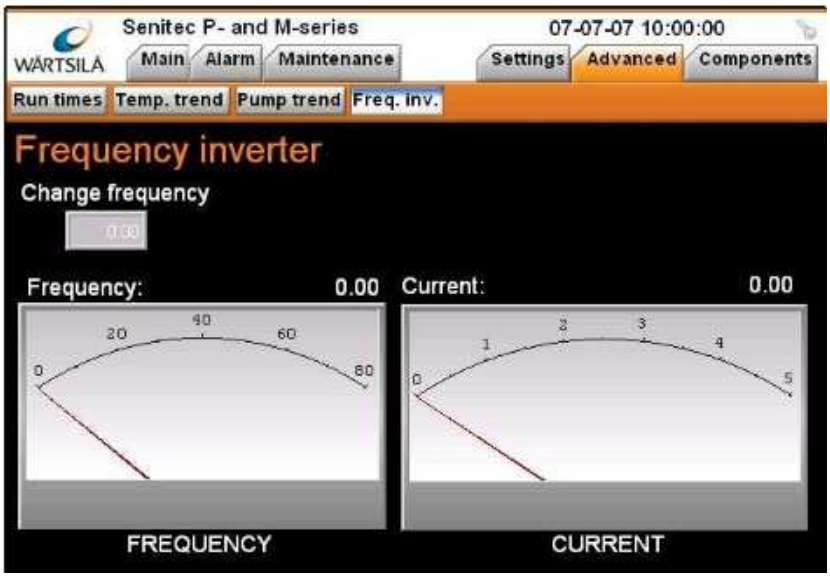


Figure 27: visualisation du convertisseur de fréquence

Partie 3 : Proposition de standardisation à l'aide de l'automate programmable industriel SIEMENS S7_200

Chapitre 1 : Généralité sur l'automate programmable

1. Définition générale de l'automatisme

Un automatisme désigne en général le dispositif assurant le fonctionnement d'une machine ou d'une installation de production avec un minimum d'intervention humaine. La réalisation et l'exploitation des automatismes industriels font appel à divers outils matériels et logiciels qui doivent être convenablement choisis et utilisés en vue de remplir certaines fonctions.

2. Constitution général d'un automatisme

On distingue dans tous les automatismes deux grandes parties :

- La **partie opérative** appelée aussi **partie puissance**: elle comporte les actionneurs tel que : moteur, vérin, ainsi que les capteurs. Autrement dit, c'est le processus à automatiser. La partie opérative envoie de compte rendu vers l'opérateur ou vers la partie commande.
- La **partie commande** : elle assure le traitement des informations et synchronise en quelque sorte les mouvements à réaliser en établissant le cycle de fonctionnement. La partie commande reçoit des comptes rendus venant de la partie opérative et lui envoi des ordres selon les instructions dans l'automatisme mise en place par l'opérateur humain. Celui-ci reçoit des comptes rendus venant de la partie opérative et peut envoyer des ordres directement au processus.

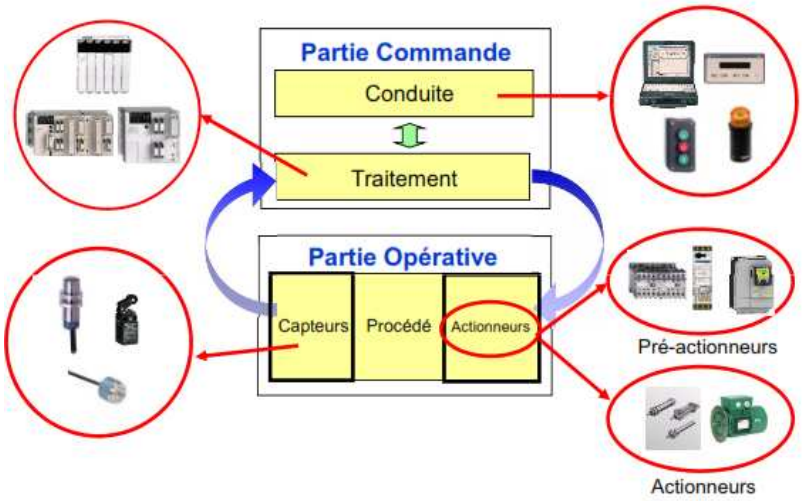


Figure 28: constituants d'un automatisme

LES INTERFACES DE COMUNICATION

La conduite se fait via des ordinateurs où les données sont affichées, les boutons poussoirs de commande, les imprimantes, …

L'UNITE DE TRAITEMENT

Le traitement est destiné à l'unité centrale (Central Processing Unit) qui comprend le/les processeur(s) et la mémoire. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programmées. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

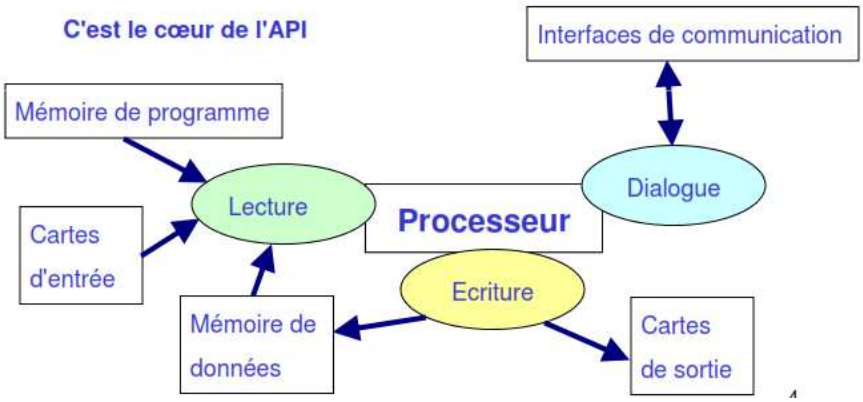


Figure 29: unité de traitement

LES CAPTEURS

C'est un appareil qui détecte un phénomène (lumière, chaleur, contact, etc.…). La détection se fait avec ou sans contact telle que :

<u>Détection avec contact</u> : le capteur doit entrer en contact physique avec un phénomène pour le détecter,

<u>Détection sans contact</u> : le capteur détecte le phénomène à proximité de celui-ci.

On distingue deux sortes de capteurs :

Capteurs logiques :

Ils adressent un compte rendu qui ne peut prendre que deux valeurs (oui ou non, 0 ou 1, absence ou présence d'un phénomène). Ce capteur est aussi appelé capteur T.O.R (tout ou rien).

Capteurs analogiques :

Ils adressent un compte rendu qui est continu et proportionnel au phénomène physique détecté.

Exemples : la température (le capteur est appelé : sonde de température), la luminosité, une tension, une longueur etc...

LES PRE ACTIONNEURS

Les pré-actionneurs distribuent l'énergie de puissance vers les actionneurs. Les pré-actionneurs pneumatiques sont les distributeurs et les pré-actionneurs électriques sont les contacteurs.

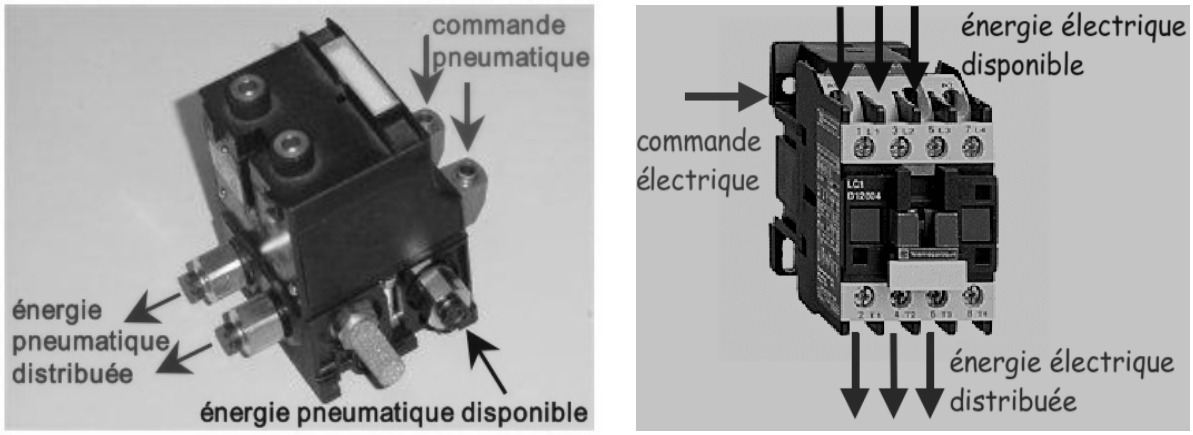


Figure 30: pré actionneurs

LES ACTIONNEURS

Placés dans la **Partie Opérative** d'un système automatisé, les actionneurs permettent de transformer l'énergie reçue en un phénomène physique (déplacement, dégagement de chaleur, émission de lumière, ...).

Il engendre un phénomène physique à partir de l'énergie qu'il reçoit comme par exemple :

- Lumière à partir d'un courant électrique (diode électroluminescente, lampe...).
- Sons à partir d'un courant électrique (vibreur, avertisseur sonore...).
- Champ magnétique à partir d'un courant électrique (électro aimant).
- Rayonnement infra-rouge à partir d'un courant électrique (diode émissive infra-rouge).
- Chaleur à partir d'un courant électrique (résistance chauffante).
- Mouvement à partir d'un courant électrique (moteur électrique).
- Mouvement à partir d'un fluide sous pression (cas d'un vérin pneumatique ou hydraulique).

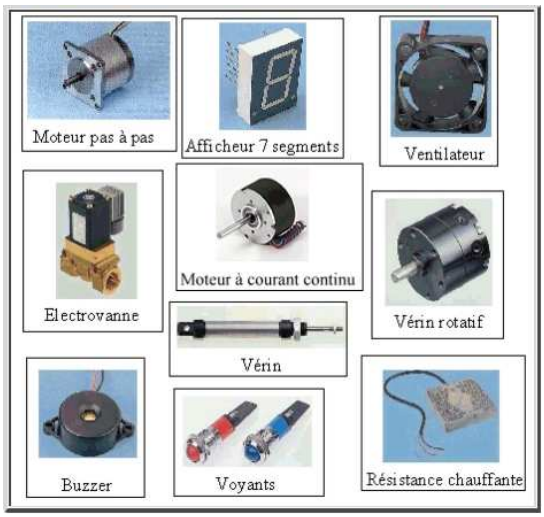


Figure 31: actionneurs

Chapitre 2 : Choix de l'automate et des composants

1. Choix de l'automate

Le choix de l'automate est fonction de ses modules d'extension, de la compatibilité des capteurs, pré actionneurs et actionneurs utilisés, de leur disponibilité sur le marché et de son coût.

L'automate SIEMENS S7_200 est compatible aux capteurs standards et renvoie des signaux faciles à interpréter par les récepteurs.

Le choix du CPU s'est porté sur le CPU 224 car celui-ci comporte 13 entrées et adapté au programme. Le module d'extension EM223 est approprié pour les entrées digitales supplémentaires car il peut supporter 16 entrées et 16 sorties (16I, 16Q). Le module d'extension EM231 est destiné aux entrées analogiques avec ses quatre (4) entrées de 12 bits.

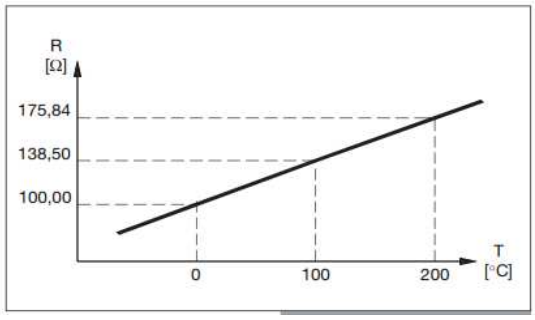
2. Choix des composants

Voici quelques capteurs compatibles au CPU utilisé:

- sonde de température

Types	Plage
TF 101K	-50°C à +200°C
TF101U2	-30°C à +105°C
EN60751 class B	-20°C à +80°C

Tableau 10: sondes de températures



Les sondes de températures utilisées sont les sondes en platines Pt100 type TF 101U2 avec une plage étendue de -30°C à +105°C. Ils sont encapsulés dans de l'acier inoxydable donc appropriés pour la mesure de températures des fluides.

Ils indiquent 100Ω à 0°C.

Figure 32: capteur de température

- sonde de niveau d'huile

Types	
M Series Fuel level sensor	Gill sensor
R Series fuel level sensor	Gill sensor

Tableau 11: sondes de niveau d'huile

Les capteurs de niveau d'huile compatibles à la CPU S7_200 sont les R-Series (horizontal) et M-Series (vertical) Fuel Level Sensors

Figure 33: capteurs de niveau d'huile

- sonde de niveau d'eau

Types	
M Series Model MG	MTS sensor
M Series Water level sensor	Gill sensor
R Series Liquid level sensor	Gill sensor

Tableau 12: sondes de niveau d'eau

Les sondes de niveau d'eau sont de type M-Series car l'utilisation est en position vertical.

Figure 34: capteurs de niveau d'eau

3. Modifications nécessaires

Pour que le système fonctionne normalement avec le nouvel automate, quelques modifications sont nécessaires.

Le capteur de niveau d'huile L102 (oil level sensor) est remplacé par deux capteurs de niveau d'huile haut en vertical et bas en horizontal, qui sont compatibles à l'automate.

Le capteur variateur de fréquence L500 qui commande la pompe du filtre (sonar level sensor), est remplacé par trois capteurs de niveau d'eau:

niveau haut: arrêt de la pompe principale D001,

niveau intermédiaire: démarrage de la pompe du filtre,

niveau bas: arrêt de la pompe du filtre.

Les capteurs de température sont remplacés par des Pt100.

Chapitre 3 : Automatisation par SIEMENS S7_200

1. Présentation de l'API SIEMENS S7_200

La pression croissante des coûts dans le processus de production pousse à la propagation des automates programmables (API) dans les automatismes. L'évolution technique aidant, un nombre croissant de fonctions d'automatisme sont confiées à des automates programmables. Grâce à ses performances alliées à un prix attractif et à une grande facilité d'utilisation, le micro-automate S7_200 élargit constamment son domaine d'application.

La famille S7_200 est constituée de micro-automates programmables pouvant commander une large gamme d'appareils afin de répondre aux besoins en matière d'automatisation. Il surveille les entrées et modifient les sorties conformément au programme utilisateur, qui peut contenir des opérations booléennes, des opérations de comptage, de temporisation, arithmétiques complexes et de communication avec d'autres unités intelligentes. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'opérations en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU S7_200 combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et des circuits de sortie dans un boîtier compact afin de créer un puissant micro-automate. Une fois le programme chargé, le S7_200 contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande d'unités d'entrée et de sortie dans l'application.

Tous les CPU S7_200 possèdent une alimentation interne fournissant du courant à la CPU, aux modules d'extension, ainsi qu'à d'autres équipements consommant du courant 24V, fournissant un courant de logique 5V. Ils disposent également d'une alimentation de capteur 24V pouvant fournir du courant 24V aux entrées, au courant de bobine à relais sur les modules d'extension ou à d'autres équipements. Si les besoins en courant dépassent ce que fournit l'alimentation de capteur, il faut ajouter au système un module d'alimentation externe.

Aspect extérieur d'un API SIEMENS S7 200

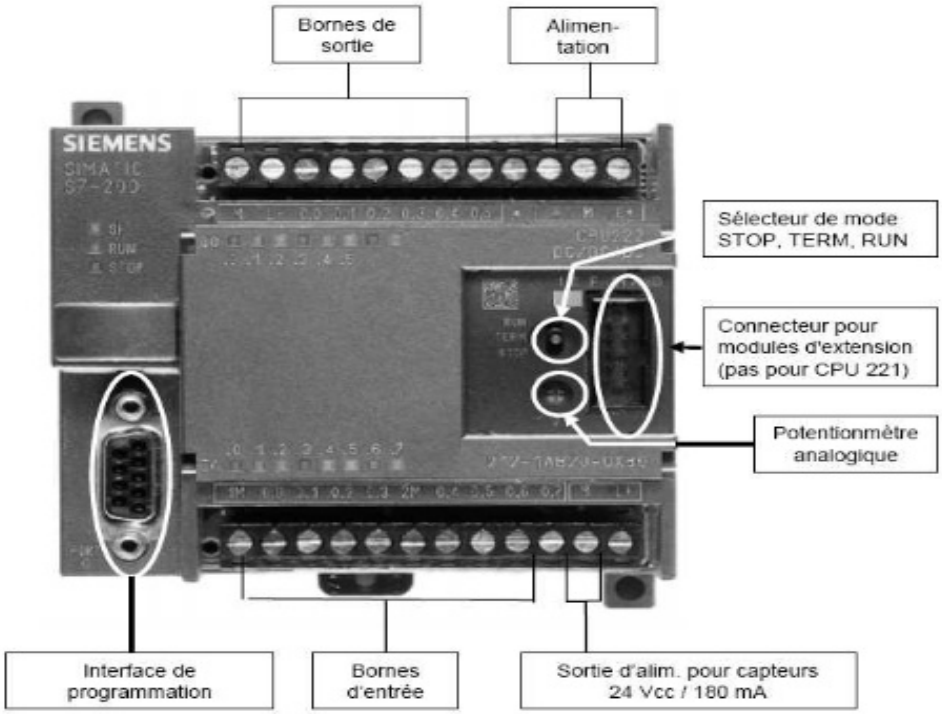


Figure 35: aspect extérieur d'un API S7_200

Modules d'extension du CPU S7-200

Pour mieux répondre aux exigences des applications, la gamme S7-200 inclut une large variété de modules d'extension dont on peut se servir pour ajouter des fonctions à la CPU S7-200.

Le tableau suivant présente la liste des modules d'extension actuellement disponibles :

MODULES D'EXTENSION	TYPES			
Modules Tout Ou Rien (TOR)				
Entrées	8 xECC	8 xECA	16xECC	
Sorties	4 xSCC	4xrelais	8xrelais	
	8 xSCC	8 xSCA		
Combinaison	4xECC/ 4 xSCC	8xECC/ 8 xSCC	16xECC/ 16xSCC	32xECC/ 32xSCC
	4xECC/ 4xrelais	8xECC/ 8xrelais	16xECC/ 16xrelais	32xECC/ 32xrelais

MODULES D'EXTENSION	TYPES			
Modules analogiques				
Entrées	4 xE analogiques	8x E analogiques	4x E thermocouples	
	2 xE relais	2 xE relais		
Sorties	2 x S analogiques	4x S analogiques		
Combinaison	4 xE analogiques/ 4 xS analogiques			
Modules intelligents				
	Positionnement	Modem	PROFIBUS–DP	
	Ethernet	Ethernet IT		
Autres modules				
	Interface AC	SIWAREXMS		

Tableau 13: modules d'extension du CPU S7_200

Le model utilisé dans l'étude comportera des modules tout ou rien et des modules analogiques.

Accès aux données du S7_200

Le S7_200 range les informations à différents emplacements de la mémoire ayant chacun une adresse unique. Ces données peuvent avoir différentes tailles comme le montre le tableau de comparaison des données suivant :

Représentation	Octet (B)	Mot (W)	Double mot (D)
Entiers de 16 bits non signés	0 à 255 0 à FF	0 à 65 535 0 à FFFF	0 à 4 294 967 295 0 à FFFF FFFF
Entiers de 16 bits non signés	128 à +127 80 à 7F	32 768 à +32 767 8000 à 7FFF	2 147 483 648 à +2 147 483 647 8000 0000 à 7FFF FFFF

Tableau 14: accès aux données

Mémoire image des entrées (I)

Le S7_200 lit les entrées physiques au début de chaque cycle et écrie ces valeurs dans la mémoire image des entrées. La mémoire image des entrées peut être accédée par bits, octets, mots ou doubles mots.

Exemples:

- pour le bit, on lit I[adresse d'octet].[adresse de bit]: I0.1
- pour les octets, mot ou double mot, on lit I[taille][adresse d'octet de départ]: IB4

Mémoire image des sorties (Q)

A la fin du cycle, le S7_200 copie dans les sorties physiques les valeurs contenues dans la mémoire image des sorties. Elle peut être accédée par bits, octets, mots ou doubles mots.

Exemples:

- pour le bit, on lit Q[adresse d'octet].[adresse de bit]: Q1.1
- pour les octets, mot ou double mot, on lit Q[taille][adresse d'octet de départ]: QB5

Mémoire des variables (V)

La mémoire des variables peut être utilisée pour des résultats intermédiaires d'opérations exécutées par la logique de commande dans le programme. Il peut aussi servir de sauvegarde d'autres données en rapport avec le processus ou la tâche. L'accès à la mémoire des variables peut être par bits, octets, mots ou doubles mots.

Exemples:

- pour le bit, on lit V[adresse d'octet].[adresse de bit]: V10.1
- pour les octets, mot ou double mot, on lit V[taille][adresse d'octet de départ]: VB5

Temporisation (T)

Le S7_200 fournit des temporisations qui comptent des incréments de temps selon des résolutions (incréments de base de temps) égales à 1ms, 10ms ou 100ms. La résolution dépend du numéro de la temporisation utilisée. Deux variables sont associées à chaque temporisation:

- *la valeur en cours:* ce nombre entier signé de 16 bits contient la durée comptabilisée par la temporisation;
- *le bit de la temporisation:* ce bit est mis à 0 ou à 1 selon le résultat de la comparaison entre la valeur en cours et la valeur prédéfinie indiquée dans l'opération de temporisation.

La temporisation se lit comme suit: T[numéro de la temporisation]: T24

Mémoires spéciaux ou Mémentos spéciaux (SM)

Les mémentos spéciaux permettent l'échange d'information entre la CPU et programme. Ces bits peuvent être appelés pour sélectionner et commander certaines fonctions spéciales de la CPU S7_200 tels que le bit mis à 1 lors du premier cycle, le bit commutant à une fréquence fixe signalant l'état d'instruction arithmétique ou de fonctionnement. Les mémentos spéciaux peuvent être accédés par bits, octets, mots ou doubles mots.

Exemples:

- pour le bit, on lit SM[adresse d'octet].[adresse de bit]: SM0.0
- pour les octets, mot ou double mot, on lit SMB[taille][adresse d'octet de départ]: SMB35

Entrées analogiques (AI)

Le S7_200 convertit une valeur analogique (telle que la tension ou la température) en une valeur numérique de 16bits (un mot). Ces valeurs peuvent être accédées par l'identification de la zone (AI), la taille des données (W) et l'adresse d'octet de départ. Comme les entrées analogiques sont des mots et commencent toujours sur des octets pairs (tels que 0,2 ou 4), leur accès se fait alors par des adresses d'octet paires.

Exemples: AIW[adresse d'octet de départ]: AIW4

2. Programmation de l'API SIEMENS S7_200

La programmation de l'automate se fait grâce à l'utilisation du logiciel STEP 7_Micro/WIN fourni avec l'automate. Il a un environnement convivial pour concevoir, éditer et surveiller la logique nécessaire à la commande de l'application. STEP 7_Micro/WIN s'exécute sur un ordinateur personnel (PC) ou sur une console de programmation (PG) Siemens, telle que la PG 760. L'ordinateur ou la console utilisé doit satisfaire aux exigences minimales suivantes:

- système d'exploitation: Windows 2000, Windows XP, Windows Vista
- au moins 350Mo d'espace libre sur le disque dur

3. Langage d'édition du programme

Le logiciel de programmation STEP7_Micro/WIN comprend trois éditeurs de programme:

- l'éditeur de liste d'instruction (LIST),
- l'éditeur de schéma à contact (CONT),
- l'éditeur de logigramme (LOG).

Ceci est très pratique et efficace pour la mise au point du programme de commande de l'application.

Editeur de liste d'instruction (LIST)

L'éditeur LIST affiche le programme sous forme textuelle. Il suffit d'entrer des abréviations d'opérations quand on crée des programmes de commande. L'éditeur LIST permet également de créer des programmes qu'il n'est pas possible de représenter avec les éditeurs CONT ou LOG. En effet, avec cet éditeur, on programme dans un langage natif du S7_200 et non dans un éditeur graphique où des restrictions sont nécessaires pour que les schémas soient tracés correctement.

Le S7_200 exécute chaque opération dans l'ordre spécifié par le programme de haut en bas, puis recommence en haut. L'éditeur LIST utilise une pile logique pour résoudre la logique de commande.

Le tableau suivant résume quelques codes d'opérations fréquemment utilisés du S7_200:

OPERATION	DESIGNATION	FONCTION
LD	bit	Charge la valeur de bit
A	bit	Réalise le « ET » logique entre le bit indiqué et le résultat précédent
O	bit	Réalise le « OU » logique entre le bit indiqué et le résultat précédent
=	bit	Copie le résultat précédent dans le bit indiqué.
N		S'utilise en association avec les 4 opérations AN, ON, LDN, =N. Ce code permet d'inverser les états.
S	bit, N	Met à 1 (active) le nombre N de sorties indiquées, en commençant à l'adresse Bit indiquée. (Start)
R	bit, N	Met à 0 (désactive) le nombre N de sorties indiquées, en commençant à l'adresse Bit indiquée. (Reset)

Tableau 15: codes des opérations

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Exemple de programme dans l'éditeur LIST

LD	I0.0	//lire une entrée
A	IO.1	//combiner l'entrée selon "ET"
=	Q0.0	//écrire la sortie

Editeur de schéma à contact (CONT)

L'éditeur CONT (ou LD) affiche le programme sous forme de représentation graphique similaire aux schémas de câblage électrique. Les programmes CONT permettent au programme de simuler le flux de courant électrique partant d'une source de tension et à travers une série de condition d'entrée logique, validant à leur tour des conditions de sorties logiques. Un programme CONT comprend:

- *une barre d'alimentation* à gauche qui est alimentée en courant,
- *des contacts fermés* qui permettent au courant de circuler à travers eux vers l'élément suivant,
- *des contacts ouverts* qui bloquent le trajet du courant.

Le tableau suivant montre la transcription de quelques éléments d'un schéma électrique en langage de programmation:

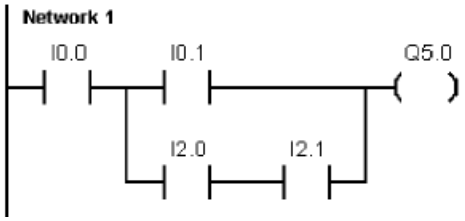
Contacts électromagnétique	Symbole en langage contacté	Signification
		Contact normalement ouvert
		Contact normalement fermé
		Ouverture branchée parallèle
		Fermeture branche parallèle
		Affectation du résultat à un variable interne ou de sortie d'interface

Tableau 16: langage contacté

La logique est subdivisée en réseaux. Le programme est exécuté réseau par réseau, de la gauche vers la droite et de haut en bas comme indiqué par le programme. Les différentes opérations sont représentées par des symboles graphiques de trois types fondamentaux:

- *les contacts* représentent des conditions d'entrées logiques (conditions d'entrées internes), telles que les commutateurs, les boutons poussoirs,
- *les bobines* représentent des résultats de sorties logiques (conditions de sorties internes), telles que les lampes, démarreurs de moteur, relais intermédiaires,
- les boîtes représentent des opérations supplémentaires, telles que les temporisations, les compteurs ou les opérations arithmétiques.

Exemple de programme dans l'éditeur CONT



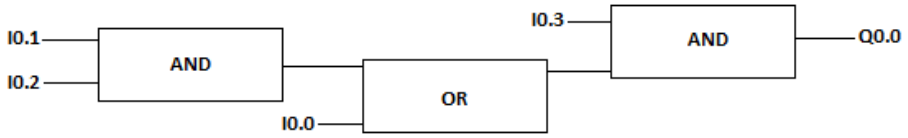
Editeur de logigramme (LOG)

L'éditeur LOG affiche le programme sous forme de représentation graphique similaire aux schémas de portes logiques courants. Il n'y a pas de contacts ni de bobines comme dans l'éditeur CONT, mais des opérations équivalentes existent sous forme de boîtes d'opérations.

Dans cet éditeur, le "flux de signal" exprime le concept analogue au "flux de commande" à travers les blocs logiques LOG (barres d'alimentation de gauche à droite pour l'éditeur CONT). On appelle alors ***"flux de signal"*** le chemin 1 logique à travers des éléments LOG. On peut affecter directement à un opérande l'origine d'une entrée de flux de signal ou la désignation d'une sortie de flux de signal.

La logique du programme est dérivée des liaisons entre les boîtes d'opérations c'est-à-dire qu'on peut utiliser la sortie d'une opération (exemple: boîte "ET") pour valider une autre opération (exemple: temporisation) afin de créer la logique de commande nécessaire. Ce concept de liaison permet de résoudre un large éventail de problème de logique.

Exemple de programme dans l'éditeur LOG



4. L'afficheur TD 200

Présentation du TD 200

Le TD 200 est un afficheur de texte et sert d'interface entre l'opérateur et l'API S7_200. Les fonctions du TD 200 sont:

affichage des messages en provenance de la CPU S7_200,

modification des variables configurées,

forçage des entrées et sorties, et annulation du forçage,

réglage de l'heure et de la date sur les CPU pourvues d'une horloge en temps réel.

L'alimentation électrique du TD 200 est fournie soit par la CPU S7_200 via le câble TD/CPU, soit par une alimentation séparée. Le TD 200 fonctionne comme un maître à interface point à point (PPI) lorsqu'il est connecté à une ou plusieurs CPU S7_200. Plusieurs TD 200 peuvent être utilisés en combinaison avec une ou plusieurs CPU S7_200 connectés au même réseau.

Les composants du TD 200

Les composants principaux de l'afficheur TD 200 sont:

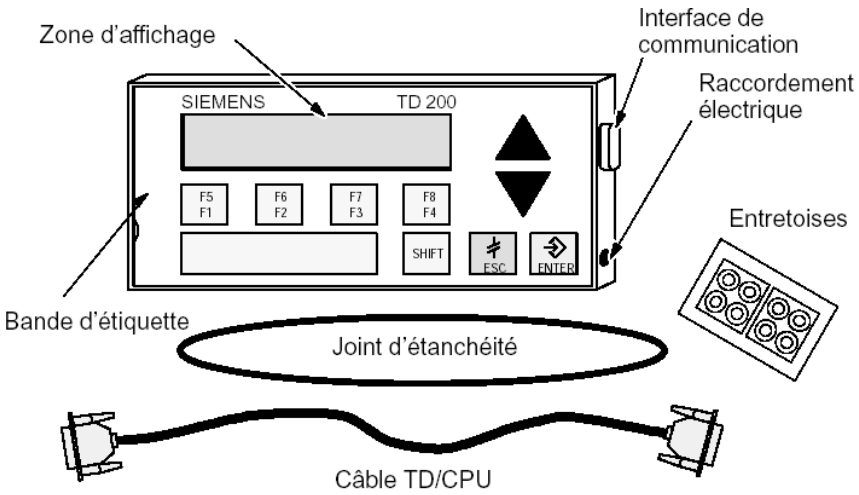


Figure 36: composant du TD 200

La zone d'affichage est un écran à cristaux liquides (LCD) à retro-éclairage comportant deux lignes de 20 caractères. L'écran permet de visualiser les messages en provenance de la CPU S7_200.

La bande d'étiquette est une bande amovible qui permet d'adapter le libellé aux touches de fonction de l'application.

L'interface de communication est un connecteur D à 9 points grâce auquel on peut relier le TD 200 à une CPU S7_200 via ***le câble TD/CPU*** fourni en accompagnement. Ce câble sert aussi d'alimentation à l'afficheur.

Le raccordement électrique sert à raccorder le TD 200 à une alimentation externe. Ceci n'est pas nécessaire lorsque le câble TD/CPU est utilisé.

Les entretoises adhésives servent à fixer l'afficheur sur la surface de montage.

Le joint d'étanchéité est utilisé lors d'une installation dans un environnement humide.

Le clavier du TD 200 comporte neufs touches. Cinq permettent l'accès à des fonctions prédéfinies et contextuelles, et quatre permettent l'accès à des fonctions définies par l'utilisateur.

- Touche ENTREE: pour valider l'entrée de nouvelles données
- Touche ESC: pour passer du mode d'affichage des messages au mode menu ou pour annuler une édition
- Touche fléchée HAUT: pour incrémenter une valeur et d'amener le curseur sur le message de priorité immédiatement supérieure
- Touche fléchée BAS: pour incrémenter une valeur et d'amener le curseur sur le message de priorité immédiatement inférieure
- Touche SHIFT: pour dédoubler la fonction de toutes les touches de fonctions. Lorsqu'on appuie sur cette touche, un "S" clignote sur la partie inférieure droite de l'écran.
- Les touches de fonctions

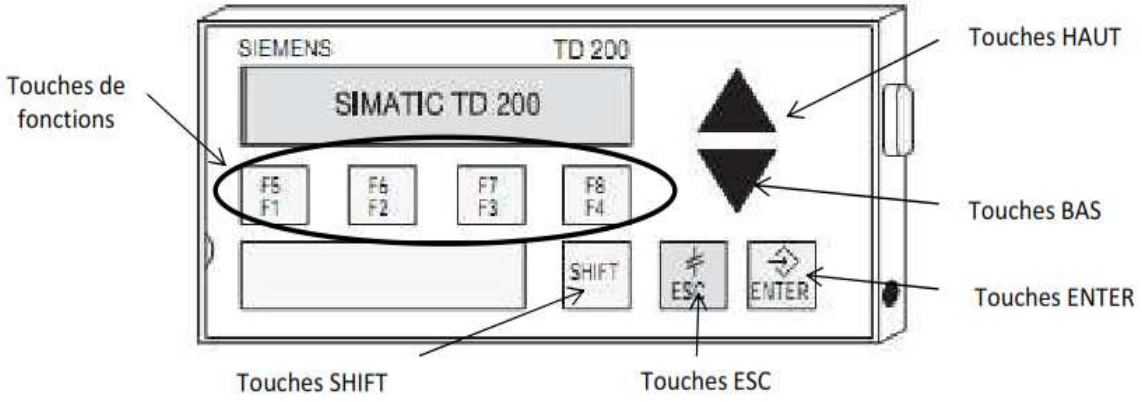


Figure 37: touches de fonction du TD 200

Les différents types de message

Le TD 200 traite chaque message en l'associant à l'un des quatre accusés de réception et d'édition suivante:

Aucun accusé de réception nécessaire et aucune édition permise

Lorsqu'aucun accusé de réception n'est nécessaire et aucune édition n'est permise, le TD 200 se contente d'afficher le message. La touche ENTER n'a aucune fonction, puisque le message ne comporte aucune variable éditable. Le message peut comporter des variables qui sont actualisées à la fréquence d'actualisation du TD 200. Ce type de message est replacé sur l'afficheur si la CPU S7_200 valide un message de niveau de priorité plus élevé. Les touches HAUT et BAS servent à défiler d'autres messages et la touche ESC fait revenir au mode menu.

Dans ce cas, le TD 200 ne remet pas à 0 le bit de validation de message correspondant dans la CPU S7_200.

Accusé de réception nécessaire et aucune édition permise

Lorsqu'un accusé de réception est nécessaire et qu'aucune édition n'est permise, le TD 200 affiche le message et le fait clignoter jusqu'à ce que l'opérateur le valide en appuyant sur la touche ENTER comme accusé de réception.

La CPU S7_200 actualise les variables à la fréquence d'utilisation normale pendant que le message clignote. Lorsque l'opérateur l'a validé, le TD 200:

- met à 1 le bit de notification d'accusé de réception dans le premier octet de formatage du message
- remet à 0 le bit de validation de ca message et ce dernier n'apparaît plus à l'écran au cycle d'actualisation suivant.

Le message clignotant ne peut pas être remplacé à l'écran par un autre message tant que l'opérateur n'en e pas accusé la réception. Ceci est le cas même si la CPU S7_200 valide le message d niveau de priorité supérieur. Si le TD 200 est configuré pour les messages à 20 caractères et si la CPU S7_200 valide un message de niveau supérieur, le message clignotant est décalé sur la deuxième ligne de l'afficheur. Dans ce cas, les touches HAUT et BAS sont inactives jusqu'à la validation du message clignotant.

Aucun accusé de réception nécessaire et édition permise

Lorsqu'aucun accusé de réception n'est nécessaire et que l'édition est permise, le TD 200 affiche un message et attend que l'opérateur l'édite. Toutes des variables contenues dans le message sont actualisées à la fréquence normale. Ce message disparaît de l'afficheur si la CPU S7_200 valide un message de niveau de priorité supérieur. La présence d'autres messages est indiquée par les flèches haut et bas sur l'écran et on peut les visualiser à l'aide des touches HAUT et BAS.

Accusé de réception nécessaire et édition permise

Lorsqu'un accusé de réception est nécessaire et que l'édition est permise, le TD 200 affiche le message, le fait clignoter et attend que l'opérateur valide et édite les variables qu'il comporte. Dans ce cas, l'opérateur doit éditer toutes les variables. Le message clignote toujours jusqu'à ce que les variables soient toutes saisies.

Lorsque la CPU S7_200 valide le message, le TD 200 en prend acte et accepte le message de la CPU. Il affiche ce message et le fait clignoter pour signifier à l'opérateur qui doit en accuser la réception.

Paramétrage du TD 200

Il est nécessaire de configurer ou de programmer le TD 200 car les seuls paramètres de fonctionnement stockés dans le TD 200 sont les adresses du TD 200 et le CPU S7_200 connectés, la vitesse de transmission et la situation du bloc de paramètres.

La configuration du TD 200 est contenue dans un bloc de paramètres situés dans la mémoire V (mémoire des données) de la CPU S7_200. Par ailleurs, la plupart des paramètres de fonctionnement de TD 200 (langue, fréquence d'actualisation, message et bits de validation de message) sont stockés dans le bloc de paramètres de l'afficheur TD 200 dans la CPU S7_200.

Lors du démarrage, le TD 200 lit le bloc de paramètre de la CPU et vérifie si les valeurs des paramètres sont valides. Si toutes les valeurs le sont, le TD 200 commence à interroger les bits de validation pour déterminer le message à afficher, lit le message en provenance de la CPU et l'affiche.

Le logiciel de programmation de la l'automate S7_200 dispose d'un assistant pour configurer le bloc de paramètres ainsi que les messages dans la zone de mémoire de la CPU S7_200.

L'assistant de configuration TD 200 inscrit automatiquement le boc de paramètres ainsi que les textes de message dans l'éditeur de blocs de données, après qu'on ait sélectionné les options et créé les messages. Ce bloc de données peut ensuite être chargé dans la CPU.

5. Le simulateur S7_200

Le simulateur S7_200 est un logiciel permettant de simuler un programme édité avec STEP 7-Micro/WIN. Le programme associé est exporté en fichier **.awl**. Il faudra ensuite l'ouvrir avec le simulateur S7_200.

A noter que l'automate SIEMENS est doté d'une fonction de mise au point automatique PID (Proportionnel Intégral Dérivé).

Partie 4 : Programmation et simulation

Chapitre 1 : Programmation

1. Cahier de charge

Rappelons que le SENITEC est un système d'épuration utilisant la technique de flottation par air dissous, combiné au mélange avec des produits chimiques et une filtration.

L'unité ne démarre que si les conditions:

- le niveau et la pression de l'air dissous,
- le niveau des produits chimiques dans leurs cuves de stockage respectifs,
- la température du fluide

soient respectées.

La vidange de la cuve de flottation et de la cuve de boues se fera lorsque le système est en arrêt.

2. Algorithmes

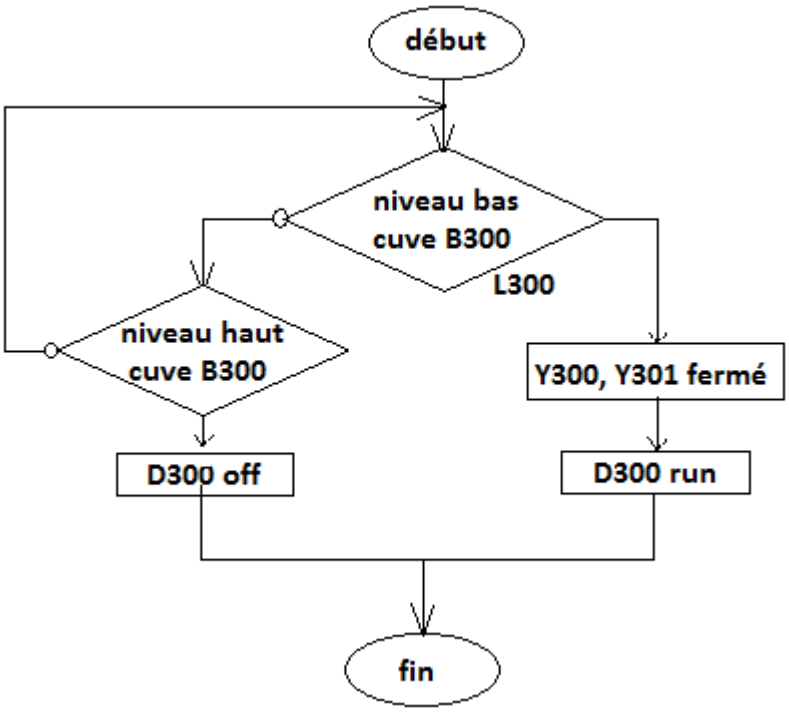


Figure 38:système air dissous

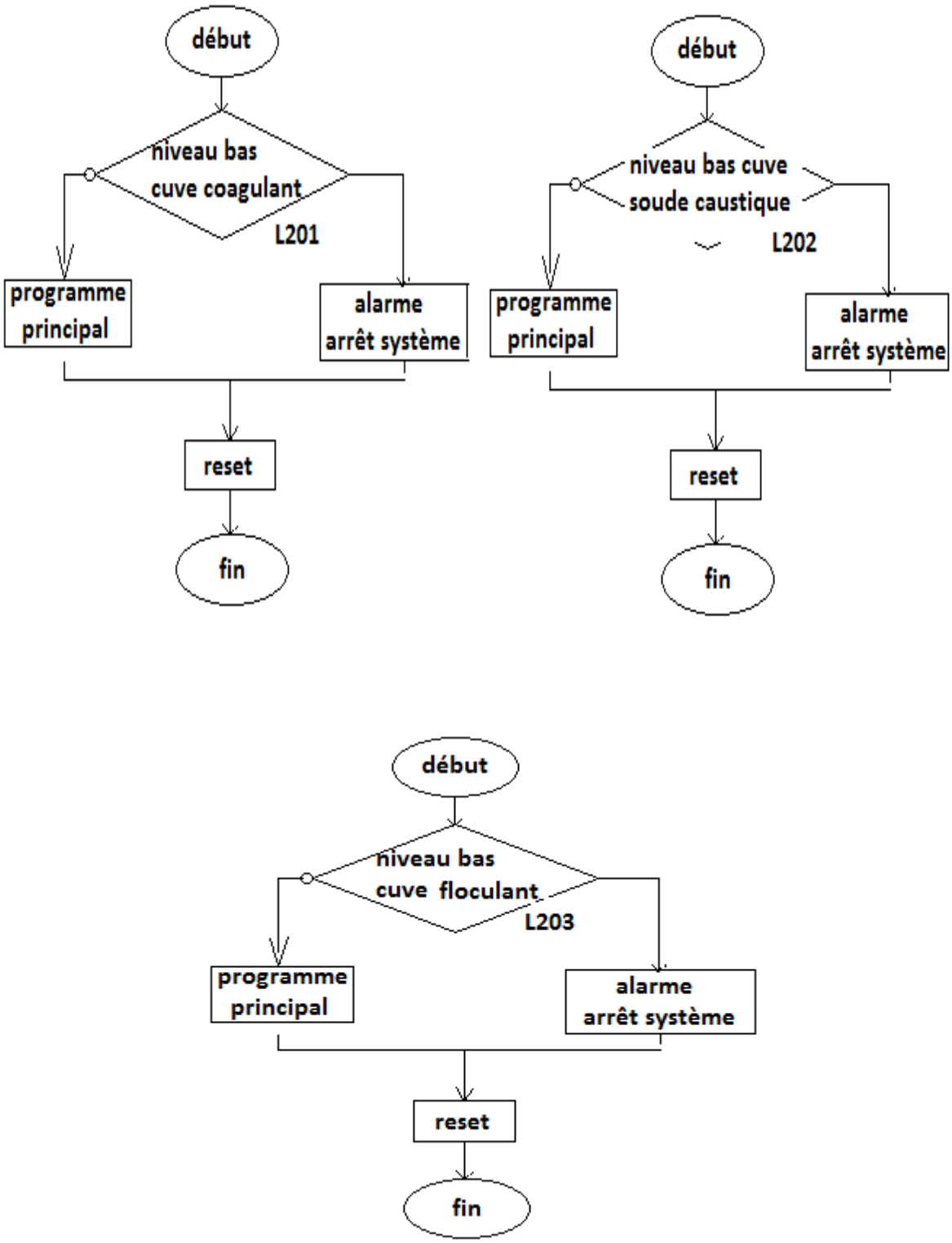


Figure 39:système d'injection de produits chimiques

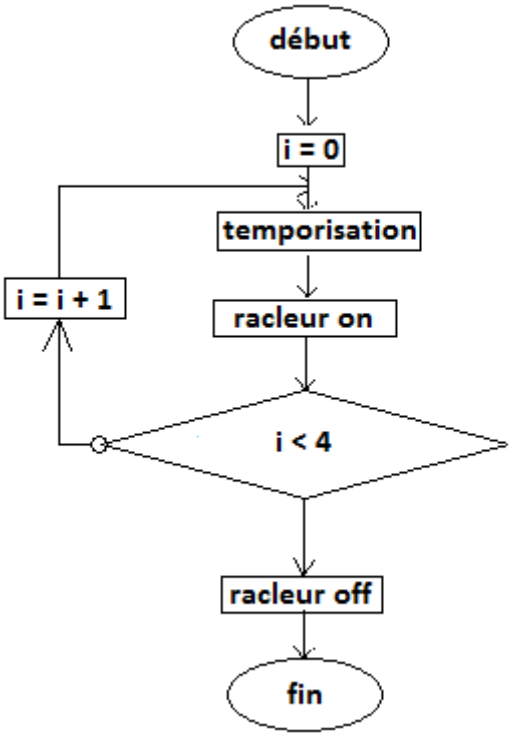


Figure 40: système racleur

i: nombre de raclage

4: nombre de raclage maximum avant l'arrêt du racleur

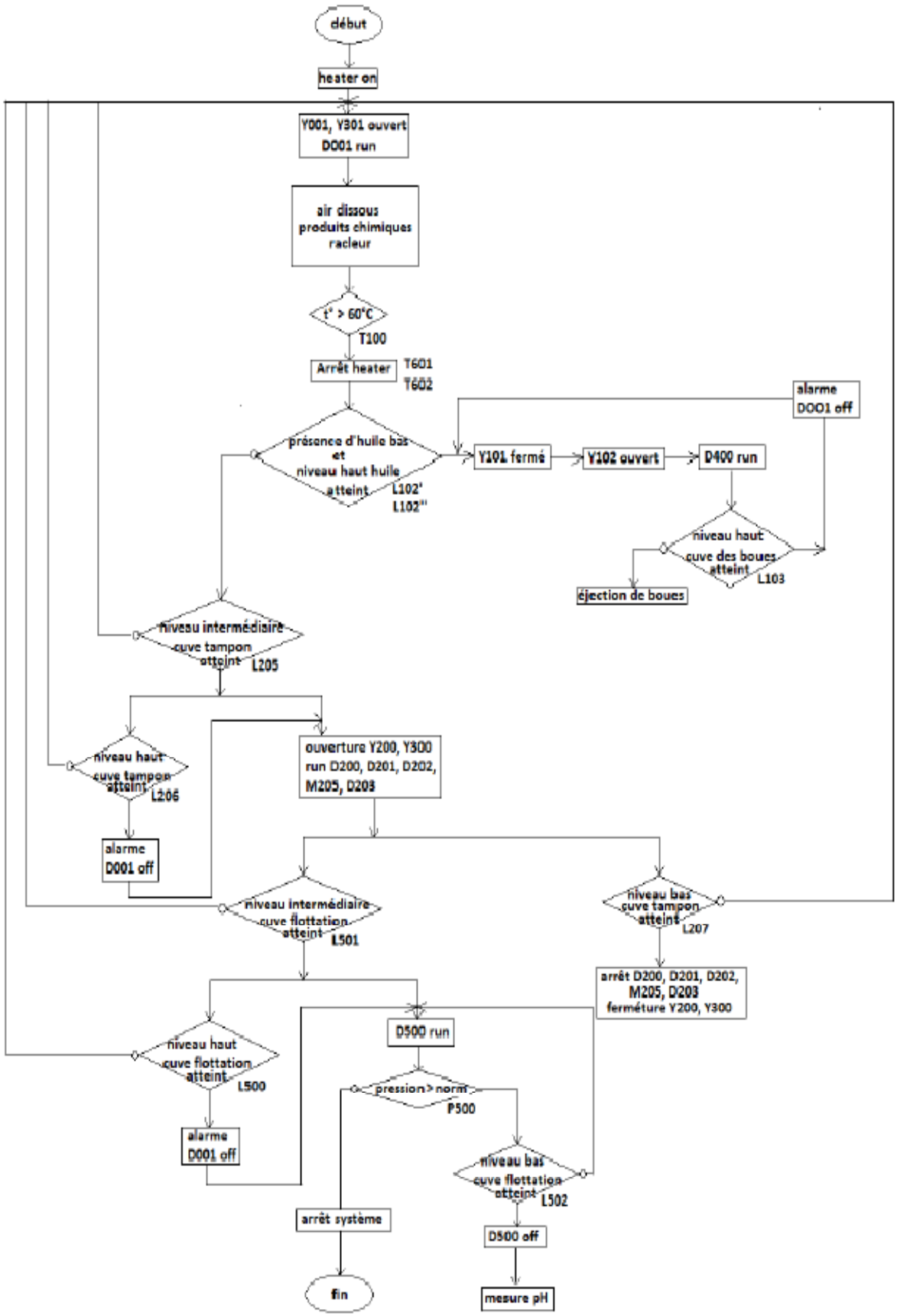


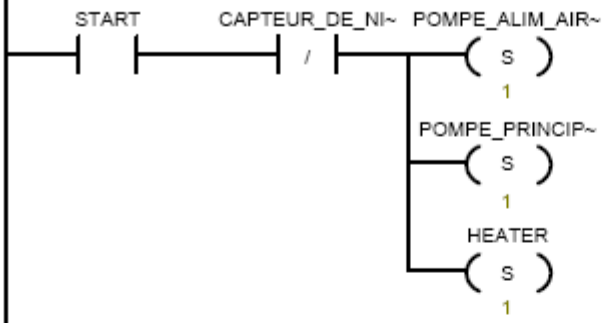
Figure 41: système principal

3. Programme

PROGRAMME STANDARD

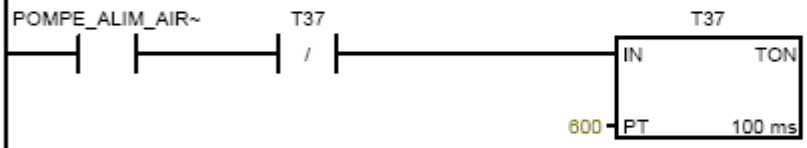
Réseau 1

AIR DISSOUS



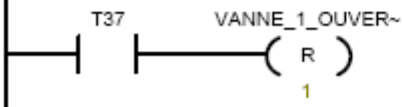
Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_DE_NIVEAU	I0.0	L300 (capteur magnetique commande D300)
HEATER	Q3.7	chauffage eaux huileuses
POMPE_ALIM_AIR_DS	Q0.0	D300 (pompe d'air dissous)
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)
START	I0.4	mode automatique

Réseau 2



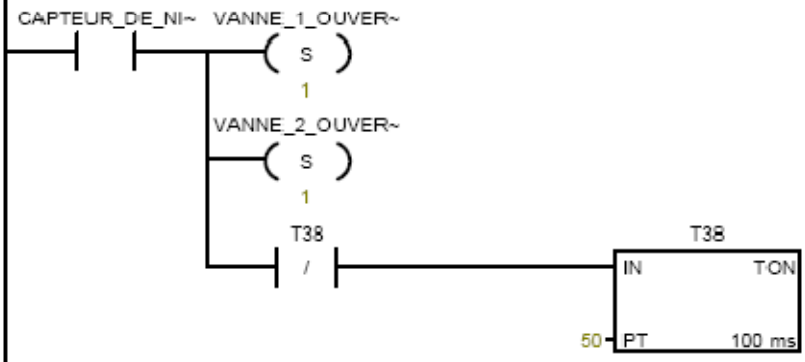
Mnémonique	Adresse	Commentaire
POMPE_ALIM_AIR_DS	Q0.0	D300 (pompe d'air dissous)

Réseau 3



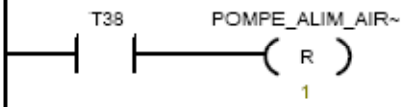
Mnémonique	Adresse	Commentaire
VANNE_1_OUVERT_S	Q0.1	Y300 (vanne d'air sortie air dissous vers phase de separation)

Réseau 4



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_DE_NIVEAU	I0.0	L300 (capteur magnetique commande D300)
VANNE_1_OUVERT_S	Q0.1	Y300 (vanne d'air sortie air dissous vers phase de separation)
VANNE_2_OUVERT_F	Q0.2	Y301 (vanne d'air sortie air dissous vers flottation)

Réseau 5

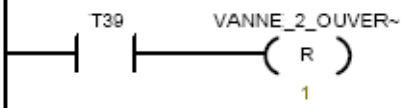


Mnémonique	Adresse	Commentaire
POMPE_ALIM_AIR_DS	Q0.0	D300 (pompe d'air dissous)

Réseau 6

Mnémonique	Adresse	Commentaire
POMPE_ALIM_AIR_DS	Q0.0	D300 (pompe d'air dissous)

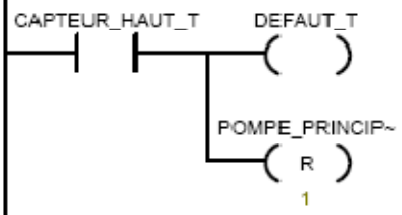
Réseau 7



Mnémonique	Adresse	Commentaire
VANNE_2_OUVERT_F	Q0.2	Y301 (vanne d'air sortie air dissous vers flottation)

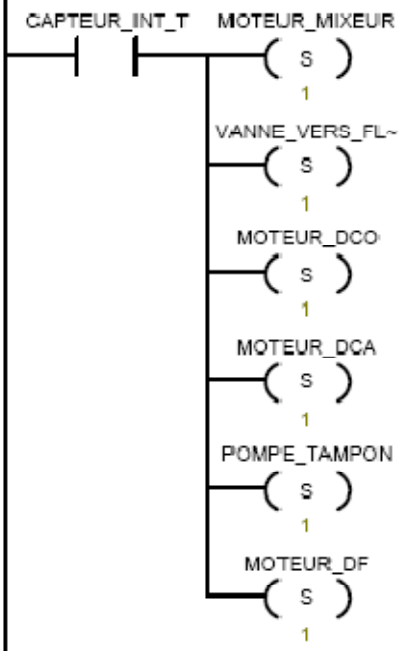
Réseau 8

CUVE TAMPON



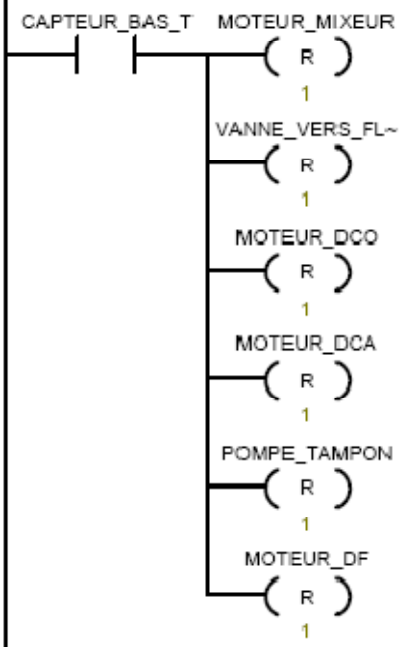
Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_HAUT_T	I0.1	L206 (niveau haut cuve tampon)
DEFAUT_T	Q2.7	alarme niveau haut cuve tampon (voyant rouge)
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)

Réseau 9



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_INT_T	I0.2	L205 (niveau intermediaire cuve tampon)
MOTEUR_DCA	Q0.7	D202 (pompe doseuse caustic)
MOTEUR_DCO	Q0.6	D201 (pompe doseuse coagulant)
MOTEUR_DF	Q3.1	D203 (pompe doseuse floculant)
MOTEUR_MIXEUR	Q0.4	D205 (moteur mixeur)
POMPE_TAMPON	Q1.0	D200 (pompe de transfert vers cuve de flottation)
VANNE_VERS_FLOT	Q0.5	Y200 (vanne d' entrée vers flottation)

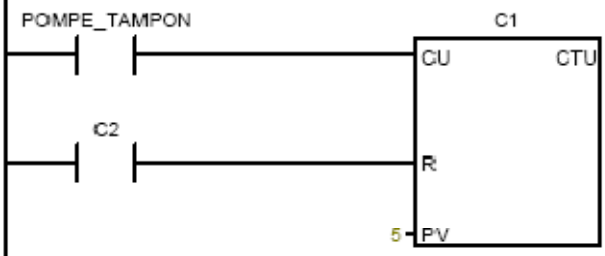
Réseau 10



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_BAS_T	I0.3	L207 (niveau bas cuve tampon)
MOTEUR_DCA	Q0.7	D202 (pompe doseuse caustic)
MOTEUR_DCO	Q0.6	D201 (pompe doseuse coagulant)
MOTEUR_DF	Q3.1	D203 (pompe doseuse floculant)
MOTEUR_MIXEUR	Q0.4	D205 (moteur mixeur)
POMPE_TAMPON	Q1.0	D200 (pompe de transfert vers cuve de flottation)
VANNE_VERS_FLOT	Q0.5	Y200 (vanne d' entrée vers flottation)

Réseau 11

FLOTTATION



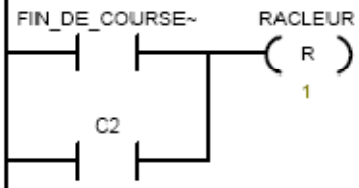
Mnémonique	Adresse	Commentaire
POMPE_TAMPON	Q1.0	D200 (pompe de transfert vers cuve de flottation)

Réseau 12

RARCLEUR

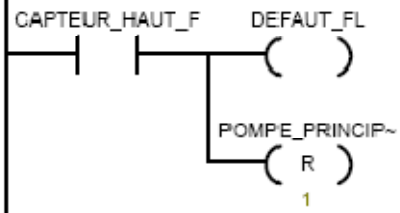
Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_HAUT_F	I0.6	L500 (niveau haut flottation)
FIN_DE_COURSE_G_R	I1.3	L400 (fin de course gauche racleur)
RACLEUR	Q2.4	V401 (commande racleur)

Réseau 13



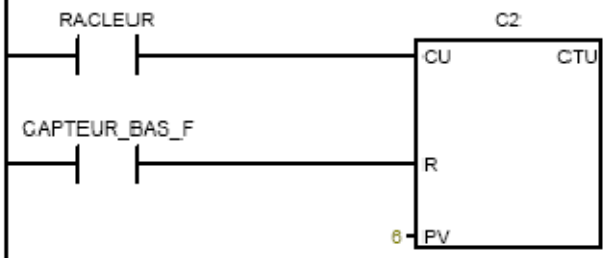
Mnémonique	Adresse	Commentaire
FIN_DE_COURSE_D_R	I1.4	L401 (fin de course droite racleur)
RACLEUR	Q2.4	V401 (commande racleur)

Réseau 14



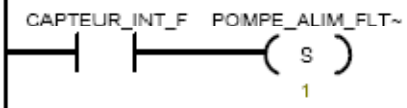
Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_HAUT_F	I0.6	L500 (niveau haut flottation)
DEFAUT_FL	Q3.6	alarme niveau haut cuve flottation
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)

Réseau 15



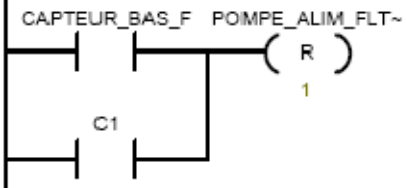
Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_BAS_F	I1.0	L502 (niveau bas flottation)
RACLEUR	Q2.4	V401 (commande racleur)

Réseau 16



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_INT_F	I0.7	L501 (niveau intermediaire flottation)
POMPE_ALIM_FLTR	Q2.0	D500 (pompe alimentation filtre)

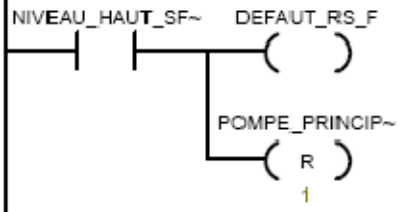
Réseau 17



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_BAS_F	I1.0	L502 (niveau bas flottation)
POMPE_ALIM_FLTR	Q2.0	D500 (pompe alimentation filtre)

Réseau 18

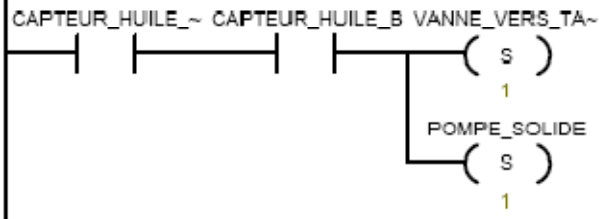
ALARME COLLECTES SOLIDES



Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEFAUT_RS_F	Q2.6	alarme niveau haut cuve boues (voyant rouge)
NIVEAU_HAUT_SFLO	I1.2	L103 (niveau haut collecte des solides)
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)

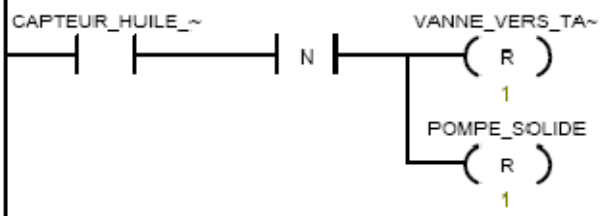
Réseau 19

SEPARATEUR D'HUILE



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_HUILE_B	I2.4	L102 (capteur d'huile niveau bas du separateur d'huile)
CAPTEUR_HUILE_H	I2.3	L102' (capteur d'huile niveau haut du separateur d'huile)
POMPE_SOLIDE	Q3.0	D400
VANNE_VERS_TAMPON	Q2.5	Y101 (vanne de transfert des eaux grasses dans la cuve de tampon)

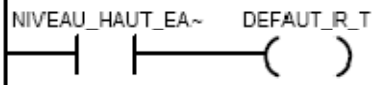
Réseau 20



Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_HUILE_H	I2.3	L102' (capteur d'huile niveau haut du separateur d'huile)
POMPE_SOLIDE	Q3.0	D400
VANNE_VERS_TAMPON	Q2.5	Y101 (vanne de transfert des eaux grasses dans la cuve de tampon)

Réseau 21

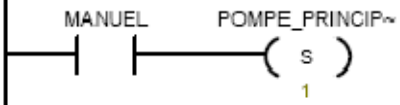
ALARME EAU GRASSES



Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEFAUT_R_T	Q1.1	alarme niveau haut recuperation eaux grasses dans tampon (voyant rouge)
NIVEAU_HAUT_EAU_G	I1.1	L104 (niveau haut collecte eau grasse)

Réseau 22

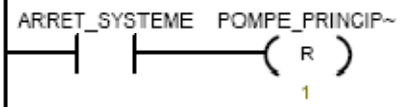
DEMARRAGE POMPE D'ALIMENTATION PRINCIPALE - MODE MANUEL



Mnémonique	Adresse	Commentaire
MANUEL	I3.2	mode manuel
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)

Réseau 23

STOP



Mnémonique	Adresse	Commentaire
ARRET_SYSTEME	Q0.3	arrêt generale (voyant rouge)
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)

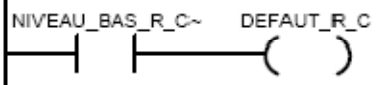
Réseau 24

DEMARRAGE POMPE SOLIDE

Mnémonique	Adresse	Commentaire
MANU_D400	I3.1	D400 (commande manuel)
MANUEL	I3.2	mode manuel
POMPE_SOLIDE	Q3.0	D400

Réseau 25

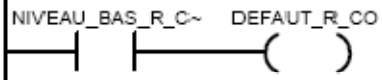
NIVEAU BAS RESERVOIR CAUSTIC



Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEFAUT_R_C	Q2.1	alarme bas reservoir caustic
NIVEAU_BAS_R_CA	I2.1	L202 (niveau bas reservoir caustic)

Réseau 26

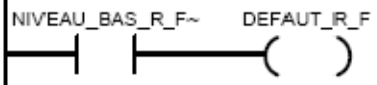
NIVEAU BAS RESERVOIR COAGULANT



Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEFAUT_R_CO	Q3.4	alarme bas reservoir coagulant
NIVEAU_BAS_R_CO	I2.0	L201 (niveau bas reservoir coagulant)

Réseau 27

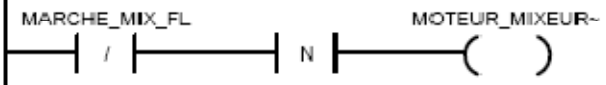
NIVEAU BAS RESERVOIR FLOCULANT



Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEFAUT_R_F	Q2.2	alarme bas reservoir floculant
NIVEAU_BAS_R_FLO	I2.2	L203 (niveau bas reservoir floculant)

Réseau 28

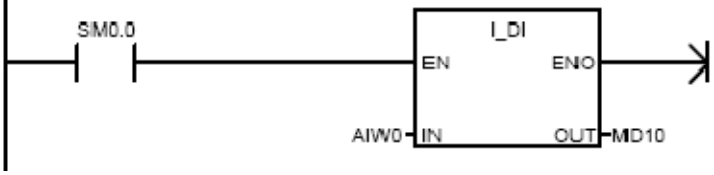
DEMARRAGE MOTEUR MIXEUR FLOCULANT



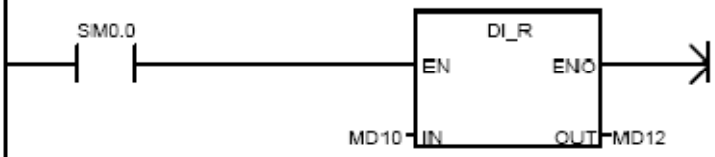
Mnémonique	Adresse	Commentaire
MARCHE_MIX_FL	I2.5	L700 (marche moteur mixeur floculant)
MOTEUR_MIXEUR_FLO	Q3.2	Y204 (moteur mixeur floculant)

Réseau 29

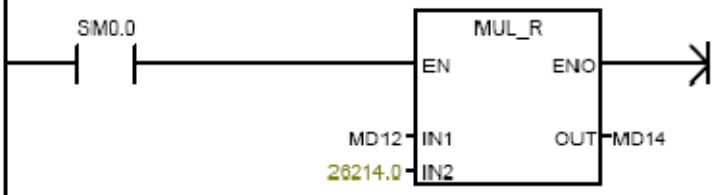
DETECTEUR DE TEMPERATURE DU SEPARATEUR D'HUILE



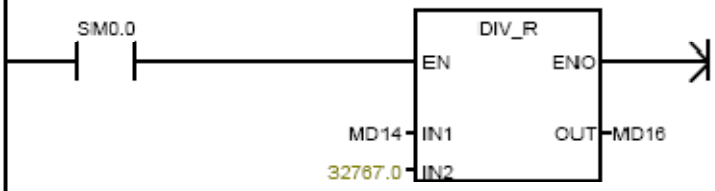
Réseau 30



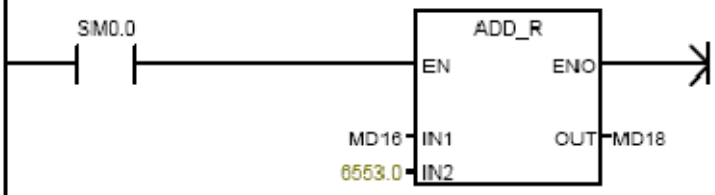
Réseau 31



Réseau 32



Réseau 33

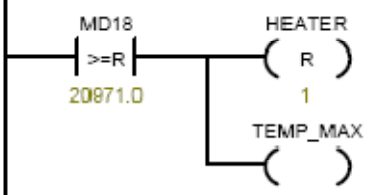


Réseau 34

CONTROLE DE PRESSION

Mnémonique	Adresse	Commentaire
ARRET_SYSTEME	Q0.3	arrêt generale (voyant rouge)
PRESSION	I3.3	Contrôle de pression

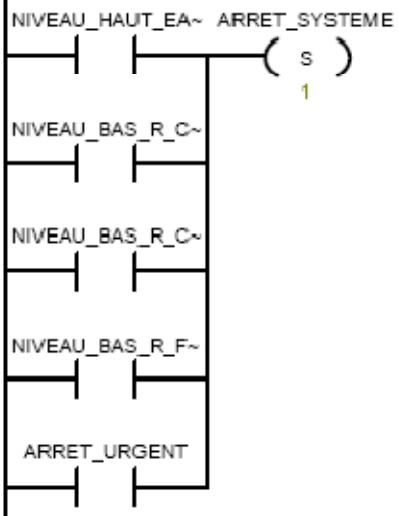
Réseau 35



Mnémonique	Adresse	Commentaire
HEATER	Q3.7	chauffage eaux huileuses
TEMP_MAX	Q3.5	temperature haut phase se separateur d'huile

Réseau 36

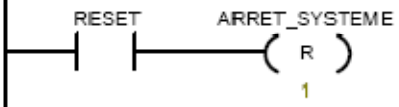
ALARME ET ARRET SYSTEME



Mnémonique	Adresse	Commentaire
ARRET_SYSTEME	Q0.3	arrêt generale (voyant rouge)
ARRET_URGENT	I3.0	arrêt d'urgence
NIVEAU_BAS_R_CA	I2.1	L202 (niveau bas reservoir caustic)
NIVEAU_BAS_R_CO	I2.0	L201 (niveau bas reservoir coagulant)
NIVEAU_BAS_R_FLO	I2.2	L203 (niveau bas reservoir floculant)
NIVEAU_HAUT_EAU_G	I1.1	L104 (niveau haut collecte eau grasse)

Réseau 37

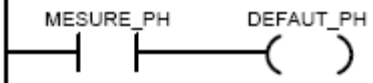
RESET SYSTEM



Mnémonique	Adresse	Commentaire
ARRET_SYSTEME	Q0.3	arrêt generale (voyant rouge)
RESET	I0.5	reset

Réseau 38

ALARME PH



Mnémonique	Adresse	Commentaire
DEFAUT_PH	Q3.3	alarm PH
MESURE_PH	I2.6	L204 (mesure PH)

Chapitre 2 : Simulation

La simulation du programme permet de reproduire artificiellement et aussi réaliste que possible le fonctionnement du processus.

Pour commencer cette simulation, il faut d'abord

- définir le CPU utilisé ainsi que les modules d'extension. Il faut aussi paramétrer les capteurs analogiques,
- charger le programme dans le simulateur,
- mettre en mode RUN.

Lors de cette simulation, les capteurs sont actionnés par l'opérateur et les valeurs de température sont données en glissant le curseur de signal analogique.

L'afficheur TD 200 ne peut pas être simulé.

Chapitre 3 : Impacts environnementaux

1. Définitions

Définition selon le dictionnaire Encarta 2009

L'Environnement est l'ensemble des caractéristiques écologiques, sociales ou économiques propres à un milieu déterminé.

Définition selon A. Buttler[4]

Les sciences de l'environnement peuvent se définir comme l'étude de l'impact de l'homme sur son environnement, et intègrent les disciplines comme l'écologie, la chimie physique, l'économie éthique et la politique.

2. Impacts

De cette définition, le présent travail apporte des impacts sur l'environnement de l'unité de traitement des eaux huileuses.

Sur le plan écologique: l'étude apporte plus de détails sur le fonctionnement du système donc les utilisateurs sachent son importance sur l'écologie. Ceci diminue le risque de négligence sur le rejet des effluents non traités dans le milieu naturel.

Sur le plan social: l'étude apprend aux utilisateurs la manipulation du système et avec la standardisation suggérée, la manipulation du système est plus accessible. Ceci diminue le stress lors des interventions.

Sur le plan économique: l'étude fait gagner plus de temps à l'entreprise lors des interventions car les utilisateurs possèdent les connaissances nécessaires. La proposition de standardisation fait aussi gagner du temps lors de l'achat des pièces de rechanges car ceux-ci sont disponibles sur tout le marché et à prix abordable.

[4] **A. Buttler** : Professeur de l'école polytechnique fédérale de Lausanne Suisse, Directeur de laboratoire des systèmes écologiques ECOS.

Conclusion

L'automatisation d'un système requière la connaissance parfaite du fonctionnement du dit système. L'unité de traitement des eaux huileuses SENITEC P750 de la centrale thermique de Mandroseza est déjà équipée d'un automate programmable de type MITSUBISHI 2N-48MR qui est plus pénible à manipuler et capricieux en matière de pièces de rechange.

Ainsi, le présent ouvrage marque principalement l'étude du système de traitement des eaux huileuses afin de permettre la standardisation de celui-ci et de remédier à ces complications.

Le choix d'un automate est basé sur les besoins fonctionnels du système à automatiser, les variables de sorties à traiter, les conditions d'installation, la maniabilité de l'automate et enfin la possibilité d'extension de l'automate. En tenant compte de ces critères de choix, l'étude a conduit à l'utilisation de l'automate S7-200.

Quelques modifications sont nécessaires, à savoir le changement de quelques capteurs. Ainsi, la manipulation de l'unité est plus aisée et le temps d'intervention pour la maintenance corrective est plus réduit. Ce qui conduit à l'accroissement considérable de la productivité de l'unité.

A noter aussi qu'avec l'automate S7_200, la possibilité d'extension est vaste d'autant plus que la modification du programme est facile. Ceci permet ainsi à son utilisateur, d'adapter, de modifier ou de mettre à jour le système de commande et les différents seuils de réglage. L'utilisation de cet automate est alors concevable pour un type de circuit similaire.

Suite aux études présentées dans cet ouvrage, il serait possible d'adapter le système et son automatisation avec le traitement des eaux usées des hôpitaux, des hôtels,… Toujours est-il que l'évolution de la technologie ne cesse de s'accroître, mais il sera toujours possible de perfectionner l'étude ci-contre et de mettre le système à jour suivant l'évolution.

Références

Références bibliographiques

[1] Thomas MAEDER, Mesure de température par thermistance, 6p, IPR – INSTITUT DE PRODUCTION & ROBOTIQUE, laboratoire de production microtechnique

[2] Service WÄRTSILA Nederland B.V, O & M Manual, Series 9 Oily water and sludge system, 2006

[3] Service WÄRTSILA Nederland B.V, O & M Manual, SENITEC Manual, 2006

[4] SIMATIC Automate programmable S7-200 Manuel système, numéro de référence: 6ES7298--8FA24--8CH0, édition 08/2008

[5] Patrick TRAU, Le Grafcet et sa mise en œuvre, 66p, 2007

Références webographiques

[1] www.abb.com, ABB process makes oily wastewater clean again

[2] www.conrad.com, sonde de température Pt100

[3] www.gillsensors.co.uk, capteur de niveau d'eau, capteur de niveau d'huile, capteur de température

[4] www.marisec.org, oily water separator

[5] www.theiso14000familly_2009.com

[6] www.water.siemens.com, oily water treatment

[7] www.wärtsilä.com/fi/power-plants/technology/emission-reduction/oily-water-effluent

[8] www.wikipedia.org, water purification

[9] www.ziehl.de, sonde de température Pt100

Annexes

Dangers représentés par les hydrocarbures

Les risques présentés par les hydrocarbures utilisés de façon massive sont de deux ordres:

- Le risque d'asphyxie ou d'incendie et d'explosion pour les bruts venant d'être déversés et les raffinés légers (gasoil),
- La toxicité par inhalation, ingestion ou par contact cutané.

Il est aussi annoter que les dangers représentés par les hydrocarbures diminuent au fur et à mesure qu'ils vieillissent, c'est-à-dire des boulettes d'hydrocarbures ayant séjournés longtemps en mer a perdu l'essentiel de leurs fractions volatiles à température ambiante.

ISO 14000 [5]

Les normes ISO 14000 sont l'ensemble des normes sur le management de l'environnement. Ils sont conçues pour être complémentaires mais peuvent également être utilisées seules pour des objectifs spécifiques concernant l'environnement. La famille ISO 14000 fournit des outils de management pour permettre aux organisations de gérer leurs aspects environnementaux et d'évaluer leurs performances environnementaux. Ensemble, ces outils présentent des avantages économiques très concrets:

Réduction de l'utilisation de matières premières et de ressources

Réduction de la consommation d'énergie

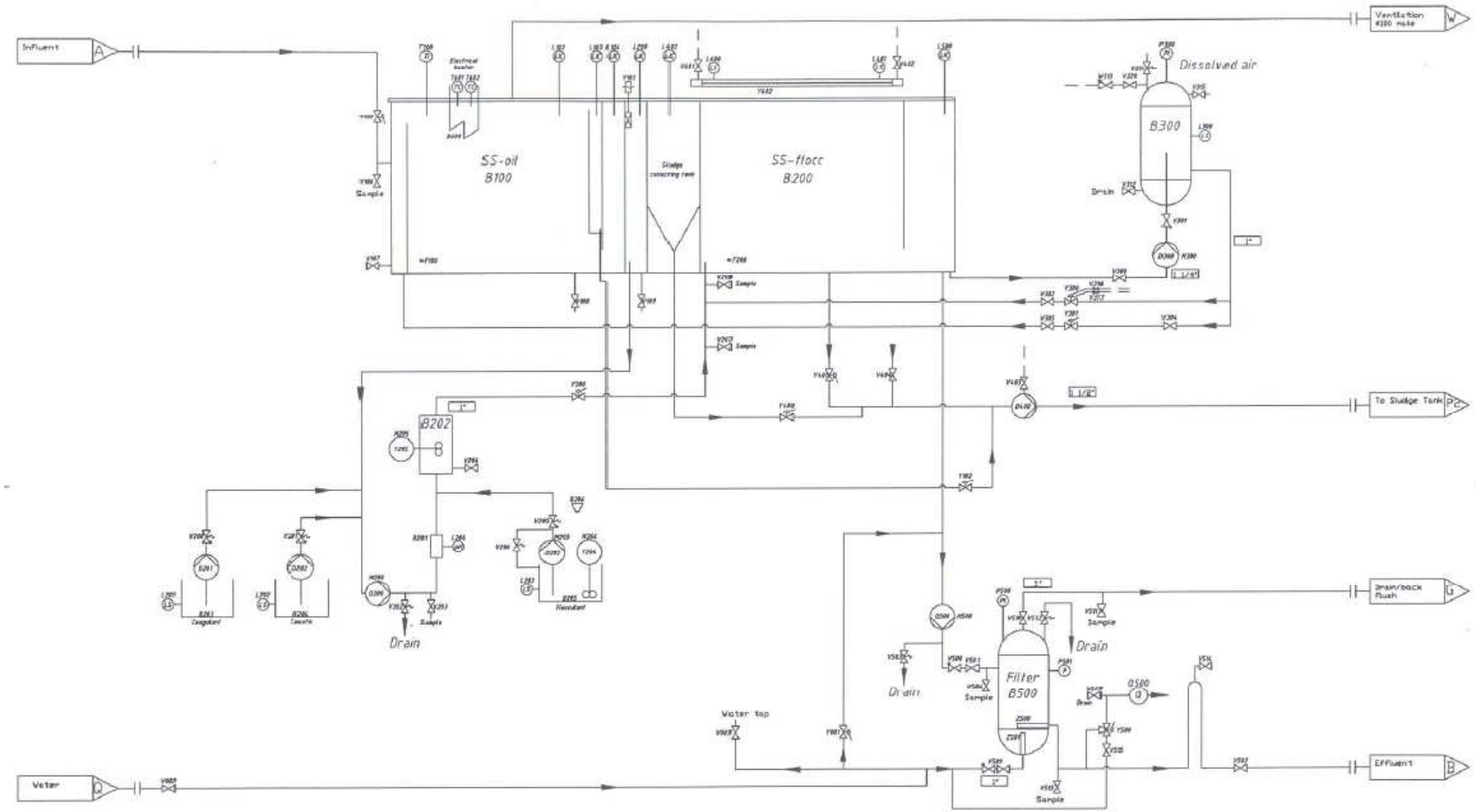
Amélioration de l'efficacité des processus

Réduction des déchets et des coûts de mise au rebut

Utilisation de ressources renouvelables.

[5] Source: theiso14000family_2009

Circuit fluidique du SENITEC P750 [6]



[6] Source: Wärtsilä SENITEC P750 manual

Liste des éléments mis en service dans le SENITEC

Phases	Eléments mis en service	Rôles	Désignations
Phase de séparation des hydrocarbures	Cuve de séparation (316L)	Cuve où se déroule la séparation	B100
	Commutateurs de niveau d'eau haut et bas	Détection et limitation de niveau d'huile	L100 - L102
	Commutateurs de niveau des hydrocarbures	Détection et limitation de niveau d'hydrocarbure	L103 - L104
	Capteur de température	Détection de température d'eau	T100
	Pompe d'injection	Admission de fluide	D001
	Corps de chauffe	Chauffe et limite la viscosité du fluide	F100
	Relais de surchauffe	Limite la température	
	Soupape d'admission pneumatique	Assure la circulation de fluide	Y100
	Soupape de drainage pneumatique	Assure la circulation de fluide	Y102
	Tuyauterie interne	Assure la circulation de fluide	
Phase de traitement chimique	Cuve de mélange (316L)	Cuve où se déroule le mélange	B200
	Mesure de pH	Cuve de stockage des produits chimiques	B201
	Mixeur chimique		B202
	Cuve de coagulant		B203
	Cuve de soude caustic		B204
	Cuve de floculant		B205
	Ejecteur de floculant		B206
	Pompe d'admission d'eau	Admission d'eau et de produits chimiques dans la cuve de mélange	D200
	Pompe de dosage de coagulant		D201
	Pompe de dosage de la soude caustic		D202
	Pompe de dosage de floculant		D203
	Commutateur de niveau bas de fluide	Détection de niveau de fluide et des produits chimiques	L200
	Commutateur de niveau bas de coagulant		L201
	Commutateur de niveau bas de soude caustic		L202
	Commutateur de niveau bas de floculant		L203
	Electrode de pH		L204
	Commutateur de niveau haut de fluide		L205
	Commutateur de niveau très haut de fluide		L206
	Soupape d'admission pneumatique	Admission d'eau	Y200
	Moteur d'agitation de floculant	Mélange les produits chimiques avant leur injection dans la cuve de mélange	Y204
	Moteur d'agitation de soude caustic et coagulant		Y205

Phases		Eléments mis en service	Rôles	Désignations
Phase de flottation	Unité de flottation	Cuve de flottation (316L)	Cuve de stockage de fluide	
		Pompe d'alimentation entre phase de séparation des hydrocarbures et flottation	Admission de fluide	D200
		Commutateur de niveau d'eau haut et bas	Détection et limitation de niveau d'eau	L600 - L602
		Tuyauterie interne		
	Unité d'air dissous	Cuve d'air dissous	Cuve de stockage d'air dissous	B300
		Pompe d'air dissous	Admission d'air dissous	D300
		Commutateur de niveau haut	Détection de niveau d'air dissous dans la cuve de	L300
		Tuyauterie interne		
Phase de collecte de solides		Cuve de collecte de solide		
		Pompe d'admission de fluide	Admission de fluide	D400
		Détecteur de fin de course avant	Synchronisation du racleur	L400
		Détecteur de fin de course arrière		L401
		Commutateur de niveau haut de fluide	Détection de niveau de fluide	L402
		Soupape de drainage de boues	Evacuation de boues	Y400
		Soupape d'évacuation d'eau	Evacuation de fluide	Y402
Phase de filtration		Cuve de filtrage	Cuve de stockage de sable	B500
		Pompe d'amission de fluide	Admission de fluide	D500
		Commutateur de niveau haut	Détection et limitation de niveau d'eau	L500
		Détecteur de pression	Détection de pression d'air (Soupape de sécurité)	P500
		Commutateur de pression	Limitation de pression	P501
		Compteur PPM	Compteur PPM	Q500
		Soupape d'évacuation d'eau propre	Evacuation d'eau propre	Y500

Nomenclature: langage contacté

Symboles	Significations
C	compteur incrémental/décrémental
CTU	compteur incrémental
PT	valeur de temporisation
PV	valeur d'incrémentation
R	reset (bit mis à 0)
S	set (bit mis à 1)
TON	temporisation sous forme de retard à la montée
	capteur à contact normalement fermé
	capteur à contact normalement ouvert
	bobine d'affectation de résultat
>=R	contact à comparaison
IN TON 600 PT 100 ms	temporisation à 100ms expirée après (600*100ms=60s)

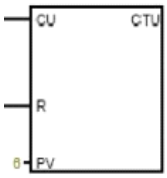
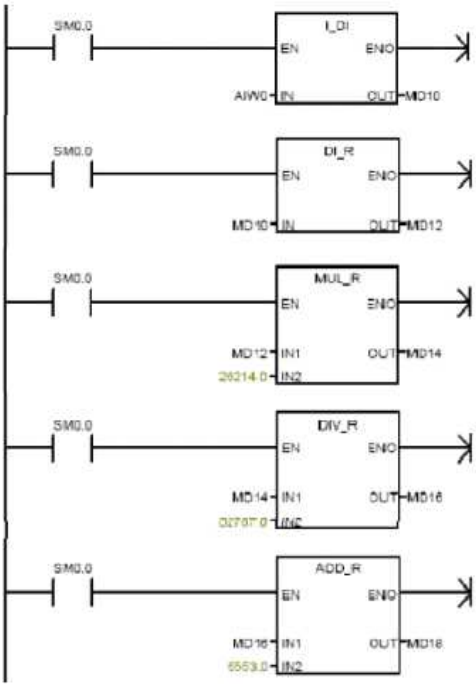
Symboles	Significations
	incrémentation partant de la valeur d'entrée CU, remis à 0 lorsque PV est atteint et le bit de remis à 0 est activé
	traitement des signaux analogiques 1: entrer la valeur et convertir en 16bits 2: multiplier le résultat 3: diviser le résultat diviser le résultat 4: additionner le résultat

Table mnémonique

Mnémonique	Adresse	Commentaire
CAPTEUR_DE_NIVEAU	I0.0	L300 (capteur magnetique commande D300)
CAPTEUR_HAUT_T	I0.1	L206 (niveau haut cuve tampon)
CAPTEUR_INT_T	I0.2	L205 (niveau intermediaire cuve tampon)
CAPTEUR_BAS_T	I0.3	L207 (niveau bas cuve tampon)
START	I0.4	mode automatique
RESET	I0.5	reset
CAPTEUR_HAUT_F	I0.6	L500 (niveau haut flottation)
CAPTEUR_INT_F	I0.7	L501 (niveau intermediaire flottation)
CAPTEUR_BAS_F	I1.0	L502 (niveau bas flottation)
NIVEAU_HAUT_EAU_G	I1.1	L104 (niveau haut collecte eau grasse)
NIVEAU_HAUT_SFLO	I1.2	L103 (niveau haut collecte des solides)
FIN_DE_COURSE_G_R	I1.3	L400 (fin de course gauche racleur)
FIN_DE_COURSE_D_R	I1.4	L401 (fin de course droite racleur)
NIVEAU_BAS_R_CO	I2.0	L201 (niveau bas reservoir coagulant)
NIVEAU_BAS_R_CA	I2.1	L202 (niveau bas reservoir caustic)
NIVEAU_BAS_R_FLO	I2.2	L203 (niveau bas reservoir floculant)
CAPTEUR_HUILE_H	I2.3	L102" (capteur d'huile niveau haut du separateur d'huile)
CAPTEUR_HUILE_B	I2.4	L102 (capteur d'huile niveau bas du separateur d'huile)
MARCHE_MIX_FL	I2.5	L700 (marche moteur mixeur floculant)
MESURE_PH	I2.6	L204 (mesure PH)
ARRET_URGENT	I3.0	arrêt d'urgence
MANU_D400	I3.1	D400 (commande manuel)
MANUEL	I3.2	mode manuel
PRESSION	I3.3	Contrôle de pression
POMPE_ALIM_AIR_DS	Q0.0	D300 (pompe d'air dissous)
VANNE_1_OUVERT_S	Q0.1	Y300 (vanne d'air sortie air dissous vers phase de separation)
VANNE_2_OUVERT_F	Q0.2	Y301 (vanne d'air sortie air dissous vers flottation)
ARRET_SYSTEME	Q0.3	arrêt generale (voyant rouge)
MOTEUR_MIXEUR	Q0.4	D205 (moteur mixeur)
VANNE_VERS_FLOT	Q0.5	Y200 (vanne d' entrée vers flottation)
MOTEUR_DCO	Q0.6	D201 (pompe doseuse coagulant)
MOTEUR_DCA	Q0.7	D202 (pompe doseuse caustic)
POMPE_TAMPON	Q1.0	D200 (pompe de transfert vers cuve de flottation)
DEFAUT_R_T	Q1.1	alarme niveau haut recuperation eaux grasses dans tampon (voyant rouge)
POMPE_ALIM_FLTR	Q2.0	D500 (pompe alimentation filtre)
DEFAUT_R_C	Q2.1	alarme bas reservoir caustic
DEFAUT_R_F	Q2.2	alarme bas reservoir floculant
POMPE_PRINCIPALE	Q2.3	D001 (pompe alimentation principale)
RACLEUR	Q2.4	V401 (commande racleur)
VANNE_VERS_TAMPON	Q2.5	Y101 (vanne de transfert des eaux grasses dans la cuve de tampon)
DEFAUT_RS_F	Q2.6	alarme niveau haut cuve boues (voyant rouge)
DEFAUT_T	Q2.7	alarme niveau haut cuve tampon (voyant rouge)
POMPE_SOLIDE	Q3.0	D400
MOTEUR_DF	Q3.1	D203 (pompe doseuse floculant)
MOTEUR_MIXEUR_FLO	Q3.2	Y204 (moteur mixeur floculant)
DEFAUT_PH	Q3.3	alarm PH
DEFAUT_R_CO	Q3.4	alarme bas reservoir coagulant
TEMP_MAX	Q3.5	temperature haut phase se separateur d'huile
DEFAUT_FL	Q3.6	alarme niveau haut cuve flottation
HEATER	Q3.7	chauffage eaux huileuses

Nom: RAHABOARIMANANA

Prénom: Hariniaina

Contacts: 034 37 805 56 / 033 25 379 34

E mail: r8hariniaina@gmail.com

Thème: "ETUDE ET STANDARDISATION DE L'UNITE DE TRAITEMENT DES EAUX HUILEUSES SENITEC P750 DE LA CENTRALE THERMIQUE 40MW MANDROSEZA"

Nombre de pages: 67

Nombre de tableaux: 16

Nombre de figures: 41

RESUME

L'unité de traitement des eaux huileuses de la Centrale Thermique 40MW Mandroseza est une unité assez complexe et piloté par l'automate programmable MITSUBISHI FX – 2N -48 MR.

Cet ouvrage donne plus de détails sur son fonctionnement et sa manipulation. L'étude a permis de suggérer une automatisation avec l'automate programmable SIEMENS S7_200 qui est compatible avec des capteurs standards et aisé à programmer.

Ceci permettra aux manipulateurs de se familiariser avec le fonctionnement de l'unité et accordera à l'entreprise un gain de temps et d'argent lors d'une intervention sur l'unité.

ABSTRACT

The oily water treatment unit of Power station 40MW Mandroseza is a unit rather complex and controlled by programmable automat MITSUBISHI FX – 2N -48 MR.

This work gives more details on its operation and its handling. The study suggests automation with the programmable automat SIEMENS S7_200 which is compatible with sensors standard and easy to program.

This will make the manipulators to be familiarized with the operation of the unit and will grant to the company a saving of time and of money with an intervention on the unit.

Mots clés: traitement eaux huileuses, automate, programme

Directeur de mémoire: ANDRIAMITANJO Solofomboahangy
Enseignant chercheur à l'ESPA

Encadreur professionnel: RAKOTOMALALA Radohery
Responsable Technique de l'O & M Energy Madagascar