

Liste des abréviations

SPA : société par action

DA : Dinar algérien

t/j : ton par jour

MS : matière sèche

SO₂ : soufre

D.E : Dextrose équivalent

T : Température

STEP : Station d'Épuration

CG1 : Canal de grillage1

GA1 : La grille automatique1

CS1 : Caisson de récupération

PT1 : La vanne manuelle 1

PT2 : La vanne manuelle 2

GG1 : La grille manuel1

LP1 : Le régulateur de niveau à pression

LV1 : Le régulateur de niveau à flotteur

MP1 : Mesureur de débit

VM1 : Soupape motorisée

P : Pompe

PH : Potentiel Hydrogène

MX : Mélangeur submersible

XP : Electrovalve

z293 : Soupape manuelle

FL : Fluxmètre

RD : Réducteur de pression

MS : Mélangeur statique

PH1 : pH-mètre

AG : agitateur lent

EV : La valve à manchon
LU1 : Le régulateur de niveau
RL : régulateur de niveau à tiges
CP : Râteau de pont roulant
OD : Mesureur d'oxygène
SF : Soufflante
NP1 : Presse à ruban
INV : Variateur de fréquence
M : Manomètre
FQ1 : Filtre à quartz
S : La salle de commande
B1 : Le blutoir
SC : Compresseur
PD : Le régulateur de pression
PLC : Automate programmable industriel
DV : déchargement en bassin V

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1.1	Comparaison entre les trois énergies industrielles	21
1.2	Représente les différents composants indique par des numéros	31
3.1	Table des mnémoniques du dégrillage	59
3.2	Table des mnémoniques du bassin V1	63
3.3	Table des mnémoniques du bassin V2	71
3.4	Table des mnémoniques du bassin V3	77
3.5	Table des mnémoniques du bassin V4	80
3.6	Table des mnémoniques du bassin V5	83
3.7	Table des mnémoniques du bassin V7	87
3.8	Table des mnémoniques du bassin V8	92
3.9	Table des mnémoniques du bassin V9	95
3.10	Table des mnémoniques du bassin V10	97
3.11	Table des mnémoniques du bassin V11	100
3.12	Table des mnémoniques du bassin V12	104
3.13	Table des mnémoniques du bassin V13	107
3.14	Table des mnémoniques du bassin V15	109
3.15	Table des mnémoniques du Filtre à Quartz	113
3.16	Table des mnémoniques du bassin V16	117
3.17	Table des mnémoniques du bassin V14	120
3.18	Table des mnémoniques de la Presse à Ruban NP1	124

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1.1	Représentation électrique des Relais	3
1.2	Représentation d'un automate de Type « Siemens »	4
1.3	Représentation d'un Régulateur Industriel PID	4
1.4	Représentation d'une Catégorie de PIC	5
1.5	Représentation d'une IHM	5
1.6	La représentation des deux parties PC & PO	6
1.7	La partie commande	7
1.8	La partie Opérative	8
1.9	Type de mesurande : grandeur mécanique (Capteurs de force/Couples)	11
1.10	Type de mesurande : grandeur thermique (Capteurs de températures)	11
1.11	Type de mesurande : grandeur électrique (Mesure de tension/courant)	12
1.12	Type de mesurande : grandeur de Rayonnement (Radiatives, Capteurs de lumière)	12
1.13	Type de mesurande : grandeur de Chimique (Capteurs d'humidité)	13
1.14	Type de mesurande : Tout ou Rien de position	13
1.15	Pré-actionneur	14
1.16	Actionneur électrique	15
1.17	Actionneur pneumatique	15
1.18	Actionneur hydraulique	16
1.19	Câbles Ethernet	17
1.20	Câbles PROFIBUS	18
1.21	Bus CAN	19
1.22	Câble ASI	19
1.23	Réseaux Locaux industriels	20
1.24	Représentation d'un Automate	23
1.25	Automate en Commande	24
1.26	Architecture matériel d'un API	24
1.27	Réseau ladder	25
1.28	Elément graphique de base d'un GRAFCET	27
1.29	Représentation d'un Bloc en Logigramme	27
1.30	Installation d'un système S7	30
1.31	Exemple de montage : composants d'un S7-300	30
2.1	Organigramme général Maïserie de la Tafna	34
2.2	Les applications d'amidon	35
2.3	Les applications du sirop de glucose	36
2.4	Les applications du gluten	37
2.5	Les applications dextrine	38
2.6	Processus de fabrication d'amidon	40
2.7	Processus de fabrication de la dextrine.	41
2.8	Processus de fabrication du glucose	43
2.9	Fonctionnement générale de la STEP.	44
3.1 (a)	Grafcet du dégrillage	59
3.1 (b)	Grafcet du dégrillage	60

3.2 (a)	Grafcet du bassin V1	64
3.2 (b)	Grafcet du bassin V1	65
3.3 (a)	Grafcet du groupe de dosage de produit anti mousse CH4	66
3.3 (b)	Grafcet du groupe de dosage de produit anti mousse CH4	67
3.4 (a)	Grafcet du bassin V2	71
3.4 (b)	Grafcet du bassin V2	72
3.5 (a)	Grafcet du groupe de dosage de la chaux CH1	73
3.5 (b)	Grafcet du groupe de dosage de la chaux CH1	74
3.6 (a)	Grafcet du bassinV3	77
3.6 (b)	Grafcet du bassinV3	77
3.7 (a)	Grafcet du groupe de dosage de poly électrolyte CH2	78
3.7 (b)	Grafcet du groupe de dosage de poly électrolyte CH2	79
3.8 (a)	Grafcet du bassin V4	81
3.8 (b)	Grafcet du bassin V4	82
3.9 (a)	Grafcet du bassin V5	84
3.9 (b)	Grafcet du bassin V5	85
3.10 (a)	Grafcet du bassin V7	88
3.10 (b)	Grafcet du bassin V7	88
3.11 (a)	Grafcet des soufflantes	89
3.11 (b)	Grafcet des soufflantes	90
3.12 (a)	Grafcet de fonctionnement de chaque soufflante	90
3.12 (b)	Grafcet de fonctionnement de chaque soufflante	91
3.13 (a)	Grafcet du bassin V8	93
3.13 (b)	Grafcet du bassin V8	93
3.14 (a)	Grafcet du bassin V9	95
3.14 (b)	Grafcet du bassin V9	96
3.15 (a)	Grafcet du bassin V10-V11	101
3.15 (b)	Grafcet du bassin V10-V11	102
3.16 (a)	Grafcet du bassin V12	104
3.16 (b)	Grafcet du bassin V12	105
3.17 (a)	Grafcet du bassin V13	107
3.17 (b)	Grafcet du bassin V13	108
3.18 (a)	Grafcet du bassin V15	110
3.18 (b)	Grafcet du bassin V15	111
3.19 (a)	Grafcet du filtre à Quartz	114
3.19 (b)	Grafcet du filtre à Quartz	115
3.20 (a)	Grafcet du bassinV16	117
3.20 (b)	Grafcet du bassinV16	118
3.21 (a)	Grafcet du bassinV14	121
3.21 (b)	Grafcet du bassinV14	122
3.22 (a)	Grafcet de la Presse à Ruban NP1	124
3.22 (b)	Grafcet de la Presse à Ruban NP1	124

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Généralités sur les automates programmables Industriel	2
1.1 Introduction aux systèmes Industriel	2
1.2 Technologie utilisées dans l'industrie	2
1.2.1 Les relais de commande (ou Bien ce qu'on appelle la logique des relais Câblé)	2
1.2.2 L'Automate Programmable Industriel	3
1.2.3 Le régulateur industriel	4
1.2.4 Le Microcontrôleur ou PIC	4
1.3 Interface Homme Machine	5
1.4 Systèmes de production automatisée	6
1.4.1 Définition d'un SPA (Système Automatisé de Production)	6
1.4.2 Composantes d'un système API	8
1.4.3 Réseau et Protocole de communication dans l'industrie	16
1.4.4 Sources d'énergie dans un système industriel	20
1.4.5 Automates Programmable industriels	21
1.4.6 Différentes Langages de programmation	25
1.4.7 Applications des automates programmables Industriel	28
1.4.8 Automate de Type Siemens	28
1.5 Conclusion	32
Chapitre 2 : Présentation de la maïserie TAFNA de Maghnia et de la station d'épuration STEP	33
2.1 Introduction	33
2.2 La Présentation de la Maïserie de Maghnia et de ces produits	33
2.2.1 Fiche d'identification de la filiale	33
2.2.2 Fiche technique de chaque produit finis	34
2.2.3 Caractéristiques des produits dérivés du maïs destinés à l'alimentation animale	36
2.3 Description générale du processus	38
2.3.1 Amidonnerie	38
2.3.2 Processus de fabrication d'amidon	40
2.3.3 Dextrinerie	40
2.3.4 Processus de fabrication de la dextrine	41
2.3.5 Glucoserie	42
2.3.6 Processus de fabrication du glucose	43
2.4 Fonctionnement de la station d'épuration (STEP)	44
2.4.1 2.4.1. Fonctionnement générale de la STEP	44
2.4.2 Section d'arrivée, dégrillage et soulèvement	45
2.4.3 Traitement chimico–physique	46
2.4.4 Traitement biologique (première phase)	50
2.4.5 Traitement biologique (deuxième phase)	52
2.4.6 Traitement final des eaux	53
2.4.7 Traitement des boues	55
2.5 Conclusion	57
Chapitre 3 : Etude, Modélisation et simulation du système automatisé de la STEP	58
3.1 Introduction	58

3.2	Dégrillage	58
3.3	Bassin de balancement (V1)	60
3.4	Bassin d'évacuation (V17)	67
3.5	Bassin de neutralisation/coagulation (V2)	67
3.6	Bassin de floculation (V3)	74
3.7	Sédimentateur dynamique (V4)	79
3.8	Bassin de relevage boues (V5)	82
3.9	Fosse de récupération mousse (V6)	85
3.10	Bassin d'oxydation (V7)	85
3.11	Sédimentateur (V8)	91
3.12	Bassin de relevage des boues (V9)	94
3.13	Bassin de dénitrification (V10)	97
3.14	Bassin d'oxydation de deuxième phase (V11)	98
3.15	Sédimentateur dynamique (V12)	103
3.16	Bassin de relevage des boues (V13)	105
3.17	Bassin d'accumulation intermédiaire (V15)	108
3.18	Filtration sur quartz (FQ1)	111
3.19	Bassin d'accumulation final (V16)	115
3.20	Epaississement (V14)	118
3.21	Déshydratation (NP1)	122
3.22	Conclusion	125
	Conclusion générale	126
	bibliographie	127

Introduction générale

Aujourd'hui les systèmes de production automatisé (SPA) ne cessent de croître en complexité. Cette dernière c'est une suite à une large bande des exigences du marché industriel, de la concurrence interne, de la qualité ainsi que de la densité et de la diversité des produits qu'ils traitent. Un exemple typique d'un système complexe, couramment utilisé, dans l'industrie après la solution technologique de la logique des relais câblé est celle de la structure des systèmes automatisés commandé via des API automates Programmables industriels

Ces systèmes sont capables de s'adapter à une certaine évolution de l'environnement à l'intermédiaire des Entrées et Sorties et moyens de communications. Ils exposent une diversité essentielle des flux de produits avec des séquences quelconques de production. L'objectif associé à ce type de systèmes est alors d'assurer un traitement le plus varié possible avec un maximum de productivité au moindre coût et d'effectifs ainsi de Contrôler ces derniers à distance par des interfaces IHM de la supervision.

Dans ce travail de mémoire de master, nous nous sommes intéressés à l'étude technique de la STEP (STation d'EPuration) résiduaire du complexe de la Maïserie TAFNA de Maghnia, par la description et éclaircissement du principe de fonctionnement puis la formulation des cahiers de charges, la modélisation et la simulation via PLCSim du logiciel Step7 SIMATIC Manager de SIEMENS, des différents bassins de la STEP afin d'identifier des aspects importants de leur comportement pour pouvoir proposer des stratégies de pilotage adéquate de cette dernière via un SPA. En effet, atteindre une STEP purement automatisé.

Le travail que nous allons réaliser porte sur l'étude technique et la simulation du système de production de la STEP résiduaire du complexe de la Maïserie de Maghnia, cette dernière se trouve dans la zone industrielle de Maghnia, ces principaux produits sont l'amidon et le sirop de glucose. Ce travail est structuré en Trois chapitres :

Dans le premier chapitre : généralité sur les automates programmables industriel, nous avons défini les systèmes de production automatisé SAP comme première partie. La deuxième partie est consacrée aux automates programmable industriels en générale et leurs environnement (entrées, sorties et Supervision IHM, les moyens de communication) dans les systèmes de production et enfin une idée globale sur l'automate Siemens S300 qui est utilisé dans la STEP.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise. Nous présentons dans un premier temps un aperçu générale sur la société et leur procédé de fabrication et même les caractéristiques, et dans second temps nous éclairons le principe de Fonctionnement de la station d'épuration (STEP).

Dans le troisième chapitre, nous exposons les cahiers de charges des différents bassins et stations afin de les modéliser sous forme graphique à l'aide de langage de modélisation des systèmes automatisé Grafcet puis en présente la simulation de chaque station ou bassin simulé par PLCSim le simulateur du le logiciel Step7 afin d'automatiser la STEP.

Le travail se termine par une conclusion générale qui fait la synthèse des trois chapitres qui compose ce mémoire.

1.1. Introduction aux systèmes Industriel : [1]

"Depuis toujours l'homme est en quête de bien être". Cette réflexion (qui rejoint la notion de Besoin) peut paraître bien éloignée d'un cours de Sciences Industrielles, pourtant c'est la base de l'évolution des sciences en général, et de l'automatisation en particulier. L'homme a commencé par penser, concevoir et réaliser. Lorsqu'il a fallu multiplier le nombre d'objets fabriqués, produire en plus grand nombre, l'automatisation des tâches est alors apparue : remplacer l'homme dans des actions pénibles, délicates ou répétitives.

Citons pour exemple quelques grands hommes, avec les premiers développements de l'ère industrielle au XVIIIème siècle, Watt, avec ses systèmes de régulation à vapeur, Jacquard et ses métiers à tisser automatiques... Une liste exhaustive serait bien difficile à établir !

Enfin, le développement des connaissances, et des outils mathématiques, ont conduit à un Formidable essor des systèmes automatisés, et des systèmes asservis, dans la deuxième Moitié du 20^{ème} siècle. Certains se hasardent à rapprocher l'Automatique et la philosophie, Observant d'étranges similitudes entre les processus propres à l'homme et l'approche technologique.

Mais au fait qu'est-ce qu'un système ? [Système : toute structure dont la fonction globale est de conférer une valeur ajoutée à un ensemble de matières d'œuvre, dans un contexte donné.] Bien difficile de répondre à une telle question ! Notre point de vue porte sur les systèmes de production et les systèmes pluri-techniques en général, nous pouvons néanmoins en donner une définition plus large.

1.2. Technologies utilisées dans l'industrie :

1.2.1. Les relais de commande (ou Bien ce qu'on appelle la logique des relais Câblé) : [2]

Ils sont affectés aux systèmes très simples et pour les parties de commande qui doivent être câblées, les sécurités entre autre ...

- La logique câblée permet de réaliser des conditions de fonctionnement dans un système électrique. Exemple de système utilisant la logique câblée : le plafonnier d'une voiture. Dans ce système, les conditions de fonctionnement que l'on veut réaliser sont les suivantes :
 - Si au moins une portière est ouverte alors la lampe doit être allumée
 - Si toutes les portières sont fermées alors la lampe doit être éteintePour réaliser un tel système, on utilise comme solution un circuit en logique câblée. La logique câblée permet de définir la manière dont les capteurs (qui, dans le cas de la voiture, sont intégrés dans les portières) devront être branchés (en série et/ou en parallèle) afin que la lampe fonctionne dans les conditions voulues.

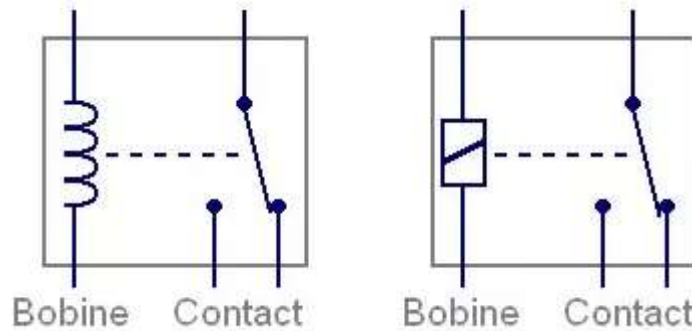


Figure 1.1 : Représentation électrique des Relais

1.2.1.1. Avantage :

- Coût économique sur de petite réalisation.
- Facilité de mise en œuvre.

1.2.1.2. Inconvénient :

- Câblage complexe lors de grand ensemble.
- Modification ou évolution difficile et parfois impossible.

1.2.2. L'Automate Programmable Industriel :

1.2.2.1. Définition :

Un Automate Programmable Industriel (API : Automate programmable industriel ou, en anglais, PLC : Programmable Logic Controller) : Est un appareil électronique de traitement de l'information (remplacement de logique à relais câblée) Effectue des fonctions d'automatisme programmées telles que :

- Logique combinatoire
- Séquencement
- Temporisation
- Comptage
- Calculs numériques
- Asservissement, régulation

Il nous Permet de commander, mesurer et contrôler au moyen de signaux d'entrées et de sorties (numériques ou analogiques) toutes machines et processus, en environnement industriel.

1.2.2.2. Avantages :

- Câblage plus simple (Gain de place).
- Evolution et modifications possibles rapidement.

1.2.2.3. Inconvénient :

- Nécessité de connaître le langage de programmation.
- Ecriture d'un programme.



Figure 1.2 : Représentation d'un automate de Type « Siemens »

Sa solution la plus répandue. Il permet plus de souplesse grâce à la programmation.

1.2.3. Le régulateur industriel : [3]

Il est spécialement dédié à la régulation allant d'une à plusieurs dizaines de boucles en même temps. Comme exemple Le régulateur PID, appelé aussi correcteur PID (proportionnel, intégrateur, dérivateur ou proportionnel, intégral, dérivé) est un système de contrôle, permettant d'effectuer un asservissement en boucle fermée d'un système industriel ou « procédé ». C'est le régulateur le plus utilisé dans l'industrie, et il permet de régler un grand nombre de grandeurs physiques.

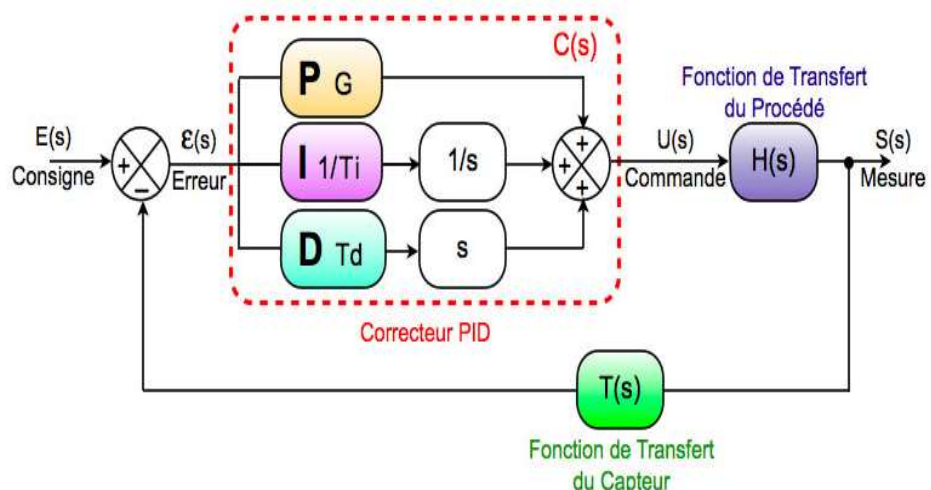


Figure 1.3 : Représentation d'un Régulateur Industriel PID

1.2.4. Le Microcontrôleur ou PIC : [4]

Le nom PIC n'est pas officiellement un acronyme, bien que la traduction en « Peripheral Interface Controller » (« contrôleur d'interface

périphérique ») soit généralement admise. Cependant, à l'époque du développement du PIC1650 par General Instrument, PIC était un acronyme de « Programmable Intelligent Computer » ou « Programmable Integrated Circuit »

Un microcontrôleur (en notation abrégée μC , ou UC ou encore MCU en anglais) est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires (mémoire morte et mémoire vive), unités périphériques et interfaces d'entrées-sorties. Les microcontrôleurs se caractérisent par un plus haut degré d'intégration, une plus faible consommation électrique, une vitesse de fonctionnement plus faible (de quelques mégahertz jusqu'à plus d'un gigahertz) et un coût réduit par rapport aux microprocesseurs polyvalents utilisés dans les ordinateurs personnels.

Pour les systèmes produits en grande quantité (ABS de voiture).

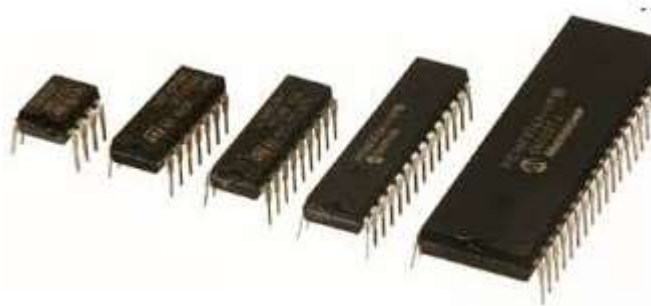


Figure 1.4 : Représentation d'une Catégorie de PIC.

1.3. Interface Homme Machine :

Cette partie on peut la considérer comme partie commune de tous les quatre premières technologies elle nous permet la réflexion autour du dialogue Homme /machine débouche sur la définition du pupitre opérateur et des balaises de signalisation.



Figure 1.5 : Représentation d'une IHM

1.4. Systèmes de production automatisée : [5]

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

1.4.1. Définition d'un SPA (Système Automatisé de Production) :

Système autonome de création de valeur ajoutée. Sous des impératifs de sécurité, productivité, adaptabilité...

Les SAP, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles :

- La partie opérative (PO).
- La partie commande (PC) ou système de contrôle/commande.

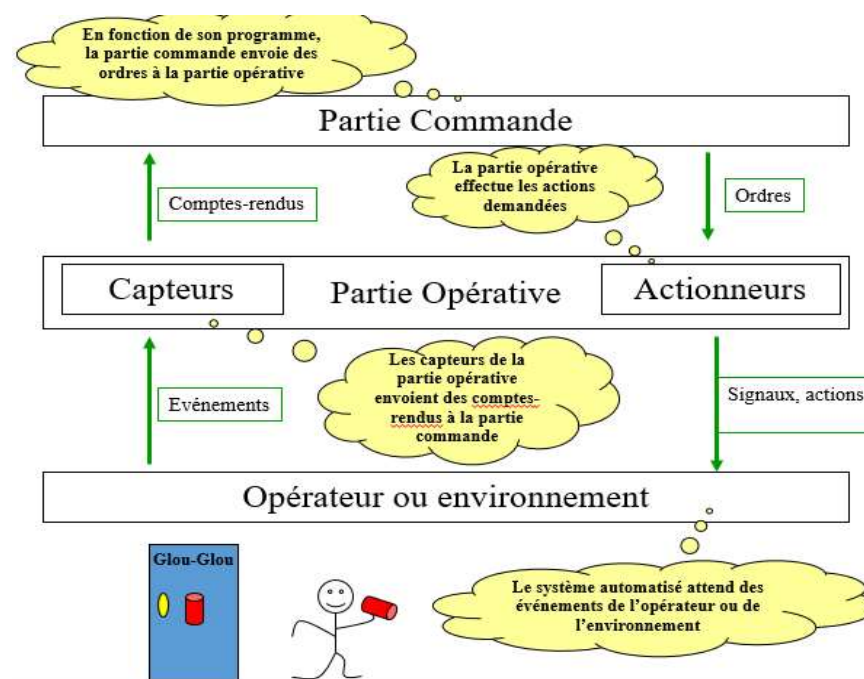


Figure 1.6 : La représentation des deux parties PC & PO.

1.4.1.1. La partie commande :

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent

le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations. Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée)), elle va commander les pré-actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

La partie commande reçoit les consignes de l'opérateur

- Exemple

L'ordinateur d'un distributeur de billets reçoit les informations (code secret de la carte, montant du retrait) du client.

1.4.1.2. Poste de contrôle :

Cette partie une suite de la partie Commande elle est Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...).

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).



Figure 1.7 : La partie commande

1.4.1.3. La Partie Opérative : [6]

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé est à dire :

- Des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres De la partie commande.
- Des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique.
- Des capteurs qui informent la partie commande de l'exécution du travail. Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatique, électrique ou magnétiques montes sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou d détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système.

Cette partie va agir sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.



Figure 1.8 : La partie Opérative

1.4.2. Composantes d'un système API :

1.4.2.1. Capteurs : [7]

a) Définition01 :

Un capteur est un système qui permet d'obtenir une image, d'une grandeur physique. On appelle :

- **M** le mesurande c'est à dire la grandeur physique à mesurer.

- S la grandeur de sortie du capteur.

b) Définition 02 :

C'est un appareil qui détecte un phénomène (lumière, chaleur, contact etc...), il y'a deux types de détection :

- Détection avec contact (le capteur doit entrer en contact physique avec un Phénomène pour le détecter).
- Détection sans contact (le capteur détecte le phénomène à proximité de Celui-ci).

c) Types de capteurs selon la sortie :

- **Capteurs de sorties 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) présence du phénomène ou absence du phénomène.

- **Capteurs de sorties analogiques :** Ils adressent un compte rendu qui est continu et proportionnel au phénomène physique détecté :

- La température (le capteur est appelé : sonde de température)
- La luminosité.
- Une tension.
- Une longueur etc...

- **Capteurs de sorties numériques :** Elles délivrent une information sur plusieurs bits et dans un certain code (BCD, Code Gray, ...). La chaîne de mesure du capteur nous donne une fonction entre ces deux grandeurs qui est caractérisée par les notions suivantes :

- Linéarité
- Bande passante, temps de réponse
- Vieillessement
- Sensibilité
- Sensibilité aux perturbations
- Étalonnage.

d) Types de Capteurs selon les catégories :

Si l'on s'intéresse aux phénomènes physiques mis en jeux dans les capteurs, on peut classer ces derniers en deux catégories. Soit actif soit passifs.

- **Capteurs actifs** : Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

Les effets physiques les plus rencontrés en instrumentation sont :

- **Effet thermoélectrique** :

Un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures T_1 et T_2 , est le siège d'une force électromotrice d'origine thermique $e(T_1, T_2)$.

- **Effet piézo-électrique** :

L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.

- **Effet d'induction électromagnétique** :

La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique).

- **Effet photo-électrique** :

La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.

- **Effet Hall** :

Un champ magnétique B et un courant électrique I créent dans le matériau une différence de potentiel U_H .

- **Effet photovoltaïque** :

Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes.

- **Capteurs passifs** : Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte :

- Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.

- Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (Armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable).

e) Figures des différents types de capteurs : [8]

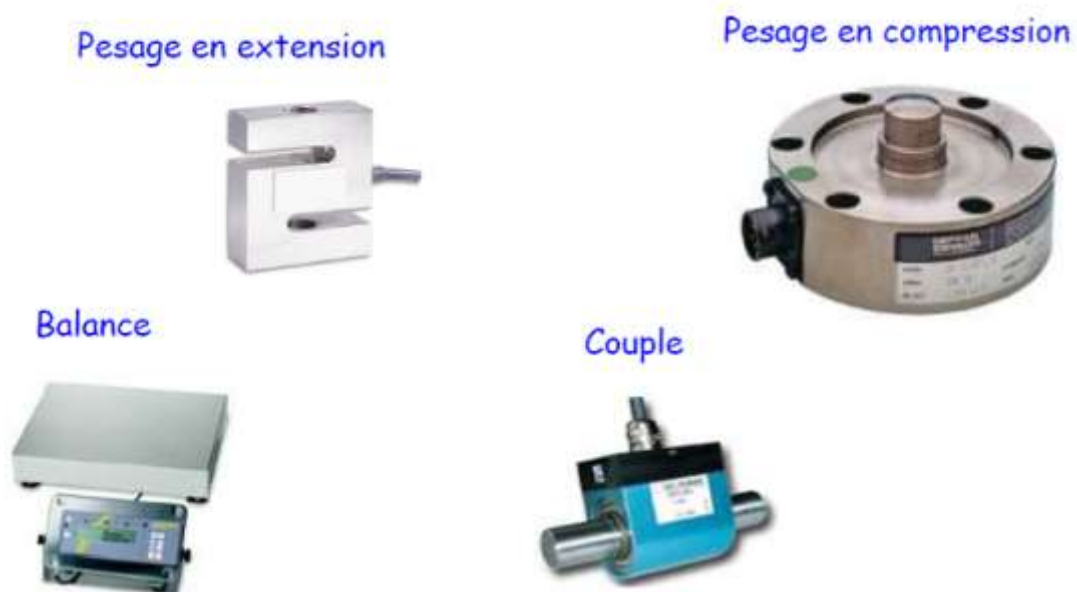


Figure 1.9 Type de mesurande : grandeur mécanique (Capteurs de force/Couples).

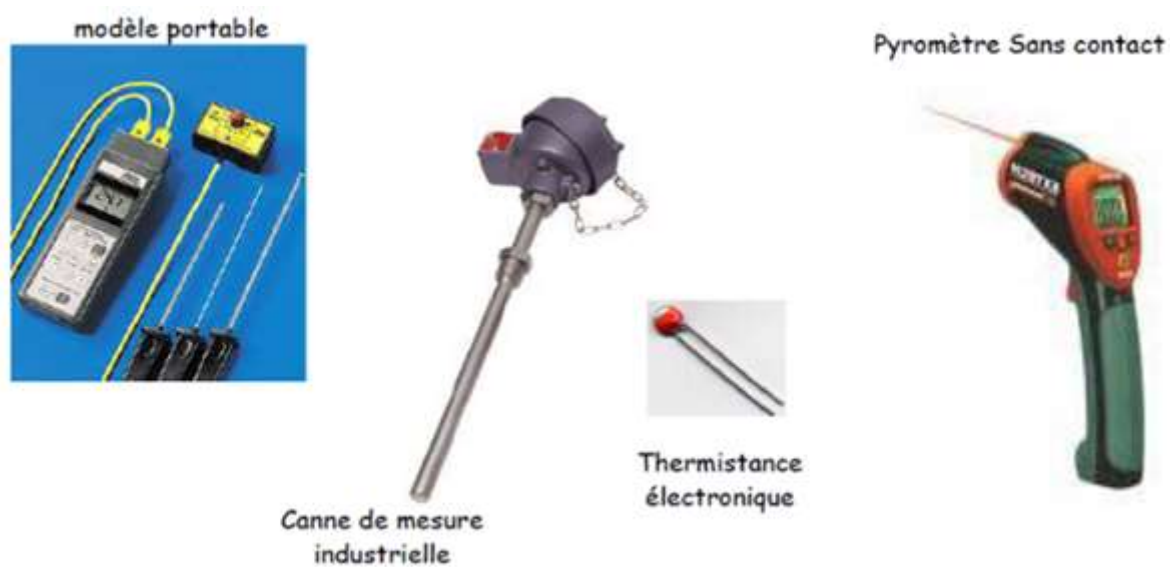


Figure 1.10 Type de mesurande : grandeur thermique (Capteurs de températures).



Figure 1.11 Type de mesurande : grandeur électrique (Mesure de tension/courant).



Figure 1.12 Type de mesurande : grandeur de Rayonnement (Radiatives, Capteurs de lumière).



Figure 1.13 Type de mesurande : grandeur de Chimique (Capteurs d'humidité).



Figure 1.14 Type de mesurande : Tout ou Rien de position.

1.4.2.2 Pré- actionneur et Actionneur :

a) Pré actionneur :

C'est un organe capable de réaliser la commande d'un actionneur. Il distribue à l'actionneur un courant fort tout en étant commandé par un courant électrique faible provenant de la partie commande. Il est intégré à la partie opérative ou à l'interface et dimensionné en fonction de l'énergie demandée par l'actionneur.

Exemples :

- Relais. Contacteur.....
- Transistor.
- Distributeur pneumatique les commandes des vannes.
- Les Variateurs de Vitesse, les cartes de commandes.



Figure 1.15 : Pré-actionneur.

b) Actionneur :

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 (vibreux, avertisseur sonore...).
- Champ magnétique à partir d'un courant électrique (électro aimant).
- Rayonnement infrarouge à partir d'un courant électrique (diode émissive infrarouge).
- 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).

c) Le Type des actionneurs selon l'énergie consommé :

- **Les Actionneurs électriques : [9]**

Les actionneurs électriques Transforment l'énergie électrique (courant alternatif triphasé) en énergie mécanique.



Figure 1.16: Actionneur électrique.

- **Les Actionneurs pneumatiques :**

Transformer l'énergie pneumatique en énergie mécanique.

Il existe différents types de vérins, les deux principaux sont :

- Le vérin simple effet qui peut développer son effort que dans un seul sens.
- Le vérin double effet, dont le travail se fait dans les deux sens.



Figure 1.17 : Actionneur pneumatique.

- **Les Actionneurs hydrauliques :**

Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique.

Les différents types de vérins sont les mêmes que ceux étudiés en pneumatique, seule la représentation diffère (voies d'alimentations noircies, A et B sur les voies).



Figure 1.18 : Actionneur hydraulique.

- **Effecteurs :**

Il fait partie des actionneurs, la seule différence qu'ils agissent directement sur la matière d'œuvre. Comme on peut trouver un actionneur qui joue le rôle d'effectuer et actionneur au même temps.

Exemples ou on peut trouver les effecteurs :

- La production.
- La manutention
- L'assemblage
- Le remplissage
- L'emballage...

1.4.3. Réseau et Protocole de communication dans l'industrie : [10]

Plusieurs systèmes de contrôle seront utilisés pour des procédés complexes. Ces systèmes de contrôle peuvent être des automates, ou d'autres contrôleurs incluant les robots, les terminaux de données et les ordinateurs. Pour que ces contrôleurs travaillent ensemble, ils doivent communiquer. Donc il faut savoir les techniques de communication entre ordinateurs, et comment ceux-ci s'appliquent à des automates.

La forme la plus simple de la communication est une connexion directe par câble entre deux ordinateurs. Un réseau permet donc de connecter simultanément un grand nombre d'ordinateurs sur une même source de données. Les données peuvent être transmises d'un bit à la fois en série, ce qu'on appelle la liaison série. Les bits de données peuvent aussi être envoyées en parallèle. Le taux de transmission sera souvent limité à une

valeur maximale, de quelques bits par seconde, à des milliards de bits par seconde. Les communications ont souvent des distances limitées, de quelques mètres à des milliers de milles de kilomètres.

Les constituants d'automatisme tels qu'automates programmables, PC, IHM, capteurs et actionneurs peuvent communiquer sur un réseau unifié.

Dans l'industrie on peut distinguer plusieurs protocoles de communications.

1.4.3.1. Réseau Internet via des câbles RJ45 :

RJ45 est le nom usuel du connecteur 8P8C (8 positions et 8 contacts électriques) utilisé couramment pour les connexions Ethernet, et pour les connecteurs téléphoniques.

La référence « RJ » vient de l'anglais *Registered Jack* (prise jack déposée) qui est une partie du Code des règlements fédéraux (*Code of Federal Regulations*) aux États-Unis. Le « 45 » correspond au numéro du standard « RJ ». Comme l'indique son nom 8P8C, il comporte huit broches de connexions électriques.

Un connecteur **RJ45** est une interface physique souvent utilisée pour terminer les câbles de type paire torsadée. Il est souvent utilisé avec des standards comme le TIA/EIA-568-B qui décrit le brochage de terminaison du câblage.



Figure 1. 19 : Câbles Ethernet.

1.4.3.2. Réseau via le câble PROFIBUS :

PROFIBUS permet de raccorder des appareils de terrain tels que systèmes de périphérie décentralisée ou entraînements à des systèmes d'automatisation tels que SIMATIC S7 et S7mEC, automates sur base PC WinAC, SIMOTION, SINUMERIK ou SIMATIC IPC.

Normalisé selon CEI 61158/61784, PROFIBUS est un bus de terrain performant, ouvert et robuste qui se distingue par des temps de réaction courts.

PROFIBUS est disponible avec différents supports de transmission pour différentes applications.

- PROFIBUS DP (Decentralized Periphery, Périphérie décentralisée).
- PROFIBUS PA (Process Automation, Automatisation de process).
- PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification).



Figure 1. 20 : Câbles PROFIBUS.

1.4.3.3. Réseau via BusCAN :

Le bus CAN (Controller Area Network) est un bus système série très répandu dans beaucoup d'industries, notamment l'automobile. Il a été normalisé avec la norme ISO 11898. C'est le fruit de la collaboration entre l'Université de Karlsruhe et Bosch (1985).

Il existe pour le moment 2 normes couvrant les couches 1 et 2 du modèle OSI :

- Le CAN standard ou CAN 2.0 A.

- Le CAN étendu ou CAN 2.0 B

Ces 2 normes sont compatibles, Il peut circuler sur un même réseau des messages suivant la norme 2.0A et des messages suivant la norme 2.0B.



Figure 1. 21 : Bus CAN.

1.4.3.4. Réseau via Bus ASI :

Le câble AS-i : est un câble plat profilé de couleur jaune à la double mission d'alimenter les capteurs en données et en énergie. Pour l'alimentation en 24 V des actionneurs, on utilise un deuxième câble plat profilé, mais de couleur noire. Les deux câbles font appel à la même technique de raccordement par prises vampires.

Spécialement développée pour l'AS-i, celle-ci permet de connecter simplement et sans risque d'inversion de polarité les différentes stations en n'importe quel point des deux câbles profilés

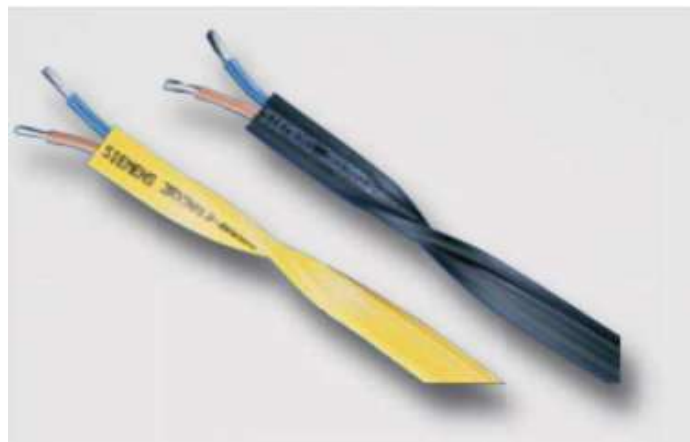


Figure 1. 22 : Câble ASI.

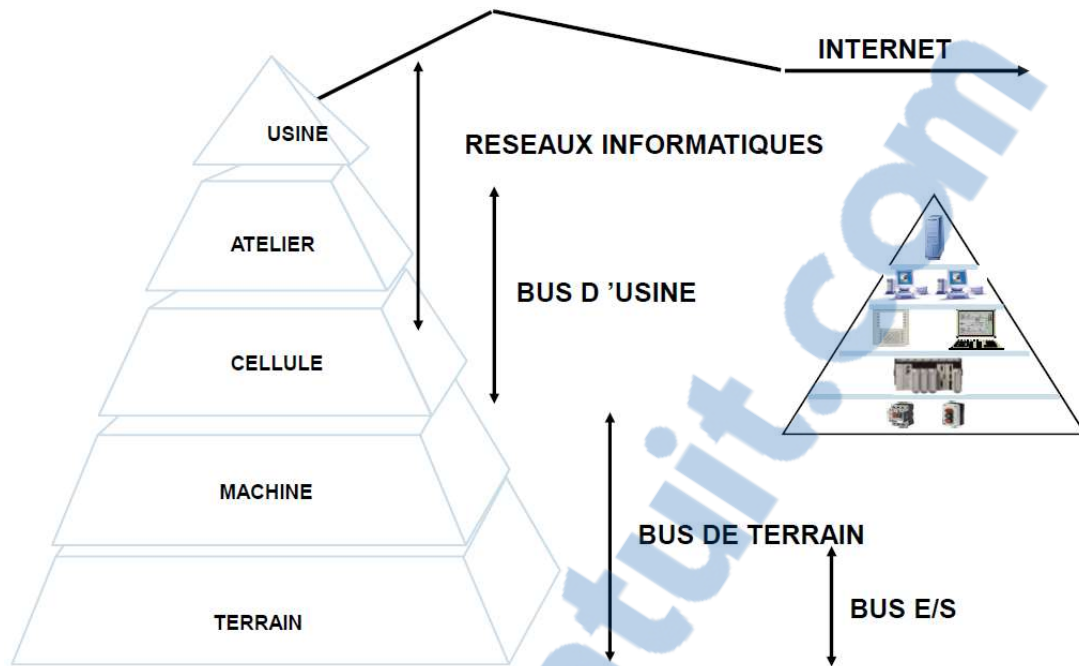


Figure 1. 23 : Réseaux Locaux industriels.

1.4.4. Sources d'énergie dans un système industriel : [11]

1.4.4.1 L'énergie électrique :

- Mise à disposition généralisée.
- Source autonome et secourue.
- SAP « tout électrique »
- Silencieux
- Précaution à prendre en atmosphère humide (IP).

1.4.4.2 L'énergie pneumatique :

- Énergie propre et de mise en œuvre aisée
- Sécurité de fonctionnement
- Grande vitesse de déplacement des vérins.

1.4.4.3 L'énergie Hydraulique :

- Très forte puissance et force
- Utilisation dans des environnements dangereux
- Grande vitesse de déplacement des vérins

	<i>Pneumatique</i>	<i>Hydraulique</i>	<i>Electrique</i>
<i>Production</i>	Compresseur 1 par atelier	Groupe hydraulique 1 par système	Réseau électrique
<i>Liaison</i>	Tubes, flexibles (pertes de charges selon distance et forme)		Câbles, fils
<i>Rendement</i>	0,3 à 0,5	0,7 à 0,9	0,9

Tableau 1.1 Comparaison entre les trois énergies industrielles.

1.4.5. Automates Programmable industriels : [12]

1.4.5.1 Historique et Caractérisation :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles.

L'automate programmable, souvent appelé automate programmable industriel (API, en anglais PLC pour Programmable logic controller) pour rappeler son domaine privilégié d'utilisation, l'industrie, est apparu voici 40 ans et s'est rapidement répandu dans la production, la logistique, le conditionnement, la gestion technique de bâtiments, etc. Son développement a accompagné celui de l'automatisation de la production, la faisant passer du stade de la machine automatisée à celui du système automatisé de production (SAP), et il en est devenu, avec le robot, un composant majeur, le « fantassin de l'automatisation industrielle », suivant l'expression de C. Laurgeau, l'un des auteurs du premier ouvrage français sur la question. Il s'est vendu à des millions d'exemplaires, et seul le PC, ne plus tard, avec un champ d'application plus large, a fait mieux.

La question de le ramener à cet outil de communication universel qu'est le PC s'est alors rapidement posée. Lorsque l'on cerne bien la définition rappelée ci-après et le domaine concerne, l'industrie et les services créant du matériel, que l'on prend en compte L'évolution des moyens de transmission de l'information, ces systèmes à processeur ne s'emploient pas de manière optimale au même niveau. Ils sont complémentaires dans une optique de traitement numérique de plus en plus poussée, intégrant toutes les étapes du processus de production.

1.4.5.2 Définition : [13]

Un Automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des Procédés ou parties opératives.

Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, 1

Composants, langage. C'est pour cela qu'il est de construction modulaire.

On peut dire aussi que l'automate est un appareil électronique de traitement de l'information (remplacement de logique à relais câblée). Effectue des fonctions d'automatisme programmées telles que :

- Logique combinatoire
- Séquencement
- Temporisation
- Comptage
- Calculs numériques
- Asservissement, régulation

Il nous permet de commander, mesurer et contrôler au moyen de signaux d'entrées et de sorties (numériques ou analogiques) toutes machines et processus, en environnement industriel.

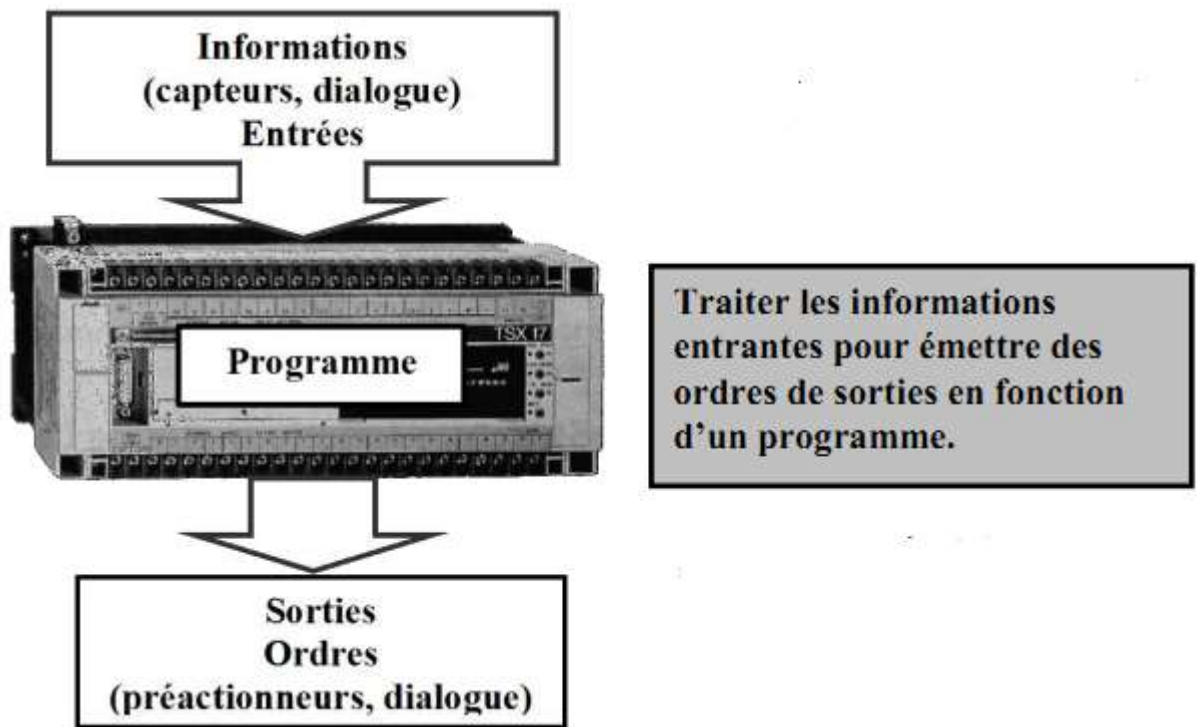


Figure 1. 24 : Représentation d'un Automate.

1.4.5.3 Rôles de l'API dans un système de production : [14]

L'API est donc d'abord un composant de commande, envoyant des signaux vers les actionneurs, en fonction des informations reçues de l'instrumentation du système matériel, la Partie Opérative, et des ordres reçus (consignes), selon une algorithmique appropriée définie par le programme.

La figure ci-dessous explicite ce fonctionnement ; la Partie Commande pour nous l'API agit dans le cadre d'un système boucle sur les éléments matériels de l'installation, en vue d'une production, au sens large du terme : fabrication bien sûr, mais aussi emballage, autorisation d'accès, etc. De plus en plus, elle gère

Aussi l'énergie, incluant donc celle-ci, s'il s'agit d'élaborer matières premières ou objets, dans une Partie Opérative élargie.

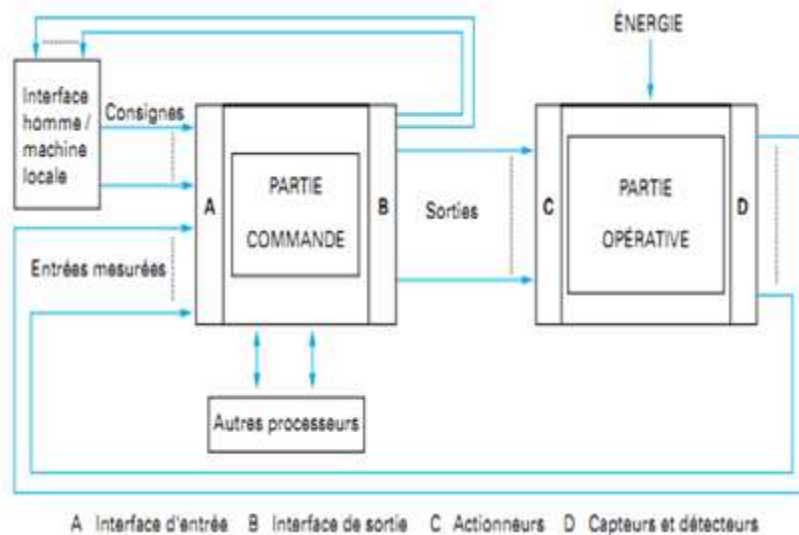


Figure 1. 25 : Automate en Commande.

1.4.5.4 Architecture matérielle d'un API :[15]

Quel que soit le type d'automate – compact (monobloc), modulaire, c'est à -dire forme de modules fonctionnels en boîtiers enfichables sur un châssis spécifique, ou encore en cartes à monter dans des supports standard, il comporte les éléments suivants :

- D'une unité de traitement (Microprocesseur + Mémoire).
- D'interfaces d'entrées et de sorties.
- De modules de communication.
- D'un module d'alimentation.

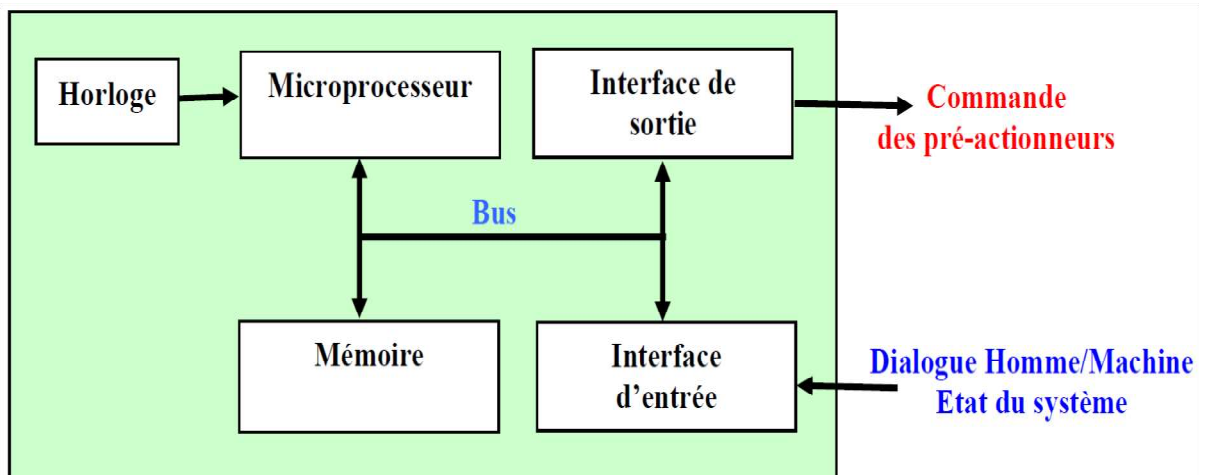




Figure 1. 26 : Architecture matériel d'un API.

1.4.6. Différentes Langages de programmation : [16]

1.4.6.1 Langage à contacts : (Ladder)

Langage à contacts (ladder diagram : LD), Il traduit la vocation première de l'automate programmable, qui était le remplacement des volumineuses armoires à relais caractéristiques des premiers temps de l'automatisation. Il s'adressait donc plutôt à des électriciens mais sa grande simplicité l'a rendu très populaire au-delà d'une corporation.

C'est une adaptation des schémas électriques. L'application à réaliser se repère par des réseaux, c'est à dire un ensemble de contacts et de bobines reliés aux bornes d'une source de tension électrique ; les bornes sont matérialisées par deux traits verticaux aux extrémités du schéma, les contacts par  ou  suivant qu'ils sont normalement ouverts (NO), ou normalement fermés (NF), donc passants au repos.

Un contact NO est fermé lorsque la variable booléenne associée vaut 1. Le résultat est affecté à une bobine, positivement ou négativement, suivant que cette bobine doit être alimentée ou non. Le flux d'information circule de gauche à droite.

Ainsi le réseau suivant traduit en langage ladder le fait que la sortie physique repère Q8 (%Q008 en notation normalisée) doit être mise à 1 si et seulement si, l'entrée I 0.5 est à 1 (le contact NO est alors fermée) et l'entrée I1.2 à 0 (contact NF). La mise en série de Contacts équivaut donc à un ET, la mise en parallèle à un Ou.

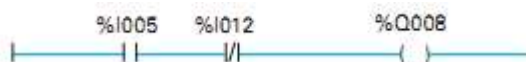


Figure 1.27 : Réseau ladder.

1.4.6.2 Langage Grafcet : [17]

a) Historique :

L'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique) et l'ADEPA (Agence nationale pour le développement de la Production Automatisée) ont mis au point et développé une représentation graphique qui traduit, sans ambiguïté, l'évolution du cycle d'un automatisme séquentiel.

Ce diagramme fonctionnel : le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande, Etapes Transitions) permet de décrire les comportements attendus de l'automatisme en imposant une

démarche rigoureuse, évitant ainsi les incohérences dans le fonctionnement.

b) Définition :

Grafcet : (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape et **T**ransition.) est défini par un ensemble constitué :

- Les éléments graphiques de base comprenant : les étapes, les transitions, les liaisons orientées.
- Une interprétation traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de ses entrées et de ses sorties, et caractérisée par les réceptivités associées aux transitions et les actions associées aux étapes.
- 5 règles d'évolution définissant formellement le comportement dynamique de la partie commande.
- Hypothèses sur les durées relatives aux évolutions.
- **Étape** : Une étape représente une situation stable de la PC. Une étape est soit active soit inactive. On peut associer à chaque étape i une variable X_i image de son activité. Ex : Étape 2 active donc $X_2 = 1$ Étape 2 inactive donc $X_2 = 0$.
- **Étape initiale** : Etape active au début du fonctionnement. Elle se représente par un double carré.
- **Liaisons orientées** : Elles relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Le sens général d'évolution est du haut vers le bas. Dans le cas contraire, des flèches doivent être employées.
- **Transitions** : Une transition indique une possibilité d'évolution d'activité entre deux ou plusieurs étapes. Cette évolution s'accomplit par le franchissement de la transition.
- **Réceptivité** : La réceptivité associée à une transition est une fonction logique
 - des entrées (capteurs, commande opérateur).
 - des activités des étapes (Ex : X_1 pour étape 1 active.).
 - des variables auxiliaires (Ex : $[C_1=10]$ pour un test sur compteur C_1).
- **Action** : L'action indique, dans un rectangle, comment agir sur la variable de sortie, soit par assignation (action continue), soit par affectation (action mémorisée).

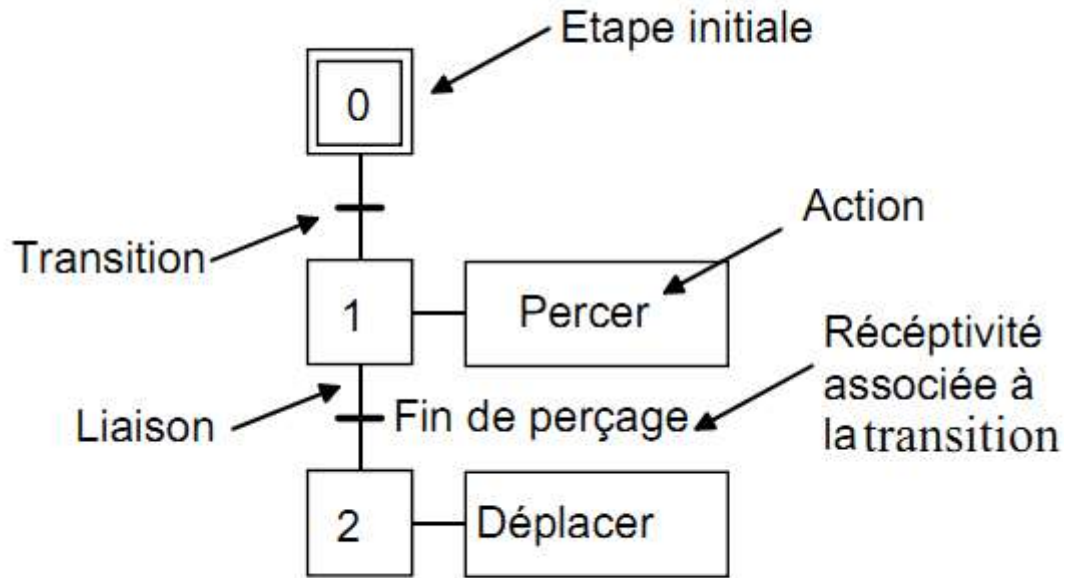


Figure 1. 28 : Elément graphique de base d'un GRAFCET.

- **Le FBD (Function Block Diagram(Logigrammes)) [18]**
FBD ou boîte fonctionnelle se présente sous forme de diagramme qui sont des suites de blocs repliables entre eux réalisant des opérations simples et très sophistiquées. Graphiquement les entrées d'un bloc doivent se trouver à gauche, les sorties à droite. Ainsi, trois contacts en parallèle dans le LD peuvent se remplacer Par un bloc OU généralisé, dont le symbole était déjà employé Pour les opérateurs câblés.



Figure 1. 29 : Représentation d'un Bloc en Logigramme.

1.4.6.3 Les langages textuels : [19]

- **IL : Instruction List (Liste d'instructions).**
 Le langage IL (instruction list), est un langage textuel de bas niveau. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant.

Un programme IL est une liste d'instructions. Chaque instruction doit commencer par une nouvelle ligne, et doit contenir un opérateur, complété éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes, séparés par des virgules (','). Une étiquette suivie de deux points (':') peut précéder l'instruction. Si un commentaire est attaché à l'instruction, il doit être le dernier élément de la ligne. Des lignes vides peuvent être insérées entre des instructions. Un commentaire peut être posé sur une ligne sans instruction.

- **ST: Structured Text (Texte structuré) :**
Le langage **ST** (Structured Text) est un langage textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage **SFC**. Un programme **ST** est une suite d'énoncés. Chaque énoncé est terminé par un point-virgule (« ; »). Les noms utilisés dans le code source (identificateurs de variables, constantes, mots clés du langage...) sont délimités par des séparateurs passifs ou des séparateurs actifs, qui ont un rôle d'opérateur. Des commentaires peuvent être librement insérés dans la programmation.

1.4.7. Applications des automates programmables Industriel : [20]

- ✓ Automatisation du bâtiment :
 - Chauffage.
 - Climatisation, sanitaire.
 - Distribution électrique, éclairage.
 - Sécurité, alarmes techniques.
- ✓ Régulation de processus :
 - Chimie,
 - Pétrochimie, pharmaceutique.
 - Traitement des eaux.
 - Thermique, fours, métallurgie.
- ✓ Contrôle de systèmes :
 - Production et distribution d'énergie (électricité, pétrole, gaz).
 - Transports (chemin de fer, routier, marine).

1.4.8. Automate de Type Siemens : [22]

1.4.8.1 Partie Matériel (S7-300) :

a) Fonctionnalités :

Le S7-300 est une plate-forme d'automatisation universelle pour des applications avec des architectures centralisées et décentralisées, orientée sécurité, motion control ou avec interface

Ethernet/PROFINet intégrée. Le S7-300 peut également s'intégrer dans des solutions compactes avec HMI ou dans des têtes de station pour traitement intelligent décentralisé.

En version à écran tactile ou clavier à membrane, ces pupitres peuvent être utilisés, comme les Panels, pour le contrôle-commande. Les Multi Panels (MP) permettent également l'installation d'applications supplémentaires et permettent par exemple, avec l'automate logiciel WinAC MP, l'intégration de plusieurs tâches d'automatisation sur une plate-forme.

b) Caractéristiques techniques :

24 CPU standards: avec interface Ethernet/PROFINet intégrée · CPUS de sécurité · CPU compactes avec fonctions technologiques et périphéries intégrées · CPU technologiques pour la gestion des fonctions motion control · Modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic · Modules pour emploi dans des zones à atmosphère explosive · Modules de fonction technologique :

- ex : régulation et came électronique et des modules de communication point à point ou par bus ASi, Profibus ou Industrial Ethernet.
- Simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules au modulo 32 permettent un gain de place appréciable dans les armoires électriques.

Pour compter, mesurer la fréquence et positionner des axes, SIMATIC S7-300 propose les trois possibilités suivantes :

- Programme utilisateur (opérations en STEP 7)
- Fonctions intégrées de la CPU 312 IFM/CPU 314 IFM
- Modules de fonction pour comptage, mesure de fréquences et positionnement d'axes.

La Procédure d'installation d'un système S7-300 est éclairé dans le l'organigramme ci-dessous.

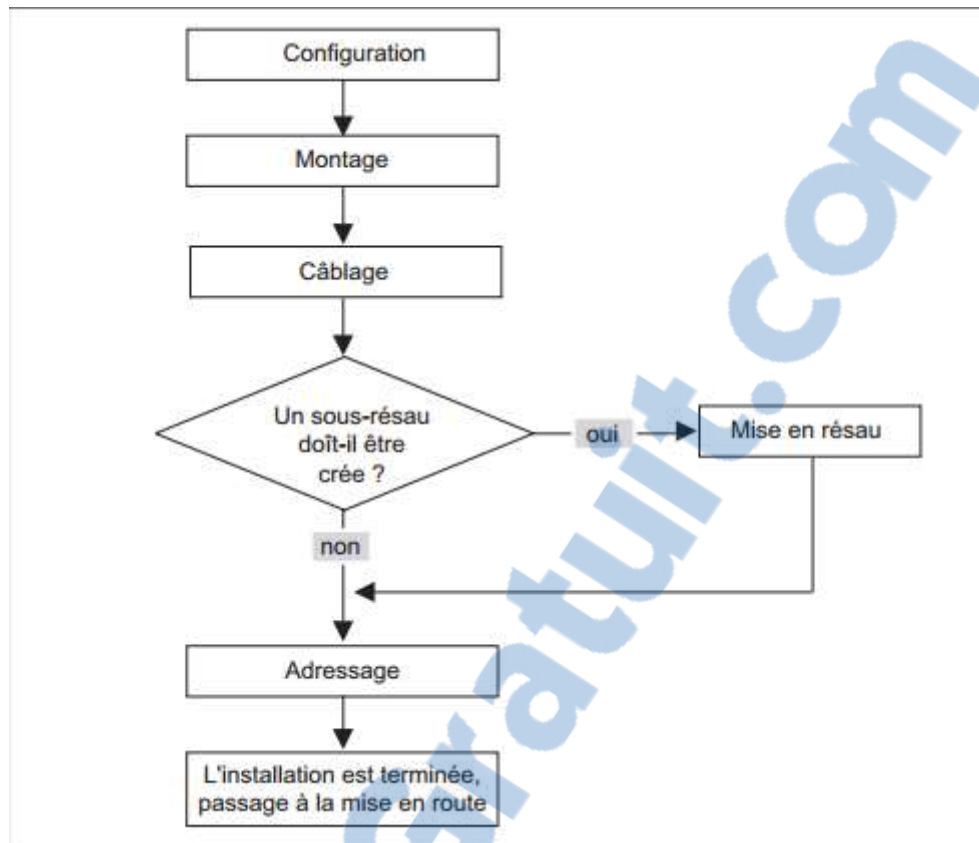


Figure 1.30 : Installation d'un système S7

Un S7-300 se compose de plusieurs constituants. La figure suivante vous présente un montage possible :

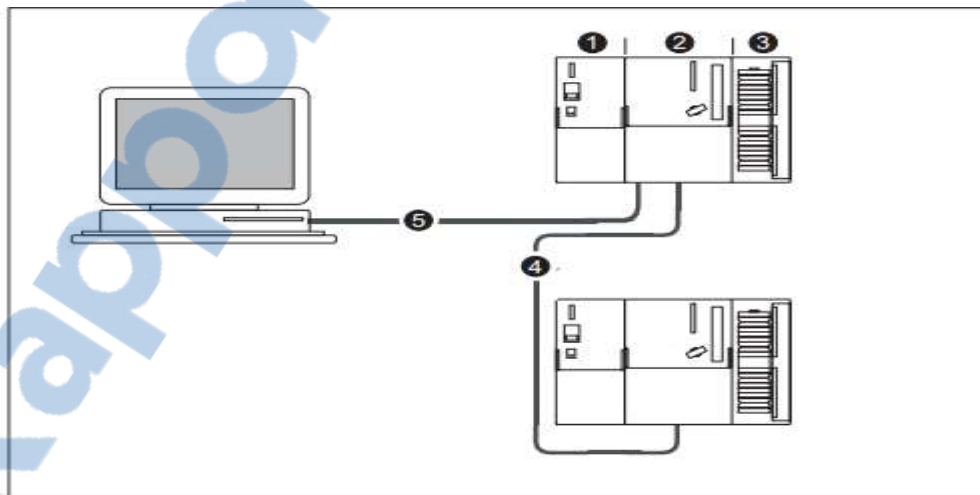


Figure 1.31 : Exemple de montage : composants d'un S7-300

La figure vous montre, sous le numéro	les composants suivants d'un S7-300
(1)	Alimentation
(2)	Module unité centrale
(3)	Module de signaux
(4)	Câble-bus PROFIBUS
(5)	Câble de raccordement d'une console de programmation

Tableau 1.2 Représente les différents composants indique par des numéros.

1.4.8.2 Partie Logiciel (Simatic) :

a) Logiciel Siemens SIMATIC Manager STEP 7 :

Le gestionnaire de projets SIMATIC gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation quel que soit le système cible (S7/M7/C7) sur lequel elles ont été créées. Editeur de mnémoniques : L'éditeur de mnémoniques vous permet de gérer toutes les variables globales. Diagnostic du matériel : Le diagnostic du matériel fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Langages de programmation : Les langages de programmation CONT, LIST et LOG pour S7-300/400 font partie intégrante du logiciel de base. - Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines. - La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données). - Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques. Configuration matérielle : Vous utilisez cette application pour configurer et paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation. Le fonctionnement multiprocesseur est possible.

b) Logiciel Siemens WinCC flexible

Vous utilisez déjà les pupitres et MultiPanels SIMATIC des séries 270 ou 370 ainsi que le logiciel de configuration SIMATIC ProTool ?

Optez pour le logiciel HMI SIMATIC WinCC flexible !

Caractéristiques:

- Utilisation au niveau machine et processus avec un logiciel d'ingénierie unique du Micro Panel jusqu'aux solutions basées sur PC
- Configuration grâce à un environnement d'ingénierie , des blocs d'affichage réutilisables, des outils intelligents, la traduction automatique des textes et une conception qui s'inscrit dans le concept de la Totally Integrated Automation
- Reprise compatible de projets de la famille ProTool
- Partie intégrante de Totally Integrated Automation: peut être intégré dans SIMATIC STEP 7, SIMATIC iMap et SIMOTION Scout
- Signalisation ciblée d'incidents par e-mail et SMS avec déclenchement événementiel
- Diagnostic de postes opérateurs par des fonctions prédéfinies
- Téléconduite et télévisualisation de stations locales via Internet à l'aide de navigateurs standards.

Actualités produits ! Le SIMATIC S7-1200 est le nouvel automate de Siemens. Modulaire et compact il reste compatible avec l'outil de développement STEP 7 et les HMI de la marque. Côté performance on trouve des fonctions de mesure, de comptage, de régulation et une interface Profinet qui assure la programmation, le dialogue entre automate ou la liaison avec les Panels.

1.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons entamé la définition des systèmes de production automatisé SAP dans la première partie. La seconde partie est consacrée aux automates programmable industriels où nous avons parlé de ces équipements de manière générale ainsi que de leurs environnements : entrées (capteurs), sorties (actionneurs ou pré-actionneurs), des interface homme machine ou IHM, des moyens de communication, des langages de programmation utilisé pour programmer ces systèmes enfin on a parlé de manière globale de l'automate Siemens S300.

2.1. Introduction :

Le maïs le plus important des céréales tropicales, se place avec le riz second rang mondial des grains alimentaires après le blé. Parmi toutes les céréales usuelles le maïs est la plus énergétique du fait de ses teneurs élevées en amidon et en matière grasse, occupe une place prépondérante puisqu'elle représente plus de la moitié du produit mondial (maïs, orge, seigle, avoine, ...etc.).

Elle représente aussi une valeur élevée en amidon qui est le constituant majeur, mais une valeur en protéine médiocre car elle présente un déséquilibre en acide aminé indispensable surtout en lysine tryptophane, elle est susceptible de s'adapter à des conditions climatiques extrêmement diverses, le maïs est cultivé sur tous les continents, dans toutes les régions chaudes de la zone tempérée et dans la zone humide subtropicale.

Cependant le rejet direct des eaux usées de procédés de maïs (germes, pathogènes, azote, phosphore... etc.) dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible.

Notre étude menée au sein de l'unité maïserie de Maghnia est répartie en deux parties, l'étude des différentes étapes d'épuration de l'eau de fabrication (La station d'épuration STEP) et l'étude des différents produits fabriqués par cette unité.

2.2. La Présentation de la Maïserie de Maghnia et de ces produits :

2.2.1. Fiche d'identification de la filiale :

- *Raison Sociale : Filiale Maïserie de la Tafna*
- *Groupe d'affiliation : SPA Mitidja Holding*
- *Adresse du Siège Social : Route de Sebdou B.P/108 Maghnia wilaya de Tlemcen.*
- *Limite géographique :*
 - ✓ Au sud : unité de céramique de vaisselles
 - ✓ A l'est : terres agricoles
 - ✓ A l'ouest : entreprise de charpente métallique
 - ✓ Au nord : Habitations (logement de fonctions)
- *Téléphone/Fax : 0 43 31 40 04*
- *Email : am@groupe_metidji.com*
- *Site : www.groupe_metidji.com*
- *Statut Juridique : Société par actions*
- *Capital social : 1.920.000.000 DA*
- *Année de mise en exploitation : 1980*
- *Année de privatisation : en juin 2005*
- *Année de rénovation et modernisation de la maïserie : 2010-2011*
- *Activités : Production et commercialisation des produits dérivés du maïs (amidon, glucose et dextrine)*
- *Capacité nominales : Trituration du maïs : 200 t/j*
- *Capacité actuelle : 100 t/j*
- *Produits principaux :*

Chapitre 2 : Présentation de la maïserie TAFNA de Maghnia et de la station d'épuration STEP

- ✓ Amidon
- ✓ Sirop de Glucose
- *Capacités journalière des produits finis :*
 - ✓ Amidon +dextrines : 52.4 tonnes en matière sèche (MS).
 - ✓ Gluten : 8.7 tonnes en matière sèche (MS).
 - ✓ Glucose : 58.1 tonnes en matière sèche (MS).
 - ✓ Germes : 11.5 tonnes en matière sèche (MS).
 - ✓ Son : 34.1 tonnes en matière sèche (MS).
- *La matière première : Maïs*
- *Lieu de vente : national*

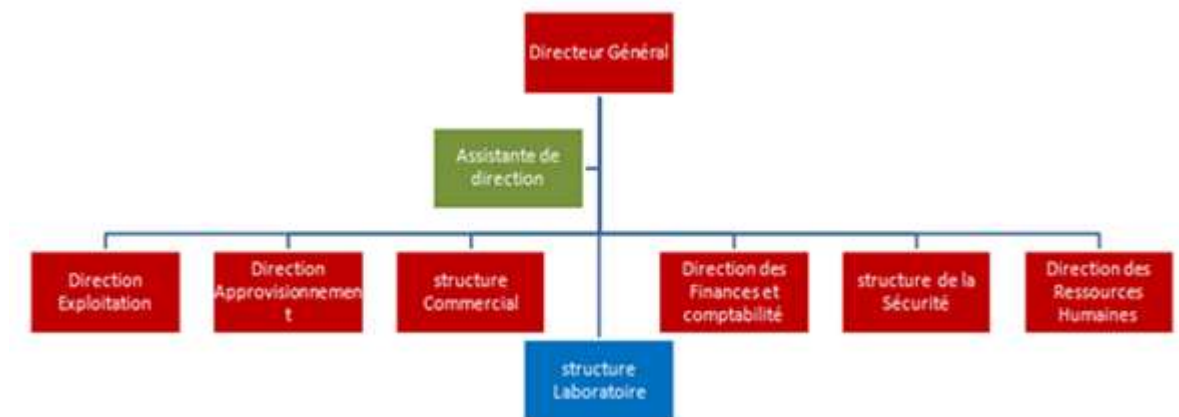


Figure 2.1 : Organigramme général Maïserie de la Tafna

2.2.2. Fiche technique de chaque produit finis :

2.2.2.1. Fiche Technique d'amidon de maïs :

a) Généralités :

- L'amidon de maïs est un hydrate de carbone que les plantes synthétisent par polymérisation du Glucose. Il contient environ 27% d'amylose et 73% d'amylopectine.
- Les granules d'amidon sont insolubles dans l'eau mais peuvent y être maintenus en suspension par agitation mécanique, par augmentation de la température ou alcalinisation du milieu, ces granules absorbent l'eau, gonflent et forment un empois. Lorsque la concentration est suffisamment élevée, ce dernier s'épaissit après refroidissement et forme un gel irréversible. C'est ainsi qu'à partir de l'amidon natif extrait des céréales ou des tubercules, pas moins de 600 produits différents ont été mis au point pour répondre aux besoins spécifiques des industries utilisatrices.

b) Caractéristiques physico-chimiques :

- Aspect : poudre blanche
- Cout et odeur : neutre
- Teneur d'humidité <12%
- Protéines totaux <0.35%
- Protéines solubles <0.02%

- Matières grasses <0.1%
- Cendres <0.1%
- SO₂ <0.04%
- PH =5-7.

c) Les applications :

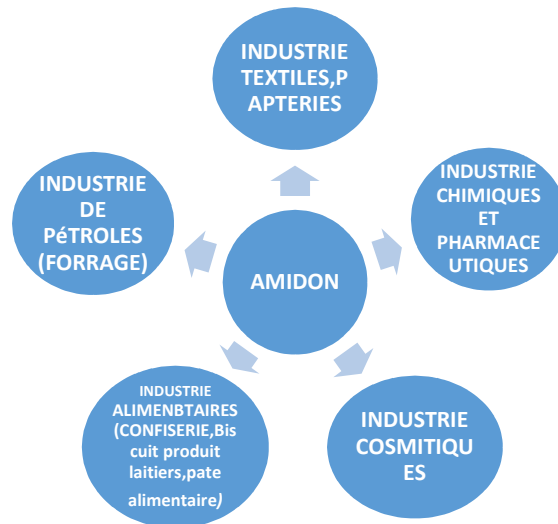


Figure 2.2 : Les applications d'amidon

d) Conditionnement :

Sac Kraft de 25 Kg et 50 Kg net.

2.2.2.2. Fiche Technique du Sirop de Glucose :

a) Généralités :

- Les sirops de glucose : sont des solutions aqueuses de sucres nutritifs dérivés de l'amidon.
- Ils sont obtenus par hydrolyse chimique de l'amidon.
- Les sirops de glucose se différencient essentiellement par leur D.E (Dextrose équivalent) qui caractérise le degré de conversion de l'amidon en sucres : plus l'hydrolyse est poussée, plus la teneur en mono et disaccharides augmente et plus le D.E est élevé.

b) Propriétés :

- Le sirop de glucose : est un mélange de plusieurs sucres alimentaires de haute valeur nutritive.
- Il donne de la viscosité et empêche ou modère la cristallisation du saccharose.
- Le sirop de glucose confère une plasticité qui améliore la structure et la texture de divers produits de confiserie. Son pouvoir sucrant étant moyen, le choix d'une combinaison adéquate avec le saccharose permet d'obtenir l'intensité sucrée désirée.

c) Caractéristiques :

- Matière sèche : 82 à 84%.

- D.E. : 40 à 50%.
- PH : 4,5 à 6,0.
- Densité : 1.40.
- Gout : Doux.
- Odeur : Neutre.
- Couleur : blanc, légèrement jaunâtre.
- Aspect : Liquide visqueux, limpide.

d) Applications :

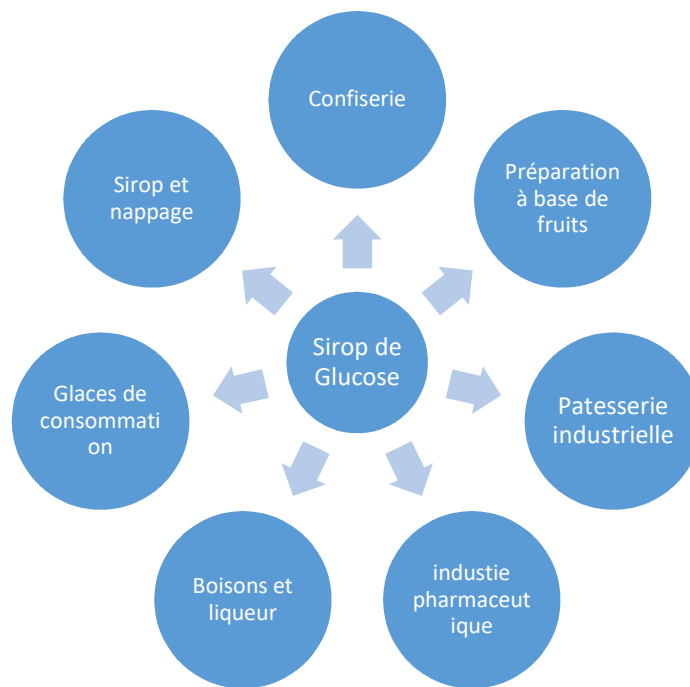


Figure2.3 : Les applications du sirop de glucose

e) Emballages :

Le sirop de glucose : est conditionné en fûts métalliques traités de 300 Kg ou livrés en citernes (vrac).

2.2.3 Caractéristiques des produits dérivés du maïs destinés à l'alimentation animale :

2.2.3.1 Fiche Technique du Gluten :

a) Propriétés :

Gluten de maïs : est un produit obtenu en fin de cycle d'extraction de l'amidon des grains de maïs. Il est constitué essentiellement par le réseau protéique reliant les granules d'amidon.

b) Caractéristiques physico-chimiques :

- Aspect : poudre jaunâtre.
- Humidité : 10% à 13%.

- Protéines brutes : 35 à 55%.
- Matières grasses : 3 à 5%.
- Matières minérales : 1 à 2%.

c) Applications :

Produits riches en protéines destinés à l'alimentation animale. Il peut être incorporé dans les pâtes alimentaires et les condiments.

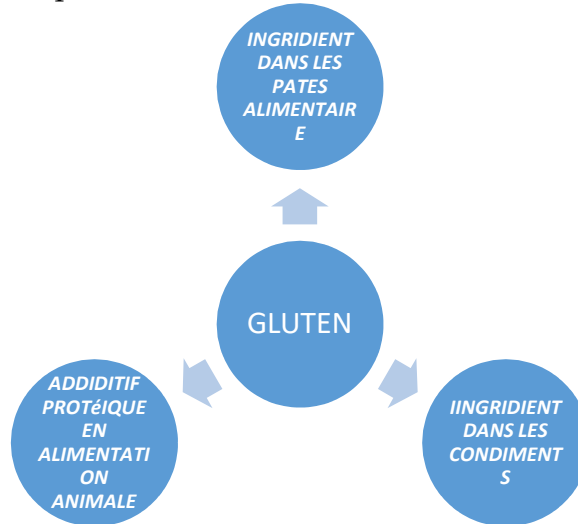


Figure 2.4 : Les applications du gluten

d) Conditionnement :

Le gluten est livré en sac papèterie (pp) de 50 Kg (sac Kraft multiplies de 50 Kg).

2.2.3.2 Fiche Technique du Germe :

a) Propriété :

Germes de maïs : constituant du grain de maïs, riche en lipide (huile de maïs) extrait après un premier broyage grossier.

b) Caractéristique :

- Humidité $\leq 4\%$.
- Matières grasses brutes $> 45\%$.

2.2.3.3 Fiche Technique du son de maïs :

a) Caractéristique :

- Humidité $\leq 10\%$.
- Protéines brutes $> 20.5\%$.
- Cendres $\leq 8\%$.

2.2.3.4 Fiche Technique du Dextrine :

a) Les applications dextrine :

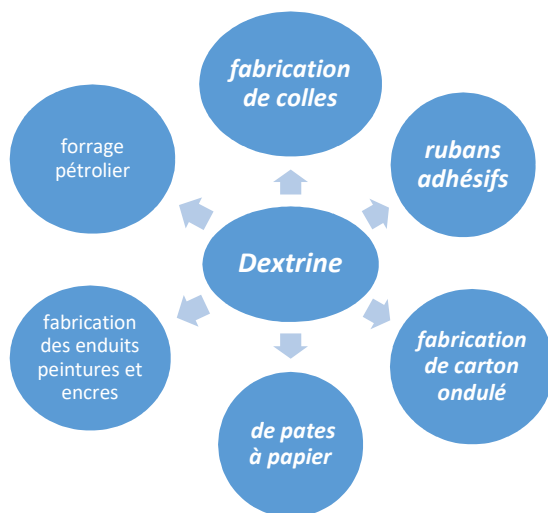


Figure 2.5 : Les applications dextrine.

2.3. Description générale du processus :

2.3.1. Amidonnerie :

- 1) Réception de maïs au niveau du silo (le maïs acheté est transporté par des camions de 25-30 tonnes puis stocké dans des silos (12 silos), la capacité de chaque silo est 1000 tonnes).
- 2) Nettoyage de maïs par des tamis (la séparation de briseur et de coque et de maïs nettoyé).
La coque et le briseur sont conditionnés pour la commercialisation.
- 3) Transport de maïs nettoyé au niveau des cuves de trempage (transport hydraulique par l'eau de procédé)
- 4) Trempage de maïs par l'eau soufrée (0,2 à 0,25%) (le maïs nettoyé mélangé avec l'eau soufrée dans des bacs de 135 m³ on 8 bacs de trempage, la durée du trempage entre (48 heures et 72 heures) pour avoir une humidité de 37% à 40% à température entre 50°C et 52°C).

Le Bût de trempage : le grain de maïs doit être trempé de telle façon que le germe est facilement détaché, sans blessure lors de broyage grossière dans le dégermeur.

Elle est nécessaire aussi pour faciliter la séparation ultérieure entre l'amidon et le gluten.

Les matières solubles surtout les sels minéraux et les protéines, sont solubilisés dans l'eau de trempage pour réduire les proportions des protéines dans l'amidon. Cette eau de trempage est prise pour l'usage biologique (étude pharmaceutique pour la fabrication d'anti- biotiques).

- 5) Broyage de maïs trempé (Broyage grossières : au cours du broyage le maïs va se couper en deux sans casser les germes. Le maïs doit être trempé dans des conditions optimales pour pouvoir être égermé de façon adéquate il ne suffit pas que les germes soient mouillés mais ils doivent être trempés pour qu'ils créés une élasticité et ils peuvent être brisé)
- 6) Dé-germination (la séparation des germes par pression dans des cuves pyramides (on deux séparation, la première séparation se fait sur trois cuves

et la deuxième séparation sur trois cuves), elle permet de couper le grain de maïs on deux et de libérer le germe sans le blessé. Les germes sont lavés par l'eau de procédé puis séchés pour obtenir des germes qu'on peut conditionner et commercialiser.

- 7) Après l'élimination de germe, le reste comme : la semoule, le gluten, l'amidon sont écrasés par des broyeurs spécifiques (broyage fin), après on passe ces produits dans des tamiseurs pour séparer le Son (pelure / semoule)
- 8) La semoule sera lavée, déshydratée puis séchée pour être conditionnée puis commercialisée en fourrage (cette substance destiné pour l'alimentation animale ou dans les industries après des traitements complémentaires).
- 9) Le reste c'est-à-dire l'amidon et le gluten sont séparés par centrifugation (dans un séparateur par centrifugation) cette opération va donner le lait du gluten et le lait d'amidon.
 - Le lait de gluten est frotté puis concentré dans un concentrateur ensuite déshydraté puis séché pour enfin avoir du gluten qu'on va conditionner et par la suite commercialiser.
 - Le lait d'amidon est raffiné par de l'eau fraîche dans un hydrocyclone puis déshydraté et séché ce processus va donner de l'amidon prêt au conditionnement et à la commercialisation. Cette amidon peut être aussi transformé soit par voie sèche pour donner la dextrine, soit par voie hydrolysée pour donner la glucoserie.

2.3.2. Processus de fabrication d'amidon :

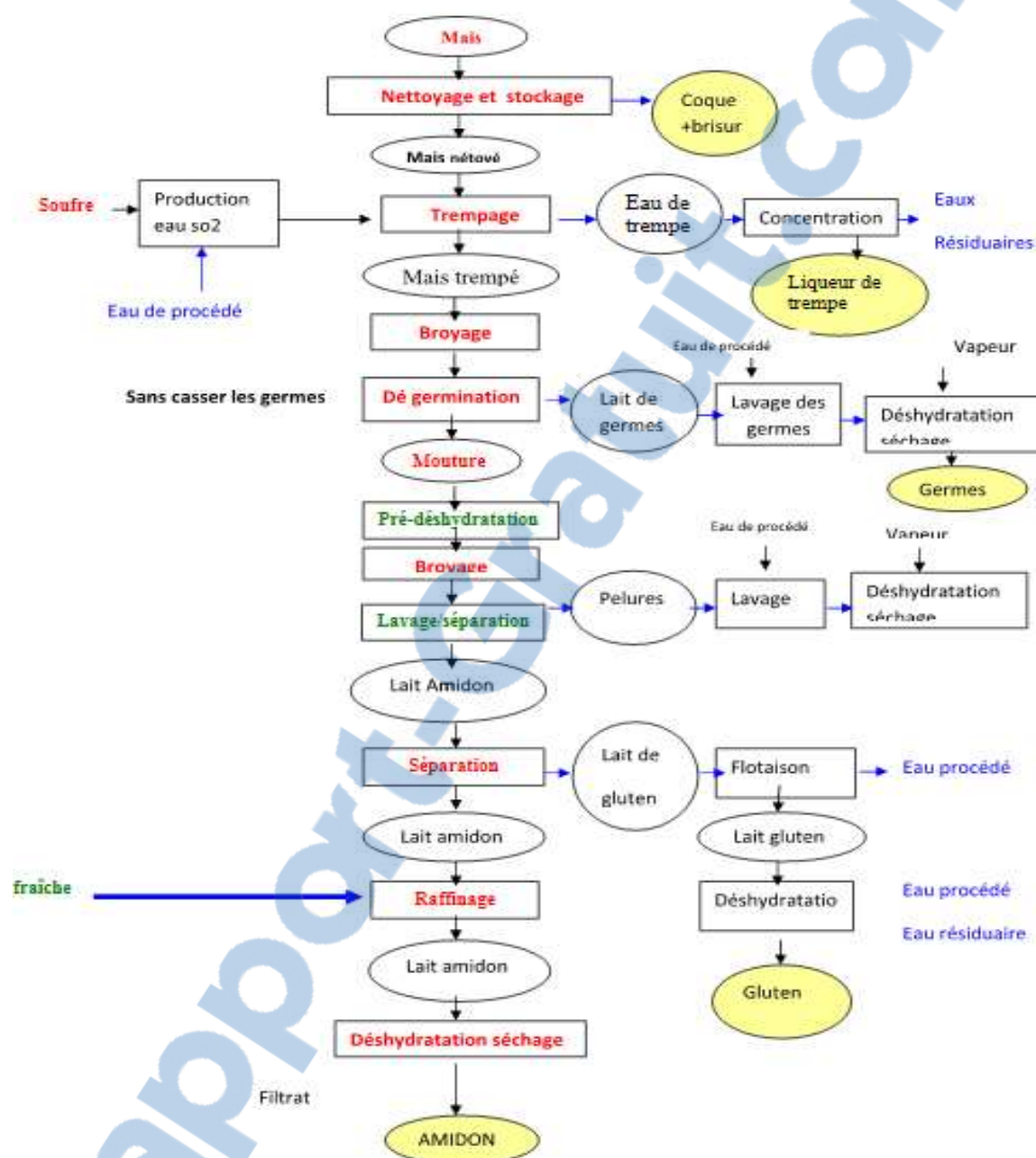


Figure 2.6 : Processus de fabrication d'amidon

2.3.3. Dextrinerie :

Après l'obtention de poudre d'amidon, cette dernière peut être passée par les transformations suivantes :

- 1) Acidification : pendant cette étape elle se fait mélangé avec l'HCL (5%), pendant 25mn puis en la ramène dans des bacs de repos pendant 12 heures ensuite le tout sera séché à l'aide de la vapeur.

- 2) Torréfaction : pour ce processus la température utilisée est de 150C° avec un taux d'humidité entre 2% et 3%, ensuite en va refroidir le tout dans un refroidisseur avant de passer par un humidifuge qui va augmenter l'humidité jusqu'à 13%, enfin en stocke la dextrine dans des bacs.

2.3.4. Processus de fabrication de la dextrine :

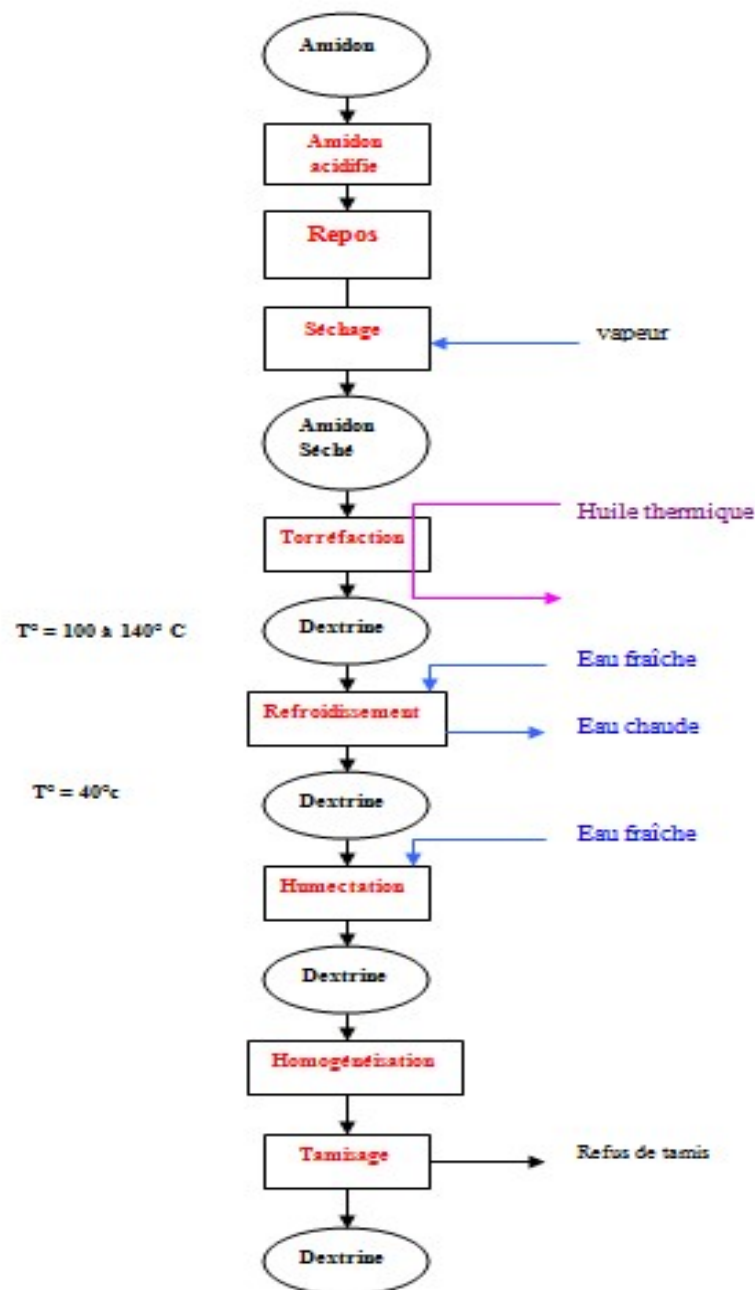


Figure 2.7 : Processus de fabrication de la dextrine.

2.3.5. Glucoserie :

Pour la glucoserie on utilise le lait d'amidon :

- L'acidification : on mélange le lait d'amidon avec l'HCL (10%) et avec la vapeur à 10 bars pour obtenir de l'amidon acidifié.
- On ajoute du Na_2CO_3 jusqu'à obtenir un PH entre 4.8 et 5.2.
- On sépare le lait d'amidon et les protéines par un séparateur.
- On va ensuite faire une filtration où les protéines sont jetées et la substance restée est préchauffée à 70 C°.
- On obtient un sirop déminéralisé qu'on va le concentrer avec la présence de vapeur pour obtenir du glucose en matière sèche.

2.3.6. Processus de fabrication du glucose :

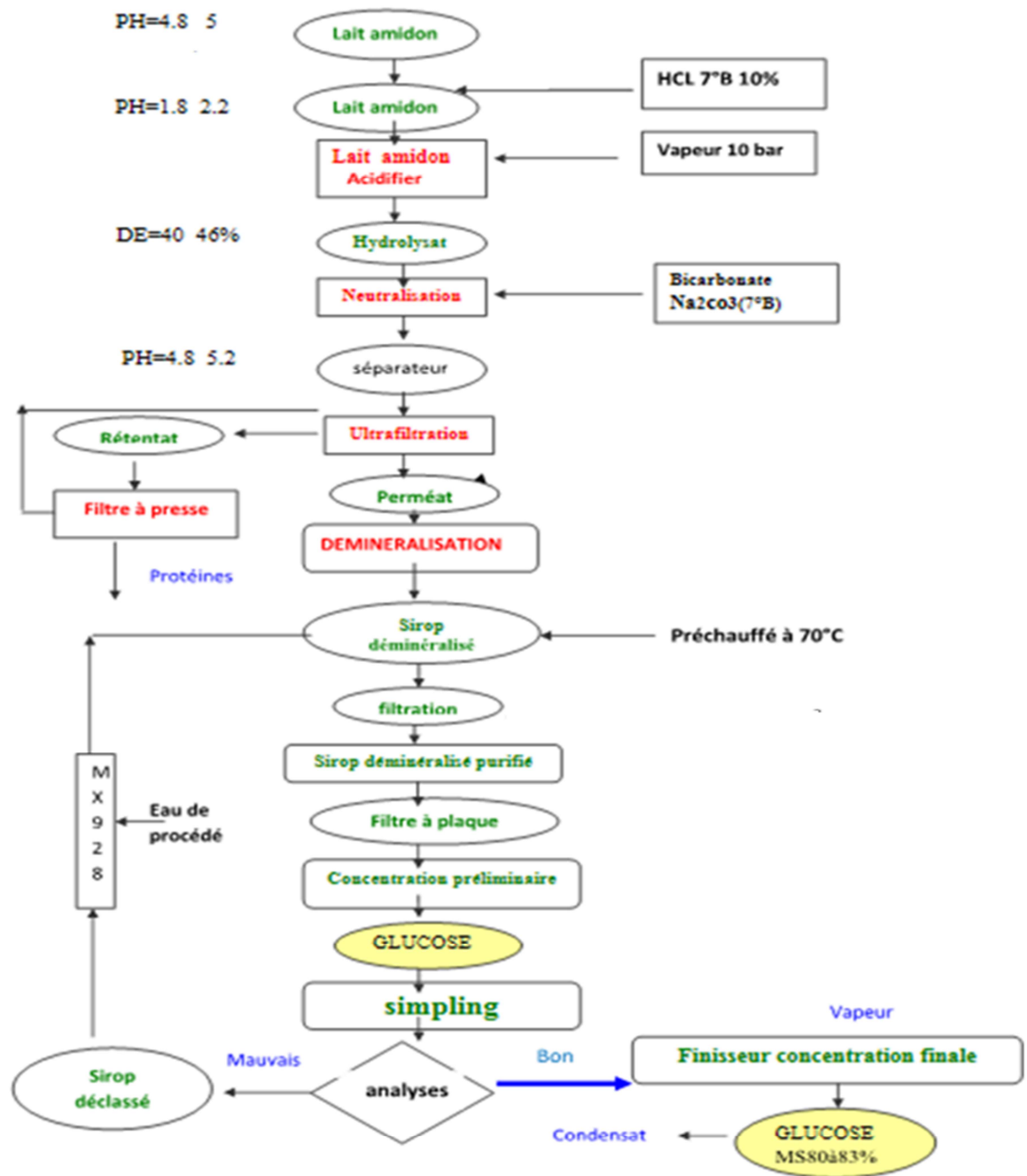


Figure 2.8 : Processus de fabrication du glucose

2.4. Fonctionnement de la station d'épuration (STEP) : [23]

2.4.1. Fonctionnement générale de la STEP :

Dans cette section nous allons présenter le fonctionnement général de station d'épuration STEP sous forme d'un schéma illustré dans la figure suivante :

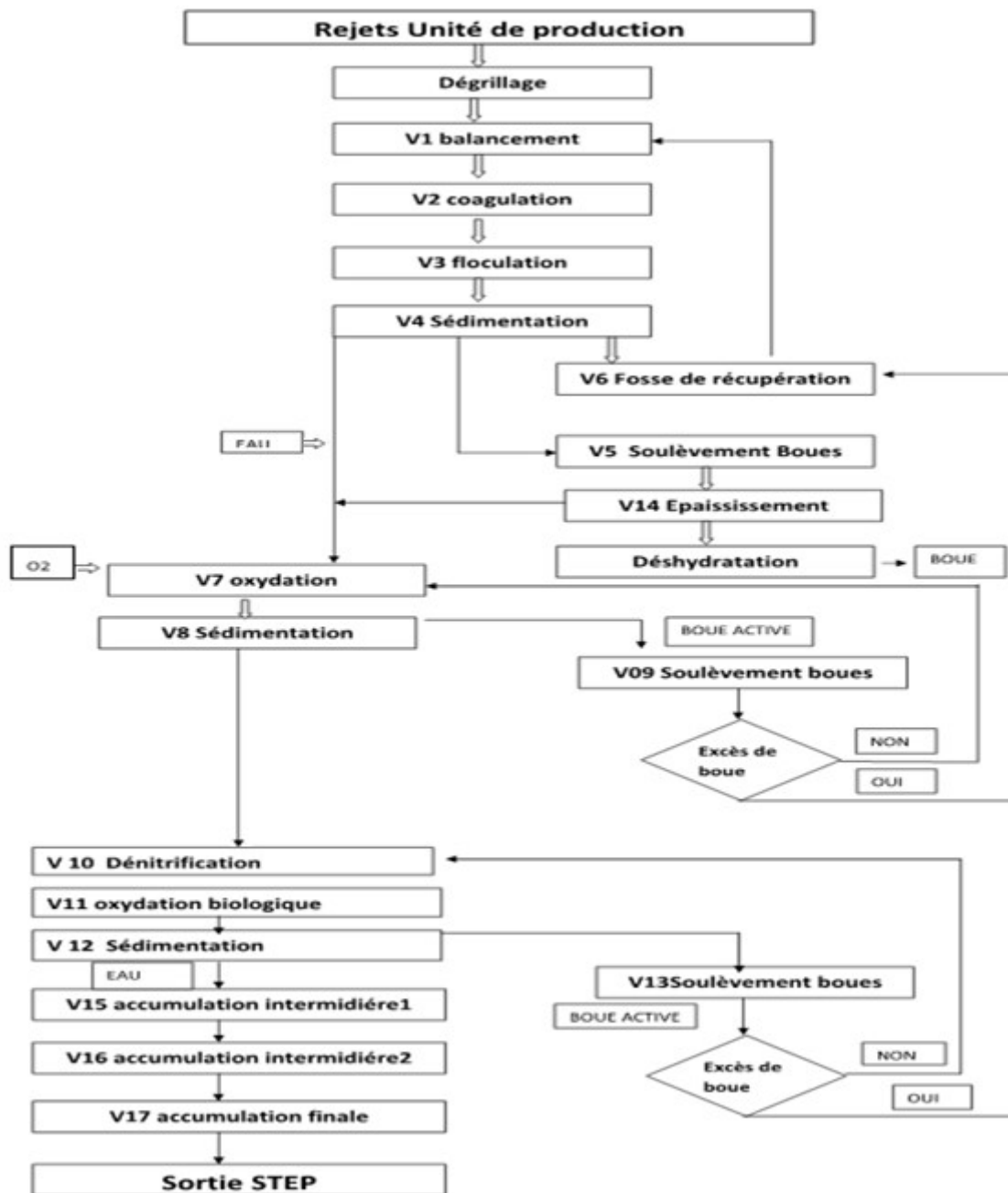


Figure 2.9 : Fonctionnement générale de la STEP.

2.4.2. Section d'arrivée, dégrillage et soulèvement :

2.4.2.1. Dégrillage :

En amont du bassin de balancement est réalisé un canal de grillage **CG1** qui traverse la grille **GA1**. La **GA1** est à nettoyage automatique, l'opérateur doit contrôler périodiquement le niveau des impuretés dans le caisson de récupération **CS1a** et prévoir si nécessaire sa vidange.

Quand la grille **GA1** est endommagée ou bien soumis à un entretien, il est nécessaire de dévier le flux de l'eau en entrée, en baissant la vanne manuelle **PT1** et en levant la vanne manuelle **PT2**.

De cette manière l'eau entrera dans le canal de by-pass et traversera la grille **GG1**. La grille **GG1** est à nettoyage manuel. Quand celle-ci est en fonction elle doit être nettoyée avec des intervalles réguliers pour éviter l'engorgement. Les impuretés sont envoyées dans le caisson de récupération **CS1b**, lequel doit être vidé par l'opérateur selon la nécessité. La section est complétée avec un point d'eau réseau de service **z299** pour les opérations de nettoyage et de manutention. Les impuretés après le dégrillage découlent par la gravité dans le bassin **V1**.

2.4.2.2. Bassin de balancement (V1) :

Dans le bassin de balancement **V1** se produit l'égaleisation hydraulique et l'homogénéisation des caractéristiques du rejet. Le bassin est à battant variable et par conséquent il est nécessaire de prévoir des systèmes de protection des appareillages submergés pour éviter le fonctionnement à sec. Le régulateur de niveau à pression **LP1** est installé pour détecter le niveau minimum, le régulateur de niveau à flotteur **LV1** donne un signal d'alarme pour le déchargement de l'excès dans le canal de dérivation **V17**.

Les hauteurs des deux régulateurs seront tarées en phase de démarrage de la station. En outre, puisqu'il est nécessaire de stabiliser le débit en entrée au traitement chimico-physique, un mesureur de débit **MP1** et une soupape motorisée **VM1** ont été installés. Les pompes **P1** et **P2** qui envoient le rejet dans le bassin **V2** fonctionnent en continu et en alterné, elles s'arrêtent pour un niveau minimum **LP1**.

Lorsque le niveau en bassin **V1** s'élève, la portée des pompes relevée de **MP1** augmente puisque la prédominance est inférieure (différence entre le niveau de la surface libre et le niveau d'arrivée de l'eau), par conséquent **MP1** contrôle et règle la fermeture proportionnelle de la soupape **VM1** jusqu'à stabiliser la portée.

Chaque pompe a une ligne d'évacuation indépendante en **AISI 304 DN 125** qui alimente un collecteur commun en **AISI 304 DN 150**. Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour (pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes), soupape de régulation manuelle, manomètre (pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes), soupape de retour en bassin **V1** (pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas d'entretien).

Le collecteur est installé avec une pente 0,6% pour permettre le déchargement total de la tuyauterie en cas d'entretien.

L'agitation exercée des deux mélangeurs submersibles MX1 et MX2 évite la sédimentation sur le fond et permet une aération et/ou turbulence partielle qui prévient la fermentation biologique et l'émission d'odeurs insupportable.

Le rejet en entrée présente un pH variable entre 4 et 5, par conséquent il est nécessaire que l'opérateur utilise sa meilleure perspicacité et protection individuelle. Au niveau de l'infrastructure, les sections sont protégées avec des revêtements et des protections antiacides.

2.4.2.3. Groupe de dosage produit anti-mousse (CH4/F3) :

Le produit anti-mousse (CH4/F3) est dosé en bassin V1, à proximité des pompes P1 et P2. Le dosage sera établi pendant le démarrage de la station et devra être modifié en rapport avec la présence d'écumes. La pompe de dosage P27 est à fonctionnement hydraulique et par conséquent elle est actionnée par la force motrice de l'eau de dilution qui provient du réseau. L'afflux est à double régulation par une électrovalve XP6 et une soupape manuelle z293.

L'ouverture de l'électrovalve est commandée par bouton sur le tableau électrique général, l'eau de dilution arrive à la pompe P27 qui pour dépression aspire le produit anti-mousse. La quantité de produit aspiré est réglable au moyen de dé gradué positionné à l'extrémité inférieure. La soupape z293 positionnée en entrée permet de régler la portée avec le secours du fluxmètre FL7. Le réducteur de pression RD5 stabilise la pression dans la gamme de travail. Le produit anti-mousse est mélangé avec l'eau de réseau en MS4 et à travers une tuyauterie en AISI 304 DN20 il arrive en bassin V1. La tuyauterie est installée avec une pente de 0,6% afin d'éviter les stagnations de la solution sur le fond et maintenir le nettoyage des sections d'écoulement.

2.4.2.4. Bassin d'évacuation (V17) :

Dans le bassin V17 on ramasse soit les eaux épurées avant le déchargement final soit l'excédent du bassin V1 en cas de dommage des pompes de relevage ou de dysfonctionnement pour éviter l'inondation de la station.

Le rejet en entrée présente un pH variable entre 4 et 5, par conséquent il est nécessaire que l'opérateur utilise sa meilleure perspicacité et protections individuelles. Au niveau de l'infrastructure, les sections sont protégées avec des revêtements et des protections antiacides.

2.4.3. Traitement chimico-physique :

2.4.3.1. Bassin de neutralisation/coagulation (V2) :

À l'intérieur du bassin de neutralisation/coagulation V2 est installé un agitateur lent AG1 (58 rpm). L'eau en entrée est conditionnée avec le lait de chaux, dont le dosage est effectué en automatique, sur la base de la valeur

remarquée du pH-mètre PH1. Il est fondamental donc de maintenir fonctionnel l'instrument.

L'électrode va périodiquement tarer avec des solutions à pH connues, le groupe de mesure entier va quotidiennement nettoyer et libérer les incrustations.

Il est important de rappeler que durant les opérations de mise en exercice il est nécessaire d'utiliser l'eau potable. Dans le cas où elle n'est pas disponible il est absolument déconseillé d'utiliser l'eau de rejet tel quel si le pH n'a pas été corrigé. En effet elle présente un pH entre 4 et 5 qui érode les structures en acier galvanisés au-delà du ciment armé non revêtu, pour prévenir un tel problème tous les appareils installés avant le bassin de réaction V2 (où se produit le dosage du lait de chaux) sont pourvu d'une bonne protection. Par conséquent pendant la mise en exercice, dans l'hypothèse d'utiliser l'eau de rejet tel quel, il est nécessaire d'enclencher le contrôle et la régulation du pH en bassin V2 avec le lait de chaux. Ce dernier permet non seulement de régler le pH dans le domaine alcalin, où se vérifie la précipitation des métaux mais aussi de stabiliser le rejet, en favorisant l'action du poly-électrolyte anionique et créant des conditions de pH idéal pour le traitement biologique successful.

Le lait de chaux arrive au bassin en mode continu et avec un débit constant à travers la valve à manchon EV1 normalement ouverte commandé par PH1, la tuyauterie est en AISI 304 DN 50. La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z36. Le bassin est à battant constant et pour l'instant il n'est pas prévu de bloc de niveau minimum. L'eau accumulée glisse dans le bassin V3 à travers un déflecteur.

2.4.3.2. Groupe de dosage de la chaux (CH1)

La chaux est préparée en bassin CH1 à travers l'afflux d'eau de réseau, le mélange est exercé par deux agitateurs AG3 et AG8 qui fonctionnent en continu et s'arrêtent avec le bloc de niveau minimum LU1.

Le régulateur de niveau LU1 gère à des hauteurs différentielles les autorisations suivantes :

- Bloc minimum niveau AG3 et AG8
- Bloc minimum niveau P3 et P4
- Signal d'alarme pour niveau insuffisant du lait de chaux.

En désactivant l'alarme l'opérateur donne l'accord, pour l'afflux de l'eau de réseau au moyen de l'électrovalve XP1. L'électrovalve est composée de by-pass de sécurité constitué de :

- Trois soupapes manuelles z18, z19 et z20.
- Bloc de charge maximum et de fermeture soupape XP1.
- Pré-alarme pour trop plein.

Les hauteurs des régulateurs de niveau seront tarées en phase de démarrage de la station. La section se complète avec un trop plein de sécurité, régulateur de niveau à flotteur de sécurité LV6 et régulateur de niveau à tiges RL5 installées dans la vanne pompe P3 et P4; puisque les pompes sont installées sous battant, en cas d'incident ils peuvent être

submergés et par conséquent le régulateur de niveau RL5, positionné à une hauteur proche à la hauteur d'exercice est en sécurité se qui permet de signaler les pannes.

Les pompes P3 et P4 aspirent le lait de chaux et l'envoient en continu et en alterné au circuit fermé, en effet dans le cas où :

- La soupape EV1 est fermée parce que le pH en bassin V2 ne nécessite pas de correction.
- La soupape EV4 était fermée pour une alternance temporisée par son fonctionnement.
- La soupape manuelle était fermée parce que l'opérateur n'a pas retenu nécessaire de doser le lait de chaux en bassin V7

Le lait de chaux revient en bassin CH1 en complétant son circuit. Cette solution permet de maintenir le lait de chaux en circulation continue en évitant le durcissement à l'intérieur des conduits.

Les pompes P3 et P4 ont chacune une ligne de refoulement indépendante ces lignes alimentent un collecteur unique en AISI 304 DN 125. Le collecteur est installé avec une pente 0,6% pour permettre le déchargement total de la tuyauterie en cas d'entretien. Les trois lignes de distribution du lait de chaux sont installées avec une pente de 3% pour maintenir le nettoyage dans les sections d'écoulement. Chaque ligne des pompes est dotée de soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle : des deux pompes, de la soupape de régulation manuelle et du manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes.

Les soupapes z12 et z16 permettent de vider et/ou charger la tuyauterie du refoulement des pompes en cas d'entretien. Puisque les pompes sont soumises à un exercice continu, il est prévu le fluxage des tenues avec l'eau de réseau. Les deux électrovalves XP2 et XP3 s'ouvrent automatiquement en permettant l'afflux de l'eau. Les deux lignes séparées sont dotées de soupape manuelle d'interception et réducteur de pression, l'eau de fluxage est envoyée en bassin V6.

2.4.3.3. Bassin de floculation (V3) :

A l'intérieur du bassin de floculation V3 est installé un agitateur lent AG2 (35 rpm). L'eau en entrée est conditionnée avec une poly-électrolyte anionique qui permet la coagulation et la floculation des flocons de boue en formation. La poly-électrolyte arrive en bassin en mode continu, la tuyauterie est en AISI 304 DN 25. La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z36.

Le bassin est à battant constant et pour l'instant il n'est pas prévu de bloc de niveau minimum. L'eau accumulé glisse dans le bassin V4 à travers un déflecteur.

2.4.3.4. Groupe de dosage poly-électrolyte anionique (CH2) :

Après la stabilisation avec la chaux l'eau de rejet est conditionnée avec un poly-électrolyte anionique à haute densité dans le bassin V3. Le groupe de

préparation du poly-électrolyte est constitué de deux bassins de réaction fonctionnant en série, chaque bassin est doté d'agitateur lent 160 (rpm), qui permet la dilution progressive du produit.

L'afflux de l'eau de réseau nécessaire pour la dilution du produit est activé du régulateur du niveau minimum RL2 (fonctionnant comme bloc de niveau minimum à sécurité des pompes P6 et P7). Il commande l'ouverture de l'électrovalve XP4. L'eau de dilution est divisée en deux lignes au moyen de la régulation manuelle des soupapes z22 et z23 positionnées en entrée des fluxmètres FL1 et FL2.

Une ligne alimente la pompe P5 qui aspire par dépression la poly-électrolyte. La quantité de produit aspiré est réglable grâce à un dé gradué posé à l'extrémité inférieure. Le mélange se produit dans le mélangeur statique MS1.

Après la première dilution le produit glisse dans le bassin suivant où on complète sa maturation avec l'utilisation de la seconde ligne d'eau de réseau et selon les proportions prévues en phase de démarrage.

Au bout, sont installées les soupapes manuelles z24 (utilisée pour le déchargement total du premier bassin en cas d'entretien), la soupape z25 (utilisée pour le déchargement total du second bassin), la soupape z26 (utilisée pour l'aspiration des pompes P6 et P7) et le régulateur de niveau RL1 qui ferme l'électrovalve XP4, en cas de surplus.

La poly-électrolyte produite à concentration contrôlée est prélevée par les pompes P6 et P7 fonctionnant en continu et en alternés. Sur le collecteur en AISI 304 DN 32 sont prévus les deux espacements pour les Pompes, tous les deux interceptées par les soupapes manuelles z27, z30.

Le refoulement des deux pompes se raccordent sur un collecteur unique en AISI 304 DN 25 qui alimentent le bassin V3. Le collecteur est installé avec une pente 0,6% pour éviter la stagnation de la poly-électrolyte sur le fond et maintenir le nettoyage des sections d'écoulement.

En entrée en amont des pompes sur le collecteur, l'afflux à réglage manuel se fait par soupape z33 d'eau de réseau pour le nettoyage des pompes, l'eau de lavage est envoyée en bassin V3. Les soupapes z28 et z31 permettent de vider la tuyauterie de refoulement des pompes.

Le dosage complémentaire de poly-électrolyte anionique est prévu en tête et en queue au mélangeur MS3.

2.4.3.5. Sédimentateur dynamique (V4) :

L'eau arrive par gravité dans le sédimentateur V4 où la boue s'accumule sur le fond à l'aide de râteau de pont roulant CP1 qui la traîne dans la fosse centrale d'évacuation. Le sédimentateur est composé d'un bassin de récupération de mousse et/ou d'un bassin d'émulsion qui sont éloignées et récupérées dans le bassin V6.

Il est indispensable de nettoyer périodiquement toute la tuyauterie d'extraction afin d'éviter la formation d'odeurs insupportables.

Finalement contrôler les différentes parties métalliques, afin de prévenir le phénomène de corrosion. L'eau clarifier s'écoule dans le bassin V7 à travers

un collecteur en AISI 304 DN 200. Le collecteur est installé avec une pente 0,5% pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et de maintenir le nettoyage de la section d'écoulement.

2.4.3.6. Bassin de relevage boues (V5) :

Les pompes P8 et P9 aspirent la boue de la fosse centrale du sédimentateur et l'envoient dans le bassin V14. Les pompes fonctionnent en continu et en alternées et s'arrêtent pour le bloc du niveau minimum LV2 de sécurité.

Les pompes P8 et P9 ont chacune une ligne de refoulement indépendante en AISI 304 DN 80 et en alimentant un collecteur unique en AISI 304 DN 100. Chaque ligne est dotée de valve de non-retour (pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes), vanne de régulation manuelle, manomètre (pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement de la pompe), valve de retour en bassin V5 (pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas de manutention). La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z37.

Le collecteur est installé avec une pente a 1% pour éviter la stagnation des boues sur le fond et maintenir le nettoyage de la section d'écoulement.

2.4.3.7. Fosse de récupération mousse (V6) :

Le puisard ramasse les boues des vidanges du bassin V9 et du bassin V13, les évacuations internes et la mousse éventuellement qui n'a pas été abattue avant. A l'intérieur du puisard une soupape z45 permet l'éloignement des huiles accumulées en superficie qui sera pris en considération seulement si nécessaire.

Le rejet s'écoule au bassin V1 à travers un collecteur en PVC DN 250. Le collecteur est installé avec une pente de 0,5% pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et maintenir le nettoyage des sections d'écoulement.

2.4.4. Traitement biologique (première phase) :

2.4.4.1. Bassin d'oxydation (V7) :

L'eau en bassin V7 est soumise à l'oxydation à travers cent quinze (115) pentes simples chacune d'elle aliment huit (8) diffuseurs tubulaires et est réglée d'une soupape manuelle.

L'insufflation d'air exerce une turbulence suffisante pour éviter la sédimentation sur le fond. Le mélangeur MX3 favorise le flux de l'eau à l'intérieur du bassin qui a une forme longitudinale et est divisé en deux secteurs communicants.

Le bassin est à battant constant et par conséquent les blocs de niveau minimum ne sont pas prévus. La section se complète avec un mesureur d'oxygène dissous OD1, la concentration de l'oxygène dissous en bassin devra être d'environ 2 mg/l et par conséquent il sera établi un seuil à PLC qui règle le fonctionnement des soufflantes SF3, SF4 et SF5. Par sécurité et

afin de garantir un apport en oxygène suffisant, il est prévu une éventuelle activation manuelle de la soufflante SF6 avec réglage manuel du débit.

La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z168 (Nettoyage sonde d'oxygène).

Il est prévu quatre lignes en entrée du bassin :

- Entrée de l'eau de séparation de la boue épaissie en V14.
- Entrée de l'eau de séparation de la boue pressée en NP1.
- Entrée de la boue de circulation du bassin V9.
- Entrée du dosage de la chaux au moyen d'une ligne indépendante à réglage manuelle z294 (Le dosage doit être effectué dans le cas où le pH en bassin d'oxydation descend en dessous de 8 ou 9 unités pH).

La concentration de boue présente dans le mélange aéré devra être d'environ 4 gr/l, la mesure des boues en bassin sera effectuée à travers un cône.

Le volume de la boue pourra varier entre les 500 et les 800 cc sur 1.000 cc d'échantillon, dans le cas la concentration résultera supérieure, il est nécessaire d'augmenter les vidanges des boues en bassin V6.

2.4.4.1. Sédimentateur (V8) :

L'eau arrive par gravité dans le sédimentateur V8 où la boue s'accumule sur le fond et les râteliers du pont roulant CP2 la traînent dans le puisard central d'évacuation. L'eau clarifiée s'écoule dans le bassin V10 à travers un collecteur en AISI 304 DN 200. Le collecteur est installé avec une pente 0,3% pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et maintenir le nettoyage des sections d'écoulement.

2.4.4.3. Bassin de relevage des boues (V9) :

Les pompes P10 et P11 aspirent la boue du puisard central du sédimentateur et l'envoient au bassin V7.

Une cote de la boue est envoyée à travers la soupape à papillon EV2 au bassin V6 où les boues biologiques sont mélangées avec les boues chimico-physiques et ils sont stabilisés par la chaux.

Les pompes fonctionnent en continus et en alternées et ils s'arrêtent par le bloc de niveau minimum LV3 de sécurité.

Les pompes P10 et P11 ont chacune une ligne de refoulement indépendante, elles alimentent un collecteur unique en AISI 304 DN 100. Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour (pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes), soupape de régulation manuelle, manomètre (pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes) et soupape de retour en bassin V19 (pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas d'entretien). La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z169. Le collecteur est installé avec une pente 1% pour éviter les stagnations des boues sur le fond et permettre le nettoyage des sections d'écoulement.

2.4.5. Traitement biologique (deuxième phase) :

2.4.5.1. Bassin de dénitrifications (V10) :

L'eau arrive par gravité du sédimentateur V8 rentre dans le bassin V10 où la présence de bactéries dénitrifiant, l'absence d'air et l'agitation exercée des deux mélangeurs submersibles MX4 et MX5 permettent l'éloignement sous forme gazeuse de l'azote présent dans les nitrates et les nitrites.

Deux lignes sont prévues en entrée du bassin : la recirculation des boues de V13 et la recirculation de la liqueur mixte de V11. Les débits sont réglés de façon à obtenir soit une concentration de biomasse optimale soit le perfectionnement du cycle de l'azote sur la base de la concentration attendue. L'eau afflue au bassin V11 à travers la liaison positionnée sur le fond.

2.4.5.2. Bassin d'oxydation de deuxième phase (V11) :

L'eau en bassin V11 est soumise à une oxydation à travers soixante-neuf (69) pentes simples chacune d'elle alimente huit (8) diffuseurs tubulaires et est réglée par une soupape manuelle, l'insufflation d'air exerce une turbulence suffisante pour éviter la sédimentation sur le fond. Le mélangeur submersible MX6 favorise le flux d'eau à l'intérieur du bassin qui a une forme longitudinale et est divisé en deux secteurs communicants entre eux.

Les pompes P12 et P13 font circuler une deuxième fois la liqueur mixte dans le bassin de dénitrification, ils fonctionnent en continu et en alterné et ils s'arrêtent par le bloc de niveau minimum LV4 de sécurité. Une telle hauteur sera tarée en phase de démarrage de la station.

Les pompes ont chacune une ligne de refoulement indépendante et alimentent un collecteur en AISI 304 DN 125. Chaque ligne est dotée de : soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes, soupape de régulation manuelle, manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes et soupape de retour en bassin V11 pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas d'entretien.

Le collecteur est installé avec une pente de 1% pour éviter la stagnation des boues sur le fond et permettre le nettoyage des sections d'écoulement.

La section se complète avec un mesureur d'oxygène dissous OD2, la concentration d'oxygène dissous en bassin devra être d'environ 2 mg/l et par conséquent il sera établi un seuil au PLC qui active la soufflante SF1. En effet pendant que la soufflante SF2 fonctionne en continue, la portée d'air de SF1 est partielle via l'inverter de modulation (variateur de fréquence) INV1 proportionnellement à la concentration en bassin V11. Pour garantir un apport d'oxygène suffisant, comme pour le bassin V7, il est prévu l'éventuel activation manuel de la soufflante SF6 avec réglage manuel de la portée. La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z247 (nettoyage sonde d'oxygène).

2.4.5.3. Sédimentateur dynamique (V12) :

L'eau arrive par gravité dans le sédimentateur V12 où la boue s'accumule sur le fond et les râteaux du pont roulant CP3 l'envoie dans le puisard central

d'évacuation. L'eau clarifiée s'écoule au bassin V15 à travers un collecteur en AISI 304 DN 200. Le collecteur est installé avec une pente 0,3% pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et maintenir le nettoyage de la section d'écoulement.

Il est opportun de nettoyer périodiquement tous les conduits d'extraction dans lesquelles il est possible de vérifier des engorgements et effectuer le déplacement dans les canaux et dans les évacuateurs de sortie des impuretés flottant ou déposés sur le fond, afin d'éviter la formation d'odeurs gênantes. Contrôler finalement les différentes parties métalliques, afin de prévenir les phénomènes de corrosion.

2.4.5.4. Bassin de relevage des boues (V13) :

Les pompes P14 et P15 aspirent la boue du puisard central du sédimentateur et ils l'envoient au bassin V10 et V11, la portée est partielle grâce à deux soupapes manuelles z245 et z246. La cote de la boue est envoyée à travers la soupape à papillon EV3 au bassin V6 où les boues biologiques sont mélangées avec les boues chimiques physiques et sont stabilisées par la chaux.

Les pompes fonctionnent en continues et en alternées et ils s'arrêtent par le bloc de niveau minimum LV5 de sécurité. Une telle hauteur sera tarée en phase de démarrage de la station. Les pompes P14 et P15 ont chacune une ligne de refoulement indépendante et elles alimentent un collecteur unique en AISI 304 DN 100. Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes, soupape de régulation manuelle, manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes et soupape de retour en bassin V15 pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas d'entretien. La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z248.

Le collecteur est installé avec une pente de 1% pour éviter la stagnation des boues sur le fond et permettre le nettoyage de la section d'écoulement.

2.4.6. Traitement final des eaux :

2.4.6.1. Bassin d'accumulation intermédiaire (V15) :

Le bassin alimente le filtre FQ1. Les pompes de relevage P21 et P22 fonctionnent en mode alternée, ils se mettent en fonction lorsque le niveau en bassin d'arrive à LV8 et ils s'arrêtent à LV9. Le niveau LV7 est taré avec la cote d'écoulement du tube de trop plein et active un signal d'alarme. De telles hauteurs sont réglées manuellement en phase de démarrage de la station. Les pompes P21 et P22 ont chacune une ligne de refoulement indépendante en AISI 304 DN 80 et alimentent un collecteur unique en AISI 304 DN 100.

Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes, soupape de régulation manuelle avec lecture de la portée en FL5 et manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes.

2.4.6.2. Filtration sur quartz (FQ1) :

L'eau entre à travers la soupape EV5 et après avoir été filtrée par la couche de grenaille sort à travers la soupape EV6 et est cumulée en bassin V16. Pendant l'exercice la couche de grenaille augmente progressivement le matériel présent dans l'eau ayant une dimension supérieure à la section utile des interstices, par conséquent l'eau en entrée est subordonnée à contre-pression qui augmente et qui est lisible sur le manomètre m20.

Lorsque la différence entre la pression de m20 et de m21 est proche à 1 bar, on réduit les prestations du filtre. Pour remédier à cet inconvénient le filtre est lavé en contre-courant à des intervalles réguliers et programmables par PLC.

Le sens d'écoulement de l'eau est inversé en fermant les soupapes EV5 et EV6 et en ouvrant les soupapes EV8 et EV9. L'eau de lavage est envoyée au bassin V6.

Pour favoriser le nettoyage de la couche filtrante on utilise de l'air à basse pression qui en entrant au moyen de la soupape EV7 crée une turbulence qui favorise le prochain déplacement du matériel filtré. La régulation de l'air s'effectue grâce à la soupape manuelle z244 qui est installée sur un espace du groupe des soufflantes.

Dans les premières phases du contre-lavage la soupape EV10 est ouverte pour favoriser la circulation de l'air et stabiliser la pression à l'intérieur du réservoir. L'ouverture et la fermeture de toutes les soupapes décrites sont commandées par PLC.

Initialement le cycle de travail sera établi selon les logiques des standards modifiables successivement au PLC. Pour la sécurité de la section de filtration un pressostat est installée sur la tuyauterie d'afflux qui relève en continu la pression et en cas où elle dépasse le seuil critique établi les pompes P21 et P22 sont arrêtées et le contre-lavage est activé automatiquement avec les pompes P23 et P24. En absence de courant électrique le filtre n'est pas alimenté des pompes et l'eau sort pour un trop plein du bassin V15 et il se cumule en V16.

Les débitmètres FL5 et FL6 permettent le tarage des débits de filtration et de contre-lavage. La soupape manuelle z286 permet le déchargement complet du filtre pendant les opérations de remplacement de la couche filtrante. En effet pendant la filtration les grains de silice tendent à se détériorer en diminuant leur capacité filtrante avec le temps. Par conséquent passé une certaine période, approximativement 12 mois il est conseillé de procéder aux analyses des solides suspendus en bassin V15 en même temps que les analyses en bassin V16. Donc après avoir effectué le contre-lavage, il est nécessaire de remplacer la couche de grenaille. Après avoir déchargé le filtre, on ouvre l'écouille supérieure puis l'écouille inférieure (tous les deux ayant un diamètre utile environ de 420 mm) et on procède au déplacement de la grenaille en faisant attention à ne pas endommager les buses filtrantes en plastique distribués sur la plaque qui ferme la partie inférieure du réservoir. Une fois l'opération terminée, on reforme la couche filtrante en posant sur le fond la grenaille avec calibrage moins fin. Après avoir formé la

première couche, on ferme l'écouille inférieure et on continue à remplir le réservoir de l'écouille supérieure. Il faut fermer la soupape z286 avant de redémarrer le filtre.

2.4.6.3. Bassin d'accumulation final (V16) :

Le bassin alimente le contre-lavage du filtre FQ1 et le lavage de la presse à ruban NP1. Les pompes de relevage P25 et P26, comme les pompes P23 et P24, fonctionnent en alternance et s'arrêtent à LV12. Le niveau LV10 active un signal d'alarme pour un trop plein. Le niveau LV11 finalement signale un volume suffisant d'eau en bassin V16 et donne le consentement pour le démarrage des opérations. Les hauteurs sont réglées manuellement en phase de démarrage de la station. Les pompes P23, P24 et P25, P26 ont chacune une ligne de refoulement indépendante et alimentent respectivement un collecteur en AISI 304 DN 100 et AISI 304 DN 80. Chaque ligne est dotée de : soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes, soupape de réglage manuel avec lecture de la portée en FL6 (pour le contre-lavage du filtre) et manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes.

2.4.7. Traitement des boues :

2.4.7.1. Épaississement (V14) :

La boue provenant du bassin V5 au moyen des pompes P8 et P9 sont épaissies et cumulées sur le fond, où des râteliers du pont roulant CP4 l'envoient dans le puisard central pour l'évacuation. L'eau qui se cumule en surface glisse et retourne en bassin V7. La section est complétée avec un point d'eau de réseau de service z254 et un dosage temporisé de la chaux à l'aide de la soupape à manchon normalement fermée EV4 qui exerce une double action :

- Inhibition (ralentissement ou arrêt) de la vie des bactéries et des micro-organismes en général et même des parasites particulièrement résistants (effet relié au pH alcalin). Par conséquent ils diminuent sensiblement les fermentations biologiques dans la boue et ça n'engendrent pas d'odeurs gênantes. Le mouvement rotatoire du pont roulant permet un mélange partiel qui est optimisé par les durées de contact en bassin.
- Économie de la poly-électrolyte cationique qui, en absence de la chaux, avant d'exercer sa fonction coagulante et floculant réagit avec les bicarbonates présents dans la boue. La chaux par contre favorise la précipitation des bicarbonates comme CaCO_3 .

La boue épaissie sur le fond du bassin V14 est prélevée en continu des pompes P16 et P17 installées dans la salle de commande S1 et commandées par des logiques de fonctionnement de la presse à ruban. Sur le collecteur en AISI 304 DN 80 sont prévus les deux espacements pour les pompes chacune interceptées par les soupapes manuelles z261, z264. Le refoulement des deux pompes se raccorde sur un collecteur unique en AISI 304 DN 65 qui alimentent la presse à ruban.

En entrée sur le collecteur et en amont des pompes, l'afflux à réglage manuel est effectué par la soupape d'eau de réseau z260 pour l'éventuel nettoyage des pompes en cas d'entretien. L'eau de lavage est envoyée à la presse à ruban.

La soupape z259 permet de vider presque entièrement l'épaississeur pendant que les soupapes z263 et z266 permettent de vider la tuyauterie de refoulement des pompes. Le collecteur en AISI 304 DN 65 de refoulement est installé avec une pente 3% pour éviter la stagnation de la boue sur le fond et permettre le nettoyage de la section d'écoulement. La pente est beaucoup plus accentuée parce que le collecteur de transfère de boue épaissie avec une densité significative.

Avant d'arriver à la presse à ruban, la boue épaissie est conditionnée avec la poly-électrolyte cationique à haute densité dans le mélangeur statique MS3. Le groupe de préparation de la poly-électrolyte est constitué de deux bassins de réaction fonctionnant en série, chacun d'eux est doté d'agitateur lent 160 (rpm), qui permettent la dilution progressive du produit.

L'afflux d'eau de réseau nécessaire pour la dilution du produit est activé à partir du régulateur de niveau minimum RL4 (fonctionnant même comme un bloc de niveau minimum de sécurité des pompes P19 et P20). Il commande l'ouverture de l'électrovalve XP5. L'eau de dilution est divisée en deux lignes à travers la régulation manuelle des soupapes z269 et z270 posées en amont des fluxmètres FL3 et FL4.

La première ligne alimente la pompe P18 qui aspire la poly-électrolyte par dépression. La quantité de produit aspiré est réglable grâce au dé gradué posé à l'extrémité inférieure. Le mélange se produit dans le mélangeur statique MS2.

Après la première dilution, le produit glisse dans le bassin suivant où se complète la préparation avec l'utilisation de la seconde ligne d'eau de réseau et selon les proportions prévues en phase de démarrage.

En fin, les soupapes manuelles suivantes sont installées : la soupape z271 pour le déchargement total du premier bassin en cas d'entretien, la soupape z272 pour le déchargement total du second bassin en cas d'entretien, la soupape z273 pour l'aspiration des pompes ainsi que le régulateur de niveau RL3 qui ferme l'électrovalve XP5 en cas de trop plein pour des raisons de sécurité.

La poly-électrolyte produite à concentration contrôlée est prélevée en continu des pompes P19 et P20 fonctionnant en continu. Sur le collecteur en AISI 304 DN 50 sont prévus les deux espacements pour les pompes chacune d'elle interceptée par les soupapes manuelles suivantes : z274, z277. Le refoulement des deux pompes se raccorde sur un collecteur unique en AISI 304 DN 50 qui alimente la presse à ruban.

Sur le collecteur à l'avant des pompes il est prévu l'afflux à réglage manuel par soupape z280 d'eau de réseau pour le nettoyage des pompes, l'eau de lavage est envoyée à la presse à ruban. Les soupapes z275 et z278 permettent de vider la tuyauterie de refoulement des pompes. Il est prévu le dosage

complémentaire de poly-électrolyte anionique en tête et en queue du mélangeur MS3 à l'aide des deux soupapes manuelles z297 et z298.

2.4.7.2. Déshydratation (NP1) :

La boue conditionnée entre dans le blutoir B1 où il subit un mélange plus intense et une première déshydratation partielle, ensuite elle arrive sur les rubans de la NP1 qui en exerçant une pression réduisent le pourcentage d'eau présent. L'eau est recueillie et éloignée au bassin V7, la boue déshydratée est stockée dans des caissons pour l'évacuation suivante.

Le fonctionnement de la presse à ruban est en continu, établi sur des cycles et elle est subordonnée à trois consentements positifs : La présence d'eau en bassin V16, la présence d'air à haute pression provenant du compresseur SC1 et évidemment le fonctionnement des pompes P16 et P17.

En effet pour éviter l'obturation de la toile de la presse a ruban ou la formation de résidus après la compression, il est prévu le lavage continu de la toile avec de l'eau filtrée et stockée en V16.

En outre pour garantir la tension optimale de la toile il est prévu l'ouverture de l'électrovalve XP7 et la vérification successive de la pression au moyen de la PD1.

2.5 Conclusion :

Ce chapitre est divisé en deux grande parties, dans la première nous avons présenté la maïserie de Maghnia TAFNA, ainsi que les différents produits fabriqués dans ses ateliers. Nous avons commencé par donner une fiche d'identification de cette filiale qui appartient au groupe MITIDJA HOLDING, ensuite nous avons exposé dans un organigramme l'organisation générale de la maïserie. Par la suite nous avons présenté les fiches techniques des différents produits que fabrique cette usine, nous avons commencé par l'amidon de maïs, puis le sirop de glucose après nous avons donné les caractéristiques des produits dérivés du maïs destiné à l'alimentation animale. Ensuite nous avons présenté les processus de fabrication de l'amidon, de la dextrine et du glucose. La seconde partie est réservée à la présentation du fonctionnement de la station d'épuration (STEP), tout d'abord nous avons montré le fonctionnement général de la STEP dans un organigramme, puis nous parlé en détail du fonctionnement de toutes les stations qui compose la STEP. Ce chapitre va nous permettre d'entamé le chapitre suivant qui sera consacré à la modélisation et la simulation des automatismes de la STEP.

3.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons présenter tous les bassins et les stations de la STEP (Station d'épuration). Pour chaque station ou bassin on va donner son fonctionnement puis on va présenter les différents appareils et accessoires duquel il est composé, en troisième partie nous allons donner les tableaux des variables (entrée et sortie) ou (capteurs et actionneurs) de chaque station, dans ce tableau on va décrire le nom de la variable, son opérande (adresse matérielle) et sa description. En fin de chaque station ou bassin on va présenter sa modélisation en langage graphique grafcet en théorie ainsi que son modèle grafcet tel que nous l'avons programmé et simulé avec le langage de programmation grafcet du logiciel Simatic Manager STEP7 de Siemens.

3.2. Degrillage : [23]

3.2.1. Fonctionnement :

- L'eau résiduaire entrée à travers la vanne PT1 qui a été commandée manuellement dans le canal de grillage CG1
- Le canal de grillage CG1 traverse la grille GA1 pour la séparation éventuelle des corps solides grossiers présents dans les rejets ayant des dimensions caractéristiques supérieures à l'espace entre les barres de la grille
- Dans le cas d'entretien de CG1 en baissant la vanne manuelle PT1 et en levant la vanne PT2, de cette manière l'eau entrera dans le canal by-pass et traversera la grille GG1
- La grille GG1 est à nettoyage manuel
- La grille GA1 est à nettoyage automatique
- Les impuretés sont envoyées dans le caisson de récupération **CS1a**, **CS1b**
- L'opérateur doit contrôler périodiquement le niveau des impuretés dans le caisson de récupération et prévoir si nécessaire sa vidange.
- **z299** un point d'eau réseau de service pour les opérations de nettoyage et de manutention
- Après le dégrillage, Les impuretés découlent par la gravité dans le bassin **V1**.

3.2.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Une vanne (**PT1**) d'interception **manuelle**, bidirectionnel
- Une grille automatique (**GA1**) à barre avec peigne nettoyeur à insertion à contre-courant de la rotation continue, moto réducteur (**MR1**), peigne, renvois et couronnes
- Un tableau local de commande **GA1** (1QK1.1)
- Une vanne (**PT2**) d'interception **manuelle**, bidirectionnel
- Une grille **manuelle** (**GG1**) à barre de by-pass.

3.2.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variable	Opérande	Description
MR1 en marche	E 16.0	Dégrilleur MR1 en marche capteur
MR1(GA1)	A 32.0	Actionneur (moto réducteur) pour le dégrillage
Déclenchement de protection MR1	E 16.1	Pas de déclenchement permet de démarrer MR1 capteur
DV1	A 43.0	Déchargement ou vidange en v1 bassin de balancement actionneur
PT1, PT2		vanne (PT1, PT2) d'interception manuelle , bidirectionnel actionneur manuel
GG1		la grille GG1 actionneur manuel
l'eau résiduaire	E 125.5	l'eau de Process

Tableau 3.1 Table des mnémoniques du dégrillage.

3.2.4. Graficets du dégrillage :

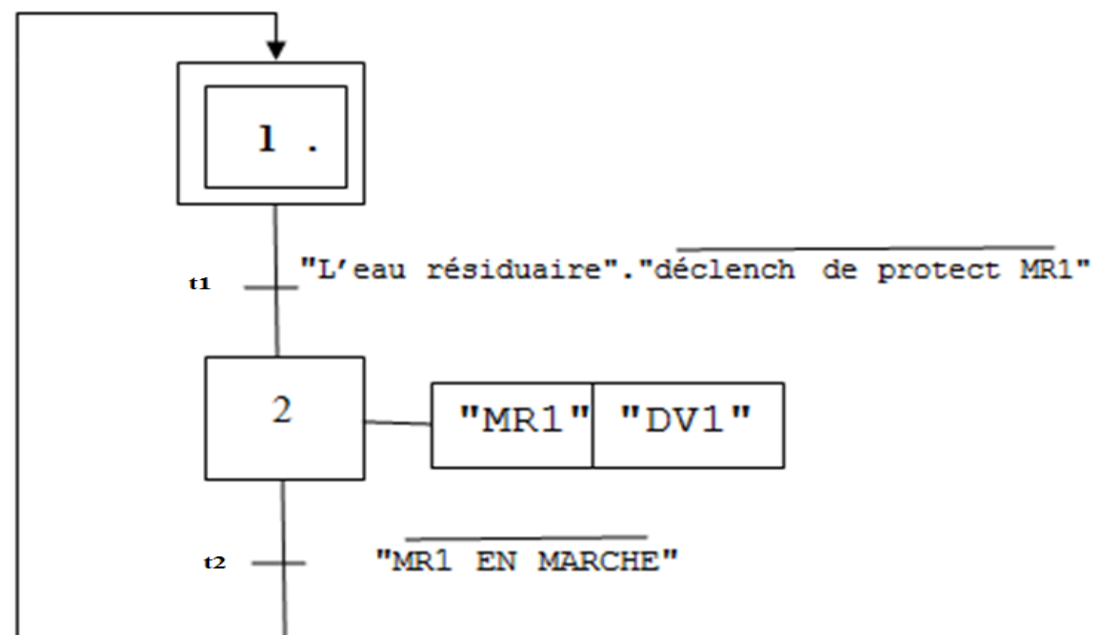


Figure 3.1 (a) : Graficet du dégrillage.

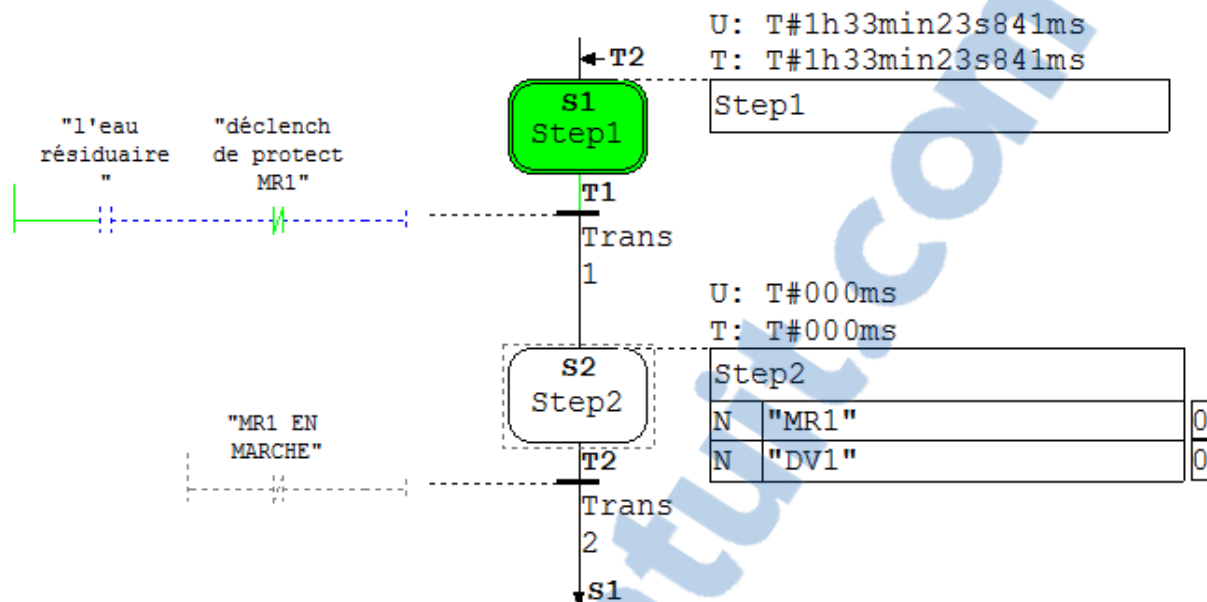


Figure 3.1 (b) : Grafcet du dégrillage.

3.3. Bassin de balancement (V1) :

3.3.1. Fonctionnement :

- Le rejet en entrée présente un pH variable entre 4 et 5.
- Au niveau de ce bassin il se produit l'égalisation hydraulique, l'agitation et l'homogénéisation des caractéristiques du rejet en utilisant deux mélangeurs submersibles **MX1** et **MX2** pour éviter la sédimentation sur le fond et aussi permet une aération et turbulence partielle
- Le régulateur de niveau à pression **LP1** est installé pour détecter le niveau minimum
- Le régulateur de niveau à flotteur **LV1** donne un signal d'alarme pour le déchargement de l'excès dans le canal de dérivation **V17**
- Un mesureur de débit **MP1** et une soupape motorisée **VM1** ont été installé pour stabiliser le débit en entrée au traitement chimico-physique
- Les pompes **P1** et **P2** qui envoient le rejet dans le bassin **V2** fonctionnent en continu et en alterné, elles s'arrêtent pour un niveau minimum **LP1**.
- Chaque pompe a une ligne d'évacuation indépendante dotée de soupape de non-retour **V1**, manomètre, soupape de retour en bassin, soupape de régulation manuelle
- Lorsque le niveau en bassin **V1** s'élève, la portée des pompes relevée de **MP1** augmente (la prédominance est inférieure)
- **MP1** contrôle et règle la fermeture proportionnelle de la soupape **VM1** jusqu'à stabiliser la portée.

3.3.2. Groupe de dosage produit anti-mousse (CH4/F3) :

- Le dosage sera établi pendant le démarrage de la station et devra être modifié en rapport avec la présence d'écumes
- Le produit anti-mousse (**CH4/F3**) est dosé en bassin **V1**
- La pompe de dosage **P27** est à fonctionnement hydraulique, elle est actionnée par la force motrice de l'eau de dilution qui provient du réseau
- L'eau de dilution arrive à la pompe **P27** qui pour dépression aspire le produit anti-mousse
- La quantité de produit aspiré est réglable au moyen de dé gradué positionné à l'extrémité inférieure
- L'afflux est à double régulation par une électrovalve **XP6** et une soupape manuelle **z293**
- L'ouverture de l'électrovalve **XP6** est commandée par bouton sur le tableau électrique général
- La soupape **z293** positionnée en entrée permet de régler la portée avec le secours du fluxmètre **FL7**
- Le réducteur de pression **RD5** stabilise la pression dans la gamme de travail
- Le produit anti-mousse est mélangé avec l'eau de réseau en **MS4** et à travers une tuyauterie arrive en bassin **V1**.

3.3.3. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Deux mélangeur submersible (MX1-MX2) avec hélice a 2 pales directement accouplés au moteur
- Deux pompes submersibles (P1-P2), composées de fixation rapide et tube de guidage
- Une vanne a papillon motorisé (VM1)
- Un mesureur de débit a induction électromagnétique (MP1) pour conduit en pression DN65
- Un programmeur pour le mesureur de débit
- Un tableau électrique local pour MP1 (1QK1.2)
- Un régulateur de niveau électronique piézométrique (LP1)
- Un Flotteur a poire de sécurité (LV1)
- Un groupe de dosage du produit anti-mousse (CH4/F3)
- Une pompe de dosage volumétrique (P27) actionné à eau, en PE

3.3.4. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variable	Opérande	Description
MX1	A 32.1	Mélangeur submersible actionneur
MX2	A 32.2	Mélangeur submersible actionneur

Mixer MX1 en marche	E 16.2	Capteur détecte MX1 en marche
LV1 alarme max niveau V1	E 8.6	LV1 alarme max niveau V1 le régulateur de niveau à flotteur LV1 donne un signal d'alarme pour le déchargement de l'excès dans le canal de dérivation V17 capteur
Déclenchement de protection MX1	E 16.3	Pas de déclenchement de protection permet de démarrer MX1 capteur
Déclenchement de protection MX2	E 16.5	Pas de déclenchement de protection permet de démarrer MX2 capteur
Déclenchement de protection P1	E 16.7	Pas de déclenchement de protection permet de démarrer P1 capteur
Déclenchement de protection P2	E 17.1	Pas de déclenchement de protection permet de démarrer P2 capteur
Senseur thermique MX1	E 10.6	Senseur thermique permet de démarrer MX1 capteur
Senseur thermique MX2	E 10.7	Senseur thermique permet de démarrer MX2 capteur
Senseur thermique P1	E 11.0	Senseur thermique permet de démarrer P1 capteur
Senseur thermique P2	E 11.1	senseur thermique permet de démarrer P2 capteur
Mesure LP1active	E 125.0	régulateur de niveau à pression (électronique piézométrique) bloc niveau min
P27 (xp6 anti mousse CH4)	A 32.3	Actionneur (pompe de dosage volumétrique actionné à l'eau) La pompe de dosage P27 est à fonctionnement hydraulique, elle est actionnée par la force motrice de l'eau de dilution qui provient du réseau.

		L'eau de dilution arrive à la pompe P27 qui pour dépression aspire le produit anti-mousse actionneur
XP6(CH4)	A 33.2	Vanne XP6 L'ouverture de l'électrovalve XP6 est commandée par bouton sur le tableau électrique général actionneur
P2 en marche	E 17.0	Capteur détecte la pompe P2 en marche
P1 en marche	E 16.6	Capteur détecte la pompe P1 en marche
mixer MX2 en marche	E 16.4	Capteur détecte MX2 en marche
RL3 niveau minCH4	E 8.2	RL3 niveau minimum dilution CH4
RL4 niveau charge CH4	E 8.3	RL4 niveau charge dilution CH4
DV17	A 125.7	Déchargement ou vidange en v17 actionneur

Tableau 3.2 : Table des mnémoniques du bassin V1.

3.3.5. Grafcets du bassin V1 :

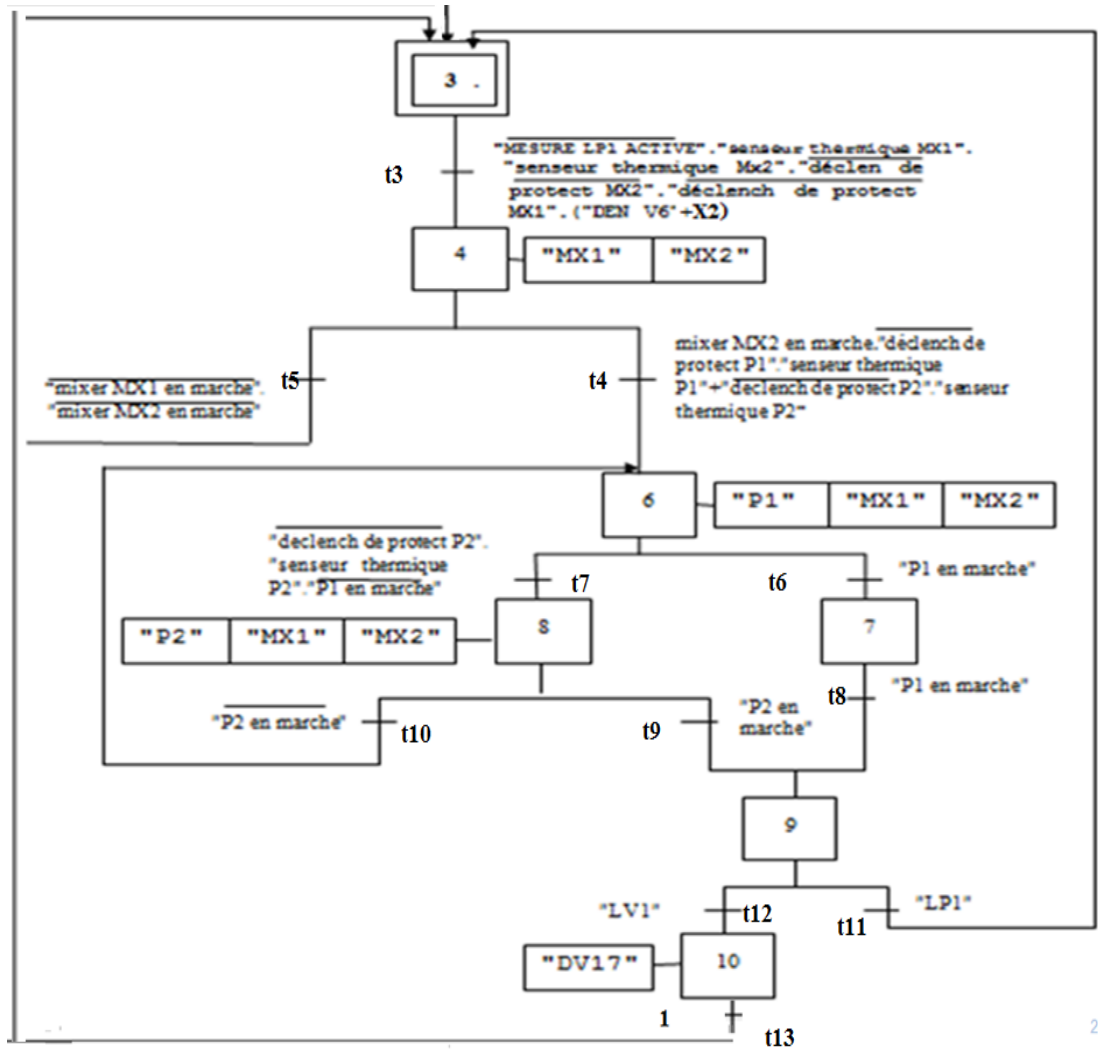


Figure 3.2 (a) : Grafcet du bassin V1.

Bassin V1 de balancement

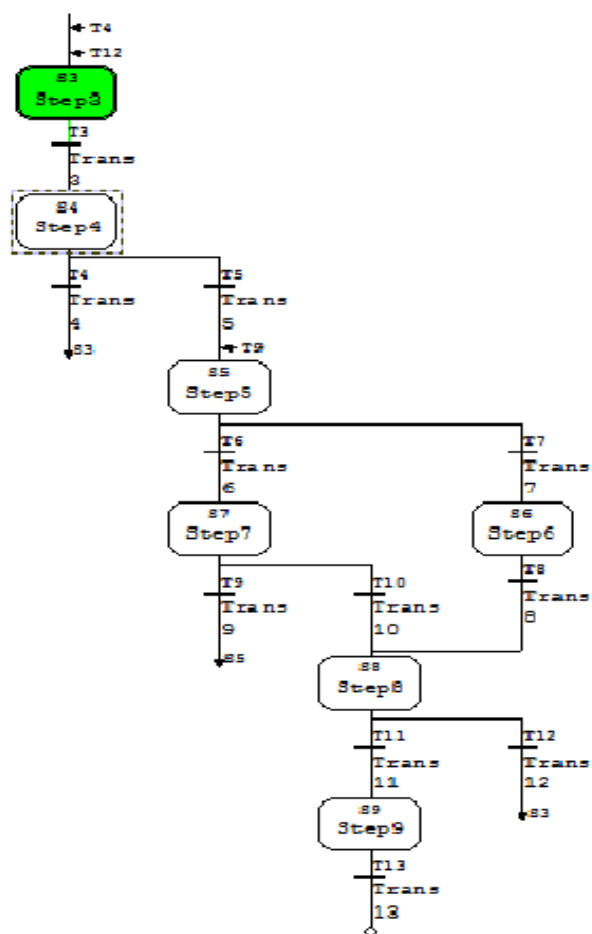


Figure 3.2 (b) : Grafcet du bassin V1.

3.3.6. Grafjets du groupe de dosage de produit anti mousse CH4 :

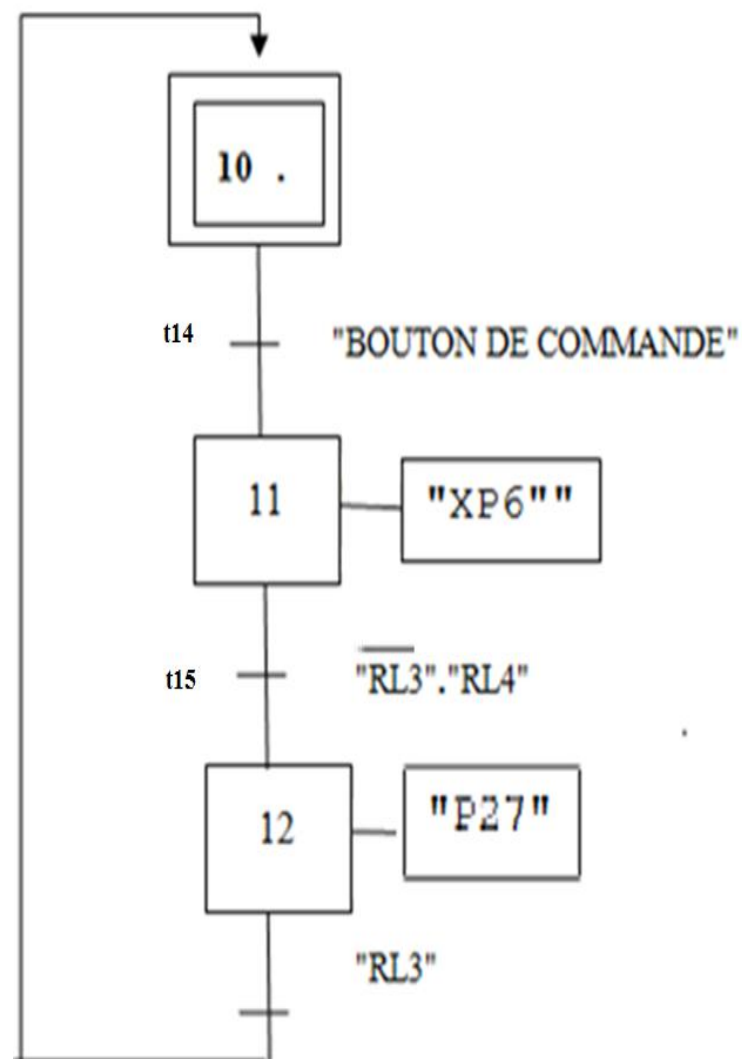


Figure 3.3 (a) : Grafjet du groupe de dosage de produit anti mousse CH4.

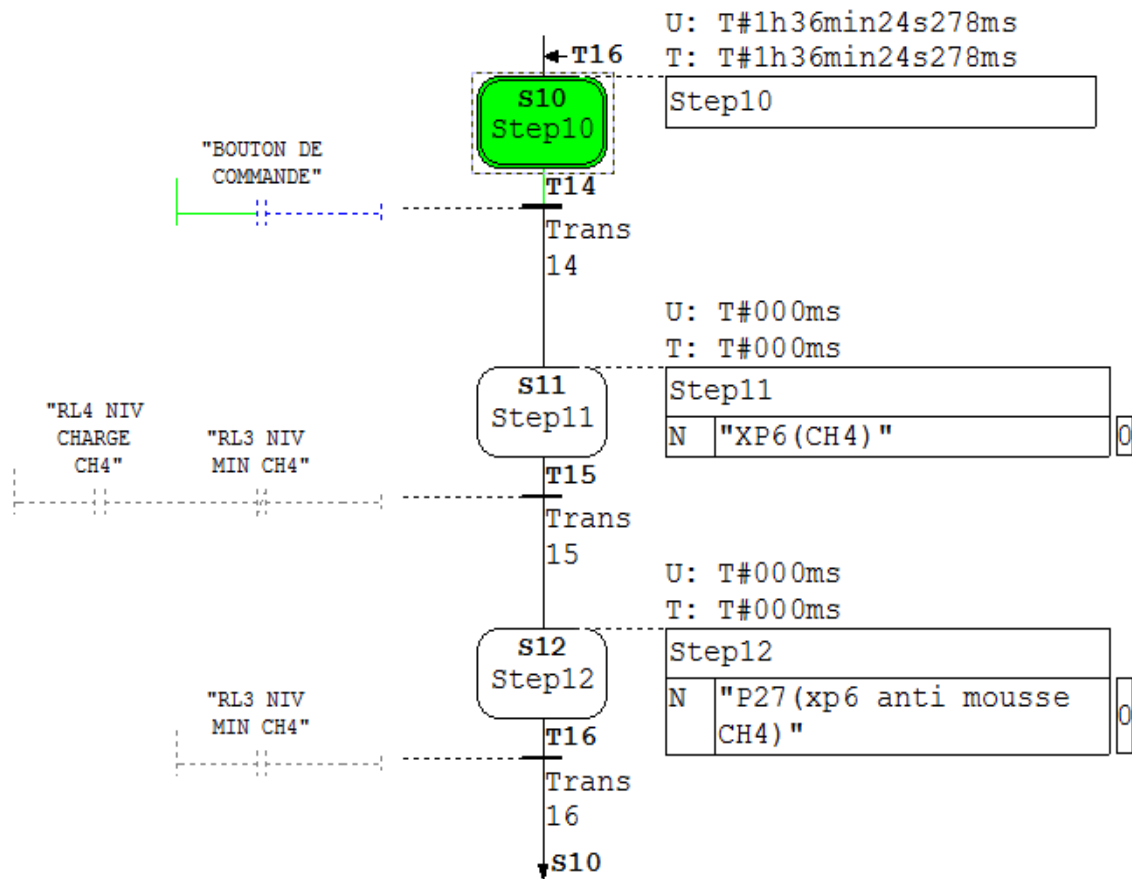


Figure 3.3 (b) : Grafcet du groupe de dosage de produit anti mousse CH4.

3.4. Bassin d'évacuation (V17) :

3.4.1. Fonctionnement :

- Un by-pass général de la station
- Ramasse soit les eaux épurées avant le déchargement final, soit le trop plein de bassin **V1**
- Le trop plein de **V1** en cas de dommage des pompes de relevage ou de dysfonctionnement pour éviter l'inondation de la station.

3.5. Bassin de neutralisation/coagulation (V2) :

3.5.1. Fonctionnement :

- À l'intérieur du bassin de ce bassin est installé un agitateur lent **AG1**
- L'eau d'entrée conditionné avec le lait de chaux dont le dosage est effectué automatiquement sur la base de la valeur remarquée du PH mètre **PH1**
- Il est nécessaire pendant l'exercice d'utiliser l'eau portable ou l'eau de rejet si le pH n'est pas corrigé

- Lait de chaux permet de régler le pH et stabiliser le rejet en créant les conditions de pH idéal pour le traitement biologique successif.
- Le lait de chaux arrive au bassin en mode continu et avec un débit constant à travers la valve à manchon **EV1** normalement ouverte commandé par **PH1**
- Pas prévu de bloc de niveau minimum
- **z36** un point d'eau de réseau de service.
- L'eau accumulée glisse dans le bassin **V3** à travers un déflecteur.

3.5.2. Groupe de dosage de la chaux (CH1) :

- La chaux est préparée en bassin **CH1** à travers l'afflux d'eau de réseau
- **AG3** et **AG8** deux agitateurs qui fonctionnent en continu et s'arrêtent avec le bloc de niveau minimum **LU1**.
- **P3** et **P4** deux pompes s'arrêtent avec le bloc de niveau minimum **LU1**
- **LU1** Signal d'alarme pour niveau insuffisant du lait de chaux
- En désactivant l'alarme l'opérateur donne l'accord, pour l'afflux de l'eau de réseau au moyen de l'électrovalve **XP1**
- **XP1** composée de by-pass de sécurité constitué de : Trois soupapes manuelles **z18**, **z19** et **z20**, bloc de charge maximum et de fermeture soupape **XP1** et pré-alarme pour trop plein.
- Les hauteurs des régulateurs de niveau seront tarées en phase de démarrage de la station
- Un régulateur de niveau à flotteur de sécurité **LV6** et régulateur de niveau à tiges **RL5** installées dans la vanne pompe **P3** et **P4**
- **RL5** positionné à une hauteur proche à la hauteur d'exercice est en sécurité se qui permet de signaler les pannes.
- Les pompes **P3** et **P4** aspirent le lait de chaux et l'envoient en continu et en alterné au circuit fermé
- Le lait de chaux revient en bassin **CH1** en complétant son circuit dans le cas où : (La soupape **EV1** est fermée parce que le pH en bassin **V2** ne nécessite pas de correction, la soupape **EV4** était fermée pour une alternance temporisée par son fonctionnement, et la soupape manuelle était fermée parce que l'opérateur n'a pas retenu nécessaire de doser le lait de chaux en bassin **V7**)
- Chaque ligne des pompes est dotée de soupape de non-retour, de la soupape de régulation manuelle et du manomètre
- Les soupapes **z12** et **z16** permettent de vider et/ou charger la tuyauterie du refoulement des pompes en cas d'entretien
- Les deux électrovalves **XP2** et **XP3** s'ouvrent automatiquement en permettant l'afflux de l'eau
- Les deux lignes séparées sont dotées de soupape manuelle d'interception et réducteur de pression
- L'eau de fluxage est envoyée en bassin **V6**.

3.5.3. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Un Agitateur (AG1) composé d'axe et hélice complet de moteur et réducteur et d'étrier porte-agitateur
- Une Ligne de mesure pH (PH1) composé de sonde a immersion électrode
- Un Programmeur pour PH1, OD1, OD2 (1QK1.3)
- Un groupe de Préparation et dosage de la chaux (CH1) :
 - Un régulateur de niveau a ultrasons (LU1)
 - Un programmeur pour LU1 (1QK1.6)
 - Un flotteur a poire de sécurité (LV6)
 - Deux agitateurs (AG3-AG8) Agitateur composé d'axe et hélice complet de moteur et réducteur et d'étrier porte-agitateurs
 - Un tableau de commandes locales agitateur AG3-AG8 (1QK1.8)
 - Deux Pompes centrifuge horizontales (P3-P4) (roue arriérée, tenu double opposé fluxé)
 - Deux soft Start de démarrage (SS1-SS2)
 - Un tableau de commande locale pompe P3-P4 (1QK1.9)
 - Un Niveau pompe de sentine tipe conductimètre (RL5).

3.5.4. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
Agitateur AG1	A 32.6	Agitateur (bassin v2 de coagulation) actionneur
Pompe P4(CH1_xp3)	A 33.5	pompe submersible actionneur
Pompe P3 (xp2)	A 33.3	pompe submersible actionneur
Agitateur AG3(CH1)	A 33.0	Agitateur (actionneur) AG3 s'arrêtent avec le bloc de niveau minimum LU1 .
agitateur AG8	A 33.1	
Agitateur AG1 en marche	E 17.2	Agitateur AG1 en marche capteur
Agitateur AG3 en marche	E 17.6	Agitateur AG3 en marche capteur
Agitateur AG8 en marche	E 18.0	Agitateur AG8 en marche capteur
démarrage charge eau CH1	E 31.1	Capteur détecte la charge d'eau en CH1 bassin de préparation de produit anti mousse capteur

P3 en marche	E 18.2	Capteur détecte pompe P3rn marche capteur
P4 en marche	E 18.6	capteur détecte pompe P4rn marche capteur
Mesure PH1, OD1, OD2 active	E 124.7	ligne de mesure PH (PH mètre), ligne de mesure d'oxygène sonde à immersion électrode capteur
RL5	E 8.5	Niveau pompe Régulateur de niveau à tiges RL5 installées dans la vanne pompe P3 et P4 RL5 permet de signaler les pannes.
Déclenchement de protection AG1	E 17.3	pas de déclenchement de protection AG1pour le démarrer capteur
Déclenchement de protection P3	E 18.3	pas de déclenchement de protection P3pour le démarrer capteur
Déclenchement de protection P4	E 18.7	pas de déclenchement de protection P4pour le démarrer capteur
Déclenchement de protection AG3	E 17.7	pas de déclenchement de protection AG3pour le démarrer capteur
Déclenchement de protection AG8	E 18.1	pas de déclenchement de protection AG8pour le démarrer capteur
LU1	E 125.1	Régulateur de niveau à flotteur (flotteur à poire de sécurité) LU1 Signal d'alarme pour niveau insuffisant du lait de chaux
RIL EV1	A 25.0	Régulateur d'électrovanne EV1 actionneur
Vanne EV1	A 34.0	Vanne EV1 actionneur
LV6	E 9.3	Un régulateur de niveau à flotteur de sécurité LV6
XP1(CH1)	A 3.3	Vanne XP1 actionneur
RIL EV4		Régulateur d'électrovanne EV4 actionneur
Mesure MP1 active	E 124.5	Capteur détecte le mesureur de débit MP1 active capteur

Comptage totalisation MP1	E 124.6	Capteur
vanne VM1 active	E 124.4	Capteur détecte la vanne a papillon motorisé (VM1) Ouvert ou fermer capteur
PH1	E 126.1	PH mètre capteur permet de commandé l'ouverture ou la fermeture de la vanne EV1 capteur
DV3	A 127.0	Déchargement ou vidange en V3 bassin de coagulation et neutralisation actionneur

Tableau 3.3 : Table des mnémoniques du bassin V2.

3.5.5. Grafets du bassin V2 :

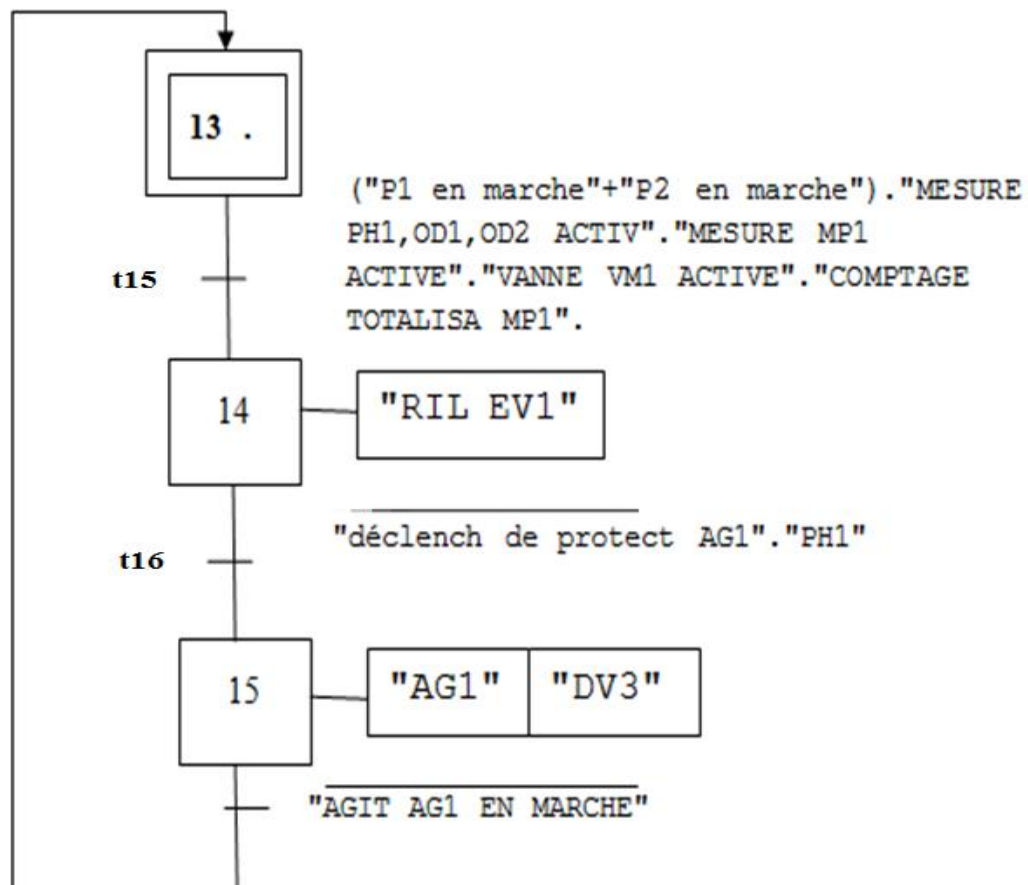


Figure 3.4 (a) : Grafet du bassin V2.

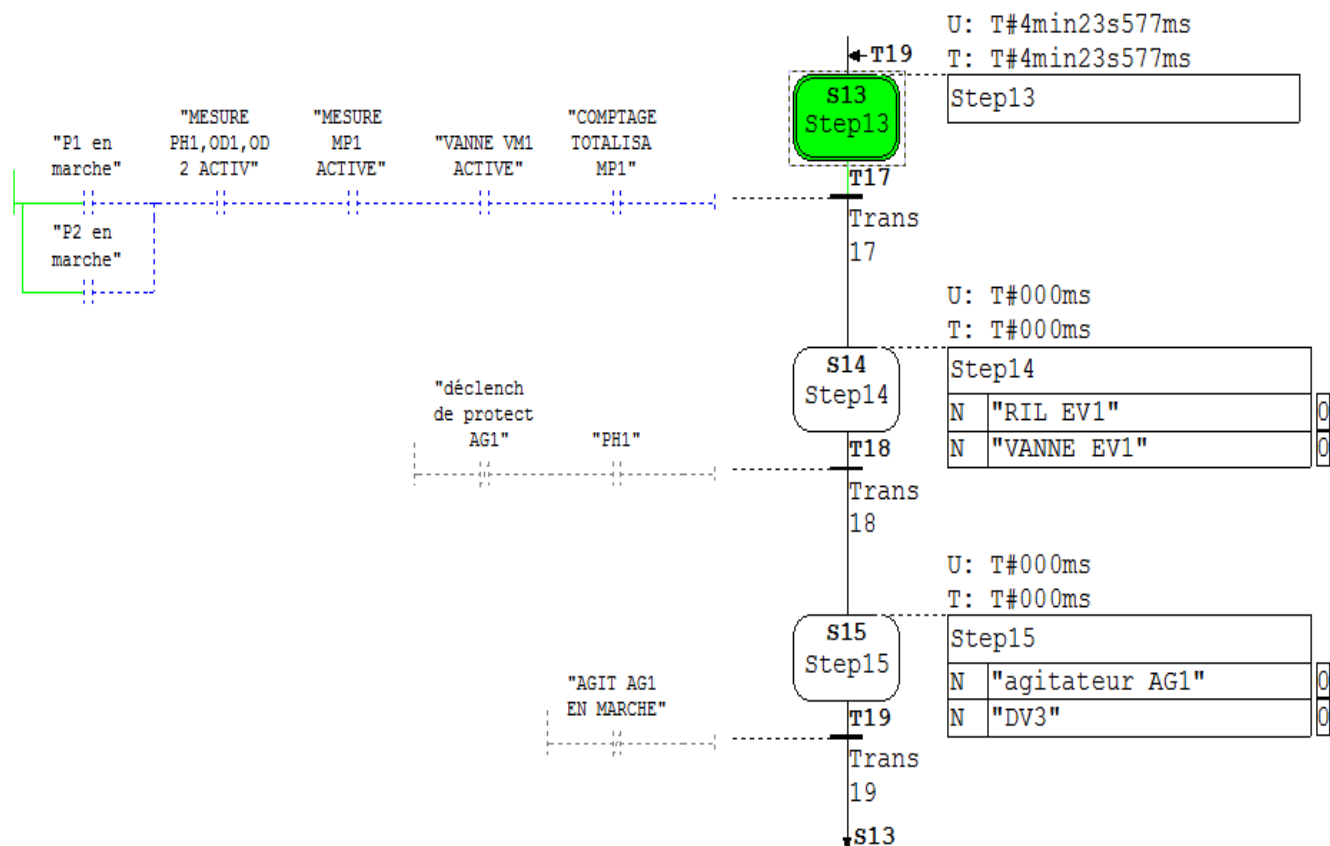
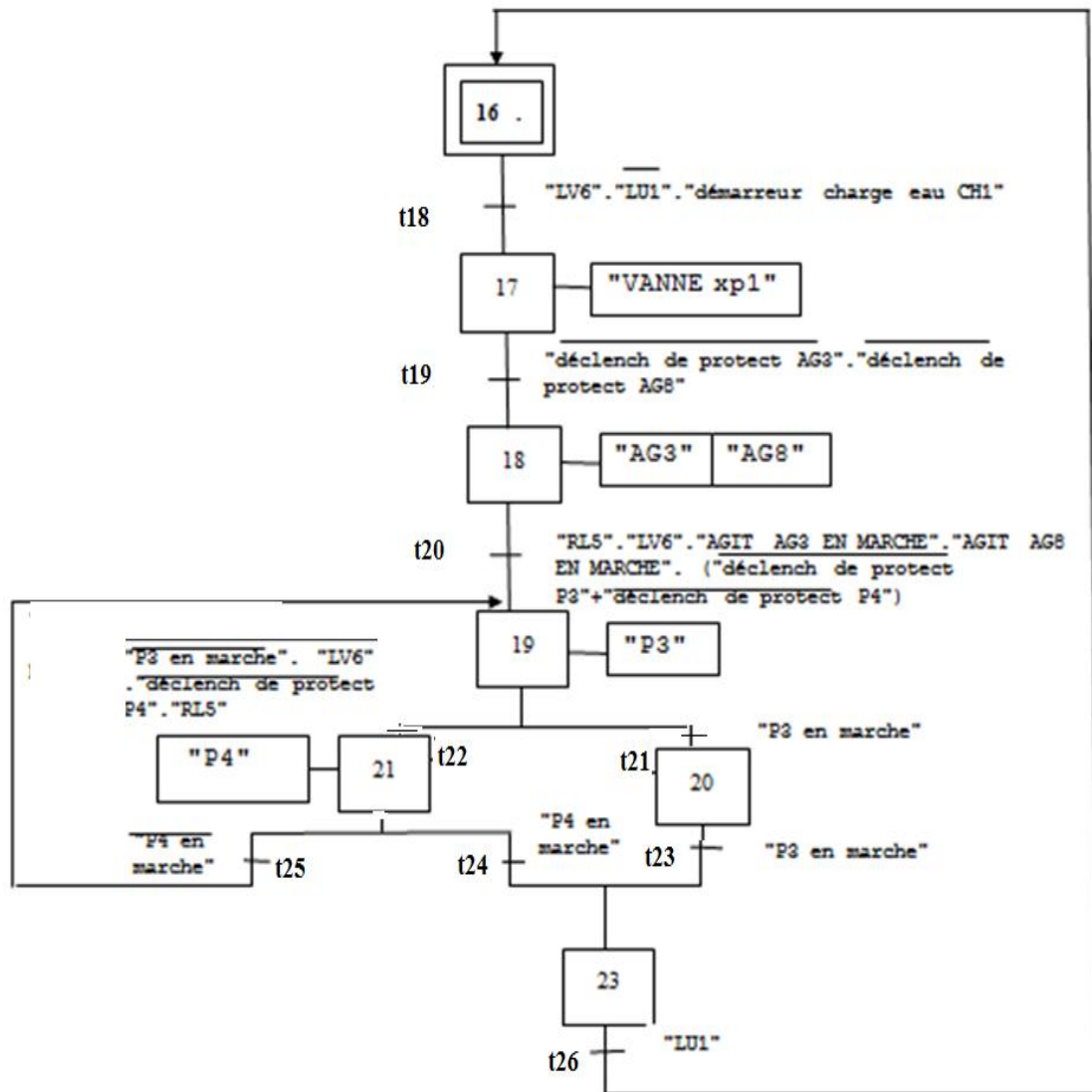


Figure 3.4 (b) : Grafcet du bassin V2.

3.5.6. Graficets du groupe de dosage de la chaux CH1 :



28

Figure 3.5 (a) : Graficet du groupe de dosage de la chaux CH1.

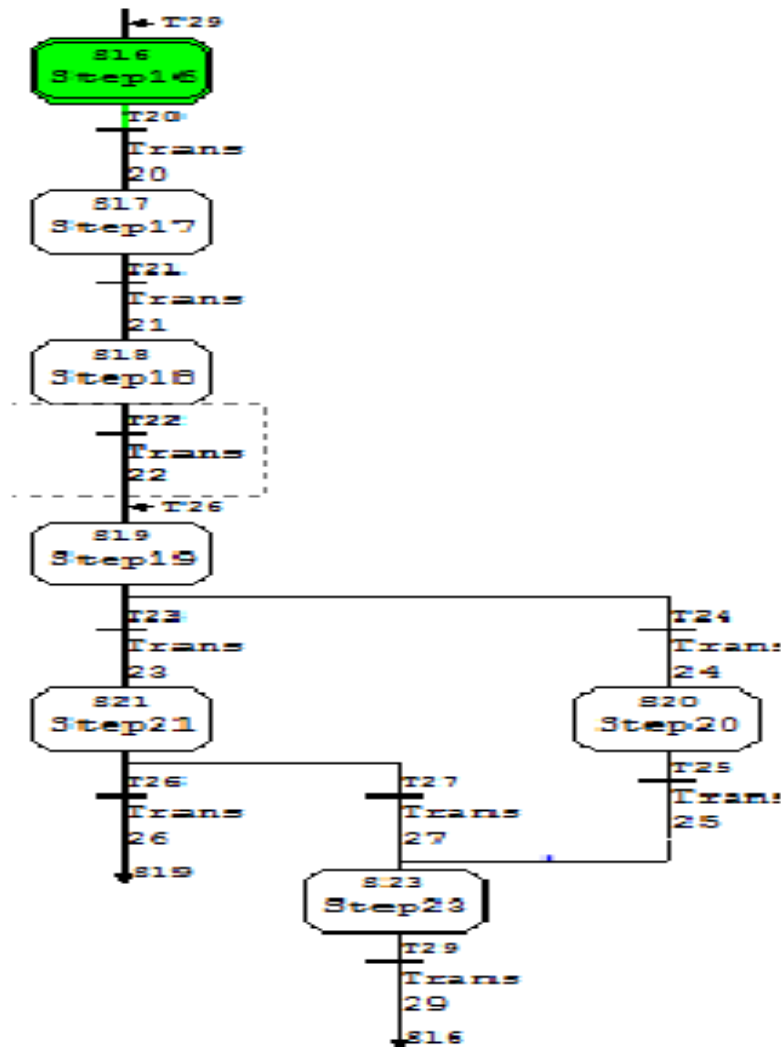


Figure 3.5 (b) : Grafcet du groupe de dosage de la chaux CH1.

3.6. Bassin de floculation (V3) :

3.6.1. Fonctionnement :

- L'eau en entrée est conditionnée avec un poly-électrolyte anionique qui permet la coagulation et la floculation des flocons de boue en formation
- Le poly-électrolyte arrive en bassin en mode continu
- Un point d'eau de réseau de service z36
- Le bassin n'est pas prévu de bloc de niveau minimum
- L'eau accumulée glisse dans le bassin V4 à travers un déflecteur.
- On a un agitateur dans le bassin V3.

3.6.2. Groupe de dosage poly-électrolyte anionique (CH2) :

- Le groupe de préparation du poly-électrolyte est constitué de deux bassins de réaction fonctionnant en série.

- L'eau de rejet est conditionnée avec un poly-électrolyte anionique à haute densité dans le bassin **V3**
- Chaque bassin est doté d'agitateur lent qui permet la dilution progressive du produit
- L'eau de réseau est nécessaire pour la dilution du produit est activé du régulateur du niveau minimum **RL2**
- **RL2** et l'eau de réseau fonctionnant comme bloc de niveau minimum à sécurité des pompes **P6** et **P7**
- **RL2** commande l'ouverture de l'électrovalve **XP4**.
- L'eau de dilution est divisée en deux lignes au moyen de la régulation manuelle des soupapes **z22** et **z23** positionnées en entrée des fluxmètres **FL1** et **FL2**.
- Une ligne alimente la pompe **P5** qui aspire par dépression le poly-électrolyte.
- La quantité de produit aspiré est réglable grâce à un dé gradué posé à l'extrémité inférieure
- Le mélange se produit dans le mélangeur statique **MS1**
- Après la première dilution le produit glisse dans le bassin suivant avec l'utilisation de la seconde ligne d'eau de réseau et selon les proportions prévues en phase de démarrage.
- Les soupapes manuelles (**z24**, **z25**, **z26**) installées au bout de bassin de réaction
- La soupape manuelle **z24** utilisée pour le déchargement total du premier bassin en cas d'entretien
- La soupape **z25** utilisée pour le déchargement total du second bassin
- La soupape **z26** utilisée pour l'aspiration des pompes **P6** et **P7**
- Le régulateur de niveau **RL1** ferme l'électrovalve **XP4**, en cas de surplus.
- Le poly-électrolyte produite à concentration contrôlée est prélevée par les pompes **P6** et **P7** fonctionnant en continu et en alternés
- Sur le collecteur sont prévus les deux espacements pour les Pompes interceptées par les soupapes manuelles **z27**, **z30**.
- Le refoulement des deux pompes se raccordent sur un collecteur unique alimentent le bassin **V3**.
- En entrée l'afflux à réglage manuel se fait par soupape **z33** d'eau de réseau pour le nettoyage des pompes,
- L'eau de lavage est envoyée en bassin **V3**.
- . Les soupapes **z28** et **z31** permettent de vider la tuyauterie de refoulement des pompes
- Le dosage complémentaire de poly-électrolyte anionique est prévu en tête et en queue au mélangeur **MS3**.

3.6.3. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Un Agitateur (AG2) composé d'un d'axe et Hélice moteur et réducteur et étrier porte-agitateur

- Un tableau de commandes locales agitateurs AG1-AG2 (1QK1.4)
- Un groupe de préparation et dosage de la poly électrolyte (CH2) :
 - Une pompe volumétrique (P5) actionné à eau, en PE
 - Un agitateur (AG4)
 - Un agitateur (AG5)
 - Deux Niveaux (RL1-RL2) de charge et protection sentine pompe/agitateur type conductimètre
 - Un tableau électrique local (1QK1.7) pour le groupe CH2
 - Deux pompes (P6-P7) mono vis horizontale avec moto variateur manuel

3.6.4. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
Agitateur AG2 en marche	E 17.4	capteur détecte AG2 en marche
Agitateur AG4 en marche	E 19.2	capteur détecte AG4 en marche
Agitateur AG5 en marche	E 19.4	capteur détecte AG5 en marche
AG2	A 32.7	agitateur actionneur
Pompe P6 (CH2)	A 34.5	Actionneur pompe P6 mono vise horizontale avec mono variateur manuel actionneur
Agitateur AG4	A 34.2	Agitateur AG4 actionneur
Agitateur AG5	A 34.3	Agitateur AG5 actionneur
P5 (XP4)	A 34.4	agitateur (pompe P5) actionneur
P7 en marche	E 20.0	Capteur détecte P7 en marche capteur
P6 en marche	E 19.6	Capteur détecte P6 en marche capteur
P5 en marche	E 30.7	Capteur détecte P5 en marche capteur
Déclenchement de protection AG4	E 19.3	Pas déclenchement de protection AG4 pour démarrer AG4
Déclenchement de protection AG2	E 17.5	Pas déclenchement de protection AG2 pour démarrer AG2
Déclenchement de protection P6	E 19.7	Pas déclenchement de protection P6 pour démarrer P6

Déclenchement de protection P7	E 20.1	Pas déclenchement de protection P7 pour démarrer P7
P7 (CH2)	A 34.6	Pompe actionneur
RL2	E 8.1	Régulateur du niveau minimum RL2 RL2 commande l'ouverture de l'électrovalve XP4 .
RL1	E 8.0	Régulateur du niveau RL1 ferme l'électrovalve XP4 , en cas de surplus.
dosage CH2 en NP1	E 31.4	Capteur détecte le dosage de poly électrolyte anionique en CH2 capteur
DV4	A 43.2	Déchargement ou vidange en v4 actionneur

Tableau 3.4: Table des mnémoniques du bassin V3.

3.6.5. Graficets de bassin v3 :

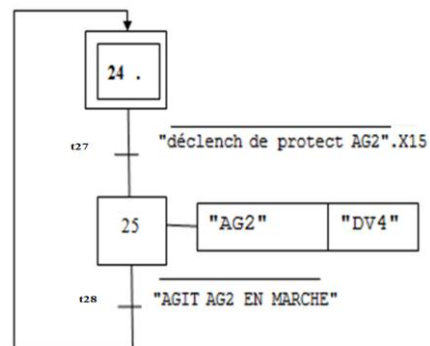


Figure 3.6 (a) : Graficet du bassinV3.

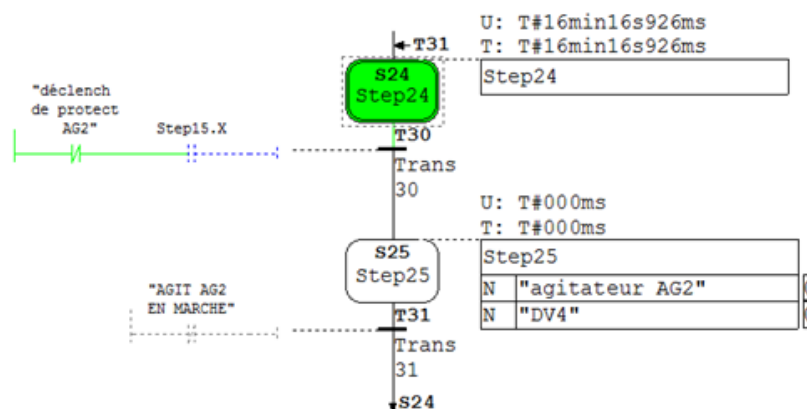
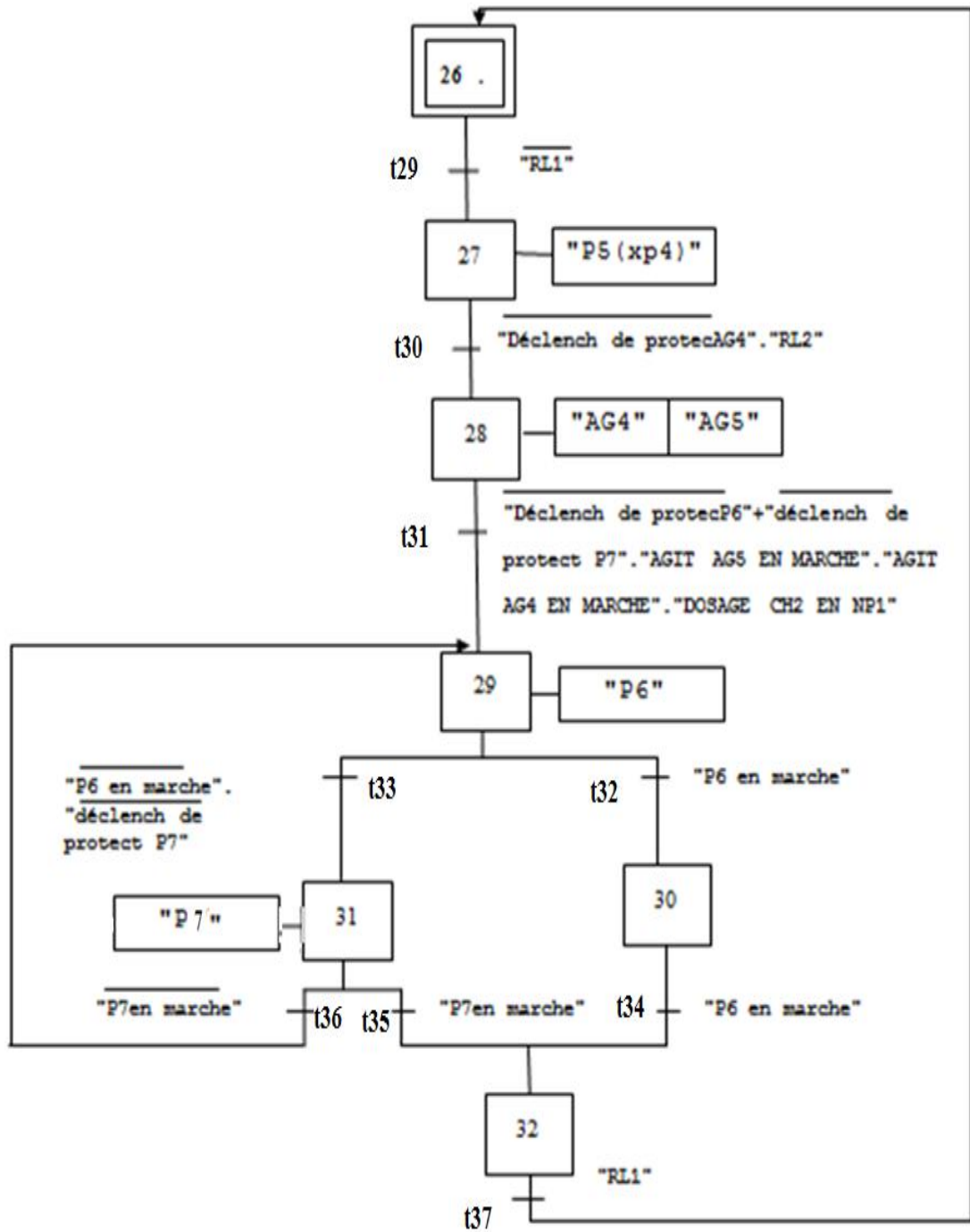


Figure 3.6 (b) : Graficet du bassinV3.

3.6.6. Grafcets du groupe de dosage de poly électrolyte CH2 :



33

Figure 3.7 (a) : Grafcet du groupe de dosage de poly électrolyte CH2.

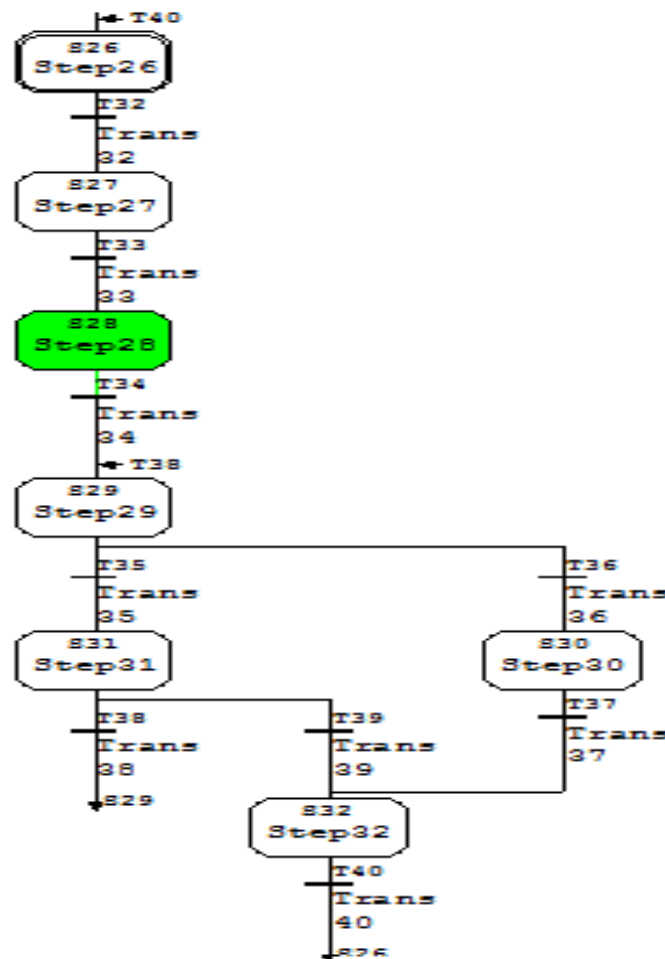


Figure 3.7 (b) : Grafcet du groupe de dosage de poly électrolyte CH2.

3.7. Sédimentateur dynamique (V4) :

3.7.1. Fonctionnement :

- L'eau arrive par gravité dans le sédimentateur **V4**
- La boue s'accumule sur le fond à l'aide de râteau de pont roulant **CP1** qui la traîne dans la fosse centrale d'évacuation
- Le sédimentateur est composé d'un bassin de récupération de mousse et/ou d'un bassin d'émulsion qui sont éloignées et récupérés dans le bassin **V6**
- Il est indispensable de nettoyer périodiquement toute la tuyauterie d'extraction afin d'éviter la formation d'odeurs insupportables
- L'eau clarifier s'écoule dans le bassin **V7** à travers un collecteur
- Le contrôle des différentes parties métalliques est nécessaire, afin de prévenir le phénomène de corrosion.

3.7.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

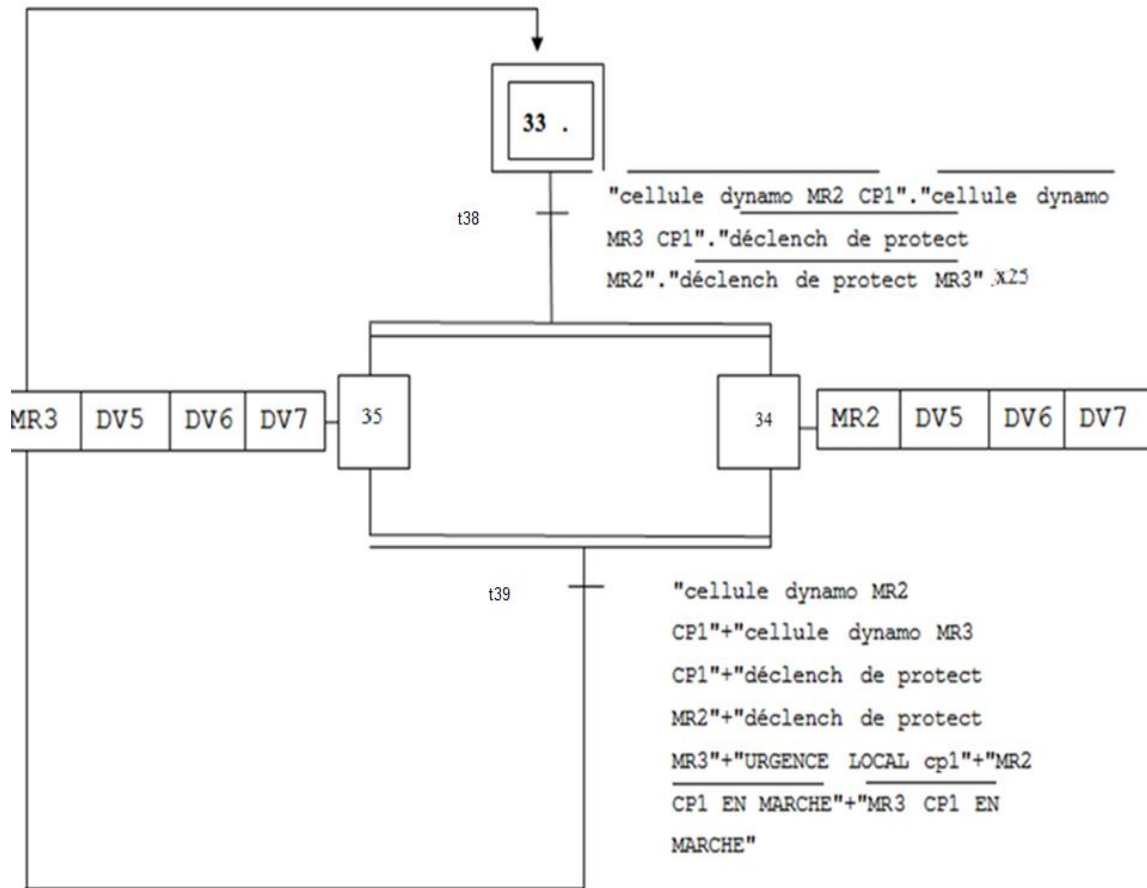
- Un Pont roulant (CP1) à traction périphérique à double pont circulaire composé de motoréducteur (MR2-MR3)
- Un tableau électrique local pour le pont roulant (1QK1.5).

3.7.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variable	Opérande	Description
MR2 CP1 en marche	E 20.2	Capteur détecte MR2 en marche capteur
MR3 CP1 en marche	E 20.4	Capteur détecte MR3 en marche capteur
Déclenchement de protection MR2	E 20.3	Pas de déclenchement de protection MR2 pour le démarrer capteur
Déclenchement de protection MR3	E 20.5	pas de déclenchement de protection MR3 pour le démarrer capteur
Cellule dynamométrique MR2 CP1	E 13.0	pas de cellule dynamométrique pour démarrer MR2 capteur
Cellule dynamométrique MR3 CP1	E 13.1	pas de cellule dynamométrique pour démarrer MR3 capteur
Tract MR2	A 35.0	Actionneur (motoréducteur) pour le sédimentateur dynamique V4 Actionneur
Tract MR3	A 35.1	Actionneur (motoréducteur) pour le sédimentateur dynamique V4 Actionneur
Urgence local CP1	E13.2	Capteur détecte urgence local CP1 capteur
DV5 Dv6 DV7	E 127.1 E 125.6 E 127.6	Déchargement ou vidange de la boue en v5 Déchargement ou vidange la mousse en v6 Déchargement ou vidange d'eau clarifié en v7

Tableau 3.5: Table des mnémoniques du bassin V4.

3.7.4. Graficets du bassin V4 :



36

Figure 3.8 (a) : Graficet du bassin V4.

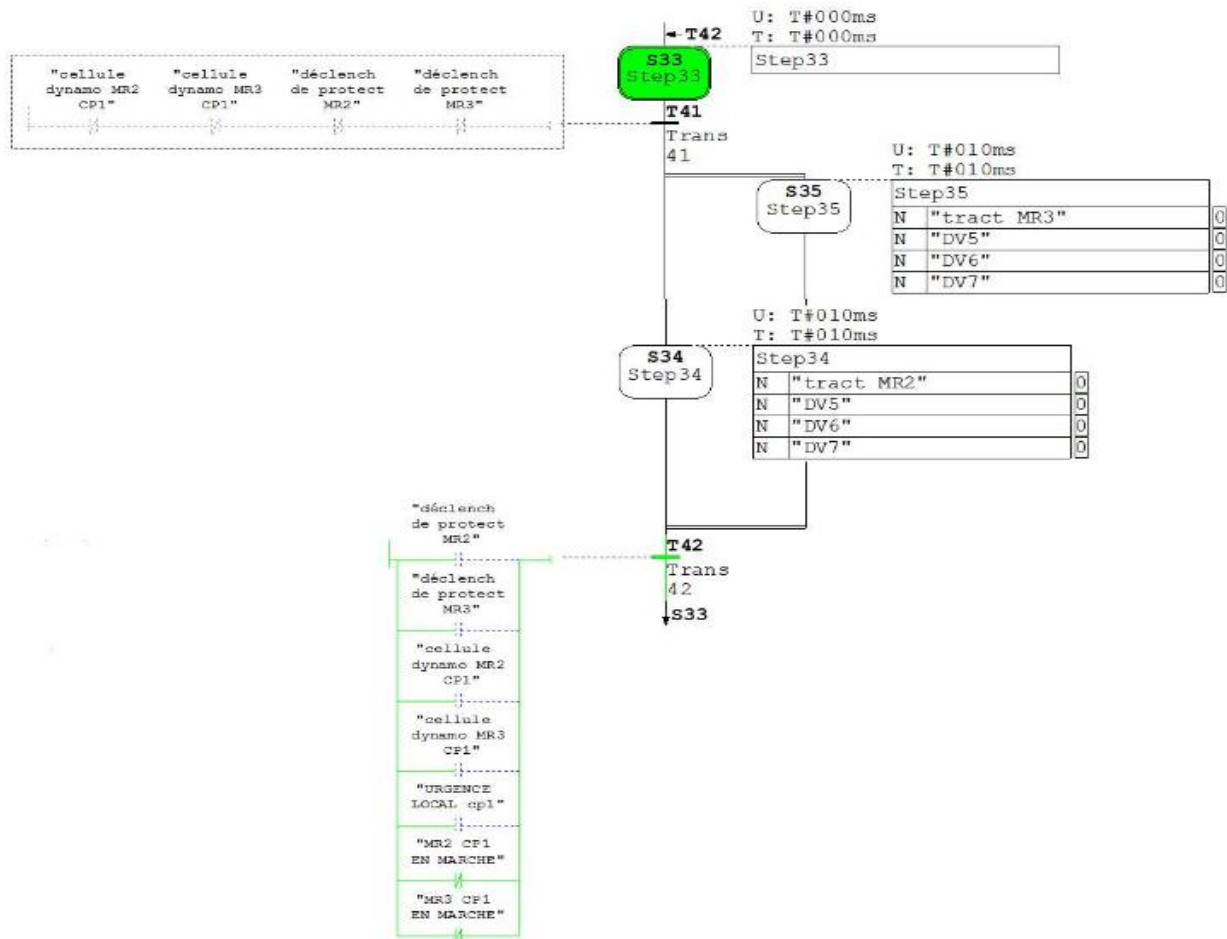


Figure 3.8 (b) : Grafcet du bassin V4.

3.8. Bassin de relevage boues (V5) :

3.8.1. Fonctionnement :

- Les pompes **P8** et **P9** aspirent la boue de la fosse centrale du sédimentateur et l'envoient dans le bassin **V14**.
- Les pompes **P8** et **P9** fonctionnent en continu et en alternées et s'arrêtent pour le bloc du niveau minimum **LV2** de sécurité.
- Les pompes **P8** et **P9** ont chacune une ligne de refoulement indépendante
- Chaque ligne est dotée de valve de non-retour, vanne de régulation manuelle, manomètre, valve de retour en bassin **V5**
- Valve de non-retour permettre l'installation en parallèle des deux pompes
- Manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement de la pompe
- Valve de retour en bassin **V5** pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas de manutention
- Un point d'eau de réseau de service **z37**
- Le collecteur est installé pour éviter la stagnation des boues sur le fond et maintenir le nettoyage de la section d'écoulement

3.8.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

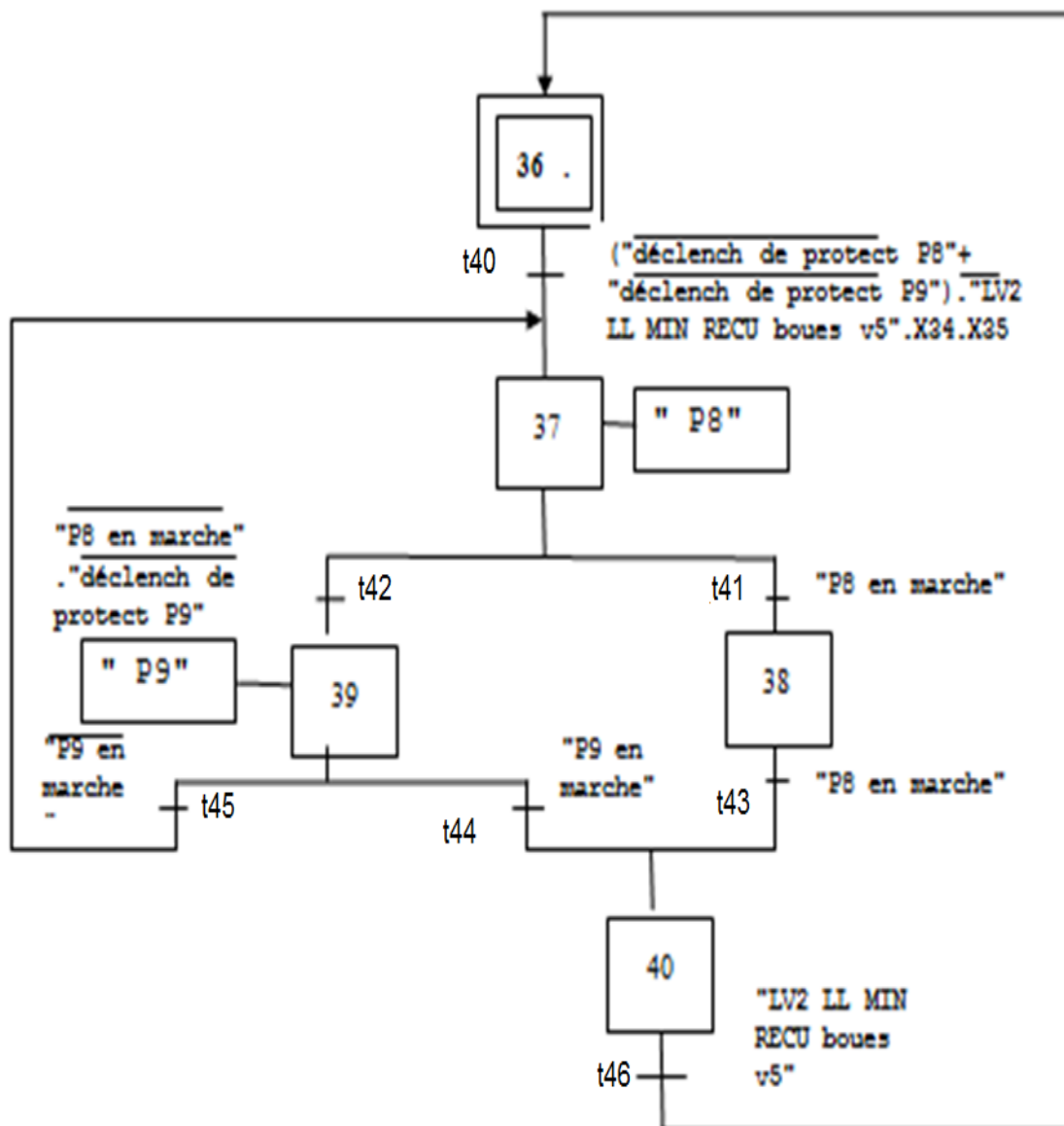
- Une Vanne a guillotine (**z171**) avec tige prolongée DN150
- Deux Pompes submersibles (**P8-P9**), composées de fixation rapide et tube de guide.
- Un flotteur a poire de sécurité (**LV2**).

3.8.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
Pompe P8	A 35.2	actionneur pompe submersible (bassin V5 de soulèvement boues) actionneur
Pompe P9	A 35.3	actionneur pompe submersible (bassin v5 de soulèvement boues) actionneur
P8 en marche	E 20.6	Capteur détecte P8 en marche Capteur
P9 en marche	E 21.0	Capteur détecte P9 en marche Capteur
LV2 niveau min récupération boues V5	E 8.7	Flotteur à poire de sécurité bloc du niveau min de sécurité Capteur
Déclenchement de protection P8	E 20.7	Pas de déclenchement de protection P8 pour démarrer P8 Capteur
Déclenchement de protection P9	E 21.1	Pas de déclenchement de protection P8 pour démarrer P9 Capteur

Tableau 3.6 : Table des mnémoniques du bassin V5.

3.8.4. Graficets du bassin V5 :



38

Figure 3.9 (a) : Graficet du bassin V5.

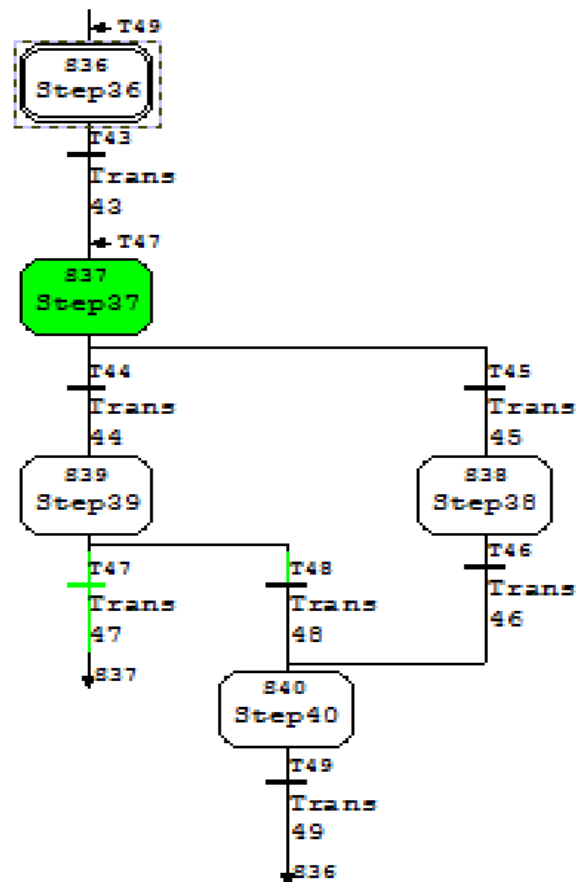


Figure 3.9 (b) : Grafcet du bassin V5.

3.9. Fosse de récupération mousse (V6) :

3.9.1. Fonctionnement :

- Le puisard ramasse les boues des vidanges du bassin V9 et du bassin V13
- A l'intérieur du puisard une soupape z45 permet l'éloignement des huiles accumulées en superficie.
- Le rejet s'écoule au bassin V1 à travers un collecteur
- Le collecteur est installé pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et maintenir le nettoyage des sections d'écoulement.

3.9.2. Les appareilles et les accessoires installés au service de cette section :

- Une soupape z45.

3.10. Bassin d'oxydation (V7) :

3.10.1. Fonctionnement :

- L'eau en bassin V7 est soumise à l'oxydation à travers cent quinze (115) pentes simples chacune d'elle aliment huit (8) diffuseurs tubulaires et est réglée d'une soupape manuelle.

- . Le mélangeur **MX3** favorise le flux de l'eau à l'intérieur du bassin
- Les blocs de niveau minimum ne sont pas prévus.
- **OD1** un mesureur d'oxygène dissous
- La concentration de l'oxygène dissous en bassin devra être d'environ 2 mg/l
- Il sera établi un seuil à PLC qui règle le fonctionnement des soufflantes **SF3, SF4** et **SF5**
- Par sécurité, il est prévu une éventuelle activation manuelle de la soufflante **SF6** avec réglage manuel du débit.
- Un point d'eau de réseau de service **z168** (Nettoyage sonde d'oxygène)
- Il est prévu quatre lignes en entrée du bassin :
 - Entrée de l'eau de séparation de la boue épaissie en **V14**.
 - Entrée de l'eau de séparation de la boue pressée en **NP1**.
 - Entrée de la boue de circulation du bassin **V9**.
 - Entrée du dosage de la chaux au moyen d'une ligne indépendante à réglage manuelle **z294** (Le dosage doit être effectué dans le cas où le pH en bassin d'oxydation descend en dessous de 8 ou 9 unités pH).
- La concentration de boue présente dans le mélange aéré devra être d'environ 4 gr/l, la mesure des boues en bassin sera effectuée à travers un cône.

3.10.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Cent quinze groupes diffuseurs d'air a micro bulle, composés chacun de collecteur central, N° 8 diffuseurs tubulaires a membrane anti-engorgement
- Cent quinze tubes simple fixe d'alimentation du groupe diffuseurs, composé de N° 1 vanne d'interception sphérique
- Quatre soufflantes à lobe (SF3-SF4-SF5-SF6)
- Quatre tableaux électriques locaux pour les soufflantes (2QK1.1-2QK1.2-2QK1.3-3QK1.3)
- Deux Ventilateurs (VN1-VN2) centrifuge atmosphérique au service de la salle de soufflerie
- Une ligne de mesure d'oxygène dissout (OD1) (sonde à immersion, électrode)
- Un Mélangeur submersible (MX3).

3.10.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
Ssf4	E 127.1	Section de SF4 ouvert Capteur
Mixer MX3 en marche	E 23.2	Capteur détecte MX3 en marche Capteur
Ssf3	E 127.0	Section de SF3 ouvert Capteur

Chapitre 3 : Etude, Modélisation et simulation du système automatisé de la STEP.

SF3	A 33.7	soufflante 3 actionneur
SF4	A 34.7	soufflante 4 actionneur
SF5	A 20.0	soufflante 5 actionneur
MESURE PH1, OD1, OD2 active	E 124.6	ligne de mesure PH (PH mètre), ligne de mesure d'oxygène sonde à immersion électrode Capteur
SF6	A20.1	soufflante 6
déclenchement de protection MX3	E 23.3	Pas déclenchement de protection MX3 pour démarrer MX3 Capteur
capteur thermique MX3	E 11.6	Capteur permet de démarrer MX3 Capteur
Ssf5	E 127.2	Section de SF5 ouvert Capteur
ESTRAC VN1	A 39.4	ventilateur 1 actionneur
ESTRAC VN2	A 39.5	ventilateur 2 actionneur
EXTRACTEUR VN1 EN MARCHE	E 30.2	Capteur détecte VN1 Ventilateurs1 en marche Capteur
EXTRACTEUR VN2 EN MARCHE	E 30.4	Capteur détecte VN2 Ventilateurs 2en marche Capteur
MX3.OX1	A 36.6	mélangeur 3 actionneur
Déclenchement de protection V N1	E 30.3	Pas de déclenchement de protection V N1pour démarré VN1 Capteur
Déclenchement de protection V N1	E 30.5	Pas de déclenchement de protection V N1pour démarré VN2 Capteur
DV8	A43.3	déchargement ou vidange en V8

Tableau 3.7 : Table des mnémoniques du bassin V7.

3.10.4. Grafcets du bassin V7 :

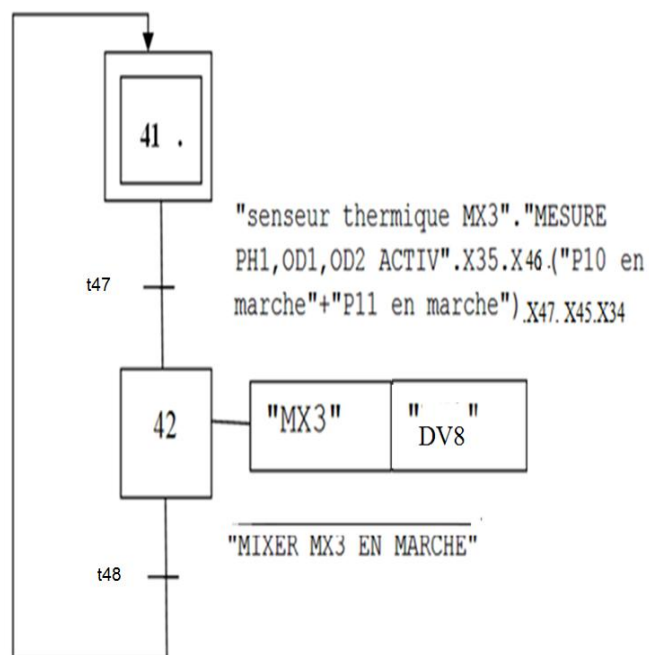


Figure 3.10 (a) : Grafcet du bassin V7.

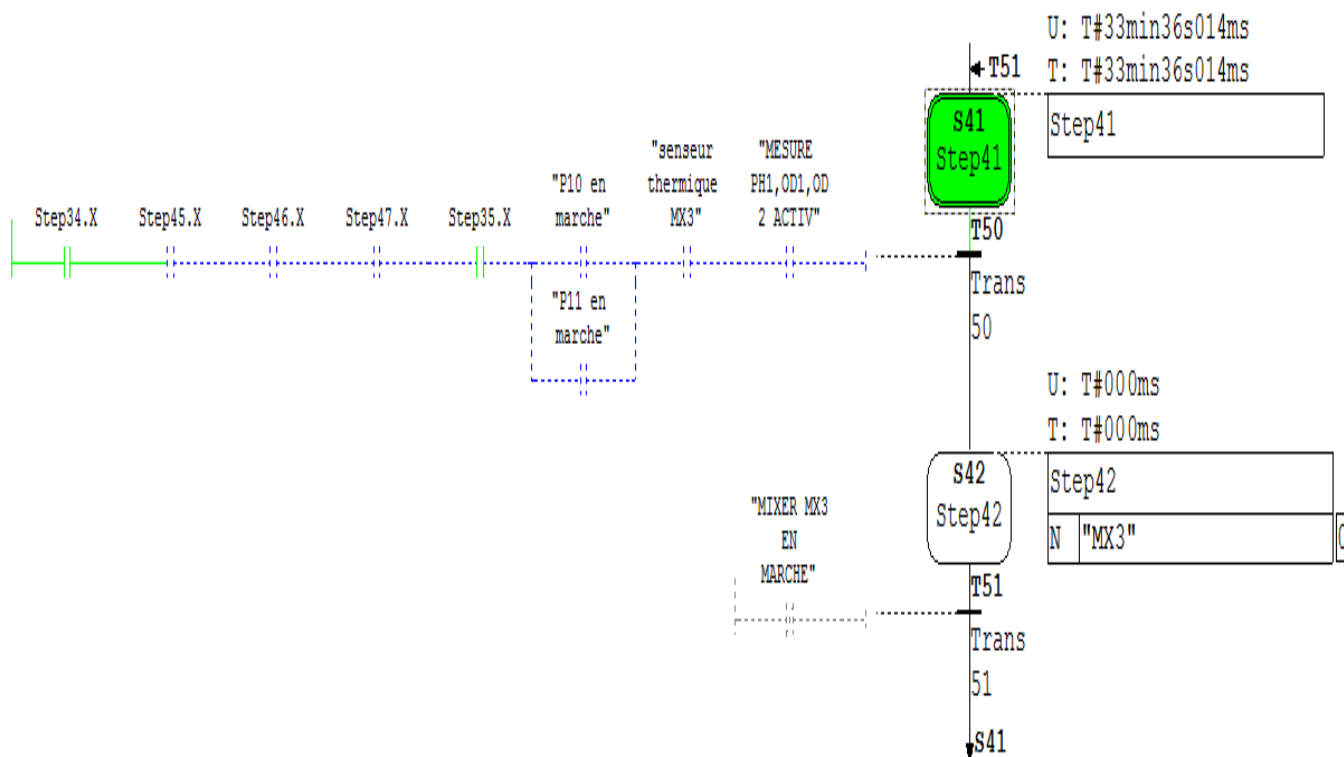


Figure 3.10 (b) : Grafcet du bassin V7.

3.10.5. Grafquets des soufflantes :

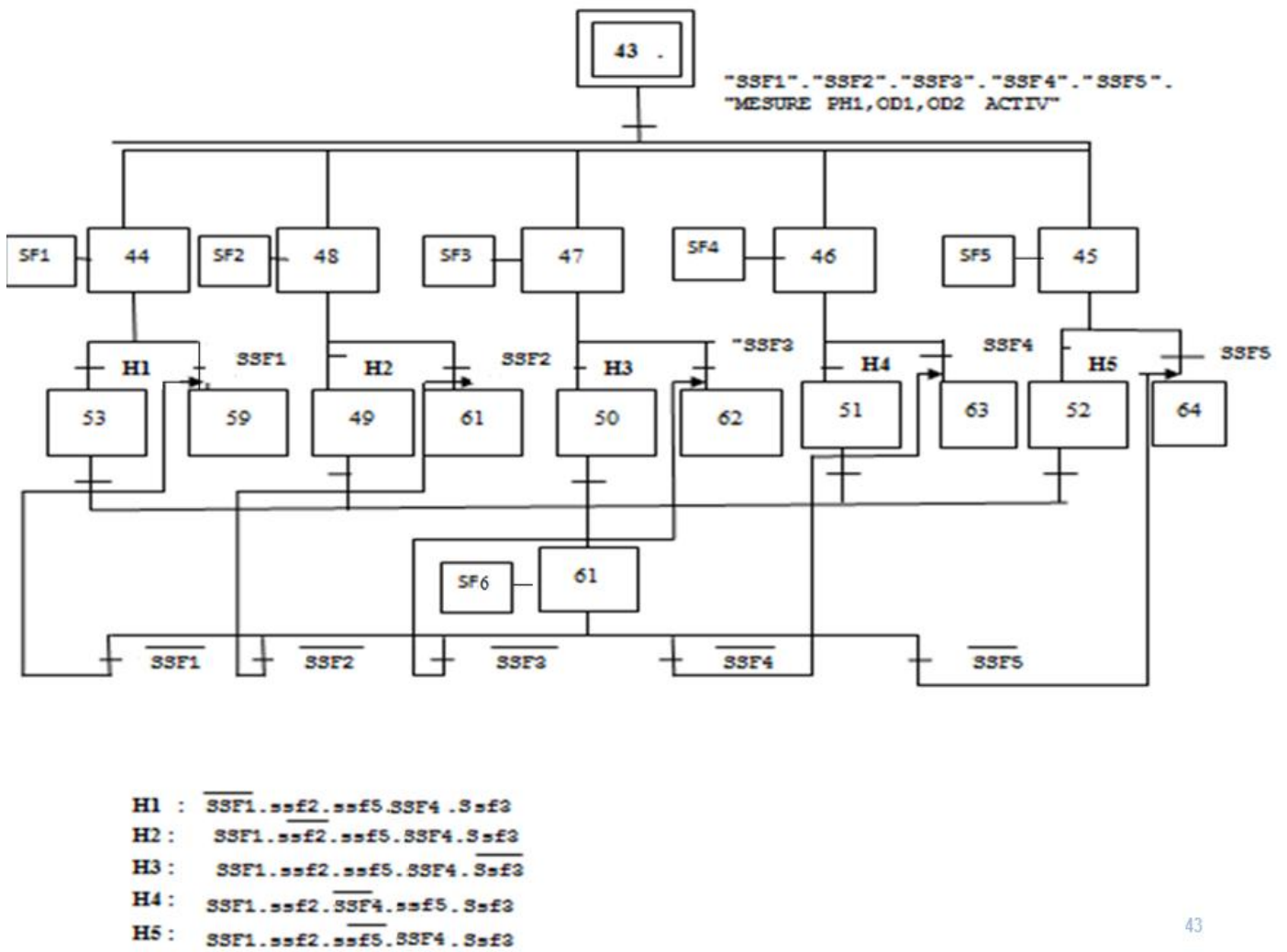


Figure 3.11 (a) : Grafquet des soufflantes.

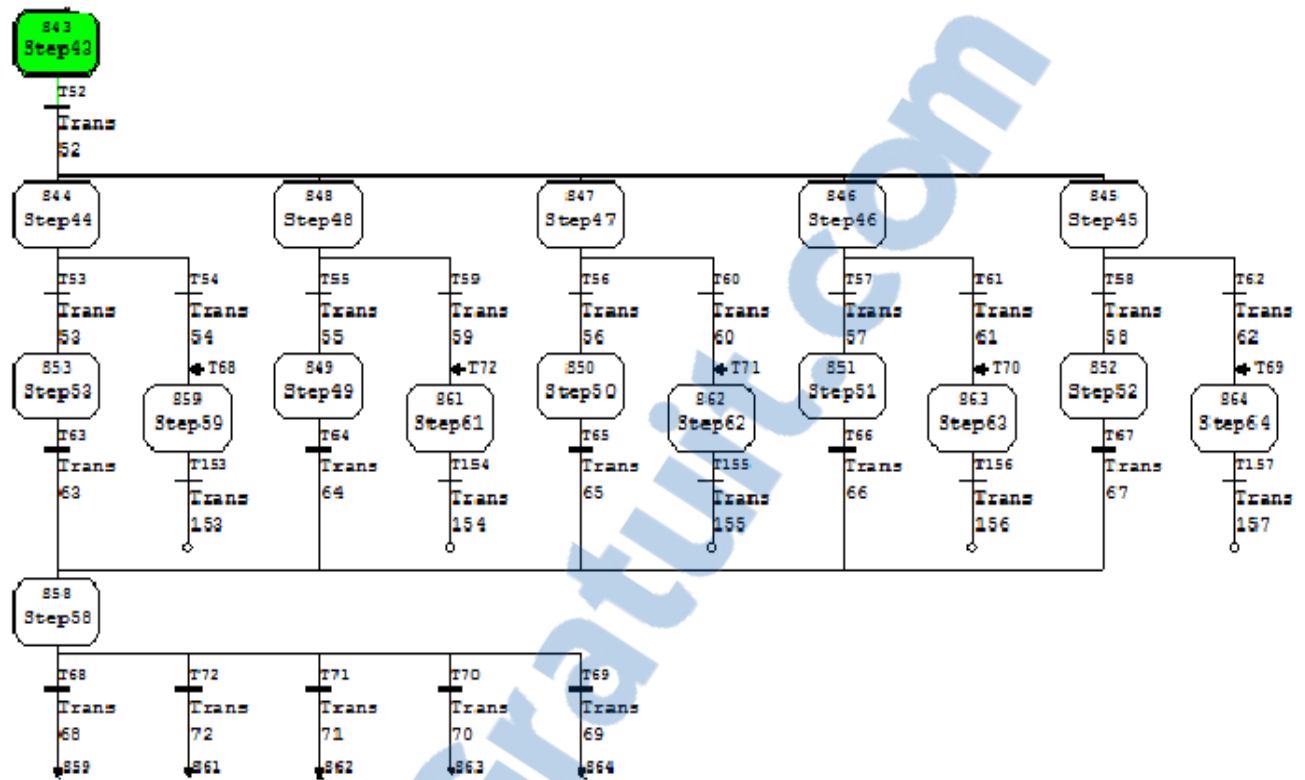


Figure 3.11 (b) : Grafcet des soufflantes.

3.10.6. Grafcets de fonctionnement de chaque soufflante :

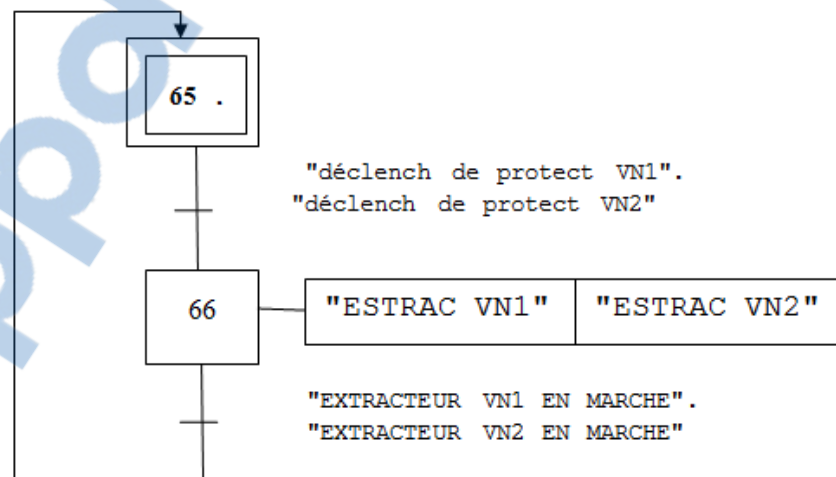


Figure 3.12 (a) : Grafcet de fonctionnement de chaque soufflante.

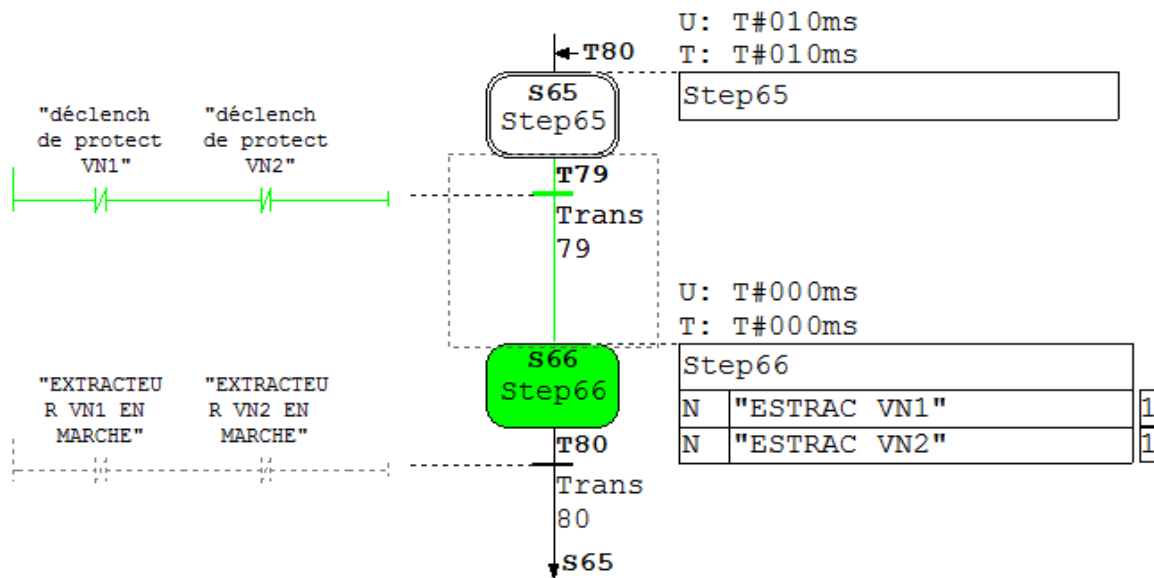


Figure 3.12 (b) : Grafcet de fonctionnement de chaque soufflante.

3.11. Sédimentateur (V8) :

3.11.1. Fonctionnement :

- L'eau arrive par gravité dans le sédimentateur V8
- La boue s'accumule sur le fond et les râteliers du pont roulant CP2 la traînent dans le puisard central d'évacuation.
- L'eau clarifiée s'écoule dans le bassin V10 à travers un collecteur
- Le collecteur est installé pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et maintenir le nettoyage des sections d'écoulement.

3.11.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Un pont roulant (CP2) à traction périphérique à double pont circulaire, composé de motoréducteur (MR4-MR5)
- Un tableau électrique local pour CP2 (1QK1.10).

3.11.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
MR4 CP1 en marche	E 21.2	Capteur détecte MR4 en marche
MR5 CP1 en marche	E 21.4	Capteur détecte MR5 en marche
Déclenchement de	E 21.3	pas de déclenchement de

protection MR4		protection MR4 pour le démarrer capteur
Déclenchement de protection MR5	E 21.5	pas de déclenchement de protection MR5 pour le démarrer capteur
Cellule dynamométrique MR4 CP1	E 13.3	pas de cellule dynamométrique pour démarrer MR4 capteur
Cellule dynamométrique MR5 CP1	E 13.4	pas de cellule dynamométrique pour démarrer MR5 capteur
Tract MR4	A 35.4	Actionneur (moto-réducteur) pour le sédimentateur dynamique V8
Tract MR5	A 35.5	Actionneur (moto-réducteur) pour le sédimentateur dynamique V8
Urgence local CP2	E 13.5	capteur détecte urgence local CP2
DV10 DV9	E 127.7 E 127.4	Déchargement ou vidange d'eau clarifiée en V10 Déchargement ou vidange de la boue en v9

Tableau 3.8 : Table des mnémoniques du bassin V8.

3.11.4. Grafcets de bassin V8 :

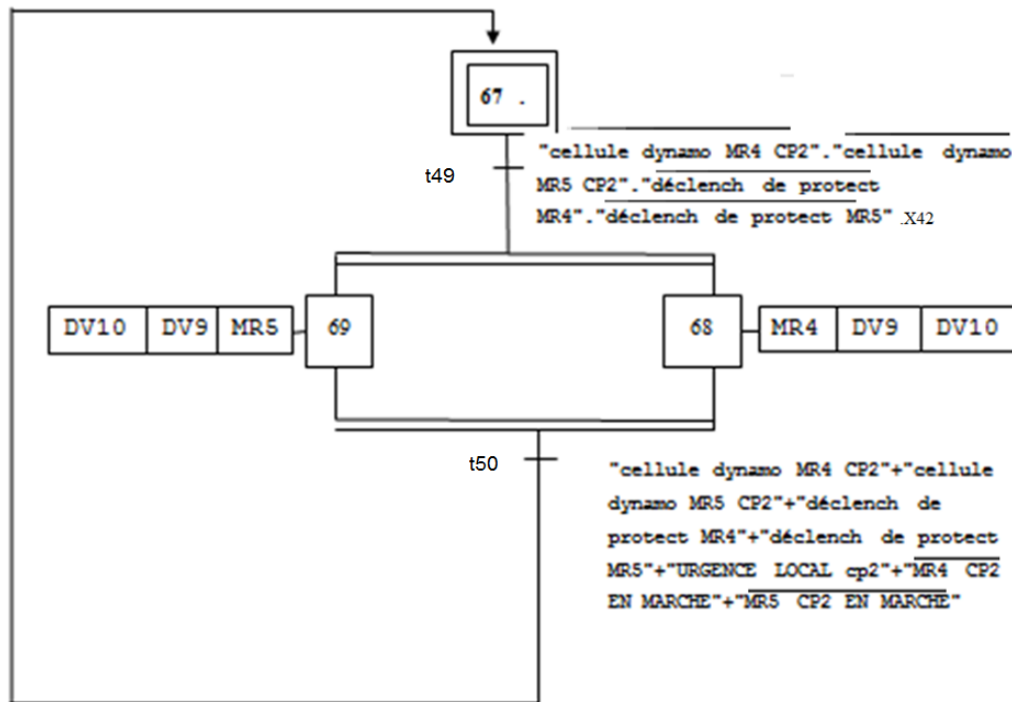


Figure 3.13 (a) : Grafcet du bassin V8.

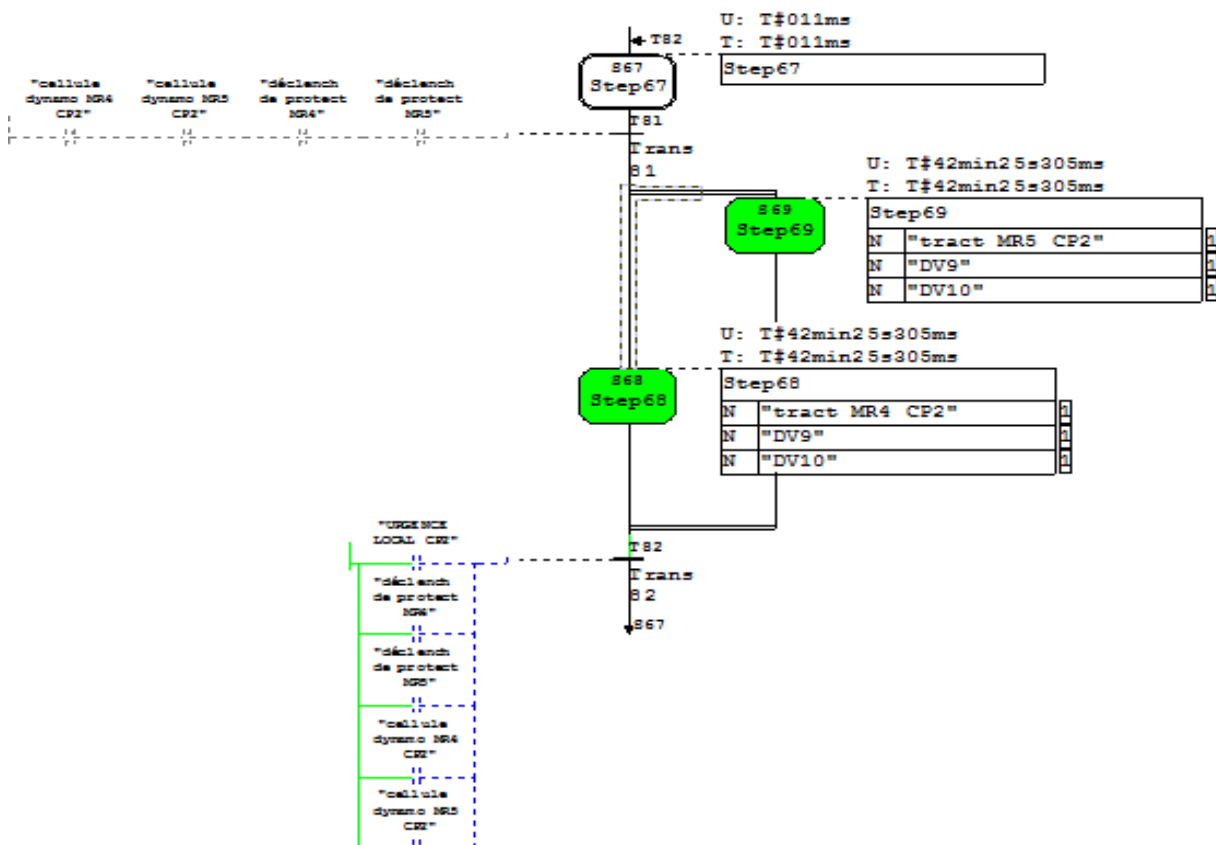


Figure 3.13 (b) : Grafcet du bassin V8.

3.12. Bassin de relevage des boues (V9) :

3.12.1. Fonctionnement :

- Les pompes **P10** et **P11** aspirent la boue du puisard central du sédimentateur et l'envoient au bassin **V7**.
- Une cote de la boue est envoyée à travers la soupape à papillon **EV2** au bassin **V6**
- Les pompes fonctionnent en continus et en alternées et ils s'arrêtent par le bloc de niveau minimum **LV3** de sécurité.
- Les pompes **P10** et **P11** ont chacune une ligne de refoulement indépendante, elles alimentent un collecteur unique
- Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour, soupape de régulation manuelle, manomètre et soupape de retour en bassin **V19**
- Un point d'eau de réseau de service **z169**
- Le collecteur est installé pour éviter les stagnations des boues sur le fond et permettre le nettoyage des sections d'écoulement.

3.12.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Une Vanne a guillotine (z170) avec tige prolongée DN150
- Deux Pompes submersibles (P10-P11), composé de fixation rapide et tube de guidage
- Un flotteur a poire de sécurité (LV3).

3.12.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
Pompe P10	A 35.6	pompe submersible (bassin v9 de soulèvement boues) actionneur
Pompe P11	A 35.7	actionneur pompe submersible (bassin v9 de soulèvement boues) actionneur
P 10 en marche	E 21.6	Capteur détecte P10 en marche
P 11 en marche	E 22.0	Capteur détecte P11 en marche
LV3	E 9.0	flotteur à poire de sécurité bloc de niveau min Capteur
Déclenchement de protection P10	E 21.7	Pas déclenchement de protection pour

		démarrer P10 Capteur
Déclenchement de protection P11	E 22.1	Pas déclenchement de protection pour démarrer P11 Capteur
Senseur thermique P10	E 11.2	Permet de démarrer P10 Capteur
Senseur thermique P11	E 11.3	Permet de démarrer P10 Capteur
RIL EV2	A 125.1	Actionneur EV2 actionneur
Vanne EV2	A 34.1	Actionneur vanne EV2 actionneur

Tableau 3.9 : Table des mnémoniques du bassin V9

3.12.4. Grafcets du bassin V9 :

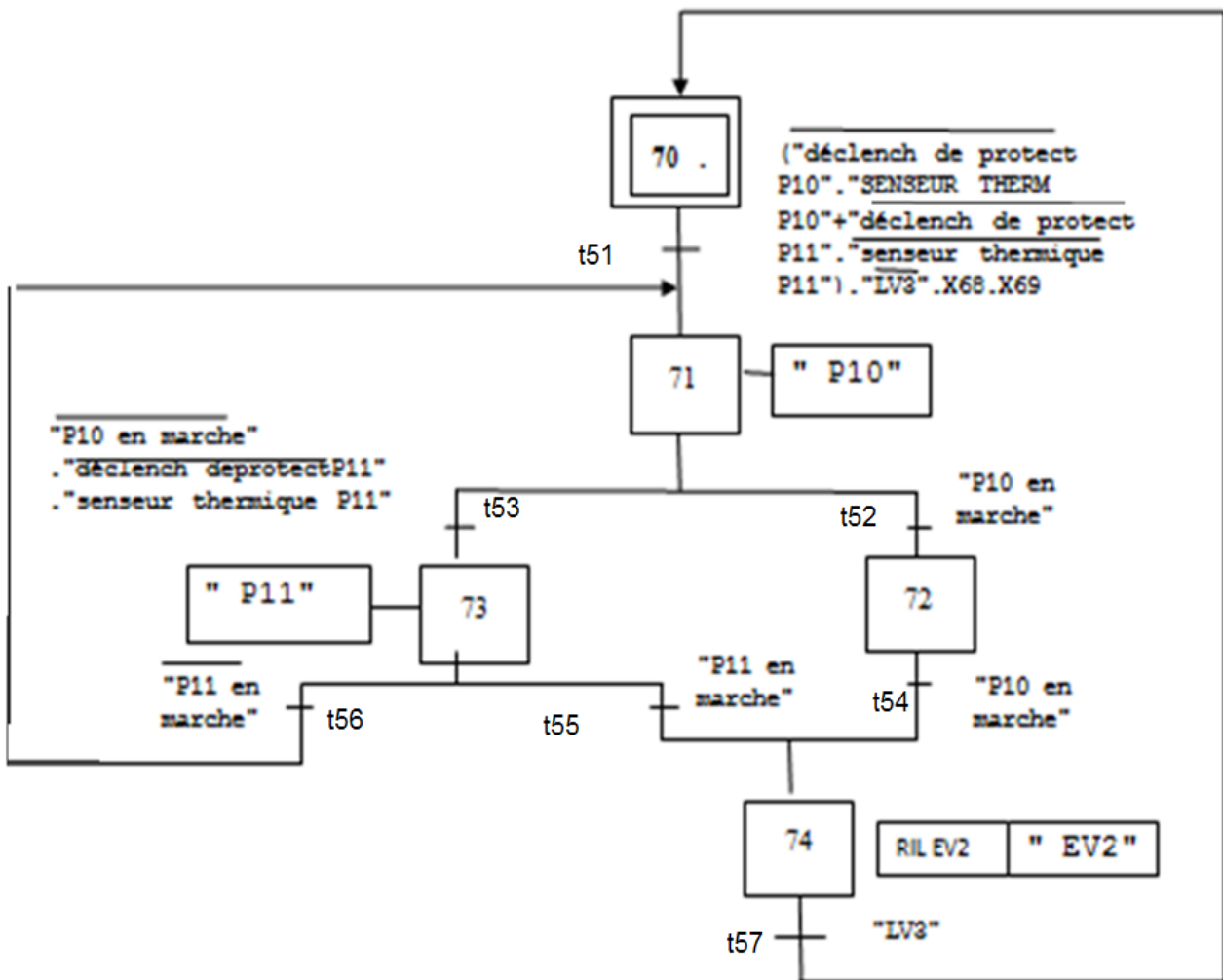


Figure 3.14 (a) : Grafcet du bassin V9.

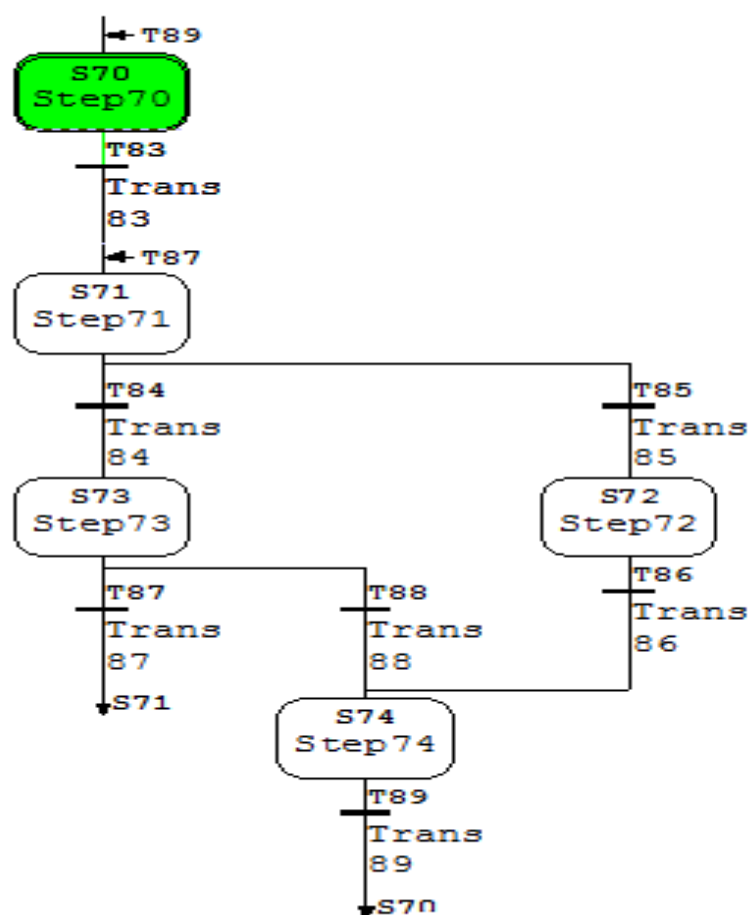


Figure 3.14 (b) : Grafcet du bassin V9.

3.13. Bassin de dénitrification (V10) :

3.13.1. Fonctionnement :

- L'eau arrive par gravité du sédimentateur **V8** rentre dans le bassin **V10** où la présence de bactéries dénitrifiant, l'absence d'air et l'agitation exercée des deux mélangeurs submersibles **MX4** et **MX5**
- Deux lignes sont prévues en entrée du bassin : la recirculation des boues de **V13** et la recirculation de la liqueur mixte de **V11**.
- L'eau afflue au bassin **V11** à travers la liaison positionnée sur le fond.

3.13.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Deux mélangeurs submersibles (MX4-MX5), hélice a 2 pales directement accouplées au moteur.

3.13.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
MX4	A 37.0	Mélangeur submersible (le bassin V10 de dénitrification) actionneur
MX5	A 37.1	mélangeur submersible (le bassin V10 de dénitrification) actionneur
Mixer MX4 en marche	E 23.6	capteur détecte MX4 en marche
Mixer MX5 en marche	E 24.0	capteur détecte MX4 en marche
déclenchement de protection MX4	E 23.7	Pas de déclenchement de protection MX4 pour le démarrer capteur
déclenchement de protection MX5	E 24.1	Pas de déclenchement de protection MX4 pour le démarrer capteur
Senseur thermique MX4	E 12.0	Permet de démarrer MX4 capteur
Senseur thermique MX5	E 12.1	capteur Permet de démarrer MX5

Tableau 3.10 : Table des mnémoniques du bassin V10

3.14. Bassin d'oxydation de deuxième phase (V11) :

3.14.1. Fonctionnement :

- L'eau en bassin **V11** est soumise à une oxydation à travers soixante-neuf (69) pentes simples chacune d'elle alimente huit (8) diffuseurs tubulaires et est réglée par une soupape manuelle
- . Le mélangeur submersible **MX6** favorise le flux d'eau à l'intérieur du bassin
Les pompes **P12** et **P13** fonctionnent en continu et en alterné et ils s'arrêtent par le bloc de niveau minimum **LV4** de sécurité, recirculent la liqueur mixte dans le bassin de dénitrification
- Une telle hauteur sera tarée en phase de démarrage de la station.
- Les pompes ont chacune une ligne de refoulement indépendante et alimentent un collecteur
- Chaque ligne est dotée de : soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes, soupape de régulation manuelle, manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes et soupape de retour en bassin **V11** pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas d'entretien.
- Le collecteur est installé pour éviter la stagnation des boues sur le fond et permettre le nettoyage des sections d'écoulement
- **OD2** un mesureur d'oxygène dissous, la concentration d'oxygène dissous en bassin devra être d'environ 2 mg/l, il sera établi un seuil au PLC qui active la soufflante **SF1**
- Pendant que la soufflante **SF2** fonctionne en continue, la portée d'air de **SF1** est partielle via l'inverter de modulation (variateur de fréquence) **INV1** proportionnellement à la concentration en bassin **V11**
- Par sécurité, il est prévu l'éventuelle activation manuelle de la soufflante **SF6** avec réglage manuel de la portée
- Un point d'eau de réseau de service **z247** (nettoyage sonde d'oxygène).

3.14.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Soixante-neuf groupes de diffuseurs d'air a micro bulle, composé chacun d'eux d'un collecteur central
- Soixante-neuf tubes simples d'alimentation du groupe diffuseurs, composé d'une vanne d'interception sphérique
- Deux soufflantes à lobe (**SF1-SF2**)
- Un inverter de modulation pour **SF1** (**INV1**)
- Un soft start de démarrage pour **SF2** (**SS12**)
- Deux tableaux électriques locaux (**3QK1.1-3QK1.2**)
- Une ligne de mesure d'oxygène dissout (**OD2**)

- Un Mélangeur submersible (**MX6**hélice a 2 pales directement accouplées au moteur
- Deux pompes submersibles pour le recyclage du mixed liquor (**P12-P13**), composé de fixation rapide et de tubes de guidage
- Un flotteur à poire de sécurité (**LV4**)

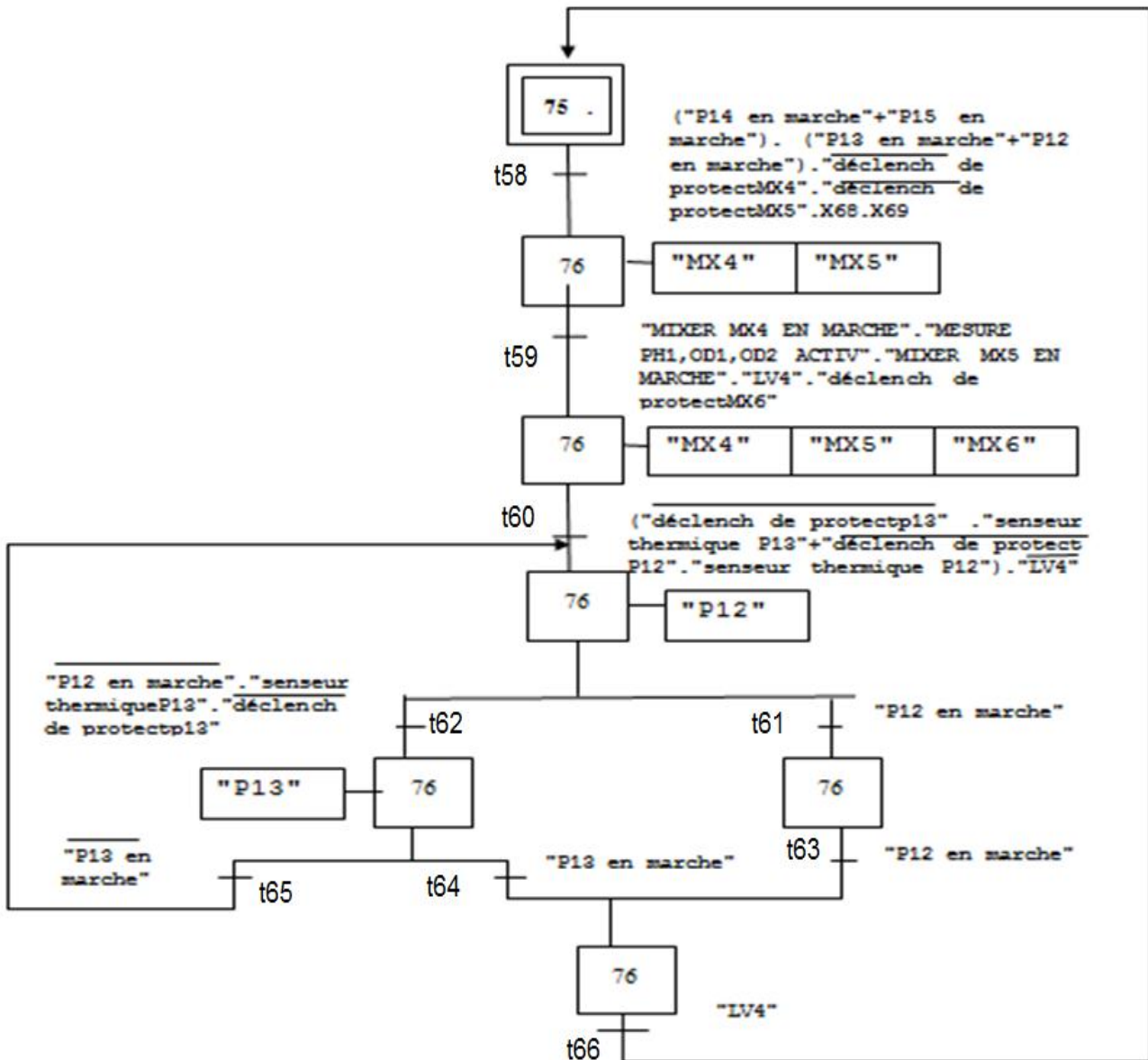
3.14.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques)

Variable	Opérande	Description
SsF1	E125.7	Section de soufflante SF1 ouvert capteur
Ssf3	E127.0	Section de soufflante SF3 ouvert capteur
MX6	A 36.7	Actionneur mélangeur submersible (le bassin V11 d'oxydation)
Pompe P12	A 37.2	Actionneur pompe submersible (bassin V11 d'oxydation)
Pompe P13	A 37.3	Actionneur pompe submersible (bassin V11 d'oxydation)
P13 en marche	E 24.4	Capteur détecte P13 en marche
P12 en marche	E 24.2	Capteur détecte P13 en marche
Ssf2	E126.7	Section de soufflante SF2 ouvert capteur
SF6	A20.1	Soufflante à lobe actionneur
LV4	E9.1	flotteur à poire de sécurité bloc de niveau min
Mesure PH1, OD1, OD2 active	E124.7	ligne de mesure PH (PH mètre) , ligne de mesure d'oxygène sonde à immersion électrode.
Mixer MX6 en marche	E23.4	Capteur détecte MX6 en marche
déclenchement de protection MX6	E 23.5	Pas de déclenchement de protection MX6 permet de démarrer MX6
déclenchement	E 24.3	Pas de déclenchement de

de protection P12		protection P12 permet de démarrer P12
déclenchement de protection P13	E 24.5	Pas de déclenchement de protection P13 permet de démarrer P13
capteur thermique MX6	E11.7	Capteur permet de démarrer MX6
SF2	A 2.1	soufflantes à lobe actionneur
SF1	A 2.0	soufflantes à lobe actionneur

Tableau 3.11 : Table des mnémoniques du bassin V11

3.14.4. Grafcets du bassin V10-V11 :



51

Figure 3.15 (a) : Grafcet du bassin V10-V11.

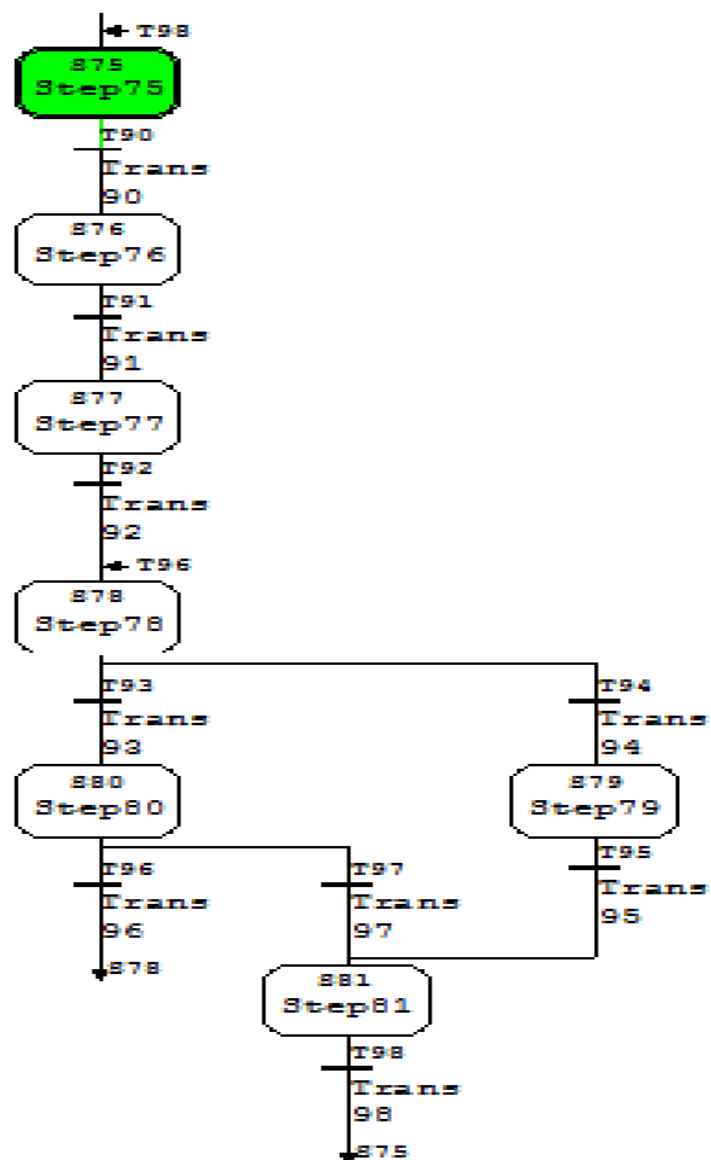


Figure 3.15 (b) : Grafcet du bassin V10-V11.

3.15. Sédimentateur dynamique (V12) :

3.15.1. Fonctionnement :

- L'eau arrive par gravité dans le sédimentateur **V12**
- La boue s'accumule sur le fond et les râteliers du pont roulant **CP3** l'envoie dans le puisard central d'évacuation
- L'eau clarifiée s'écoule au bassin **V15** à travers un collecteur
- Le collecteur est installé pour éviter la stagnation du rejet sur le fond et maintenir le nettoyage de la section d'écoulement.
- Il est opportun de nettoyer périodiquement tous les conduits d'extraction, afin d'éviter la formation d'odeurs gênantes.
- Le Contrôle des différentes parties métalliques, afin de prévenir les phénomènes de corrosion.

3.15.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Un pont (CP3) à traction périphérique à double pont circulaire, composé de moto réducteurs (MR6-MR7)
- Un tableau électrique local pour CP3 (1QK1.11)

3.15.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
MR6 CP3 en marche	E 22.2	Capteur détecte Traction MR6 CP3 en marche capteur
MR7 CP3 en marche	E 22.4	Capteur détecte Traction MR6 CP3 en marche capteur
Urgence local CP3	E 14.0	Capteur détecte urgence local CP3 capteur
Déclenchement de protection MR7	E 22.5	Pas de déclenchement de protection MR7 permet de démarrer MR7 capteur
Déclenchement de protection MR6	E 22.3	Pas de déclenchement de protection MR6 permet de démarrer MR6 capteur
Cellule dynamométrique MR6 CP3	E 13.6	Pas de cellule dynamométrique MR6 CP3 permet de démarrer MR6 capteur
Cellule dynamométrique MR7	E 13.7	Pas de cellule dynamométrique MR6

CP3		CP3 permet de démarrer MR6 capteur
tract MR6-CP3	A 36.1	Actionneur (moto-réducteur) pour le sédimentateur dynamique V12 actionneur
tract MR7-CP3	A 36.2	Actionneur (moto-réducteur) pour le sédimentateur dynamique V12 actionneur
DV15	E 127.5	Déchargement ou vidange d'eau clarifié en v15 actionneur
DV13	E 128.0	Déchargement ou vidange de la boue en v13 actionneur

Tableau 3.12 : Table des mnémoniques du bassin V12.

3.15.4. Grafcets du bassin V12 :

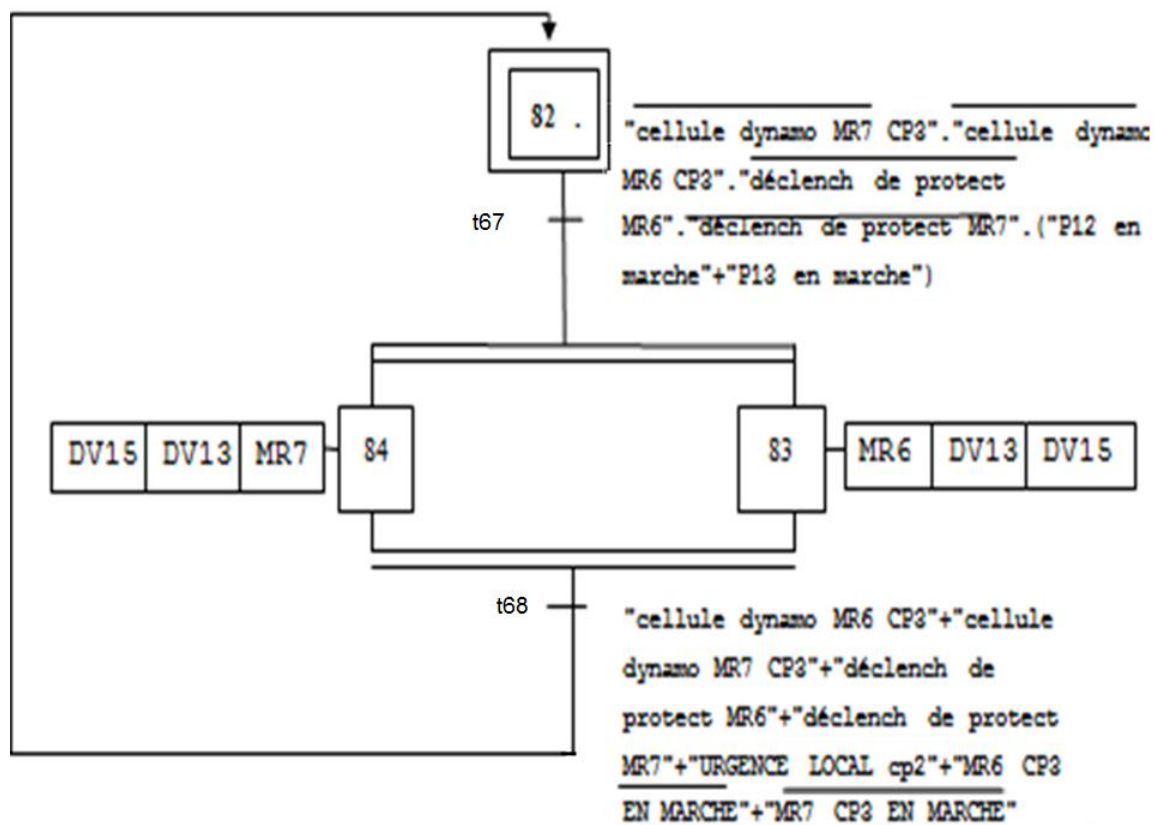


Figure 3.16 (a) : Grafcet du bassin V12.

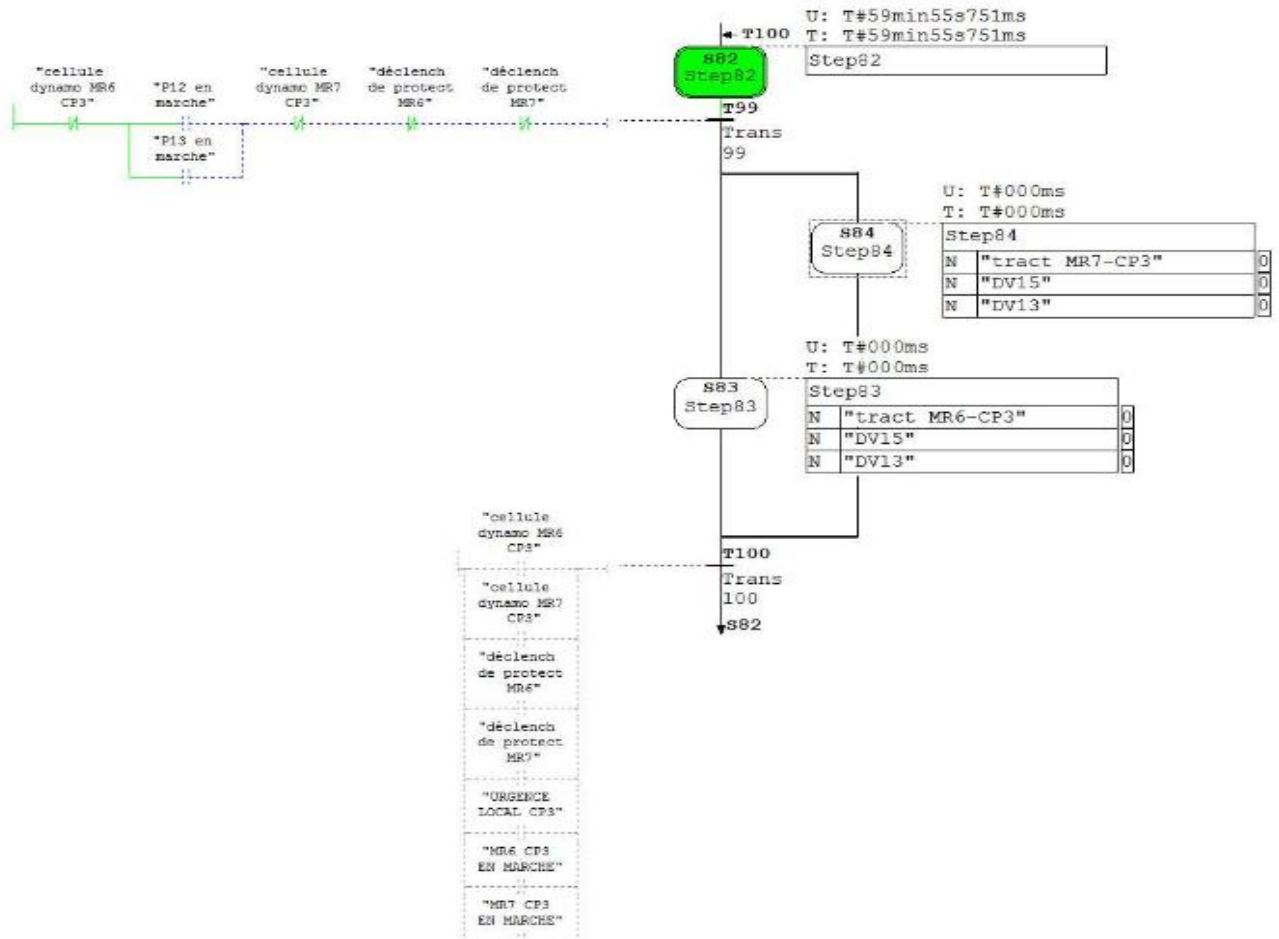


Figure 3.16 (b) : Grafcet du bassin V12.

3.16. Bassin de relevage des boues (V13) :

3.16.1. Fonctionnement :

- Les pompes **P14** et **P15** fonctionnent en continues et en alternées et ils s'arrêtent par le bloc de niveau minimum **LV5** de sécurité, aspirent la boue du puisard central du sédimentateur et ils l'envoient au bassin **V10** et **V11**.
- La portée est partielle grâce à deux soupapes manuelles **z245** et **z246**.
- La cote de la boue est envoyée à travers la soupape à papillon **EV3** au bassin **V6**
- Une telle hauteur sera tarée en phase de démarrage de la station
- Les pompes **P14** et **P15** ont chacune une ligne de refoulement indépendante et elles alimentent un collecteur unique
- Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour, soupape de régulation manuelle, manomètre et soupape de retour en bassin **V15** pour vider et/ou charger la tuyauterie en cas d'entretien
- Un point d'eau de réseau de service **z248**.
- Le collecteur est installé pour éviter la stagnation des boues sur le fond et permettre le nettoyage de la section d'écoulement.

3.16.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Une Vanne a guillotine (**z249**) avec tige prolongée DN150
- Deux Pompes submersibles (**P14-P15**), composé de fixation rapide et tubes de guidage
- Un Flotteur a poire de sécurité (**LV5**)

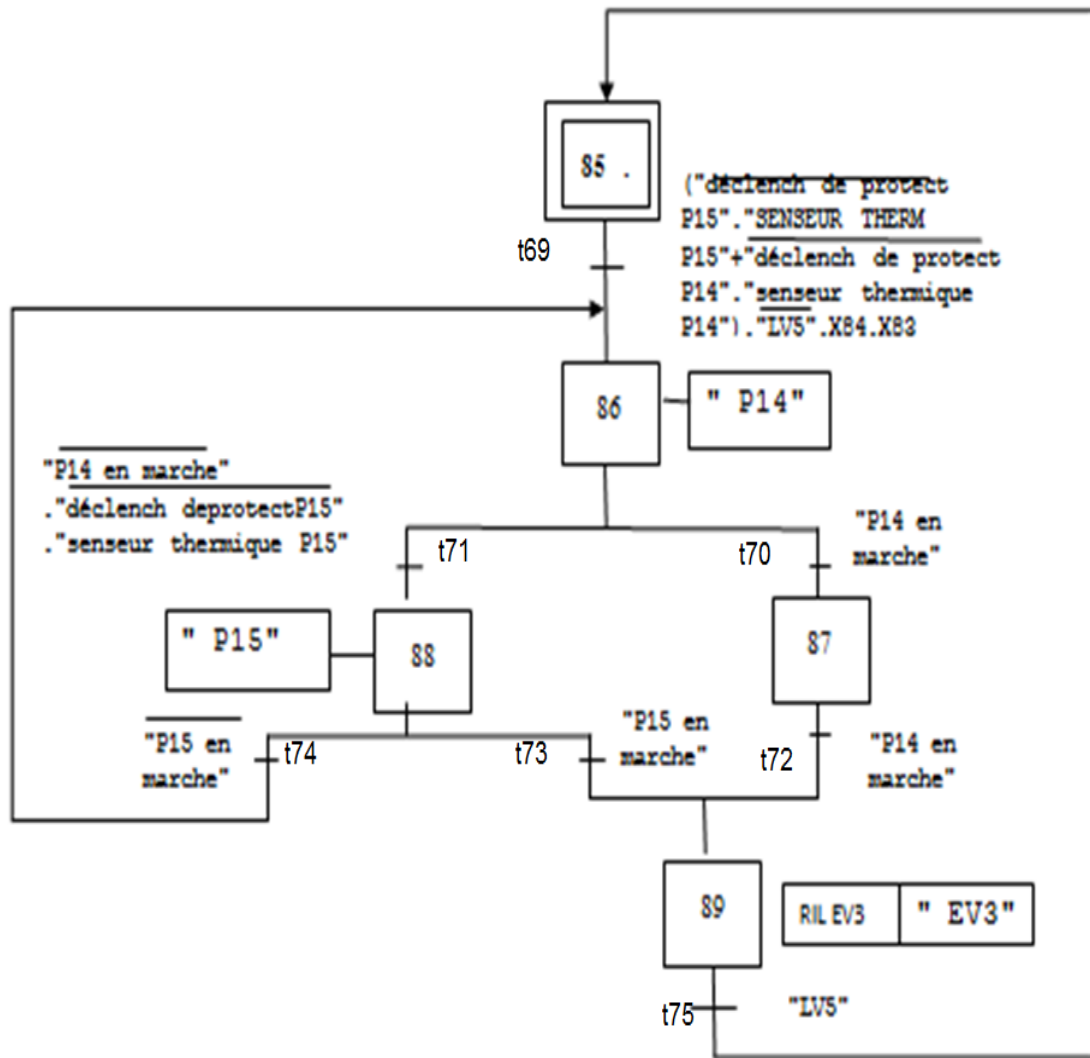
3.16.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
RIL EV3	A 125.2	Régulateur d'électrovanne EV3 actionneur
capteur thermique P14	E 11.4	Capteur (capteur thermique P14) permet de démarrer P14 capteur
capteur thermique P15	E 11.5	Capteur (capteur thermique P15) permet de démarrer P15 capteur
déclenchement de protection P14	E 22.7	Pas de déclenchement de protection P14 pour démarrer P14 capteur
déclenchement de protection P15	E 23.1	Pas de déclenchement de protection P15 pour démarrer P15 capteur
LV5	E 9.2	flotteur à poire de sécurité bloc de niveau min capteur
P14 en marche	E 22.6	Capteur détecte P14 en marche capteur
P15 en marche	E 23.0	Capteur détecte P14 en marche capteur
Pompe P14	A 36.3	actionneur pompe submersible (bassin v13 de soulèvement boues) La pompe P14 s'arrête par le bloc de niveau minimum LV5 de sécurité actionneur
Pompe P15	A 36.4	actionneur pompe submersible (bassin v13 de soulèvement boues) La pompe P15 s'arrête par le bloc de niveau

		minimum LV5 de sécurité actionneur
EV3	A36.5	Vanne EV3 actionneur

Tableau 3.13 : Table des mnémoniques du bassin V13

3.16.4. Grafcets du bassin V13 :



56

Figure 3.17 (a) : Grafcet du bassin V13.

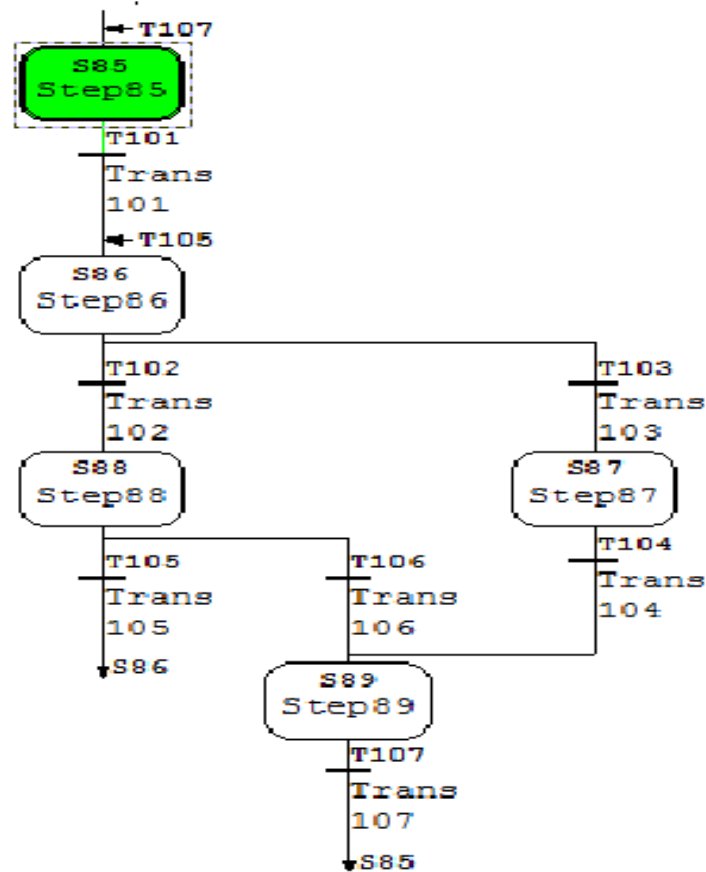


Figure 3.17 (b) : Grafcet du bassin V13.

3.17. Bassin d'accumulation intermédiaire (V15) :

3.17.1. Fonctionnement :

- Le bassin alimente le filtre FQ1.
- Les pompes de relevage **P21** et **P22** fonctionnent en mode alternée, ils se mettent en fonction lorsque le niveau en bassin d'arrive à **LV8** et ils s'arrêtent à **LV9**
- Le niveau **LV7** est taré avec la cote d'écoulement du tube de trop plein et active un signal d'alarme
- De telles hauteurs sont réglées manuellement en phase de démarrage de la station.
- Les pompes **P21** et **P22** ont chacune une ligne de refoulement indépendante elles alimentent un collecteur unique, Chaque ligne est dotée de soupape de non-retour, soupape de régulation manuelle avec lecture de la portée en **FL5** et manomètre.

3.17.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

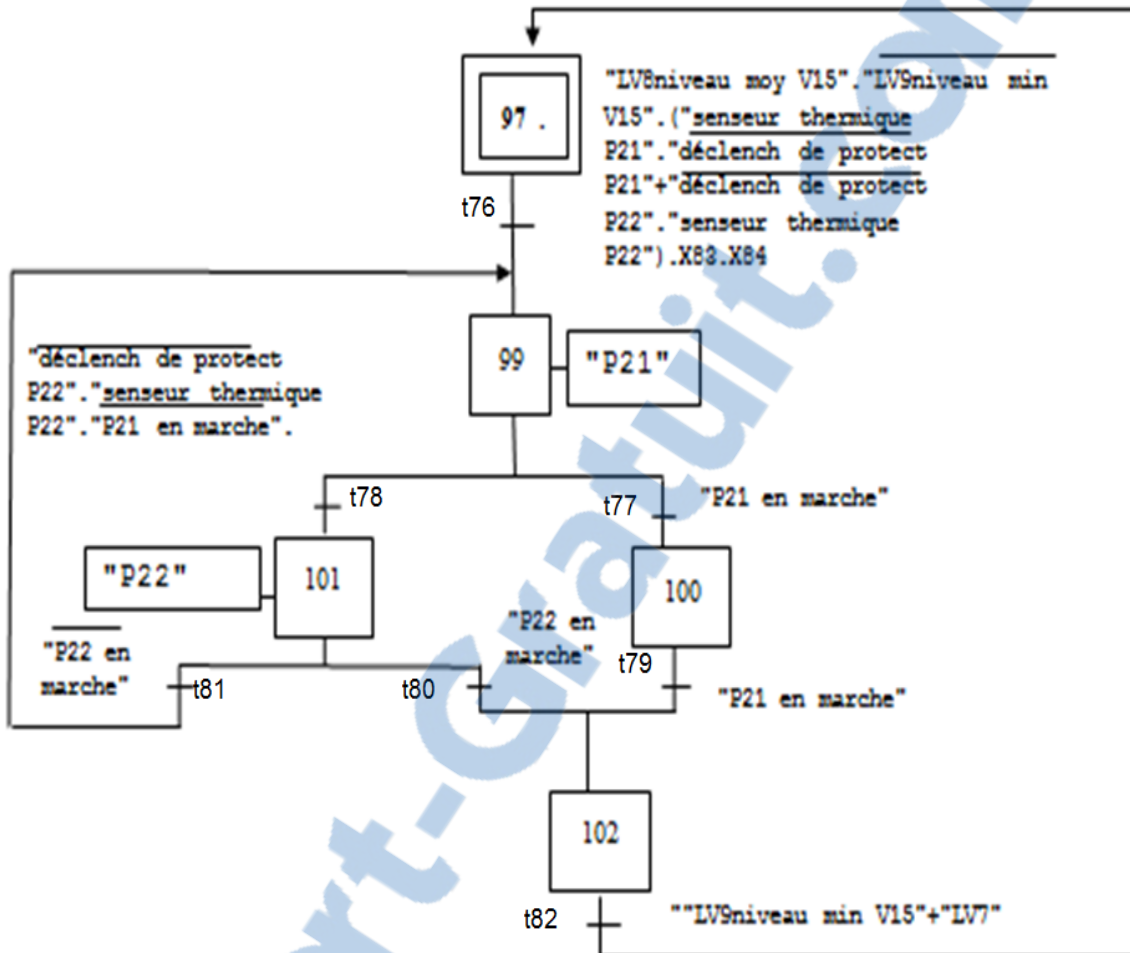
- Deux pompes submersibles (P21-P22), composé de fixation rapide et tubes de guidage
- Deux softs start de démarrage (SS3-SS4)
- Trois flotteurs à poire de sécurité (LV7-LV8-LV9).

3.17.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
LV8 niveau moyen V15	E 9.5	Flotteur à poire de sécurité
LV9 niveau minimum V15	E 9.6	Flotteur à poire de sécurité bloc de niveau min
LV7	E 9.4	Flotteur à poire de sécurité alarme max niveau V15 active un signal d'alarme
capteur thermique P21	E 12.4	capteur permet de démarrer P21
capteur thermique P22	E 12.5	capteur permet de démarrer P21
Pompe P21	A 37.4	Pompe submersible P21 fonctionne à LV8 s'arrête à LV9 actionneur
Pompe P22	A 37.6	Actionneur pompe submersible P21 fonctionne à LV8 s'arrête à LV9 actionneur
P22 en marche	E 25.2	capteur détecte P22 en marche
P21 en marche	E 24.6	capteur détecte P21 en marche
déclenchement de protection P21	E 24.7	Pas de déclenchement de protection P21 pour démarrer P21 capteur
déclenchement de protection P21	E 25.3	Pas de déclenchement de protection P21 pour démarrer P21 capteur

Tableau 3.14 : Table des mnémoniques du bassin V15

3.17.4. Grafsets du bassin V15 :



59

Figure 3.18 (a) : Grafset du bassin V15.

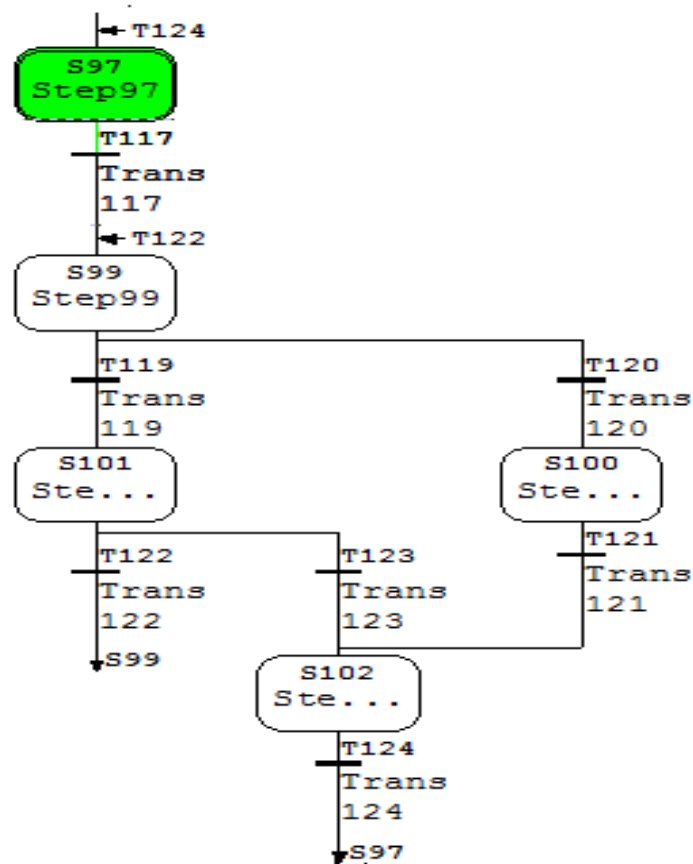


Figure 3.18 (b) : Grafcet du bassin V15.

3.18. Filtration sur quartz (FQ1) :

3.18.1. Fonctionnement :

- L'eau entre à travers la soupape **EV5** et après avoir été filtré par la couche de grenaille sort à travers la soupape **EV6** et est cumulée en bassin **V16**.
- L'eau en entrée est subordonnée à contre-pression qui augmente et qui est lisible sur le manomètre **m20**
- Si la différence entre la pression de **m20** et de **m21** est proche à 1 bar, on réduit les prestations du filtre
- Le filtre est lavé en contre-courant à des intervalles réguliers et programmables par PLC.
- Le sens d'écoulement de l'eau est inversé en fermant les soupapes **EV5** et **EV6** et en ouvrant les soupapes **EV8** et **EV9**.
- L'eau de lavage est envoyée au bassin **V6**

- Pour le nettoyage de la couche filtrante on utilise l'air à basse pression en entrant au moyen de la soupape **EV7** crée une turbulence qui favorise le prochain déplacement du matériel filtré.
- La régulation de l'air s'effectue grâce à la soupape manuelle **z244** qui est installée sur un espace du groupe des soufflantes.
- Dans les premières phases du contre-lavage la soupape **EV10** est ouverte pour favoriser la circulation de l'air et stabiliser la pression à l'intérieur du réservoir.
- L'ouverture et la fermeture de toutes les soupapes décrites sont commandées par PLC.
- Initialement le cycle de travail sera établi selon les logiques des standards modifiables successivement au PLC.
- Pour la sécurité de la section de filtration un pressostat est installée sur la tuyauterie d'afflux qui relève en continu la pression et en cas où elle dépasse le seuil critique établi les pompes **P21** et **P22** sont arrêtées et le contre-lavage est activé automatiquement avec les pompes **P23** et **P24**.
- En absence de courant électrique le filtre n'est pas alimenté des pompes et l'eau sort pour un trop plein du bassin **V15** et il se cumule en **V16**.
- Les débitmètres **FL5** et **FL6** permettent le tarage des débits de filtration et de contre-lavage.
- La soupape manuelle **z286** permet le déchargement complet du filtre pendant les opérations de remplacement de la couche filtrante
- Pendant la filtration les grains de silice tendent à se détériorer en diminuant leur capacité filtrante avec le temps
- Après avoir effectué le contre-lavage, il est nécessaire de remplacer la couche de grenaille
- Après avoir déchargé le filtre, on ouvre l'écouille supérieure puis l'écouille inférieure
- Après avoir formé la première couche, on ferme l'écouille inférieure et on continue à remplir le réservoir de l'écouille supérieure
- . Il faut fermer la soupape **z286** avant de redémarrer le filtre.

3.18.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Filtre (FQ1) rapide à quartz en acier
- Un pressostat (PD2)
- Une vanne pneumatique (LUG DN 50) (EV10)
- Cinq vannes pneumatique (LUG DN 100) (EV5-EV6-EV7-EV8-EV9)
- 4.500 kg de grenaille de quartz granulométrie 1÷2 mm
- 1.500 kg de grenailles de quartz granulométrie 2÷3 mm
- Une soupape d'aération de sécurité et accessoires
- Deux trou d'homme pour le chargement et déchargement grenaille
- Cent vingt et un strainers a manche longue composé de tasselles de fixation
- Une plaque de fond.

3.18.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
RIL EV5	E 125.4	Régulateur EV5 actionneur
RIL EV6	E 125.5	Régulateur EV5 actionneur
EV8	E 38.2	vanne pneumatique actionneur
EV5, 6(FQ1)	A 38.0	vanne pneumatique actionneur
EV9	E 38.3	Actionneur (vanne pneumatique) actionneur
FQ1LAV	A 38.5	Filtre à quartz actionneur
EV7	A 38.1	Actionneur (vanne) actionneur
Ssf3 Ssf4 Ssf5	E 127.0 E 127.1 E 127.2	Section de soufflante SF3 ouverte Section de soufflante SF4 ouverte Section de soufflante SF5 ouverte capteur
SF3 SF4 SF5	A 33.7 A 34.7 A 20.0	Soufflante 3 actionneur Soufflante 4 actionneur Soufflante 5 actionneur
démarrage manuel du LAV	E 31.3	lavage manuel du FQ1 capteur
EV10	A 38.4	vanne pneumatique actionneur
PD2pression Max FQ	E 14.4	Pressostat (pression Max FQ1) capteur
PD3	E 14.7	Différence entre(m20, m21>1.2) ou Différence entre (m20,m21<0.8)

Tableau 3.15 : Table des mnémoniques du Filtre à Quartz

3.18.4. Graficets du Filtre à Quartz :

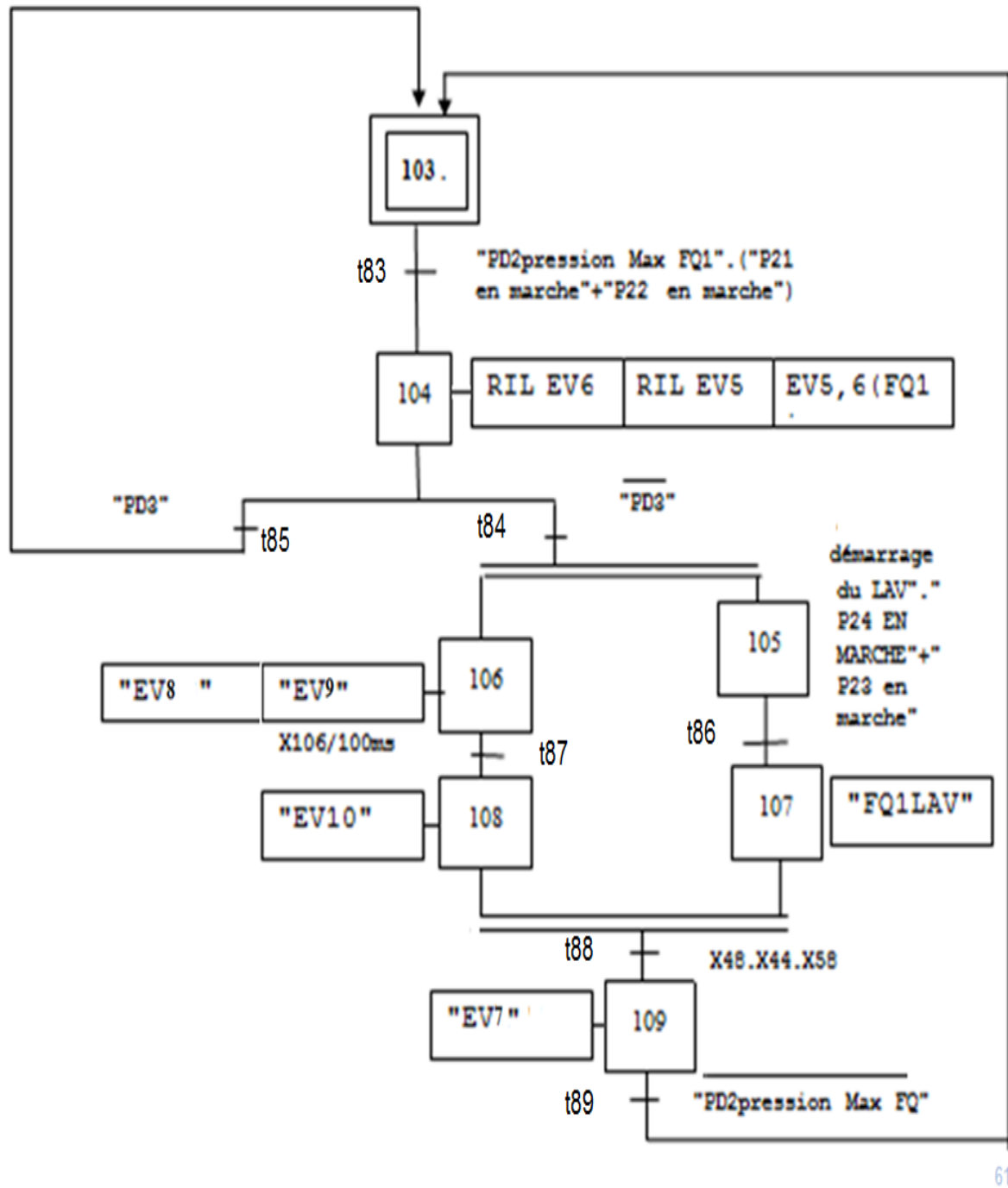


Figure 3.19 (a) : Graficet du filtre à Quartz.

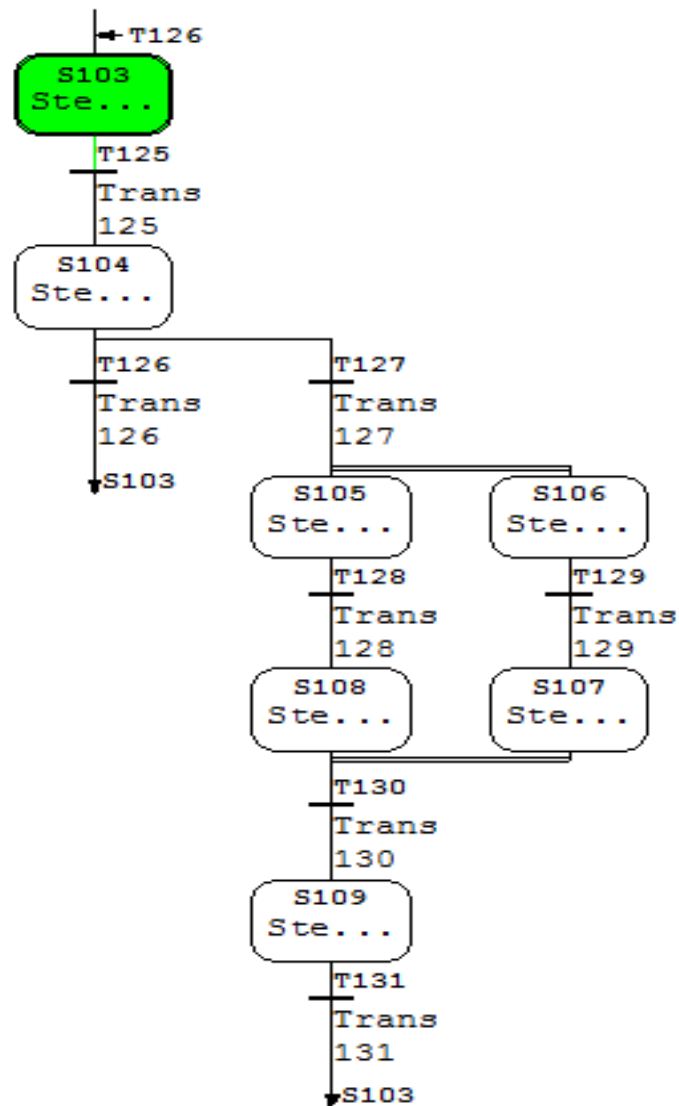


Figure 3.19 (b) : Grafcet du filtre à Quartz.

3.19. Bassin d'accumulation final (V16) :

3.19.1. Fonctionnement :

- Le bassin alimente le contre-lavage du filtre **FQ1** et le lavage de la presse à ruban **NP1**
- Les pompes de relevage **P25** et **P26**, comme les pompes **P23** et **P24**, fonctionnent en alternance et s'arrêtent à **LV12**
- Le niveau **LV10** active un signal d'alarme pour un trop plein.
- Le niveau **LV11** signale un volume suffisant d'eau en bassin **V16** et donne le consentement pour le démarrage des opérations
- Les hauteurs sont réglées manuellement en phase de démarrage de la station.
- Les pompes **P23**, **P24** et **P25**, **P26** ont chacune une ligne de refoulement indépendante et alimentent respectivement un collecteur

- Chaque ligne est dotée de : soupape de non-retour pour permettre l'installation en parallèle des deux pompes, soupape de réglage manuelle avec lecture de la portée en **FL6** (pour le contre-lavage du filtre) et manomètre pour vérifier la pression sur la bouche de refoulement des pompes.

3.19.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Deux pompes submersibles pour le lavage du filtre FQ1 (P23-P24)
- Deux soft Start de démarrage (SS5-SS6)
- Deux pompes submersibles pour le lavage des toiles de la presse a ruban NP1 (P25-P26)
- Deux soft Start de démarrage (SS7-SS8)
- Trois flotteurs à poire de sécurité (LV10-LV11-LV12).

3.19.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
LV11	E 10.0	Flotteur à poire de sécurité (niveau moyen V16)
capteur thermique P23	E 12.6	capteur thermique P23 permet de démarrer P23 capteur
Pompe P23	A 39.0	actionneur pompe submersible (bassin v16 d'accumulation) actionneur
Pompe P24	A 39.2	actionneur pompe submersible (bassin v16 d'accumulation) actionneur
Pompe P25	A 41.3	actionneur pompe submersible (bassin v16 d'accumulation) actionneur
Pompe P26	A 41.5	actionneur pompe submersible (bassin v16 d'accumulation) actionneur
P26 en marche	E 28.4	Capteur détecte P26 en marche capteur
P24 en marche	E 26.2	Capteur détecte P24 en marche capteur
P23 en marche	E 25.6	Capteur détecte P23 en marche capteur

déclenchement de protection P23	E 25.7	Pas de déclenchement de protection P23 pour démarrer P23 capteur
déclenchement de protection P24	E 26.3	Pas de déclenchement de protection P24 capteur pour démarrer P24
déclenchement de protection P25	E 28.1	Pas de déclenchement de protection P25 pour démarrer P25 capteur
déclenchement de protection P26	E 28.5	Pas de déclenchement de protection P26 pour démarrer P26 capteur
capteur thermique P24	E 12.7	capteur thermique P24 permet de démarrer P24 capteur

Tableau 3.16 : Table des mnémoniques du bassin V16

3.19.4. Grafcets du bassin V16 :

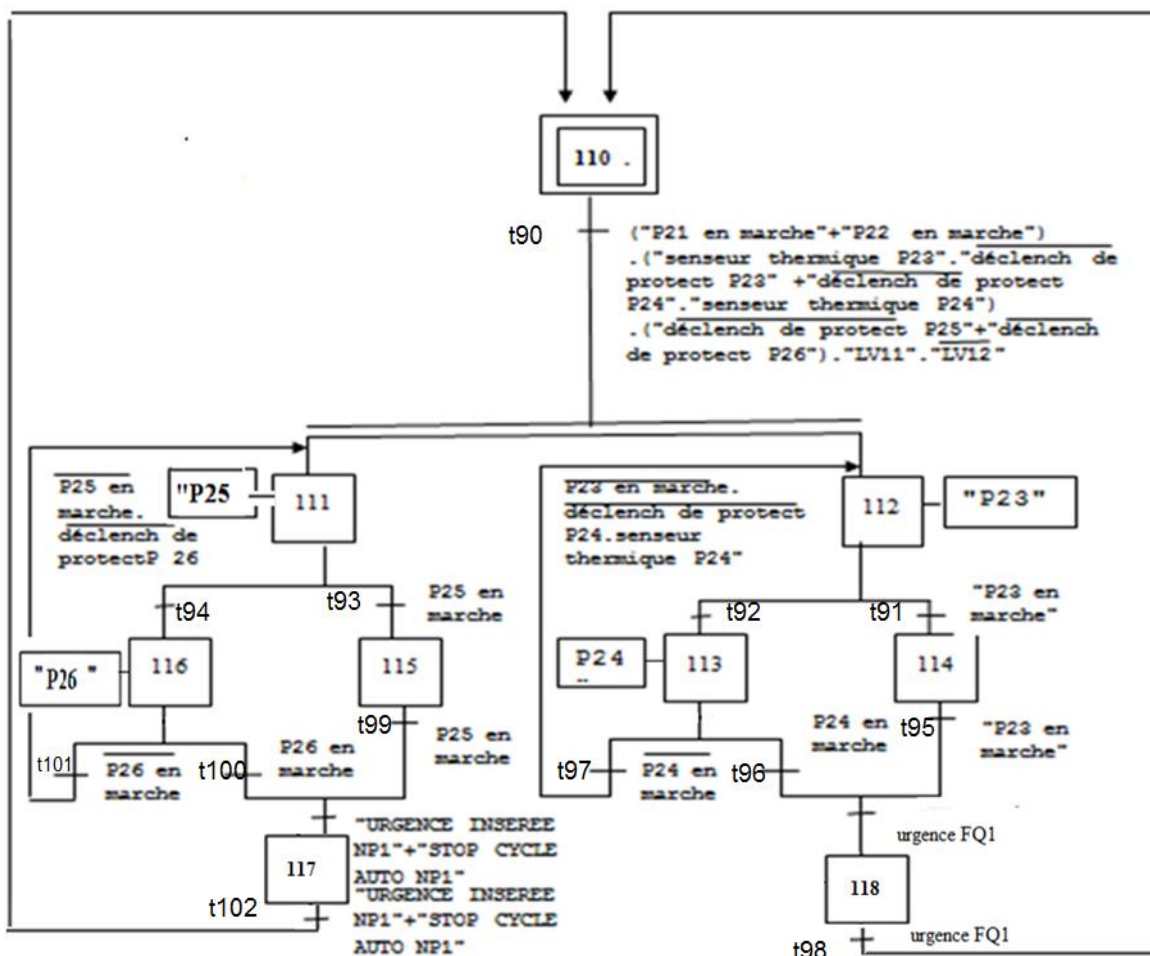


Figure 3.20 (a) : Grafcet du bassinV16.

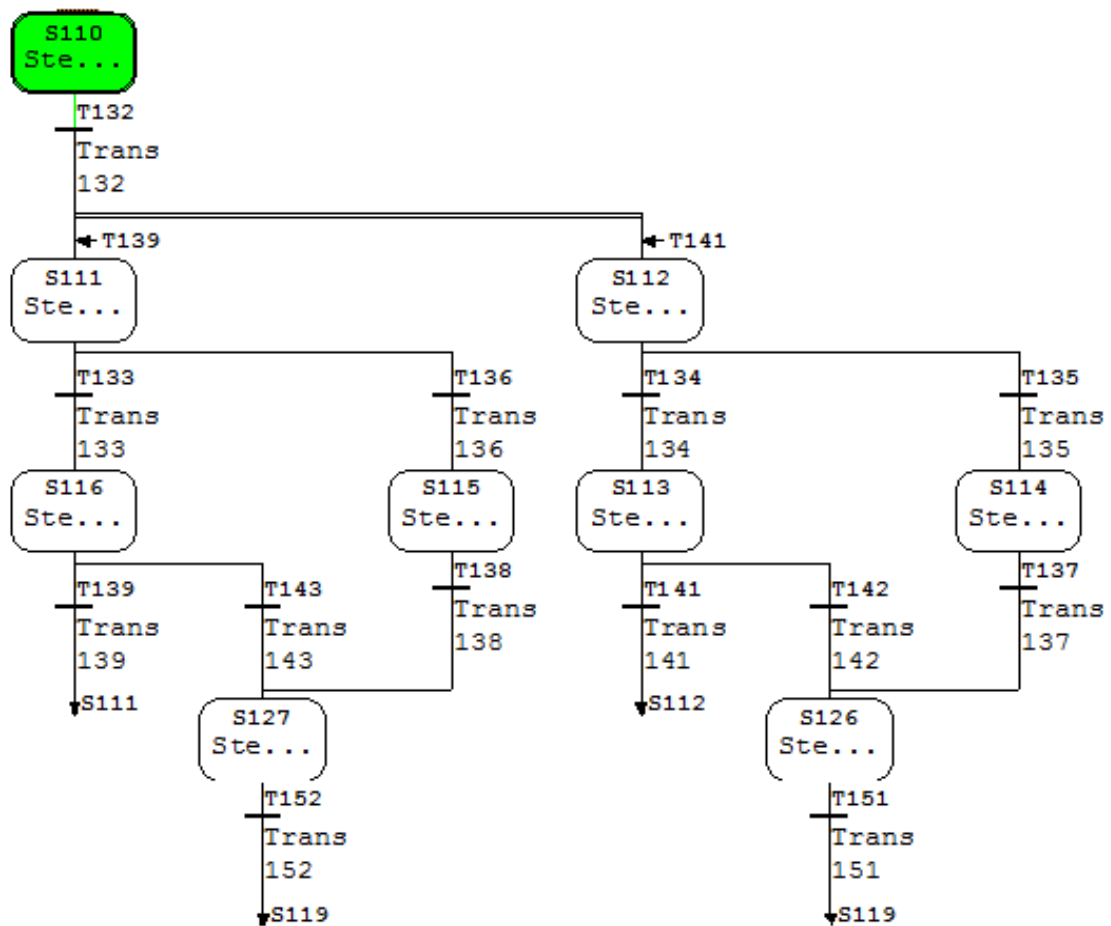


Figure 3.20 (b) : Grafcet du bassin V16.

3.20. Epaississement (V14) :

3.20.1. Fonctionnement :

- La boue provenant du bassin **V5** au moyen des pompes **P8** et **P9** sont épaissies et cumulées sur le fond, où des râteliers du pont roulant **CP4** l'envoient dans le puisard central pour l'évacuation.
- L'eau qui se cumule en surface glisse et retourne en bassin **V7**.
- Un point d'eau de réseau de service **z254**
- Le dosage temporisé de la chaux à l'aide de la soupape à manchon normalement fermée **EV4**
- La boue épaissie sur le fond du bassin **V14** est prélevée en continu des pompes **P16** et **P17** installées dans la salle de commande **S1** et commandées par des logiques de fonctionnement de la presse à ruban
- Les pompes interceptées par les soupapes manuelles **z261**, **z264**
- Le refoulement des deux pompes se raccorde sur un collecteur unique Alimentent la presse à ruban.
- L'afflux à réglage manuel est effectué par la soupape d'eau de réseau **z260** pour l'éventuel nettoyage des pompes en cas d'entretien.

- L'eau de lavage est envoyée à la presse à ruban.
- La soupape **z259** permet de vider presque entièrement l'épaississeur pendant que les soupapes **z263** et **z266** permettent de vider la tuyauterie de refoulement des pompes
- Le collecteur de refoulement est installé pour éviter la stagnation de la boue sur le fond et permettre le nettoyage de la section d'écoulement
- La boue épaissie est conditionnée avec le poly-électrolyte cationique à haute densité dans le mélangeur statique **MS3**.
- L'afflux d'eau de réseau nécessaire pour la dilution du produit est activé à partir du régulateur de niveau minimum **RL4** (fonctionnant même comme un bloc de niveau minimum de sécurité des pompes **P19** et **P20**). Il commande l'ouverture de l'électrovalve **XP5**
- L'eau de dilution est divisée en deux lignes à travers la régulation manuelle des soupapes **z269** et **z270** posées en amont des fluxmètres **FL3** et **FL4**.
- La première ligne alimente la pompe **P18** qui aspire le poly-électrolyte par dépression. La quantité de produit aspiré est réglable grâce au dé gradué posé à l'extrémité inférieure. Le mélange se produit dans le mélangeur statique **MS2**.
- Le produit glisse dans le bassin suivant où se complète la préparation avec l'utilisation de la seconde ligne d'eau de réseau et selon les proportions prévues en phase de démarrage.
- Les soupapes manuelles suivantes sont installées : la soupape **z271** pour le déchargement total du premier bassin en cas d'entretien, la soupape **z272** pour le déchargement total du second bassin en cas d'entretien, la soupape **z273** pour l'aspiration des pompes ainsi que le régulateur de niveau **RL3** qui ferme l'électrovalve **XP5** en cas de trop plein pour des raisons de sécurité
- Le poly-électrolyte produite à concentration contrôlée est prélevée en continu des pompes **P19** et **P20** fonctionnant en continu.
- Sur le collecteur sont prévus les deux espacements pour les pompes chacune d'elle interceptée par les soupapes manuelles suivantes : **z274**, **z277**
- Le refoulement des deux pompes se raccorde sur un collecteur unique Alimentent la presse à ruban.
- Sur le collecteur à l'avant des pompes il est prévu l'afflux à réglage manuel par soupape **z280** d'eau de réseau pour le nettoyage des pompes, l'eau de lavage est envoyée à la presse à ruban.
- Les soupapes **z275** et **z278** permettent de vider la tuyauterie de refoulement des pompes.
- Il est prévu le dosage complémentaire de poly-électrolyte anionique en tête et en queue du mélangeur **MS3** à l'aide des deux soupapes manuelles **z297** et **z298**.

3.20.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section :

- Un pont roulant circulaire (CP4) a traction centrale en acier, moto réducteur (MR8)
- Un tableau électrique local pour CP3 (1QK1.12)
- Deux pompes mono-vis horizontaux (P16-P17)
- Un tableau électrique local (1QK1.13).

3.20.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
Pompe P17	A 40.2	pompe submersible (bassin v14) actionneur
Pompe P16	A 40.1	pompe submersible (bassin v14) actionneur
P16 en marche	E 27.0	Capteur détecte P16 en marche
P17 en marche	E 27.2	Capteur détecte P17 en marche
Cellule dynamo. effort MR8	E 14.1	Pas de cellule dynamométrique MR8 CP4 permet de démarrer MR8 capteur
Epaissis MR8 en marche	E 26.6	Capteur détecte MR8 en marche
déclenchement de protection P16	E 27.1	Pas de déclenchement de protection P16 permet de démarrer P16 capteur
déclenchement de protection P17	E 27.3	Pas de déclenchement de protection P17 permet de démarrer P17 capteur
déclenchement de protection MR8	E 26.7	Pas de déclenchement de protection MR8 permet de démarrer MR8 capteur
Pompe P16 (XP5)	A 40.1	Pompe P16 submersible (XP5) actionneur
Urgence local CP4	E 14.3	Capteur détecte l'urgence locale CP4

Tableau 3.17 : Table des mnémoniques du bassin V14

3.20.4. Graficets du bassin V14 :

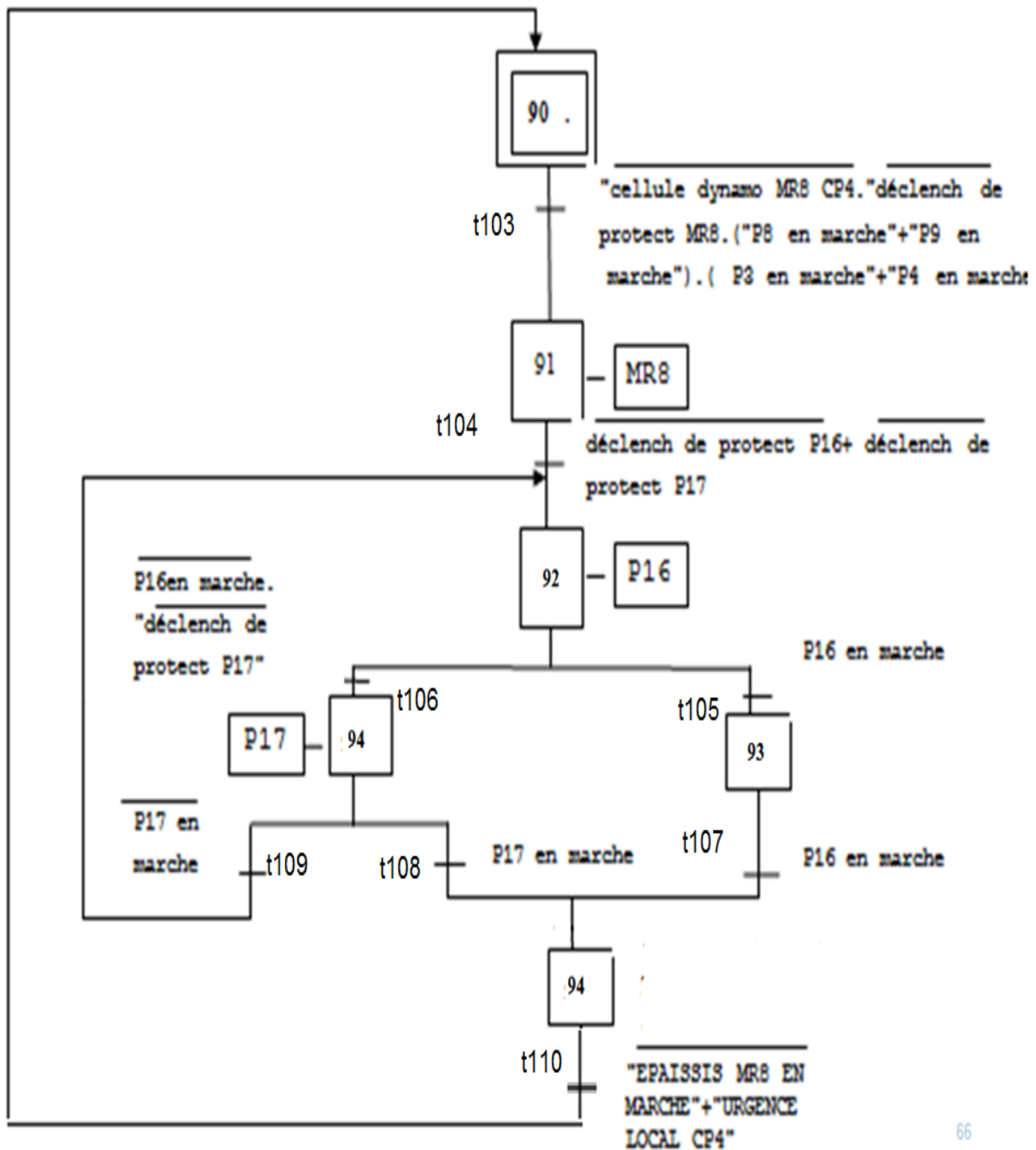


Figure 3.21 (a) : Graficet du bassinV14.

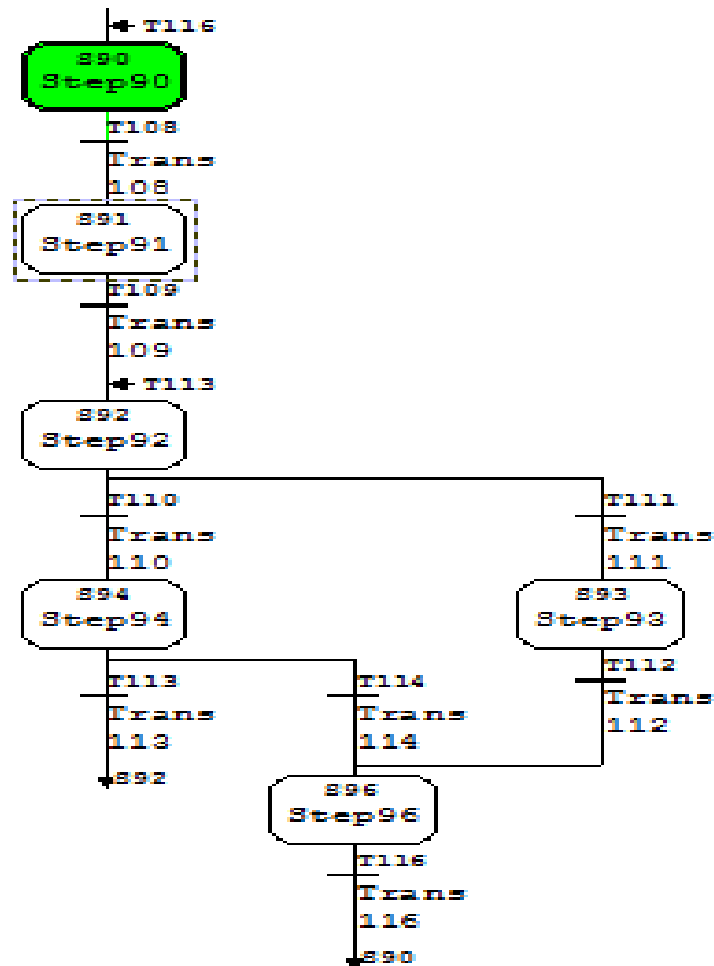


Figure 3.21 (b) : Grafcet du bassinV14.

3.21. Déshydratation (NP1) :

3.21.1. Fonctionnement :

- La boue conditionnée entre dans le blutoir **B1**
- Il subit un mélange plus intense et une première déshydratation partielle, ensuite elle arrive sur les rubans de la **NP1** qui en exerçant une pression réduisent le pourcentage d'eau présent.
- L'eau est recueillie et éloignée au bassin **V7**, la boue déshydratée est stockée dans des caissons pour l'évacuation suivante.
- Le fonctionnement de la presse à ruban est en continu, établi sur des cycles et elle est subordonnée à trois consentements positifs : La présence d'eau en bassin **V16**, la présence d'air à haute pression provenant du compresseur **SC1** et évidemment le fonctionnement des pompes **P16** et **P17**
- Pour éviter l'obturation de la toile de la presse a ruban ou la formation de résidus après la compression, il est prévu le lavage continu de la toile avec de l'eau filtrée et stockée en **V16**.



- Pour garantir la tension optimale de la toile il est prévu l'ouverture de l'électrovalve **XP7** et la vérification successive de la pression au moyen de la **PD1**.

3.21.2. Les appareils et les accessoires installés au service de cette section sont

- N° 1 agitateur (AG6)
- N° 1 agitateur (AG5)
- N° 2 Niveaux (RL3-RL4) de charge et protections sentine pompe/agitateur type conductimètre
- N° 2 pompes (P19-P20) monovis horizontale avec moto variateur manuel
- N° 1 presse a ruban (NP1) à rouleaux divers, ayant les caractéristiques suivantes :
 - N° 7 rouleaux presseurs
 - N° 7 rouleaux de pressage
 - N° 2 rouleaux tractifs
 - N° 2 rouleaux tendeurs
 - N° 2 rouleaux correcteurs de trajectoire
 - N° 1 blutoir (B1) diamètre 600 mm (long. 2000) avec moto réducteur (MR9)
 - N° 1 motoréducteur (MR10)
- N° 1 tableau électrique local pour NP1 (1QK1.15).

3.21.3. Tableau des variables (entrées / sorties) avec descriptions (tables des mnémoniques) :

Variables	Opérande	Description
NP1 MR10 en marche	E 27.6	Capteur détecte Traction NP1 MR10 en marche
NP1 MR9 en marche	E 27.4	Capteur détecte Traction NP1 MR10 en marche
Start cycle autoNP1	E 15.1	Capteur détecte le start de cycle automatique NP1
stop cycle auto NP1	E 15.2	Capteur détecte le stop de cycle automatique NP1
Urgence insérée NP1	E 31.2	Capteur détecte l'urgence insérée NP1
dosage CH2 en NP1	E 31.4	Capteur détecte la sélection dosage CH2 en NP1
PD1 min air NP1	E 14.6	Capteur détecte PD1 la pression minimum air NP1

déclenchement de protection MR9	E 27.5	Pas de déclenchement de protection MR9 permet de démarrer MR9 capteur
déclenchement de protection MR10	E 27.4	Pas de déclenchement de protection MR10 permet de démarrer MR10 capteur
MR9 (NP1)	A 41.1	Actionneur (blutoir)
arrêt NP1	A 40.4	Actionneur d'arrêter NP1
Arrêt d'urgence fin NP1	E 15.0	Capteur d'arrêt d'urgence
MR10(NP1)	A 41.2	Actionneur MR10
Démarrateur NP1	A 40.3	Actionneur démarrer NP1
Vanne XP7	A 41.0	Actionneur la vanne XP7
SC1 inséré	E 30.0	capteur détecte compresseur électrique en marche
DV7	E 127.6	déchargement ou vidange en V7 l'eau clarifiée actionneur

Tableau 3.18 : Table des mnémoniques de la Presse à Ruban NP1.

3.21.4. Grafcets du NP1 :

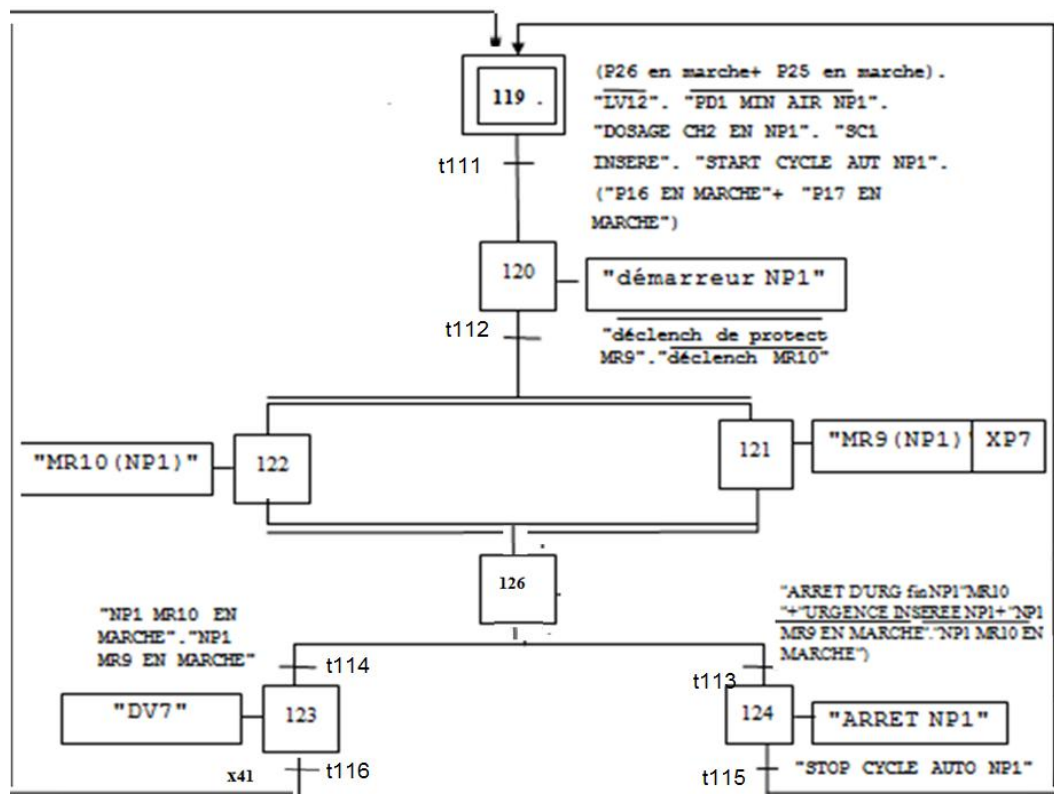


Figure 3.22 (a) : Grafcet de la Presse à Ruban NP1.

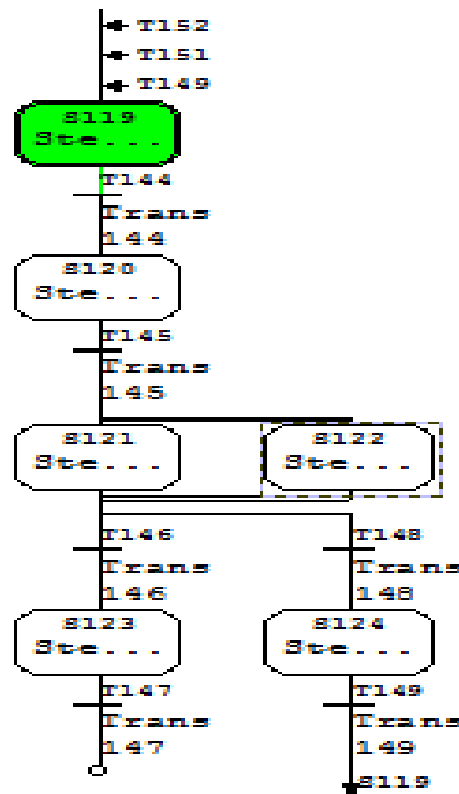


Figure 3.22 (b) : Grafcet de la Presse à Ruban NP1.

3.22. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté et étudié toutes les stations et les bassins de la station d'épuration de la maïserie TAFNA de Maghnia STEP. Pour chaque station ou bassin nous avons d'abord donné une présentation en détails en commençant par présenter son fonctionnement puis sa composition (appareils et outils), ensuite nous avons exposé toutes les variables (de chaque station ou bassin) avec leurs noms, leurs adresses matérielles et leurs descriptions, en fin nous avons donné les modélisations graphique du fonctionnement de chaque station, cette modélisation est illustrée de deux manière : une représentation d'un grafcet de fonctionnement théorique et une représentation pratique qui représente le programme d'automatisation que nous avons développé en utilisant le langage grafcet sous le logiciel de simulation et programmation des automates programmables industriel SIMATIC MANAGER STEP7 de SIEMENS.

Tous les programmes développés ont été programmés puis simulés sur STEP7 SIMATIC MANAGER et ont fonctionné avec succès et sans erreurs.

Conclusion générale

Dans ce travail nous nous sommes intéressés à l'étude, l'analyse et la simulation du système automatisé de la station d'épuration STEP de la maïserie TAFNA de Maghnia. Ce mémoire se compose de trois chapitres.

Dans le premier chapitre nous avons parlé des automates programmables industriels de manière générale, nous avons entamé le chapitre en donnant une idée sur les différentes technologies utilisées dans le domaine industriel puis nous avons présenté les systèmes de production automatisés dans cette section nous avons abordé les automates programmables, les capteurs, les pré-actionneurs et les actionneurs, ensuite nous avons parlé des réseaux industriels et des principaux protocoles de communications utilisés dans l'industrie, après nous avons parlés des différents langages de programmation des API (Grafcet, Ladder, IL, ST), pour terminer ce chapitre nous avons donné un petit aperçu sur l'automate S7-300 de Siemens car c'est le type d'automate utilisé dans la station d'épuration STEP sue nous avons étudié.

Nous avons consacré le second chapitre à la présentation de la maïserie TAFNA de Maghnia et de la station d'épuration STEP. Dans la première partie de ce chapitre nous avons présenté la maïserie la TAFNA en donnant sa fiche d'identification et son organisation générale, puis nous avons donné les fiches techniques de tous les produits fabriqués dans cette usine ainsi que les caractéristiques et les processus de fabrication de leurs dérivés. La deuxième partie du chapitre a été consacrée au fonctionnement de la STEP, où nous avons exposé en détail le fonctionnement de toutes les stations qui la compose.

Le dernier chapitre a été consacré au travail purement technique, pour chaque station nous avons présenté son cahier de charges, ses variables d'entrées sortie et les adresses matérielles pour chaque variable, ensuite nous avons donné une modélisation graphique pour le fonctionnement de chaque station grâce au langage GRAFCET. Les modèles grafcet de chaque station sont présentés en version théorique et pratique. La version pratique représente les grafcets telle qu'ils ont été programmés dans le logiciel de simulation des API de Siemens SIMATIC Manager STEP7.

Bibliographie

- [1] Systèmes automatisés - Systèmes bouclés, Chapitre 1.
- [2] Domaine d'application : Les systèmes logiques/ Discipline : Génie Électrique/
Option : Sciences de l'ingénieur.
- [3] https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9gulateur_PID
- [4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Microcontr%C3%b4leur_PIC
- [5] William Bolton, Les Automates Programmables Industriels, Dunod : Technique et Ingénierie, 2010, 432p, ISBN 13 : 978-2100547050.
- [6] L. Bergougnoux. A.P.I. Automates Programmables Industriels. Notes du cours au Polytech'Marseille, 44 pages, 2004-05.
- [7] Michel Bensoam, Cours Capteurs et Actionneurs, Master SIS.1 21 janvier 2005.
- [8] Sari Zaki, Cour CIM 2, Master M1, Département Génie Electrique et Electronique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, 2014-15.
- [9] O.Vitry et P. Rousset, Analyse Des Systemes Automatisés Etude De Leurs Comportements, Lycée Léon de Lepervanche.
- [10] HASSAM Ahmed, Cours Réseaux locaux Industriel Avancés, Licence L3, Département Génie Electrique et Electronique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, 2014-15.
- [11] <http://slideplayer.fr/slide/1150913/>
- [12] http://www.gecif.net/articles/genie_electrique/ressources/les_automates_programmables_industriels.doc
- [13] D.Gridaine, L'Automate Programmable Industriel, S.T.S. Maintenance Industrielle, 8p.
- [14] Michel BERTRAND, Automates programmables industriels, Éditions Techniques de l'Ingénieur, 2010, 20p.
- [15] <https://fr.slideshare.net/adnaneahmidani/introduction-automatisme-industriel>
- [16] Langage CONT pour SIMATIC S7-300/400, Manuel de référence, Siemens, 2010.
- [17] HASSAM Ahmed, Cours Automates Programmables Industriels, Licence L3, Département Génie Electrique et Electronique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, 2013-14.
- [18] Pierre Duysinx, Chapitre 4: Langages de Programmation, Université de Liège, 2016-17.
- [19] S. Maraoui, API et Supervision industrielle, ISIM Gabès, 2011-12.
- [20] http://www.academia.edu/5776332/Automatismes_industriels_Les_automates_programmables
- [21] Automate programmable S7-300 Fonctions intégrées CPU 312 IFM/314 IFM, Manuel Siemens.
- [22] <http://www.lcautomatisme.fr/15.html>
- [23] Manuel général et de fonctionnement de la Maïserie TAFNA de Maghnia.

Résumé :

Les automates programmables industriels sont des équipements très utilisés dans l'industrie moderne, ils permettent de donner un très grand degré d'automatisation aux machines et aux équipements utilisés dans divers processus industriels.

Dans notre mémoire nous avons étudié de manière détaillée la station d'épuration STEP de la maïserie TAFNA de Maghnia. Afin de résoudre le problème d'automatisme qui existe au niveau de cette station, nous avons modélisé toutes les stations de la STEP en utilisant l'outil de modélisation graphique GRFCET. Les modèles développés ont été programmés en langage G7 (Grafcet) sur le logiciel SIMATIC Manager Step7 qui est utilisé pour programmer les automates S7-300 de Siemens qu'on trouve dans la station d'épuration STEP.

Mots clé : Automates programmables industriels (API), Grafcet, STEP7, Modélisation, Simulation, Station d'épuration STEP.

Abstract :

Industrial PLCs (Programmable Logical Controllers) are very used in modern industry, they make it possible to give a very high degree of automation to machines and equipment used in various industrial processes.

In our work we have studied in detail the STEP treatment plant of Maghnia's TAFNA maize station. In order to solve the automation problem which exists at this station; we have modeled all the stations of the STEP using the graphic modeling tools GRFCET. The developed models have been programmed in the G7 (Grafcet) language on the SIMATIC Manager Step7 software, which is used to program the Siemens S7-300 controllers founding in the STEP Station.

Key words: Programmable Logical Controllers (PLC), Grafcet, STEP7, Modelization, Simulation, Wastewater treatment station.

ملخص :

أجهزة التحكم المنطقي القابلة للبرمجة هي أجهزة جد مستعملة في الصناعات الحديثة, فهي تسمح بمنح المعدات المستعملة في مختلف الصناعات درجة عالية من الأتمتة.

في مذكرتنا هاته قمنا بدراسة تفصيلية لمحطة تصفية مياه شركة الذرة تافنة بمغنية. بهدف إيجاد حل لمشكل الأتمتة على مستوى هاته المحطة, قمنا بتطوير نماذج لكل أجزاء المحطة باستعمال أداة النمذجة GRFCET, كل النماذج المطورة قمنا ببرمجتها على البرنامج SIMATIC Manager Step7 المستعمل في برمجة أجهزة التحكم المنطقي القابلة للبرمجة التي تدير محطة التصفية.

الكلمات المفتاحية : أجهزة التحكم المنطقي القابلة للبرمجة, GRFCET, Step7, النمذجة, المحاكاة, محطة التصفية.