

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Abderrahmane Mira de Bejaia  
Faculté de Technologie  
Département d'Automatique, de Télécommunication et d'Electronique

# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electronique

**Spécialité : Automatique**

# Thème

**Etude et amélioration d'une ligne de production de  
Yaourt à boire**

**Sarl Soummam, d'Akbou**

**Présenté par :**

M<sup>lle</sup> AIT HELLAL Kamilia

M<sup>me</sup> TAKKA Zahra

**Devant le jury:**

Président: Mr GUENOUNOU.O

Examineur: Mr MENDIL.B

Promoteur: Mr LEHOUCHE.H

Co-promoteur: Mr ANABLI.S



**Promotion 2016**

# Remerciements

---

La plus haute gratitude serait toute entière au Bon Dieu qui nous a donné la volonté et le courage pour mener à terme ce travail.

Nous adressons notre plus grande gratitude et nos plus chaleureux remerciements à Monsieur LEHOUCHE. H. notre Encadreur qui n'a pas hésité à nous faire confiance et qui a accepté de nous encadrer, on ne trouvera jamais les mots les plus appropriés pour exprimer la reconnaissance que nous lui portons pour la qualité de son encadrement pour avoir mis à notre disposition tout le nécessaire pour le bon déroulement de notre projet, pour sa gentillesse, sa compréhension, sa disponibilité, sa patience et ses qualités humaines.

Nos plus vifs remerciements s'adressent également à Monsieur ANABI .S, notre

Co-Encadreur à la laiterie Soummam pour son soutien et pour avoir trouvé toujours du temps pour nous aider et nous guider à chaque fois que l'on a besoin.

Nous tenons à remercier également toute l'équipe de maintenance et plus particulièrement, Monsieur NAIT RABAH. B, pour leur aide et leur soutien, en leur souhaitant une bonne continuation.

Nous exprimons notre gratitude et remerciement à :

Mr MENDIL. B qui nous a fait un grand honneur d'avoir accepté de présider le jury d'évaluation de notre travail ;

Mr GUENOUNOU. O qui nous a fait un grand honneur d'avoir accepté d'examiner notre travail.

## DEDICACE

*Je suis très honorée et c'est avec un grand amour et plaisir que je dédie ce mémoire :*

*A ma très chère mère qui représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mon père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A mon très cher frère Md Amezianet à ma très chère petite sœur Lamia, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Mes anges gardiens et Mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.*

*A ma très chère Zahra ma sœur, mon binôme, mon à tout, mon amie intime, celle qui a toujours été là pour moi dans les moments de joie et de tristesse. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.*

*A tous mes amis (Ninouh, Mimi, Kahina, Souad, Yamina, Sylia, Lynda, Meriem, Nassima, Yassmin, Akila, Karim, Tarik, Midou) qui m'ont porté du soutien et de la joie dans les moments difficiles et avec qui j'ai partagé les plus beaux moments de ma vie. Et je remercie particulièrement Ninouh qui nous a beaucoup aidés avec ses conseils à propos de la bibliographie et Kahina ma très chère grande sœur qui a été là pour moi à tout moment.*

*Et en particulier à Yacine, son soutien, son profond attachement, ses conseils et son encouragement m'ont permis de réussir et d'avancer vers un avenir brillant.*

*Kamilia*

## DEDICACE

*Je suis très honorée et c'est avec un grand amour et plaisir que je dédie ce mémoire :*

*A ma très chère mère qui représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mon père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A mon mari Karim, Quand je t'ai connu, j'ai trouvé l'homme de ma vie, mon âme sœur et la lumière de mon chemin. Ma vie à tes côtés est remplie de belles surprises. Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égale, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein.*

*A mon très cher frère Yassine et à mes très chères sœurs Syla, Kahina, Alicia, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Mes anges gardiens et Mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.*

*A ma très chère KAMILIA ma sœur, mon binôme, mon à tout, mon amie intime, celle qui a toujours été là pour moi dans les moments de joie et de tristesse. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.*

*A tous mes amis (Ninouh, Mimi, Kahina, Souad, Yamina, Syla, Lynda, Meriem, Farida, Miassa, Yacin, Tariq, Midou) qui m'ont porté du soutien et de la joie dans les moments difficiles et avec qui j'ai partagé les plus beaux moments de ma vie. Que dieu vous garde de tout malheur*

Zahra

# *Liste Des Abréviations*

API : automate programmable industriel

BMEP58:Le processeur de M580

CD :coefficient diélectrique

DFB :Bloc Fonction Dérivé

DTM :Device Type Manager

E/S : les Entrées-Sorties

FDT :Field DeviceTool

NEP: Nettoyage en place

PID :proportionnelle, intégrale, dérivée

RIO:entrées-sorties distantes

STB :Set-top box

TOR : Tout ou rien

YAB : Yaourt à boire



*Liste Des Figures*

## Liste des figures

---

Figure I.1 : Organigramme du complexe SOUMMAM.....	5
Figure I.2 : Plate-forme d'automatisme Modicon M580 .....	9
Figure I.3: Plate-forme Modicon X80.....	10
Figure II.1 : Schéma de processus de fabrication de YAB .....	13
Figure II.2: schéma bloc de maturation.....	14
Figure II.3 : Grafcet de la fonction nettoyage .....	16
Figure II.4 : Grafcet de la fonction égouttage .....	18
Figure II.5 : Grafcet de la mise en aire.....	19
Figure II.6 : Grafcet de la fonction agitation.....	20
Figure II.7 : Grafcet de la fonction maturation .....	21
Figure II.8 : Séquencement de la fonction remplissage .....	22
Figure II.9 : Grafcet de la fonction soutirage .....	23
Figure II.10 : Grafcet de la fonction lavage ligne réfrigérant .....	26
Figure II.11 : Grafcet de la fonction transfert de la ligne.....	28
Figure II.12 : Grafcet de la fonction pousse à l'eau .....	30
Figure II.13 : Grafcet de la fonction gestion de réfrigérant .....	31
Figure II.14 : Schéma bloc de tampons.....	32
FigureIII.1 : Méthodologie de création d'un projet sous unity pro.....	37
Figure III.2 : schéma d'un système régulé .....	39
Figure III.3 : principe d'action d'un régulateur de type PID .....	40
Figure III.4: la réponse à une consigne .....	41
Figure III.5 : Débitmètre Promag 50H .....	42
Figure III.6 : Principe de fonctionnement de Promag 50H .....	43
Figure III.7 : Sonde de niveau Liquicap M FM15x .....	44
Figure III.8 : Variateur de vitesse ALTIVAR312.....	44
Figure III.9 : Pompe à vis.....	45



## Liste des figures

---

Figure III.10: Reg_M105FT01 (Régulateur débit) .....	47
Figure III.11 : Reg_C130LT01 (Régulateur de niveau).....	50
Figure III.12: courbe de régulation de débit.....	52
Figure III.13 : courbe de régulation de niveau .....	53
Figure III.14 :DFB du compteur M102VF1 .....	54
Figure III.15 : DFB de M102FS1 (entrée TOR) .....	54



*Liste Des Tableaux*

## Liste des tableaux

---

Tableau I.1 : L'évolution du capital social.....	04
Tableau I.2 : La composition de l'installation Soummam .....	06
Tableau I.3 : Architecteur automation de l'entreprise Soummam .....	07
Tableau II.1: Actionneurs de la zone Maturation .....	14
Tableau II.2: Commande actionneurs de la fonction NEP .....	16
Tableau II.3: Commande actionneurs de la fonction égouttage.....	17
Tableau II.4: Commande actionneurs de la fonction mise en aire .....	18
Tableau II.5: Commande actionneurs de la fonction agitation.....	19
Tableau II.6: Commande actionneurs de la fonction remplissage.....	22
Tableau II.7: Commande actionneurs de la fonction soutirage .....	23
Tableau II.8 : actionneurs de la ligne de réfrigérant.....	24
Tableau II.9: Commande actionneurs de la fonction NEP de la ligne de ref.....	26
Tableau II.10: Commande actionneurs de la fonction transfert de la ligne ref .....	28
Tableau II.10: Commande actionneurs de la fonction pousse à l'eau .....	29
Tableau II.11: Commande actionneurs de la fonction gestion du réfrigèrent.....	30
Tableau II.12: Actionneurs de la zone Tampon .....	32



*Sommaire*

# SOMMAIRE

---

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

## Chapitre I : Généralités

I.1. Introduction.....	03
I.2. Présentation de l'entreprise.....	03
I.2.1. Emplacement géographique .....	03
I.2.2. Production .....	04
I.2.3. Capital social .....	04
I.2.4. Organigramme de l'entreprise.....	04
I.3. Composition de l'installation.....	06
I.4. Architecte automation.....	07
I.4.1. Présentation de Modicon M580 .....	08
I.4.1.1. Plate-forme Modicon M580 .....	09
I.4.1.2. Plate-forme Modicon X80 .....	10
I.4.1.3. Modules dédiés .....	11
a. Modules d'E/S analogique intégrées HART.....	11
b. Modules de pesage partenaire Scaime .....	11
I.5. Conclusion .....	11

## Chapitre II : Description et analyse du processus

II.1. Introduction .....	13
II.2. Description du processus de fabrication de YAB.....	13
II.3. Analyse fonctionnelle des sections étudiées.....	14
II.3.1. Maturation.....	14
II.3.1.1. cuve de maturation .....	14
II.3.1.2. Actionneurs .....	15
II.3.1.3. Les fonctions propres à une cuve Maturation .....	16
A. Nettoyage des cuves .....	16
A.1. Principe de fonctionnement .....	16
A.2. Mise en œuvre.....	16
B. Egouttage des cuves.....	17
B.1. Principe de fonctionnement .....	17

# SOMMAIRE

---

B.2. Mise en œuvre.....	18
C. Mise en aire .....	19
C.1. Principe de fonctionnement .....	19
C.2. Mise en œuvre.....	19
D. Agitation d'une cuve .....	20
D.1. Principe de fonctionnement .....	20
D.2. Mise en œuvre.....	20
E. Maturation des cuves .....	21
E.1. Principe de fonctionnement.....	21
E.2. Mise en œuvre .....	22
F. Remplissage des cuves depuis un pasteurisateur yaourt.....	23
F.1. Principe de fonctionnement.....	23
F.2. Mise en œuvre .....	23
F.3. Programme .....	24
G. Soutirage des cuves vers les réfrigérants.....	24
G.1. Principe de fonctionnement .....	24
G.2. Mise en œuvre.....	25
G.3. Programme.....	26
II.3.2. Refroidissement .....	26
II.3.2.1. Actionneurs .....	26
II.3.2.2. Fonctions propres a une ligne de réfrigèrent.....	27
A. Lavage .....	27
A.1. Principe de fonctionnement .....	27
A.2. Mise en œuvre.....	28
B. Transfert d'une ligne .....	29
B.1. Principe de fonctionnement .....	29
B.2. Mise en œuvre.....	30
B.3. Programme .....	31
C. Pousse à l'eau des lignes .....	31
C.1. Principe de fonctionnement .....	31
C.2. Mise en œuvre.....	32
D. Gestion du réfrigérant.....	33
D.1. Principe de fonctionnement .....	33

# SOMMAIRE

---

D.2.Mise en œuvre.....	33
II.3.3 : Stockage.....	34
II.3.3.1 Cuve Tampon .....	34
II.3.3.2 Les actionneurs.....	35
II.3.3.3. Fonction propre à une cuve Tampon.....	36
II.3.4. Conditionnement.....	36
II.4. : Problèmes rencontrés.....	36
II. 5. Conclusion .....	36

## Chapitre III : Automatisation et régulation

III.1. Introduction .....	37
III.2. Présentation de logiciel .....	37
III.2.1. Création d'un projet sous unity pro .....	38
III.2.2. Programme à Littéral structuré (ST).....	39
III.3. Améliorations apportés à la ligne automatisée.....	40
III.3.1. Programmation des améliorations .....	40
III.3.1.1. Intégration des régulations .....	40
A. Définition de régulation.....	40
A.1. Le régulateur PID .....	41
A.2.Le réglage des paramètres d'un PID.....	43
B. Instrumentation .....	44
B.1. Débitmètre.....	44
B.2. Sonde conductrice .....	45
B.3. Variateur de vitesse.....	46
B.4. Pompe à vis .....	46
C. Régulation de débit.....	47
C.1. Mise en fonction .....	47
C.2. Programmation.....	47
a. Cahier de charge.....	48
b. Création de bloc fonction.....	48
c. Corps de régulateur M105FT01 .....	49
d. Gestion de la régulation .....	50
D. Régulation de niveau .....	50
D.1. Mise en fonction .....	50

# SOMMAIRE

---

D.2. Programmation .....	51
a. Cahier de charge.....	51
b. Création de bloc fonction.....	52
c. Corps de régulateur C130LT01 .....	52
d. Gestion de la régulation .....	53
e. Résultats et discussion.....	53
III.3.1.2. Intégration des compteurs .....	55
A. Dans la zone Maturation.....	55
A.1. Mise en fonction .....	55
A.2. Programmation .....	56
A.2.1. Pour le remplissage .....	56
a. déclaration des variables.....	56
b. Corps du compteur M102VF1.....	57
c. Gestion du volume de la cuve .....	58
A.2.2. Pour le soutirage.....	58
a. Déclaration des variables.....	58
b. Corps du compteur M105VF1.....	59
c. Gestion du volume de la cuve .....	61
B. Dans la zone Tampon .....	61
B.1. Mise en fonction .....	61
B.2. Programmation.....	61
B.2.1. Pour le remplissage .....	61
a. Déclaration des variables.....	61
b. Gestion de volume de la cuve .....	62
B.2.2. Pour le soutirage.....	62
a. Déclaration des variables.....	62
b. Corps du compteur S505VF1 .....	63
c. Gestion du volume de la cuve .....	65
III.4 Conclusion.....	66
Conclusion générale .....	67
Bibliographie.....	68
Annexe	



# *Introduction Générale*

### **Introduction générale**

A tous les âges, du petit-déjeuner jusqu'au dîner, les produits laitier sont de large consommation en Algérie, qui est égale à 110 l/hab/an. Ainsi, la production laitière en Algérie n'a pas réussi à suivre l'évolution de la consommation laitière par habitant et surtout les rythmes rapides de la demande engendrés par des taux démographiques élevés. La SARL Soummam est l'une des industries laitières en Algérie, qui fabrique une large gamme de produit laitiers (yaourt, Boisson lactées et autres spécialités laitiers). Parmi ces produits, on y trouve le yaourt à boire qui est très demandé par les consommateurs. Afin de satisfaire ces demandes et garder sa compétitivité sur le marché, le processus de fabrication de yaourt à boire doit être obligatoirement automatisé.[1]

Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables, ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et dangereuses. Parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. L'automatisme est donc synonyme de productivité. [2]

En effet, la compétitivité et la satisfaction de la demande exige de maintenir le processus de fabrication le plus près possible de son optimum de fonctionnement prédéfini par un cahier de charge et avoir un minimum des pertes de produit. La régulation et le contrôle des volumes occupent généralement la grande partie de l'automatisation d'un procédé industriel.

Notre travail consiste à intégrer une régulation PID et des compteurs dans la ligne de production de Yaourt à boire, afin de répondre aux réclamations des ingénieurs de la SARL Soummam, en ce qui concerne la qualité et les pertes de produit.

A cet effet le présent mémoire est réparti en trois chapitres décrivant les volets principaux :

Le premier chapitre sera consacré à la présentation de la laitière Soummam d'une manière générale et à son architecture automation, ainsi une description de l'automate utilisé qui est le Modicon M580.

Le second chapitre sera dédié à l'analyse fonctionnelle du processus de fabrication de YAB et la détermination des problèmes de cette ligne de fabrication.

## Introduction générale

---

Enfin le dernier chapitre présente la programmation des solutions porté aux problèmes détectés sous unity pro et discussion des résultats obtenus après simulation.

On termine par une conclusion générale qui résume notre travail.

# *Chapitre I : Généralités*

## I.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter l'entreprise agroalimentaire Soummam tout en montrant sa composition ainsi son architecture automation en première lieu, et l'automate programmable utilisé en deuxième lieu.

## I.2. Présentation de l'entreprise :

Soummam est parmi les entreprises algériennes qui ont provoqués un développement continu à la société depuis leurs créations, elle a été fondée par la famille Hamitouche en 1993 à Akbou (Bejaia). Cette entreprise a comme activités la production, la commercialisation et la distribution de produits laitiers frais (Yaourt, Boisson lactées et autres spécialités laitiers).

Le véritable tournant de Soummam se produit en 2000 lorsque la société déménage vers un nouveau site et décide d'investir dans des équipements modernes répondant aux normes internationales en matière de conception, d'hygiène et de productivité. Le succès de la société ne s'est pas démenti depuis .Ce succès elle le doit :

- A l'engagement et au dévouement de ses salariés
- Au sérieux de ses dirigeants ainsi qu'à leur volonté de hisser cette société en première rang.

Soummam est devenue une vraie référence et un modèle de réussite dans la production algérienne et faisant la qualité son cheval de bataille et sa priorité.

Grace à son principe d'innovation, Soummam continue son développement pour consolider sa place de leader. [3]

### I.2.1. Emplacement géographique :

L'usine et le siège de laiterie Soummam situent dans la zone industrielle Taharacht d'Akbou, dans la wilaya de Bejaia, en plus de quatre dépôts régionaux dans les wilayas d'Alger, Annaba, Oran et Constantine, auxquels achemine ses produits par le biais de sa propre flotte ou par des transporteurs externes à l'entreprise, ce qui inscrit dans l'objectif d'étendre ses produits à l'échelle national et aussi faciliter aux consommateurs l'accès aux produits.

### I.2.2. Production :

La laiterie Soummam se place aujourd'hui comme le leader de son domaine d'activité en Algérie avec :

- Une gamme de produit de plus de 40 produits
- 3 unités de produits de production réparties comme suit
  - **SOUMMAM 1**
  - **SOUMMAM 2**
  - **SOUMMAM 3**
- 16 lignes de productions composées d'équipement récents et de technologie de pointe

Elle commercialise aujourd'hui plus de 1 milliard de pots par ans à travers tout le territoire national grâce à :

- Une infrastructure nationale de stockage sous froid de plus de 20000  $m^3$
- Plus de 300 camions distribuant ses produits à travers le territoire national
- Un réseau national exclusif de près de 50 distributeurs agréés
- Un réseau national de plus de 200 grossistes et distributeurs indépendants.[3]

### I.2.3 Capital social

Le capital social de la laiterie Soummam a considérablement augmenté, en 1996 ce dernier valait 900.000 DA, en 2011 quinze ans après, il a atteint les 2.837.943.000 DA.

L'évolution du capital est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau I.1 :L'évolution du capital social**

Année	Montant du capital en DA
1996	900 000 DA
1999	33 000 000 DA
2001	150 000 000 DA
2004	1 500 000 000 DA
2011	2 837 943 000 DA

### I.2.3. Organigramme de l'entreprise :

La société laiterie Soummam est partagée en un certain nombre de direction. L'organigramme de la page suivante résume son organisation.

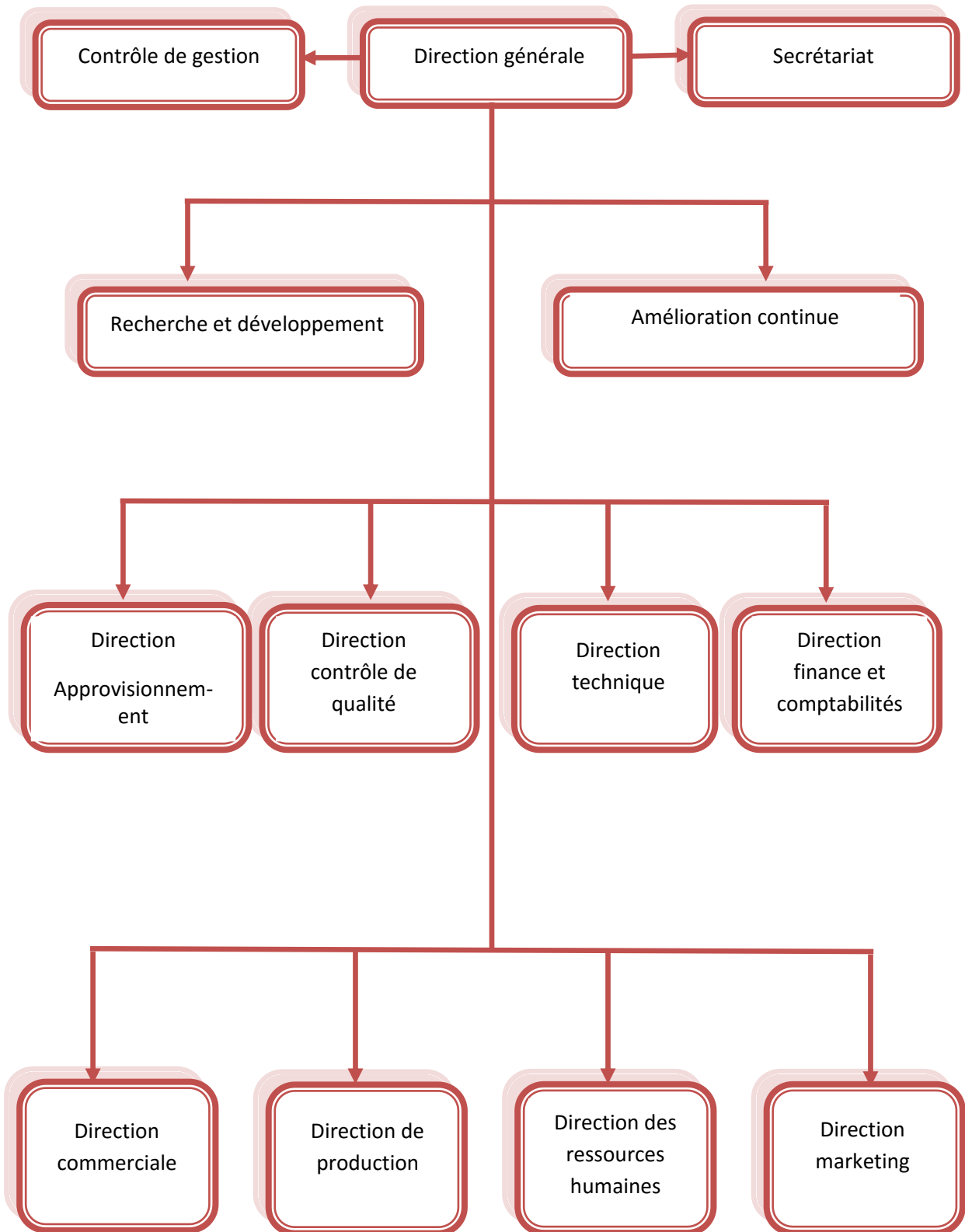


Figure I.1 : Organigramme du complexe SOUMMAM

### I.3. Composition de l'installation :

L'installation Soummam est composée de huit ateliers, chaque une de ces ateliers est composée par des zones. La composition globale de l'installation est présentée dans le tableau suivant : [4]

**Tableau I.2 :** La composition de l'installation Soummam

Atelier	composition
Nep cru	Zone station de Nep lait cru
Nep pasteurisée	Zone station de Nep lait pasteurisé
Réception	2 Zone quai de réception (1, 2) Zone stockage lait cru Zone tampon crème crue 2 Zone pasteurisateur (lait(P1), crème(P2)) 2 Zone de stockage (lait écrémé pasteurisé, crème pasteurisée)
Préparation	Zone poudrage lait Zone poudrage crème
Pasteurisation, thermisation, stérilisation	3 Zones pasteurisateurs Yaourt (1(P3), 2(P4), 3(P5)) Zone stérilisation crème 2 Zones thermisteurs lait (1(P6), 2(P7))
Yaourt à boire	Zone maturation Yaourt à boire Zone tampon Yaourt à boire Zone remplisseuse Sidel 1 Zone remplisseuse <<Nouvelle ligne YAB>> Zone remplisseuse Serac 2
Yaourt brassé	Zone maturation brassés Zone tampon brasés Zone remplisseuse serac1 3 Zones remplisseuse Brassé (1, 2, 3)



Fromage frais	Zone maturation fromage frais Zone tampon fromage frais Zone tampon crème Zone remplisseuse FF3 Zone remplisseuse 1802 Bis Zone remplisseuse 1802
---------------	--

#### I.4. Architecture d'automatisation :

Dans ce tableau suivant on présente l'architecture d'automatisation de Soummam. [4]

**Tableau I.3 :** Architecture d'automatisation de l'entreprise Soummam

Automate	Constitution par zone
Automate 1(NEP cru)	Zone station NEP A cru
Automate 2(NEP pasteurisée)	Zone station NEP B pasteurisé
Automate 3(Réception)	2 Zones quai de réception (1→Q1, 2→Q2) Zone stockage lait cru (S1) Zone pasteurisateur lait 1 (P1) Zone stockage lait écrémé (S3)
Automate 4 (Pasteurisateur crème)	Zone pasteurisateur crème 1(P2) Zone tampon crème crue (S2) Zone stockage crème pasteurisée (S4)
Automate 5 (stérilisateur crème)	Zone stérilisateur crème (U1) Zone poudrage crème (I2)
Automate 6 (poudrage lait)	Zone poudrage lait (I1)

### I.4.1. Présentation de Modicon M580 de Schneider électrique :

Le Modicon M580 ePAC de Schneider électrique (Programmable Automation Controllers ou automates programmables) offre de l'ouverture, de la flexibilité, de la robustesse et de la durabilité. Les modules M580 sont conçus avec un réseau principal Ethernet pour optimiser la connectivité et les communications [5]. Ils prennent en charge les modules d'E/S communs X80, qui peuvent être intégrés facilement dans leur architecture. Les processeurs puissants offrent des niveaux élevés de calculs pour des communications en réseau complexes, affichent et contrôlent les applications.

#### I.4.1.1. Plate-forme Modicon M580 :

La plate- forme Modicon M580 (figureI.4) est composée des dispositifs suivants :

- Un processeur BMEP58XXXX
- Une plate-forme d'E/S Modicon X80
- Des modules dédiés (Modules D'E/S analogique intégrées HART, Modules de pesage partenaire Scaime)
- Un fond de panier Ethernet
- Le logiciel unity



**FigureI.2** :Plate-forme d'automatisme Modicon M580 de Schneider électrique

La gamme de processeurs **BMEP58XXXX** constitue le cœur d'une solution complète de contrôle basé sur les modules et racks spécifiques et compatibles avec le Modicon M580. Le processeur autonome **BMEP58XXXX** est un processeur modulaire d'automatisme qui occupe physiquement deux emplacements de module sur un fond de panier. Il peut être installé sur les racks Ethernet+ busX **BMEXBPXXXX** et sur les racks busX **BMXXBPXXXX** ce processeur peut gérer la plate-forme d'E/S Modicon X80 dans une configuration monorack ou multirack. Leur emplacement est équipé de :

- Modules d'E/S TOR
- Modules d'E/S analogique
- Modules de comptage
- Modules de communication (réseau Ethernet, bus capteurs/actionneurs AS- interface et module RTU, liaison série Modbus)
- Modules experts

Les septes processeurs de cette gamme ont différents capacités mémoire, vitesses de traitement, fonction de port Ethernet intégré, ainsi que différents nombres d'E/S et de racks locaux supportés

#### **I .4.1.2. Plate-forme Modicon X80 :**

La plate-forme d'E/S Modicon X80 (Figure I.3) est la base commune aux plates-formes d'automatisme par ajout d'un processeur dédié tel que le M580 ou le M340. Elle est disponible en configuration monorack ou multiracks . Cette plate- forme permet également d'accueillir des modules dédiées aux plates-formes d'automatisme (communication, application..). Une station Modicon X80 peut prendre en charge deux racks séparés par une distance cumulée pouvant aller jusqu'à 30 mètres/98.425 pieds.

Cette plate-forme commune à plusieurs plates- formes d'automatisme permet de réduire les couts de maintenance et de formation, car elle comporte :

- Une seule gamme de pièces de rechange en stock
- Une formation commune pour plusieurs automates



**Figure I.3 :** Plate-forme Modicon X80

Elle est basée sur une technologie récente d'E/S, la plate –forme d'E/S Modicon X80 offre :

- Une robustesse et une capacité de haute qualité
- Une conformité aux certifications internationales
- Un large choix de modules

#### **I.4.1.3. Modules dédiés :**

##### **a. Modules D'E/S analogique intégrées HART :**

Le protocole HART est une norme globale pour envoyé et recevoir des informations numérique via des cable analogique entre des équipements intelligents et un système de contrôle ou de surveillance. La norme est controlée par HART communication Fondation. Des modules d'E/S analogiques integrées HART peuvent être ajouté au fond de panier du processeur Modicon M580, ces modules HART disposent de 8 voies par module d'entrée et de 4 voies par modules de sortie. Les modules d'E/S analogique intégrées HART permettent l'intégration des instruments compatibles HART à l'architecteur réseau.

Chaque rack principal M580 peut prendre en charge jusqu'à 6 modules d'E/S HART et chaque station RIO X80 peut prendre en charge jusqu'à 7 modules d'E/S HART. Ces dispositifs sont configurés par le DTM unity pro, les modules d'E/S analogiques intégrés HART sont pris en charge uniquement par les fonds de panier Ethernet + bus X

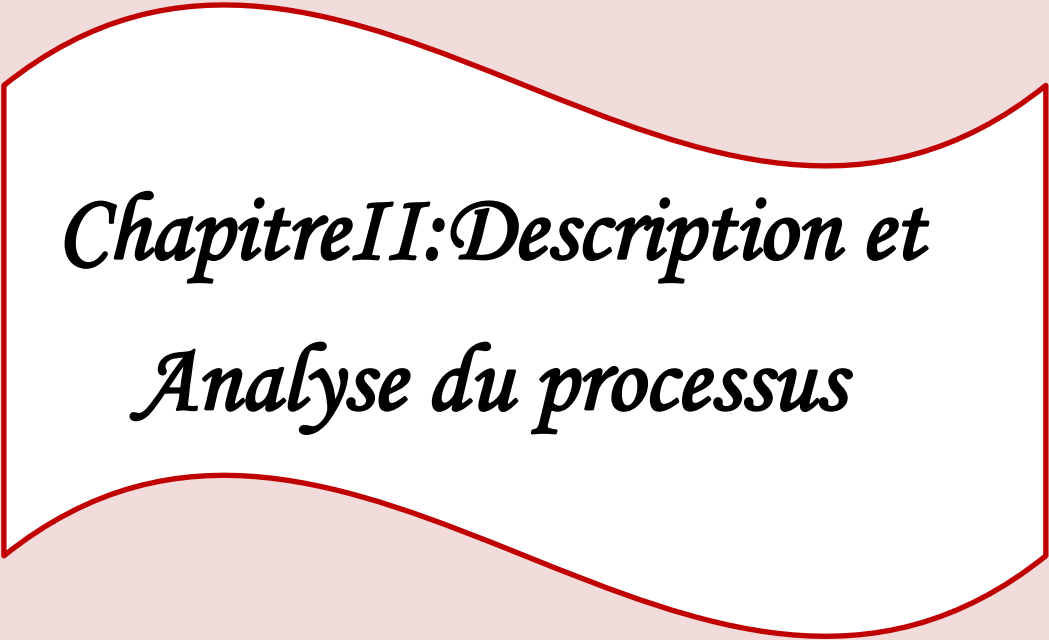
##### **b. Modules de pesage partenaire Scaimé :**

Le module de pesage partenaire scaimé intégré est une solution pour les systèmes de pesage intégrés et distribués. Le module de passage est pris en charge uniquement par les fonds de panier Ethernet + bus X (rack principal ou station RIO). Ce système Ethernet de transmission de pesage scaimé dispose d'une voie de pesage et peut accepter jusqu'à 100 mesures par seconde dans le but de fournir une meilleure résolution de pesage. Les données de pesage sont facilement communiquées à l'automate programmable via le réseau principal Ethernet. La configuration hors-ligne peut être faite par le biais d'Unity et les étalonnages et paramétrages en ligne peuvent être faits via FDT/DTM.

**I.5. Conclusion :**

Afin d'attirer le plus grand nombre possible de la clientèle et gagner leur confiance, l'entreprise Soummam essaie toujours de garantir le bon conditionnement de ses produits et de garder la bonne qualité en essayant d'améliorer les performances de ses procédés de fabrications ainsi en intégrant des technologies récentes.

En raison d'objectivité de notre étude nous allons étudier le procédé de yaourt à boire en mettant en évidence l'analyse fonctionnel de ce dernier qui sera l'objet du chapitre suivant.



*Chapitre II: Description et  
Analyse du processus*

## II.1. Introduction

Afin d'identifier les principales fonctions du processus de fabrication de Yaourt à boire, ainsi que les composants qui réalisent ces fonctions, nous allons établir une analyse fonctionnelle de ce processus.

Dans ce chapitre, au premier lieu, nous allons décrire le processus de fabrication de YAB. Ensuite nous allons élaborer une analyse fonctionnelle pour la section maturation, refroidissement, tampon et transfert vers la conditionneuse.

Après cette étude on s'intéresse à la détermination des problèmes de la ligne de fabrication de YAB.

## II.2. Description du processus de fabrication de YAB :

La première phase qui constitue ce procédé est le nettoyage en place (NEP) qui sert à nettoyer et à désinfecter le système telle que les circuits, les cuves et les équipements associés. Après avoir nettoyé tout le système, le procédé passe à la deuxième phase qui est la préparation et le poudrage lait, où les ingrédients sont incorporés et mélangés avec de l'eau dans un système de mélange. A la fin de cette étape le produit se prépare pour la prochaine phase qui est la pasteurisation, où il subit un traitement thermique afin de le rendre propre à la conservation et à la consommation. Une fois l'étape de pasteurisation est terminée le produit pasteurisé est transféré vers les cuves de maturation, là où il attend une injection du fermenteur, ensuite il passe par un réfrigérant pour qu'il obtienne la température adéquate afin de le stocker dans les cuves tampons en attendant qu'il soit conditionné. Le processus de fabrication de YAB est résumé dans la (figure II.1)

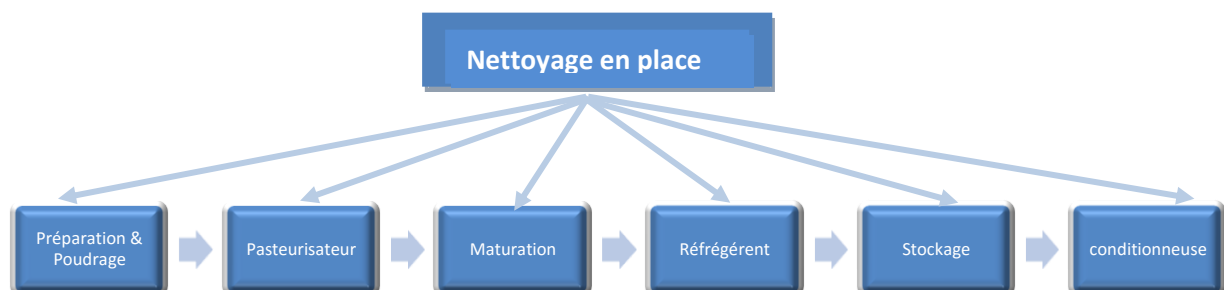
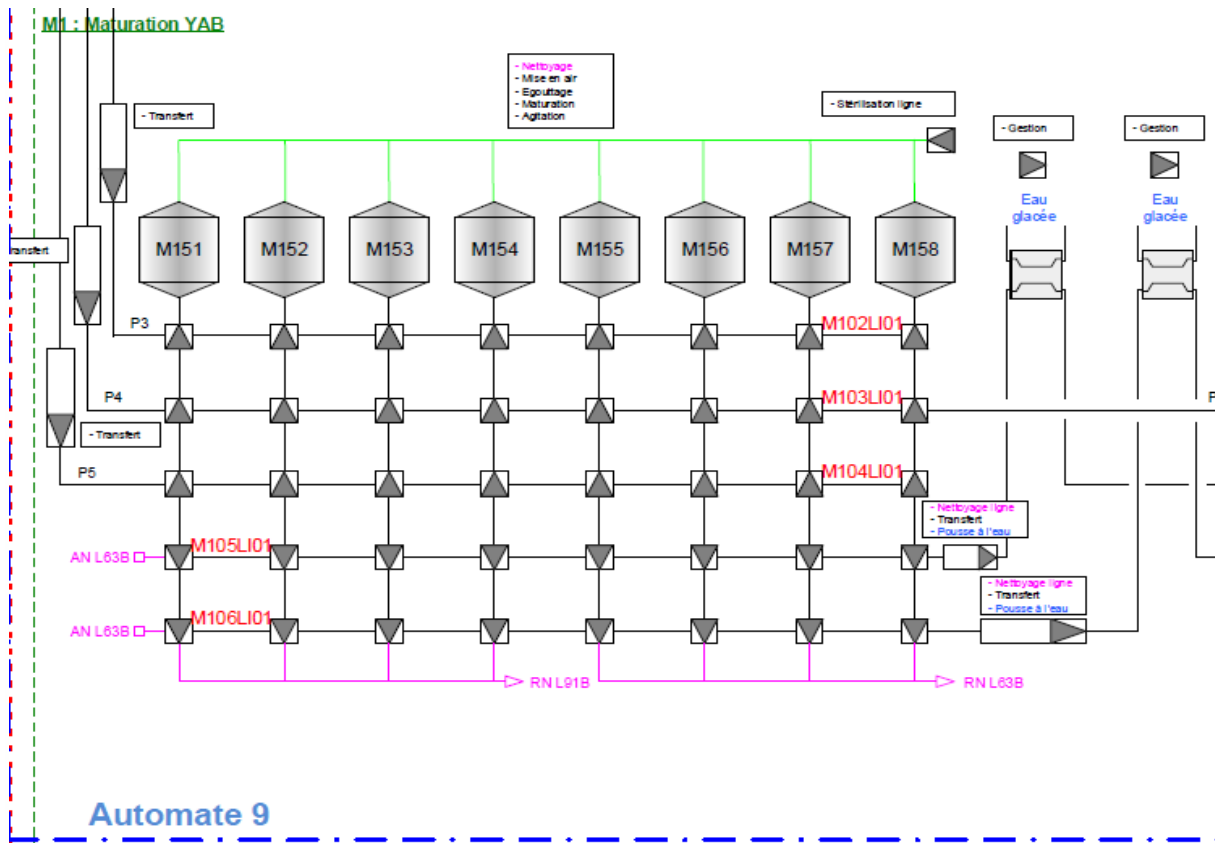


Figure II.1 : Schéma de processus de fabrication de YAB

## II.3. Analyse fonctionnelle des sections étudiées :

### II.3.1. Maturation :

La structure de la zone de maturation est illustrée dans la figure suivante :



**Figure II.2:** schéma bloc de maturation

Le produit pasteurisé est stocké dans une cuve de maturation, là où il attend une injection du ferrement ainsi ce dernière séjourne un temps de maturation, après l'écoulement de ce temps on décaille le produit avec une agitation en intermittence.

#### II.3.1.1. Cuve de maturation :

Dans la zone Yaourt à Boire, on a huit cuves de maturation sur lesquelles on applique les mêmes fonctions. La déclaration de l'état équipement des cuves de maturation seront configurées avec l'option **niveau bas** et avec l'option **sanitation**. En effet, un lavage suivi d'une sanitation devra être effectué afin de les rendre compatible production. De plus, dès que le niveau bas de celles-ci sera découvert, il faudra alors les laver afin de les remplir à nouveau.



II.3.1.2. Actionneurs : [6]

Tableau II.1: Actionneurs de la zone maturation

Equipement	Préfix	Élément	Suffixe	Description
Cuve de Maturation	M151	XVB	01	Pied de cuve collecteur de remplissage
	M152		02	Remplissage depuis ligne pasteurisateur P3
	M153		03	Remplissage depuis ligne pasteurisateur P4
	M154		04	Remplissage depuis ligne pasteurisateur P5
	M155		05	Soutirage vers réfrigérant YAB 1
	M156		06	Soutirage vers réfrigérant YAB 2
	M157		11	Pied de cuve collecteur de soutirage
	M158		21	Arrivée NEP sur cuve
			22	Break arrivée NEP sur cuve
			26	Retour de NEP collecteur de remplissage
			27	Retour de NEP collecteur de soutirage
			28	Break retour de NEP
			62	Arrivé air sur cuve
			EV	01
		XME	01	Agitateur
		XVH/XVL	02	Clapet haut/bas vanne XVB02
			03	Clapet haut/bas vanne XVB03
			04	Clapet haut/bas vanne XVB04
			05	Clapet haut/bas vanne XVB05
			06	Clapet haut/bas vanne XVB06
Ligne de retour NEP	M131	XME	01	Pompe de retour NEP des cuves M151 à M154
			02	Pompe de retour NEP des cuves M155 à M158

II.3.1.3. Les fonctions propres à une cuve maturation :

A. Nettoyage des cuves :

A.1. Principe de fonctionnement :

Cette fonction sert à nettoyer les cuves en :

- ✓ Positionnant les vannes de telle sorte que la station de lavage puisse les nettoyer
- ✓ Actionnant la pompe de reprise quand la station de NEP le demande
- ✓ Faisant battre les vannes suivant un signal de la NEP

A.2 Mise en œuvre :

- Séquencement :

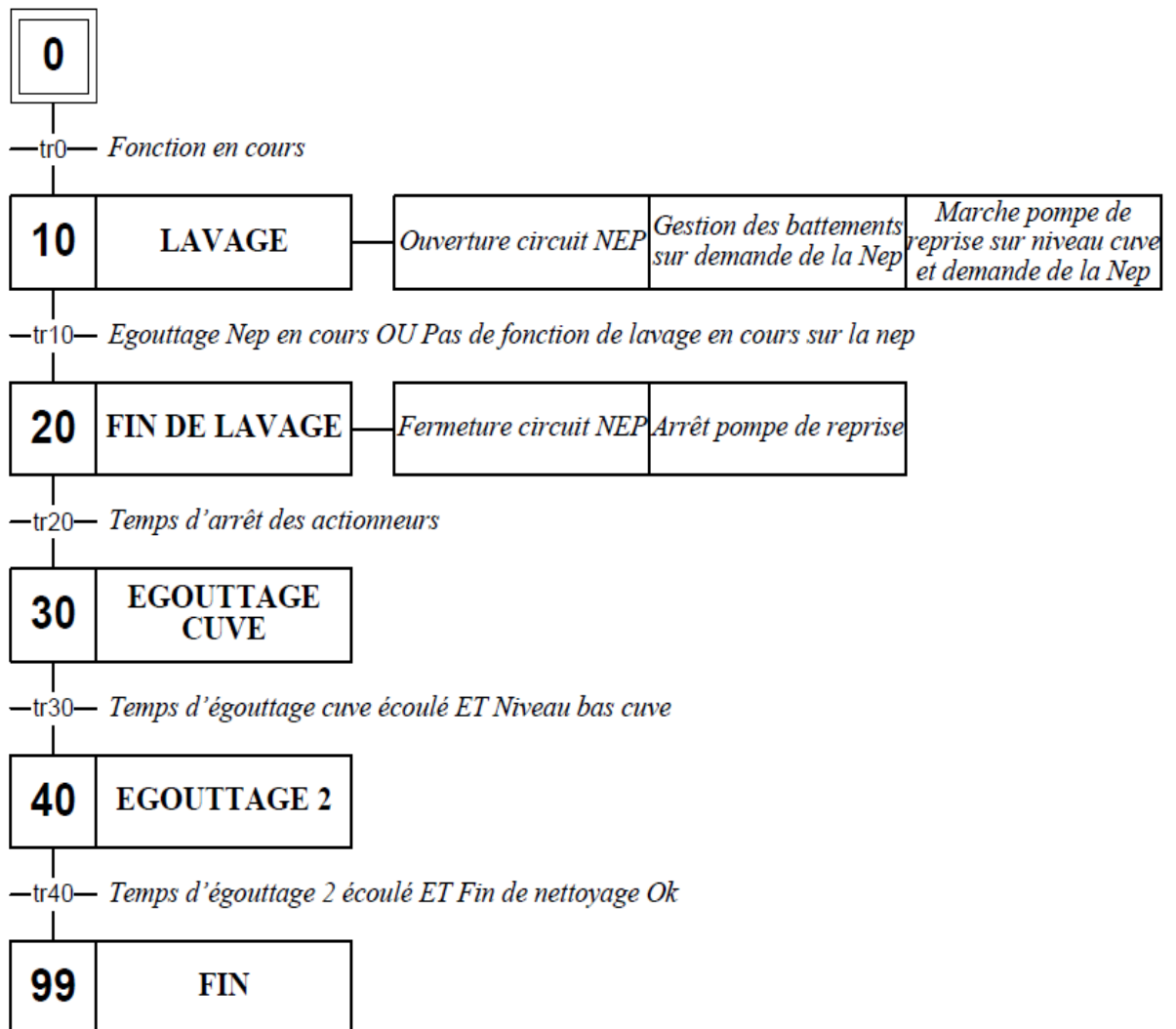


Figure II.3 : Grafcet de la fonction nettoyage

- **Commande des actionneurs :**

**Tableau II.2:** Commande des actionneurs de la fonction NEP

	0	10	20	30	40	99
XVB01		X <sup>1</sup>	X	X		
XVB11		X <sup>1</sup>			X	
XVB21		X	X	X	X	
XVB22		X				
XVB26		X <sup>1</sup>	X	X		
XVB27		X <sup>1</sup>			X	
XVB28		X				
EV01		X	X	X	X	
XVH02		X <sup>1</sup>				
XVH03		X <sup>1</sup>				
XVH04		X <sup>1</sup>				
XVH05		X <sup>1</sup>				
XVH06		X <sup>1</sup>				
XME01		X				
M131XME01(1)		X <sup>2</sup>				
M131XME02(2)		X <sup>2</sup>				

Ou :

X : Activation

X<sup>1</sup>: Activation suivant la séquence de battement

X<sup>2</sup>: Activation sur autorisation niveau bas cuve et demande de la station de lavage

(1) : Pompe de retour de NEP pour les cuves M151 à M154

(2) : Pompe de retour de NEP pour les cuves M155 à M158.

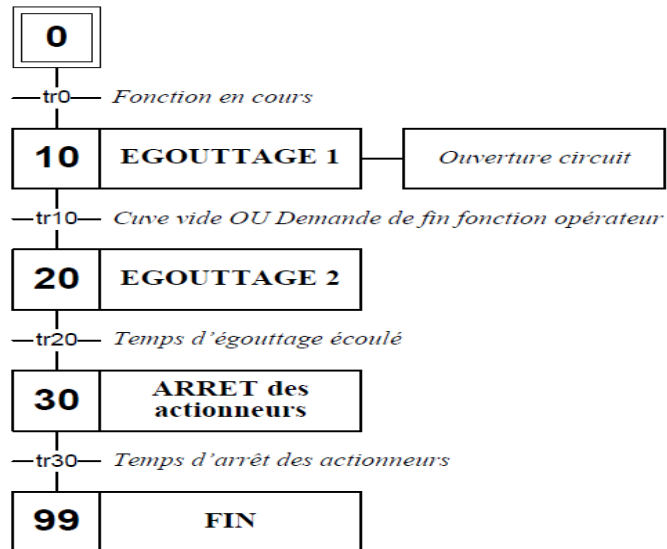
## **B. Egouttage des cuves :**

### **B.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction consiste à mettre à l'égout l'excédent d'eau contenu par la cuve après un lavage, ceci étant notamment dû à la condensation de la cuve après une sanitation.

B.2. Mise en œuvre :

- Séquencement :



FigureII.4 :Grafcet de la fonction égouttage

- Commande des actionneurs

TableauII.3: Commande des actionneurs de la fonction égouttage

	0	10	20	30	99
XVB01		X	X		
XVB11		X	X		
XVB26		X	X	X	
XVB27		X	X	X	

Ou X : Activation.

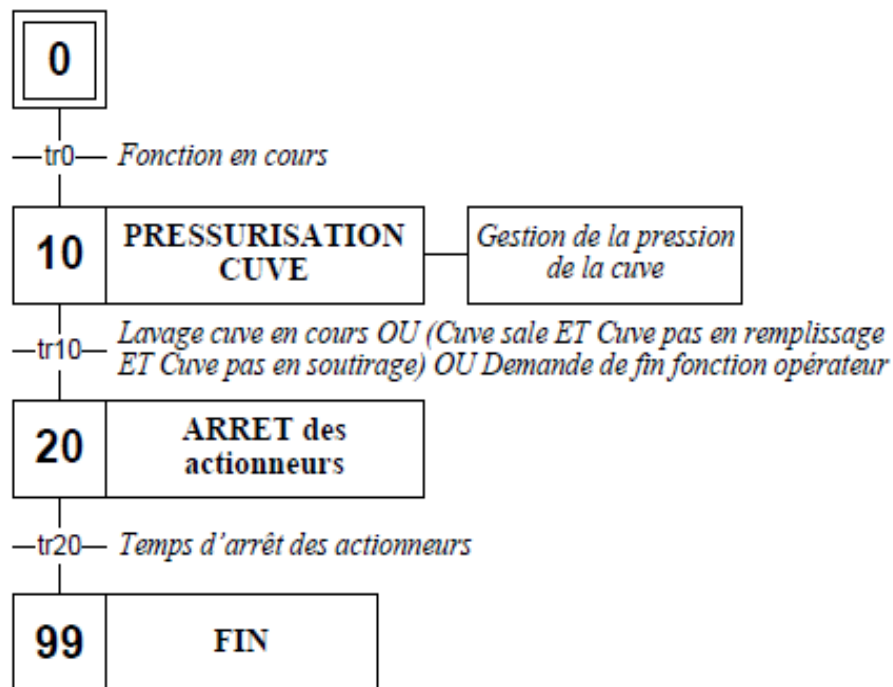
**C. Mise en aire :**

**C.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction consiste à maintenir un niveau de pression d'air minimum à l'intérieur de la cuve.

**C.2. Mise en œuvre :**

- **Séquencement :**



**FigureII.5 :** Grafcet de la mise en aire

- **Commande actionneurs :**

**TableauII.4:** Commande des actionneurs de la fonction mise en aire

	0	10	20	99
XVB62		X		

Ou X : activation

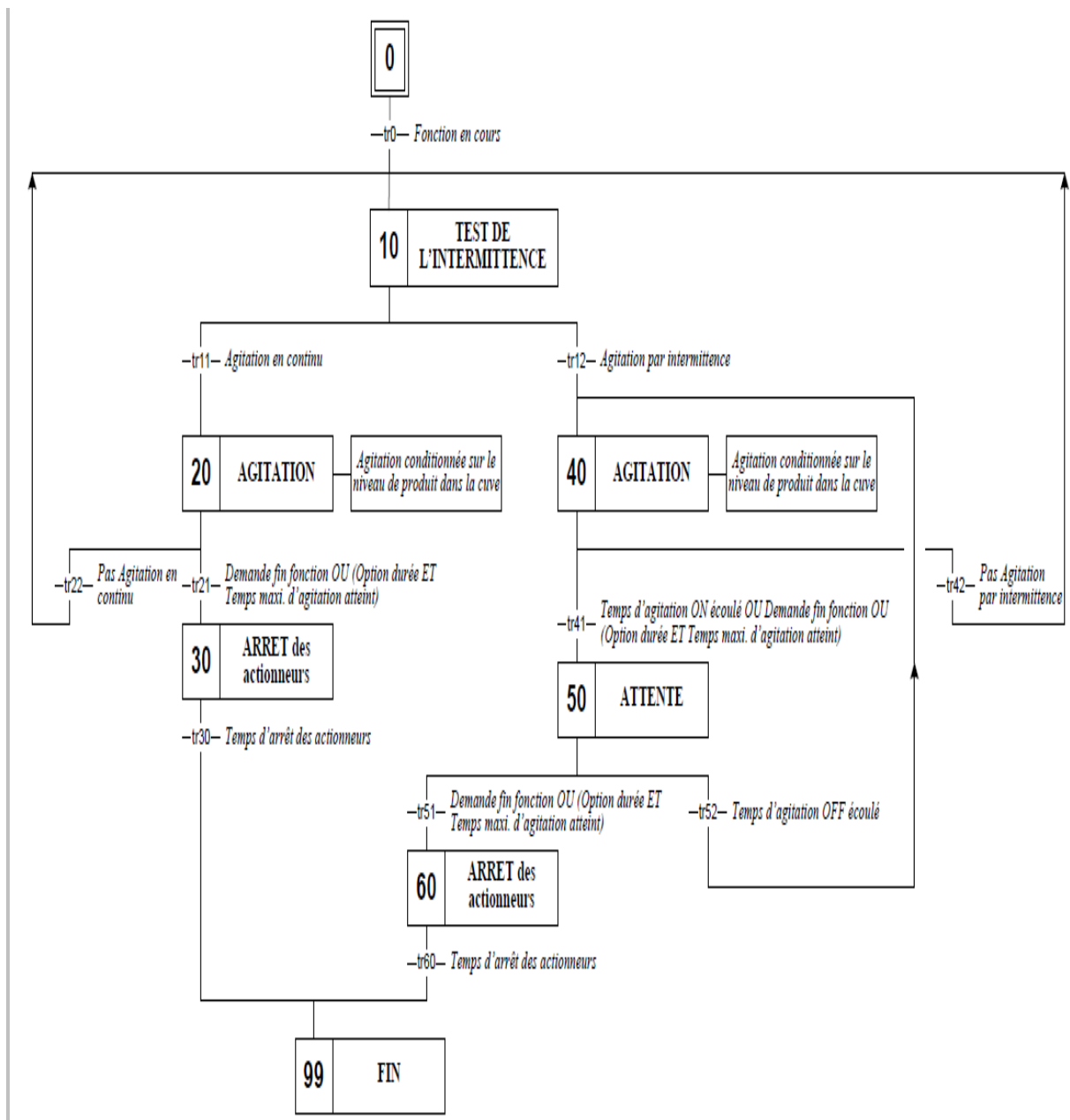
**D. Agitation d'une cuve :**

**D.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction consiste à gérer l'agitateur de la cuve en accord avec le volume de produit contenu dans celle-ci et ses différentes séquences.

**D.2. Mise en œuvre :**

- **Séquencement :**



**Figure II.6 : Grafcet de la fonction agitation**

- **Commande des actionneurs :**

**TableauII.5:** Commande des actionneurs de la fonction agitation

	0	10	20	30	40	50	60	99
XME01			X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>				

Ou :

X<sup>1</sup> : Activation conditionnée sur niveau bas de la cuve recouvert.

## **E. Maturation des cuves :**

### **E.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction consiste à gérer les différentes phases de maturation d'une cuve : l'attente d'injection ferments, le temps d'agitation en fin de remplissage, la maturation et le décaillage.

E.2.Mise en œuvre :

- Séquencement

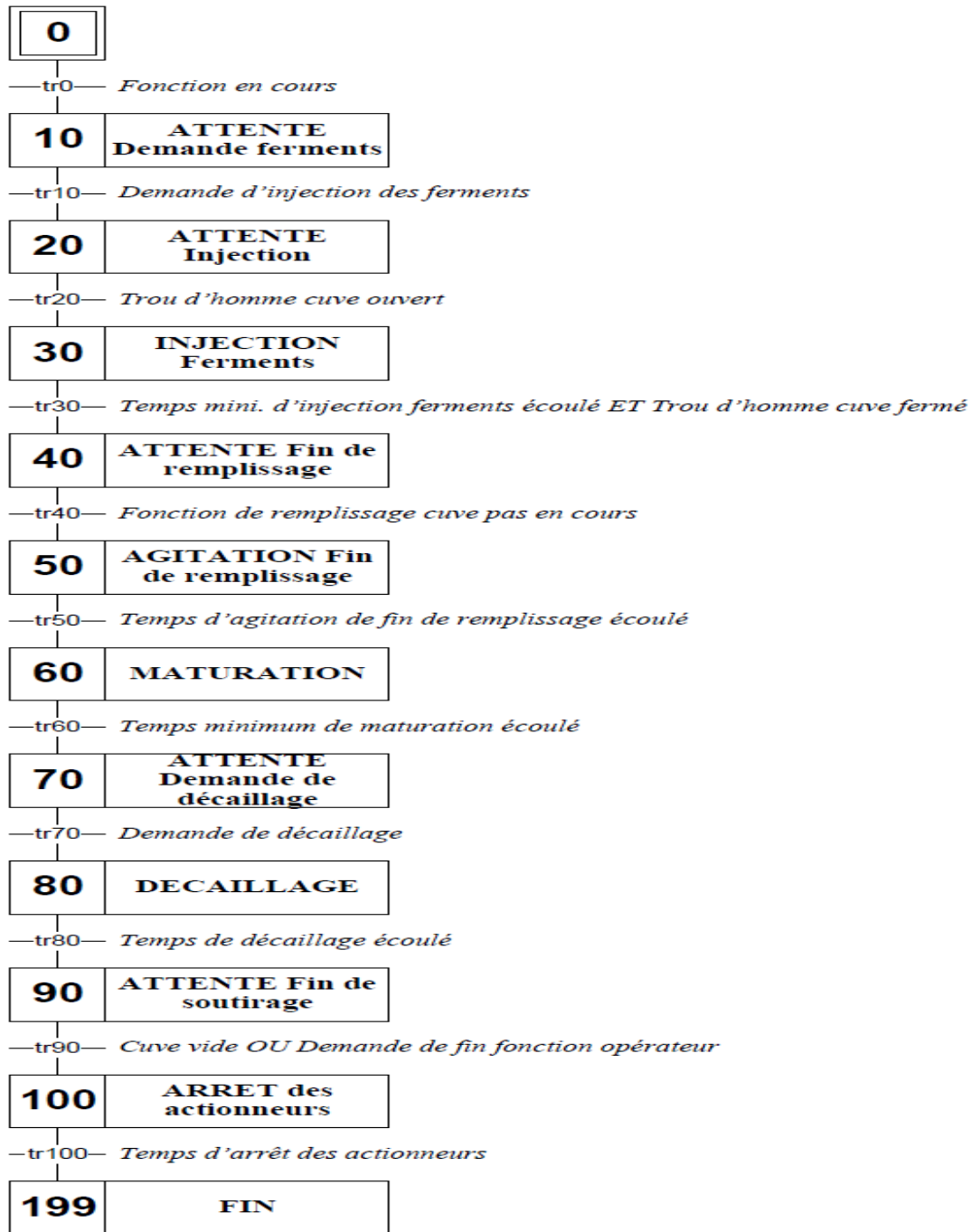


Figure II.7 : Grafcet de la fonction maturation

- **Commande des actionneurs :**

Cette fonction ne commande aucun actionneur de la cuve, elle sert à gérer les différentes phases de la maturation de celle-ci.



## F. Remplissage des cuves depuis un pasteurisateur yaourt :

### F.1. Principe de fonctionnement :

Cette fonction consiste à gérer le remplissage en produit depuis un pasteurisateur yaourt, de la cuve de maturation, celle-ci gèrera le remplissage effectif de la cuve jusqu'à sa pousse à l'eau.

### F.2. Mise en œuvre :

- Séquencement :

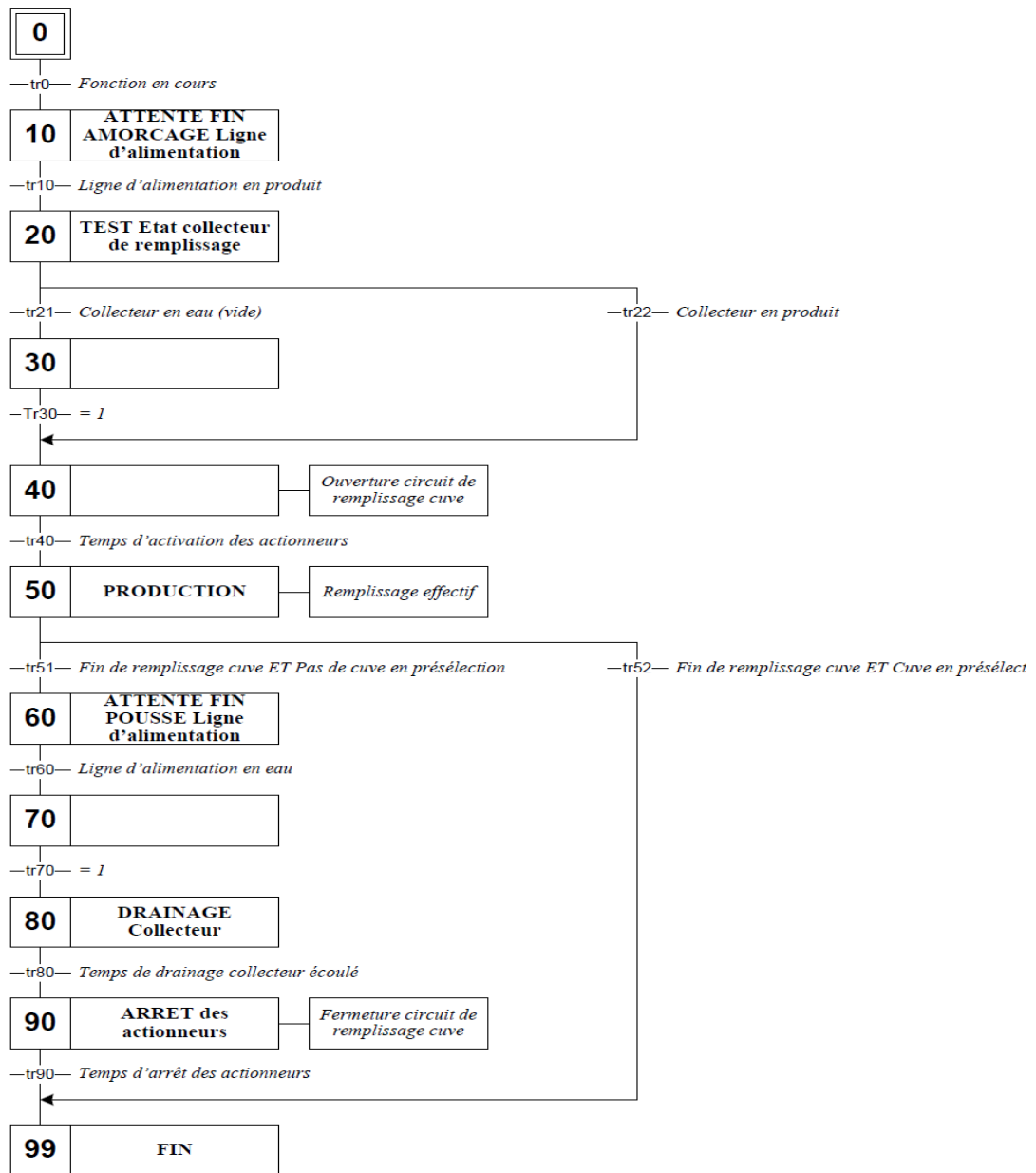


Figure II.8 : séquencement de la fonction remplissage.

- **Commande des actionneurs :**

**Tableau II.6:** Commande des actionneurs de la fonction remplissage

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
<b>XVB01</b>		X	X	X	X	X	X	X	X <sup>1</sup>		
<b>XVB02, XVB03 ou XVB04</b>			X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>			

Ou

X : Activation

X<sup>1</sup> : Activation pendant un délai de 5secondes

X<sup>2</sup> : Activation si envoi produit ou eau en cours

### **F.3 Programme :**

Voir l'annexe 1 (Programme de la fonction remplissage depuis pasteurisateur3)

## **G. Soutirage des cuves vers les réfrigérants :**

### **G.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction consiste à gérer le soutirage du produit contenu par la cuve, celle-ci gèrera l'amorçage de son collecteur de soutirage, le soutirage effectif de la cuve jusqu'à la vidange de celui-ci. La fonction soutirage des cuves vers réfrigèrent consiste à soutirer les cuves de maturation de la zone Yaourt à boire vers l'un des deux réfrigèrent YAB1 ou YAB2 afin de refroidir le produit qu'elles contiennent et le stocker dans une cuve tampon.

G.2. Mise en œuvre :

- Séquencement :

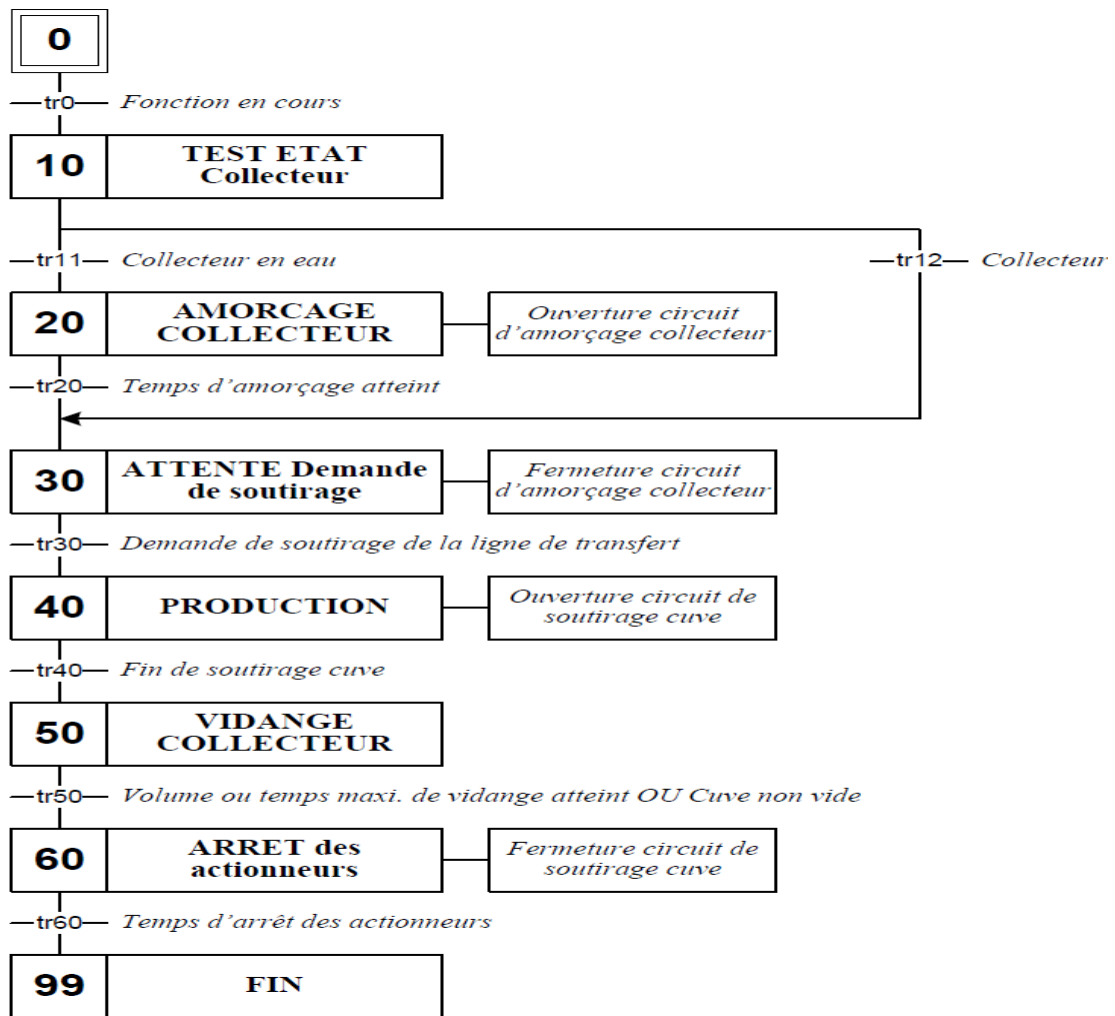


Figure II.9 : Grafcet de la fonction soutirage

- Commande des actionneurs :

Tableau II.7: Commande des actionneurs de la fonction soutirage

	0	10	20	30	40	50	60	99
XVB11			X	X	X	X	X	
XVB05 ou XVB06					X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>		
XVB27			X					

Ou

X : Activation

X<sup>1</sup> : Activation sur demande produit

**G.3. Programme :**

Voir l'annexe 2 (Programme de la fonction soutirage vers réfrigérant).

**II.3.2. Refroidissement :**

A la fin de la maturation, le produit passera par un réfrigèrent afin qu'il obtient la température adéquate, pour qu'il puisse être stocké dans les cuves tampons. Le réfrigèrent possède quatre fonction propre a sa ligne (lavage, transfère, pousse à l'eau, gestion réfrigèrent). Toutes ces fonctions s'appliquent aux deux lignes de soutirage/remplissage des réfrigèrent YAB 1 et 2 de la zone yaourt à boire. Au niveau de la déclaration de l'état équipement de ces lignes de transfert, celles-ci seront configurées avec **l'option sanitation** : un lavage suivi d'une sanitation devra être nécessaire pour les rendre compatible production.

**II.3.2.1. Actionneurs :****Tableau II.8 :** actionneurs de la ligne de réfrigérant

Equipement	préfixe	Elément	suffixe	Description
Ligne de soutirage 1 maturation	M105	XVB	01	Aval pompe de boost de nep
			02	Amont pompe de boost de nep
Ligne de soutirage 2 maturation	M106	XVB	10	By-pass pompe d'envoi
			21	Arrivée de nep
			22	Break arrivée de nep
			65	Drain circuit pompe de boost de nep
			76	Arrivée eau
			77	Break arrivée eau
			XME	01
		31	Pompe de boost de nep	
Cuve de maturation Yab	M151	XVL	05	Clapet bas vanne XVB05 (réfrigèrent 1)
	M152		06	Clapet bas vanne XVB06 (réfrigèrent 2)
	M153			
	M154			
	M155			
	M156			
	M157			
	M158			
Réfrigérant YAB 1	M1X1	XVB	01	Arrivée eau bac

Réfrigérant YAB 2	M1X2	XME	01	Pompe eau glacée
Ligne de remplissage 1 tampon	S503	XVB	27	Retour de nep
Ligne de remplissage 1 tampon	S504		28	Break retour de nep
Cuve tampon YAB	S551	XVL	03	Clapet bas vanne XVB03 (Réfrigérant1)
	S552		04	Clapet bas vanne XVB04 (Réfrigérant2)
	S553			
	S554			
	S555			
	S556			
	S557			

**II.3.2.2. Fonctions propres a une ligne de réfrigèrent :**

**A. Lavage**

**A.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction sert à nettoyer la ligne de réfrigèrent en

- ✓ Positionnant les vannes de telle sorte que la station de lavage puisse la nettoyer
- ✓ Actionnant la pompe de la ligne quand la station de NEP le demande
- ✓ Faisant battre les vannes suivant un signal de la NEP

A.2. Mise en œuvre :

- Séquencement

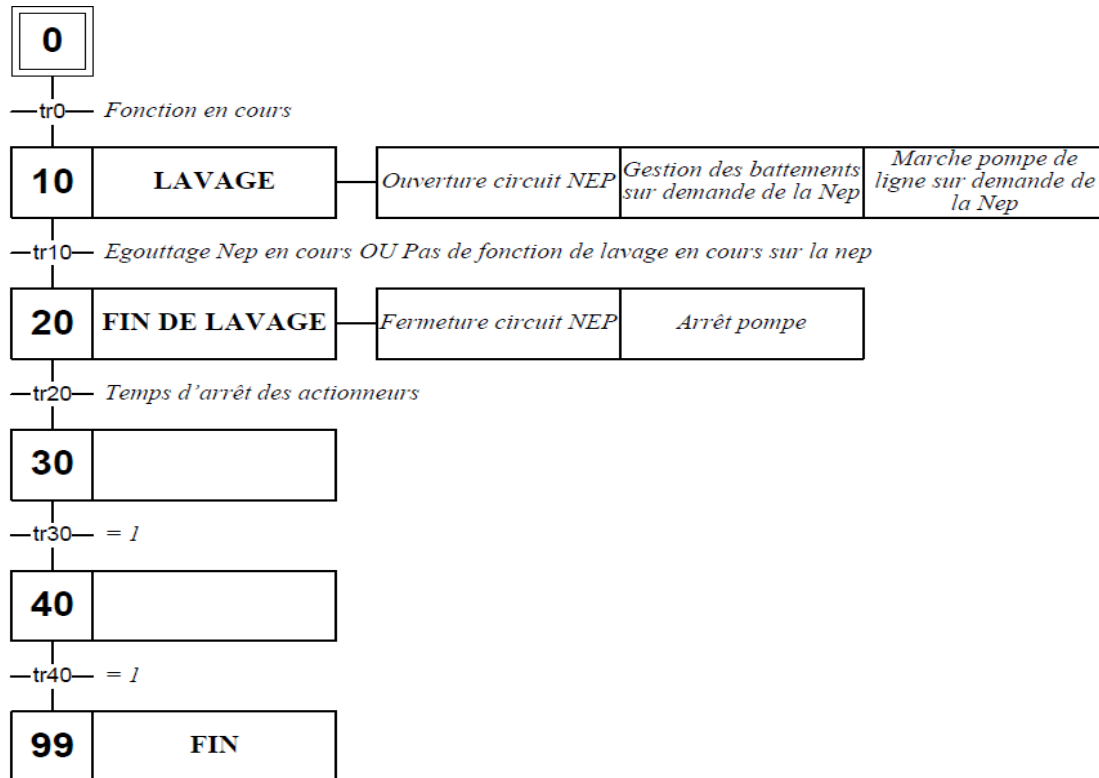


Figure II.10: Grafcet de la fonction lavage ligne réfrigèrent

- Commande des actionneurs

TableauII.9: Commande des actionneurs de la fonction NEP de la ligne de REF

	0	10	20	30	40	99
XVB01(1)						
XVB02(1)		X				
XVB10(1)		X				
XVB21(1)		X	X			
XVB22(1)		X	X			
XVB65(1)		X <sup>1</sup>	X			
XVB76(1)		X <sup>1</sup>				
XVL05 ouXVL06(1)		X <sup>1</sup>				
XME01(1)		X <sup>2</sup>				

XME31(1)		X <sup>3</sup>				
XVB27(2)		X	X			
XVB28(2)		X	X			
XVL03 ou XVL04(2)		X <sup>1</sup>				

Ou

X : Activation

X<sup>1</sup> : Activation suivant la séquence de battement

X<sup>2</sup> : Activation sur demande de la station de lavage et suivant la séquence de battements

X<sup>3</sup> : Activation après un délai de 5 secondes

(1) Actionneurs de la zone maturation YAB

(2) Actionneurs de la zone tampon YAB

**B. Transfert d'une ligne :**

**B.1. Principe de fonctionnement :**

Le transfert des lignes des réfrigérants YAB consiste à refroidir le produit contenu par les cuves de maturation à une température donnée et à le transférer dans les cuves tampons.

B.2. Mise en œuvre :

- Séquencement :

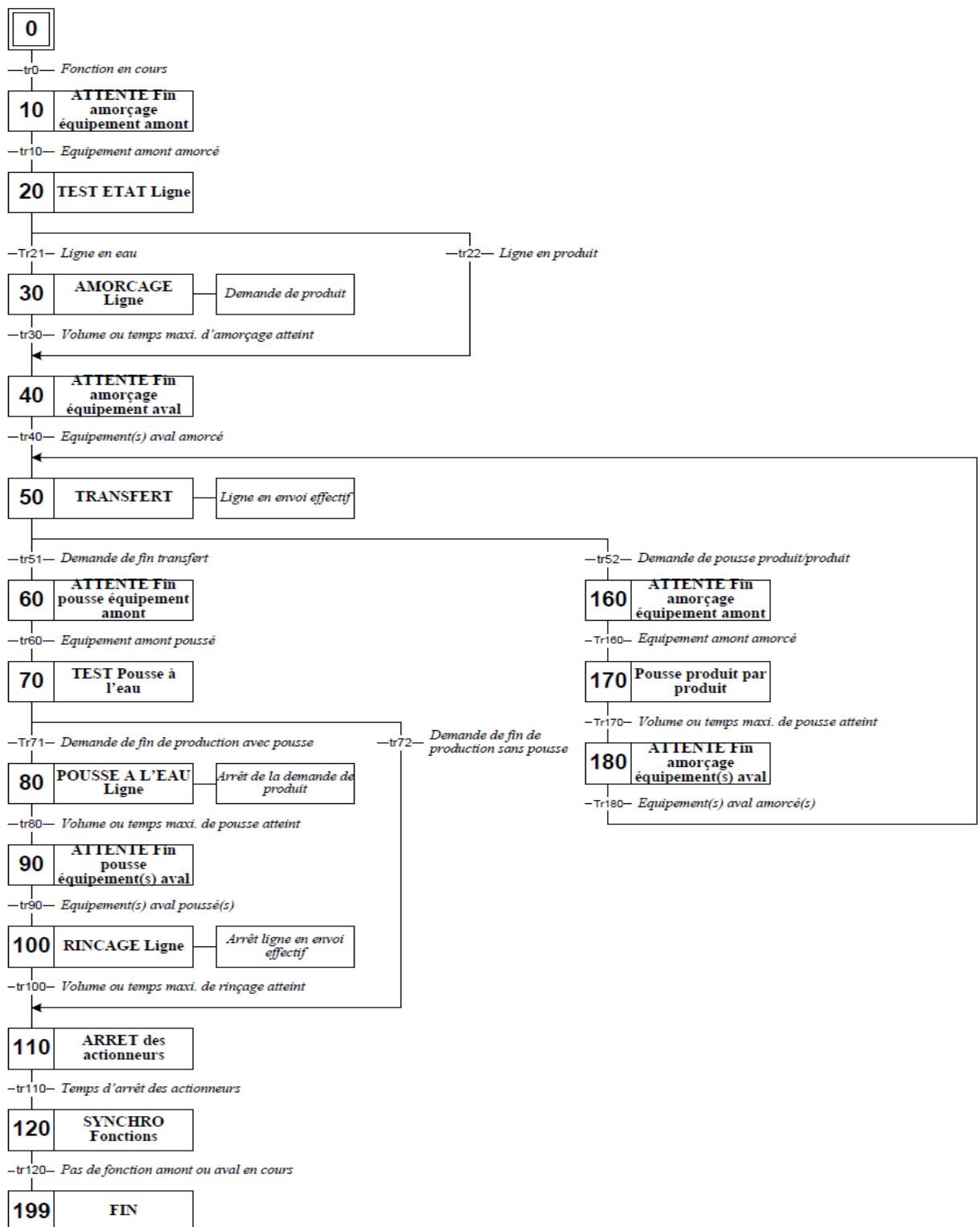


Figure II.11 : Grafset de la fonction transfert de la ligne



• **Commande des actionneurs :**

**TableauII.10:** Commande des actionneurs de la fonction transfert de la ligne REF

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	160	170	180	199
XVB10(1)											X	X					
XVB76(1)									X <sup>1</sup>	X	X						
XVB77(1)									X	X	X	X					
XVB01(1)				X <sup>1</sup>	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	
XVB27(2)				X	X	X <sup>2</sup>					X	X					

Ou

X : Activation

X<sup>1</sup> : Activation après un délai de 5 secondes

X<sup>2</sup> : Activation pendant un délai de 5secondes

(1) Actionneurs de la zone maturation YAB

(2) Actionneurs de la zone tampon YAB

**B.3. Programme :**

Voir l'annexe 3 (Programme de la ligne de transfert vers réfrigérant)

**C. Pousse à l'eau des lignes :**

**C.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction, propre à une ligne, sert à effectuer la pousse à l'eau de celle-ci. Elle sera utilisée si la fonction de transfert de la ligne a été arrêtée sans pousse à l'eau.

C.2.Mise en œuvre :

- Séquencement :

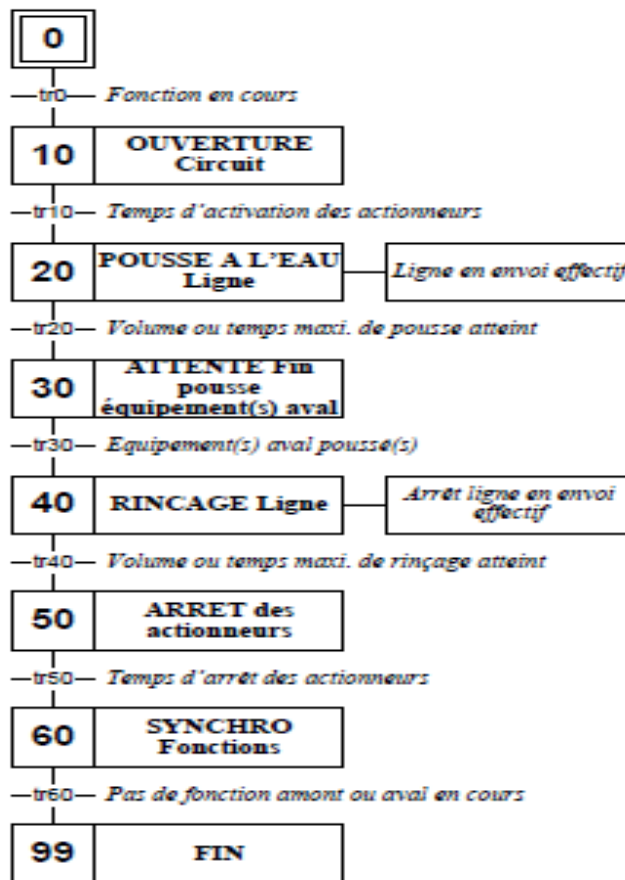


Figure II.12 : Graficet de la fonction pousse à l'eau

- Commande des actionneurs :

Tableau II.10: Commande des actionneurs de la fonction pousse à l'eau

	0	10	20	30	40	50	60	99
XVB10(1)					X	X		
XVB76(1)		X <sup>1</sup>	X	X	X			
XVB77(1)		X	X	X	X	X		
XME01(1)			X	X	X			
XVB27(2)					X	X		

Où :

X : Activation

X<sup>1</sup>:Activation après un délai de 5 secondes

(1) Actionneurs de la zone maturation YAB

(2) Actionneurs de la zone tampon YAB

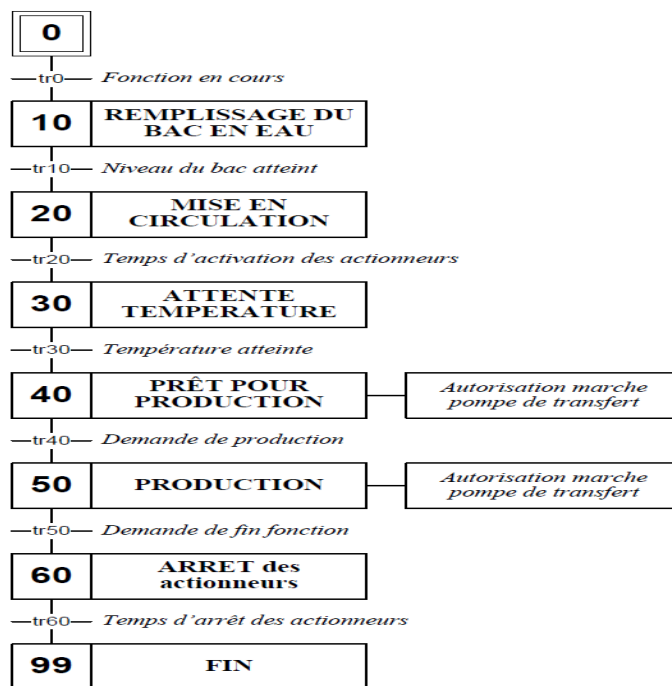
**D. Gestion du réfrigérant :**

**D.1. Principe de fonctionnement :**

Cette fonction consiste à gérer la mise en condition (remplissage de la boucle, circulation, ...) et la production des réfrigérants YAB (1 ou 2).

**D.2. Mise en œuvre :**

**B.4 Séquencement :**



FigureII.13 :Grafcet de la fonction gestion du réfrigèrènt

• **Commande des actionneurs :**

TableauII.11: Commande des actionneurs de la fonction gestion du réfrigèrènt

	0	10	20	30	40	50	60	99
XVB01		X	X	X	X	X	X	
XME01			X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>		

Ou

X : Activation

X<sup>1</sup> : Activation si niveau bas du bac recouvert

### II.3.3 : Stockage

La structure de la zone de stockage est illustrée dans la figure suivante :

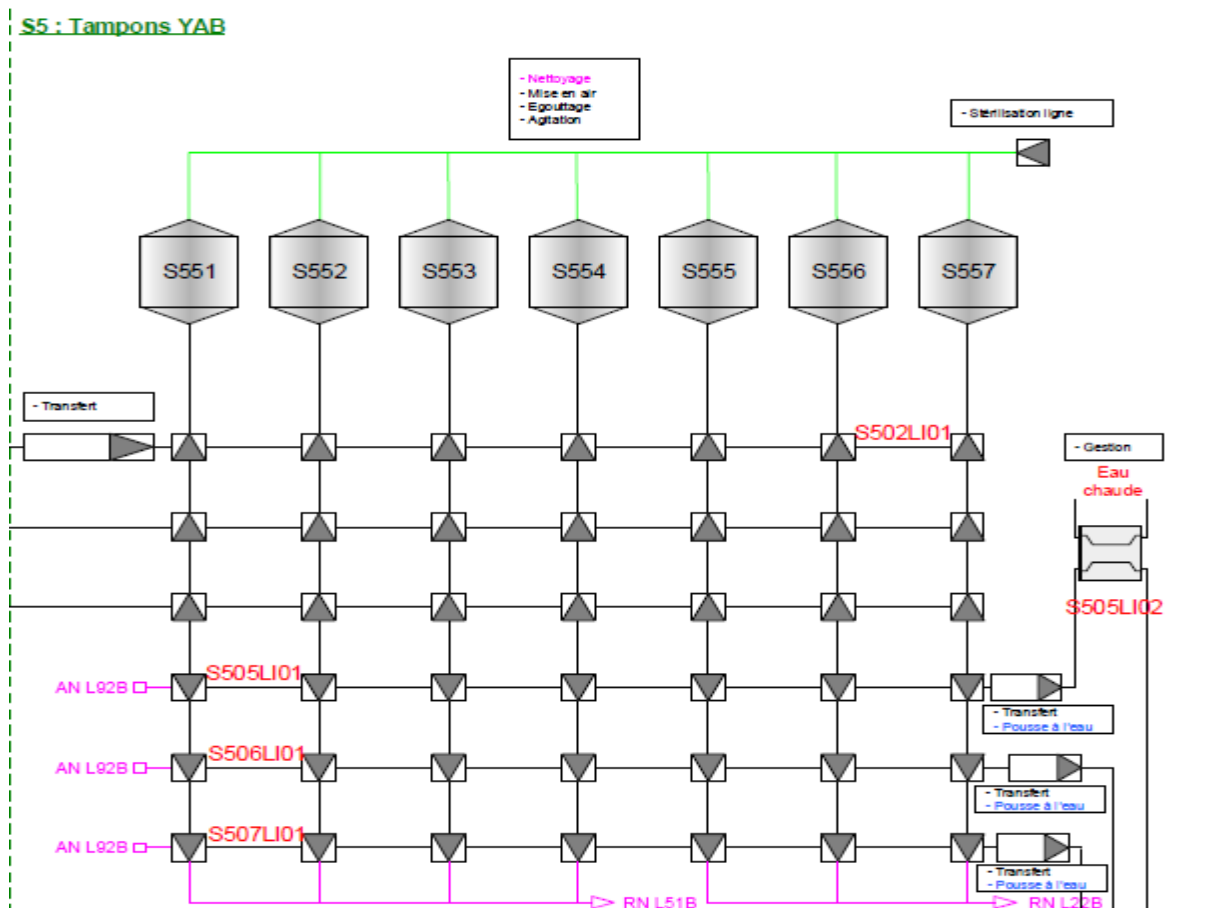


Figure II.14 : schéma bloc de tampons

Quand le produit a atteint sa température, il sera stocké dans des cuves tampons autant que produit semi fini en attendant qu'il soit conditionné. La zone stockage est composée de sept cuves tampon, deux lignes soutirage depuis réfrigèrent YAB 1 et 2, une ligne de soutirage depuis pasteurisateur et trois lignes de soutirage vers les remplisseuses.

#### II.3.3.1. Cuve Tampon :

Les sept cuves Tampon (S551, S552, S553, S554, S555, S556, S557) sont soumis aux fonctions suivantes : lavage, égouttage, mise en air, agitation, remplissage des cuves depuis un réfrigérant, remplissage depuis ligne pasteurisateur P4, Soutirage des cuves vers la

remplisseuse. Au niveau de la déclaration de l'état équipement des cuves tampon, celles-ci seront configurées sans l'option niveau bas et avec l'option sanitation .En effet, un lavage suivi d'une sanitation devra être effectué afin de les rendre compatible production et il faudra les laver dès que le temps de compatibilité produit sera écoulé (il sera possible de les remplir plusieurs fois sans lavage entre chaque remplissage/soutirage)

**II.3.3.2 Les actionneurs**

**TableauII.12:** Actionneurs de la zone Tampon

Equipement	Préfixe	Elément	Suffixe	Description		
Cuve tampon YAB	S551	XVB	01	Pied de cuve collecteur de remplissage		
	S552		02	Remplissage depuis ligne pasteurisateur P4		
	S553		03	Remplissage depuis ligne réfrigérant YAB1		
	S554		04	Remplissage depuis ligne réfrigérant YAB2		
	S555		05	Soutirage vers remplisseuse Serac 2		
	S556		06	Soutirage vers remplisseuse Sidel 2		
	S557			07	Soutirage vers remplisseuse Sidel 1	
				11	Pied de cuve collecteur de soutirage	
				21	Arrivée nep sur cuve	
				22	Break arrivée nep sur cuve	
				26	Retour de nep collecteur de remplissage	
				27	Retour de nep collecteur de soutirage	
				28	Break retour de nep	
				62	Arrivée air sur cuve	
				EV	01	Arrivée nep événement cuve
				XME	01	Agitateur
	XVH/ XVL			02	Clapet haut/bas vanne XVB02	
				03	Clapet haut/bas vanne XVB03	
				04	Clapet haut/bas vanne XVB04	
		05		Clapet haut/bas vanne XVB05		
06		Clapet haut/bas vanne XVB06				
07		Clapet haut/bas vanne XVB07				
Ligne de retour Nep	S531	XME	01	Pompe de retour nep des cuves S551 à S554		
			02	Pompe de retour nep des cuves S555 à S557		

**II.3.3.3. Fonction propre à une cuve Tampon :**

Les fonctions propre à une cuve tampon sont : Lavage(NEP), Egouttage, Mise en air, Agitation, Remplissage des cuves depuis un réfrigérant, remplissage depuis ligne pasteurisateur P4, soutirage des cuves vers les remplisseuses (voir l'annexe 3 programme de la ligne transfert vers la remplisseuse). C'est fonctions ont le même principe de fonctionnement et même paramètres que les fonctions propre au cuve de maturation.

**II.3.4. Conditionnement :**

Le produit dit semi-fini est soutiré de la cuve tampon vers la conditionneuse afin qu'il soit mis en pot en ajoutant des arômes, des fruits ou pulpes, selon la recette Yaourt à boire

**II.4. Problèmes rencontrés :**

Les différentes réclamations des ingénieurs à-propos de la qualité du produit et le contrôle des défauts non détectable visuellement et ceux qui sont pas signalés au niveau de la supervision, nous a conduit à analyser le procédé et à déterminer les problèmes suivants :

- ✓ Non maîtrise de la texture du produit semi fini : lors de l'amorçage et la pousse a l'eau le produit se mélange avec une certaine quantité d'eau qui reste dans le circuit ce qui engendra un changement au niveau de la texture du produit (surplus de l'eau dans le produit).
- ✓ Une perte de produit (non signalé) : est dû aux fuites au niveau des circuits et des cuves, au défaut non surveillé des vannes, et à la défaillance non détectable visuellement des étanchéités (joints).
- ✓ Non maîtrise de la qualité du produit : la présence de mousse au niveau du produit fini le rend de mauvaise qualité (poids du pot), un rendement très grand par apport a la matière premier consommée.
- ✓ Un rendement faible : la non exploitation du régime maximale de réfrigérant et les arrêtes de la conditionneuse causés par le débit de produit transmit à la conditionneuse, entraînent un rendement faible.

**II.5. Conclusion :**

L'analyse fonctionnelle de la ligne de production (YAB), nous a permis de facilité la compréhension de processus et de détecter les différentes anomalies de cette ligne. Dans notre travail on apportera des améliorations afin d'éliminer ces anomalies qui sera le sujet de chapitre suivant.

*Chapitre III: Automatisation*

*Et régulation*

**III.1. Introduction :**

Dans un contexte de production, la présence d'anomalies durant la production peut entraîner plusieurs inconvénients à la ligne concerné, par conséquent une mauvaise influence sur l'entreprise (une mauvaise qualité, un rendement faible...etc). Afin d'éviter ces derniers, diverses solution existants. Les unes plus adaptées que d'autres selon le contexte. On peut en citer la régulation et le contrôle des volumes utilisés.

Ce chapitre vise en premier temps à présenter le logiciel utilisé dans la programmation. Dans un deuxième temps, nous abordons les améliorations effectués adoptés aux problèmes aperçues (programmation des compteurs dans la ligne afin de contrôler les volumes et intégration de deux régulations, l'une de débit et l'autre de niveau) et à la fin le teste et la discussion de résultats.

**III.2. Présentation de logiciel :**

Unitypro est un logiciel de programmation permettent le développement de programme et l'exploitation des automates Modicon (M340, M580), Premium, Atrium et Quantum. Ce logiciel est composé de :

- Cinq langages de programmation (Langage à blocs fonction « FBD », Langage à contacts « LD », Liste d'instructions « IL », Littéral structuré « ST », Diagramme fonctionnel en séquence « SFC », Schéma à contacts 984 « LL984 »)
- Librairies de Blocs fonctions (DFB) personnalisables.
- Simulateur sur PC avant la mise en service.
- Test et diagnostic intégrés.
- Services en ligne complets.

Un programme sous unity pro peut se composer :

- d'une tâche maître (MAST).
- d'une tâche rapide (FAST) (non disponible pour Momentum).
- d'une à quatre tâches auxiliaires (AUX) (non disponible pour Modicon M340 et Momentum).
- de sections auxquelles est affectée l'une des tâches définies
- de sections dédiées au traitement des événements temporisés (Timerx, non disponible pour Momentum).



- de sections dédiées au traitement d'événements contrôlés par le matériel (EVTx, non disponible pour Momentum).
- de sections de sous-programme (SR). [7]

### III.2.1. Création d'un projet sous unity pro :

Pour créer un nouveau projet sous unity pro, il faut commencer par choisir le type d'automate (Premium, Quantum...), puis la sélection de la CPU. La plupart des applications modernes ont besoin de communiquer. La tâche « communication » permet de créer différentes configurations de réseaux utilisables, pour lesquels on définit le type, le nom, les paramètres et les services. Pour un réseau de type Ethernet on peut valider, entre autres,

« L'IOScanning », les « Global Data », le serveur d'adresse. Cette configuration pourra ensuite être attachée à une carte réseau définie dans le rack API ou être exportée pour la réutilisation dans une autre application. L'ordre d'exécution du programme est défini dans la représentation structurelle de l'application. Unity Pro permet également d'aborder un automatisme par une approche fonctionnelle. Chaque sous ensemble de l'automatisme pourra être représenté fonctionnellement et être considéré comme un objet. Avant d'aborder la programmation, il faut organiser les données. La gestion des données se fait soit dans l'éditeur de données, soit en fonction des besoins au moment de leurs utilisations. Les données fonction sont subdivisées en trois types, parmi eux les blocs fonction dérivés (DFB). Les **DFB** sont des blocs, utilisés dans un programme, dont le comportement est défini par l'utilisateur. Un DFB est défini par un nom de type et un nom d'instance de 32 caractères maximum. Il est constitué d'entrées, de sorties, d'entrées/sorties, de variables publiques, de variables privées, et d'un code structuré en sections avec la possibilité d'imbriquer d'autre DFB. Une fois ses étapes sont effectuée en choisit le langage de programmation. [8]

La figure suivante montre la méthodologie de création d'un projet sous unity pro.

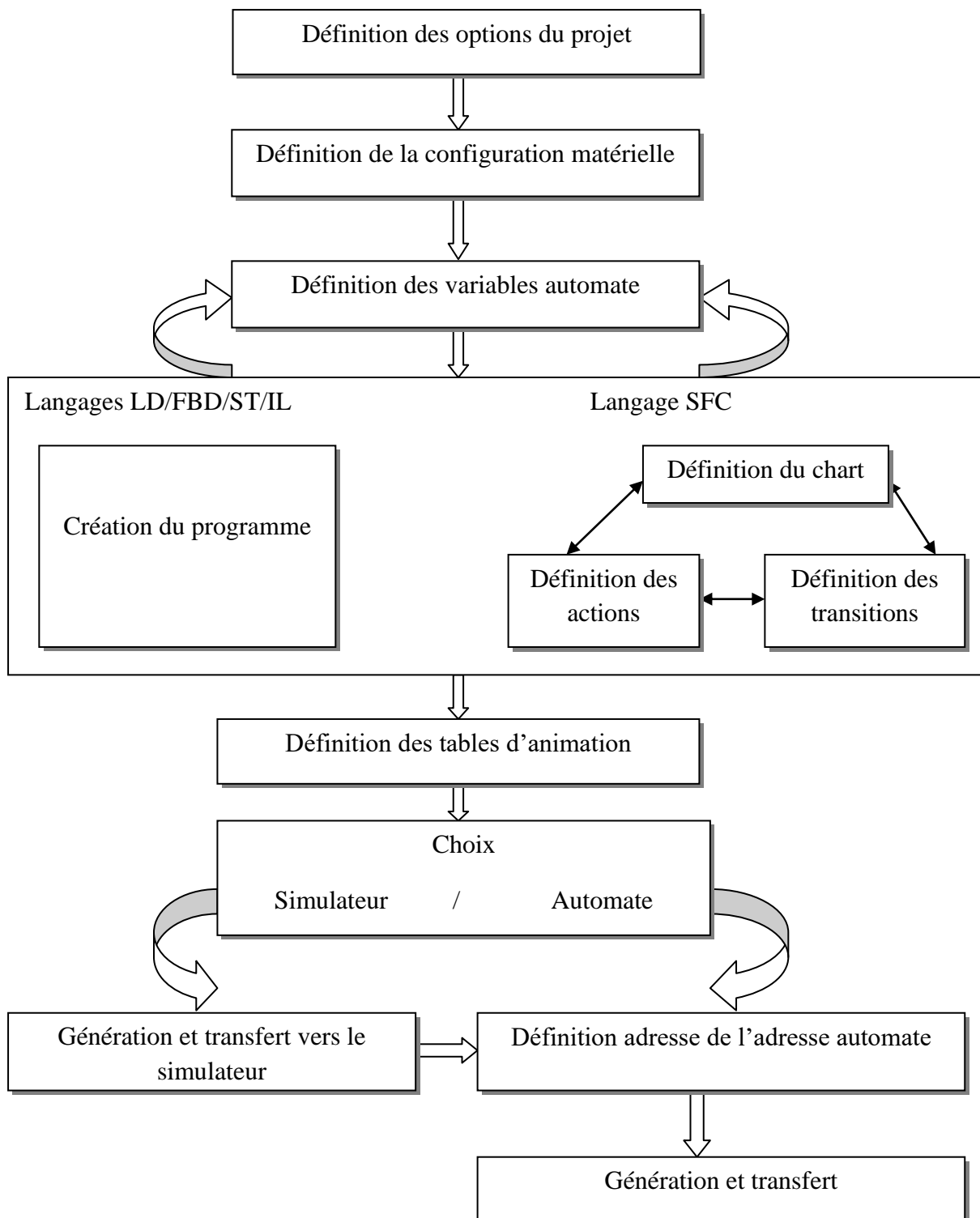


Figure III.1 : Méthodologie de création d'un projet sous unity pro

**III.2 .2. Programme à Littéral structuré (ST) :**

Le langage littéral structuré est un langage évolué de type algorithmique particulièrement adapté à la programmation de fonctions arithmétiques complexes, manipulations de tableaux et gestions de messages. Il permet la réalisation de programmes par écriture de lignes de programmation, constituées de caractères alphanumériques. [8]

Ce langage est utilisable avec les logiciels PL7 Micro, PL7 Junior et PL7 Pro sur les automates Premium et Micro. Dans la version PL7 Pro, ce langage permet la création des blocs fonction utilisateur DFB sur les automates Premium.

**III.3. améliorations apportés à la ligne automatisée:**

- Au niveau de la ligne de transfert vers réfrigérant, le réfrigérant utilisé refroidit avec un débit aléatoire. Afin de fixer le débit du réfrigérant à sa valeur maximale, qui est de **25000l/h** on intègre un débitmètre et une régulation PID dans la ligne.
- Au niveau de la ligne de transfert vers la conditionneuse, la pompe transmet un volume aléatoire à la remplisseuse, ce qui provoque un écart entre le volume envoyé et le volume adéquat (niveau haut de la remplisseuse). Pour garder un volume adéquat au niveau de la trémie de la remplisseuse, on gère le volume envoyé en intégrant une régulation PID dans la ligne.
- Dans la ligne automatisée plusieurs pertes ne sont pas détectées, cela rend le rendement faible. Pour que les déferents volumes (soit transférés ou bien soutirés) soient contrôlés, on programme des compteurs dans la ligne telle que s'il aura un écart important entre ces volumes, une alarme perte produit ou bien une alarme défaut sera déclenchée.

**III.3.1. Programmation des améliorations :****III.3.1.1. Intégration des régulations :****A. Définition de régulation :**

La régulation automatique regroupe l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre pour maintenir automatiquement (pas d'intervention manuelle) une grandeur physico-chimique parmi les grandeurs de sortie du procédé (grandeur réglée), égale à une valeur désirée appelée consigne, quelles que soient les entrées du procédé non commandable

soit perturbations. Lorsque des perturbations ou un changement de consigne se produisent, la régulation automatique provoque une action correctrice sur une autre grandeur physique, parmi les grandeurs d'entrée du procédé (grandeur réglante), afin de ramener la grandeur réglée vers sa consigne initiale (cas de perturbations) ou vers sa nouvelle consigne (cas de changement de consigne c'est-à-dire changement de point de fonctionnement). [10]

L'objectif d'une régulation est d'assurer le fonctionnement d'un procédé selon des critères prédéfinis par un cahier des charges. Les aspects de sécurité du personnel et des installations sont à prendre en compte comme ceux concernant l'énergie et le respect de l'environnement. Le cahier des charges définit des critères qualitatifs à imposer qui sont traduits le plus souvent par des critères quantitatifs comme par exemple, de stabilité, de précision, de rapidité ou de lois d'évolution. [10]

Le schéma d'un système régulé est présenté dans la (Figure III.2). On note que le régulateur utilisé dans ce travail est le régulateur PID.

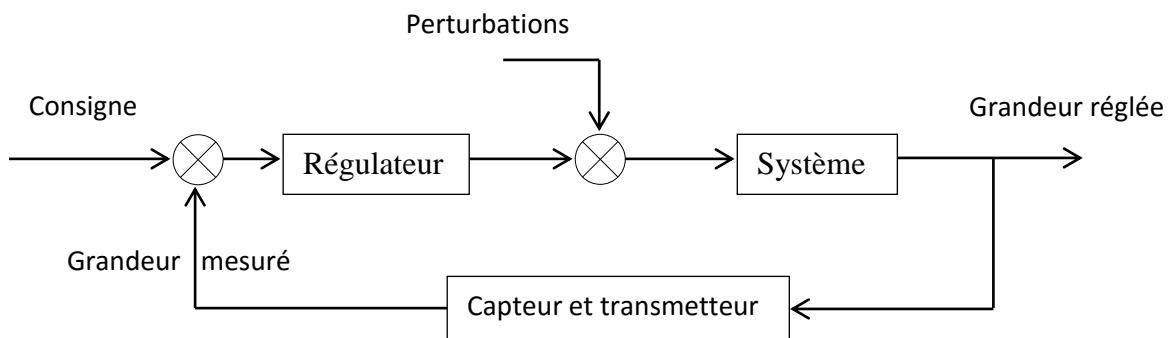


Figure III.2 : schéma d'un système régulé

### A.1. Le régulateur PID :

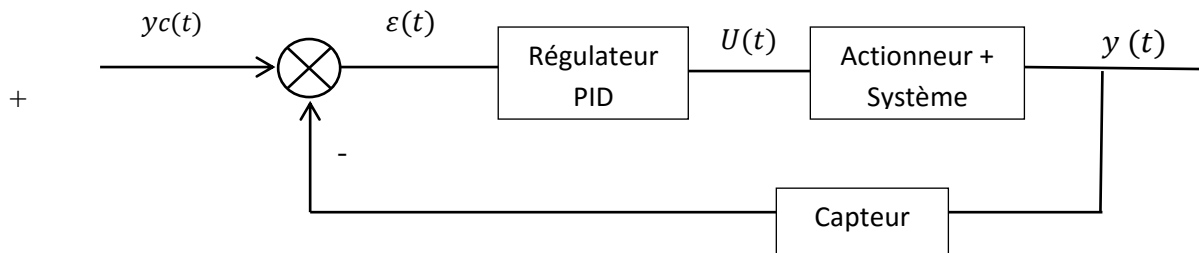
Une catégorie de régulateurs des plus utilisées est celle des régulateurs dits PID. Ce type de régulateurs est inséré dans la chaîne directe de l'asservissement, en série avec les processus, comme l'indique la figure III.3

Le régulateur proportionnel-intégral-dérivé (PID) élabore à partir de signal d'erreur  $\varepsilon(t)$  une commande  $u(t)$  combinaison des trois actions proportionnelle, intégrale et dérivée de la forme :

$$u(t) = A\varepsilon(t) + B \int_0^t \varepsilon(\theta) d\theta + C \frac{d\varepsilon(t)}{dt} \quad (\text{III.1})$$

Le régulateur PID est donc conçu dans le domaine temporel comme la somme de trois actions, réglables par l'intermédiaire de trois paramètres : A,B ,C. Sa structure « somme » permet une réalisation mettant en parallèle trois étages :

Proportionnel+intégral+dérivé, ce qui offre une grande flexibilité quant à son utilisation industrielle en P(proportionnel), PI(proportionnel intégrale) ou PD(proportionnel dérivé ou correcteur à avance de phase). [12]



**Figure III.3:**Principe d'action d'un régulateur de type PID

Cette structure simple et facilement réglable est un des atouts principaux de ce type de régulateur.

Toutefois, on doit noter que son utilisation industrielle très répandue est en partie liée au fait que l'on retrouve les composantes incontournables d'une commande temporelle dans les trois actions de ce régulateur :

- Le « présent » dans l'action proportionnelle
- Le « passé » dans l'action intégrale
- Le « futur » dans l'action dérivé

Les trois paramètres  $A, B$  et  $C$  de ce régulateur sont en générale normalisé et remplacé par trois paramètres **canonique**  $K, T_i$  et  $T_d$ , conduisant à une commande de la forme :

$$u(t) = K \left[ \varepsilon(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(\theta) d\theta + T_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt} \right] \text{(III.2)}$$

- Le coefficient  $K$  est dit gain d'action proportionnelle
- $T_i$  est une constante de temps, exprimé en seconde, dite temps d'action intégrale
- $T_d$  est une constante de temps, exprimé en seconde, dite temps d'action dérivée

Il est à rappeler qu'en première approximation :

- L'action proportionnelle permet d'augmenter la rapidité et la précision dynamique
- L'action intégrale annule l'erreur statique vis-à-vis de l'entrée et de la perturbation
- l'action dérivée tend à stabiliser le système

### A.2. Le réglage des paramètres d'un PID :

Le réglage des coefficients  $K_p$ ,  $T_i$  et  $T_d$  d'un PID peut se faire "à la main" par essais/erreurs. Tout d'abord, il ne sert à rien de vouloir régler les trois coefficients en même temps Il y a trop combinaisons possibles et trouver un triplé performant relèverait de l'exploit. Il vaut mieux y aller par étape.

- Tout d'abord, il faut mettre en place un simple régulateur proportionnel (les coefficients  $T_i$  et  $T_d$  sont donc nuls). Par essais/erreurs, il faut régler le coefficient  $K_p$  afin d'améliorer le temps de réponse du système. C'est-à-dire qu'il faut trouver un  $K_p$  qui permette au système de se rapprocher très vite de la consigne tout en faisant attention de garder la stabilité du système : il ne faut pas que le système réponde très vite tout en oscillant beaucoup
- Une fois ce coefficient réglé, on peut passer au coefficient  $T_i$ . Celui-là va permettre d'annuler l'erreur finale du système afin que celui-ci respecte exactement la consigne. Il faut donc régler  $T_i$  pour avoir une réponse exacte en peu de temps tout en essayant de minimiser les oscillations apportées par l'intégrateur
- Enfin, on peut passer au dernier coefficient  $T_d$  qui permet de rendre le système plus stable. Son réglage permet donc de diminuer les oscillations.

Chacun des coefficients à un rôle à jouer sur la réponse à une consigne (figure III.4)

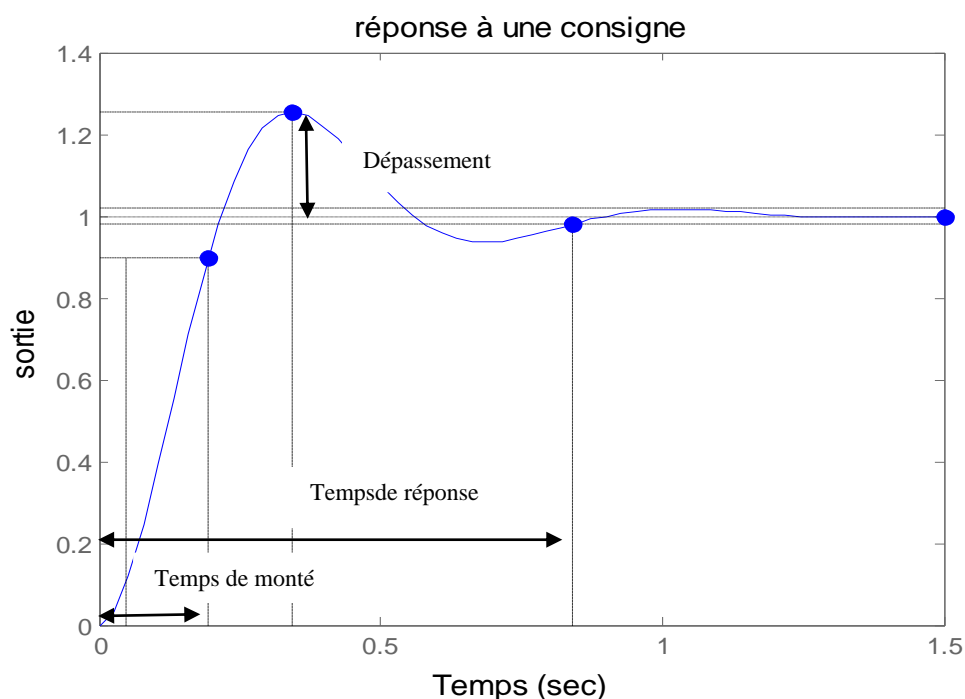


Figure III.4: la réponse à une consigne

- L'erreur statique, c'est l'erreur finale une fois que le système est stabilisé. Cette erreur doit être nulle. Pour diminuer l'erreur statique, il faut augmenter  $K_p$  et  $T_i$ .

- Le dépassement, c'est le rapport entre le premier pic et la valeur final. Ce dépassement diminue si  $K_p$  ou  $T_i$  diminuent ou si  $T_d$  augmente.
- Le temps de montée correspond au temps qu'il faut pour arriver à 90% de la consigne. Le temps de montée diminue si  $K_p$  ou  $T_i$  augmentent ou si  $T_d$  diminue.
- Le temps de stabilisation, c'est le temps qu'il faut pour que le signal commette une erreur inférieure à 5% de la consigne. Ce temps de stabilisation diminue quand  $K_p$  et  $T_i$  augmentent.

## B. Instrumentation :

### B.1. Débitmètre :

Il est souvent utilisé pour la mesure des débits de fluide, il est constitué de deux parties (partie capteur, partie afficheur) ou la première partie (capteur) est conçu pour la détection de débit de produit, cette partie occupe tout la canalisation par conséquent la mesure est plus précise et la deuxième partie (afficheur) de débitmètre affiche la valeur mesuré en analogique. Le débitmètre utilisé dans notre projet est le Promag 50H fabriqué par ENDRES HAUSER (figure III.5). [13]



**Figure III.5 : Débitmètre Promag 50H**

Le principe de fonctionnement du débitmètre Promag (Figure III.6) est selon la loi d'induction de Faraday une tension est induite dans un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique. Appliqué au principe de mesure électromagnétique, c'est le liquide traversant le capteur qui correspond au conducteur. La tension induite, proportionnelle à la vitesse de passage, est transmise à l'amplificateur par deux électrodes de mesure. On calcule le débit volumique par le biais de la section de tube. Le champ magnétique est engendré par un courant continu alterné.

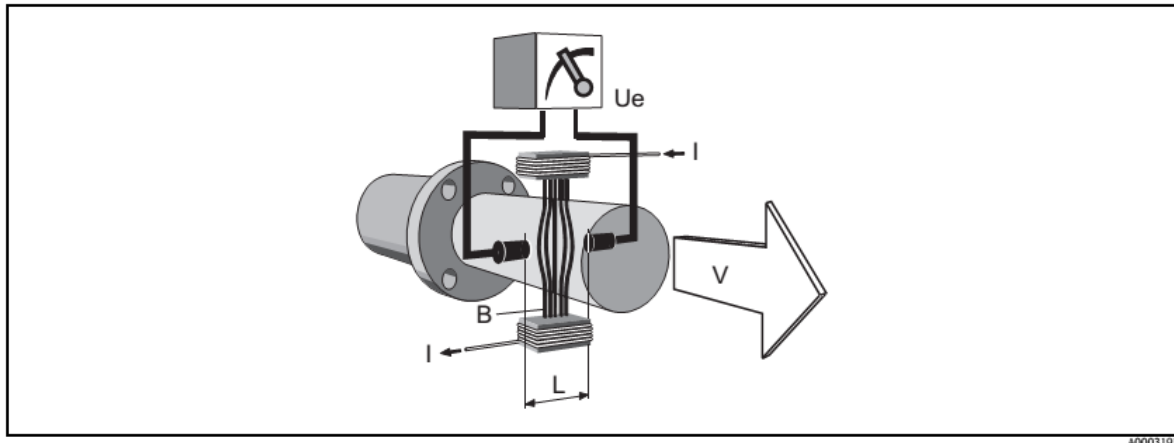


Figure III.6 : Principe de fonctionnement de Promag 50H

$$U_e = B \cdot L \cdot V \text{ (III.3)}$$

$$Q = A \cdot v \text{ (III.4)}$$

$U_e$  : tension induite  $B$  : induction magnétique (champ magnétique)

$L$  : écart des électrodes  $V$  : vitesse d'écoulement

$Q$  : débit volumique  $A$  : section de conduite

$I$  : intensité du courant

### B.2. Sonde conductrice :

Le transmetteur compact Liquicap M FMI51 (Figure III.7) est destiné à la mesure de niveau continue dans les liquides. Le principe de la mesure de niveau capacitive repose sur le changement de capacité d'un condensateur lorsque le niveau change. La sonde et la paroi de la cuve (matériau conducteur) forment un condensateur électrique. Si la sonde se trouve dans l'air, une certaine capacité initiale faible est mesurée. Si la cuve est remplie, la capacité du condensateur augmente d'autant plus que la sonde est recouverte. A partir d'une conductivité de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la mesure est indépendante du coefficient diélectrique (CD) du liquide. [14]

Les fluctuations de la valeur du PID n'ont par conséquent aucune influence sur la valeur mesurée affichée. Ce système évite, en outre, toute influence des dépôts ou des condensats à proximité du raccord processus dans le cas des sondes avec une partie inactive.





Figure III.7 : Sonde de niveau Liquicap M FM15x

### B.3. Variateur de vitesse :

Ce type de variateur a deux sens de location, un sens électrique c'est-à-dire le variateur de vitesse est un dispositif grâce auquel la vitesse d'un moteur électrique peut changer et un sens mécanique, un dispositif composé de courroies et de poulies grâce auquel la démultiplication des moteurs peut être changée. [15] dans notre travail le variateur utilisé est l'ALTIVAR312 (figure III.8).



Figure III.8 : Variateur de vitesse ALTIVAR312

### B.4. Pompe à vis :

La pompe à vis (Figure III.9) peut être équipée d'un moteur électrique de 3 kW à 7,5 kW. La pompe fonctionne sans pulsations, ce qui permet de réduire le bruit au minimum.

Ce type de pompe rotative volumétrique à vis et à flux axial ne comporte que trois parties mobiles. La vis principale est le seul élément menant qui permet le déplacement des vis secondaires. Les vis secondaires servent d'éléments d'étanchéité et sont mises en rotation par effet hydraulique grâce au fluide pompé. Il n'y a qu'une action de roulement entre la vis menante. [16]



**Figure III.9 :** Pompe à vis

### C. Régulation de débit :

#### C.1. Mise en fonction :

Dans la ligne transfert vers réfrigèrent, une régulation de débit est intégré. Cette régulation est réalisée en installant un débitmètre électromagnétique Promag 50H. Le choix de ce dernier se fait selon la section de la conduite. Le débitmètre délivre un débit entre :

**min=0.....max=25000l/h**  $\longleftrightarrow$  **min=4....max=20mA (sortie analogique)**

Cette sortie sera l'entrée analogique de l'STB (module Entrées/ Sorties) :

**min=4.....max=20mA**  $\longleftrightarrow$  **min=6400....max=32000pts (sortie numérique)**

La sortie numérique est transmise vers l'API afin de l'utiliser. Après traitement, l'API génère deux sorties analogiques (sortie règle, sortie TOR) vers le variateur de la pompe d'envoi vers le réfrigérant.

#### C.2. Programmation :

Pour pouvoir commencer tout programmation il nous faut un cahier de charge, qui résume toutes les tâches à accomplir tout au long de programme.

**a. Cahier des charges :**

Ce cahier de charge contient des consignes et des règles qu'il faut respecter. La régulation de débit consiste à satisfaire la consigne de programmeur suivant :

- Au début de production (amorçage), pas de régulation, si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers le réfrigérant (seq\_transf\_M105) est au début d'étape numéro 10 alors la sortie de régulateur est fixe (égale à 50 c'est-à-dire la pompe envoi avec une vitesse de 50%) et l'activation automatique et manuelle de la régulation sont remis à zéro.
- La régulation est activée au début de production et au chargement de la consigne si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers réfrigérant est au début d'étape numéro 40 alors la régulation est activée, (reg\_M105FT01.regul\_active) est remis à un, et (reg\_M105FT01.manu) est remis à zéro.
- A la fin de production (pousse à l'eau), pas de régulation, si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers réfrigérant est à l'étape numéro 80 ou bien à l'étape numéro 90 alors la sortie de régulateur (reg\_M105FT01.sortie\_regul) est fixe (égale à 50%) et l'activation automatique et manuelle de la régulation sont remis à zéro.
- Les actionneurs sont arrêtés si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers réfrigérant est au d'étape numéro 110 alors la régulation est remis à zéro et la sortie régulée est fixe (égale à 0).

**b. Création de bloc fonction :**

Il existe sous unity pro des blocs fonction standardisés, le régulateur M105FT01 est un bloc fonction dérivé (DFB) parmi ces FB.

Nom	N°	Type	Valeur	Commentaire	Droits lecture/écriture (R/W)
Reg_M105FT01		STD_Regulateur_Deloc		Ligne refrigerant 1 Regulateur ...	
<entrées>					
Mesure	4	REAL		Mesure du regulateur	
Consigne	5	REAL		Consigne du regulateur	
Sortie_min	6	REAL		Echelle de sortie minimum du r...	
Sortie_max	7	REAL		Echelle de sortie maximum du r...	
Option_Kp	10	BOOL		Choix avec Gain du regulateur	
Option_Ti	11	BOOL		Choix avec Temps d'integrale ...	
Option_Td	12	BOOL		Choix avec Temps derive du re...	
Index_regul	3	INT		Index Regulateur	
<sorties>					
Sortie	10	REAL		Sortie du regulateur	
<entrées/sorties>					
Index_hmi	1	INT		Index HMI (Provenant mot de ...	
Cde_hmi	2	WORD		Mot de commande HMI	
Val_real_hmi	8	REAL		Valeur reel pour ecriture HMI	
Mode_externe_Eana	9	BOOL		Mode Externe de l'entree Anal...	
<public>					
Manu		BOOL		Auto/Manu du regulateur (1->...	
Mode_externe		BOOL		Mode externe du regulateur(Pri...	
Sortie_hmi		REAL		Sortie manuelle HMI du regulat...	
Kp		REAL		Gain du regulateur	
Ti		TIME		Temps d'integrale du regulateur	
Td		TIME		Temps derive du regulateur	
Regul_active		BOOL		Regulation active du regulateu...	
Sortie_regul		REAL		Sortie du regulateur en mode r...	
Option_kp_hmi		BOOL		Choix avec Gain du regulateur ...	
Option Ti hmi		BOOL		Choix avec Temps d'integrale ...	

Figure III.10: Reg\_M105FT01 (Régulateur débit)

### c. Corps de régulateur M105FT01

```

Reg_M105FT01 (Index_hmi :=HMI_index_regul,
  Cde_hmi :=HMI_cde_regul,
  Val_real_hmi:=HMI_val_real_regul,
  Index_regul :=1001,
  Mesure :=M105FT01.Mesure,
  Consigne :=M105FT01.consigne,
  Sortie_min := 0.0,
  Sortie_max := 100.0,
  Mode_externe_Eana:=M105FT01.Mode_externe,
  Option_Kp:=1,
  Option_Ti:=1,
  Option_Td:=0,
  Sortie =>M105SC01.Sortie_regul);

```

#### d. Gestion de la régulation

```
(*----- Gestion des régulations -----*)
(*Régulations de débit du réfrigérant*)(*debut de production amorçage pas de régulation*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=10 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN      Reg_M105FT01.Sortie_regul:=50.0;
              RESET(Reg_M105FT01.Regul_active);
              RESET(Reg_M105FT01.Manu);

END_IF;|
(*activation de la régulation debut production et chargement de la consigne*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=40 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN
        SET(Reg_M105FT01.Regul_active);
        RESET(Reg_M105FT01.Manu);
END_IF;

(*fin de production et pousse a leau*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=80 or Seq_Transf_M105.Numero_etape=90
    THEN      Reg_M105FT01.Sortie_regul:=50.0;
              RESET(Reg_M105FT01.Regul_active);
              RESET(Reg_M105FT01.Manu);
END_IF;
(*arret des actionneurs*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=110 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN      RESET(Reg_M105FT01.Regul_active);
              Reg_M105FT01.Sortie_regul:=0.0;
END_IF;
```

#### D. Régulation de niveau :

##### D.1. Mise en fonction :

Dans la ligne transfert vers remplisseuseA1902, une régulation de niveau est intégrée. Cette régulation est réalisée en utilisant une sonde de niveau conductrice (liquicap M FM151) fabriqué par ENDRES HAUSER. Le choix de cette dernière se fait selon la conductivité du produit. La sonde délivre un changement de capacité ( $\Delta C$ ), selon le niveau de produit dans la cuve. Le niveau de volume de la cuve varie entre :

**min=0%.....max=100%**  $\longleftrightarrow$  **min=4....max=20mA (sortie analogique)**

Cette sortie sera l'entrée analogique de l'STB (module Entrées/ Sorties) :

**min=4....max=20mA**  $\longleftrightarrow$  **min=6400....max=32000pts (sortie numérique)**

La sortie numérique est transmise vers l'API afin de l'utiliser. Après traitement, l'API génère deux sorties analogiques (sortie régule, sortie TOR) vers le variateur de la pompe d'envoi vers remplisseuse.

## **D.2. Programmation :**

### **a. Cahier des charges :**

- Au début de production (amorçage), pas de régulation, si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers la conditionneuse (seq\_transf\_S505) est au début d'étape numéro 10 alors la sortie de régulateur est fixe (égale à 50) et l'activation automatique et manuelle de la régulation sont remis à zéro.
- La régulation est activée au début de production et au chargement de la consigne si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers réfrigèrent est au début d'étape numéro 140 alors la régulation est activée, (reg\_C130LT01.regul\_active) est remis à un, et (reg\_C130LT01.manu) est remis à zéro.
- A la fin de production (pousse à l'eau), pas de régulation, si :  
Le séquenceur de la fonction transfère vers réfrigèrent est au début d'étape 150 alors (reg\_C130LT01.sortie\_regul) est fixe (égale à 50) et l'activation automatique et manuelle de la régulation sont remis à zéro.

## b. Création de bloc fonction :

Nom	N°	Type	Valeur	Commentaire	Droits lecture/écriture (R/W) c
Reg_C130LT01		STD_Regulateur_Deloc			
<entrées>					
Mesure	4	REAL		Mesure du regulateur	
Consigne	5	REAL		Consigne du regulateur	
Sortie_min	6	REAL		Echelle de sortie minimum du r...	
Sortie_max	7	REAL		Echelle de sortie maximum du r...	
Option_Kp	10	BOOL		Choix avec Gain du regulateur	
Option_Ti	11	BOOL		Choix avec Temps d'Integrale ...	
Option_Td	12	BOOL		Choix avec Temps derive du re...	
Index_regul	3	INT		Index Regulateur	
<sorties>					
Sortie	10	REAL		Sortie du regulateur	
<entrées/sorties>					
Index_hmi	1	INT		Index HMI (Provenant mot de ...	
Cde_hmi	2	WORD		Mot de commande HMI	
Val_real_hmi	8	REAL		Valeur reel pour ecriture HMI	
Mode_externe_Eana	9	BOOL		Mode Externe de l'entree Anal...	
<public>					
Manu		BOOL		Auto/Manu du regulateur (1->...	
Mode_externe		BOOL		Mode externe du regulateur(Pi...	
Sortie_hmi		REAL		Sortie manuelle HMI du regulat...	
Kp		REAL		Gain du regulateur	
Ti		TIME		Temps d'integrale du regulateur	
Td		TIME		Temps derive du regulateur	
Regul_active		BOOL		Regulation active du regulateu...	
Sortie_regul		REAL		Sortie du regulateur en mode r...	
Option_kp_hmi		BOOL		Choix avec Gain du regulateur ...	
Option_Ti_hmi		BOOL		Choix avec Temps d'Integrale ...	

Figure III.11 : Reg\_C130LT01 (Régulateur de niveau)

## c. Corps du régulateur C130LT01 :

```

(*Reg_C130LT01*)
Reg_C130LT01 (Index_hmi :=HMI_index_regul,
  Cde_hmi :=HMI_cde_regul,
  Val_real_hmi:=HMI_val_real_regul,
  Index_regul :=1028,
  Mesure :=C130LT01.Mesure,
  Consigne :=C130LT01.Consigne,
  Sortie_min := 0.0,
  Sortie_max := 100.0,
  Mode_externe_Eana:=C130LT01.Mode_externe,
  Option_Kp:=1,
  Option_Ti:=1,
  Option_Td:=0,
  Sortie =>S505SC01.Sortie_regul);

```

**d. Gestion de la régulation**

```
(*----- Gestion des régulations -----*)
(*Régulations de niveau de la remplisseuse*) (*debut de production amorçage pas de régulation*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=10 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN    Reg_C130LT01.Sortie_regul:=50.0;
           RESET(Reg_C130LT01.Regul_active);
           RESET(Reg_C130LT01.Manu);

END_IF;
(*activation de la régulation debut production et chargement d la consigne*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=140 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN
        SET(Reg_C130LT01.Regul_active);
        RESET(Reg_C130LT01.Manu);

END_IF;
|
(*fin de production*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=150 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN    Reg_C130LT01.Sortie_regul:=50.0;
           RESET(Reg_C130LT01.Regul_active);
           RESET(Reg_C130LT01.Manu);

END_IF;
```

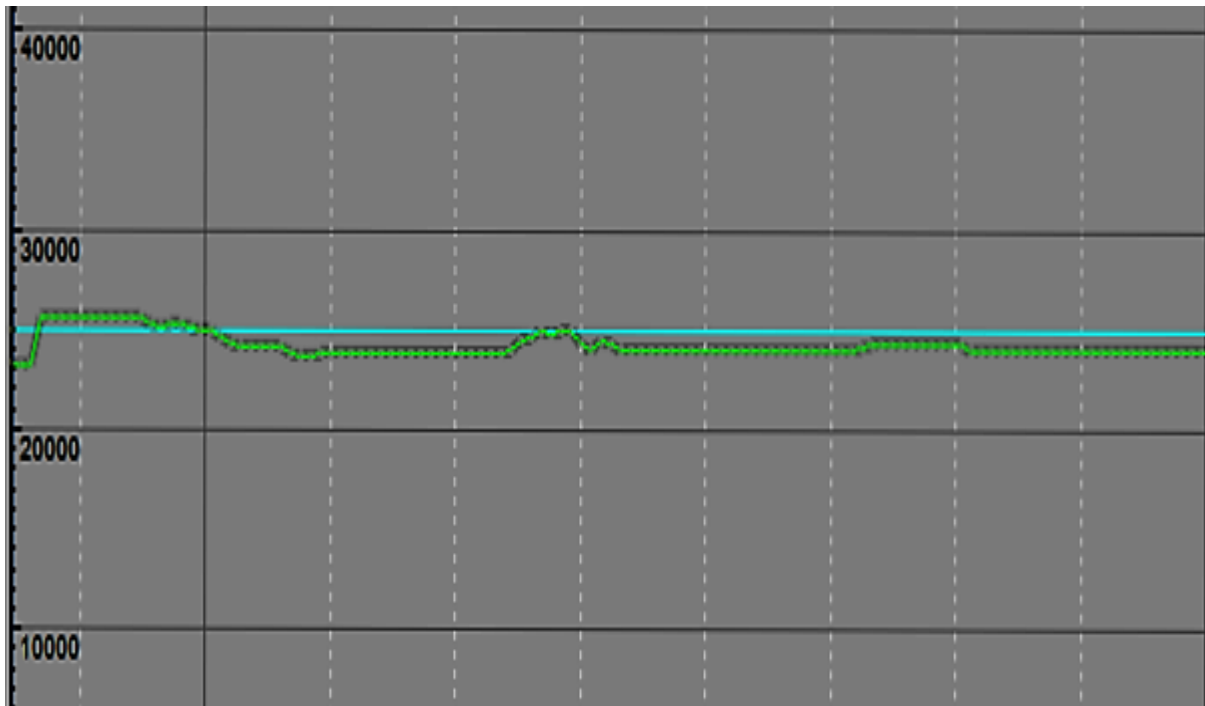
**E. Résultats et discussion :**

Tout programme à besoin d'une simulation afin d'obtenir les résultats de ce dernier. La discussion des résultats permet la détermination de l'impact d'une amélioration dans un système automatisé. Dans cette partie nous allons présenter les résultats relatifs à la programmation des deux régulations (régulation débit, régulation niveau). Les courbes obtenues sont extraites à partir de la supervision avec le logiciel Vijeo Citect.

En faisant varier les paramètres du régulateur PI, on a eu des résultats optimaux avec les valeurs suivantes :



❖ Pour la régulation débit :  $K_p=1$  et  $T_i=5$



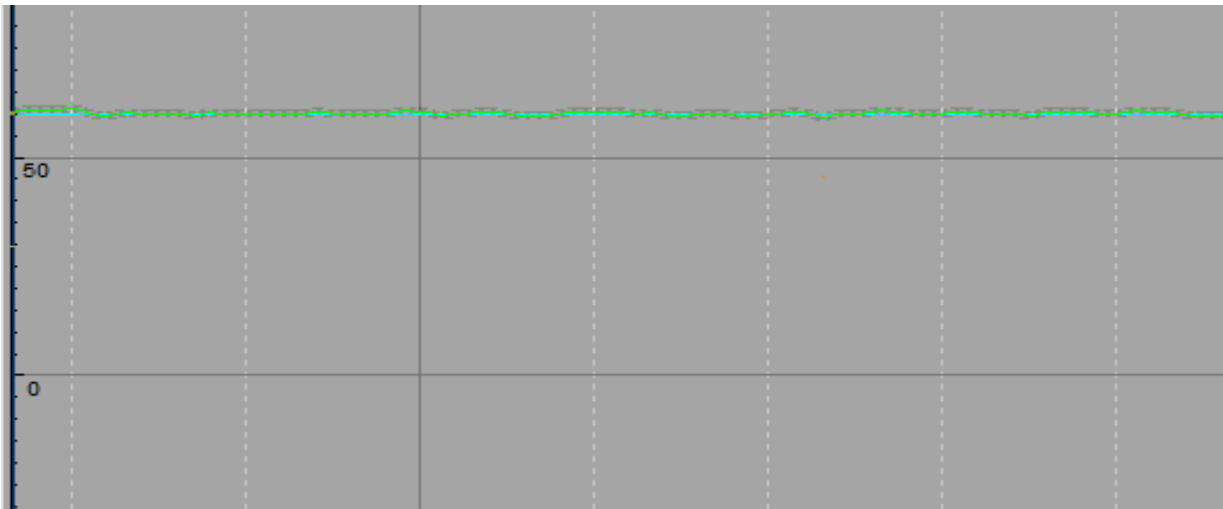
**Figure III.12:** courbe de régulation de débit

La courbe illustre qu'avec ces paramètres, la mesure analogique régulée (débit) suit tous le temps aux alentours de la consigne (25000l/h), avec des erreurs statique faible et parfois négligeables.

Les fluctuations de la mesure analogique (débit) sont disparues. La mesure analogique (débit) toujours stable.

Avec cette régulation, on a eu le débit désiré, donc on a exploité le régime maximal du réfrigérant 1.

❖ Pour la régulation niveau :  $K_p=350$  et  $T_i= 5$



**Figure III.13 :** courbe de régulation de niveau

La courbe en dessus montre une corrélation entre la consigne et la mesure, cette corrélation est dû aux bonne choix des paramètres de régulateur PI donc l'erreur statique est presque nulle. La sortie de régulateur est au voisinage de la consigne qui est de 60% (entré de variateur de vitesse), avec cette valeur le variateur fournit une fréquence adéquate afin de maintenir le volume désiré de la remplisseuse.

### III.3.1.2. Intégration des compteurs :

Compteur, un moyen de contrôle et de surveillance, l'objectif de ce dernier est d'avoir l'œil directe sur les échanges de volumes entre les équipements, Ce qui rend la surveillance plus fiable et plus facile aux ingénieurs.

#### A. Dans la zone Maturation :

##### A.1. Mise en fonction :

On intègre des débitmètres et des compteurs, dans la ligne du remplissage depuis le pasteurisateur et dans la ligne soutirage vers réfrigérant, et par la suite on génère une alarme à la présence d'un écart, entre le volume obtenue depuis pasteurisateur et le volume soutiré vers réfrigérant, supérieure à un seuil de 500l. Les compteurs fonctionnent avec les pulsations des débitmètres installés dans les conduites.

**A.2. Programmation :**

**A.2.1. Pour le remplissage :**

**a. Déclaration des variables :**

M102VF1 : STD\_Compteur\_Deloc (DFB d'un Compteurs)

Nom	N°	Type	Valeur	Commentaire	Droits lecture/écriture (R/W) de la va...
M102VF1		STD_Compteur_Deloc			
<entrées>					
<sorties>					
<entrées/sorties>					
<public>					
Volume_mes		DINT		Volume mesure du compteur	
Volume_rest		DINT		Volume restant du compteur	
Defaut_tps_mini		BOOL		Defaut temps inferieur au temp...	
Defaut_tps_maxi		BOOL		Defaut temps superieur au tem...	
Temps_mes		INT		Temps mesure du compteur	
Temps_rest		INT		Temps restant du compteur	
Consigne		DINT		Consigne du compteur	
Temps_mini		INT		Temps minimum du compteur	
Temps_maxi		INT		Temps maximum du compteur	
Choix_affichage_vol		BOOL		Choix affichage du volume du ...	
Volume		DINT		Volume affiche par HMI	
Memo_comptage_vol		DINT		Mot memorisant le comptage d...	
Defaut_pulse		BOOL		Defaut de comptage pulse	
Cpt_Defaut_pulse		INT		Compteur de comptage default ...	
Fin_comptage		BOOL		Fin Comptage du compteur	
Volume_pulse		INT		Volume Pulse du compteur	
Mode_hmi		BOOL		Compteur en mode de lecture ...	
Mode_exteme		BOOL		Mode exteme du compteur(Pris...	
Cpt_default_compteur		INT		Compteur du nombre de default...	
Consigne_hmi		DINT		Consigne HMI du compteur	
Temps_al		INT		Tempo pour reinitialiser les alar...	
Memo_pulse		BOOL		Memorisation de la pulse	

**Figure III.14 : DFB du compteur M102VF1**

M102FS1 : STD\_Entree\_TOR\_Deloc (entrée TOR venu d'un débitmètre)

Nom	N°	Type	Valeur	Commentaire	Droits lecture/écriture (R/W) de la varia...
M102FS1		STD_Entree_TOR_Deloc			
<entrées>					
<sorties>					
<entrées/sorties>					
<public>					
Entree		BOOL		Entree TOR sans filtrage	
Valeur_F		BOOL		Entree TOR avec filtrage	
Front_M		BOOL		Front montant de l'entree Filtree	
Front_D		BOOL		Front descendant de l'entree Fi...	
Val_filt_r_activ		INT		Valeur de temps de filtrage lors ...	
Val_filt_r_desactiv		INT		Valeur de temps de filtrage lors ...	
F0		BOOL		Forcage a 0 de l'entree filtree	
F1		BOOL		Forcage a 1 de l'entree filtree	

**Figure III.15 : DFB de M102FS1 (entrée TOR)**

M151VF01\_Mesure: Variable réel

M151XVB01.Cde\_Reelle: Commande réel de la vanne pied de cuve remplissage

M151XVB02.Cde\_Reelle : Commande réel de la vanne remplissage depuis pasteurisateur P3

### b. Corps du compteur M102VF1 :

```
(*M102VF1*)
M102VF1.Volume_pulse:=500;

(*Gestion de l'affichage : 0=Volume mesuré / 1=Volume restant*)
IF (Seq_Transf_M102.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=80 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=170)
  AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
  THEN M102VF1.Choix_affichage_vol:=TRUE;
END_IF;
IF (Seq_Transf_M102.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=90 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=180)
  AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
  THEN M102VF1.Choix_affichage_vol:=FALSE;
END_IF;

(*Gestion des informations génériques du compteur de transfert de la ligne Pasteurisateur P301*)
(*Initialisation*)
Init_Cpt:=(Seq_Transf_M102.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=80
  OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=100 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=170 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=180)
  AND Seq_Transf_M102.Debut_etape;
(*Démarrage*)
Dem_Cpt:=Seq_Transf_M102.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=50
  OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=60 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=70 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=80
  OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=90 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=100 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=160
  OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=170 OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=180;
(*Suspension*)
Susp_Cpt:=Fct_Transf_M102.En_cours AND Fct_Transf_M102.Susp;

(*Gestion des consignes, Temps minimum et temps maximum*)
(*En Amorçage*)
IF Seq_Transf_M102.Numero_etape=30 AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
  THEN M102VF1.Consigne:=Transfert_M102.Csq_Vol_Amorçage_Ligne;
  M102VF1.Temps_mini:=Transfert_M102.Tps_Min_Amorçage_Ligne;
  M102VF1.Temps_maxi:=Transfert_M102.Tps_Max_Amorçage_Ligne;
END_IF;
(*En Pousse produit/produit*)
IF Seq_Transf_M102.Numero_etape=170 AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
  THEN M102VF1.Consigne:=Transfert_M102.Csq_Vol_Pousse_Prod_Ligne;
  M102VF1.Temps_mini:=Transfert_M102.Tps_Min_Pousse_Prod_Ligne;
  M102VF1.Temps_maxi:=Transfert_M102.Tps_Max_Pousse_Prod_Ligne;
END_IF;
(*En Pousse à l'eau*)
IF Seq_Transf_M102.Numero_etape=80 AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
  THEN M102VF1.Consigne:=Transfert_M102.Csq_Vol_Pousse_Eau_Ligne;
  M102VF1.Temps_mini:=Transfert_M102.Tps_Min_Pousse_Eau_Ligne;
  M102VF1.Temps_maxi:=Transfert_M102.Tps_Max_Pousse_Eau_Ligne;
END_IF;
```

```

(*Gestion du compteur de production de la ligne de transfert du Pasteurisateur P301 après transfert*)
IF Seq_Transf_M102.Numero_etape=10 AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
    THEN Transfert_M102.Cpt_production:=0;
END_IF;
IF Seq_Transf_M102.Numero_etape=70 AND Seq_Transf_M102.Debut_etape
    THEN Transfert_M102.Cpt_production:=M102VF1.Volume_mes + Transfert_M102.Csg_Vol_Amorcage_Ligne;
END_IF;
IF NOT Fct_Transf_M102.En_cours THEN M102VF1.Volume_mes:=Transfert_M102.Cpt_production;END_IF;

Compteur_Vol (Init := Init_Cpt,
              Start := Dem_Cpt,
              Susp := Susp_Cpt,
              Pulse_debitmetre :=M102FS1.Front_M,
              Consigne :=M102VF1.Consigne_hmi,
              Volume_pulse :=M102VF1.Volume_pulse,
              Temps_mini :=M102VF1.Temps_mini,
              Temps_maxi :=M102VF1.Temps_maxi,
              Volume_mes :=M102VF1.Volume_mes,
              Pulse_ls := pulse_ls_f,
              Defaut_tps_mini :=M102VF1.Defaut_tps_mini,
              Defaut_tps_maxi :=M102VF1.Defaut_tps_maxi,
              Temps_mes :=M102VF1.Temps_mes,
              Tps_Init_al :=30,
              Choix_comptage_pulse :=FALSE,
              Mot_comptage_vol :=Transfert_M102.Cpt_Vol_Pasto,
              Memo_comptage_vol :=M102VF1.Memo_comptage_vol,
              Temps_al := M102VF1.Temps_al,
              Cpt_Defaut_pulse :=M102VF1.Cpt_Defaut_pulse,
              Tps_defaut_pulse :=10,
              Defaut_pulse :=M102VF1.Defaut_pulse,
              Memo_pulse := M102VF1.Memo_pulse,
              Fin_comptage =>M102VF1.Fin_comptage,
              Volume_rest =>M102VF1.Volume_rest,
              Temps_rest =>M102VF1.Temps_rest);

```

### c. Gestion du volume de la cuve

```

(* Gestion du volume de la cuve *)
IF M151XVB01.Cde_Reelle AND M151XVB02.Cde_Reelle and M102FS1.Front_M
    THEN m151vf01_mesure:=m151vf01_mesure+INT_TO_REAL(M102VF1.Volume_pulse);
END_IF;

```

#### A.2.2. Pour le soutirage:

##### a. Déclaration des variables :

M105VF1 : STD\_Compteur\_Deloc (DFB d'un Compteurs)

M105FS1 :STD\_Entree\_TOR\_Deloc (entrée TOR venu d'un débitmètre)

M151VF02\_Mesure: Variable réel

Alarme\_default : Variable booléenne

M151XVB11.Cde\_Reelle: Commande réel de la vanne pied de cuve soutirage

M151XVB05.Cde\_Reelle: Commande réel de la vanne soutirage vers ligne réfrigèrent 1

M105XME01.Cde\_Reelle : Commande réel du moteur de la pompe d'envoi vers la ligne réfrigèrent1

Fct\_Remp\_M105\_S551.En\_cours : Etats en cours de la fonction remplissage de la cuve S551 depuis réfrigèrent 1

### b. Corps du compteur M105VF1 :

```
(*M105VF01*)
M105VF1.Volume_pulse:=500;

(*Gestion de l'affichage : 0=Volume mesuré / 1=Volume restant*)
IF((Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=80 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170)AND Seq_Transf_M105.Debut_etape)
    OR((Seq_Pouss_M105.Numero_etape=20 OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=40)AND Seq_Pouss_M105.Debut_etape)
    THEN M105VF1.Choix_affichage_vol:=TRUE;
END_IF;
IF((Seq_Transf_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=90 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=110
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180)AND Seq_Transf_M105.Debut_etape)
    OR((Seq_Pouss_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=50)AND Seq_Pouss_M105.Debut_etape)
    THEN M105VF1.Choix_affichage_vol:=FALSE;
END_IF;

(*Gestion des informations génériques du compteur de transfert de la ligne Réfrigérant YAB 1*)
(*Initialisation*)
Init_Cpt:=(((Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=80
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180)
    AND Seq_Transf_M105.Debut_etape)
    OR((Seq_Pouss_M105.Numero_etape=20 OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=40)AND Seq_Pouss_M105.Debut_etape));

(*Démarrage*)
Dem_Cpt:=Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=50
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=60 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=70 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=80
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=90 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=160
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180
    OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=20 OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=40;

(*Suspension*)
Susp_Cpt:=(Fct_Transf_M105.En_cours AND Fct_Transf_M105.Susp)OR(Fct_Pouss_M105.En_cours AND Fct_Pouss_M105.Susp);

(*Gestion des consignes, Temps minimum et temps maximum*)
(*En Amorçage*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN M105VF1.Consigne:=Transfert_M105.Csg_Vol_Amorçage_Ligne;
        M105VF1.Temps_mini:=Transfert_M105.Tps_Min_Amorçage_Ligne;
        M105VF1.Temps_maxi:=Transfert_M105.Tps_Max_Amorçage_Ligne;
END_IF;
```

```

(*En Pousse produit/produit*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=170 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN    M105VF1.Consigne:=Transfert_M105.Csg_Vol_Pousse_Prod_Ligne;
           M105VF1.Temps_mini:=Transfert_M105.Tps_Min_Pousse_Prod_Ligne;
           M105VF1.Temps_maxi:=Transfert_M105.Tps_Max_Pousse_Prod_Ligne;
END_IF;
(*En Pousse à l'eau*)
IF (Seq_Transf_M105.Numero_etape=80 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape) (*Fonction de transfert*)
    OR (Seq_Pouss_M105.Numero_etape=20 AND Seq_Pouss_M105.Debut_etape) (*Fonction de pousse à l'eau*)
    THEN    M105VF1.Consigne:=Transfert_M105.Csg_Vol_Pousse_Eau_Ligne;
           M105VF1.Temps_mini:=Transfert_M105.Tps_Min_Pousse_Eau_Ligne;
           M105VF1.Temps_maxi:=Transfert_M105.Tps_Max_Pousse_Eau_Ligne;
END_IF;
(*En Rinçage*)
IF (Seq_Transf_M105.Numero_etape=100 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape) (*Fonction de transfert*)
    OR (Seq_Pouss_M105.Numero_etape=40 AND Seq_Pouss_M105.Debut_etape) (*Fonction de pousse à l'eau*)
    THEN    M105VF1.Consigne:=Transfert_M105.Csg_Vol_Rinçage_Ligne;
           M105VF1.Temps_mini:=Transfert_M105.Tps_Min_Rinçage_Ligne;
           M105VF1.Temps_maxi:=Transfert_M105.Tps_Max_Rinçage_Ligne;
END_IF;

(*Gestion du compteur de production de la ligne de transfert du Réfrigérant YAB 1 après transfert*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=10 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN Transfert_M105.Cpt_production:=0;
END_IF;
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=70 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN Transfert_M105.Cpt_production:=M105VF01.Volume_mes + Transfert_M105.Csg_Vol_Amorçage_Ligne;
END_IF;
IF NOT Fct_Transf_M105.En_cours AND NOT Fct_Pouss_M105.En_cours THEN M105VF1.Volume_mes:=Transfert_M105.Cpt_production;
END_IF;
Compteur_Vol (Init := Init_Cpt,
              Start := Dem_Cpt ,
              Susp := Susp_Cpt,
              Pulse_debitmetre :=M105FS1.Front_M,
              Consigne :=M105VF1.Consigne_hmi,
              Volume_pulse :=M105VF1.Volume_pulse,
              Temps_mini :=M105VF1.Temps_mini,
              Temps_maxi :=M105VF1.Temps_maxi,
              Volume_mes :=M105VF1.Volume_mes,
              Pulse_ls := pulse_ls_f,
              Defaut_tps_mini :=M105VF1.Defaut_tps_mini,
              Defaut_tps_maxi :=M105VF1.Defaut_tps_maxi,
              Temps_mes :=M105VF1.Temps_mes,
              Tps_Init_al :=30,
              Choix_comptage_pulse :=TRUE,
              Mot_comptage_vol :=0,
              Memo_comptage_vol :=M105VF1.Memo_comptage_vol,
              Temps_al := M105VF1.Temps_al,
              Cpt_Defaut_pulse :=M105VF1.Cpt_Defaut_pulse,
              Tps_defaut_pulse :=10,
              Defaut_pulse :=M105VF1.Defaut_pulse,
              Memo_pulse := M105VF1.Memo_pulse,
              Fin_comptage =>M105VF1.Fin_comptage,
              Volume_rest =>M105VF1.Volume_rest,
              Temps_rest =>M105VF1.Temps_rest);

```

### c. Gestion du volume de la cuve

```
(* Gestion du volume de la cuve *)
IF not M151XVB11.Cde_Reelle
  THEN M151VF02_Mesure:=M151VF01_Mesure;
  END_IF;
IF M151XVB11.Cde_Reelle AND Fct_Remp_M105_S551.En_cours and M151XVB05.Cde_Reelle
  AND M105XME01.Cde_Reelle AND M105FS1.Front_M
  THEN M151VF02_Mesure:=M151VF02_Mesure-INT_TO_REAL(M105VF1.Volume_pulse);

END_IF;

IF not Fct_Sout_M151_M105.En_cours and M151VF02_Mesure > INT_TO_REAL(500)
  Then Alarme_defaut:=true;
  end_if;
IF not Fct_Sout_M151_M105.En_cours and M151VF02_Mesure < INT_TO_REAL(500)
  Then Alarme_defaut:=false;
  end_if;
```

### B. Dans la zone Tampon :

#### B.1. Mise en fonction :

On intègre des compteurs et des débitmètres, dans la ligne de remplissage depuis le réfrigérant et dans la ligne soutirage vers la remplisseuse, et par la suite on génère une alarme à la présence d'un écart, entre le volume obtenue depuis le réfrigérant et le volume soutiré vers la remplisseuse, supérieure à un seuil de 500l, et une autre alarme qui détecte une perte de produit au passage de maturation vers stockage. Les compteurs fonctionnent avec les pulsations des débitmètres installés dans les conduites.

#### B.2. Programmation :

##### B.2.1 Pour le remplissage

##### a. Déclaration des variables :

M105VF1 : STD\_Compteur\_Deloc (DFB d'un Compteurs)

M105FS1 :STD\_Entree\_TOR\_Deloc (entrée TOR venu d'un débitmètre)

S551vf01\_Mesure : Variable réel

Alarme\_defaut1 : Variable booléenne

Alarme\_perte : Variable booléenne

S551vf02\_Mesure: Variable réel

S551XVB01.Cde\_Reelle : Commande réel de la vanne pied de cuve remplissage



S551XVB03.Cde\_Reelle : Commande réel de la vanne de remplissage depuis le réfrigérant 1

Fct\_Sout\_S551\_C130.En\_cours : états en cours de la fonction soutirage vers remplisseuse A1902 de la cuve S551

Fct\_Remp\_M105\_S551.En\_cours : Etats en cours de la fonction remplissage depuis le réfrigérant1

#### b. Gestion du volume de la cuve :

```
(* Gestion du volume de la cuve *)
IF S551XVB01.Cde_Reelle AND S551XVB03.Cde_Reelle AND M105FS1.Front_M
    THEN      S551vf01_Mesure:=S551vf01_Mesure+INT_TO_REAL(M105VF1.Volume_pulse);

END_IF;
IF not Fct_Sout_S551_C130.En_cours and S551vf02_Mesure > INT_TO_REAL(500)
    Then Alarme_defaut1:=true;
    end_if;
IF not Fct_Sout_S551_C130.En_cours and S551vf02_Mesure <INT_TO_REAL(500)
    Then Alarme_defaut1:=false;
    end_if;
if not Fct_Remp_M105_S551.En_cours
    and (M151VF02_Mesure>INT_TO_REAL(500) or S551vf01_Mesure < INT_TO_REAL(9500))
    THEN Alarme_perte := true;
else Alarme_perte := false;
end_if;
```

#### B.2.2. Pour le soutirage:

##### a. Déclaration des variables :

S505VF1 : STD\_Compteur\_Deloc (DFB d'un Compteurs)

S505FS1 :STD\_Entree\_TOR\_Deloc (entrée TOR venu d'un débitmètre)

S551vf02\_Mesure: Variable réel

S551XVB11.Cde\_Reelle: Commande réel de la vanne pied de cuve soutirage

S551XVB05.Cde\_Reelle: Commande réel de la vanne de soutirage vers la remplisseuse A1902

## b. Corps du compteur S505VF1 :

```

S505VF1.Volume_pulse:=500;

(*Gestion de l'affichage : 0=Volume mesuré / 1=Volume restant*)
IF((Seq_Transf_S505.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=60 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=90
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=110 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=130 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=280
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=170 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=200 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=210
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=220 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=240)
    AND Seq_Transf_S505.Debut_etape)
    OR((Seq_Pouss_S505.Numero_etape=20 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=40 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=60
    OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=70 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=80 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=100)
    AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape)
    THEN S505VF1.Choix_affichage_vol:=TRUE;
END_IF;
IF((Seq_Transf_S505.Numero_etape=140 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=290 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=230
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=250)AND Seq_Transf_S505.Debut_etape)
    OR((Seq_Pouss_S505.Numero_etape=90 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=110)AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape)
    THEN S505VF1.Choix_affichage_vol:=FALSE;
END_IF;

(*Gestion des informations génériques du compteur de transfert de la ligne Remplisseuse A1902*)
(*Initialisation*)
Init_Cpt:=((Seq_Transf_S505.Numero_etape=90 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=110 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=130
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=140 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=210 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=220
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=225 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=240 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=280)
    AND Seq_Transf_S505.Debut_etape)
    OR((Seq_Pouss_S505.Numero_etape=60 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=70 OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=80
    OR Seq_Pouss_S505.Numero_etape=100)AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape);

(*Démarrage*)
Dem_Cpt:=(Seq_Transf_S505.Numero_etape>=90 AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=240)
    OR(Seq_Transf_S505.Numero_etape>=270 AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=290)
    OR(Seq_Pouss_S505.Numero_etape>=60 AND Seq_Pouss_S505.Numero_etape<=100);

(*Suspension*)
Susp_Cpt:=(Fct_Transf_S505.En_cours AND (Fct_Transf_S505.Susp OR Comm_S55x_C130_Rep.Prod_Susp_Remplisseuse))
    OR(Fct_Pouss_S505.En_cours AND (Fct_Pouss_S505.Susp OR Comm_S55x_C130_Rep.Prod_Susp_Remplisseuse))
    OR(((Seq_Transf_S505.Numero_etape>=90 AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=225)
    OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape>=270 AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=290)
    OR (Seq_Pouss_S505.Numero_etape>=10 AND Seq_Pouss_S505.Numero_etape<=80)) AND NOT S505XME01.Cde_reelle);

(*Gestion des consignes, Temps minimum et temps maximum*)
(*En Amorçage au point d'injection des arômes*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=90 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csq_Vol_Amorçage_Lg_Aromes;
        S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Amorçage_Lg_Aromes;
        S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Amorçage_Lg_Aromes;
END_IF;

```

```
(*En Amorçage au point d'injection des pulpes*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=110 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Amorçage_Lg_Pulpes;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Amorçage_Lg_Pulpes;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Amorçage_Lg_Pulpes;
END_IF;
(*En Amorçage à la remplisseuse*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=130 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Amorçage_Lg_Rempl;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Amorçage_Lg_Rempl;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Amorçage_Lg_Rempl;
END_IF;
(*En Pousse produit/produit*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=280 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Pousse_Prod_Prod;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Pousse_Prod_Prod;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Prod_Prod;
END_IF;
(*En Pousse à l'eau au point d'injection des arômes*)
IF (Seq_Transf_S505.Numero_etape=210 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape) (*Fonction de transfert*)
    OR (Seq_Pouss_S505.Numero_etape=60 AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape) (*Fonction de pousse à l'eau*)
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Pousse_Eau_Lg_Aromes;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Pousse_Eau_Lg_Aromes;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Eau_Lg_Aromes;
END_IF;
(*En Pousse à l'eau au point d'injection des pulpes*)
IF (Seq_Transf_S505.Numero_etape=220 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape) (*Fonction de transfert*)
    OR (Seq_Pouss_S505.Numero_etape=70 AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape) (*Fonction de pousse à l'eau*)
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Pousse_Eau_Lg_Pulpes;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Pousse_Eau_Lg_Pulpes;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Eau_Lg_Pulpes;
END_IF;
(*En Pousse à l'eau à la remplisseuse*)
IF (Seq_Transf_S505.Numero_etape=225 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape) (*Fonction de transfert*)
    OR (Seq_Pouss_S505.Numero_etape=80 AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape) (*Fonction de pousse à l'eau*)
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Pousse_Eau_Lg_Rempl;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Pousse_Eau_Lg_Rempl;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Eau_Lg_Rempl;
END_IF;
(*En Rinçage*)
IF (Seq_Transf_S505.Numero_etape=240 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape) (*Fonction de transfert*)
    OR (Seq_Pouss_S505.Numero_etape=100 AND Seq_Pouss_S505.Debut_etape) (*Fonction de pousse à l'eau*)
    THEN    S505VF1.Consigne:=Transfert_S505.Csg_Vol_Rinçage_Ligne;
           S505VF1.Temps_mini:=Transfert_S505.Tps_Min_Rinçage_Ligne;
           S505VF1.Temps_maxi:=Transfert_S505.Tps_Max_Rinçage_Ligne;
END_IF;
```

```

(*Gestion du compteur de production de la ligne de transfert de la ligne Remplisseuse A1902 après transfert*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=10 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN Transfert_S505.Cpt_production:=0;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=160 AND Seq_Transf_S505.Debut_etape
    THEN Transfert_S505.Cpt_production:=S505VF1.Volume_mes;
END_IF;
IF NOT Fct_Transf_S505.En_cours AND NOT Fct_Pouss_S505.En_cours THEN S505VF01.Volume_mes:=Transfert_S505.Cpt_production;
END_IF;
Compteur_Vol (Init := Init_Cpt,
    Start :=Dem_Cpt,
    Susp :=Susp_Cpt,
    Pulse_debitmetre :=S505FS1.Front_M,
    Consigne :=S505VF1.Consigne_hmi,
    Volume_pulse :=S505VF1.Volume_pulse,
    Temps_mini :=S505VF1.Temps_mini,
    Temps_maxi :=S505VF1.Temps_maxi,
    Volume_mes :=S505VF1.Volume_mes,
    Pulse_1s := pulse_1s_f,
    Defaut_tps_mini :=S505VF1.Defaut_tps_mini,
    Defaut_tps_maxi :=S505VF1.Defaut_tps_maxi,
    Temps_mes :=S505VF01.Temps_mes,
    Tps_Init_al :=30,
    Choix_comptage_pulse :=TRUE,
    Mot_comptage_vol :=0,
    Memo_comptage_vol :=S505VF1.Memo_comptage_vol,
    Temps_al := S505VF01.Temps_al,
    Cpt_Defaut_pulse :=S505VF1.Cpt_Defaut_pulse,
    Tps_defaut_pulse :=10,
    Defaut_pulse :=S505VF1.Defaut_pulse,
    Memo_pulse := S505VF1.Memo_pulse,
    Fin_comptage =>S505VF1.Fin_comptage,
    Volume_rest =>S505VF1.Volume_rest,
    Temps_rest =>S505VF1.Temps_rest);

```

### c. Gestion du volume de la cuve :

```

(* Gestion du volume de la cuve *)
IF S551XVB11.Cde_Reelle AND S551XVB05.Cde_Reelle AND S505FS1.Front_M
    THEN
        S551vf02_Mesure:=S551VF01_Mesure-INT_TO_REAL(S505VF1.Volume_pulse);
END_IF;

```

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons apporté des solutions aux problèmes détectés dans la ligne étudié qui consiste à intégrer une régulation de débit au niveau de la ligne transfert vers réfrigérant, une autre régulation de niveau dans la ligne de transfert vers la remplisseuse A1902 et des compteurs dans les lignes de soutirage et remplissage. Ses dernières on les a accompagné avec une discussions de leur résultats.

# *Conclusion Générale*

## **Conclusion générale**

Le présent mémoire a eu pour principal objectif l'étude et l'analyse de la ligne de production de Yaourt à boire au niveau de la laiterie Soummam, dont l'objectif essentiel était de résoudre les problèmes rencontrés.

Nous avons, en premier lieu, étudié le fonctionnement du processus de fabrication de Yaourt à boire, tout en essayant de comprendre les différentes étapes de ce processus.

Ensuite, cette étude nous a permis d'élaborer une analyse fonctionnelle aux sections concernées (maturation, stockage et transfert vers conditionneuse), ce qui nous a aidé à déterminer les causes des anomalies prévenues par les agents.

A cet effet, afin de pouvoir éliminer ces problèmes, on ajoute au système une régulation de débit dans la ligne de transfert vers réfrigérant dans le but d'exploiter son régime maximal, ainsi une régulation de niveau dans la ligne de transfert vers la conditionneuse pour maintenir un niveau précis dans la trémie. De plus, on a intégré des compteurs de volume (de soutirage et de remplissage) pour le contrôle de ces volumes.

Cependant, pour concrétiser ces améliorations, nous avons fait appel aux performances de l'automate Modicon M580, qui nous a permis de concevoir nos programmes sous Unity Pro avec le langage latéral structuré.

Ce travail nous a donné une chance d'acquérir des connaissances approfondies dans les domaines de l'industrie agroalimentaire et aussi des connaissances dans l'instrumentation et les automates programmables Schneider.

Le stage effectué au sein de l'entreprise Soummam nous a été bénéfique, il nous a permis d'évaluer l'importance de l'automatisation et aussi le rôle et l'importance de l'automaticien dans l'industrie moderne.

Dans un travail futur, il est souhaitable d'optimiser les méthodes de détermination des paramètres du régulateur d'une manière à voir une erreur statique minimale, un temps de réponse optimal et la stabilité du système. Ainsi, d'intégrer des compteurs et des alarmes sur toutes les lignes de l'installation.

Puisse ce travail servir de base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique.



*Bibliographie*



## Bibliographie

---

- [1] **DILMI BOURAS A**, « Filière lait : Exemple de l'Algérie », Séminaire, 2008 ;
- [2] **Christian BURGAT**, « Problèmes résolus d'automatique », Edition ellipses, France, 2001 ;
- [3] « Historique de Soummam », Documents interne de l'entreprise Soummam;
- [4] « Généralités sur l'installation », Documentation technique Soummam, 2013 ;
- [5] « Plate – forme d'automatisme Modicon M580 », Catalogue Schneider Electric, 2014 ;
- [6] **T. Damien**, « Analyse fonctionnelle Soummam yaourt à boire », 2013 ;
- [7] « Unity pro langage de programmation et structure », Manuel Schneider Electric, 2015 ;
- [8] « Unity du changement pour les projets d'automatisme », Guide technique Schneider Electric, 2006 ;
- [9] **P. GRARE, I. KACEM**, « Ce qu'il faut savoir sur les automatismes », Edition ellipses, France, 2008 ;
- [10] **S. SEKHSOKHE, K. OUKILI**, « étude d'une boucle de régulation de niveau : implémentation de régulation et réglage de procédé », Mémoire de fin d'étude, Ecole supérieure de technologie-FES, 2011 ;
- [11] **P. PROUVOST**, « Contrôle et régulation », Edition DUNOD, France, 2004 ;
- [12] **E. GODOY et coll**, « Outils de modélisation, méthode et architecture de commande », 2<sup>e</sup> Edition DUNOD, France, 2014 ;
- [13] « Proline, Promag 50/53H », Document technique, Endress+ Hauser ;
- [14] « Altivar 312, variateur de vitesse pour moteurs asynchrones », Guide de programmation, Schneider Electric, 2009 ;
- [15] « liquicap M FMI51, FMI52 », Information technique , Endress+ Hauser ;
- [16] Documentation technique Soummam, « Pompe GEA » , 2013 ;



*Annexes*

```
(***** GRAFCET : FCT 9 : REMPLISSAGE CUVE MATURATION M151OR01 DEPUIS LE PASTEURISATEUR YAOURT P301 *)

(*----- Conditions Initiales -----*)
(*Collecteur de remplissage cuve non compatible pour production - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := NOT M151LI01.Compat_production,
             Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
             Numero_refus := 157,
             CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
             Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve non vide - Refus non Masquable*)
CI_masq (Condition := NOT M151OR01.Vide,
         Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
         Numero_refus := 98,
         CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
         Zone_refus_masq := Fct_Remp_P301_M151.Zone_Refus_masques,
         Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
         Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index);

(*Code produit du pasteurisateur compatible avec la zone maturation - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition :=(Remplissage_P301_M151.Code_Produit_Alimentation<125)
            OR(Remplissage_P301_M151.Code_Produit_Alimentation>174),
            Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
            Numero_refus := 2605,
            CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
            Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
            Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
            Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*Pasteurisateur pas en remplissage sur une autre zone - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition :=Comm_S95x_M15x_P301_Rep.Equip_Amont_En_Remplissage,
            Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
            Numero_refus := 2608,
            CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
            Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
            Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
            Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*Codes produits pasteurisateurs compatibles - Refus non Masquable*)
(*Si cuve en remplissage depuis un autre pasteurisateur, il faut que les codes produits envoyés
par les pastos soient égaux*)
CI_non_masq (Condition := (Fct_Remp_P401_M151.En_cours
            AND(Remplissage_P301_M151.Code_Produit_Alimentation<>Remplissage_P401_M151.Code_Produit_Alimentation))
            OR(Fct_Remp_P501_M151.En_cours
            AND(Remplissage_P301_M151.Code_Produit_Alimentation<>Remplissage_P501_M151.Code_Produit_Alimentation)),
            Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
            Numero_refus := 194,
            CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
            Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
            Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
            Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);
```

```

(*----- Conditions Suspensives -----*)
(*Pressurisation cuve suspendue ou pas en cours - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Fct_Mise_Air_M151.Susp OR NOT Fct_Mise_Air_M151.En_cours,
             Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
             Numero_refus := 2610,
             CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*Agitation cuve suspendue si en cours - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Fct_Agit_M151.En_cours AND Fct_Agit_M151.Susp,
             Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
             Numero_refus := 2611,
             CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve en défaut - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := M151OR01.Default,
             Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
             Numero_refus := 92,
             CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve non compatible pour production - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := NOT M151OR01.Compat_production,
             Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
             Numero_refus := 113,
             CI_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Remp_P301_M151.Refus_Non_Masquable);

(*----- Conditions Refus d'arret -----*)
(*Pas de cuve en présélection de remplissage ET Fonction de transfert en cours - Refus non Masquable*)
CA (Condition := NOT Fct_Remp_P301_M152.Attente AND NOT Fct_Remp_P301_M153.Attente AND NOT Fct_Remp_P301_M154.Attente
    AND NOT Fct_Remp_P301_M155.Attente AND NOT Fct_Remp_P301_M156.Attente AND NOT Fct_Remp_P301_M157.Attente
    AND NOT Fct_Remp_P301_M158.Attente AND Remplissage_P301_M151.Transfert_En_Cours,
    Fct_ec := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
    Numero_refus := 2612,
    CA_NOK := Fct_Remp_P301_M151.CA_NOK,
    Num_CA := Fct_Remp_P301_M151.Numero_CA);

```

```

(*----- Transitions Sequenceur -----*)
Remplissage (Transition_0_vers_10 := Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
              Transition_10_vers_20 := M102LI01.En_produit,
              Transition_20_vers_30 := M151LI01.En_eau,
              Transition_20_vers_40 := M151LI01.En_produit,
              Transition_30_vers_40 := TRUE,
              Transition_40_vers_50 := Seq_Remp_P301_M151.Fin_Tps_Etape(*Temps d'activation des actionneurs écoulé*),
              Transition_50_vers_60 := (M151OR01.Plein AND NOT Fct_Remp_P301_M152.Attente
              AND NOT Fct_Remp_P301_M153.Attente AND NOT Fct_Remp_P301_M154.Attente
              AND NOT Fct_Remp_P301_M155.Attente AND NOT Fct_Remp_P301_M156.Attente
              AND NOT Fct_Remp_P301_M157.Attente
              AND NOT Fct_Remp_P301_M158.Attente)OR(Seq_Transf_M102.Numero_etape=60
              (*Demande de pousse à l'eau de la fonction de transfert*)
              AND NOT Remplissage_P301_M151.Dde_Rincage_Sans_Pousse),
              Transition_50_vers_99 := ((M151OR01.Plein OR Fct_Remp_P301_M151.Fin_fonction)
              AND(Fct_Remp_P301_M152.Attente OR Fct_Remp_P301_M153.Attente OR Fct_Remp_P301_M154.Attente
              OR Fct_Remp_P301_M155.Attente
              OR Fct_Remp_P301_M156.Attente OR Fct_Remp_P301_M157.Attente OR Fct_Remp_P301_M158.Attente))
              OR Seq_Transf_M102.Numero_etape=180
              |(*Demande de basculement cuve sur pousse prod-prod de la fonction de transfert*)
              OR Remplissage_P301_M151.Dde_Rincage_Sans_Pousse,
              Transition_60_vers_70 := M102LI01.En_eau,
              Transition_70_vers_80 := TRUE,
              Transition_80_vers_90 := Seq_Remp_P301_M151.Fin_Tps_Etape(*Temps de drainage du collecteur écoulé*),
              Transition_90_vers_99 := Seq_Remp_P301_M151.Fin_Tps_Etape(*Temps d'arrêt des actionneurs écoulé*),
              Init_seq := NOT Fct_Remp_P301_M151.En_cours,
              Num_etape := Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape);

(*----- Calcul Temps d'étape en sec -----*)
IF Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=40
THEN Seq_Remp_P301_M151.Tps_etape:=Remplissage_P301_M151.Tps_Activ_Arret_Actionneurs;
END_IF;
IF Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=80
THEN Seq_Remp_P301_M151.Tps_etape:=Remplissage_P301_M151.Tps_Drainage_Collecteur;
END_IF;
IF Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=90
THEN Seq_Remp_P301_M151.Tps_etape:=Remplissage_P301_M151.Tps_Activ_Arret_Actionneurs;
END_IF;

(*----- Appel Bloc Séquenceur -----*)
Seq_Remp_P301_M151 (Tps_Ret_act := 3,
                  Susp := Fct_Remp_P301_M151.Susp,
                  Init := FALSE);

(*----- Fin fonction quand fin Séquenceur -----*)
IF Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=99 OR(Fct_Remp_P301_M151.Fin_fonction
AND Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=10 AND NOT Remplissage_P301_M151.Transfert_En_Cours)
OR(NOT Comm_895x_M15x_P301_Rep.Dde_Pousse_Prod_Prod AND Remplissage_P301_M151.Dde_Fin_Ligne_Transfert
AND Seq_Transf_M102.Numero_etape<>180 AND Fct_Remp_P301_M151.Attente)
OR(Fct_Remp_P301_M151.Attente AND Remplissage_P301_M151.Dde_Rincage_Sans_Pousse)
THEN SET(Fct_Remp_P301_M151.Arret);END_IF;

```

```

(*----- Activation des actionneurs -----*)
(* Activation actionneur M151XVB01 *)
Remplissage_P301_M151.Cde_Vanne_Pied_Cuve_Remplissage:=((Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=10
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=20
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=30
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=40
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=50
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=60
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=70
OR (Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=80
AND Seq_Remp_P301_M151.Stop_ret))AND Fct_Remp_P301_M151.V_ok)OR Fct_Remp_P301_M151.Fin_basc;
(* Activation actionneur M151XVB02 *)
Remplissage_P301_M151.Cde_Vanne_Remplissage:=((Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=20
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=30
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=40
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=50
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=60
OR Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=70)
AND Remplissage_P301_M151.En_Envoi_Ligne_Transfert
AND Fct_Remp_P301_M151.V_ok)
OR Fct_Remp_P301_M151.Fin_basc;

(*----- Calculs divers -----*)
(* Gestion des infos d'échange avec l'automate "Pasteurisateurs yaourt" *)
Remplissage_P301_M151.Code_Produit_Alimentation:=Comm_S95x_M15x_P301_Rep.Code_Produit;
Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation:=Comm_S95x_M15x_P301_Rep.Cpt_Volume;

(* Gestion des infos d'échange avec la fonction de transfert *)
Remplissage_P301_M151.En_Envoi_Ligne_Transfert:=Transfert_M102.En_Envoi_Ligne_Transfert;
Remplissage_P301_M151.Dde_Fin_Ligne_Transfert:=Transfert_M102.Dde_Fin_Remplissage_Cuve;
Remplissage_P301_M151.Dde_Rincage_Sans_Pousse:=Transfert_M102.Dde_Rincage_Sans_Pousse;
Remplissage_P301_M151.Transfert_En_Cours:=Transfert_M102.Transfert_En_Cours;

(* Gestion des paramètres d'agitation de la cuve *)
IF Seq_Remp_P301_M151.Numero_etape=50 AND Seq_Remp_P301_M151.Debut_etape
THEN IF Remplissage_P301_M151.Intermittence>(*Intermittence d'agitation*)
THEN Fct_Agit_M151.Param[0]:=Zone_Par_proc[76].Param[0]:=1.0;
ELSE Fct_Agit_M151.Param[0]:=Zone_Par_proc[76].Param[0]:=0.0;
END_IF;
(*Pas d'option durée d'agitation*)
Fct_Agit_M151.Param[1]:=Zone_Par_proc[76].Param[1]:=0.0;
(*Temps d'agitation On hors attente soutirage*)
Fct_Agit_M151.Param[6]:=Zone_Par_proc[76].Param[6]:=INT_TO_REAL(Recette_M151OR01.Matu.Agit.Tps_agit_ON);
(*Temps d'agitation Off hors attente soutirage*)
Fct_Agit_M151.Param[7]:=Zone_Par_proc[76].Param[7]:=INT_TO_REAL(Recette_M151OR01.Matu.Agit.Tps_agit_OFF);
(*Vitesse d'agitation*)
Fct_Agit_M151.Param[10]:=Zone_Par_proc[76].Param[10]:=Remplissage_P301_M151.Vit_Agitation;
END_IF;

(* Gestion du volume de la cuve *)
IF M151XVB01.Cde_Reelle AND M151XVB02.Cde_Reelle
AND ((Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation-Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation_Prec)<=50)
THEN M151LF01.Mesure:=M151LF01.Mesure+DINT_TO_REAL(Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation-Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation_Prec);
END_IF;
Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation_Prec:=Remplissage_P301_M151.Cpt_Vol_Alimentation;

```

```
(*----- Gestion des analogiques -----*)
(*Température de la cuve : M151TT01*)
M151TT01.Consigne:=0.0;
M151TT01.Seuil_tb:=0.0;
M151TT01.Seuil_b:=1.0;
M151TT01.Seuil_h:=140.0;
M151TT01.Seuil_th:=150.0;
M151TT01.Tps_al_tb:=M151TT01.Tps_al_b:=M151TT01.Tps_al_h:=M151TT01.Tps_al_th:=0;
M151TT01.Activ_Al_api:=FALSE;

(*Niveau de la cuve : M151LF01*)
M151LF01.Consigne:=0.0;
M151LF01.Seuil_tb:=0.0;
M151LF01.Seuil_b:=100.0;
M151LF01.Seuil_h:=59900.0;
M151LF01.Seuil_th:=60000.0;
M151LF01.Tps_al_tb:=M151LF01.Tps_al_b:=M151LF01.Tps_al_h:=M151LF01.Tps_al_th:=0;
M151LF01.Activ_Al_api:=FALSE;

(*----- Paramètres opérateurs -----*)
Remplissage_P301_M151.Intermittence:=Fct_Remp_P301_M151.Param[0]=1.0;
Remplissage_P301_M151.Vit_Agitation:=Fct_Remp_P301_M151.Param[10];
```

---

```

(**** GRAFCET : FCT 14 : SOUTIRAGE CUVE DE MATURATION M151OR01 VERS LE REFRIGERANT YAB1 ****)

(*----- Conditions Initiales -----*)
(*Cuve vide - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := M151OR01.Vide,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 94,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve non Ok pour soutirage - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := NOT M151OR01.Ok_sout,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 117,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Agitation cuve suspendue ou pas en cours - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := Fct_Agit_M151.Susp OR NOT Fct_Agit_M151.En_cours,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 2611,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Code produit de la cuve non égal avec le code produit de la cuve en cours OU de la ligne - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := (Fct_Sout_M152_M105.En_cours AND (M152OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (Fct_Sout_M153_M105.En_cours AND (M153OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (Fct_Sout_M154_M105.En_cours AND (M154OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (Fct_Sout_M155_M105.En_cours AND (M155OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (Fct_Sout_M156_M105.En_cours AND (M156OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (Fct_Sout_M157_M105.En_cours AND (M157OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (Fct_Sout_M158_M105.En_cours AND (M158OR01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit))
             OR (M105LI01.En_produit AND (M105LI01.Code_produit<>M151OR01.Code_produit)),
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 194,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*----- Conditions Suspensives -----*)
(*Pressurisation cuve suspendue ou pas en cours - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Fct_Mise_Air_M151.Susp OR NOT Fct_Mise_Air_M151.En_cours,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 2610,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

```



```
(*Agitation cuve suspendue si en cours - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Fct_Agit_M151.En_cours AND Fct_Agit_M151.Susp,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 2611,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve en défaut - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := M151OR01.Default,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 92,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve non compatible pour production - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := NOT M151OR01.Compat_production,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 113,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Collecteur soutirage non compatible pour production - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := NOT M151LI02.Compat_production,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 157,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Fonction de transfert liée au soutirage suspendue - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Fct_Transf_M105.Susp_FM,
             Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Numero_refus := 76,
             CI_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CI_NOK,
             Num_CI := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI,
             Num_CI_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CI_index,
             CS_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CS_NOK,
             Num_CS := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS,
             Num_CS_index := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CS_index,
             Refus_non_masq := Fct_Sout_M151_M105.Refus_Non_Masquable);
```

```

(*----- Conditions Refus d'arret -----*)
(*Pas de cuve en présélection de soutirage ET Fonction de transfert en cours - Refus non Masquable*)
CA (Condition :=NOT Fct_Sout_M152_M105.Attente AND NOT Fct_Sout_M153_M105.Attente AND NOT Fct_Sout_M154_M105.Attente
    AND NOT Fct_Sout_M155_M105.Attente AND NOT Fct_Sout_M156_M105.Attente AND NOT Fct_Sout_M157_M105.Attente
    AND NOT Fct_Sout_M158_M105.Attente AND Fct_Transf_M105.En_cours,
    Fct_ec := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
    Numero_refus := 2612,
    CA_NOK := Fct_Sout_M151_M105.CA_NOK,
    Num_CA := Fct_Sout_M151_M105.Numero_CA);

(*----- Transitions Sequenceur -----*)
Soutirage (Transition_0_vers_10 := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
    Transition_10_vers_20 := M151LI02.En_eau,
    Transition_10_vers_30 := M151LI02.En_produit,
    Transition_20_vers_30 := Seq_Sout_M151_M105.Fin_Tps_Etape(*Temps d'amorçage collecteur écoulé*),
    Transition_30_vers_40 := Soutirage_M151_M105.Dde_Produit_Ligne_Transfert,
    Transition_40_vers_50 := M151OR01.Vide OR Soutirage_M151_M105.Dde_Fin_Ligne_Transfert
    OR(Fct_Sout_M151_M105.Fin_fonction
        AND(Fct_Sout_M152_M105.Attente OR Fct_Sout_M153_M105.Attente OR Fct_Sout_M154_M105.Attente
            OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
            OR Fct_Sout_M156_M105.Attente OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente)),
    Transition_50_vers_60 := NOT M151OR01.Vide OR Soutirage_M151_M105.Fin_Volume_Vidange_Collecteur
        OR Seq_Sout_M151_M105.Fin_Tps_Etape(*Temps maximum de vidange collecteur écoulé*),
    Transition_60_vers_99 := TRUE,
    Init_seq := NOT Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
    Num_etape := Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape);

(*----- Calcul Temps d'étape en sec -----*)
IF Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=20
    THEN Seq_Sout_M151_M105.Tps_etape:=Soutirage_M151_M105.Tps_Amorçage_Collecteur;
END_IF;
IF Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=50
    THEN Seq_Sout_M151_M105.Tps_etape:=Soutirage_M151_M105.Tps_Max_Vidange_Collecteur;
END_IF;

(*----- Appel Bloc Séquenceur -----*)
Seq_Sout_M151_M105 (Tps_Ret_act := 3,
    Susp := Fct_Sout_M151_M105.Susp,
    Init := FALSE);

(*----- Fin fonction quand fin Séquenceur -----*)
IF Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=99 OR(Fct_Sout_M151_M105.Fin_fonction AND Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=30)
    OR(Fct_Sout_M151_M105.Attente AND(Seq_Transf_M105.Numero_etape=80 OR Seq_Pouss_M105.Numero_etape=20))
    THEN SET(Fct_Sout_M151_M105.Arret);END_IF;

```

```

(*----- Activation des actionneurs -----*)
(* Activation actionneur M151XVB05 *)
Soutirage_M151_M105.Cde_Vanne_Soutirage:=((Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=50)
AND Soutirage_M151_M105.Dde_Produit_Ligne_Transfert
AND Fct_Sout_M151_M105.V_ok)
OR Fct_Sout_M151_M105.Fin_basc;
(* Activation actionneur M151XVB11 *)
Soutirage_M151_M105.Cde_Vanne_Pied_Cuve_Soutirage:=((Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=20
OR Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=30
OR Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=40
OR Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=50
OR Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=60)
AND Fct_Sout_M151_M105.V_ok)OR Fct_Sout_M151_M105.Fin_basc;
(* Activation actionneur M151XVB27 *)
Soutirage_M151_M105.Cde_Vanne_Ret_Nep_Collect_Sout:=Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=20 AND Fct_Sout_M151_M105.V_ok;
(*----- Calculs divers -----*)
(* Gestion des infos d'échange avec la fonction de transfert de la ligne *)
Soutirage_M151_M105.Dde_Produit_Ligne_Transfert:=Transfert_M105.Dde_Produit_Ligne_Transfert;
Soutirage_M151_M105.Dde_Fin_Ligne_Transfert:=Transfert_M105.Dde_Fin_Soutirage_Cuve;

(* Gestion des paramètres d'agitation de la cuve *)
IF Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=10 AND Seq_Sout_M151_M105.Debut_etape
THEN IF Soutirage_M151_M105.Intermittence>(*Intermittence d'agitation*)
THEN Fct_Agit_M151.Param[0]:=Zone_Par_proc[76].Param[0]:=1.0;
ELSE Fct_Agit_M151.Param[0]:=Zone_Par_proc[76].Param[0]:=0.0;
END_IF;
(*Pas d'option durée d'agitation*)
Fct_Agit_M151.Param[1]:=Zone_Par_proc[76].Param[1]:=0.0;
(*Temps d'agitation On hors attente soutirage*)
Fct_Agit_M151.Param[6]:=Zone_Par_proc[76].Param[6]:=INT_TO_REAL(Recette_M151OR01.Matu.Agit.Tps_agit_ON);
(*Temps d'agitation Off hors attente soutirage*)
Fct_Agit_M151.Param[7]:=Zone_Par_proc[76].Param[7]:=INT_TO_REAL(Recette_M151OR01.Matu.Agit.Tps_agit_OFF);
(*Vitesse d'agitation*)
Fct_Agit_M151.Param[10]:=Zone_Par_proc[76].Param[10]:=Soutirage_M151_M105.Vit_Agitation;
END_IF;

(* Gestion du compteur de volume de la vidange du collecteur de soutirage *)
IF NOT Fct_Sout_M151_M105.En_cours OR(Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape<>50)
THEN Soutirage_M151_M105.Cpt_Vol_Vidange_Collecteur:=0;
END_IF;
IF Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=50 AND NOT Fct_Sout_M151_M105.Susp AND M105F801.Front_M
THEN Soutirage_M151_M105.Cpt_Vol_Vidange_Collecteur:=Soutirage_M151_M105.Cpt_Vol_Vidange_Collecteur+INT_TO_DINT(M105VF01.Volume_pulse);
END_IF;
Soutirage_M151_M105.Fin_Volume_Vidange_Collecteur:=(Soutirage_M151_M105.Cpt_Vol_Vidange_Collecteur>=Soutirage_M151_M105.Vol_Vidange_Collecteur);

(*----- Paramètres opérateurs -----*)
Soutirage_M151_M105.Intermittence:=Fct_Sout_M151_M105.Param[0]=1.0;
Soutirage_M151_M105.Vit_Agitation:=Fct_Sout_M151_M105.Param[10];

```

```
(*****   GRAFCET : FCT 183 :   TRANSFERT LIGNE DU REFRIGERANT YAB 1   *****)

(*----- Conditions Initiales -----*)
(*Pas de cuve de maturation sélectionnée en soutirage - Refus non Masquable*)
(*PAS DE CUVE SELECTIONNEE EN SOUTIRAGE EN PREMIER POUR APPARITION DE CE REFUS AVANT LES AUTRES*)
CI_non_masq (Condition := NOT Fct_Sout_M151_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M151_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M152_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M152_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M153_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M153_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M154_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M154_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M155_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M155_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M156_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M156_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M157_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M157_M105.Attente
  AND NOT Fct_Sout_M158_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M158_M105.Attente,
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2613,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Pas de cuve tampon sélectionnée en remplissage - Refus non Masquable*)
(*RAJOUT DE LA CI PAS DE CUVE SELECTIONNEE EN REMPLISSAGE POUR APPARITION DE CE REFUS AVANT LES AUTRES*)
CI_non_masq (Condition := NOT Fct_Remp_M105_S551.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S551.Attente
  AND NOT Fct_Remp_M105_S552.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S552.Attente
  AND NOT Fct_Remp_M105_S553.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S553.Attente
  AND NOT Fct_Remp_M105_S554.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S554.Attente
  AND NOT Fct_Remp_M105_S555.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S555.Attente
  AND NOT Fct_Remp_M105_S556.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S556.Attente
  AND NOT Fct_Remp_M105_S557.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_S557.Attente,
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2616,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Consigne de réfrigération non nulle - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := (Transfert_M105.Csg_Temperature_Refrigerant<=0.0),
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2620,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Gestion du réfrigérant non refusée - Refus non Masquable*)
CI_non_masq (Condition := Fct_Gest_M105.Refus,
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2621,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);
```

```

(*Cuve de maturation sélectionnée en soutirage suspendue - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition :=(Fct_Sout_M151_M105.En_cours AND Fct_Sout_M151_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M152_M105.En_cours AND Fct_Sout_M152_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M153_M105.En_cours AND Fct_Sout_M153_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M154_M105.En_cours AND Fct_Sout_M154_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M155_M105.En_cours AND Fct_Sout_M155_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M156_M105.En_cours AND Fct_Sout_M156_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M157_M105.En_cours AND Fct_Sout_M157_M105.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_M158_M105.En_cours AND Fct_Sout_M158_M105.Susp_FM),
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2614,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  CS_NOK := Fct_Transf_M105.CS_NOK,
  Num_CS := Fct_Transf_M105.Numero_CS,
  Num_CS_index := Fct_Transf_M105.Numero_CS_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve tampon sélectionnée en remplissage suspendue - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition :=(Fct_Remp_M105_S551.En_cours AND Fct_Remp_M105_S551.Susp_FM)
OR(Fct_Remp_M105_S552.En_cours AND Fct_Remp_M105_S552.Susp_FM)
OR(Fct_Remp_M105_S553.En_cours AND Fct_Remp_M105_S553.Susp_FM)
OR(Fct_Remp_M105_S554.En_cours AND Fct_Remp_M105_S554.Susp_FM)
OR(Fct_Remp_M105_S555.En_cours AND Fct_Remp_M105_S555.Susp_FM)
OR(Fct_Remp_M105_S556.En_cours AND Fct_Remp_M105_S556.Susp_FM)
OR(Fct_Remp_M105_S557.En_cours AND Fct_Remp_M105_S557.Susp_FM),
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2617,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  CS_NOK := Fct_Transf_M105.CS_NOK,
  Num_CS := Fct_Transf_M105.Numero_CS,
  Num_CS_index := Fct_Transf_M105.Numero_CS_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

(*Gestion du réfrigérant non en cours ou suspendue - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := (NOT Fct_Gest_M105.En_cours
OR(Fct_Gest_M105.En_cours AND Fct_Gest_M105.Susp_FM))
AND Seq_Transf_M105.Numero_etape<>100 AND Seq_Transf_M105.Numero_etape<>110
AND Seq_Transf_M105.Numero_etape<>120
AND Seq_Transf_M105.Numero_etape<>199 AND Seq_Transf_M105.Numero_etape<>0
AND(Seq_Transf_M105.Numero_etape<>10
OR(Seq_Transf_M105.Numero_etape=10 AND Seq_Transf_M105.Timer_Etape>5)),
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Numero_refus := 2622,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Numero_CI_index,
  CS_NOK := Fct_Transf_M105.CS_NOK,
  Num_CS := Fct_Transf_M105.Numero_CS,
  Num_CS_index := Fct_Transf_M105.Numero_CS_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

```

```

(*Défaut de température de sortie réfrigérant en production - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Seq_Gest_M105.Número_etape=50 AND NOT Fct_Gest_M105.Susp AND M105TT01.Al_th,
  Fct_ec := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Número_refus := 2623,
  CI_NOK := Fct_Transf_M105.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_M105.Número_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_M105.Número_CI_index,
  CS_NOK := Fct_Transf_M105.CS_NOK,
  Num_CS := Fct_Transf_M105.Número_CS,
  Num_CS_index := Fct_Transf_M105.Número_CS_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_M105.Refus_Non_Masquable);

(*----- Transitions Sequenceur -----*)
Transfert (Transition_0_vers_10 := Fct_Transf_M105.En_cours,
  Transition_10_vers_20 := (Seq_Sout_M151_M105.Número_etape=30
    OR Seq_Sout_M152_M105.Número_etape=30 (*Equipement amont amorcé*)
    OR Seq_Sout_M153_M105.Número_etape=30 OR Seq_Sout_M154_M105.Número_etape=30
    OR Seq_Sout_M155_M105.Número_etape=30
    OR Seq_Sout_M156_M105.Número_etape=30 OR Seq_Sout_M157_M105.Número_etape=30
    OR Seq_Sout_M158_M105.Número_etape=30
    OR Seq_Sout_M151_M105.Número_etape=40 OR Seq_Sout_M152_M105.Número_etape=40
    OR Seq_Sout_M153_M105.Número_etape=40 OR Seq_Sout_M154_M105.Número_etape=40
    OR Seq_Sout_M155_M105.Número_etape=40
    OR Seq_Sout_M156_M105.Número_etape=40 OR Seq_Sout_M157_M105.Número_etape=40
    OR Seq_Sout_M158_M105.Número_etape=40)
    AND (Seq_Gest_M105.Número_etape=40
    OR Seq_Gest_M105.Número_etape=50) (*Réfrigérant prêt pour production*),
  Transition_20_vers_30 := M105LI01.En_eau,
  Transition_20_vers_40 := M105LI01.En_produit,
  Transition_30_vers_40 := M105VF01.Fin_comptage,
  Transition_40_vers_50 := Seq_Remp_M105_s551.Número_etape=50
    OR Seq_Remp_M105_s552.Número_etape=50 (*Equipement aval amorcé*)
    OR Seq_Remp_M105_s553.Número_etape=50 OR Seq_Remp_M105_s554.Número_etape=50
    OR Seq_Remp_M105_s555.Número_etape=50
    OR Seq_Remp_M105_s556.Número_etape=50 OR Seq_Remp_M105_s557.Número_etape=50,
  Transition_50_vers_60 := Transfert_M105.Dde_Fin_Transfert,
  Transition_50_vers_160 := Transfert_M105.Dde_Pousse_Prod_Prod,
  Transition_60_vers_70 := (Seq_Sout_M151_M105.Número_etape=60
    OR Seq_Sout_M152_M105.Número_etape=60 (*Equipement amont poussé*)
    OR Seq_Sout_M153_M105.Número_etape=60 OR Seq_Sout_M154_M105.Número_etape=60
    OR Seq_Sout_M155_M105.Número_etape=60
    OR Seq_Sout_M156_M105.Número_etape=60 OR Seq_Sout_M157_M105.Número_etape=60
    OR Seq_Sout_M158_M105.Número_etape=60)
    OR (NOT Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse AND (Fct_Sout_M151_M105.En_cours
    AND NOT M151OR01.Vide
    OR Fct_Sout_M152_M105.En_cours AND NOT M152OR01.Vide OR Fct_Sout_M153_M105.En_cours
    AND NOT M153OR01.Vide
    OR Fct_Sout_M154_M105.En_cours AND NOT M154OR01.Vide OR Fct_Sout_M155_M105.En_cours
    AND NOT M155OR01.Vide
    OR Fct_Sout_M156_M105.En_cours AND NOT M156OR01.Vide OR Fct_Sout_M157_M105.En_cours
    AND NOT M157OR01.Vide
    OR Fct_Sout_M158_M105.En_cours AND NOT M158OR01.Vide)),

```

```

Transition_70_vers_80 := Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse,
Transition_70_vers_110 := NOT Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse,
Transition_80_vers_90 := M105VF01.Fin_comptage,
Transition_90_vers_100 := Seq_Remp_M105_8551.Numero_etape=80
OR Seq_Remp_M105_8552.Numero_etape=80 (*Equipement aval poussé*)
    OR Seq_Remp_M105_8553.Numero_etape=80 OR Seq_Remp_M105_8554.Numero_etape=80
    OR Seq_Remp_M105_8555.Numero_etape=80
    OR Seq_Remp_M105_8556.Numero_etape=80 OR Seq_Remp_M105_8557.Numero_etape=80,
Transition_100_vers_110 := M105VF01.Fin_comptage,
Transition_110_vers_120 := Seq_Transf_M105.Fin_Tps_Etape(*Temps d'arrêt des actionneurs écoulé*),
Transition_120_vers_199 := (NOT Fct_Sout_M151_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M152_M105.En_cours
AND NOT Fct_Sout_M153_M105.En_cours
    AND NOT Fct_Sout_M154_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M155_M105.En_cours
    AND NOT Fct_Sout_M156_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M157_M105.En_cours
    AND NOT Fct_Sout_M158_M105.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_8551.En_cours
    AND NOT Fct_Remp_M105_8552.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_8553.En_cours
    AND NOT Fct_Remp_M105_8554.En_cours
    AND NOT Fct_Remp_M105_8555.En_cours AND NOT Fct_Remp_M105_8556.En_cours
    AND NOT Fct_Remp_M105_8557.En_cours AND NOT Fct_Gest_M105.En_cours)
    OR NOT Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse,

(*----- Calcul Temps d'étape en sec -----*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=30
THEN Seq_Transf_M105.Tps_etape:=Transfert_M105.Tps_Max_Amorcage_Ligne;
END_IF;
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=80
THEN Seq_Transf_M105.Tps_etape:=Transfert_M105.Tps_Max_Pousse_Eau_Ligne;
END_IF;
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=100
THEN Seq_Transf_M105.Tps_etape:=Transfert_M105.Tps_Max_Rincage_Ligne;
END_IF;
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=110
THEN Seq_Transf_M105.Tps_etape:=Transfert_M105.Tps_Activ_Arret_Actionneurs;
END_IF;
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=170
THEN Seq_Transf_M105.Tps_etape:=Transfert_M105.Tps_Max_Pousse_Prod_Ligne;
END_IF;

Transition_160_vers_170 := Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=30 Q
R Seq_Sout_M152_M105.Numero_etape=30 (*Equipement amont amorcé*)
    OR Seq_Sout_M153_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Sout_M154_M105.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_M155_M105.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_M156_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Sout_M157_M105.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_M158_M105.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_M152_M105.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_M153_M105.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_M154_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_M155_M105.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_M156_M105.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_M157_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_M158_M105.Numero_etape=40,
Transition_170_vers_180 := M105VF01.Fin_comptage,
Transition_180_vers_50 := (Seq_Remp_M105_8551.Numero_etape=50
OR Seq_Remp_M105_8552.Numero_etape=50 (*Equipement aval amorcé*)
    OR Seq_Remp_M105_8553.Numero_etape=50 OR Seq_Remp_M105_8554.Numero_etape=50
    OR Seq_Remp_M105_8555.Numero_etape=50
    OR Seq_Remp_M105_8556.Numero_etape=50 OR Seq_Remp_M105_8557.Numero_etape=50)
    AND Seq_Transf_M105.Timer_Etape>4,
Num_etape := Seq_Transf_M105.Numero_etape,
Init_seq := NOT Fct_Transf_M105.En_cours);

```

```

(*----- Appel Bloc Séquenceur -----*)
Seq_Transf_M105 (Tps_Ret_act := 3,
                 Susp := Fct_Transf_M105.Susp,
                 Init := FALSE);

(*----- Fin fonction quand fin Séquenceur -----*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=199 OR ((Seq_Transf_M105.Numero_etape=160
                                         OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170
                                         OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180)AND NOT Fct_Sout_M151_M105.En_cours
                                         AND NOT Fct_Sout_M152_M105.En_cours
                                         AND NOT Fct_Sout_M153_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M154_M105.En_cours
                                         AND NOT Fct_Sout_M155_M105.En_cours
                                         AND NOT Fct_Sout_M156_M105.En_cours AND NOT Fct_Sout_M157_M105.En_cours
                                         AND NOT Fct_Sout_M158_M105.En_cours
                                         AND Fct_Transf_M105.Fin_fonction)
THEN SET(Fct_Transf_M105.Arret);

END_IF;

(*----- Activation des actionneurs -----*)
(* Activation actionneur M105XME01 *)
Transfert_M105.Cde_Pompe_Envoi:=(Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 AND Seq_Transf_M105.Cde_ret
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=40
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=50 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=60
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=70
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=80 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=90
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=160 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180)AND Fct_Transf_M105.P_ok;
(* Activation actionneur M105XVB10 *)
Transfert_M105.Cde_Vanne_Bypass_Pompe_Envoi:=( Seq_Transf_M105.Numero_etape=100) AND Fct_Transf_M105.V_ok;
(* Activation actionneur M105XVB76 *)
Transfert_M105.Cde_Vanne_Arrivee_Eau:=(Seq_Transf_M105.Numero_etape=80 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=90
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100)AND Fct_Transf_M105.V_ok;
(* Activation actionneur M105XVB77 *)
Transfert_M105.Cde_Vanne_Break_Arrivee_Eau:=(Seq_Transf_M105.Numero_etape=80
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=90
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100)AND Fct_Transf_M105.V_ok;
(* Activation actionneur S503XVB27 *)
Transfert_M105.Cde_Vanne_Egout:=(Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 OR(Seq_Transf_M105.Numero_etape=40
AND Seq_Transf_M105.Stop_ret)
    OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=100)AND Fct_Transf_M105.V_ok;

(*----- Calculs divers -----*)
(* Appel du coordinateur de fonction *)
Coordinateur (Fct_maitre_en_cours := Fct_Transf_M105.En_cours, (*Cuves de maturation*)
             Fct_maitre_susp := Fct_Transf_M105.Susp,
             Fct_escl1_en_cours := Fct_Sout_M151_M105.En_cours,
             Fct_escl1_susp := Fct_Sout_M151_M105.Susp,
             Fct_escl1_default := Fct_Sout_M151_M105.Default,
             Fct_escl2_en_cours := Fct_Sout_M152_M105.En_cours,
             Fct_escl2_susp := Fct_Sout_M152_M105.Susp,
             Fct_escl2_default := Fct_Sout_M152_M105.Default,
             Fct_escl3_en_cours := Fct_Sout_M153_M105.En_cours,
             Fct_escl3_susp := Fct_Sout_M153_M105.Susp,
             Fct_escl3_default := Fct_Sout_M153_M105.Default,
             Fct_escl4_en_cours := Fct_Sout_M154_M105.En_cours,
             Fct_escl4_susp := Fct_Sout_M154_M105.Susp,
             Fct_escl4_default := Fct_Sout_M154_M105.Default,
             Fct_escl5_en_cours := Fct_Sout_M155_M105.En_cours,
             Fct_escl5_susp := Fct_Sout_M155_M105.Susp,
             Fct_escl5_default := Fct_Sout_M155_M105.Default,
             Fct_escl1_dde_marche := Fct_Sout_M151_M105.Marche,
             Fct_escl2_dde_marche := Fct_Sout_M152_M105.Marche,
             Fct_escl3_dde_marche := Fct_Sout_M153_M105.Marche,
             Fct_escl4_dde_marche := Fct_Sout_M154_M105.Marche,
             Fct_escl5_dde_marche := Fct_Sout_M155_M105.Marche);

```



```
Coordinateur (Fct_maitre_en_cours := Fct_Transf_M105.En_cours,  
Fct_maitre_susp := Fct_Transf_M105.Susp,  
Fct_escl1_en_cours := Fct_Sout_M156_M105.En_cours,  
Fct_escl1_susp := Fct_Sout_M156_M105.Susp,  
Fct_escl1_default := Fct_Sout_M156_M105.Default,  
Fct_escl2_en_cours := Fct_Sout_M157_M105.En_cours,  
Fct_escl2_susp := Fct_Sout_M157_M105.Susp,  
Fct_escl2_default := Fct_Sout_M157_M105.Default,  
Fct_escl3_en_cours := Fct_Sout_M158_M105.En_cours,  
Fct_escl3_susp := Fct_Sout_M158_M105.Susp,  
Fct_escl3_default := Fct_Sout_M158_M105.Default,  
Fct_escl4_en_cours := FALSE,  
Fct_escl4_susp := FALSE,  
Fct_escl4_default := FALSE,  
Fct_escl5_en_cours := FALSE,  
Fct_escl5_susp := FALSE,  
Fct_escl5_default := FALSE,  
Fct_escl1_dde_marche := Fct_Sout_M156_M105.Marche,  
Fct_escl2_dde_marche := Fct_Sout_M157_M105.Marche,  
Fct_escl3_dde_marche := Fct_Sout_M158_M105.Marche,  
Fct_escl4_dde_marche := BTampon1,  
Fct_escl5_dde_marche := BTampon1);  
  
Coordinateur (Fct_maitre_en_cours := Fct_Transf_M105.En_cours, (*Cuves tampons*)  
Fct_maitre_susp := Fct_Transf_M105.Susp,  
Fct_escl1_en_cours := Fct_Remp_M105_S551.En_cours,  
Fct_escl1_susp := Fct_Remp_M105_S551.Susp,  
Fct_escl1_default := Fct_Remp_M105_S551.Default,  
Fct_escl2_en_cours := Fct_Remp_M105_S552.En_cours,  
Fct_escl2_susp := Fct_Remp_M105_S552.Susp,  
Fct_escl2_default := Fct_Remp_M105_S552.Default,  
Fct_escl3_en_cours := Fct_Remp_M105_S553.En_cours,  
Fct_escl3_susp := Fct_Remp_M105_S553.Susp,  
Fct_escl3_default := Fct_Remp_M105_S553.Default,  
Fct_escl4_en_cours := Fct_Remp_M105_S554.En_cours,  
Fct_escl4_susp := Fct_Remp_M105_S554.Susp,  
Fct_escl4_default := Fct_Remp_M105_S554.Default,  
Fct_escl5_en_cours := Fct_Remp_M105_S555.En_cours,  
Fct_escl5_susp := Fct_Remp_M105_S555.Susp,  
Fct_escl5_default := Fct_Remp_M105_S555.Default,  
Fct_escl1_dde_marche := Fct_Remp_M105_S551.Marche,  
Fct_escl2_dde_marche := Fct_Remp_M105_S552.Marche,  
Fct_escl3_dde_marche := Fct_Remp_M105_S553.Marche,  
Fct_escl4_dde_marche := Fct_Remp_M105_S554.Marche,  
Fct_escl5_dde_marche := Fct_Remp_M105_S555.Marche);
```

```

Coordinateur (Fct_maitre_en_cours := Fct_Transf_M105.En_cours, (*Cuves tampons*)
             Fct_maitre_susp := Fct_Transf_M105.Susp,
             Fct_escl1_en_cours := Fct_Remp_M105_S556.En_cours,
             Fct_escl1_susp := Fct_Remp_M105_S556.Susp,
             Fct_escl1_default := Fct_Remp_M105_S556.Default,
             Fct_escl2_en_cours := Fct_Remp_M105_S557.En_cours,
             Fct_escl2_susp := Fct_Remp_M105_S557.Susp,
             Fct_escl2_default := Fct_Remp_M105_S557.Default,
             Fct_escl3_en_cours := Fct_Gest_M105.En_cours, (*Gestion du réfrigérant*)
             Fct_escl3_susp := Fct_Gest_M105.Susp,
             Fct_escl3_default := Fct_Gest_M105.Default,
             Fct_escl4_en_cours := FALSE,
             Fct_escl4_susp := FALSE,
             Fct_escl4_default := FALSE,
             Fct_escl5_en_cours := FALSE,
             Fct_escl5_susp := FALSE,
             Fct_escl5_default := FALSE,
             Fct_escl1_dde_marche := Fct_Remp_M105_S556.Marche,
             Fct_escl2_dde_marche := Fct_Remp_M105_S557.Marche,
             Fct_escl3_dde_marche := Fct_Gest_M105.Marche,
             Fct_escl4_dde_marche := BTampon1,
             Fct_escl5_dde_marche := BTampon1);

(* Gestion des infos d'échange avec les fonctions de soutirage/remplissage des cuves et du réfrigérant *)
Transfert_M105.Dde_Produit_Ligne_Transfert:=(Seq_Transf_M105.Numero_etape=20(*Pour cuves en soutirage*)
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=30 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=40
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=50
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=60 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=160
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180)AND NOT Fct_Transf_M105.Susp;
Transfert_M105.Dde_Fin_Soutirage_Cuve:=((Seq_Transf_M105.Numero_etape=70
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=80)AND Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse)
OR (Seq_Transf_M105.Numero_etape=110 AND NOT Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse) (*rajout*)
OR (Seq_Transf_M105.Numero_etape=160 AND NOT Transfert_M105.Memo_Pousse_Prod_Prod);
Transfert_M105.En_Envoi_Ligne_Transfert:=(Seq_Transf_M105.Numero_etape=40
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=50(*Pour cuves en remplissage*)
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=60 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=70
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=80
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=90 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=160
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=170
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=180)AND NOT Fct_Transf_M105.Susp;
Transfert_M105.Dde_Fin_Remplissage_Cuve:=Seq_Transf_M105.Numero_etape=80
OR (Seq_Transf_M105.Numero_etape=180
AND (Fct_Remp_M105_S551.Attente OR Fct_Remp_M105_S552.Attente
OR Fct_Remp_M105_S553.Attente OR Fct_Remp_M105_S554.Attente
OR Fct_Remp_M105_S555.Attente OR Fct_Remp_M105_S556.Attente OR Fct_Remp_M105_S557.Attente));
Transfert_M105.Dde_Production_Refrigerant:=Seq_Transf_M105.Numero_etape=30
OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=40 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=50; (*Pour la gestion du réfrigérant*)
Transfert_M105.Dde_Fin_Production_Refrigerant:=Seq_Transf_M105.Numero_etape=100;

(*Transfert de la consigne de réfrigération à la fonction de "Gestion du réfrigérant")
IF (Seq_Transf_M105.Numero_etape=10 OR Seq_Transf_M105.Numero_etape=50)AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
THEN Fct_Gest_M105.Param[0]:=Transfert_M105.Csq_Temperature_Refrigerant;
END_IF;

(* Gestion de la demande de fin de transfert *)
Transfert_M105.Dde_Fin_Transfert:=Fct_Transf_M105.Fin_fonction (*Demande fin de production opérateur*)
(*Demande fin de production des cuves maturation*)
OR (Fct_Sout_M151_M105.En_cours AND M151OR01.vide AND NOT Fct_Sout_M152_M105.Attente
AND NOT Fct_Sout_M153_M105.Attente
AND NOT Fct_Sout_M154_M105.Attente AND NOT Fct_Sout_M155_M105.Attente
AND NOT Fct_Sout_M156_M105.Attente
AND NOT Fct_Sout_M157_M105.Attente AND NOT Fct_Sout_M158_M105.Attente)

```



```

(* Gestion de la demande de pousse produit/produit *)
Transfert_M105.Dde_Pousse_Prod_Prod:=(Seq_Sout_M151_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M152_M105.Attente
OR Fct_Sout_M153_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M154_M105.Attente OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M152_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M153_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M154_M105.Attente OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M153_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M152_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M154_M105.Attente OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M154_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M152_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M153_M105.Attente OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M155_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M152_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M153_M105.Attente OR Fct_Sout_M154_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M156_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M152_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M153_M105.Attente OR Fct_Sout_M14_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M157_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M157_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M152_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M153_M105.Attente OR Fct_Sout_M154_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente OR Fct_Sout_M158_M105.Attente))
OR (Seq_Sout_M158_M105.Numero_etape=50 AND (Fct_Sout_M151_M105.Attente
OR Fct_Sout_M152_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M153_M105.Attente OR Fct_Sout_M154_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M155_M105.Attente
    OR Fct_Sout_M156_M105.Attente OR Fct_Sout_M157_M105.Attente))
OR Transfert_M105.Memo_Pousse_Prod_Prod;

(* Gestion de la demande de fin transfert avec pousse à l'eau *)
(*Initialisation de l'option fonction de pousse à l'eau*)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=0 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape
    THEN SET(Fct_Transf_M105.Option);
END_IF;
Transfert_M105.Dde_Fin_Avec_Pousse:=Seq_Transf_M105.Numero_etape=70 AND Fct_Transf_M105.Option;

(* Gestion de la demande de pousse produit/produit après arrêt en produit *)
IF Seq_Transf_M105.Numero_etape=70 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape AND NOT Fct_Transf_M105.Option
    THEN SET(Transfert_M105.Memo_Pousse_Prod_Prod);END_IF;
IF (Seq_Transf_M105.Numero_etape=170 AND Seq_Transf_M105.Debut_etape)OR (Seq_Pouss_M105.Numero_etape=10
AND Seq_Pouss_M105.Debut_etape)
    THEN RESET(Transfert_M105.Memo_Pousse_Prod_Prod);
END_IF;

(*----- Paramètres opérateurs -----*)
Transfert_M105.Csg_Temperature_Refrigerant:=Fct_Transf_M105.Param[0]
Transfert_M105.Vit_Pompe_Envoi:=Fct_Transf_M105.Param[2];

```

```

(*****   GRAFCET : FCT 413 :  TRANSFERT LIGNE SOUTIRAGE CUVES TAMPONS VERS REMPLISSEUSE A1902   *****)

(*----- Conditions Initiales -----*)
(*Aucune condition initiale spécifique*)

(*----- Conditions Suspensives -----*)
(*Ligne de transfert non compatible pour production - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := NOT S505LI01.Compat_production OR NOT S505LI02.Compat_production
              OR NOT S505LI03.Compat_production,
              Fct_ec := Fct_Transf_S505.En_cours,
              Numero_refus := 157,
              CI_NOK := Fct_Transf_S505.CI_NOK,
              Num_CI := Fct_Transf_S505.Numero_CI,
              Num_CI_index := Fct_Transf_S505.Numero_CI_index,
              CS_NOK := Fct_Transf_S505.CS_NOK,
              Num_CS := Fct_Transf_S505.Numero_CS,
              Num_CS_index := Fct_Transf_S505.Numero_CS_index,
              Refus_non_masq := Fct_Transf_S505.Refus_Non_Masquable);

(*Pas de cuve tampon sélectionnée en soutirage - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition :=(NOT Fct_Sout_S551_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S552_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S554_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S555_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S556_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S557_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
AND((Seq_Transf_S505.Numero_etape<150)OR(Seq_Transf_S505.Numero_etape>=270)
AND(Seq_Transf_S505.Numero_etape<=290)),
              Fct_ec := Fct_Transf_S505.En_cours,
              Numero_refus := 2616,
              CI_NOK := Fct_Transf_S505.CI_NOK,
              Num_CI := Fct_Transf_S505.Numero_CI,
              Num_CI_index := Fct_Transf_S505.Numero_CI_index,
              CS_NOK := Fct_Transf_S505.CS_NOK,
              Num_CS := Fct_Transf_S505.Numero_CS,
              Num_CS_index := Fct_Transf_S505.Numero_CS_index,
              Refus_non_masq := Fct_Transf_S505.Refus_Non_Masquable);

(*Cuve tampon sélectionnée en soutirage suspendue - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition :=(Fct_Sout_S551_C130.En_cours AND Fct_Sout_S551_C130.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_S552_C130.En_cours AND Fct_Sout_S552_C130.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_S553_C130.En_cours AND Fct_Sout_S553_C130.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_S554_C130.En_cours AND Fct_Sout_S554_C130.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_S555_C130.En_cours AND Fct_Sout_S555_C130.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_S556_C130.En_cours AND Fct_Sout_S556_C130.Susp_FM)
OR(Fct_Sout_S557_C130.En_cours AND Fct_Sout_S557_C130.Susp_FM),
              Fct_ec := Fct_Transf_S505.En_cours,
              Numero_refus := 2617,
              CI_NOK := Fct_Transf_S505.CI_NOK,
              Num_CI := Fct_Transf_S505.Numero_CI,
              Num_CI_index := Fct_Transf_S505.Numero_CI_index,
              CS_NOK := Fct_Transf_S505.CS_NOK,
              Num_CS := Fct_Transf_S505.Numero_CS,
              Num_CS_index := Fct_Transf_S505.Numero_CS_index,
              Refus_non_masq := Fct_Transf_S505.Refus_Non_Masquable);

(*Fonction de production remplisseuse de l'automate "Remplisseuses" suspendue - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_En_Cours
              AND Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_Susp
              AND NOT Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_Susp_Fm,
              Fct_ec := Fct_Transf_S505.En_cours,
              Numero_refus := 2631,
              CI_NOK := Fct_Transf_S505.CI_NOK,
              Num_CI := Fct_Transf_S505.Numero_CI,
              Num_CI_index := Fct_Transf_S505.Numero_CI_index,
              CS_NOK := Fct_Transf_S505.CS_NOK,
              Num_CS := Fct_Transf_S505.Numero_CS,
              Num_CS_index := Fct_Transf_S505.Numero_CS_index,
              Refus_non_masq := Fct_Transf_S505.Refus_Non_Masquable);

Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_Susp_Fm:=Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_En_Cours
AND Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_Susp;

```

```

(*Défaut de communication avec l'automate "Remplisseuses" - Refus non Masquable*)
CS_non_masq (Condition := Defaut_comm_api_remplisseuses,
  Fct_ec := Fct_Transf_S505.En_cours,
  Numero_refus := 62,
  CI_NOK := Fct_Transf_S505.CI_NOK,
  Num_CI := Fct_Transf_S505.Numero_CI,
  Num_CI_index := Fct_Transf_S505.Numero_CI_index,
  CS_NOK := Fct_Transf_S505.CS_NOK,
  Num_CS := Fct_Transf_S505.Numero_CS,
  Num_CS_index := Fct_Transf_S505.Numero_CS_index,
  Refus_non_masq := Fct_Transf_S505.Refus_Non_Masquable);

(*----- Transitions Sequenceur -----*)
Transfert_Remplisseuse (Fonction_En_Cours := Fct_Transf_S505.En_cours,
  Equip_Amont_Amorce := (Seq_Sout_S551_C130.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_S552_C130.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_S553_C130.Numero_etape=30 OR Seq_Sout_S554_C130.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_S555_C130.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_S556_C130.Numero_etape=30 OR Seq_Sout_S557_C130.Numero_etape=30
    OR Seq_Sout_S551_C130.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_S552_C130.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_S553_C130.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_S554_C130.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_S555_C130.Numero_etape=40
    OR Seq_Sout_S556_C130.Numero_etape=40 OR Seq_Sout_S557_C130.Numero_etape=40)
  AND (Seq_Transf_S505.Numero_etape=10 AND Transfert_S505.Prod_Remplisseuse_En_Cours
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape<>10),
  Ligne_En_Eau := Seq_Transf_S505.Numero_etape=20
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=50
  OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape=80 AND S505LI01.En_Eau) OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape=100
    AND S505LI02.En_Eau)
  OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape=120 AND S505LI03.En_Eau),
  Ligne_En_Produit := (Seq_Transf_S505.Numero_etape=80 AND S505LI01.En_Produit)
  OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape=100 AND S505LI02.En_Produit)
  OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape=120 AND S505LI03.En_Produit),
  Fin_Vol_Tps := Seq_Transf_S505.Numero_etape=30
    OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=60
  OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=170 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=190
  OR ((Seq_Transf_S505.Numero_etape=90
  OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=110 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=130
  OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=280
  OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=210 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=220
  OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=225
  OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=240) AND S505VF01.Fin_comptage),
  Production_RAIB := TRUE,
  Dde_Fin_Transfert := Transfert_S505.Dde_Fin_Transfert,
  Dde_Pousse_Prod_Prod := Transfert_S505.Dde_Pousse_Prod_Prod,
  Equip_Amont_Pousse := Seq_Sout_S551_C130.Numero_etape=60
    OR Seq_Sout_S552_C130.Numero_etape=60
  OR Seq_Sout_S553_C130.Numero_etape=60 OR Seq_Sout_S554_C130.Numero_etape=60
  OR Seq_Sout_S555_C130.Numero_etape=60
  OR Seq_Sout_S556_C130.Numero_etape=60 OR Seq_Sout_S557_C130.Numero_etape=60
  OR (NOT Fct_Sout_S551_C130.En_cours
  AND NOT Fct_Sout_S552_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S553_C130.En_cours
  AND NOT Fct_Sout_S554_C130.En_cours
  AND NOT Fct_Sout_S555_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S556_C130.En_cours
  AND NOT Fct_Sout_S557_C130.En_cours),
  Dde_Fin_Prod_Avec_Pousse := Transfert_S505.Dde_Fin_Avec_Pousse,
  Dde_Fin_Prod_Sans_Pousse := NOT Transfert_S505.Dde_Fin_Avec_Pousse,
  Dde_Rincage_Remplisseuse := Transfert_S505.Dde_Rincage_Remplisseuse,
  Fin_tps_etape := Seq_Transf_S505.Fin_Tps_Etape(*Temps d'arrêt des actionneurs écoulé*),
  Synchro_Fonction := NOT Fct_Sout_S551_C130.En_cours
    AND NOT Fct_Sout_S552_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S553_C130.En_cours
  AND NOT Fct_Sout_S554_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S555_C130.En_cours
  AND NOT Fct_Sout_S556_C130.En_cours AND NOT Fct_Sout_S557_C130.En_cours,
  Init_seq := NOT Fct_Transf_S505.En_cours,
  Num_etape := Seq_Transf_S505.Numero_etape);

```

```

(*----- Calcul Temps d'étape en sec -----*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=90
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Amorcage_Lg_Aromes;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=110
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Amorcage_Lg_Pulpes;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=130
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Amorcage_Lg_Rempl;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=210
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Eau_Lg_Aromes;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=220
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Eau_Lg_Pulpes;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=225
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Eau_Lg_Rempl;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=240
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Rincage_Ligne;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=250
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Activ_Arret_Actioneurs;
END_IF;
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=280
  THEN Seq_Transf_S505.Tps_etape:=Transfert_S505.Tps_Max_Pousse_Prod_Prod;
END_IF;

(*----- Appel Bloc Séquenceur -----*)
Seq_Transf_S505 (Tps_Ret_act := 3,
                Susp := Fct_Transf_S505.Susp,
                Init := FALSE);

(*----- Fin fonction quand fin Séquenceur -----*)
IF Seq_Transf_S505.Numero_etape=299 THEN SET(Fct_Transf_S505.Arret);END_IF;

(*----- Activation des actionneurs -----*)
(* Activation actionneur S505XME01 *)
Transfert_S505.Cde_Pompe_Envoi:=((Seq_Transf_S505.Numero_etape=90 OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape=210
AND Transfert_S505.Autor_Niveau_Remplisseuse_Envoi)
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=100)AND Seq_Transf_S505.Cde_ret
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=110 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=120
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=130
OR ((Seq_Transf_S505.Numero_etape=140 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=150
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=220
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=225 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=270
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=280
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=290)AND Transfert_S505.Autor_Niveau_Remplisseuse_Envoi))
AND NOT Pop_up[46].Affichage AND Fct_Transf_S505.P_ok;

(* Activation actionneur S505XVB10 *)
Transfert_S505.Cde_Vanne_Bypass_Pompe_Envoi:=Seq_Transf_S505.Numero_etape=240
AND Fct_Transf_S505.V_ok;

(* Activation actionneur S505XVB76 *)
Transfert_S505.Cde_Vanne_Arrivee_Eau:=(((Seq_Transf_S505.Numero_etape=210
AND Transfert_S505.Autor_Niveau_Remplisseuse_Envoi)
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=240)
OR ((Seq_Transf_S505.Numero_etape=220 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=225)
AND Transfert_S505.Autor_Niveau_Remplisseuse_Envoi))
AND Transfert_S505.Circuit_Aval_Ouvert AND Fct_Transf_S505.V_ok;

(* Activation actionneur S505XVB77 *)
Transfert_S505.Cde_Vanne_Break_Arrivee_Eau:=(Seq_Transf_S505.Numero_etape=210
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=220
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=225 OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=230
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=240
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=250)AND Fct_Transf_S505.V_ok;

```

```

(*----- Calculs divers -----*)
(* Appel du coordinateur de fonction *)
Coordinateur (Fct_maitre_en_cours := Fct_Transf_S505.En_cours, (*Cuves de maturation*)
             Fct_maitre_susp := Fct_Transf_S505.Susp,
             Fct_escl1_en_cours := Fct_Sout_S551_C130.En_cours,
             Fct_escl1_susp := Fct_Sout_S551_C130.Susp,
             Fct_escl1_default := Fct_Sout_S551_C130.Default,
             Fct_escl2_en_cours := Fct_Sout_S552_C130.En_cours,
             Fct_escl2_susp := Fct_Sout_S552_C130.Susp,
             Fct_escl2_default := Fct_Sout_S552_C130.Default,
             Fct_escl3_en_cours := Fct_Sout_S553_C130.En_cours,
             Fct_escl3_susp := Fct_Sout_S553_C130.Susp,
             Fct_escl3_default := Fct_Sout_S553_C130.Default,
             Fct_escl4_en_cours := Fct_Sout_S554_C130.En_cours,
             Fct_escl4_susp := Fct_Sout_S554_C130.Susp,
             Fct_escl4_default := Fct_Sout_S554_C130.Default,
             Fct_escl5_en_cours := Fct_Sout_S555_C130.En_cours,
             Fct_escl5_susp := Fct_Sout_S555_C130.Susp,
             Fct_escl5_default := Fct_Sout_S555_C130.Default,
             Fct_escl1_dde_marche := Fct_Sout_S551_C130.Marche,
             Fct_escl2_dde_marche := Fct_Sout_S552_C130.Marche,
             Fct_escl3_dde_marche := Fct_Sout_S553_C130.Marche,
             Fct_escl4_dde_marche := Fct_Sout_S554_C130.Marche,
             Fct_escl5_dde_marche := Fct_Sout_S555_C130.Marche);

Coordinateur (Fct_maitre_en_cours := Fct_Transf_S505.En_cours,
             Fct_maitre_susp := Fct_Transf_S505.Susp,
             Fct_escl1_en_cours := Fct_Sout_S556_C130.En_cours,
             Fct_escl1_susp := Fct_Sout_S556_C130.Susp,
             Fct_escl1_default := Fct_Sout_S556_C130.Default,
             Fct_escl2_en_cours := Fct_Sout_S557_C130.En_cours,
             Fct_escl2_susp := Fct_Sout_S557_C130.Susp,
             Fct_escl2_default := Fct_Sout_S557_C130.Default,
             Fct_escl3_en_cours := FALSE,
             Fct_escl3_susp := FALSE,
             Fct_escl3_default := FALSE,
             Fct_escl4_en_cours := FALSE,
             Fct_escl4_susp := FALSE,
             Fct_escl4_default := FALSE,
             Fct_escl5_en_cours := FALSE,
             Fct_escl5_susp := FALSE,
             Fct_escl5_default := FALSE,
             Fct_escl1_dde_marche := Fct_Sout_S556_C130.Marche,
             Fct_escl2_dde_marche := Fct_Sout_S557_C130.Marche,
             Fct_escl3_dde_marche := BTampon1,
             Fct_escl4_dde_marche := BTampon1,
             Fct_escl5_dde_marche := BTampon1);

(* Gestion des infos d'échange avec les fonctions de soutirage des cuves *)
Transfert_S505.Dde_Produit_Ligne_Transfert:=((Seq_Transf_S505.Numero_etape>10
AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=150)
      OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape>=270 AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=290))
      AND NOT Fct_Transf_S505.Susp;
Transfert_S505.Dde_Fin_Soutirage_Cuve:=Seq_Transf_S505.Numero_etape=150
OR Seq_Transf_S505.Numero_etape=270;

(* Gestion des infos d'échange avec l'automate "Remplisseuses" *)
Transfert_S505.En_Envoi_Ligne_Transfert:=((Seq_Transf_S505.Numero_etape>=30
      AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=225)
      OR (Seq_Transf_S505.Numero_etape>=270 AND Seq_Transf_S505.Numero_etape<=290))
      AND S505XME01.Cde_Reelle
      AND NOT Fct_Transf_S505.Susp;

```



```

(* Gestion de la demande de fin de transfert *)
Transfert_S505.Dde_Fin_Transfert:=Transfert_S505.Dde_Fin_Prod_Remplisseuse
(*Demande fin de production des cuves tampons*)
OR(Fct_Sout_S551_C130.En_cours AND S551OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
OR(Fct_Sout_S552_C130.En_cours AND S552OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
OR(Fct_Sout_S553_C130.En_cours AND S553OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
OR(Fct_Sout_S554_C130.En_cours AND S554OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
OR(Fct_Sout_S555_C130.En_cours AND S555OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
OR(Fct_Sout_S556_C130.En_cours AND S556OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S557_C130.Attente)
OR(Fct_Sout_S557_C130.En_cours AND S557OR01.vide AND NOT Fct_Sout_S551_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S552_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S553_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S554_C130.Attente
AND NOT Fct_Sout_S555_C130.Attente AND NOT Fct_Sout_S556_C130.Attente);

(* Gestion de la demande de pousse produit/produit *)
Transfert_S505.Dde_Pousse_Prod_Prod:=((Seq_Sout_S551_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S552_C130.Attente
OR Fct_Sout_S553_C130.Attente
OR Fct_Sout_S554_C130.Attente OR Fct_Sout_S555_C130.Attente OR Fct_Sout_S556_C130.Attente
OR Fct_Sout_S557_C130.Attente))
OR(Seq_Sout_S552_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S551_C130.Attente OR Fct_Sout_S553_C130.Attente
OR Fct_Sout_S554_C130.Attente OR Fct_Sout_S555_C130.Attente OR Fct_Sout_S556_C130.Attente
OR Fct_Sout_S557_C130.Attente))
OR(Seq_Sout_S553_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S551_C130.Attente OR Fct_Sout_S552_C130.Attente
OR Fct_Sout_S554_C130.Attente OR Fct_Sout_S555_C130.Attente OR Fct_Sout_S556_C130.Attente
OR Fct_Sout_S557_C130.Attente))
OR(Seq_Sout_S554_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S551_C130.Attente OR Fct_Sout_S552_C130.Attente
OR Fct_Sout_S553_C130.Attente OR Fct_Sout_S555_C130.Attente OR Fct_Sout_S556_C130.Attente
OR Fct_Sout_S557_C130.Attente))
OR(Seq_Sout_S555_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S551_C130.Attente OR Fct_Sout_S552_C130.Attente
OR Fct_Sout_S553_C130.Attente OR Fct_Sout_S554_C130.Attente OR Fct_Sout_S556_C130.Attente
OR Fct_Sout_S557_C130.Attente))
OR(Seq_Sout_S556_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S551_C130.Attente OR Fct_Sout_S552_C130.Attente
OR Fct_Sout_S553_C130.Attente OR Fct_Sout_S554_C130.Attente OR Fct_Sout_S555_C130.Attente
OR Fct_Sout_S557_C130.Attente))
OR(Seq_Sout_S557_C130.Numero_etape=50 AND(Fct_Sout_S551_C130.Attente OR Fct_Sout_S552_C130.Attente
OR Fct_Sout_S553_C130.Attente OR Fct_Sout_S554_C130.Attente OR Fct_Sout_S555_C130.Attente
OR Fct_Sout_S556_C130.Attente));

```

```

(* Reset memoires pousse prod-prod identiques et differents *)
if (Seq_Transf_8505.Numero_etape=140 OR Seq_Transf_8505.Numero_etape=0)AND Seq_Transf_8505.Debut_etape
  then RESET(Pousse_C130_prod_identique);RESET(Pousse_C130_prod_differe);
END_IF;

(*----- Gestion des analogiques -----*)
(*Débit ligne transfert : S505FT01*)
IF (Seq_Transf_8505.Numero_etape=140 AND Seq_Transf_8505.Debut_etape)OR (Seq_Pouss_8505.Numero_etape=20
  AND Seq_Pouss_8505.Debut_etape)
  THEN S505FT01.Seuil_b:=Transfert_8505.Seuil_Debit_Bas;
  S505FT01.Tps_al_b:=Transfert_8505.Tps_Alm_Debit;
END_IF;
IF (Seq_Transf_8505.Numero_etape=230 AND Seq_Transf_8505.Debut_etape)OR (Seq_Pouss_8505.Numero_etape=90
  AND Seq_Pouss_8505.Debut_etape)
  THEN S505FT01.Seuil_b:=100.0;
  S505FT01.Tps_al_b:=0;
END_IF;
S505FT01.Activ_Al_api:=((Seq_Transf_8505.Numero_etape>=140 AND Seq_Transf_8505.Numero_etape<=225)
  OR (Seq_Transf_8505.Numero_etape>=270 AND Seq_Transf_8505.Numero_etape<=290)
  OR (Seq_Pouss_8505.Numero_etape>=20 AND Seq_Pouss_8505.Numero_etape<=80))AND S505XME01.Cde_reelle;

(* Temporisation activation alarme HMI *)
if S505FT01.Activ_Al_api and Pulse_1s and Tempo_S505FT01_Activ_Al_hmi>0 then dec(Tempo_S505FT01_Activ_Al_hmi);end_IF;
if not S505FT01.Activ_Al_api then Tempo_S505FT01_Activ_Al_hmi:=20;END_IF;
S505FT01.Activ_Al_hmi:=Tempo_S505FT01_Activ_Al_hmi=0;
S557LF01.Consigne:=20000.0;

(*----- Gestion des pop ups -----*)
(*POP UP 45 : Basculement cuve sur produit identiques*)
IF Pop_up[45].Affichage AND Pop_up[45].Validation THEN RESET(Pop_up[45].Affichage);RESET(Pop_up[45].Validation);END_IF;

(*POP UP 46 : Basculement cuve sur produit différents*)
IF Pop_up[46].Affichage AND Pop_up[46].Validation THEN RESET(Pop_up[46].Affichage);RESET(Pop_up[46].Validation);END_IF;

(*Démarrage automatique sur demande de transfert provenant de l'automate "Remplisseuse"*)
IF (NOT Fct_Transf_8505.En_cours AND NOT Fct_Transf_8505.Refus AND Transfert_8505.Prod_Remplisseuse_En_Cours
  AND NOT Transfert_8505.Prod_Remplisseuse_Susp)
  OR (Fct_Transf_8505.En_cours AND Fct_Transf_8505.Susp AND Transfert_8505.Prod_Remplisseuse_En_Cours
  AND NOT Transfert_8505.Prod_Remplisseuse_Susp)
  THEN SET(Fct_Transf_8505.Marche);
END_IF;

```

## **Résumé**

Le Yaourt à boire est de large consommation, donc sa productivité doit être suffisante pour répondre à la demande des consommateurs. Une bonne productivité est garantie si aucune anomalie ne figure dans la ligne de production, ce qui a été l'objectif de notre projet de fin d'étude. Dans ce présent mémoire, nous allons effectuer une étude et une analyse à la ligne de production de YAB au sein de la laiterie Soummam dans le but de déterminer les problèmes de cette dernière. A cet effet, afin de pouvoir éliminer ces lacunes, on ajoute au système une régulation de débit dans la ligne de transfert vers réfrigérant pour exploiter son régime maximal, ainsi une régulation de niveau dans la ligne de transfert vers la conditionneuse pour maintenir un niveau précis dans la trémie. De plus, on a intégré des compteurs de volume (de soutirage et de remplissage) pour le contrôle de ces volumes.

**Mots-clés:** Automatisation, Régulation de débit, Régulation de niveau, Yaourt à boire,

## **Abstract**

Yogurt for drink is widely consumed that its production has to be sufficient to satisfy the consumer's needs. A good productivity is guaranteed if there is no failure featured in the production line. This is originally the main objective of our project. In this present dissertation, we have studied and analyzed YAB's line production of Soummam's dairy with hope of identifying the problems. In order to overcome them, we add to system a flow regulation to the transfer line to the refrigerant so as to fully exploit and to reach its working limits. The level control is integrated in the transfer line to lead to the conditioner to maintain the exact level in the hopper. Moreover, we included some volume meters (of racking and filling) to control these volumes.

**Key-words:** Automation, Flow control, Level control, Yogurt for drink