

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par

Amrane FERHI

Youb SI TAHAR

Thème

Etude et Amélioration d'un pré- pasteurisateur à base d'un automate S7-400

Mémoire soutenu publiquement le 20/09/2016 devant le jury composé de :

M Said AKROUF

MAA, UMMTO, Président

Mme Ourida MEGHERBI

MAA, UMMTO, Encadreur

Mme Fadhila BOUDJEMAA

MAA, UMMTO, Examineur

M Takfarinas CHELLI

MAA, UMMTO, Examineur



Remerciements

Avant tout, nous remercions notre seigneur d'avoir donné à l'homme le pouvoir de raisonner et d'explorer les vérités de l'univers.

Et parce que rien n'aurait pu se faire sans le soutien de ceux qui nous ont aidés, nous profitons de cet espace pour leur témoigner toute notre reconnaissance et nos plus sincères remerciements.

*Que nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre promotrice **M^{me} MEGHERBI OURIDA** qui a permis la mise en œuvre de ce mémoire ainsi que pour ses conseils, son expérience, sa franchise, sa sympathie, et son pragmatisme exemplaire qui ont donné un véritable sens à notre travail. Nous avons beaucoup appris à ses côtés et nous lui adressons notre gratitude pour tout cela.*

Nous désirons remercier tout le corps enseignant de la faculté de Génie électrique et de département d'Automatique pour les efforts qu'ils ont bien voulu déployer afin de dispenser un enseignement de qualité.

*Tous ceux qui nous ont facilité la tâche de l'intégration au sein de l'entreprise **DANONE Djurdjura**.*

*Notre encadreur **M^r : HAMANE.HAMIDOUCHE** et co-encadreur **M^r AKLOUCHE.MAKHLOUF** dont l'apport tant technique qu'humain pendant le stage, le temps qu'ils nous ont consacré et leur orientations et surtout pour leur patience et contribution à nous servir tout au long de notre carrière professionnelle.*

Nous remercions également les membres de jury qui feront l'honneur de juger notre travail, d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.

Que nos chers parents respectifs, trouvent dans ce travail notre profonde reconnaissance et notre gratitude pour leur patience avec nous, leurs soutiens et leurs encouragements.

Enfin, pour tous ceux dont les noms ne sont pas mentionnés, nous vous remercions tous.





Dédicaces

*D'un profond amour et d'une immense gratitude et reconnaissance, je dédie ce travail aux deux personnes qui me sont les plus chères dans le monde, mes parents pour leur amour, leur patience, leur présence et encouragements qu'ils m'ont offerts durant toute ma vie. Mes chers parents qui m'ont aidée à concrétiser mon rêve sans ne jamais manquer de rien,
Qu'Allah Le Tout Puissant me les garde.*

A mes chères frères « YOUNES » et « MASSINISSA » et à mes Sœurs « LYNDA » et « RYMA », je suis très reconnaissante pour leur bonheur qu'elle m'apporte, pour leurs aide et encouragement ;

A ma très chère grand-mère que dieu lui accorde santé et longévité ;

A tous les membres de ma famille, grands et petits.

A mon très chère ami et collègue « AMRANE », avec qui j'ai passé les meilleurs moments.

A tous mes amis de promotion Automatique.

A toutes les personnes qui m'ont aimée et respectée tout au long de ma vie.

YOUB





Dédicaces

D'un profond amour et d'une immense gratitude et reconnaissance, je dédie ce travail aux deux personnes qui me sont les plus chères dans le monde, mes parents, qui m'ont aidée à concrétiser mon rêve sans ne jamais manquer de rien. Ils m'ont transmis les valeurs de la vie, l'amour du travail et l'honnêteté qui ont éclairé mon chemin.

Qu'Allah Le Tout Puissant me les garde.

A mes frères « RACHID » « MERZOUK » « RABAH » « HOCINE » et à mes sœurs « SADIA » « ZAZI » pour leur amour, leur soutien, leurs encouragements qu'ils m'ont offerts durant toute ma vie, et pour tous les bons souvenirs.

A mes petites nièces et neuves pour leur présence, affection et tendresse.

A ma cher femme « FATIMA » pour le bonheur qu'elle m'apporte, pour son amour et sa patience.

Je dédie ce travail à mes belles-sœurs « ANISSA » « HAYET », particulièrement à ma cher « KANZA » qui m'a beaucoup aidé, je suis très reconnaissant pour son encouragement.

A ma chère grand-mère que dieu lui accorde santé et long vie.

A tous les membres de ma famille, grands et petits.

A mon chère ami et collègue « YOUB » avec qui j'ai passé les meilleurs moments.

A mes amis de la promotion d'Automatique.

A toutes les personnes qui m'ont aimée et respectée tout au long de ma vie.

Ferhi Amrane



Liste des abréviations

APV : Association des Petits Voyous.

TLC : Tank Lait Crème.

TLF : Tank Lait Frais.

TSC: Tank Stockage Crème.

BDL: Back De Lancement.

OEC: Operateur Entré Code.

OB : Bloc D'organisation.

FC : Fonction.

BD : Bloc de Données.

CPU : Contrôle Processeur Unit.

FB : Bloc Fonctionnelle.

UDT : Type de Données Utilisateur.

API : Automate Programmable Industriel

Liste des figures

N° des figures	Titre des figures	Pages
1	La zone industrielle Taharacht lieu d'implantation de Danone	02
2	Schéma représentant la fabrication du yaourt ferme et brasse.	03
3	les éléments de la pompe centrifuge	04
4	<i>Échangeur tubulaire à (En épingle)</i>	06
5	<i>Échangeur tubulaire Faisceau en U à chicanes (m = module)</i>	06
6	Schéma d'un échangeur à plaques	06
7	Les vannes de régulation	08
8	régulation du débit	08
9	régulation du niveau	09
10	régulation de pression	09
11	variateur de vitesse	10
12	Transmetteur de pression Cerabar PMP51	11
13	Capteur de débit	12
14	Capteur de niveau	12
15	Capteur de température	12
16	L'ASIC	13
17	Le câble A-SI et sa connexion	14
18	Le maître AS-I	15
19	L'alimentation AS-I	16
20	Architecture de L'AS-I	17
21	diagramme fonctionnelle du pré pasteurisateur	19
22	Différentes tanks utilisées dans le pré pasteurisateur	27
23	SIMATIC S7-400	30
24	SIMATIC S7-400 et ses modules d'entrées sorties	31
25	grafcet de la séquence de récupération	33
26	vu d'accueil	55
27	vu du TLC	56
28	Vu du TLF	56
29		
30		

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	01
CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET CADRE METHODOLOGIQUE	
I. PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL.....	01
I.1. HISTORIQUE	01
I.2. IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE	01
I.3 LA FABRICATION DU YAOURT FERME ET BRASSE.....	02
II. INSTRUMENTATION	03
II.1 LES INSTRUMENTS EFFECTEURS	03
II.1.1. LES POMPES CENTRIFUGES.....	03
II.1.2. ECHANGEURS A FLUIDES SEPARES	04
II.2. LES ACTIONNEURS	06
II.2.1. LES VANNE DE REGULATIONS	06
II.2.2. VARIATEUR DE VITESSE MICROMASTER 440.....	08
II.3. CAPTEUR OU ELEMENT PRIMAIRE.....	09
II.3.1. TRANSMETTEUR DE PRESSION NUMERIQUE CERABAR PMP51.....	10
II.3.2. LE DEBITMETRE PROMAG 50H.....	10
II.3.3. MESURE DE NIVEAU CAPACITIVE LIQUICAP FMI51	11
II.4. LE BUS AS-I (ACTUATOR SENSOR INTERFACE)	12
II.4.1. CONSTITUANTS DE BASE.....	12
II.4.2. LE CABLE	12
II.4.3. LE MAITRE AS-I	13
II.4.4. ARCHITECTURE.....	16

CHAPITRE 2 : ETUDE FONCTIONNELLE

I. DIAGRAMME FONCTIONNELLE DE LA STATION	19
II. LISTE DES SEQUENCES	20
II.1. DEMARRAGE.....	20
II.2. ATTENTE SUR EAU	20
II.3. SANITATION	21
II.4.PRODUCTION EAU.....	21
II.5. PRODUCTION EAU ECONOMIQUE.....	22
II.6. AMORÇAGE.....	22
II.7. PRODUCTION	23
II.8. FIN DE PRODUCTION.....	23
II.9. RECYCLAGE	24
II.10. VIDANGE	24
II.11. REFROIDISSEMENT.....	25
II.12. NETTOYAGE TOTAL.....	25
II.13.NETTOYAGE INTERMEDIAIRE.....	26
II.14. SOUTIRAGE TANK TLC	26
II.15. REMPLISSAGE TLF 1.....	27
II.16. REMPLISSAGE TSC	27
II.17. ARRET D'URGENCE	28
III. PROBLEMATIQUE.....	28
IV. APPROCHE PROPOSEE	28

CHAPITRE 3 : MODELISATION ET PROGRAMMATION.

I. DEFFINITION	29
I.1 AUTOMATISME	29
I.2 UN AUTOMATE PROGRAMMABLE.....	29
II. SIMATIC S7-400	30
II.1. LES PARTICULARITES DU S7-400.....	30

II.2. PERFORMANCE	31
III.SCHEMA DE LA SEQUENCE DE RECUPERATION.....	32
IV. LES BLOCS UTILISES SUR STEP7	34
IV.1. OB1	34
IV.1.1. DESCRIPTION	34
IV.1.2. FONCTIONNEMENT DE L'OB1	34
IV.2. BLOC DE DONNEES (DB)	34
IV.3. TYPE DE DONNEES UTILISATEUR (UDT)	34
V. BLOCFC279 : GESTION GRAFCET DE RECUPERATION	35

CHAPITRE 4 : DEVELOPPEMENT DE LA PLATEFORME DE SUPERVISION

I. INTRODUCTION	53
II. PRESENTATION DU LOGICIEL WIN CC FLEXIBLE 2008.....	53
III. DEFINITION DE LA SUPERVISION INDUSTRIELLE	53
IV. ETAPES DE MISE EN ŒUVRE.....	54
V. LES VUES DU PROJET	54
V.1. VUE D'ACCUEIL.....	55
V.2. VUE DU PRE-PASTEURISATEUR.....	55
V.3.VU DU TLC.....	56
V.4. VU DU TLF.....	56

CONCLUSION GENERALE

Introduction générale

Aujourd'hui, l'industrie connaît un développement important grâce aux nouvelles technologies de plus en plus utilisées, pour faire face à un contexte marqué par une concurrence farouche, une libéralisation des marchés et une clientèle très exigeante. De ce fait, le positionnement dans le marché exige une bonne productivité, une efficacité et une efficience des processus de production.

L'introduction des systèmes automatisés très performants et de haute technologie permet d'améliorer la qualité des produits tout en optimisant la production et en contribuant à une réduction des coûts.

De ce fait l'unité de production DANONE Djurdjura qui est largement automatisée, s'attache à améliorer sa production des produits laitiers, et cela en évitant les pertes du lait qui se produit lors de défauts durant le cycle de production.

Dans ce contexte, notre travail consiste à améliorer le programme du pré pasteurisateur afin de pouvoir récupérer le lait au cas d'un défaut majeur, et cela en se basant sur le programme actuel de l'unité.

Ce rapport est organisé comme suite :

- Le premier chapitre sera consacré à la description de DANONE Djurdjura, ainsi que à l'instrumentation utilisé dans le pré pasteurisateur.
- Dans le deuxième chapitre nous présentons le fonctionnement des différentes séquences existantes dans l'unité.
- Nous allons étudier dans le troisième chapitre l'automate programmable industriel « SIMATIC S7-400 ».
- Le dernier chapitre sera consacré aux chargements et au test de notre programme dans un automate « SIMATIC S7-400 ».
- Nous terminons par une conclusion générale.

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons voir deux sections dans la première nous présentons DANONE Djurdjura puis nous allons exposer les différents instruments utilisés dans le Pré pasteurisateur dans la deuxième section.

I. présentation de l'organisme d'accueil

I.1 Historique :

L'unité de fabrication de produits laitiers Djurdjura est l'une des plus prestigieuses filiales du groupe Batouche, ce dernier en possède cinq. C'est en 1984, que mûrit dans l'esprit du groupe Batouche, l'idée de création d'une unité de fabrication de yaourt dans la région Ighzer Amokrane avec des moyens très limités, afin de parvenir à supplanter ces rivaux et de faire face aux exigences de l'heure, aussi bien en quantité qu'en qualité, le groupe Batouche a modernisé l'équipement de l'unité, et proclame comme devise pour son fonctionnement *<<ceux qui ne travaillent pas, qui n'ont pas d'ambition, n'ont rien à faire au sein de l'entreprise >>* avec des efforts colossaux et un travail acharné, l'unité a réussi à acquérir en 1986 une conditionneuse thermo formeuse d'une capacité de 4000 pots/heure.

En 1988, l'entreprise se dote d'un atelier de fabrication de fromage fondu et camembert. En 1991, ce fut l'acquisition d'une ligne de production de crème dessert. En 1993, une nouvelle conditionneuse est arrivée avec une capacité de production de 9000 pots/h. En 1995, l'entreprise Djurdjura sort carrément de son adolescence, par l'acquisition de deux conditionneuses 12000 et 9000 pots/h. En 1996, profitant de la création de la zone d'activité industrielle d'Akbou, ce groupe inaugure sa nouvelle unité [2].

En 1999, construction d'une deuxième usine de fabrication des produits laitiers (fromage fondu en portion 08 et 16, fromage à pâte pressée, camembert). En octobre 2001, le leader mondial des produits laitiers frais *<<Le groupe Danone >>* a conclu un accord de partenariat avec la laiterie Djurdjura, leader du marché algérien des produits laitiers frais (PLF) en prenant une participation de 51% dans la société *<<Danone Djurdjura Algérie SPA >>*(DDA) [2].

2002 a été une année consacrée à la rénovation du site d'Akbou et à mettre en place des outils industriels nécessaires à l'expansion future de la marque Danone; ce fut l'année de son lancement. En juin 2006, Danone devient actionnaire majoritaire (95%) de DDA [2].

I.2 Implantation géographique



Figure 1 : La zone industrielle Taharacht lieu d'implantation de Danone [2].

1.3 La fabrication du yaourt ferme et brassé à partir du lait pasteurisé

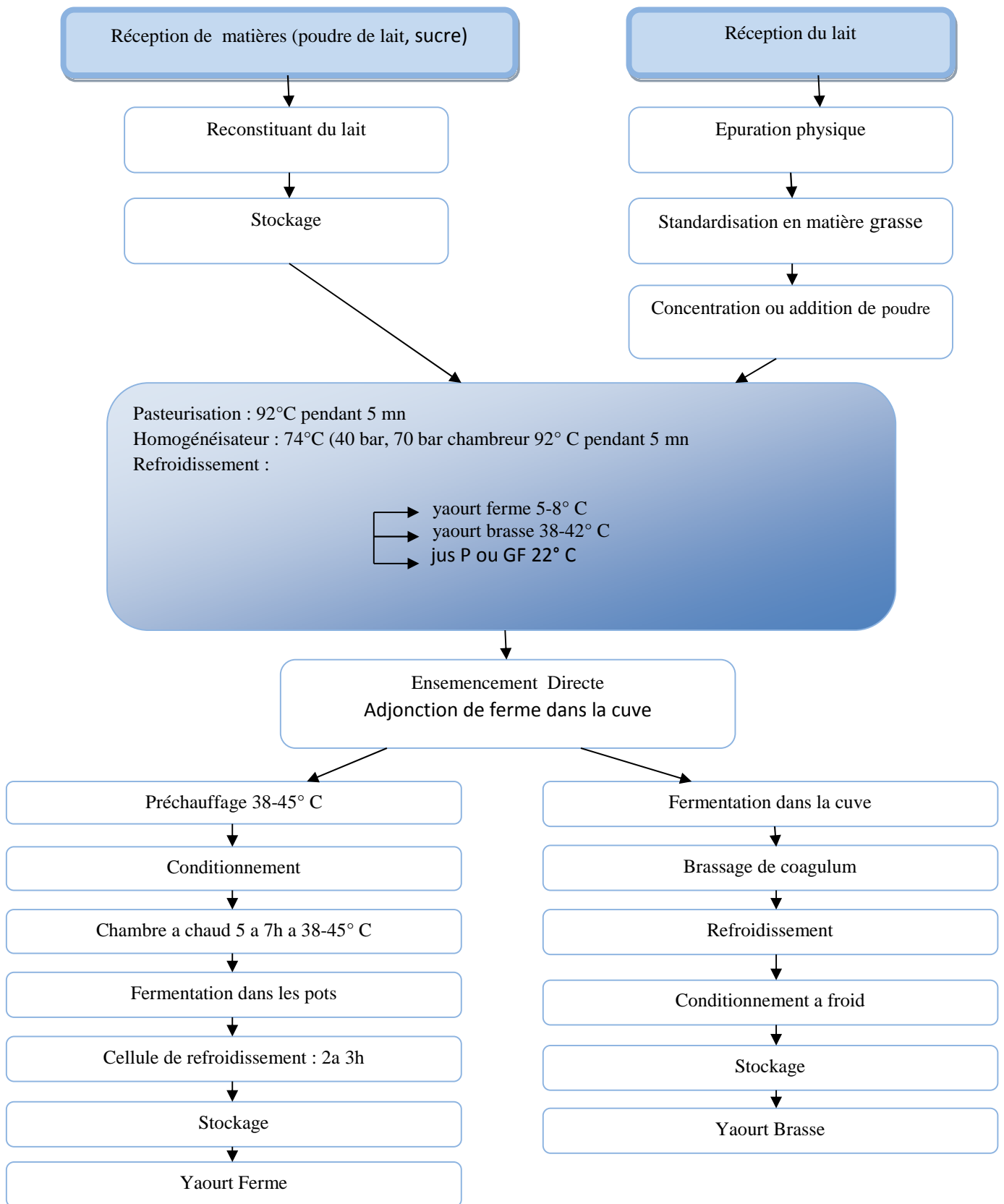


Figure 2: Schéma représentant la fabrication du yaourt ferme et brassé [2].

II. Instrumentation :

L'instrumentation est une science multidisciplinaire dont l'étude exige des connaissances dans plusieurs domaines de la science et de la technologie. L'instrumentation est un terme qui désigne :

- _ Soit l'ensemble des instruments, ou les appareils utilisés dans le contrôle des procédés industriel, comme les instruments de mesure, les régulateurs, les modulateurs, les alarmes, etc.
- _ Soit encore l'art, la technique et la science d'étudier ces instrument [4]

Et parmi ces instruments on a :

II.1 Les instruments effecteurs :

L'effecteur est l'élément terminal de la chaîne d'action d'une chaîne fonctionnelle. Il agit directement sur le produit et concrétise la valeur ajoutée recherchée par l'action ou la tâche opérative [4].

II.1.1 LES POMPES CENTRIFUGES :

A / Principe de fonctionnement :

Une pompe centrifuge est constituée par :

- une roue à aubes tournant autour de son axe.
- un distributeur dans l'axe de la roue.
- un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.



Pompe centrifuge [16]

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante. L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie [16].

B/ les éléments de la pompe :



Figure 3 : les éléments de la pompe centrifuge [5].

Élément 1 - La volute en spirale, exclusive APV, positionnée dans la plaque de fond de la pompe, assure le transfert direct du liquide de l'entrée à la sortie

Élément 2 - Conception de pointe à haut rendement de la roue

Élément 3 - Les sorties élargies assurent une transition douce vers la tuyauterie du système en diminuant la turbulence et en prévenant l'accumulation de produit

Élément 4 - Le corps de pompe, à paroi épaisse, assure le maintien des niveaux d'efficacité, même à haute pression.

C/ Amorçage

Les pompes centrifuges ne peuvent s'amorcer seules. L'air contenu nécessite d'être préalablement chassé. On peut utiliser un réservoir annexe placé en charge sur la pompe pour réaliser cet amorçage par gravité. Pour éviter de désamorcer la pompe à chaque redémarrage il peut être intéressant d'utiliser un clapet anti-retour au pied de la canalisation d'aspiration.

D/ Utilisation

Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de la large gamme d'utilisation qu'elles peuvent couvrir, de leur simplicité et de leur faible coût.

E/ Réglage du débit

Trois moyens sont possibles:

- variation de la vitesse de rotation de la pompe par un dispositif électronique.
- vanne de réglage située sur la canalisation de refoulement de la pompe.

Pour éviter le risque de cavitation: suivant son degré d'ouverture, la perte de charge du réseau va augmenter ou diminuer ce qui va entraîner la variation du point de fonctionnement.

- réglage en "canard" avec renvoi à l'aspiration d'une partie du débit [5].

II.1.2 ÉCHANGEURS À FLUIDES SÉPARÉS :

Nous ne considérons ici que les échangeurs à fluides séparés, où le transfert de chaleur s'effectue à travers une paroi matérielle, ce qui exclut donc les échangeurs dits « à contact direct ». Dans ces appareils dominent deux grandes familles : les échangeurs tubulaires et les échangeurs à plaques [4].

A /Échangeurs tubulaires:

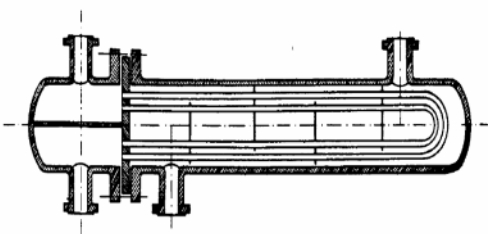


Figure 4 : Échangeur tubulaire à faisceau en U (en épingle) [1].

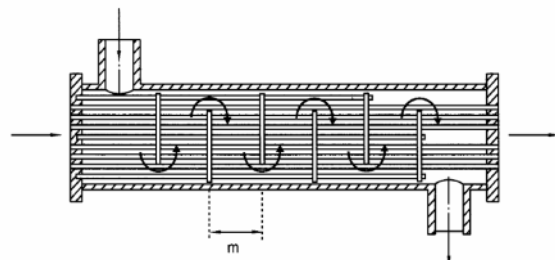


Figure 5 : Échangeur Tubulaire à chicanes ($m = \text{module}$) [1].

Comme leur nom l'indique, les échangeurs tubulaires sont constitués de tubes dont la paroi forme la surface d'échange. Ils comportent soit un tube unique (serpentin), soit deux tubes coaxiaux (échangeurs bitubes), soit un faisceau de tubes enfermé dans une enveloppe appelée calandre.

En ce qui concerne les échangeurs à faisceau de tubes et calandre, on peut citer parmi les dispositions les plus courantes le faisceau rectiligne (figure 5) et le faisceau en U (ou « en épingle »), ce dernier mieux adapté aux forts gradients de température puisqu'il permet une libre dilatation des tubes (figure 4). L'implantation de chicanes transversales permet d'allonger le trajet du fluide dans la calandre, et d'augmenter le flux échangé. Il n'y a pas de règles générales pour fixer la disposition relative des circuits chaud et froid. On fera plutôt circuler le fluide chaud dans les tubes si on veut limiter les déperditions thermiques ; de même, la circulation en tubes sera recommandée s'il s'agit d'un fluide agressif.

Les matériaux employés pour la réalisation des tubes sont le plus souvent métalliques (acier, laiton...). Les céramiques se développent dans les échangeurs où transitent des fluides à haute température. Les tubes en plastique (généralement des micro-canaux) sont également utilisés, soit en faisceaux, soit intégrés dans des plaques minces qui leur servent de raidisseurs [1].

B/Échangeurs à plaques :

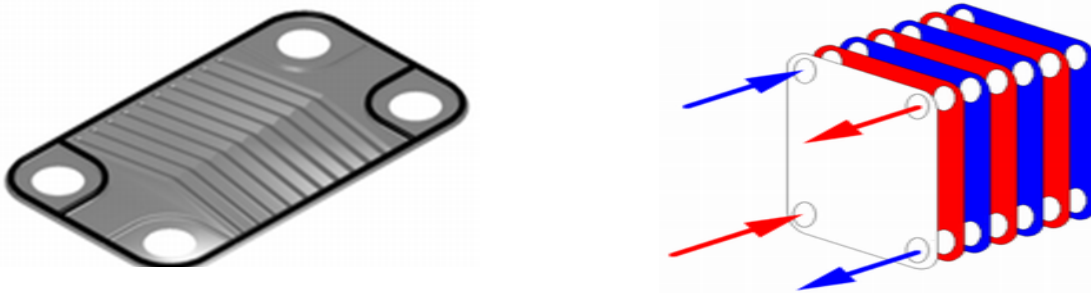


Figure 6 : Schéma d'un échangeur à plaques [6].

L'échangeur à plaques est un type d'échangeur de chaleur qui connaît un usage croissant dans l'industrie. Il est composé d'un grand nombre de plaques disposées en forme de millefeuilles et séparées les unes des autres d'un petit espace (quelques millimètres) où circulent les fluides. Le périmètre des plaques est bordé d'un joint qui permet par compression de la structure d'éviter les fuites.

Les plaques ne sont pas plates, mais possèdent une surface ondulée selon un schéma bien précis afin de créer un flux turbulent synonyme d'un meilleur transfert de chaleur, mais permet également de canaliser les fluides se déplaçant à la surface vers les coins de la plaque.

L'avantage de ce type d'échangeur est sa simplicité qui en fait un échangeur peu coûteux et, facilement adaptable par ajout/retrait de plaques afin d'augmenter/réduire la surface d'échange en fonction des besoins (Attention : la surface ne peut être augmentée de manière infinie à cause de la perte de charge). La surface en contact avec l'extérieur est réduite au minimum, ce qui permet de limiter les pertes thermiques et l'étroitesse de l'espace où circulent les fluides ainsi que le profil des plaques assurent un flux turbulent qui permet un excellent transfert de chaleur [6].

II.2 les actionneurs :

Appareil ou organe permettant d'agir sur une machine ou un processus en vue de modifier son comportement ou son état, et nous trouvons :

II.2.1 Les vannes de régulations :

A /schématisation des vannes

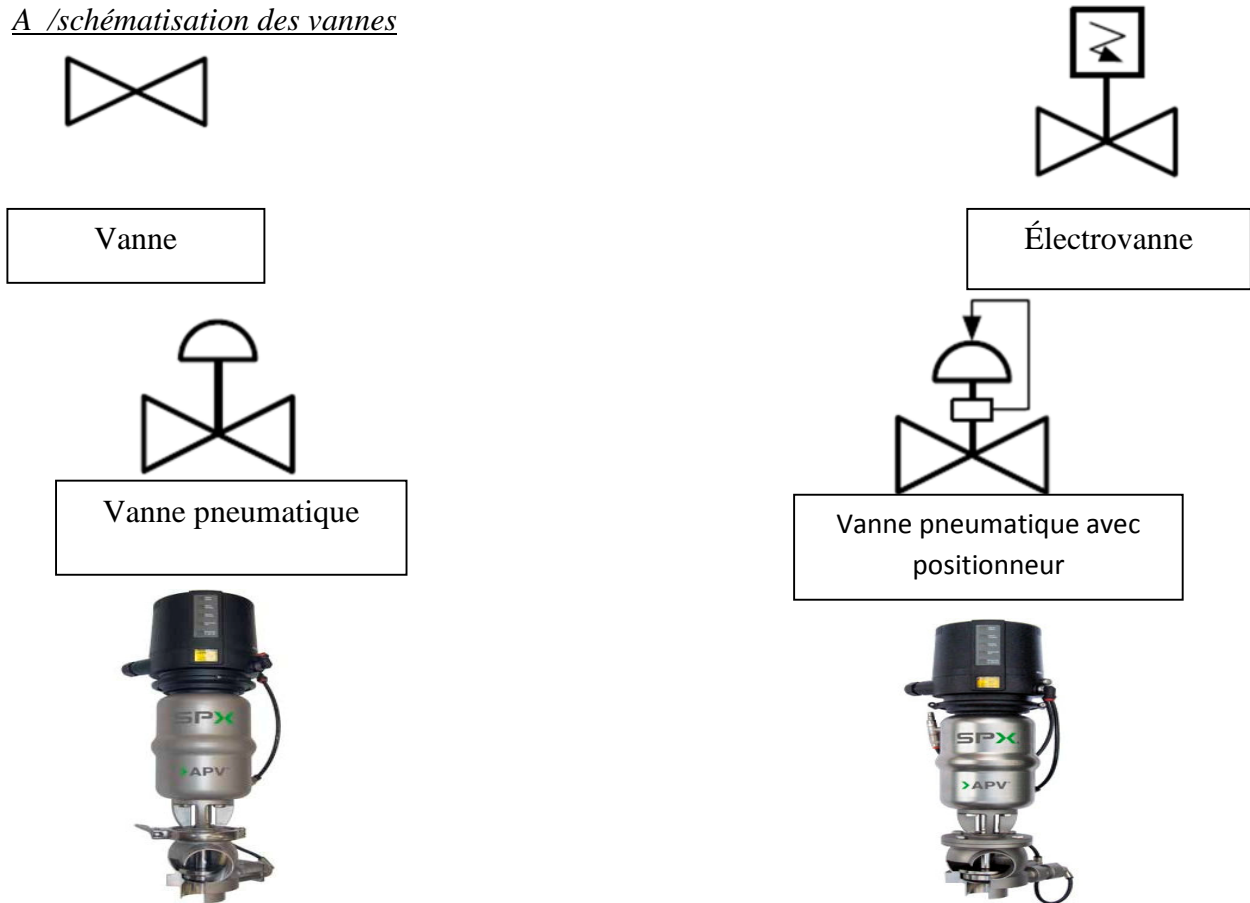


Figure 7 : Les vannes de régulation [7].

B/ Situation :

La vanne de régulation est utilisée comme organe de réglage dans différents boucle de régulation.

- Régulation du débit

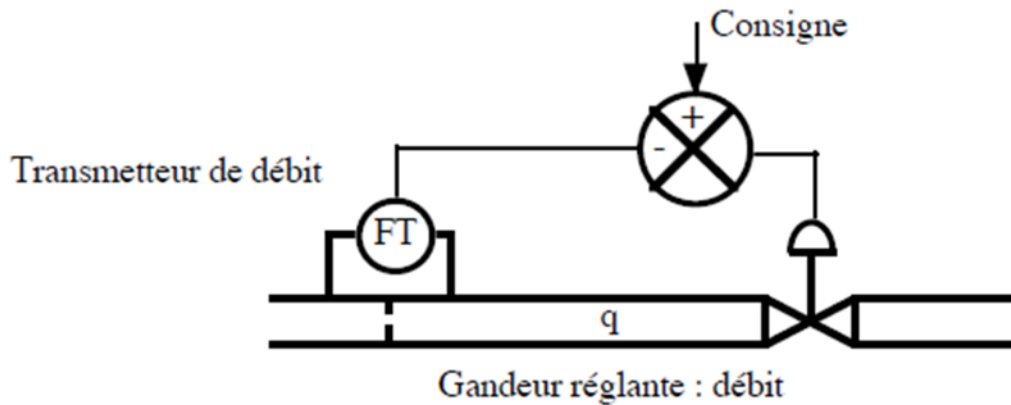


Figure 8 : régulation du débit [7].

C'est la fonction principale de la vanne de régulation. La commande de la vanne contrôle le débit du fluide qui la traverse.

- Régulation de niveau

Le niveau dans le réservoir varie en fonction du débit d'alimentation et du débit d'utilisation. La grandeur régulée est le niveau, il doit suivre la consigne du régulateur. La vanne de réglage est l'élément de la chaîne de régulation permettant de faire varier le débit d'alimentation en fonction de la consigne

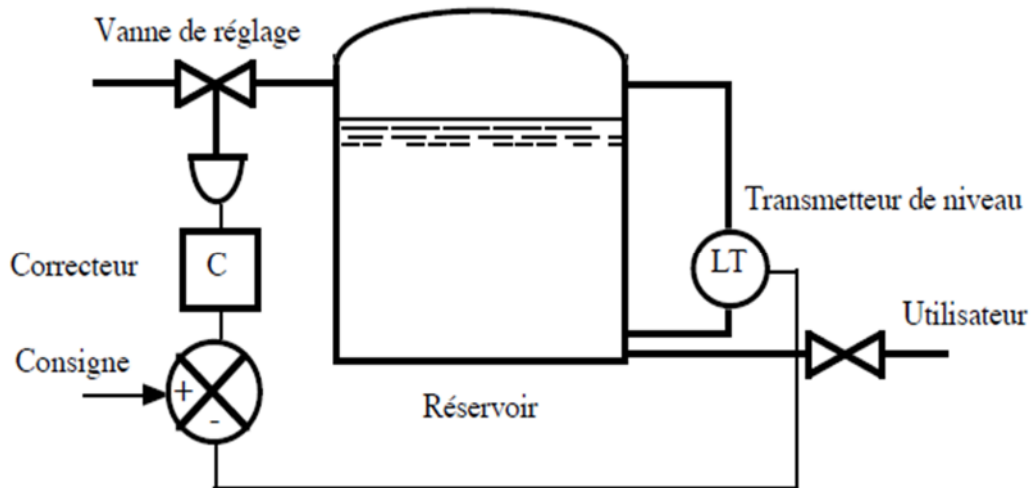


Figure 9 : régulation de niveau [7].

- **Régulation de pression :**

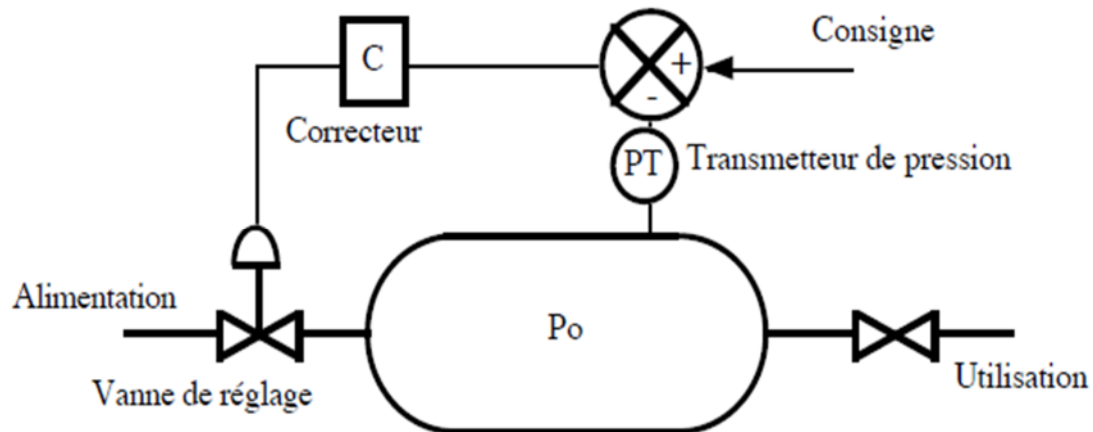


Figure 10 : régulation de pression [7].

La cuve est sous pression P_0 (air comprimé par exemple). P_0 est la grandeur à réguler. La grandeur régulante est le débit d'alimentation. Les perturbations proviennent de l'utilisation [7].

II.2.2 Variateur de vitesse MICROMASTER 440



Figure 11 : variateur de vitesse [8].

- **Pré-actionneur**

A/ La gamme MICROMASTER 440

La gamme MICROMASTER 440 est une gamme de variateurs de fréquence conçus pour réguler la vitesse de moteurs. Elle comprend différents modèles allant du modèle 120 W à entrée monophasée au modèle 75 kW à entrée triphasée. Les variateurs sont commandés par microprocesseur et intègrent une technologie IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de pointe, ce qui garantit leur polyvalence et leur fiabilité. Un procédé spécial de modulation de largeur d'impulsions à fréquence de découpage réglable assure le silence de fonctionnement du moteur. Des fonctions de protection étendues garantissent une excellente protection du moteur et du variateur. Le variateur MICROMASTER 440 tel qu'il a été réglé en usine convient pour une vaste série d'applications simples de commande de moteur. Il peut également servir pour des applications plus pointues grâce à ses larges possibilités de paramétrage. Le variateur MICROMASTER 440 peut aussi bien être mis en œuvre dans des applications "autonomes" qu'être intégré à des "systèmes d'automatisation".

B/ Propriétés générales

- Facilité d'installation.
- Simplicité de mise en service.
- Conception CEM robuste.
- Capable de fonctionner sur un réseau à neutre isolé (régime IT).
- Temps de réponse rapide et répétable aux signaux de commande.
- Série complète de paramètres permettant d'adapter la configuration du variateur à des applications variées.
- Connexion par câble simple.
- relais de sortie.
- sorties analogiques (0 – 20 mA).
- 6 entrées TOR isolées, commutables active à l'état haut /active à l'état bas (PNP/NPN).
- entrées analogiques :
 - ◆ AIN1 : 0 – 10 V, 0 – 20 mA et -10 à +10 V
 - ◆ AIN2 : 0 – 10 V, 0 – 20 mA.
 - Les 2 entrées analogiques peuvent faire office de 7ème et 8ème entrées TOR.
 - Technologie FCOM de combinaison de fonctions via binecteurs et connecteurs.
 - Conception modulaire pour une extrême flexibilité de configuration.
 - Hautes fréquences de commutation pour un fonctionnement silencieux du moteur.
 - Informations d'état détaillées et fonctions de signalisation intégrées.
 - Options externes pour communication avec PC, panneau de commande basique (BOP), panneau de commande avancé (AOP) et module de communication PROFIBUS [8].

- **Instrumentation hygiénique**

La conception hygiénique de l'usine de composants est un pré-requis essentiel pour éviter la contamination microbiologique, ce qui permet de veiller à la qualité du produit. Dans le cadre du concept hygiénique global d'une installation, les instruments de mesure utilisés doivent être conformes aux exigences spécifiques sur le matériel, la qualité de surface, la sécurité des procédés, l'ingénierie connectique et le nettoyage dans le cadre du processus CIP [4].

II.3 Capteurs

Le capteur (detecting element) est le premier maillon de la chaîne de mesure .Il est le seule élément en contact direct avec le processus.il est appelé également le détecteur, la sonde ou l'élément sensible .Un capteur donné n'est sensible qu'à la grandeur pour laquelle il a été conçu, il est par ailleurs apte à répondre quantitativement aux variations de cette grandeur [4].

II.3.1. Transmetteur de pression numérique Cerabar PMP51



Figure 12 : Transmetteur de pression Cerabar PMP51 [9].

Le transmetteur de pression numérique Cerabar PMP51 avec membrane métallique est utilisé typiquement dans les industries de process hygiéniques pour mesurer la pression, le niveau, le volume ou la masse dans les liquides ou les gaz. Le PMP51 est conçu pour les applications haute pression jusqu'à 400 bar. Le Quick Setup avec la gamme de mesure réglable simplifie la mise en service, réduit les coûts et permet un gain de temps. [9].

II.3.2. le débitmètre Promag 50H



Figure 13 : Capteur de débit [10].

Promag H est le capteur le plus utilisé pour les applications avec des exigences élevées dans les industries alimentaires et des boissons et des sciences de la vie. Combiné avec le prouvé Promag 50 émetteur avec des boutons-poussoirs, Promag 50H offre une mesure très précise de liquides pour une large gamme d'applications standard. Promag 50H est disponible dans une version compacte ou à distance [10].

II.3.3. Mesure de niveau capacitif Liquicap FMI51

Pour la mesure de niveau continue et d'interface dans les liquides



Figure 14 : Capteur de niveau [11].

Le Liquicap FMI51 est une sonde à tige entièrement isolée fiable pour la surveillance continue du niveau dans les liquides, notamment dans les liquides colmatants et les températures extrêmement élevées. La mesure est indépendante du coefficient diélectrique (CD). Combiné à la Fieldgate FXA320 (interrogation à distance de la valeur mesurée via Internet), le Liquicap est une solution idéale pour la gestion de stocks [11].

II.3.4. Appareils d'essai pour la température et traçabilité / Sonde à résistance de précision Pt100



Figure 15 : Capteur de température [12].

À cause d'une prise de conscience accrue en matière de qualité, de l'amélioration des techniques de mesure et des systèmes d'assurance-qualité comme la norme DIN ISO 9000 par exemple, les exigences en matière de documentation des process et de surveillance des instruments de mesure ont augmenté. On utilise de préférence comme référence des sondes de température à résistance de précision, en platine. Elles servent à surveiller toutes les sondes de température utilisées dans l'industrie, la construction et l'assurance-qualité. Les températures mesurées sont lues directement au moyen d'un indicateur de précision (chaîne de mesure de température) et transmises via une interface RS 232. À des fins de documentation, le logiciel "SmartGraph" (en option) permet de créer des tableaux et des graphiques et de travailler dans d'autres applications Windows. Pour tous les appareils, la traçabilité des résultats de mesure raccordée à des étalons nationaux est un critère essentiel. Les appareils d'essai étalonnés par le DKD sont reconnus, sans autre indication, comme instrument de traçabilité, en Europe et dans nombre de pays hors d'Europe. Pour les autres appareils d'essai, il est possible à tout moment de les soumettre à un étalonnage [12].

Températures :

-50 à +250 °C, -200 à +450 °C

II.4. Le Bus AS-I (Actuator Sensor Interface)

II.4.1/Constituants de base :

Le système AS-i est un bus de terrain de type maître-esclave permettant de raccorder des capteurs et actionneurs souvent binaire de différents fournisseurs sur un module de conversion sérielle. AS-i est composé de deux éléments de base majeurs, l'ASIC et un câble.

L'ASIC (Application Specific Integrated Circuit):

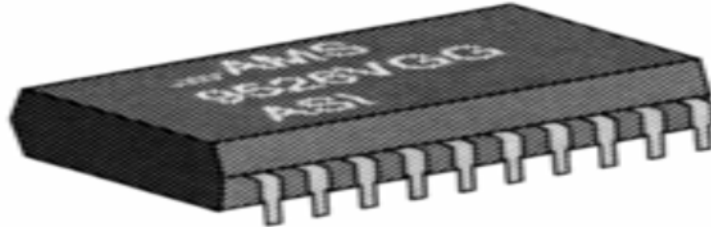


Figure 16 : L'ASIC [13].

C'est l'ASIC qui va gérer toutes les fonctions du capteur ou de l'actionneur afin d'informer le maître AS-i sur l'état de la commutation, communiquer la disponibilité de fonctionnement du capteur ou de l'actionneur.

L'ASIC dispose de 4 ports (D0, D1, D2, D3) délivrant les niveaux de tension de l'esclave AS-i. Ils constituent les 4 bits de données échangés entre le maître et l'esclave. Ces ports peuvent être configurés en entrée, en sortie ou en entrée/sortie (bidirectionnel). Il dispose également de 4 bits de paramètres (P0, P1, P2, P3) qui procurent à l'esclave, une intelligence supplémentaire puisqu'ils permettent de contrôler des fonctions spécifiques de l'esclave, telles que :

- Des inversions d'état
- Des changements d'échelle de sensibilité
- Des temporisations spécifiques

II.4.2/Le câble :

Le câble d'une forme particulière permet d'éviter les inversions entre les deux fils. Il se compose physiquement d'une liaison à 2 fils non blindés supportant l'alimentation (24 volts) des capteurs/actionneurs et les signaux d'information. Les connexions sur le câble s'effectuent par les prises vampires des accessoires de raccordement. Les matériaux de la gaine ont des propriétés physiques telles que les perçages réalisés par les vampires se referment hermétiquement dès le retrait des prises (gaine auto-cicatrisante). Le câble n'est pas blindé et de couleur Jaune. Il est également possible d'utiliser un câble rond standard :

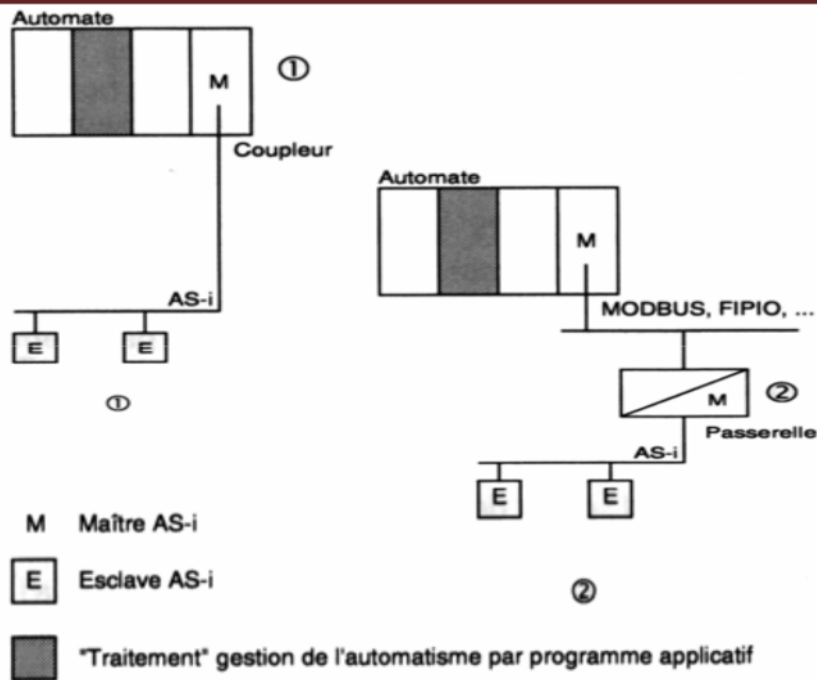


Figure 18 : Le maître AS-I [13].

Un maître AS-i se caractérise par 3 niveaux de profil offrant des fonctionnalités différentes :

- **L'alimentation AS-i :**

L'alimentation AS-i est destinée à alimenter les constituants connectés sur le bus. La transmission simultanée de l'information et de l'énergie sur le même câble nécessite de découpler le bus AS-i du bloc d'alimentation. C'est pourquoi, l'alimentation spécifique AS-i intègre un filtre de découplage supportant le courant continu maximum fourni par l'alimentation sans dégradation de ses caractéristiques et présentant une impédance élevée vis-à-vis des fréquences de transmission des informations. Les deux éléments principaux de l'alimentation AS-i sont donc :

- une alimentation en courant continu,
- Un circuit de découplage.

Remarque : Aucune des deux polarités AS-i+ et AS-i- ne doit être raccordée à la terre

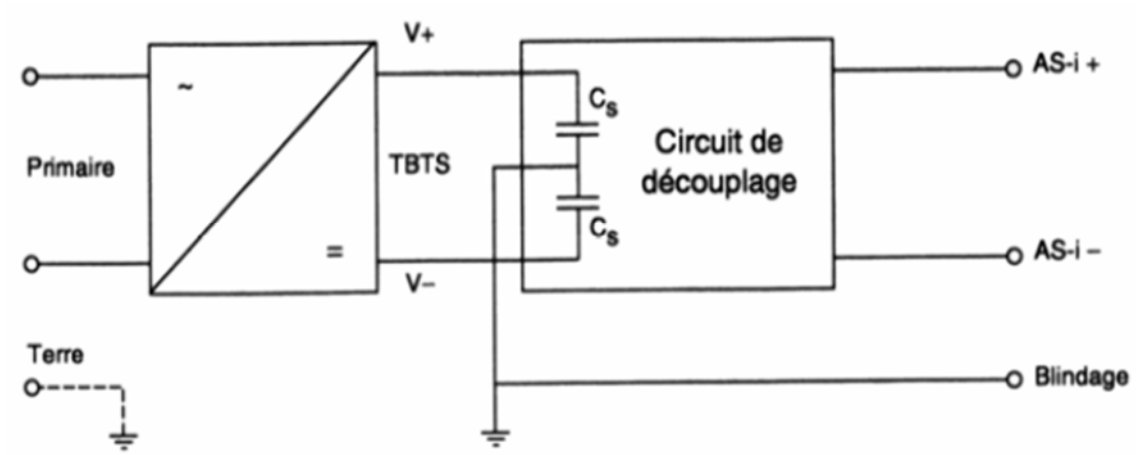


Figure 19: L'alimentation AS-I [13].

- **Alimentation auxiliaire**

Le fonctionnement standard du réseau AS-i limite la consommation de chaque esclave à 100mA. Dans le cas où l'esclave nécessite une alimentation supérieure à 100mA, ou lorsque le module E/S comporte des sorties relais, on installera une alimentation auxiliaire. Certaines alimentations fournissent également cette alimentation auxiliaire.

II.4.4. Architecture :

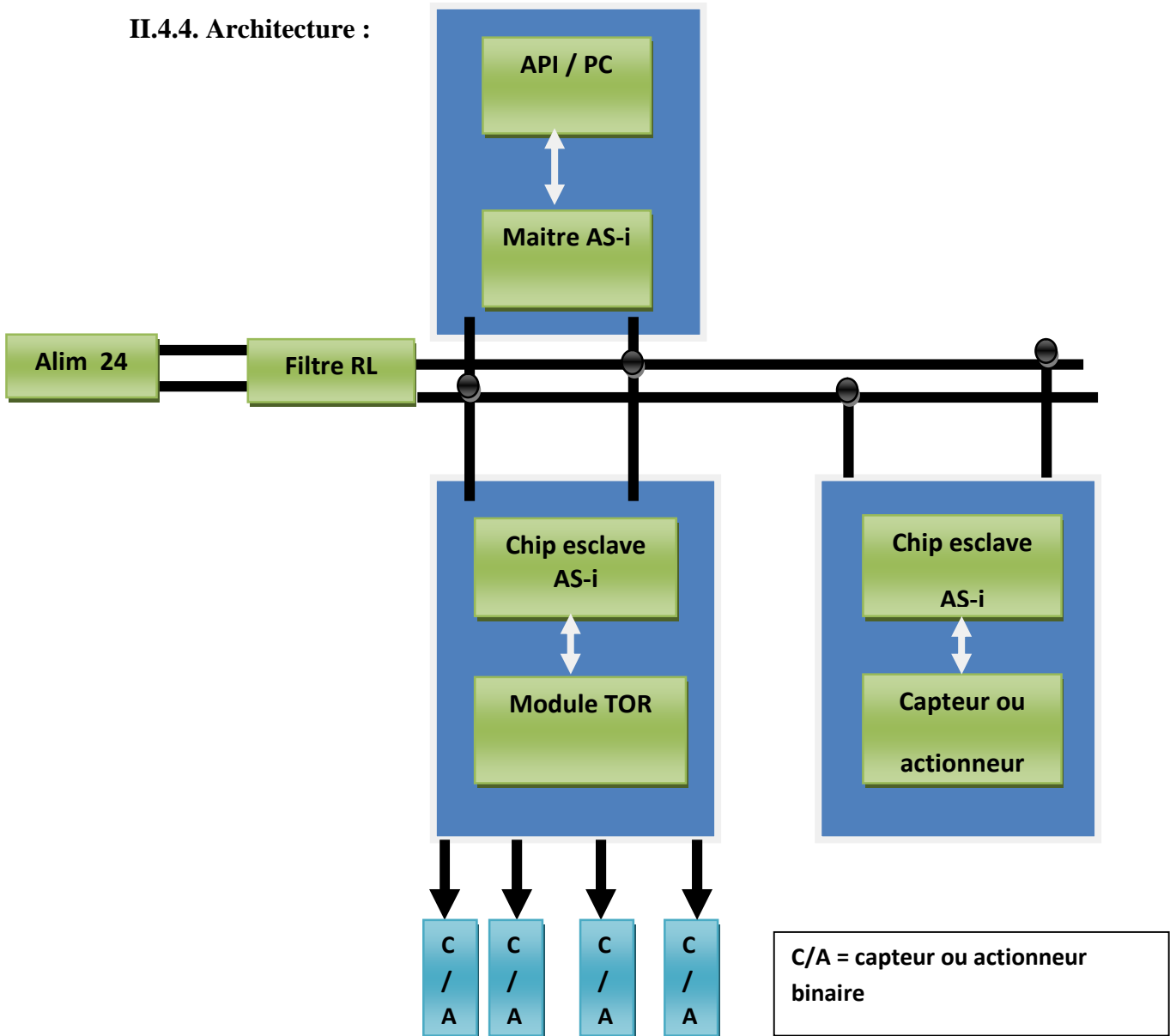


Figure 20: Architecture de L'AS-I [13].

• **Caractéristiques et performances principales :**

- Protocole : AS-i est un système maître- esclave. La gestion des esclaves est assurée par un seul maître, qui interroge successivement chaque esclave présent sur le câble et attend sa réponse.
- Nombre d'esclaves : 31 maxi (spécification V2.04). Chaque esclave a une adresse qui lui est propre.
- Cycle d'interrogation : 5ms max. pour 31 esclaves TOR (Tout ou Rien). Ce temps est réduit si le nombre d'esclave est inférieur à 31.
- Identification des esclaves : Par un profil définissant les fonctionnalités intégrées dans l'esclave. Le profil est fixé en usine, il est figé.
- Nombre maximum d'entrées / sorties TOR par esclave : 4 entrées et 4 sorties.
- Nombre de produits traditionnels raccordables sur AS-i : jusqu'à 124 capteurs et 124 actionneurs.

- Longueur maxi du système : 100m, extensible jusqu'à 300m à l'aide de répéteurs. Ceci pour l'ensemble des câbles et prolongateurs constituant le système.
- Support physique : 2 fils non blindés, supportant l'alimentation des périphériques et les signaux logiques. Un câble et des répartiteurs spécifiques ont été développés pour simplifier la mise en œuvre.
- Tension distribuée par le câble : 30V continu (AS-i + et AS-i -). Ceci permet de connecter aux répartiteurs AS-i des capteurs standards 24 V [13].

Conclusion :

Après avoir présenté l'organisme d'accueil et les différents instruments utilisés, nous allons voir dans le chapitre suivant le fonctionnement du pré pasteurisateur et expliquer le déroulement des différentes séquences existantes. Puis, nous posons la problématique suivie de l'approche proposée.

Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter une étude fonctionnelle du pré pasteurisateur, dont nous allons expliquer le fonctionnement des différentes séquences existantes, nous introduiront ensuite la séquence de récupération que nous proposons en l'adaptant au programme de l'usine.

I. Diagramme fonctionnelle de la station

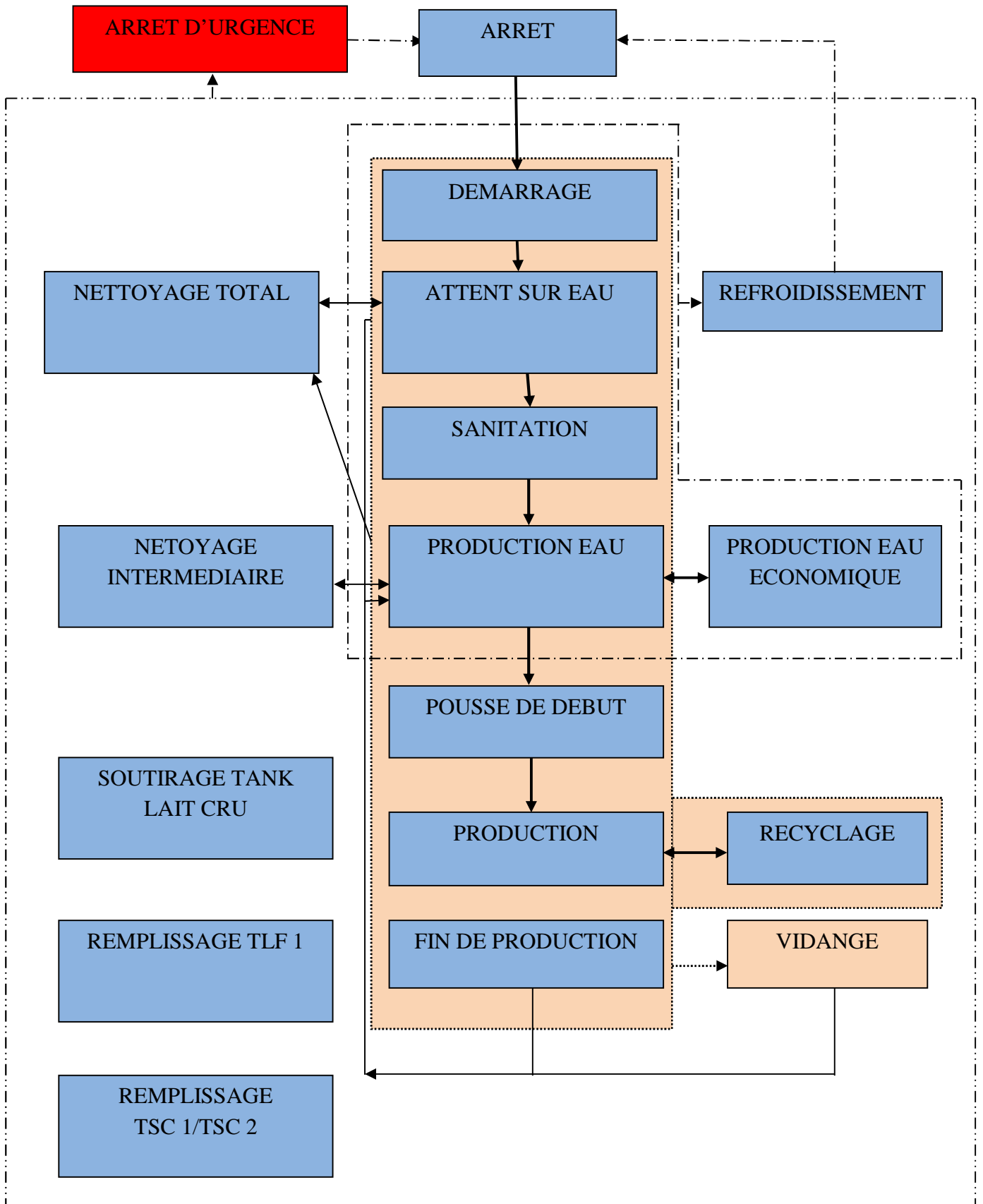


Figure 21 : diagramme fonctionnelle du pré pasteurisateur

II. Liste des séquences

1. Démarrage.
2. Attente sur eau.
3. Sanitation.
4. Production eau.
5. Production eau économique.
6. Amorçage.
7. Production.
8. Fin de production.
9. Recyclage.
10. Vidange.
11. Refroidissement.
12. Nettoyage total.
13. Nettoyage intermédiaire.
14. Soutirage tank lait cru(TLC).
15. Remplissage TLF 1.
16. Remplissage TSC 1 / TSC 2.
17. Arrêt d'urgence.

II.1. Démarrage

a. Objet de la séquence

L'action consiste à mettre en eau le pré- pasteurisateur en circuit fermé par le bac de lancement.

b. Comment démarrer la séquence

L'opérateur peut démarrer le pré-pasteurisateur avec différentes options :

- Démarrage à l'eau.
- Démarrage en nettoyage total.
- Démarrage en vidange.

Le choix se fait sur la boîte de dialogue pré-pasteurisateur.

c. Interdictions de la séquence

Aucune.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Les conditions normales de fin de la séquence sont :

- Température des échangeurs atteinte
- demande opérateur de nettoyage total
- ou demande opérateur de refroidissement.

II.2. Attente sur eau

a. Objet de la séquence

L'action consiste à mettre le pré-pasteurisateur dans l'attente d'un départ en Sanitation ou en nettoyage total. Le pré-pasteurisateur fonctionne à l'eau en circuit fermé via le bac de lancement.

b. comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée automatiquement en fin de séquence démarrage ou par interruption de certaines séquences suite à certains défauts.

c. Interdictions de la séquence

Aucune.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Demande de l'opérateur :

- nettoyage total ;
- vidange ;
- refroidissement ;
- Sanitation ;
- Fin de la séquence.

II.3 Sanitation**a. Objet de la séquence**

L'action consiste à préparer le pré-pasteurisateur avant un départ en production. Celle-ci comporte successivement :

- Une consigne de chauffage de pré-pasteurisation (boucle de chauffage à 95°) ;
- une augmentation de température (PT100 du pré-pasteurisateur \geq seuil) ;
- un maintien en température (20 minutes) ;
- un refroidissement pour permettre d'établir le circuit de production.

b. Comment démarrer la séquence

L'opérateur démarre la pré-pasteurisation dans la boîte de dialogue « Pré pasteurisateur ».

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total ;
- nettoyage Intermédiaire ;
- production ;
- vidange.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Les conditions normales de fin de la séquence sont :

- Températures stabilisées sur refroidissement après pré-pasteurisation ;
- ou demande opérateur de refroidissement.

II. 4. Production eau**a. Objet de la séquence**

L'action consiste à mettre le pré-pasteurisateur dans la configuration de production à venir (température et débit). Le pré-pasteurisateur fonctionne en bouclage sur lui-même.

b. comment démarrer la séquence

Cette séquence démarre automatiquement en fin des séquences suivantes :

- Pré-pasteurisation ;
- pousse ;
- nettoyage intermédiaire (sans défaut majeur).

c. Interdictions de la séquence

Aucune.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Demande opérateur l'exécution d'une des séquences suivantes :

- Nettoyage total ;
- nettoyage intermédiaire ;
- refroidissement ;
- production ;
- production eau économique ;
- fin de la séquence.

II.5. Production eau économique**a. Objet de la séquence**

Cette étape est une phase économique d'attente lorsque l'attente production est trop longue, avec arrêt du refroidissement. Le pré-pasteurisateur conservant sa température de pré-pasteurisation. Le retour en production eau ne se fera que sur demande opérateur.

b. comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée automatiquement suite à une attente trop longue dans la séquence production eau, ou par demande opérateur de production eau économique.

c. Interdictions de la séquence

Aucune

d. Conditions normales de fin de la séquence

Demande opérateur l'exécution d'une de ses séquences :

- nettoyage total ;
- nettoyage intermédiaire ;
- refroidissement ;
- production eau ;
- Fin de la séquence.

II.6. Amorçage**a. Objet de la séquence**

Etape transitoire de lancement en production de l'installation. L'objet est le remplacement de l'eau contenue dans les appareils par le produit. L'eau contenu dans le pré-pasteurisateur est mise à l'égout en bout de la ligne remplissage du manifold du tank TLF 1 L'eau contenu dans la ligne remplissage TSC est mise à l'égout en bout de ligne remplissage du manifold du tank TSC, après l'amorçage du pré-pasteurisateur jusqu'à l'écumeuse.

b. comment démarrer la séquence

L'opérateur démarre l'amorçage avec le choix du tank crème en sélection remplissage et le choix du tank à soutirer dans la boîte de dialogue « Pré pasteurisateur ».

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total ;
- nettoyage Intermédiaire ;
- sanitation ;
- refroidissement.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Ses conditions sont :

- Ligne remplissage tank TLF 1 amorcée
- ou demande opérateur la pousse (si quantité passée suffisante).

II. 7. Production**a. Objet de la séquence**

L'action consiste à pré-pasteuriser le produit en respectant les contraintes de températures de pré-pasteurisation et de sortie.

b. comment démarrer la séquence

Cette séquence démarre automatiquement en fin de séquence amorçage.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total.
- nettoyage Intermédiaire ;
- sanitation ;
- refroidissement.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Demande de pousse par l'opérateur.

II.8. Fin de production**a. Objet de la séquence**

L'objet est le remplacement du produit contenu dans les appareillages par de l'eau. Le produit est récupéré par comptage avec temporisation de sécurité dans le tank de stockage jusqu'au front de dilution. La pousse finale sera autorisée en cas de défaut durant la pousse de début de production (gestion de bouchon de produit inférieur au volume du pré-pasteurisateur).

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur à partir de la boîte de dialogue du « Pré-pasteurisateur » ou automatiquement suite à un défaut durant la production ou l'amorçage.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total.
- nettoyage Intermédiaire ;
- sanitation ;
- refroidissement ;
- recyclage.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Volume de pousse atteint.

II.9. Recyclage**a. Objet de la séquence**

Recyclage du produit dans le bac de lancement lors de l'apparition d'un défaut dans la qualité du traitement thermique ou un défaut provenant de la ligne de pré pasteurisation.

b. comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur à partir de la boîte de dialogue du «Pré-pasteurisateur» ou automatiquement suite à un défaut durant la production ou l'amorçage.

c. Interdictions de la séquence

Aucune.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Perte de tous les défauts ou temps maximum de recyclage écoulé.

II.10. Vidange**a. Objet de la séquence**

L'étape consiste à évacuer le produit, se trouvant dans l'installation, par la vanne d'égout située à l'extrémité de la ligne remplissage du tank TLF.

b. comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur à partir de la boîte de dialogue du « Pré-pasteurisateur » ou automatiquement suite à un défaut durant la production.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total ;
- nettoyage Intermédiaire ;
- sanitation ;
- refroidissement.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Volume de vidange atteint ou temps de sécurité écoulé.

II.11. Refroidissement

a. Objet de la séquence

Etape d'arrêt normal de l'installation avec refroidissement des sections chaudes par circulation d'eau sur le bac de lancement.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur à partir de la boîte de dialogue du «Pré-pasteurisateur» ou automatiquement suite à un défaut durant les séquences de fonctionnement à l'eau.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total ;
- nettoyage Intermédiaire ;
- production ;
- sanitation ;
- vidange.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Température de refroidissement atteinte.

II. 12. Nettoyage total

a. Objet de la séquence

Le nettoyage total permet un lavage complet du pré-pasteurisateur sur lui même, avec la ligne remplissage tank de maturation, en intégrant les actions suivantes (sélectionnées suivant choix du type de nettoyage total) :

- Rinçage initial ;
- nettoyage soude à 85°C ;
- rinçage soude ;
- nettoyage acide à 70°C ;
- rinçage final.

Les cycles de nettoyage autorisés seront les suivants :

- Rinçage seul = Rinçage final.
- Court = 1er Rinçage / Soude / Rinçage final.
- Long = 1er Rinçage / Soude / Rinçage Soude / Acide / Rinçage final.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur en choisissant le cycle de nettoyage désiré à partir de la boîte de dialogue du « Pré-pasteurisateur».

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Intermédiaire.
- Sanitation ;
- Production ;

- Refroidissement ;
- Vidange.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Rinçage final terminé.

II. 13. Nettoyage intermédiaire**a. Objet de la séquence**

Le nettoyage intermédiaire permet un lavage court du pré-pasteurisateur avec la ligne remplissage tank TLF 1, en respectant les critères de stérilité des paramètres recettes. Le seul cycle de nettoyage intermédiaire autorisé sera le suivant :1^{er} Rinçage / Soude / Rinçage final.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur à partir de la boîte de dialogue du « Pré-pasteurisateur ».

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage Total ;
- Sanitation ;
- Production ;
- Refroidissement ;
- Vidange.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Rinçage final terminé.

II.14. Soutirage tank TLC**a. Objet de la séquence**

Alimenter en produit le pré-pasteurisateur.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée par code opérateur à partir de la boîte de dialogue du «Soutirage».

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant le nettoyage de la ligne alimentation pré-pasteurisateur.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Pousse terminée.



Figure 22 : Différents tanks utilisées dans le pré pasteurisateur (anonyme 10)

II.15. Remplissage TLF 1

a. Objet de la séquence

L'action consiste à remplir le tank de stockage TLF 1 par le pré-pasteurisateur.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée automatiquement par la séquence amorçage du Pré pasteurisateur.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant le nettoyage du tank TLF 1.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Pousse terminée.

II. 16. Remplissage TSC

a. Objet de la séquence

L'action consiste à remplir le tank de stockage crème TSC par le pré-pasteurisateur.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée automatiquement par la séquence amorçage du Pré pasteurisateur.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant :

- Nettoyage tank TSC ;
- nettoyage ligne remplissage crème TSC.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Pousse terminée.

II.17. Arrêt d'urgence

a. Objet de la séquence

Arrêt total de l'installation en cas de défaut très grave, que celle-ci soit en produit, en eau, en pousse ou en nettoyage.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence est démarrée automatiquement.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne peut être lancée durant le démarrage du pré-pasteurisateur.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Arrêt d'urgence terminée.

III. Problématique :

Danone Djurdjura comme toutes autres usines à des problèmes, et l'un de ses problèmes est la perte du lait. L'hors d'un défaut majeurs ou d'un arrêt d'urgence le pré-pasteurisateur se met en recyclage. Après l'écoulement du temps de recyclage, le lait circulant dans le pré-pasteurisateur est jeté à l'égout (à peu près 1000 litres).

IV. Approche proposée

Notre travail consiste à compléter le programme par une séquence appelée « récupération » qui va avoir pour objet de récupérer le lait circulant dans le pré-pasteurisateur au cas d'un défaut majeur ou d'un arrêt d'urgence.

a. Objet de la séquence

Récupération du lait contenu dans le pré-pasteurisateur.

b. Comment démarrer la séquence

Cette séquence devra être démarrée par l'opérateur.

c. Interdictions de la séquence

La séquence ne pourra être lancée durant :

- Nettoyage Total ;
- Sanitation ;
- Production ;
- Vidange ;
- nettoyage Intermédiaire.

d. Conditions normales de fin de la séquence

Récupération terminée.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu le fonctionnement du pré-pasteurisateur et l'un de ses problèmes majeur qui est la perte du lait. Nous avons également présenté la séquence supplémentaire que nous nous proposons d'ajouter, pour palier au problème de la perte de lait, les détails de notre solution sont présentés au chapitre 03.

Introduction

L'automate programmable industriel (API) est aujourd'hui, le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie, car il répond à tous les besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Dans ce chapitre nous présentons l'automate S7-400 ; puis nous modélisons le pré-pasteurisateur pour pouvoir enfin programmer la séquence de récupération.

I. Définition

I.1 Automatisation

L'automatisation ou l'automatisation désigne l'exécution des opérations ou des tâches industrielles, scientifiques, ou de gestion sans l'intervention humaine directe. Les dispositifs ou les systèmes qui assurent l'exécution de ces tâches sont qualifiés d'automatiques. Par ailleurs, l'automatique est la science et la technique de l'automatisation. Notons que le terme automatisation est le plus souvent réservé à l'action de transformer le fonctionnement d'un système en vue de le rendre automatique.

L'automatisme peut désigner soit l'automatisation, soit encore le dispositif ou le système capable de fonctionner automatiquement. Un automate est un dispositif qui peut prendre un nombre fini d'états pour assurer l'enchaînement automatique des opérations séquentielles, logiques, ou arithmétiques. Les automates sont le plus souvent des systèmes programmés séquentiels dont la logique est câblée, ce qui les distingue des automates programmable numérique à logique non câblée [4].

I.2 Un automate programmable

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les *pré actionneurs* (partie opérative ou *PO* côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou *PC* côté capteur), de consignes et d'un programme informatique.

Présentation

On nomme Automate Programmable Industriel, API (en anglais Programmable Logic Controller, PLC) un type particulier d'ordinateur, robuste et réactif, ayant des entrées et des sorties physiques, utilisé pour automatiser des processus comme la commande des machines sur une ligne de montage dans une usine, ou le pilotage de systèmes de manutention automatique. Là où les systèmes automatisés plus anciens employaient des centaines ou des milliers de relais et de cames, un simple automate suffit [4].

II. SIMATIC s7-400

Le système d'automatisation SIMATIC S7-400 couvre les applications de milieu et de haute gamme. La constitution modulaire et sans ventilateur, l'extensibilité et la robustesse, les possibilités de communication et la performance permettent la solution de tâches exigeantes. Les particularités du S7-400 sont :



Figure 23 : SIMATIC S7-400

II.1. Les particularités du S7-400 sont

- Technique de montage simple des modules. Tous les modules sont compacts et peuvent être utilisés sans ventilateur. Par rapport à S5, le volume d'encastrement a été réduit de 54%, le volume par E/S de 45%.
- S7-400 offre des performances sur mesure, par la gamme échelonnée de CPU disponibles, ainsi que par le fonctionnement multiprocesseur symétrique et asymétrique.
- Une large gamme de modules, c.-à-d. que pour chaque application, il y a une CPU, des modules de signaux, des modules fonctionnels appropriés.



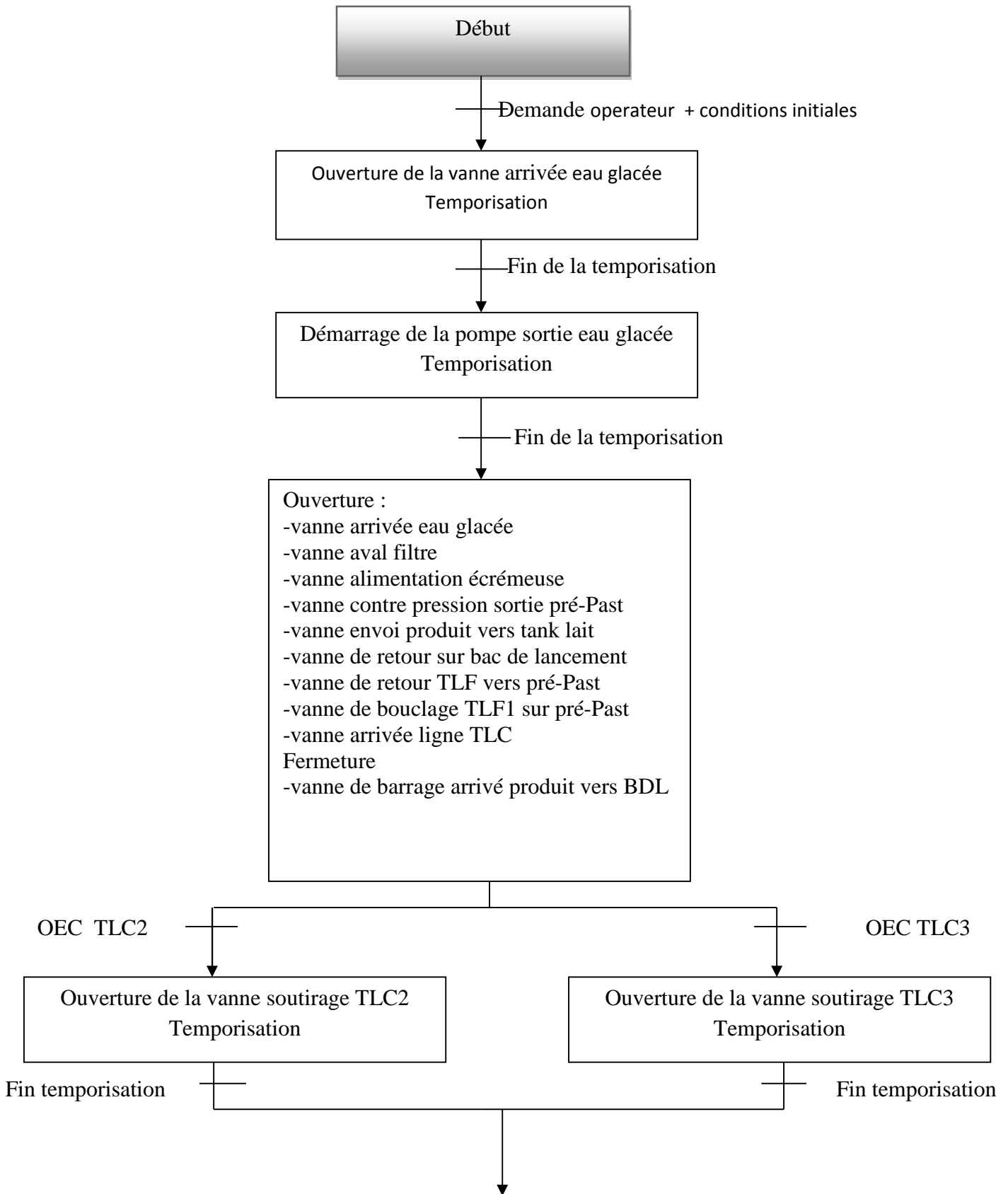
Figure 24 : SIMATIC S7-400 et ses modules d'entrées sorties

- Extensible à 21 châssis d'extension et unités décentralisées supplémentaires par PROFIBUS-DP.
- Grâce aux possibilités de mise en réseau par MPI, PROFIBUS et Industrial Ethernet, le S7-400 est également destiné à des tâches de commande.

II.2. Performance

- La vitesse de traitement élevée jusqu'à 80 ns par instruction et la mémoire utilisateur de jusqu'à 20 M octet permettent la réalisation de tâches d'automatisation considérables.
- La performance élevée sur le bus de communication (10,5 Mbaud) garantit une communication rapide avec un grand débit de données.
- En plus, le S7-400 offre des possibilités spéciales de migration de S5 à S7 [15].

III. schéma expliquant l'enchaînement des étapes de la séquence de récupération



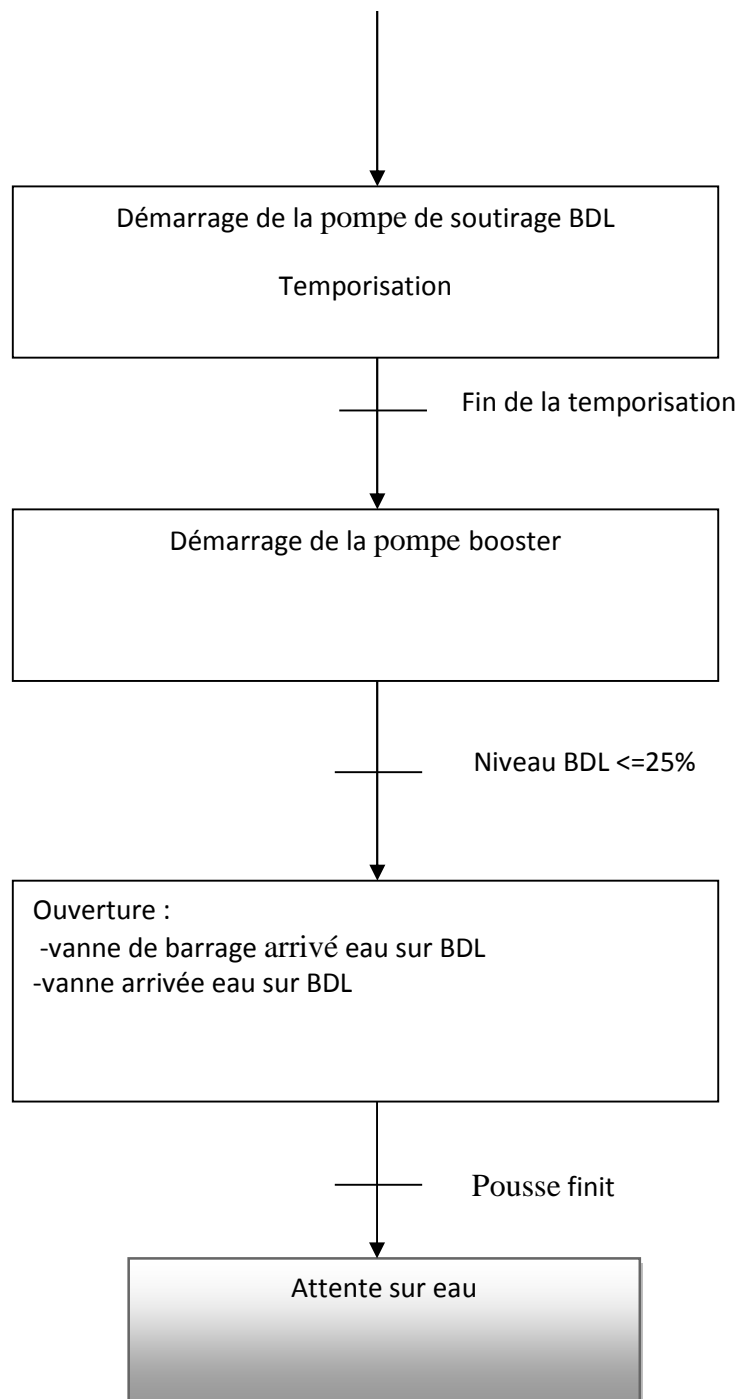


Figure 25 : schéma de la séquence de récupération

Nous avons travaillé avec ce schéma au lieu du Grafcet pour s'adapter au schéma utilisé à l'usine DANONE.

IV. Les blocs utilisés sur step7

IV.1. OB1

IV.1.1. Description

Le système d'exploitation de la CPU S7 exécute l'OB1 de manière cyclique : aussitôt son traitement achevé, il le démarre à nouveau. L'exécution cyclique de l'OB1 commence quand la mise en route est terminée. Nous pouvons nous servir de l'OB1 pour appeler des blocs fonctionnels (FB) ou des fonctions (FC).

IV.1.2. Fonctionnement de l'OB1

Le bloc OB1 a la priorité la plus basse parmi tous les OB à durée d'exécution surveillée ; son traitement peut donc être interrompu par tous les autres OB, sauf par l'OB90. Les événements suivants provoquent son appel par le système d'exploitation :

Une fois l'exécution de l'OB1 achevée, le système d'exploitation envoie des données globales. Avant de redémarrer l'OB1, le système d'exploitation écrit la mémoire image des sorties dans les modules de sorties, met à jour la mémoire image des entrées et reçoit des données globales pour la CPU.

STEP 7 offre une surveillance du temps de cycle maximal, ce qui garantit le temps de réaction maximal. Par défaut, le temps de cycle maximal est de 150 ms ; vous pouvez modifier cette valeur par paramétrage ou démarrer la surveillance de temps à n'importe quelle position de votre programme avec la fonction système SFC43 "RE_TRIGR". Si votre programme dépasse le temps de cycle maximal défini pour l'OB1, le système d'exploitation appelle l'OB80 (erreur de temps). Si l'OB80 n'a pas été programmé, la CPU passe à l'état d'arrêt.

Outre la surveillance du temps de cycle maximal, l'observation d'un temps de cycle minimal est garantie. Le système d'exploitation diffère le début d'un nouveau cycle (écriture de la mémoire image des sorties dans les modules de sorties) jusqu'à ce que le temps de cycle minimal soit écoulé.

Les manuels /70/ et /101/ indiquent les plages de valeurs pour les paramètres Temps de cycle maximal et Temps de cycle minimal. Vous pouvez modifier ces paramètres avec STEP 7.

IV.2. Bloc de données (DB)

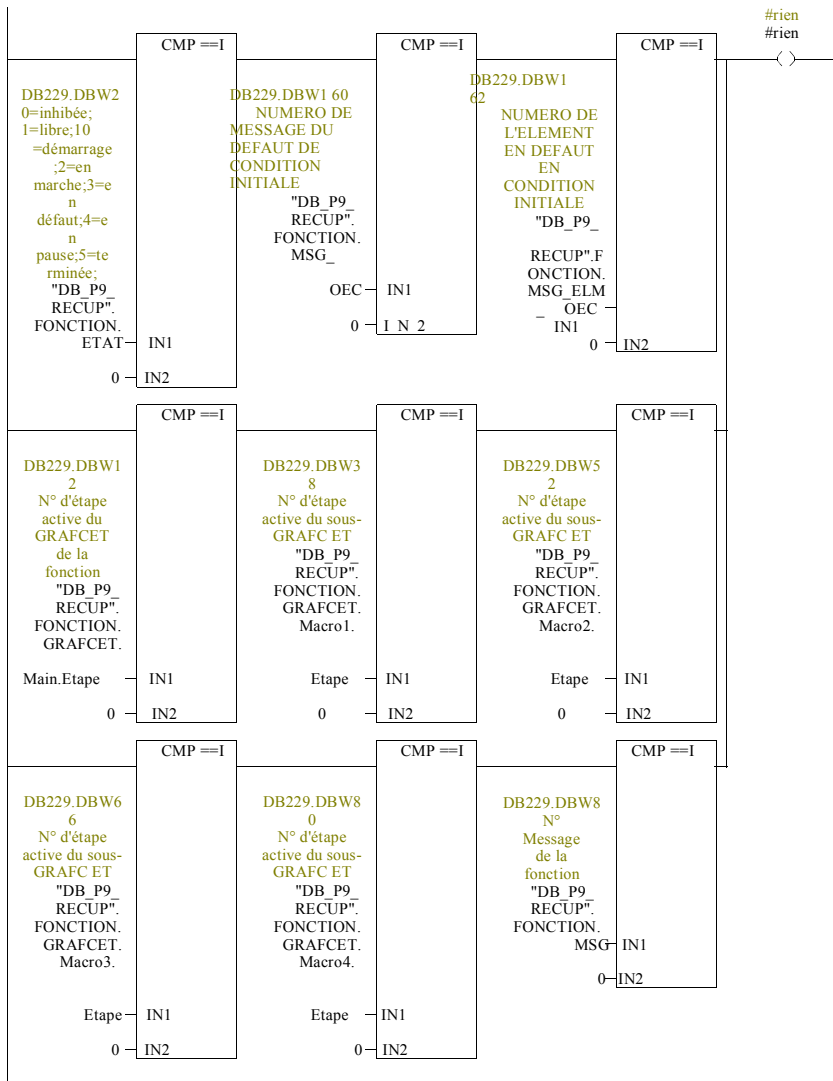
Il s'agit d'une zone de données dans le programme utilisateur, qui contient des données utilisateur. Il y a d'une part les blocs de données globaux auxquels tout bloc de code peut accéder, et d'autre part les blocs de données d'instance, associés à un appel de FB particulier. Contrairement à tous les autres blocs, les blocs de données ne contiennent aucune instruction.

IV.3. Type de données utilisateur (UDT)

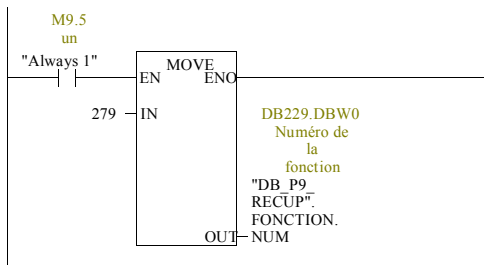
L'utilisateur définit un type de données utilisateur par déclaration du type de données. Etant donné qu'un nom lui est attribué, il peut par conséquent être utilisé à de multiples reprises. Un type de données utilisateur peut donc servir à créer plusieurs blocs de données possédant la même structure (par exemple régulateurs) [15].

V. Bloc FC279 : Gestion grafcet de récupération

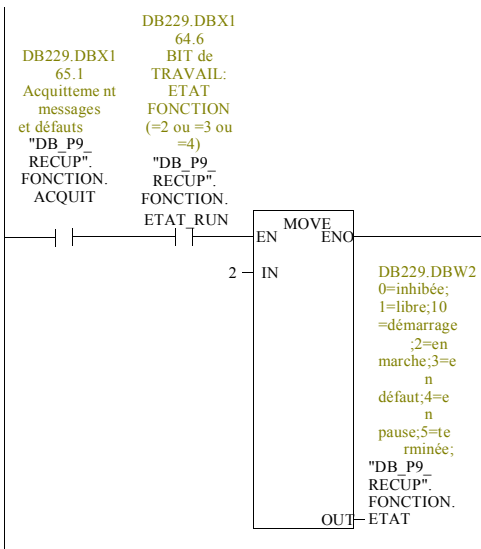
Réseau : 1
 Démarrage Statut de la fonction
 ***** for debug only *****



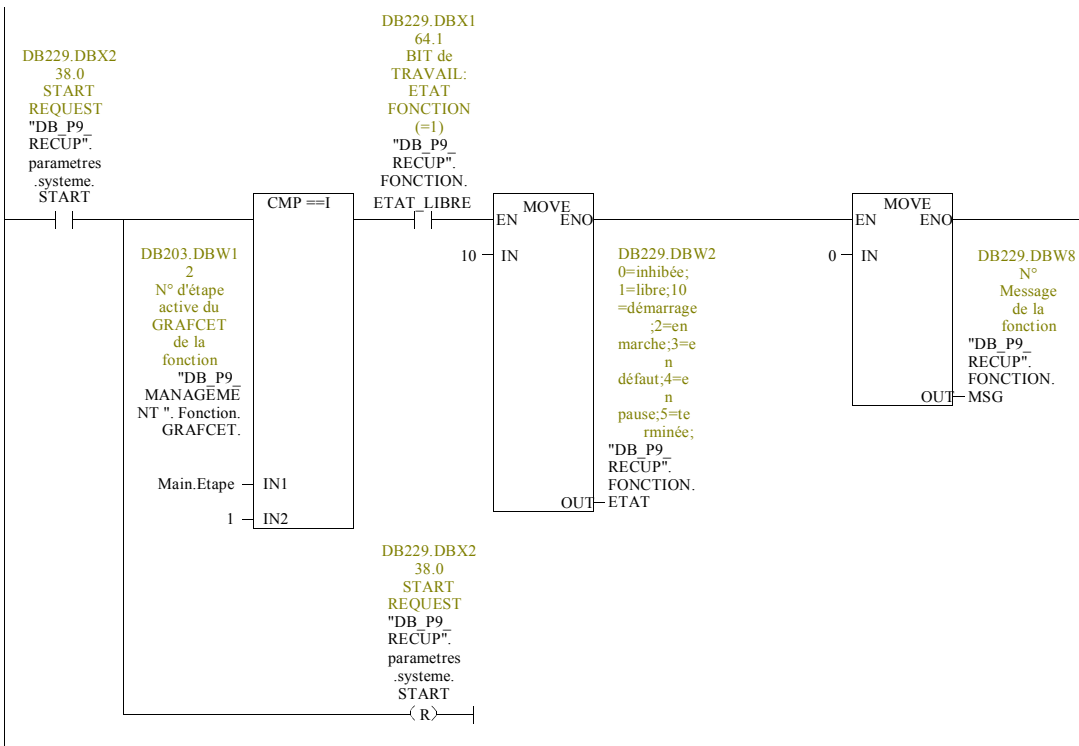
Réseau : 2
 FONCTION INIT



Réseau : 6 Redémarrage suite défaut de la fonction

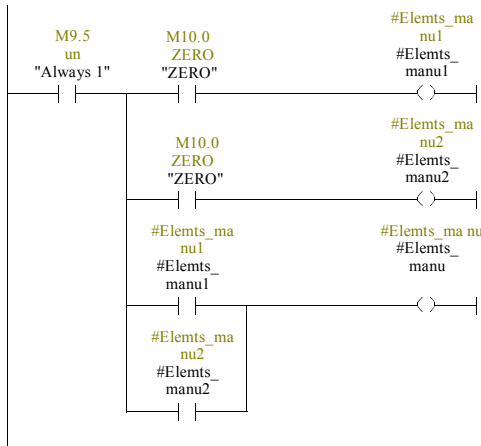


Réseau : 7 démarrage Fonction



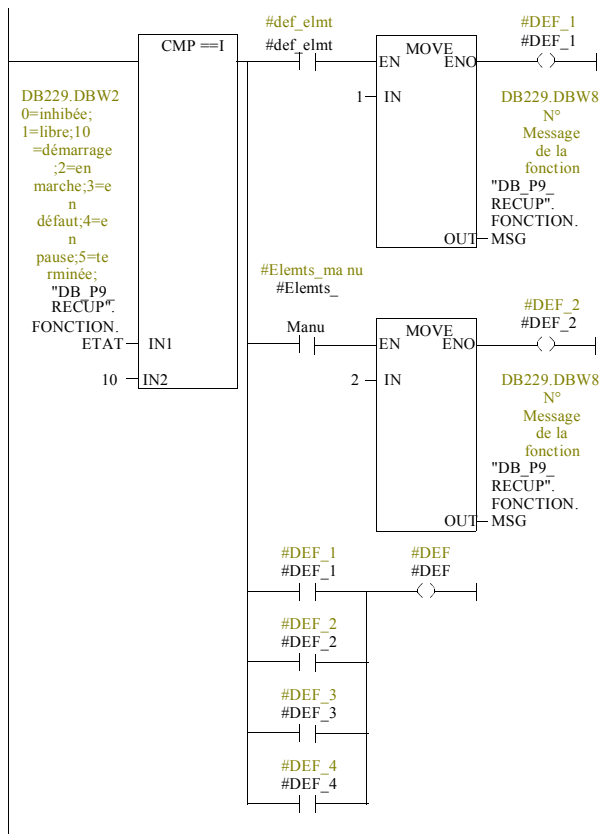
Réseau : 8 Eléments en Manuel en commun

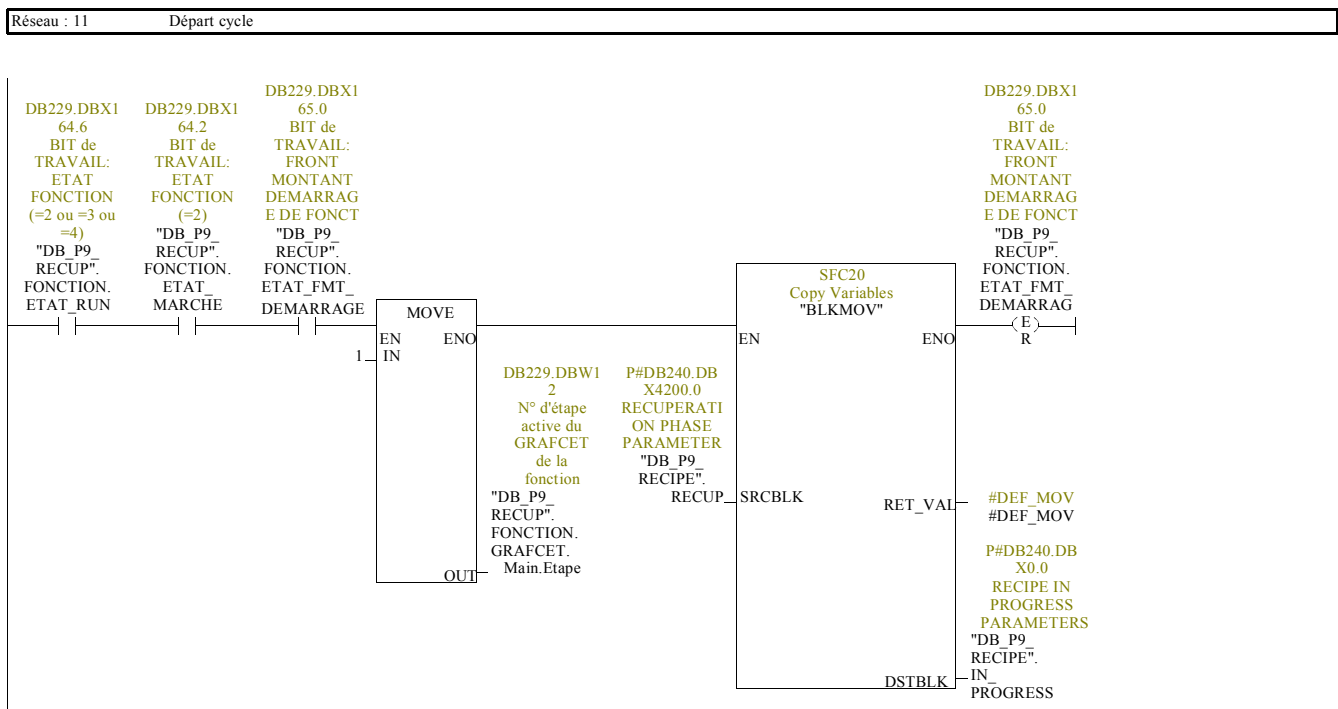
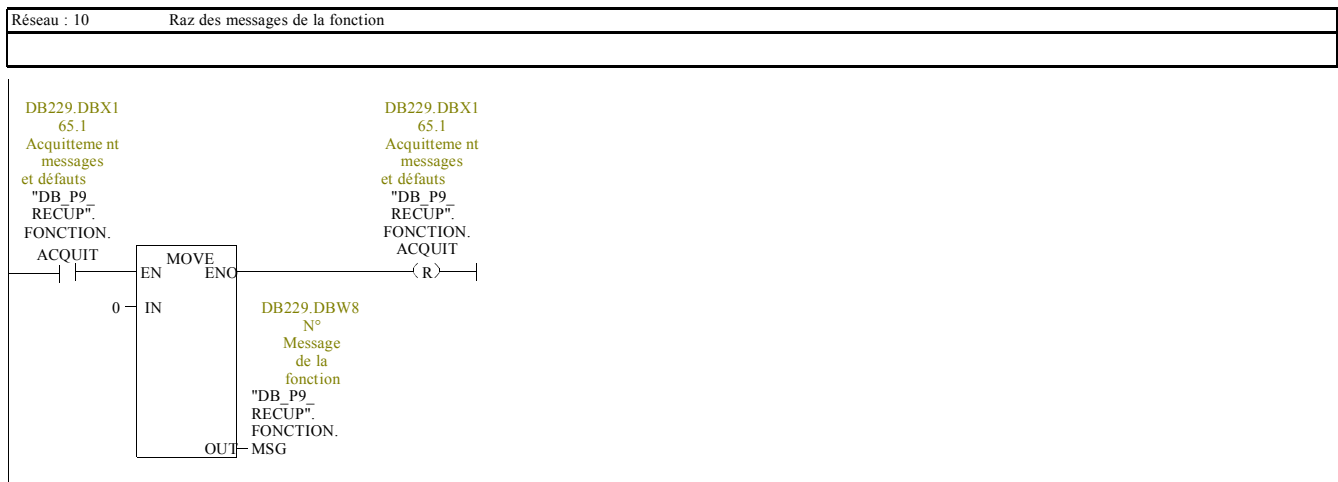
Test des éléments en mode Manuel



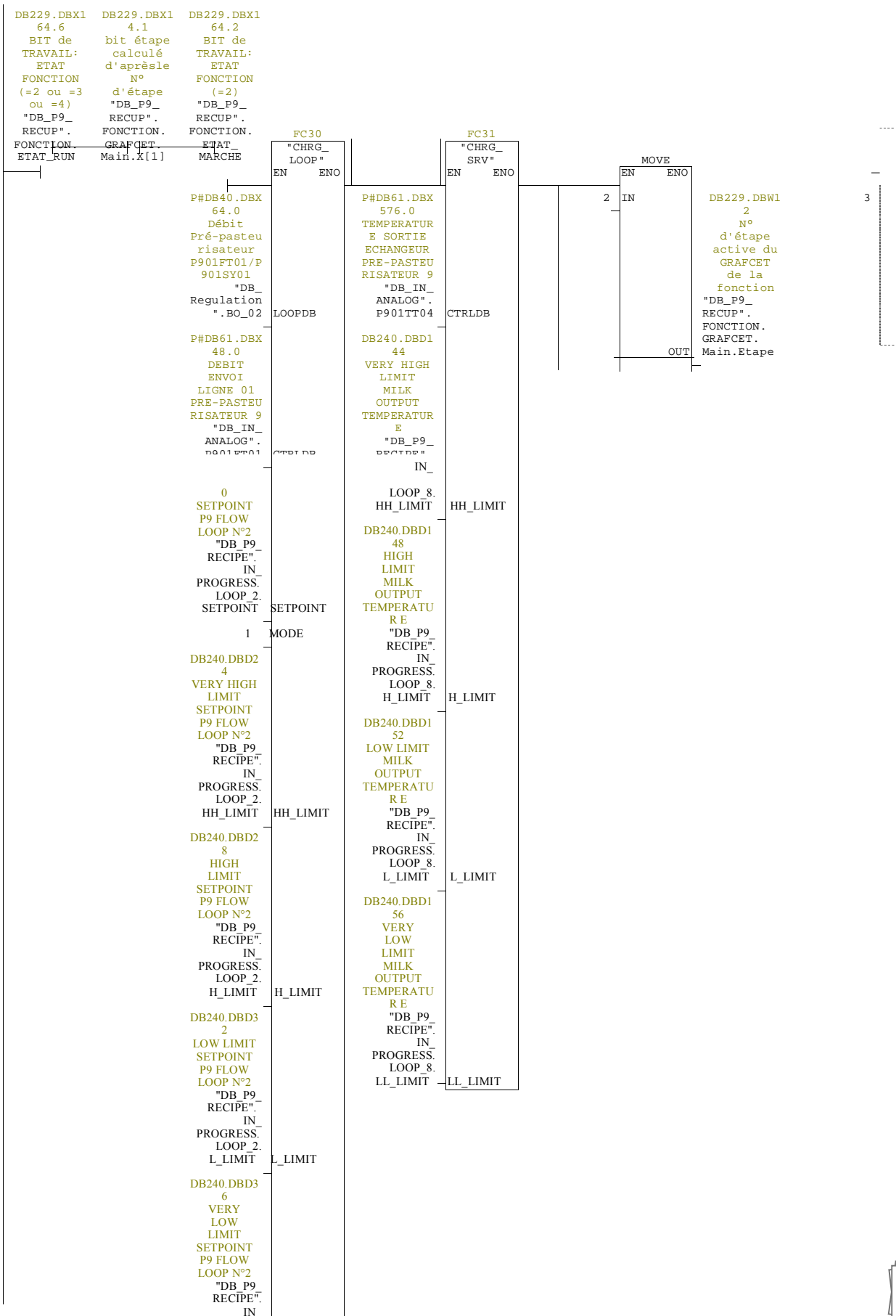
Réseau : 9 Conditions de démarrage Fonction

CONDITIONS INITIALES DE LA FCT:
 1 : Au moins 1 élément en défaut
 2 : Au moins 1 élément en manuelle
 3 : Arrêt d'urgence





Réseau : 12	SEQUENCE 1
-------------	------------

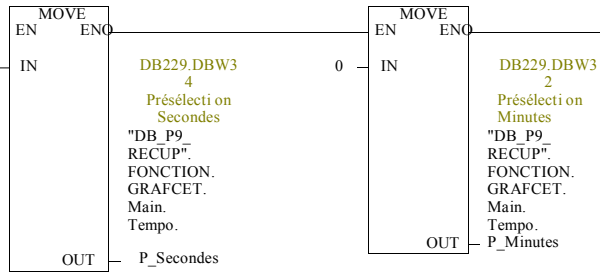


12.A

|

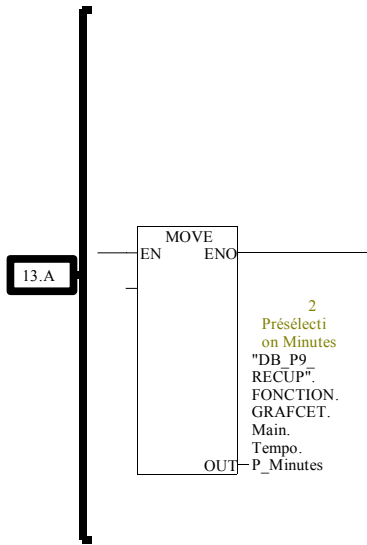
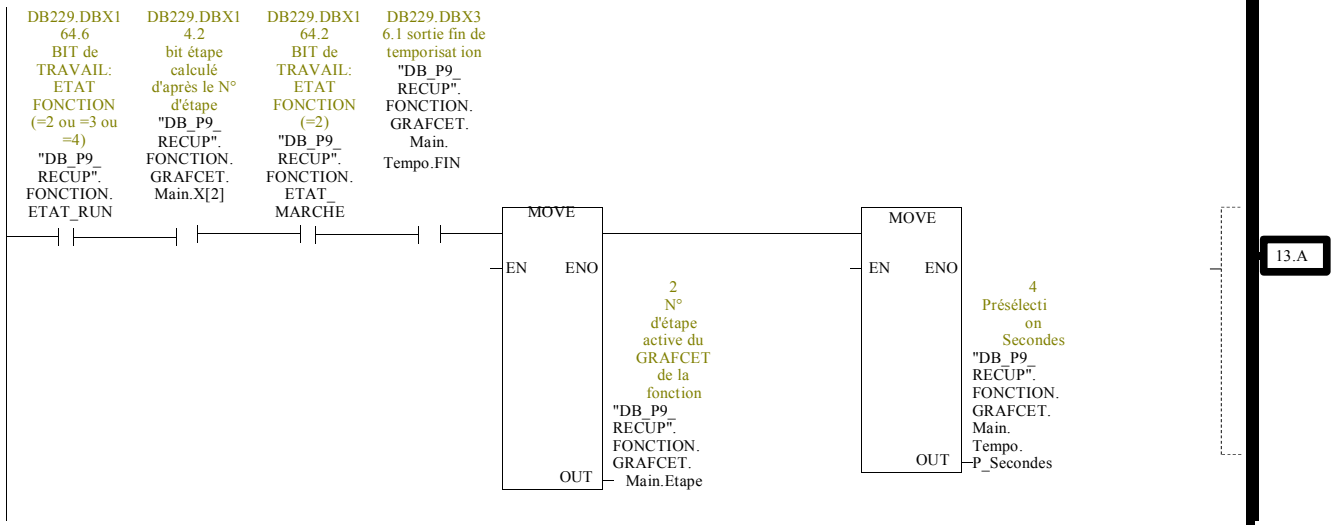
PROGRESS.
LOOP_2.
LL_LIMIT

12.B

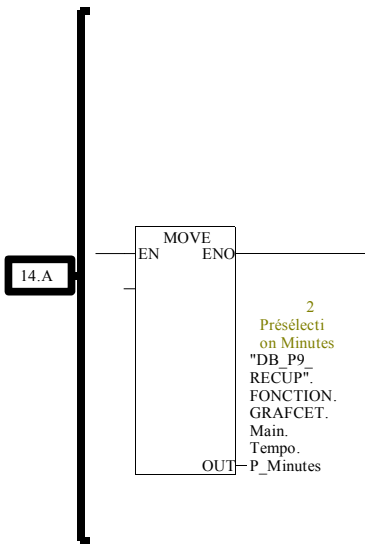
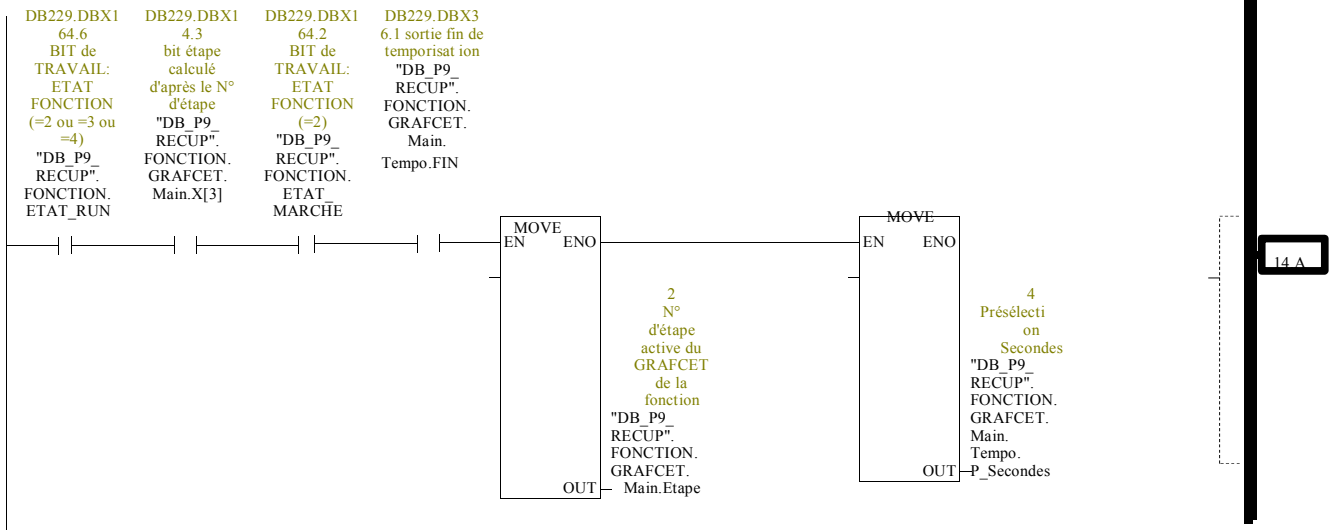


12.A

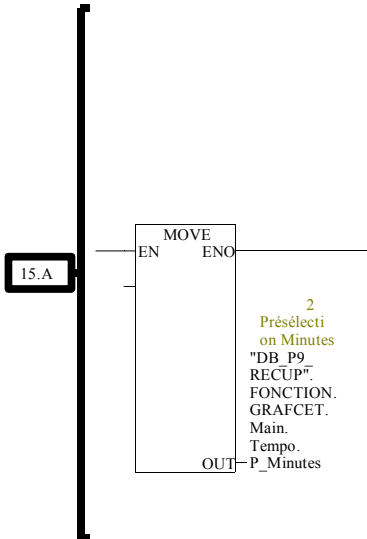
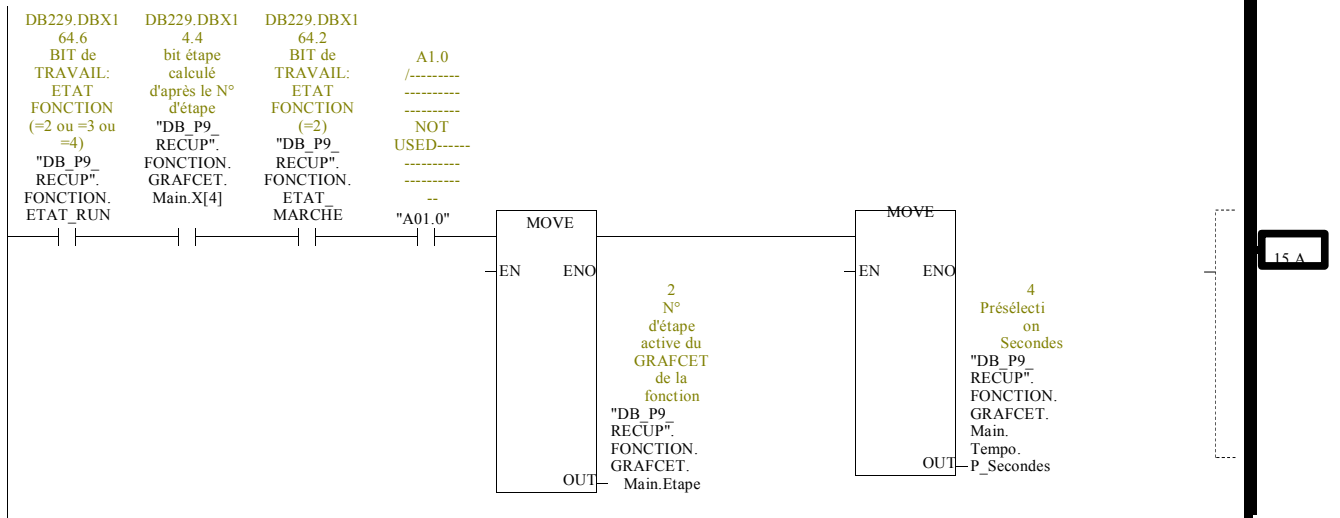
Réseau : 13 SEQUENCE 2



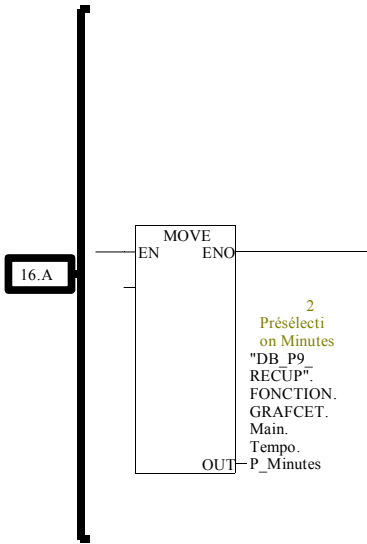
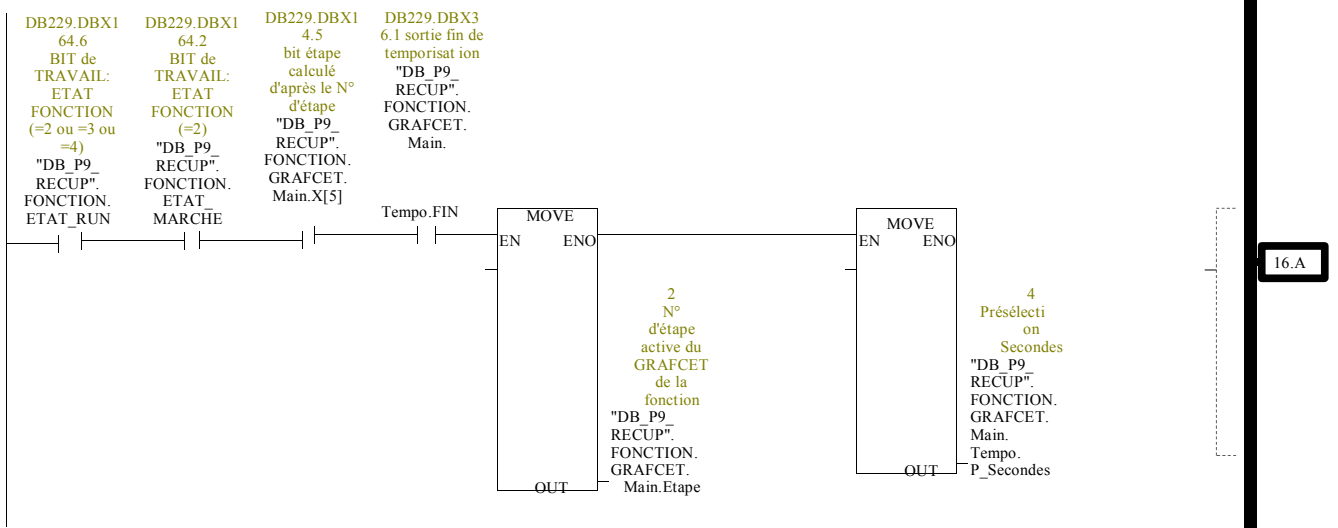
Réseau : 14 SEQUENCE 3



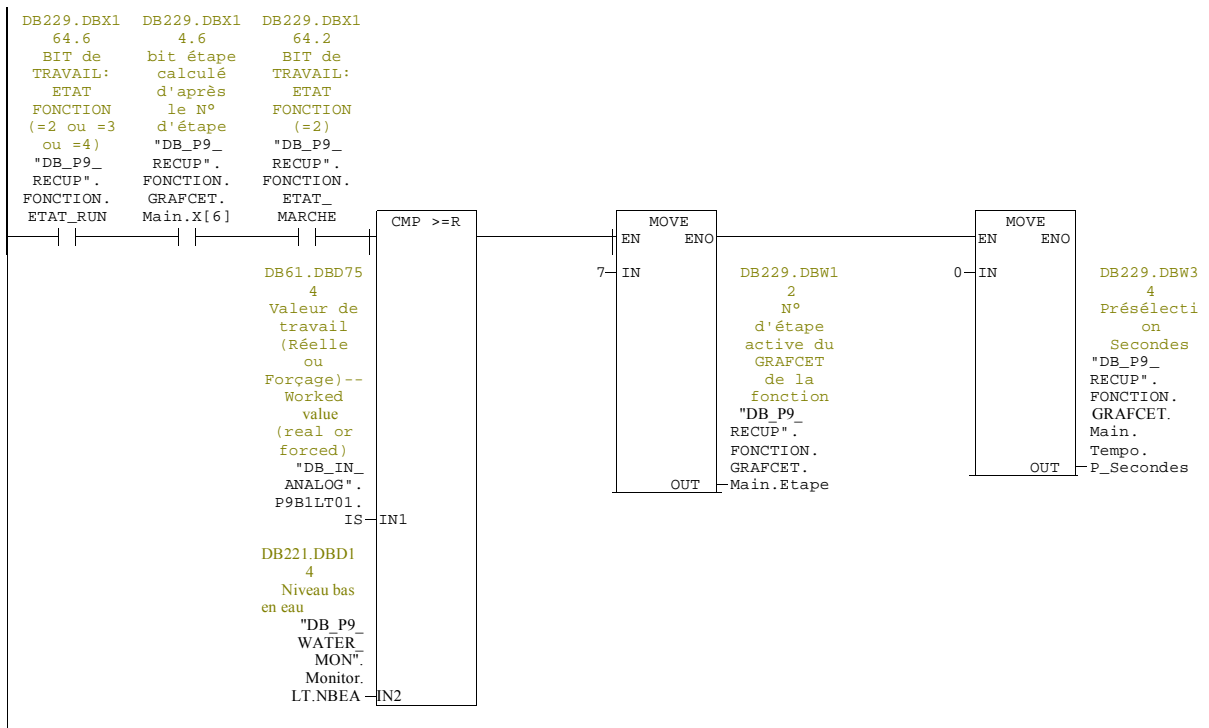
Réseau : 15 SEQUENCE 4



Réseau : 16 SEQUENCE 8

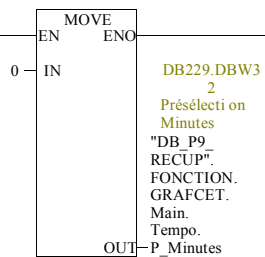


Réseau : 17

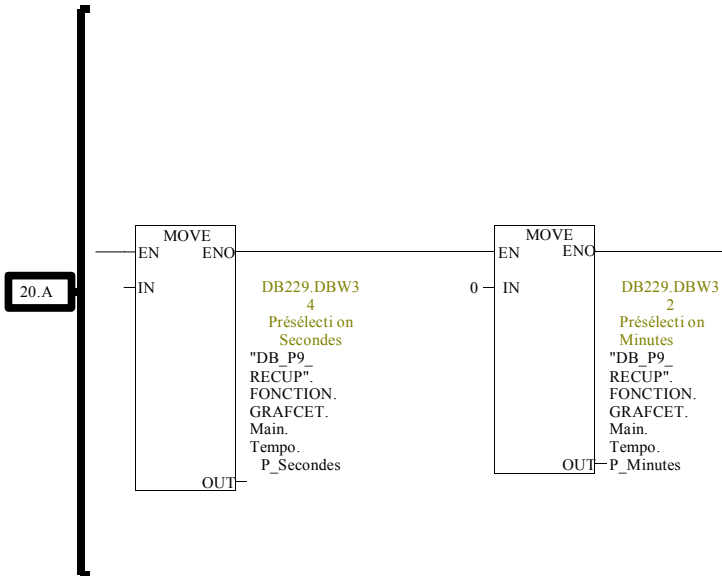
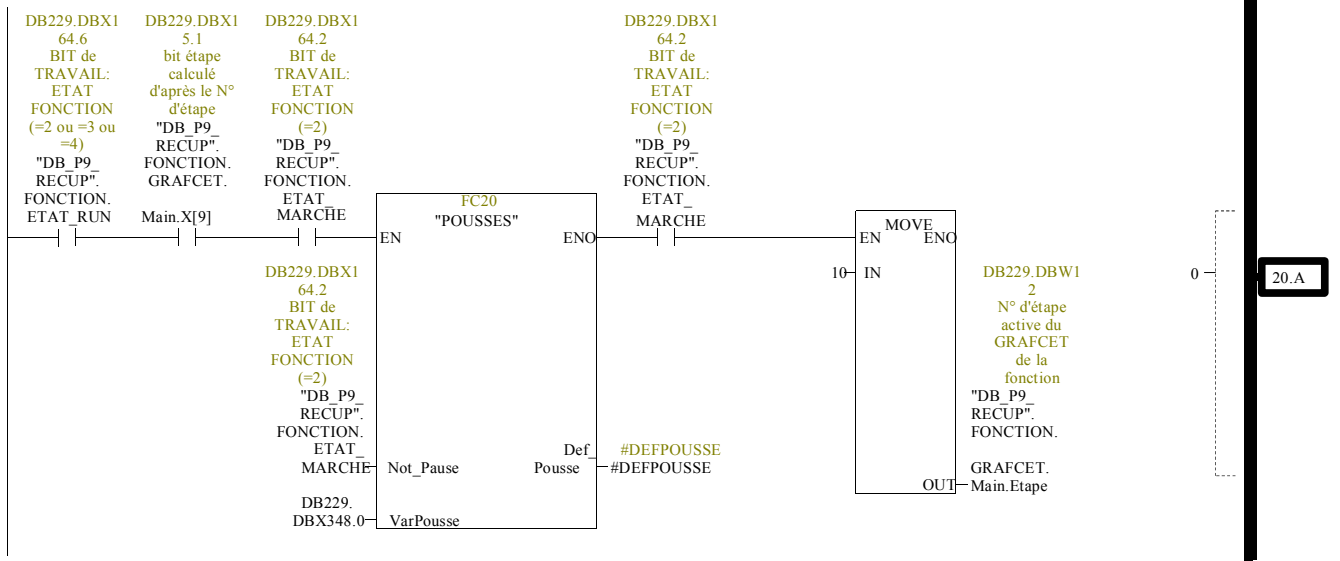


17.A

17.A



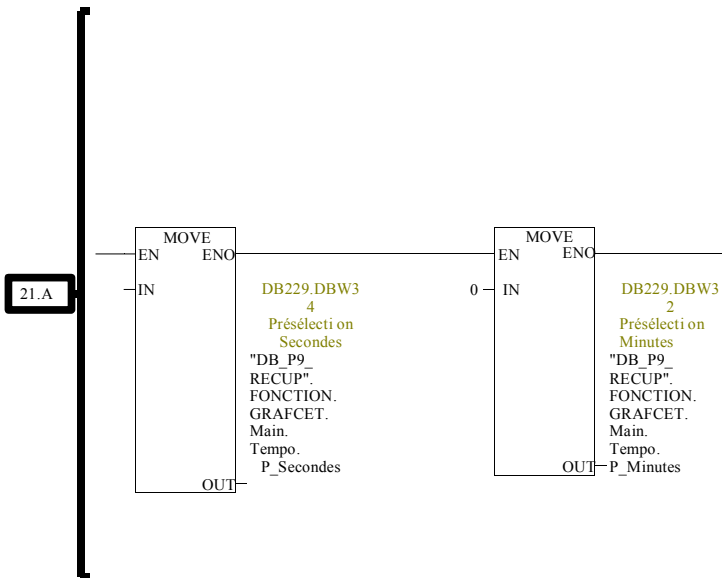
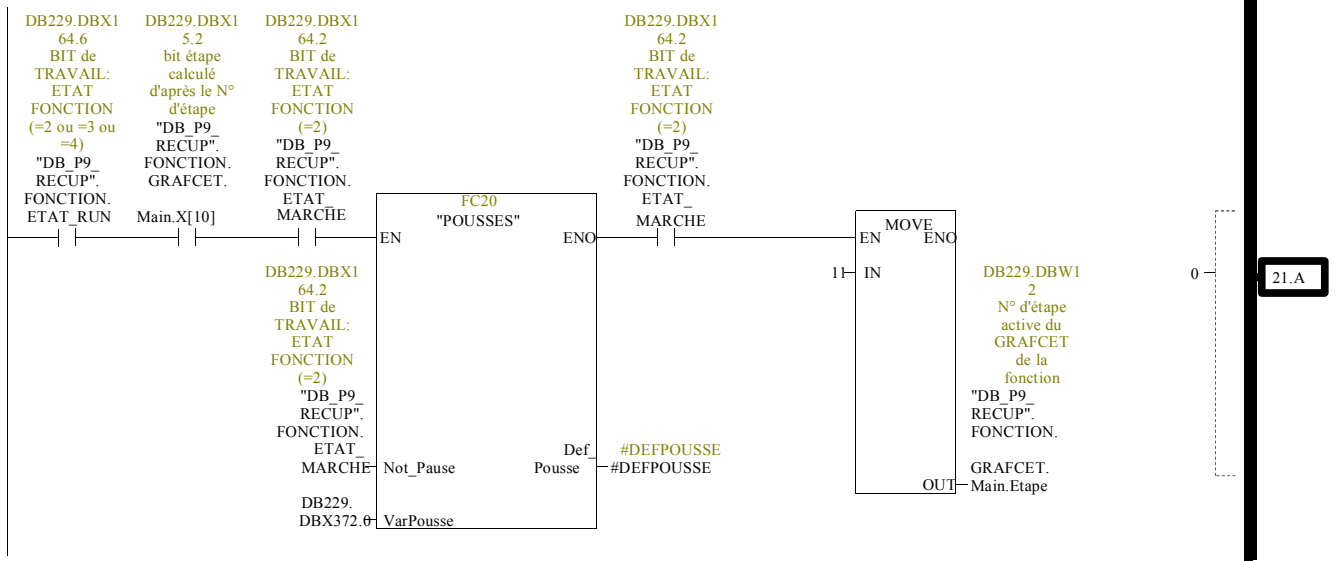
Réseau : 20



20.A

20.A

Réseau : 21



1. Introduction

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation.

Une fois le pupitre mis sous réseau, il permet :

- De visualiser l'état des machines (pompes, vannes), capteurs (pression, niveau).
- D'afficher les alarmes.
- D'agir sur la partie opérative

II. Présentation du logiciel Win CC flexible 2008

Win CC flexible 2008 est l'Interface Homme-Machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction des installations et de machines. De par sa conception générale. Win CC Flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au multi panel, ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les solutions monoposte basées sur un PC et tournant sous Windows XP/Vista.

Les projets peuvent être portés sans conversion et sont exécutables sur diverses plateformes IHM. Grâce à des logiciels et à des projets multilingues, le Win CC Flexible peut être utilisé dans le monde entier.

Win CC Flexible comprend des outils d'ingénierie innovants pour la configuration cohérente de tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI. Il apporte une efficacité de configuration maximale : des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs d'affichage réutilisables, des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues.

III. Définition de la supervision industrielle

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme/machine. Elle présente beaucoup d'avantages pour le processus industriel de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle. Elle permet grâce à des synoptiques préalable, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

La supervision consiste en de nombreuses fonctions :

- Elle répond à des besoins nécessitant en générale une puissance de traitement importante.
- Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et des tâches telles que la synchronisation.
- Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

- Elle surveille les procédés industriels à distance.
- Elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre grâce au logiciel Win CC Flexible.

IV. constitution d'un système de supervision

Un système de supervision est généralement composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automate). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données. Ainsi que la communication avec d'autres périphériques.

- **Module de visualisation (affichage) :**

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition de l'opérateur toutes les informations nécessaires à l'évolution du procédé.

- **Module d'archivage :**

Son rôle est de mémoriser les données (alarmes et événements) pendant une longue période. Il permet l'exploitation des données pour les applications spécifiées à des fins de maintenance ou de gestion de production

- **Module de traitement :**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

- **Module de communication :**

Il assure l'acquisition et le transfert des données. Il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques. Il donne la possibilité de :

- De modifier la configuration même après la mise en vente.
- D'avoir la comptabilité avec le réseau internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance).

- **Étapes de mise en œuvre**

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut prendre préalablement connaissance des éléments de l'installation ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé.

Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide du logiciel Win CC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS [3].

V. Les vues du projet

L'application WinCC que nous avons élaboré renferme toutes les vues contenant tous les éléments de notre système (l'accueil, les phases et pupitre de commande).

V.1 . vue d'accueil



V.2. Vue du pre-pasteurisateur

Cette vue nous permet de démarrer notre séquence de récupération ou d'accéder directement à la vue du TLF ou du TLC.

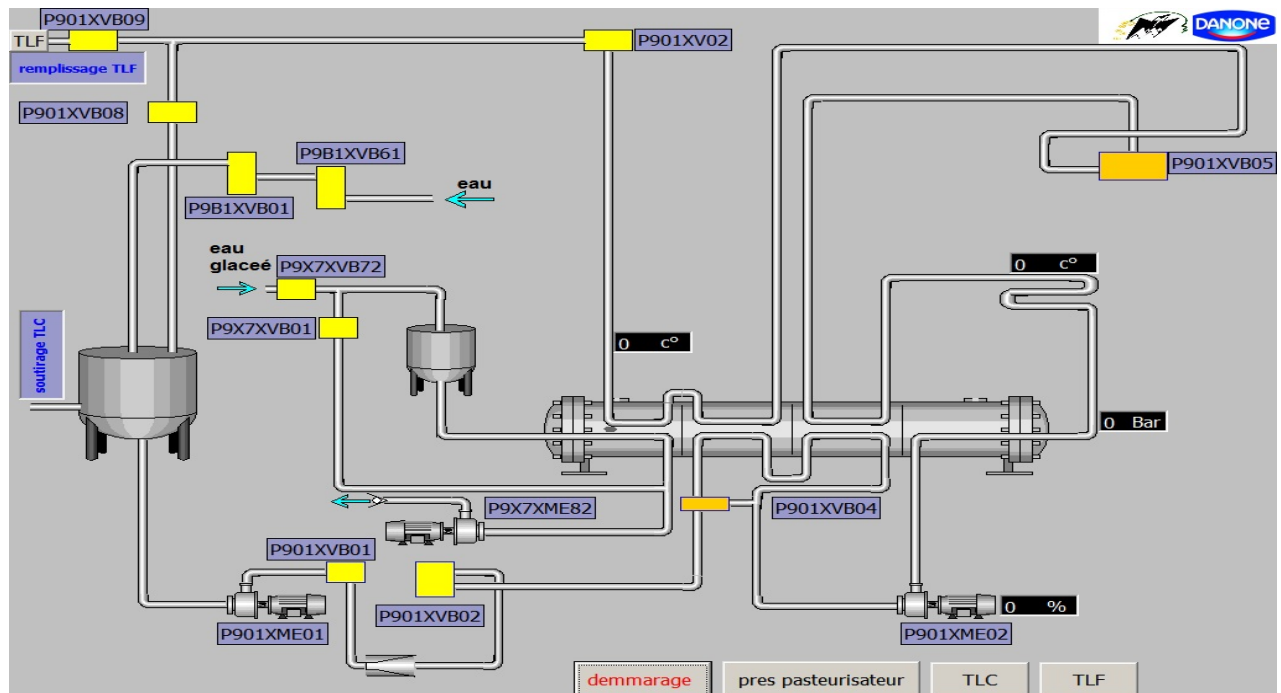


Figure 26 : vu du pré-pasteurisateur

V.3. Vu du TLC

Dans cette vue se trouve les Tanks TLC et différents boutons : pour accéder à la vue d'accueil, pour accéder au différentes vues de phases.

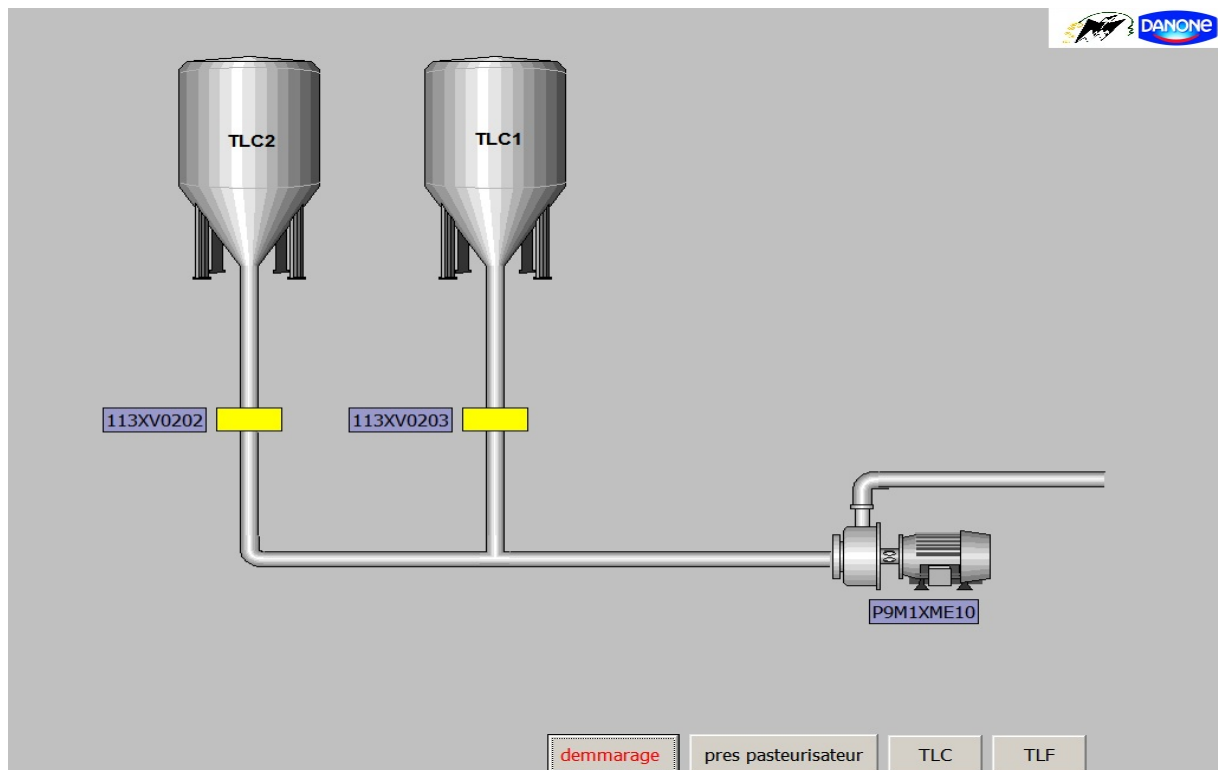


Figure 27 : vu du TLC

V.4. Vu du TLF

Dans cette phase se trouve les différentes actions qui sont réalisé dans cette phase et possède un bouton pour revenir à l'accueil ou à la vue du TLC.

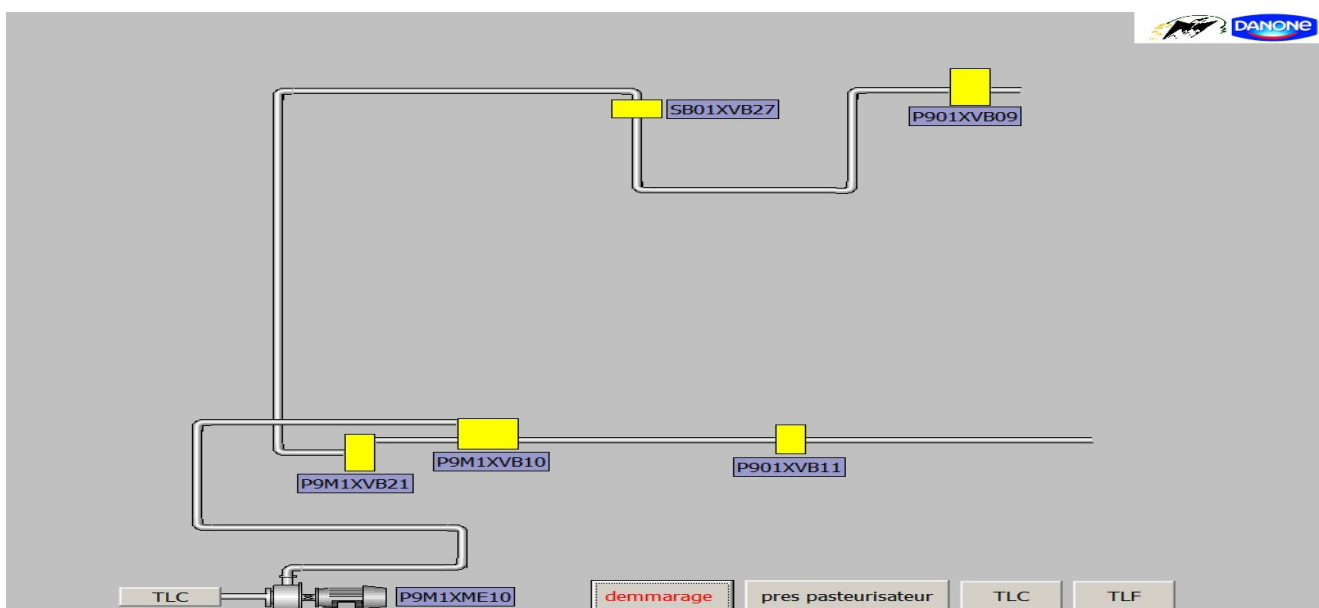


Figure 28 : vu du TLF

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie, puis nous avons élaboré sous le logiciel Win CC Flexible les écrans permettant de suivre le fonctionnement de la fonction de récupération.

Conclusion générale

Notre stage de fin d'étude au sein de DANONE Djurdjura, nous a permis de travailler sur l'automatisation et la supervision de la récupération du lait d'un pré pasteurisateur.

Pour atteindre les objectifs fixés par le cahier des charges, nous avons adopté une démarche constituée de trois étapes : dans la première étape nous avons fait une étude technique qui nous a permis de comprendre l'environnement de travail et de nous familiariser avec le logiciel de programmation. Dans la deuxième étape, nous avons choisi les composants nécessaires à la réalisation de notre travail. Dans la troisième étape, nous avons travaillé sur l'automatisation et le pilotage du projet.

Au terme de ce stage, nous pouvons qu'être satisfaits, puisque ce dernier a constitué une opportunité pour exploiter le savoir acquis durant les années de formation, et mettre en pratique plusieurs principes en ingénierie des systèmes automatisés afin de relever les contraintes et les exigences du milieu industriel.

Notre travail répond aux besoins de la société afin de minimiser l'intervention humaine et économiser la matière première, d'où l'intérêt accordé à ce projet qui sera soumis à l'administration pour approbation.

Par ailleurs, nous avons tiré grand bénéfice de ce stage puisqu'il a constitué aussi une expérience professionnelle très riche et fructueuse aussi bien sur le plan technique que sur le plan relationnel.

Bibliographie

1. **E.Rouland, 2012**, GSI, M1, Echangeur tubulaire, AREELIS technologie, Université de Rouen, France.
2. **BERRAKI HANIFA, 138-2014**, présentation de l'organisme d'accueil, thèse de master of science du CIHEAMIAMM, étude de la chaîne logistique de l'entreprise Danone Djurdjura, Algérie.
3. **J. LAMROUS et O.BOUHINI, 2015**, plateforme de supervision, thèse de master 2 en Automatique, Commande et supervision d'une pompe d'alimentation de la chaudière de la centrale thermique de Cap-Djinet.
4. **A.BSATA, 8^{ème} ED**, Instrumentation et Automation dans le contrôle des procédés.
5. Les pompe centrifuge, site Internet : www.spxflow.com
6. Echangeur à plaque, site Internet : www.thermofin.net
7. Les vannes de régulation, site Internet : instrumentation CIRA
8. Micromaster 440, site Internet : www.siemens.de/micromaster
9. Cerabar PMP51, site Internet : www.fr.endress.com.
10. Promag 50H, site Internet : www.fr.endress.com.
11. Liquicap FMI51, site Internet : www.fr.endress.com.
12. sonde à résistance de précision PT100, site Internet : www.jumo.net
13. telemecanique, XDOC5011FR.
14. Différentes tanks utilisées dans le pré pasteurisateur, site Internet : www.spxflow.com
15. ,siemens Information et formation Automation & Drives, site internet : www.ad.siemens.de/training
16. **technique d'ingénieur** : articles relatifs aux pompes centrifuges