

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Abderrahmane Mira de Bejaïa
Faculté de Technologie
Département ATE

Mémoire de fin d'études

En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Automatique

Thème

Etude et simulation d'un API S7-300 et
Programmation d'une centrifugeuse
discontinue

Réalisé par :

MADI Wahab

IAICHOUCHEN Ahmed

Membres du jury :

Mme: MEZZAH.S

Mme: IJEDAREN

Promoteur: Mr LEHOUC.H

Encadreur: Mr MEGRI.S

Promotion 2017

Remerciements

Nous remercions Dieu Tout Puissant, qui est à la source de toute réussite.

Nos chaleureux remerciements vont à notre promoteur Mr LEHOUCHE Hocine, pour sa disponibilité, sa grande patience, ses conseils et ses encouragements qui nous ont orientés durant la réalisation de ce modeste travail.

Ainsi, nous remercions vivement Mr. MEGRI Samir notre encadreur au sein de groupe CEVITAL Bejaia, d' avoir mis à notre disposition tous les moyens pour le bon déroulement de notre stage.

Nous remercions également les membres de jury qui ont bien voulu accepter d'évaluer notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce présent travail à mes grands parents;

A mes parents ;

A mon frère et mes sœurs ;

A toute la famille;

A tous mes amis;

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour

la réalisation de ce modeste travail.

Ahmed.

Dédicaces

J'ai le plaisir de dédier ce travail à :

La mémoire de mon frère HAKIM, à toi mon parrain qui m'a indiqué la ligne droite de la réussite que dieu t'accueille dans son vaste paradis

Et Celle qui m'a donné tout sans rien en retour, la plus chère personne

Ma tendre mère

Celui qui a toujours garni mes chemins avec force et lumière, celui qui a combattu toute sa vie pour me procurer tout ce dont j'avais besoin

Mon très cher père

Mes chères frères sœurs, mokhtar, feroudja, amar, akala, hassina, douha mes neveux et nièces khali doudine nadjim papis zobir khali belkacem rebi yerahmo pour le soutien et l'encouragement qu'ils m'ont offert, l'occasion m'est enfin donnée de vous exprimer mon attachement le plus profond, les mots ne sauraient traduire avec exactitude mon affection à votre égard.... Je vous souhaite tout le bonheur du monde

A ma très chère équipe CSA ' ' cellule N 6 ,

A mes amis fares my friend cicin yacine maroki doudin gamil khali ahmed lhans zinou ami zahi pahpaha fares twil dykhia samiha khaled kerkour rahim karim banji poukai nawfel

A mon très cher amie Nadine qui occupe une énorme place dans mon cœur

En fin, à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu

Et

A Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

Wahab

SOMMAIRE

Juillet

SOMMAIRE

2017

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I

I.1- Introduction	2
I.2-Définition d'un système automatisé	2
I.3- Structure générale d'un système automatisé	2
I.3.1. Chaîne fonctionnelle	2
I.3.2. Chaîne d'action	3
I.3.3. Chaîne d'acquisition	3
I.4-Organisation d'un système automatisé	3
I.4.1. La Partie Commande	4
I.4.2. La partie opérative	5
I.4.3. La Partie contrôle et commande	6
I.5-Différentes techniques de traitement de données	6
I.5.1. La logique câblée	7
I.5.2. La logique programmée	7
I.6- Avantages de l'automatisation.....	7
I.7- Inconvénients de l'automatisation	7
I.8-Conclusion	8

Chapitre II

II.1- Introduction	9
II.2- Présentation de l'automate	9
II.3-Structure interne des automates programmables	10
II.3.1-L'unité centrale	10
Le processeur.....	10
La mémoire	11
II.3.2- Le module d'entrées	11
Les cartes d'entrées logiques.....	12
Les cartes d'entrées analogiques	12
II.3.3- Le module de sorties	12
Les cartes de sorties logiques	12
Les cartes de sortie analogiques	12
II.3.4- Le module d'alimentation	13
II.3.5- Le module de communication	13
Les consoles	13

Sommaire

Les boîtiers de tests	13
II.3.6- Les interfaces d'entrées/sorties	14
Interfaces d'entrées	14
Fonctionnement de l'interface d'entrée	14
Interfaces de sorties	15
Fonctionnement de l'interface de sortie.....	15
II. 4- choix d'un automate	15
II.5-Présentation du S7-300	16
II.5.1-Les module de S7-300	17
II.5.1.1- Module d'alimentation (PS)	17
II.5.1.2-L'unité centrale (CPU)	18
Programme utilisateur	18
Système d'exploitation	18
II.5.1.3-Module de couplage (IM)	18
II.5.1.4-Module des signaux (SM)	19
II.5.1.5-Module de fonction (FM)	19
II.5.1.6-Module de communication (CP)	19
II.5.1.7-Module de simulation	19
II.6- Le GRAFCET	19
II.6.1-Définition	19
II.6.2-Principe.....	20
II.7-Le GEMMA	22
Famille F : Procédures de fonctionnement.....	22
Famille A : Procédures d'arrêts	22
Famille D : Procédures en défaillance.....	22
II.8-Présentation du logiciel de programmation STEP 7	23
II.8.1- Définition du STEP 7	23
II.8.2-Programmation	23
II.8.3-Déroulement du programme	23
II.8.4-Eléments d'un programme utilisateur.....	23
Blocs d'organisation (OB).....	23
Blocs fonctionnels (FB)	24
Fonctions (FC).....	24
Blocs de données (DB).....	24
Fonctions système (SFC) et blocs fonctionnels système (SFB).....	24
II.9-Les langages de programmation	25
II.9.1- Langage CONT	25

Sommaire

II.9.2- Langage LOG.....	25
II.9.3-Langage LIST.....	26
II.9.4- Passage d'un langage de programmation à un autre	26
II.10-Création du projet.....	26
II.11- Insertion du programme S7	27
II.11.1-Configuration matérielle	27
II.11.2-Création de la table des mnémoniques	31
II.13.. Fenêtres de S7-PLCSIM	33
II.14- Généralités sur la supervision	34
Définition	34
Avantages de la supervision.....	34
Présentation du logiciel de supervision.....	34
II.15-Aperçu sur le logiciel WinCC Flexible.....	34
Introduction.....	34
Représentation du processus	35
Commande du processus.....	35
Vue des alarmes	35
Archivage de valeurs processus et alarmes	35
Documentation de valeurs processus et d'alarmes.....	35
Gestion des paramètres de processus et de machine	35
2.Définition SIMATIC HMI	35
3. Utilisations de SIMATIC WinCC flexible.....	35
II.16- Présentation du système WinCC flexible.....	36
Eléments de WinCC flexible.....	36
Conclusion	38

Chapitre III

III.1. Introduction	39
III.2. Présentation de la raffinerie du sucre (CEVITAL)	39
III.2.1. Procédé de fabrication du sucre	39
III.2.2. Schéma des déverses étapes de raffinage	40
III.2.3. Cristallisation haute pureté (section 6)	40
III.3. Turbines discontinues (centrifugeuses).....	42
III.3.1. Positionnement des turbines dans le processus de raffinage de sucre.....	42
III.3.2. Descriptions des turbines	42

Sommaire

III.3.3. Description général des éléments constitutifs de la turbine discontinue (centrifugeuse du sucre)	43
Panier avec moyeu et arbre	44
Palier avec accouplement et frein à disque	44
Cuve de la turbine avec charpente de support.....	44
Séparateur des égouts	45
Obturateur ou vanne de font	45
Déchargeur	45
Dispositif de clairçage	45
Le moteur	45
Variateur de vitesse (configuration de variateur, voire annexe 1)	46
Contrôle de chargement automatique.....	46
Alimentation en masse cuite	47
Conduites d'alimentation	47
Dispositifs de surveillance	47
III.3.4. Procédé de fonctionnement (cycle d'une turbine)	47
Chargement	47
Accélération	47
Clairçage à vapeur.....	47
Clairçage d'eau	48
Essorage final	48
Décélération	48
Déchargement.....	48
Lavage écran et préparation au chargement	48
III.3.5. Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue	48
III.3.6. Procédure de démarrage / arrêt de la turbine	49
III.3.6.1. Démarrage de la turbine	49
III.3.6.2. L'arrêt de la turbine	50
III.3.6.3. Procédure de démarrage dans les cas particulier	50
En cas de balourd	50
III.3.6.4. Les taches quotidiennes	50
III.4. Le GRAFCET de fonctionnement normal	50
Macro-étape M2	51
macro-étape M6.....	51
Macro-étape M5	52
III.5. Le GEMMA	53
III.5.1. Le GRAFCET en fonctionnement normal	53

Sommaire

III.5.2. Le GEMMA en fonctionnement normal	53
III.5.3. Le GRAFCET d'arrêt d'urgence	54
GREFCET d'arrêt d'urgence pour la macro-étape M2.....	54
GRAFCET d'arrêt d'urgence pour la macro-étape M5	55
GREFCET d'arrêt d'urgence pour la macro-étape M6.....	56
III.5.4. Le GEMMA d'arrêt d'urgence	56
III.5.5. Le GRAFCET de cycle manuel	57
III.5.6. Le GEMMA de cycle manuel	57
III.5.7. Le GRAFCET de cycle automatique	57
III.5.8. Le GEMMA de cycle automatique	58
III.5.9. Initialisation automatique de la partie opérative	58
III.6. Simulation	59
Conclusion générale:	64

LISTE DES FIGURES

Juillet

LISTE DES FIGURES

2017

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Schéma de la chaîne fonctionnelle	2
Figure I.2 : Schéma de la chaîne d'action	3
Figure I.3 : Schéma de la chaîne d'acquisition	3
Figure I.4 : Schéma d'organisation d'un système automatisé.....	4
Figure II.1 : structure interne d'un API.....	10
Figure II.2 : Exemple de circuit électronique de l'interface d'entrée	14
Figure II.3 : Exemple de circuit électronique de l'interface de sortie.....	15
Figure II-4 API S7-300	16
Figure II.5 : automate modulaire SIEMENS.....	17
Figure II.7 : Le GRAFCET en général.....	22
Figure II.8 : Schéma de GEMMA	22
Figure II.9 : Eléments d'un programme utilisateur.....	24
Figure II.10 : Assistant de STEP7	27
Figure II.11 : Configuration matérielle	28
Figure II.12 : Transposition d'une configuration réelle	29
Figure II.13 : Vue des composants d'un projet S7	29
Figure II.14 : Fenêtre de programmation de l'OB1	30
Figure II.15 : Table des mnémoniques.....	31
Figure II.16 : Simulateur S7-PLCSIM.	32
Figure II.17: Environnement de travail de WinCC flexible.....	36
Figure III.1 : Schéma des diverses étapes de raffinage	40
Figure III.2 : Schéma d'implantation des équipements.....	41
Figure III.3 : Schéma de positionnement des centrifugeuses.....	42
Figure III.4 : Différents éléments de la centrifugeuse.....	43
Figure III.5 : Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue.....	48
Figure III.6 : Schéma du GRAFCET fonctionnement normal	50
Figure III.7 : Schéma du GRAFCET de la macro-étape M2.....	51
Figure III.8 : Schéma du GRAFCET de la macro-étape M6.....	51
Figure III.9 : Schéma du GRAFCET de la macro-étape M5.....	52
Figure III.10 : Schéma du GRAFCET de GEMMA en fonctionnement normal	53
Figure III.11 : Schéma du GEMMA en fonctionnement normal	53
Figure III.12 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence.....	54
Figure III.13 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence M2	54
Figure III.14 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence M5	55
Figure III.15 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence M6	56
Figure III.16 : Schéma du GEMMA d'arrêt d'urgence.....	56
Figure III.17 : Schéma du GRAFCET de cycle manuel	56
Figure III.18 : Schéma du GEMMA de cycle manuel	57
Figure III.19 : Schéma du GRAFCET de cycle automatique.....	57
Figure III.20 : Schéma du GEMMA de cycle automatique	58
Figure III.21 : Schéma du GRAFCET de l'initialisation automatique de la partie opérative	58

INTRODUCTION GENERALE

Juillet

INTRODUCTION GENERALE

2017

INTRODUCTION GENERALE

Dans le monde industriel où la compétitivité est un facteur essentiel de survie de l'entreprise, l'automatisation est une nécessité. En rencontre des systèmes dont le but est de contrôle des procédés physiques. Leur complexité peut être liée à diverses sources, comme la connexion avec un environnement naturellement dynamique et lui même complexe, ce qui peut se manifester par un nombre élevé des capteurs dont il faut tenir compte, et d'actionneurs fournissant des commandes. Ce que à amené les responsables d'entreprises à recourir à l'automatisation pour rendre leurs produits plus compétitifs. Pour être acceptée au mieux, cette automatisation doit introduire une réduction des coûts globaux du produit fabriqué et doit faciliter les tâches.

Les premiers contrôleurs logiques fonction par relais électromagnétiques et pneumatique (logique câblée), plus tard, par circuit électronique.

Pour la résolution de nombreux problèmes de commande, le choix s'oriente de plus en plus vers les automates programmables industriels (API). Il s'agit d'ailleurs, non seulement d'une question de prix, mais d'avantage de gain de temps, de souplesse accrue dans les manipulations, de hautes fiabilités, de localisation et d'élimination rapide des aléas. En effet, l'utilisation des d'automates programmables industriels permettent de plus en plus des automatisations flexibles et évolutives, adaptées au marché. Ces systèmes de commande, à l'origine, réservés à des applications exigeant des volumes de traitements importants, sont maintenant opérationnels pour des automatismes plus petits.

Notre travail est organisé en trois chapitres, suivi d'une conclusion.

- ✓ Le premier chapitre est réservé à l'étude et l'organisation des systèmes automatisés.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des automates programmables industriels, il introduit l'architecture de ces équipements et développe les différents langages de programmations ainsi que le GRAFCET et le GEMMA. Il introduit l'automate programmable industriel SIEMENS S7-300 ainsi que la méthodologie de simulation pour une maîtrise de logiciel STEP7, dont on a élaboré celui de SIMATIC S7 300 comme le langage de programmation.
- ✓ Le troisième chapitre on va simuler l'automate programmable industriel SIEMENS S7-300 avec une application réel, qu'on a apporté dans la raffinerie du sucre au niveau de complexe agroalimentaire (CEVITAL,S.p.a) à Bejaia durant le stage pratique, cette application est une centrifugeuse de raffinage du sucre (turbine discontinue) qui sert à séparé le sucre et l'eau mère (égouts), notre simulation elle sera faite avec le simulateur PLC-SIM.

Généralités sur les Systèmes Automatisés

Juillet

Chapitre I

2017

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES SYSTEMES AUTOMATISES

I.1- Introduction:

Un automatisme est généralement conçu pour commander une machine ou un groupe de machines. On appelle cette machine la 'partie opérative' du processus, alors que l'ensemble des composants d'automatisme fournissant des informations qui servent à piloter cette partie opérative est appelé 'partie commande'.

I.2-Définition d'un système automatisé [1] :

Un système technique automatisé est un ensemble de constituants conçu pour effectuer un certain nombre de tâches. Le processus est l'ensemble ordonné des tâches effectuées par le système.

On appelle tâche un ensemble d'opérations regroupées selon un critère fonctionnel. Chaque tâche confère une partie de la valeur ajoutée à la matière d'œuvre.

Au cours du processus, le système agit sur une (ou plusieurs) matière d'œuvre : il lui confère ainsi une valeur ajoutée.

Toute l'énergie nécessaire à la transformation du produit est fournie par une source extérieure; le constituant automate dirige la succession des opérations. L'homme surveille le système et peut dialoguer avec lui par l'intermédiaire du pupitre.

I.3- Structure générale d'un système automatisé :

I.3.1. Chaîne fonctionnelle:

C'est ensemble des constituants nécessaires pour mener une opération. Elle est constituée de la chaîne d'action et de la chaîne d'acquisition.

La Chaîne fonctionnelle concerne un unique effecteur et peut comporter plusieurs capteurs, plusieurs actions.

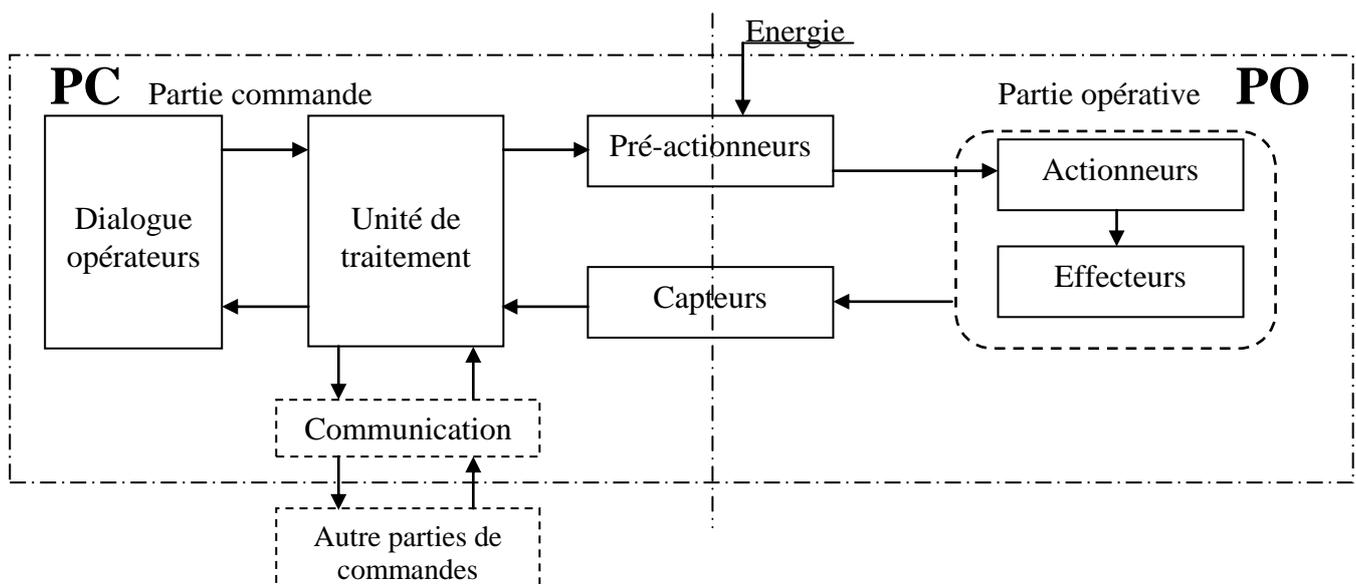


Figure I.1 : Schéma de la chaîne fonctionnelle

I.3.2. Chaîne d'action :

C'est ensemble des éléments qui prélèvent les ordres sur l'unité de commande et les transmettent à la partie opérative.

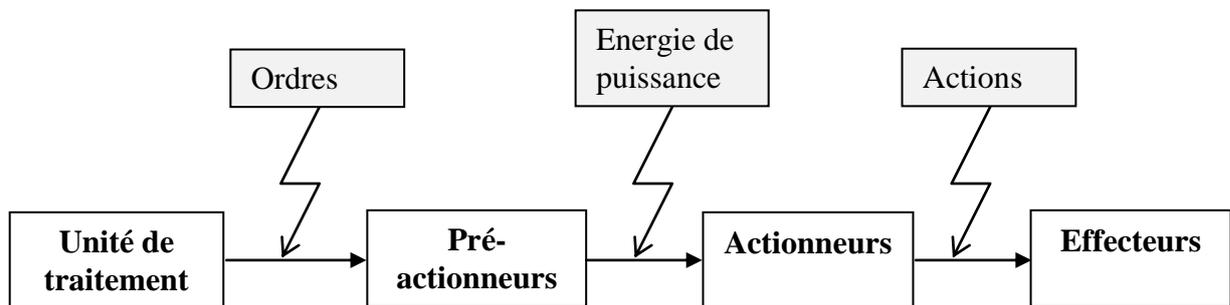


Figure I.2 : Schéma de la chaîne d'action

I.3.3. Chaîne d'acquisition :

C'est ensemble des éléments qui prélèvent les informations sur la partie opérative et les transmettent à l'unité de commande.

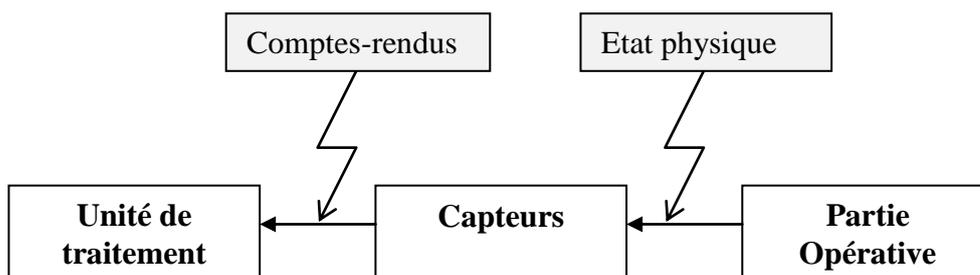


Figure I.3 : Schéma de la chaîne d'acquisition

I.4-Organisation d'un système automatisé [1]:

D'une façon générale, un système automatisé peut se décomposer en trois parties qui coopèrent : la partie opérative, partie commande et la partie contrôle et commande.

La partie commande est « le cerveau », ou le module de traitement qui analyse les informations données par les capteurs et qui envoie des consignes opératives aux pré-actionneurs en fonction des données.

La partie opérative « la machine », ou l'ensemble des dispositifs permettant d'apporter la valeur ajoutée. Elle met en œuvre un ensemble de processus physiques qui permettent la transformation de ces produits.

La partie contrôle et commande « le pupitre », ou le module de dialogue homme machine qui donne les consignes à la partie commande et reçoit des informations.

La relation entre les trois parties d'un système automatisé est d'échange des informations.

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES SYSTEMES AUTOMATISES

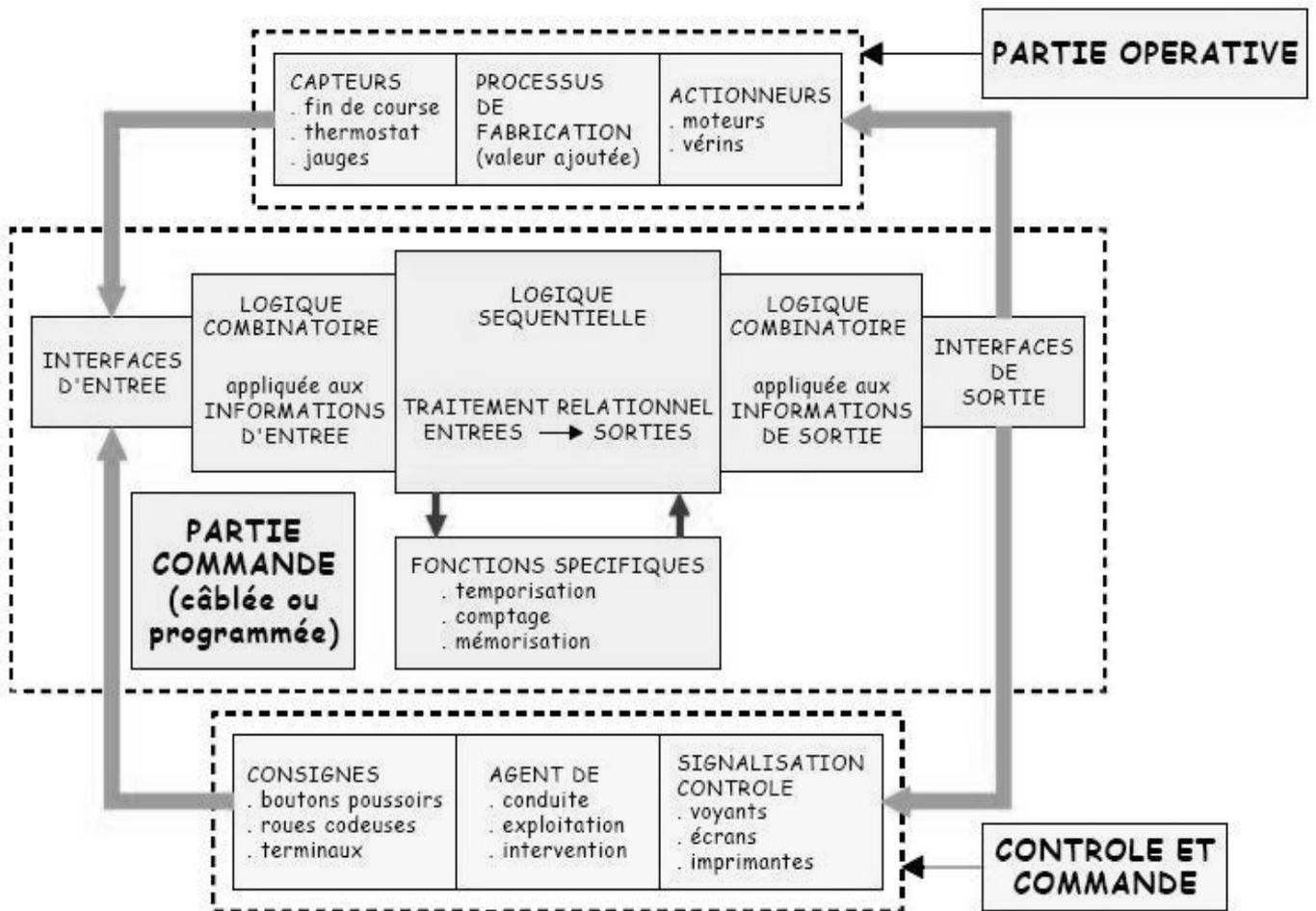


Figure I.4 : Schéma d'organisation d'un système automatisé

I.4.1. La Partie Commande :

La partie commande est un automatisme qui élabore en sortie des ordres destinés au processus et des signaux de visualisation en fonction des compte-rendus venant du processus et des consignes qu'il reçoit en entrée. En d'autre terme, c'est l'ensemble des moyens de traitement de l'information qui assurent le pilotage et la coordination des tâches du processus souhaité

La partie commande traite des informations :

- Dialogue avec le milieu extérieur et d'autres parties commande
- Coordonne les actions de la partie opérative.

La partie commande est composée de deux modules :

- Le module de traitement pour traiter les informations ; captées par la partie opératives
- Le module de dialogue pour dialoguer avec le milieu extérieur.

La partie commande se décompose de trois ensembles :

- Les interfaces d'entrées ;
- Les interfaces de sorties ;
- L'unité de traitement.

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES SYSTEMES AUTOMATISES

a. Les interfaces d'entrées:

Les interfaces d'entrées transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques de l'automate.

b. Les interfaces de sorties:

Les interfaces de sorties transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en information de nature et d'amplitude compatible avec les caractéristiques technologiques des pré-actionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part.

c. L'unité de traitement:

L'unité de traitement élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

La partie commande peut être représentée un système automatisé, soit par une automate programmable industrielle ou par un PC.

I.4.2. La partie opérative:

Qui traite la matière d'œuvre entrante afin d'apporte la valeur ajoutée à la matière d'œuvre sortante, l'ensemble électromécanique constitue la partie opérative

La partie opérative se compose de trois ensembles:

- Les capteurs
- Les actionneurs
- Les pré-actionneurs

a. Les capteurs :

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

On peut caractériser les capteurs selon deux critères:

- En fonction de la grandeur mesurée; on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.
- En fonction du caractère de l'information délivrée; on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs de proximité. Chaque

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES SYSTEMES AUTOMATISES

catégorie peut être subdivisée en trois catégories de capteurs : les capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques.

b. Les actionneurs :

Un actionneur est un objet technique qui convertit une énergie d'entrée en une énergie de sortie utilisable pour obtenir une action définie.

L'énergie d'entrée est le plus souvent de type électrique, hydraulique ou pneumatique, l'énergie de sortie est de type en général mécanique mais aussi thermique, lumineuse ou sonore.

c. Les pré-actionneurs :

Les ordres émis par la PC sont généralement sous forme d'un signal électrique de faible puissance. D'où la nécessité d'avoir recours à des organes chargés de traduire et d'amplifier les ordres émis par la PC, appelés pré-actionneurs.

Le rôle général d'un pré-actionneur est distribuer l'énergie.

En fonction des grandeurs d'entrée et de sortie, on peut établir une classification des pré-actionneurs les plus utilisés.

- Contacteurs
- Distributeurs
- Variateurs de vitesse
- Démarreurs

I.4.3. La Partie contrôle et commande :

Qui comporte le pupitre de dialogue homme-machine équipé des organes de commande permettant la mise en/hors énergie de l'installation, la sélection des modes de marche, la commande manuelle des actionneurs, la mise en référence, le départ des cycles, l'arrêt d'urgence... ainsi que des signalisations diverses telles que voyants lumineux, afficheurs, écrans vidéo, Klaxons, sonneries, etc.

I.5-Différentes techniques de traitement de données [2]:

Pour la partie commande d'un automatisme, le concepteur a le choix entre deux familles de solution ou techniques de traitement de données.

I.5.1. La logique câblée:

L'automatisme est réalisé à l'aide de modules raccordés entre eux. Ces derniers sont électromagnétique (relais, contacteurs auxiliaires ...), électroniques, pneumatiques logique à clapets), ou fluïdique. Le fonctionnement ne dépend que du câblage. La logique câblée est très rapide au niveau de fonctionnement, mais les liaisons entre les modules limitent la complexité et le volume des équipements est important.

I.5.2. La logique programmée:

Un automatisme utilisant la logique programmée se présente sous forme d'un bloque réalisé par des composant électroniques (généralement à base de microprocesseur) dont le fonctionnement dépend du programme enregistré dans une mémoire.

I.6- Avantages de l'automatisation [2]:

- Améliorer les conditions de travail (effectuer des tâches pénibles, dangereuses et répétitives)
- Sécurité
- Précision
- Réduire les coûts de fabrications (produit plus compétitif)
- Augmenter la productivité (réduire le temps de travail nécessaire à la production, donc augmenter les cadences de travail)
- Flexibilité (une machine peut s'adapter à plusieurs productions)
- Confidentialité (une machine ne peut pas parler)
- Un S.A. peut travailler 24h sur 24h

I.7- Inconvénients de l'automatisation [2]:

- Incidence sur l'emploi (licenciement - chômage : la mise en place d'une machine se substituant à 10 salariés n'aboutit pas à la création de 10 emplois)
- Investissement pour l'achat de machines
- Coût de maintenance
- Pannes
- Consommation d'énergie
- Formation d'un personnel plus qualifié (technicien de maintenance, de contrôle...)

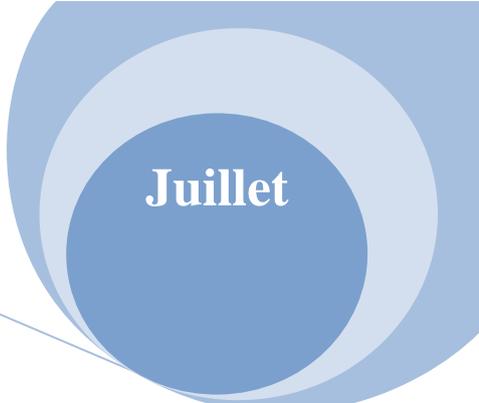
I.8-Conclusion :

Un système automatisé comporte une partie machine avec ses actionneurs et une partie commande comportant des capteurs, un traitement des données, une partie dialogue et une commande de puissance.

L'analyse fonctionnelle permet une approche globale et la décomposition en sous fonction :

- Communiquer avec le système
- Traiter les données
- Gérer l'énergie
- Capter les informations

Nous allons présenter dans le chapitre suivant une description détaillée sur les automates programmables industriels.



Juillet

Automates Programmables et Logiciels associés

Chapitre II



2017

II.1- Introduction :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité à leurs systèmes de commande. Et le premier automate fut créé grâce à MODICON en 1968. Depuis le début des années 80, l'intégration des automates programmables pour le contrôle des différents processus industriels est plus qu'indispensable.

L'automate programmable industriel API (ou Programmable Logic Controller PLC) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les domaines industriels vu sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables SIEMENS à structure modulaire essentiellement le S7-300 et des logiciels associés.

II.2- Présentation de l'automate :

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes, les données et les paramètres de configuration de système.
- Un module d'alimentation qui à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24 V fournit les tensions continues $+5V \pm 12V$ ou $+15V$.
- Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout Ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.
- Un ou plusieurs modules de communication comprenant :
 - Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485.
 - Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain.
 - Interfaces d'accès à un réseau Ethernet. [3]

II.3-Structure interne des automates programmables :

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur les figures II.1

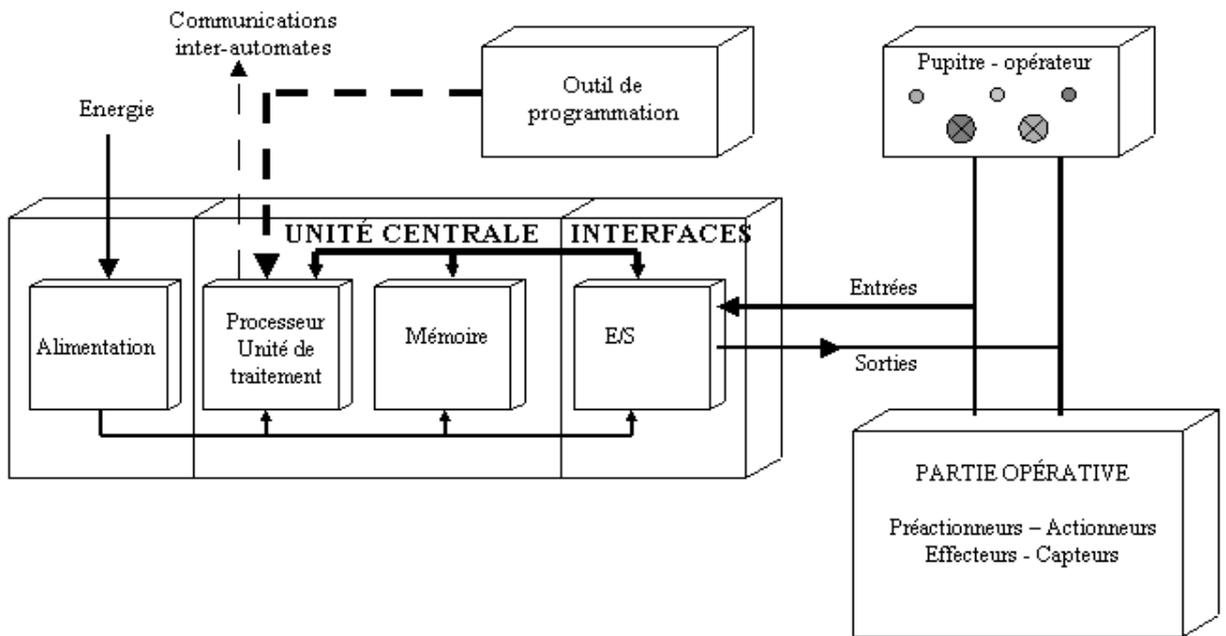


Figure II.1 : structure interne d'un API. [3]

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma. [3]

II.3.1-L'unité centrale [5]:

L'unité centrale représente le cœur de la machine, et comprend le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

a. Le processeur:

Un processeur est l'unité fonctionnelle capable d'interpréter et d'exécuter les instructions du programme. Dans un API le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- La lecture des informations d'entrée.
- L'exécution des instructions du programme mis en mémoire.
- La commande ou l'écriture des sorties.

Pour réaliser ces différentes fonctions, le processeur se compose :

- ✓ d'une Unité Logique (UL) qui traite les opérations logiques ET, OU et Négation.
- ✓ d'une Unité Arithmétique et Logique (UAL) qui traite les opérations de temporisation, de comptage et de calcul.
- ✓ d'un Accumulateur qui est un registre de travail dans lequel se range une donnée ou un résultat.
- ✓ d'un Registre d'Instruction qui contient, durant le temps de traitement, l'instruction à exécuter.

- ✓ d'un Décodeur d'Instruction qui décode l'instruction à exécuter en y associant les microprogrammes de traitement.
- ✓ d'un Compteur Programme ou Compteur Ordinal qui contient l'adresse de la prochaine instruction à exécuter et gère ainsi la chronologie de l'exécution des instructions du programme.

b. La mémoire:

La mémoire centrale est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer. Elle est découpée en zones où l'on trouve :

- La zone mémoire programme (programme à exécuter) ;
- La zone mémoire des données (état des entrées et des sorties, valeurs des compteurs, temporisations) ;
- Une zone où sont stockés des résultats de calcul utilisés ultérieurement dans le programme ;
- Une zone pour les variables internes.

Ces mémoires peuvent être :

- Des mémoires vives RAM (Random Access Memory) volatiles
- Des mémoires EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory) non volatiles et effaçables partiellement par voie électrique.
- Des mémoires vives RAM qui imposent un dispositif de sauvegarde par batterie rechargeable pour éviter la volatilité de leur contenu en cas de coupure de courant
- Des mémoires mortes ROM à lecture seulement ou PROM programmables à lecture seulement.
- Des mémoires reprogrammables EPROM (Erasable PROM) effaçables par un rayonnement ultraviolet et EEPROM (Electric Erasable PROM) effaçables électriquement.

II.3.2- Le module d'entrées [5]:

Un module d'entrées doit permettre à l'Unité Centrale de l'automate, d'effectuer une "lecture" de l'état logique des capteurs qui lui sont associés (module 4, 8, 16 ou 32 entrées). A chaque entrée correspond une voie qui traite le signal électrique pour élaborer une information binaire, le bit d'entrée qui est mémorisé. L'ensemble des bits d'entrées forme le "mot" d'entrées. Périodiquement, le Processeur de l'automate programmable vient questionner (adresser) le module: le contenu du mot d'entrées du module est alors recopié dans la mémoire données de l'automate programmable.

Un module d'entrées est principalement défini par sa modularité (nombre de voies) et les caractéristiques électriques acceptées (tension, nature du courant), et ce module possède deux cartes, logique et analogique à savoir :

a. Les cartes d'entrées logiques:

Les cartes d'entrées logiques (cartes d'entrées tout ou rien) permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que :

- boutons poussoirs
- fin de course
- capteurs de proximité inductifs ou capacitifs
- capteurs photoélectriques

Elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques. Une diode électroluminescente située sur la carte donne l'état de chaque entrée.

b. Les cartes d'entrées analogiques :

Les cartes d'entrées analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module.

Les entrées analogiques disposent d'un seul convertisseur analogique /numérique, elles sont scrutées les unes à la suite des autres par un multiplexeur.

II.3.3- Le module de sorties [5]:

Un module de sorties permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs. Il réalise la correspondance entre état logique et signal électrique. Périodiquement, le processeur adresse le module et provoque l'écriture des bits d'un mot mémoire sur les voies de sorties du module.

L'élément de commutation du module de sortie est soit électronique (transistors, triac) soit électromécanique (contacts de relais internes au module), et ce module possède deux cartes, logique et analogique à savoir :

a. Les cartes de sorties logiques:

Les cartes de sorties logiques (tout ou rien) permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs tels que :

- Les contacteurs
- Les voyants
- Les distributeurs
- Les afficheurs...

Ces cartes possèdent soit des relais, soit des triacs, soit des transistors. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente.

b. Les cartes de sortie analogiques:

Les cartes de sortie analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module. Il existe deux grands types de cartes de sorties:

- Haut niveau avec une résolution de 8 bits en tension 0/10 V ou en intensité, 0/20 mA ou 4/20 mA ;
- Haut niveau avec une résolution de 12 bits en tension 0/10V, 0/5V, $\pm 5V$, $\pm 10V$ ou en intensité 0/20mA ou 4/20mA.

Ces modules assurent la conversion numérique/analogique. L'intensité ou la tension est proportionnelle à la valeur numérique. Avec les résolutions 8 bits il y a 256 valeurs numériques possibles, tandis qu'avec les résolutions de 12 bits il y en a 4096.

II.3.4- Le module d'alimentation :

Composé de blocs qui permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement. A partir d'une alimentation en 220 volts alternatifs, ces blocs délivrent des sources de tension dont l'automate a besoin : 24V, 12V ou 5V en continu. En règle générale, un voyant positionné sur la façade indique la mise sous tension de l'automate.

II.3.5- Le module de communication :

Comprend les consoles, les boîtiers de tests et les unités de dialogue en ligne :

a. Les consoles:

Il existe deux types de consoles. L'une permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs, et visualisation), l'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation. Cette dernière dans la phase de programmation effectue :

- L'écriture
- La modification
- L'effacement
- Le transfert d'un programme dans la mémoire de l'automate ou dans une mémoire REPROM.

La console peut également afficher le résultat de l'autotest comprenant l'état des modules d'entrées et de sorties, l'état de la mémoire, de la batterie, etc. Les consoles sont équipées souvent d'un écran à cristaux liquides. Certaines consoles ne peuvent être utilisées que connectées à un automate, d'autres peuvent fonctionner de manière autonome grâce à la mémoire interne et à leur alimentation.

b. Les boîtiers de tests :

Destinées aux personnels d'entretien, ils permettent de visualiser le programme ou les valeurs des paramètres. Par exemple :

- Affichage de la ligne de programme à contrôler
- Visualisation de l'instruction (code opératoire et adresse de l'opérande)

- Visualisation de l'état des entrées
- Visualisation de l'état des sorties.

II.3.6- Les interfaces d'entrées/sorties [6]:

Les entrées automate reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (PP).

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes ...) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre.

a. Interfaces d'entrées :

Elles sont destinées à :

- Recevoir l'information en provenance des capteurs
- Traiter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

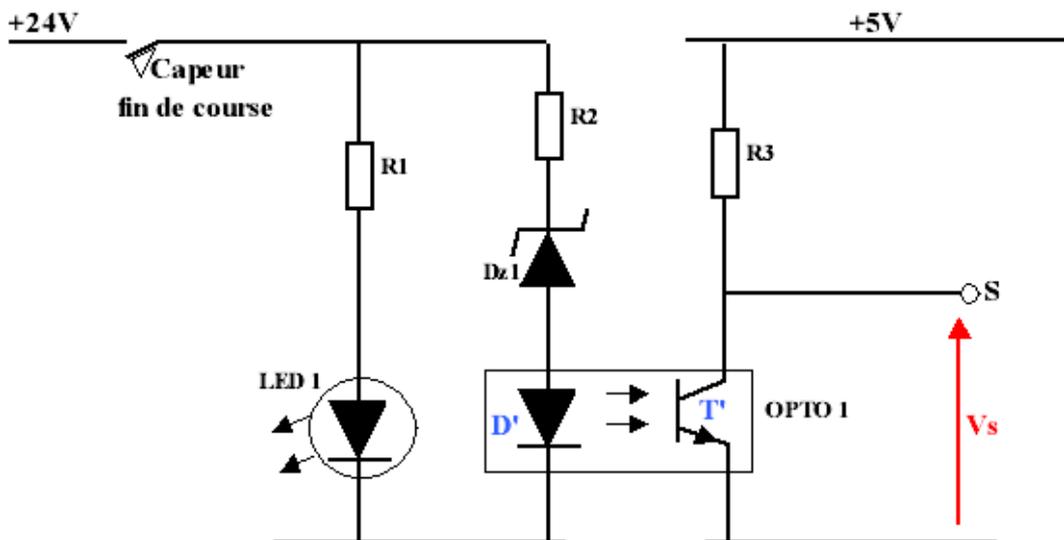


Figure II.2 : Exemple de circuit électronique d'interface d'entrée

Fonctionnement de l'interface d'entrée :

Lors de la fermeture du capteur ;

- LED1 signal que l'entrée automate est actionnée
- La led D' de optocoupleur s'éclaire
- Le photo transistor T' de l'optocoupleur devient passant
- La tension $V_s=0V$

Donc lors de l'activation d'une entrée automate, l'interface d'entrée envoie un 0 logique à l'unité de traitement et un 1 logique lors de l'ouverture du contact du capteur (entrée non actionnée).

b. Interfaces de sorties :

Elles sont destinées à :

- Commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système
- Adapter les niveaux de tension de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières

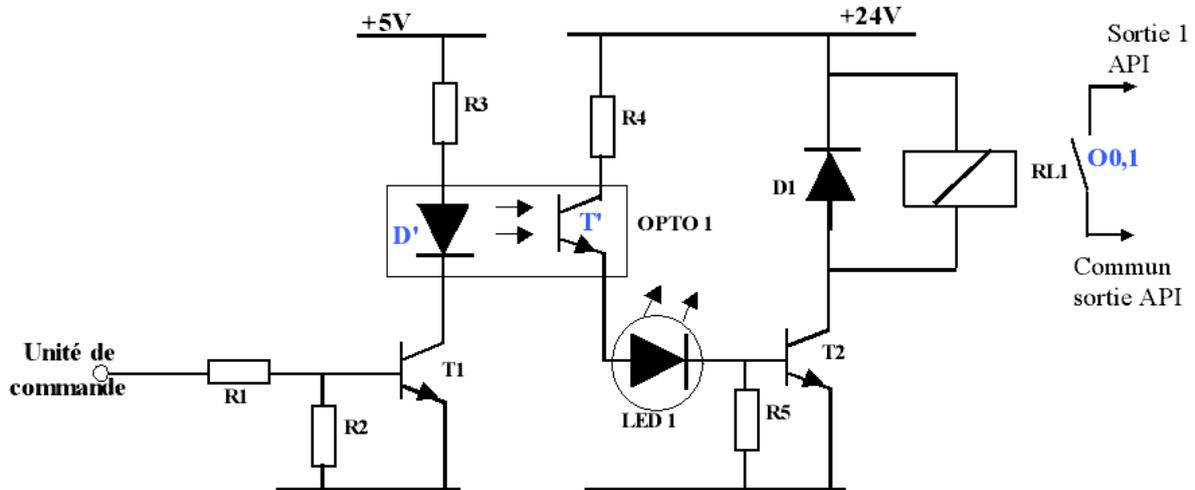


Figure II.3 : Exemple de circuit électronique d'interface de sortie

Fonctionnement de l'interface de sortie : Lors de la commande d'une sortie automate ;

- L'unité de commande envoie un 1 logique (5V)
 - T1 devient passant, donc D' s'éclaire
 - Le photo transistor T' de l'optocoupleur devient passant
 - LED 1 s'éclaire et nous informe de la commande de la sortie O0,1
 - T2 devient passant
 - La bobine RL 1 devient sous tension et commande la fermeture du contact de la sortie O0,1
- Donc pour commander une sortie automate l'unité de commande doit envoyer :

- Un 1 logique pour actionner une sortie API
- Un 0 logique pour stopper la commande d'une sortie API

II. 4- choix d'un automate :

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser :

- Le nombre et la nature des entrées /sorties.
- Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- La nature de traitement (temporisation, couplage,....etc.).
- Le dialogue (langage de programmation).
- La communication avec d'autres systèmes.
- La fiabilité et robustesse.

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS ; le S7-300 (figure II-4) est un mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industrial Ethernet.

Conformément au nombre d'entrées (tout ce qui est capteurs, interrupteurs, boutons poussoirs, ...etc.) ; et de sorties (actionneurs, pompes, électrovannes,...etc.) ainsi que leurs correspondances (numériques, analogiques,...etc.) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées/sorties. Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité.

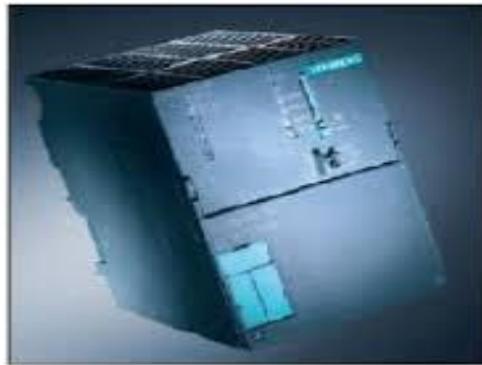


Figure II-4 API S7-300

II.5-Présentation du S7-300 :

L'automate S7-300 est fabriqué par la famille SIMATIC. Il est de fonction modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation. La figure III.5 illustre les différents composants de l'automate

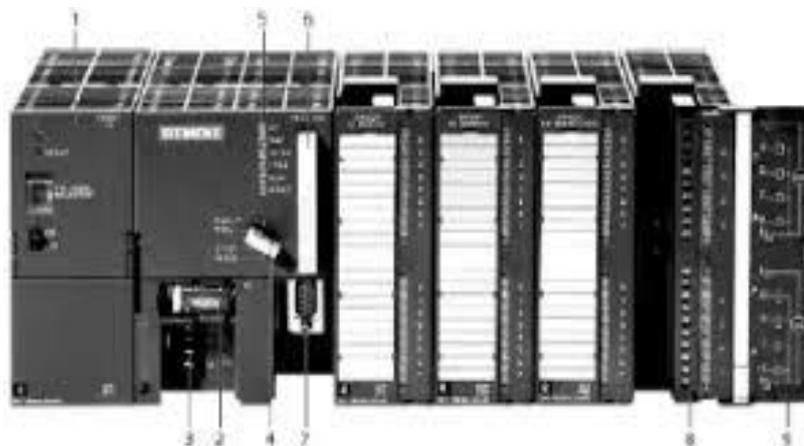


Figure II.5 : automate modulaire SIEMENS [7]

- 1- Module d'alimentation
- 2- Pille de sauvegarde
- 3- Connexion au 24V cc
- 4- Commutateur de mode (à clé)
- 5- LED de signalisation d'état et de défaut
- 6- Carte mémoire
- 7- Interface multipoint (MPI)
- 8- Connecteur frontal
- 9- Volet en face avant

II.5.1-Les module de S7-300 [8]:

Le S7-300 est un automate modulaire, conçu pour les applications d'entées et de milieu gamme.

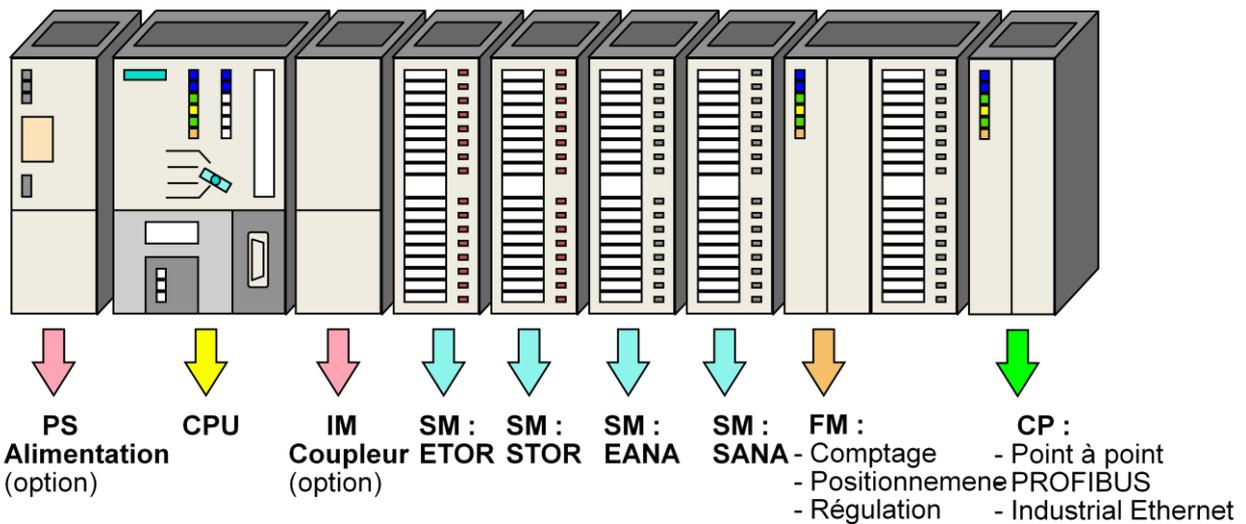


Figure II.6 : Les modules de S7-300

II.5.1.1- Module d'alimentation (PS) :

Le module d'alimentation (PS) transforme la tension de secteur en tension continue pour l'alimentation des modules électroniques de l'A.P.I, les capteurs et les pré-actionneurs. Elle est de l'ordre de 24V.

II.5.1.2-L'unité centrale (CPU) :

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme de l'utilisateur et commande les sorties.

Elle permet de régler le comportement au démarrage, la gamme S7-300 offre une grande variété des CPU tels que la CPU312, 314, 314IFM, 315, 315 2DP,...etc. chaque CPU possède certaine caractéristique différente des autres et par conséquent le choix de la CPU pour un problème d'automatisation donné est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie.

Deux programmes différents sont exécutés dans une CPU qui est:

- Le programme utilisateur.
- Le système d'exploitation.

a. Programme utilisateur :

C'est un programme crée par l'utilisateur et ensuite chargé dans la CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation spécifique et en plus il doit y avoir entre autre le paramétrage des propriétés de la CPU (par exemple : temps de cycle, ré agissement aux alarmes, traitement les perturbations).

b. Système d'exploitation :

Le système d'exploitation, contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique.

Ces tâches sont les suivantes :

- L'actualisation de la mémoire image (MIE, MIS).
- L'appel du programme utilisateur.
- L'enregistrement des alarmes et l'appel des OB d'alarme.
- Détection et traitement d'erreurs.
- Gestion des zones de mémoire.
- Communications.

II.5.1.3-Module de couplage (IM) :

Ce sont des cartes électroniques utilisées pour assurer la communication entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (entrées/sorties, console de programmation, etc....).

Les coupleurs (IM360, IM361 ou IM365) permettent de réaliser la configuration à plusieurs châssis. Ils occupent l'emplacement N°3 dans l'API et ce dernier reste vide au cas où on n'utilise pas les coupleurs (IM).

II.5.1.4-Module des signaux (SM) :

Les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU du S7-300 et le processus commandé. Il existe plusieurs modules de signaux qui sont :

- Module TOR (tout ou rien) : adapte les différents niveaux de signaux de processus au niveau du signal interne de l'automate.
 - Module ETOR : 24VCC, 120/240V
 - Module STOR : 24VCC, relais
- Module analogique : il convertit les signaux analogiques issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne.
 - Module EANA : tension, courant, thermocouple.
 - Module EANA : tension, courant.

II.5.1.5-Module de fonction (FM) :

Les modules de fonctions offrent les fonctions spéciales suivantes :

- a. Comptage.
- b. Régulation.
- c. Positionnement.

II.5.1.6-Module de communication (CP) :

Pour le couplage rapide, les liaisons et le positionnement (en boucle fermée ou en boucle ouverte), PROFIBUS, Industriel Ethernet.

II.5.1.7-Module de simulation :

La module de simulation nous permet de :

- a. Simuler les grandeurs d'entrées avec des interrupteurs.
- b. Afficher les grandeurs de sortie TOR.

Ce programme LADDER réalise les opérations suivantes :

- c. $A0.0 = E0.0 \text{ and } E0.1;$ $A0.0 = E0.0 * E0.1$
- d. $A0.2 = \text{not } E0.2 \text{ or } E0.3;$ $A0.2 = \overline{E0.2} + E0.3$

II.6- Le GRAFCET [9]:

II.6.1-Définition:

Un « Graphe fonctionnel de commande étape transition » (GRAFCET en abrégé) est un mode graphique de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes dont les évolutions peuvent s'exprimer séquentiellement, c'est-à-dire dont la décomposition en étape est possible.

Ce mode de représentation présente un certain nombre d'avantage :

- Il est indépendant de la matérialisation technologique de l'automatisme, que celle-ci soit câblée (en électromécanique, en pneumatique ou en électronique) ou programmée (automate programmable industriel ou microsysteme).
- Il permet d'effectuer un choix rationnel des variable d'état et de codage du vecteur (ou mot) d'état.
- Il traduit de façon cohérente le cahier des charges de l'automatisme, en obligeant même parfois celui-ci à être précis.
- Il peut prendre en compte des évolutions simultanées ou des choix de plusieurs séquences.
- Il est bien adapté au cas des systèmes automatisés faisant intervenir un grand nombre de variables d'entrée.

II.6.2-Principe:

Le GRAFCET est basé sur les notions d'étape et de réceptivité : on peut toujours considérer qu'un système automatisé évolue en passant par une succession d'étape, aux quelles sont associées une ou plusieurs action.

On peut aussi noter que le passage d'une étape à la suivant s'effectue en générale lorsqu'une condition logique, ou réceptivité est remplie.

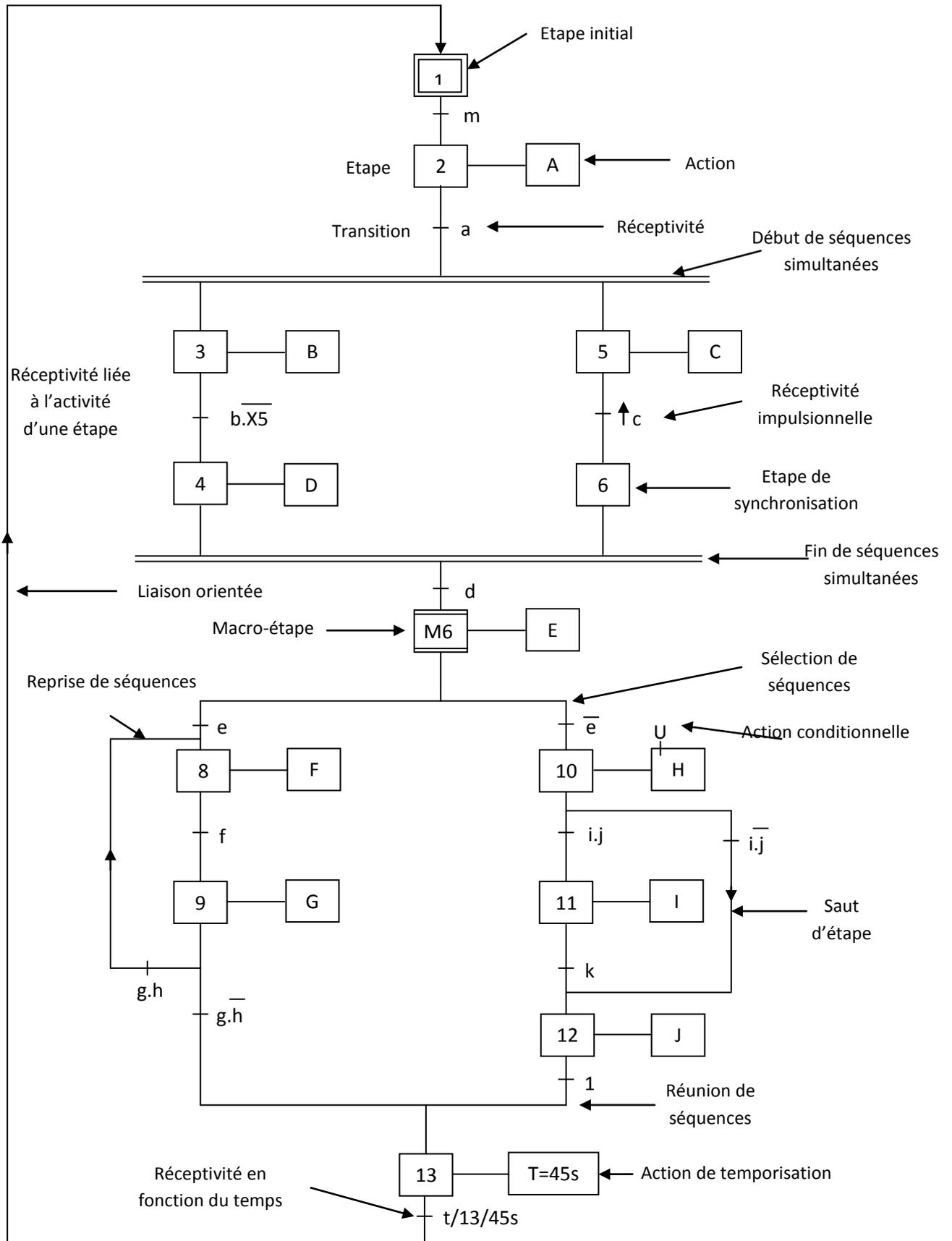


Figure II.7 : Le GRAFCET en général

II.7-Le GEMMA :

Le GEMMA (*guide d'étude des modes de marche et d'arrêt*) est un outil d'aide à la synthèse du cahier des charges d'un automatisme industriel, c'est un document graphique qui facilite la conduite, la maintenance et l'évolution du système.

On distingue 3 familles de modes de marches et d'arrêt :

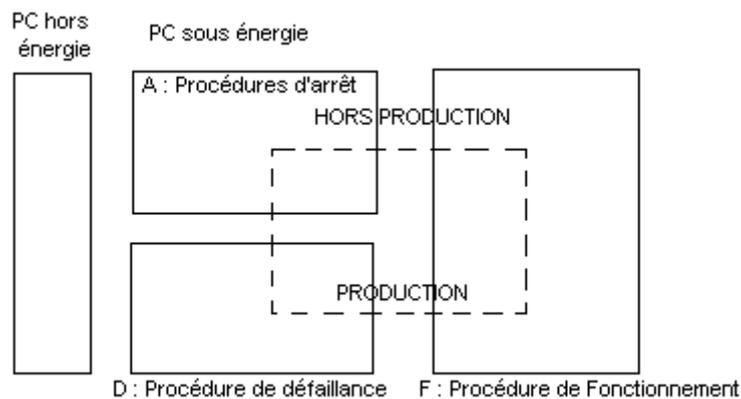


Figure II.8 : Schéma de GEMMA

a. Famille F : Procédures de fonctionnement:

L'ensemble des modes ou états sans lesquels la valeur ajoutée ne peut être obtenue est regroupée dans une zone F représentative de la famille "procédure de fonctionnement".

Note : On ne produit pas systématiquement dans chacun des modes de cette famille, il peut s'agir de

- Procédures préparatoire à la production de la valeur ajoutée
- réglages, tests ...

Qui sont néanmoins indispensables à la production de la valeur ajoutée.

b. Famille A : Procédures d'arrêts:

Un système automatisé ou une machine automatique fonctionne rarement de façon permanente : il s'avère nécessaire de l'arrêter de temps à autre pour des raisons indépendantes du système :

- Fin de journée,
- Période de congés,
- Manque d'approvisionnement ...

Tous les modes conduisant à (ou traduisant) un arrêt du système pour des raisons externes sont regroupés dans la zone A : "Procédures d'arrêt" de guide.

c. Famille D : Procédures en défaillance:

Lors du fonctionnement d'un système, il peut produire des incidents : on est donc conduit à prévoir les défaillances inhérentes ou internes au système.

Tous les modes conduisant (ou traduisant) un état d'arrêt du système pour des raisons internes sont consignés dans la zone D: "Procédures de défaillance" du guide.

II.8-Présentation du logiciel de programmation STEP 7 [10]:

II.8.1- Définition du STEP 7 :

C'est un logiciel de base pour la programmation et la configuration dans SIMATIC. Il est formé d'un ensemble d'applications avec lesquelles nous pouvons aisément réaliser des tâches partielles comme :

- La configuration et le paramétrage du matériel.
- La création et le test de programmes utilisateur.
- La configuration de réseaux et de liaisons.
- La simulation en ligne du fonctionnement de la partie opérative

S'ajoute une large gamme de logiciels optionnels, dont entre autres ceux des langages de programmation S7 GRAPH, SCL. Le gestionnaire de projets SIMATIC, encore appelé SIMATIC Manager, sert d'interface graphique à toutes ces applications. C'est lui qui organise la mise en commun dans un projet de toutes ces données et de tous les paramètres requis pour réaliser une tâche d'automatisation. Les données y sont structurées thématiquement et représentées sous forme d'objets.

II.8.2-Programmation :

C'est l'un des atouts majeurs des API puisqu'elle permet une multitude de traitements des informations reçues sans toucher à la configuration matérielle. Il faut toutefois comprendre le fonctionnement du processeur. De plus il permet le passage d'un langage de programmation à un autre par un simple clic au niveau de la barre d'outils.

II.8.3-Déroulement du programme :

Il doit assurer en permanence un cycle, opératoire qui comporte trois types de tâches :

- L'acquisition de la valeur des entrées (lecture).
- Le traitement des données.
- L'affectation des valeurs de la sorties.

II.8.4-Eléments d'un programme utilisateur:

Les programmes utilisateurs se composent des éléments suivants :

- **Blocs d'organisation (OB):**

Les blocs d'organisation déterminent la structure du programme utilisateur. Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils gèrent le comportement de démarrage de l'automatisme, l'exécution cyclique et déclenchée par alarme du programme ainsi que le traitement des défauts.

- **Blocs fonctionnels (FB):**

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui contiennent le programme proprement dit. Ils disposent d'un bloc de données associé, dans lequel sont mémorisées des données statiques en plus des paramètres d'entrée et de sortie. Les FB conservent ainsi les valeurs traitées sur plusieurs cycles.

- **Fonctions (FC):**

Les fonctions FC ne possèdent pas de bloc de données associé, elles nécessitent toujours des valeurs d'entrée actuelles de lors de leur appel. Elles livrent leur résultat de fonction à chaque appel.

- **Blocs de données (DB):**

Les blocs de données sont des zones de données contenant les données utilisateur. Ils peuvent être affectés à des blocs fonctionnels définis ou au projet complet.

- **Fonctions système (SFC) et blocs fonctionnels système (SFB):**

Certaines fonctions couramment utilisées sont intégrées au système d'exploitation des CPU S7 d'où elles peuvent être appelées. Il s'agit par exemple de fonctions de communication, pour la gestion de l'horloge et du compteur d'heures de fonctionnement ainsi que pour le transfert d'enregistrements logiques. Pour la programmation hors ligne, une bibliothèque de fonctions système / blocs fonctionnels système est fournie avec STEP 7.

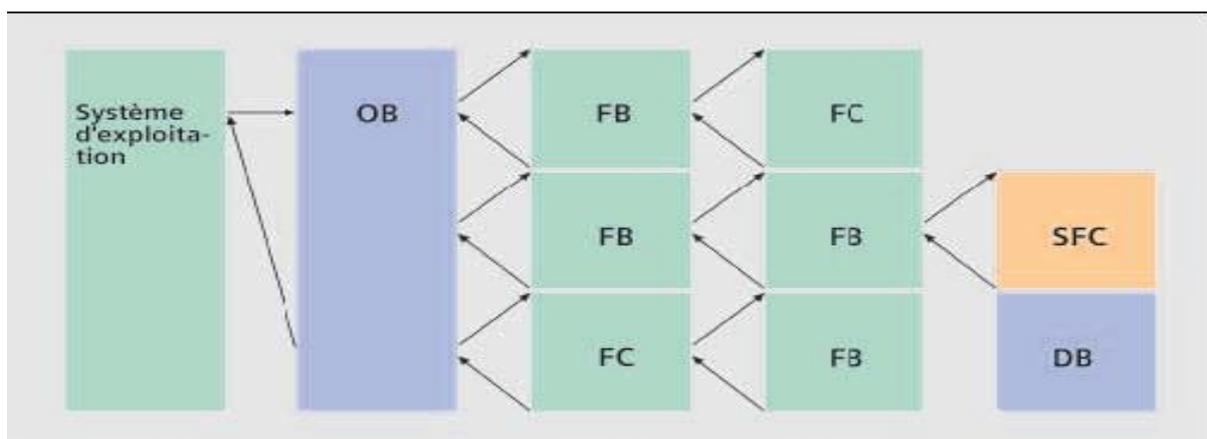


Figure II.9 : Eléments d'un programme utilisateur

II.9-Les langages de programmation [10]:

Les langages de programmation permettent de communiquer à un automate toutes les informations nécessaires à la conduite et surveillance d'une machine. Ils sont composés d'un jeu d'instructions et obéissent à des règles définissant la façon d'écrire un programme.

Il existe différentes représentations de langages de programmation :

II.9.1- Langage CONT :

Le langage CONT est un langage de programmation graphique de la tache ayant recours aux symboles.

La syntaxe de ses instructions s'inspire des schémas à relais. Il ressemble à un schéma de circuits électroniques dans lequel les circuits de courant sont disposés horizontalement afin d'être visibles à l'écran.

Nous disposons des symboles de base suivants :

- ---| |--- Contact à fermeture
- ---| / |--- Contact à ouverture
- ---(SAVE)--- Sauvegarder RLG dans RB
- ---()--- Bobine de sortie
- ---(#)--- Connecteur
- ---|NOT|--- Inverser RLG

II.9.2- Langage LOG:

Le logigramme est une représentation graphique de la solution d'automatisation ayant recours aux symboles. Les différentes fonctions y sont représentées par un symbole avec indicateur de fonction. Les entrées sont disposées à gauche du symbole, les sorties à droite de ce dernier.

Nous disposons des opérations de base suivantes :

- U ET
- UN ET NON
- O OU
- ON OU NON

- X OU exclusif
- XN OU NON exclusif

II.9.3-Langage LIST:

La solution d'automatisation est écrite dans la liste d'instruction à l'aide des différents codes d'instructions. L'instruction (composée d'une opération et un opérande) symbolise la tâche à l'aide de mnémonique.

Remarque : Chaque mode de représentation du programme a ses avantages mais aussi ses limites. Les programmes d'automatisation faits CONT et LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST. Dans la mémoire de programme de l'automate, le programme est stocké en forme LIST (langage machine).

II.9.4- Passage d'un langage de programmation à un autre :

Avec le logiciel de base, on dispose des langages de programmation « liste instruction » (LIST), « logigramme » (LOG) et « schéma à contacts » (CONT) pour programmer nos blocs.

On active la fenêtre de travail du bloc de code pour lequel on veut modifier le langage de programmation et on choisit :

- La commande Affichage > CONT si on veut éditer la section d'instruction en langage de programmation « schéma a contacts »
- La commande Affichage > LOG si on veut éditer la section d'instruction en langage de programmation « logigramme »
- La commande Affichage > LIST si on veut éditer la section d'instruction en langage de programmation « liste instruction ».

II.10-Création du projet:

Dans STEP7, les projets concernant des commandes séquentielles ne diffèrent pas des autres.

Pour créer un nouveau projet dans SIMATIC Manager, on procède de la manière suivante :

1. Choisir la commande **Fichier > Nouveau.**
2. Donner au projet un nom "projet fin d'étude".

La fenêtre suivante permet la création d'un nouveau projet :

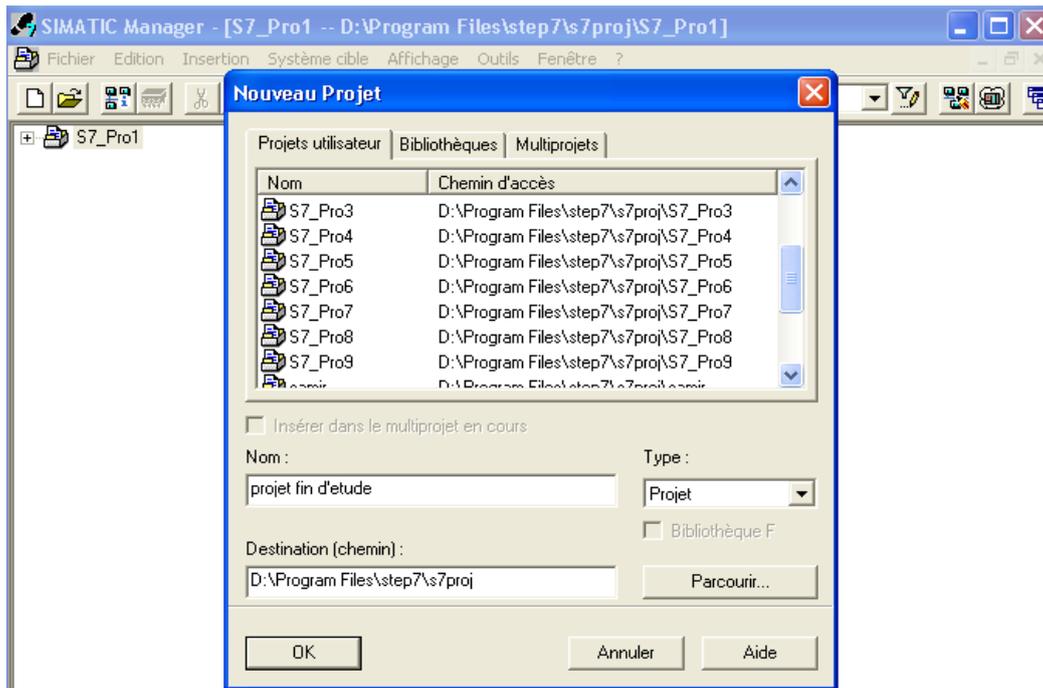


Figure II.10 : Assistant de STEP7

II.11- Insertion du programme S7 [10]:

II.11.1-Configuration matérielle :

On clic sur **Insertion** puis **Station** puis on sélectionne **Station Simatic 300**. Un double click sur **Matériel** nous accédera à la fenêtre de configuration qui impose de suivre ces étapes :

1. Configuration du RACK : il se configure automatiquement dans la position zéro dans la fenêtre de station, en double cliquant sur « profilé support ».
2. Configuration de P.S (Power Source) : sur le premier emplacement en cliquant sur PS-300 puis un double click sur PS 307 2A.
3. Configuration de la CPU (Central Processus Unit) : sur le deuxième emplacement en cliquant sur CPU 300, on choisit CPU 312 IFM puis on clique sur 6ES7 312-5AC02-0AB0 ensuite on double clique sur V1.0
4. Le troisième emplacement reste vide.
5. Configuration des entrées/sorties sur le quatrième emplacement et pour cela on clique sur SM-300 ensuite sur SM 323 D18/DO8xDC24V/0.5A.

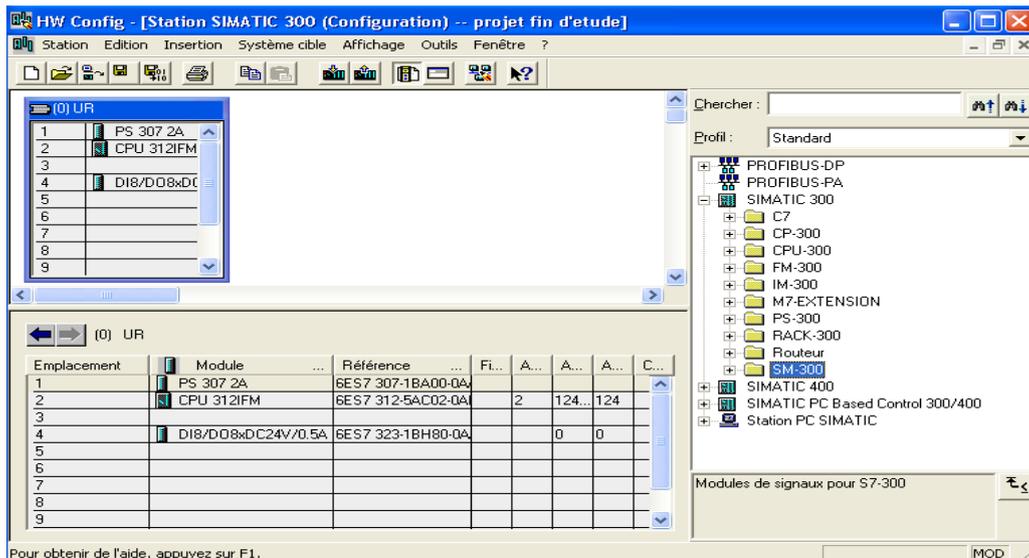


Figure II.11 : Configuration matérielle

Remarque :

Avec l'assistant on peut créer directement un projet, toutes les étapes se jouent automatiquement.

La figure suivante montre, à l'aide d'un exemple, comment transposer une configuration réelle dans une table de configuration.

Le profilé support (0) est un profilé standard,

- Emplacement 1 : uniquement l'alimentation.
- Emplacement 2 : uniquement l'unité centrale.
- Emplacement 3 : module de couplage ou vide.
- Emplacements 4 à 11 : modules de signaux ou modules fonctionnels, processeurs communication ou vide.

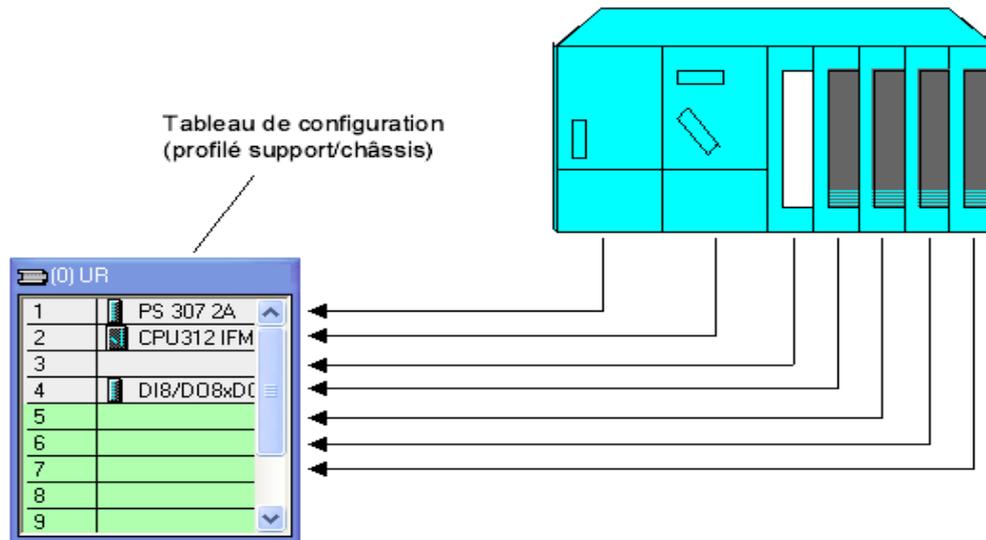


Figure II.12 : Transposition d'une configuration réelle

Afin de commencer notre projet il faut revenir à la fenêtre principale, double cliquer sur CPU en suite sur programme S7 puis double click sur blocs qui va nous permettent d'afficher la fenêtre sur la quelle apparaitre l'OB1.

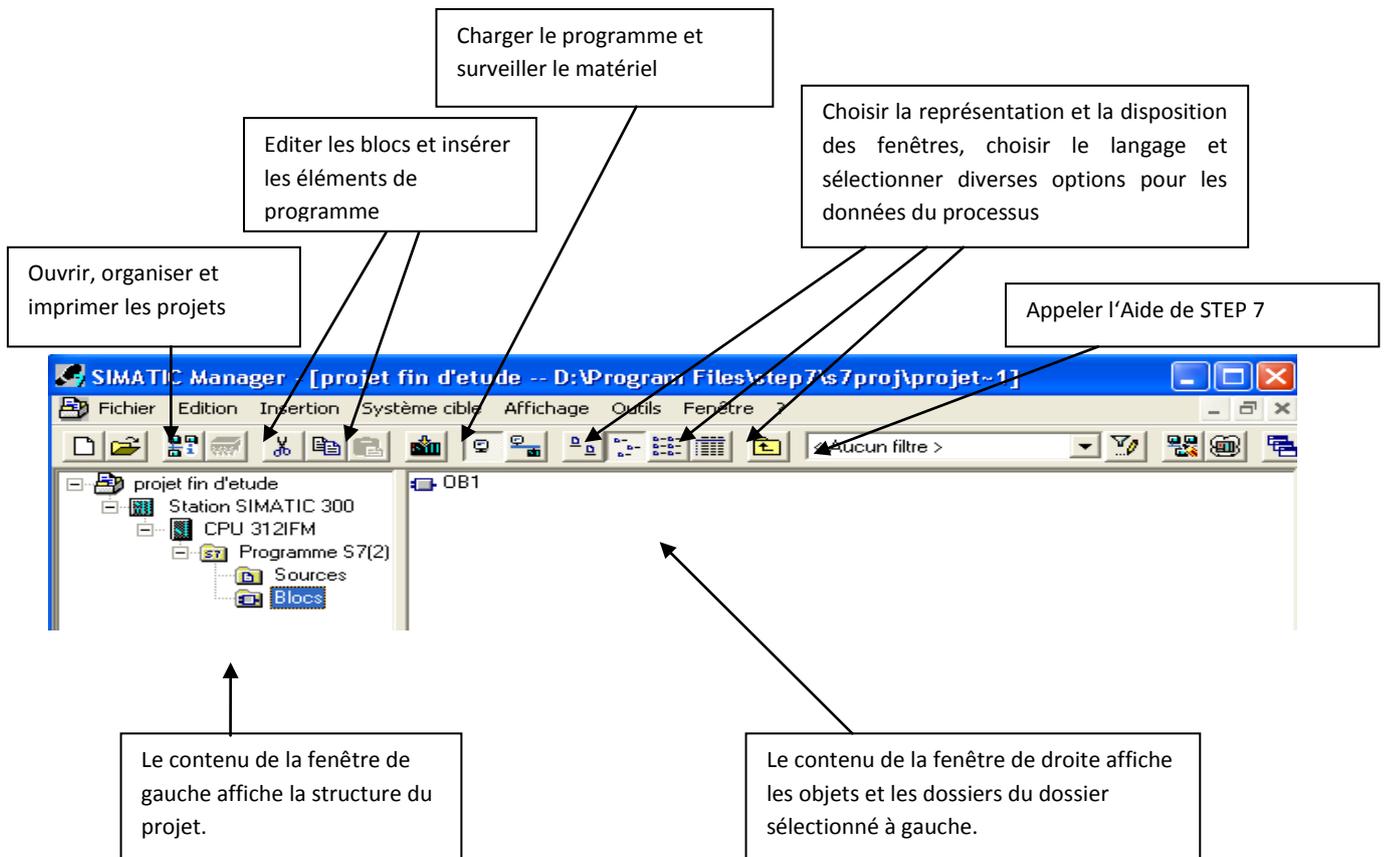


Figure II.13 : Vue des composants d'un projet S7

En double-cliquant sur « OB1 » la fenêtre de l'éditeur apparaît alors.

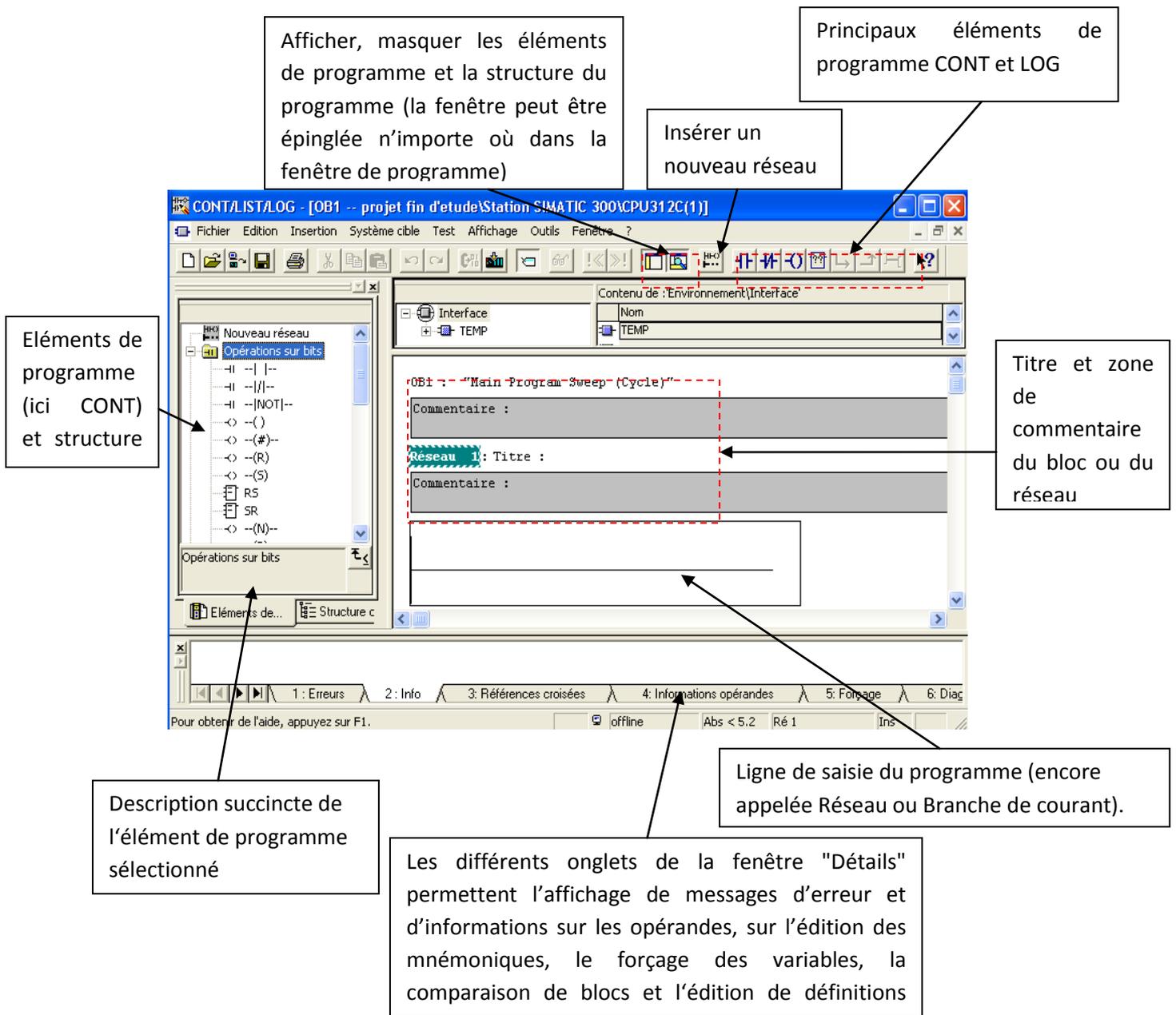


Figure II.14 : Fenêtre de programmation de l'OB1

Dans la fenêtre de droite, nous retrouvons la page de l'éditeur de programme qui contient :

- Un champ pour insérer le titre du bloc OB1.
- Une zone de commentaire pour décrire la fonction du bloc.
- Un ensemble de réseaux (ou barreaux) ayant :
 - ✓ Un champ pour insérer le titre du réseau.
 - ✓ Une zone pour commenter le réseau.
 - ✓ Et la zone de programmation du réseau.

II.11.2-Création de la table des mnémoniques :

Pour programmer en STEP7, nous utilisons des opérandes (entrées/sorties, mémentos, compteurs, temporisations, blocs de données et blocs fonctionnels) que nous pouvons adresser de manière absolue (ex. :E1.1, M2.0, FB21).

Mais l'emploi de mnémoniques à la place des adresses absolues (ex. :marche_poudrage_Tre1) améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme pour un utilisateur non spécialisé par exemple.

1. On clique sur outil puis sur table des mnémoniques.
2. Editer la table conformément à la figure ci-dessous.
3. Enregistrer tout au moyen de la commande.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de don	Commentaire
7		Données_G	DB 3	DB 3	Bloc de données global
8		Essence	DB 1	FB 1	Données du moteur à essence
9		Exécution cyclique	OB 1	OB 1	Bloc contenant le programme utilisateur
10		Lampe rouge	A 4.1	BOOL	Résultat de l'interrogation OU
11		Lampe verte	A 4.0	BOOL	Résultat de l'interrogation ET
12		Manuel Marche	E 0.6	BOOL	Désactivation de la bascule
13		Marche_MotDies	A 5.4	BOOL	Commande de mise en marche du moteur ...
14		Marche_MotEss	A 5.0	BOOL	Commande de mise en marche du moteur ...
15		Mode automatique	A 4.2	BOOL	Bascule
16		MotDies_Arrêt	E 1.5	BOOL	Arrêt du moteur diesel
17		MotDies_Défaillance	E 1.6	BOOL	Défaillance du moteur diesel

Figure II.15 : Table des mnémoniques.

a. Colonne "Mnémonique"

Le nom de la mnémonique ne doit pas dépasser 24 caractères.

On ne peut pas affecter de mnémoniques aux opérandes de blocs de données (DBD, DBW, DBB, DBX) dans la table des mnémoniques. Les noms de ces opérandes sont définis par la déclaration dans les blocs de données.

Il existe, pour les blocs d'organisation (OB) et quelques blocs fonctionnels système (SFB) et fonctions système (SFC), des mnémoniques prédéfinis que l'on peut importer dans la table des mnémoniques du programme S7.

b. Colonne "Opérande"

Il s'agit de l'adresse d'un opérande précis. Exemple : entrée E 0.1

La syntaxe de l'opérande est vérifiée lors de la saisie.

c. Colonne "Type de données"

Vous pouvez choisir parmi les différents types de données que STEP 7 met à votre disposition. Un type de données pris par défaut est inscrit dans ce champ, mais vous pouvez le modifier. Si votre modification n'est pas compatible avec l'opérande ou que la syntaxe est erronée, un message d'erreur s'affiche lorsque vous quittez le champ.

d. Colonne "Commentaire"

On peut affecter des commentaires à tous les mnémoniques. La combinaison de mnémoniques courts et de commentaires détaillés permet d'assurer une bonne documentation du programme ainsi qu'une programmation efficace. Un commentaire ne doit pas dépasser 80 caractères.

II.12. Présentation de simulateur S7- PLCSIM [10]

S7-PLCSIM est un programme de simulation qui nous permet d'exécuter et de tester notre projet dans un automate programmable que nous simulons par ordinateur (PC) ou une console de programmation. la simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple nous permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme, par exemple, activer ou désactiver des entrées. Tout en exécutant notre programme dans le CPU simulée, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7, comme par exemple la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

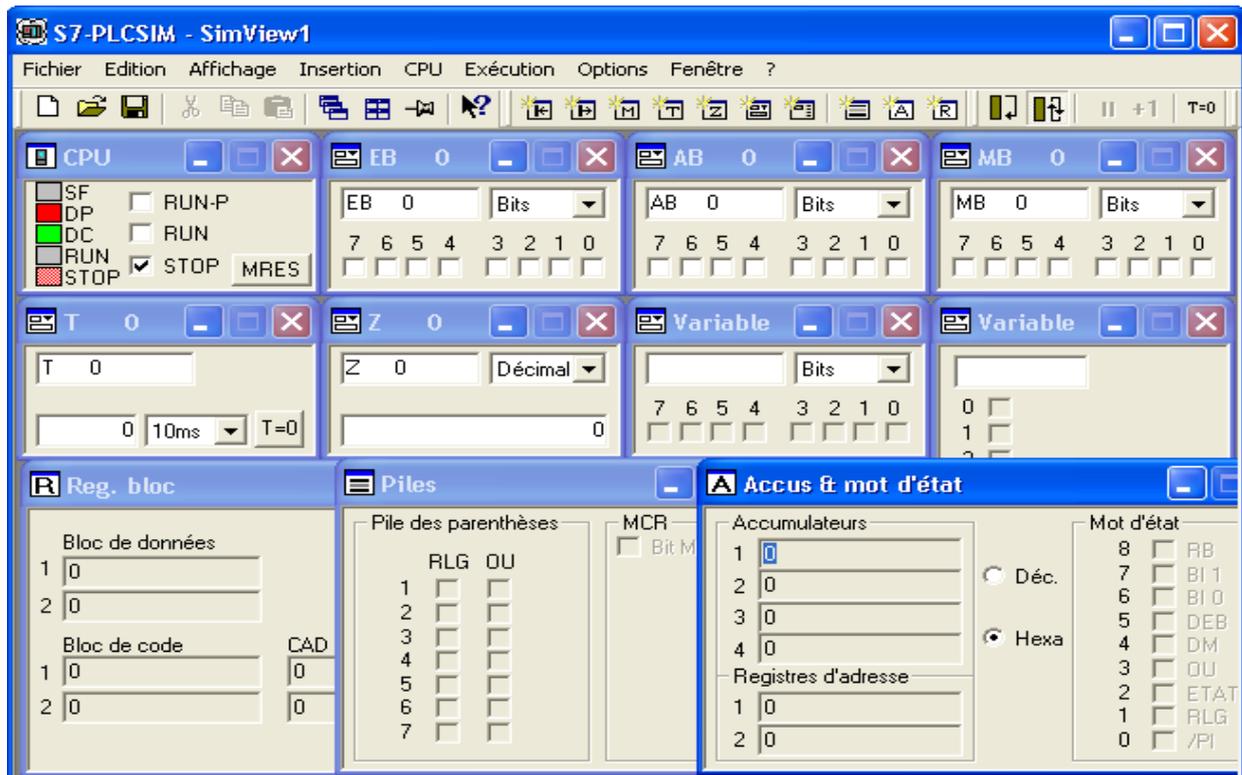


Figure II.16 : Simulateur S7-PLCSIM.

II.13. Fenêtres de S7-PLCSIM :

S7-PLCSIM fournit plusieurs fenêtres vous permettant de surveiller et de modifier diverses composantes de l'AP de simulation. Il s'agit des fenêtres suivantes :

- Fenêtre "CPU"
- Fenêtre "Accus et mot d'état"
- Fenêtre «Registres de blocs"
- Fenêtre "Piles"
- Fenêtre "Entrée"
- Fenêtre "Sortie"
- Fenêtre "Mémento"
- Fenêtre "Temporisation"
- Fenêtre "Compteur"
- Fenêtre "Zone de mémoire"
- Fenêtre "Bits verticalement"

II.14- Généralités sur la supervision:

1) Définition:

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition des données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmable.

2) Avantages de la supervision:

Il n'est pas envisageable d'avoir une plateforme de production sans avoir une image de l'état de santé de celle-ci. Il faut une console de supervision qui regroupe et synthétise toutes les informations.

On supervise pour avoir :

- ✓ Un meilleur suivi en temps-réel du processus .
- ✓ Une gestion plus efficace de la sécurité .
- ✓ Une plus grande flexibilité .
- ✓ Une maîtrise plus précise des coûts de production.

3) Présentation du logiciel de supervision:

En informatique industrielle, la supervision des procédés est un pupitre de commande évolué, elle permet de surveiller et/ou de contrôler l'exécution de tâches du procédé.

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET...etc.) avec un ou plusieurs équipements électroniques, automate programmable industriel ou ordinateur de commande direct (commande numérique). Dans notre travail, on utilise le logiciel de supervision Win CC flexible qui est le mieux adapté aux automates programmables SIEMENS.

II.15-Aperçu sur le logiciel WinCC Flexible:

1. Introduction:

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et 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 (HMI).

Un système HMI 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. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation. Un système HMI s'occupe des charges suivantes :

✓ **Représentation du processus:**

Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Par exemple, l'affichage du pupitre opérateur est mise à jour.

✓ **Commande du processus:**

L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple définir une valeur de consigne ou démarrer un moteur.

✓ **Vue des alarmes:**

Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenché.

✓ **Archivage de valeurs processus et alarmes:**

Les alarmes et valeur processus peuvent être archivées par le système HMI. On peut ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

✓ **Documentation de valeurs processus et d'alarmes:**

Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système HMI sous forme de journal. Par exemple, on peut consulter les données de production à la fin d'une équipe.

✓ **Gestion des paramètres de processus et de machine:**

Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système HMI dans des recettes. Par exemple ces paramètres sont transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante.

2.Définition SIMATIC HMI:

SIMATIC HMI nous offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande, maîtriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installation en état de marche.

La gamme SIMATIC HMI présente d'autres systèmes utilisés pour la conduite et la surveillance des chaînes de production. Il s'agira en l'occurrence des puissants systèmes client-serveur.

3. Utilisations de SIMATIC WinCC flexible:

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants:

- ✓ Simplicité .

- ✓ Ouverture .
- ✓ Flexibilité.

II.16- Présentation du système WinCC flexible:

1. Eléments de WinCC flexible:

a. WinCC flexible Engineering System:

Est le logiciel avec lequel on réalise toutes les tâches de configuration requises.

b. WinCC flexible Runtime:

Le logiciel runtime permet à l'opérateur d'assurer la conduite du processus. Les tâches incombant au logiciel runtime sont les suivantes :

- ✓ Communication avec les automates .
- ✓ Affichage des vues à l'écran .
- ✓ Commande du processus .
- ✓ Archivage des données de runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme par exemple.

c. Option WinCC flexible:

Les options de WinCC flexible permettent d'étendre les fonctionnalités de base de WinCC flexible. (Chaque option nécessite une licence particulière).

2. Environnement de travail de WinCC flexible:

L'environnement de travail de WinCC flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visibles lorsque cet éditeur est activé.

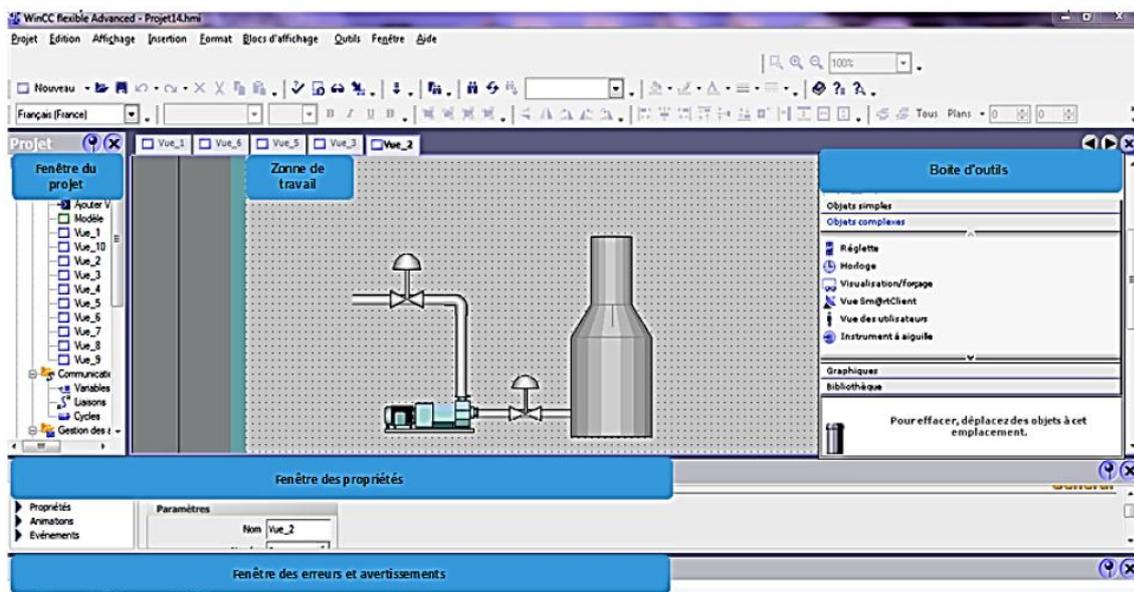


Figure II.17: Environnement de travail de WinCC flexible.

✓ **Menus et barres d'outils:**

Les menus et barres d'outils nous donnent accès à toutes les fonctions disponibles sous WinCC flexible.

✓ **Zone de travail:**

La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit les plus compréhensibles par l'utilisateur, est très faciles à manipuler et à consulter les résultats.

✓ **Fenêtre de projet:**

Tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés sous forme d'arborescence dans la fenêtre du projet, peuvent être ouvert à partir de cette fenêtre.

✓ **Fenêtre de propriété:**

La fenêtre de propriété nous permet d'éditer les propriétés des objets

✓ **Boîte à outil:**

La fenêtre d'outils propose un choix d'objets qu'on peut insérer dans nos vues, cette fenêtre contient en outre des bibliothèques d'objets et collections de blocs d'affichage prêts à l'emploi.

✓ **Bibliothèque:**

La bibliothèque fait partie de la fenêtre d'outils. Elle nous permet d'augmenter la quantité d'objets de vue disponibles et d'améliorer la productivité lors de la configuration par la réutilisation d'objets préconfigurés.

Conclusion :

Aujourd'hui, l'automate programmable n'est plus une machine séquentielle, il est beaucoup plus considéré comme un calculateur de processus grâce aux énormes progrès quant à la structure de base, la qualité et la diversité des outils proposés, et ses langages de programmation.

Son insertion dans le procédé à automatiser constitue un passage obligé pour augmenter la performance des processus.

Dans ce chapitre on a pu concevoir une idée globale sur les automates programmables et une idée un peu particulière sur l' API qui présente un élément clés dans notre étude.

Par la suite, on présente les deux logiciels de programmation et de supervision des automates SIEMENS qui sont le STEP7 et le WinCC flexible respectivement.

Etude et Simulation d'une Centrifugeuse discontinue

Juillet

Chapitre III

2017

III.1. Introduction :

Après avoir fait l'étude d'un automate programmable industriel en particulier l'automate SIEMENS S7-300, on a procédé à la simulation de l'automate dans une application réelle qu'on a abordé lors de notre stage pratique au niveau de la raffinerie du sucre (CEVITAL S.p.a) à Bejaia. Qui concerne une **centrifugeuse du sucre** ou une **turbine discontinue**, même au niveau de la raffinerie du sucre cette centrifugeuse est commandée par automate SIEMENS S7-300.

III.2. Présentation de la raffinerie du sucre (CEVITAL):

CEVITAL est une entreprise algérienne créée par l'entrepreneur ISSAD REBRAB en 1998. Actuellement seconde entreprise Algérienne par le chiffre d'affaire derrière SONATRACH. L'entreprise est spécialisée dans l'industrie agroalimentaire. CEVITAL opère une raffinerie d'huile alimentaire et une raffinerie de sucre à BEJAÏA. Son complexe de production se situe dans le port de BEJAIA et s'étend sur une superficie de 45000m². La capacité de production de la raffinerie du sucre est de 6500 tonnes/jour.

III.2.1. Procédé de fabrication du sucre :

La première étape de purification du sucre brut est de le ramollir afin d'enlever la couche de liqueur mère autour des cristaux grâce au processus appelé « affinage ». Et puis la carbonatation, a pour but d'enlever les solides qui rendent la liqueur turbide. En même temps quelques colorants sont aussi retirés, le sirop carbonaté est filtré à travers une galerie de filtres à bougies à toile on obtient un sirop filtré qui est envoyé vers la section de décoloration. Le sirop épuré est re-concentré dans un évaporateur à double circulation. Ensuite, à la sortie le sirop sera transféré vers la section cristallisation HP. Le sucre raffiné à la sortie des centrifugeuses sera transporté vers le séchage.

III.2.2. Schéma des déverses étapes de raffinage :

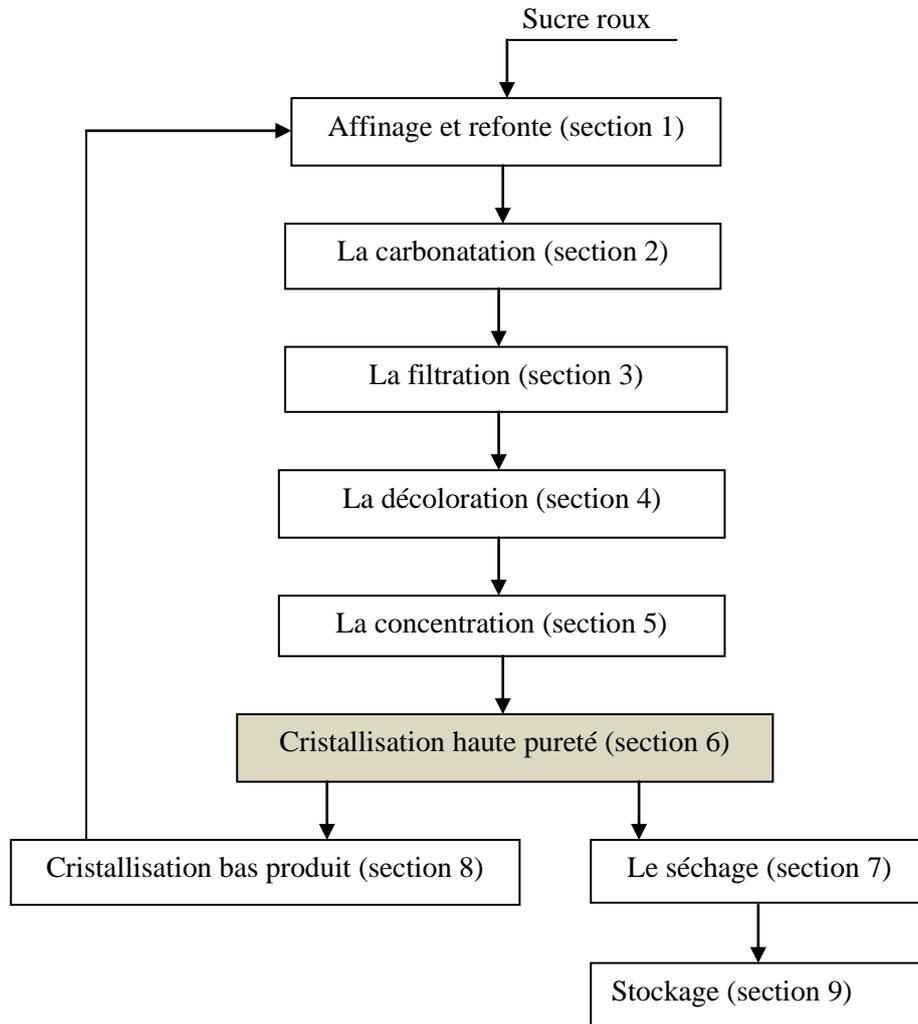


Figure III.1 : Schéma des déverses étapes de raffinage

III.2.3. Cristallisation haute pureté (section 6) :

Le sirop filtré décoloré et concentré est introduit dans un appareil à cuire où il est concentré progressivement jusqu' à l'obtention du Brix adéquat. Au moment précis de la concentration, on amorce une cristallisation en introduisant des cristaux préalablement broyés et préparés dans une solution d'alcool (pour éviter la dissolution des cristaux) ; alors on parle de cette opération de grainage, ce qui permet de bien maîtriser la dimension des cristaux de la cristallisation.

Lorsque les cristaux ont atteint la taille appréciée, on vide l'appareil à cuire dans un malaxeur afin de poursuivre la cristallisation par refroidissement de la masse cuite ou dite naturelle, le produit est traité dans une essoreuse qui sépare les cristaux et sirop. Ce dernier obtenu est traité dans les centrifugeuses.

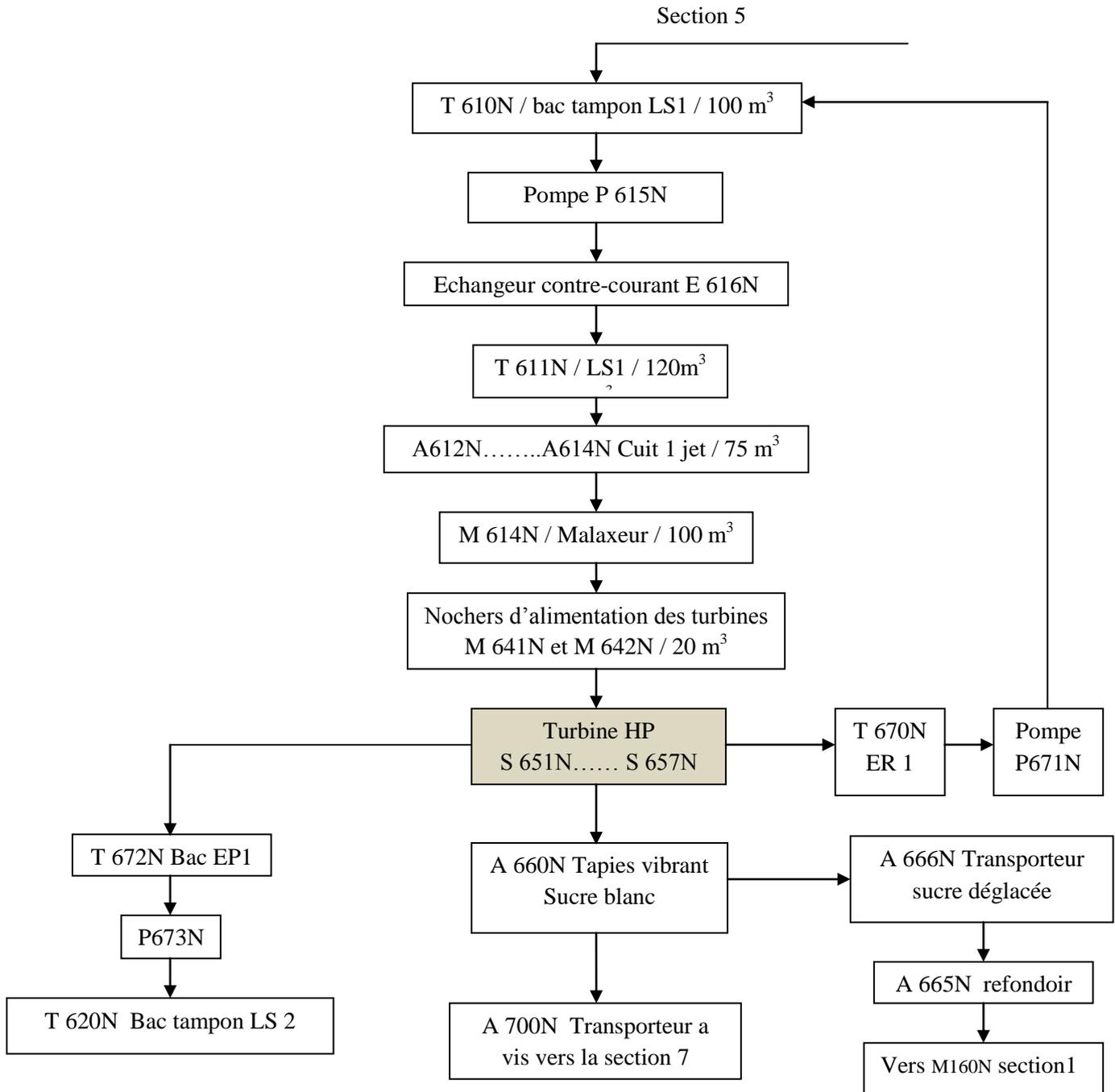


Figure III.2 : Schéma d'implantation des équipements

III.3. Turbines discontinues (centrifugeuses):

III.3.1. Positionnement des turbines dans le processus de raffinage de sucre:

Les turbines discontinues se trouvent en atelier dans la raffinerie de sucre, atelier de turbinage cristallisation HP (section 6).

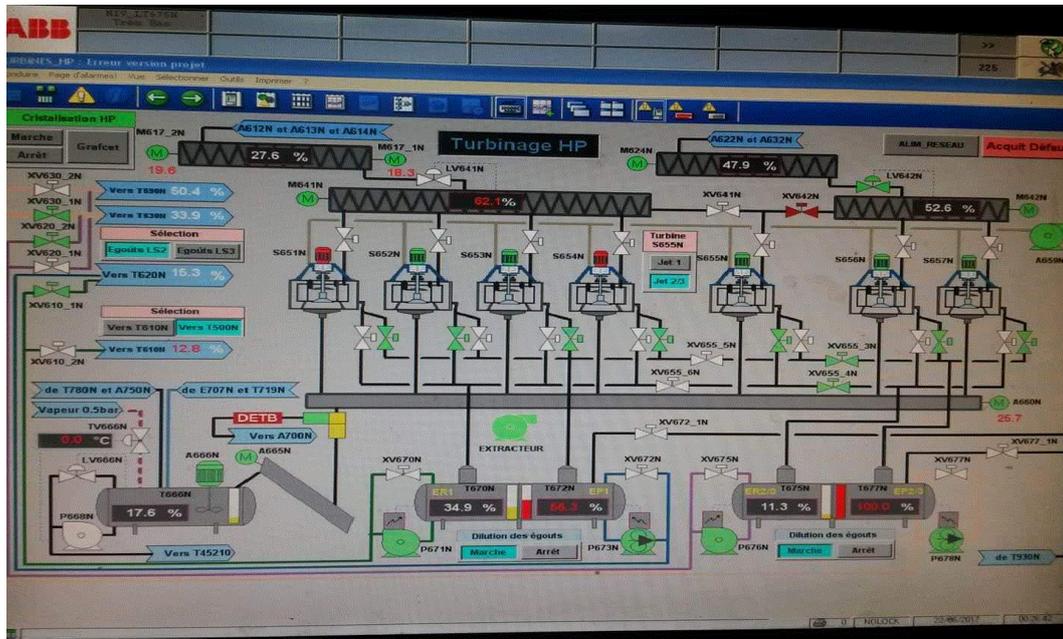


Figure III.3 : Schéma de positionnement des centrifugeuses

Ces turbines séparent le sucre raffiné qui va être réceptionné par un tapis vibrant A660N avant de l'acheminer vers le séchage. Il en résultera aussi des égouts selon la nature de la masse-cuite turbinée.

III.3.2. Descriptions des turbines :

Les centrifugeuses discontinues sont employées pour le traitement de masses cuites de sucre de betterave et de canne.

La décharge de produit peut s'effectuer comme suit :

- Sous forme sèche. Dans ce cas, le sucre est dirigé par la décharge de sucre vers l'élément de transport situé au-dessous de la centrifugeuse.
- Sous forme de refonte avec une teneur en matières sèches d'environ 70% ; dans ce cas, le sucre est transporté du panier de centrifugeuse vers le dispositif de dissolution.

Notre application est basée uniquement sur la centrifugeuse **S651N**

III.3.3. Description général des éléments constitutifs de la turbine discontinue (centrifugeuse du sucre):

La turbine discontinue de marque buckau-wolf SUPRATION est globalement composée de :

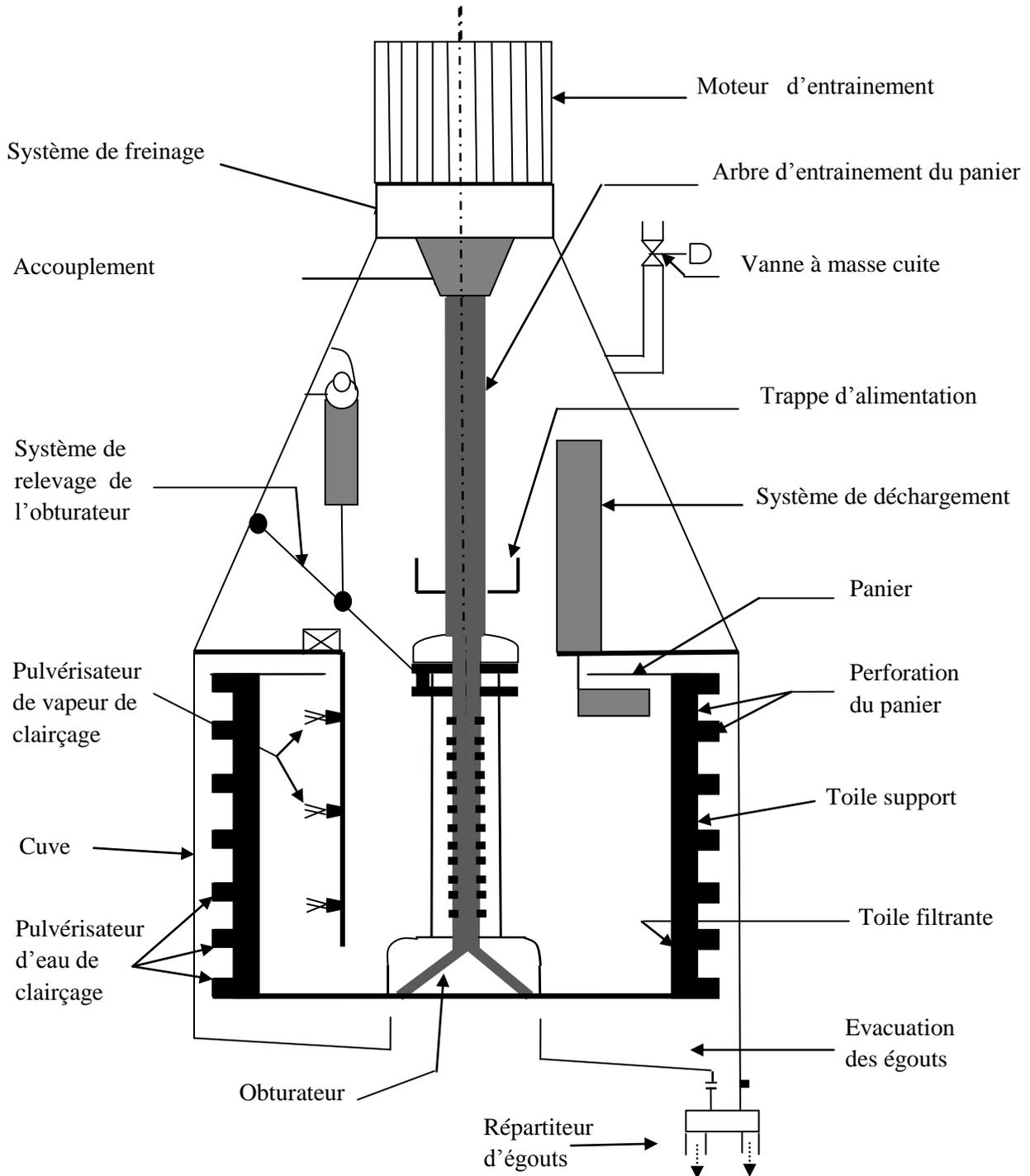


Figure III.4 : Différents éléments de la centrifugeuse

a. Panier avec moyeu et arbre:

C'est un cylindre en acier, renforcé par des cerclages en acier appelés frettes, que augmente sa résistance. Il perforé et doit résister à des forces considérables. Pendant la centrifugation, le poids de la masse cuite peut être multiplié par 1500. Il est également équipé de toile qui va permettre la séparation du sucre et des égouts. Elles sont au nombre trois (03) :

- **Toile de soutien** : constituée d'une tôle perforée « en paupières » et dont le rôle est de faciliter l'évacuation de l'égout ;
- **Toile sandwich** : constituée d'une toile métallique tissée à large mailles. Son rôle est d'assurer au tamis une certaine souplesse ;
- **Tamis de travail** : en acier inoxydable ou en laiton. Il est perforé de trous oblongs d'une largeur d'environ 0,4 mm pour longueur de 4 mm. Son rôle est de retenir les cristaux de sucre et de permettre l'évacuation de l'eau mère.

C'est en général cette toile qui s'use plus vite que les deux autres car elle est en contact direct avec les masses cuites et subit l'impact de celles-ci lors du chargement. La durée de vie de la toile est de pas moins de six mois dans les conditions de fonctionnement normal de la turbine.

L'arbre du panier a pour rôle d'entraîner le panier en rotation. Son diamètre important est prévu pour transmettre le couple moteur extrêmement élevé.

b. Palier avec accouplement et frein à disque:

Le rôle du palier est de reprendre et transmettre tout les efforts engendrés, tant statique que dynamique à l'unité constituée de la traverse de roulement, cuve de la turbine et la poutraison. Le couple de rotation délivré par le moteur est transmis à l'arbre du panier par l'intermédiaire de l'accouplement.

Les éventuels mouvements pendulaires de l'unité du panier sont amortis par l'amortisseur en caoutchouc monté dans le panier.

c. Cuve de la turbine avec charpente de support:

Ces deux éléments constituent le bâti fixe et l'ensemble porteur de la turbine. Outre la réception, le raccordement de la charpente de support et des ensembles déchargeur – élément d'étanchéité du dispositif d'amenée de la masse cuite, contrôle automatique de chargement, système de clairçage et séparateur des égouts, ses fonctions sont les suivantes :

- Protection des opérateurs contre les pièces en rotation.
- Collecte dans le panier des égouts issus de la séparation.
- Amenée des égouts au séparateur des égouts.
- Maintien de la séparation produit/égouts lors de l'acheminement du produit au dispositif de manutention (système de déchargement du panier)..
- Limitation mécanique de l'amplitude des oscillations.

d. Séparateur des égouts :

Il a pour fonction l'évacuation de la liqueur mère (égouts pauvre ; 1^{er} égout) et l'égout riche (2^{ème} égout) séparateur

e. Obturateur ou vanne de font :

La vanne de font fermée réalise l'étanchéité du panier de la turbine dans chaque phase du cycle de travail. Le vérin de manœuvre de la vanne de font est un vérin pneumatique à double effet. Les fonctions d'alimentation en masse cuite, déchargeur et obturateur sont liées entre elles par l'intermédiaire de la commande.

f. Déchargeur :

Le déchargeur a pour fonction d'évacuer le produit du panier en l'abimant le moins possible. Pour des raisons de protection des cristaux, la vitesse de déchargement de la turbine doit être maintenue à un niveau aussi faible que possible (entre 50 et 70 tr/mn).

Le déchargement s'effectue à l'aide de deux vérins pneumatique indépendants l'un de l'autre. La charrue est engagée dans position de repos dans l'anneau du produit jusqu'à la toile du panier à l'aide de vérin disposé à l'horizontale. L'autre vérin monté à l'intérieur du déchargeur déplace la charrue vers le bas dans le sens verticale jusqu'au font du panier.

Le produit extrait du panier est évacué centralement vers le bas et parvient au dispositif de manutention disposé sous les turbines après avoir emprunté les trois grandes ouvertures du moyeu de la turbine.

Le mouvement de retour de la charrue s'effectue dans l'ordre chronologique inverse jusqu'à ce qu'elle ait atteint à nouveau sa position de repos. En position de repos, la charrue se trouve en position finale dégagé à l'intérieur du panier de la turbine.

Pour obtenir un déchargement optimal, la lame de la charrue doit rester à la même distance (environ 1 mm) de la toile sur toute la longueur et pendant tout le chargement. Le déchargeur doit être aligné et ajusté de manière appropriée.

g. Dispositif de clairçage :

Le dispositif de clairçage a pour fonction d'asperger à un moment prévu pendant une durée déterminée une quantité définie de fluide auxiliaire (eau, vapeur) sur le produit se trouvant dans le panier. Les impuretés adhérentes sont ainsi évacuées. En outre, les toiles sont lavées à la fin de chaque cycle.

Le dispositif de clairçage présente une rampe garnie d'un certain nombre de pulvérisation à jet plat fixe sur le couvercle de la cuve. Le jet de pulvérisation doit être réglé de préférence d'environ 15 à 30° avec l'orientation du panier de la turbine.

h. Le moteur :

Il assure la rotation du panier à des vitesses différentes suivant les phases du cycle. Il est lié rigidement au bâti. L'arbre du moteur et celui du panier sont accouplés élastiquement pour permettre l'absorption des vibrations du balourd éventuel. Le moteur présente les caractéristiques suivantes : ABB – moteur asynchrone de 250 KW - 1744 trs/mn – $\cos\alpha$ 0,8.

➤ **Variateur de vitesse** (configuration de variateur, voire annexe 1)

Devient l'un des composants essentiels dans tous les systèmes d'automatisation modernes. Il commande le moteur pour faire varier sa vitesse de manière continue jusqu'à sa vitesse nominale. La valeur de la vitesse peut être proportionnelle à un signal analogique fourni par, soit un potentiomètre, soit une source d'alimentation externe. Des vitesses présélectionnées peuvent être également exploitées.

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Donc les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence. Il permet :

- Une gamme de vitesse de 5% à 200% de la vitesse nominale
- Une conservation du couple sur toute la gamme de vitesse
- Des rampes d'accélération et de décélération
- Deux sens de rotation

La consigne de vitesse est en générale sous forme d'une tension de 0 à 10v, une protection intégrée au moteur.

Le courant électrique issu du réseau est dans un premier temps converti au courant continu, il est ensuite reconverti au courant alternatif par un onduleur mais avec une fréquence différente. Il est ainsi possible de convertir de monophasé en triphasé si c'est nécessaire.

i. Contrôle de chargement automatique:

Le contrôle automatique de chargement a pour fonction d'assurer un chargement régulier, uniforme, et optimal du panier de la turbine. Avant le début du processus de chargement, on engage pneumatiquement une sonde (tâteur). Si le panier est rempli de telle manière que la masse cuite touche le tâteur, l'impulsion transmise par le contrôle de chargement est analysée dans la commande de la turbine. Le processus de chargement est interrompu et le contrôle automatique de chargement est dégager.

Le tâteur travaille de façon conductrice, c.à.d. que les masses cuites doivent être conductrices électriquement,

Le degré de chargement du panier de la turbine peut être modifié en déplaçant verticalement et en faisant tourner le contrôle automatique de chargement. Pour ce faire, il faut défaire la liaison par pincement. Le réglage optimal ne peut être obtenu que par expérimentalement.

Lorsque la turbine est en service, il faut veiller à ce que les vis de fixation du tâteur soient toujours bien serrées.

j. Alimentation en masse cuite :

L'alimentation en masse cuite conduit la masse cuite directement depuis la Nochere jusqu'au panier de la turbine via la goulotte à clapet et le dispositif auxiliaire de distribution. La vision fermée garantit une amenée sans impuretés de la masse cuite.

k. Conduites d'alimentation:

Des fluides auxiliaires (eau, vapeur) sont amenés à la turbine

1. Dispositifs de surveillance:

Les turbines sont équipées de différents dispositifs de surveillance. Ces dispositifs sont :

- Système de contrôle des oscillations ;
- Détecteur de vibration ;
- Surveillance de la vitesse de rotation.

III.3.4. Procédé de fonctionnement (cycle d'une turbine) :

La turbine opère un cycle prédéfini lors de son fonctionnement de manière répétitif. Après le démarrage de la turbine, c.à.d. son accélération de l'arrêt à la vitesse de chargement N2 (150tr/min), le cycle qui commence, se déroule comme suit :

a. Chargement :

La période de chargement est défini entre le moment ou la vitesse de chargement N2 est atteinte, depuis l'ouverture de clapet à masse cuite, l'engagement de contrôle de chargement automatique, le papillon de la vanne alimentatrice en masse cuite s'ouvre, jusqu'à ce que le panier de la turbine soit rempli, le clapet à masse cuite soit fermé et le contrôle de chargement automatique dégagé.

Durant le chargement du panier, la masse cuite adhère à ses parois intérieures sous l'effet des forces centrifuge pour créer un gâteau. Ce gâteau est plus au moins uniforme suivant la viscosité de la masse cuite et la vitesse de chargement. La répartition inégale des masses cuites peut conduire au balourd lorsque des forces centrifuges importantes se concentrent en une surface limitée conduisant à des oscillations suivant une amplitude grandissante.

b. Accélération :

Temps depuis la fin du chargement jusqu'à ce que la vitesse d'essorage final N4 (1175tr/min) soit atteinte. Durant l'accélération les forces centrifuges poussent l'eau mère (égout pauvre) qui est dirigée vers le circuit des égouts pauvres.

Le clairçage intervient pendant l'accélération comme suit :

• Clairçage à vapeur:

A 350 tr/mn un clairçage à la vapeur de 3 secondes environ est opéré dans le but de favoriser la porosité entre les cristaux de sucre nécessaire à 'évacuation de l'eau mère.

• Clairçage d'eau :

A 900 tr/mn un clairçage à l'eau chaude est opéré afin d'enlever la pellicule d'eau mère adhérent aux cristaux. Pour que le clairçage soit efficace, il faut que l'égout soit suffisamment évacué et que la couche de sucre ne soit pas tassée, ce qui est le cas vers 850-950 tr/mn

La durée du clairçage est importante. C'est un compromis entre :

- Un temps court ; la pellicule n'est que partiellement éliminée ;
- Un temps long ; le sucre est refondu de manière excessive.

Au clairçage, l'eau refond une partie du sucre. L'égout s'enrichit et alors appelé égout riche. Celui-ci est dirigé vers le circuit des égouts riches.

c. Essorage final :

Temps entre l'atteinte de la vitesse d'essorage final N4 et l'amorçage de la décélération.

C'est la durée de l'essorage final. Cette durée doit être suffisamment longue pour évacuer l'égout riche, mais pas trop long car, si le sucre sèche, il devient très difficile à décharger du panier.

d. Décélération:

Temps entre la fin de l'essorage final et le début de déchargement. Le freinage électrique est déclenché afin d'amener la turbine à la vitesse de déchargement N2.

e. Déchargement:

Temps entre le début de déchargement N1 (70tr/min) et l'accélération vers la vitesse de chargement. Une succession d'opération à lieu pour permettre le déchargement sucre encore humide sur le tapis vibrant qui le convoie en section 7 : le séchage.

f. Lavage écran et préparation au chargement:

Temps entre la fin du fin déchargement N1 et la fin l'accélération vers la vitesse de chargement N2. Après déchargement le panier est vide un fin écran de sucre persiste d'où la nécessité d'un lavage du panier afin d'éviter le colmatage progressif de la toile et qui pourrait entrainer, pour les cycles suivants, des risques de balourd et de dégradation de la qualité du sucre.

La turbine est alors prête à reprendre un cycle ou à s'arrêter. Un cycle doit se dérouler en environ 3 minutes.

III.3.5. Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue :

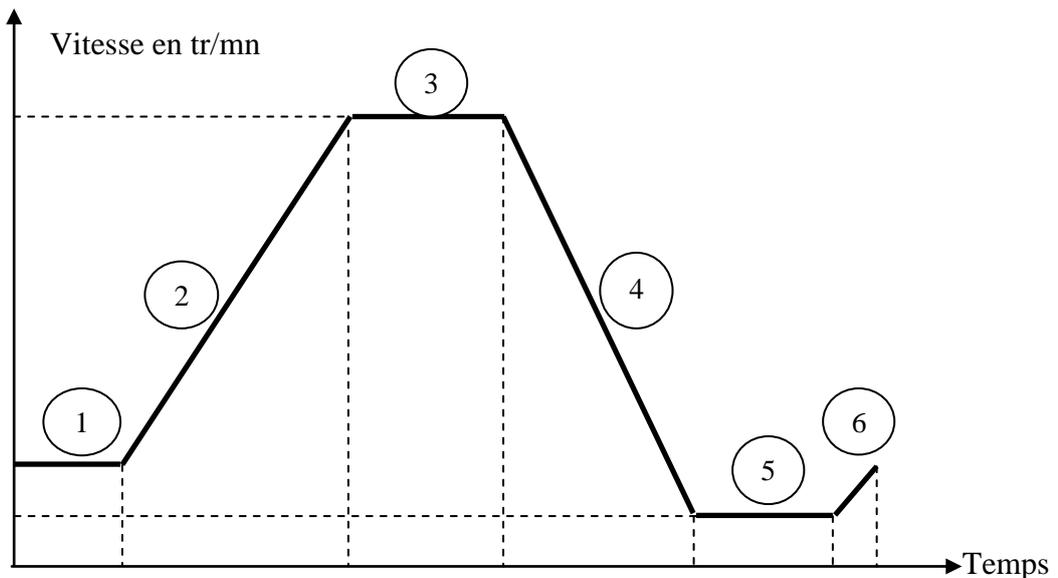


Figure III.5 : Diagramme d'un cycle d'une turbine discontinue

Le tableau suivant donne la durée moyenne de chaque étape du cycle :

	Etape du cycle	Durée moyenne observée (s)
1	chargement	15
2	Accélération	35
3	Essorage final	35
4	Décélération	25
5	Déchargement	40
6	Lavage écran	20
	Durée moyenne observée du cycle	170

La durée moyenne observée du cycle est normalement d'au moins 2 minutes 50 secondes.

III.3.6. Procédure de démarrage / arrêt de la turbine :

III.3.6.1. Démarrage de la turbine :

- Au premier démarrage on doit observer les conditions initiales suivantes :
 - Variateur et turbine à l'arrêt : réarmer le variateur.
 - Alimentation présente : réarmer le disjoncteur de la turbine.
 - Programme disponible.
- Il faut aussi vérifier que :
 - L'huile de lubrification est disponible depuis au moins 30 mn.
 - L'arrêt d'urgence est ôtée (au variateur et console opérateur).
 - L'alimentation est en service et le voyant lumineux (sur la console opérateur) allumée.
 - Le frein rapide non enclenché.
- Pour mettre en marche la turbine on sélection le mode manuel de chargement ou de déchargement.

III.3.6.2. L'arrêt de la turbine :

- Terminer le cycle de la turbine.
- Dégraissage général : on ouvre la vanne à vapeur de dégraissage de la vanne à masse cuite.
- Effectue un cycle à vide de la turbine pour dégraisser les goulottes, et le panier.
- Fermeture de toutes les vannes à vapeur.
- Fermeture des vannes d'arrivée d'eau et de vapeur de clairçage de la turbine.

III.3.6.3. Procédure de démarrage dans les cas particulier :

- **En cas de perte du programme**
 - Faire appel à l'automaticien pour recharger le programme de la configuration du pupitre.
 - Vérifier les paramètres et temporisations des turbines.
 - Répéter la procédure de démarrage en prêtant attention aux paramètres des turbines.

➤ **En cas de vibration de la turbine**

- En cas de vibration de la turbine s'arrête automatiquement et le défaut s'affiche le sur le pupitre.
- Redémarrer la turbine à la vitesse N1 et déchargé le continu de la turbine
- Si le sucre continu dans la turbine est dur (vibration en essorage final), forcer les vannes de clairçages pendant 30 à 40 secondes afin d'éviter d'endommager le déchargeur ou la toile.
- Décharger le continue de la turbine.

➤ **En cas de balourd**

- Appuyer sur l'arrêt d'urgence dès le début du balourd et s'éloigner de la turbine par précaution jusqu'à l'arrêt total de cette dernière.
- Inspecter la turbine, si le balourd n'a pas causé de dégâts mécaniques.

III.3.6.4. Les taches quotidiennes :

- Préparation de l'arrêt pour nettoyage quotidien des jupes des turbines.
- Si les cuites ne sont pas prêtes à la coulée, les turbines doivent arrêtees ensuite finir les cycles et les préparer au nettoyage.

III.4. Le GRAFCET de fonctionnement normal:

Ch	Chargement
a	Capteur de masse-cuite
EF	Essorage final
Dc	Décélération

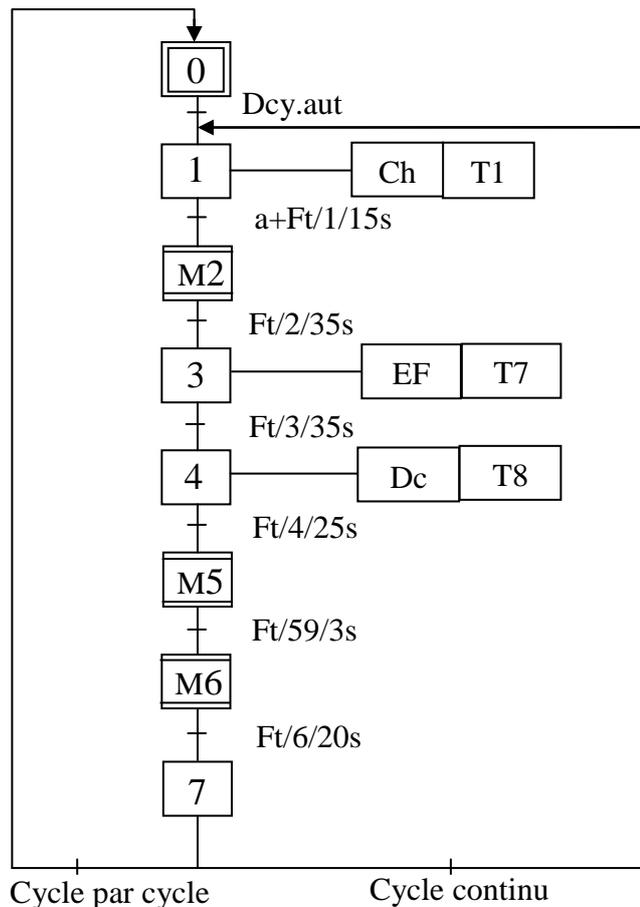


Figure III.6 : Schéma du GRAFCET fonctionnement normal

Dans le GRAFCET nous avons trois(3) macro-étapes M2, M5 et M6 qui sont représenté dans les sous GRAFCET suivants :

➤ **Macro-étape M2**

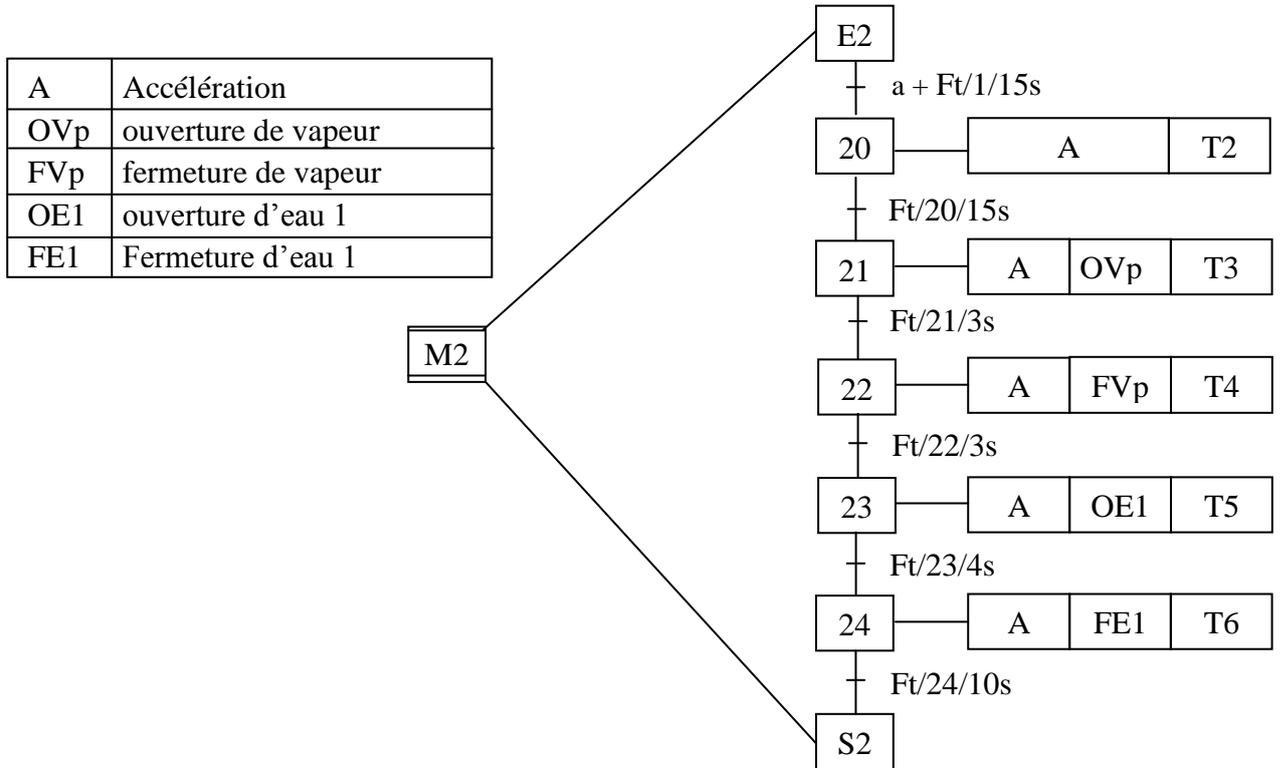


Figure III.7 : Schéma du GRAFCET de la macro-étape M2

➤ **macro-étape M6**

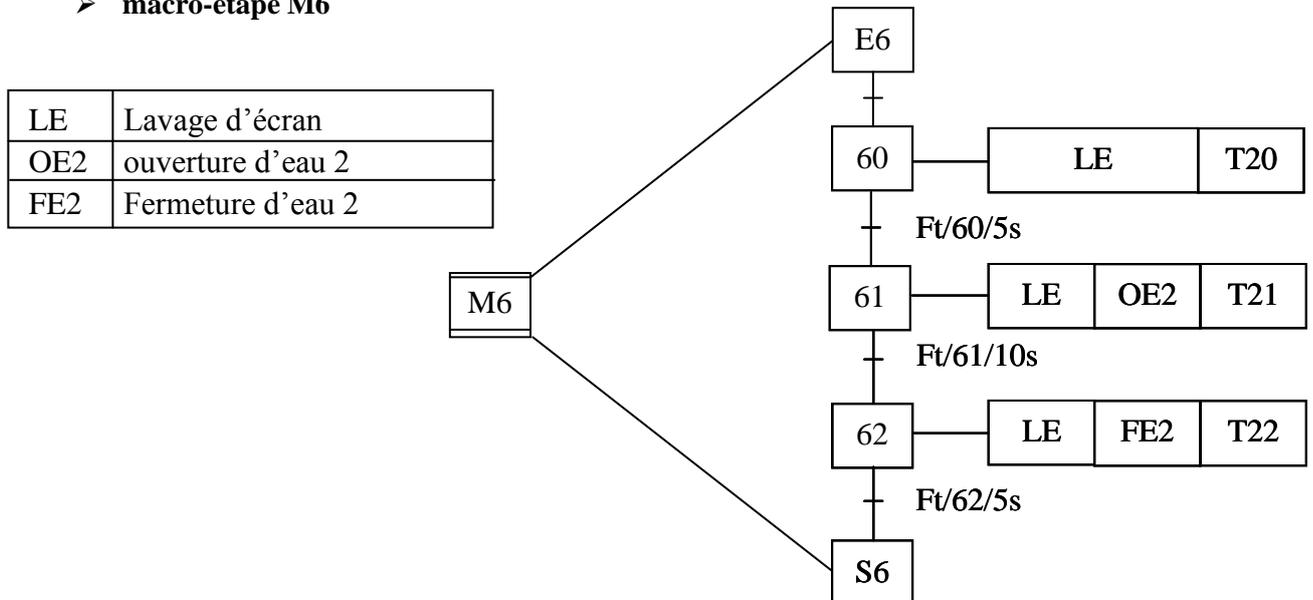


Figure III.8 : Schéma du GRAFCET de la macro-étape M6

Macro-étape M5

OV	ouverture de la vanne de fond
A ⁺	descende de vérin de centrage
A ⁻	monter de vérin de centrage
B ⁺	déverrouiller de déchargeur
B ⁻	verrouiller de déchargeur
C ⁺	descendre de vérin déchargement
C ⁻	monter de vérin de déchargement
D ⁺	avance de vérin pivotement
D ⁻	recul de vérin pivotement
FV	fermeture de la vanne de fond

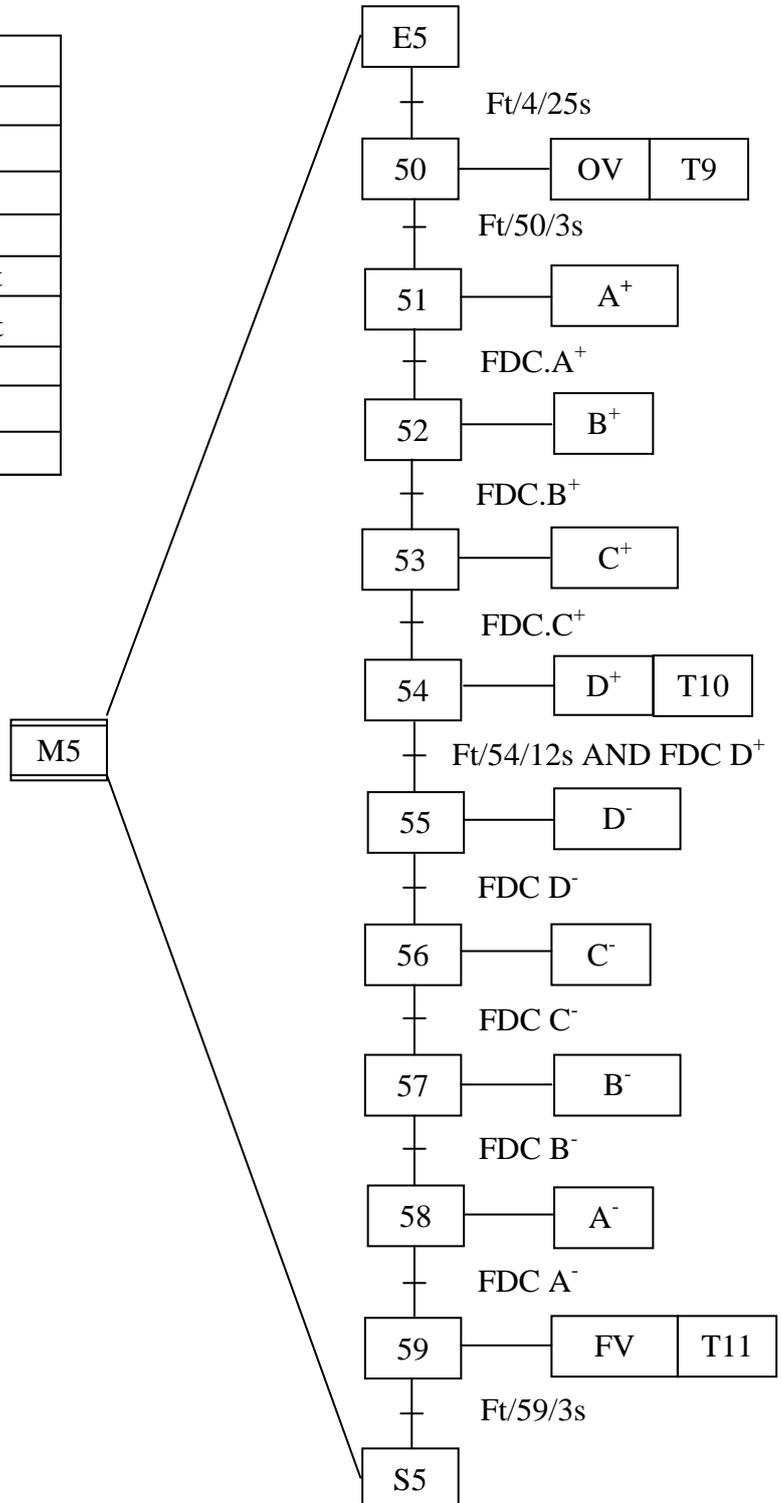


Figure III.9 : Schéma du GRAFCET de la macro-étape M5

III.5. Le GEMMA:

III.5.1. Le GRAFCET en fonctionnement normal :

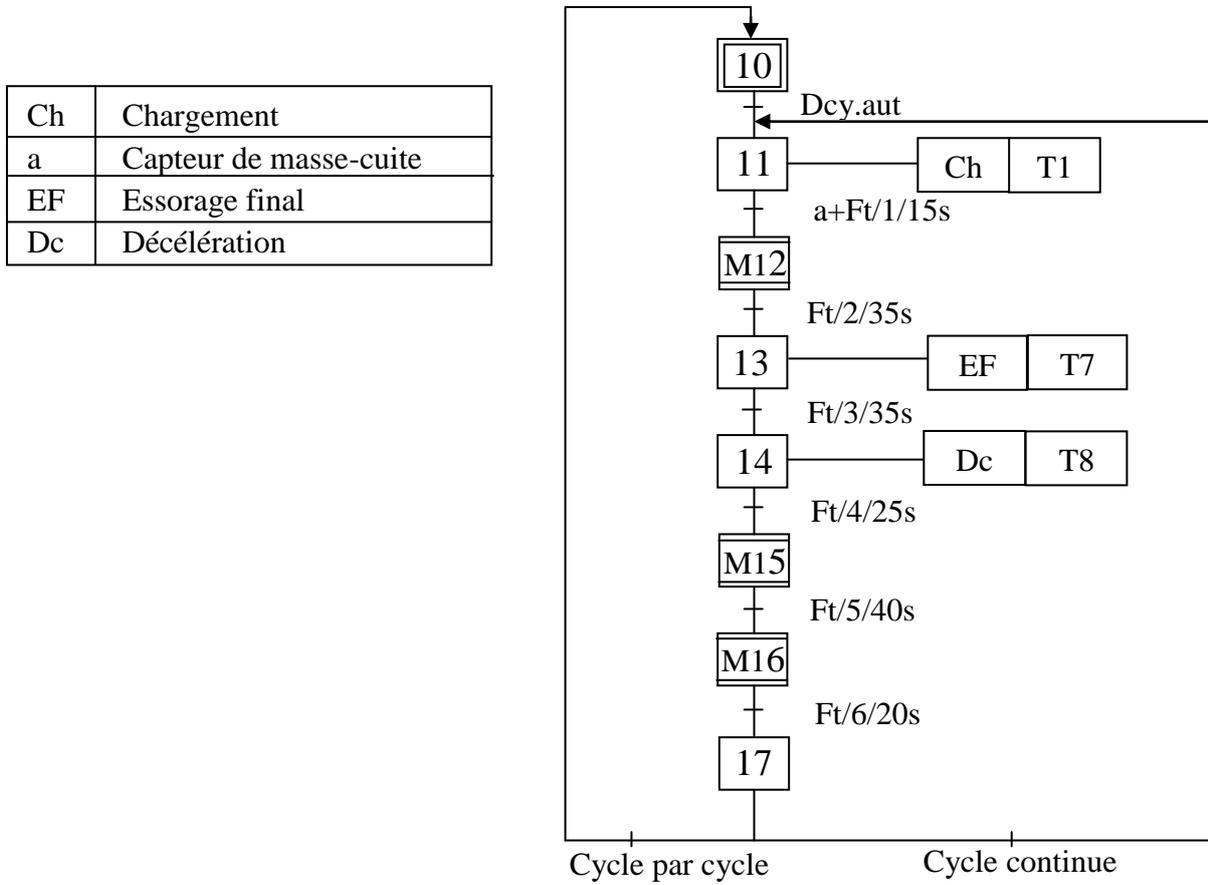


Figure III.10 : Schéma du GRAFCET de GEMMA en fonctionnement normal

III.5.2. Le GEMMA en fonctionnement normal :

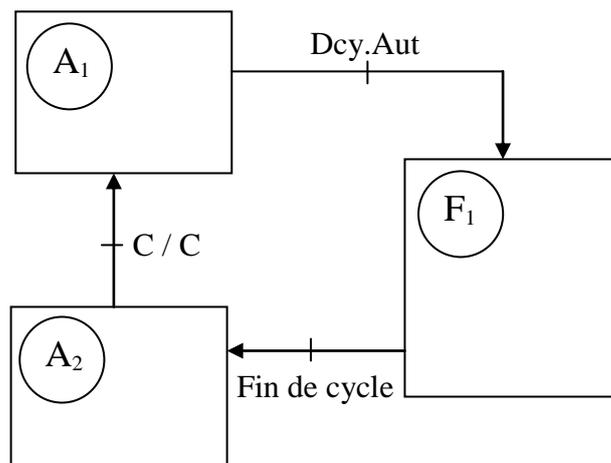


Figure III.11 : Schéma du GEMMA en fonctionnement normal

III.5.3. Le GRAFCET d'arrêt d'urgence :

Ch	Chargement
a	Capteur de masse-cuite
EF	Essorage final
Dc	Décélération
Au	Arrêt d'urgence

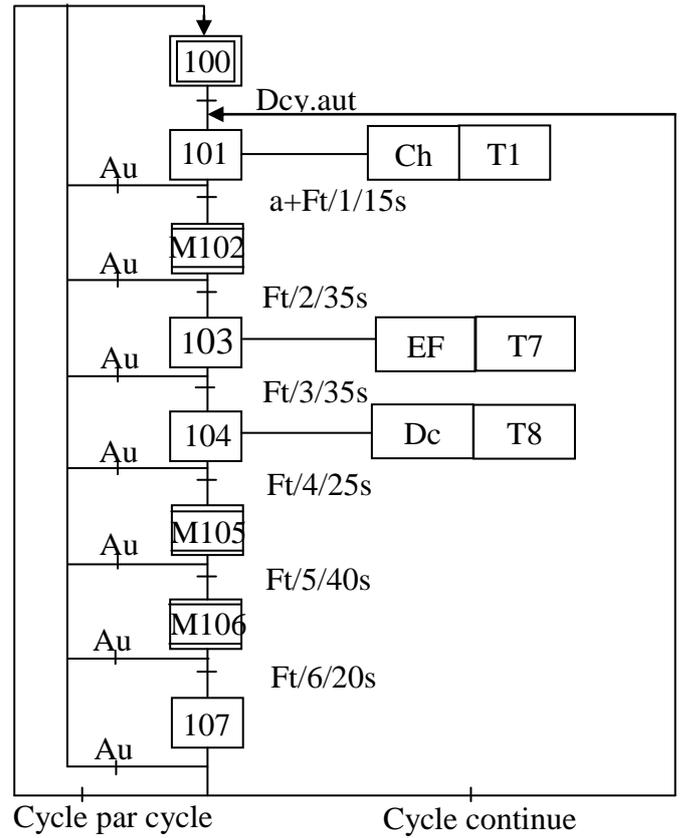


Figure III.12 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence

➤ GREFCET d'arrêt d'urgence pour la macro-étape M2:

A	Accélération
OVp	ouverture de vapeur
FVp	fermeture de vapeur
OE1	ouverture d'eau 1
FE1	Fermeture d'eau 1
Au	Arrêt d'urgence

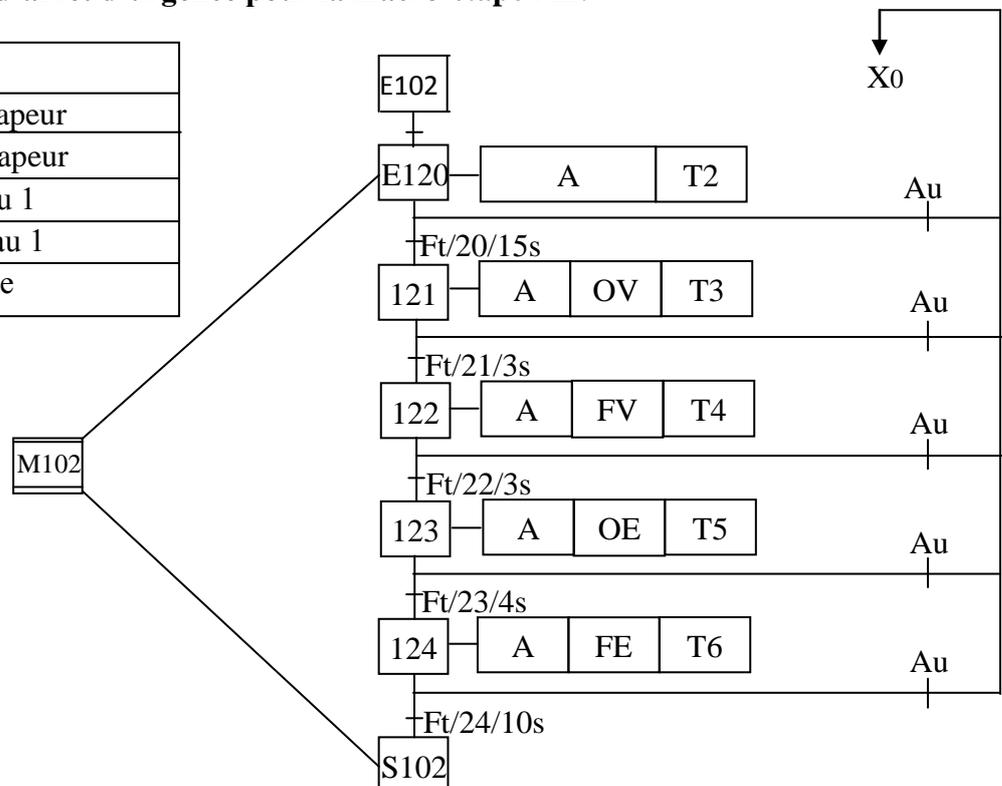


Figure III.13 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence M2

➤ **GRAF CET d'arrêt d'urgence pour la macro-étape M5:**

OV	ouverture de la vanne de fond
A ⁺	descende de vérin de centrage
A ⁻	monter de vérin de centrage
B ⁺	déverrouiller de déchargeur
B ⁻	verrouiller de déchargeur
C ⁺	descendre de vérin déchargement
C ⁻	monter de vérin de déchargement
D ⁺	avance de vérin pivotement
D ⁻	recul de vérin pivotement
FV	fermeture de la vanne de fond
Au	Arrêt d'urgence

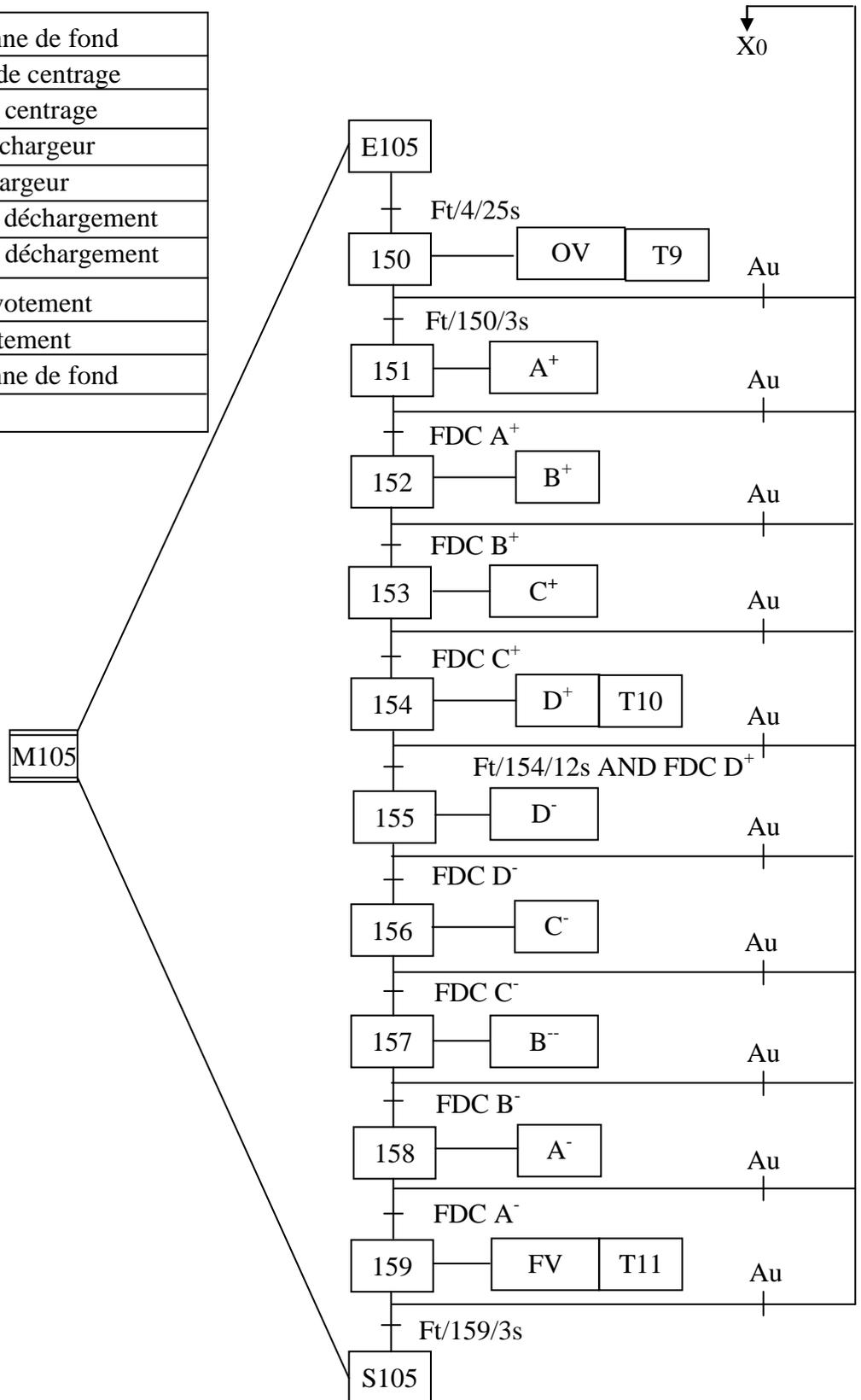


Figure III.14 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence M5

➤ GREFCET d'arrêt d'urgence pour la macro-étape M6:

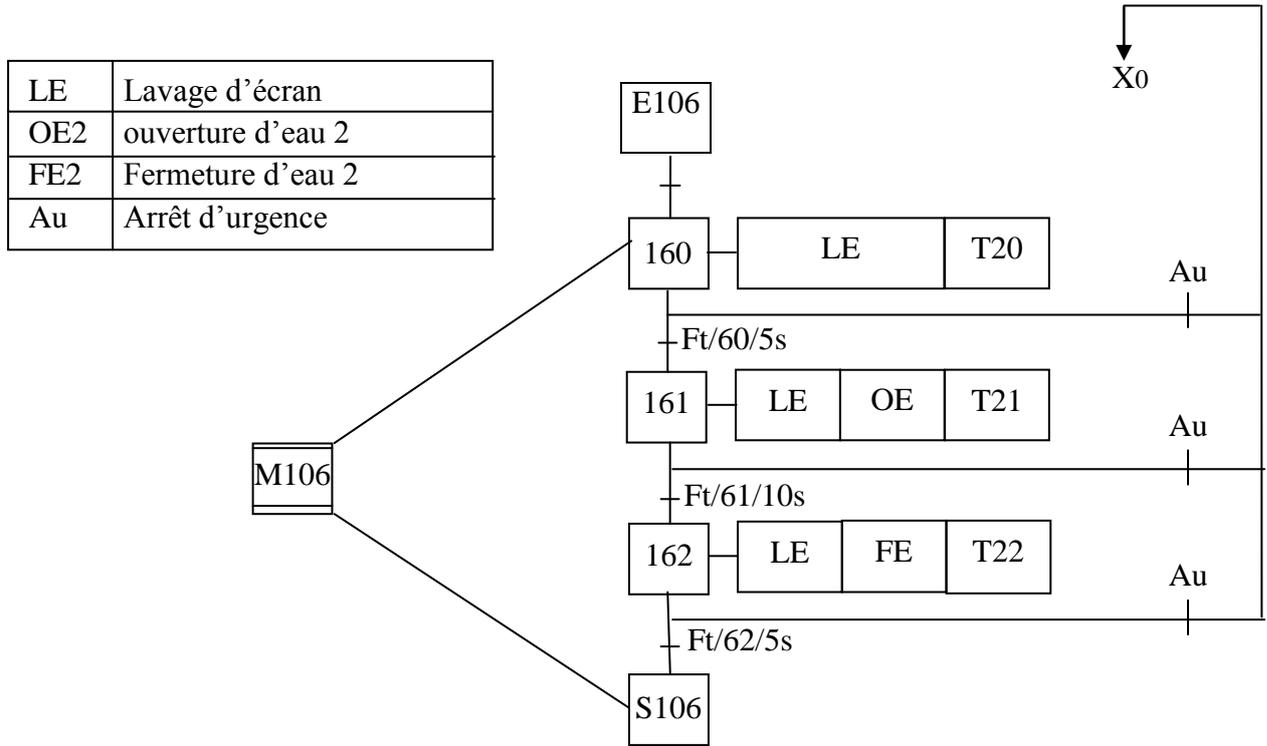


Figure III.15 : Schéma du GRAFCET d'arrêt d'urgence M6

III.5.4. Le GEMMA d'arrêt d'urgence :

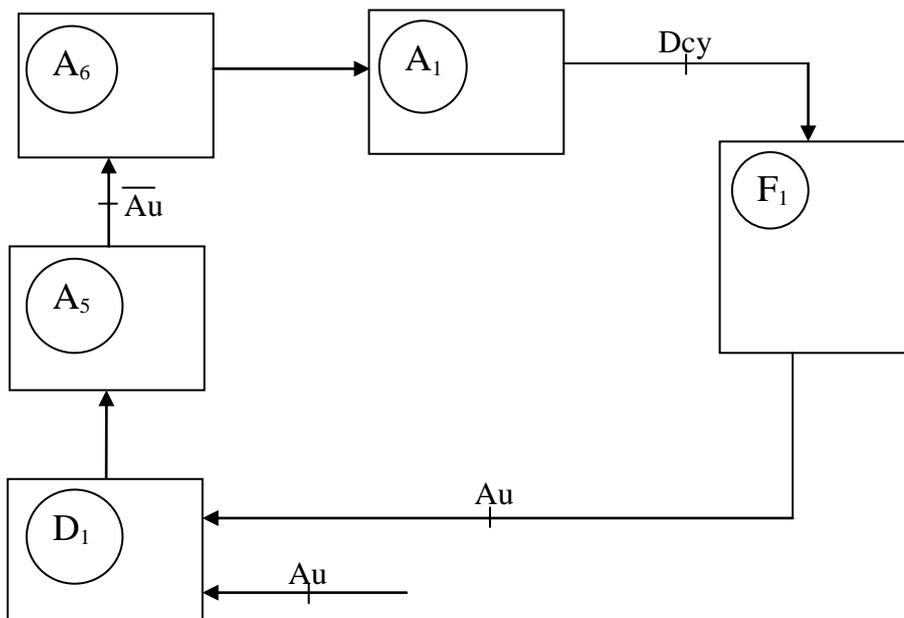


Figure III.16 : Schéma du GEMMA d'arrêt d'urgence

III.5.5. Le GRAFCET de cycle manuel :

OV1	ouverture la vanne à masse-cuite
OV2	ouverture la vanne de fond
FV1	Fermeture la vanne à masse-cuite
FV2	Fermeture la vanne de fond

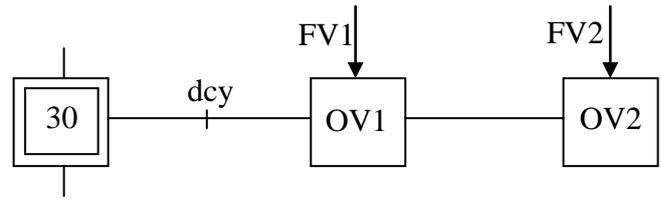


Figure III.17 : Schéma du GRAFCET de cycle manuel

III.5.6. Le GEMMA de cycle manuel :

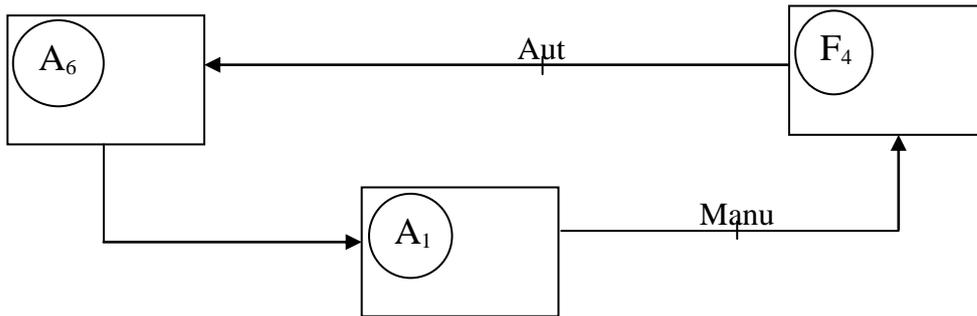


Figure III.18 : Schéma du GEMMA de cycle manuel

III.5.7. Le GRAFCET de cycle automatique :

Ch	Chargement
EF	Essorage final
Dc	Décélération

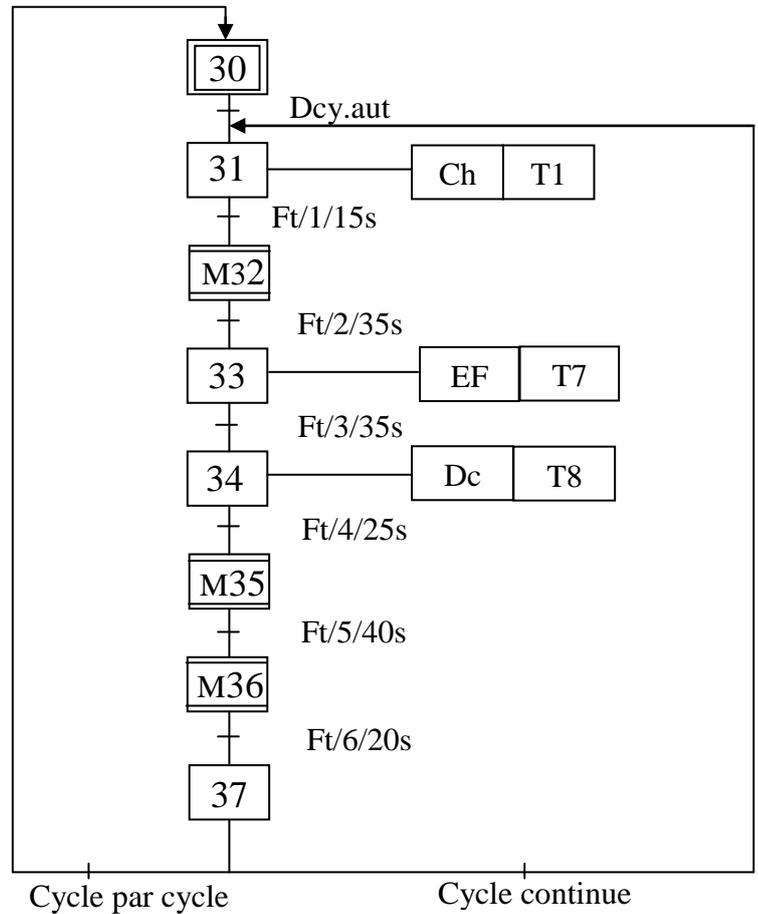


Figure III.19 : Schéma du GRAFCET de cycle automatique

III.5.8. Le GEMMA de cycle automatique:

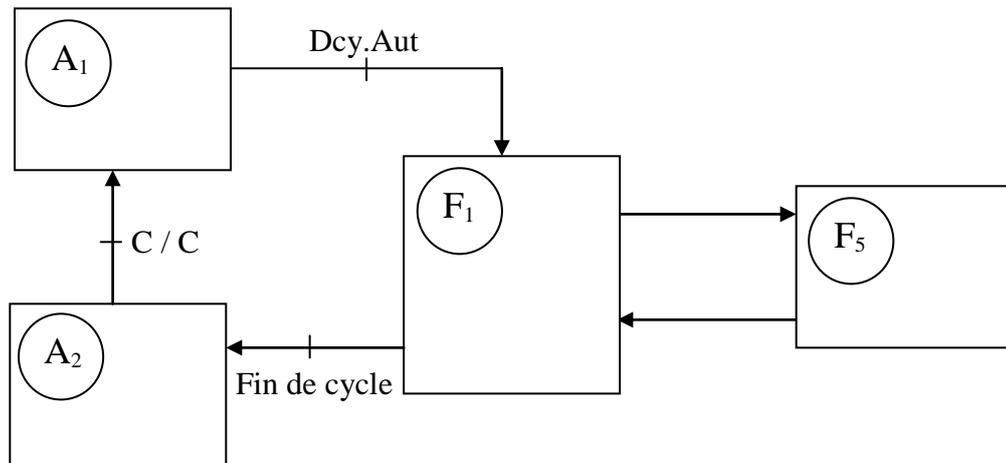
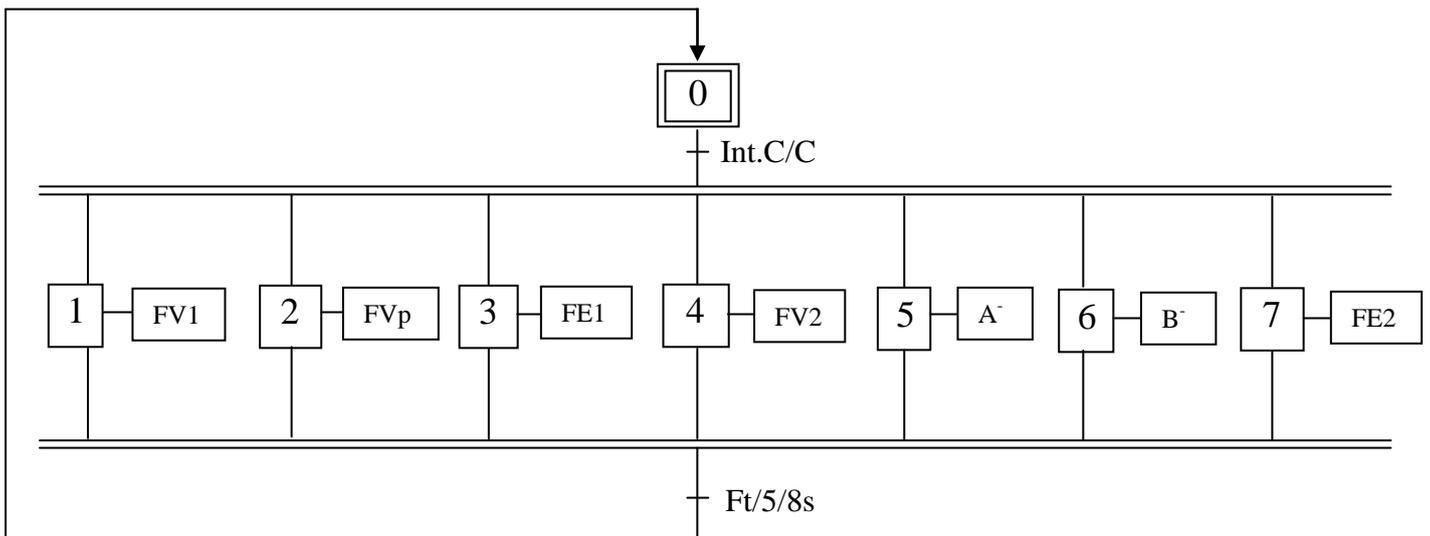


Figure III.20 : Schéma du GEMMA de cycle automatique

III.5.9. Initialisation automatique de la partie opérative:



FV1	fermer la vanne à masse-cuite
FVp	fermer la vanne de vapeur
FE1	fermer la vanne d'eau 1
FV2	fermer la vanne de fond
A	reculer le vérin horizontal
B	reculer le vérin vertical
FE2	fermer la vanne d'eau 1

Figure III.21 : Schéma du GRAFCET de l'initialisation automatique de la partie opérative

III.6. Simulation :

Le cycle d'une turbine discontinue débuté après avoir appuyé sur le bouton poussoir E0.0, le cycle est composé de trois palais de vitesse et trois rampes.

- Le 1^{er} palais : Chargement
- Le 2^{eme} palais : essorage finale
- Le 3^{eme} palais : déchargement
- La 1^{ere} rampe : accélération
- La 2^{eme} rampe : décélération
- La 3^{eme} rampe : accélération pendant lavage d'écran

Les palais et les rampes composent une série de variation de vitesse qui sont assurés par un variateur de vitesse, c.-à-d. les sorties de l'automate sont reliées aux entrées de variateur de vitesse.

Chaque réseau a certaines conditions qui doivent être remplies avant de procéder à la prochaine.

Réseau 1 : démarrage de cycle

Condition :

- Le moteur en marche

Action :

- le cycle est démarré

Réseau 3 : chargement

Condition :

- le cycle est démarré
- contrôle de chargement automatique

Action :

- ouverture de vanne à masse-cuite

Réseau 4 : accélération

Condition :

- fin de chargement et fermeture de vanne
- la vitesse atteinte 150 tr/min

Action :

- augmentation de la vitesse
- clairçage de vapeur à 300 tr/min
- clairçage d'eau 1 à 850 tr/min

Réseau 5 : essorage final

Condition :

- fin d'accélération
- la vitesse atteinte 1175 tr/min

Action :

- la vitesse reste constante

Réseau 6 : décélération

Condition :

- fin d'essorage

Action :

- diminuation de vitesse

Réseau 7 : déchargement

Condition :

- fin de décélération
- la vitesse est munie jusqu'à 70 tr/min

Action :

- ouverture de vanne de fond
- avancement de vérin horizontal
- avancement de vérin vertical
- retirer le vérin horizontal
- retirer le vérin vertical
- fermeture de vanne de fond

Réseau 8 : lavage d'écran

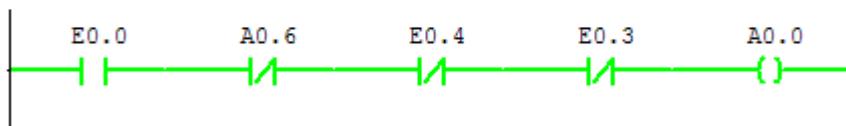
Condition :

- fin de déchargement
- la vitesse est 70 tr/min

Action :

- augmentation de la vitesse jusqu'à 150 tr/min
- ouverture d'eau 2

Réseau 1 : démarrage de cycle
début de démarrage de cycle

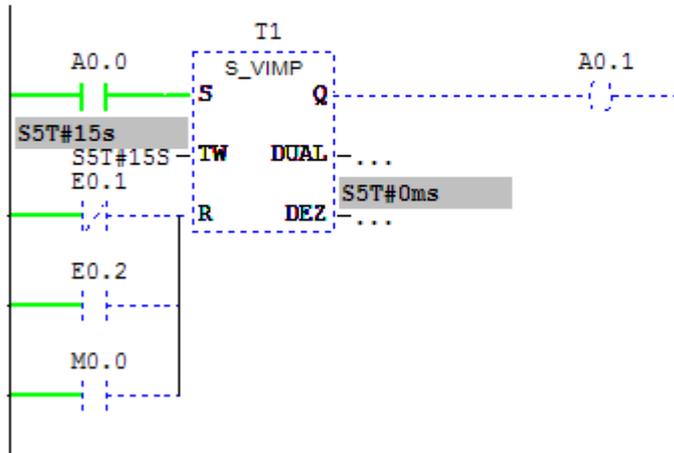


Réseau 2 :



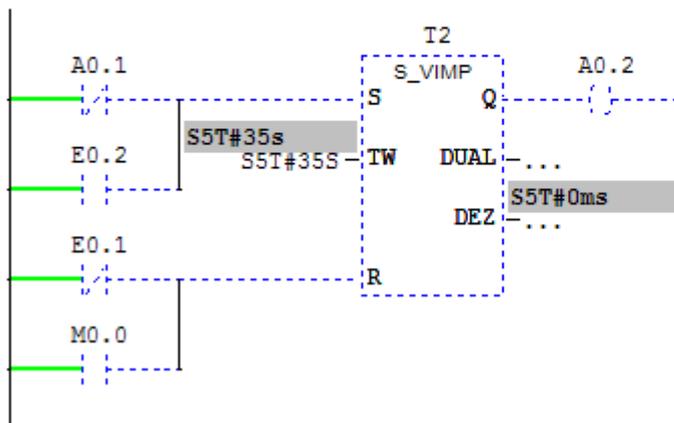
Réseau 3 : chargement

ouverture de vanne a masse-cuite et le début de chargement



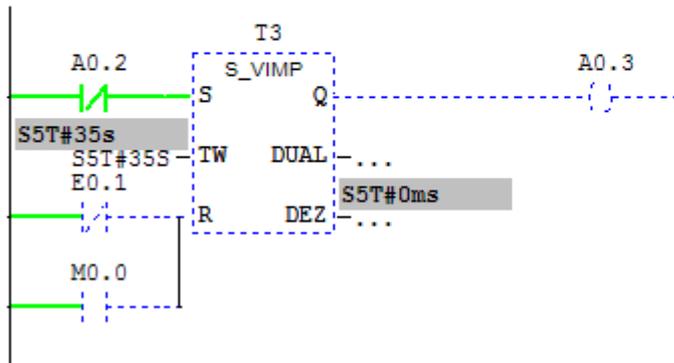
Réseau 4 : accélération

fin de chargement et le début d'accélération de 150tr/min à 1175tr/min
à 300tr/min clairçage de vapeur
à 850tr/min clairçage d'eau 1



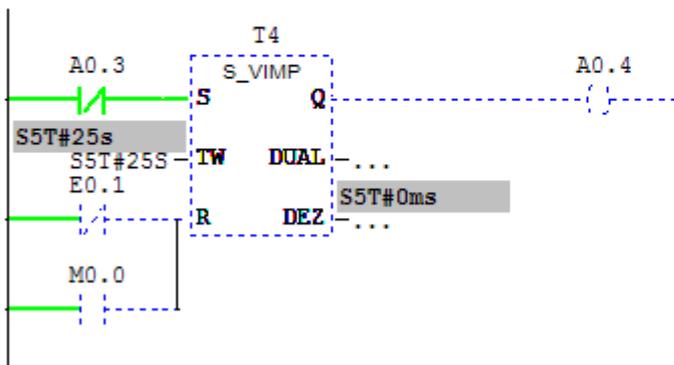
Réseau 5 : essorage final

fin d'accélération et le début d'essorage final à la vitesse constante



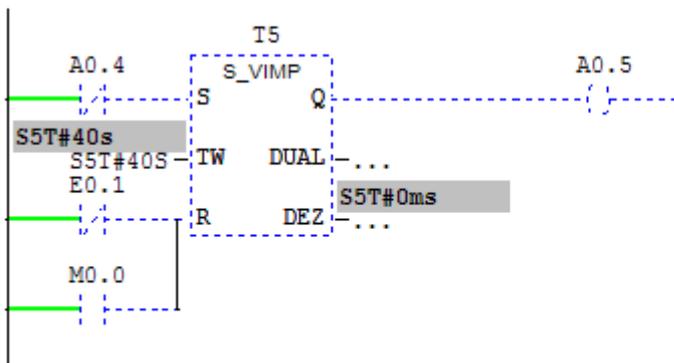
Réseau 6 : décélération

fin d'essorage final et la début de décélération jusqu'à la vitesse 70tr/min



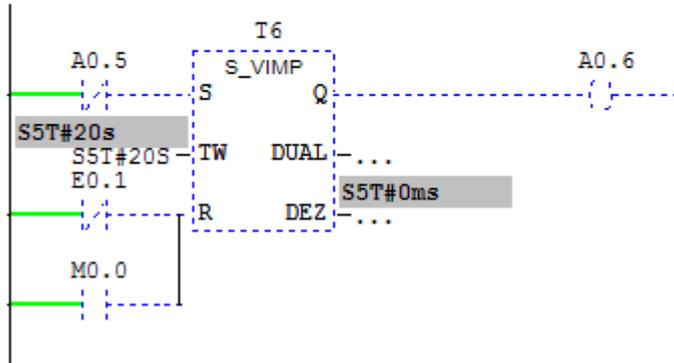
Réseau 7 : déchargement

fin de déccélération et le début de déchargrment à la vitesse constante
 ouverture et fermeture de vanne de fond
 avance et recule de vérin horizontal
 avance et recule de vérin vertical



Réseau 8 : lavage d'ecran

fin de déchargement et le début d'essorage final
 augmentation de la vitesse jusqu'à 150tr/min
 ouverture et fermeture d'eau 2



La simulation complète c.-à-d. toute les macro-étapes (voire annexe 2).

CONCLUSION GENERALE

Juillet

CONCLUSION GENERALE

2017

Conclusion générale:

L'automate programmable industriel envahit le monde industriel de la plus petite entreprise de sous-traitance jusqu'aux groupes industriels multinationaux.

Notre travail nous a permis d'élargir nos connaissances sur les systèmes automatisés et sur les automates programmables industriels.

Nous avons découvert l'automate programmable en décrivant son architecture, ses langages de programmation, ses originalités et sa place en milieu industriel.

Nous avons approfondi notre connaissance en programmation des automates S7-300 à l'aide du progiciel STEP 7 de SIMATIC 5.3, qui inclut un logiciel de simulation PLCSIM que nous avons utilisé pour simuler le fonctionnement de l'automate programmable industriel dans notre application avec l'utilisation des différents langages de programmation plus particulièrement le langage CONT.

Le projet de simulation que nous avons développé reproduit fidèlement le fonctionnement de la centrifugeuse S651, qui est un élément de l'équipement industriel utilisé pour le processus de raffinage du sucre à l'unité de CEVITAL S.p.a de Bejaia. Les résultats de simulation sont satisfaisants.

Notre travail de fin d'étude, nous a permis d'avoir une idée précise sur les automates programmables et les systèmes automatisés, cette approche va nous servir plus tard dans le domaine professionnel.

BIBLIOGRAPHIE

Juillet

BIBLIOGRAPHIE

2017

BIBLIOGRAPHIE

- [2] HENRI NUSSBAUMER, informatique industrielle III, presses polytechniques de romandes.1987.
- [3] BERGOUGNOUX. L , « automates programmable industriels » , support cours , POLETECH Marseille ,année 2004 /2005
- [4] M.BEZAID , F .BOURAI , « automatisation et supervision d'une central de production d'air comprimé pour process CEVITAL « , mémoire de fin d'étude , université de Béjaia , promotion 2012
- [5] ANDER SIMON, automates programmables industriels. Edition l'élan LIEGE 1991
- [6] Mémoire fin d'étude : « Automate programmable industriel»
Encadré par : Mr. RAHIEL Djelloul, promotion 2007/2008
ENSET d'Oran
- [7] Mémoire fin d'étude : « Automate programmable industriel»
Encadré par : Mr. RAHIEL Djelloul, promotion 2007/2008
ENSET d'Oran
- [8] Mémoire de fin d'étude : « Automatisation d'une chaine de lignes de préparation de lait par automate programmable S7-300 à la SARL LAITERIE SOUMMAM »
Encadré par : Mr. LAKHLEF, promotion 2006/2007
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
- [9] Techniques de l'ingénieur
Université Abderahmane Mira de Bejaia
- [10] Mémoire de fin d'étude : « Automatisation d'une chaine de lignes de préparation de lait par automate programmable S7-300 à la SARL LAITERIE SOUMMAM »
Encadré par : Mr. LAKHLEF, promotion 2006/2007
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Site web :

- [1] <http://estmaintenance.ifrance.com/Memoires/telechargement.htm>

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Juillet

ANNEXES

2017

Variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones



Fonctions de l'afficheur et des touches

- 4 afficheurs "7 segments"
- Voyant rouge "bus DC sous tension"
- Passe au menu ou au paramètre précédent, ou augmente la valeur affichée
- Passe au menu ou au paramètre suivant, ou diminue la valeur affichée
- Pour ATV 31.....A seulement
 - Potentiomètre de consigne, actif si le paramètre Fr1 du menu CtL reste configuré à AIP
 - Bouton RUN : il commande la mise sous tension du moteur dans le sens avant, si le paramètre tCC du menu I-O reste configuré à LOC
- 2 voyants d'état CANopen
- Sort d'un menu ou d'un paramètre, ou abandonne la valeur affichée pour revenir à la valeur précédente en mémoire
- Entre dans un menu ou dans un paramètre, ou enregistre le paramètre ou la valeur affichée
- Bouton STOP/RESET
 - il permet la remise à zéro des défauts
 - il peut toujours commander l'arrêt du moteur.
 - Si tCC (menu I-O) n'est pas configuré en LOC, l'arrêt se fait en roue libre.
 - Si tCC (menu I-O) reste configuré en LOC, l'arrêt se fait sur rampe, mais si le freinage par injection est en cours, il se fait alors en roue libre.

• L'action sur ou ne mémorise pas le choix.

• L'appui prolongé (>2 s) de ou entraîne un défilement rapide.

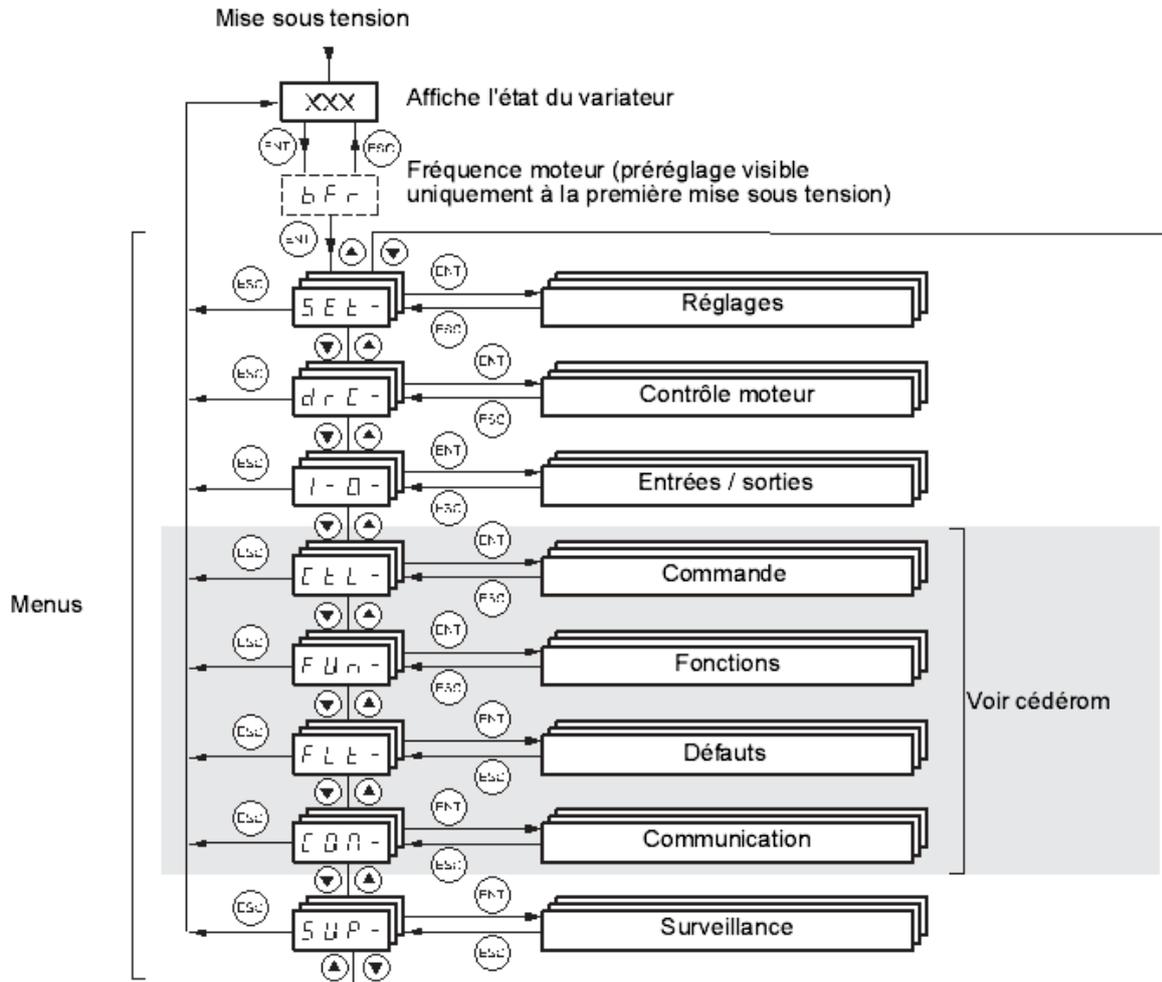
Mémorisation, enregistrement du choix affiché :

ANNEXE 1

Affichage normal hors défaut et hors mise en service :

- 43.0 : Affichage du paramètre sélectionné dans le menu SUP (par défaut : fréquence moteur).
En cas de limitation de courant, l'affichage est clignotant.
- init : Séquence d'initialisation
- rdY : Variateur prêt.
- dcb : Freinage par injection de courant continu en cours.
- nSt : Arrêt en roue libre.
- FSt : Arrêt rapide
- tUn : Autoréglage en cours.

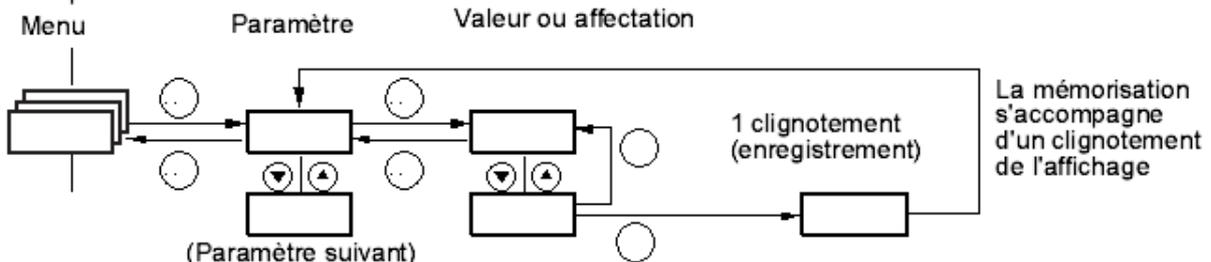
Accès aux menus



Les codes des menus sont différenciés des codes de paramètres par un tiret à droite. Exemple : menu SET-, paramètre ACC.

Mémorisation, enregistrement du choix affiché :

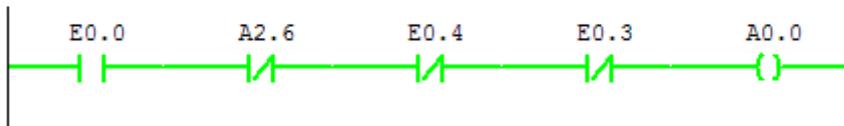
Exemple :



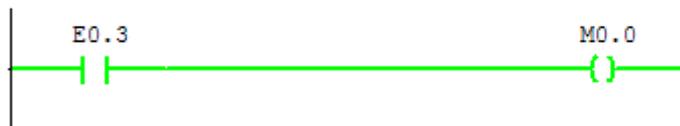
ANNEXE 2

Réseau 1 :

démarrage de cycle

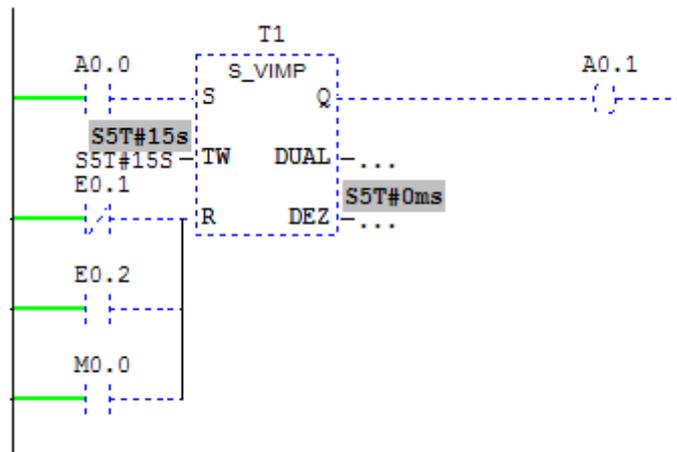


Réseau 2 :



Réseau 3 :

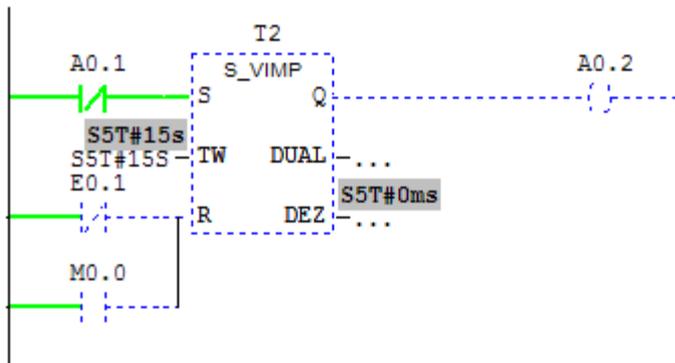
chargement automatique; ouverture de vanne à masse-cuite



ANNEXE 2

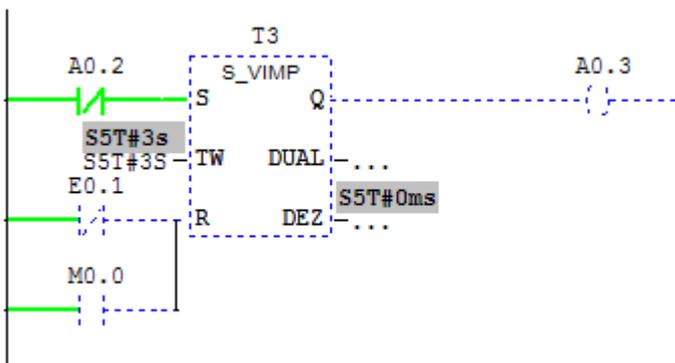
Réseau 4 :

fin de chargement et début de l'accélération



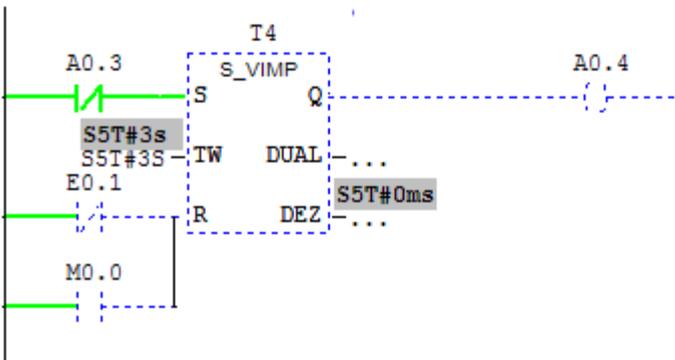
Réseau 5 :

début de clairçage de vapeur et augmentation de la vitesse jusqu'à 300tr/min



Réseau 6 :

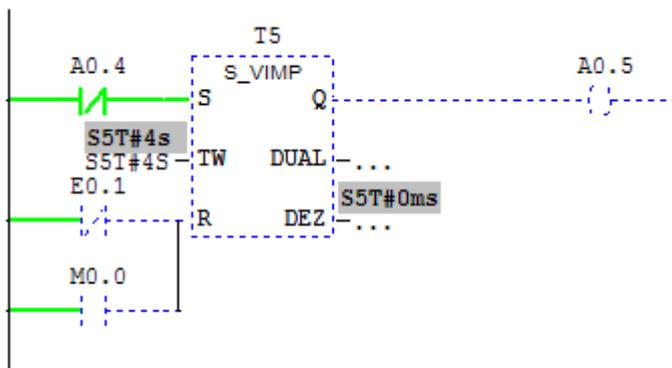
fin de clairçage de vapeur augmentation de la vitesse



ANNEXE 2

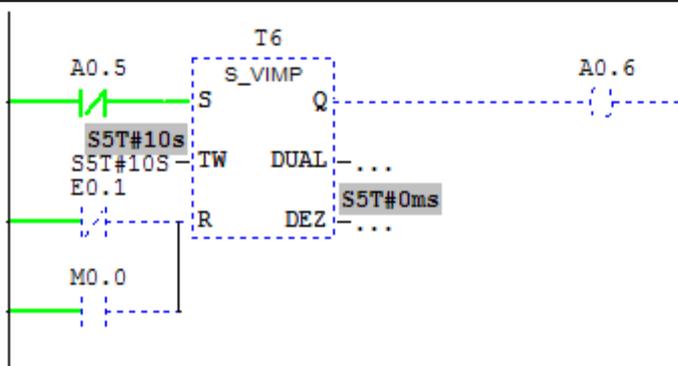
Réseau 7 :

début de clairçage d'eau 1 et augmentation de la vitesse jusqu'à 400tr/min



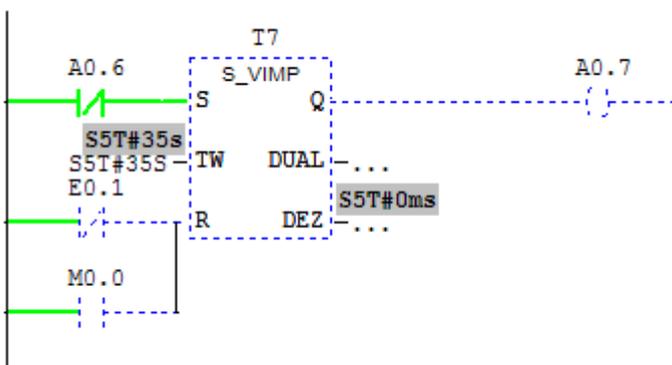
Réseau 8 :

fin de clairçage d'eau 1 et augmentation de la vitesse jusqu'à 1175 tr/min



Réseau 9 :

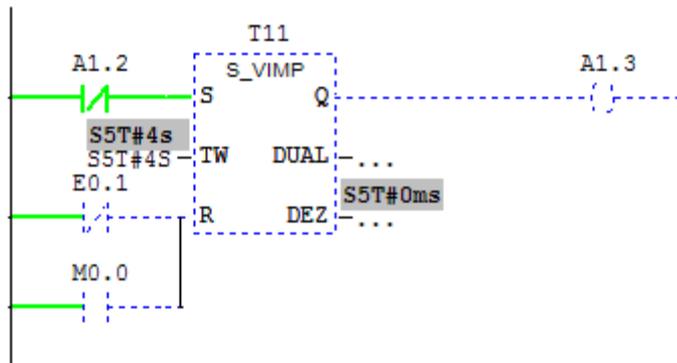
fin d'accélération et le début d'essorage final



ANNEXE 2

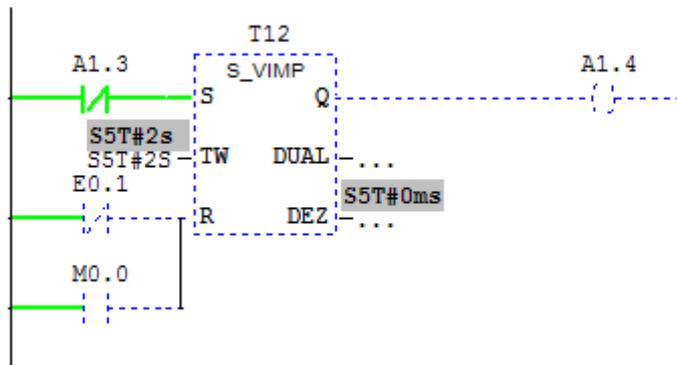
Réseau 13 :

fin de l'attente et avance le vérin horizontal



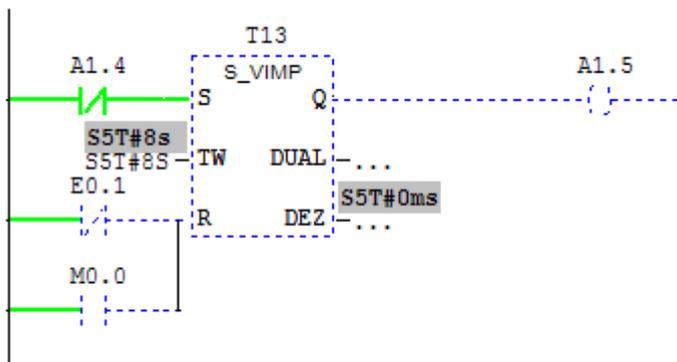
Réseau 14 :

fin d'avance le vérin horizontal et attente



Réseau 15 :

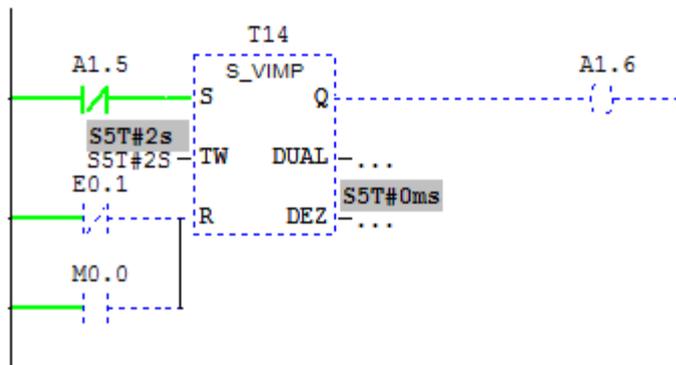
fin d'attente et avance le vérin vertical



ANNEXE 2

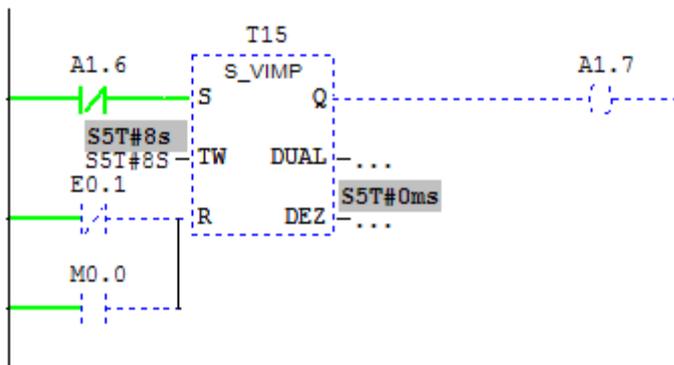
Réseau 16 :

fin d'avance le vérin vertical et attente



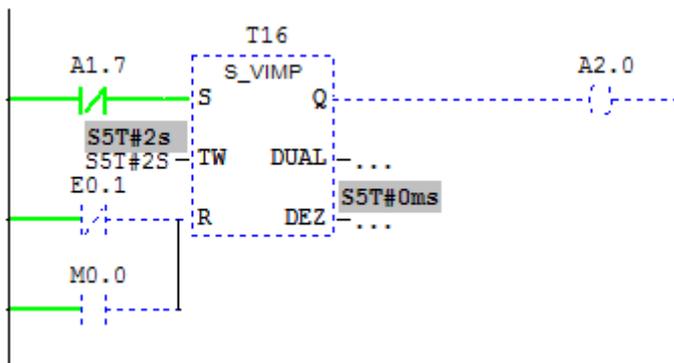
Réseau 17 :

fin d'attente et recule le vérin vertical



Réseau 18 :

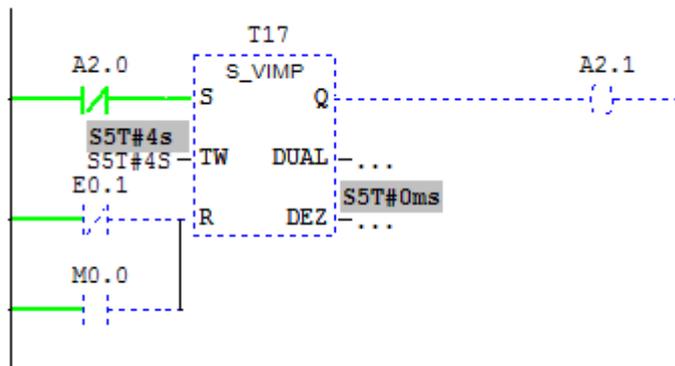
fin de recule le vérin vertical et attente



ANNEXE 2

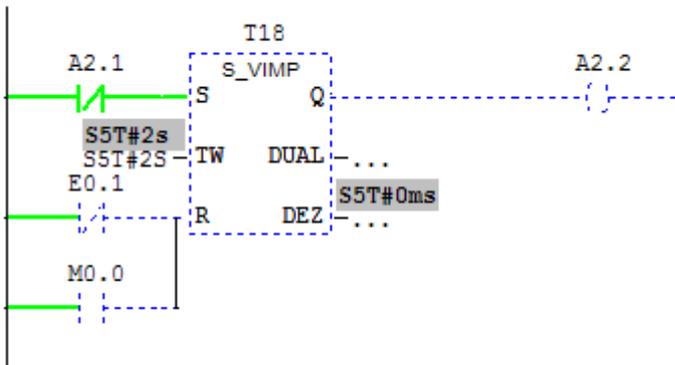
Réseau 19 :

fin d'attente et recule le vérin horizontal



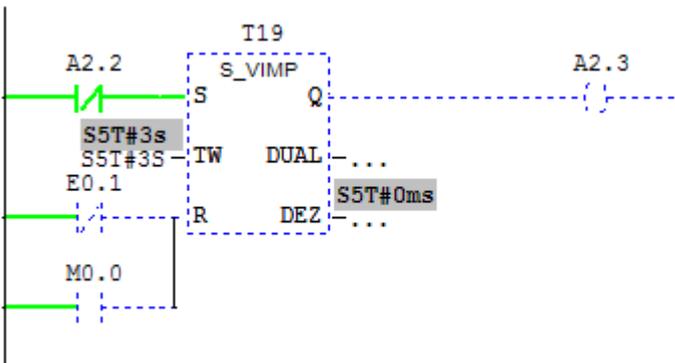
Réseau 20 :

fin de recule le vérin horizontal et attente



Réseau 21 :

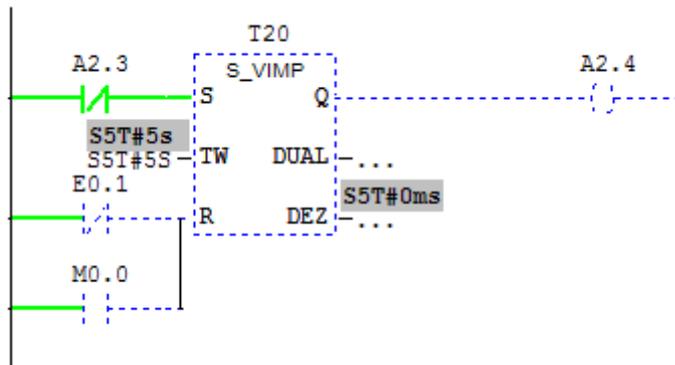
fin d'attente et fermeture de vanne de fond



ANNEXE 2

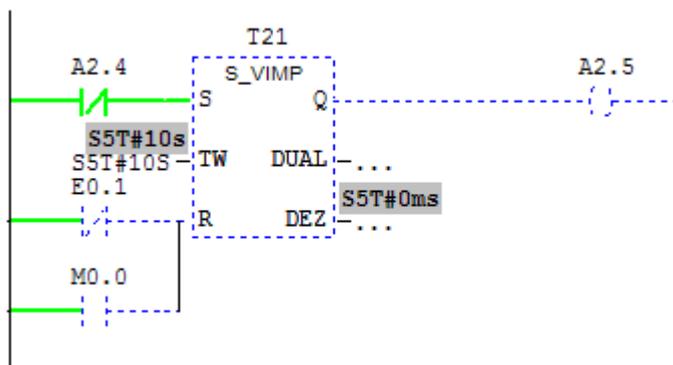
Réseau 22 :

fin de fermeture de vanne de fond, déchargement et le début de lavage d'écran



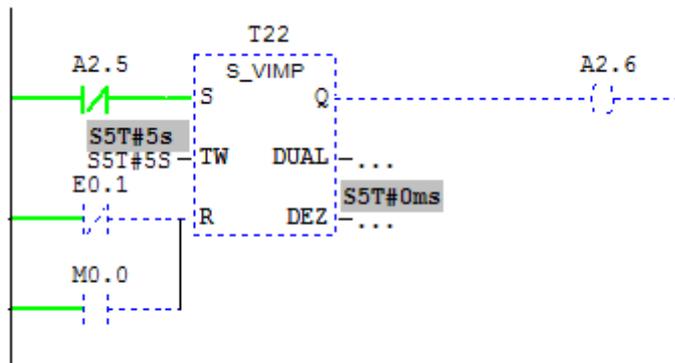
Réseau 23 :

lavage d'écran et l'ouverture d'eau 2



Réseau 24 :

lavage d'écran et fermeture d'eau 2



ANNEXE 3

Paramètre de temporisation :

Paramètre de temporisation	S651
Retard ouverture vapeur	15 s
Durée ouverture vapeur	03 s
Retard ouverture eau 1	21 s
Durée ouverture eau 1	04 s
Temps attente déchargeur position haut	04 s
Temps attente déchargeur position bas	08 s
Retard déchargeur arrêt balance	02 s
Durée écran lavage	10 s
Temps attente ouverture vanne inférieure	03 s
Temps attente fermeture vanne inférieure	03 s
Retard ouverture eau 2	05 s
Durée ouverture eau 2	10 s

Paramètre de vitesse de rotation (tr/mn)

	Paramètre de vitesse	Nmin (tr/min)	Nmax (tr/min)	Consigne (N) tr/min
N1	Vitesse de déchargement	50	80	70
N2	Vitesse de chargement	40	300	150
N3	Essorage intermédiaire	200	1175	800
N4	Essorage final	1000	1175	1175

ANNEXE 4

code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
bFr	Fréquence standard moteur		50
	Ce paramètre n'est visible ici qu'à la première mise sous tension. Il reste toujours modifiable dans le menu drC-. 50 Hz : IEC 60 Hz : NEMA		

Configuration du paramètre bFr

Ce paramètre n'est modifiable qu'à l'arrêt, variateur verrouillé.

Menu réglages Set

Les paramètres de réglage sont modifiables en marche et à l'arrêt.

code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
ACC DEC	Temps des rampes d'accélération et de décélération	0,1 à 999,9 s 0,1 à 999,9 s	3 s 3 s
	Définis pour accélérer et décélérer entre 0 et la fréquence nominale FrS (paramètre du menu drC-). S'assurer que la valeur de DEC n'est pas trop faible par rapport à la charge à arrêter.		
LSP	Petite vitesse	0 à HSP	0 Hz
	(Fréquence moteur à consigne mini).		
HSP	Grand vitesse	LSP à tFr	bFr
	(fréquence moteur à consigne maxi) : s'assurer que ce réglage convient au moteur et à l'application.		
ItH	Protection thermique du moteur - courant thermique maxi	0 à 1,5 In	Selon calibre variateur
	Régler ItH à l'intensité nominale lue sur la plaque signalétique moteur. Pour supprimer la protection thermique, voir le cédérom.		
UFr	Compensation RI / Boost de tension	0 à 100%	20%
	Permet d'optimiser le couple à très basse vitesse (augmenter UFr s'il y a manque de couple). S'assurer que la valeur de UFr n'est pas trop élevée moteur à chaud (risque d'instabilité).		
FLG	Gain de la boucle fréquence	1 à 100%	20
	Paramètre accessible seulement si UFt = n ou nLd. Le paramètre FLG ajuste le suivi de la rampe de vitesse en fonction de l'inertie de la machine entraînée. Valeur trop faible : allongement du temps de réponse. Valeur trop forte : dépassement de vitesse, instabilité.		
SEF	Stabilité de la boucle fréquence	1 à 100%	20

ANNEXE 4

	Paramètre accessible seulement si U Ft = n ou nLd. Valeur trop faible : dépassement de vitesse, instabilité. Valeur trop forte : allongement du temps de réponse.		
code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
SLP	Compensation de glissement	0 à 150%	100
	Paramètre accessible seulement si U Ft = n ou nLd. Permet d'ajuster la compensation de glissement autour de la valeur fixée par la vitesse nominale moteur. Sur les plaques moteurs, les indications de vitesse ne sont pas forcément exactes. • Si le glissement réglé est < glissement réel : le moteur ne tourne pas à la bonne vitesse en régime établi. • Si le glissement réglé est > glissement réel : le moteur est surcompensé et la vitesse est instable.		
tdC1	Temps d'injection de courant continu automatique à l'arrêt.	0,1 à 30 s	0,5 s
sdC1	Intensité du courant d'injection automatique à l'arrêt	0 à 1,2 In	0,7 In
tdC2	2 ^{ème} temps d'injection de courant continu automatique à l'arrêt.	0 à 30 s	0 s
sdC2	2 ^{ème} intensité du courant d'injection automatique à l'arrêt.	0 à 1,2 In	0,5 In
JF2	Fréquence occultée	0 à 500	0 Hz
	Interdit un fonctionnement prolongé sur une plage de fréquence de ± 1 Hz autour de JF2. Cette fonction permet de supprimer une vitesse critique qui entraîne une résonance. Le réglage à 0 rend la fonction inactive.		
JF2	2 ^{ème} fréquence occultée	0 à 500	0 Hz
	Interdit un fonctionnement prolongé sur une plage de fréquence de ± 1 Hz autour de JF2. Cette fonction permet de supprimer une vitesse critique qui entraîne une résonance. Le réglage à 0 rend la fonction inactive.		
SP2	2 ^{ème} vitesse présélectionnée.	0 à 500 Hz	10 Hz
SP3	3 ^{ème} vitesse présélectionnée.	0 à 500 Hz	10 Hz
SP4	4 ^{ème} vitesse présélectionnée.	0 à 500 Hz	10 Hz
CL1	Limitation de courant	0,25 à 1,5 In	1,5 In
	Permet de limiter le couple et l'échauffement du moteur.		
L5	Temps de fonctionnement en petite vitesse	0 à 999,9 s	0 (pas de limitation de temps)
	Suite à un fonctionnement en LSP pendant le temps défini, l'arrêt du moteur est demandé automatiquement. Le moteur redémarre si la référence fréquence est supérieure à LSP et si un ordre de marche est toujours présent. Attention, la valeur 0 correspond à un temps non limité.		
SFr	Fréquence de découpage	2,0 à 16 kHz	4 kHz
	Ce paramètre est également accessible dans le menu drC-.		

ANNEXE 4

Menu contrôle moteur drC-

Les paramètres ne sont modifiables qu'à l'arrêt, sans ordre de marche, sauf tUn, qui peut provoquer la mise sous tension du moteur.

L'optimisation des performances d'entraînement est obtenue :

- en entrant les valeurs lues sur la plaque signalétique du moteur dans le menu entraînement,
- en déclenchant un auto-réglage (sur un moteur asynchrone standard)

Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
bFr	Fréquence standard moteur		50
	50 Hz : IEC 60 Hz : NEMA Ce paramètre modifie les pré-réglages des paramètres : HSP page 8, Ftd page 10, FrS page 10 et tFr page 11.		
UnS	Tension nominale moteur lue sur sa plaque signalétique	Selon calibre variateur	Selon calibre variateur
FrS	Fréquence nominale moteur lue sur sa plaque signalétique	10 à 500 Hz	50 Hz
	Le réglage usine est 50 Hz, remplacé par un pré-réglage de 60 Hz si bFr est mis à 60 Hz.		
nCr	Courant nominal moteur lu sur sa plaque signalétique	0,25 à 1,5 In	Selon calibre variateur
nSP	Vitesse nominale moteur lue sur sa plaque signalétique	0 à 32760 RPM	Selon calibre variateur
	0 à 9999 RPM puis 10.00 à 32.76 KRPM Si la plaque signalétique n'indique pas la vitesse nominale, consulter le cédérom.		
COS	Cosinus Phi moteur lu sur sa plaque signalétique	0,5 à 1	Selon calibre variateur
rSC	Laisser à nO ou voir cédérom.		nO
tUn	Autoréglage de la commande du moteur		nO
	Il est impératif que tous les paramètres moteurs (UnS, FrS, nCr, nSP, COS) soient correctement configurés avant d'effectuer l'autoréglage. nO : Autoréglage non fait. Yes : L'autoréglage est fait dès que possible, puis le paramètre passe automatiquement à dOnE ou nO en cas de défaut (affichage du défaut tnF). dOnE : Utilisation des valeurs données par le précédent autoréglage. rUn : L'autoréglage est fait à chaque ordre de marche. POn : L'autoréglage est fait à chaque mise sous tension. L 1 1 à L 1 6 : L'autoréglage est fait lors de la transition 0 V 1 d'une entrée logique affectée à cette fonction		
tUS	Etat de l'autoréglage (information, non paramétrable)		tAb
	tAb : La valeur par défaut de résistance du stator est utilisée pour commander le moteur. PEnd : L'autoréglage a été demandé mais n'est pas encore effectué. PrOG : Autoréglage en cours.		

ANNEXE 4

	FAIL : L'autoréglage a échoué. dOnE : La résistance stator mesurée par la fonction autoréglage est utilisée pour commander le moteur.		
UFL	Choix du type de loi tension / fréquence		n
	L : Couple constant pour moteurs en parallèle ou moteurs spéciaux P : Couple variable : applications pompes et ventilateurs n : Contrôle vectoriel de flux sans capteur pour applications à couple constant nLd : Economie d'énergie, pour applications à couple variable sans besoin de dynamique importante (comportement voisin de la loi P à vide et de la loi n en charge).		
nrd	Fréquence de découpage aléatoire		YES
	YES : Fréquence avec modulation aléatoire nO : Fréquence fixe La modulation de fréquence aléatoire évite les bruits de résonance éventuels qui pourraient survenir à une fréquence fixe.		
SFr	Fréquence de découpage	2,0 à 16 kHz	4 kHz
	La fréquence est réglable pour réduire le bruit généré par le moteur. Si la fréquence est réglée à plus de 4 kHz, en cas d'échauffement excessif le variateur diminue automatiquement la fréquence de découpage, et la rétablit lorsque sa température est redevenue normale.		
bFr	Fréquence maximale de sortie	10 à 500 Hz	60 Hz
	Le réglage usine est 60 Hz, remplacé par un préréglage à 72 Hz si bFr est mis à 60 Hz		
SSL	Suppression du filtre de la boucle de vitesse		nO
	nO : Le filtre de la boucle de vitesse reste actif (évite les dépassements de consigne). YES : Le filtre de la boucle de vitesse est supprimé (pour applications avec positionnement, entraîne un temps de réponse réduit, avec dépassement de consigne possible).		
SCS	Sauvegarde de la configuration		nO
	nO : Fonction inactive YES : Effectue une sauvegarde de la configuration en cours (sauf le résultat de l'autoréglage) en mémoire EEPROM. SCS repasse automatiquement à nO dès que la sauvegarde est effectuée. Cette fonction permet de conserver une configuration en réserve en plus de la configuration en cours. Dans les variateurs sortis d'usine la configuration en cours et la configuration en sauvegarde sont initialisées à la configuration usine.		
FCS	Retour au réglage usine / Rappel de configuration		nO
	nO : Fonction inactive rEC 1 : La configuration en cours devient identique à la configuration sauvegardée précédemment par SCS = StrI. rECI n'est visible que si une sauvegarde a été faite. FCS repasse automatiquement à nO dès que cette action est effectuée. 1 n 1 : La configuration en cours devient identique au réglage usine. FCS repasse automatiquement à nO dès que cette action est effectuée.		

Menu Entrées /sorties I-O-

Les paramètres ne sont modifiables qu'à l'arrêt, sans ordre de marche.

Code	Description	Réglage usine
bCC	Commande 2 fils / 3 fils (Type de contrôle)	2C

ANNEXE 4

		ATV31...A : LOC
	<p>Configuration de la commande :</p> <p>2C = commande 2 fils</p> <p>3C = commande 3 fils</p> <p>LOC = commande locale (RUN / STOP / RESET du variateur) pour ATV31pppA seulement.</p> <p>Commande 2 fils : C'est l'état ouvert ou fermé de l'entrée qui commande la marche ou l'arrêt.</p> <p>Commande 3 fils (Commande par impulsions) : une impulsion "avant" ou "arrière" suffit pour commander le démarrage, une impulsion "stop" suffit pour commander l'arrêt. Voir le cédérom.</p> <p>Sur ATV31...A, la reconfiguration de tCC = 2C réaffecte les entrées LI1 (marche avant) et LI2 (marche arrière). Le bouton RUN du variateur devient alors inactif, mais la référence vitesse reste donnée par le potentiomètre. Il est possible de désactiver le potentiomètre et d'affecter la consigne vitesse à l'entrée analogique AI1, en configurant le paramètre Fr1 = AI1 dans le menu CtL-.</p>	
t C t	Type de commande 2 fils (paramètre accessible seulement si tCC = 2C)	trn
	<p>LEL : L'état 0 ou 1 est pris en compte pour la marche ou l'arrêt.</p> <p>t r n : Un changement d'état (transition ou front) est nécessaire pour enclencher la marche afin d'éviter un redémarrage intempestif après une interruption de l'alimentation.</p> <p>PFO : L'état 0 ou 1 est pris en compte pour la marche ou l'arrêt, mais l'entrée de sens "avant" est toujours prioritaire sur l'entrée de sens "arrière".</p>	
r r S	Marche arrière par entrée logique	<p>si tCC = 2C : LI2</p> <p>si tCC = 3C : LI3</p> <p>si tCC = LOC : nO</p>
	<p>Si rrS = nO la marche arrière reste active, par tension négative sur AI2 par exemple.</p> <p>nO : Non affectée</p> <p>L 12 : Entrée logique LI2, accessible si tCC = 2C</p> <p>L 13 : Entrée logique LI3,</p> <p>L 14 : Entrée logique LI4</p> <p>L 15 : Entrée logique LI5</p> <p>L 16 : Entrée logique LI6.</p>	

Menu Surveillance SUP

Les paramètres sont accessibles en marche et à l'arrêt.

Certaines fonctions comportent de nombreux paramètres. Pour clarifier la programmation et pour éviter un défilement fastidieux de paramètres, ces fonctions ont été groupées dans des sous-menus.

Les sous-menus sont reconnaissables au tiret placé à droite de leur code, comme pour les menus : LIF- par exemple.

Lorsque le variateur est en marche, la valeur affichée correspond à la valeur de l'un des paramètres de surveillance. Par défaut, la valeur affichée est la fréquence de sortie appliquée au moteur (paramètre rFr).

Durant l'affichage de la valeur du nouveau paramètre de surveillance désiré, il faut un second appui prolongé (2 secondes) sur la touche "ENT" pour valider le changement de paramètre de surveillance et mémoriser celui-ci. Dès lors c'est la valeur de ce paramètre qui sera affichée en marche (même après une mise hors tension). Si le nouveau choix n'est pas confirmé par ce second appui prolongé sur "ENT", il reviendra au paramètre précédent après mise hors tension.

ANNEXE 4

Code	Description	Plage de variation
LFr	Consigne fréquence pour la commande par le terminal intégré ou par le terminal déporté	0 à 500 Hz
rPI	Consigne interne PI	0 à 100%

Ces paramètres n'apparaissent que si la fonction a été validée.

Code	Description	Plage de variation
FrH	Consigne de fréquence avant rampe (en valeur absolue)	0 à 500 Hz
rFr	Fréquence de sortie appliquée au moteur	- 500 Hz à + 500 Hz
SPd	Fréquence de sortie en unité client	
LCr	Courant dans le moteur	
OPr	Puissance moteur 100 % = Puissance nominale du moteur	
ULn	Tension réseau (donne la tension réseau via le bus DC, en régime moteur ou à l'arrêt)	
EHr	Etat thermique moteur 100 % = Etat thermique nominal 118 % = Seuil "OLF" (surcharge moteur)	
EHd	Etat thermique variateur 100 % = Etat thermique nominal 118 % = Seuil "OHF" (surcharge moteur)	
LFt	Dernier défaut apparu Voir Défauts - causes - remèdes, page 15	
OTr	Couple moteur 100 % = couple nominal du moteur	
rEtH	Temps de fonctionnement Temps cumulé de mise sous tension du moteur : de 0 à 9999 (heures), puis 10.00 à 65.53 (kiloheures). Peut être remis à zéro par le paramètre rPr du menu FLt-	0 à 65530 heures
CDd	Code de verrouillage du terminal	
EtS	Etat de l'autoréglage ERb : La valeur par défaut de résistance du stator est utilisée pour commander le moteur. PEnd : L'autoréglage a été demandé mais n'est pas encore effectué. PrDg : Autoréglage en cours. FRIL : L'autoréglage a échoué. ddnE : La gestion de l'entraînement utilise la résistance stator mesurée par la fonction autoréglage	
UdP	Affichage de la version logiciel de l'ATV31	

ANNEXE 4

	Ex : 1102 = V1.1 IE02.
L I R -	Fonctions des entrées logiques
R I R -	Fonctions des entrées analogiques

Défauts - causes - remèdes

Assistance à la maintenance, affichage de défaut

En cas d'anomalie à la mise en service ou en exploitation, s'assurer tout d'abord que les recommandations relatives à l'environnement, au montage et aux raccordements ont été respectées.

Le premier défaut détecté est mémorisé et affiché en clignotant sur l'écran : le variateur se verrouille, et le contact du relais de défaut (R1A - R1C ou R2A - R2C) s'ouvre.

Non démarrage sans affichage de défaut

- S'il n'y a aucun affichage, vérifié que le variateur est bien alimenté.
- Autres cas : consulter le cédérom.

Défauts à réarmer

La cause du défaut doit être supprimée avant réarmement par mise hors tension jusqu'à extinction de l'affichage puis remise sous tension du variateur.

Défaut	Cause probable	Procédure remède
C D F défaut CANopen	• interruption de communication sur bus CAN open	• Vérifier le bus de communication. • Consulter la documentation spécifique.
C r F circuit de charge condensateur s	• défaut de commande du relais de charge ou résistance de charge détériorée	• Remplacer le variateur.
E E F défaut EEPROM	• défaut mémoire interne	• Vérifier l'environnement (compatibilité électromagnétique). • Remplacer le variateur.
I n F défaut interne	• défaut interne	• Vérifier l'environnement (compatibilité électromagnétique). • Remplacer le variateur.
L F F perte 4-20 mA	• perte de la consigne 4-20 mA sur l'entrée AI3	• Vérifier le raccordement sur l'entrée AI3.
D b F surtension en décélération	• freinage trop brutal • charge entraînant	• Augmenter le temps de décélération. • Adjoindre une résistance de freinage si nécessaire. • Voir la fonction brA .
D C F surintensité	• Paramètres des menus SEt- et drC- non corrects	• Vérifier les paramètres de SEt- et drC-. • Vérifier le dimensionnement moteur/

ANNEXE 4

	<ul style="list-style-type: none"> • inertie ou charge trop forte • blocage mécanique 	variateur/charge. <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'état de la mécanique.
DHF surcharge variateur	<ul style="list-style-type: none"> • température variateur trop élevée 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler la charge moteur, la ventilation variateur et l'environnement. Attendre le refroidissement pour redémarrer.
DLF surcharge moteur	<ul style="list-style-type: none"> • déclenchement par courant moteur trop élevé 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier le réglage ItH de la protection thermique moteur, contrôlé la charge du moteur. Attendre le refroidissement pour redémarrer.
DPF coupure phase moteur	<ul style="list-style-type: none"> • coupure d'une phase en sortie du variateur • contacteur aval ouvert • moteur non câblé ou de trop faible puissance • instabilités instantanées du courant moteur 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les raccordements du variateur au moteur • Dans le cas de l'utilisation d'un contacteur aval, paramétrer OPL à OAC (voir menu FLt-). • Essai sur moteur de faible puissance ou sans moteur : paramétrer OPL à nO (voir menu FLt-). • Vérifier et optimiser les paramètres UFr
DSF surtension	<ul style="list-style-type: none"> • tension réseau trop élevée • réseau perturbé 	Vérifier la tension réseau.
PHF coupure phase réseau	<ul style="list-style-type: none"> • coupure d'une phase • utilisation sur réseau monophasé d'un ATV31 triphasé • charge avec balourd Cette protection agit seulement en charge.	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier le raccordement et les fusibles. • Utiliser un réseau triphasé. • Inhiber le défaut par IPL = nO
SCF court-circuit moteur	<ul style="list-style-type: none"> • court-circuit ou mise à la terre en sortie du variateur • courant de fuite important à la terre en sortie du variateur dans le cas de plusieurs moteurs en parallèle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les câbles de liaison du variateur au moteur, et l'isolement du moteur. • Réduire la fréquence de découpage. • Ajouter des inductances en série avec le moteur.
SLF survitesse	<ul style="list-style-type: none"> • instabilité • charge entraînant trop forte 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier le bus de communication. • Consulter la documentation spécifique.
EnF erreur autoréglage	<ul style="list-style-type: none"> • moteur spécial ou moteur de puissance non adaptée au variateur • moteur non raccordé au variateur 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser la loi L ou la loi P Uft • Vérifier la présence du moteur lors de l'autoréglage. • Dans le cas de l'utilisation d'un contacteur aval, le fermer pendant l'autoréglage.

Défauts réarmés spontanément à la disparition de la cause

Défaut	Cause probable	Procédure remède
FFF défaut configuration	<ul style="list-style-type: none"> • la configuration en cours est incohérente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire un retour en réglage usine ou un rappel de la configuration en sauvegarde si elle est valide. Voir paramètre FCS du menu drC-

ANNEXE 4

<i>CFI</i> défaut configuration par liaison série	<ul style="list-style-type: none">• configuration invalide (la configuration chargée dans le variateur par liaison série est incohérente)	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier la configuration précédemment chargée.• Charger une configuration cohérente.
<i>USF</i> sous-tension	<ul style="list-style-type: none">• réseau trop faible• baisse de tension passagère• résistance de charge détériorée	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier la tension et le paramètre tension.• Remplacer le variateur.

ANNEXE 5

Table des mnémoniques

Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
Début de démarrage de cycle	A0.0	BOOL	Le cycle est démarré
Chargement	A0.1	BOOL	Arrivée de masse cuite à 150 tr/min
Accélération	A0.2	BOOL	Début de la répartition de masse cuite à 150 tr/min
Accélération, ouverture de vapeur	A0.3	BOOL	Début de clairçage vapeur à 300 tr/min
Accélération, fermeture de vapeur	A0.4	BOOL	Fin de clairçage vapeur à 400 tr/min
Accélération, ouverture d'eau 1	A0.5	BOOL	Début de clairçage d'eau 1 à 850 tr/min
Accélération, fermeture d'eau 1	A0.6	BOOL	fin de clairçage d'eau 1 à 950 tr/min
Essorage final	A0.7	BOOL	Répartition total des masses cuite à 1175 tr/min
Décélération	A1.0	BOOL	Diminuation de vitesse jusqu'à 70 tr/min
Déchargement, ouverture de vanne de font	A1.1	BOOL	Début d'évacuation de sucre à 70 tr/min
Déchargement, attente	A1.2	BOOL	Attente à 70 tr/min
Déchargement, avance le vérin horizontal	A1.3	BOOL	Vérin horizontal avancé
Déchargement, attente	A1.4	BOOL	Attente à 70 tr/min
Déchargement, avance le vérin vertical	A1.5	BOOL	Vérin vertical avancé
Déchargement, attente	A1.6	BOOL	Attente à 70 tr/min
Déchargement, recule le vérin vertical	A1.7	BOOL	Vérin vertical reculé
Déchargement, attente	A2.0	BOOL	Attente à 70 tr/min
Déchargement, recule le vérin horizontal	A2.1	BOOL	Vérin horizontal reculé
Déchargement, attente	A2.2	BOOL	Attente à 70 tr/min
Déchargement, fermeture de vanne de font	A2.3	BOOL	Fin de déchargement
Lavage d'écran	A2.4	BOOL	Début de lavage écran à 70 tr/min
Lavage d'écran, ouverture d'eau 2	A2.5	BOOL	Vanne d'eau 2 ouverte
Lavage d'écran, fermeture d'eau 2	A2.6	BOOL	Fin de lavage à 150 tr/min
Démarrage de cycle automatique	E0.0	BOOL	Le cycle est démarré
Remise à 0	E0.1	BOOL	Initialisation des temporisateurs
Capteur de masse-cuite	E0.2	BOOL	Fin de chargement
Arrêt d'urgence	E0.3	BOOL	Arrêt la turbine
Cycle par cycle	E0.4	BOOL	Fin de cycle de la turbine
Temps de chargement	T1	TIMER	Chargement pendant 15s

ANNEXE 5

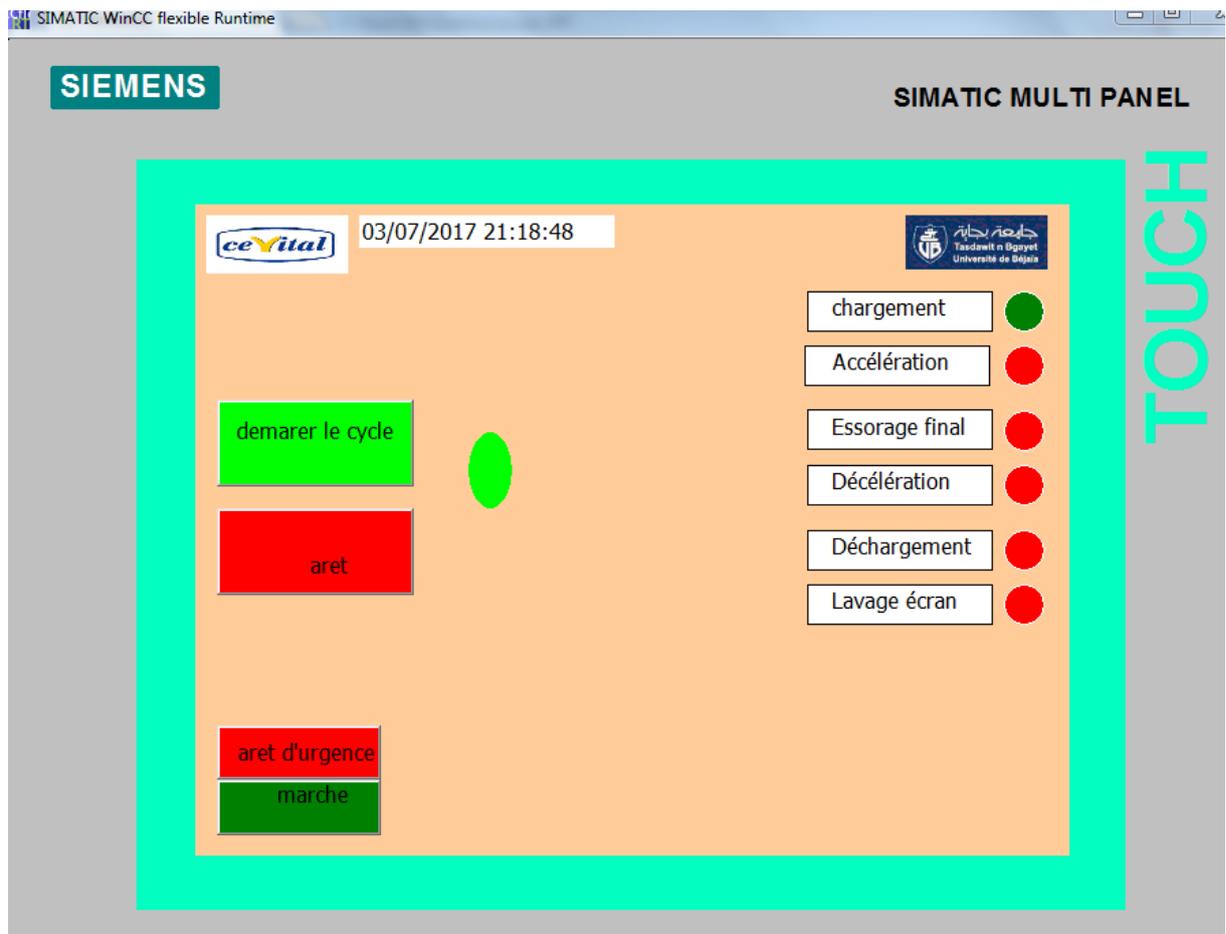
Temps d'accélération	T2	TIMER	Accélération pendant 15s
Temps d'accélération et l'ouverture de vapeur	T3	TIMER	Accélération et ouverture de vapeur pendant 3s
Temps d'accélération et la fermeture de vapeur	T4	TIMER	Accélération et fermeture de vapeur pendant 3s
Temps d'accélération et l'ouverture d'eau 1	T5	TIMER	Accélération et ouverture d'eau 1 pendant 4s
Temps d'accélération et la fermeture d'eau 1	T6	TIMER	Accélération et fermeture d'eau 1 pendant 10s
Temps d'essorage final	T7	TIMER	essorage final pendant 35s
Temps de décélération	T8	TIMER	décélération pendant 25s
Temps de déchargement et l'ouverture de vanne de font	T9	TIMER	déchargement et ouverture de vanne de font pendant 3s
Temps de déchargement et l'attente	T10	TIMER	déchargement et l'attente pendant 2s
Temps de déchargement et l'avance de vérin horizontal	T11	TIMER	déchargement et l'avance de vérin horizontal pendant 4s
Temps de lavage d'écran	T20	TIMER	lavage d'écran pendant 5s
Temps de lavage d'écran et l'ouverture d'eau 2	T21	TIMER	lavage d'écran et l'ouverture d'eau 2 pendant 10s
Temps de lavage d'écran et la fermeture d'eau 2	T22	TIMER	de lavage d'écran et la fermeture d'eau 2 pendant 5s

Macro-étape M2

Macro-étape M5

Macro-étape M6

ANNEXE 6



Simulation avec wincc flexible