

Faculté de technologie
Département ATE
Filière : Electronique
Option : Automatique



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Automatisation des vibrateurs électriques
aux niveaux des trémies de
conditionnement de sucre 1 Kg Cevital**

Présenté par :
AZAKRI Yacine & DRICI Youcef
Soutenu le : 06 Juillet 2017

Devant le jury composé de :

M. GUENOUNOU.W
Mme. MEZZAH
M. CHARIKH.

Promoteur
Examineur
Président

Année universitaire : 2016 / 2017



Remerciements

Nous remercions Dieu, le tout puissant pour nous avoir donné le courage d'avancer et d'achever ce travail.

Nous exprimons notre respect et notre gratitude à M^r GNOUNOU, pour avoir accepté de nous encadrer et pour avoir suivi notre travail avec bienveillance.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à M^r Brahim KOUBAA et Mohamed BODOUSS pour nous avoir encadrés durant notre stage au niveau du complexe Cevital.

Nous remercions bien évidemment tous les membres du jury ; M^{me} MEZZAH, et M^r CHARIKH d'avoir pris de leur temps pour examiner ce modeste travail.

Un merci sincère est adressé à nos enseignants, qui nous ont accompagnées tout au long du premier semestre.

Sans oublier de remercier les personnes les plus importantes dans nos vies, nos très chers parents, pour leur soutien et leur amour inconditionnels. Un immense merci à vous.

Enfin un merci venant du fond du cœur à toute personne ayant contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de ma grand-mère

Mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi et qui m'ont toujours

encouragé

Mes frères

Mes grands parents

Mes oncles et leurs épouses

Tous mes cousins

Tous mes amis sans exception

Et enfin à mon binôme yacine sans lui j'aurais rien pu faire.

YOUCEF

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi et qui m'ont toujours
encouragé*

Mes frères et sœurs

Mes potes Louhab, Ahmed, Yacine,

Mes voisins

Mes amis (es) sans exception

Toute notre promo M2 BM avec qui j'ai passé une merveilleuse année

Et enfin à mon binôme Youcef.

Yacine

Sommaire

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....	1
Chapitre I	
I. Présentation du complexe Cevital et problématique.....	3
I.1. introduction.....	3
I.2. Présentation du complexe Cevital de Bejaia.....	3
I.2.1. Historique.....	3
I.2.2. situation géographique.....	3
I.2.3 Activités de Cevital.	5
I.2.4 Missions et objectifs.....	5
I.3.Le Conditionnement de sucre.....	6
I.3.1 Définition de conditionnement.....	6
I.3.2. Description de l'unité de conditionnement de sucre.....	6
I.3.3. La production.....	7
I.4 Problématique.	7
I.4.1 Le colmatage	7
I.4.2 Les solutions envisageables pour l'élimination du colmatage.....	8
I.5 Conclusion.....	10
Chapitre II	
II. Dimensionnement des vibrateurs par rapport aux trémies.....	11
II.1. Introduction.....	11
II.2. Définition et fonction de la trémie.....	11
II.2.1 Définition de la trémie.....	11
II.2.2 Fonction de la trémie.....	11
II.3 Structure et volume des trémies de conditionnement du sucre	11
II.4 Les vibrateurs électriques rotatifs	15
II.4.1 Définition des vibrateurs.....	15
II.4.2 Fonction des vibrateurs.....	15
II.4.3 Systèmes et méthodes de vibration.....	15
II.4.4 Exemples d'applications typiques des moto-vibrateurs.....	16
II.4.5 Choix de la méthode de vibration et de la vitesse de rotation.....	17
II.5 Description général de vibrateur MVSI	17
II.5.1 Caractéristique technique des vibrateurs MVSI	18
II.5.2 Le choix de moto-vibrateur	20
II.5.3 Le vibrateur convenable pour les trémies de conditionnement du sucre	21
II.6 Conclusion.....	23

Chapitre III

III. Les automates programmables et capteurs.....	24
III.1 Introduction.....	24
III.2 Historique sur les automates programmables.....	24
III.3 Définition générale.....	25
III.4 Présentation de l'automate S7-300.....	26
III.4.1Présentation de la CPU S7-300	27
III.4.1.1 LED de visualisation d'état et de défaut.....	28
III.4.1.2 Commutateur de mode de fonctionnement	29
III.4.1.3 Pile de sauvegarde ou accumulateur.....	29
III.4.1.4 Carte mémoire.....	30
III.4.1.5 Interface MPI (Interface multipoint).....	30
III.4.2 Caractéristique techniques de la CPU S7-300	30
III.4.3 les registres de la CPU.....	33
III.4.3.1 le mot d'état.....	33
III.4.3.1.1 Première interrogation/PI	33
III.4.3.1.2 Le bit du résultat logique RLG.....	33
III.4.3.1.3 Le bit d'état.....	34
III.4.3.1.4 Le bit OU.....	34
III.4.3.1.5 Le bit de débordement DEB.....	34
III.4.3.1.6 Le bit de débordement mémorisé DM.....	34
III.4.3.1.7 Les bits indicateurs BI1 et BI0.....	34
III.4.3.1.8 Le bit du résultat binaire RB.....	34
III.4.3.2 Accumulateur 1 et accumulateur 2.....	35
III.4.3.3 Registre d'adresse AR1 et AR2.....	35
III.4.3.4 Pile des parenthèses	35
III.4.4 Module d'alimentation.....	35
III.5 Les capteurs de niveau.....	36
III.5.1 Définition d'un capteur de niveau.....	36
III.5.2 le capteur VEGAWAVE61 type WE61.XXAGDRKM.....	36
III.5.3 Matériaux.....	36
III.5.4 Domaine d'application.....	38
III.5.5 Les avantages.....	38
III.5.6.Fonction	38
III.5.7 Principe de mesure	38
III.6 Conclusion	38

Chapitre IV

IV Application	39
IV.1 Introduction.....	39
IV.2 Système automatisé.....	39
IV.2.1 Définition de l'automatisation.....	39
IV.2.2 Objectif de l'automatisation.....	39

IV.2.3 Structure d'un système automatisé.....	39
IV.3 Modélisation du fonctionnement des vibrateurs.....	40
IV.3.1 GRAFCET.....	40
IV.3.1.1 Eléments d'un GRAFCET.....	41
IV.3.1.2 Les règles d'évolutions.....	42
IV.3.2 Elaboration du GRAFCET des vibrateurs	42
IV.3.2.1 Cahier de charge.....	42
IV.3.2.2 GRAFCET des vibrateurs des trémies A B C D E F G H	44
IV.3.2.2.3 GRAFCET de la macro étape 7 de tous les vibrateurs.....	44
IV.4 Elaboration du programme d'automatisation des vibrateurs sous STEP7.....	44
IV.4.1 Présentation général du logiciel STEP7.....	44
IV.4.1.1 Définition du logiciel.....	44
IV.4.1.2 Application du logiciel de base STEP7	45
IV.4.1.2.1 Gestionnaire de projet SIMATIC Manager.....	45
IV.4.1.2.2 Editeur de mnémoniques.....	45
IV.4.1.2.3 Editeur de programme.....	45
IV.4.1.2.4 Configuration de communication Net Pro.....	46
IV.4.1.2.5 Diagnostic du matériel.....	46
IV.4.1.3 Création du projet avec STEP7.....	46
IV.4.1.3.1 Utilisation de l'assistant de création d'un projet.....	46
IV.4.1.3.2 Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projet	47
IV.4.1.3.3 Hiérarchie du projet	48
IV.4.1.4 Présentation du PLCSIM.....	49
IV.5 Application.....	50
IV.5.1 Attribution des adresses.....	50
IV.5.1.1 Les modules d'entrées	50
IV.5.1.2 Les modules de mémoire.....	52
IV.5.1.3 Les modules de sortie.....	53
IV.5.2 Création de la table des mnémoniques.....	53
IV.5.3 Création de l'OB principale.....	55
IV.5.4 Programme	55
IV.5.4.1 Programmation des vibrateurs des trémies	56
IV.5.4.1.1 Programmation de la temporisation des vibrateurs A et B.....	56
IV.5.4.1.2 Programme des vibrateurs A et B respectivement.....	57

IV.6 Elaboration d'une supervision des trémies	63
IV.6.1 Introduction à la supervision.....	63
IV.6.1.1 Représentation du processus.....	63
IV.6.1.2 Commande du processus.....	63
IV.6.1.3 Gestion des paramètres de processus et de la machine.....	63
IV.6.2 Présentation du WinCC flexible	63
IV.6.2.1 Fonctionnalités.....	64
IV.6.2.2 Caractéristiques techniques.....	64
IV.6.2.3 Avantage.....	65
IV.6.2.4 Personnalisation de l'interface de configuration.....	65
IV.6.2.5 Fonctions selon le pupitre opérateur.....	65
IV.6.2.6 Programmation événementielle	65
IV.6.3 Interface.....	66
IV.6.4 Création d'un projet.....	66
IV.7 Conclusion.....	67

Conclusion générale.....	68
---------------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

Figure I-1 : Plan de masse du complexe Cevital.....	04
Figure I-2 : Vue générale du bâtiment de conditionnement de sucre.....	06
Figure II-1 : trémie d'alimentation des conditionneuses.....	12
Figure II-2 : trémie d'alimentation 1 Kg	13
Figure II-3 : trémie d'alimentation 5Kg.....	14
Figure II-4 : Méthode multidirectionnelle et unidirectionnelle.....	16
Figure II-5 : Exemples d'application des moto-vibrateurs	16
Figure II-6 : Méthode de vibration multidirectionnelle.....	17
Figure II-7 : Moto-vibrateur série MVSI Italvibras	20
Figure II-8 : la plaque signalétique du vibrateur série MVSI 3/100E-S02 Italvibras	22
Figure II-9 : caractéristiques dimensionnelles de vibrateur MVSI 3/100 E S-02.....	22
Figure III-1 : L'automate dans une structure d'automatisme	26
Figure III-2 : Vue générale de l'automate S7-300.....	27
Figure III-3 : Vue générale de la CPU S7-300.....	28
Figure III-4 : Module d'alimentation	36
Figure III-5 : capteur de niveau type VEGAWAVE61	37
Figure III-6 : Montage d'un capteur de niveau type VEGAWAVE61 sur la trémie de conditionnement de sucre.....	37
Figure IV-1 : Structure d'un système automatisé.....	40
Figure IV-2 : Configuration du matériel.....	48
Figure IV-3 : Hiérarchie d'un projet Step7.....	48
Figure IV-4 : Simulateur PLCSIM.....	49

Liste des tableaux

Tableau II-1 : Le type de vibreur adapté pour les différents types de zones	21
Tableau II-2 : caractéristiques dimensionnelles de vibreur MVSI 3/100E-S02.....	22
Tableau III-1 : Positions du commutateur du mode de fonctionnement	29
Tableau III-2 : Zones de mémoire et de périphérie de la CP.....	31
Tableau III-3 : Fonction de test et de diagnostic	32
Tableau III-4 : Interface de communication MPI.....	32
Tableau III-5 : Tensions et courants	32
Tableau III-6 : Fonctions intégrées de la CPU [3].....	33
Tableau III-7 : Les bites du mot d'état	33
Tableau IV-1 : Module d'entrée 1.....	50
Tableau IV-2 : Module d'entrée 2.....	50
Tableau IV-3 : Module d'entrée 3.....	51
Tableau IV-4 : Module d'entrée 4.....	51
Tableau IV-5 : Module d'entrée 5.....	52
Tableau IV-6 : Module d'entrée 6.....	52
Tableau IV-7 : Module de mémoire 7.....	53
Tableau IV-8 : Module de sortie 1.....	53
Tableau IV-9 : Table des mnémoniques	55

Introduction
Générale

La rapidité et la facilité de déchargement et de conditionnement des matières finies (sucres) Présentent un avantage économique et technique pour l'entreprise. Les moyens permettant d'effectuer cette opération doivent répondre à l'exigence de l'installation.

L'arrivée de l'automatique dans l'industrie a permis de faire un grand pas en avant, où l'automatisation des chaînes de productions et la suppression pour l'homme des tâches pénibles et répétitives, rajouter à ça un niveau de sécurité élevé a permis de réaliser des exploits non inégalés auparavant.

On dit de l'automatique la science et la technique de l'automatisation qui étudie les méthodes scientifiques et les moyens technologiques utilisés pour la conception et la construction des systèmes automatiques. Tandis que l'automatisation est l'exécution automatique de tâches industrielles, administratives ou scientifiques soit-elles sans interventions humaine.

La problématique qui nous a été posée se situe au niveau des trémies de conditionnement du sucre 1KG Cevital, où le colmatage du sucre sur les parois des trémies a pour effet de provoquer des retards de déchargement et une réduction de la capacité de stockage notamment des pertes de temps considérable pour l'élimination de colmatage.

Notre but est de faire une étude complète et détaillée pour l'installation et l'automatisation des vibrateurs électriques rotatifs au niveau des trémies d'alimentation de conditionneuses en utilisant l'automate qui présente de meilleurs avantages vu sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication, ajouté à tout ça la supervision de ce système. Ce mémoire est organisé en quatre chapitres qui se terminent par une conclusion générale.

Dans le premier chapitre, nous présenterons le complexe Cevital d'une manière générale et en particulier l'unité de conditionnement en posant une problématique ainsi que la solution envisageable.

Le deuxième chapitre sera consacré au dimensionnement des vibrateurs par rapport aux trémies avec une étude détaillée de ses différents constituants et son principe de fonctionnement.

Le chapitre trois sera dédié aux automates programmables, d'abord d'une manière générale, puis d'une façon détaillée de l'automate S7-300 et le capteur de niveau de type VEGAWAVE61 .

Le quatrième chapitre sera consacré à l'application qui répond à la problématique qui a été posée avec l'élaboration du programme et l'élaboration d'une interface graphique, c'est-à-dire la supervision du système étudié.

En fin nous terminerons avec une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation du

complexe Cevital et

problématique

I.1 Introduction

Cevital est le premier complexe agroalimentaire en Algérie. Dans ce présent chapitre nous allons parler de son évolution historique, ses multiples activités industrielles, ses principaux objectifs, ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions. Ensuite nous présentons l'unité du conditionnement de sucre 1KG.

I.2 Présentation du complexe Cevital de Bejaia [1]**I.2.1 Historique**

Cevital est un groupe familial de plusieurs sociétés, créé par des fonds privés en 1998 à Béjaïa, à l'entrée du pays dans l'économie de marché. Avec un taux de croissance annuel à deux chiffres, le groupe Cevital a atteint aujourd'hui une taille qui lui permet d'acquérir le statut d'acteur majeur régional et continental, consacré par le rapport The African challengers de BCG, le prestigieux cabinet américain de stratégie.

Son complexe de production se situe dans le port de Béjaïa et s'étale sur une superficie de 45000m².

Cevital contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale. Elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité. En effet, les besoins du marché national sont de 1200T/J d'huile, l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de Cevital sont de 1800T/j, soit un excédent commercial de 600T/J. Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que Cevital négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales.

Ses produits se vendent dans différents pays africains (Nigeria, Niger, Mali, Tunisie, Libye...)

I.2.2 Situation géographique

Cevital est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaïa à 3 Km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui a

beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet, elle se trouve proche du port et l'aéroport

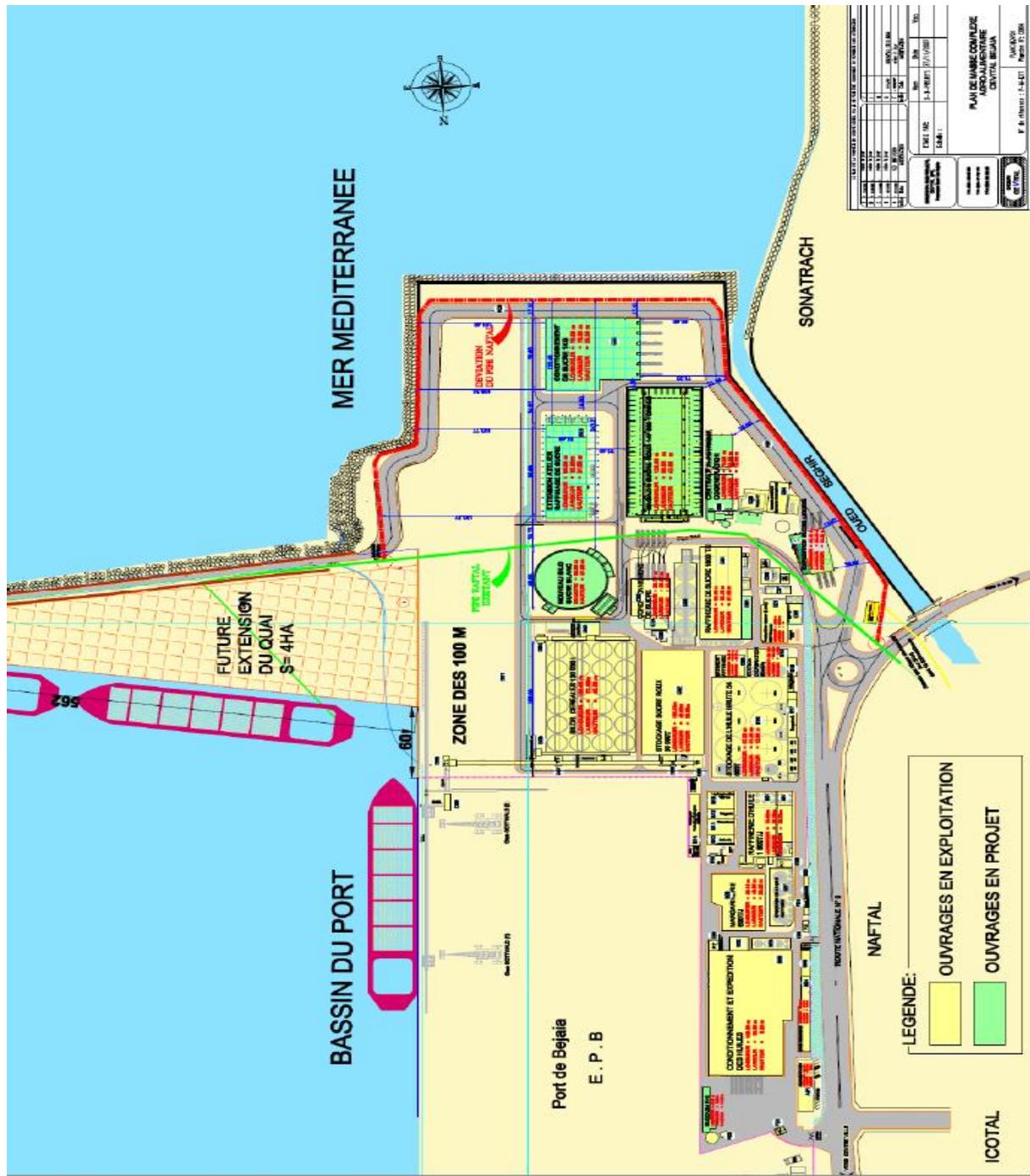


Figure I-1: Plan de masse du complexe cevital

I.2.3 Activités de Cevital

Lancé en Mai 1998, le complexe Cevital a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998 et dispose de plusieurs unités de production ultramodernes :

- 2 raffineries de sucre
- 1 unité de sucre liquide
- 1 raffinerie d'huile
- 1 margarinerie
- 1 unité de conditionnement d'eau minérale
- 1 unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes
- 1 conserverie
- 1 unité de fabrication de chaux calcinée

Elle possède également des silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire d'une capacité de 2000 tonnes/heure ce qui en fait le premier terminal de déchargement portuaire en Méditerranée.

Cevital Agro-industrie conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest.

Cevital Agro-industrie est le leader du secteur agroalimentaire en Algérie et possède le plus grand complexe privé en Algérie.

Cevital Agro-industrie compte parmi ses clients des grands noms du domaine de l'agro-business ; citons : Coca-Cola, Kraft Food, Danone...

I.2.4 Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser. Les objectifs visés par Cevital peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses
- La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

I.3 Le conditionnement de sucre

I.3.1 Définition de conditionnement

Dans l'industrie, le conditionnement est l'emballage qui est en contact direct avec un produit et qui le met en valeur, par opposition à l'emballage collectif qui sert au transport et au stockage. C'est aussi l'action d'emballer un produit pour le présenter aux consommateurs.

I.3.2 Description de l'unité de conditionnement de sucre

Le bâtiment de conditionnement de sucre à une superficie totale de 1131.9 m² et un effectif de 430 employés des différents services production, maintenance et expéditions.



Figure I-2: Vue générale du bâtiment de conditionnement de sucre

I.3.3 La production**a. La production du paquet 1kg**

La production du paquet 1kg se fait par vingt-huit conditionneuses de marque ROVEMA installées sur sept lignes indépendantes à une cadence nominale de 70 sacs/minute, dotées de doseur et d'une trieuse pondérale à la sortie de chaque conditionneuse qui consiste à contrôler le poids de chaque paquet, compteur production et faire le tri comme suit :

Paquet supérieur à 1015 grammes : paquet éjecté

Paquet inférieur à 995 grammes : paquet éjecté

Paquet entre 995g et 1015 g : paquet bon

Une moyenne du paquet est de 1006,76 gramme.

Une tare de 3.4 gramme.

Un surpoids de 3.31 grammes.

Le poids perdu $J = 3.31 \text{ g} \times 70 \text{ sacs/minute cadence} \times 60 \text{ minute} \times 28 \text{ conditionneuse} \times 24\text{h} = 9.342.144 \text{ grammes}$

Le poids perdu $J = 9.34 \text{ tonnes}$

b. La production du sac 5Kg :

La production du sac 5Kg est assurée par une seule conditionneuse a doubles tube de remplissage a une cadence nominale de 25 sacs par tube dotée d'une trieuse pondérale OCS telle que la conditionneuse 1Kg, qui fait le tri comme suit :

Sac supérieur à 5150 gramme : sac éjecté.

Sac inférieur à 4925 gramme : sac éjecté.

Sac entre 4925g et 5150g : sac bon.

I.4 Problématique**I.4.1 Le colmatage**

Les matériaux ou produits pulvérulents stockés dans les silos ou trémies on très souvent tendance à colmater. Il en résulte la formation de voûtes ou de cheminées ou bien des grugeons. Notre problématique se situe au niveau des trémies de conditionnement du sucre 1KG, ou le colmatage du sucre sur les parois des trémies a pour effet de provoquer :

- Une réduction de la capacité de stockage
- Pertes de temps considérable pour l'élimination de colmatage

- Des irrégularités très importantes de débit à la sortie de la trémie pouvant aller jusqu'à l'arrêt complet de l'écoulement.
- L'augmentation de nombres de pannes qui causent des retards de production

I.4.2 Les solutions envisageables pour l'élimination du colmatage [2]

Le fait de donner aux parois des trémies des pentes importantes ayant l'inconvénient de réduire la capacité de stockage, ne résout pas les problèmes de colmatage puisqu'ils s'observent même sur des parois verticales.

Selon l'usage il existe des équipements destinés à favoriser l'écoulement tels que :

a. Moyens mécaniques :

- **Le démotteur** : une grille métallique installée en haut de la trémie, qui casse les mottes lors du remplissage
- **Le VE de décharge** : un dispositif installé à l'intérieur de la trémie pour empêcher la formation de voûte et régulariser l'écoulement à condition de la placer à un niveau optimal
- **Les extracteurs mécaniques** : en particulier l'extracteur à vis, installés à la base des trémies ils ne garantissent pas toujours contre la formation de voûte au-dessus de la zone d'extraction

b. Moyens pneumatiques :

- **Casse-voûte** : la technique consiste à plaquer sur les parois de la trémie des membranes élastiques que l'on gonfle lorsqu'une voûte ou une cheminée se stabilise. La méthode s'avère assez simple et efficace sur un grand nombre de produit. Le principal inconvénient est la fragilité de la membrane et quelque fois lorsque la voûte résiste, le matériau se compacte davantage donc la situation s'aggrave.
- **Canon à air** : la technique consiste à libérer soudainement dans le matériau une certaine quantité d'air préalablement comprimée (pression= 7 bars) dans un réservoir. L'onde mécano-acoustique résultant du choc brise la voûte ou la cheminée stable. L'importance de la zone d'action dépend de la taille du réservoir mais aussi de la densité et la cohésion de la matière. La méthode, d'installation facile s'avère efficace sur pratiquement tous les produits (allant pulvérulent au brut de concassage) et sert de dernier recours à des problèmes inextricables. Mais il faut libérer la quantité d'énergie

juste suffisante car l'excès peut endommager le matériel ou causer un déferlement incontrôlable de produit.

- **Fluidisation** : il s'agit d'insuffler une certaine quantité d'air à basse pression dans le matériau afin de réduire les efforts de cohésion et de frottement entre les particules de sorte que le matériau acquiert un comportement proche de celui d'un fluide. La méthode ne marche qu'avec les produits pulvérulents secs de taille inférieure à 300 micromètre. L'excès d'air peut causer un déferlement de produit

c. Les vibrations :

Les vibrations constituent les moyens les plus utilisés pour résoudre les problèmes d'écoulement en trémies sans doute à cause de leurs coûts relativement faibles et leur facilité d'installation, et aussi en raison de la sensibilité des matériaux à la vibration. En effet trois paramètres, la distribution granulométrique, la densité et l'humidité jouent des rôles prépondérants dans l'aptitude du matériau à se compacter. Et suivant les valeurs de ces paramètres, la vibration peut provoquer aussi bien la dilatation volumique que le compactage du produit (néfaste à l'écoulement) les expériences réalisées dans certains travaux montre que la vibration, correctement appliquée, diminue le frottement matériau-paroi et favorise la valeur de la fonction d'écoulement du matériau.

Il existe une technique de dé-colmatage par vibration externe, en utilisant des vibreurs rotatifs, électromagnétiques ou pneumatique dont les effets provoquent le dé-colmatage des silos et trémies métallique de petite et moyenne contenance, les vibreurs électriques externes sont utilisés dans un grand nombre de domaines, ils assurent un écoulement positif et continu de matériaux stocké suivant la méthode du « premier entré-premier sorti ». Ils éliminent la formation d'écoulement, de cheminées, de voûte, de tassement et de ségrégation. Même dans le cas de matériaux aussi difficiles à manipuler que le sable de fonderie préparé, le bioxyde de titane, les copeaux de bois, le sucre roux, on obtient le déchargement aisé désiré. Qu'il s'agisse de particules de la taille du micron, de morceaux de minerai, de fibres, de matériaux lamelleux, collants ou fragiles.

De ce fait les ingénieurs ont opté pour l'installation et l'automatisation des vibreurs électriques rotatifs au niveau des trémies de conditionnement du sucre Cette solution fera gagner du temps, la mise en marche et l'arrêt successifs du vibreur (par exemple, 5 minutes de marche et 10 minutes d'arrêt). Lors du

ralentissement qui suit la coupure du courant, le vibreur « accroche » la fréquence de résonance de la trémie, provoquant ainsi un effondrement des grugeons ou collages.

I.5 Conclusion

Les technologies relatives à la manutention continue évoluent notamment par le biais de l'essor de l'automatisation et de l'informatique, ce qui rend plus complexe encore, le choix des bons équipements en parfaite adéquation avec son activité.

Le chapitre suivant fera l'objet d'une étude détaillée de cette dernière et de l'importance majeure de ces trémies dans le circuit de conditionnement du sucre.

Chapitre II
Dimensionnement
des vibrateurs par
rapport aux trémies

II.1 Introduction

Ce chapitre traite en premier lieu la structure générale des trémies qui sont les premiers éléments sur la chaîne de conditionnement du sucre fini. Ensuite, l'étude se portera sur les vibrateurs électriques rotatifs et leur dimensionnement par rapport aux trémies dans le but de faire apparaître le vibrateur convenable.

II.2 Définition et fonction de la trémie

II.2.1 définition de la trémie

Il s'agit du composant qui, normalement, reçoit le produit en poudre (farine, sucre, sel, micro-ingrédients, etc.), transporté du silo de stockage jusqu'au point d'utilisation.

II.2.2 Fonction de la trémie

Sa forme, ses dimensions et ses accessoires varient selon le type d'utilisation. Dans la plupart des cas, elle est constituée d'une partie supérieure cylindrique de diamètre variable selon sa capacité, d'une partie inférieure conique pour faciliter le déchargement du produit et d'une vanne ou plusieurs pour le déchargement manuel ou, plus fréquemment, automatique.

La trémie peut assurer les fonctions suivantes :

- Pesage et dosage (dans ce cas la trémie est accompagnée d'une ou plusieurs cellules de charge).
- Alimentation de mélangeurs, de pétrisseuses en continu, de conditionneuses (dans ce cas, la trémie est dotée de sondes de niveau maximum et minimum)
- Stockage intermédiaire avec sonde de niveau
- Séparation entre produit et air de transport à l'aide d'une toile filtrante interne, ou d'un filtre à manches, avec nettoyage en contre-pression, situé au sommet de la trémie

II.3 Structure et volume des trémies de conditionnement du sucre Cevital [3]

Les trémies utilisées pour alimenter les conditionneuses de sucre sont en inox et ont une capacité de stockage de 40 tonnes elles sont constituées de deux parties :

Chapitre II dimensionnement des vibreurs par rapport aux trémies

- Partie cylindrique : d'une hauteur de 3.5m et d'un diamètre de 4.2m équipée d'un piquage de dépoussiérage de 0.15m de diamètre et d'un piquage d'alimentation de 0.6m de diamètre
- Partie conique : constituer d'un ensemble préfabriqué qui contient quatre ensembles de réduction de diamètre 0.3m*0.15m excentrique avec bride, et un piquage de 0.05m De diamètre, plus un perçage taraudé d'un diamètre de 0.3m.

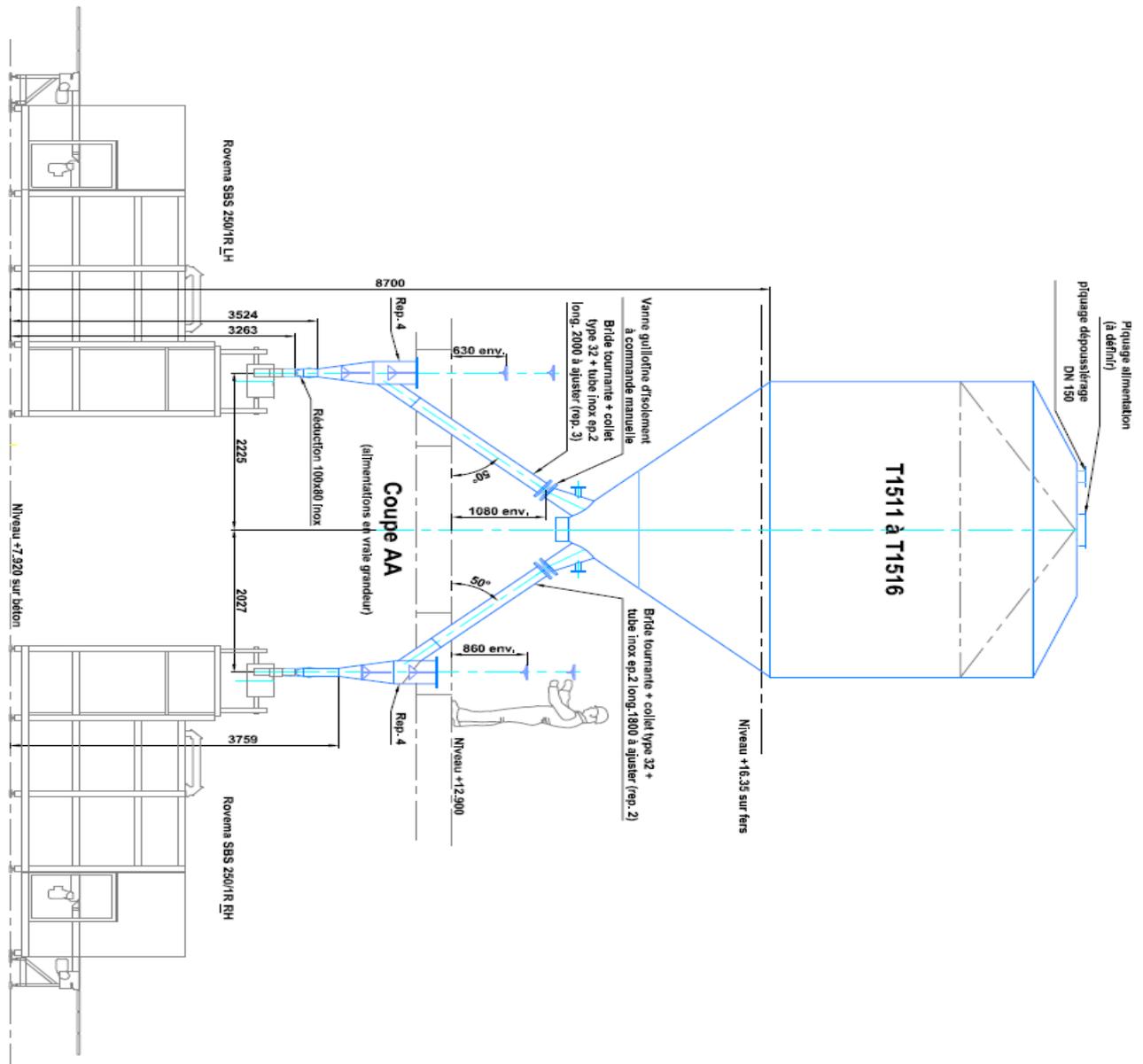
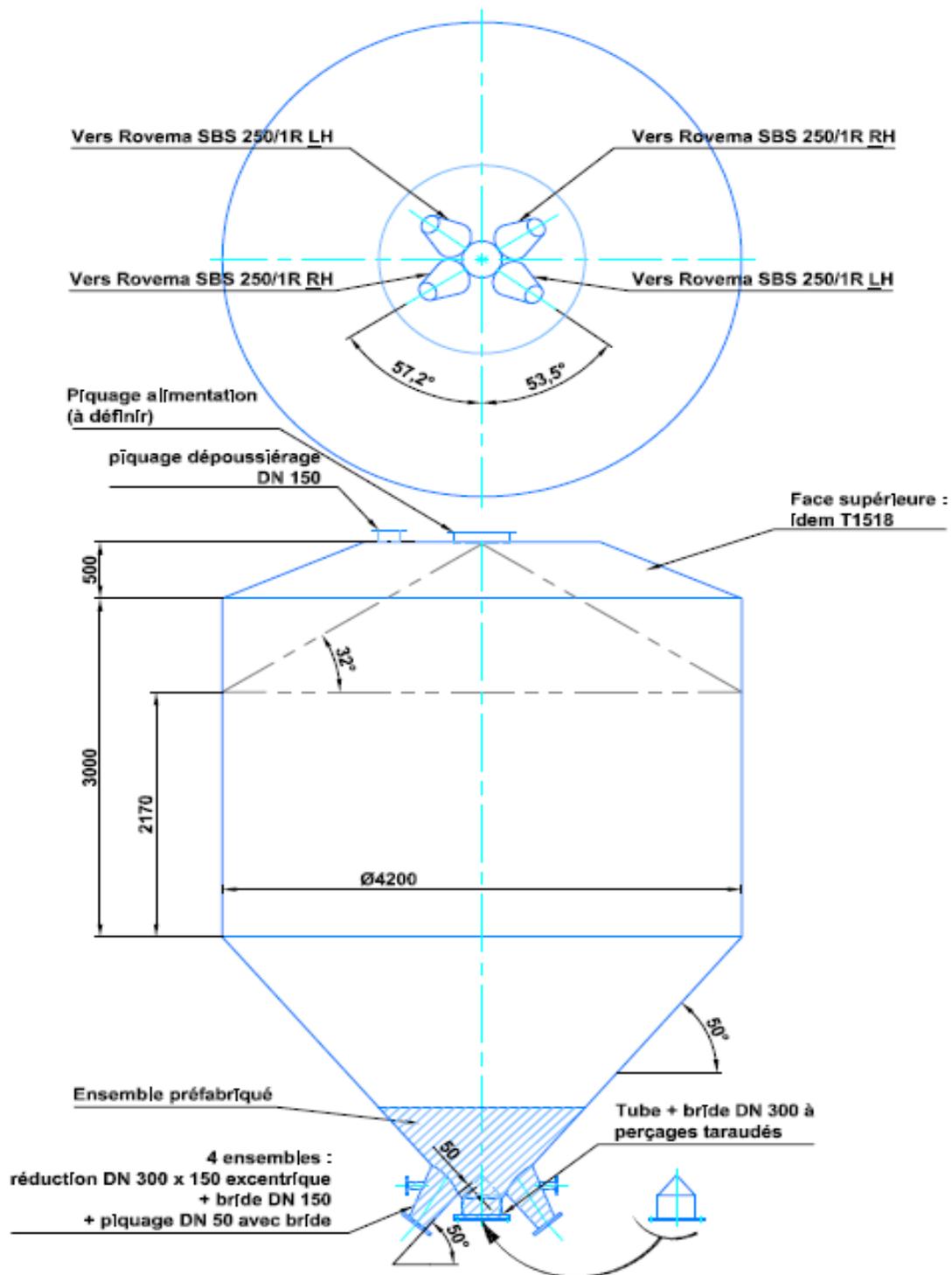


Figure II- 1 : trémie d'alimentation des conditionneuses



Trémies d'alimentations
T1511 à T1516 (vers ensacheuses 1 kg)
 Quantité : 6
 Capacité 40 tonnes (densité 0,9)
 Inox 304L

Figure II-2 : trémie d'alimentation 1 Kg

II.4 Les vibrateurs électriques rotatifs

II.4.1 Définition des vibrateurs

Les vibrateurs sont essentiellement des moteurs électriques avec des masses excentriques aux deux extrémités de l'arbre, avec des éléments techniques spécifiques pour vibrateurs propres à les rendre adaptés aux machines vibrantes les plus diverses. Il produit et transmet des vibrations, en effet un vibrateur est soumis à des sollicitations de type dynamique nettement plus fortes de celles qui agissent sur un moteur électrique ordinaire.

II.4.2 Fonction des vibrateurs

Les vibrateurs électriques externes sont utilisés dans un grand nombre de domaines, pour favoriser l'aide à l'écoulement, sur les trémies silos pour améliorer la décharge de matériaux, ou en tant qu'actionneurs sur des vibrateurs pour le transport, filtrage, compactage et tri.

Lorsque le vibrateur est démarré, la rotation des masses excentriques entraîne une force centrifuge sinusoïdale. Avec un seul vibrateur monté sur une machine vibrante, la force de rotation entraîne un mouvement circulaire de la machine. Deux vibrateurs en contre-rotation montés en parallèle sur la même machine produisent une force linéaire qui entraîne un mouvement linéaire de la machine. L'exigence d'un mouvement circulaire ou linéaire dépend de l'application.

Les ingénieurs de CEVITAL ont opté pour le choix de vibrateur de type italvibras MVSI

II.4.3 Systèmes et méthodes de vibration [4]

Les systèmes qui utilisent la technique de la vibration peuvent se diviser en :

- Systèmes à oscillation libre
- Systèmes à oscillation assujettie à résonance, qui exigent une étude spécifique et approfondie, à demander au Service Technique et Commercial d'Italvibras.

Le système à oscillation libre, à son tour, est obtenu avec deux méthodes :

- Multidirectionnelle : la force vibrante se propage dans toutes directions sur 360°, aussi bien vers la droite que vers la gauche.
- Unidirectionnelle : la force vibrante se propage le long d'une seule direction en mode alternatif sinusoïdal dans le temps.

Un seul moto-vibrateur est utilisé pour la méthode de vibration "multidirectionnelle".

Deux moto-vibrateurs ayant les mêmes caractéristiques électromécaniques, mais tournant dans le sens inverse l'un par rapport à l'autre, déterminent la vibration unidirectionnelle.

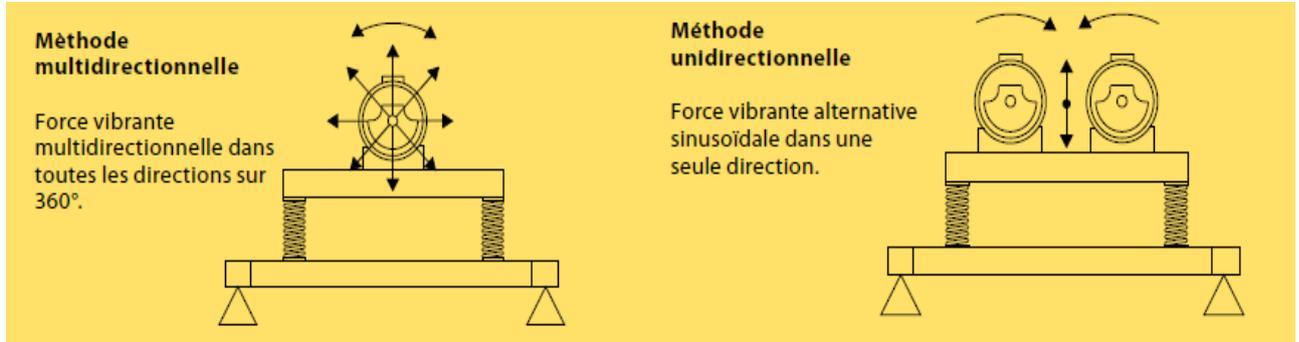


Figure II-4 : Méthode multidirectionnelle et unidirectionnelle

II.4.4 Exemples d'applications typiques des moto-vibrateurs

Les exemples ci-dessous représentent quelques applications typiques :

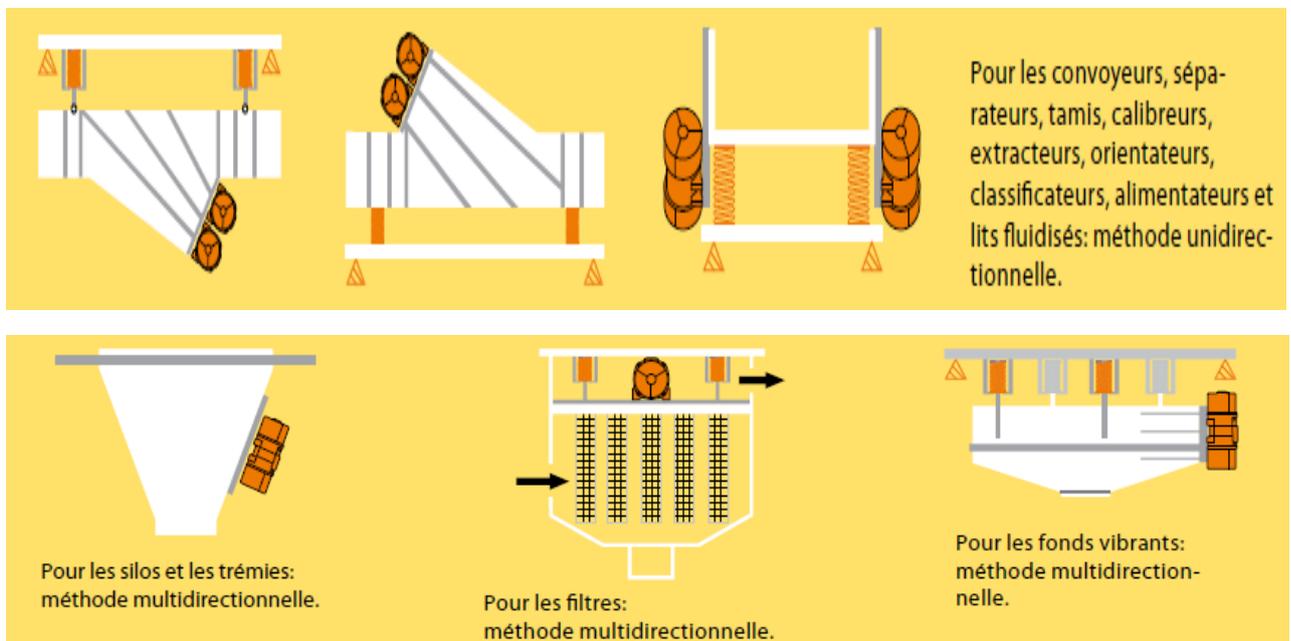


Figure II-5 : Exemples d'application des moto-vibrateurs

II.4.5 Choix de la méthode de vibration et de la vitesse de rotation

Le choix de la méthode de vibration et de la fréquence de vibration pour obtenir un rendement maximal pour chaque type D'application dépend de la masse volumique et de la granulométrie (ou calibre) du produit utilisé. Quelle que soit la méthode de vibration choisie, les moto-vibrateurs peuvent être montés sur un appareil isolé élastiquement, Avec leur axe en position horizontale ou verticale ou bien, le cas échéant, même dans une position intermédiaire entre ces Deux directrices. Dans l'application de moto-vibrateurs avec la méthode "unidirectionnelle", il faut prendre en compte l'angle D'attaque « i » (mesure en degrés) de la ligne de force par rapport à l'horizontale.

Dans le cas de d'une trémie ou silos (système à oscillation libre) on doit appliquer la méthode multidirectionnelle.

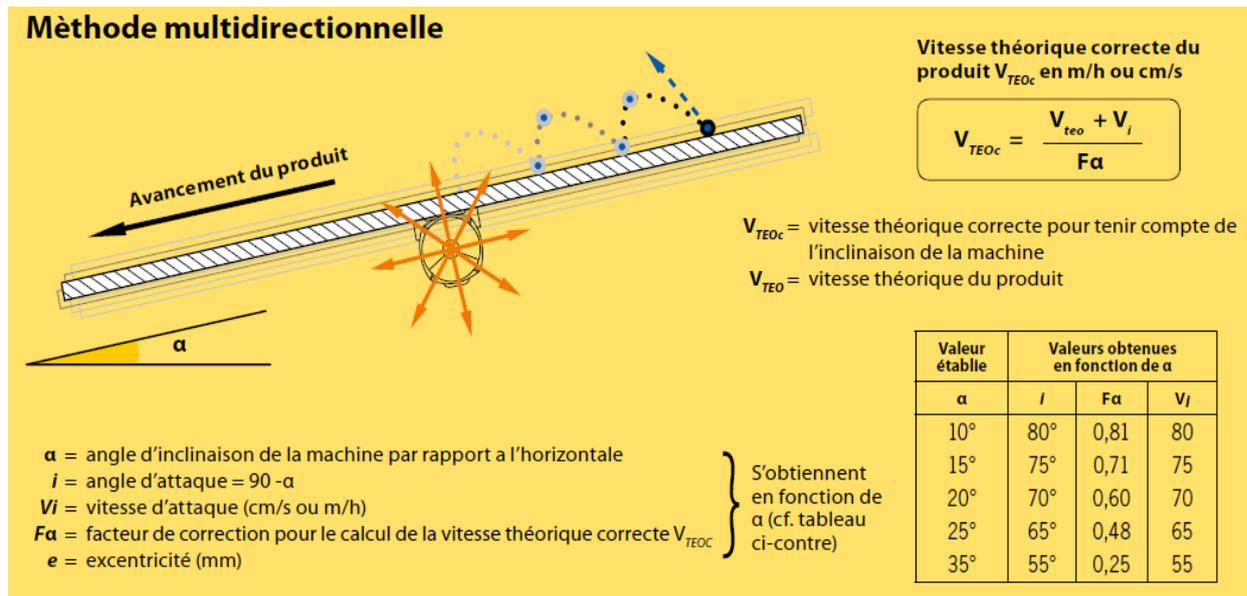


Figure II-6 : Méthode de vibration multidirectionnelle

II.5 Description général de vibreur MVSI (Multilevel Voltage Source Inverter)

La série MVSI est la ligne de produits de référence pour les constructeurs de machines et d'installations vibrantes utilisées dans de nombreux secteurs industriels. Cette série est en outre caractérisée par la plus vaste gamme du marché, avec des valeurs de force centrifuge pouvant aller jusqu'à 30500 Kgf (300kN). Elle est caractérisée par une évolution technologique continue, en vue d'une amélioration continue des prestations. La série MVSI est conçue pour garantir des prestations élevées dans toutes les conditions d'utilisation et dans tous les environnements et est conforme aux plus

récentes lois internationales IEC et EN pour l'emploi dans les atmosphères de poussières potentiellement explosives. En particulier la série MVSI peut être utilisée dans les zones 21 et 22.

II.5.1 Caractéristiques techniques des vibreurs MVSI

- Alimentation du vibrateur

Tension triphasée de 24V à 690V, à 50Hz ou 60Hz, ou bien monophasée 100-130V à 60Hz et 200-240V à 50Hz (les modèles monophasés sont livrés sans condensateur); fréquence variable de 20 Hz à la fréquence inscrite sur la plaque, à couple constant, avec variateur de fréquence.

- Polarité du vibrateur

2, 4, 6 et 8 pôles standards, 10 et 12 pôles spéciaux sur demande.

- Fonctionnement du vibrateur

Service continu (S1) au maximum de la force centrifuge et de la puissance électrique déclarées. Possibilité d'une utilisation par intermittence en fonction du type de moteur vibrant et des conditions opérationnelles ; pour des informations plus détaillées, s'adresser à l'assistance technique.

- Force centrifuge du vibrateur

La gamme s'étend jusqu'à 30500 Kgf. (300 kN), réglable de façon linéaire et continue avec variation de la position des masses excentriques.

- Classe d'isolation du vibrateur

Classe F (155°C), classe H (180°C) sur demande.

- Tropicalisation du vibrateur

Standard sur tous les moteurs vibrants, avec en capsulage sous vide jusqu'à la gr.35 ou selon le système «goutte à goutte» pour les grandeurs supérieures.

- Température ambiante du vibrateur

De -20°C à +40°C, sur demande pour des températures supérieures ou inférieures.

- Protection thermique du vibrateur

Avec thermo détecteurs à thermistors PTC 130°C (DIN 44081-44082) de série à partir de la grandeur 70, sur demande sur les grandeurs inférieures. Sur demande, thermistors à d'autres températures et radiateurs anti-condensation.

- Fixation du vibrateur

Dans toutes les positions, sans aucune limite.

- Lubrification du vibreur

Tous les moteurs vibrants sont correctement lubrifiés en usine et ne nécessitent pas de lubrification ultérieure lors d'une utilisation dans des conditions normales (lubrification « FOR LIFE »). Dans des conditions opérationnelles particulièrement lourdes, à partir de la grandeur 35, il est possible d'appliquer la méthode de ré-lubrification périodique.

- Boîtier de raccordement électrique du vibreur

De grande taille pour faciliter le raccordement électrique. Des presses fils profilés spéciaux permettent de fixer le câble d'alimentation en le protégeant des vibrations.

- Moteur électrique du vibreur

Asynchrone triphasé et monophasé. Conçu pour les plus grands couples de bobinage et des courbes de couple adaptées aux exigences spécifiques des machines vibrantes. Bobinage isolé encapsulé sous vide; grâce au système « goutte à goutte » avec résine classe H pour les grandeurs supérieures. Le rotor est de type moulé sous pression en aluminium (cage d'écureuil).

- Carcasse du vibreur

En alliage d'aluminium à haute résistance jusqu'à la grandeur 60, en fonte sphéroïdale pour les grandeurs supérieures. Forme brevetée qui améliore la dispersion de la chaleur et diminue la température de régime à charge pleine.

- Flasque porte roulement du vibreur

Réalisé en fonte (sphéroïdale ou grise) ou en aluminium avec logement roulement en acier. La géométrie du projet a été conçue et réalisée pour que la charge de la carcasse se transmette de façon uniforme.

- Roulements du vibreur

Exécution à géométrie particulière, spécialement conçus et réalisés pour le vibreur; capables de supporter de fortes charges aussi bien radiales qu'axiales.

- Arbre moteur du vibreur

En alliage d'acier traité (traitement isotherme), résistant aux fortes sollicitations.

- Masses excentriques du vibreur

Elles permettent un réglage continu de la force centrifuge. Ce réglage est facilité par une échelle graduée qui exprime la force centrifuge en pourcentage de la force centrifuge maximale.

- A Corps motovibrateur
- B Couvercles masses
- C Pieds d'appui et de fixation
- D Étrier d'accrochage pour le levage et sécurité
- 1 Plaquette d'identification.
- 2 Plaquette d'attention.

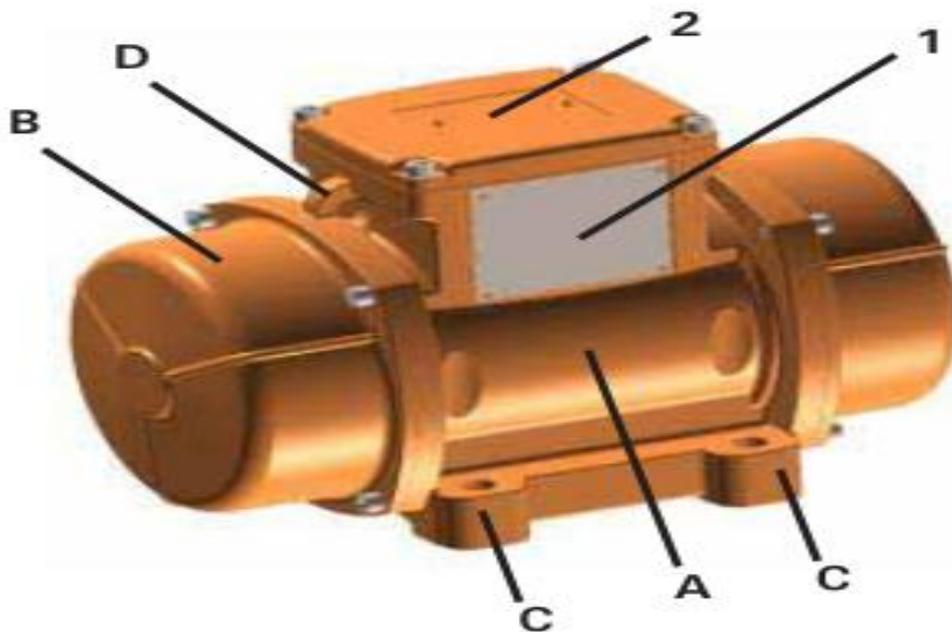


Figure II-7 : Moto-vibrateur série MVSI Italvibras

II.5.2 Le choix de moto-vibrateur Italvibras

Pour déterminer le type de moto-vibrateur adapté à une utilisation spécifique, il faut préciser l'emplacement dans lequel travaille le moto-vibrateur en définissant la zone, la température maximale et, si nécessaire, le moyen de protection requis. Pour faire cette analyse il est possible de suivre les normes EN spécifiques (par ex. EN 60079-10). Une fois que la zone a été définie, le tableau ci-dessous permettent de choisir le moto-vibrateur Italvibras le mieux adapté.

Type de zone	Produits indiqués pour la zone
1, 2, 21,22-EX e	MVSI-E, M3-E, MTF-E, VB-E, MVB-E, MVB-E-FLC
21,22	MVSI, M3, MVSI-TS, MTF, VB, MVB, MVB-FLC, MVSS-P
1, 2, 21, 21, 22-EX d	CDX, MVTX
1, 2-EX d	CDX-G, CDX gr.110, MVTX-G

Tableau II-1 : Le type de vibrateur adapté pour les différents types de zones

II.5.3 Le vibrateur convenable pour les trémies de conditionnement de sucre

Le vibrateur de type MVSI 3/100E-S02 est le plus adapté pour les trémies de conditionnement de sucre car la zone de conditionnement appartient à la zone 21 (atmosphère de poussière potentiellement explosive) et il possède les caractéristiques suivant :

1) Caractéristiques mécaniques

- Force centrifuge 1.19 kn (121 kg)
- Vitesse de rotation 3000 tr/min
- Moment statique 12
- Poids 19 kg

2) .caractéristiques électriques

- puissance maximale absorbée 180 W (0.18 kw)
- la tension d'alimentation triphasé 127/220 V
- le courant en fonction de la tension 1.04/0.6A ou 0.82/0.47A
- Ia/In 2.68A

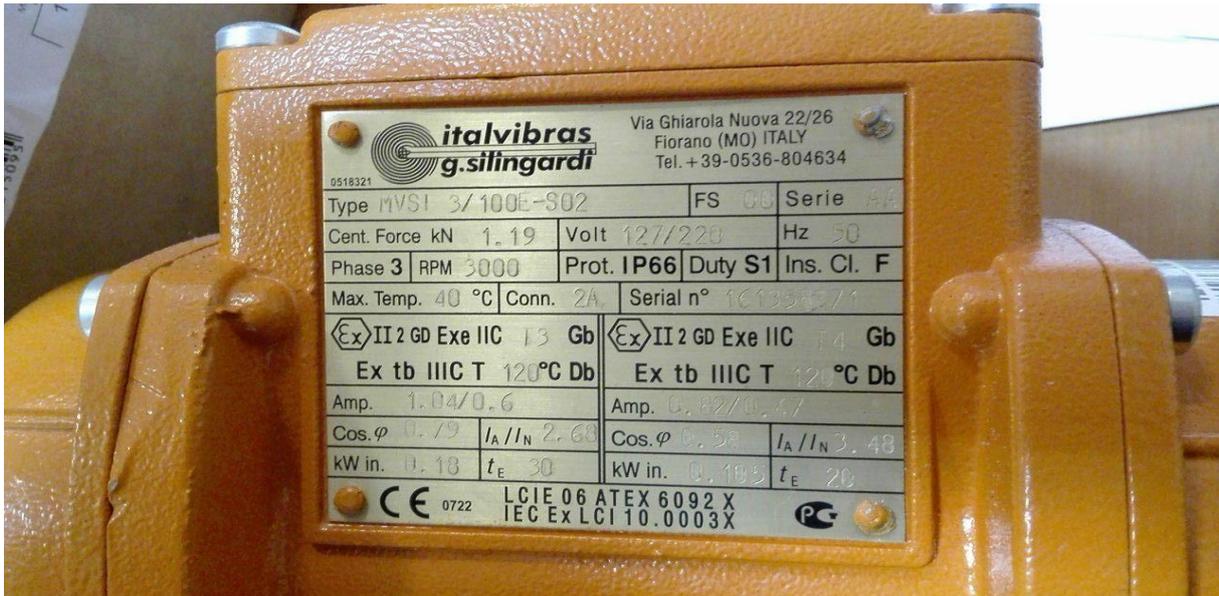


Figure II-8 : la plaque signalétique du vibreur série MVSI 3/100E-S02 Italvibras

3) Caractéristiques dimensionnelles (mm)

A	B	C	D	E	ØG	F	H	I	L	M	N
211	153	125	62/74	106	9	24	61	46	103	100	117

Tableau II-2 : caractéristiques dimensionnelles de vibreur MVSI 3/100E-S02

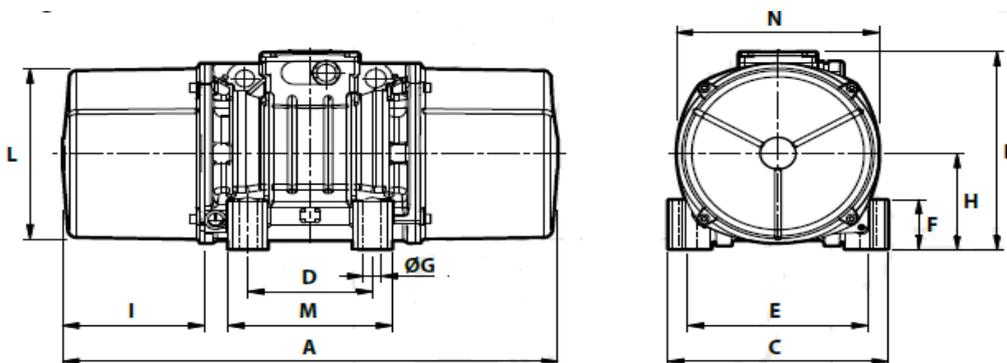


Figure II-9 : caractéristiques dimensionnelles de vibreur MVSI 3/100 E-S02

II.6 Conclusion

Dans ce chapitre on a vu la structure et les dimensions des trémies de conditionnement de sucre, ainsi que les vibrateurs électriques rotatifs et leur dimensionnements par rapport aux trémies. Par suite on a focalisé notre étude sur le vibreur de type MVSI 3/100E-S02 en mettant en avant ses caractéristiques techniques pour une meilleure exploitation pendant sa programmation qui sera l'objet du chapitre IV.

Chapitre III

Les Automates
programmables et
capteurs

III.1 Introduction

Dans le domaine de l'industrie, l'automatisme est utilisé pour piloter les moyens de production. L'objectif des équipements d'automatisme est de produire tout en assurant l'intégrité du moyen de production et la sécurité des personnes. Les plateformes d'implémentation sont souvent composées d'automates programmables industriels (API).

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 vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter. Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables d'une façon générale et d'une manière plus détaillée de l'automate S7-300 ainsi qu'une présentation du capteur de niveau utilisé pour les trémies de conditionnement de sucre.

III.2 Historique sur les automates programmables

Au début des années 50, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatisme. Les composants de base de l'époque étaient les relais électromagnétiques à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comportaient des centaines voire des milliers de relais. Le transistor n'était connu que comme un composant d'avenir et les circuits intégrés étaient inconnus. Vers 1960, les semi-conducteurs (transistors, diodes) sont apparus dans les automatismes sous forme de circuits digitaux. Ce n'est que quelques années plus tard, que l'apparition des circuits intégrés a amorcé une révolution dans la façon de concevoir les automatismes. Ceux-ci étaient très peu encombrants et leur consommation était des plus réduite.

On pouvait alors concevoir des fonctions de plus en plus complexes à des coûts toujours décroissants. C'est en 1969 que les constructeurs américains d'automobiles (General Motors en particulier) ont demandé aux firmes fournissant le matériel d'automatisme des systèmes plus évolués et plus souples pouvant être modifiés simplement sans coûts exorbitants. Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé « automates programmables ». Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changée, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes.

De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles, depuis les nano automates bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes

III.3 Définition générale [5]

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'information. Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et les tertiaires :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sortie industrielles ;
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.) ;
- Enfin, sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement des fonctions d'automatismes facilitent son exploitation et sa mise en œuvre Selon la norme français EN61131-1, un automate programmable est un : Système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées aux fins de mise en œuvre des fonction spécifique , telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation , de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et sorties Tout ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues.

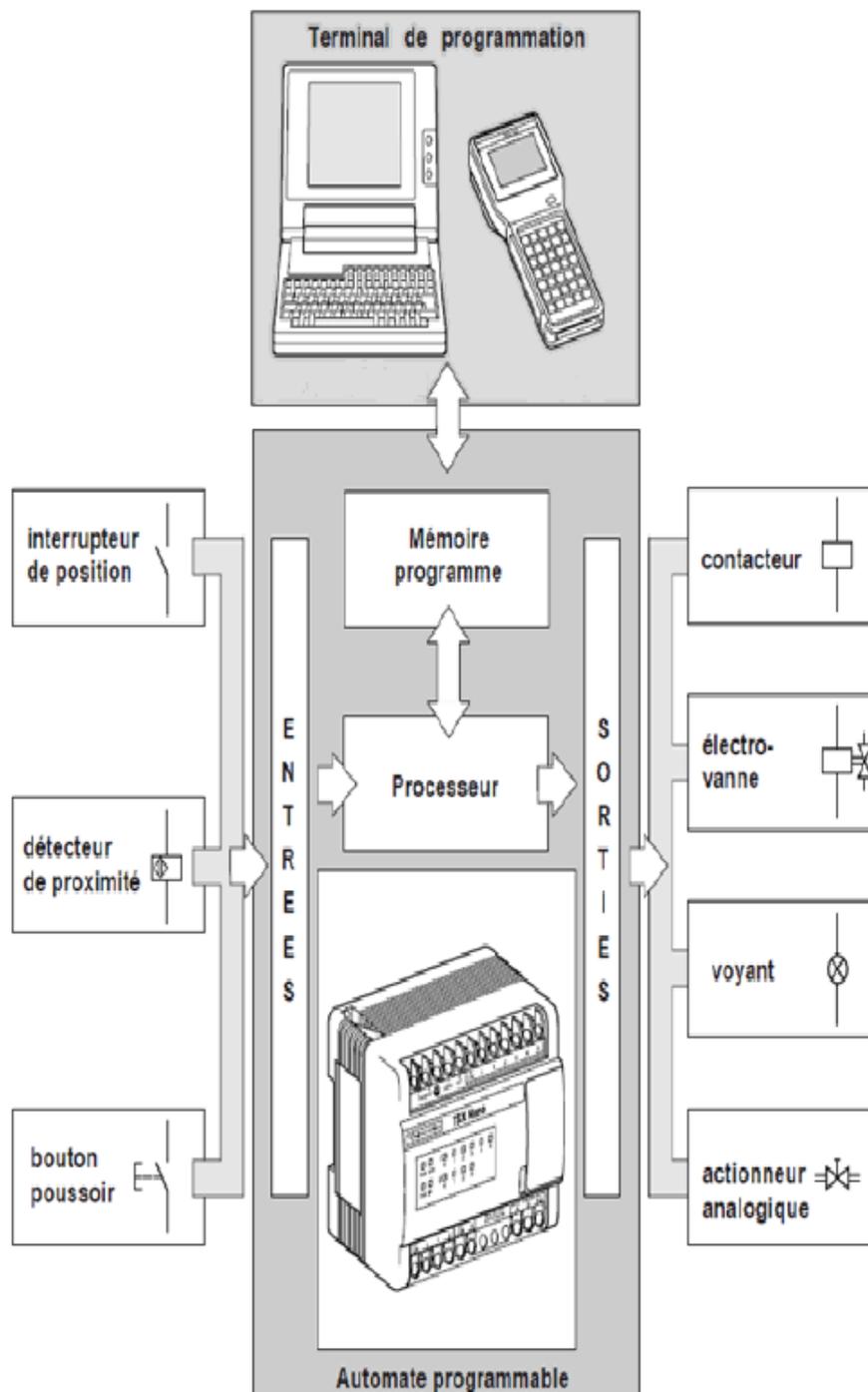


Figure III-1 : L'automate dans une structure d'automatisme [6]

III.4 Présentation de l'automate S7-300 [7]

L'automate programmable S7-300 est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants :

- CPU (computer procès unit)
- Des modules d'alimentation
- Des modules d'entrées sorties (TOR ou Analogique)

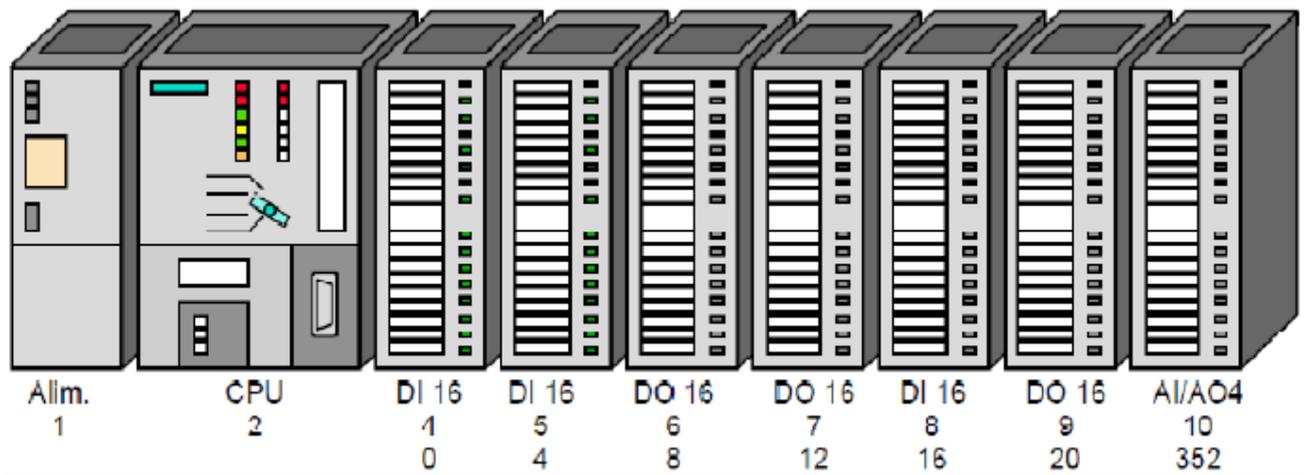


Figure III-2 : Vue générale de l'automate S7-300

III.4.1 Présentation de la CPU S7-300

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-300. Sa caractéristique principale est l'intégration de module comportant entre des fonctions intégrées.

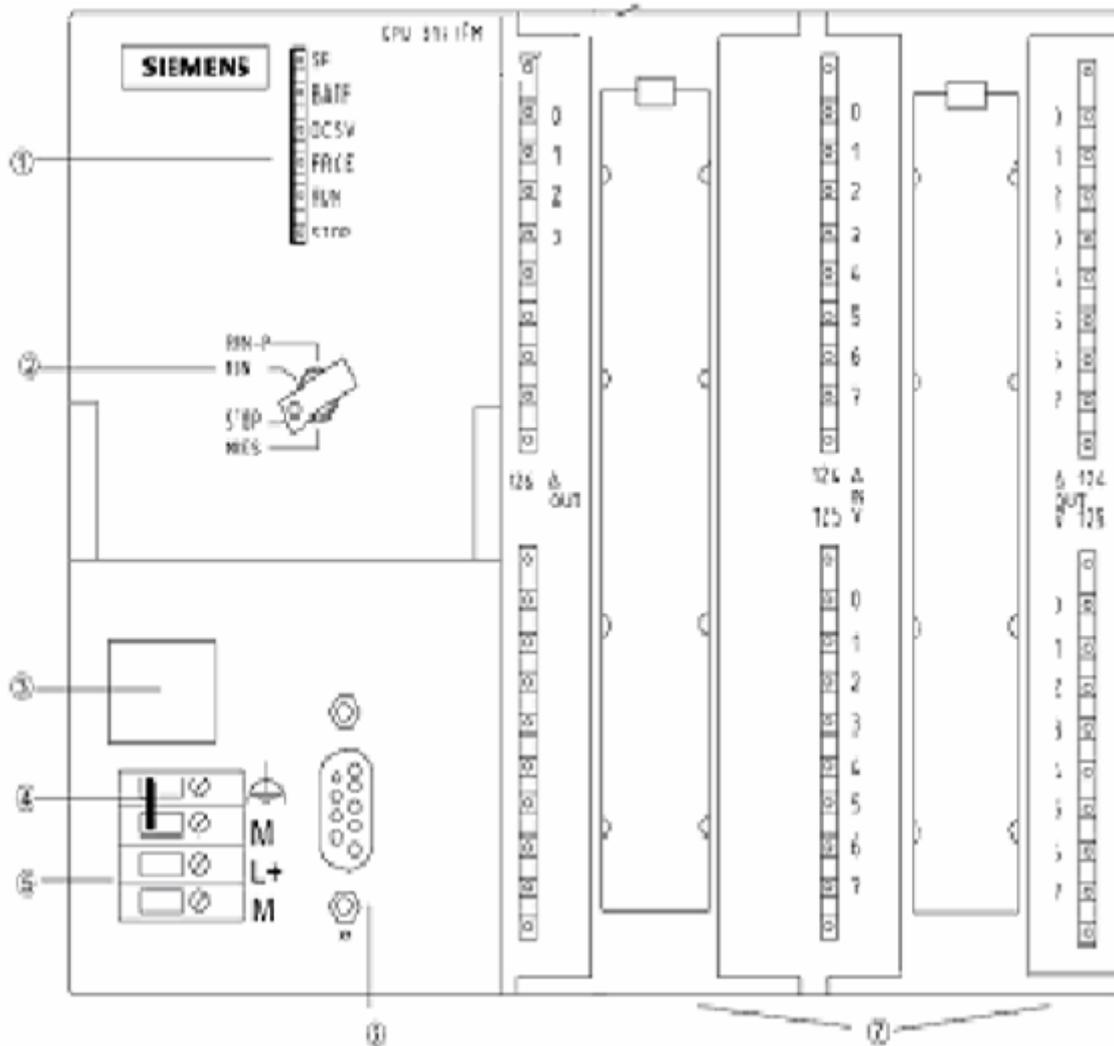


Figure III-3 : Vue générale de la CPU S7-300

- 1) LED de visualisation d'état et de défaut
- 2) Commutateur de mode de fonctionnement
- 3) Logement pour pile de sauvegarde ou accumulateur
- 4) Cavalier (amovible)
- 5) Bornes pour la tension d'alimentation et curseur de mise en terre
- 6) Interface multiple MPI des CPU
- 7) Entrées/sorties intégrées

III.4.1.1 LED de visualisation d'état et de défaut

(Rouge)SF	Défaut matériel ou logiciel
(Rouge) BATF	Défaillance de la pile.
(Verte) 5V DC	L'alimentation 5V CD est correcte
(Jaune) FRCE	Le forçage permanent est actif.

(Verte) RUN CPU en RUN.

(Jaune) STOP CPU en STOP ou en ATTENTE ou en démarrage.

III.4.1.2 Commutateur de mode de fonctionnement

Position	Signalisation	Explication
RUN-P	Mode de fonctionnement RUN-PROGRAMME	La CPU traite le programme utilisateur. Le programme peut être modifié. Dans cette position la clef ne peut être retirée.
RUN	Mode de fonctionnement RUN	La CPU traite le programme utilisateur. Le programme ne peut être modifié qu'avec Légitimation par mot de passe. La clef peut être retirée
STOP	Mode de fonctionnement STOP	La CPU ne traite aucun programme utilisateur. La clef peut être retirée.
MRES	Effacement général	Position instable du commutateur, pour Effectuer l'effacement général il faut respecter Un ordre particulier de commutation

Tableau III-1 : Positions du commutateur du mode de fonctionnement

III.4.1.3 Pile de sauvegarde ou accumulateur

L'utilisation de l'accumulateur ou de la pile de sauvegarde est nécessaire pour l'horloge temps réelle. La pile de sauvegarde est aussi utilisée pour :

- La sauvegarde du programme utilisateur s'il n'est pas enregistré dans la mémoire morte ;
- Pour étendre la zone rémanente de données ;

L'accumulateur est rechargé à chaque mise sous tension de la CPU. Son autonomie est de quelques jours voire quelques semaines au maximum. La pile de sauvegarde n'est pas rechargeable mais son autonomie peut aller jusqu'à une année.

III.4.1.4 Carte mémoire

La plupart des CPU possèdent une carte mémoire. Son rôle est de sauvegarder le programme utilisateur, le système d'exploitation et les paramètres qui déterminent le comportement de la CPU et des modules en cas de coupure du courant

III.4.1.5 Interface MPI (interface multipoint)

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée pour la console de programmation (PG), le pupitre opérateur (OP) ou par la communication au sein d'un réseau MPI. La vitesse de transmission typique est de 187.5K Bauds.

III.4.2 Caractéristiques techniques de la CPU S7-300

Les tableaux suivants résument les principales caractéristiques techniques de la CPUS7-300

Mémoires	
Mémoire de travail intégrée uniquement	32Ko
Mémoire de chargement intégrée	48Ko de RAM 48Ko de FEPRM
Impossibilité d'extension de la mémoire de travail ainsi que la mémoire de chargement	
Mémentos	
Nombre	2048 bits
Rémanence : réglable Par défaut	De MB 0 à MB 143 De MB 0 à MB 15
Mémentos décadence	Un octet de memento
Bloc de données	
Nombre	Maximum 127 (DB 0 réservé)
Taille	Maximum 16 Ko
Rémanence : réglable Par défaut	Maximum 2DB, 144 octets de données Pas de rémanence
Blocs	
Blocs d'organisation (OB)	13
Taille	Maximum 8Ko
Profondeur d'imbrication :	
Par classe de priorité	8
Supplémentaire à l'intérieur d'un OB d'erreur	4

Bloc fonctions (FB)	128
Taille	Maximum 8Ko
Fonctions(FC)	128
Taille	Maximum 8Ko
Temporisations/compteur	
Compteurs S7	64
Rémanence par défaut	Z0 à Z7

Rémanence réglable	Z0 à Z63
Plage de comptage	0 à 999
Temporisation S7	128
Rémanence par défaut	Aucune temporisation permanente
Rémanence réglable	T0 à T7
Plage de comptage	10 ms à 9990 s
Zones d'adressage (entrées sorties)	
Numérique	0.0 à 125.7/0.0 à125.7
Spéciales	126.0 à 126.3/124.0 et 124.1
Analogiques	256 à751/256 à 751
Analogiques intégrées	128 à 135/128 à129
Mémoire image (non réglable)	128 octets/128 octets
Sauvegarde	
Avec pile	Toutes les données
Sans pile	144 octets

Tableau III-2 : Zones de mémoire et de périphérie de la CPU

Fonction de test et de diagnostique	
Etat/forçage de variables	Oui
Variables	Entrées, sorties, DP, temporisation, compteurs, mémentos
Nombres	
Etat de variables	Maximum 30
Forçage de variables	Maximum 14
Forçage permanent	Oui
Variables	Entrées, sorties
Nombres	Maximum 10
Nombres de points d'arrêts	2
Tampon de diagnostic	Oui
Nombres d'entrées (non réglables)	100

Tableau III-3 : Fonction de test et de diagnostic

Interface de communication MPI	
Vitesse de transmission	19,2, 187,5 K Bauds

Tableau III-4 : Interface de communication MPI

Tensions, courants	
Tension d'alimentation	24 Vcc
Plage admissible	20,4 à 28,8 V
Consommation (en marche à de)	Typique 1,0 A

Tableau III-5 : Tensions et courants

Fonctions intégrées	
Compteur	1 ou 2 selon la configuration utilisateur
Fréquencemètre	Maximum 10 KHz
Positionnement	1 voire

Tableau III-6 : Fonctions intégrées de la CPU [8]

III.4.3 Les registres de la CPU

III.4.3.1 Le mot d'état

C'est un registre composé de 9 bites qui nous renseignent sur l'état de la CPU à chaque instant

-	-	-	-	-	-	-	RB	BI1	BI0	DEB	DM	OU	ETAT	RLG	/PI
---	---	---	---	---	---	---	----	-----	-----	-----	----	----	------	-----	-----

Tableau III-7 : Les bites du mot d'état

III.4.3.1.1 Première interrogation /PI

Le fonctionnement de ce bit est le suivant :

- L'état de /PI est interrogé au même moment que l'état de l'opérande en cours ;
- Si /PI est à 0, la CPU exécute la séquence comme étant une nouvelle, et met le bit /PI à 1. Seul le résultat de l'interrogation de l'opérande est mémorisé dans le RLG ;
- Tant que /PI est à 1, le résultat de l'interrogation de l'opérande en cours est comparé, selon l'opération combinatoire effectuée, à celui mémorisé précédemment dans le RLG ;
- La fin d'une séquence ou une instruction de saut conditionnel remet le bit /PI à 0.

III.4.3.1.2 Le bit du résultat logique RLG

Il contient le résultat d'une opération combinatoire sur bits, ou le résultat d'une comparaison.

Dans une séquence combinatoire, le résultat d'une interrogation est toujours combiné avec le RLG, suivant la règle booléenne établie, à condition que /PI soit à 1.

Si ce dernier est à 0, c'est le contenu de l'opérande en cours qui lui est affecté.

III.4.3.1.3 Le bit d'état

Contient la valeur du bit en accès. Il est utilisé uniquement pour les opérations combinatoires ayant accès à la mémoire. Pour les opérations n'ayant pas accès aux mémoires, ce bit est à 1 et n'a pas de signification.

III.4.3.1.4 Le bit OU

Ce bit est utilisé lors de l'utilisation de l'opération ET avant OU.

Le RLG d'une séquence interne est transféré vers ce bit, pour pouvoir enregistrer le nouveau résultat dans le bit RLG.

III.4.3.1.5 Le bit de débordement DEB

Il est mis à 1 par une opération arithmétique, une opération de conversion ou une opération de comparaison de nombres à virgule flottante lorsqu'il y a débordement.

III.4.3.1.6 Le bit de débordement mémorisé DM

Il est mis à 1 au même moment que DEB, et le reste après la correction de l'erreur, il indique donc si une erreur s'est produite dans l'une des opérations exécutées précédemment. L'opération SPS le remet à 0.

III.4.3.1.7 Les bits indicateurs BI1 et BI0

Ils donnent des informations sur les résultats des opérations suivantes, avec ou sans débordement :

- Le résultat d'une opération arithmétique ;
- Le résultat d'une opération de comparaison ;
- Le résultat d'une opération combinatoire sur mots ;
- Les bits décalés par une opération de rotation ou de décalage.

III.4.3.1.8 Le bit du résultat binaire RB

Il constitue un lien entre le traitement d'opérations combinatoires sur bits et sur mots. En effet, il permet d'utiliser le résultat d'une opération sur mots, comme étant un résultat binaire, et l'intégrer à une séquence combinatoire sur bits.

Il correspond aussi à la sortie de validation ENO les FB et les FC.

III.4.3.2 Accumulateur 1 et accumulateur 2

Registres sur 32 bits, qui permettent de traiter des octets, des mots ou des doubles mots. Ils sont utilisés pour le chargement des opérandes. Le résultat d'une opération, se trouve toujours dans l'accumulateur 1.

III.4.3.3 Registre d'adresse AR1 et AR2

Deux registres sur 32 bits renfermant les adresses des opérandes en cours d'utilisation.

III.4.3.4 Pile des parenthèses

Octet de mémoire utilisé pour des combinaisons d'expressions entre parenthèse, on peut avoir jusqu'à 7 niveaux de parenthèses, appelées « entrées », chaque entrée englobe les bites du mot d'état suivants : RLG, RB, OU.

L'opération fermer parenthèse «)» ferme l'expression entre parenthèse et extrait une entrée de la pile, puis définit le nouveau RLG qui est le résultat de la combinaison du RLG en cours avec celui mis dans la pile des parenthèses.

III.4.4 Module d'alimentation

Divers modules d'alimentation sont mis à disposition pour l'alimentation du S7-300 et des capteurs/actionneurs en 24 V cc.

Le module d'alimentation utilisé dans ce projet est : PS 307, 10A qui présente les propriétés suivantes :

- Courant de sortie 10A ;
- Tension nominale de sortie 24 V cc, stabilisée, tenue aux court-circuit et à la marche à vide ;
- Raccordement à un réseau alternatif triphasé (tension nominale d'entrée 127/220Va cc, 50/60 Hz) ;
- Séparation de sécurité des circuits selon EN 60 950 ;
- Peut servir de tension d'alimentation des capteurs et actionneurs.

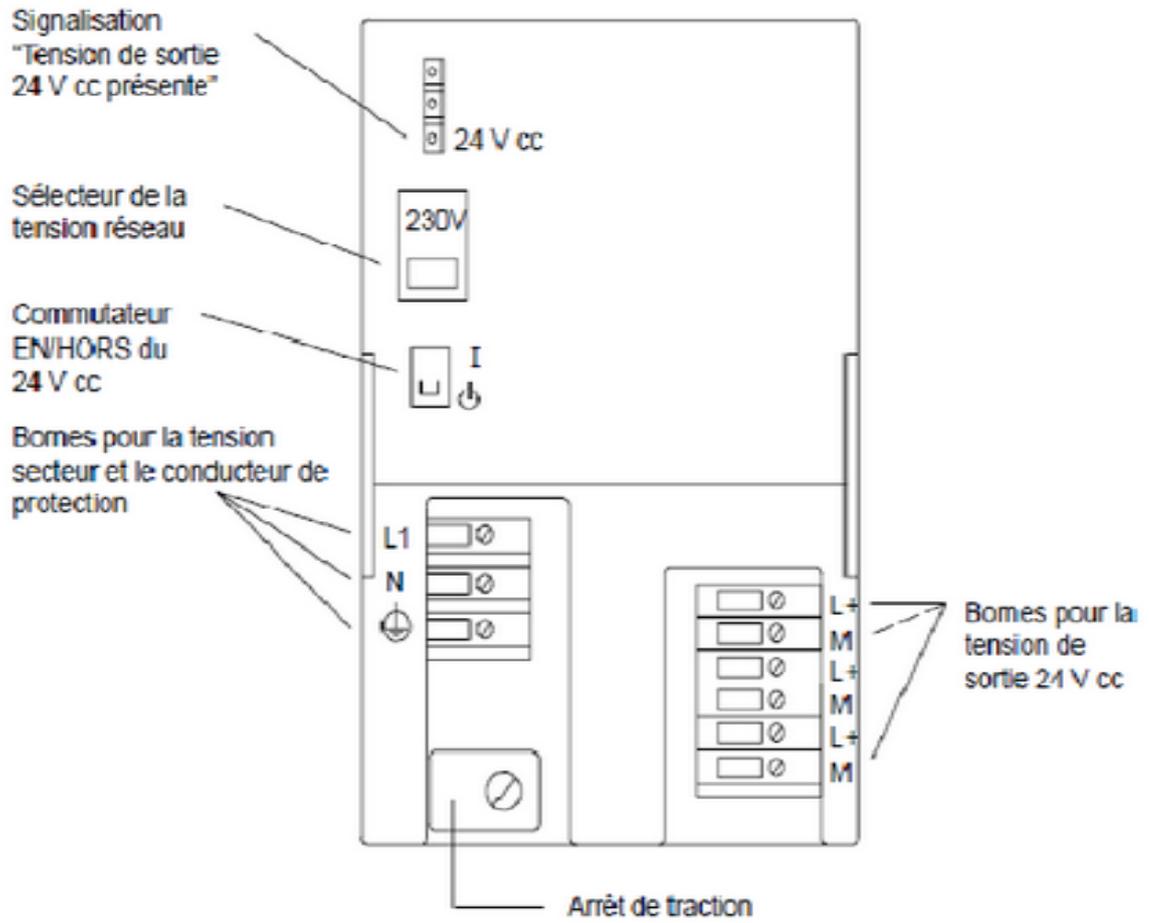


Figure III-4 : Module d'alimentation

III.5 Les capteur de niveau [9]

III.5.1 Définition d'un capteur

Un dispositif permettant la mesure physique sous une autre forme de grandeur continue et dont une relation de cause à effet existe s'appelle capteur.

(Thermocouple, thermistance, optoresistance, varistance, phototransistor...)

III.5.2 Le capteur VEGAWAVE61 Type WE61.XXAGDRKMX

III.5.3 Matériaux [10]

Les parties de l'appareil en contact avec le produit sont en acier inox 316L. Le joint de procès livré avec l'appareil est en Klinger sil C-4400.

III.5.4 Domaine d'application

Le VEGAWAVE 61 est un détecteur de niveau pouvant être utilisé de manière universelle pour les solides en vrac pulvérulents et à grains fins. Le VEGAWAVE 61 détecte de manière fiable et robuste le seuil de niveau minimum et maximum. Les lames vibrantes sont idéales pour l'utilisation dans les produits tendant à colmater et abrasifs et dans les solides en vrac de basse densité.

III.5.5 Les avantages

- Dépenses de temps et de coûts minimisées grâce à une mise en service facile sans produit
- Fonctionnement fiable grâce au point de commutation indépendant du produit
- Coûts réduits pour la maintenance et l'entretien grâce à la forme de construction robuste

III.5.6 Fonction

Pour la série VEGAWAVE 61, une lame vibrante est utilisée comme capteur. Le contact du produit avec les lames vibrantes provoque une atténuation de l'amplitude. L'électronique intégrée reconnaît cette variation et génère la commutation du signal de sortie.

III.5.7 Principe de mesure

Le VEGASON envoie de brèves impulsions ultrasoniques vers le produit à mesurer. Ces ultrasons sont réfléchis par la surface du produit et réceptionnés par le capteur. À partir du temps de parcours des impulsions sonores et de la hauteur connue du réservoir, l'appareil calcule le niveau de remplissage.

III.6 Conclusion

Dans ce chapitre on a vu la structure modulaire d'un automate programmable ainsi que son architecture interne. Par suite on a focalisé notre étude sur l'automate S7-300 en mettant en avant ses caractéristiques techniques pour une meilleure exploitation pendant sa programmation qui sera l'objet du chapitre IV et on a présenté le capteur de niveau utilisé pour détecter le niveau de sucre dans la trémie ainsi que son principe de fonctionnement.

Chapitre IV
Application

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre nous donnerons une description générale des systèmes automatisés vient après, la modélisation du fonctionnement des vibrateurs et son GRAFCET et enfin nous passerons à l'élaboration du programme d'automatisation et la supervision avec SIMATIC WinCC flexible.

IV.2 Systèmes automatisés

IV.2.1 Définition de l'automatisation [11]

L'automatisation d'une production consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir-faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur la matière d'œuvre, afin d'élaborer le produit final.

IV.2.2 Objectif de l'automatisation [11]

Hors les objectifs à caractères financiers on trouve :

- Éliminer les tâches répétitives ;
- Simplifier le travail de l'humain ;
- Augmenter la sécurité ;
- Accroître la productivité ;
- Économiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Maintenir la qualité.

IV.2.3 Structure d'un système automatisé [12]

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative et partie commande. Ces deux parties s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et près-actionneurs comme le montre la figure IV.1.

La partie opérative procède au traitement des matières d'œuvre afin d'élaborer le produit final.

La partie commande coordonne la succession des actions sur la partie opérative dans le but d'obtenir le produit final.

La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface, cette dernière est constituée par l'ensemble de capteurs et pré-actionneurs.

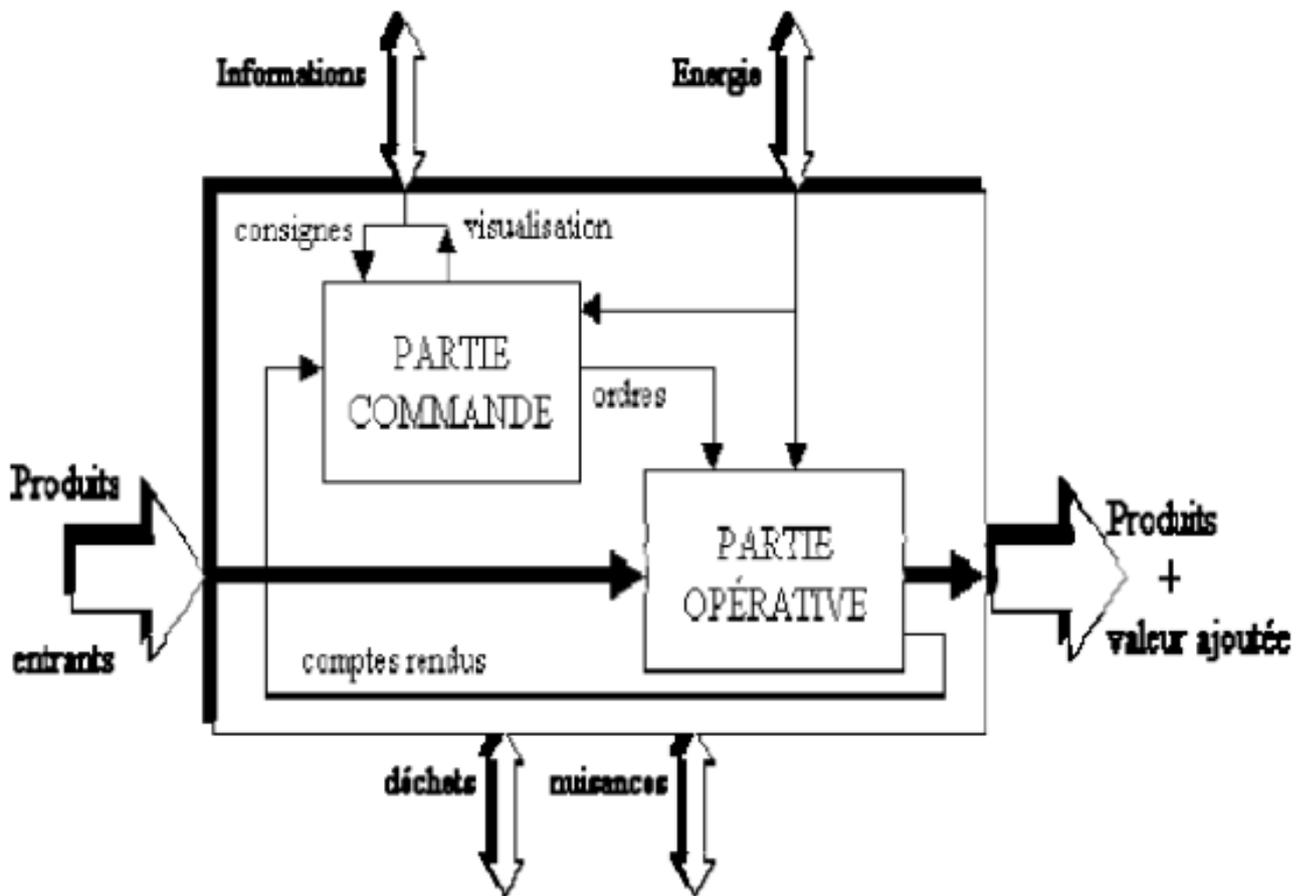


Figure IV-1 : Structure d'un système automatisé.

IV.3 Modélisation du fonctionnement des vibrateurs

Pour reproduire au mieux le cycle de fonctionnement des vibrateurs de trémies de conditionnement de sucre, on utilisera un modèle de représentation séquentiel qui est le Grafset.

IV.3.1 GRAFCET [13]

Le Grafset (graph fonctionnel de commande étapes-transitions), est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, en tout ou rien. Mais il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoires, dans le cas où il y a une séquence à respecter mais où l'état des capteurs suffirait pour résoudre le problème en combinatoire. Il utilise une représentation graphique.

C'est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple auréalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges.

Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique (peut se "câbler" par séquenceurs, être programmé sur automate voire sur ordinateur).

IV.3.1.1 Éléments d'un GRAFCET

Un Grafcet est composé d'étapes, de transitions et de liaisons. Une LIAISON est un arc orienté (ne peut être parcouru que dans un sens). A une extrémité d'une liaison il y a UNE (et une seule) étape, à l'autre UNE transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.

Une ETAPE correspond à une phase durant laquelle on effectue une ACTION pendant une certaine DUREE (même faible mais jamais nulle). L'action doit être stable, c'est-à-dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape, mais la notion d'action est assez large, en particulier composition de plusieurs actions, ou à l'opposé l'inaction (étape dite d'attente).

On représente chaque étape par un carré, l'action est représentée dans un rectangle à gauche, l'entrée se fait par le haut et la sortie par le bas. On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant par pas de 1, il faut simplement que jamais deux étapes différentes n'aient le même numéro.

Une TRANSITION est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens Vrai ou Faux), sans notion de durée. La condition est définie par une RECEPTIVITE qui est généralement une expression booléenne (c.à.d. avec des ET et des OU) de l'état des CAPTEURS.

On représente une transition par un petit trait horizontal sur une liaison verticale. On note à droite la réceptivité, on peut noter à gauche un numéro de transition (entier positif, indépendant des numéros d'étapes).

Dans le cas de plusieurs liaisons arrivant sur une transition, on les fait converger sur une grande double barre.

IV.3.1.2 Les règles d'évolutions

D'après la norme NF C-03-190, le GRAFCET est régi par les cinq règles suivantes :

Règle1 : l'étape initiale est représentée par un double carré, elle est activée à l'initialisation de l'automatisme sans conditions, c'est-à-dire au début de fonctionnement du système.

Règle2 : une transition est soit validée, ou non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées, mais elle ne peut être franchie que si la réceptivité qui lui est associé est vraie

Règle3 : le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes précédentes.

Règle4 : plusieurs transitions simultanément franchissables, sont simultanément franchises.

Règle5 : si au cours du fonctionnement, une même étape doit être à la fois activée et désactivée, alors elle reste activée.

IV.3.2 Élaboration du GRAFCET des vibrateurs

Avant d'élaborer le GRAFCET il est important de définir le cahier des charges qui représente les exigences et les conditions de fonctionnement.

IV.3.2.1 Cahier de charge

On doit résoudre l'automatisme suivant :

On dispose de huit trémies d'alimentation des conditionneuses de sucre [A B C D E F G H] et chaque trémie est équipée de :

- Un capteur de niveau bas
- Un capteur de niveau à 25% de la trémie
- Un capteur de niveau à 50% de la trémie
- Un vibreur électrique rotatif

Notre objectif est l'automatisation de démarrage et de l'arrêt des vibrateurs, pour assurer leurs bons fonctionnements on doit respecter les conditions suivantes :

A l'instant où l'une des trémies affiche un niveau inférieur ou égale à 25%, le superviseur ouvre la vanne pour remplir cette dernière, au moment où notre trémie atteint les 25% et que la vanne est ouverte le vibreur démarre automatiquement à condition que les

vibrateurs des trémies adjacentes soient à l'arrêt, et on doit prendre en considération que deux vibrateurs doivent travailler en même temps au maximum.

Pour plus d'illustration de la condition des trémies adjacentes on a :

Pour le démarrage de vibreur de la trémie A, le vibreur de la trémie B doit être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie B, les vibrateurs des trémies A et C doivent être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie C, les vibrateurs des trémies B et D doivent être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie D, les vibrateurs des trémies C et E doivent être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie E, les vibrateurs des trémies D et F doivent être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie F, les vibrateurs des trémies E et G doivent être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie G, les vibrateurs des trémies F et H doivent être à l'arrêt.

Pour le démarrage de vibreur de la trémie H, le vibreur des trémies G doit être à l'arrêt.

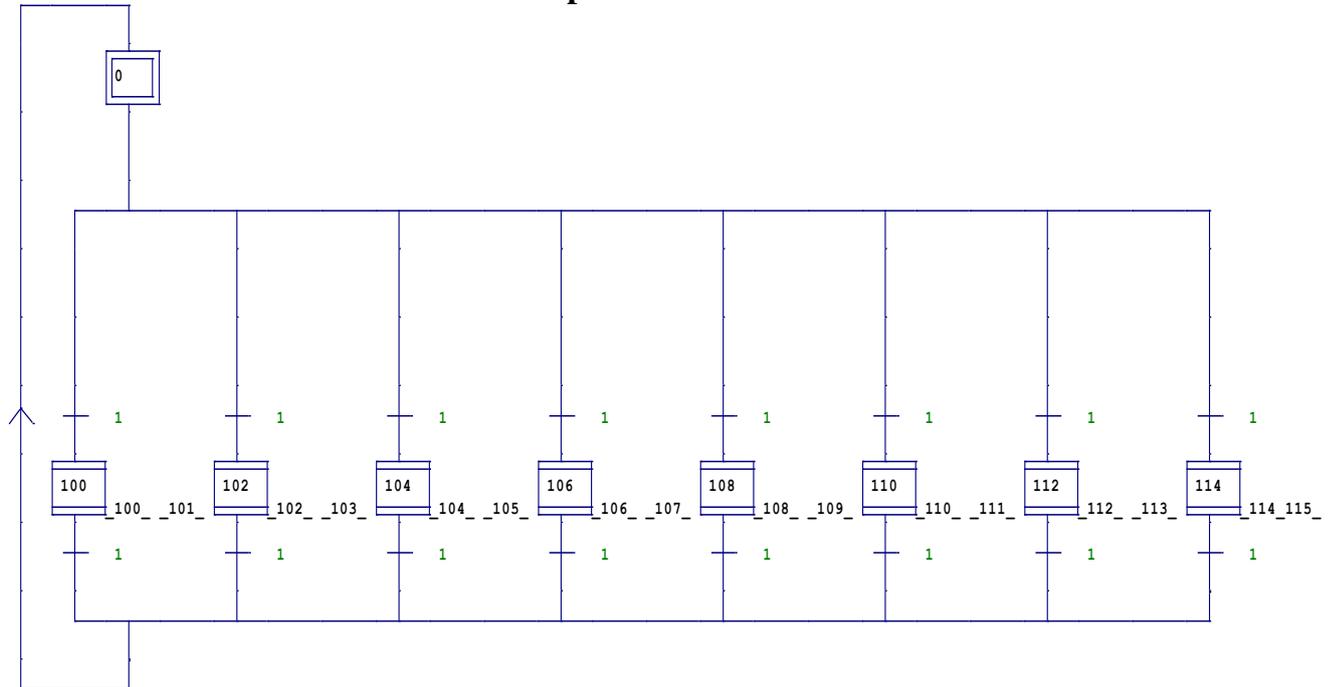
Les vibrateurs s'arrêtent automatiquement lorsque le niveau de sucre dans la trémie atteint les 50% ou un niveau bas ou bien après 5 minutes de marche.

La vanne de la trémie se ferme automatiquement quand le sucre atteint un niveau haut.

Le superviseur possède un bouton de forçage pour le démarrage en cas de besoin notamment lors de nettoyage de la trémie ainsi qu'un bouton d'arrêt d'urgence.

IV.3.2.2 GRAFCET des vibrateurs des trémies A B C D E F G H (voir annexe 1)

IV.3.2.2.3 GRAFCET de la macro étape 7 de tous les vibrateurs



IV.4 Elaboration du programme d'automatisation des vibrateurs sous STEP7

Le Step7 est l'un des logiciels les plus utilisés dans l'industrie. Dans ce présent chapitre nous allons décrire en premier lieu la procédure à suivre pour la création et la configuration matérielle d'un projet d'automatisation ainsi que la structure d'un projet, et en second lieu nous posséderons à l'élaboration de la programmation des vibrateurs.

IV.4.1 Présentation générale de logiciel STEP7 [8]

IV.4.1.1 Définition du logiciel

Step7 fait partie de l'industrie logiciel SIMATIC. Il représente le logiciel de base pour la configuration et la programmation de système d'automatisation. Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et gestion de projet ;
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- La gestion des mnémoniques ;
- La création des programmes ;
- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles ;

- Le teste de l'installation d'automatisation ;
- Le diagnostic lors des perturbations dès l'installation.

IV.4.1.2 Applications du logiciel de base STEP 7

Le logiciel Step7 met à disposition les applications suivantes :

- Le gestionnaire de projet ;
- La configuration du matériel ;
- L'éditeur de mnémoniques ;
- L'éditeur de programmes CONT, LOG et LIST ;
- La configuration de la communication NETPRO ;
- Le diagnostic du matériel.

IV.4.1.2.1 Gestionnaire de projet SIMATIC Manager

Le gestionnaire de projet SIMATIC manager gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement de données sélectionnées.

IV.4.1.2.2 Editeur de mnémoniques

Il permet la gestion de toutes les variables globales. En effet il définit des désignations symboliques et des commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), les mémentos, les blocs de données, les temporisations et les compteurs.

La table des mnémoniques qui en résulte est mise à disposition de toutes les applications. La modification de l'un des paramètres d'une mnémonique est de ce fait reconnue automatiquement par toutes les applications.

IV.4.1.2.3 Editeur de programme

Les langages de base proposés sont :

- Le schéma à contact (CONT), langage graphique similaire aux schémas de circuit à relais, il permet de suivre facilement le trajet du courant ;
- Liste d'instruction (LIST), langage textuel de bas niveau, à une instruction par ligne, similaire au langage assembleur ;

- Le logigramme (LOG), langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. L'éditeur de programme permet aussi la visualisation et forçage de variables.

IV.4.1.2.4 Configuration de communication Net Pro

La configuration et le paramétrage de réseaux se font à l'aide de l'application Net Pro. Elle permet de :

- Créer une vue graphique du réseau en question ainsi que les sous-réseaux qui le constituent ;
- Déterminer les propriétés et les paramètres de chaque sous-réseau.

IV.4.1.2.5 Diagnostic du matériel

Le diagnostic du matériel fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. Une double clique sur le module défaillant permet d'afficher les informations détaillées sur le défaut.

Avec le diagnostic, on peut avoir des informations générales sur les modules, les causes des erreurs, comme on peut détecter les causes des défaillances dans un programme.

IV.4.1.3 Création du projet avec Step7

Pour créer un projet avec Step7 on peut lancer l'assistant de création de projet Step7, ou créer directement un projet que l'on configurera soi-même.

IV.4.1.3.1 Utilisation de l'assistant de création d'un projet

Par défaut l'assistant de création de projet apparaît à chaque démarrage de SIMATIC Manager, si ce n'est pas le cas, son lancement se fait en passant le menu fichier>assistant 'nouveau projet'. Cet assistant permet de créer un projet avec une interface simple. Les étapes à suivre sont les suivantes :

Etape1 : Cliquer sur le bouton « suivant » ;

Etape2 : Il faut choisir la CPU utilisée pour le projet, la liste contient normalement toutes les CPU supportées par la version de Step7 utilisée, dans le champ « nom de la CPU » il faut donner un nom à la CPU cela peut s'avérer utile dans le cas où l'on utilise plusieurs CPU dans

un même projet ; il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU, si l'on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2 ;

Etape3 : Dans cet écran on insère des blocs dont OB1 est le bloc principal ; on doit aussi choisir un langage de programmation parmi les trois proposés (LIST, CONT ou LOG) ;

Etape4 : On nomme le projet et on clique sur Créer. Le projet est maintenant créé, on peut visualiser une arborescence à gauche de la fenêtre qui s'est ouverte.

IV.4.1.3.2 Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projet

Cette méthode est un peu plus compliquée, mais permet de mieux gérer le projet. Dans la fenêtre SIMATIC Manager, cliquer sur fichier >Nouveau, une fenêtre demandant un nom de projet s'ouvre. Il faut donc donner un nom au projet puis valider par ok. La fenêtre du projet s'ouvre. Le projet est vide il faut lui insérer une station SIMATIC, cela est possible en cliquant sur le projet avec le bouton droit puis insérer un nouveau objet>Station SIMATIC300. La station SIMATIC n'est pas toujours configurée, il faut passer à l'étape de configuration matérielle, qui peut être réalisée en procédant de la manière suivante :

- Cliquez sur la station. Elle contient l'objet « matériel » ;
- Ouvrez l'objet « matériel ». La fenêtre HW Config Configuration matérielle » s'ouvre
- Etablissez la configuration de la station dans la fenêtre « configuration matérielle » Vous disposez à cet effet d'un catalogue de module que vous pouvez afficher, si il n'est pas déjà, par la commande Affichage>Catalogue.
- Insérez d'abord un châssis/profilé support du catalogue des modules dans la fenêtre vide. Ensuite, sélectionnez des modules que vous disposez aux emplacements d'affichage du châssis/profilé support. Il faut configurer une CPU au moins par station.

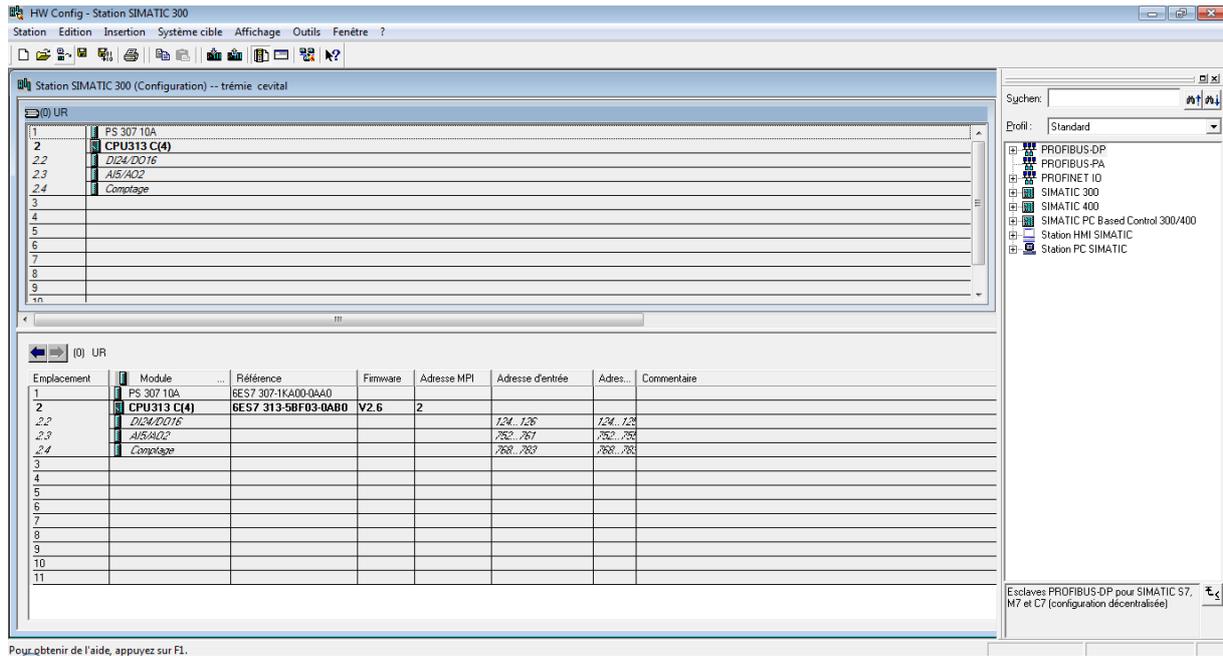


Figure IV.2 : Configuration du matériel

IV.4.1.3.3 Hiérarchie du projet

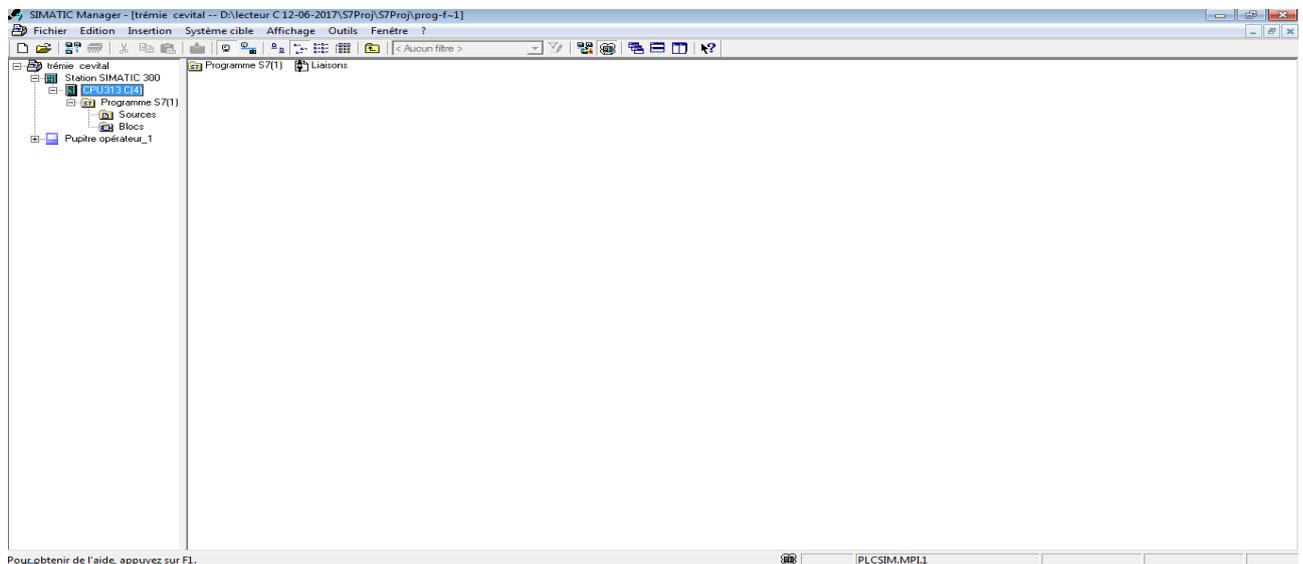


Figure IV.3 : Hiérarchie d'un projet Step7

- Objet projet : trémie cevital ;
- Objet station : SIMATIC 300 ;
- Objet Module programmable : CPU 313 C(4) ;
- Objet programme S7/M7 : programme S7 ;
- Objet dossier sources ;

- Objet dossier blocs. Les objets servent :
- De supports de propriétés ;
- De dossiers ;
- De supports de fonctions (par exemple pour le démarrage d'une application précise).

IV.4.1.4 Présentation du PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans l'automate programmable (AP) que l'on le simule dans l'ordinateur ou dans la console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux).

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant notre programme dans l'AP de simulation, 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.

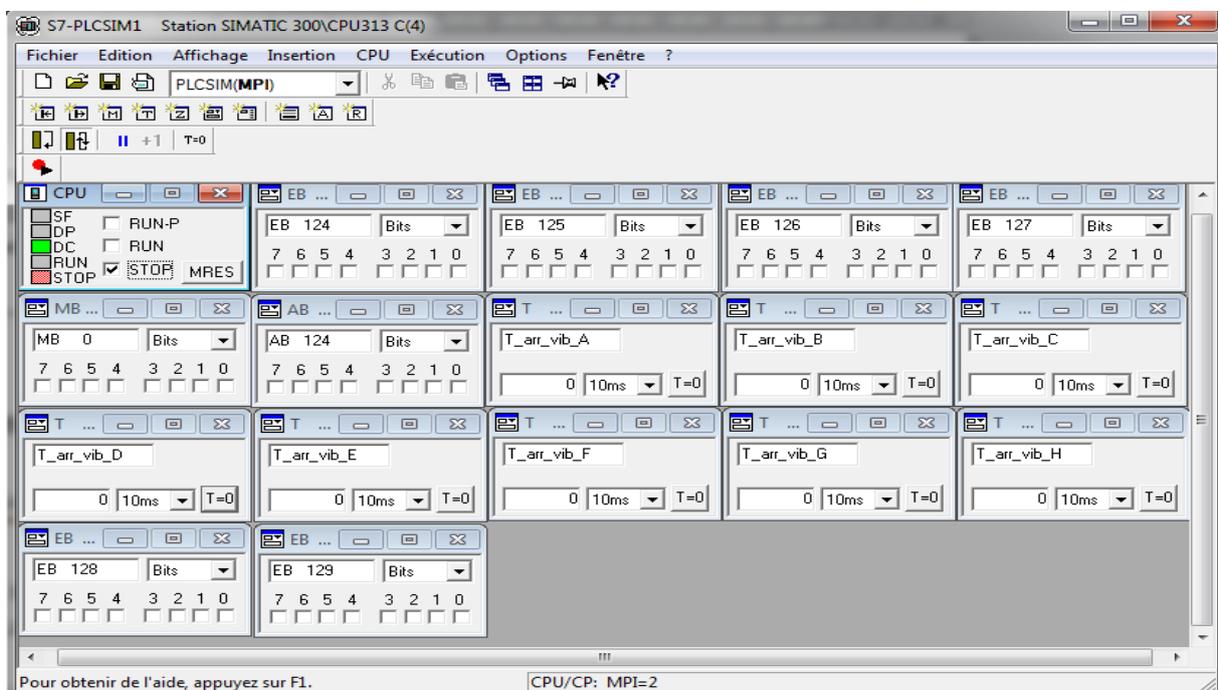


Figure IV.4 : Simulateur PLCSIM

IV.5 Application

Dans cette partie nous allons présenter le programme élaboré gérant le fonctionnement automatique des vibrateurs réalisé sous Step7 , la procédure suivie pour la programmation de l'automate S7-300 est comme suit :

IV.5.1 Attribution des adresses

D'après la liste des différents capteurs, actionneurs et pré-actionneur réalisée dans le chapitre précédent, et pour que l'automate soit en liaison avec la partie opérative et coordonner la succession et le déroulement des étapes il faut qu'il y un échange d'informations en permanence avec la partie opérative et ce à travers les différents capteurs et pré_actionneurs qu'on doit relier à l'automate dans des emplacements spécifiques qui correspondent à des adresses physiques sur les modules entrées sorties.

La liste des tableaux suivants représente les adresses détaillée des entrées et sorties qui sont liés à l'automate.

IV.5.1.1 Les modules d'entrées

Entrées	Description	Symbole
E124.0	Niveau du sucre 25% dans la trémie A	N25a
E124.1	Niveau du sucre 25% dans la trémie B	N25b
E124.2	Niveau du sucre 25% dans la trémie C	N25c
E124.3	Niveau du sucre 25% dans la trémie D	N25d
E124.4	Niveau du sucre 25% dans la trémie E	N25e
E124.5	Niveau du sucre 25% dans la trémie F	N25f
E124.6	Niveau du sucre 25% dans la trémie G	N25g
E124.7	Niveau du sucre 25% dans la trémie H	N25h

Tableau IV.1 : Module d'entrée 1

Entrées	Description	Symbole
E125.0	Niveau du sucre 50% dans la trémie A	N50a
E125.1	Niveau du sucre 50% dans la trémie B	N50b
E125.2	Niveau du sucre 50% dans la trémie C	N50c

E125.3	Niveau du sucre 50% dans la trémie D	N50d
E125.4	Niveau du sucre 50% dans la trémie E	N50e
E125.5	Niveau du sucre 50% dans la trémie F	N50f
E125.6	Niveau du sucre 50% dans la trémie G	N50g
E125.7	Niveau du sucre 50% dans la trémie H	N50h

Tableau IV.2 : Module d'entrée 2

Entrées	Description	Symbole
E126.0	Niveau bas de sucre dans la trémie A	Nbasa
E126.1	Niveau bas de sucre dans la trémie B	Nbasb
E126.2	Niveau bas de sucre dans la trémie C	Nbas c
E126.3	Niveau bas de sucre dans la trémie D	Nbas d
E126.4	Niveau bas de sucre dans la trémie E	Nbase
E126.5	Niveau bas de sucre dans la trémie F	Nbas f
E126.6	Niveau bas de sucre dans la trémie G	Nbas g
E126.7	Niveau bas de sucre dans la trémie H	Nbas h

Tableau IV.3 : Module d'entrée 3

Entrées	Description	Symbole
E127.0	Vanne de la trémie A	Va
E127.1	Vanne de la trémie B	Vb
E127.2	Vanne de la trémie C	Vc
E127.3	Vanne de la trémie D	Vd
E127.4	Vanne de la trémie E	Ve
E127.5	Vanne de la trémie F	Vf
E127.6	Vanne de la trémie G	Vg
E127.7	Vanne de la trémie H	Vh

Tableau IV.4: Module d'entrée 4

Entrées	Description	Symbole
E128.0	bouton de forçage A	BFA
E128.1	bouton de forçage B	BFB
E128.2	bouton de forçage C	BFC
E128.3	bouton de forçage D	BFD
E128.4	bouton de forçage E	BFE
E128.5	bouton de forçage F	BFF
E128.6	bouton de forçage G	BFG
E128.7	bouton de forçage H	BFH

Tableau IV.5 : Module d'entrée 5

Entrées	Description	Symbole
E129.0	arrêt d'urgence A	A_Ua
E129.1	arrêt d'urgence B	A_Ub
E129.2	arrêt d'urgence C	A_Uc
E129.3	arrêt d'urgence D	A_Ud
E129.4	arrêt d'urgence E	A_Ue
E129.5	arrêt d'urgence F	A_Uf
E129.6	arrêt d'urgence G	A_Ug
E129.7	arrêt d'urgence H	A_Uh

Tableau IV.6 : Module d'entrée 6

IV.5.1.2 Les modules de mémoire

Entrées	Description	Symbole
M0.0	Mémoriser le démarrage de vibreur A	Vib_a
M0.1	Mémoriser le démarrage de vibreur B	Vib_b
M0.2	Mémoriser le démarrage de vibreur C	Vib_c
M0.3	Mémoriser le démarrage de vibreur D	Vib_d
M0.4	Mémoriser le démarrage de vibreur E	Vib_e

M0.5	Mémoriser le démarrage de vibreur F	Vib_f
M0.6	Mémoriser le démarrage de vibreur G	Vib_g
M0.7	Mémoriser le démarrage de vibreur H	Vib_h

Tableau IV.7 : Module de mémoire 7

IV.5.1.3 Les modules de sorties

Sorties	Description	Symbole
A124.0	Démarrage de vibreur A	Dmr_vib_A
A124.1	Démarrage de vibreur B	Dmr_vib_B
A124.2	Démarrage de vibreur C	Dmr_vib_C
A124.3	Démarrage de vibreur D	Dmr_vib_D
A124.4	Démarrage de vibreur E	Dmr_vib_E
A124.5	Démarrage de vibreur F	Dmr_vib_F
A124.6	Démarrage de vibreur G	Dmr_vib_G
A124.7	Démarrage de vibreur H	Dmr_vib_H

Tableau IV.8: Module de sortie 1

IV.5.2 Création de la table des mnémoniques

Pour améliorer la lisibilité et la clarté de notre programme, nous avons utilisé des mnémoniques à la place des adresses absolues. Pour cela nous avons créé une table de mnémoniques dans laquelle nous avons défini pour chaque opérande utilisée un nom d'adresse absolue, le type de données ainsi qu'un commentaire.

Les mnémoniques ainsi définies pourront être utilisées dans l'ensemble du programme. Le tableau suivant représente la table des mnémoniques qu'on a utilisées dans notre programme :

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- trémie cevital\Station SIMATIC 300\CPU313 C(4)

	Etat	Mnémoniqu /	Opérande	Type	Commentaire
1		Cycle Execution	OB 1	OB ...	
2		Dmr_vib_A	A 124.0	BOOL	Démarrage de vibrateur A
3		Dmr_vib_B	A 124.1	BOOL	Démarrage de vibrateur B
4		Dmr_vib_C	A 124.2	BOOL	Démarrage de vibrateur C
5		Dmr_vib_D	A 124.3	BOOL	Démarrage de vibrateur D
6		Dmr_vib_E	A 124.4	BOOL	Démarrage de vibrateur E
7		Dmr_vib_F	A 124.5	BOOL	Démarrage de vibrateur F
8		Dmr_vib_G	A 124.6	BOOL	Démarrage de vibrateur G
9		Dmr_vib_H	A 124.7	BOOL	Démarrage de vibrateur H
10		N25a	E 124.0	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie A
11		N25b	E 124.1	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie B
12		N25c	E 124.2	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie C
13		N25d	E 124.3	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie D
14		N25e	E 124.4	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie E
15		N25f	E 124.5	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie F
16		N25g	E 124.6	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie G
17		N25h	E 124.7	BOOL	Niveau du sucre 25% dans la trémie H
18		N50a	E 125.0	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie A
19		N50b	E 125.1	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie B
20		N50c	E 125.2	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie C
21		N50d	E 125.3	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie D
22		N50e	E 125.4	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie E
23		N50f	E 125.5	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie F
24		N50g	E 125.6	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie G
25		N50h	E 125.7	BOOL	Niveau du sucre 50% dans la trémie H
26		Nbasa	E 126.0	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie A
27		Nbasb	E 126.1	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie B
28		Nbas c	E 126.2	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie C
29		Nbas d	E 126.3	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie D
30		Nbase	E 126.4	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie E
31		Nbas f	E 126.5	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie F
32		Nbas g	E 126.6	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie G
33		Nbas h	E 126.7	BOOL	Niveau bas de sucre dans la trémie H

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- trémie cevital\Station SIMATIC 300\CPU313 C(4)

	Etat	Mnémoniqu /	Opérande	Type	Commentaire
34		T_arr_vib_A	T 0	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur A
35		Va	E 127.0	BOOL	Vanne de la trémie A
36		Vb	E 127.1	BOOL	Vanne de la trémie B
37		Vc	E 127.2	BOOL	Vanne de la trémie C
38		Vd	E 127.3	BOOL	Vanne de la trémie D
39		Ve	E 127.4	BOOL	Vanne de la trémie E
40		Vf	E 127.5	BOOL	Vanne de la trémie F
41		Vg	E 127.6	BOOL	Vanne de la trémie G
42		Vh	E 127.7	BOOL	Vanne de la trémie H
43		Vib_a	M 0.0	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur A
44		Vib_b	M 0.1	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur B
45		Vib_c	M 0.2	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur C
46		Vib_d	M 0.3	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur D
47		Vib_e	M 0.4	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur E
48		Vib_f	M 0.5	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur F
49		Vib_g	M 0.6	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur G
50		Vib_h	M 0.7	BOOL	Mémoriser le démarrage de vibrateur H
51		T_arr_vib_B	T 1	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur B
52		T_arr_vib_C	T 2	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur C
53		T_arr_vib_D	T 3	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur D
54		T_arr_vib_E	T 4	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur E
55		T_arr_vib_F	T 5	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur F
56		T_arr_vib_G	T 6	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur G
57		T_arr_vib_H	T 7	TIMER	Temps d'arrêt de vebrateur H
58		BFA	E 128.0	BOOL	bouton de forcage A
59		BFB	E 128.1	BOOL	bouton de forcage B
60		BFC	E 128.2	BOOL	bouton de forcage C
61		BFD	E 128.3	BOOL	bouton de forcage D
62		BFE	E 128.4	BOOL	bouton de forcage E
63		BFF	E 128.5	BOOL	bouton de forcage F
64		BFG	E 128.6	BOOL	bouton de forcage G
65		BFH	E 128.7	BOOL	bouton de forcage H

66	A_Ua	E	129.0	BOOL	arret d'urgence A
67	A_Ub	E	129.1	BOOL	arret d'urgence B
68	A_Uc	E	129.2	BOOL	arret d'urgence C
69	A_Ud	E	129.3	BOOL	arret d'urgence D
70	A_Ue	E	129.4	BOOL	arret d'urgence E
71	A_Uf	E	129.5	BOOL	arret d'urgence F
72	A_Ug	E	129.6	BOOL	arret d'urgence G
73	A_Uh	E	129.7	BOOL	arret d'urgence H

Tableau IV.9: Table des mnémoniques

IV.5.3 Création de l'OB principale

Le bloc d'organisation (OB1) constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme qu'on a élaboré. Il est appelé par le système d'exploitation qui gère le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

IV.5.4 Programme

Le programme de commande des vibrateurs est élaboré en langage de programmation LADDER qui est le plus exploité en industrie. L'OB1 est seul bloc utilisé pour la génération du programme qui est comme suit :

```
SIMATIC                               trémie cevital\Station                21/06/2017 07:03:07
SIMATIC 300\CPUS13 C(4)\...\OB1 - <offline>
```

```
OB1 - <offline>
"Cycle Execution"
Nom :                               Famille :
Auteur :                             Version : 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code :                   21/06/2017 06:43:35
Interface :                           15/02/1996 16:51:12
Longueur (bloc/code /données locales) : 01200 01058 00020
```

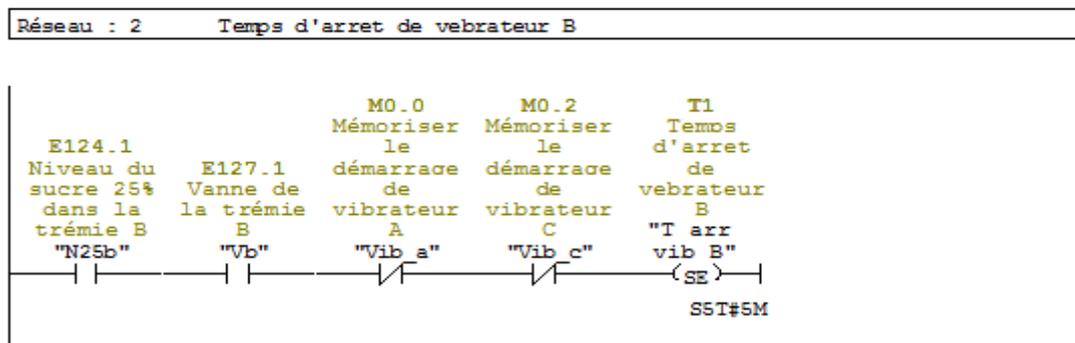
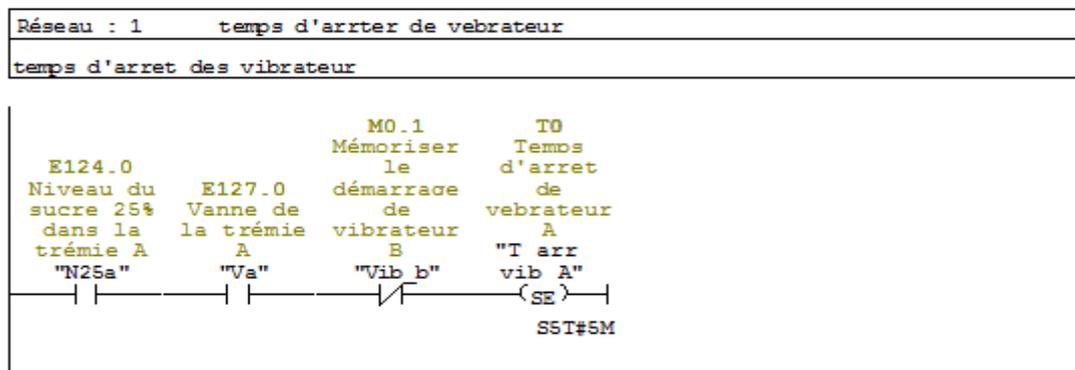
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMER	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

```
Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"
programme pour les vibrateur qui sont sur les trémie
```

IV.5.4.1 Programmation des vibreurs des trémies

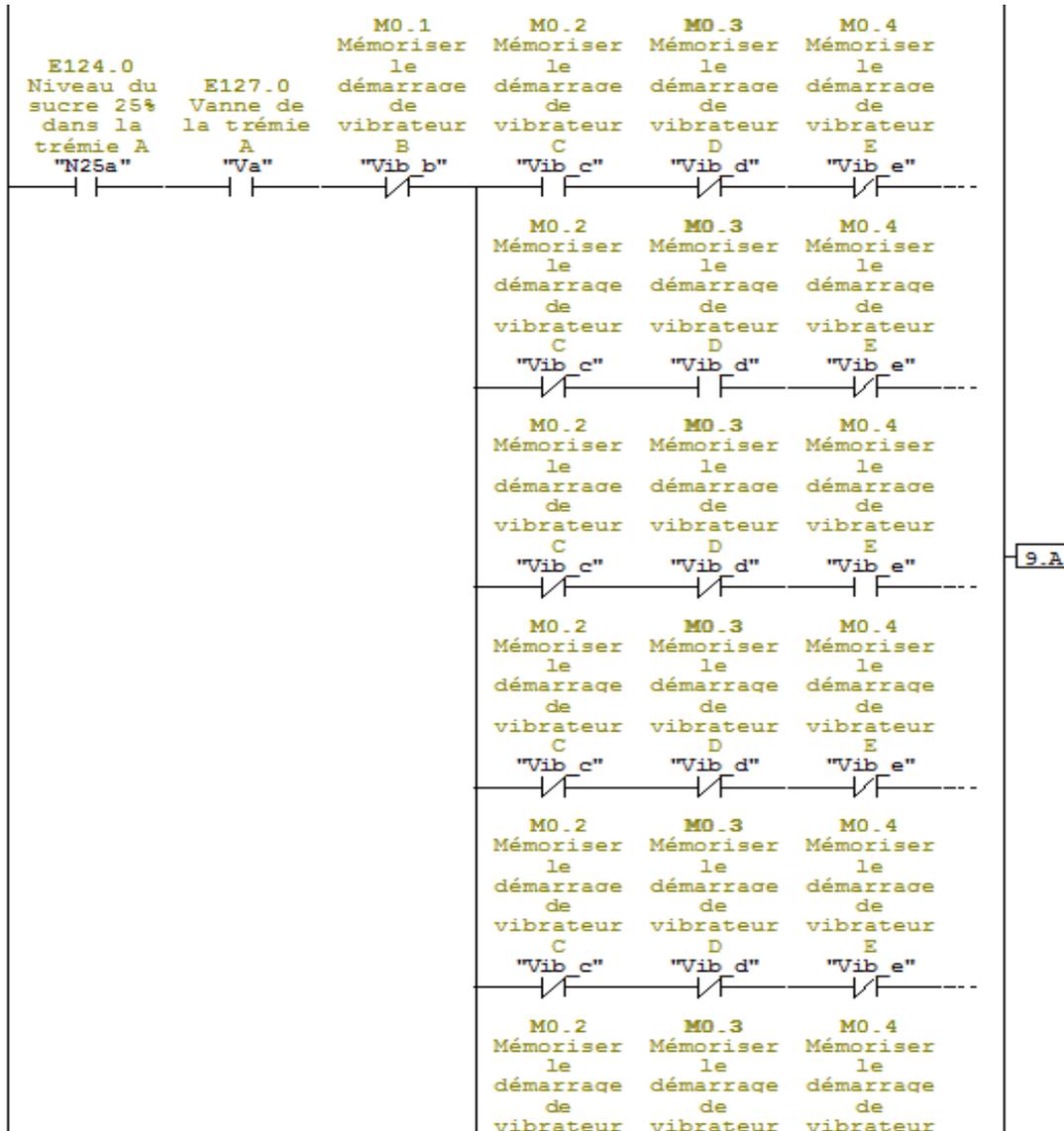
IV.5.4.1.1 Programmation de la temporisation des vibreurs A et B

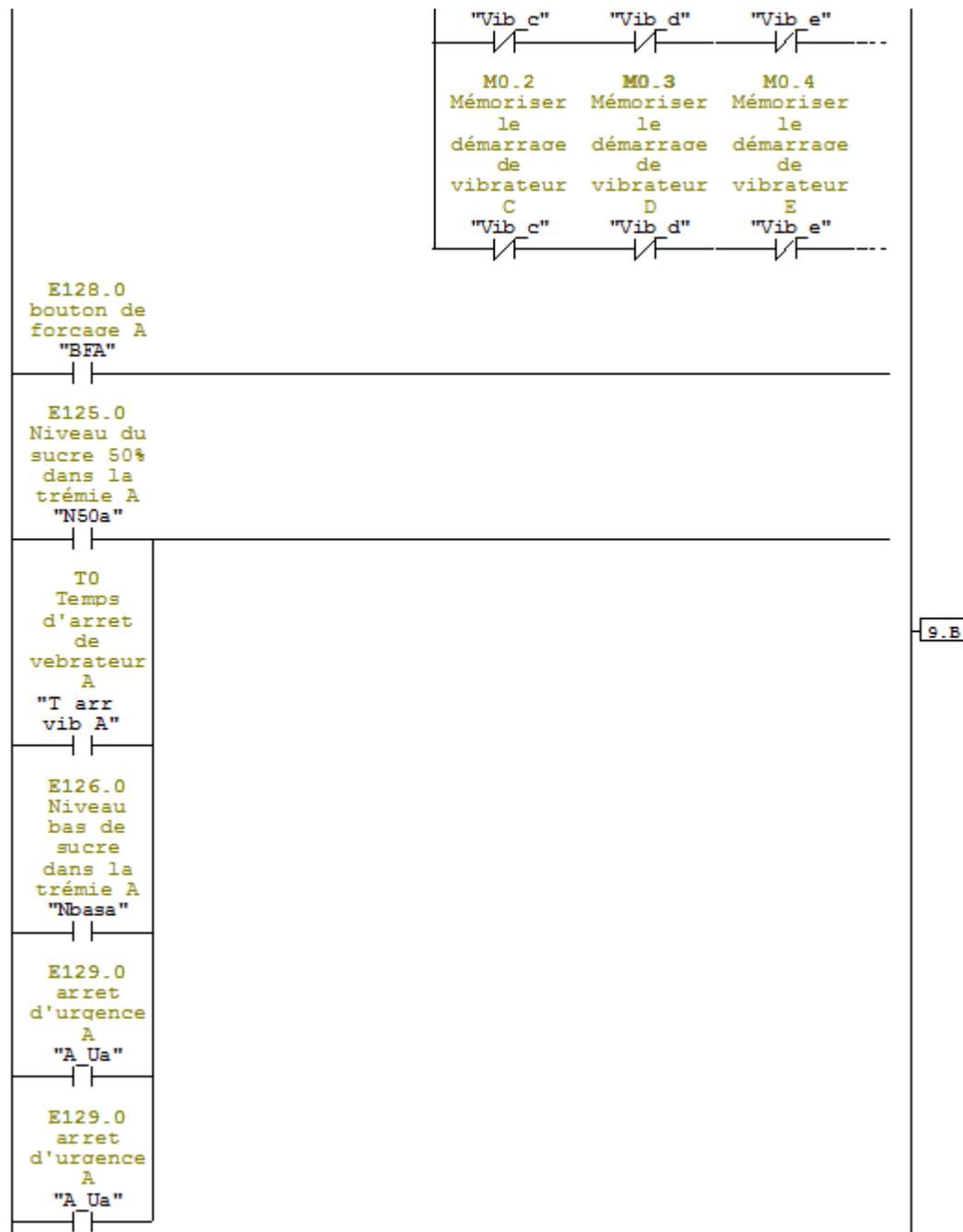
Chaque vibreur possède une temporisation de vibration qui dure 5 minutes

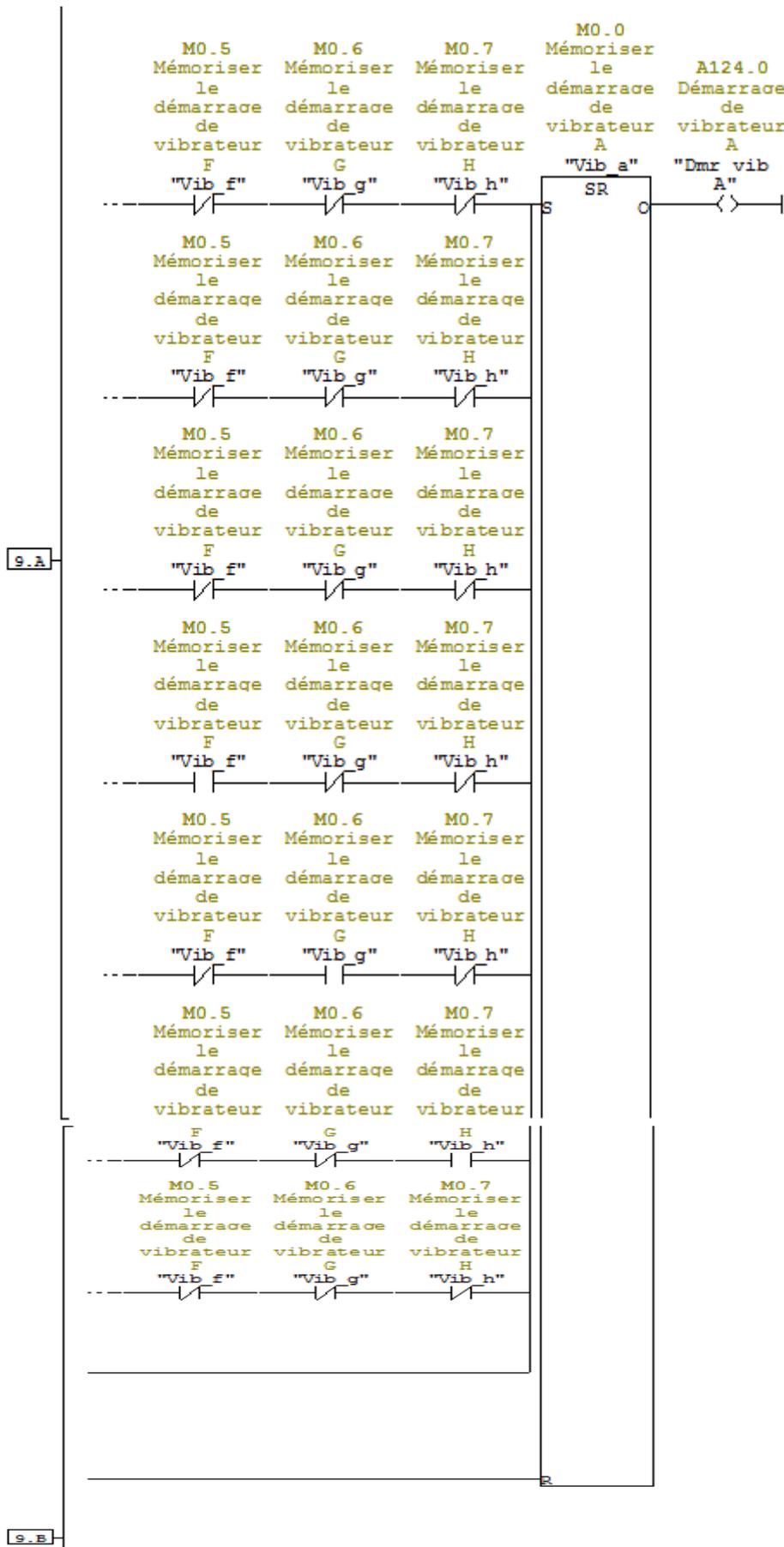


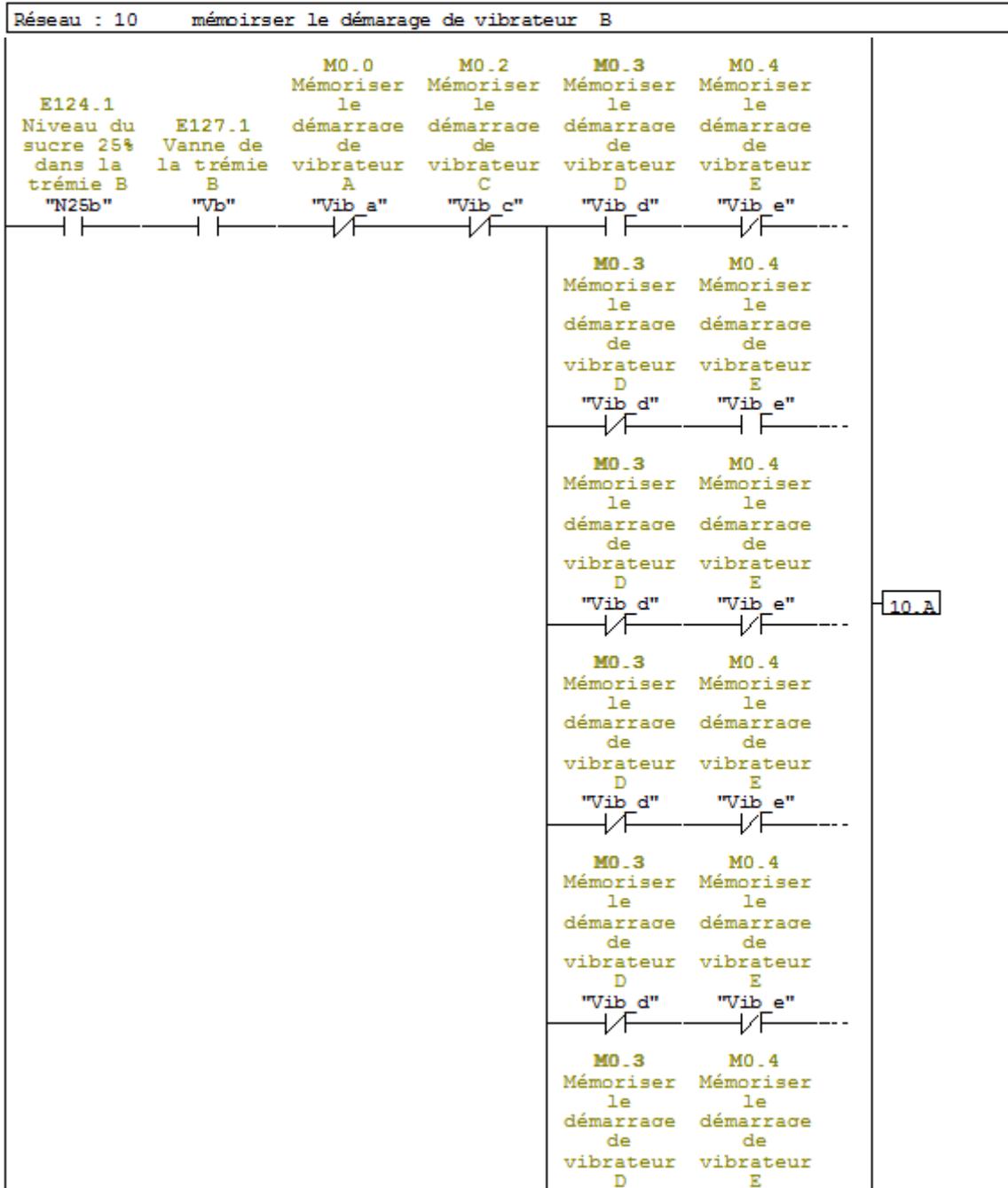
VI.5.4.1.2 programme des vibrateurs de trémie A et B respectivement (pour les programmes des autres trémies voir Annexe 2)

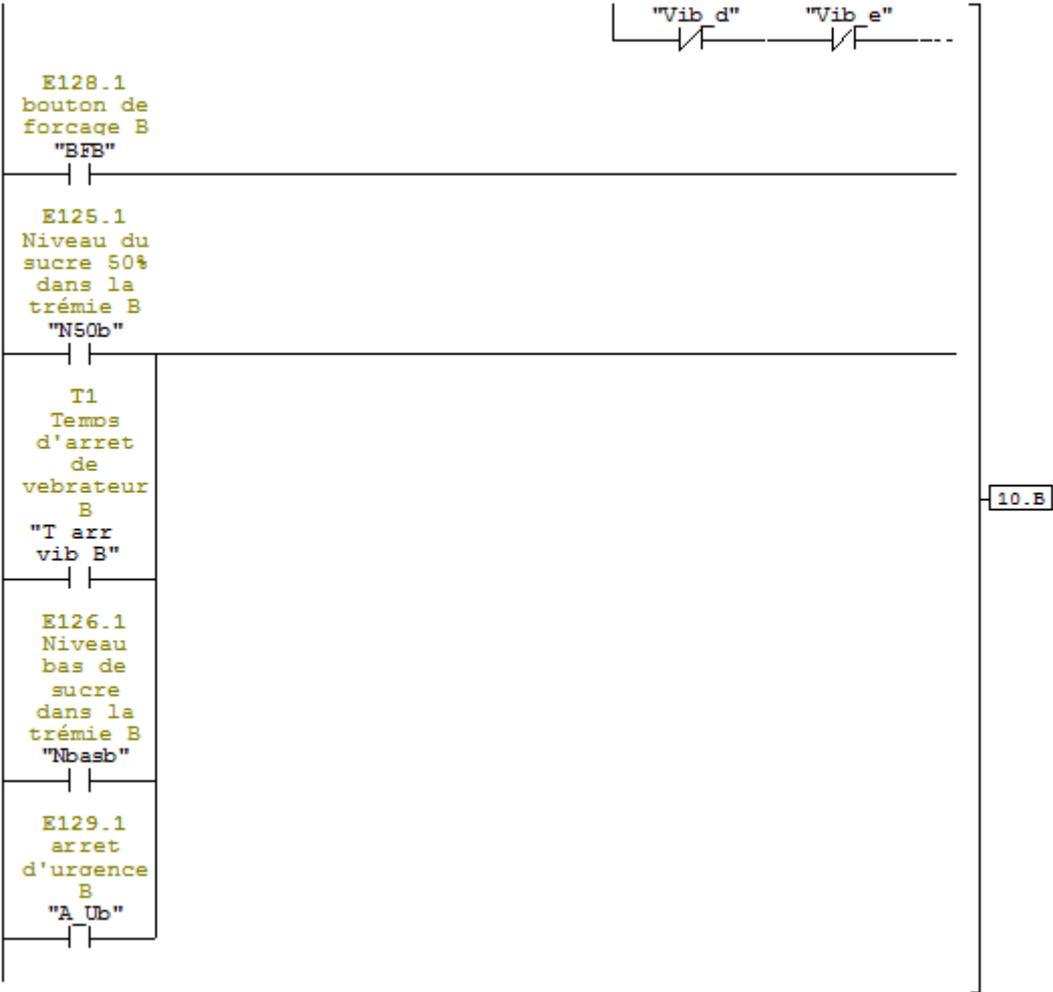
Réseau : 9 Demarage de vebrateur A
 démarrage de vibrateur A

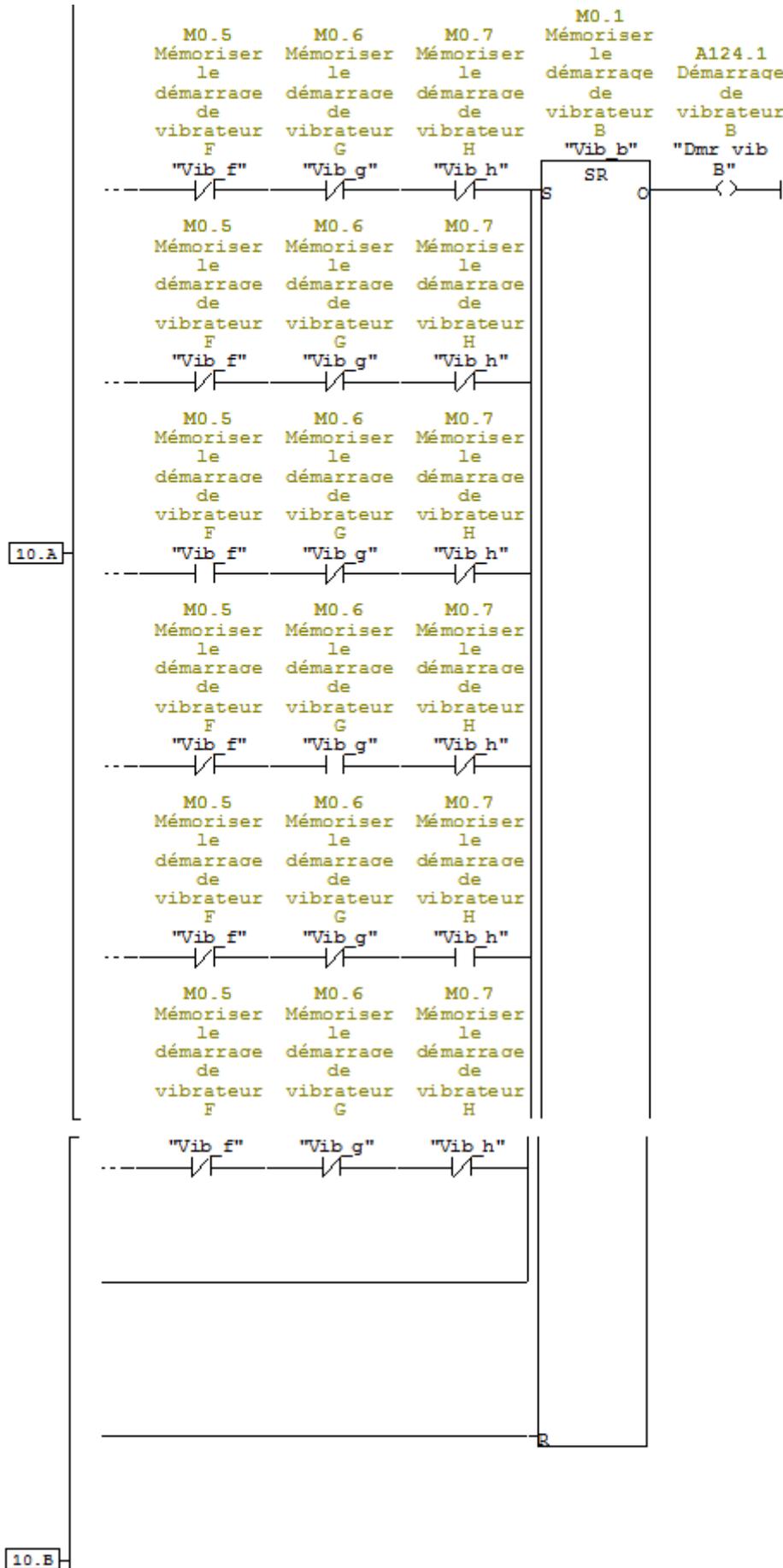












IV.6 Elaboration d'une supervision des trémies

IV.6.1 Introduction à la supervision

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 (IHM). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Un système IHM se charge des tâches suivantes:

IV.6.1.1 Représentation du processus

Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue p. ex., l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.

IV.6.1.2 Commande du processus

L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut p. ex. définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.

IV.6.1.3 Gestion des paramètres de processus et de machine

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

Le langage de programmation WinCC flexible permettant de développer des applications pour Windows. Son nom provient des similitudes de ce langage avec le langage Basic auquel il apporte un environnement de développement visuel. Ce langage est le plus répandu dans l'industrie aux Etats-Unis devant le langage C++ et le Cobol. Il offre l'avantage de développer des applications "assez rapidement" et d'intégrer des modules externes, mais présente l'inconvénient de ne pas être portable sur les environnements non-MS.

IV.6.2 Présentation du WinCC flexible [14]

Est un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) ainsi qu'une interface homme-machine développés par Siemens. Les SCADA sont particulièrement utilisés dans la surveillance des processus industriels et des infrastructures. SIMATIC WinCC peut être utilisé avec Siemens PCS7 et Teleperm. WinCC est conçu pour fonctionner sur des

systèmes Windows. Il utilise Microsoft SQL Server pour gérer les connexions. Il est également accompagné de VBScript et d'applications d'interface en langage C.

WinCC a été l'un des premiers systèmes à être la cible de virus, notamment celui de Stuxnet.

IV.6.2.1 Fonctionnalités

Le WinCC flexible offre, pour les applications au niveau machine (couvert jusqu'à présent par la famille ProTool), un considérable gain d'efficacité dans la configuration ainsi que des concepts d'automatisation innovateurs.

Dans les secteurs proches du process, de la construction d'installations et de machines ainsi que de la construction de machines de série, SIMATIC WinCC flexible 2005 SP1 permet en outre :

- d'améliorer la productivité (efficacité de la configuration) lors de la création de projets IHM
- de réaliser des concepts d'IHM et d'automatisation innovants dans le cadre de réseaux TCP/IP et du Web
- d'accroître la disponibilité des machines et installations par de nouveaux concepts de maintenance
- d'accéder facilement, en toute sécurité aux données de process à partir de n'importe quel endroit du globe

IV.6.2.2 Caractéristiques techniques:

- Intégration dans les automates programmables
- Manipulation du projet
- Editeurs de tableau
- Gestion de données orientée objet avec possibilités d'édition et de recherche confortables
- Bibliothèques d'objets de configuration prédéfinis ou confectionnés par l'utilisateur
- Prise en charge linguistique
- Visual Basic Script Support
- Runtime
- Test et assistance à la mise en service
- Communication ouverte entre systèmes HMI et systèmes de niveau supérieur

IV.6.2.3 Avantage:

- La cohérence du logiciel de configuration assure une réduction des coûts de formation, de maintenance et d'entretien tout en étant une garantie d'évolutivité du produit
- Minimisation des coûts d'ingénierie grâce au TIA (Totally Integrated Automation)
- Outils intelligents pour une configuration simple et efficace.
- Prise en charge exhaustive de configurations multilingues pour une mise en œuvre globale
- Rapport performances/prix optimisé grâce à des fonctionnalités système personnalisables
- Fonctionnalité de runtime flexible grâce à des scripts Visual Basic
- Des concepts de maintenance innovateurs avec commande à distance, le diagnostic, l'administration via intranet/Internet et la communication par courrier électronique améliorent la disponibilité
- Prise en charge de solutions d'automatisation distribuées simples sur la base de réseaux TCP/IP au niveau machine

IV.6.2.4 Personnalisation de l'interface de configuration

Vous pouvez personnaliser WinCC flexible Workbench en déplaçant ou en masquant des Fenêtres et des barres d'outils.

IV.6.2.5 Fonctions selon le pupitre opérateur

Le rapport entre fonctions disponibles et pupitre opérateur choisi contribue à une configuration efficace : Vous ne configurez que les fonctions supportées par le pupitre choisi.

Dans la fenêtre du projet, les éditeurs affichés vous permettent p. ex. de reconnaître rapidement les fonctions prises en charge par le pupitre opérateur.

IV.6.2.6 Programmation événementielle

La conception d'une application WinCC flexible sort un peu du cadre standard de programmation. En effet, un programme traditionnel repose sur une procédure principale qui appelle des traitements en chaîne afin de remplir une tâche donnée. Une fois la tâche achevée, le programme s'arrête. Le point de départ d'une application WinCC flexible est généralement une fenêtre qui s'affiche à son lancement. Par la suite, des événements sont envoyés à la fenêtre par le système opératoire ou l'utilisateur via le clavier et la souris. Le travail de programmation consiste alors à coder les traitements à exécuter en réponse à chacun de ces

événements, le programme s'arrêtant lorsque la fenêtre principale de l'application est fermée. Ce mode de fonctionnement n'est pas propre à WinCC flexible et se retrouve dans d'autres outils de développement d'applications graphiques et ce, indépendamment du système opératoire.

IV.6.3 Interface

WinCC flexible considère une application comme un projet composé de feuilles (ou formulaires) pour la partie interface et de modules pour la partie traitement. Cette vision n'est pas spécifique à WinCC flexible et se retrouve dans d'autres outils de développement d'interfaces comme Delphi. L'environnement WinCC flexible est composé de Cinq fenêtres principales :

- Page initiale ;
- Sélection de pupitre ;
- Outils ;
- Fenêtre Projet ;
- Vue_1 ;

IV.6.4 Création d'un projet

Un projet est constitué d'un ensemble de feuilles, modules et modules de classe. Les principales étapes de création d'un projet WinCC flexible sont les suivantes :

- création de l'interface : feuilles, contrôles, propriétés ;
- codage : événements, procédures ;
- débogage et test ;
- création d'un exécutable et des fichiers d'installation.

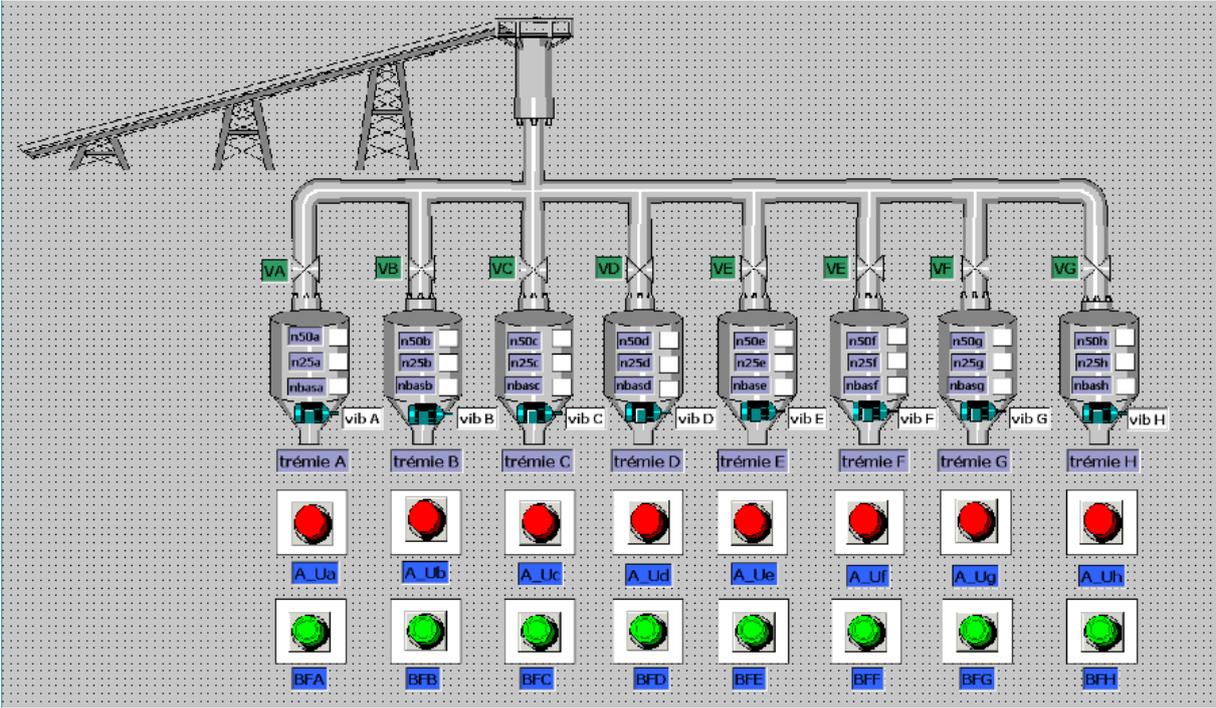


Figure IV.5 : Supervision avec WinCC felexible

IV.7 Conclusion

Dans ce chapitre on a vu la structure d'un système automatisé et le grafcet du son fonctionnement, pour conclure une programmation avec du step 7 langage a contact et une supervision avec WinCC flexible.

Conclusion
Générale

Au cours de ce travail nous avons réalisé une étude pour l'installation et l'automatisation des vibreurs électriques rotatifs au niveau des trémies de conditionnement de sucre, ensuite nous avons élaboré un programme pour l'automate S7-300, ainsi qu'une supervision du système étudié.

L'installation des vibreurs va permettre de résoudre les problèmes de pannes répétitives et le retard de déchargement ainsi les Pertes de temps considérable pour l'élimination de colmatage du sucre sur les parois des trémies.

L'étude détaillée des vibreurs et leur dimensionnements par rapport aux trémies nous a permis de toucher à plusieurs disciplines que ce soit de l'électrotechnique, l'informatique, la mécanique, l'instrumentation.

En étudiant les composants de vibreur on a pu saisir leurs principes de fonctionnement.

Ce projet a permis d'acquérir une méthodologie pour l'automatisation de système industriel qui implique les étapes suivantes :

- Le rôle et la place des trémies dans l'environnement où elles sont implantées ;
- L'étude de la partie opérative des vibreurs en mettant en avant les caractéristiques techniques de ses éléments ;
- Le choix du système de commande à utiliser selon la complexité de processus, le coût et les exigences de sécurité ;
- La modélisation du fonctionnement des vibreurs en tenant compte des exigences formulées dans le cahier des charges ;
- La traduction du modèle du fonctionnement des vibreurs en un programme exécutable dans la partie commande ce qui permettra de gérer le fonctionnement.
- En fin, l'élaboration d'un programme de supervision de tout le système étudié.

La période de stage qu'on a effectuée à Cevital nous a permis de côtoyer le monde du travail et d'acquérir une discipline professionnelle.

Dans ce projet nous avons fait une première approche à l'automatique il serait intéressant de :

- Poursuivre dans ce créneau en intégrant un pupitre pour faciliter le dialogue homme-machine ;

Enfin nous souhaitons que les promotions futures puissent trouver dans notre travail la base et la méthodologie pour l'automatisation d'un système industriel.

Bibliographie

- [1] Documentation Cevital
- [2] Daudet RANAÏvoson 2014. Dosage des granulats : étude des phénomènes d'écoulement et de voûte Application à la conception des trémies doseuses.
- [3] Documentation Cevital
- [4] Guide pour le choix de moto-vibrateur Italvibras
- [5] Automates Nano et plate-forme d'automatisme Micro [104] Schneider Electric 1999
- [6] M. Bertrand. Automates programmables industriels.
- [7] Automates programmables S7-300 caractéristiques électriques techniques des CPUSIMATIC 2001.
- [8] Siemens logiciel SIMATIC Step 7 version 5.3.
- [9] Fiche produit VEGAWAVE 61. Détecteur vibrant pour pulvérulents
- [10] www.vega.com/configurator
- [11] ISTI(Automatisation) présenté par : C.VRIGNON et M.THENAISIE
- [12] Automatismes édition DUNOD collection agati 1993
- [13] J.C.BOSSY, P.BRAND, P.FAUGERE, C.MERLAUD « Le grafcet sa pratique et ses applications », édition CASTEILLA. France 1985.
- [14] ↑ « SCADA System SIMATIC WinCC - Operator control and monitoring systems - Siemens: » [archive], Siemens (consulté le 18 septembre 2010)