

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE A.MIRA-BEJAIA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Electronique

Option : Instrumentation pour Mme. HASSANI MANEL

Pour l'obtention du diplôme de Master en Automatique

Option : Automatique et informatique industriel pour Mr. BALAHOUANE ZOUBIR

Thème

Surveillance de vibrations d'un équipement
industriel (cas mélangeur dynamique) à Cevital

❖ **Encadré par :**

- Mr. TAFININE FARID
- Mr. CHARFAOUI FAOUZI

❖ **Devant le jury :**

- Mr. CHARIKH
- Mr. HANFOUG

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements

Qu'il nous soit d'abord permis de remercier et d'exprimer notre gratitude en vers le Bon Dieu, qui nous a donné la patience et le courage pour que nous puissions achever ce travail.

Nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements et à exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui ont participé à l'élaboration de ce travail et en particulier notre promoteur Monsieur TAFININE FARID pour son dévouement et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire et les conseils qui nous ont été très précieux,

Nous sommes aussi très reconnaissants aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'accepter de juger ce travail, d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.

Nous adressons nos remerciements aussi à notre tuteur de stage, responsable de maintenance au sein de CEVITAL, Monsieur CHARFAOUI FOUZI pour sa patience, ses orientations et sa générosité.

Nous tenons à remercier spécialement Monsieur MAHMOUDI NADIR pour son aide exemplaire, qui ne prétextait à aucun moment de ses charges ni de son manque de temps. Son apport est décisif dans la réalisation de notre programme .

Nous comptons une fois de plus sur la patience de nos chers parents, pour leur soutien inconditionnel et persévérant. Merci pour tout votre soutien que vous êtes les mieux placés pour l'évaluer.

Efin, nous remercions tous nos amis (es) et tous nos camarades de promotion pour les années d'entre- aide endurées ensemble. Sans notre travail de groupe, l'échange inderdisciplinaire et culturel, trop peu sinon meme rien aurait vu le jour aujourd'hui .

A bouquet of yellow calla lilies and green foliage wrapped in light green fabric. The flowers are arranged vertically, with the tallest stem on the left and shorter ones on the right. The greenery includes dark green leaves with white variegation and some pine-like branches. The bouquet is tied with a dark red ribbon at the bottom.

Dédicaces

Pour vous mes très chères parents pour vos encouragements, vos multiples soutiens et votre affection quotidienne, Merci d'être présent en toutes circonstances. Je prie le tout puissant qu'Allah vous protège, vous donne une longue vie et nous aide à être toujours votre fierté.

A mon très chère frère Amar

A toute ma famille ;

A tout mes amis;

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

HASSANI MANEL

Dédicace

*C'est avec un grand plaisir et une fierté que je dédie ce modeste travail :
A ma petite famille, aucune dédicace ne saura exprimer ma reconnaissance
pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, pour les valeurs qu'ils m'ont inculqué, je*

*Dédie Particulièrement ce modeste travail à ma très chers maman sans elle je
ne serais pas là, pour son soutien et ses conseils judicieux qui m'ont éclairés le
chemin, que dieu les protège tous pour moi.*

A toute ma famille et tous mes cousins et cousines.

A tous mes amis(es) sans exception.

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste
Travail.*

Enfin à tout ce qui nous aime et que 'on aime.

Zoubir

Liste des Abréviations

- **API** : Automate programmable industriel.
- **CP** : Processeur de Communication
- **CPU** : Central processing unite.
- **FM** : module de fonction
- **IHM** : Interface Homme- Machine.
- **MPI** : Multi Point Interface
- **PS** : alimentation en tension
- **SM** : modules de signaux
- **TOR** : Tout ou Rien

Liste des Tableaux

Tableau I-1 Les quatre niveaux de maintenance [3].	7
----------------------------------------------------------	---

Liste des figures

Chapitre I

Figure 1 : Plan de masse du complexe Cevital.....	04
Figure I 1 : Principe de la maintenance corrective.....	08
Figure I 2 : Principe de la maintenance préventive systématique.....	09
Figure I 3 : Principe de la maintenance préventive conditionnelle.....	09
Figure I 4 : Schéma de méthode et opération de maintenance.....	10
Figure I 5: Différents Technique d'analyse.....	12
Figure I 6 : la surveillance On-line.....	14
Figure I 7 : la surveillance Off-line.....	15

Chapitre II

Figure II 1 : vibration périodique simple.....	18
Figure II 2 : vibration périodique complexe.....	18
Figure II 3 : Représentation d'un signal aléatoire.....	19
Figure II 4 : Balourd statique.....	20
Figure II 5 : Balourd dynamique.....	20
Figure II 6 : Spectre typologique d'un balourd.....	20
Figure II 7 : Désalignement parallèle et son spectre typologique.....	21
Figure II 8 : Désalignement angulaire et son spectre typologique.....	21
Figure II 9 : Eléments de roulement.....	22
Figure II 10 : Image vibratoire théorique d'un écaillage affectant la bague externe.....	23
Figure II 11 : Image vibratoire théorique d'un défaut affectant un élément roulant.....	23
Figure II 12 : Différents types d'engrenage.....	24
Figure II 13 : Image vibratoire théorique d'un engrenage présentant une dent détériorée.....	24
Figure II 14 : Transmissions par courroies.....	25
Figure II 15 : Passage d'aube ou pale.....	26
Figure II 16 : Spectre vibratoire d'un palier d'une pompe en absence et en présence de cavitation.....	27
Figure II 17 : Exemples de proximètres.....	27
Figure II 18 : Schéma de principe d'un vélocimètre.....	28
Figure II 19 : Schéma de principe d'un accéléromètre.....	29
Figure II 20 : Exemple type d'une chaîne d'acquisition munie d'un accéléromètre.....	30

Chapitre III

Figure III I: Constitution d'un API S7-300.....	33
Figure III 2 : Mélangeur.....	37
Figure III 3 : Réacteur chimique.....	37

Liste des figures

Figure III 4 : Séparateur	38
Figure III 5 : La pompe centrifuge	38
Figure III 6 : Capteur.....	39
Figure III 7 : Le proximètre.....	39
Figure III 8 : Moteur asynchrone	40
Chapitre IV	
Figure IV 1 : Assistant nouveau projet.....	42
Figure IV 2 : Choix de la CPU	43
Figure IV 3 : Choix du bloc d'exécution et de langage de programmation	43
Figure IV 4 : Nom du projet.....	44
Figure IV 5 : Configuration matérielle.....	44
Figure IV 6 : Table de mnémoniques.....	45
Figure IV 7 : Réseau 1 dans l'OB1	46
Figure IV 8 : Bloc de fonction FC1.....	48
Figure IV 9 - Bloc FC2	49
Figure IV 10 : Fenêtre d'ouverture de simulateur S7-PLCSIM.....	50
Figure IV 11 : Fenêtre de chargement de programme dans l'API	51
Figure IV 12 : Fenêtre de configuration de simulateur	52
Figure IV 13 : Sélection de mode de la CPU	53
Figure IV 14 : La simulation de programme.....	53
Figure IV 15 : Assistant de Win cc	55
Figure IV 16 : Choix du pupitre dans l'environnement Win CC flexible.....	56
Figure IV 17 : Fenêtre du travail dans le Win CC Flexible	56
Figure IV 18 : Liaison MPI assurant la communication de l'automate au pupitre de commande	57
Figure IV 19 : Représentation des éléments des vues	58
Figure IV 20 : Vue Global.....	59
Figure IV 21 : Vue mélangeur 1 (mode auto	60
Figure IV 22 : Vue mélangeur 1 (mode manuel.....	60
Figure IV 23 : Vue à l'état de la vibration supérieur à 4 mm/s.....	61
Figure IV 24 : Vue à l'état de la vibration supérieur à 8mm/s.....	61

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Abréviations	
Liste des tableaux	
Liste de figures	
Introduction générale.....	01
Présentation du complexe Cevital	03
Chapitre I : Maintenance et surveillance des machines tournantes	
I.1. Introduction.....	06
I.2. Définition de la maintenance	06
I.3 Les objectifs de la maintenance	06
I.3.1 Objectifs financiers	06
I.3.2 Objectifs opérationnels	06
I.4 Niveau de maintenance	07
I.5 Différents types de maintenance	07
I.5.1 La maintenance corrective	07
I.5.1.1 Maintenance palliative	08
I.5.1.2 Maintenance curative	08
I.5.2 Maintenance préventive	08
I.5.2.1 La maintenance préventive systématique	08
I.5.2.2 La maintenance préventive conditionnelle	09
I.5.2.3 Avantages et inconvénients de la maintenance conditionnelle (MPC).....	10
I.6 La Surveillance	11
I.7 Le diagnostic	11
I.8 Système de contrôles et de protection.....	11
I.9 Techniques d'analyse.....	11
I.9.1 L'analyse vibratoire	12
I.9.2 L'analyse des lubrifiants	13
I.9.3 La thermographie infrarouge	13
I.9.4 L'analyse acoustique.....	13
I.9.5 Le contrôle par ultrasons.....	13
I.10 Les différents modes de surveillance par analyse vibratoire.....	13
I.10.1 Mode continu ou permanent (on-line)	13
I.10.2 Mode périodique ou non permanent (off-Line)	14

Table des matières

I.11 Conclusion	15
Chapitre II : Vibrations des Machines Tournantes	
II.1 Introduction	16
II.2 Définition de la vibration.....	16
II.3 Avantage et inconvénient des vibrations	16
II.4 Caractéristique d'une vibration	17
II.4.1 Fréquence.....	17
II.4.2 Amplitude	17
II.4.3 Nature d'une vibration.....	17
II.4.3.1 Vibration périodique simple	17
II.4.3.2 Vibration périodique complexe	18
II.4.3.3 Vibration aléatoire	18
II.4.3.4 Vibration transitoire.....	19
II.5 Origine des vibrations.....	19
II.5.1 Origine mécanique.....	19
II.5.1.1 Balourd	19
II.5.1.2 Défauts de désalignement.....	20
II.5.1.3 Défauts de roulement.....	21
II.5.1.4 Les défauts des engrenages.....	24
II.5.1.4.1 Signatures vibratoires des défauts d'engrènement	24
II.5.1.5 Défauts de courroies	25
II.5.2 Origines hydrauliques.....	26
II.5.2.1 Défaut de passage d'aube ou de pale.....	26
II.5.2.2 Cavitation.....	26
II.6 Les Capteurs de vibration.....	27
II.6.1 Capteur de déplacement.....	27
II.6.2 Les vélocimètres	28
II.6.3 Les accéléromètres	29
II.7 Chaîne d'acquisition	29
II.8 Conclusion.....	31
Chapitre III : Automate programmable S7-300	
III.1 Introduction	32
III.2 Automate programmable.....	32
III.3 API SIEMEMNS.....	32
III.3.1 Spécificités de l'API S7-300.....	32

Table des matières

III.3.1.1 Gamme de modules	33
III.3.1.2 Choix de l'automate S7-300.....	34
III.4 API dans son environnement.....	34
III.4.1 Besoins de communication.....	34
III.4.2 Outils de communication	34
III.4.2.1 Éléments de saisie d'information	34
III.4.2.2 Éléments transmettant des informations	34
III.4.2.3 Terminaux industriels.....	35
III.4.3 Réseaux	35
III.4.3.1 MPI.....	35
III.4.3.2 PROFIBUS	35
III.4.3.3 Ethernet industriel	35
III.5 Définition du logiciel STEP7	35
III.6 Cahier des charges.....	36
III.6.1 La problématique.....	36
III.6.2 La solution proposée au problème	36
III.6.3 Condition de démarrage et arrêt de mélangeur	36
III.6.4 Description des équipements du système existant	36
III.6.4.1 Mélangeurs	36
III.6.4.2 Les réacteurs chimique.....	37
III.6.4.3 Les séparateurs	38
III.6.4.4 La pompe centrifuge.....	38
III.6.4.5 Les capteurs.....	39
III.6.4.5.1 Description des capteurs du système proposé	39
III.6.4.6 Moteur asynchrone	40
III.6.4.6.1 Le stator.....	40
III.6.4.6.2 Le rotor.....	40
III.6.5 Le mode de fonctionnement	41
III.7 Conclusion.....	41
Chapitre IV : Programmation et supervision	
IV.1 Introduction.....	42
IV.2 Création du projet.....	42
IV.3 Configuration matérielle	44
IV.4 Table des mnémoniques.....	45
IV.5 Les blocs	45

Table des matières

IV.5.1 Bloc d'organisation (OB).....	46
IV.5.2 Blocs fonctionnelles (FB)	46
IV.5.3 Blocs de données (DB)	46
IV.5.4 Bloc fonction (FC)	47
IV.6 Création du programme	47
IV.6.1 Les fonctions FC	47
IV.7 Simulation de programme avec S7-PLCSIM.....	50
IV.7.1 Présentation de S7-PLCSIM	50
IV.7.2 Ouverture du simulateur et chargement de programme élaboré	50
IV.8 Les fonctions utilisées dans le programme	53
IV.9 La supervision	54
IV.9.1 Présentation du logiciel de supervision Win CC flexible 2008	54
IV.9.2 L'application RUNTIME (accès à la supervision)	55
IV.9.3 Intégration de Win CC flexible dans le STEP7	55
IV.9.4 Création d'un nouveau projet.....	55
IV.9.5 La liaison automate/IHM	57
IV.9.6 Les vues.....	57
IV.9.6.1 Vue global	58
IV.9.6.2 Vue à l'état marche (mode auto).....	59
IV.9.6.3 Vue à l'état marche (mode manuel).....	60
IV.9.6.4 Vue à l'état de la vibration supérieur à 4mm/s	61
IV.9.6.5 Vue à l'état de la vibration supérieur à 8 mm/s	61
IV.10 Conclusion	62
Conclusion générale	63
Bibliographie	64
Annexe	

Introduction générale

Introduction générale

Face au challenge actuel de l'augmentation de production et de la réduction des coûts, les professionnels de la maintenance se tournent de plus en plus, pour rester compétitifs, vers la maintenance dite conditionnelle.

La maintenance optimale des machines tournantes en fonctionnement a une importance vitale pour assurer une production permanente et augmenter la durée de vie de ces machines.

Les machines tournantes jouent un rôle vital dans la production. Pour éviter des arrêts de production, il faut surveiller en permanence ces équipements et "traquer" tous les signes précurseurs de défauts avant qu'il ne soit trop tard. Pour cela, il existe une grande variété de techniques d'analyse.

L'analyse vibratoire est la plus connue et la plus largement employée. Il faut dire qu'elle permet de détecter pratiquement tous les défauts susceptibles d'apparaître dans les machines tournantes. Un balourd, un jeu, un défaut d'alignement, un roulement usé ou endommagé...

L'analyse vibratoire permet l'élaboration d'un bilan complet de la machine, le contrôle des machines tournantes par l'analyse vibratoire est couramment utilisé notamment pour la surveillance des composants fragiles ou stratégiques d'un système, par exemple les roulements à billes, les engrenages ou les rotors.

La procédure consiste à détecter l'apparition d'un défaut sans démontage de la machine en prélevant le signal vibratoire à l'aide d'un capteur vibratoire.

On définit alors une procédure de contrôle par comparaison d'indicateurs avec des seuils d'alarme préalablement définis.

L'objectif de notre travail est d'appliquer l'analyse vibratoire dans le diagnostic de ces défauts afin d'optimiser la maintenance préventive des équipements et connaître l'évolution de ces défauts pour permettre de planifier les opérations de remplacement des organes défectueux, le stock de pièce de rechange, l'outillage nécessaire, ainsi que le personnel spécialisé.

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres, suivis d'une conclusion générale.

Dans le chapitre I, nous avons présenté une étude théorique sur la maintenance industrielle et leurs types, suivi les différentes méthodes utilisées pour la surveillance des installations dans l'industrie.

Le chapitre II est consacré à l'étude des vibrations, leurs natures et l'origine des vibrations dans la machine tournante, puis nous avons exposé les types des capteurs utilisés pour la mesure du signal vibratoire (accéléromètre, vélocimètres, proximètre,...).

Dans le 3^{ème} chapitre, nous avons illustré une image globale sur les éléments

Introduction générale

constituants l'automate programmable S7-300 et les langages utilisés pour sa programmation.

Le dernier chapitre est consacré à la programmation et l'élaboration de la supervision du système proposé et nous terminons notre travail par une conclusion générale.

**Présentation du complexe
CEVITAL**

Présentation du complexe CEVITAL

I- Introduction

CEVITAL est une entreprise industrielle agroalimentaire spécialisée dans le raffinage d'huile, de sucre et la production de la margarine.

Elle s'accapare la moitié du marché national d'huile et des graisses. En effet les besoins du marché national sont de 12000 T/J d'huile, 12000T/J de beurre et de 42000T/J de margarine. La stratégie de marketing de l'entreprise est de satisfaire le marché avec une grande gamme diversifié de produits qui va dans le sens des besoins de ses clients.

L'entreprise algérienne a connu de grands bouleversements ces dernières années; suite à l'ouverture du marché algérien et aux réformes engagées par l'état algérienne et c'est ainsi que les opérateurs algériens privés se sont manifestés pour lancer des projets d'investissement et parmi ceux-là on trouve l'entreprise CEVITAL qui s'est imposée par sa taille et son volume de production et en un temps relativement court, cette entreprise a su se faire connaître et apprécier et contribuer à l'épanouissement de l'économie nationale dans le domaine.

I-2 Présentation générale de l'entreprise

La présentation du complexe CEVITAL nécessite en premier lieu le passage indispensable sur son historique :

I-2-1 Historique

CEVITAL est une grande force industrielle et économique se spécialisant dans le raffinage d'huile, elle est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie du marché, c'est une société par action (S.P.A) dont les actionnaires principaux Mr REBRAB et FILS, elle a été créé par des fonds privés en 1998, face aux grands et aux meilleurs du marché international. CEVITAL a fait appel aux leaders mondiaux pour chaque type de machine et d'équipement faisant de ce complexe de raffinage l'un des plus performant et moderne du monde ce qui permis à la raffinerie d'entrer en production le 12 Août 1999.

I-2-2 Situation géographique

CEVITAL est un complexe de production se situant au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 Km du sud-ouest de cette ville et s'étend sur une superficie de 45000 m², à proximité de la RN En effet, elle se trouve proche du port et de l'aéroport. La figure ci-après montre sa position par rapport à ces deux infrastructures



Figure 1 : Plan de masse du complexe CEVITAL

I.2.3. Principales activités de CEVITAL

Lancé en Mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par conditionnement d'huile en Décembre 1998.

En février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté. Cette dernière est devenue fonctionnelle en Août 1999.

Présentation du complexe CEVITAL

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, la production de margarine et de sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique qui est en cour d'études. Elles se présentent comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour);
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure);
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET): Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600unités/heure) ;
- Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour) et (3000 tonnes/jour);
- Stockage des céréales (120000 tonnes);
- la cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de production arrive jusqu'à 64MW et de la vapeur).
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude.

1.2.4. 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 de le fidéliser.

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'implantation 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 de technique pour augmenter le volume de sa production.
- Positionner ses produits sur le marché international par leurs exportations.

CHAPITRE I

Maintenance et surveillances des machines tournantes

I.1 Introduction

Le monde industriel et le monde des transports disposant de machine et d'installation, de plus en plus performantes et complexes, les exigences de haute sécurité, la réduction des coûts d'exploitation et la maîtrise de la disponibilité des équipements donnent à la maintenance de systèmes, un rôle prépondérant, elle doit permettre de n'intervenir qu'en présence d'éléments défectueux, de minimiser le temps de réparation et de fournir un diagnostic fiable et facilement interprétable malgré la complexité des équipements.

Nous nous intéressons principalement aux transmissions de puissances mécaniques utilisées dans différents domaines tel que : l'aéronautique, l'automobile et les transports ferroviaires.

La maintenance de ces systèmes de transmissions occupe un temps relativement important par rapport à leur temps d'utilisation, actuellement la recherche scientifique vise à développer les outils nécessaires à l'optimisation de la maintenance de tels systèmes.

Dans ce chapitre, nous introduisons l'approche de maintenance et nous donnons les différents types de maintenance.

I.2 Définition de la maintenance

Selon la norme (NF-X 60-010) « la maintenance est définie comme étant un ensemble d'activités destinées à maintenir ou rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement pour accomplir une fonction requise »[2] . Les activités de maintenance permettent une diminution des coûts de production et l'amélioration de la qualité des produits.

I.3 Les objectifs de la maintenance

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types :

I.3.1 Objectifs financiers

- Réduire au minimum les dépenses de maintenance ;
- Assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget ;

I.3.2 Objectifs opérationnels

- Maintenir l'équipement dans les meilleurs conditions possibles ;
- Assurer la disponibilité maximale de l'équipement à un prix minimum
- Augmenter la durée de vie des équipements ;
- Entretenir les installations avec le minimum d'économie et les remplacer à des périodes prédéterminées ;

- Assurer un fonctionnement sûr et efficace à tout moment [3].

I.4 Niveau de maintenance

La norme NFX-60-010 définit, à titre indicatif, quatre niveaux de maintenance (tableau 1-1)

Tableau I-1 Les quatre niveaux de maintenance [3].

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Travaux	- Réglages simples - Pas de démontage ni ouverture	Opérations mineures de maintenance préventive	Identification et diagnostic de pannes	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive
Lieu	Sur place	Sur place	Sur place ou dans atelier de maintenance	Atelier spécialisé avec outillage général
Personnel	Exploitant du bien	Technicien habilité	Technicien spécialisé	Equipe avec encadrement technique spécialisé
Exemple	Remise à zéro d'un automate après arrêt d'urgence	Changement d'un relais	Identification de l'élément défaillant	Intervention sur matériel dont la remise en service est soumise à qualification

I.5 Différents types de maintenance

Les stratégies de maintenance peuvent être répertoriées en deux grandes catégories :

- La maintenance corrective
- La maintenance préventive.

I.5.1 La maintenance corrective

La maintenance corrective est l'ensemble des activités réalisées après la panne du système pouvant être liée à sa défaillance ou à la dégradation de sa fonction, elle a pour but de le remettre en état de marche [4].

a- Les avantages

Pas d'investissement en contrôle.

b- Les inconvénients

- Dommages conséquents.
- Coût de réparation élevé.
- Pas de planification.
- Pertes de production si la machine est critique [5].

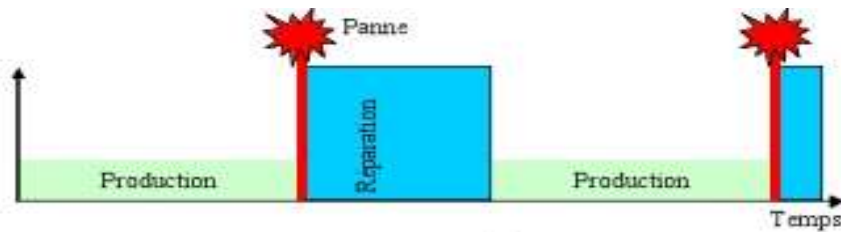


Figure I.1 - Principe de la maintenance corrective [6].

IL y a deux types de maintenance corrective :

I.5.1.1 Maintenance palliative

L'action de dépannage permet de remettre provisoirement le matériel à un niveau de performance acceptable mais inférieur au niveau optimal [4].

I.5.1.2 Maintenance curative

C'est l'ensemble des activités de maintenance correctives ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifique pour lui permettre d'accomplir toutes ses fonctions, le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent, les activités peuvent être des réparations, des modifications,... [4].

I.5.2 Maintenance préventive

Exécuté à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

C'est une politique qui s'adresse aux éléments provoquant une perte de production ou de coûts d'arrêts imprévisibles, mais importants [5].

Elle peut être systématique, conditionnelle ou prévisionnelle [2].

I.5.2.1 La maintenance préventive systématique

D'après la norme NF X 60-010 « maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage » généralement, la maintenance préventive s'adresse aux éléments dont le coût des pannes est élevé mais ne revenant pas trop cher en changement (les meilleurs exemples sont le changement systématique de l'huile, changement de la courroie de synchronisation) [2].

a- Les avantages :

- Planification des arrêts d'entretien
- Optimisation de l'intervention
- Limite les risques de panne

b- Les inconvénients :

- Coût de maintenance élevé
- Approche statistique
- Risque induit par une intervention parfois non nécessaire.

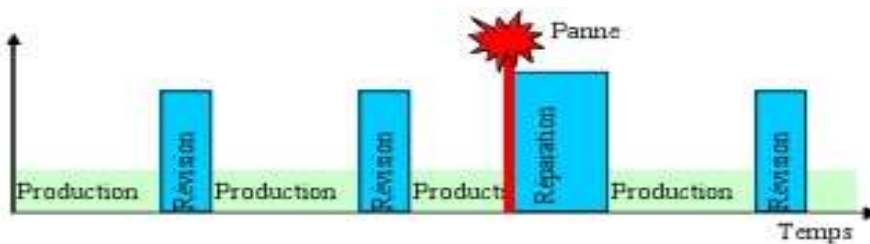


Figure I.2 - Principe de la maintenance préventive systématique [6].

I.5.2.2 La maintenance préventive conditionnelle

Définition d'après la norme NFX 60-010, la maintenance préventive conditionnelle se définit comme suit « la maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (autodiagnostic, information donnée par un capteur, mesure d'une usure...etc.) [2].

Choisir de faire la maintenance conditionnelle signifie donc que l'on interviendra sur une machine de façon conditionnelle, c'est-à-dire uniquement si certains paramètres (bruit, température, vibration...etc.) évoluent de façon significative.

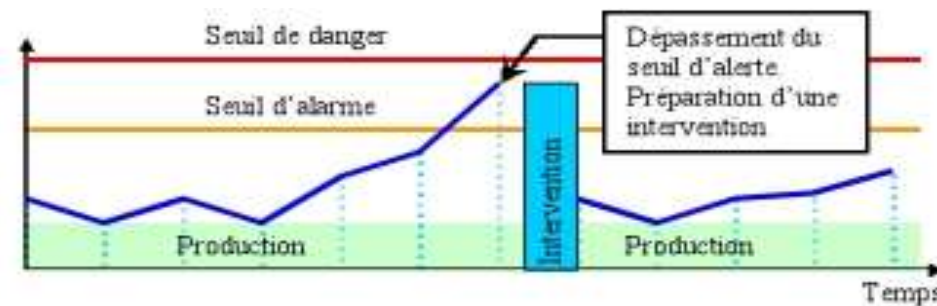


Figure I.3 - Principe de la maintenance préventive conditionnelle [6].

I.5.2.3 Avantages et inconvénients de la maintenance conditionnelle (MPC)

Avantage :

- Une augmentation de longévité du matériel.
- Un contrôle du matériel plus efficace.
- Un cout des réparations moins élevé.
- Une amélioration de la productivité.
- L'amélioration de la sécurité.
- Une professionnalisation plus grande du service maintenance.

Inconvénients :

- Un investissement matériel important.
- La mise en place d'une nouvelle organisation.
- Ces méthodes ne s'appliquent pas à tous les systèmes.
- Ne détecte pas tous les défauts.
- Un investissement supplémentaire en matière d'équipement et de formation du personnel.

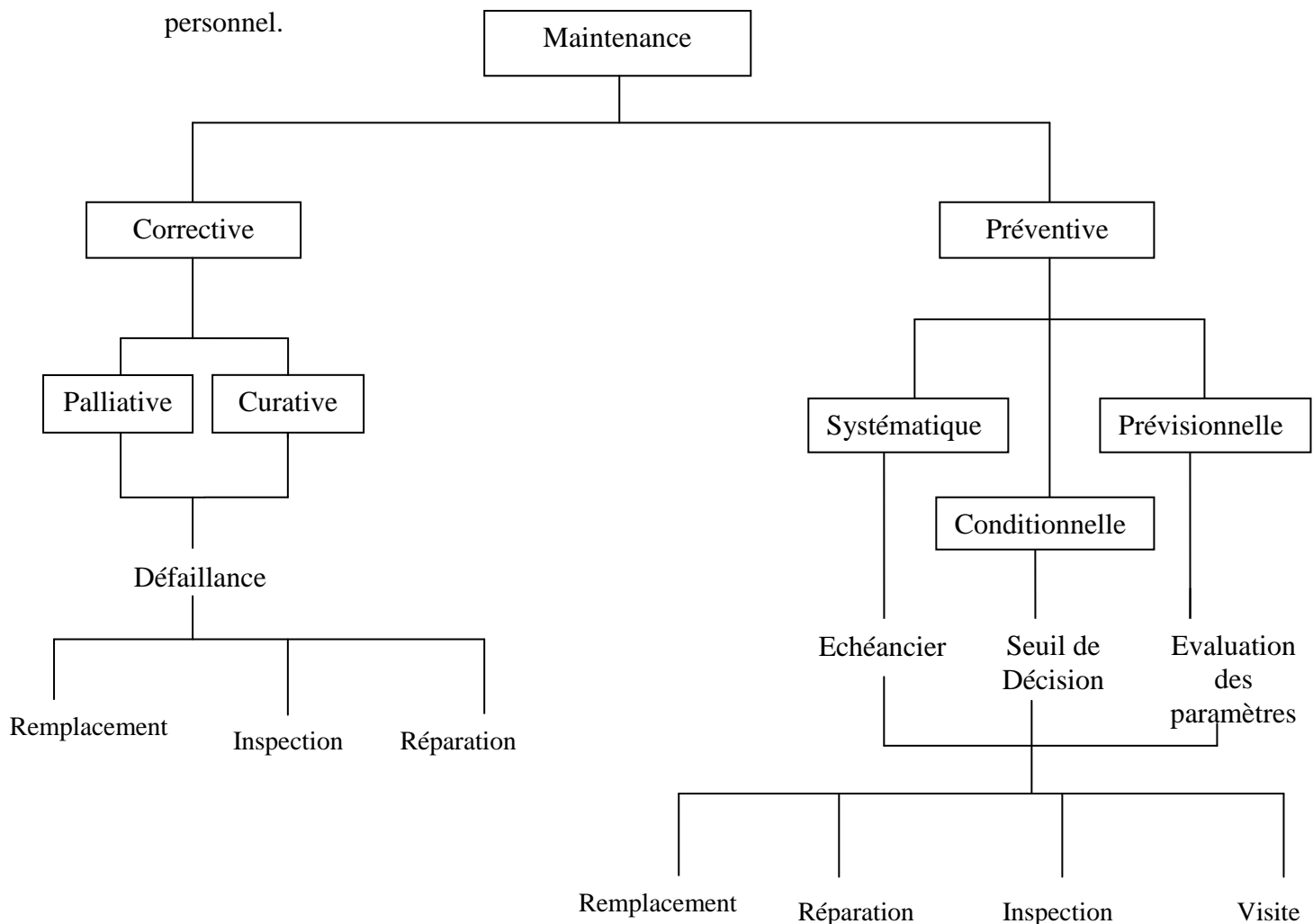


Figure I.4 - Schéma de méthode et opération de maintenance [4].

I.6 La Surveillance

La comparaison des mesures vibratoires effectuées à intervalles de temps déterminés dans des conditions de fonctionnement identiques permet de suivre l'évolution d'un défaut en exploitant le signal vibratoire ; à partir de ces mesures, il est possible d'obtenir un historique de l'évolution du défaut par rapport à un niveau de référence caractérisé par la signature vibratoire de la machine en bon état [7].

La surveillance est devenue une stratégie de la maintenance préventive conditionnelle, elle permet la détection précoce (défaut naissant) et suivre son évolution dans le temps, ce qui offre la possibilité de planifier et de préparer les interventions nécessaires, la surveillance peut être effectué avec deux modes :

Continue ou permanent (on-line), périodique ou non permanent (off- line) [1].

I.7 Le diagnostic

Pour établir un diagnostic vibratoire, il est souvent nécessaire de faire appel à des outils mathématiques relativement élaborés, ces outils doivent assister l'opérateur et lui permettre de remonter aux origines du ou des défauts, mais dans l'absolu, les signaux vibratoires sont insuffisants pour établir un diagnostic c'est pourquoi il est indispensable de connaître non seulement le cinématique de la machine mais également les caractéristiques de ses composants ainsi que leurs différents modes de dégradation, la connaissances de ces modes de défaillances et de leurs influences sur le niveau de vibration est à la base d'un diagnostic et d'une surveillance fiable [7].

I.8 Système de contrôles et de protection

Pour assurer une bonne protection de fonctionnement des machines, il nous faut un certain nombre de systèmes dont plusieurs interviennent à chaque démarrage.

Le contrôle des machines est surveillé par des capteurs ou détecteurs, ces systèmes de protection sont étudiés pour détecter et fournir les paramètres de fonctionnement du bien (température, vibration, vitesse, pression...etc.)

Si la défaillance est grave au point du mettre en danger la machine le système de protection arrête le fonctionnement de cette dernière.

Certains systèmes de protection intervient sur le circuit de contrôle principale tandis que d'autres interviennent sur les éléments de la machine [8].

I.9 Techniques d'analyse

La surveillance d'un équipement de machine est assuré en relevant périodiquement un indicateur d'état de dégradation (ou de performance). Il existe différentes techniques

d'analyse (figure I.5) tels que l'analyse vibratoire, l'émission acoustique, la thermographie, l'analyse des huiles et les lubrifiants, la variation de résistance dans un circuit électrique, ...etc.

Le choix de l'indicateur dépend du type de machine à étudier et du type de défaillance que l'on souhaite détecter. Pour les machines tournantes un indicateur de type vibratoire permet de détecter la plupart des défauts, on établit une courbe d'évolution de l'indicateur au cours du temps. Sur cette courbe, on définit les différents seuils correspondant à un niveau d'alerte, à une alarme, à un niveau de défaillance. Ces niveaux sont établis soit par expérience soit en appliquant une norme.

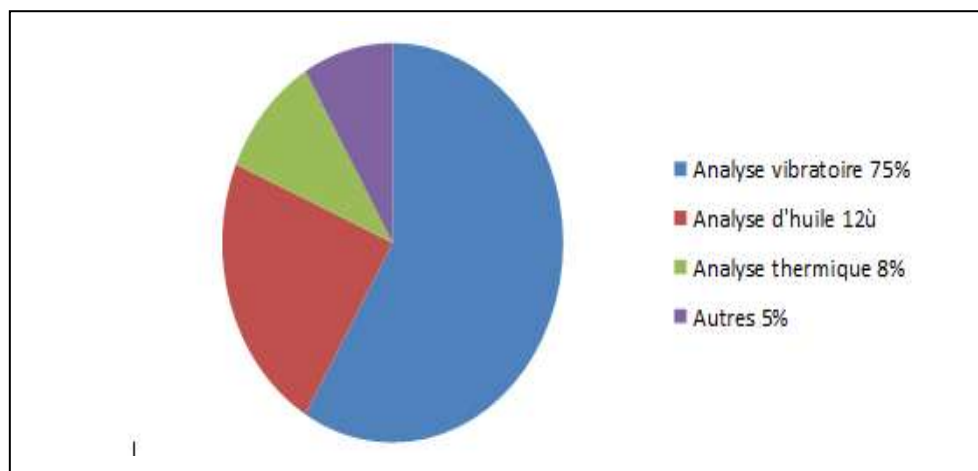


Figure I.5 - Différents Technique d'analyse [7].

I.9.1 L'analyse vibratoire

Toutes les machines en fonctionnement produisent des vibrations, le principe d'analyse des vibrations est basé sur l'idée que les structures de machines, excités par des efforts dynamiques, donnent des signaux vibratoires dont la fréquence est identique à celle des efforts qui les ont provoqués, et la mesure globale prise en un point est la somme des réponses vibratoires de la structure aux différents efforts excitateurs, on peut donc grâce à des capteurs placés en des points particuliers, enregistrer les vibrations transmises par la structure de la machine et grâce à leur analyse, on identifier l'origine des efforts aux quels est soumise. De plus, si l'on possède la « signature » vibratoire de la machine lorsqu' elle était neuve ou réputée en bon état de fonctionnement, on pourra par comparaison, apprécier l'évolution de son état ou déceler l'apparition d'efforts dynamiques nouveaux consécutifs à une dégradation en cours de développement.

I.9.2 L'analyse des lubrifiants

Elle est appliquée à toutes les machines contenant des fluides de lubrification (réducteurs, motoréducteurs, moteurs thermique...) Elle consiste à prélever un échantillon d'huile et de l'analyser (particules d'usure) pour déduire l'état de l'équipement : les résultats permettent de déceler des anomalies caractéristiques tels que :

- Sur moteur thermique : problèmes d'étanchéité de la filtration d'air, infiltration de liquide de refroidissement...
- Sur multiplicateurs, réducteurs et engrenages : mauvais état d'un roulement ou d'un palier, transmission défectueuse (engrenages endommagés)
- Sur les systèmes hydrauliques : pollution interne tels que la cavitation, défaut d'étanchéité, défaut de filtration [9].

I.9.3 La thermographie infrarouge

Suscite un intérêt encore récent dans le domaine de la maintenance jusqu'à alors réservé au contrôle d'installations électriques, elle est peu utilisée pour la surveillance des machines tournantes notamment pour la détection de défauts qui se manifestent par un échauffement anormal à la surface de l'équipement. La thermographie permet de réaliser des mesures à distances et d'obtenir instantanément une image thermique de la zone inspectée [9].

- Des points chauds en équipements électriques (bobinage moteur, conducteur sous-dimensionné, contrôle d'armoire électrique à distance,...).
- Des points chauds en mécanique (dégradation d'un palier).
- Des fuites

I.9.4 L'analyse acoustique

Qui permet de détecter tout bruit anormal à l'aide de microphones placés à distance de l'équipement.

I.9.5 Le contrôle par ultrasons

Permet de détecter des défauts de faibles amplitudes à hautes fréquences tels que l'initiation de la dégradation d'un roulement [7].

I.10 Les différents modes de surveillance par analyse vibratoire**I.10.1 Mode continu ou permanent (on-line)**

Dans le cas des machines très stratégiques, dont on sait qu'elles connaissent des défaillances assez fréquentes, on choisira des systèmes de surveillance à poste fixe. Le suivi continu se justifie aussi par des raisons de sécurité. Tout dépend de la criticité des machines.

Certaines d'entre elles (des turboalternateurs, de gros compresseurs...) doivent pouvoir être automatiquement arrêtées dès que leurs niveaux vibratoires dépassent un certain seuil.

On préfère aussi automatiser la collecte des données pour des raisons d'accessibilité aux machines, ou de pénibilité de la prise de mesures (dans des environnements industriels difficiles). Dans ce cas, les capteurs sont installés sur les paliers [6].

Ce type de surveillance est utilisé en permanence sur des machines spécifiques et surveille constamment leurs états, ainsi il joue un rôle important dans l'efficacité de la conduite de l'entreprise. La surveillance On-line est utilisée essentiellement pour pouvoir donner l'alerte immédiate en cas de changement soudain de l'état des machines, déclenchant ainsi l'alerte ou produisant des signaux d'alarmes dans la salle de contrôle. Pour que des mesures appropriées puissent être prises avant la catastrophe.

Les premières qualités exigées de tous les systèmes de surveillance permanente sont : une bonne fiabilité, une stabilité à long terme, une insensibilité à un environnement défavorable et aux régularités pouvant provoquer de fausses alarmes. Une conception mécanique robuste capable d'assurer un bon fonctionnement dans un environnement humide, poussiéreux et inhospitalier tel que défini par les normes, ont permis de satisfaire à ces exigences du matériel spécialement " renforcé " (accéléromètres, câbles, boîtes de jonction...) pouvant aussi fonctionner à haute température, est disponible pour ces applications (Figure I.6).

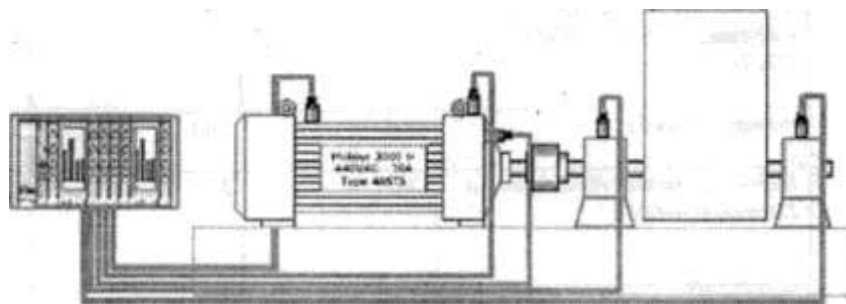


FIGURE I.6 - la surveillance On-line [6].

I.10.2 Mode périodique ou non permanent (off-line)

Dans ce suivi, la mesure est effectuée à échéance programmée, par un opérateur équipé d'un collecteur de données portable de plus en plus fréquemment informatisé, exemple le (VIBSCANNER et le MOVIOLOG2).

Le suivi périodique permet à un opérateur de suivre les indicateurs désirés d'un grand nombre de machines pour un faible coût, puisque l'investissement en capteurs est réduit (un seul capteur portatif est généralement suffisant) [6].

A l'inverse du suivi continu, on utilise un suivi périodique pour des machines qui tombent rarement en panne, pour des dégradations qui n'évoluent pas vite, et pour les cas où l'on pense qu'un contrôle périodique, suffira pour vérifier la fiabilité du système de surveillance on-line. Cela suppose donc que l'on ait fait, dès le départ, une analyse de criticité des défauts. Reste ensuite à adapter la fréquence des contrôles au type de machine et au budget que l'on peut y consacrer. Car tout est une question d'équilibre entre les risques potentiels et le coût du contrôle. En général, il y a toujours plus de risques lors de la mise en route d'une machine. Il est donc conseillé de faire des contrôles assez rapprochés au début, puis de continuer avec des contrôles plus espacés [6]. Ensuite, si l'on constate une dégradation, il faut à nouveau rapprocher les contrôles (Figure 1.7).

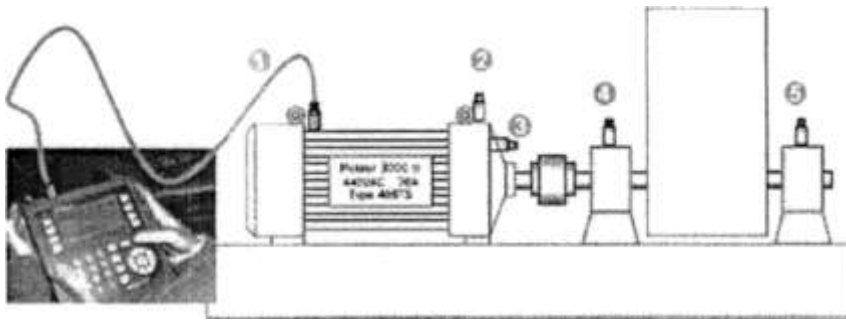


FIGURE I.7 - la surveillance Off-line [6].

I.11 Conclusion

L'exploitation des équipements de production, nécessite la mise en place des méthodes de maintenance appropriées. La maîtrise des coûts et le maintien d'une disponibilité optimale impose la mise en œuvre des méthodes et types de maintenances.

Les équipements principaux des installations industrielles et principalement les machines tournantes peuvent faire l'objet de contrôle et de suivi par les techniques de maintenance conditionnelle.

Ces techniques sont basées essentiellement sur :

- Les analyses des lubrifiants.
- La thermographie infrarouge.
- Le suivi vibratoire (analyse vibratoire).

CHAPITRE II

Vibrations des machines tournantes

II.1 Introduction

Toutes les machines en fonctionnement produisent des vibrations, images des efforts dynamiques engendrent par les pièces, en ainsi, une machine neuve en excellent état de fonctionnement produit très peu de vibrations.

La détérioration du fonctionnement conduit le plus souvent à un en croisement du niveau des vibrations, en observant l'évolution de ce niveau, il est par conséquent possible d'obtenir des informations très utiles sur l'état de la machine.

Ces vibrations occupent une place privilégiée parmi les paramètres à prendre en considération pour effectuer un diagnostic.

La modification de la vibration d'une machine constitue souvent la première manifestation physique d'une anomalie cause potentielle de dégradation, voire de pannes.

Ces caractéristiques font de la surveillance par analyse des vibrations, un outil indispensable pour une maintenance moderne puisqu'elle permet par un dépistage ou un diagnostic approprié des défauts, d'éviter la casse et de n'intervenir sur une machine qu'au bon moment et pendant des arrêts programmés de production.

II.2 Définition de la vibration

Selon la norme AFNOR 90_01 « la vibration est une variation avec le temps de l'intensité d'une grandeur caractéristique du mouvement ou de la position du système mécanique ; lorsque l'intensité est alternativement plus grande et plus petite qu'une certaine valeur moyenne ou de référence » [6].

Un système mécanique est dit en vibration lorsqu'il est animé d'un mouvement de va et vient autour d'une position moyenne, dite position d'équilibre.

II.3 Avantage et inconvénient des vibrations

- les vibrations présents beaucoup d'avantages et aussi beaucoup d'inconvénient on peut citer [6] :

Avantage

- Apprécier l'état mécanique d'un système (surveillance et diagnostique).
- manifester des présences et des absences des défauts.
- Transmission des flux d'information.

Inconvénient

- Provoquent la fatigue des matériaux qui peut conduire à leurs destructions prématurées.

- La vibration d'une machine ou d'une pièce par rapport à une autre provoque un frottement intensif qui peut être source d'usure ou de fatigue.
- Les vibrations excitent par voie mécanique.
- Les vibrations excitent par voie aérienne les corps vivants.

II.4 Caractéristique d'une vibration : une vibration se caractérise principalement par sa fréquence, son amplitude et sa nature.

II.4.1 Fréquence : est le nombre de fois qu'un phénomène se répète en un temps donné. Lorsque l'unité de temps choisi est la seconde, La fréquence s'exprime en hertz (Hz)

1hertz = 1cycle/seconde [10].

II.4.2 Amplitude

On appelle amplitude d'un mouvement vibratoire la valeur de ces écarts par rapport à sa position d'équilibre.

De cette définition générale, la complexité d'un signal vibratoire réel conduit à définir plusieurs grandeurs pour caractériser son amplitude.

- l'amplitude crête (AC) : elle représente l'amplitude maximale du signal par rapport à sa valeur d'équilibre.
- L'amplitude crête à crête (AC-C) : elle représente l'écart entre les amplitudes extrêmes du signal pour un temps d'observation donné.

Dans le cas d'une vibration sinusoïdale, elle est parfois appelée (amplitude double) (AC-C=2AC).

- l'amplitude efficace (Aeff) : comme en électricité elle représente l'amplitude corrigée « statique » du signal redressé, indiquant ainsi l'énergie donnée par le mouvement vibratoire [10].

II.4.3 Nature d'une vibration

Une machine tournante quelconque en fonctionnement génère des vibrations que l'on peut classer de façon suivante :

II.4.3.1 Vibration périodique simple : c'est un mouvement oscillatoire qui se répète de la même façon à des intervalles de temps régulier que l'on appelle période (figure II.1).

On le qualifie de phénomène déterministe : ce mouvement peut être décrit par l'équation mathématique suivante : $X(t) = X_m \sin(\omega t + \varphi)$

X_m : Amplitude maximale de vibration.

ω : Pulsation du mouvement qui vaut $\omega = 2\pi f [rd/s]$

φ : La phase de la vibration.

L'inverse de la période est appelé fréquence f d'une vibration qui s'exprime en Hertz [Hz].

X_m : sont des constantes, elles sont déterminées par les conditions initiales [6].

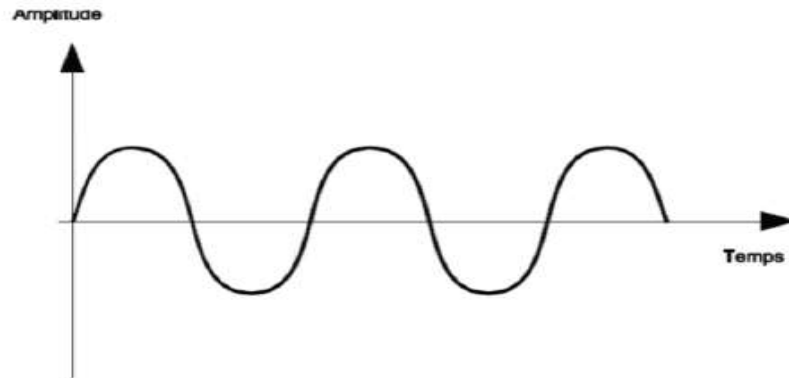


Figure II.1 - vibration périodique simple [6].

II.4.3.2 Vibration périodique complexe

C'est la superposition de deux ou plusieurs vibrations périodiques simples, on peut écrire : $X(t) : X_1(t) + X_2(t) + \dots + X_n(t)$

Avec $X_n(t) = X_n \sin(\omega t + n\varphi)$.

La vibration est périodique ; c'est la combinaison de deux ondes sinusoïdales $X_1(t)$ et $X_2(t)$ de fréquence respectivement f et $2f$. (figure II.2) [6].

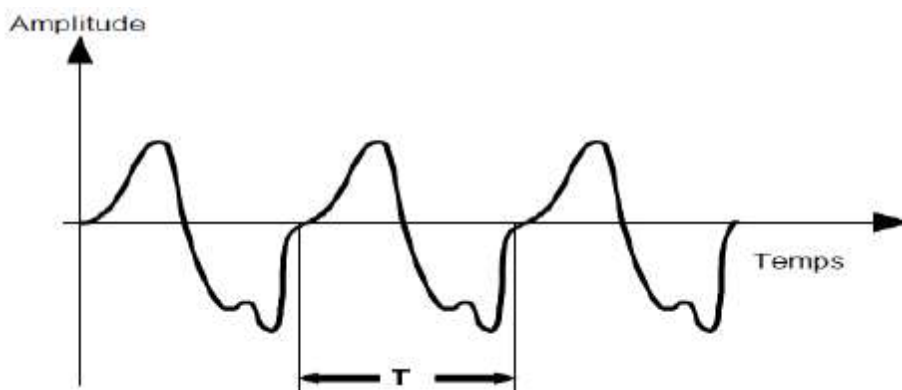


Figure II.2 - vibration périodique complexe [6].

II.4.3.3 Vibration aléatoire

C'est une vibration continue pour laquelle il est impossible de déterminer une période de répartition. On la qualifie de phénomène non déterministe. Cette vibration ne peut représenter par une fonction mathématique exacte, d'où l'utilisation des lois de probabilité pour la caractériser. Son spectre de fréquence est continu (figure II-3) [6].

$X(t) = \sum [X_i \sin(\omega_i t + \varphi_i)]$.

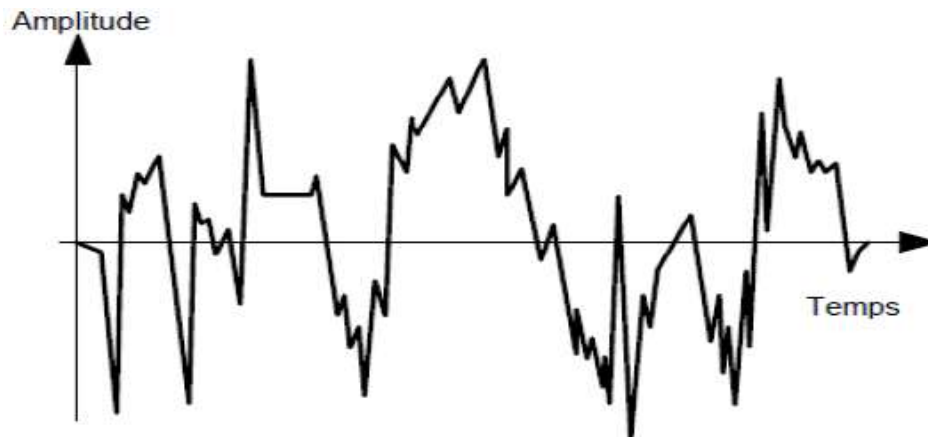


Figure II.3 - Représentation d'un signal aléatoire [6].

II.4.3.4 Vibration transitoire

Une vibration transitoire est une vibration non continue observable pendant un bref instant. Ce type de vibration apparaît lors d'un choc.

II.5 Origine des vibrations

II.5.1 Origine mécanique

II.5.1.1 Balourd

Un déséquilibre de rotor (ou balourd) est causé par la répartition des masses de celui-ci, lorsque les positions des centres de gravité des différentes sections droites ne sont pas confondues avec l'axe de rotation du rotor.

L'effet dynamique sur ces centres de gravité provoque des actions mécaniques tournantes de la part du rotor sur ses paliers.

Ces actions sont caractérisées par une vibration sinusoïdale à une fréquence synchrone à la fréquence de rotation. En l'absence d'équipement d'analyse à haute résolution, le déséquilibre est souvent le premier à être mis en cause en cas de vibration importante à cette fréquence, alors que cette vibration peut résulter de plusieurs défauts différents.

a) Balourd statique

Considérons un rotor bien équilibré. Ajoutons en un endroit de ce rotor une masse M . le rotor présentant un balourd va osciller jusqu'à se placer en « position lourde » vers le bas.

Ce déséquilibre agit aussi s'il n'y a pas de rotation : on l'appelle alors « balourd statique ». Les deux paliers supportant le rotor vont subir, eu même temps, l'effort centrifuge dû au déséquilibre. Il n'y aura donc aucun déphasage entre les mesures prises au même point sur les deux paliers (Figure II.4) [9].

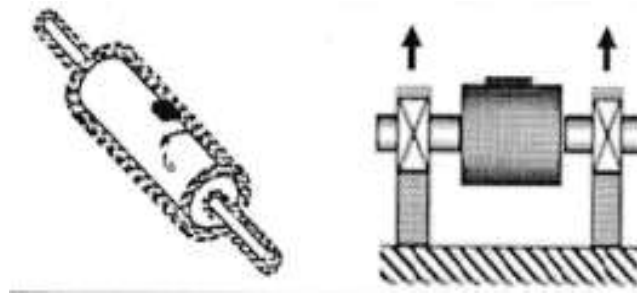


Figure II.4 - Balourd statique [10].

b) Balourd dynamique

Reprenons le cas précédent en remplaçant la masse M par deux masses identiques mais décalées de 180° et placées à chaque extrémité du rotor. Ce déséquilibre agit aussi pendant la rotation ; on l'appelle alors « balourd de couple ».

Les deux paliers supportant le rotor vont subir les efforts centrifuges de façon alternée. Le déphasage (voisin de 180°) entre les mesures effectuées au même point sur deux paliers consécutifs est donc révélateur d'un balourd de couple (Figure II.5) [9].

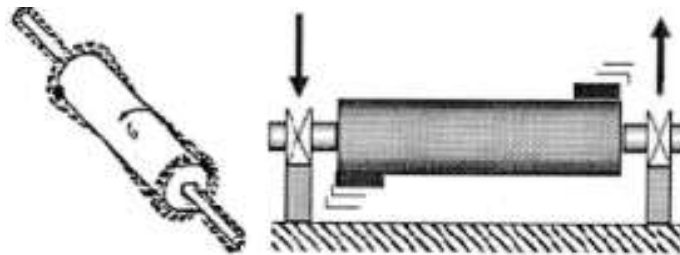


Figure II.5 - Balourd dynamique [10].

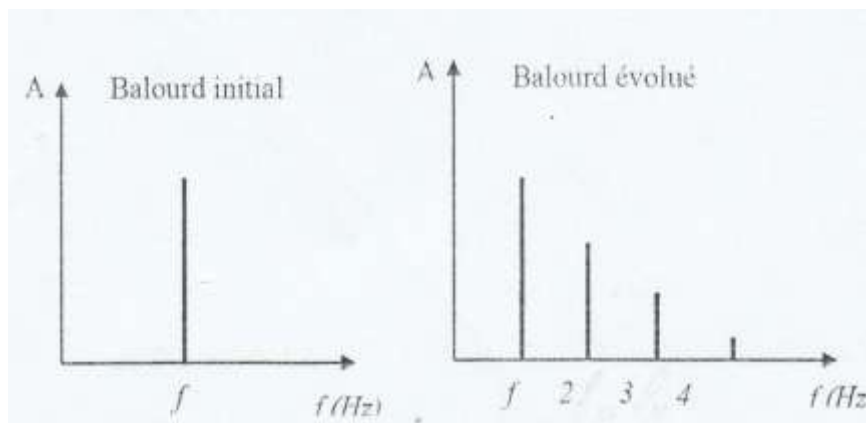


Figure II.6 - Spectre typologique d'un balourd [10].

II.5.1.2 Défauts de désalignement

Le désalignement est l'une des principales causes de réduction de la durée de vie des équipements. Il crée des efforts supplémentaire qui vont entraîner la dégradation rapide du système d'accouplement, mais aussi au niveau des paliers [10].

L'objectif de l'alignement de deux machines est de faire en sorte que les axes des deux lignes d'arbre soient parallèles et confondus. Il existe deux types de défaut de désalignement :

a) Le désalignement parallèle

Les axes des arbres des deux rotors ne sont pas confondus.

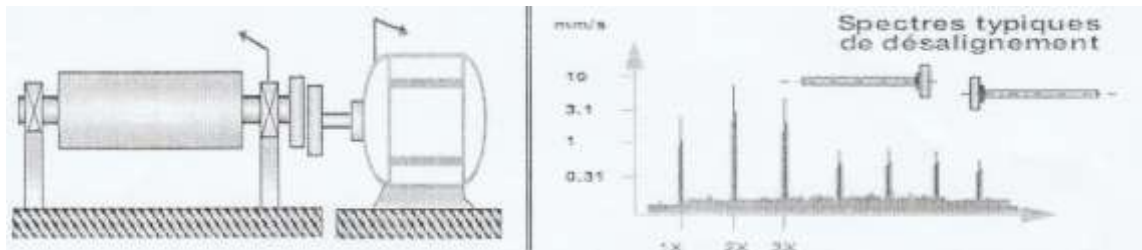


Figure II.7 - Désalignement parallèle et son spectre typologique [10].

b) Le désalignement angulaire

Les axes des arbres des deux rotors auront un angle différent de 180° (Figure II.8).

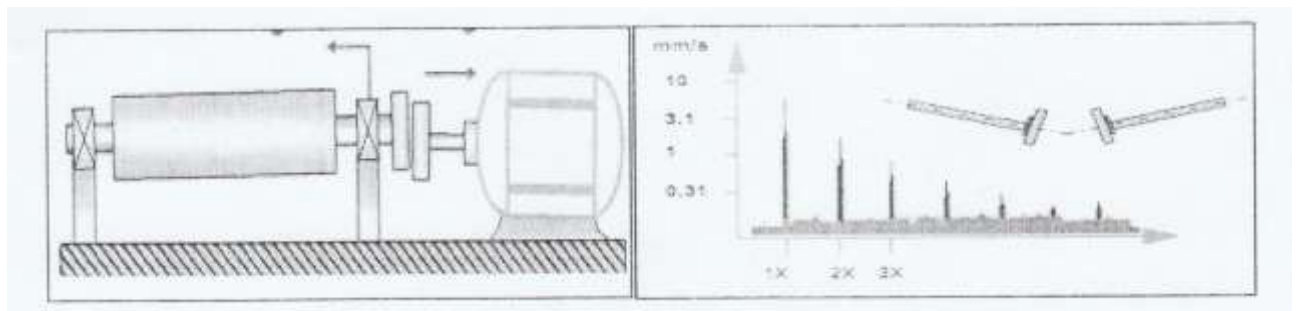


Figure II.8 - Désalignement angulaire et son spectre typologique [10].

II.5.1.3 Défauts de roulement

Le roulement est un organe de base qui assure une liaison mobile entre deux éléments d'un mécanisme en rotation l'un par rapport à l'autre. Sa fonction est de permettre la rotation relative, de ces éléments, sous charge, avec précision et avec un frottement minimal. La majorité des machines électriques utilisent les roulements à billes ou à rouleaux.

Environ 40 % à 70 % des défauts rencontrés dans les machines sont liés aux roulements. Les défauts que l'on peut y rencontrer sont les suivants : écaillage, grippage, corrosion.

Le roulement est composé des éléments suivants :

- deux bagues concentriques en acier, appelés bague intérieure et bague extérieure, comportant des chemins de roulement (surfaces sur lesquelles "roulent" les corps roulants).
- des corps roulants, billes ou rouleaux généralement en acier, permettant le mouvement des deux bagues avec un frottement minimal.
- une cage séparant et guidant les corps roulants (en polyamide, tôle acier, laiton ou

Résine)[9].

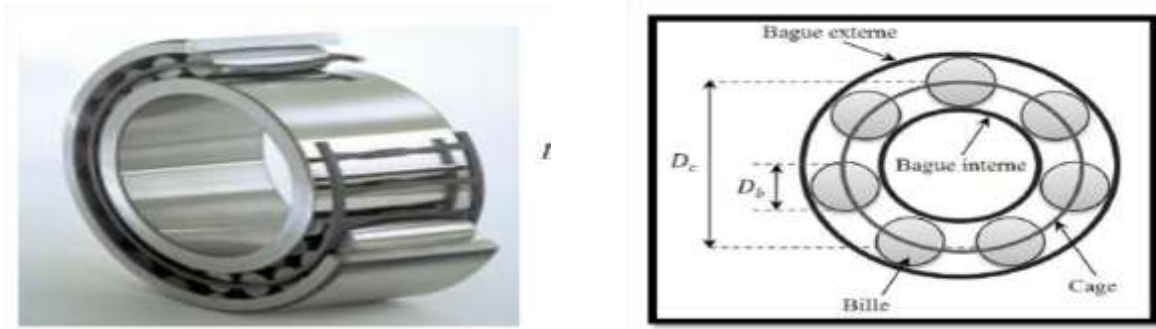


Figure II.9 - Eléments de roulement [9].

a. Caractéristiques fréquentielles

La connaissance de la cinématique du roulement se résume par quatre fréquences caractéristiques, pour chaque type de roulement.

- La fréquence de passage d'un élément roulant sur un défaut de bague extérieure (supposée fixe) [10] :

$$F_{be} = \frac{1}{2} F_r N_b \left[1 + \frac{d}{D} \cos \alpha \right]$$

- La fréquence de passage d'un élément roulant sur un défaut de bague intérieure [10]:

$$F_{bi} = \frac{1}{2} F_r N_b \left[1 + \frac{d}{D} \cos \alpha \right]$$

- Fréquence de passage d'un défaut de cage [10]:

$$F_c = \frac{1}{2} F_r \left[1 - \frac{d}{D} \cos \alpha \right]$$

- Fréquence de passage des billes sur un défaut des bagues interne ou externe [10]:

$$F_e = \frac{1}{2} F_r \frac{D}{d} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \cos \alpha \right)^2 \right]$$

Avec :

N_b : Le nombre d'éléments roulants (billes, rouleaux ou aiguilles),

D : diamètre primitif (ou moyen),

d : diamètre des éléments roulants,

α : angle de contact,

F_r : La fréquence de rotation de l'arbre,

Quelques images vibratoires théoriques : les figures II.10, II.11 représentent des images vibratoires théorique d'un défaut affectant les éléments du roulement.

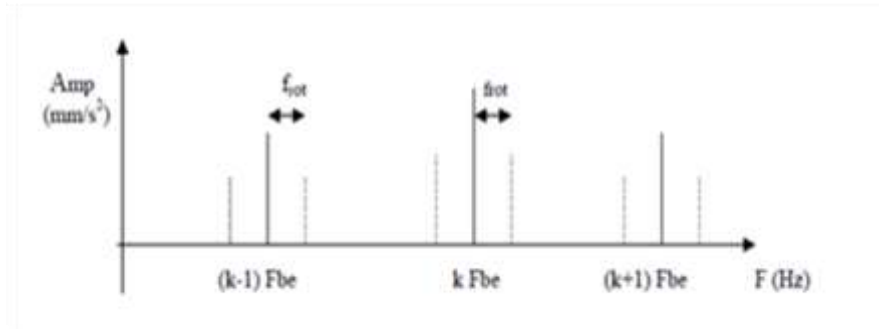


Figure II.10- Image vibratoire théorique d'un écaillage affectant la bague externe [12].

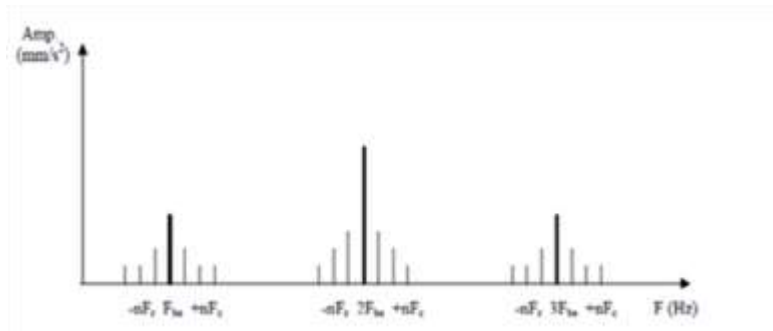


Figure II.11 - Image vibratoire théorique d'un défaut affectant un élément roulant [12].

Avec :

F_r , fréquence de rotation,

F_b , fréquence de passage d'un défaut de bille,

F_c , fréquence de passage d'un défaut de cage.

C. Cause des défauts

Les roulements peuvent être endommagés par des causes externes comme :

- contamination du roulement par des particules extérieures : poussière, grains de sable,
- corrosion engendrée par la pénétration d'eau, d'acides,
- lubrification inadéquate qui peut causer un échauffement et l'usure du roulement,
- mauvais alignement du rotor,
- courant qui traverse le roulement et qui cause des arcs électriques [3].

II.5.1.4 Les défauts des engrenages

Un engrenage est composé de l'ensemble de deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre, permettant de transmettre de la puissance entre deux arbres rapprochés avec un rapport de vitesse constant. Selon la position relative des deux arbres.



Figure II.12 - Différents types d'engrenage [10].

II.5.1.4.1 Signatures vibratoires des défauts d'engrènement

a. Détérioration d'une dent

Si l'une des roues présente une dent détériorée, il se produit un choc dur, à chaque tour du pignon. Le spectre correspondant (figure II.13) montre un peigne de raies dont le pas correspond à la fréquence de rotation du pignon détérioré s'étalant jusqu'aux hautes fréquences.

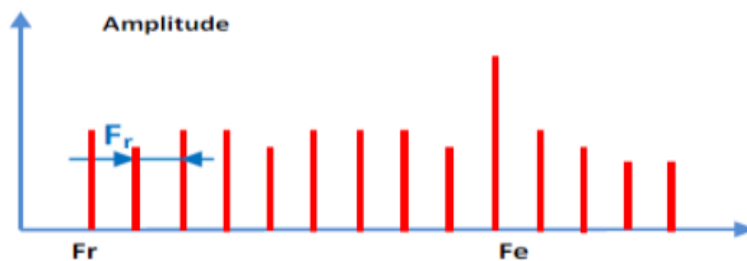


Figure II.13 - Image vibratoire théorique d'un engrenage présentant une dent détériorée [10].

b. Détérioration de deux dents sur les deux roues

Si les deux roues dentées présentent chacune une dent détériorée, les chocs peuvent être importants lorsque les deux défauts se rencontrent «coïncidence». La rencontre s'effectue à la fréquence F_{CO} , appelée fréquence de coïncidence et telle que :

$$F_{CO} = \frac{F_e}{PPCM(Z_1, Z_2)}$$

Z_1 et Z_2 : Nombre des dents des roues 1 et 2.

F_e : fréquence d'engrènement.

PPCM : plus petit commun multiple de Z_1 et Z_2 .

La fréquence de coïncidence F_{C0} est inférieure aux fréquences de rotation F_1 et F_2 .

II.5.1.5 Défauts de courroies

Les courroies sont utilisées pour transmettre la puissance entre deux arbres dont la distance n'est pas trop importante. Une courroie, constituée par une bande sans fin passant sur deux poulies, transmet l'énergie grâce à son adhérence sur les poulies.

a. Fréquences de défaut

Soient N_1 et N_2 sont des vitesses de rotation des roues n° 1 et 2 (Figure II.19).

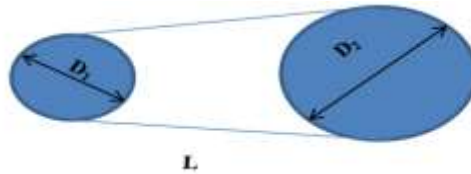


Figure II.14 - Transmissions par courroies [9].

Les fréquences caractéristiques des défauts de courroies sont :

- Roue n°1 :

$$f_{c1} = f_r \frac{\pi D_1}{l}$$

- Roue n°2 :

$$f_{c2} = f_r \frac{\pi D_2}{l}$$

f_c : Fréquence de passage de la courroie ;

f_r : représente la fréquence de rotation de l'arbre ;

D_1 et D_2 : diamètres des poulies 1 et 2.

L : la longueur de la courroie.

b. Origines du défaut

Les défauts de courroie sont engendrés par la conséquence d'une mauvaise pose, d'une usure ou par le défaut d'alignement des deux poulies. Les statistiques concernant les causes des défaillances et la localisation des défauts dans les machines tournantes permettent de conclure que les organes les plus sensibles sont les engrenages et les roulements [9].

II.5.2 Origines hydrauliques

II.5.2.1 Défaut de passage d'aube ou de pale

Ce sont les anomalies caractéristiques des pompes et des ventilateurs, Son origine due à l'encrassement des aubes qui peut aussi provoquer un balourd. Souvent elles ne sont pas destructives toutes seules, mais elles génèrent des bruits intenses et des vibrations peuvent être la source des défauts de roulement ou d'usure des composants de la machine [11].

Le passage des aubes devant le bec de la volute d'une pompe provoque un pic à la fréquence f_{aubes} :

$$\text{Fréquence de défaut d'aube} = n \times fr$$

Avec n : nombre d'aubes ou pales.

Ce défaut n'est pas directionnel, il se repère aussi bien en radial qu'en axial (figure 2.15).

Manifestation

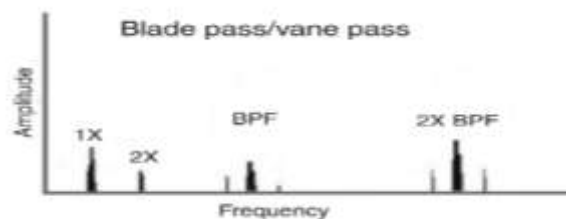


Figure II.15 - Passage d'aube ou pale [11].

II.5.2.2 Cavitation

Il s'agit d'un défaut d'écoulement d'un fluide qui se produit quand la pression, à l'intérieur de la pompe, s'abaisse à un niveau égal à celle de la vapeur saturante du fluide véhiculé. Il y a formation de bulles de gaz qui, en implosant, excitent un grand nombre d'éléments de structure. La cavitation est causée par un débit d'aspiration insuffisant et se manifeste par un bruit caractéristique identique à celui que provoquerait le passage de graviers dans le corps de la pompe. Ces phénomènes sont souvent intermittents et s'ils persistent, ils peuvent dégrader des éléments internes de la pompe et notamment éroder les aubes des impulseurs [1].

La cavitation induit des vibrations aléatoires à spectre étendu et dont l'énergie se concentre souvent autour de la fréquence de passage des aubes et de ses harmoniques et des fréquences des principaux éléments de la structure (figure II.21).

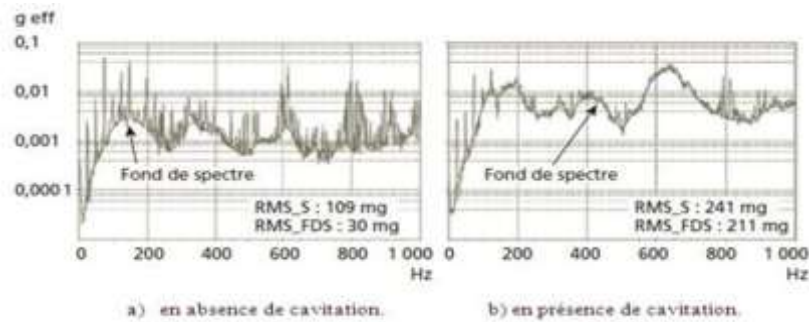


Figure II.16 - Spectre vibratoire d'un palier d'une pompe en absence et en présence de cavitation [11].

II.6 Les Capteurs de vibration

Le rôle des capteurs est de transformer l'énergie mécanique dispensée par la machine en un signal électrique proportionnel mesurable de manière reproductible. Il existe deux grandes familles de capteurs, les absolus (accéléromètres, vélocimétries) et les relatifs (proximètres).

II.6.1 Capteur de déplacement

Le proximètre, ou sonde capteur de déplacement sans contact qui produit un signal électrique directement proportionnel au déplacement relatif de la vibration d'un arbre ou d'un rotor, il est monté en permanence à l'intérieur du palier [10], les mesures en déplacement ne sont pas quantifiables dans toutes les gammes de fréquence.

Ces mesures seront limitées aux basses fréquences (< 100 Hz). (Figure II. 17).

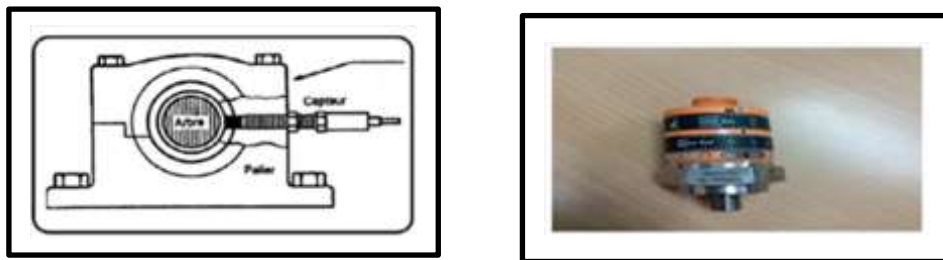


Figure II.17 - Exemples de proximètres.

Le capteur de déplacement est utilisé pour toutes les applications où la surveillance des jeux entre les arbres et les paliers s'avèrent essentielle. C'est pourquoi l'on retrouve des capteurs de déplacement installés sur la plupart des turbines hydroélectrique et des turbomachines. A partir des connaissances des jeux radiaux réels d'un palier ou des jeux axiaux rotor –stator, il est beaucoup plus facile de déterminer des seuils d'alerte et de danger en termes de déplacement qu'en termes de vitesse ou accélération.

a) Avantages

- Mesure directement les mouvements d'arbre
- Même capteur pour les butées axiales, les vibrations radiales et la vitesse
- Mesure directement le déplacement
- Pas de pièce mobile

b) Inconvénients

- Sensible au matériau de l'arbre
- Installation
- Gamme de fréquence limitée. Pas de détection des défauts de roulements
- Restriction de températures [5].

II.6.2 Les vélocimètres

Les capteurs de vitesse, ou vélocimétrie, sont constitués d'une sonde à contact dite sonde sismique qui mesure le mouvement absolu de l'organe sur lequel elle est fixée. [14].

Les vélocimètres les plus courants sont constitués d'une masse sismique reliée au boîtier par un ressort et solidaire d'une bobine qui se déplace dans un champ magnétique permanent créé par un barreau aimanté. Le mouvement de la bobine, induit par la vibration du palier sur lequel est fixé le capteur, génère une tension proportionnelle à la vitesse du mouvement de la bobine (figure II.18).

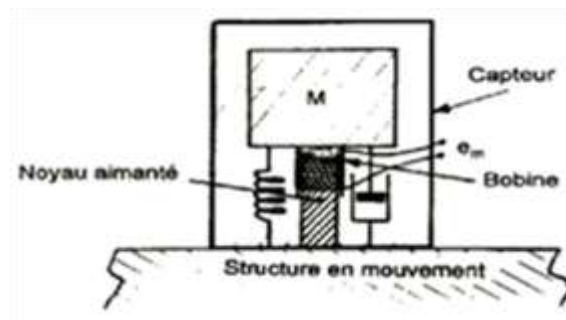


Figure II.18 - Schéma de principe d'un vélocimètre [14].

Ce type de capteur présente l'avantage de ne nécessiter ni source d'alimentation ni préamplificateur.

L'utilisation des vélocimètres, très fréquente dans les services de maintenance jusqu'aux années 1990, tend aujourd'hui à disparaître au profit des accéléromètres piézoélectrique, moins encombrants et plus fiable, présentent une bande passante et une dynamique de mesure beaucoup plus étendues.

II.6.3 Les accéléromètres

Un accéléromètre piézoélectrique est composé d'un disque en matériau Piézoélectrique (quartz), qui joue le rôle d'un ressort sur lequel repose une masse sismique précontrainte. Quand la masse se déplace sous l'effet d'une accélération, elle exerce sur le disque des contraintes, induisant à la surface de ce dernier une charge électrique proportionnelle à cette accélération.

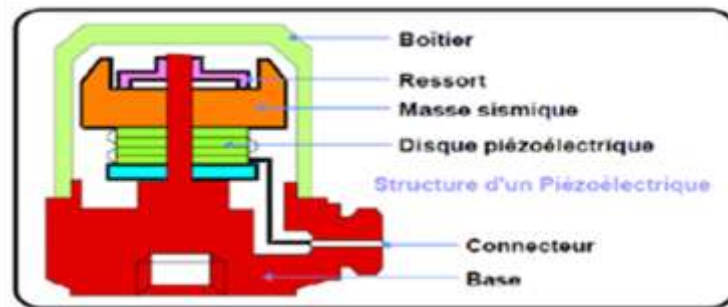


Figure II.19 - Schéma de principe d'un accéléromètre [5].

Les accéléromètres piézoélectriques tendent à devenir les capteurs de vibration absolue les plus utilisés pour la surveillance. Ils possèdent les propriétés suivantes :

- Utilisables sur de très grandes gammes fréquentielles.
- Excellente linéarité sur une très grande gamme dynamique (typiquement 140 dB).
- Le signal d'accélération peut être intégré électroniquement pour donner le déplacement et la vitesse.
- Aucun élément mobile, donc extrêmement durable [5].

II.7 Chaîne d'acquisition

Une chaîne d'acquisition de vibrations doit remplir les fonctions suivantes :

➤ **Capteur** : Transformer la vibration mécanique en un signal électrique, la grandeur électrique délivrée peut être :

1- une tension comme dans le cas d'un accéléromètre à électronique ou d'un vélocimètre. La sensibilité du capteur s'exprime alors en mv (millivolts) par unité physique.

2- une charge électrique comme dans le cas d'un accéléromètre piézoélectriques dont la sensibilité s'exprime en pico-coulomb par g ou en m/s^2 (mètres par seconde carré).

➤ **Préamplificateur** : conditionner le signal de sortie du capteur pour le rendre exploitable et transportable.

Indispensable pour les accéléromètres piézoélectriques, le préamplificateur peut être ou non incorporé au capteur et il permet soit une simple amplification de la tension de sortie du

capteur (amplificateur de tension), soit une transformation de la charge électrique en tension avant son amplification (convertisseur charge –tension improprement appelé préamplificateur de charge).

➤ **Intégrer le signal** : cette opération permet de transformer si nécessaire le signal délivré par un accéléromètre en un signal représentant la vitesse ou le déplacement du mouvement vibratoire (pour un vélocimètre, en un signal représentant le déplacement).

➤ **Limiter la plage de fréquences du signal** : c'est le rôle de des filtres passe-haut, passe-bas, ou passe-bande, à fréquences de coupure fixes ou réglables par l'utilisateur. Cette opération permet de réduire l'influence des composantes hautes ou basses fréquences du signal jugées indésirables, de concentrer l'analyse du signal dans une plage de fréquences définies ou d'effectuer des mesures selon les spécifications d'une norme.

➤ **Amplifier de nouveau le signal obtenu** : cette amplification permet d'adapter la gamme dynamique d'entrée du convertisseur pour avoir la meilleure qualité de signal.

➤ **Numériser le signal**

C'est le rôle du convertisseur analogique /numérique (CAN) qui transforme le signal en données numériques avant de les transmettre :

- ✓ A une unité de mesure de grandeurs scalaires (amplitudes crête).
- ✓ A un collecteur de données informatisées ou à analyseur.
- ✓ A une éventuelle unité de conservation du signal temporel ou pour traitement différé des signaux [13].

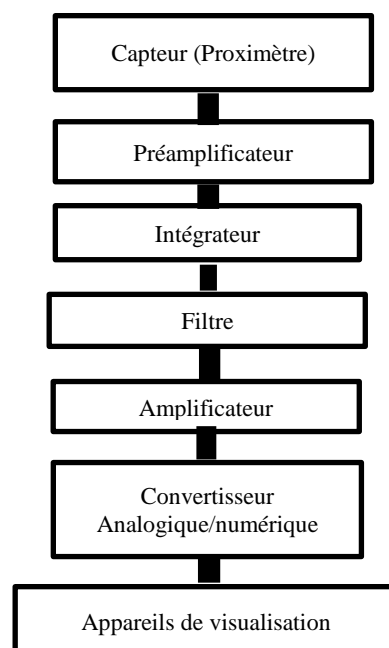


Figure II.20 – Exemple type d'une chaîne de mesure munie d'un accéléromètre [13].

II.8 Conclusion

Ce chapitre présente quelques généralités sur les vibrations (origine, type,...), nous avons exposé les types des capteurs utilisés pour la mesure du signal vibratoire (accéléromètre, vélocimètres, proximètre,...).

La mesure de vibration constitue un domaine intéressant pour la maintenance des machines tournantes. Elle est basée sur la détection des défauts pouvant affecter la machine tournante. La surveillance des roulements par analyse vibratoire est un moyen intéressant pour obtenir des informations sur l'état de la machine tournante afin d'exploiter ces informations dans la maintenance, car elle permet de suivre et d'analyser l'évolution du spectre du signal mesuré en un ou plusieurs point de la machine.

Au stade de diagnostic, l'analyse vibratoire constitue une des meilleures méthodes en particulier pour l'étude des pannes mécaniques sur les machines tournantes.

Chapitre III
Automate programmable
S7-300

III.1 Introduction

Avec l'évolution de la technologie, les exigences attendues de l'automatisation sont tirées à la hausse. Elles devraient désormais assurer la productivité, affinement qualitatif et diminution des coûts de production. Bien d'autres améliorations devraient parallèlement en découler : amélioration des conditions de travail, sécurité, sûreté fonctionnelle et suppression des tâches pénibles ou répétitives. Satisfaire toutes ces exigences dans l'installation présentée précédemment, requiert la mise en place d'un automate programmable, nécessaire à une bonne gestion de la machine tournante.

III.2 Automate programmable

L'automate programmable est une machine électrique spécialisée dans la commande et la surveillance en temps réel des processus industriels. Il exécute une suite d'instructions insérées dans sa mémoire sous forme de programme, soit par une console de programmation ou un micro-ordinateur. Actuellement, sur le marché mondial, existent plusieurs types d'automates programmables qui diffèrent par leurs caractéristiques techniques. Parmi eux, l'on peut citer : Schneider, Omron, Freelands ABB, Siemens, Télémécanique, etc. Notre travail étant axé sur l'étude d'un automate programmable de type Siemens, une description assez exhaustive lui sera consacrée.

III.3 API SIEMENS

Siemens est l'une des sociétés mondialement réputées dans le domaine de la fabrication d'automates programmables. Elle a développé plusieurs types d'API. Les plus connus sont la famille S5(**Step5**) et S7(**Step7**). Parmi les S5, il y a S5-90U, S5-95U, etc. En ce qui concerne les S7, SIEMENS a développé d'autres nouvelles générations : S7-200, S7-300 et S7-400 [15].

III.3.1 Spécificités de l'API S7-300

Le S7-300, automate conçu pour des solutions dédiées au système manufacturier, constitue à ce titre une plate –forme d'automatisation universelle pour des applications avec architectures centralisées et décentralisées. L'innovation est permanente et manifeste par exemple dans le développement continu de la gamme des CPU avec entre autres de nouveaux modèles focalisés sur la sécurité, motion contrôle ou avec interface **Ethernet/PRO Finet** intégrée.

De nombreuses applications sont remplies par le S7-300, en particulier dans l'industrie automobile, la construction OEM (Original Equipment Manufacturer), mais aussi emballage,

agroalimentaire. Il peut également s'intégrer dans des solutions compactes avec HMI (Interface Homme/Machine) ou dans des têtes des stations pour le traitement intelligent décentralisé [15].

III.3.1.1 Gamme de modules

Le **SIMATIC S7-300** est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme de modules suivants (Figure III.1) :

- Unités centrales (CPU) de capacités différentes avec entrées/sorties intégrées (ex : CPU314C) ou avec interface PROFIBUS intégrée (ex : CPU314C-2DP) ;
- Module d'alimentation PS (Power Supply), pour la conversion des tensions réseaux alternative ou continues en tension 5V ou 24V ;
- Modules de signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques ;
- Modules de fonction FM assurant des fonctions de positionnement, régulation et comptage ;
- Modules CP (port de communication) permettant de raccorder une CPU aux différents réseaux.

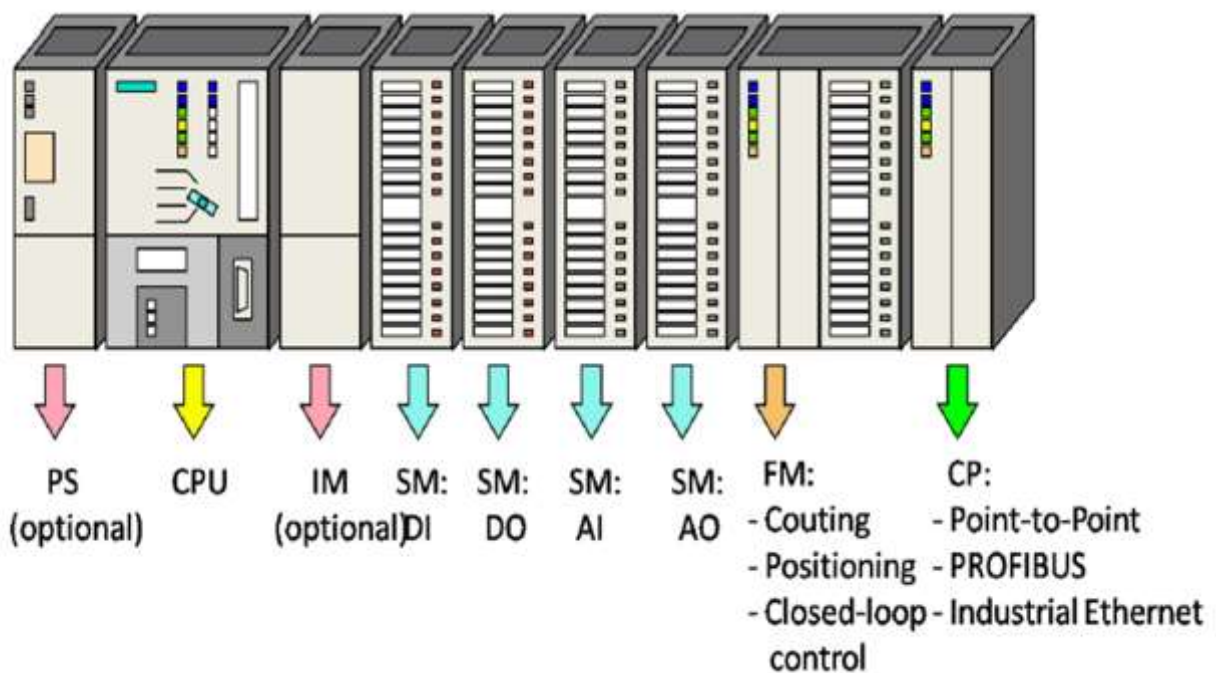


Figure III.1 - Constitution d'un API S7-300[16].

III.3.1.2 Choix de l'automate S7-300

- Il est partie prenante d'une gamme étoffée de modules pour l'adaptation optimale de la tâche d'automatisation qu'on va réaliser ;
- Extension sans perturbation lorsque l'ampleur de la tâche augmente en raison des extensions prévues pour l'unité ;
- Souplesse d'utilisation, grâce à la simplicité de réalisation d'architecture décentralisée et aux multiples possibilités de mise en réseau (MPI, PROFIBUS-DP), pour l'envoi d'informations sur l'état des bacs (niveau, pression et vibration...) vers la raffinerie.

III.4 API dans son environnement

Dans le cadre d'une évolution conduisant à une automatisation de plus en plus globale, l'automate est de moins en moins acheté « nu ». Il doit pouvoir se connecter à d'autres matériels à processeur et dialoguer avec les agents d'exploitation. Il faut donc se pencher sur ses liens avec son environnement et les fonctions qu'il doit assurer, outre son rôle premier de commande d'un dispositif de production.

III.4.1 Besoins de communication

L'API ne se limite pas à communiquer avec le processus qu'il pilote via ses modules d'E/S.

Parmi les autres types de relations susceptibles d'être assurées, nous en citerons seulement :

- ✓ Communication avec un opérateur par un pupitre ou un terminal industriel ;
- ✓ Affichage local de valeurs numériques ou de messages ;
- ✓ Échanges d'informations avec d'autres API ou systèmes de commande ;
- ✓ Échanges d'informations avec des capteurs et actionneurs intelligents ;
- ✓ Échanges d'informations avec une supervision ;
- ✓ Échanges d'informations avec un processeur maître, ou au contraire, avec des esclaves, dans le cadre d'un réseau.

III.4.2 Outils de Communication**III.4.2.1 Éléments de saisie d'information**

Il s'agit là d'outils simples et robustes, mais limités à une faible quantité d'informations par exemple les boutons poussoirs, ordres de marche (automatique ou manuelle) et d'arrêt.

III.4.2.2 Éléments transmettant des informations

Voyants, alarmes sonores et afficheurs sept segments.

III.4.2.3 Terminaux industriels

Ils permettent une communication homme/machine plus large que par le passé, et ce dans les deux sens (clavier alphanumérique, écran à affichage graphique, etc.). La supervision dont le rôle dépasse largement la communication entre API et opérateur, car il concerne l'ensemble du système automatisé de production, mais le poste de supervision n'en constitue pas moins un outil de communication à distance pour recevoir des informations de l'automate, lui donner des ordres (la supervision n'échangeant pas directement avec des capteurs et actionneurs), voire modifier certains de ses paramètres. La supervision se compose d'un logiciel spécialisé **Win CC**, d'un clavier opérateur et d'un écran (souvent de grand format).

III.4.3 Réseaux

Différents réseaux sont proposés en fonction des exigences de la communication industrielle, ils sont listés ci-après par ordre croissant de leur performance :

- MPI
- PROFIBUS
- Industriel Ethernet

III.4.3.1 MPI

Le réseau MPI (Multi Point Interface) sert pour les interconnexions de faible étendue aux niveaux terrain et cellule. Son utilisation reste cependant circonscrite aux automates SIMATIC S7 à la conception destinée à servir d'interface de programmation.

III.4.3.2 PROFIBUS

Le réseau PROFIBUS (Process Field Bus), voué de par sa conception aux nouveaux terrains et cellules. PROFIBUS sert à la transmission de volumes de données, petits et moyens, entre un nombre restreint de correspondants, type de communication caractérisé par un échange de données cycliques rapides.

III .4.3.3 Ethernet industriel

Ethernet industriel est un réseau pour les niveaux cellule et supervision, il permet l'échange de masses de données sur de longues distances entre un grand nombre de stations. Il est le réseau le plus puissant pour la communication industrielle, il nécessite peu de manipulations de configuration et est aisément extensible.

III.5 Définition du logiciel STEP7

Le **STEP 7** est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes SIMATIC (S7-300). Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. 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 test de l'installation d'automatisation.

III.6 Cahier des charges

III.6.1 La problématique

L'objectif de notre travail est d'utiliser l'analyse vibratoire pour réaliser une surveillance et un diagnostic fiable et pour détecter l'apparition et l'évolution de la plupart des défauts mécaniques dans la machine tournante (exemple mélangeur).

III.6.2 La solution proposée au problème

La procédure de l'analyse vibratoire consiste à détecter l'apparition d'un défaut sans démontage de la machine on prélevant le signal vibratoire à l'aide d'un capteur proximètre .

III.6.3 Condition de démarrage et arrêt de mélangeur

Pour assurer le démarrage de mélangeur en mode automatique il faut :

- Appui sur le bouton marche auto ;
- Le niveau de la vibration doit être inférieur à 8mm/s ;
- La pompe doit être en mode marche ;
- Le mode auto doit être prêt.

Pour assurer l'arrêt de mélangeur en mode automatique il faut :

- Soit la pompe en mode d'arrêt ;
- Soit le niveau de la vibration supérieure à 8 mm/s.

Pour assurer le démarrage de mélangeur en mode manuelle il faut :

- Appui sur le bouton marche man ;
- Le mode man doit être prêt.

Pour assurer l'arrêt de mélangeur en mode manuelle il faut :

- Appui sur le bouton arrêt man.

III.6.4 Description des équipements du système existant

Le système est composé des éléments suivants :

III.6.4.1 Mélangeurs

Ce sont des équipements qui permettent de mélanger l'huile avec l'acide phosphorique lors de la démulcination et l'huile avec la soude caustique lors de la neutralisation.



Figure III.2 - Mélangeur.

III.6.4.2 Les réacteurs chimique

C'est là où s'effectue le brassage pendant 20 à 30 min.



Figure III.3 - Réacteur chimique.

III.6.4.3 Les séparateurs

Ce sont des équipements qui permettent la séparation des phases (d'extraire les particules solides d'un liquide).



Figure III.4 - Séparateur.

III.6.4.4 La pompe centrifuge

C'est un organe qui sert à aspirer et à refouler un fluide tel que l'eau, il est entraîné par un moteur asynchrone triphasé. Les pompes centrifuges sont des machines qui sont largement utilisées pour assurer le transfert de fluides. Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de leurs simplicités et faibles coûts.



Figure III.5 - La pompe centrifuge.

III.6.4.5 Les capteurs

Définition

Un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique en une grandeur généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de commande.

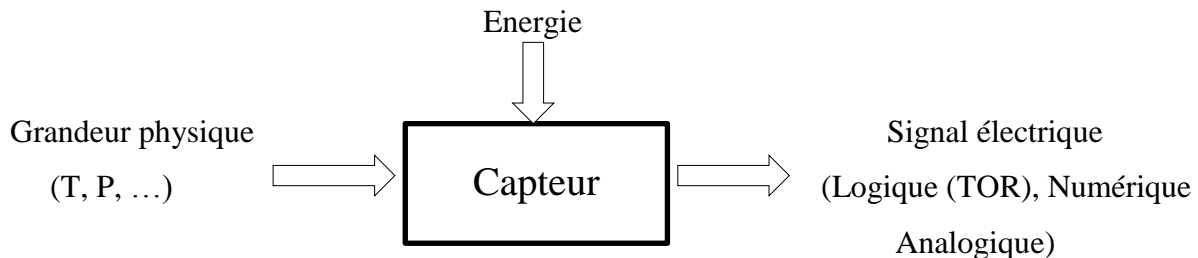


Figure III.6 – Capteur.

Caractéristiques d'un capteur

- Entendue de mesure : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.
- Résolution : Plus petite variation de la grandeur mesurable par le capteur.
- Sensibilité : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- Précision : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.
- Rapidité : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.

III.6.4.5.1 Description des capteurs du système proposé

Le proximètre, ou sonde capteur de déplacement sans contact directement proportionnel au déplacement relatif de la vibration d'un arbre ou d'un rotor.



Figure III.7. Le proximètre.

III.6.4.6 Moteur asynchrone

Le moteur asynchrone est constitué de deux parties : Le rotor et le stator

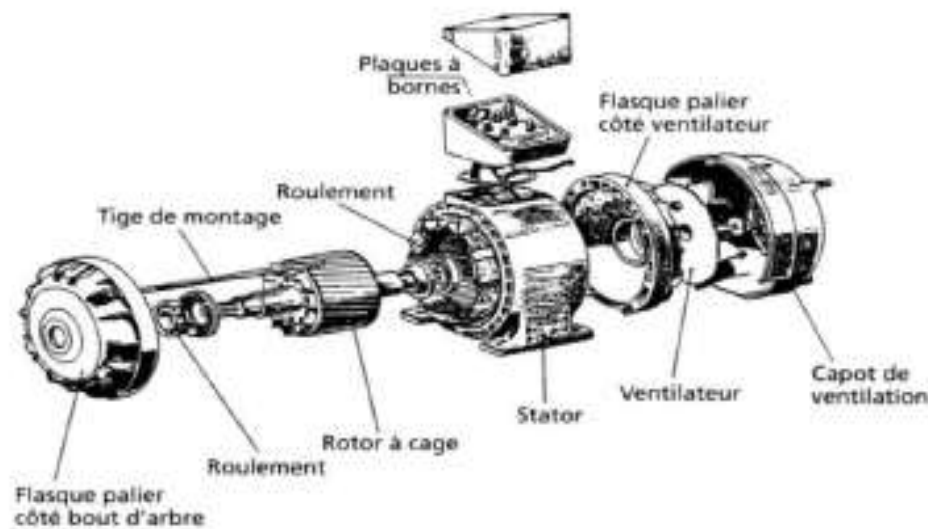


Figure III.8 - Moteur asynchrone [13].

III.6.4.6.1 Le stator

Le stator est formé d'une carcasse ferromagnétique qui contient trois enroulements électrique. C'est la partie fixe du moteur. Le passage d'un courant dans les enroulements crée un champ magnétique à l'intérieur du stator. Sur les moteurs triphasés, il y a trois enroulements alimentés (en étoile 230V ou triangle 400V) chacun par une phase. Pour le moteur asynchrone, Le stator est l'inducteur (celui qui "induit" qui crée le champ magnétique). Au centre des trois bobines se trouve le rotor [13].

III.6.4.6.2 Le rotor

C'est l'élément en rotation qui transmet la puissance mécanique, Il se trouve au centre du moteur, il est soumis au champ magnétique crée par le stator. Pour le moteur asynchrone le rotor est l'induit (celui qui subit les courants "induits") [13].

Principes de fonctionnement

Les 3 enroulements du stator sont orientés à 120° l'un par rapport à l'autre. Alimentés en courant triphasé (chaque courant est déphasé de $1/3$ période), ces enroulements créent un champ magnétique tournant. Sa vitesse de rotation s'appelle vitesse de synchronisme. Sa

valeur en tours par secondes vaut la fréquence du réseau qui alimente les bobines en Hz (50Hz).

III.6.5 Le mode de fonctionnement

a) Le mode manuel

Le mode d'exploitation en manuel est celui qui permet d'utiliser l'installation dans une configuration différente de celle proposé par l'automatisme. Le pilote de l'installation a la possibilité de commander certains éléments en manuel afin de les commander individuellement.

b) Le mode automatique

Certains fonctions de l'installation peuvent être positionnées en mode automatique. Dans ce cas les actionneurs sont pilotés en fonction des modifications d'état des événements apparaissant et disparaissant sur l'installation.

III.7 Conclusion

L'analyse du problème mène à une déduction d'une base des entrées et des sorties qui nous permettra par la suite de réfléchir au choix de la gamme d'automate programmable, de la CPU et les types de modules qui vont être utilisés. Nous avons présenté les caractéristiques de l'API S7-300 de la famille SIEMENS qui est l'automate choisit pour surveiller le mélangeur.

CHAPITRE IV

Programmation et supervision

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre nous donnons une description générale sur le logiciel STEP7 de la famille S7 de la firme SIEMENS et nous présentons PLC-SIM qui est une application de STEP7 qui permet de faire la simulation sans avoir besoin d'une CPU matérielle à l'API. Enfin pour visualiser l'évolution de notre processus nous élaborons la supervision avec le WINCC flexible.

IV.2 Création du projet

Double-cliquez sur l'icône **SIMATIC MANAGER** sur le bureau Windows ; choisissez la commande de menu **Fichier > Assistant " Nouveau projet"**, si l'assistant ne démarre pas automatiquement, sélectionnez pour notre projet la CPU 314 C-2 DP, comme le montre la figure IV.1 suivante.

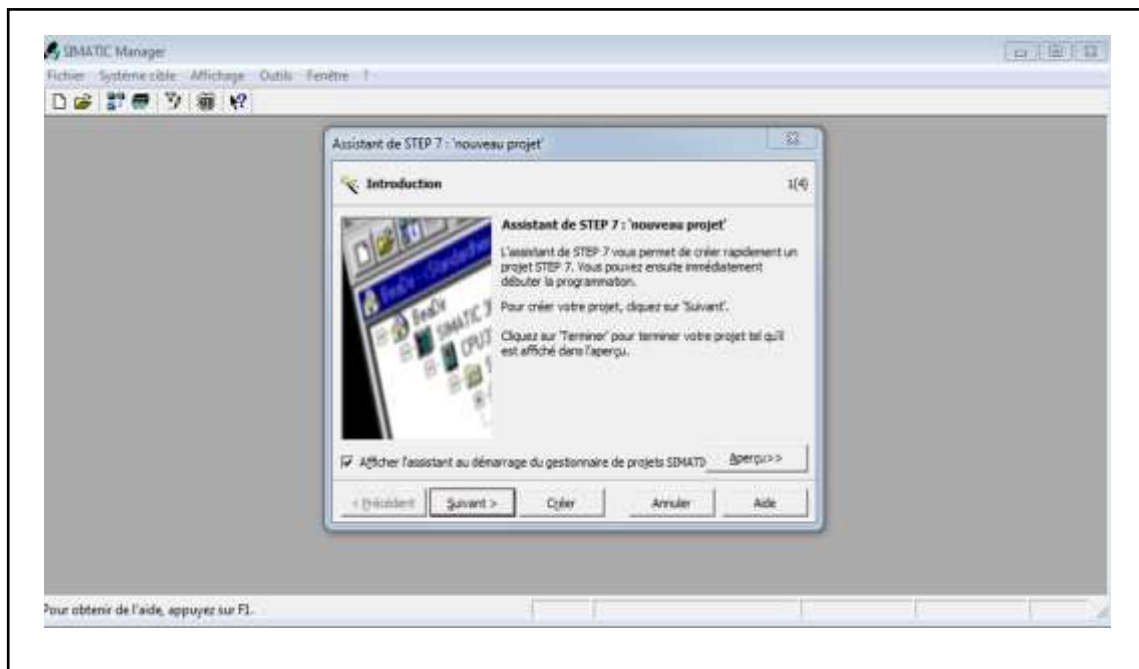


Figure IV.1 - Assistant nouveau projet.

L'adresse MPI est réglée par défaut sur 2. Confirmez vos sélections et passez au prochain dialogue avec **suivant**. L'adresse MPI (Multi Point Interface) est requise pour la communication entre la CPU et le PC, comme le montre la figure IV.2.

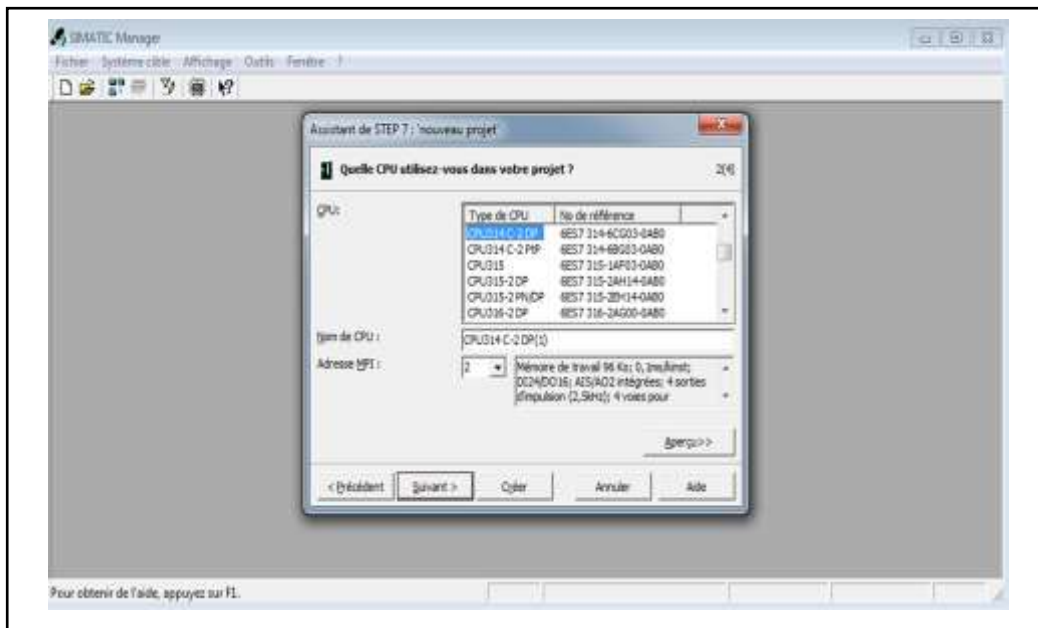


Figure IV.2 - Choix de la CPU.

Sélectionnez le bloc d'organisation **OB1** ; choisissez votre langage de programmation : **CONT, LOG, LIST**.

Dans notre projet, notre attention a été retenue par le langage de programmation à contact (**CONT**), langage le plus utilisé par les automaticiens. Confirmez vos sélections avec **suisvant**, c'est le cas dans la figure IV.3.

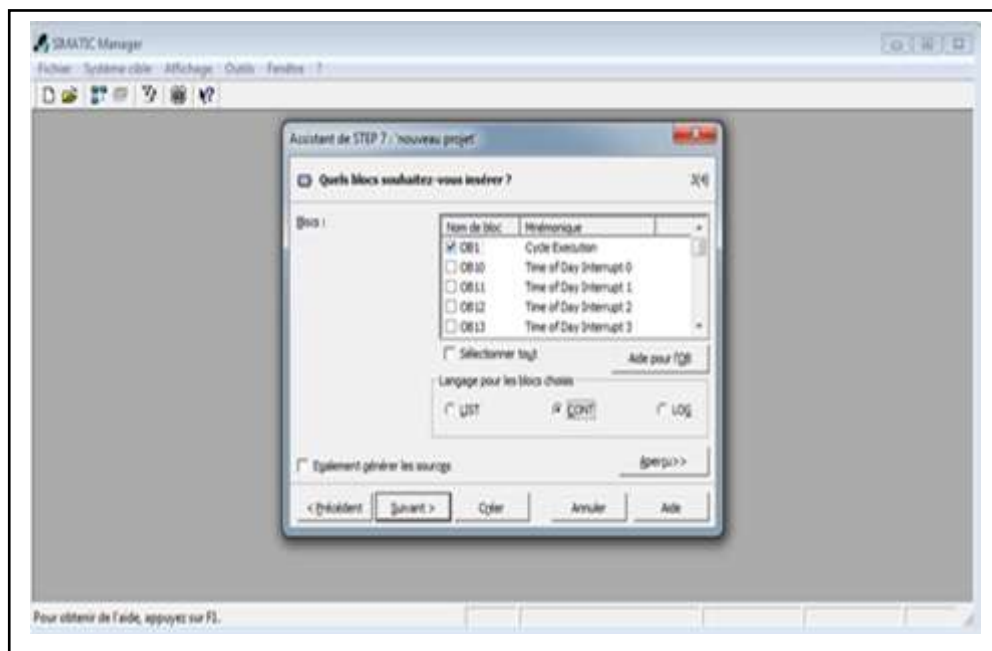


Figure.IV.3 - Choix du bloc d'exécution et de langage de programmation.

Sélectionnez double-cliquant dans la zone de texte ‘**Nom du projet**’ le nom proposé et entrez à la place de celui-ci ‘**stage**’. Si vous cliquez sur **Créer**, votre nouveau projet sera créé selon la structure que vous pouvez voir avec **Aperçu**, tel que représenté en figure IV.4.

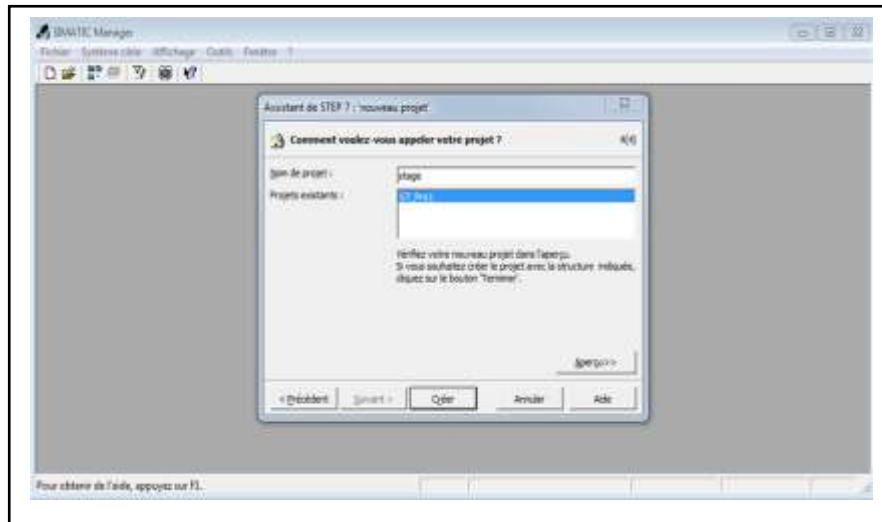


Figure IV.4 - Nom du projet.

IV.3 Configuration matérielle

La configuration matérielle est une étape importante. Elle consiste à disposer les châssis (rack), les modules et les appareils de la périphérie centralisée.

Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre définis de modules comme dans les châssis réels.

Dans notre cas, nous avons choisis une alimentation PS 307 10A, la CPU 314 C-2 DP avec entrée/sortie intégrée pour la configuration de notre matérielle. (Le choix du nombre d’entrée/sortie doit être fait en fonction des besoins de notre machine). Figure.IV.5.

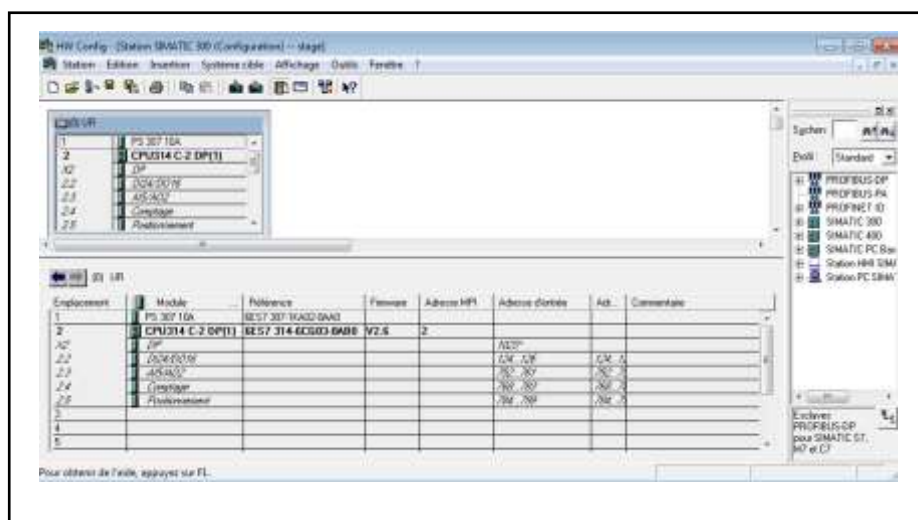


Figure IV.5. Configuration matérielle.

IV.4 Table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposée.

Il est destiné à rendre le programme lisible et aide donc à gérer facilement le grand nombre de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom qu'on a donné à l'adresse pourra être utilisé directement dans le programme une fois les affectations terminées.

La figure suivante illustre une partie de la table des mnémoniques de notre projet.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
1	affichage vibration m1	MD 20	REAL	
2	affichage vibration m2	MD 24	REAL	
3	affichage vibration m3	MD 28	REAL	
4	Affichage vibration m4	MD 32	REAL	
5	ALARME M2	A 124.3	BOOL	
6	ALARME M3	A 124.5	BOOL	
7	ALARME M4	A 124.7	BOOL	
8	ALARME M1	A 124.0	BOOL	
9	ARRET MANUEL M3	M 2.7	BOOL	
10	ARRET MANUEL M1	M 0.5	BOOL	
11	ARRET MANUEL M2	M 1.6	BOOL	
12	ARRET MANUEL M4	M 4.0	BOOL	
13	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
14	ENTRE INT M3	MW 254	INT	
15	ENTRE INT M4	MW 256	INT	
16	ENTRE INT M1	MW 250	INT	
17	MARC MANUEL M1	M 0.4	BOOL	
18	MARCHE MANUEL M2	M 1.5	BOOL	
19	MARCHE MANUEL M3	M 2.6	BOOL	
20	MARCHE MANUEL M4	M 3.7	BOOL	
21	melangeur	FC 1	FC 1	
22	MELANGEUR M2	A 124.4	BOOL	
23	MELANGEUR M3	A 124.6	BOOL	
24	MELANGEUR M4	A 125.0	BOOL	
25	MELANGEUR M1	A 124.1	BOOL	

Figure. IV.6 - Table de mnémoniques.

Dans notre table des mnémoniques nous avons :

- Les sorties qui sont adressé avec A (ex : A124.0, A124.3....).
- Les Memento qui sont des bits internes à l'automate qui sont adressé avec M (ex : M0.3, M3.6, ...).

IV.5 Les blocs

Pour réaliser la tâche d'automatisations on doit charger dans l'automate les blocs qui contiennent les différents programmes et donnés. Les blocs existant sont (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

IV.5.1 Bloc d'organisation (OB)

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, FC, SFC, SFB) qui contiennent les programmes,
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

On a utilisé le bloc d'organisation **OB1** qui est appelé par le système d'exploitation, il fait appel aux autres blocs qui constituent le programme, lorsque on appelle un bloc fonctionnel dans l'OB1 un bloc de donnée associé sera créé automatiquement.

La figure suivante représente un réseau dans OB1 : (le reste voir l'annexe).

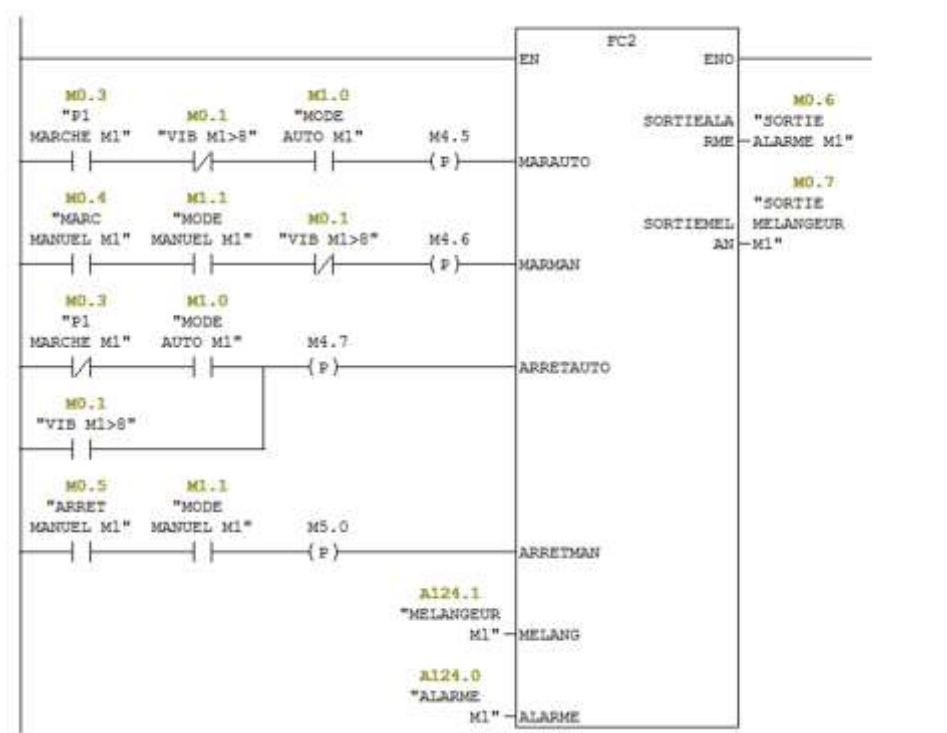


Figure. IV.7 - Réseau 1 dans l'OB1.

IV.5.2 Blocs fonctionnelles (FB)

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code, on lui associé un bloc de données d'instance DB relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

IV.5.3 Blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas d'instructions, ces données seront utilisées par d'autres blocs.

IV.5.4 Bloc fonction (FC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

IV.6 Création du programme

OB1 est le bloc principal d'organisation, il fait appel aux fonctions (FC), pour notre programme nous avons 2 blocs fonctionnels (2 FC).

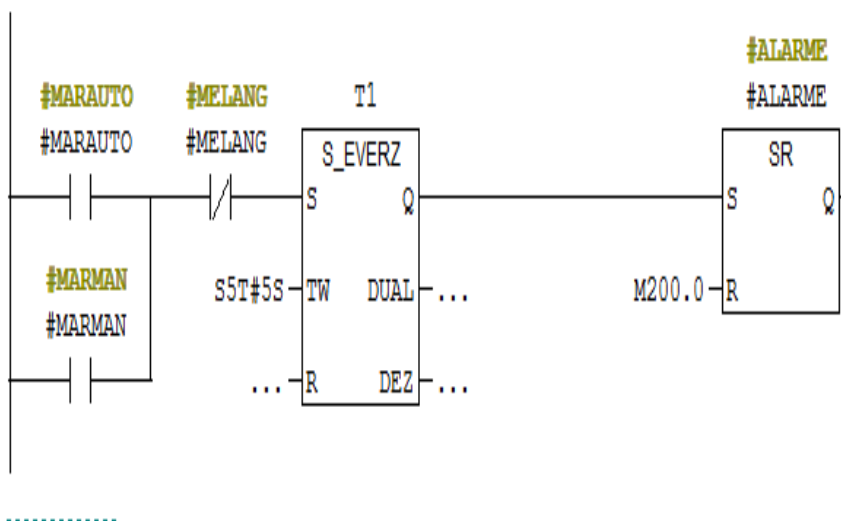
IV.6.1 Les fonctions FC

- Mélangeur :

Ce bloc utilisé pour les quatre mélangeurs avec la modification dans les adresses.

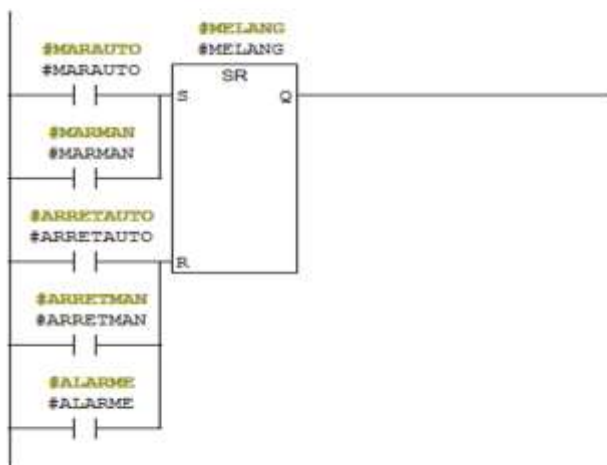
Réseau 1: Titre :

```
alarme défaut.
```



Réseau 2 : Titre :

marche/ arrêt le mélangeur



Réseau 3 : Titre :

la sortie mélangeur



Réseau 4 : Titre :

la sortie alarme



Figure IV.8 - Bloc de fonction FC1.

- Mise à l'échelle de la vibration

Quatre blocs qui traitent les valeurs analogiques relevé par les quatre capteurs de vibration monté sur les mélangeurs, avec un comparateur dans chaque bloc, si la vibration dépasse 8mm/s dans l'un des capteurs le mélangeur associé arrêté.

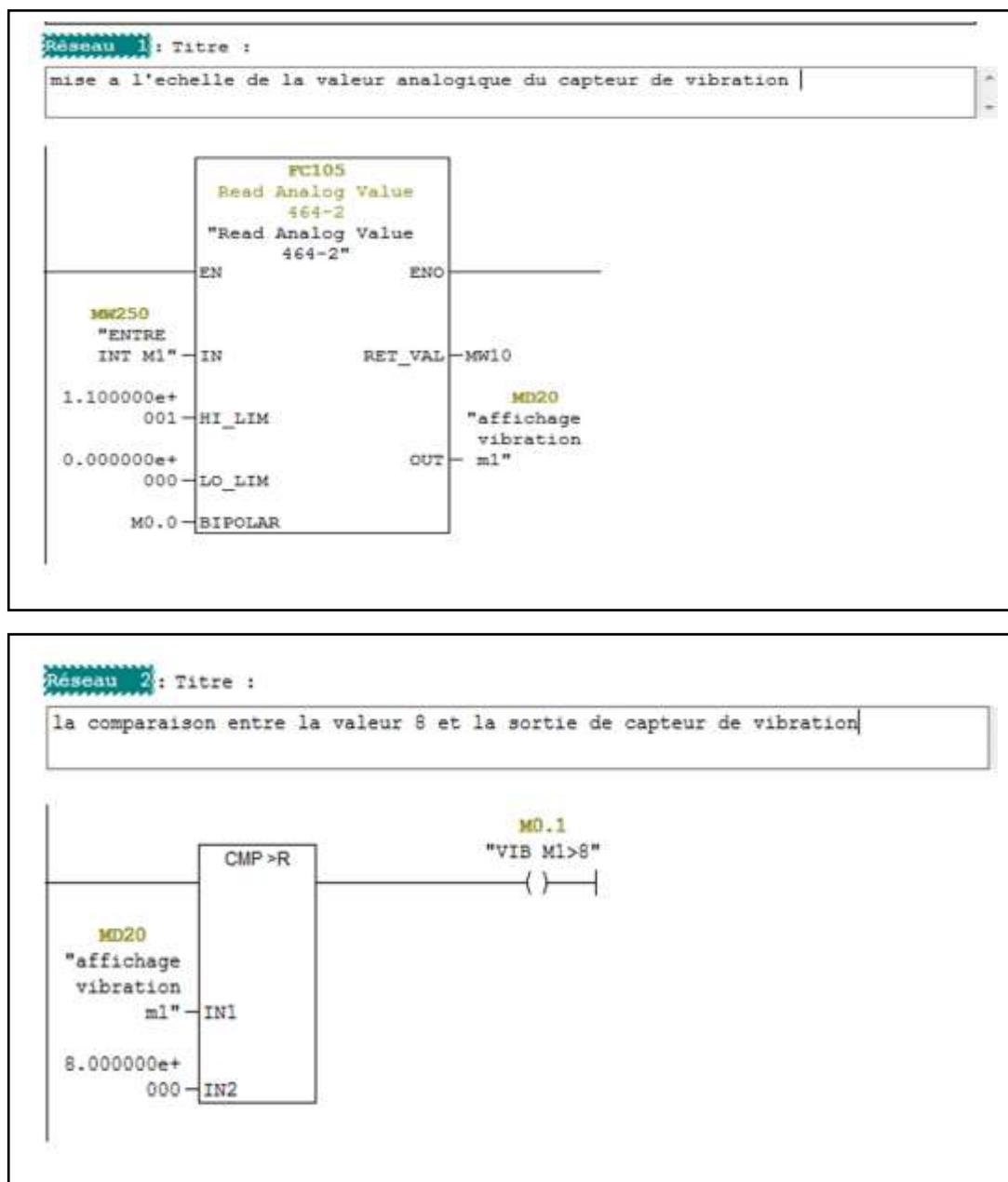


Figure IV.9 - Bloc FC2.

Remarque : Le reste du programme réaliser est présenté dans l'annexe.

IV.7 Simulation de programme avec S7-PLCSIM

IV.7.1 Présentation de S7-PLCSIM

Le S7-PLCSIM est une application qui nous permet de simuler, d'exécuter et de tester un programme élaboré dans un ordinateur ou dans une console de programmation.

La simulation est 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, surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme, par exemple d'activer ou de désactiver des entrées. En exécutant un programme dans la CPU simulée, on a la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, par exemple, la table des variables afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

IV.7.2 Ouverture du simulateur et chargement de programme élaboré :

A) Ouverture du simulateur S7-PLCSIM

Lancement du simulateur S7-PLCSIM, est effectué en suivant ces étapes :

1-Démarrer le gestionnaire de projet SIMATIC en cliquant sur son icône.

2- Lancer l'application S7-PLCSIM en cliquant sur son icône  qui se trouve dans la Barre d'outils de gestionnaire de projet SIMATIC, comme le montre la figure suivante, ou en sélectionnant la commande «outils, simulation de module»:

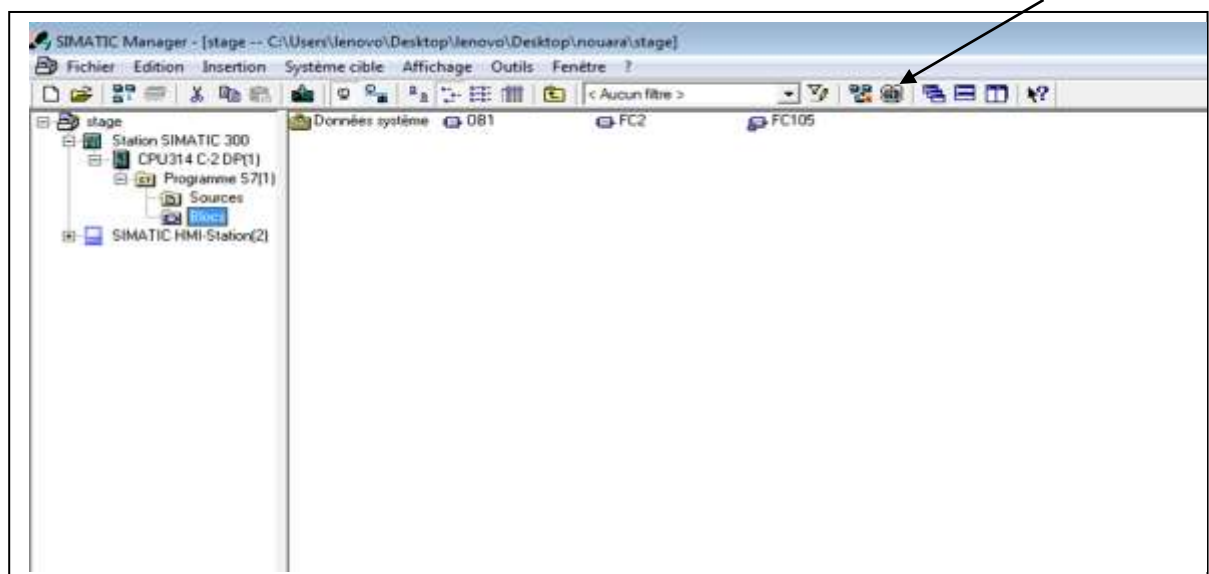


Figure IV.10 - Fenêtre d'ouverture de simulateur S7-PLCSIM.

B) Chargement du programme

Pour charger un programme dans la CPU, on sélectionne le classeur « blocs » dans la structure hiérarchique du projet puis on clique sur l'icône de chargement ou on sélectionne la commande « système cible, charger » comme le présente la figure suivante :

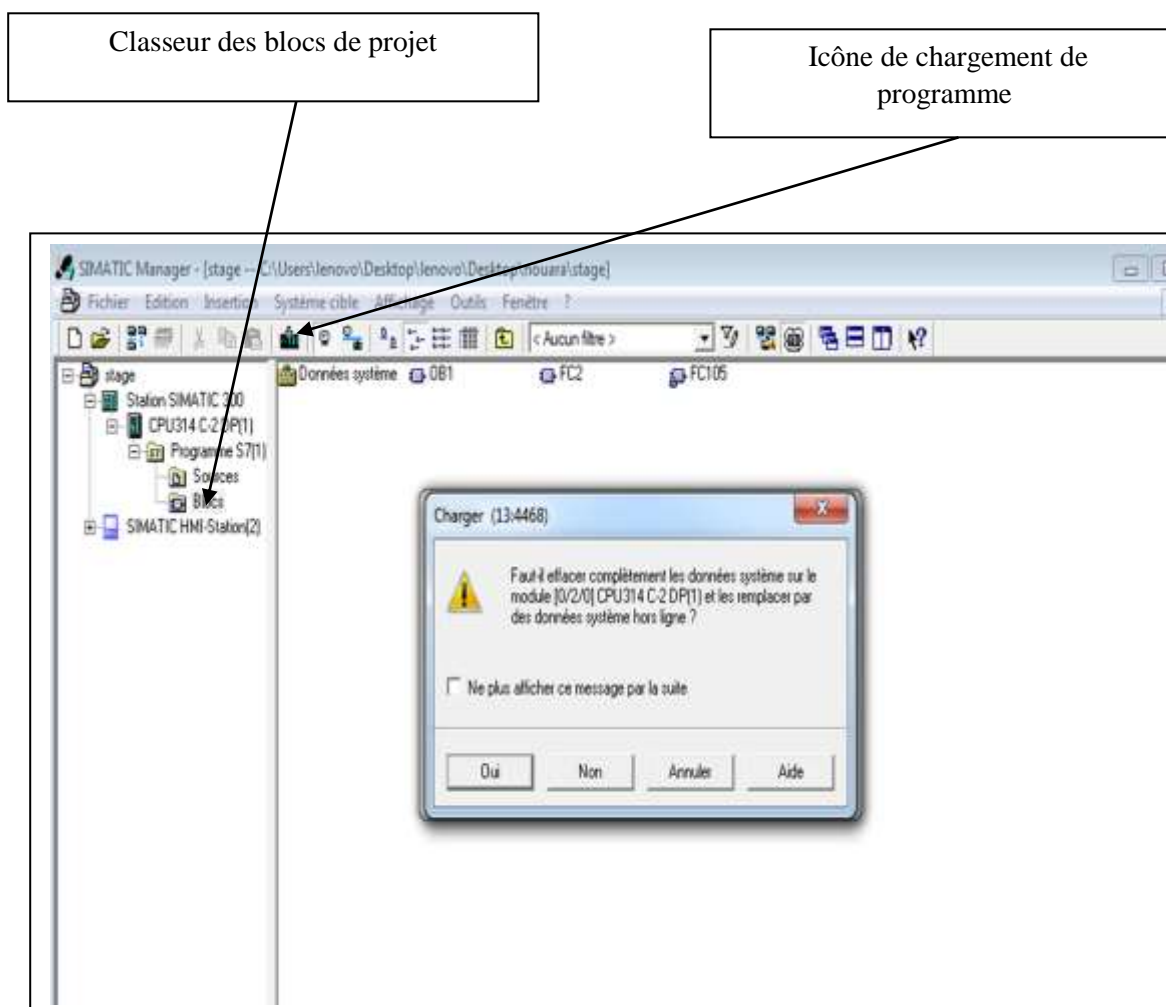


Figure IV.11 - Fenêtre de chargement de programme dans l'API.

C) Configuration du simulateur

Le programme contient des entrées, sorties, mémentos, temporisation et des compteurs ; en exécutant le programme, on peut utiliser des fenêtres pour forcer les entrées à 1 ou à 0 et visualiser les valeurs des temporisations et changement des sorties, pour créer les diverses fenêtres, on suit les étapes suivante :

- 1- Créer une fenêtre permettant de modifier l'état des entrées intervenant dans le programme.
 - choisir la commande « Insertion, entrée » ou directement à partir de la barre d'outils.
 - 2- Créer une fenêtre permettant de modifier l'état des sorties intervenant dans le programme.
 - Choisir la commande « Insertion, sortie » ou directement à partir de la barre d'outils.
 - 3- Créer une fenêtre pour les mémentos intervenant dans le programme :
 - Choisir la commande « Insertion, Mémento » ou directement à partir de la barre outil.
- Les fenêtres utilisées dans le programme sont représentées dans la figure IV.12.

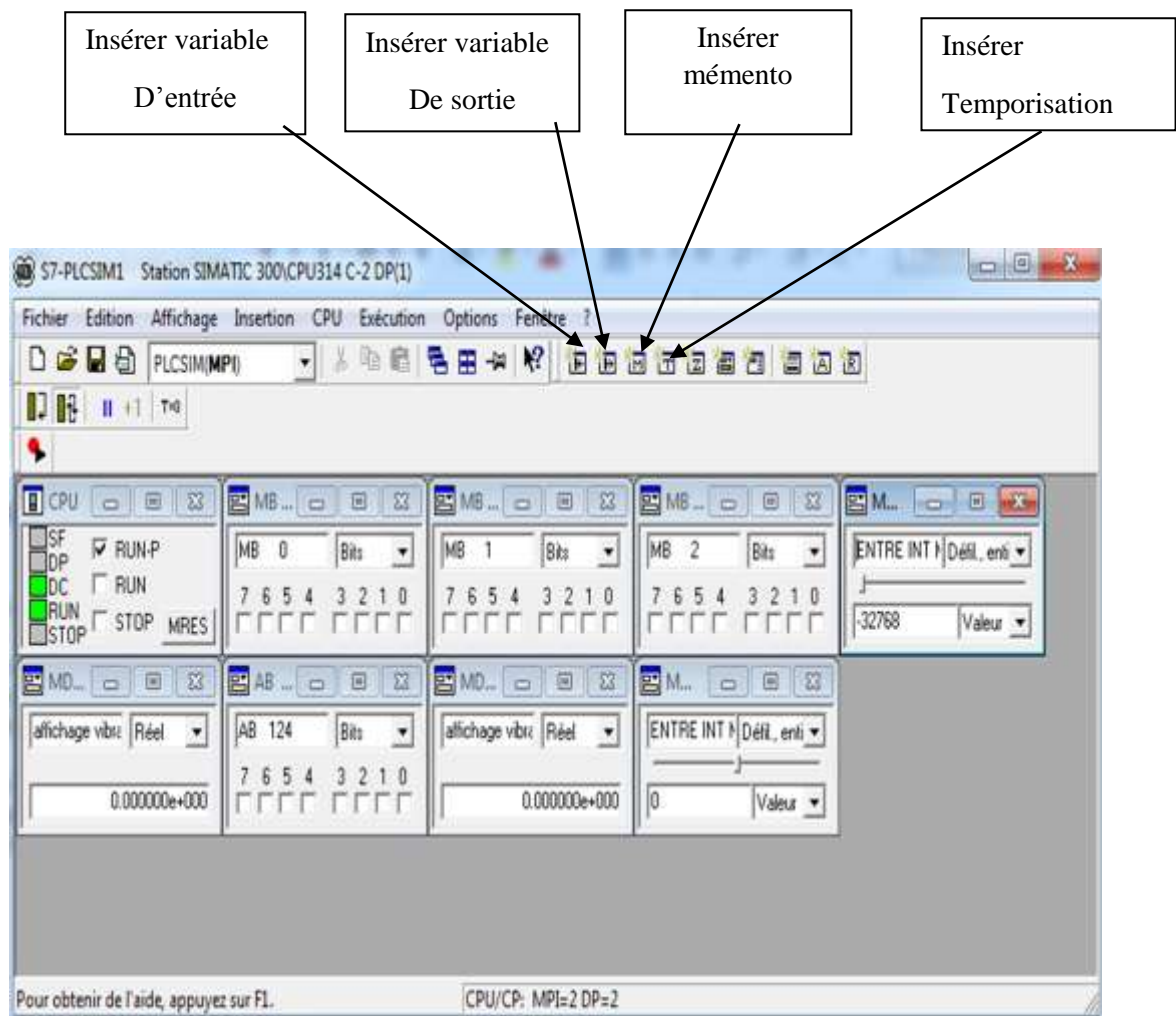


Figure IV.12 - Fenêtre de configuration de simulateur.

D) Exécution de programme

Pour démarrer l'exécution de programme on met la CPU en mode fonctionnel 'RUN' c'est-à-dire la CPU traite le programme utilisateur, ce dernier ne peut pas être modifié.

Pour le mode fonctionnel 'RUN-P' (RUN-PROGRAMME), c'est-à-dire la CPU traite le programme utilisateur qui peut être modifié, l'effacement général de programme s'effectue en cliquant sur le bouton 'MRES'.

Le mode de fonctionnement ‘STOP’, la CPU est arrêtée, c’est- à -dire elle ne traite aucun programme utilisateur.



Figure IV.13 - Sélection de mode de la CPU.

E) Simulation de programme

Le réseau de communication MPI qui est l’interface de la CPU utilisée pour le chargement et la visualisation de programme dans l’automate.

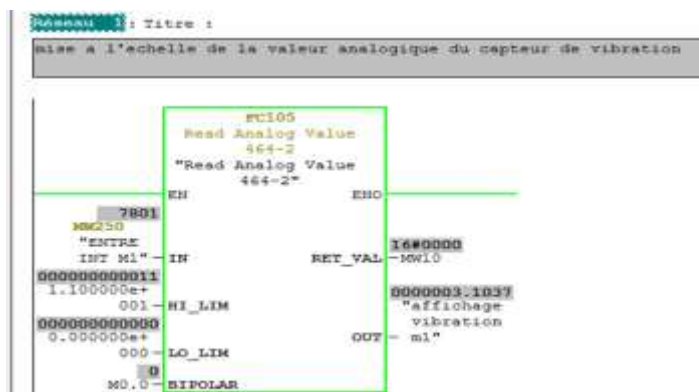


Figure IV.14 - La simulation de programme.

IV.8 Les fonctions utilisées dans le programme (voir l’annexe)

Pour l’élaboration du programme, les différentes fonctions utilisées sont :

- ✓ **Les opérations de comparaison** : Elles comparent les entrées.
- ✓ **La bascule ‘SR’** : Si l’état de signal est 1 à l’entrée ‘S’ et 0 à l’entrée ‘R’, la bascule est mise à 1, Si l’état de signal est 0 à l’entrée ‘S’ et 1 à l’entrée ‘R’, la bascule est mise à 0.

- ✓ **Les fonctions combinatoires sur bit** : Permet d'interroger l'état de signal de deux opérands ou plus indiqués aux entrées d'une boîte ; exemple : la porte 'ET', la porte 'OU' et l'inverseur qui permet d'inverser une entrée binaire.
- ✓ **Détecteur de front montant 'P'** : L'opération front montant détecte le passage de 0 à 1 dans l'opérande indiqué (front montant).
- ✓ **La fonction de mise à l'échelle 'FC105'** : Si l'état de signal de 'EN' égale 1 (entrée activée), la fonction 'SCALE' est exécutée. Dans cet exemple, la valeur entière sera convertie en une valeur réelle échelonnée entre 'K1' et 'K2' et écrite dans le paramètre de sortie 'OUT'.
Les constantes K1 et K2 sont définies selon que la valeur d'entrée est bipolaire ou unipolaire.
 - Bipolaire : la valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre -27648 et +27648.
Donc : $K1 = -27648$ et $K2 = +27648$.
 - Unipolaire : La valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre 0 et 27648.
Donc : $K1 = 0$ et $K2 = +27648$.
- ✓ **La fonction affectation** : Fournit le résultat logique c'est-à-dire un signal 1 ou 0.
- ✓ **La fonction de temporisation (S-ERVEZ)**.

IV.9 la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle sert à représenter et à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé. Le système assure aussi un rôle du gestionnaire des alarmes, d'archivage pour la maintenance, le traçage des courbes, l'enregistrement des historiques des défauts et le suivi de la production.

Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour les quatre mélangeurs afin de surveiller et de détecter en temps réel des problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement de l'installation.

IV.9.1 Présentation du logiciel de supervision Win CC flexible 2008

Win CC est un système HMI performant, utilisé sous Win XP et 2000, il nous permet de visualiser le processus, ce qui facilite la surveillance par un graphisme à l'écran, dès qu'un état évolue, l'affichage est mis à jour, l'utilisateur peut par exemple démarrer une pompe.

Lorsqu'un état de processus devient critique, une alarme se déclenche automatiquement, l'écran affiche un message en cas de franchissement d'un seuil prédéfini. Les alarmes et les valeurs peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par Win CC. Ceci nous permet de documenter la marche et avoir accès ultérieurement aux données de production du passé [15].

IV.9.2 L'application RUNTIME (accès à la supervision)

Le logiciel RUNTIME permet à l'opérateur d'assurer la conduite et la surveillance du processus en temps réel. Les tâches incombant au logiciel RUNTIME sont :

- Lecture des données et affichage des vues à l'écran ;
- Communication avec l'automate programmable ;
- Archivage des données actuelles de RUNTIME [15];
- Conduite du processus, à titre d'exemple : mise en marche/arrêt ;

IV.9.3 Intégration de Win CC flexible dans le STEP7

Une solution d'automatisation complète est composée d'une HMI telle que Win CC flexible, et d'un système d'automatisation, d'un bus système et d'une périphérie.

Pour intégrer le Win CC flexible dans un projet de STEP 7, on clique sur « Projet intégrer dans le projet STEP 7 » puis on choisit le nom de projet 'stage' dans la Barre d'outils de Win CC flexible.

IV.9.4 Création d'un nouveau projet

Pour réaliser une interface graphique à l'aide du Win CC flexible on doit procéder aux étapes suivantes :

1. Double-clique sur l'icône Win CC flexible qui se trouve dans le bureau.
2. Créer un nouveau projet (créé un projet vide) Figure IV.15.

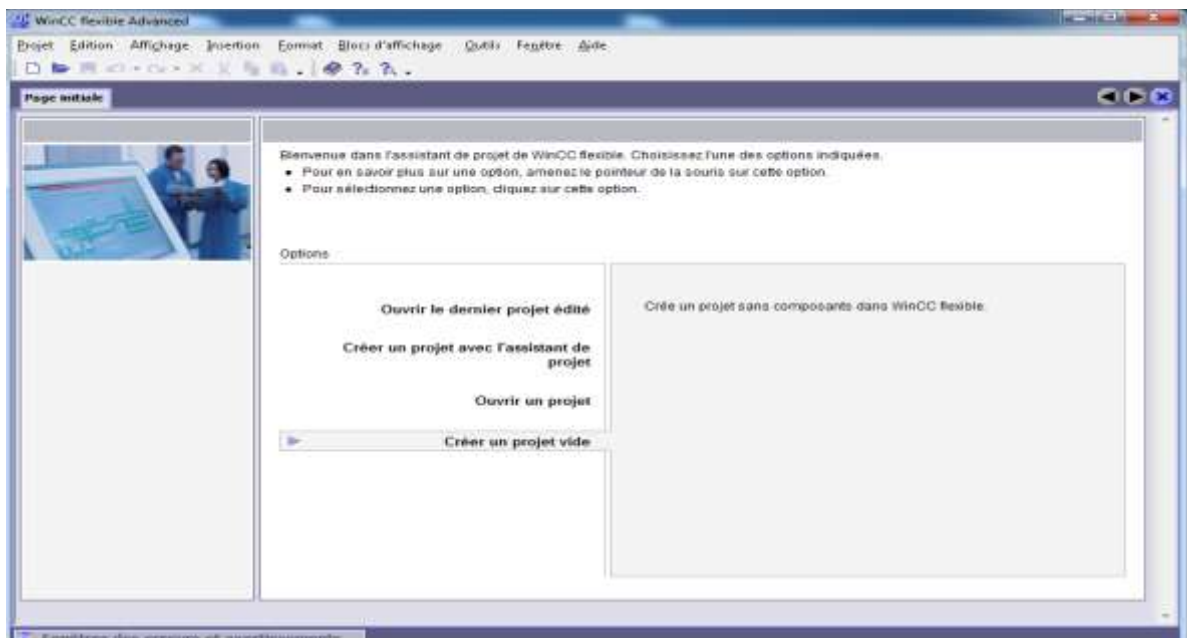


Figure IV.15 - Assistant de Win cc.

3. Choisir le pupitre. Figure IV.16.

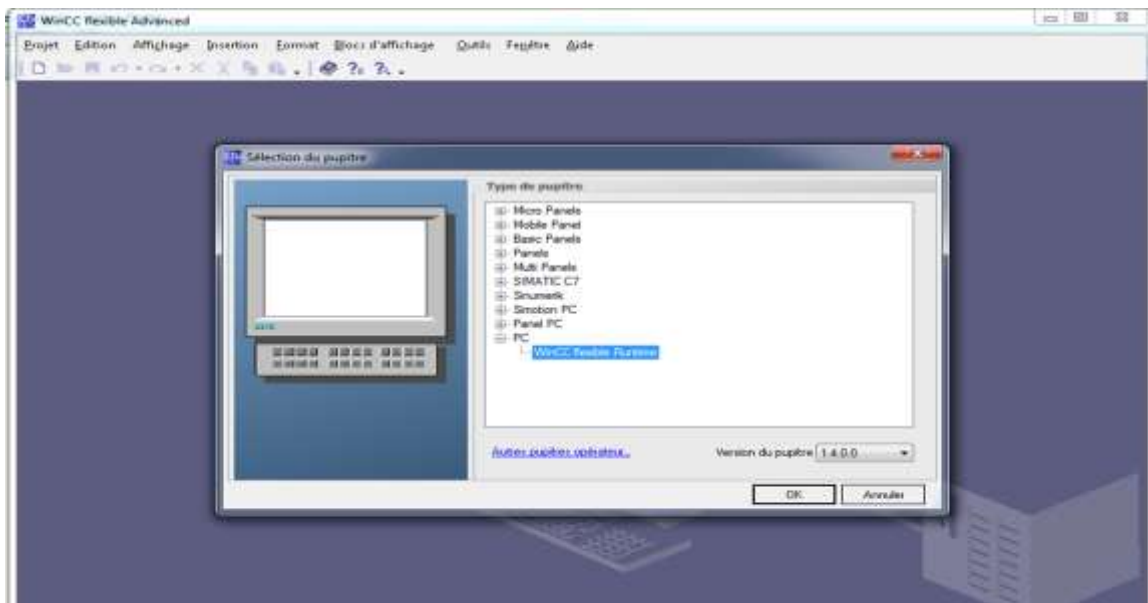


Figure IV.16 - Choix du pupitre dans l’environnement Win CC flexible.

4. Cliquez sur projet et intégré dans le projet step 7 qui se trouve dans la fenêtre du travail.

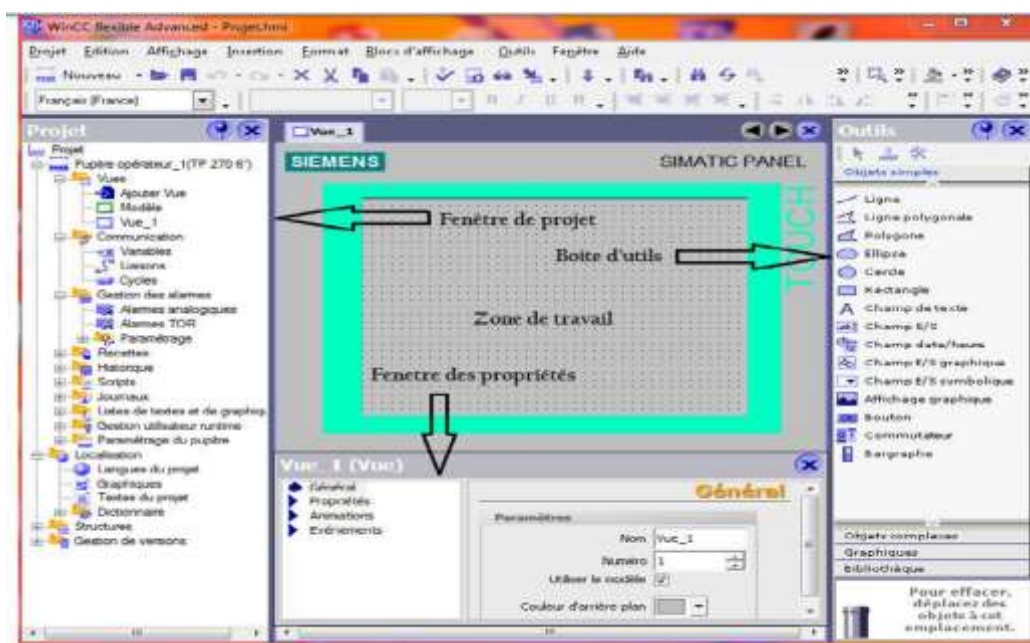


Figure .IV.17 - Fenêtre du travail dans le Win CC Flexible.

- 1) **Zone de travail** : C’est là où se fait la construction des différents vue du projet.
- 2) **Boîte d’outils** : Cette zone nous offre la possibilité d’importer les éléments de base nécessaire pour la création des vues (bouton, champ graphique, champ de texte,...etc.).

3) **Fenêtre de projet** : elle affiche la structure du projet, on peut à partir de cette zone créer des vues, des variables configurés et des alarmes.

4) **Fenêtre des propriétés** : Elle permet de changer ou modifier les propriétés d'un objet sélectionné dans la zone de travail.

Après avoir fait le choix du pupitre qui est le PC (Win CC flexible RUNTIME) et la création de notre projet, on a commencé à construire nos différents écrans de commande.

IV.9.5 La liaison automate/IHM

La liaison est établie en choisissant le protocole de communication qui est dans notre cas l'interface PROFIBUS figure .IV.18.

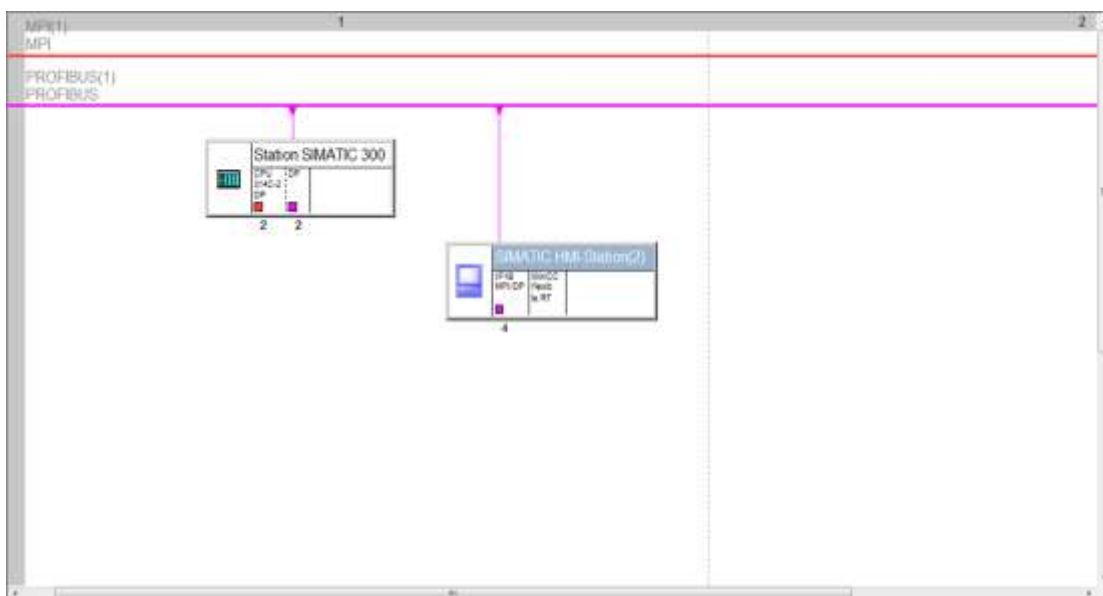


Figure.IV.18 - Liaison MPI assurant la communication de l'automate au pupitre de commande.

IV.9.6 Les vues

Pour le contrôle et la commande du procès on a configuré Cinq vues, elles permettent de lire les valeurs de procès ainsi le commander.

Le tableau suivant représente les différents éléments des vues.

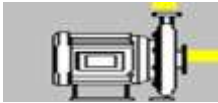

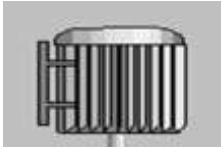
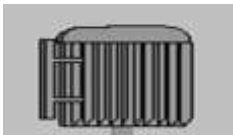






Composants	Non actif	Actif
Pompe		
Moteur		
Agitateur		
Indicateur de vibration		
Alarme si la vibration >4mm/s	Invisible	
Alarme si la vibration >8mm/s	Invisible	

Figure.IV.19 - Représentation des éléments des vues.

IV.9.6.1 Vue global

C'est une vue détaillé elle représente les quatre mélangeurs, les bacs ainsi que l'ensemble de moteurs, pompes, afficheurs de vibration et tuyauteries. Elle représente aussi l'ensemble de boutons et indicateurs de tous les mélangeurs.

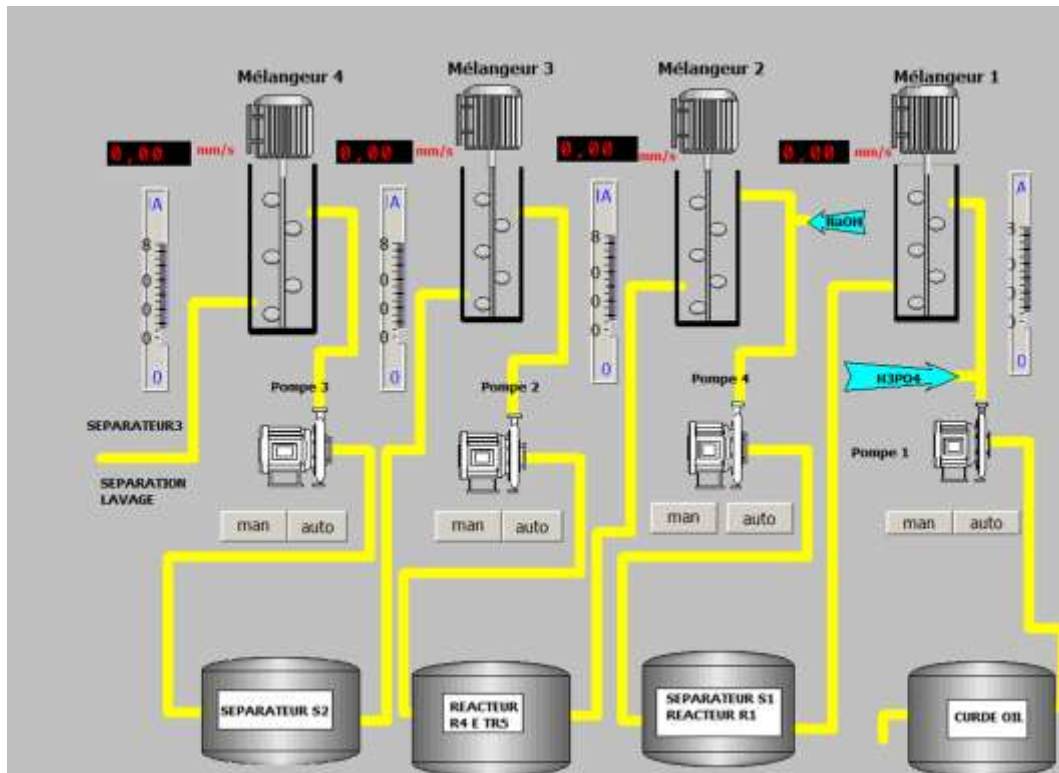


Figure IV.20 - Vue Global.

IV.9.6.2 Vue à l'état marche (mode auto)

Elle représente le mélangeur 1 avec toutes ses composantes, ainsi que les bacs relié au mélangeur, elle représente aussi l'ensemble de boutons de ce mélangeur.

Elle permet à l'operateur de commander l'état de mélangeur (marche/arrêt) par le bouton « Auto » mais après la mise en marche la pompe associe le mélangeur, et aussi suivre l'état de capteur de vibration.

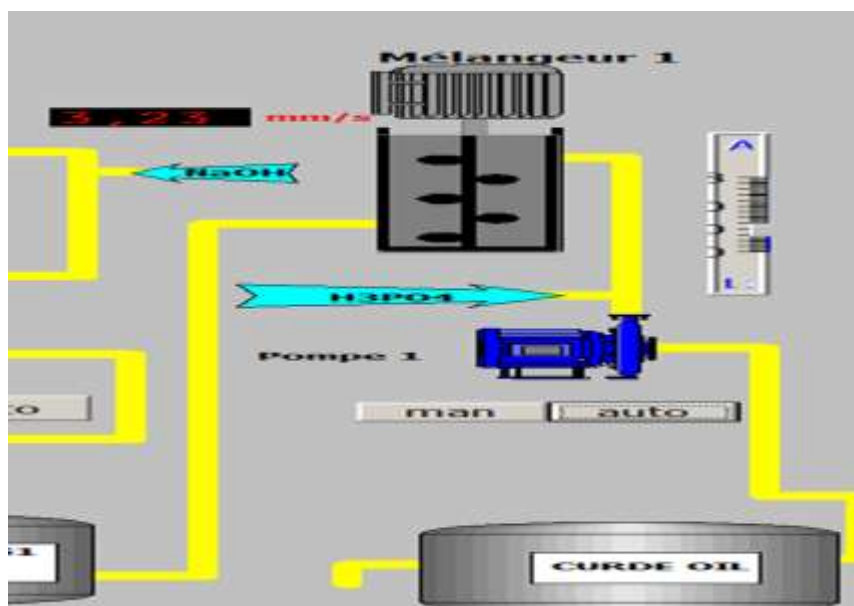


Figure IV.21 - Vue mélangeur 1 (mode auto).

IV.9.6.3 Vue à l'état marche (mode manuel)

Elle représente le mélangeur 1 avec toutes ses composantes, ainsi que les bacs relié au mélangeur, elle représente aussi l'ensemble de boutons de ce mélangeur.

Elle permet à l'opérateur de commander l'état de mélangeur (marche/arrêt) par le bouton « man » sans la mise en marche de la pompe associée au mélangeur, et aussi suivre l'état de capteur de vibration.

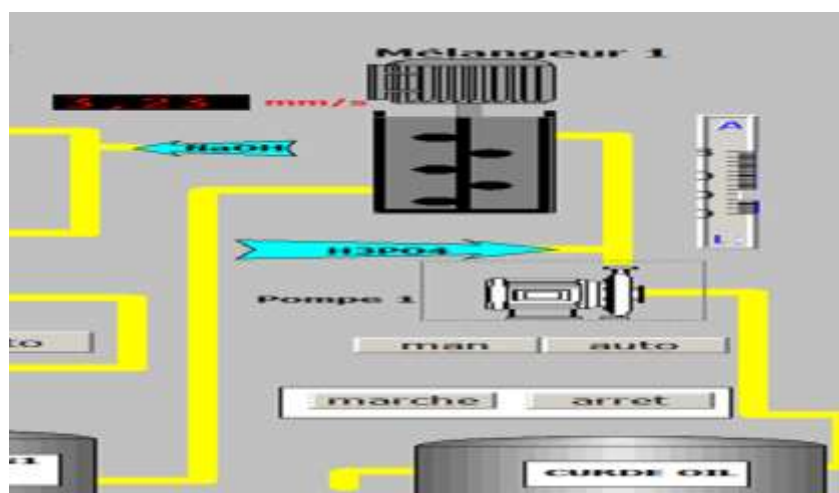


Figure IV.22 - Vue mélangeur 1 (mode manuel).

IV.9.6.4 Vue à l'état de la vibration supérieur à 4mm/s

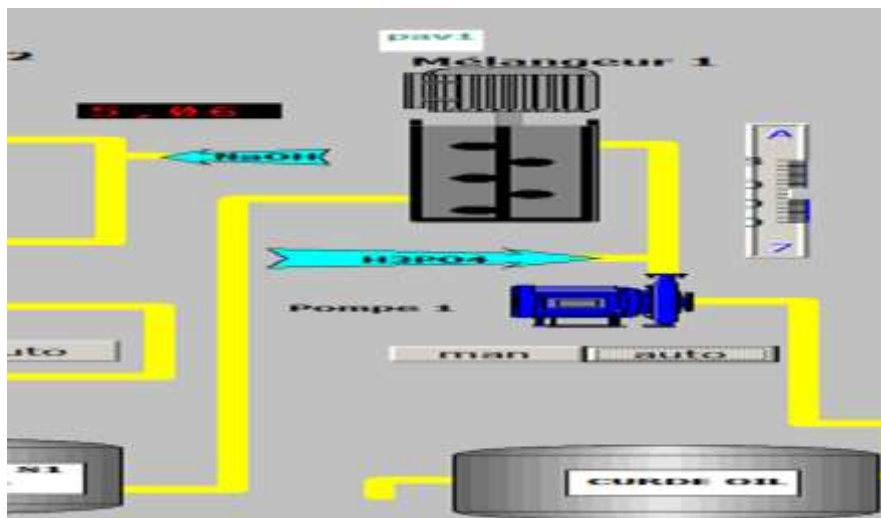


Figure IV.23 - Vue à l'état de la vibration supérieur à 4 mm/s.

IV.9.6.5 Vue à l'état de la vibration supérieur à 8 mm/s

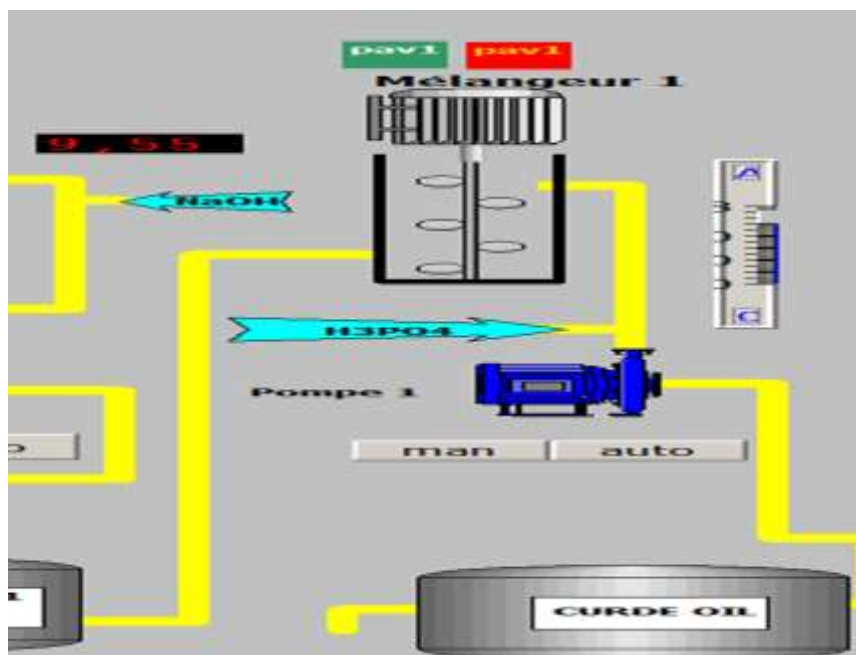


Figure IV.24 - Vue à l'état de la vibration supérieur à 8mm/s .

IV.10 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté notre projet, qui consiste à la surveillance de vibration du mélangeur à travers d'un capteur de déplacement.

Nous avons entamé le travail avec le logiciel **STEP 7** et avec l'intégration du **Win CC**. Ce dernier suffit pour imaginer le design de l'installation, et tous les effets d'animation nécessaires en mesure de rapporter fidèlement à l'opérateur l'état réel de l'installation, davantage d'informations à partir des messages configurés et des couleurs distinctes selon les différents états des objets.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail effectué au sein de l'entreprise CEVITAL nous a permis de mettre en évidence l'aspect pratique de l'ensemble des connaissances théoriques acquises tout au long de notre Cours, ainsi enrichir nos connaissances et notre savoir-faire dans le domaine de l'automatisation des systèmes industriels et tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part, d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

Nous avons présenté notre projet de master qui consiste à la surveillance des vibrations d'un équipement industriel (mélangeur), pour se faire, nous avons procédé de la manière suivante :

Tout d'abord, nous avons fait l'étude de l'existant afin de déterminer les problèmes qui existent et proposer ensuite la solution, et cette solution consiste à détecter l'apparition d'un défaut sans démontage de mélangeur en prélevant le signal vibratoire à l'aide d'un capteur de déplacement (proximètre).

La prochaine étape était l'élaboration un programme pour surveiller les vibrations de mélangeur. Ce programme a été réalisé à l'aide du logiciel step7 et la supervision par logiciel Win CC flexible.

Sur ce, on peut dire que notre tâche qui consistait à la maintenance préventive conditionnelle de mélangeur à base d'analyse vibratoire par un capteur de déplacement a été achevé avec succès.

Bibliographie

- [1] A.. Boulenger and C. Pachaud , «Surveillance des machines par analyse des vibrations », Dunod, Paris, 2 édition, 2003
- [2] Jean Hég, « Pratique de la Maintenance Préventive –Mécanique » Pneumatique - Hydraulique- Electrique- Froide Édition Afnor 2002 Dunod
- [3] M .T. Nabti, « Etude de l'évolution des indicateurs spectraux et cepstraux dans la détection des défauts mécaniques », Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas Sétif, 2011.
- [4] E. Deloux, « politiques de maintenance conditionnelle pour un système à dégradation continue soumis à un environnement stressant », Thèse de doctorat, l'Université de Nantes, 2008.
- [5] Tahar BELKHIR, Med Mohcen BEN SACI, « La maintenance des équipements par l'analyse vibratoire », Mémoire Master en génie mécanique, l'université de Ouargla, 2016.
- [6] Nassim Mazouzi, Mouhoub Bourihane, « Diagnostic par Analyse Vibratoire d'un Groupe Electropompe », Mémoire de Master en génie mécanique, l'université de Bejaia, 2012.
- [7] Omar Djebili, « Contribution à la maintenance prédictive par analyse vibratoire des composants mécaniques tournants. Application aux butées à billes soumises à la fatigue de contact de roulement», thèse de Doctorat en physique énergétique, l'université M'hamed Bougara de Boumerdes, 2012.
- [8] H. Kheddouci and A. Mebarek, « Analyse des défauts des machines tournantes par analyse vibratoire », Mémoire d'ingénieur, l'université M'hamed Bougara de Boumerdes, 2010.
- [9] OUADAH Sofiane, MENZOU Koceila, « Détection des défaillances par analyse vibratoire sur un groupe électro pompe », Mémoire de Master en génie mécanique, l'université de Bejaia, 2016.
- [10] Landolsi Foued, « Cours De Techniques de Surveillance, Partie I Surveillance Des Machines Par Analyse Vibratoire».
- [11] CHERIFI Farouk, SMAILI Yassine, « Application de l'analyse vibratoire à la maintenance préventive conditionnelle », Mémoire de Master en électromécanique, l'université de Bejaia, 2014.
- [12] Nouredine Chikh, « Analyse spectrale des vibrations. Application à la maintenance des équipements mécaniques », Mémoire de Magister, l'université M'hamed Bougara de Boumerdes, 2005.

Bibliographie

[13] Documentation technique interne de l'unité raffinerie d'huile du CEVITAL.

[14] HACHEMI Mohammed, « Application de l'ODS à l'analyse des problèmes de vibration des machines tournantes », Mémoire de Master, l'université Abou Bekr Balkaid de Tlemcen, 2011.

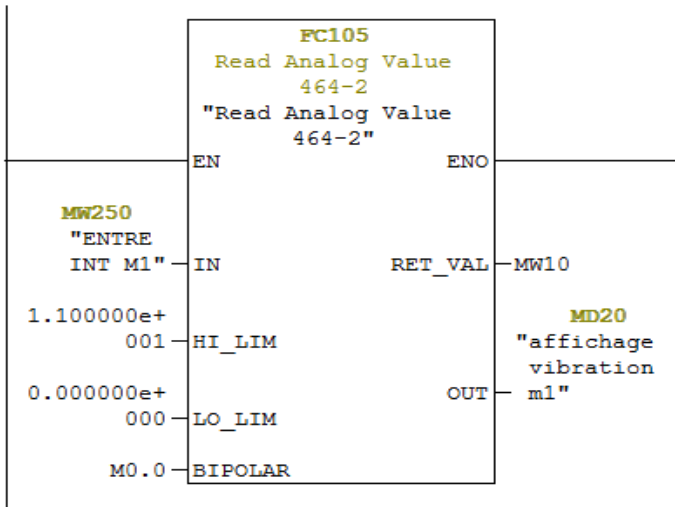
[15] manuels SEIMENS, « programmation avec STEP7 », 2000.

[16] Document Siemens, « Automate programmable S7-300, caractéristiques électriques et techniques des CPU SIMATIC, » Edition Siemens, 2001.

Annexes

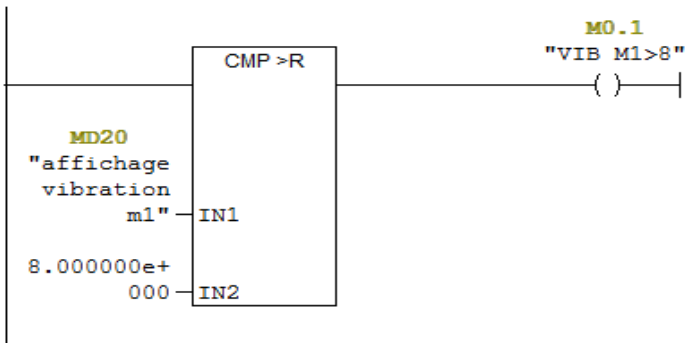
Réseau 1 : Titre :

mise a l'echelle de la valeur analogique du capteur de vibration pour le mélangeur I



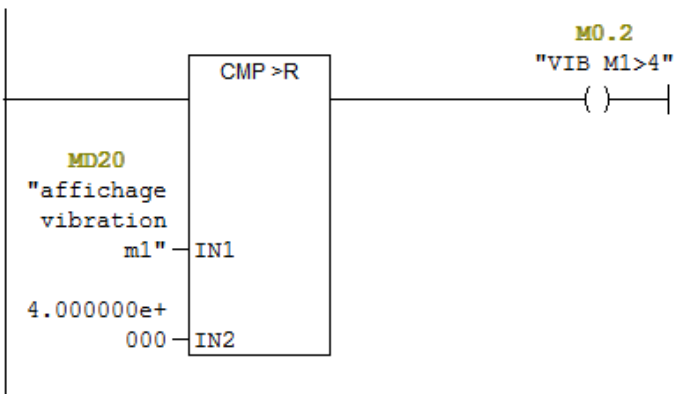
Réseau 2 : Titre :

la comparaison pour le mélangeur I



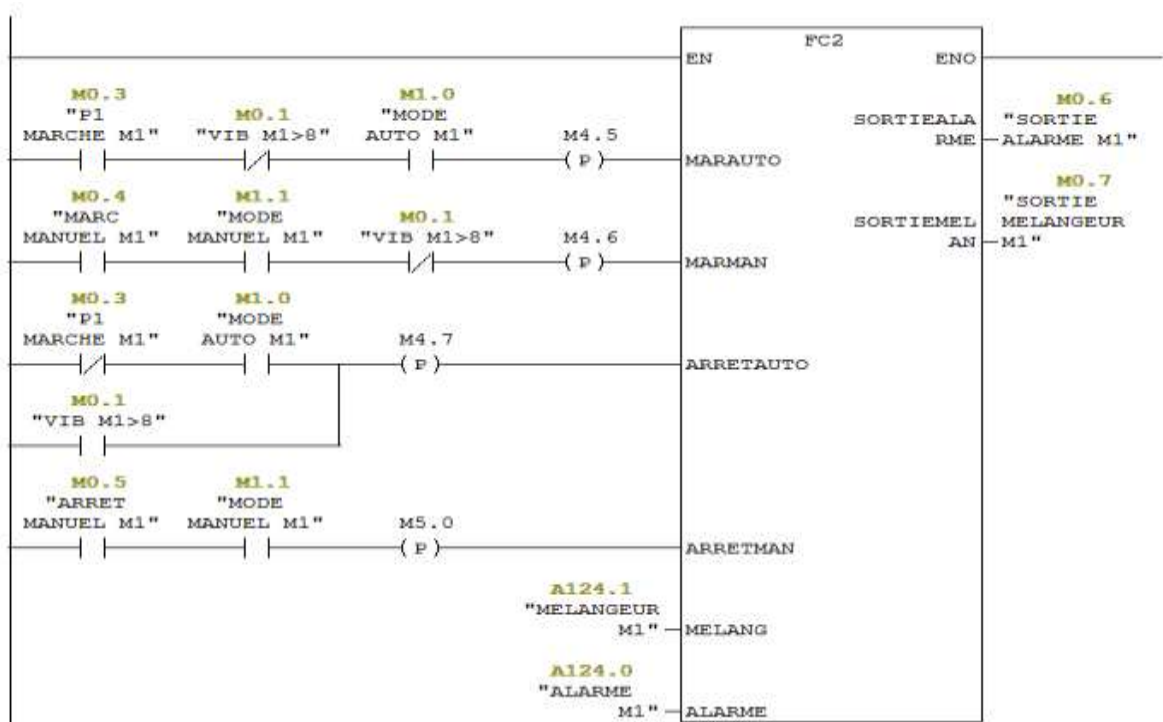
Réseau 3 : Titre :

La comparaison pour le mélangeur I



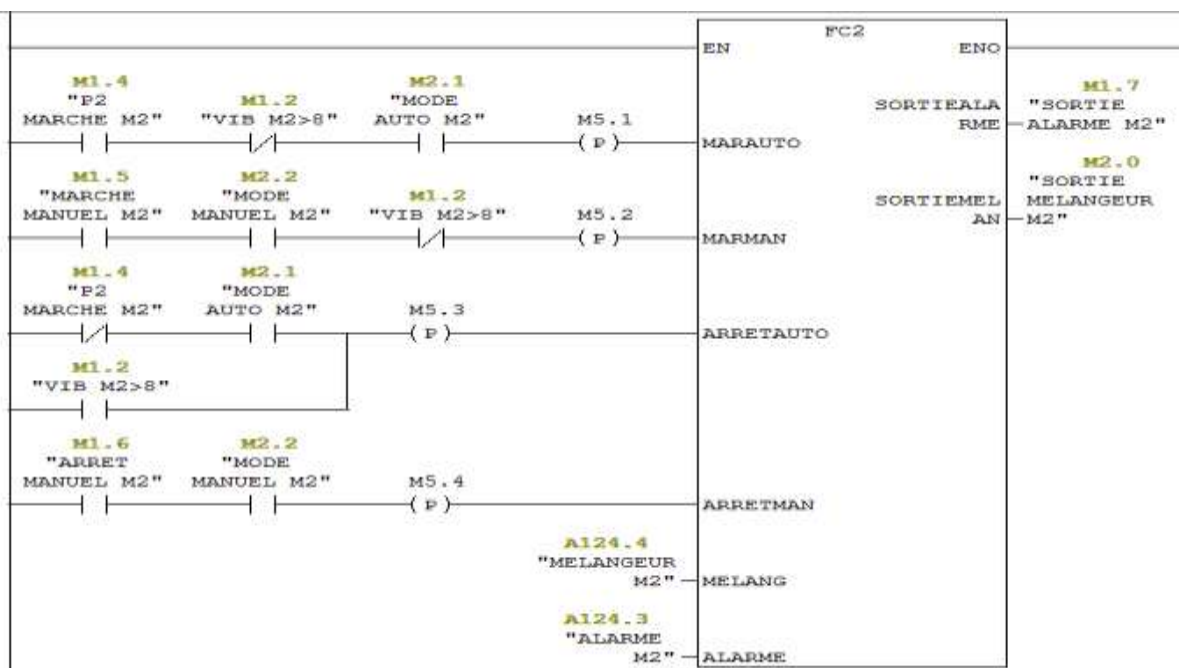
Réseau 4 : Titre :

Marche/ arrêt le mélangeur I



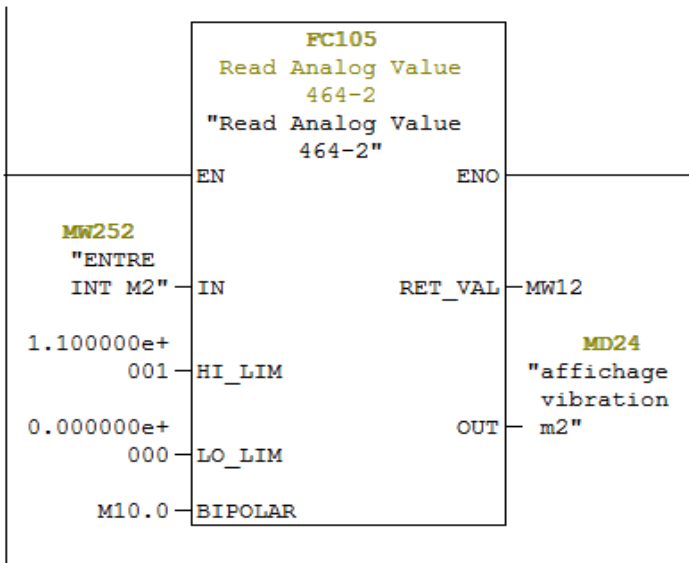
Réseau 5 : Titre :

Marche/arrêt mélangeur II



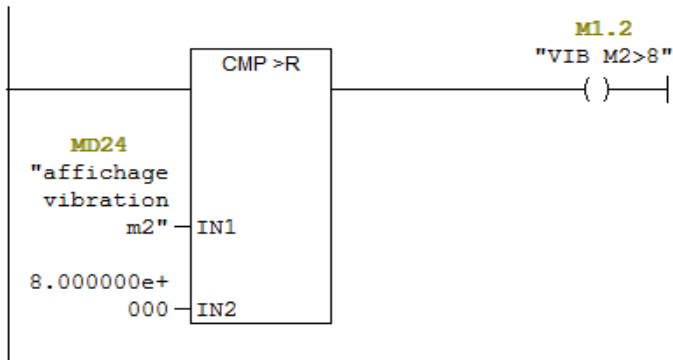
Réseau 6 : Titre :

mise à l'échelle de la valeur analogique du capteur de vibration pour le mélangeur II



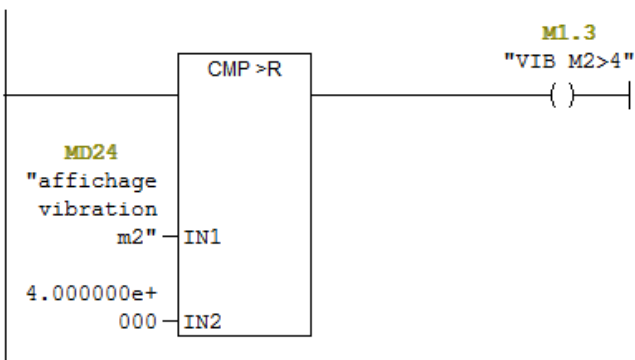
Réseau 7 : Titre :

La comparaison pour le mélangeur II



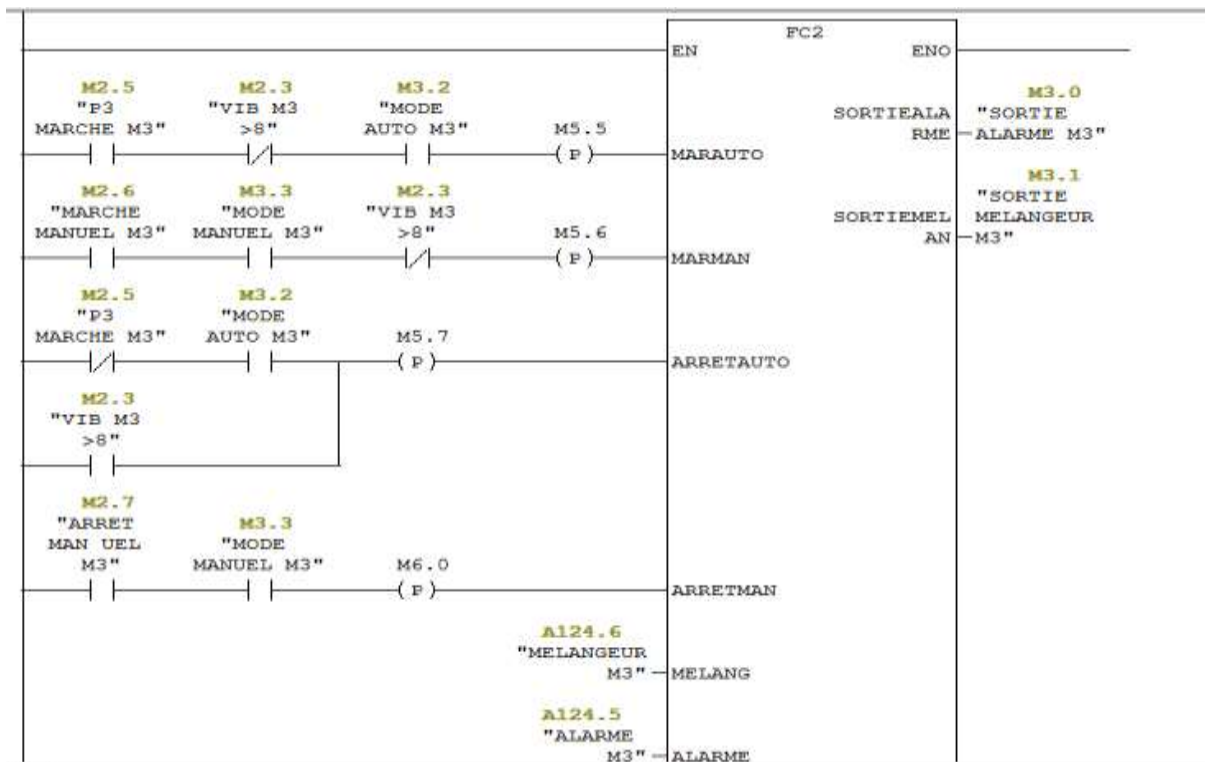
Réseau 8 : Titre :

La comparaison pour le mélangeur II



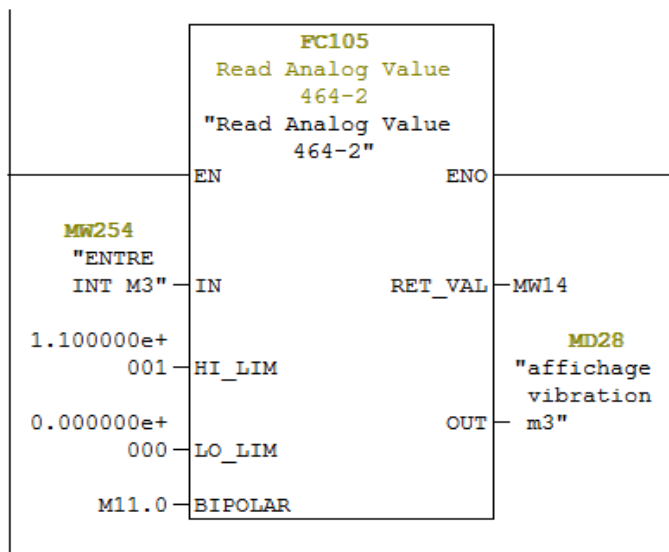
Réseau 9 : Titre :

Marche/arrêt mélangeur III



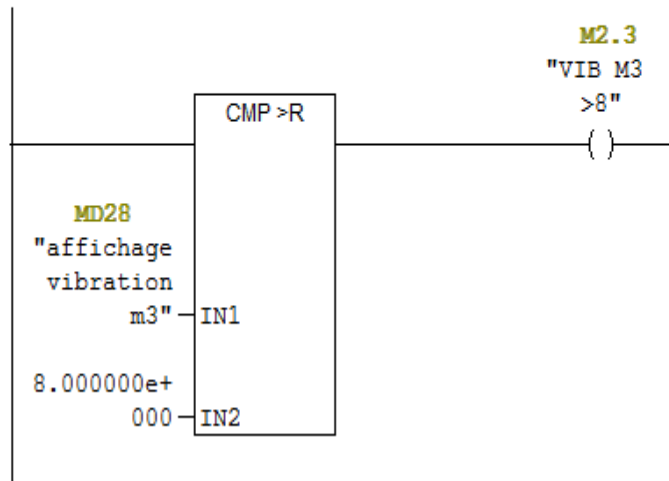
Réseau 10: Titre :

mise à l'échelle de la valeur analogique du capteur de vibration pour le mélangeur III



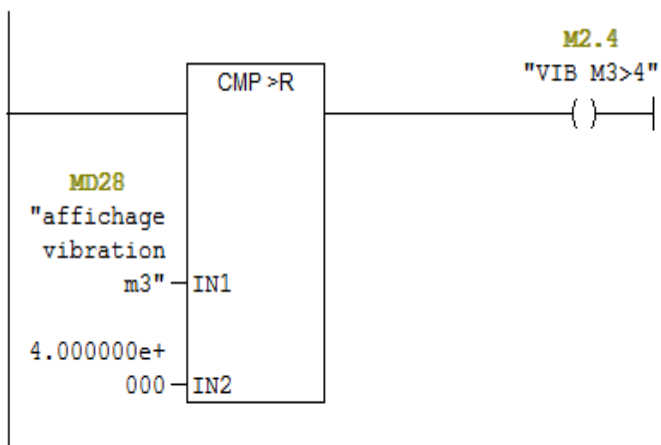
Réseau 11 : Titre :

La comparaison pour le mélangeur III



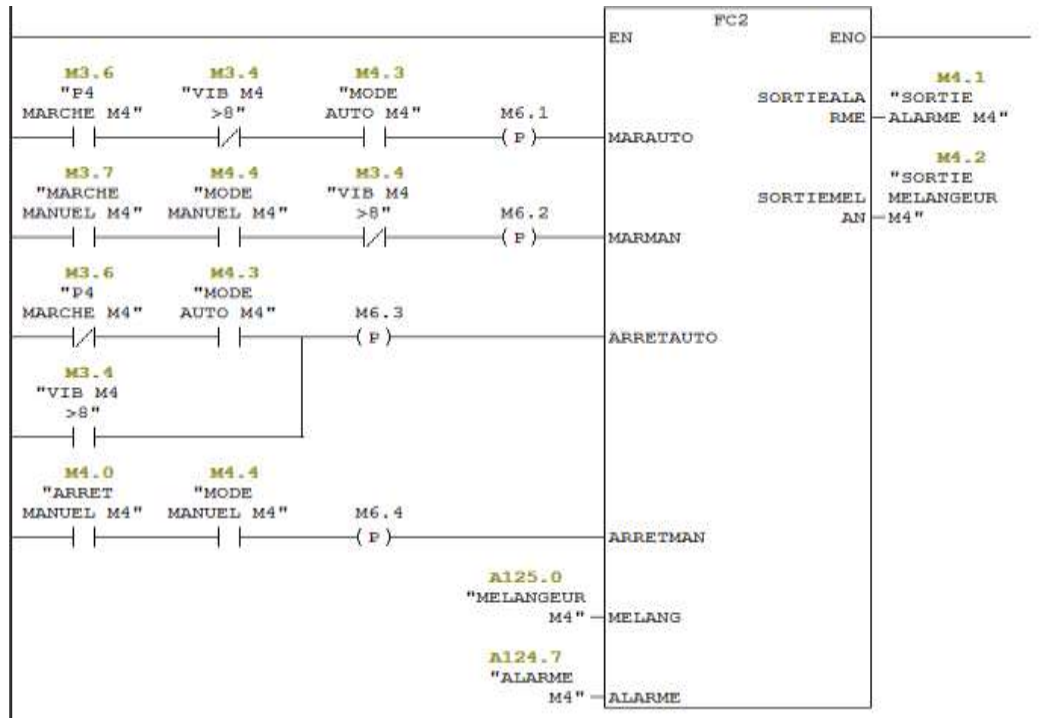
Réseau 12 : Titre :

La comparaison pour le mélangeur III



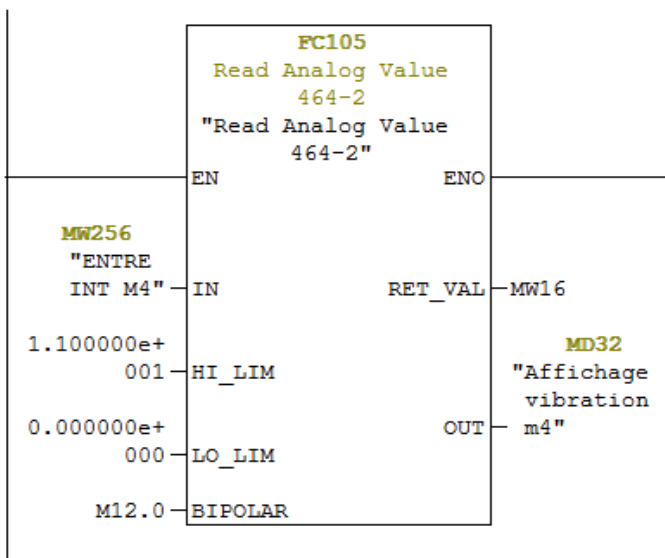
Réseau 13 : Titre :

Marche/arrêt mélangeur IV



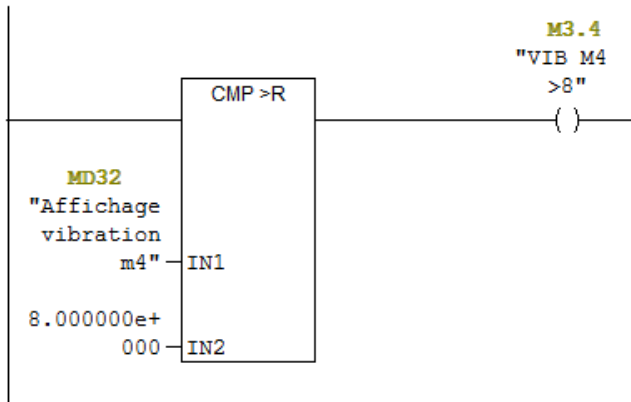
Réseau 14 : Titre :

mise à l'échelle de la valeur analogique du capteur de vibration pour le mélangeur IV



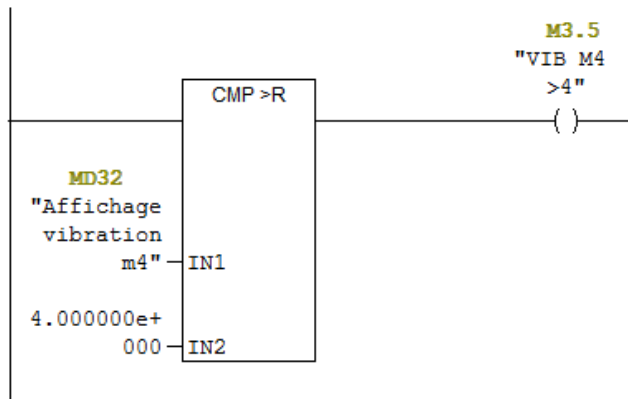
Réseau 15: Titre :

La comparaison pour le mélangeur IV



Réseau 16: Titre :

La comparaison pour le mélangeur IV



Résumé

Les automates programmables industriels représentent l'élément important de la chaîne automatisée, car ils assurent une meilleure flexibilité et facilitent la maintenance.

Ce présent travail est réalisé au sein de l'entreprise CEVITAL, avec l'équipe maintenance raffinerie d'huile.

Le but de notre travail est d'appliquer l'analyse vibratoire dans le diagnostic de ces défauts afin d'optimiser la maintenance préventive des équipements et connaître l'évolution de ces défauts pour permettre de planifier les opérations de remplacement des organes défectueux, le stock de pièce de rechange, l'outillage nécessaire, ainsi que le personnel spécialisé.

La réalisation de ce projet nous a permis de mettre en évidence l'aspect pratique de nos connaissances théoriques acquises, ainsi enrichir nos connaissances et notre savoir-faire dans le domaine de la conception et l'automatisation des systèmes industriels.

Mots clés: Maintenance préventive, l'analyse vibratoire, surveillance.

Abstract

Programmable logic controllers are an important part of the automated chain because they provide greater flexibility and ease of maintenance.

This present work is carried out within the company CEVITAL, with the oil refinery maintenance team.

The purpose of our work is to apply vibratory analysis in the diagnosis of these defects in order to optimize the preventive maintenance of the equipment and to know the evolution of these defects to make it possible to plan the operations of replacement of the defective organs, the stock spare parts, the necessary tools, as well as the specialized staff.

The realization of this project allowed us to highlight the practical aspect of our acquired theoretical knowledge, thus enriching our knowledge and our know-how in the field of the design and automation of industrial systems.

Key words: Preventive maintenance, vibration analysis, monitoring.