



Université Mohamed Khaider de Biskra Faculté
des Sciences et de la Technologie Département
de Génie Electrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Filière : Electromécanique
Spécialité : Electromécanique

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Benyahia Rachid
Mokhtari Mohammed Ramzi

Le :

Comparaison entre deux technologies de diagnostic par vibrations mécaniques : Excentricité

Jury :

M. Sahraoui Mohammed	pr	Université de Biskra	Président
M. Ben alia Khaled	MCA	Université de Biskra	Examineur
M. Zouzou Salah Eddine	pr	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2021 – 2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra Faculté
des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electromécanique
Option : Electromécanique

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème
**Comparaison entre deux techniques de
diagnostic par vibrations mécaniques :
Excentricité**

Présenté par :

Benyahia Rachid
Mokhtari Mohammed Ramzi

Avis favorable de l'encadreur :

ZOUZOU Salah Eddine

Signature:

Avis favorable du Président du Jury Pr.

Sahraoui Mohammed

Cachet et signature

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre du diagnostic de pannes dans les machines électriques asynchrones. Actuellement, la machine asynchrone est l'élément clé de la plupart des équipements industriels grâce à sa rigidité et son coût relativement faible. Malgré ces avantages, cette machine peut être exposée à diverses contraintes qui affectent ses performances et sa durée de vie, ce qui entraîne des pertes économiques importantes, et c'est ce qui nécessite la mise en place d'un système de surveillance pour éviter les pertes.

Le but de cette étude est de faire une comparaison entre deux techniques différentes de mesure des vibrations des moteurs asynchrones afin d'aboutir à un meilleur appareil. Malgré ces étapes et ces études, nous sommes parvenus à des résultats relatifs approximatifs et inexacts.

المخلص

هذا العمل جزء من تشخيص الأعطال في الآلات الكهربائية غير المتزامنة ثلاثية الطور. تعتبر الآلة غير المتزامنة حاليًا العنصر الأساسي لمعظم المعدات الصناعية بفضل صلابتها وتكلفتها المنخفضة نسبيًا. بالرغم من هذه المزايا إلا أن هذه الآلة يمكن أن تتعرض لضغوط مختلفة تؤثر على أدائها وعمرها مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة، وهذا ما يتطلب إنشاء نظام مراقبة لمنع الخسائر. الغرض من هذه الدراسة هو إجراء مقارنة بين جهازين مختلفين لقياس اهتزازات المحركات غير المتزامنة ثلاثية الطور من أجل الوصول إلى جهاز أفضل. على الرغم من هذه الخطوات والدراسات، فقد توصلنا إلى نتائج تقريبية وغير دقيقة نسبيًا.

Liste des figures

Figure I.1: Organigramme de la maintenance.....	5
Figure I.2: types de maintenance.....	6
Figure I.3: Organisation de la maintenance conditionnelle.....	9
Figure I.4: Défaut de Balourd.....	11
Figure I.5: défaut d'alignement.....	13
Figure I.6: Différents types des roulements.....	13
Figure I.7: Elements de roulement.....	14
Figure I.8: Défaut de courroie.....	15
Figure I.9: Systèmes d'engrènement.....	15
Figure I.10: Représentation de l'excentricité statique, dynamique tmixte.....	16
Figure II .1: Machine asynchrone avec statoretrotor.....	20
Figure II .2: Enroulements statoriques d'une phase d'une machine à 4 pôles.....	20
Figure II .3: Photo du stator d'une machine asynchrone.....	21
Figure II .4: Rotor à cage d'écureuil.....	21
Figure II .5: carte d'acquisition.....	24
Figure II .6: Smart balancer.....	25
Figure II .7: Montage axial.....	27
Figure II .8: Montage radial.....	27
Figure II .9: capteur de carte d'acquisition.....	27
Figure II .10: capteur d'accélération(Smart balancer).....	28
Figure II .11: capteur de référence optique laser(Smart balancer).....	28
Figure II .12: positionne de capteur.....	29
Figure II .13: Atelier de recherche.....	30
Figure II .14: Programme de matlab.....	30
Figure II.15 : Image vibratoire théorique d'un balourd. Prépondérance de l'amplitude liée à la fréquence de rotation sans ou avec peu d'harmoniques et sans bandes latérales de modulation.....	30
Figure II .16: temporelle de sain (ax).....	31
Figure II .17: temporelle de excentricité (ax).....	31
Figure II .18: etat sain (ax).....	32
Figure II .19: excentricite (ax).....	32
Figure II .20: comparition l'état sain et excentricité pour (ax).....	33
Figure II .21: temporelle de fft sain (ay).....	34
Figure II.22: tomporelle de fft excentricité (ay).....	34
Figure II .23: etat sain (ay).....	35
Figure II .24: excentricite(ay).....	35
Figure II .25: comparition l'état sain et excentricite pour (ay).....	35

Figure III.1: temporalle carte d'acquisition de sain (ax).....	39
Figure III.2: temporelle Smart balancer de sain (ax).....	39
Figure III.3: Sain carte d'acquisition(ax).....	40
Figure III.4 : Sain Smart balancer(ax).....	40
Figure III.5 : temporelle carte d'acquisition de sain (ay).....	41
Figure III.6: temporelle Smart balancer de sain (ay).....	41
Figure III.7 : sain carte d'acquisition(ay).....	42
Figure III.8 : sain Smart balancer(ay).....	42
Figure III.9: temporelle carte d'acquisition de excentricité (ax).....	43
Figure III.10: temporelle Smart balancer de excentricité (ax).....	43
Figure III.11 : Excentricité carte d'acquisition(ax).....	44
Figure III.12 : Excentricité Smart balancer(ax).....	44
Figure III. 13 : Temporelle carte d'acquisition de excentricité (ay).....	45
Figure III .14 : Temporelle Smart balancer de excentricité (ay).....	45
Figure III.15 : Excentricité carte d'acquisition(ay).....	46
Figure III.16 : Excentricité Smart balancer(ay).....	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1. Valeurs état sain et excentricité (ax).....	33
Tableau II.2. Valeurs état sain et excentricité (ay).....	36
Tableau III.1. Comparaison entre deux appareils.....	48

Sommaire

Chapitre I : Etat de l'art sur le diagnostic de défaut de la machine asynchrone

Introduction générale.....	1
1.Introduction	4
2.LAMAINTENANCE	4
2.1Définitiondelamaintenance	4
2.2.But de la maintenance.....	4
2.3.Objectifs financiers.....	4
2.4.Objectifs opérationnels.....	4
2.5.Organigramme de la maintenance.....	5
2.6.Niveaux de maintenance.....	5
2.7.Types de la maintenance.....	6
2.7.1.Maintenance corrective.....	6
2.7.2.Maintenance préventive.....	7
2.7.2.1.Maintenance préventive systématique.....	7
2.7.2.2.La maintenance préventive conditionnelle.....	8
2.7.2.2.1.Organisation de la maintenance conditionnelle.....	8
2.7.2.3. Maintenance	10
prévisionnelle.....	
3.Défauts et pannes.....	10
3.1.Définition de la défaillance.....	10
3.2.Défauts statoriques.....	10
3.3.Défauts rotoriques.....	11
3.3.1.Défaut de Balourd.....	11
3.3.2.Défaut d'alignement.....	11
3.3.3.défauts des roulements.....	13
3.3.3.1 Types de roulements.....	13
3.3.3.2 Eléments de roulements.....	14
3.3.4.Défaillances des courroies.....	14
3.3.5.Défauts sur les engrenages.....	15
3.3.6.Défaut d'excentricité.....	15
4.Conclusion.....	17

Chapitre II : Analyse du défaut d'excentricité

1.Introduction.....	19
2.Constitution de la machine asynchrone à cage.....	19
3.L'analyse vibratoire.....	22
3.1.Objectifs d'analyse vibratoire.....	22
3.2.Champs d'application privilégiée.....	22
3.3.Définition d'une vibration.....	23
3.4.Caractéristiques d'une vibration.....	23
4.ANALYSE DU DEFAUT D'EXCENTRICITE ROTORIQUE.....	24
5.Présentation des instruments de mesure.....	24
5.1.cart d'acquisition.....	24
5.2.Smart balancer.....	25
6.Les capteurs des vibrations.....	26
6.1. Paramètres des capteurs.....	26
6.2Différents types des capteurs.....	26
6.2.1.Capteurs de déplacement.....	27
6.2.2.Capteur de vitesse.....	27
6.2.3.Capteur d'accélération.....	27
7.Temps d'acquisition du signal.....	32
8.Conséquences pratiques.....	32
9.résultats expérimentaux dédiés à l'excentricité statique pour (carte d'acquisition).....	33
10.Conclusion.....	38

Chapitre III. Etude des appareils de mesure des vibrations

1.Introduction.....	39
2.La valeur efficace ou le RMS (Root Mean Square).....	39
3.Le problème de travail.....	39
4.Comparaison des deux appareils.....	40
5.Conclusion.....	48
Conclusion générale.....	49

Introduction générale

Les objectifs des différentes structures industrielles sont toujours associés à une augmentation de la qualité, de la productivité et de la rentabilité, et le suivi particulier du procédé pendant le cycle d'exploitation devient insuffisant. Le diagnostic et la détection de pannes mobilisent aujourd'hui de nombreux chercheurs dans divers domaines industriels, notamment l'utilisation croissante des entraînements électriques pour les moteurs asynchrones en raison de leur robustesse, de leur puissance mécanique et de leur coût. Cependant, son utilisation dans l'entraînement des systèmes à vitesse constante est limitée par rapport aux systèmes à vitesse variable en raison de sa commande difficile

Aujourd'hui, avec les progrès de l'électronique de puissance, les moteurs asynchrones peuvent être pilotés en couple et en vitesse. Ce contrôle ouvre un large éventail de domaines d'utilisation (aéronautique, nucléaire, chimie, transport ferroviaire, etc.).

Bien que les moteurs à induction à cage d'écureuil soient considérés comme les moteurs les plus robustes, un certain nombre de contraintes de différentes natures (thermiques, électriques, mécaniques et environnementales) peuvent affecter leur durée de vie en présentant des défaillances au niveau du stator et du rotor. Les pertes économiques obligent les chercheurs à mettre en place des systèmes de surveillance appropriés

Par conséquent, il est nécessaire de mettre en place des systèmes de surveillance appropriés visant à détecter précocement les défaillances.

Bien qu'existant déjà dans d'autres domaines, parmi diverses techniques de diagnostic, l'analyse spectrale, les réseaux de neurones et la logique floue sont des technologies nouvelles dans le domaine du diagnostic.

Nous nous sommes demandé quel serait l'effet de l'application de ces techniques à la surveillance de systèmes hautement non linéaires, qu'est la machine asynchrone à cage.

Il est évidemment impossible de cerner toutes les possibilités et les combinaisons où peuvent intervenir ces techniques. Nous examinerons plus précisément le problème de détection, ainsi que la localisation de quelques défauts.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la surveillance des machines asynchrones triphasées à cage. Nous sommes intéressées, particulièrement aux défauts qui peuvent apparaître au niveau du rotor.

Le mémoire comporte trois chapitres.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté une étude théorique sur la maintenance industrielle et leurs types.

Dans le deuxième chapitre nous présenterons une vue générale des vibration et Analyse du défaut d'excentricité

Le troisième chapitre, nous avons présenté étude des appareils de mesure des vibration

Chapitre I. Etat de l'art sur le diagnostic de défaut de la machine asynchrone

1.Introduction :

Le monde industriel et le monde des transports disposent de machine et d'installation de plus en plus performante et complexe, les exigences de haute sécurité, la réduction des couts d'exploitation et la maitrise de la disponibilité des équipements donnent à la maintenance des 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 des puissances mécaniques utilisées dans différents domaines tel que l'industrie : l'aéronautique, l'automobile et lestransports ferroviaires.

La maintenance de ces systèmes de transmission 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, nous donnons les différents types de maintenance et présentons les causes de défaillances.

2.LA MAINTENANCE

Définition de la maintenance

La norme AFNOR NF X 60 010 [AFNOR, 2002] définit la maintenance par l'expression suivante : « La maintenance constitue l'ensemble de toutes les actions techniques, administrativeset de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état qui lui permet d'accomplir la fonction requise ». La maintenance vise la conservation de l'état préalablement défini (le bon état) mais permet aussi la reconstitution et l'amélioration. L'entretien peut être vu comme une condition nécessaire mais insuffisante de la maintenance [1].

But de la maintenance

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types

Objectifs financiers

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

Objectifs opérationnels

- Maintenir l'équipement dans les meilleures 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. [2]

Organigramme de la maintenance

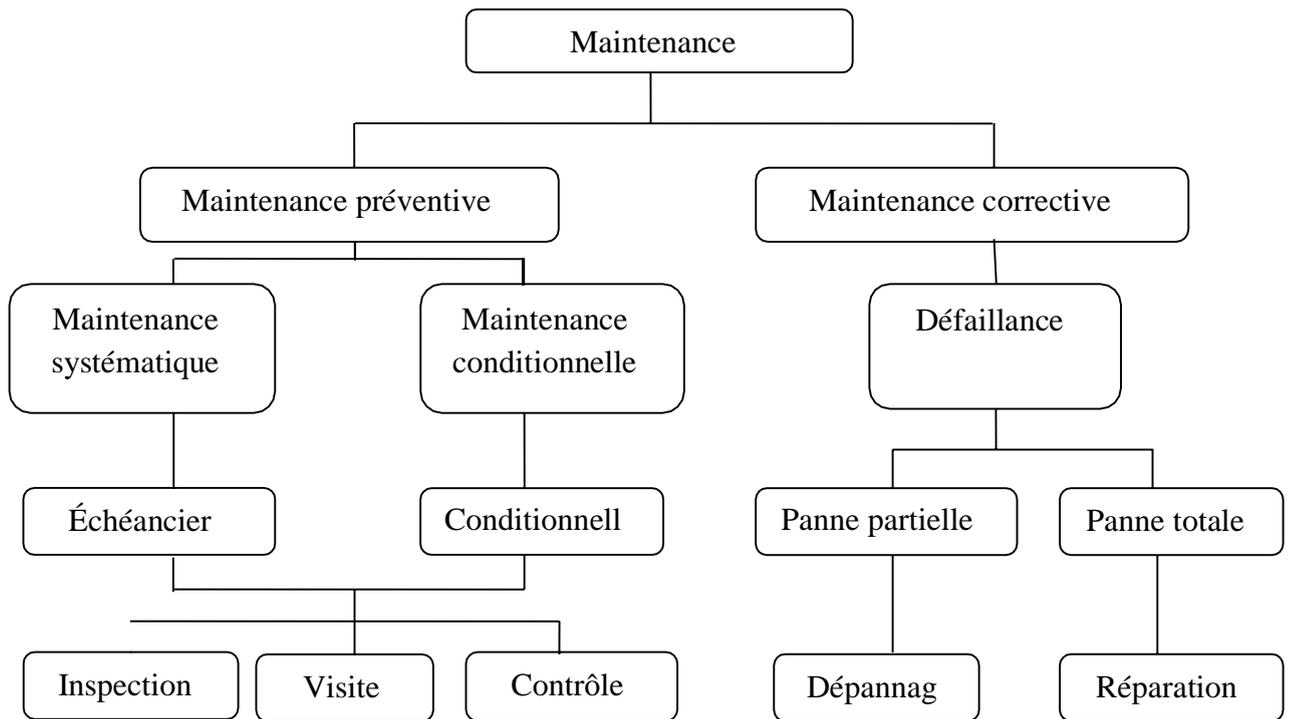


Figure.I.1 Organigramme de la maintenance. [3]

Niveaux de maintenance

- 1 er niveau

Interventions simples

-2eme niveau

Interventions peu complexes

-3eme niveau

Interventions considérées comme complexes

-4eme niveau

Opérations complexes et de grande importance

-5eme niveau

Actions complexe réalisées pas le constructeur de l'équipement ou par une société agréée

Types de la maintenance :

Nous distinguons plusieurs types de maintenance(figureI.2)

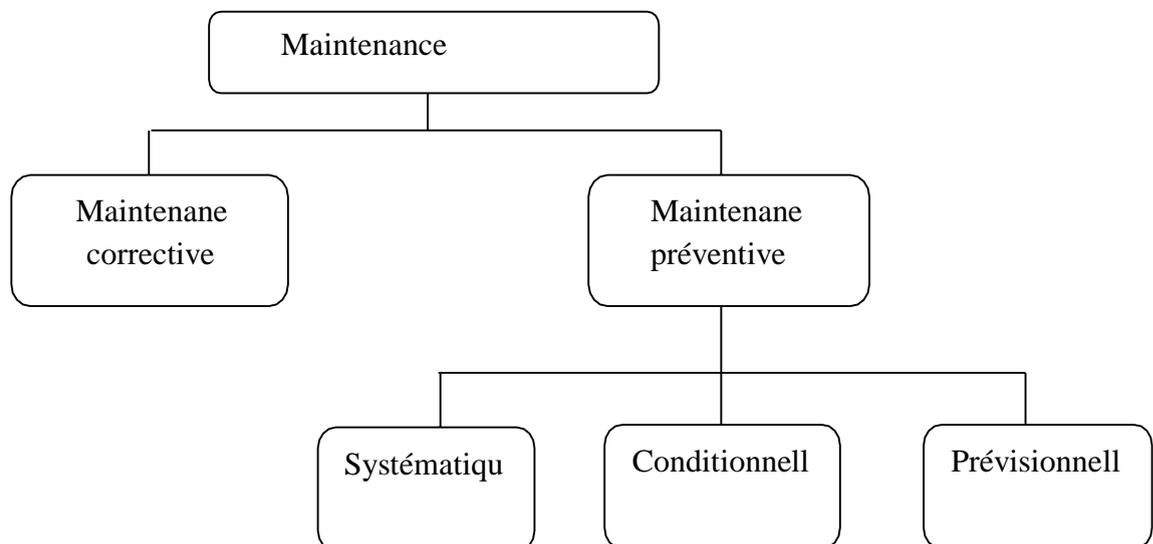


Figure I.2 types de maintenance. [5]

Maintenance Corrective

La maintenance corrective est définie par la norme AFNOR comme [AFNOR, 2002]:

« C'est la maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». L'intervention, étant curative, se fait après l'apparition de la défaillance. Cette maintenance corrective peut être décomposée encore : la

maintenance palliative et la maintenance curative.

- Maintenance palliative

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

- Maintenance curative

L'intervention qui suit la défaillance permet le rétablissement du niveau de performance optimal du matériel.

Maintenance préventive

Maintenance exécutée 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 des coûts d'arrêts imprévisibles, mais importants.

Les matériels visés sont ceux dont le coût des pannes est élevé (20 % des pannes représentant 80 % des coûts), la mise en pratique nécessite de décomposer les sous-systèmes en éléments maintenable (palier, réducteur, etc....) la périodicité des visites s'établit par l'étude des lois statistiques de la durée de vie.

Des gammes d'entretien sont élaborées de façon à préciser le travail à exécuter et de garder la traçabilité de l'entretien. [7]

Maintenance préventive systématique

Définition d'après la Norme NF X 60010« 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,).[7]

a. Les avantages

- Planification des arrêts d'entretien.
- Optimisation de l'intervention (préparation).
- Limite les risques de panne.

b. Les inconvénients

- Coût de maintenance élevé.
- Approche statistique.
- Risque induit par une intervention parfois non nécessaire. [8]

La maintenance préventive conditionnelle

Définition d'après la Norme NF X 60010, la maintenance préventive conditionnelle définit comme « une maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, Mesure d'une usure, révélateur de l'état de dégradation du bien) ».[7]

a. Les avantages

- Optimisation de la durée de fonctionnement.
- Optimisation de l'intervention (préparation).
- Evaluation réelle de l'état de la machine.
- Evite les pertes de production.

b. Les inconvénients

- Coût de l'investissement (homme / matériel).
- Astreindre à un programme suivi. [8]

Organisation de la maintenance conditionnelle

On définit l'organisation de la maintenance conditionnelle par l'organigramme suivant

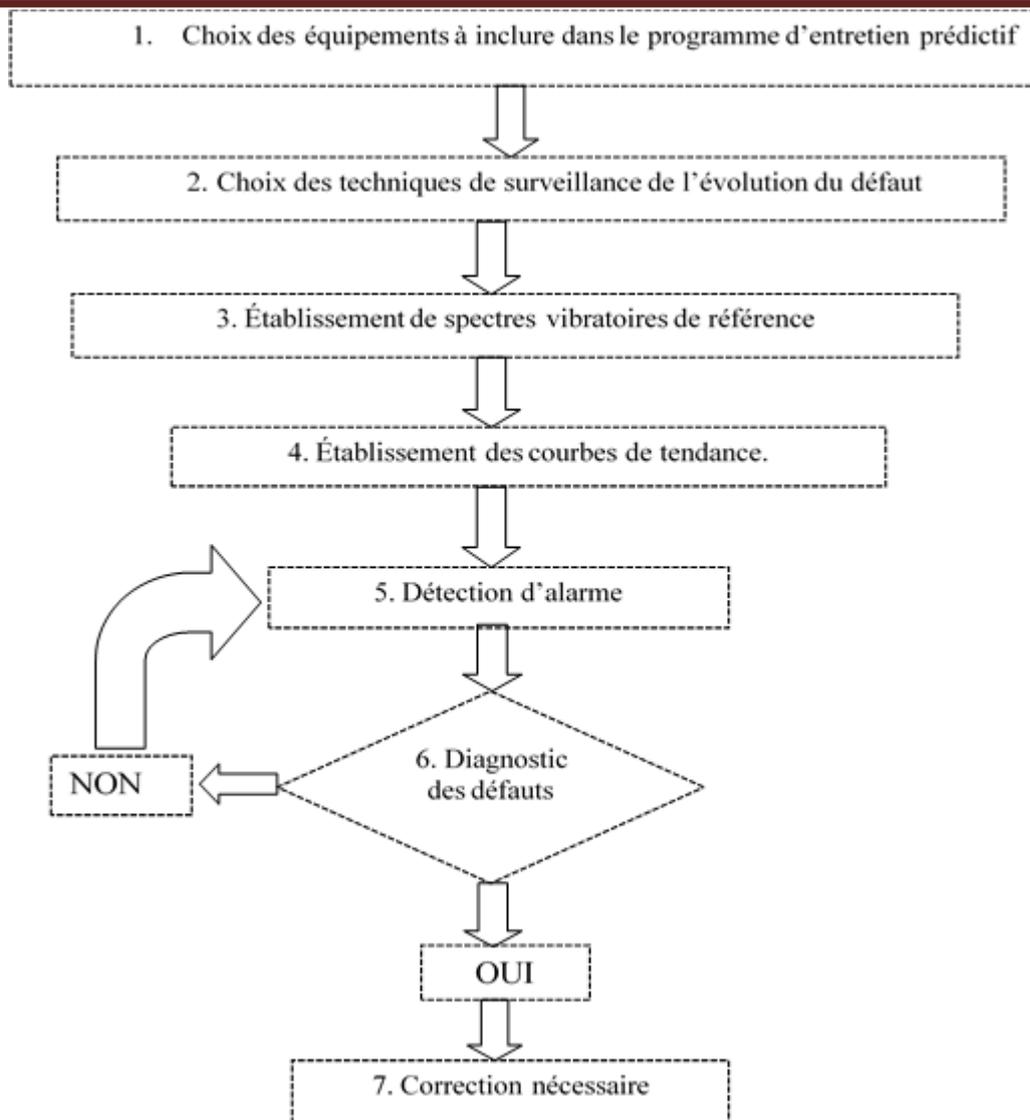


Figure I.3. Organisation de la maintenance conditionnelle [20]

1. Cette étape comprend la codification des équipements, l'inventaire et la sélection du type d'entretien appliqué à chaque équipement.
2. Cette étape comprend le choix de la technique de mesure, leur périodicité, leur endroit et repérage la création d'une route et des dossiers de suivi.
3. Cette étape s'occupe de la détermination des alarmes.
4. Cette étape comprend la prise de mesure, l'enregistrement et la gestion des données vibratoires.
5. vérification du seuil d'alarme.
6. déterminer l'élément défaillant.
7. Changer ou corriger l'élément défaillant. [9]

Maintenance prévisionnelle

Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien (EN 13306). [7]

3. Défauts et pannes

La diversité des activités du diagnostic industriel conduit très souvent à utiliser, sans tropes préciser, les termes des pannes et de défaut.

Bien que les différences entre les concepts de défaillances, pannes et défauts soient souvent très subtiles et quelquefois subjectives.

La panne est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise, il est clair que dès l'apparition d'une défaillance, caractérisée par la cessation du dispositif à accomplir sa fonction, on déclarera le dispositif en panne, par conséquent, une panne résulte toujours d'une défaillance.[10]

Définition de la défaillance

Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

Les défaillances peuvent être classées selon différents critères :

- Défaillance progressive ou soudaine, selon la rapidité de leur manifestation.
- Défaillance partielle ou complète ou intermédiaire, selon l'amplitude (la fonction est dégradée ou absente).
- Défaillance précoce, à taux constant ou d'usure, selon le moment d'apparition dans le cycle de vie du matériel.
- Défaillance mineure, significative, critique ou catastrophique, selon leur effet sur le système, l'environnement et l'homme.
- Défaillance première, seconde et de commande, selon les causes des défaillances. [10]

Défauts statoriques :

- Court-circuit entre spires : surtension, température excessive, vibration, humidité ;
- court-circuit entre phases : haute température, alimentation déséquilibré, défaut d'installation ;
- défaut d'isolation : démarrage fréquent, décharge partielle, condition, température et humidité extrême ;
- défaut entre le stator et carcasse : cycle thermique, abrasion de l'isolant, encrassement des spires par la carcasse, présence des points anguleux dans les encoches, choc ;
- Déplacement des conducteurs : démarrage fréquent, vibration de tête de bobines ;
- Défaillance des connecteurs : vibration excessive ;
 - vibration de la carcasse : mauvaise installation, déséquilibre magnétique, déséquilibre d'alimentation, surcharge, mouvement des enroulements, contact avec le rotor.

Défauts rotoriques :

Défaut de Balourd

Le balourd est un défaut qui se rencontre en présence du déséquilibre de l'arbre d'une machine tournante.

Ce phénomène se produit à la vitesse de rotation et est causé par une mauvaise répartition spatiale des masses dans la structure, entraînant un déplacement du centre de gravité en dehors de l'axe géométrique du rotor de la machine tournante.

La force engendrée par le balourd est fonction de la masse, et du rayon du cercle sur lequel le rotor tourne.

Elle est proportionnelle au carré de la vitesse de rotation. [11]

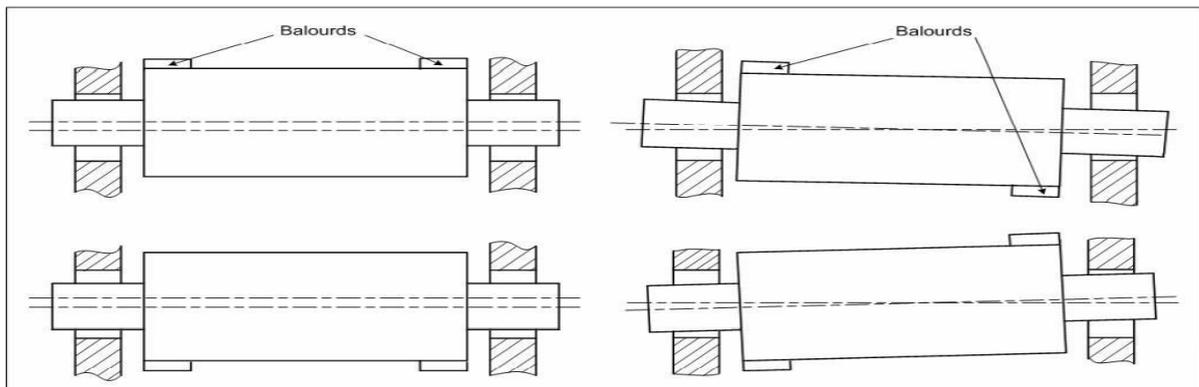


Figure I.4. Défaut de Balourd. [12]

Défaut d'alignement

Un Défaut d'alignement peut être (figure I.5)

- Un défaut de concentricité : Les axes des arbres présentent un désalignement au niveau de l'accouplement.
- Un défaut angulaire : les axes des deux paliers d'un même arbre ne sont pas concentriques. [12]

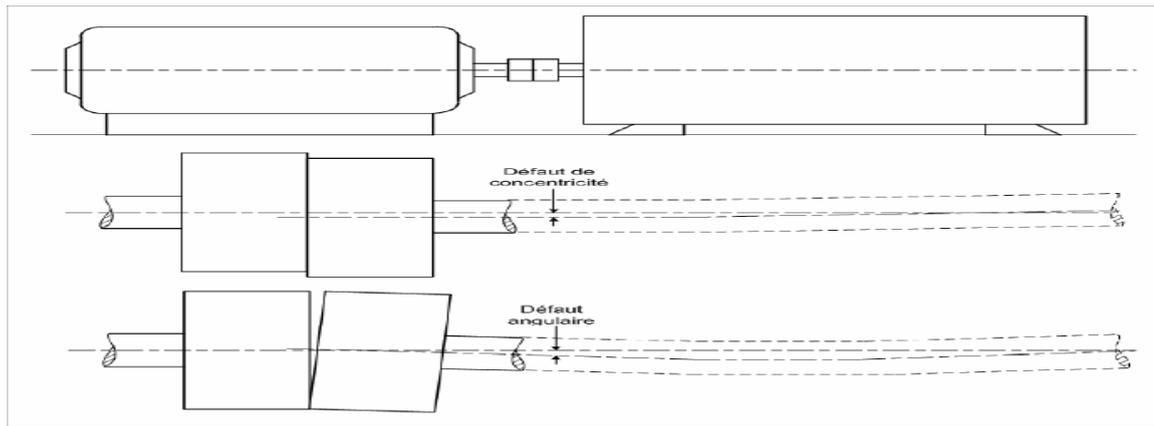


Figure I.5. Défaut d'alignement. [12]

Défauts des roulements

Le roulement, organe de base pouvant assurer à lui seul plusieurs fonctions parmi lesquelles la liaison mobile en rotation avec un minimum de frottement entre deux éléments, tout en supportant des charges radiales ou axiales plus ou moins importantes, il peut être aussi utilisé pour assurer un positionnement précis de l'arbre, et corriger des défauts d'alignement. Selon le type de roulement utilisé. [13]

Types de roulements

En pratique pour chaque application existe un roulement approprié, le roulement billes offre un faible frottement grâce au contact ponctuel mais n'est utilisé que pour des charges limitées.

Le roulement à rouleaux offre une plus grande capacité de chargement grâce au contact linéaire provoquant aussi un frottement plus important.

Les rouleaux peuvent prendre différentes formes cylindriques, coniques ou sphériques.

Les roulements à aiguilles sont quant à eux utilisés lorsqu'un rapport charge/encombrement important est requis.

Les principaux types de roulements sont illustrés dans la figure. [13]

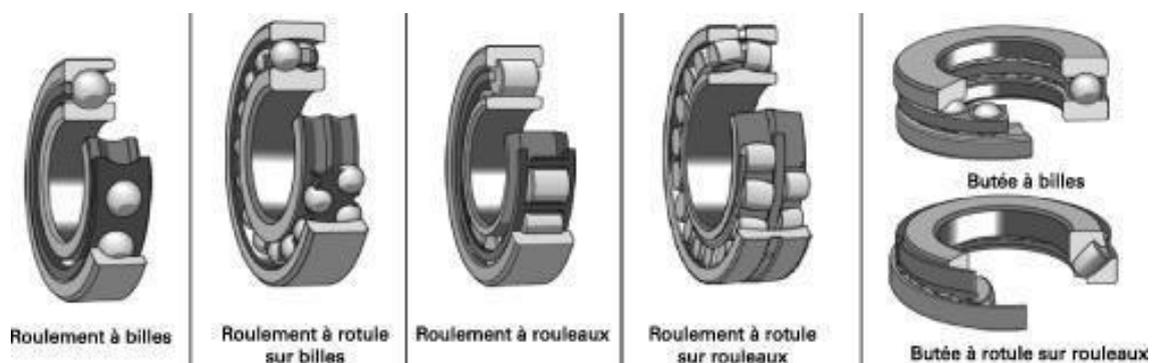


Figure I.6. Différents types de roulements. [13]

Eléments de roulements

Le roulement est composé des éléments (Figure 8.3.2) suivants :

- Deux bagues concentriques en acier, appelés bague intérieure et bague extérieure, comportant des chemins de roulement,
- 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).

[14]

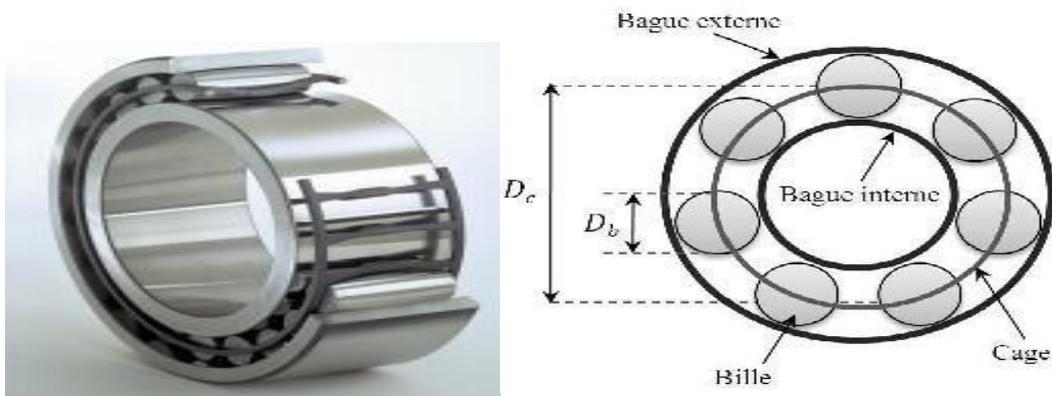


Figure I.7. Eléments de roulement [14]

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. [15]

Défaillances des courroies

La courroie est un organe de transmission d'un arbre moteur à un arbre récepteur, bien que leur utilisation présente certains avantages par rapport à une transmission à engrenages « moins de bruits et une usure moins importante », la transmission par courroies peut être cible d'une multitude de défaillances tels que ; une détérioration localisée (partie arrachée, défaut de jointure), des courroies trop détendues, un mauvais alignement des poulies ou bien une poulie excentrée. [16]

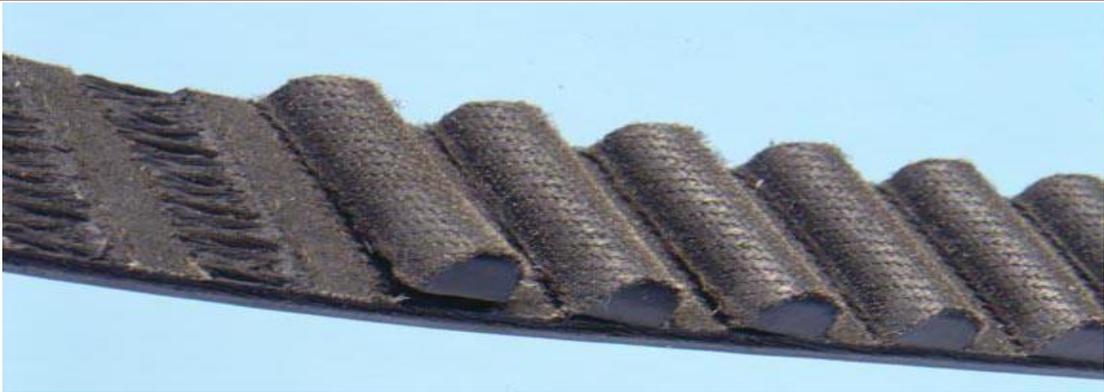


Figure I.8. Défaut de courroie. [16]

Défauts sur les engrenages

L'engrenage est un des mécanismes élémentaires les plus utilisés pour transmettre du mouvement, et adapter les vitesses de rotation entre organes moteurs et récepteurs.

Il est constitué de deux roues dentées mobiles autour d'axes de rotation, et dont l'une entraîne l'autre par l'action de dents successivement en contact.

Les engrenages sont parmi les organes les plus sensibles de la chaîne cinématique peuvent être soumis à un grand nombre d'avaries apparaissant lors du fonctionnement, et dont les causes sont multiples. [17]



Figure I.9. Systèmes d'engrènement. [14]

Défaut d'excentricité [18]

La géométrie du rotor peut présenter des dissymétries qui sont naturelles celles-ci relèvent de trois catégories qui sont pour l'essentiel.

1. Excentricité statique :
2. Excentricité dynamique :
3. Excentricité mixte

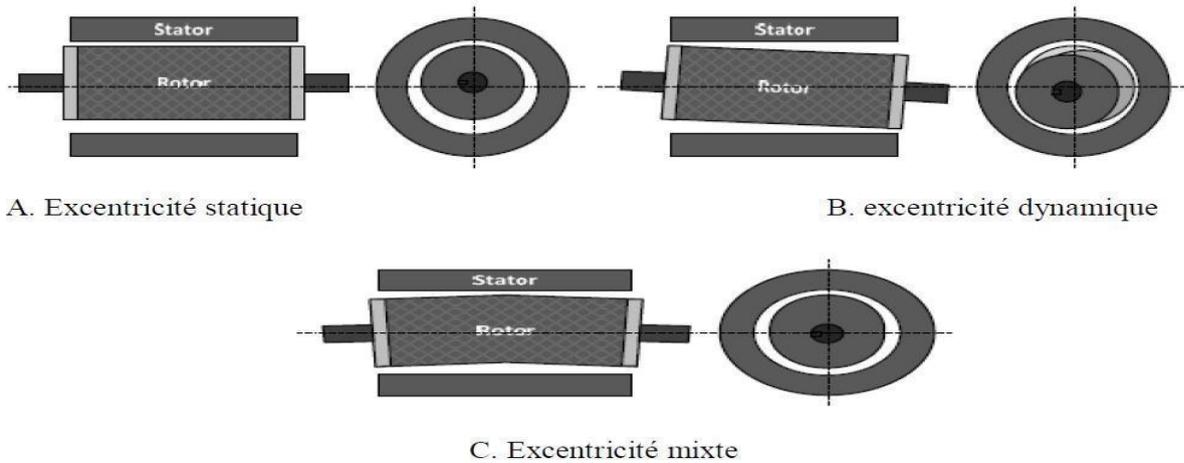


Figure I.10. Représentation de l'excentricité statique, dynamique et mixte [19].

L'Excentricité statique correspond au cas où le centre de rotation de l'arbre du rotor n'est pas celui du centre géométrique du stator.

L'Excentricité dynamique correspond, elle, à un centre de rotation du rotor différent du centre géométrique du stator mais, de plus, le centre du rotor tourne autour du centre géométrique de ce stator.

L'Excentricité mixte est la somme des deux cas présentés ci-avant.

Les fréquences induites, proches du fondamental, sont données par la relation :

$$f_{exc} = f_T \left(1 \pm k \cdot \frac{1-g}{p} \right) \quad (H_z) \dots \dots \dots (I.1)$$

où:

- fexc= Fréquence d'excentricité
- k = 1,2,3,.....,k ∈ IN
- g=le glissement,
- p=nombre de paires de pôles,
- f=fréquence d'alimentation

Cette relation a l'avantage de ne pas nécessiter de connaissance précise de la machine asynchrone car elle ne fait pas apparaître de terme lié à sa conception.

Une seconde approche consiste à utiliser une expression liant le défaut de barre casée à celle de l'excentricité et des encoches au rotor. C'est ainsi qu'une équation, sous forme compacte, fait apparaître les harmoniques de fréquences relatives à ces défauts et qui dépendent pour beaucoup du nombre de pair de pôles.

$$f_{\text{exc}} = f_{\text{w}} \pm (k \pm \frac{p}{R}) \cdot (1-g) \quad (\text{Hz}) \dots \dots \dots (I.2)$$

où:

- f_{exc} = Fréquence «d'excentricité »
- $k = 1,2,3,\dots,k \in \mathbb{N}$
- g =le glissement ,
- p =nombre de paires de pôles,
- R =nombre d'encoches au rotor,
- $\frac{p}{R} \in \mathbb{N}$
- $f_{\text{w}}=1,3,5,\dots, f_{\text{w}} \in \mathbb{N}$
- f =fréquence d'alimentation

Dans le cas l'excentricité statique, $\frac{p}{R}=0$, alors que pour L'excentricité dynamique, $\frac{p}{R}$ peut prendre les valeurs :1,2,3.....($\frac{p}{R}$ est connu sous le nom «ordre d'excentricité »).le coefficient f_{w} représente l'harmonique de temps lié à l'alimentation du moteur asynchrone.

Dans ce chapitre, on a cité es défauts fréquemment rencontres dans le cas des machines tournants, néanmoins, il peut y exister d'autres défauts qui influent considérablement sur le comportement vibratoire de la machine.

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté des notions très importantes en diagnostic, tels que les défauts pouvant affecter la machine asynchrone, leurs causes et leurs conséquences, ainsi que les méthodes utilisées en diagnostic. Notre travail est consacré à l'étude et à la détection des cassures de barres dans la cage rotorique. Pour cela, il faut disposer d'un bon modèle mathématique, décrivant le comportement dans l'état sain et avec défaut.

Chapitre II. Analyse du défaut d'excentricité

1. Introduction

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

La détérioration du fonctionnement conduit le plus souvent à un accroissement 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 dégradations, 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. [21]

2. Constitution de la machine asynchrone à cage

La machine asynchrone, souvent appelée moteur à induction comprend un stator et un rotor, constitués de tôles d'acier au silicium et comportant des encoches dans lesquelles on place les enroulements. Le stator est fixe ; on y trouve les enroulements reliés à la source.

Le rotor est monté sur un axe de rotation. Selon que les enroulements du rotor sont accessibles de l'extérieure ou sont fermés sur eux-mêmes en permanence, on définit deux types de rotor : bobiné ou à cage d'écureuil. Toutefois, nous admettrons que sa structure est électriquement équivalente à celle d'un rotor bobiné dont les enroulements sont en court-circuit. Dans ce travail, nous nous intéressons à la machine asynchrone à cage d'écureuil [2].

Les éléments de constitution d'une machine asynchrone à cage d'écureuil sont illustrés dans la Figure II.1.

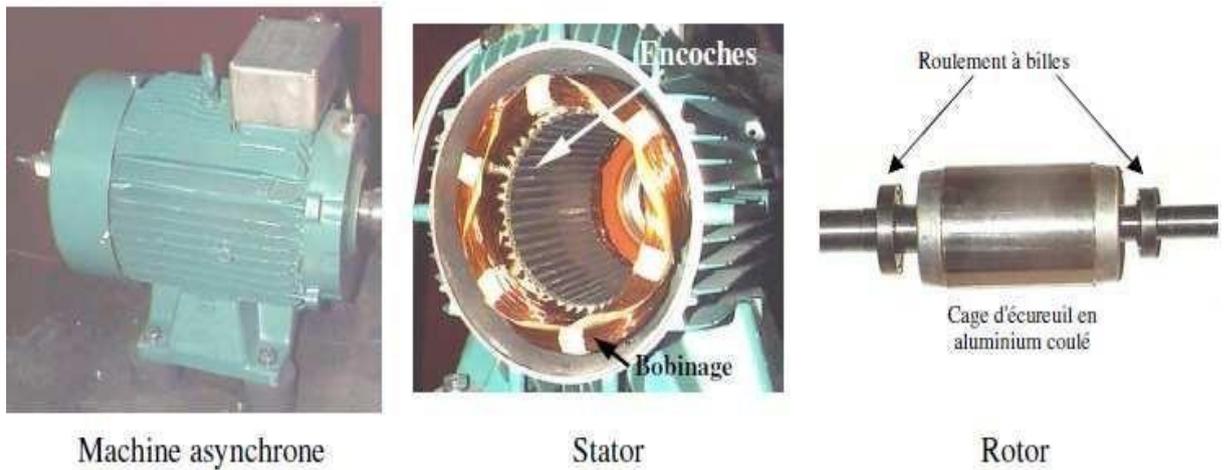


Figure. II.1 : Machine asynchrone avec stator et rotor.

a. Stator

Le circuit magnétique est un empilement de tôles fines d'acier découpées, faisant apparaître les différentes encoches statoriques. On utilise des tôles minces dont l'épaisseur varie entre 0.35 et 0.50mm pour minimiser les pertes dans le circuit magnétique. De plus, afin de limiter l'effet des courants de Foucault, on isole habituellement les tôles d'une mince couche de vernis ou de silicate de soude. Le bobinage statorique est constitué de deux parties (Figure.I.2) : les conducteurs d'encoches et les têtes de bobines. Les conducteurs d'encoches permettent de créer dans l'entrefer le champ magnétique à l'origine de la conversion électromagnétique. Les têtes de bobines permettent, quant à elles, la fermeture des courants en organisant leur circulation, l'objectif étant d'obtenir une répartition des forces magnétomotrices et du flux la plus sinusoïdale possible dans l'entrefer, pour limiter les oscillations du couple électromagnétique. [21]

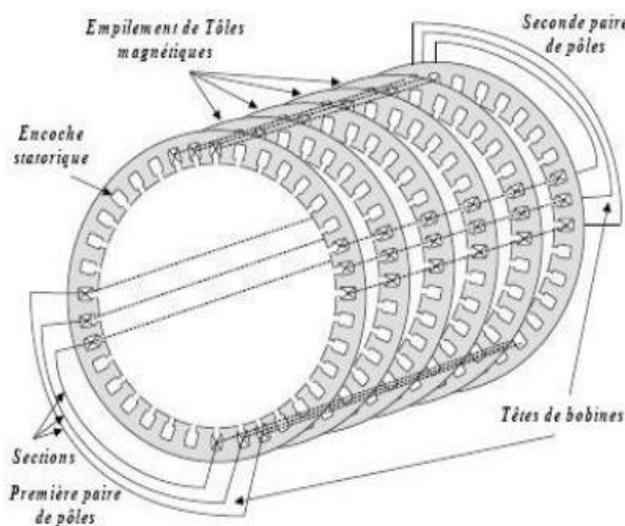


Figure. II.2. Enroulements statoriques d'une phase d'une machine à 4 pôles



Figure. II.3. Photo du stator d'une machine asynchrone

b. Rotor

Le rotor est constitué comme le stator de tôles empilées et habituellement du même matériau. Dans les petits moteurs, les tôles sont découpées dans une seule pièce et assemblées sur un arbre. Dans de plus gros moteurs, chaque lamination est constituée de plusieurs sections montées sur un moyeu. Dans le cas des rotors à cage d'écureuil, les encoches peuvent être semi-ouvertes ou fermées. Les enroulements sont constitués de barres court-circuitées par un anneau terminal placé à chaque extrémité du rotor. Les conducteurs sont généralement réalisés par coulage d'un alliage d'aluminium, ou par des barres massives de cuivre ou, à l'occasion, en laiton préformées et frettées dans les tôles du rotor. Il n'y a généralement pas, ou très peu, d'isolation entre les barres rotoriques et les tôles magnétiques. Leur résistance est suffisamment faible pour que les courants ne circulent pas dans les tôles, sauf lorsqu'il y a une rupture de barre.[22]

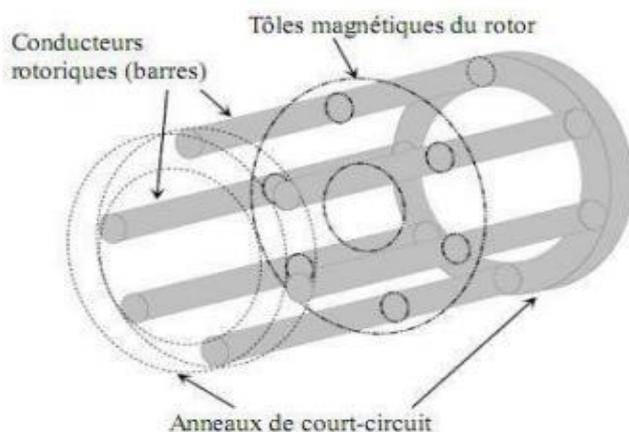


Figure. II.4. Rotor à cage d'écureuil

3. L'analyse vibratoire

Est la plus connue et la plus largement utilisée car adaptée aux des composants mécaniques et aux machines industrielles en fonctionnement. Elle permet de détecter la majorité des défauts susceptibles d'apparaître dans les machines tournantes. [17]

Objectifs d'analyse vibratoire

L'analyse vibratoire poursuit deux objectifs :

- La détection des défauts
- l'analyse détaillée des défauts.

On utilise à cet effet des paramètres calculés :

- Soit dans le domaine temporel,
- Soit dans le domaine fréquentiel,
- Soit dans les deux à la fois. [16]

a. Les avantages

- Détection de défauts à un stade précoce,
- Possibilités de réaliser un diagnostic approfondi,
- Autorise une surveillance continue,
- Permet de surveiller,
- l'équipement à distance,

b. Les inconvénients

- Spectres parfois difficiles interpréter,
- Dans le cas de la surveillance continue, installations relativement coûteuses. [2]

Champs d'application privilégiée

Détection des défauts de tous les organes cinématiques de la machine (balourd, défauts d'alignement, jeux, etc....) Et de sa structure.

Définition d'une vibration

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, si l'on observe le mouvement d'une masse suspendue à un ressort on constate qu'il se traduit par :

- Un déplacement : la position de la masse varie de part et d'autre du point d'équilibre ;
- Une vitesse de déplacement : variation du déplacement par rapport au temps ;
- Une accélération : variation de la vitesse par rapport au temps. [21]

Caractéristiques d'une vibration

Une vibration se caractérise principalement par sa fréquence, son amplitude et sa nature.

a. Fréquence

La fréquence est le nombre de fois qu'un phénomène se répète en un temps donné. Lorsque l'unité de temps choisie est la seconde, la fréquence s'exprime en hertz [Hz].

1 Hertz = 1cycle/seconde.

Une vibration qui se produira 20 fois par seconde aura donc une fréquence f de 20 hertz. [21]

b. Amplitude

On appelle amplitude d'une onde vibratoire la valeur de ses écarts par rapport au point d'équilibre et on peut définir.

L'amplitude maximale par rapport au point d'équilibre appelée amplitude crête ou niveau crête, l'amplitude double, aussi appelée l'amplitude crête à crête ou niveau crête-crête. [21]

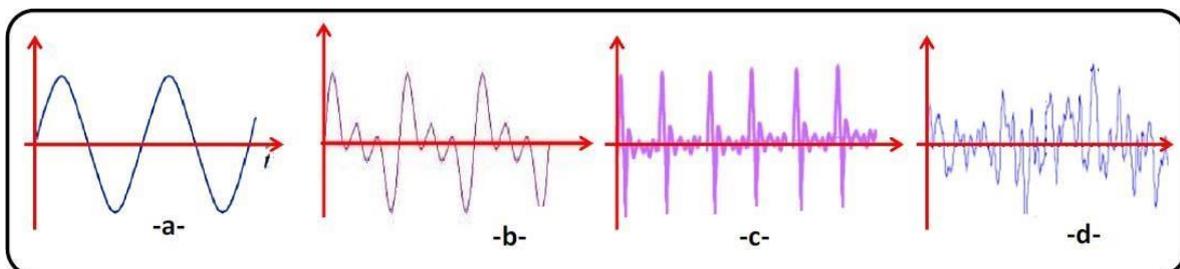
c. Nature d'une vibration

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

Les vibrations périodiques de type sinusoïdal simple [figure II.2 a] ou sinusoïdal complexe [figure II.2 b] représentatives du fonctionnement normal ou anormal d'un certain nombre d'organes mécaniques (rotation de lignes d'arbres, engrènements,) ou d'un certain nombre d'anomalies (déséquilibre, désalignement, déformations, instabilité de paliers fluides, déversement de bagues sur roulements, ...).

Les vibrations périodiques de type impulsif [figure II.2 c] sont appelées ainsi par référence aux forces qui les génèrent et à leur caractère brutal, bref et périodique. Ces chocs peuvent être produits par des événements normaux (presses automatiques, broyeurs à marteaux, compresseurs à pistons, ...) ou par des événements anormaux comme l'écaillage de roulements ou un défaut sur des engrenages, un jeu excessif, ...

Les vibrations aléatoires de type impulsif [figure II.2 d] peuvent, par exemple, être générées par un défaut de lubrification sur un roulement, la cavitation d'une pompe. [21]



4. ANALYSE DU DEFAUT D'EXCENTRICITE ROTORIQUE

Notre étude dans cette partie consiste à détecter le défaut d'excentricité rotorique en se basant sur la méthode de MCSA-FFT. En cas d'une excentricité du rotor, nous notons l'apparition de nouvelles composantes harmonique dans le spectre du courant statorique. Ces fréquences dépendent du nombre de pair de pole et du nombre de barres rotoriques

5. étapes de mesure

Carte d'acquisition NI 9234

National Instruments a récemment publié la dernière version de sa suite NI Sound and Vibration Mesurément Suite, qui fournit une suite complète d'outils d'analyse et de traitement pour les applications de test de bruit, vibration, impulsion (NVH), Condition Machine (MCM) et acoustique. Logiciel de conception de système ni LabVIEW pour simplifier le développement du son avec des fonctions d'enregistrement de données de vibration et d'autres améliorations, le réglage du son en 2011 aide les ingénieurs à personnaliser et à automatiser facilement.[4]



Figure II.5. Carte d'acquisition NI 9234

Smart balancer

instrument de mesure Smart Balancer

Avec batterie rechargeable intégrée et boîte de dialogue utilisateur en français, allemand, anglais, espagnol, russe, italien, suédois, hollandais, polonais, japonais et chinois
capteurs d'accélération avec :

- pointe de touche
- pieds magnétiques pour surface plane et courbe

Câbles de raccordement de 5m

capteur de référence optique laser, avec :

- support magnétique
- bande réfléchissante
- câble de raccordement de 3m

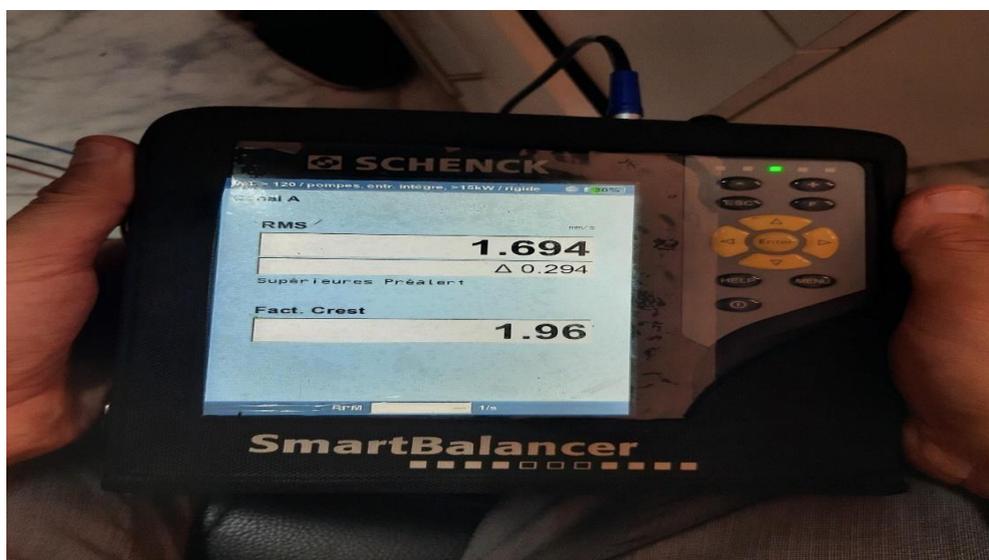
CD-ROM avec mode d'emploi, programme de l'appareil et logiciel Utility pour traitement des résultats de mesures sur PC

câble de raccordement USB au PC, de 1,5m

câble USB pour imprimante, de 1,5m

bloc alimentation avec chargeur

coffret de rangement rigide pour l'appareil de mesure et ses accessoires.



FigureII.6. Smart balancer

6. Les capteurs de vibrations :

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore, à partir d'une grandeur physique (information entrante), une autre grandeur physique de nature différente (la plupart du temps électrique) utilisable à des fins de mesures ou de commandes.

Paramètres des capteurs :

Il existe un certain nombre de paramètres électriques communs à tous les capteurs telsque :

- *La précision* qui est caractérisée par l'incertitude absolue obtenue sur la grandeur électrique en sortie du capteur.
- *L'étendue de mesure* qui définit la plage de fonctionnement du capteur pour la grandeur à mesurer.
- *La linéarité* qui permet de savoir si le capteur présente la même sensibilité sur tout l'étendue de sa plage d'emploi.
- *La fidélité* : Un capteur est dit fidèle si le signal qu'il délivre ne varie pas pour une série de mesure concernant la même valeur de la grandeur d'entrée.

Différents types de capteurs :

Les capteurs de vibrations utilisés actuellement en industrie pour la maintenance conditionnelle sont les capteurs de déplacement, les capteurs de vitesse et les capteurs d'accélération (les accéléromètres).

Capteurs de déplacement :

Il existe en effet trois types :

- *Capteurs de déplacement à courant de Foucault* :

Ces capteurs mesurent les déplacements vibratoires, ils ont une réponse aux déplacements quasi statiques, mais ont une gamme de fréquence limitée et ils nécessitent souvent un calibrage sur site.

De plus la surface vibrante doit être électriquement conductrice.

- *Capteurs de déplacement capacitifs* : Ces capteurs de petite dimension sont libres de tout contact. Ils sont sensibles aux déplacements vibratoires relatifs à une grande sensibilité sur une large gamme fréquentielle.

Ce type de capteur est difficile à calibrer, il faut appliquer une différence de potentiel entre le capteur et la pièce en mouvement.

- *Potentiomètre de position* :

Ce capteur est capable de mesurer les déplacements statiques. Cependant, la gamme fréquentielle est très limitée et le capteur a une courte durée de vie et une faible résolution.

Capteur de vitesse :

C'est un capteur vibratoire de faible impédance électrique, très limité dans sa gamme fréquentielle. Il est sensible au champ magnétique, et sa plage fréquentielle est limitée, elle va typiquement de 10Hz à 1000Hz.

Capteur d'accélération :

C'est un capteur vibratoire qui est capable de mesurer les accélérations quasi statiques. La gamme fréquentielle est très large, il possède une excellente linéarité sur une très grande gamme dynamique. Etant lui-même, générateur, il est donc indépendant de toute alimentation externe. Le signal d'accélération peut être intégré électriquement pour donner le déplacement et la vitesse, c'est le meilleur capteur disponible pour la mesure de vibrations.

Ce capteur est disponible pour le montage axial et le montage radial, et les figures II.3 et II.4 illustrent bien ces deux montages.



Figure II.7: Montage axial



Figure II.8: Montage radial



Figure II.9. Capteur de carte d'acquisition



Figure II.10. Capteurs d'accélération (Smart balancer)



Figure II.11. Capteur de référence optique laser (Smart balancer)

Dans un capteur d'accélération, on utilise un cristal piézo-électrique, ce cristal a la propriété de produire une charge électrique lorsqu'il est soumis à une pression. Quand une masse est placée au-dessus de ce cristal mince, subit des accélérations, et une force est générée suivant la loi de newton :

$$F=Ma.....(II.1)$$

Cette force crée une pression sur le cristal. Les accéléromètres actuels sont tous munis d'un amplificateur interne qui transforme la charge en une tension. Cet amplificateur est alimenté de manière externe au moyen d'une source de courant continu. Vu le caractère universel de ce capteur, la plupart des appareils de mesures modernes contient de telle source de courant.

Si l'amplificateur n'est pas construit à l'intérieure de capteur, il faut faire usage à une source d'amplification externe. Le désavantage de cette méthode est que les câbles de connexion utilisée doivent être spécifique pour acheminée sans perte d'information, le signal jusqu'à l'appareil de mesure.

L'effet pièze- électrique est régi par les équations suivantes :

$$Q=k.P$$

$$P=F/S \qquad Q=K.a \dots\dots\dots (II.2)$$

$$F=M.a$$

Avec :

Q: Charge électrique généré par l'effet piézo-électrique (pC)

P: Pression exercée sur la céramique (N/m²)

F: Force exercée sur la céramique (N)

S: Surface de contacts entre la masse sismique et la céramique (m²)M:

Masse sismique (Kg)

a : Accélération de capteur (m/s²)

k: Constante (pC/N/m²)

K: Facteur de transmission (pC/m/s²)

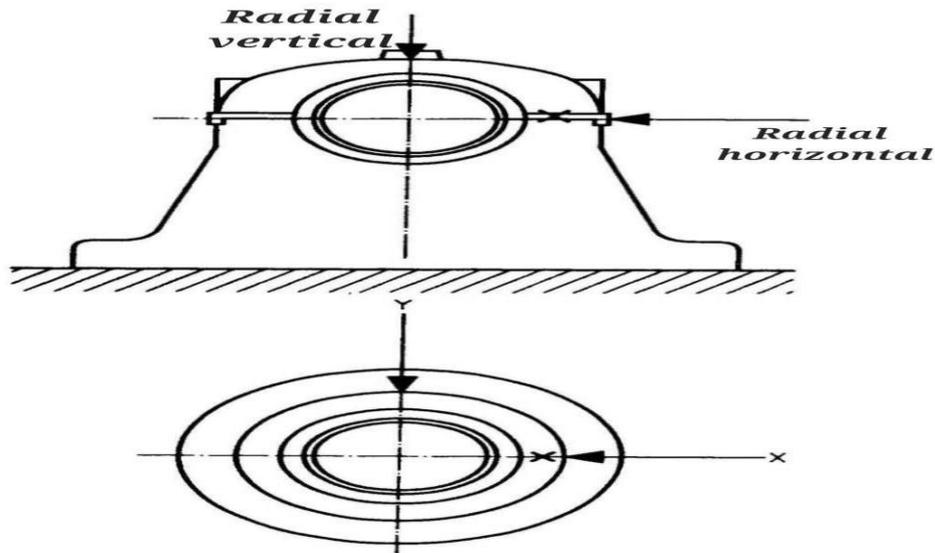


Figure.II.12. Positionne de capteur

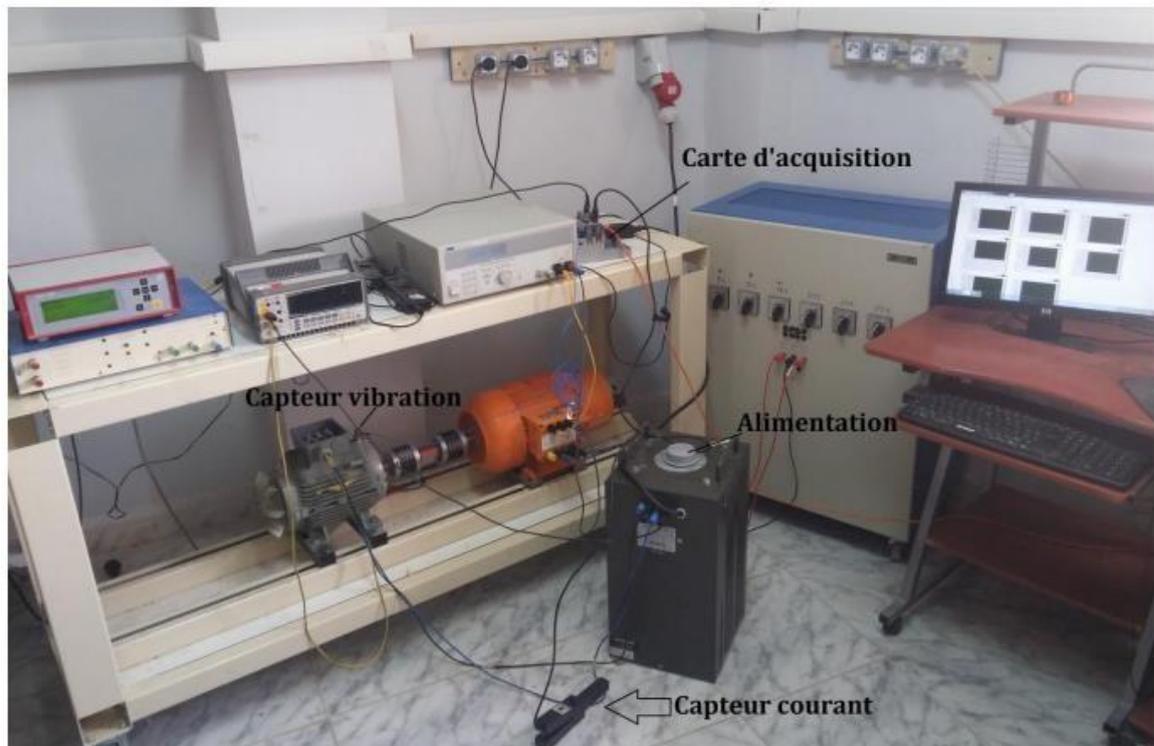


Figure.II.13. Atelier de recherche

-Le sous-programme suivant concerne les résultats de l'état sain et l'excentricité.

```

File Edit Text Go Cell Tools Debug Parallel Desktop Window Help
Current Folder: C:\Users\BENYAHIA\Documents\MATLAB
Shortcuts How to Add What's New
Editor - C:\Users\BENYAHIA\Desktop\zzzz\FFT_du_signal_zouzou.m*
1
2 load ('G:\zzzzzzzz\ay.mat');
3 t=data(1:6400,1);
4 ay=data(1:6400,2);
5 tail_fft= 6400; %modéfier cette valeur selon le nombre de points du signa
6
7 tail_fenetre=tail_fft; %taille de la fenetre.
8
9 fe=12800 ; %fréquence d'échantillonnage.
10
11 %Le spectre du courant:
12 [B,F,T]=specgram(ay,tail_fft,fe,hanning(tail_fenetre),1);
13 ab=abs(B); %L'amplitude de la FFT
14 plot(t,ay);
15 plot(F,ab,'r');
16
17
18
19
20

```

Figure.II.14. Programme de Matlab

7. Temps d'acquisition du signal

Le temps d'acquisition Δt d'un bloc de N points est inversement proportionnel à la largeur B de la plage de fréquences dans laquelle on veut calculer le spectre :

$$\Delta t = \frac{N}{f_e} = \frac{N}{2,56B} = \frac{NLS}{B} = \frac{1}{\Delta f} \dots \dots \dots (II.3)$$

Fréquence des bandes latérales autour de fréquence d'alimentation sont donnée par :

$$F_{ecc} = f_c \mp K.f_r \dots \dots \dots (II.4)$$

8. Conséquences pratiques

Toute machine, même de conception et de réalisation très soignées, présente malgré tout un déséquilibre résiduel (acceptable ou non). Ce déséquilibre induit un effort circulaire qui se confond avec la rotation. L'image vibratoire sera donc constituée d'une composante d'amplitude prépondérante à la fréquence de rotation du rotor (figures II.15)

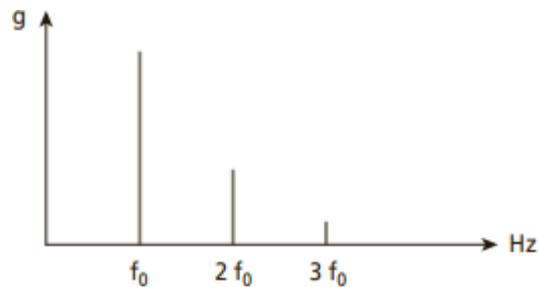
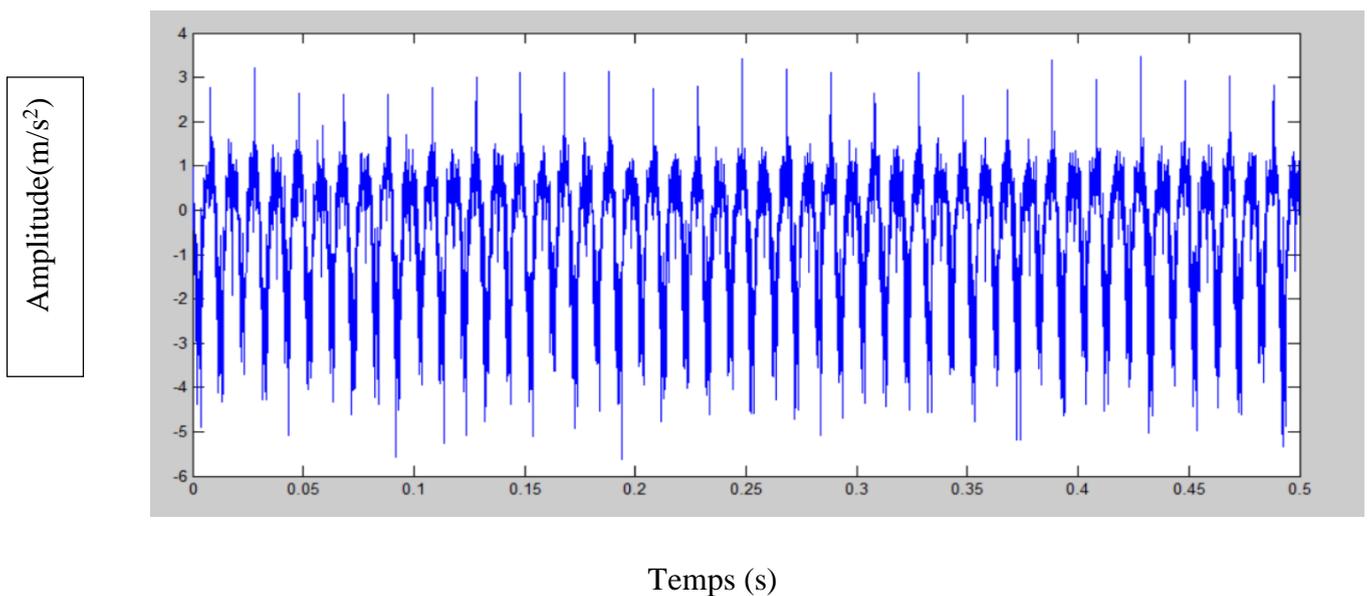
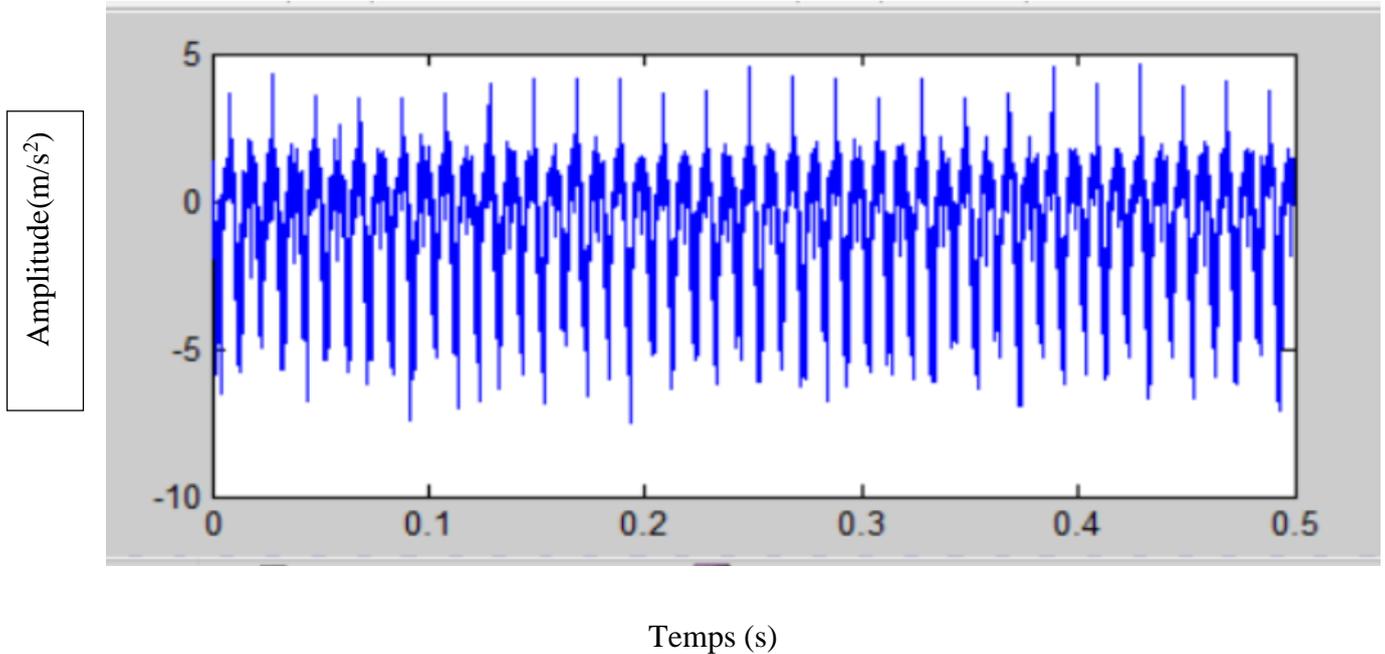


Figure.II.15 – Image vibratoire théorique d'un balourd. Prépondérance de l'amplitude liée à la fréquence de rotation sans ou avec peu d'harmoniques et sans bandes latérales de modulation.

9. résultats expérimentaux dédiés à l'excentricité mixte pour (carte d'acquisition NI 9234)

Cette courbe montre l'évolution de vitesse en fonction de temps pour l'état sain et excentricité (ax)
On voit que cette évolution suit celle pour les deux états



On remarque que les fréquences d'accélération sont plus élevées à excentricité puisqu'au état sain

Dans cette partie, nous présenterons les différents essais expérimentaux (état sain et excentricité)

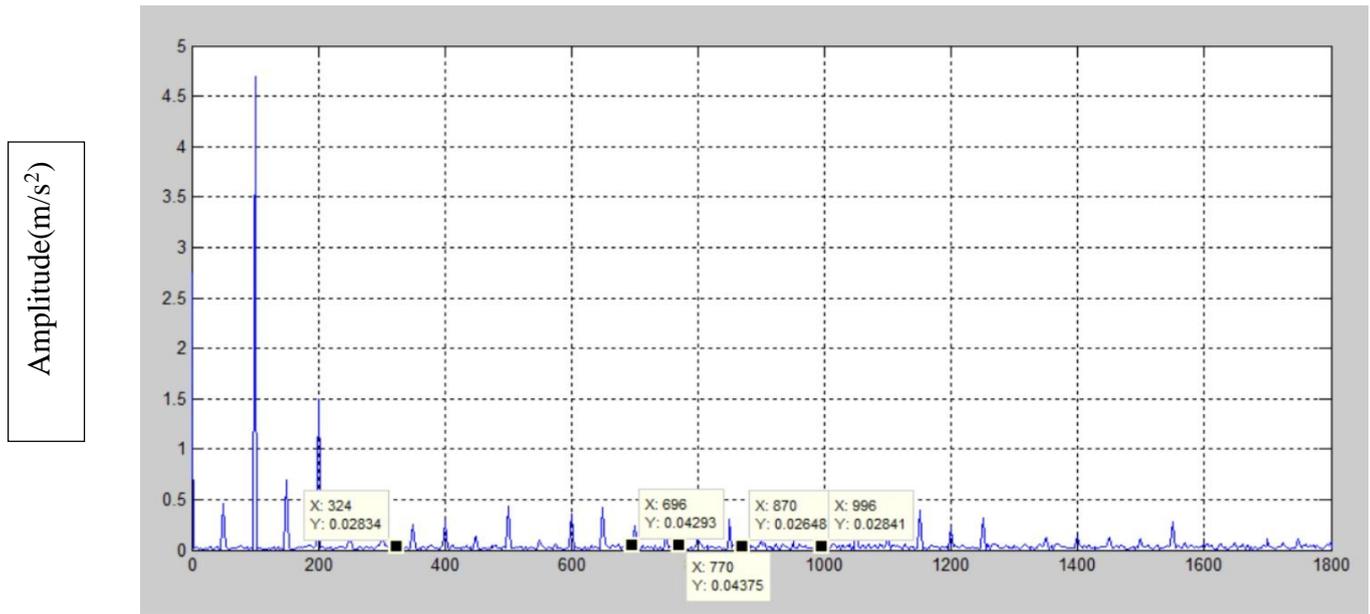


Figure.II.18. FFt état sain (ax)

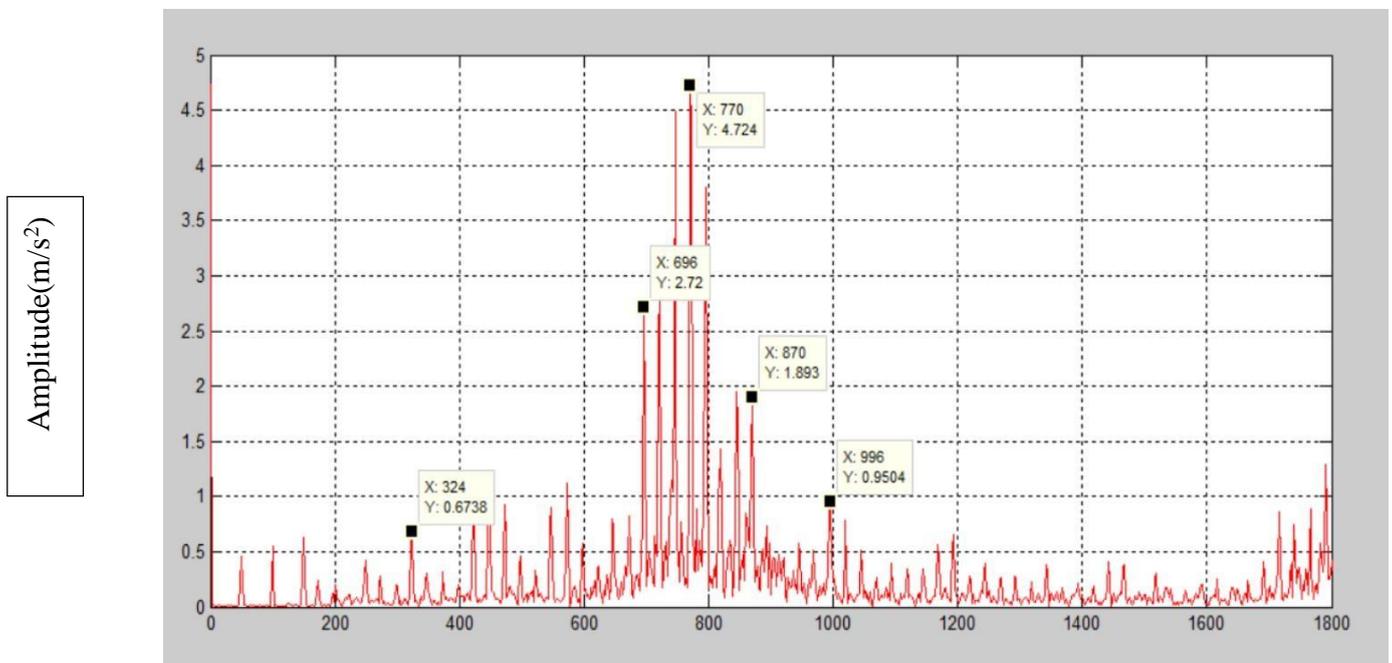


Figure.II.19. FFt Excentricité(ax)

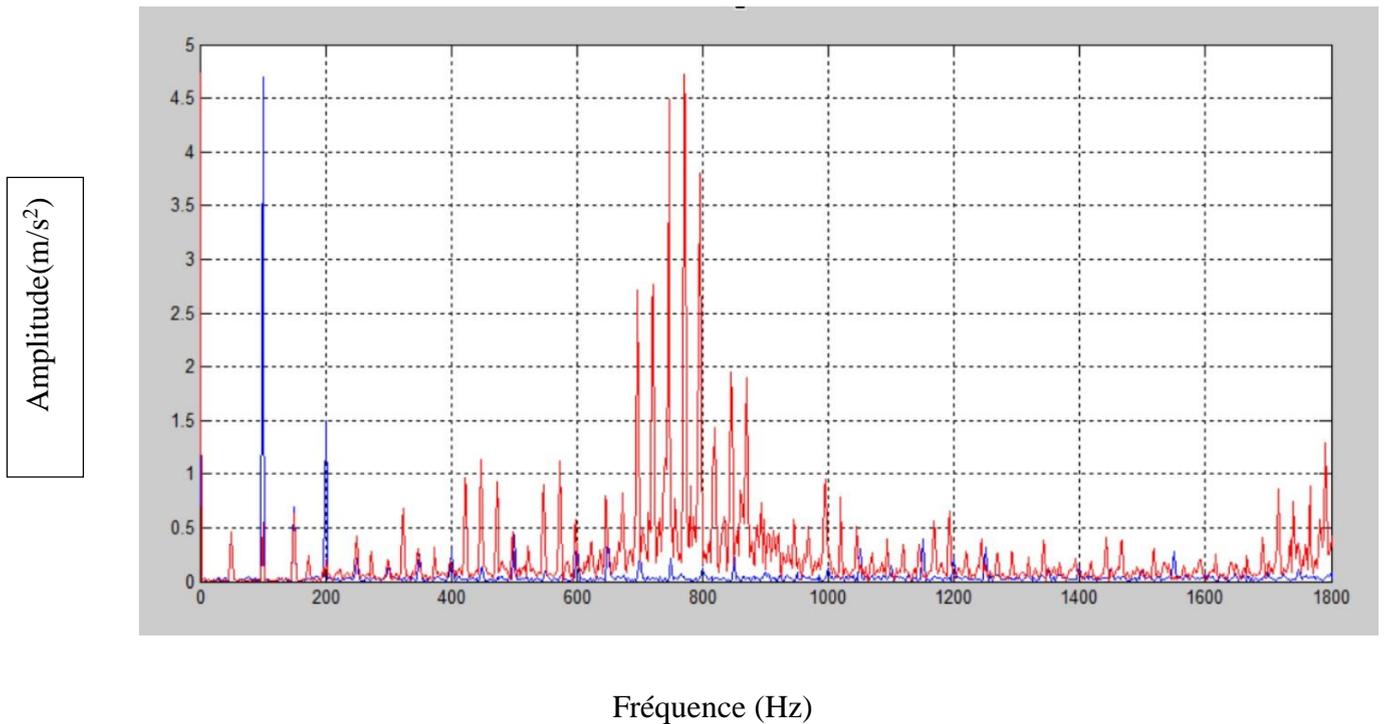


Figure.II.20. Comparation l'état sain et excentricité pour (ax)

En mesurant le spectre de fréquences d'une machine et en le comparant avec un spectre de référence mesuré alors que la machine fonctionnait de façon satisfaisante, l'augmentation du spectre de vibration causée par le développement des défauts apparaît clairement

Le tableau (II.1) regroupe les valeurs des fréquences correspondantes aux harmoniques principaux d'encoches rotoriques.

Tableau II. 2.valeurs état sain et excentricité (ax)

Fréquence (Hz)	$A_{\text{Sain}} (m/s^2)$	Excentricité(m/s^2)
324	0.007	0.119
448	0.027	0.200
598	0.050	0.1010
696	0.010	0.483

On constate en comparant entre état sain et excentricité lors de capture (ax) qu'il y a une différence dans les fréquences qui ont confirmé l'apparition du défaut par exemple 324Hzet 598Hz qu'il a dépassé le seuil d'erreur a excentricité

Cette courbe montre l'évolution de vitesse en fonction de temps pour l'état sain et excentricité (ay) On voit que cette évolution suit celle pour les deux états.

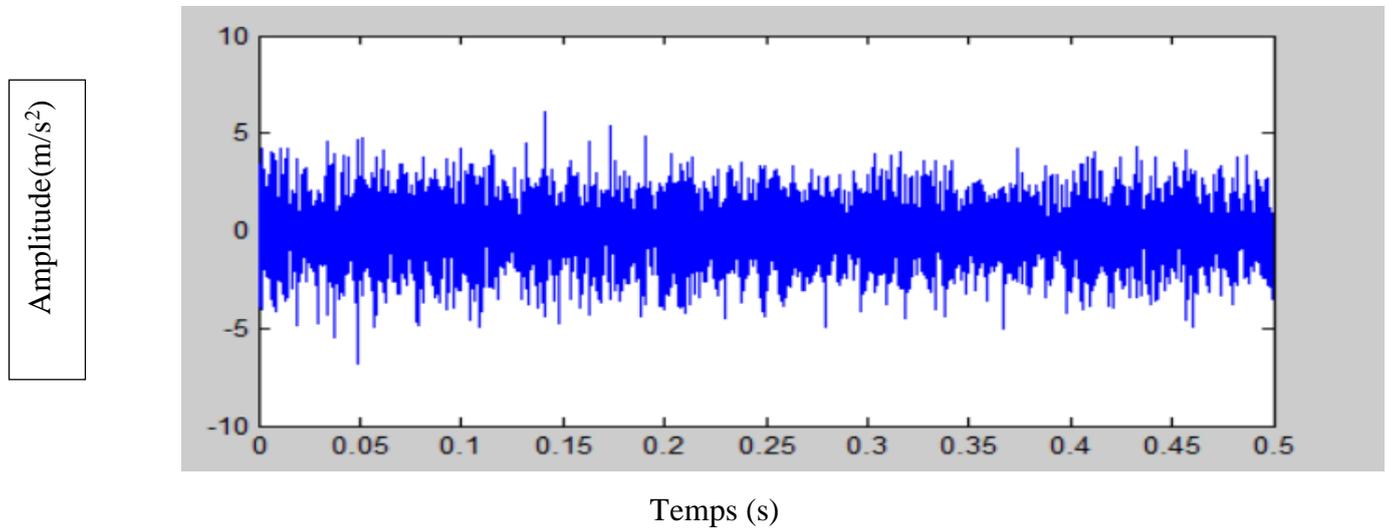


Figure.II.21. Signal temporelle à l'état sain (ay)

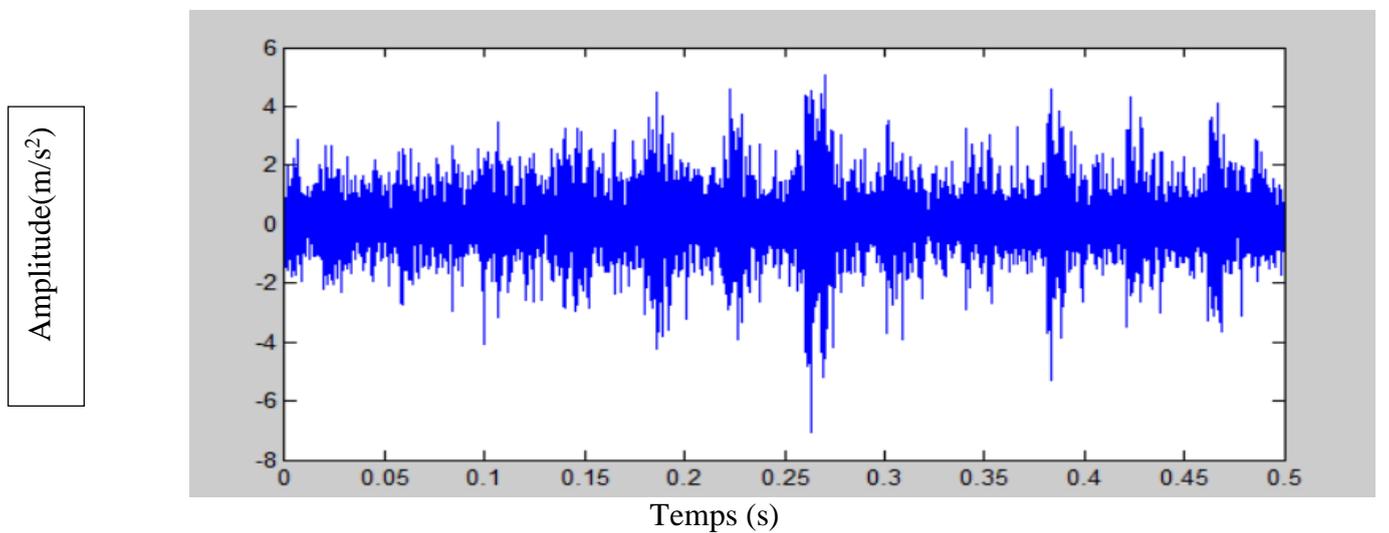


Figure.II.22. Signal temporelle d'excentricité (ay)

On remarque que les fréquences d'accélération sont plus grand élevées à excentricité puisqu'au état sain.

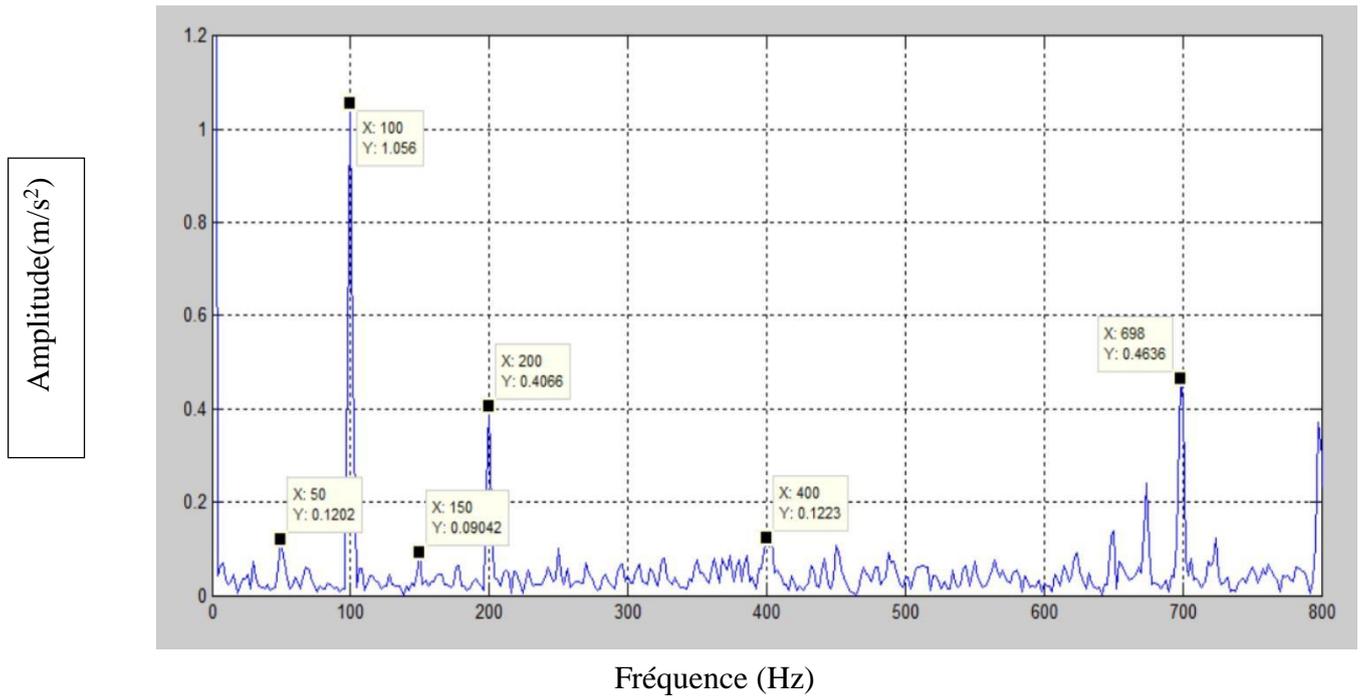


Figure.II.23. FFt État sain (ay)

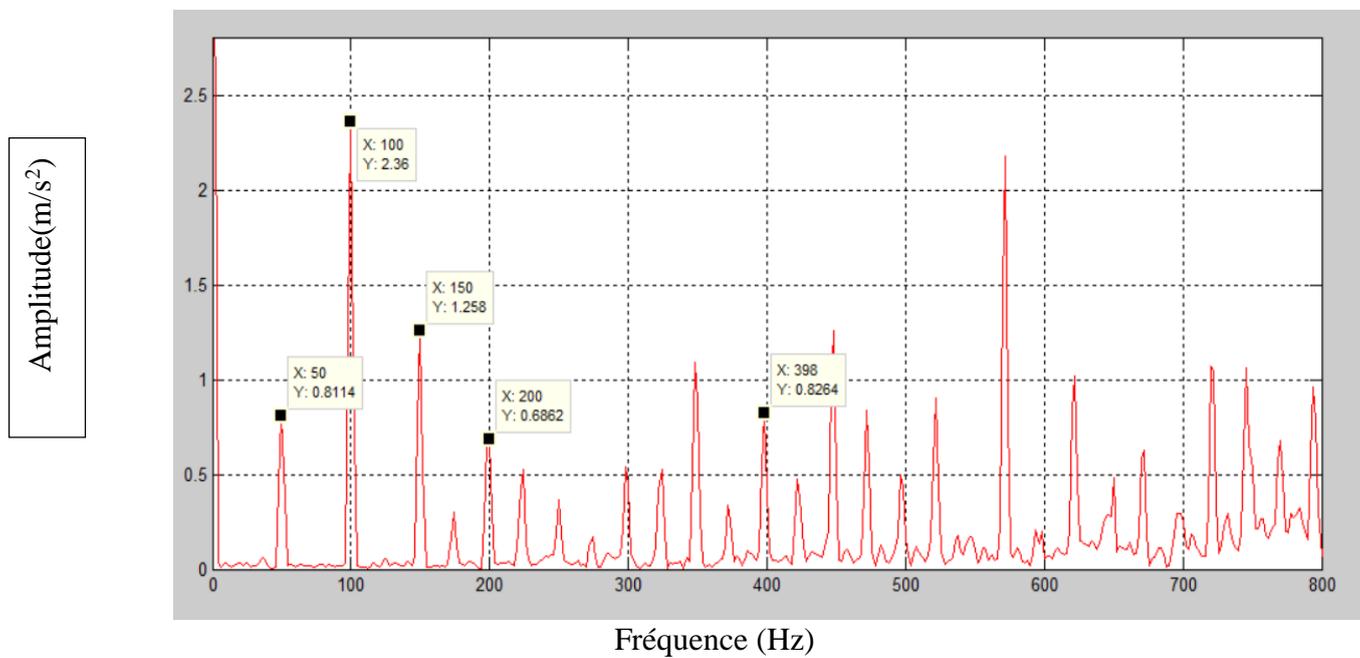


Figure.II.24. FFt Excentricité(ay)

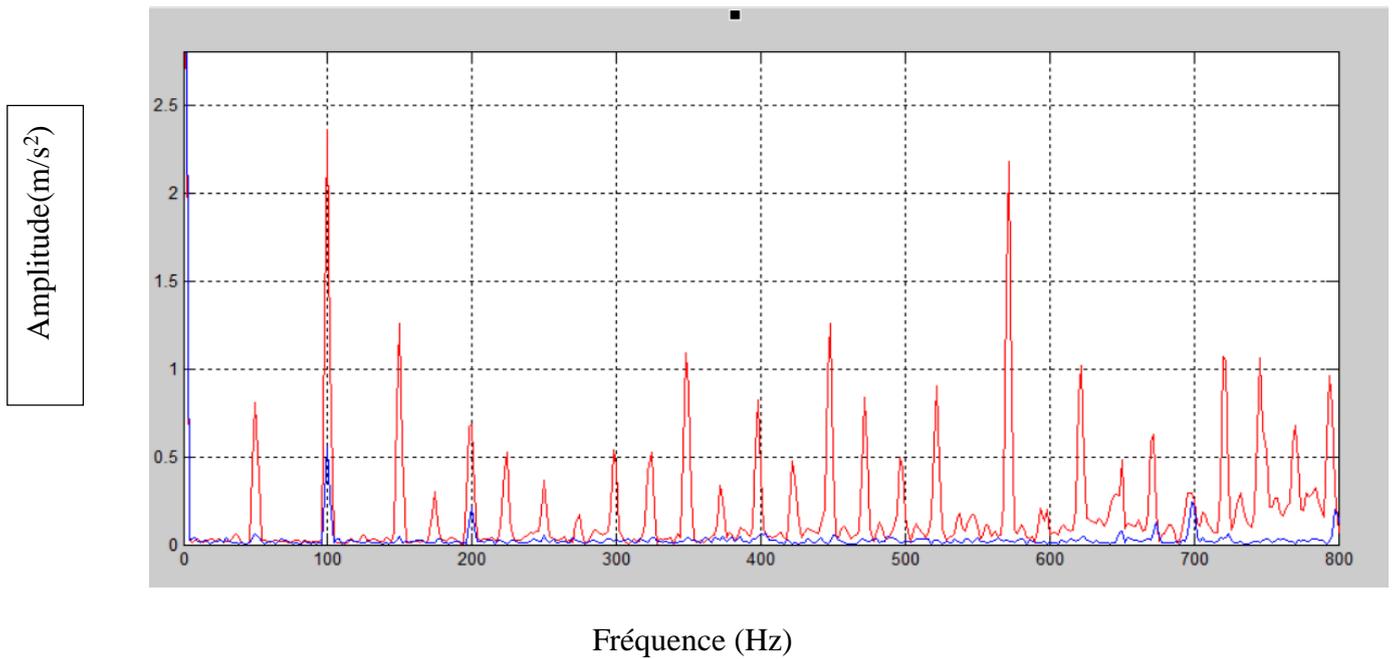


Figure.II.25. Comparation l'état sain et excentricité pour (ay)

La figureII.24 montre une comparaison des spectres de fréquence pour un moteur de 3 kW. A noter la courbe en bleu correspond à la machine en bon état (spectre de référence). L'état actuel est représenté par la courbe de la ligne rouge. Une augmentation des hautes fréquences (zone hachurée) indique une détérioration de la machine

Le calcul des fréquences caractéristiques du défaut d'excentricité mixte est basé sur la formule (II.10). Le tableau (II.2) regroupe les valeurs des fréquences correspondantes aux harmoniques principaux d'encoches rotoriques

Tableau II.2. Valeurs état sain et excentricité (ay)

Fréquence (Hz)	$A_{sain}(m/s^2)$	Excentricités (m/s^2)
50	0.015	0.202
100	0.139	0.589
150	0.011	0.314
700	0.054	0.062

On constate en comparant entre état sain et excentricité lors de capture (ay) qu'il y a une différence dans les fréquences qui ont confirmé l'apparition du défaut, par exemple 50Hzet 100Hz qu'il a dépassé le seuil d'erreur a excentricité.

10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploité les résultats d'expériences pour découvrir les erreurs de biais fixe en observant le moteur asynchrone, Nous avons comparé les résultats que nous avons obtenus pour chacun d'excentricité mixte et état sain à travers les fréquences et la durée qui caractérisent chaque défaut. Nous avons trouvé une certaine ambiguïté parce que des fréquences de déviation mixtes. Le défaut et l'apparition de nouvelles fréquences avec l'apparition de différences d'amplitudes, et en conséquence, il faut connaître le spectre vibratoire du moteur propre pour établir cette comparaison de manière appropriée grâce à des moyens de détection, et nous sommes allés comparer ces moyens dans le chapitre suivant.

Chapitre III. Etude des appareils de mesure des vibrations

1. Introduction

Toutes les machines en fonctionnement produisent des vibrations, qui sont une image des forces dynamiques résultant du mouvement des pièces mécaniques qui composent cette machine, car tout nouvel appareil ou machine en excellent état pendant son travail produit très peu de vibrations.

Le manque d'efficacité dans le fonctionnement des machines conduit toujours à un pourcentage élevé de vibrations. Et lorsque vous observez l'évolution du rapport de vibration, vous pouvez obtenir idée initiale et informations très importantes pour l'état de la machine. Ces vibrations occupent une position distinguée parmi les facteurs qui peuvent être pris en compte dans le diagnostic des dysfonctionnements de la machine, et pour obtenir de bons résultats pour le diagnostic, il faut choisir un appareil de mesure approprié, et nous avons étudié un moteur avec deux appareils différents et nous aimerions comparer les résultats de ces deux.

2. La valeur efficace ou le RMS (Root Mena Square)

L'approche la plus simple de l'utilisation des indicateurs scalaires consiste à calculer la valeur efficace, appelée encore RMS (Root Mena Square).

Pour un signal $x(t)$ le RMS est donné par :

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^t x_i^2} \dots \dots \dots (II.1)$$

où : x_i est l'amplitude de l'accélération du signal de l'échantillon i et t est le nombre d'échantillons du signal.

3. Le problème de travail

- temps d'acquisition
- pour smart balancine l'appareil ne fonctionne pas sous 15 kw
- default de déplacement de capteur
- nombre d'harmonique
- default de capteur

4. Comparaison des deux appareils :

Grâce à des expériences sur le moteur par les deux appareils, nous avons obtenu des réponses

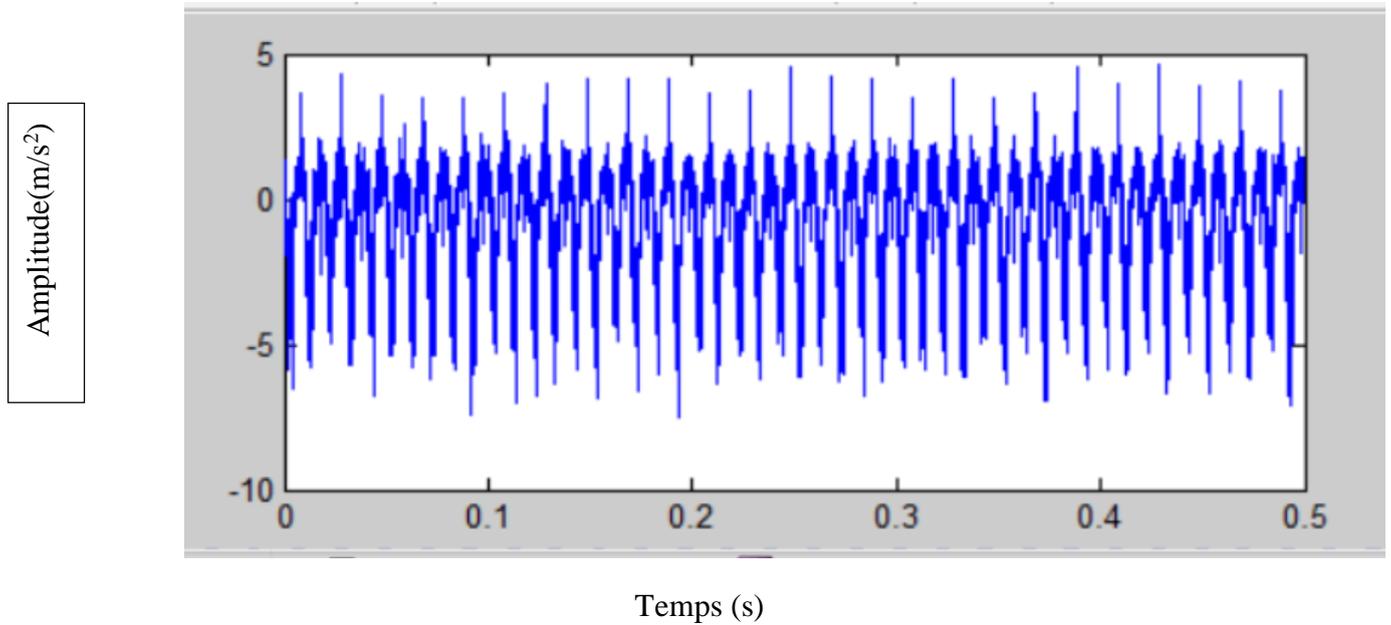


Figure.III.1. Signal temporelle a l'état sain(ax) carte d'acquisition NI 9234

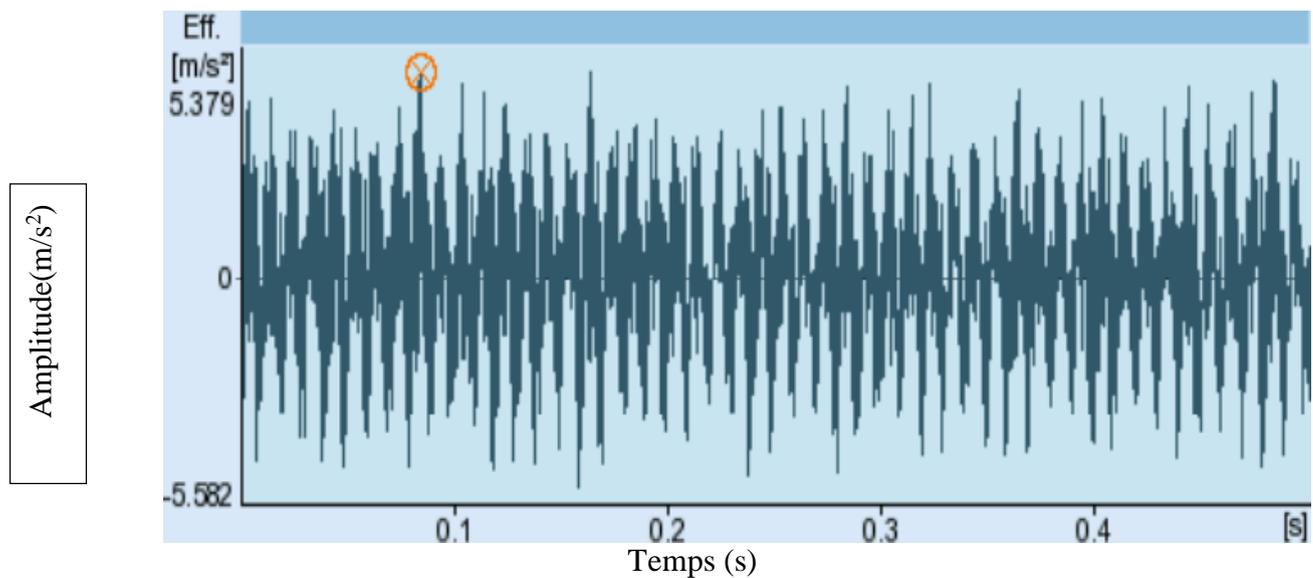


Figure.III.2. Signal temporelle a l'état sain (ax) Smart balancer

Figure III.1 et III.2 représenté amplitude (m/s) en fonction temps (s) ont remarqué que le signal temporel dans l'axe (ax) augment a 5m/s dans carte d'acquisition NI 9234 par contre dans l'appareil Smart balancer a 4m/s.

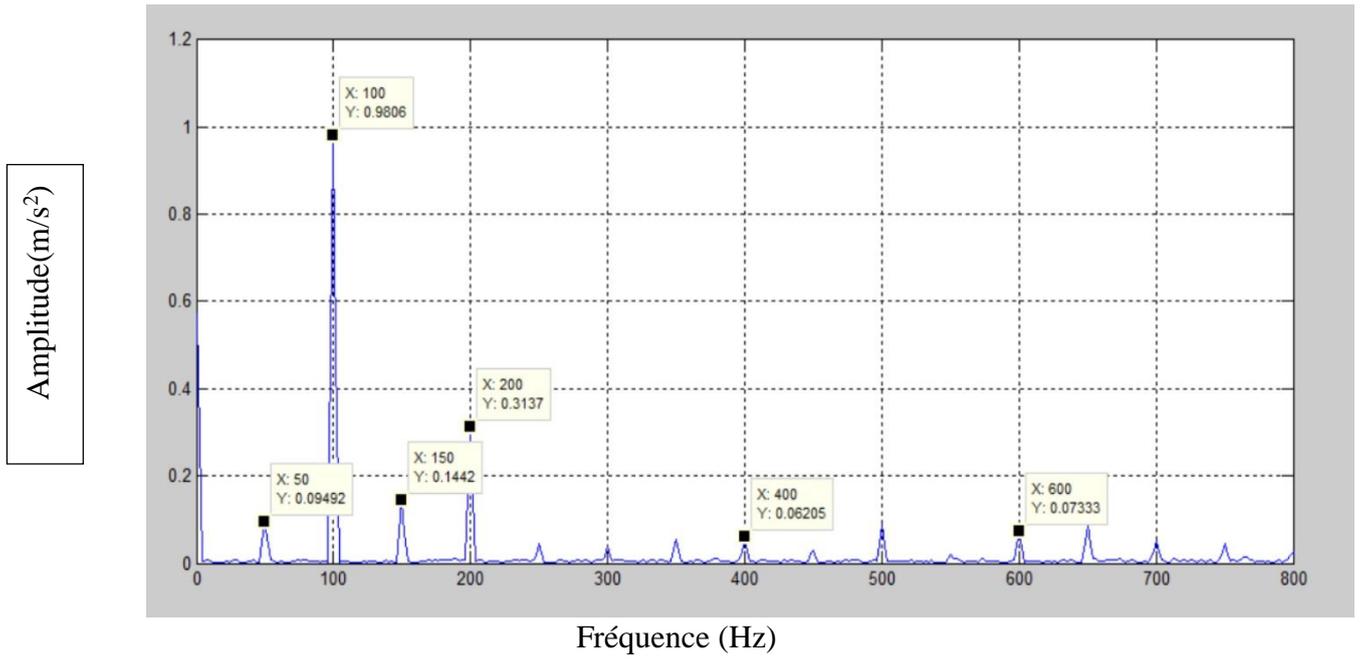


Figure III.3. FFt Sain (ax) carte d'acquisition NI 9234

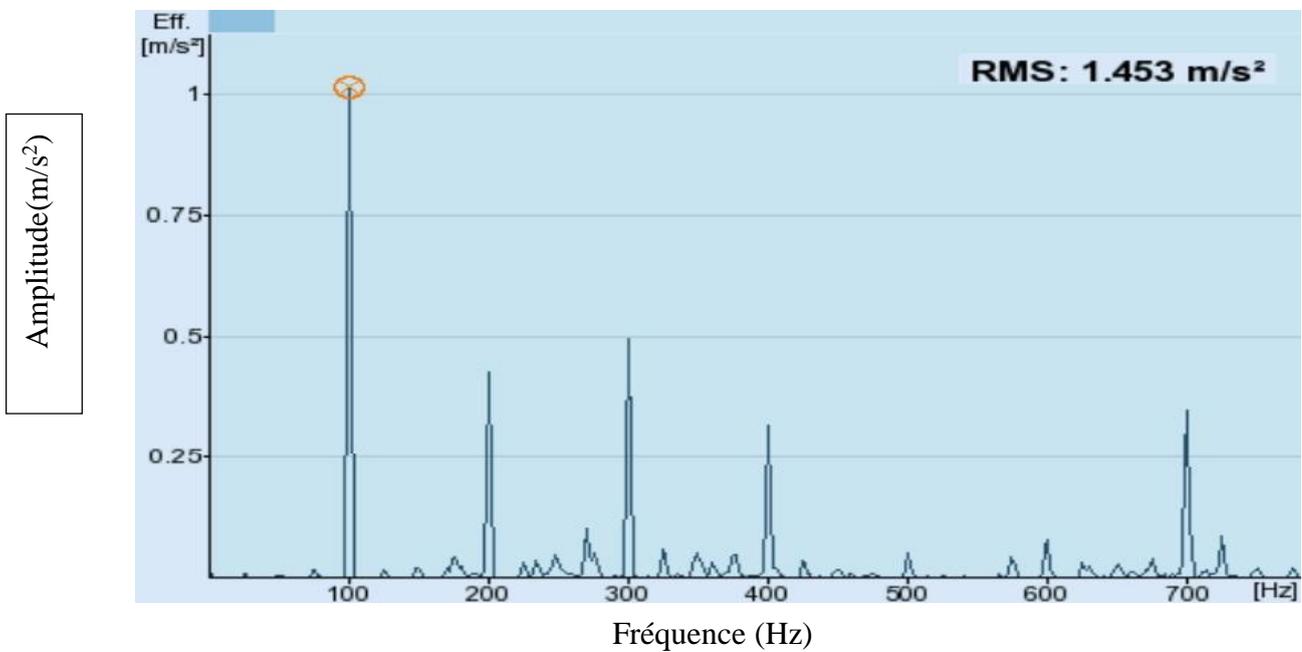


Figure III.4. FFt Sain (ax) Smart balancer

Figure III.3 et III.4 représenté amplitude (m/s) en fonction fréquence (HZ) on remarqué que le signal dans Sain a l'axe (ax) augment 0.95 m/s a la fréquence 100Hz dans carte d'acquisition NI 9234 persique le même résultat obstiné dans l'appareil Smart balancer.

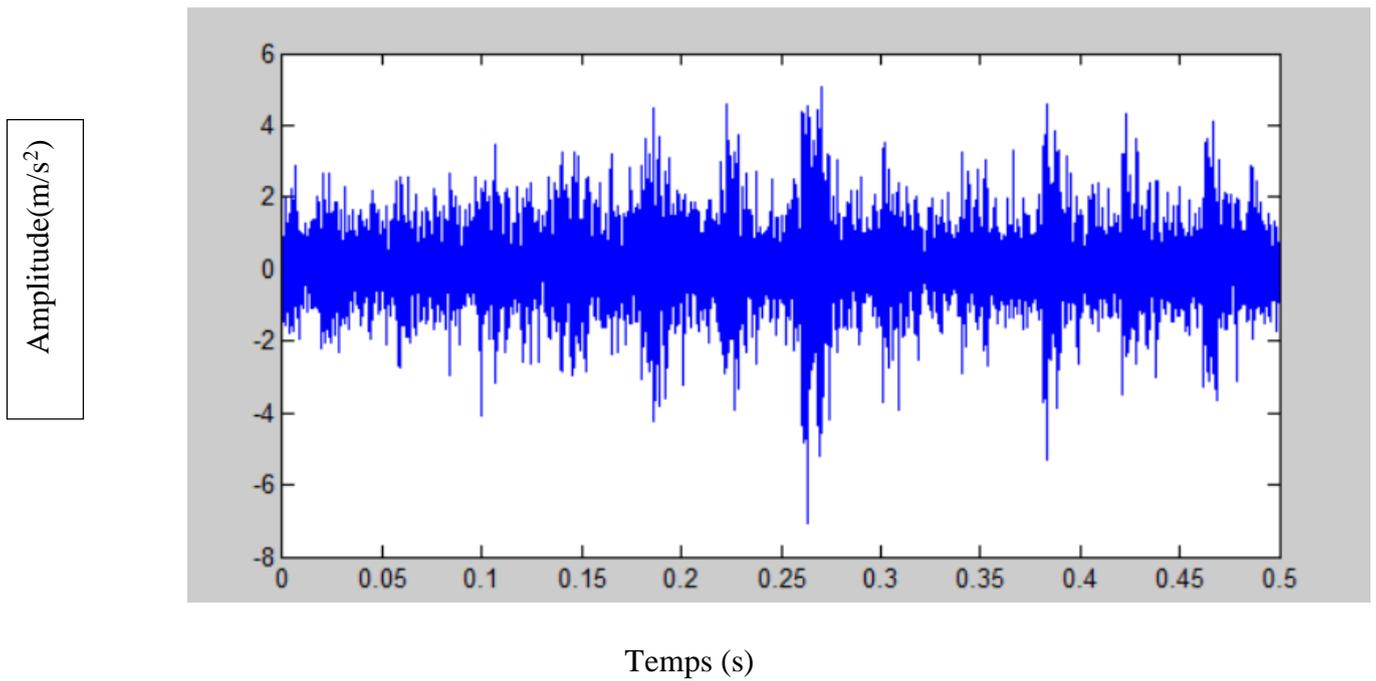


Figure.III.5. Signal temporelle a l'état sain (ay) carte d'acquisition NI 9234

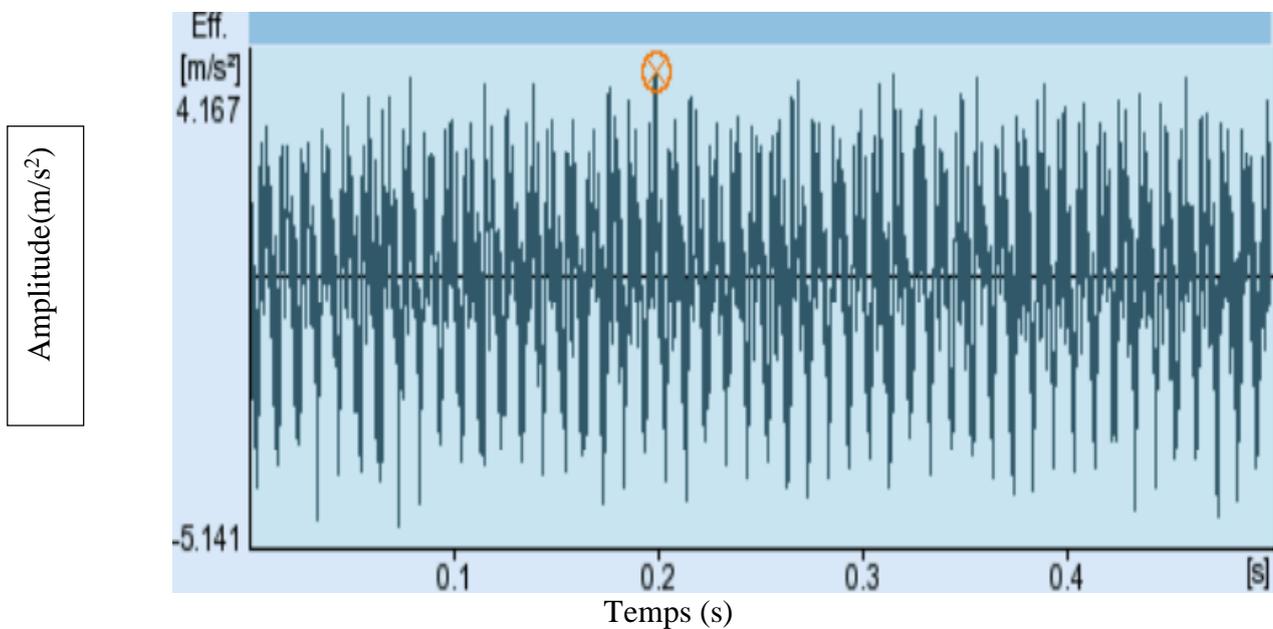


Figure.III.6. Signal temporelle a l'état sain (ay) Smart balancer

Figure III.5 et III.6 représenté amplitude (m/s) en fonction temps (s) ont remarqué que le signal temporel dans l'axe ay augment a 5.7m/s dans carte d'acquisition NI 9234 par contre l'appareil Smart balancer a 4.17m/s.

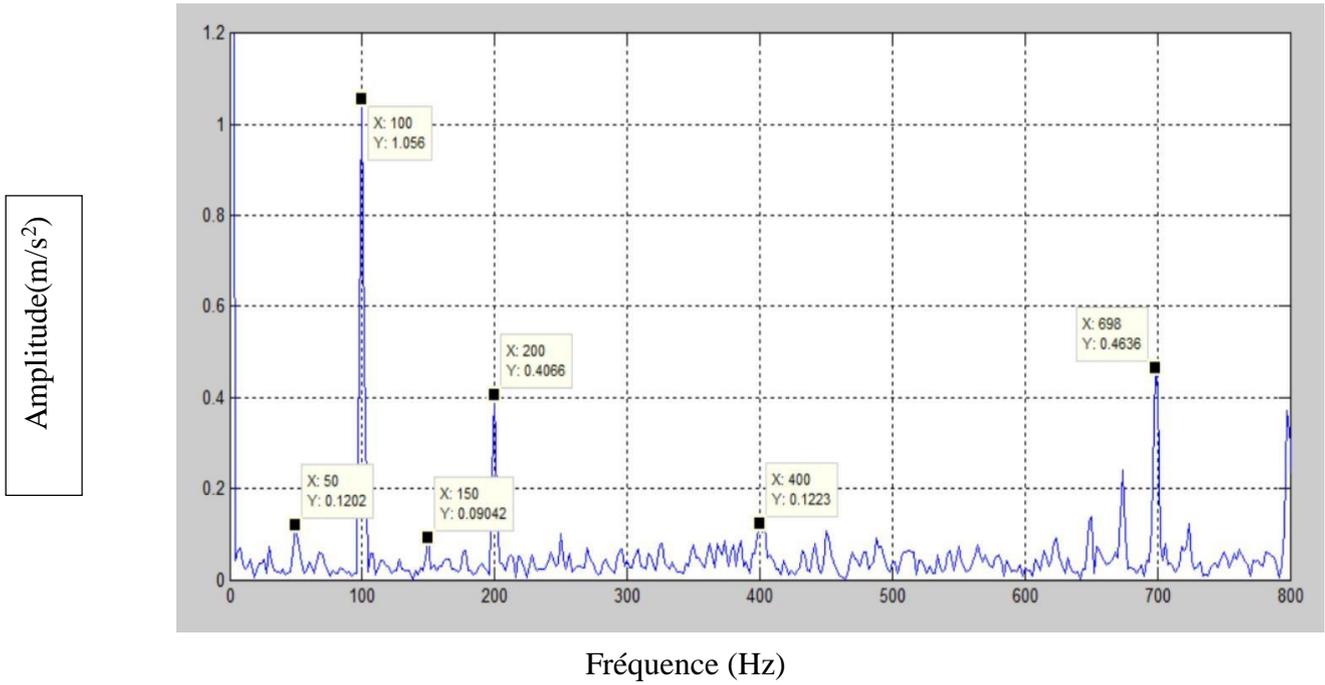


Figure III.7. FFT sain (ay) carte d'acquisition NI 9234

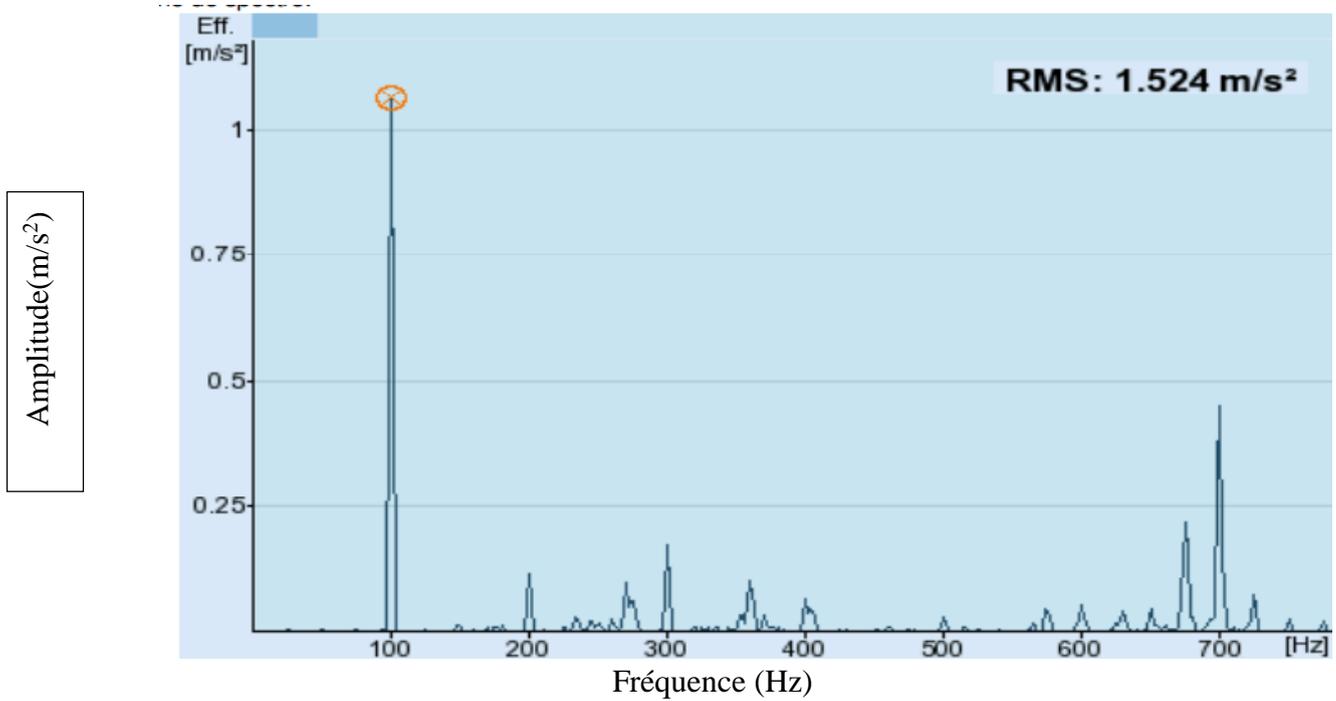


Figure III.8. FFT sain (ay) Smart balancer

Figure III.7 et III.8 représenté amplitude (m/s) en fonction fréquence (HZ) on remarqué que le signal dans Sain a l'axe ay augment 1.1 m/s a la fréquence 100Hz dans carte d'acquisition NI 9234 persique le même résultat obstiné dans l'appareil Smart balancer.

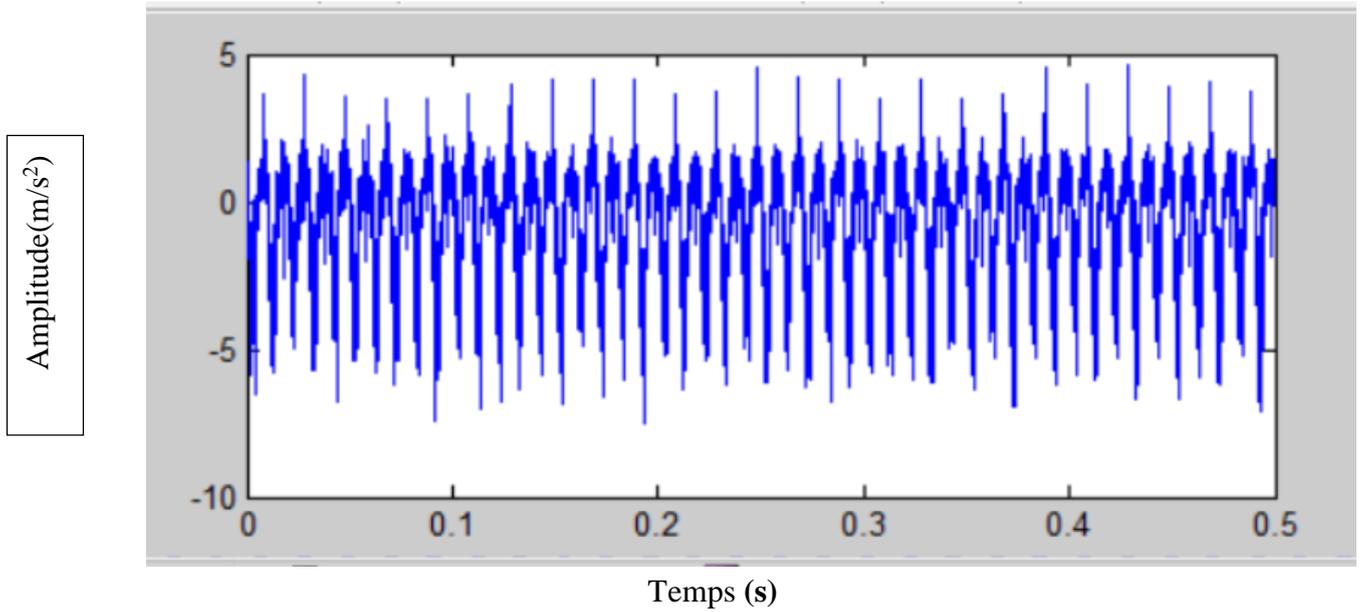


Figure.III.9. Signal temporelle excentricité (ax) carte d’acquisition NI 9234

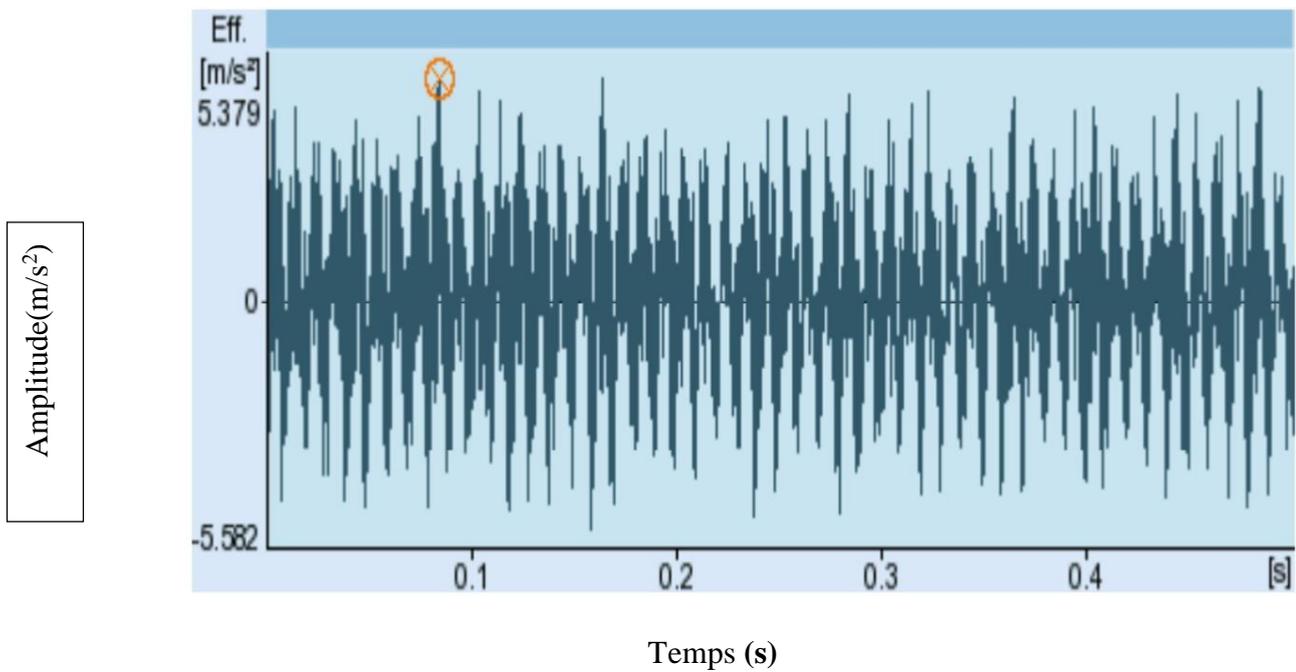


Figure.III.10. Signal temporelle d’excentricité (ax) Smart balancer

Figure III.9 et III.10 représenté amplitude (m/s) en fonction temps (s) ont remarqué que le signal temporel d’excentricité a l’axe ax augment a 4.7m/s dans carte d’acquisition NI 9234 par contre l’appareil Smart balancer a 5.37m/s.

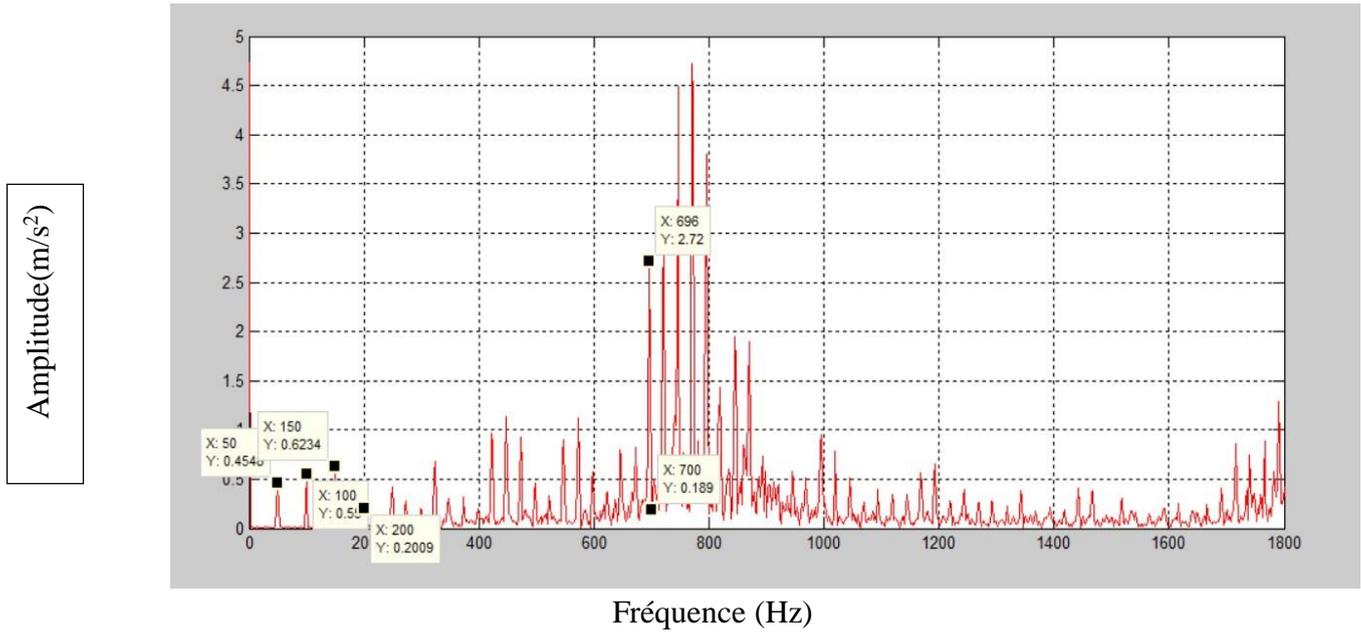


Figure III.11. FFT Excentricité (ax) carte d’acquisition NI 9234

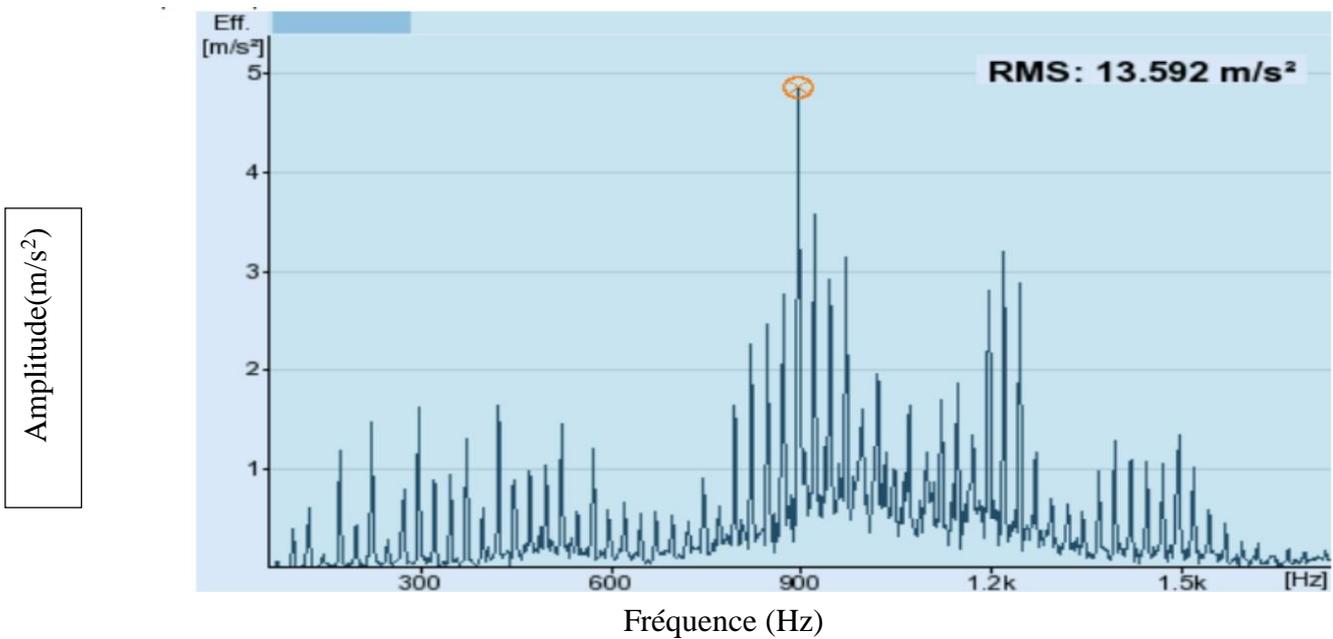


Figure III.12.FFT Excentricité (ax) Smart balancer

Figure III.12 et III.13 représenté amplitude (m/s) en fonction fréquence (HZ) on remarqué que le signal dans Excentricité a l’axe ax augment 5 m/s a la fréquence 800 Hz dans carte d’acquisition NI 9234 persique le même résultat obstiné dans l’appareil Smart balancer.

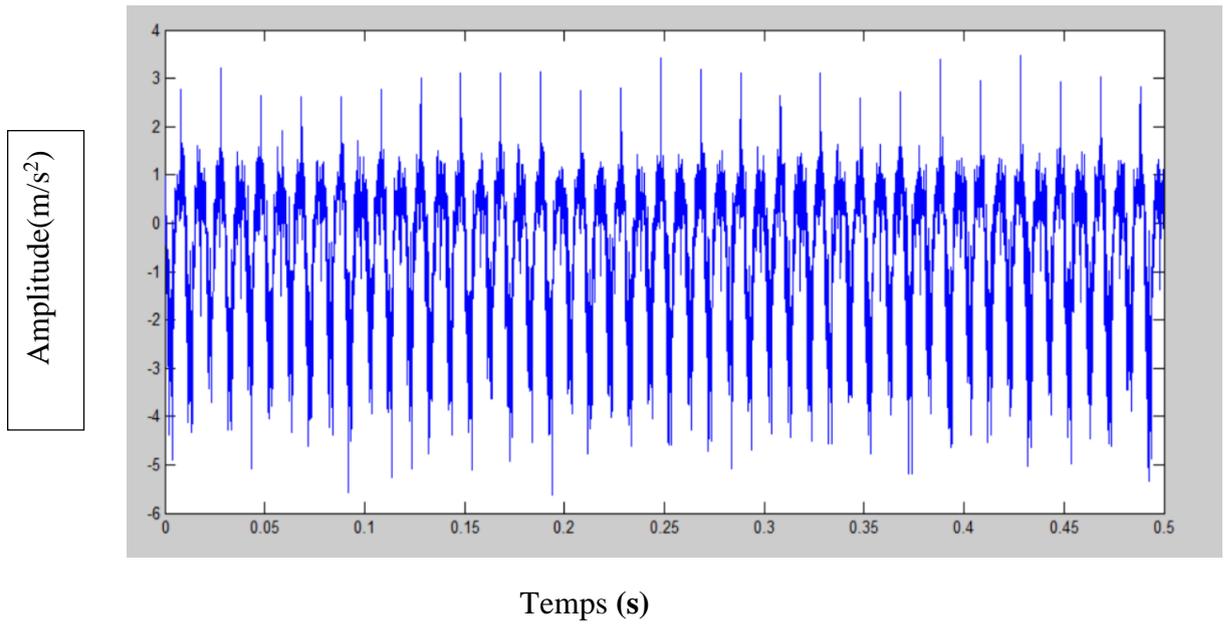


Figure.III.13. Signal temporelle excentricité (ay) carte d’acquisition NI 9234

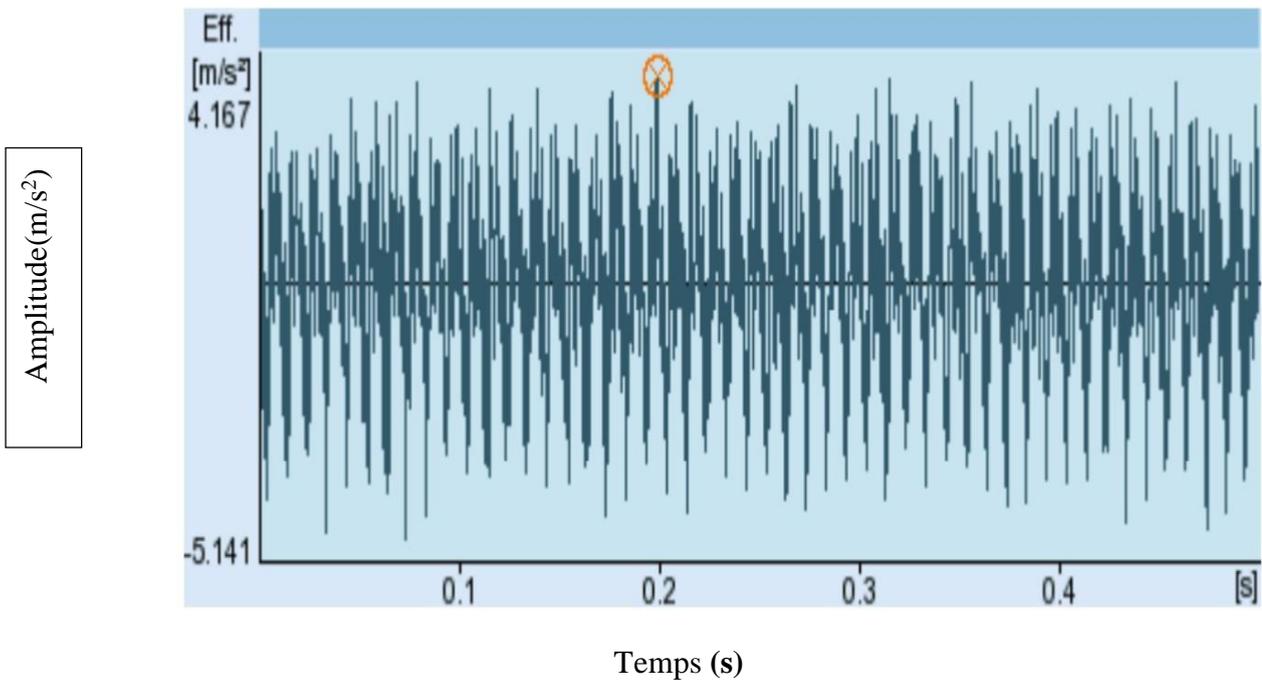


Figure.III.14. Signal temporelle excentricité (ay) Smart balancer

Figure III.13 et III.14 représenté amplitude (m/s) en fonction temps (s) ont remarqué que le signal temporel d’excentricité a l’axe ay augment a 4.7m/s dans carte d’acquisition NI 9234 par contre l’appareil Smart balancer a 4.16 m/s.

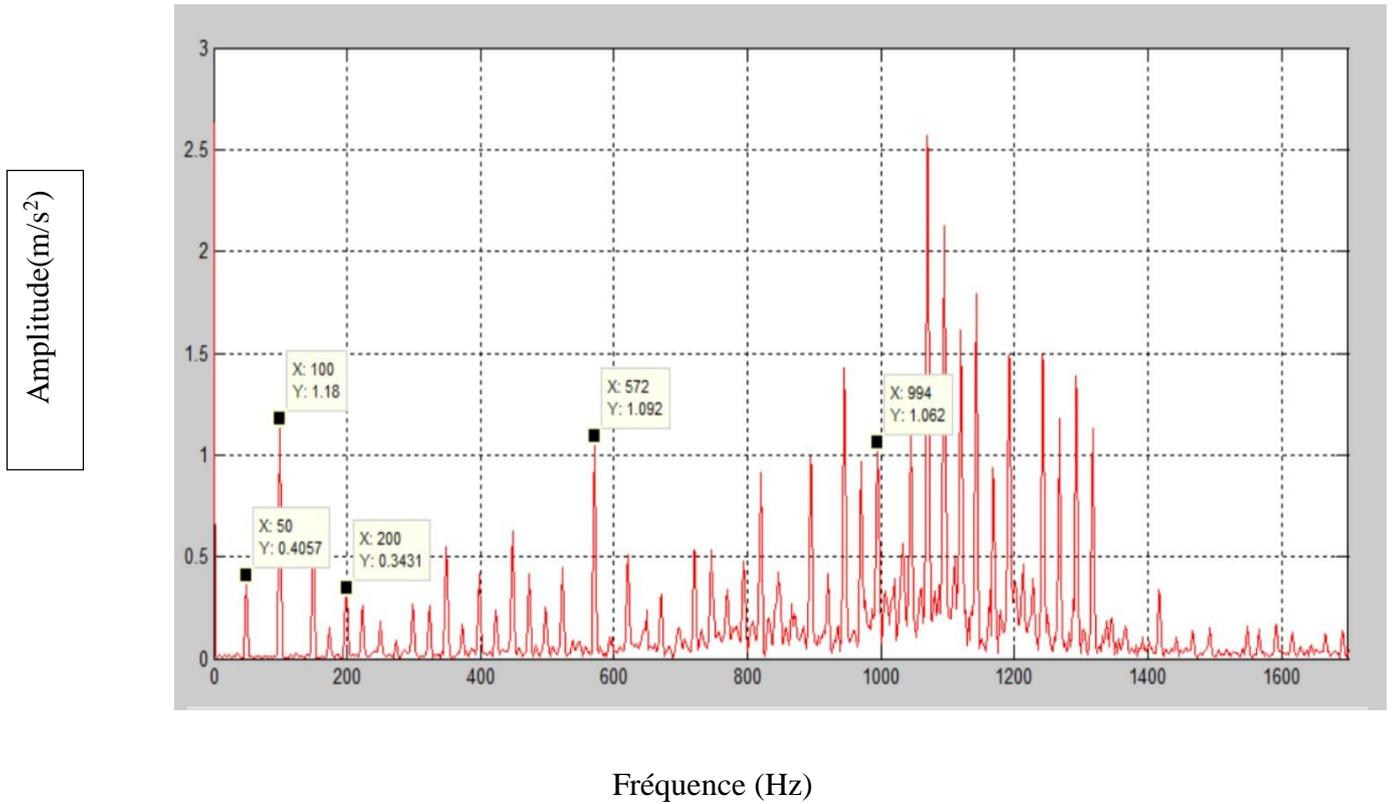


Figure III.15. FFT Excentricité (ay) carte d’acquisition NI 9234

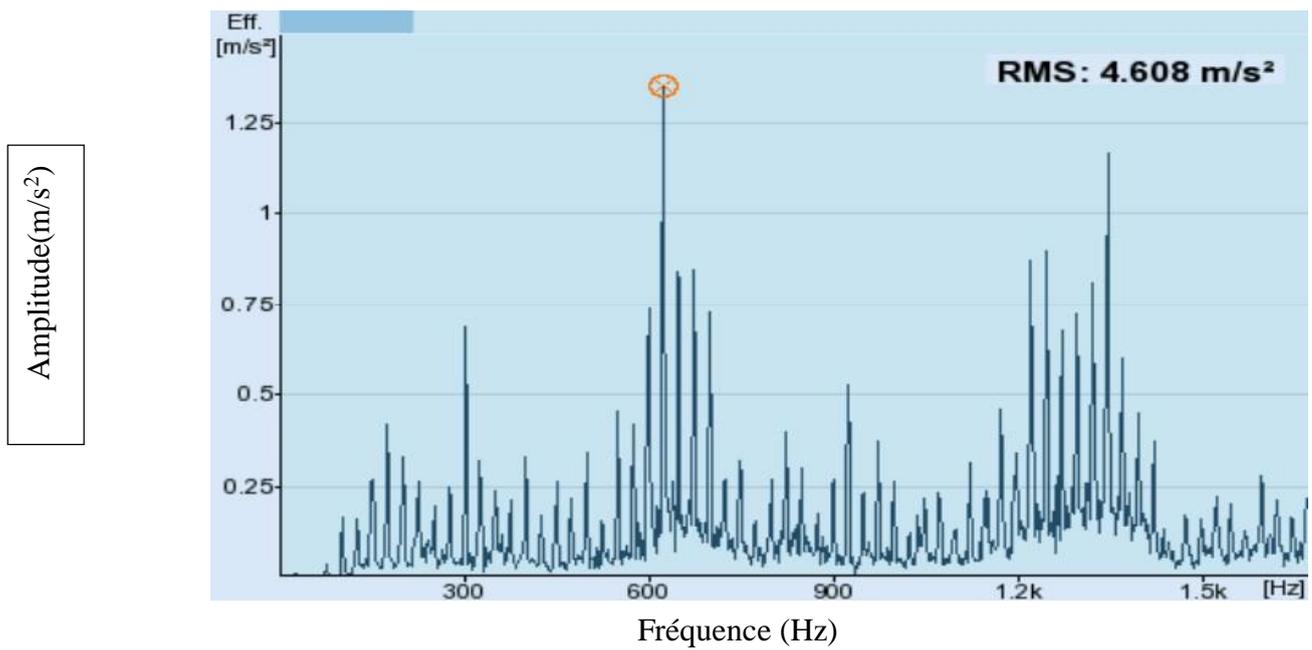


Figure III.16. FFT Excentricité (ay) Smart balancer

Figure III.15 et III.16 représenté amplitude (m/s) en fonction fréquence (HZ) on remarqué que le signal dans Excentricité a l’axe ay augment 2.5 m/s a la fréquence 1100 Hz dans carte d’acquisition NI 9234 par contre dans l’appareil Smart balancer résultat obstiné augment a 1.3 m/s a la fréquence 600 Hz .

De la conclusion de l'étude, nous avons obtenu les résultats représentés dans le tableau :

TableauIII.1. Comparaison entre deux appareils

	Fréquence (Hz)	Smart balancer(m/s ²)	Carte d'acquisition(m/s ²)
Sain (ax)	100	1.01	0.98
	200	0.38	0.31
	600	0.08	0.07
Sain (ay)	100	1.15	1.05
	200	0.10	0.40
	698	0.46	0.46
Excentricité (ax)	50	0.40	0.45
	696	0.65	2.72
	850	2.20	1.70
Excentricité (ay)	100	0.18	1.18
	572	0.43	1.09
	994	0.20	1.06

5. Conclusion

Dans ce chapitre on commence par IDEA générale sur le fonctionnement du moteur a l'état sain et avec défaut Excentricité mixte . En ensuite en mesurant les vibrations a chaque cas avec deux appareils carte d'acquisition NI 9234 et Smart balancer. En fin ont comparé les résultats obtiner par les deux appareils.

Conclusion générale

Le travail présenté dans cette mémoire s'inscrit dans le cadre du diagnostic de panne des moteurs asynchrones triphasés biphasés.

Au début de ce travail, nous avons discuté de la définition de la maintenance et parlé de ses différents types, avantages et inconvénients, et de certains des défauts qui peuvent affecter les moteurs à induction. Nous passons ici brièvement en revue les principaux composants de cette machine, les différentes pannes de cette machine ainsi que leurs causes et conséquences.

Dans le chapitre 2, nous avons examiné le moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil et parlé de ses caractéristiques, ainsi que de l'analyse des vibrations et de ses avantages et inconvénients. Puis la dernière partie du chapitre présente une comparaison entre moteurs sains et excentriques.

Le chapitre 3 est consacré aux méthodes d'analyse vibratoire pour détecter les défauts d'inclinaison du rotor, deux appareils de mesure ("National Instruments NI 9234" et "Smart Balancer") ont été utilisés en comparant les deux moteurs. Avec les résultats obtenus à la fois des appareils et des courbes précédentes, cette étude nous permet de découvrir que les résultats sont faux, alors que le champ est encore ouvert pour que les chercheurs continuent à étudier le domaine pour obtenir des résultats qui peuvent être approximés ou corrects pour améliorer notre compréhension de pannes de machine. La recherche diagnostique peut être étendue en considérant d'autres types de pannes mécaniques et électriques et d'autres outils avancés de diagnostic et de détection.

Les références

- [1] ABDALLAH KABOUCHE, «Techniques de Maintenance Prédictive pour l'Amélioration de la disponibilité des Installations » Mémoire de doctorat en génie électromécanique, université badji mokhtar – Annaba.
- [2] M .T. Nabti, « Etude de l'évolution des indicateurs spectraux et cepstraux dans la détection des défauts mécaniques ».Mémoire de Magister. Universite Ferhat Abbas Setif (2011)
- [3] Jean Héng, « Pratique de LA Maintenance Preventive –Mécanique » Pneumatique - Hydraulique- Electrique- Froide Édition Afnor (2002) Dunod
- [4]Reliable plant .(s.d). récupérez sur reliableplant.com :<https://www.reliableplant.com/read/28587/national-instruments-software>
- [5] Documentation Sonatrach, « Analyse du panne »
- [6] ABA. A, « Diagnostic vibratoire sur des pompes rotatives EP2 & P112 ». Rapport de Fin de Mise en Situation Professionnelle du Technicien Supérieur en Mécanique Industrielle, DIRECTION REGIONALE HAOUUD BERKAOUI (2015)
- [7] Jean Héng, « Pratique de LA Maintenance Preventive –Mécanique » Pneumatique - Hydraulique- Electrique- Froide Édition Afnor (2002) Dunod
- [8] BESSAM BESMA «Analyse et détection des défauts dans la machine asynchrone à base des techniques intelligentes » Thèse de Doctorat LMD en :Automatique Univ Mohammed khider Biskra 02/06/2016.
- [9]François Lafleur, « L'organisation d'un programme de maintenance prédictive » (2003)
- [10] Bdirina El khansa, « Diagnostic de défauts d'engrenage par l'analyse vibratoire » Thèse de Magistère en Génie électronique (2006)
- [11] ABA. A, « Diagnostic vibratoire sur des pompes rotatives EP2 & P112 ». Rapport de Fin de Mise en Situation Professionnelle du Technicien Supérieur en Mécanique Industrielle, DIRECTION

REGIONALE HAOUD BERKAOUI (2015)

- [12] Nouredine Chikh, «Analyse spectrale des vibration Application à la maintenance des équipements mécanique», mémoire de magister, Université M'hamed Bougara –Boumaedes (2005).
- [13] Moret et P. Guay. «Roulements - les différents types et montages». Techniques de l'ingénieur, (2013).
- [14] M .T. Nabti, « Etude de l'évolution des indicateurs spectraux et cepstraux dans la détection des défauts mécaniques ».Mémoire de Magister. Universite Ferhat Abbas Setif (2011)
- [15] Ali Ibrahim, «Contribution au diagnostic de machines électromécaniques exploitation des signaux électriques et de la vitesse instantanée». Thèse de Doctorat, (2009).
- [16] Boulenger et C. Pachaud, «Aide-mémoire Surveillance des machines par analyse des vibrations». Dunod, Paris, (2009)
- [17] Ilyes Khelf, «Diagnostic Des Machines Tournantes Par Les Techniques DeL'intelligence Artificielle», These De Doctorat, Universite Badj Mokhtar – Annaba (2014)
- [18] HUBERT RAZIK « Le Contenu Spectral Du Courant Absorbé Par La Machine Asynchrone En Cas de Défaillance, un Etat de l'art »Faculté des Sciences , Nancy, CEDEX , juin 2002.
- [19] KHATRAOUI ABDERREZAK, ZAID MANSOUR «Diagnostic Des Machines Asynchrones Triphasées», Thèse de MASTER ACADEMIQUE , UNIVERSITE Echahid Hamma Lakhdar D'El-oued soutenu en Mai 2017.
- [20] François Lafleur, « L'organisation d'un programme de maintenance prédictive » (2003)
- [21] Landolsi Foued, «Cours De Techniques de Surveillance, Partie I Surveillance Des Machines Par Analyse Vibratoire».