

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : représentation synthétique de la maintenance.....	5
<b>Figure I.2</b> : organisation de la maintenance conditionnelle .....	6
<b>Figure I.3</b> : exemple de la thermographie infrarouge.....	9
<b>Figure I.4</b> : la chaine de mesure analogique.....	11
<b>Figure I.5</b> : la chaine de mesure numérique.....	12
<b>Figure II.1</b> : mouvement d'une masse suspendue à un ressort.....	14
<b>Figure II.2</b> : nature d'une vibration.....	17
<b>Figure II.3</b> : Importance des vibrations.....	17
<b>Figure II.4</b> : capteurs de vibration.....	18
<b>Figure II.5</b> : proximètres et leur driver.....	20
<b>Figure II.6</b> : proximètre monté sur un palier.....	20
<b>Figure II.7</b> : schéma de principe d'un vélocimètre.....	21
<b>Figure II.8</b> : schéma de principe d'un accéléromètre.....	22
<b>Figure II.9</b> : courbe de réponse d'un accéléromètre.....	22
<b>Figure II.10</b> : fixation du capteur.....	23
<b>Figure II.11</b> : choix directionnel pour la prise de mesure.....	23
<b>Figure II.12</b> : direction pour poulies courroies.....	23
<b>Figure II.13</b> : choix de l'emplacement du capteur.....	24
<b>Figure II.14</b> : les surfaces de contact avec les capteurs doivent être lisses et planes.....	25
<b>Figure II.15</b> : emplacement du capteur sur un palier inaccessible directement.....	25
<b>Figure II.16</b> : réponse d'un accéléromètre en fonction de la fréquence.....	25
<b>Figure II.17</b> : signaux vibratoires en mode déplacement, vitesse et accélération.....	28
<b>Figure II.18</b> : exemple d'appareil de mesure.....	28
<b>Figure II.19</b> : courbe de tendance.....	30
<b>Figure II.20</b> : <b>A</b> tendance. <b>B</b> extrapolée.....	30
<b>Figure II.21</b> : exemple de limites vibratoires proposées par les normes AFNOR E 90-300....	31
<b>Figure II.22</b> : moto-soufflante.....	33
<b>Figure II.23</b> : signal vibratoire sinusoïdal .....	35
<b>Figure II.24</b> : signal vibratoire complexe.....	35
<b>Figure II.25</b> : signal périodique complexe.....	35
<b>Figure II.26</b> : Décomposition en série de Fourier de la fonction $F(t)$ .....	35
<b>Figure II.27</b> : Spectre correspondant à la fonction $F(t)$ .....	36
<b>Figure II.28</b> : Signal temporel et transformation.....	36

<b>Figure II.29</b> : Exemple de spectre.....	37
<b>Figure II.30</b> : Représentation en échelle linéaire et en échelle logarithmique de l'amplitude d'un signal vibratoire.....	38
<b>Figure II.31</b> : Signal sinusoïdal pur et spectre correspondant.....	39
<b>Figure II.32</b> : Signal de type choc et spectre correspondant.....	39
<b>Figure II.33</b> : Spectre correspondant à une modulation d'amplitude.....	40
<b>Figure II.34</b> : spectre d'un choc du à une usure d'accouplement et le cepstre correspondant...	41
<b>Figure III.1</b> : Exemples de défauts induisant un balourd.....	42
<b>Figure III.2</b> : points de mesure pour un défaut de balourd.....	43
<b>Figure III.3</b> : points de mesure pour un défaut de balourd sur rotor en porte-à-faux.....	43
<b>Figure III.4</b> : signal généré par un balourd.....	43
<b>Figure III.5</b> : spectre d'un défaut de balourd.....	43
<b>Figure III.6</b> : balourd statique.....	44
<b>Figure III.7</b> : balourd dynamique.....	44
<b>Figure III.8</b> : défauts d'alignement d'arbres.....	45
<b>Figure III.9</b> : signal temporel d'un défaut d'alignement.....	45
<b>Figure III.10</b> : image vibratoire d'un défaut d'alignement radial.....	45
<b>Figure III.11</b> : images vibratoires d'un défaut d'alignement angulaire.....	46
<b>Figure III.12</b> : désalignement de paliers se traduisant par une flexion de l'arbre.....	46
<b>Figure III.13</b> : défaut d'usure d'accouplement.....	47
<b>Figure III.14</b> : défaut de courroie.....	48
<b>Figure III.15</b> : direction de mesure favorisée pour transmission par poulies courroies.....	48
<b>Figure III.16</b> : spectre réel d'un défaut de transmission par courroies.....	49
<b>Figure III.17</b> : différents types d'engrenage.....	50
<b>Figure III.18</b> : efforts sur les dents d'engrenage selon le type de denture.....	51
<b>Figure III.19</b> : image vibratoire d'un engrenage sain.....	51
<b>Figure III.20</b> : image vibratoire théorique d'un engrenage présentant une dent détériorée.....	52
<b>Figure III.21</b> : image vibratoire théorique d'une denture.....	53
<b>Figure III.22</b> : image théorique et spectre réel d'un engrènement en fond de denture sur un réducteur (La fréquence d'engrènement calculée est $F_e = 249,48$ Hz).....	53
<b>Figure III.23</b> : image vibratoire théorique d'un engrenage présentant une dent détériorée.....	54
<b>Figure III.24</b> : exemples de défauts d'engrènement.....	55
<b>Figure III.25</b> : image théorique de la modulation d'amplitude de $F_e$ par $F_r$ .....	55
<b>Figure III.26</b> : caractéristiques géométriques d'un roulement.....	55
<b>Figure III.27</b> : exemple de bases de données de défauts de roulements.....	57

<b>Figure III.28</b> : image vibratoire théorique d'un défaut de type écaillage sur bague extérieure.	58
<b>Figure III.29</b> : image vibratoire théorique d'un défaut de type écaillage sur bague intérieure.	58
<b>Figure III.30</b> : image vibratoires d'un défaut de type écaillage sur un élément roulant.....	59
<b>Figure III.31</b> : défaut de déversement des bagues d'un roulement.....	59
<b>Figure III.32</b> : image vibratoires théorique d'un défaut de type déversement de bague.....	59
<b>Figure III.33</b> : evolution du facteur de crête aux différents stades de dégradation du roulement..	61
<b>Figure III.34</b> : evolution du Kurtosis aux différents stades de dégradation du roulement.....	62
<b>Figure IV.1</b> : banc d'essai.....	63
<b>Figure IV.2</b> : schéma cinématique.....	63
<b>Figure IV.3</b> : accéléromètre triaxial.....	64
<b>Figure IV.4</b> : multi-analyses de PULSE.....	64
<b>Figure IV.5</b> : défauts sur la bague extérieure.....	65
<b>Figure IV.6</b> : rotor sain.....	67
<b>Figure IV.7</b> : matériel utilisé pour la création des défauts.....	67
<b>Figure IV.8</b> : signal sans défaut $F_r=12.5$ Hz, Bande de fréquence [0-400Hz].....	68
<b>Figure IV.9</b> : spectre sans défaut pour $F_r=12.5$ Hz, bande de fréquence [0-400 Hz].....	68
<b>Figure IV.10</b> : signal sans défaut $F_r = 17.5$ Hz, Bande [0-400Hz].....	69
<b>Figure IV.11</b> : spectre sans défaut $F_r=17.5$ Hz, bande [0-400 Hz].....	69
<b>Figure IV.12</b> : signal d'un défaut de BPFO pour $F_r = 12.25$ Hz, Bande [0-400Hz].....	71
<b>Figure IV.13</b> : spectre d'un défaut de BPFO pour $F_r = 12.25$ Hz, Bande [0-400Hz].....	71
<b>Figure IV.14</b> : cepstre d'un défaut de BPFO pour $F_r = 12.5$ Hz, Bande [0-400Hz].....	72
<b>Figure IV.15</b> : signal d'un défaut de BPFO, Bande de fréquence [0-400Hz].....	72
<b>Figure IV.16</b> : spectre d'un défaut de BPFO, Bande de fréquence [0-400Hz].....	73
<b>Figure IV. 17</b> : cepstre d'un défaut de BPFO, Bande de fréquence [0-400Hz].....	73

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau II.1</b> : Domaine de surveillance des indicateurs vibratoires.....	27
<b>Tableau II.2</b> : Seuils d'accélération.....	32
<b>Tableau IV.1</b> : Caractéristiques du moteur étudié (moteur asynchrone).....	65
<b>Tableau IV.2</b> : les fréquences des défauts du roulement du palier 01.....	67
<b>Tableau IV. 3</b> : les fréquences des défauts de roulement du palier 02.....	67