

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

I.1 Introduction

Au cours de leur durée de vie, la machine asynchrone est la plus utilisée dans l'industrie en raison qu'elle présente de nombreux avantages tels que la puissance massique, robustesse, facilité de mise en œuvre, son faible coût, etc..... Malgré ces qualités, la machine asynchrone à cage d'écuriel peut présenter des défauts structurels, parmi ces défaillances la rupture totale ou partielle des barres rotoriques, portion d'anneau, court-circuit et défaut d'excentricité.

Actuellement, le domaine de la maintenance préventive devient de plus en plus une préoccupation stratégique des constructeurs et utilisateurs des machines électriques. En effet, la détection et l'analyse des défauts sont devenues essentielles pour le bon fonctionnement des machines. Ces tâches sont indispensables aussi afin d'augmenter la disponibilité des installations, maintenir une bonne qualité de service et réduire les coûts directs et indirects de la maintenance des équipements de production.

I.2 Constitution de la machine asynchrone

La machine asynchrone à cage d'écuriel est constituée des principaux éléments suivants :

- le stator (partie fixe) constitué de disques en tôles magnétiques portant les enroulements chargés de magnétiser l'entrefer.
- le rotor (partie tournante) constitué de disques en tôles magnétiques empilés sur l'arbre de la machine portant un enroulement injecté.
- les organes mécaniques permettant la rotation du rotor et le maintien des différents sous-ensembles, appelés aussi les paliers[1].

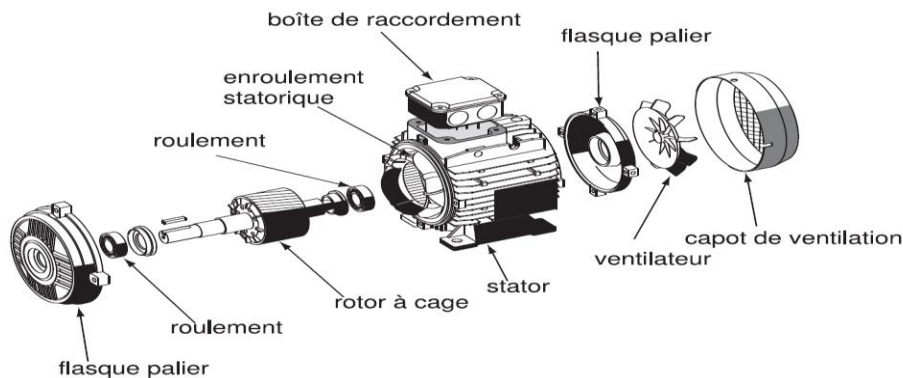


Figure I.01: Constitution d'une machine asynchrone

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

I.2.1 Le stator

Il est constitué d'un enroulement bobiné réparti dans les encoches du circuit magnétique. Ce circuit magnétique est constitué d'un empilement de tôles dans lesquelles sont découpées des encoches parallèles à l'axe de la machine. Le bobinage statorique peut se décomposer en deux parties : 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 la circulation judicieuse des courants d'un conducteur d'encoche à l'autre. L'objectif est d'obtenir à la surface de l'entrefer une distribution de courant la plus sinusoïdale possible, afin de limiter les ondulations du couple électromagnétique[2].

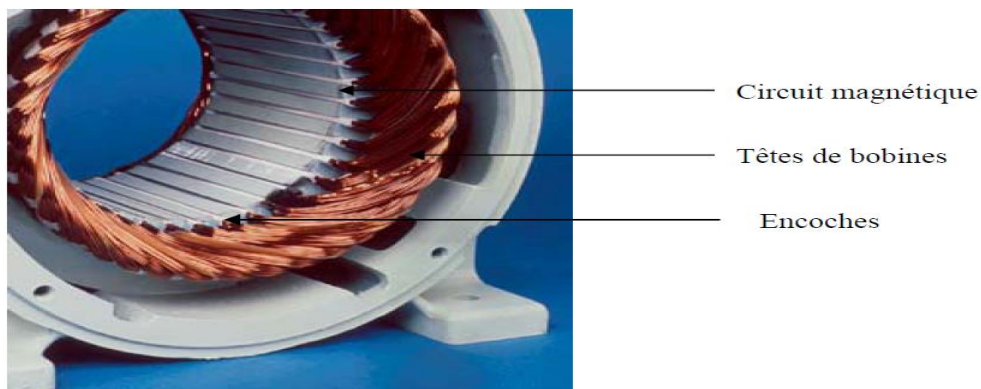


Figure I.02: Photo du stator d'une machine asynchrone

I.2.2 Rotor

Dans le rotor à cage, les anneaux de court-circuit permettent la circulation des courants d'un conducteur d'encoche (barre rotorique) à l'autre. Ces barres conductrices sont régulièrement réparties, et constituent le circuit du rotor. La cage est insérée à l'intérieur d'un circuit magnétique constitué de disques en tôles empilés sur l'arbre de la machine analogue à celui du moteur à rotor bobiné. Dans le cas du rotor à cage d'écureuil, les conducteurs sont réalisés par coulage d'un alliage d'aluminium, ou par des barres massives de cuivre 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, mais leur résistance est suffisamment

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

faible pour que les courants de fuite dans les tôles soient négligeables, sauf lorsqu'il y a une rupture de barre[3].

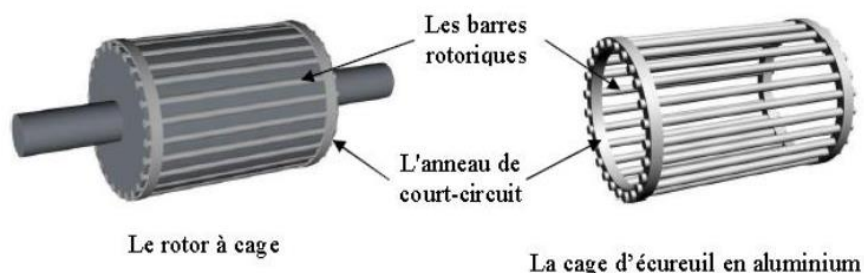


Figure I.03: le rotor à cage d'une machine asynchrone

I.2.3 Les organes mécaniques

Les paliers où les organes mécaniques, qui permettent de supporter et de mettre en rotation l'arbre rotorique, sont constitués de flasques et de roulements à billes insérés à chaud sur l'arbre. Les flasques, moulés en fonte, sont fixés sur le carter statorique grâce à des boulons des tiges de serrage.

L'ensemble ainsi établi constitue alors la machine asynchrone à cage d'écureuil[1].

I.3 Concept et définition

I.3.1 Terminologie propre au diagnostic de défaut

Avant d'aller plus loin, il faut définir d'abord les termes suivants[4] :

a) Système physique (Physical System)

Un système physique est un ensemble d'éléments (composants, constituants) interconnectés ou en interaction organisés pour réaliser une fonction.

b) Modèle(Model)

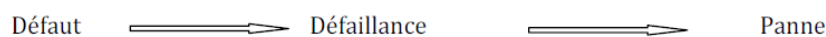
Un modèle d'un système physique est une description de sa structure et une représentation comportementale ou fonctionnelle de chacun de ses composants. Une représentation comportementale est constituée de relations entre diverses variables du système, appelées classiquement relations de causes à effets. Une représentation fonctionnelle est plus abstraite, puisqu'elle ne s'adresse qu'aux objectifs présumés que le système physique doit remplir.

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

c) Signatures

La signature théorique d'un défaut peut être envisagée comme la trace attendue du défaut sur les différents RRA qui modélisent le système. Autrement dit la signature théorique d'un défaut peut être envisagée comme les résultats de détection lorsque tous les tests sensibles au défaut Réagissent.

- d) **Une anomalie** : est une particularité non conforme à la loi naturelle ou logique[5].
- e) **Une défaillance** : est une anomalie de fonctionnement au sein d'un système physique.
- f) **Une panne** : est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise. Une panne résulte toujours d'une défaillance



g) Un défaut

Le défaut est une anomalie de comportement au sein du système. Ce concept est important dans les opérations de surveillance pour la conduite et la maintenance des processus industriels. Tout écart entre la caractéristique observée et la caractéristique de référence est considéré comme étant un défaut. Il est donc clair qu'une défaillance conduit à un défaut. Mais un défaut n'induit pas nécessairement une défaillance. En effet, le dispositif peut conserver son aptitude à accomplir sa tâche principale si les défauts n'ont pas d'impacts sur cette tâche. L'art du diagnostic consiste à détecter de façon précoce un défaut avant qu'il ne conduise à un état de défaillance donc de panne.

h) La Supervision[6] :

La supervision comporte trois fonctions : la détection, la localisation, la décision.

- **La détection** : La détection consiste à reconnaître qu'un dispositif est dans un mode de Dysfonctionnement à partir de la connaissance de certaines caractéristiques.
- **La localisation** : La localisation consiste à déterminer les causes physiques ou fonctionnelles d'une panne, c'est-à-dire à déterminer le ou les éléments à l'origine du défaut.
- **La décision** : Elle consiste en premier lieu à décider quel est le mode de fonctionnement dans lequel on désire placer le dispositif (mode dégradé ou mode de fonctionnement normal). Ensuite, il s'agit de définir précisément quelles sont les actions à entreprendre pour atteindre ce mode.

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

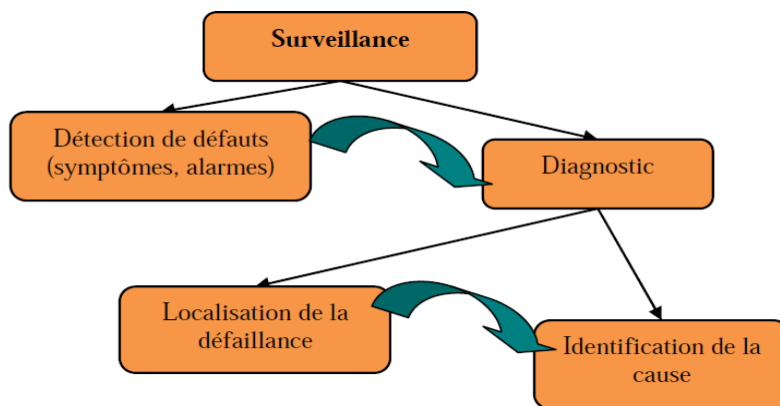


Figure I.04: Composantes de la surveillance industrielle

Alors La surveillance donne une réponse aux besoins d'information de la maintenance définie comme: un dispositif passif, informationnel qui analyse l'état du système et fournit des indicateurs.

La surveillance consiste notamment à détecter et à classer les défaillances en observant l'évolution du système puis à le diagnostiquer en localisant les éléments défaillants et en identifiant les causes premières. Elle se compose donc de deux fonctions principales qui sont la détection et le diagnostic, où la détection caractérisant le fonctionnement du système normal ou anormal[7].

I.3.2 Définitions de Diagnostic[8]

Le mot **diagnostic** peut avoir plusieurs interprétations selon le contexte et le domaine d'application. Le diagnostic des procédés industriels a pour objet de trouver la cause d'une défaillance ou d'un défaut. La définition de ce dernier adoptée par les instances internationales de normalisation "AFNOR" (association française de normalisation) est la suivante:

Le diagnostic est l'identification de la cause probable de là (ou des) défaillance(s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test.

La responsabilité de garantir la disponibilité des systèmes repose sur la maintenance. D'après la norme AFNOR la maintenance est définie ainsi par:

I.3.3 La maintenance

Un ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. On peut citer trois types de maintenance:

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

- **maintenance corrective:** intervient après la détection et la localisation d'un défaut;
- **maintenance préventive:** effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. C'est une intervention de maintenance prévue, préparée et programmée avant la date probable d'apparition d'une défaillance. Le plus souvent, elle est systématique, c'est-à-dire une maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage.
- **maintenance conditionnelle:** alternative à la maintenance systématique, faite l'objet d'une demande croissante dans un grand nombre d'application industrielle. Elle est basée sur la surveillance en continu de l'évolution du système, afin de prévenir un dysfonctionnement avant qu'il n'arrive. Elle n'implique pas la connaissance de la loi de dégradation. La décision d'intervention préventive est prise lorsqu'il y a évidence expérimentale du défaut imminent, ou approche d'un seuil de dégradation prédéterminé. Elle impose donc des traitements en ligne, au moins une partie.

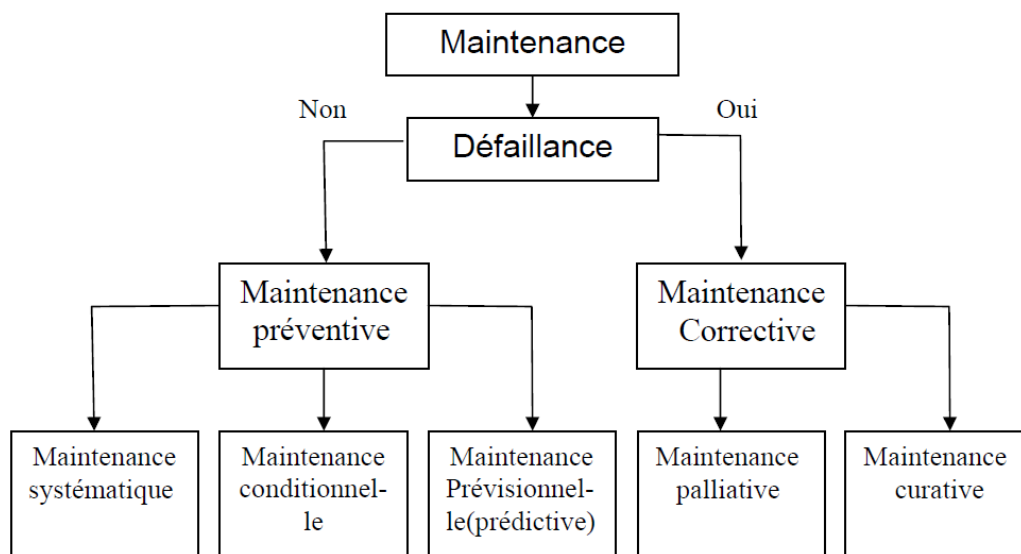


Figure I.05: Diagramme des différents concepts de maintenance

I.4 Principaux défauts dans la machine asynchrone à cage

Les défauts dans les entraînements électriques se répartissent en deux catégories : les défauts qui se produisent dans la machine électrique (défauts des roulements, inclinaison de l'axe) et ceux qui se produisent dans la chaîne d'entraînement à l'extérieur de la machine électrique (défauts dans la boîte de vitesse mécanique...). Notre étude est restreinte aux problèmes électriques qui se développent dans la machine asynchrone[9].

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

I.4.1 Cause des défauts

Les causes des défauts sont multiples. Elles peuvent être classées en trois groupes :

a) **Les générateurs de pannes ou initiateurs de défauts** : surchauffe du moteur, défaut Électrique (court-circuit), problèmes mécaniques, rupture de fixations, problème d'isolation, survoltage d'alimentation...

b) **Les amplificateurs de défauts** : surcharge fréquente, vibrations mécaniques, Environnement humide, alimentation perturbée (instabilité de la tension ou de la fréquence), échauffement permanent, mauvais graissage, vieillissement...

c) **Les vices de fabrication et les erreurs humaines** : défauts de fabrication, défectuosité des composants, protections inadaptées, mauvais dimensionnement de la machine etc[10][11].

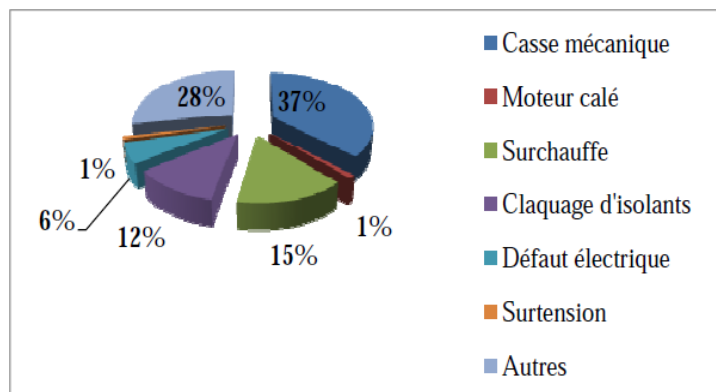


Figure 1.06: Répartition des causes des défauts pour une machine asynchrone

I.4.2 Différents défauts dans la machine

On peut classer ces défaillances en quatre catégories :

- Défaillances statoriques.
- Défaillances rotoriques.
- Défaillances mécaniques (roulements).
- Autre défaillances.

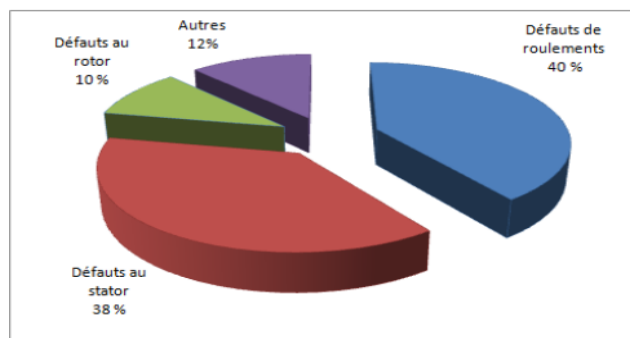


Figure 1.07: Statistiques des pannes

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

I.4.2.1 Défaillances statoriques

I.4.2.1.1 Court-circuit dans une phase

Un court-circuit dans une phase est un des problèmes les plus difficiles à tolérer[12]. Dans ce cas, la littérature présente la phase concernée comme perdue sur une machine triphasée avec un onduleur à 3 bras, cela implique l'arrêt de la machine à cause des conséquences physique sur le moteur en cas de maintien de l'alimentation. La conséquence la plus importante est l'apparition des courants de court-circuit, le principal problème étant l'échauffement important pouvant propager la faute. L'importance est des courants de fautes dépend directement du nombre de spires en court-circuit.

Il faut aussi prendre en compte le fait que des spires en court-circuit engendrent un couple résistant dû aux courants induits par le flux d'excitation circulant et les mutuelles de la machines en fonctionnement. Ce couple résistant est une valeur à caractériser pour en prévoir les conséquences sur le fonctionnement suite à la panne de la machine[13].

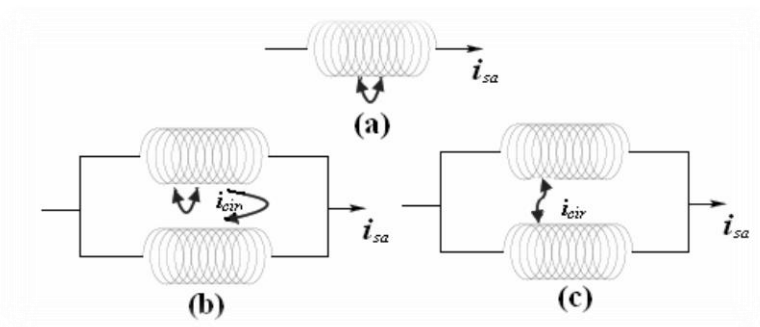


Figure I.08: a) court-circuit entre spires (b) le courant de circulation (c) court-circuit entre deux faisceaux

I.4.2.1.1 Court-circuit entre spires

Un court-circuit entre spires de la même phase est un défaut assez fréquent. Cette défaillance a pour origine à un ou plusieurs défauts d'isolant dans l'enroulement concerné. Il entraîne une augmentation des courants statoriques dans la phase affectée, une légère variation de l'amplitude sur les autres phases, modifie le facteur de puissance et amplifie les courants dans le circuit rotorique. Ceci a pour conséquence une augmentation de la température au niveau du bobinage et, de ce fait, une dégradation accélérée des isolants, pouvant provoquer ainsi, un défaut en chaîne (apparition d'un 2ème court-circuit).

Par contre, le couple électromagnétique moyen délivré par la machine reste sensiblement identique hormis une augmentation des oscillations proportionnelle au défaut[14].

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

I.4.2.2 Défaillances rotoriques

I.4.2.2.1 Les cassures de barres

La rupture des barres d'une machine asynchrone est défaut le plus couramment étudié en laboratoire en raison de sa simplicité de réalisation.

La rupture de barre provoque une dissymétrie du rotor. Le résultat de la dissymétrie réside dans la création d'un champ tournant en sens opposé à celui généré par le stator et cela à la fréquence de glissement par conséquent, il y aura création d'un courant supplémentaire dans le bobinage statorique[15].

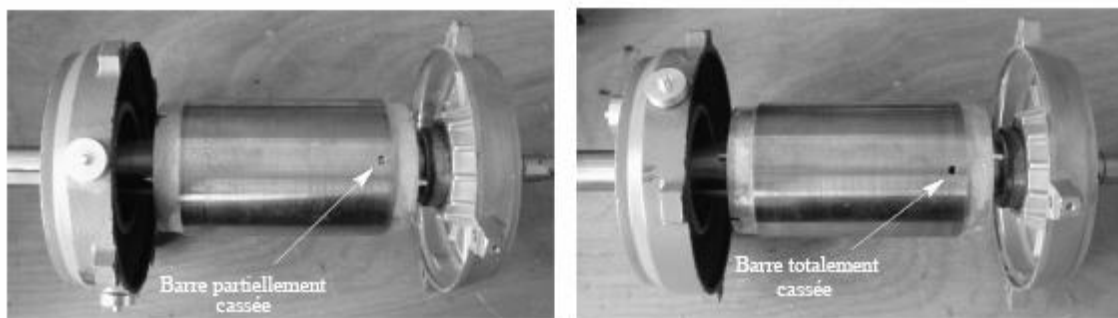


Figure I.09: Défaut d'une barre cassée

I.4.2.2.2 Les ruptures de portions d'anneaux des cages

Ces défauts apparaissent au niveau du bobinage rotorique. Ce sont les défauts les plus fréquents. Ils se présentent par des ruptures totales ou partielles d'une barre au niveau de l'anneau de la cage d'écureuil, ou par des ruptures d'une portion d'anneau. Ils se traduisent par une augmentation de la résistance équivalente d'un enroulement rotorique. Ces pannes rotoriques engendrent malheureusement des ondulations dans le couple électromagnétique qui elles-mêmes provoquent des oscillations de la vitesse de rotation de la machine. Ce qui génère des défauts mécaniques en plus dans la machine.

Suite à l'apparition de ce type de défauts, la machine continue à fonctionner, il est donc très difficile de détecter ces défaillances si la machine est en régime de défauts. Le courant qui conduit une barre cassée se répartit sur les autres barres, ces dernières seront surchargées, ce qui conduit à leurs ruptures, et par la suite la rupture d'un nombre plus important de barres, dans la machine.

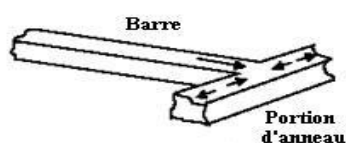


Figure I.10 : Schéma descriptif d'une barre et une portion d'anneaux

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

Les cassures de portions d'anneaux sont dues soit à des bulles de coulées ou aux dilatations entre les barres et les anneaux.

Les portions d'anneaux de court-circuit véhiculent des courants plus importants que ceux des barres rotoriques. Un mauvais dimensionnement des anneaux, une détérioration des conditions de fonctionnement ou une surcharge du couple et donc de courant peuvent entraîner leur cassure. La cassure d'une portion d'anneau engendre un comportement similaire à celui de la cassure de barres[16].

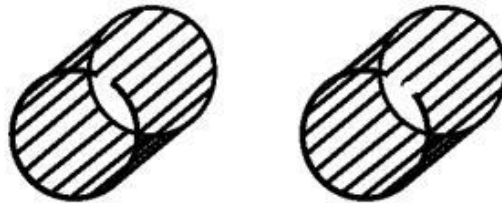


Figure I.11: Rupture d'une et de deux portions d'anneaux

I.4.3.3 Excentricité statique et dynamique

Parfois, la machine électrique peut être soumise à un décentrement du rotor, se traduisant par des oscillations de couple (décalage entre le centre de rotation de l'arbre et le centre du rotor). Ce phénomène est appelé excentricité (statique et dynamique) dont l'origine peut être liée à un positionnement incorrect des paliers lors de l'assemblage, à un défaut de roulement (usure), à un défaut de charge, ou à un défaut de fabrication (Usinage).

Trois cas d'excentricité, sont généralement distingués[17]:

- **l'excentricité statique** : le rotor est déplacé du centre de l'alésage stator mais tourne toujours autour de son axe.
- **l'excentricité dynamique** : le rotor est positionné au centre de l'alésage mais ne tourne plus autour de son axe.
- **l'excentricité 'mixte'** : associant les deux cas précédemment cités.

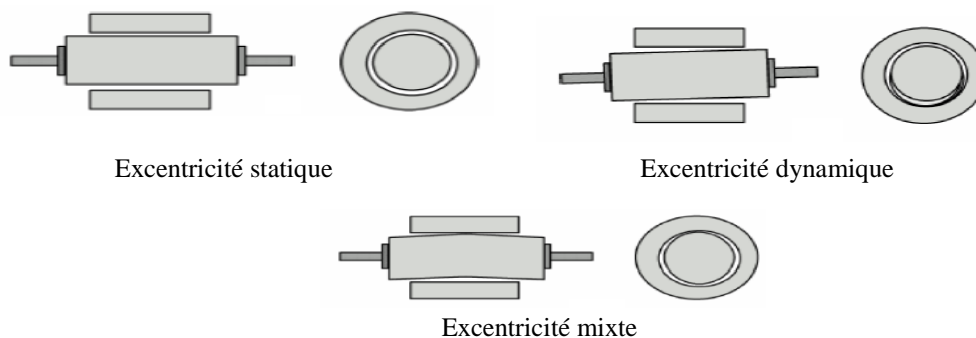


Figure I.11: Défauts d'excentricité statique, dynamique et mixte

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

I.4.2.3 Défaillances mécaniques

I.4.2.3.1 Roulements à billes

À l'interface entre le rotor et le stator, le roulement à billes présente aussi un vieillissement relativement rapide. Classiquement ce type de défaut est diagnostiqué à partir du spectre d'une mesure acoustique ou vibratoire. En partant du principe que l'entrefer n'est plus constant lors d'une défectuosité du roulement[18], R. Schoental a montré que cette information était aussi présente dans le spectre du courant, puisque n'importe quelle excentricité produit des anomalies dans la distribution du champ dans l'entrefer.

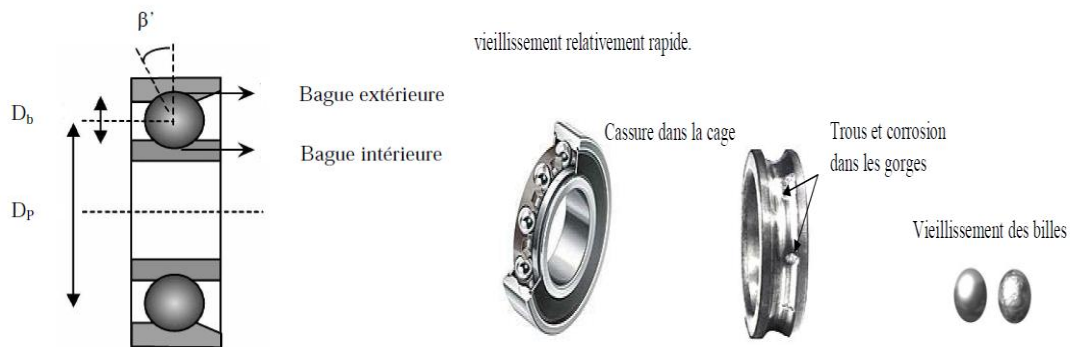


Figure I.12: Différentes défaillances des roulements à billes et leurs Dimensions

Dans son article, il a explicité l'expression analytique des fréquences liées aux défauts du roulement en fonction de ses paramètres mécaniques (nombre de billes de roulement, vitesse mécanique du rotor, l'angle de contact des billes avec les bagues ...), et donne la relation suivante[19]

$$f_r = \frac{N_b}{2} f_r \left[1 + \frac{B_d}{p_d} \cos \beta \right] \quad (I.01)$$

$$f_o = \frac{N_b}{2} f_r \left[1 - \frac{B_d}{p_d} \cos \beta \right] \quad (I.02)$$

$$f_b = \frac{p_d}{2} f_r \left[1 - \left(\frac{B_d}{p_d} \cos \beta \right)^2 \right] \quad (I.04)$$

$$f_b = \frac{f_r}{2} \left[1 - \left(\frac{B_d}{p_d} \cos \beta \right) \right] \quad (I.05)$$

$$f_{bng} = |f_s \pm m f_v| \quad (I.06)$$

Ou $m=1, 2, 3, \dots$ et f_v est une fréquence caractéristique de vibration.

On Suggère les expressions pour les trois types de défaut comme suit :

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

$$\text{Défaut de bague extérieur : } \mathbf{f}_{\text{bng}} = |\mathbf{f}_s \pm m\mathbf{f}_0| \quad (I.07)$$

$$\text{Défaut de bague intérieur : } \mathbf{f}_{\text{bng}} = |\mathbf{f}_s \pm \mathbf{f}_r \pm m\mathbf{f}_i| \quad (I.08)$$

$$\text{Défaut de bille : } \mathbf{f}_{\text{bng}} = |\mathbf{f}_s \pm \mathbf{f}_{\text{cage}} \pm m\mathbf{f}_b| \quad (I.09)$$

Les fréquences caractéristiques de vibration seront calculées sur la base des dimensions du roulement. Les cinq paramètres qui doivent être connus pour calculer les fréquences de défaut de roulement sont, le diamètre de la bille \mathbf{B}_d , le diamètre moyen ou diamètre de la cage \mathbf{P}_d , le nombre de bille \mathbf{N}_b , l'angle de contact $\hat{\mathbf{a}}$ en radians et la fréquence de rotation \mathbf{f}_r .

I.4.2.4 Défauts divers

Autres défauts peuvent se produire et provoquent une dérivation des performances de la machine. Nous pouvons citer les cas suivants[20] :

- Défauts de fixation.
- Engrenage endommagé.
- Excitation hydrodynamique.
- Défauts induits par un desserrage.

I.4.2.5 Conséquences des défauts

Les défauts qui surviennent sur les machines asynchrones conduisent à de multiples problèmes qui affectent la rentabilité de l'installation globale, et qui peuvent aller jusqu'à l'arrêt total. On cite parmi les conséquences des défauts[21]:

- a) Fluctuations au niveau du couple et de la vitesse.
- b) Appel supplémentaire de courant.
- c) Déséquilibre au niveau de la tension et du courant de ligne.
- d) Augmentations des arrêts non programmés, des pertes de production, et par conséquent, du rendement global.

I.5 Méthodes de diagnostic des machines asynchrones

Les méthodes de diagnostic sont nombreuses et variées, elles correspondent à la diversité des problèmes rencontrés. Il est possible de les classer selon le schéma suivant :

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

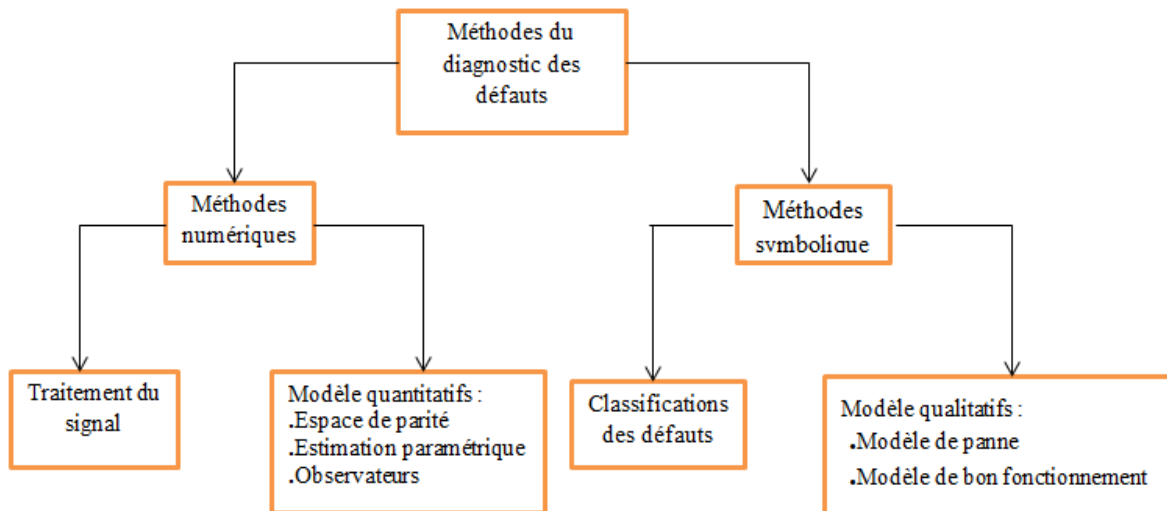


Figure I.13: Méthodes du diagnostic des défauts

Selon que l'on dispose, ou pas, d'un modèle mathématique représentatif du système, les méthodes de diagnostic se répartissent en deux grandes classes. Dans le premier cas, on a des redondances d'informations et la connaissance fournie par le modèle mathématique pour caractériser le mode de fonctionnement ou l'état du système puis décider s'il est normal ou anormal. Dans le deuxième cas, c'est l'analyse des données fournies par le système qui permet de décider de son état[22][23].

I.5.1 Approche signal

I.5.1.1 Méthodes de diagnostic des défauts basés sur l'analyse spectrale des signaux

L'analyse spectrale est utilisée depuis de nombreuses années pour détecter des défaillances dans les machines électriques, essentiellement les ruptures de barres au rotor des machines asynchrones, la dégradation des roulements, les excentricités et les courts circuits dans les bobinages. Ces cas se prêtent bien à cette approche dans la mesure où de nombreux phénomènes se traduisent par l'apparition de fréquences directement liées à la vitesse de rotation ou à des multiples de la fréquence d'alimentation.

La surveillance par analyse spectrale de la machine asynchrone consiste à effectuer une simple transformée de Fourier des grandeurs affectées par le défaut, et à visualiser les fréquences parasites constituant la signature d'un défaut dans la machine. Les grandeurs choisies

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

sont soit les grandeurs électriques (plus particulièrement les courants de ligne)[24][25], soit les grandeurs mécaniques (vibration, couple électromagnétique)[26][27].

Cette technique permet une surveillance rapide et peu onéreuse car elle exige un simple capteur de courant ou de vibration. Cependant, elle nécessite une analyse manuelle par un expert en surveillance des machines électriques.



Figure I.14: Principe de la surveillance par analyse spectrale

I.5.1.2 Méthode d'analyse temps-fréquence

L'analyse spectrale basée sur la transformée de Fourier (TF), fournit une bonne description des signaux stationnaires et pseudo-stationnaires, mais présente de nombreuses limitations quand les signaux à analyser ne sont pas stationnaires. Dans ce cas, la solution serait d'utiliser ce qu'on appelle les outils d'analyse temps-fréquence. Parmi ces méthodes, on peut citer[28]:

- transformée de Fourier sur une fenêtre glissante.
- transformée en Ondelettes.
- transformée de Wigner Ville.
- transformée d'Hilbert-Huang.

I.5.2 Méthodes de classification

De manière générale, on peut diviser les méthodes de classification entre méthodes avec apprentissage supervisé et méthodes avec auto-apprentissage. Les méthodes avec apprentissage supervisé ont besoin de connaître, à priori, les classes associées aux données d'entraînement.

Dans tous les cas, un vecteur résumant l'information (individu) qui correspond aux échantillons du système, est analysé pour trouver les caractéristiques des classes. La différence entre les 2 types de méthodes est la phase d'apprentissage.

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

Dans le contexte des méthodes basées sur la fouille de données, les méthodes qui se situent dans la « machine d'apprentissage » permettent d'obtenir des règles ou des expressions de classification plus simples, de telle sorte que les résultats obtenus soient, facilement, interprétables. Un des objectifs de ces méthodes est que l'intervention humaine dans la phase d'entraînement soit minimale et qu'en même temps, les classes obtenues soient facilement interprétables[29].

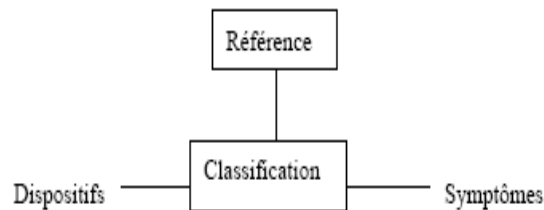


Figure I.15: Principe des méthodes de classification

I.5.3 Diagnostic à base de modèle

Le diagnostic de défaillances par des méthodes internes requiert un modèle fiable et suffisamment précis du système à surveiller. Il peut être plus ou moins agrégé, représentatif d'un modèle de bon fonctionnement ou de fonctionnement caractéristique d'une ou plusieurs défaillances. Selon ce mécanisme de diagnostic, on distingue:

- **surveillance par les observateurs (estimateurs):** ce modèle est décrit sous une représentation de variable d'état[30].
- **surveillance par redondance analytique (espace de parité):** cette méthode consiste à vérifier l'exactitude des équations mathématiques du modèle en se basant sur les sorties du procédé[31].
- **surveillance par estimation paramétrique:** c'est la détermination des vecteurs des paramètres qui gouvernent le comportement dynamique du système[32].

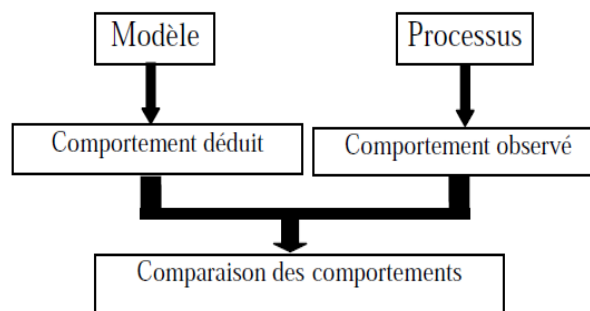


Figure I.16: Principe de fonctionnement de la méthode du modèle

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

I.5.4 Méthodes basées sur l'intelligence artificielle (IA)

L'intelligence artificielle (IA) est une branche de l'informatique qui traite la reproduction par la machine de certains aspects de l'intelligence humaine tels qu'apprendre à partir d'une expérience passée à reconnaître des formes complexes et à effectuer des déductions[33].

L'intérêt de recourir à l'intelligence artificielle (IA) pour résoudre le problème de diagnostic des défaillances, est dû principalement aux avantages suivants[34] :

- Le non disponibilité de modèle explicite pour le cas de défaillances est un problème que les techniques de l'intelligence artificielle (IA) peuvent résoudre car basées sur la non nécessité de modélisation.
- L'insertion de connaissance d'expert, données sous forme linguistique soit pour la détection, ou la localisation de défauts ce qui permet de rendre le système de contrôle commande apte à effectuer l'insertion automatique des symptômes et la mémorisation de chaque nouvel acte (possibilité de son auto instruction).
- La simplicité dans la mise en œuvre, une fois préparées les règles d'expert.
- La robustesse face aux perturbations.

Parmi ces méthodes, nous pouvons citer :

- Réseaux de neurones artificiels.
- Reconnaissances des formes (RDF) et la Logique floue.

I.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une vue générale sur les composants de la machine asynchrone et les méthodes de surveillance des systèmes industriels.

Ensuite nous avons présenté les différentes défaillances dans la machine asynchrone comme court-circuit, rupture des barres et excentricité. En plus de ça nous avons cité quelques approches de diagnostic de ses défauts. Ces méthodes donnent un large éventail de signatures plus ou moins pertinentes vis-à-vis des différents défauts pouvant se produire sur un moteur électrique. Ces méthodes ne doivent pas être mises en concurrence, mais au contraire peuvent être utilisées de manière complémentaire pour tirer parti de leurs avantages respectifs.

Dans le chapitre suivant, nous allons nous intéresser à la modélisation de la machine asynchrone à cage d'écureuil avec et sans défaut.