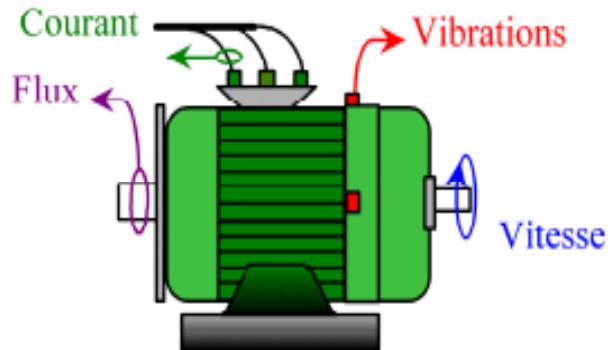


## V-1 Méthodes de diagnostic :

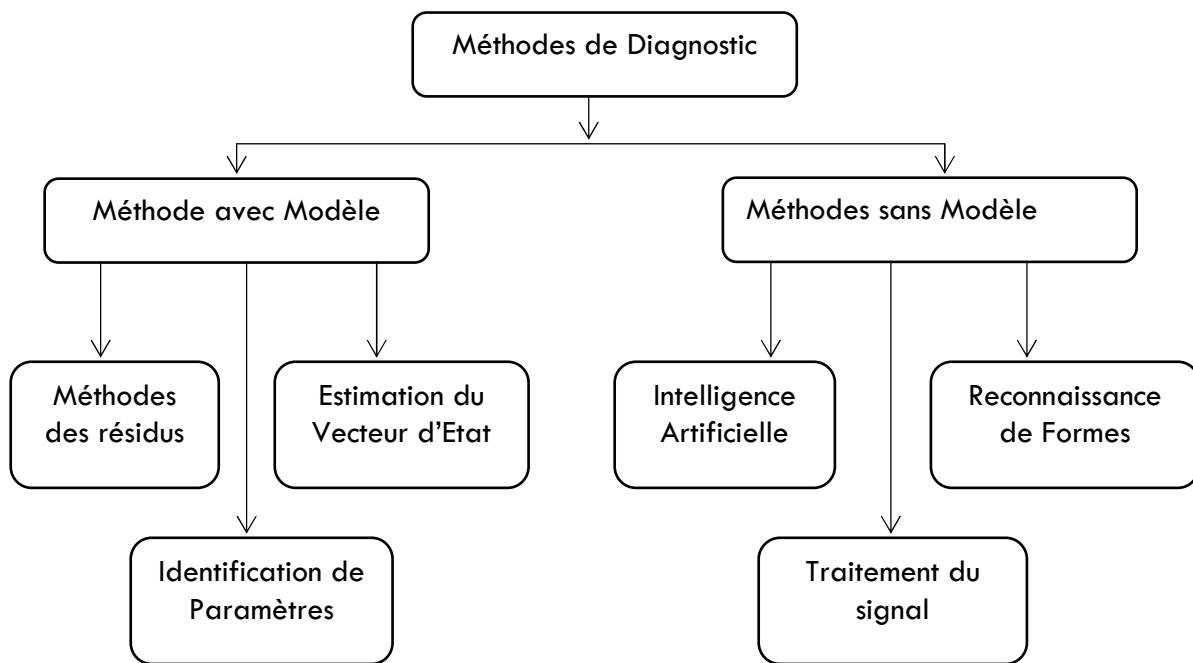
Pour effectuer un diagnostic, il est nécessaire de procéder à une ou des analyses afin d'interpréter les signaux issus des capteurs tant sur le plan fréquentiel que temporel. Parmi tous les signaux permettant d'établir un diagnostic, ceux-ci peuvent provenir de la mesure du courant absorbé par le moteur électrique, le carré de ce courant, la puissance instantanée, le vecteur de Park...etc (Figure V-1).



**Figure V-1** Représentation de quelques grandeurs mesurable sur une machine électrique

Il est important de savoir que les différentes méthodes de diagnostic sont classées selon les approches auxquelles elles appartiennent. En effet, il existe deux approches :

- Approche sans modèle
- Approche avec modèle.



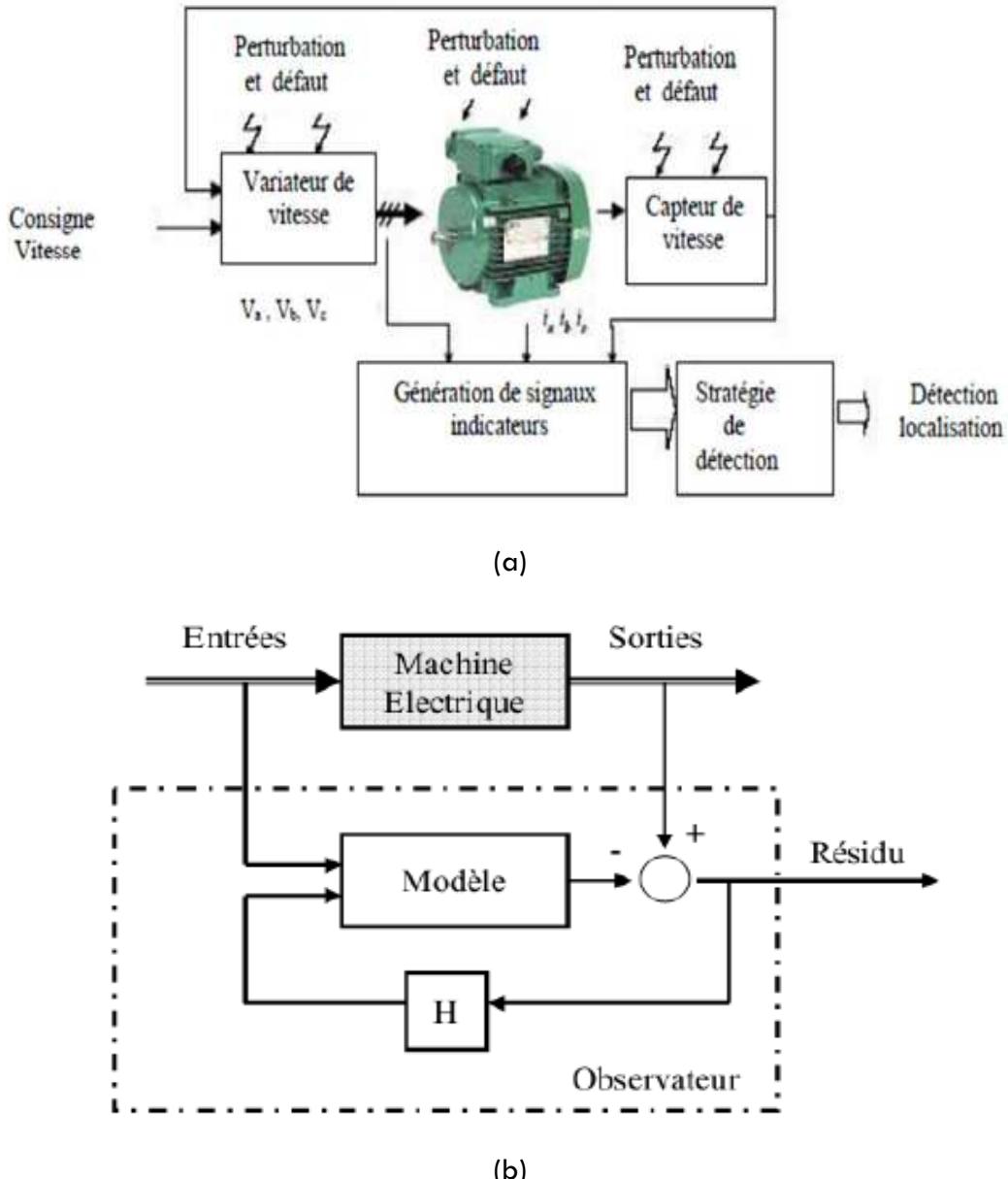
**Figure V-2** : Les différentes méthodes de diagnostic.

## V-2 Méthode de diagnostic avec modèle :

Deux approches peuvent être utilisées pour diagnostiquer les défauts à partir des modèles paramétriques.

- La première repose sur le suivi des paramètres électriques caractérisant les modèles.

- La deuxième approche consiste à analyser les résidus générés à partir d'un modèle proche du système à surveiller (Figure V-3).



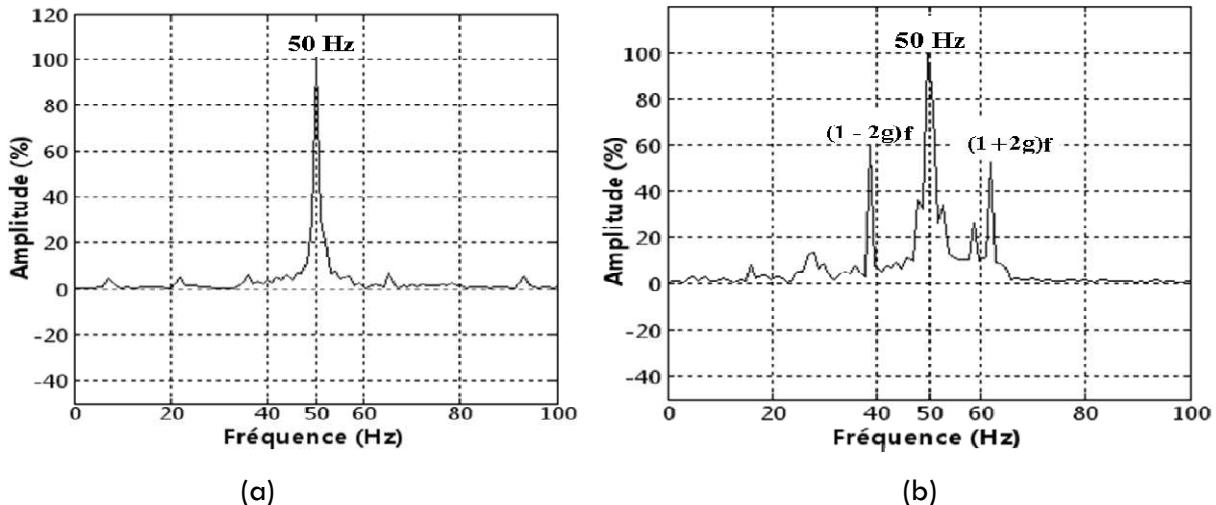
**Figure V-3** Principe général du diagnostic à base de modèles analytiques

La Figure V-3b illustre le principe de la génération des résidus par l'utilisation d'un observateur en boucle fermée, où la matrice  $H$  représente la contre réaction qui permet de minimiser l'effet des conditions initiales, des perturbations et des erreurs du modèle sain

### V-3 Méthodes de diagnostic sans modèle :

Ces méthodes se fondent sur l'analyse des mesures que fournit la machine lors de son fonctionnement. Une comparaison entre le spectre du courant d'alimentation et celui du signal fourni par un capteur de vibration montre que l'utilisation des courants statoriques est très intéressante pour le diagnostic, puisque les

informations présentent dans l'analyse des courants englobent celles trouvées dans l'analyse vibratoire et celles liées aux phénomènes électriques (Figure V-4).



**Figure V-4** Spectre du courant statorique d'une MAS, (a) : Fonctionnement sain, (b) : Fonctionnement avec deux barres cassées

La Table 1 donne, dans le cas d'une machine asynchrone à cage d'écurail, la signature fréquentielle de certains défauts.

Défauts	Signatures fréquentielles
Excentricité	$f_{exc} = f_s \left[ 1 \pm k \left( \frac{1-s}{p} \right) \right]$
Rupture de barre rotorique	$f_{brb} = f_s [1 \pm 2ks]$
Défauts de roulement	$f_{bng} = f_s \pm kf_d$
Oscillation de couple	$f_{osc} = f_s \left[ 1 \pm k \left( \frac{1-s}{p} \right) \right]$

Avec :

$f_s$  : fréquence fondamental d'alimentation.

$f_d$  : fréquence dépendant de l'élément défaillant et de la géométrie du roulement.

$p$  : nombre de paire de pôles.

$s$  : glissement.

$k = 1, 2, 3, \dots$

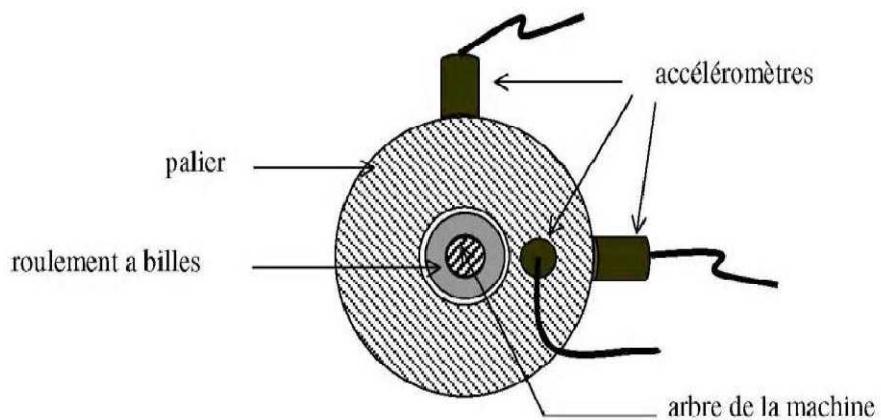
Il existe plusieurs méthodes de diagnostic sans modèle parmi lesquelles :

- **Diagnostic par l'analyse des tensions statoriques induites.**
- **Diagnostic par mesure du couple électromagnétique.**

L'analyse spectrale du signal du couple (mesuré ou estimé), donne des informations sur l'état du moteur

- **Diagnostic par analyse du courant statorique.**
- **Diagnostic par analyse des vibrations mécaniques de la machine.**

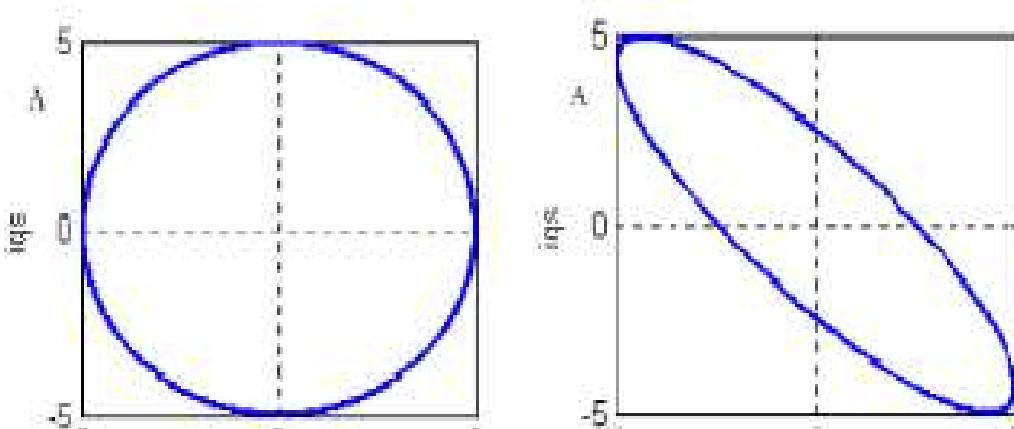
L'analyse vibratoire de la machine asynchrone peut être menée grâce à des accéléromètres placés sur les paliers dans les directions verticales, axiales et radiales.



**Figure V-5 Analyse vibratoire**

- **Diagnostic par analyse du vecteur de Park.**

Cette méthode utilise les grandeurs biphasées  $i_{ds}$  et  $i_{qs}$ , qui sont calculées à partir des trois courants d'alimentation, pour l'obtention de la courbe de Lissajous :  $i_q = f(i_d)$ . Le changement de l'épaisseur et de la forme de cette courbe donne une information sur le défaut



**Figure V-6 Analyse du courant statorique par le vecteur de Park. (a) : cas sain, (b) : cas de défaut.**

- **Diagnostic par utilisation des techniques d'intelligence artificielle (AI).**

Les techniques d'Intelligence Artificielle (IA) exploitent les connaissances heuristiques du domaine. Ce terme comprend diverses techniques telles que :

- Réseaux de neurones,
- Logique floue
- Logique neuro-floue

➤ **Diagnostic par utilisation des techniques de traitement de signal.**

Plusieurs techniques de traitement de signal ont été utilisées depuis longtemps pour analyser le contenu spectral des différents signaux issus des machines électriques tels que : les courants, les puissances, le couple, la vitesse, le flux, les vibrations,...etc. parmi ces techniques on a :

- Transformée de Fourier rapide (*TFR*)
- Transformée Fourier à fenêtre glissante (*TFFG*)
- Transformée en ondelettes (*TO*).