



# MAINTENANCE DES SYSTEMES ELECTROMECHANIQUES



**Pr. Bouras Slimane**

## 3. Organisation des opérations de maintenance

### 3.1. Les opérations de maintenance corrective

#### a. Le dépannage

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de condition de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas elle sera suivie de la réparation.

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières.

La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps. Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais elles peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage. Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

#### b. La réparation

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

**Remarque :** la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. Tous les équipements sont concernés.

### 3.2. Les opérations de maintenance préventive

#### a. Les inspections

Activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

#### b. Visites

## MAINTENANCE DES SYSTEMES

---

Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

### **c. Contrôles**

Vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :

- Comporter une activité d'information.
- Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement.
- Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

Les opérations de surveillance (contrôles, visites, inspections) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien. Elles sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

### **3.3. Autres opérations**

#### **a. Révision**

Ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.

Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous ensembles.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4ème niveau de maintenance.

#### **b. Les échanges standards**

Reprise d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble usagé, et vente au même client

d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble identique, neuf ou remis en état

# MAINTENANCE DES SYSTEMES

conformément aux spécification du constructeur, moyennement le paiement d'une soulte dont le montant est déterminé d'après le coût de remise en état.

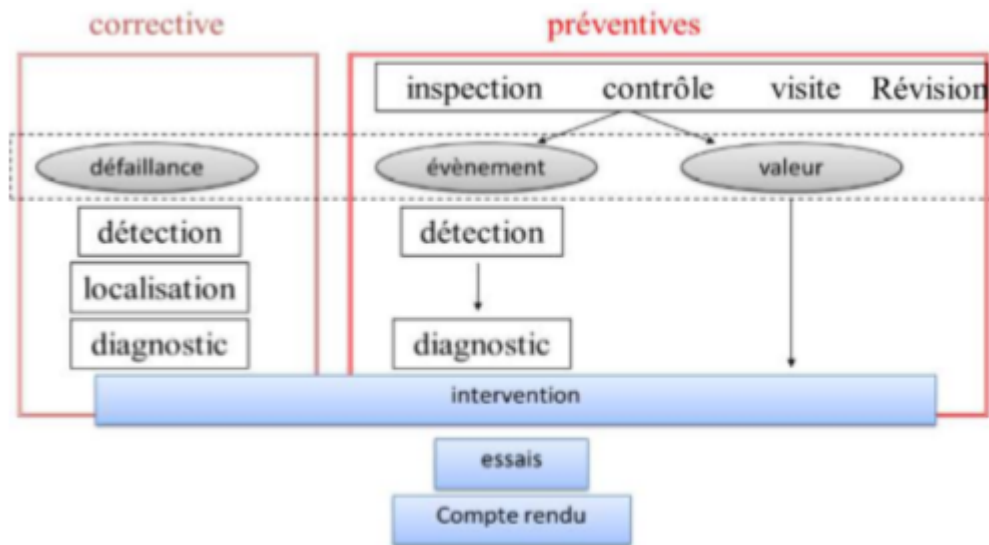


Figure .3 - Organisation des opérations de maintenances

## 4. Etapes principales de technologie de dépannage des machines électriques [13,14]

### Etape 1 : Mise en évidence de la défaillance

La défaillance peut être mise en évidence :

- De façon visuelle (appel d'un opérateur qui signale la panne en donnant des indications plus ou moins vagues).
- De façon automatique par détection d'une situation anormale (ex : écoulement d'un temps de recouvrement de mouvement avec émission d'une alarme par l'automatisme).

La signalisation d'un problème va alors de l'allumage d'un simple voyant, jusqu'à la remontée à une supervision, en passant par un affichage local sur la machine.

Dans tous les cas, il faut se poser les questions suivantes :

- De quelle manière se manifeste la défaillance ? (Arrêt de la machine, mouvement non conforme, moteur ne tournant pas, vérin ne bougeant pas, ...).
- A quel stade du cycle le système est-il devenu défaillant ?

# MAINTENANCE DES SYSTEMES

---

- Que peut-on observer à ce stade ? Voyants sur l'automate et sur la machine. Messages (s'il y a un afficheur). Etat de la machine.
- A-t-on déjà une première idée permettant de cerner la zone en défaillance ?

## **Etape 2 : Analyse des risques**

## **Etape 3 : Recherche de la chaîne fonctionnelle**

### **Etape 4 : Liste des maillons de la chaîne**

#### **a. Chaîne d'acquisition (entrée)**

- Carte d'entrée API, Fils et embouts , Bornes et connecteurs , Contacts avec leurs connexions , Capteurs avec leur réglage

- #### **b. Chaîne de commande (sortie)**
- Carte de sortie API
  - Fils et embouts
  - Bornes et connecteurs
  - Contacts de relais et de contacteurs avec leurs connexions
  - Bobines de relais et de contacteurs avec leurs connexions
  - Electro distributeurs (connecteur, bobine, électrovanne, distributeur)
  - Tubes pneumatiques ou tuyaux hydrauliques
  - Raccords
  - Limiteurs de débit
  - Vérins
  - Moteurs
  - Accouplements mécaniques

**\* Un dossier technique à jour s'avère des plus utiles à ce point (électrique, pneumatique, hydraulique, mécanique)**

### **Etape 5 : Liste des modes de défaillances**

**Ex :** le moteur ne tourne pas : fil entre sortie automate et bobine de contacteur coupé. N'oublions pas qu'un dérèglement mécanique est aussi une panne (cellule photoélectrique mal orientée, accouplement desserré, ...)

Cette étape peut être présentée sous une forme conviviale :

- Tableau de cause à effet.
- Diagramme d'Ishikawa.
- Autre.

### **Etape 6 : Critères de test**

Chaque élément de la chaîne étant identifié par ses modes de défaillance, il faut classer les tests selon des critères permettant de réduire le temps d'intervention :

- Rapidité.

- Probabilité.
- Accessibilité.

Sur les parties

- Electrique.
- Pneumatique.
- Hydraulique.
- Mécanique.

### **Etape 7 : Procédures de test**

Pour chaque mode de défaillance identifié à l'étape 5, il faut maintenant imaginer un test. Tous ces tests doivent être présentés (du premier au dernier) selon l'ordre défini à l'étape 6.

On peut présenter ces tests sous forme de tableau. Dans ce tableau on précise :

- L'élément à tester.
- Le principe du test (visuel, avec instrument).
- L'instrument utilisé s'il y a lieu.
- Les points précis du test (ex : où placer les sondes du voltmètre).
- Les résultats normalement attendus de ce test.
- Une observation éventuelle.

### **Etape 8 : Réparation**

Les tests étant tous définis, il s'agit de les réaliser jusqu'à ce que la panne soit trouvée. Il ne reste plus alors qu'à remplacer l'élément défectueux et à essayer à nouveau la machine.

### **Etape 9 : Compte-rendu**

Un minimum d'informations est requis :

- Référence de la machine.
- Nature de l'intervention.
- Date (et heure) de l'intervention.
- Identification de l'auteur.

- Durée de l'intervention.
- Pièces changées s'il y a lieu.
- Coût éventuel des pièces.

### 5. Etude des différentes pannes des machines électriques et méthodes de leur détection

Cette section présente différents défauts des machines électriques, leurs origines et leur classification. Une défaillance de machine électrique représente tout incident donnant lieu à un comportement anormal de la machine et qui peut à court ou long terme provoquer son endommagement [15].

Défaillances des machines électriques	Interne	Mécanique	Contact entre le stator et rotor
			Défaut de roulements
			Excentricité
			Mouvement des enroulements et des tôles
		Electrique	Défaillance au niveau de l'isolation
			Rupture de barre
	Défaillance au niveau du circuit magnétique		
	Externe	Mécanique	Charge oscillante
			Surcharge de la machine
			Défaut de montage
		Environnementale	Humidité
			Température
			Propreté
		Electrique	Fluctuation de la tension
			Sources de tensions déséquilibrées
Réseau bruité			

**Tableau 5.1 - Défauts des machines électriques selon leurs origines**

Les raisons de défaillances dans les machines tournantes électriques ont leur origine dans la conception, la tolérance de fabrication, l'assemblage, l'installation, l'environnement de travail, nature de la charge et le calendrier de maintenance.

Les défauts peuvent être classés selon leurs origines en deux catégories : interne

et externe.

Les défauts internes sont provoqués par les constituants de la machine (bobinages du stator et du rotor, circuits magnétiques, cage rotorique, entrefer mécanique, etc.).

Les défauts externes sont causés par le type d'alimentation, la charge mécanique ainsi que par l'environnement d'utilisation de la machine. Une classification des défauts qui existent dans les machines électriques selon leurs origines est présentée dans le Tableau 5.1.

### 5.1. Défauts statoriques

- Court-circuit entre spires : surtension, température excessive, vibration, humidité.
- Court-circuit entre phases : haute température, alimentation déséquilibrée, 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.

La majeure partie de défauts statoriques est attribuée à la dégradation d'isolants qui se manifestent sous la forme d'un court-circuit entre spires, d'un court-circuit entre deux phases ou d'un court-circuit entre une phase et la carcasse.

Le court-circuit entre spires de la même phase est un défaut fréquent qui peut apparaître soit au niveau des têtes de bobines soit dans les encoches, ce qui entraîne une diminution du nombre de spires effectives de l'enroulement. D'autre part, il entraîne aussi une augmentation des courants statoriques dans la phase affectée, une légère variation de l'amplitude sur les autres phases et dans le cas des machines asynchrones, il amplifie les courants dans le circuit rotorique. La contrainte thermique amenée par le courant de court-circuit risque



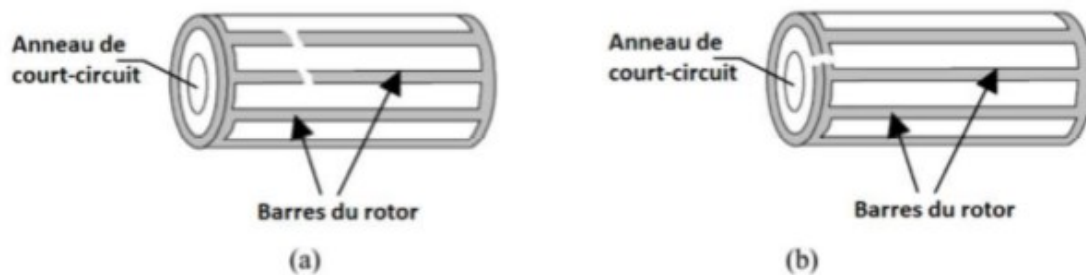
d'entraîner la propagation du défaut à d'autres spires, ce qui peut conduire au déclenchement des protections électriques dans l'alimentation. Un court-circuit entre phases peut arriver en tout point du bobinage [15], mais les plus fréquents apparaissent dans les têtes de bobines, puisque c'est dans celles-ci que les conducteurs de phases différentes se côtoient. L'influence de ce type de défaut sur le fonctionnement de la machine dépend de la localisation du défaut (de la partie affectée). Si le court-circuit est proche de l'alimentation entre phases, il induit des courants très élevés qui conduisent à la fusion des conducteurs d'alimentation ce qui provoque un arrêt net de la machine. Si le court-circuit est proche du neutre entre deux phases, il engendre un déséquilibre des courants de phases avec un risque moindre de fusion des conducteurs. L'apparition de ce type de défaut dans le cas des machines asynchrones, provoque une augmentation des courants dans la cage rotorique

### 5.2. Défauts rotoriques

- Défaut de roulements : mauvaise installation, déséquilibre magnétique, haute température, perte de lubrifiant, charge déséquilibrée, corrosion.
- Rupture de barres : cycle thermique, régime transitoire à longue durée ; déséquilibre magnétique.
- Rupture d'une portion d'anneau : cycle thermique.
- Excentricité : mauvaise installation, déséquilibre magnétique, défauts des roulements.
- Désalignement des roulements : défaut de couplage, mauvaise installation, surcharge.
- Défaut du circuit magnétique : défaut de fabrication, surcharge, cycle thermique.
- Déséquilibre mécanique : mauvais alignement, mouvement des anneaux de court-circuit

#### 5.2.1. Défauts de rupture de barres et d'anneau de court-circuit

Des défauts semblables à ceux du stator peuvent affecter le rotor bobiné. Pour une machine asynchrone avec un rotor à cage d'écureuil, les défauts se résument à la rupture de barres ou à la rupture d'anneaux de court-circuit (Figure .4).



**Figure 4 - Défaut d'un rotor à cage d'écureuil : (a) rupture de barres ; (b) rupture d'anneau de court-circuit.**

Les fissures de barres ou de portions d'anneau sont dues, par exemple, à un échauffement local excessif suivi d'une surcharge mécanique (démarrages fréquents, etc.), ou encore à un défaut de fabrication (bulles d'air ou mauvaises soudures). Cela fait apparaître des oscillations des courants et du couple électromagnétique [19]. Si l'inertie de l'entraînement est plus faible, des oscillations apparaissent sur la vitesse mécanique et sur l'amplitude des courants statoriques.

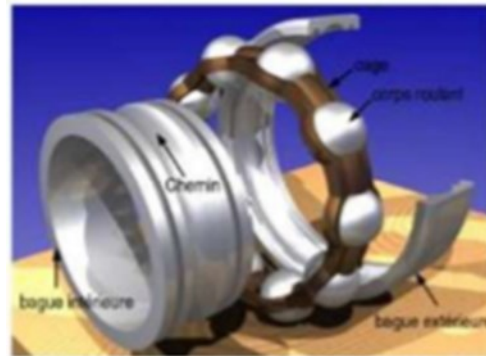
La fissure et rarement la cassure de portion d'anneau c'est un défaut qui apparaît tout comme pour les barres dans une machine asynchrone à cage. Ces fissures sont fréquentes au niveau les portions d'anneaux de court-circuit car ces dernières véhiculent des courants plus importants que ceux des barres rotoriques. Un mauvais dimensionnement des anneaux, conduit à une dégradation des conditions de fonctionnement ou une surcharge de couple et, par conséquent des courants pouvant entraîner leur détérioration [20].

L'apparition d'un défaut de rupture de barres n'induit pas à un arrêt de la machine, mais réduit ses capacités [20]. Si le nombre de barres défailtantes est important l'arrêt de la machine surgit. Devant la multitude des défauts envisageables et les conséquences de leurs apparitions, les techniques de surveillance se sont rapidement imposées auprès des utilisateurs des machines électriques. Elles commencent également à intéresser les concepteurs.

### **5.2.2. Défauts de roulements**

Comme il est indiqué sur la Figure II.4, la majorité des défauts dans les machines électriques concernent les défauts de roulements qui ont de nombreuses causes telles que l'écaillage de fatigue, la contamination du lubrifiant, une charge excessive ou des causes électriques comme la circulation de courants de fuite induits par les onduleurs.

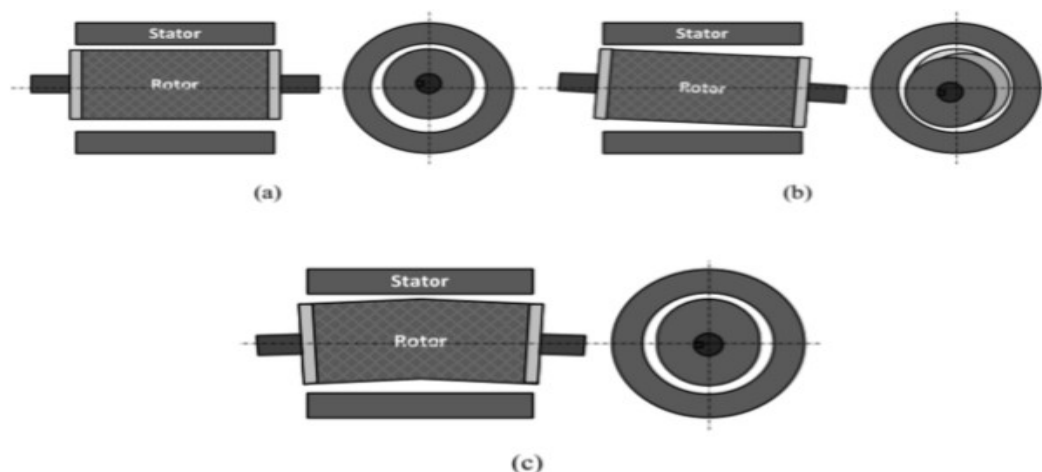
Les défauts de roulements entraînent de manière générale plusieurs effets mécaniques dans les machines tels qu'une augmentation du niveau sonore et l'apparition de vibrations par les déplacements du rotor autour de l'axe longitudinal de la machine. Ce type de défaut induit également des variations (oscillations) dans le couple de charge de la machine asynchrone. Le point ultime de roulements défectueux est le blocage du rotor [17].



*Figure 5 - Représentation d'un roulement à billes*

### 5.3. L'Excentricité

Les conséquences des défauts mécaniques se manifestent généralement au niveau de l'entrefer par des défauts d'excentricité. L'excentricité d'une machine électrique est un phénomène qui évolue dans le temps et qui existe de sa fabrication.



**Figure .6 - Types d'excentricité : (a) statique ; (b) dynamique ; (c) mixte**

Le deuxième phénomène risquant d'aggraver l'excentricité est quant à lui inhérent au fonctionnement de la machine. En effet, l'effort radial est maximal à l'endroit où se situe l'épaisseur minimale de l'entrefer et va tendre à diminuer

encore plus la valeur de l'entrefer minimum et augmenter par conséquent encore plus le déséquilibre des efforts radiaux. Le point ultime de l'excentricité est le frottement du stator sur le rotor, qui est synonyme de destruction rapide de la machine. Trois catégories d'excentricité sont généralement distinguées [18] :

- L'excentricité statique (Figure .6(a)) – généralement due à un désalignement de l'axe de rotation du rotor par rapport à l'axe du stator. La cause principale c'est un défaut de centrage des flasques.
- L'excentricité dynamique (Figure .6(b)) – 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 [24]. Ce type d'excentricité est causé par une déformation du cylindre rotorique, une déformation du cylindre statorique ou la détérioration des roulements à billes.
- L'excentricité mixte (Figure 6.(c)) – la somme des deux cas présentés ci-avant.

### 6. Méthodes de détection des pannes des machines électriques

On retrouve, dans les différents travaux, les trois axes constituant le domaine du diagnostic des machines électriques, qui conduisent à définir trois méthodologies de de détection des pannes des machines électriques : méthodes de connaissances, méthodes de redondances analytiques et méthodes par modélisation de signaux (voir Figure .7)

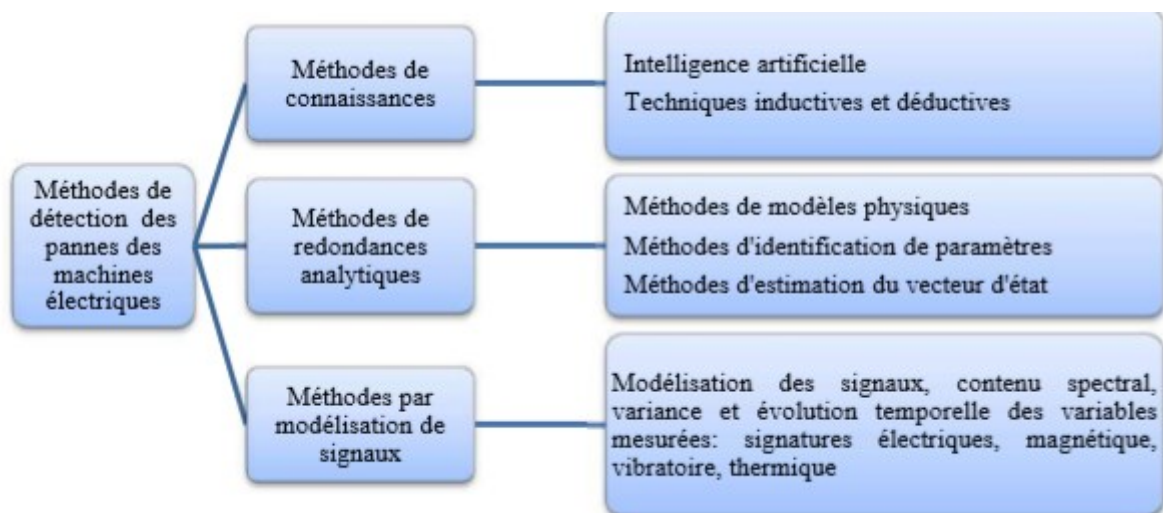


Figure 7. diaporama des méthodes de détection des pannes des machines électriques

## MAINTENANCE DES SYSTEMES

---

**a.** Les méthodes de connaissances n'utilisant pas de modèle mathématique pour décrire les relations de cause à effet. La seule connaissance repose sur l'expérience humaine confortée par des retours d'expérience.

On distingue :

Les techniques basées sur l'intelligence artificielle les systèmes experts, les réseaux de neurones et la logique floue.

Les méthodes inductives ou déductives ne s'appliquent pas directement au diagnostic. Elles sont essentiellement utilisées pour définir les causes du défaut en utilisant des modèles de pannes.

**Remarque :** ces méthodes sont beaucoup plus du ressort des automaticiens que des électrotechniciens.

**b.** Les méthodes de redondances analytiques se basent sur une modélisation quantitative du système et exploitent les relations entre les variables du système considéré pour identifier les paramètres physiques à surveiller.

On y distingue trois classes : les méthodes de modèles physiques, les méthodes d'indentification de paramètres et les méthodes d'estimation du vecteur d'état.

**c.** Les méthodes par modélisation de signaux sont des méthodes basées sur une modélisation des signaux, le contenu spectral, la variance et l'évolution temporelle des variables mesurées. Ces méthodes exploitent essentiellement les signatures électrique, magnétique, vibratoire, thermique ou la puissance instantanée.

La démarche la plus souvent utilisée pour le diagnostic des défauts sur les machines électriques repasse sur l'analyse des grandeurs mesurables et les signaux de défaut. Les grandeurs et signaux de défauts les plus fréquemment utilisés sont : les courants statoriques, la tension d'alimentation, le flux de dispersion, le couple électromagnétique, la vitesse de rotation, la puissance instantanée aussi que les vibrations mécaniques [20]

## MAINTENANCE DES SYSTEMES

### 5.4. Propositions de causes possibles de pannes et des vérifications correspondantes.

CAUSES POSSIBLES DES PANNES	VERIFICATION POUR DETECTER CES CAUSES
<p><b>1) Pannes provoquées par le grippage d'un organe en mouvement, ce grippage pouvant provenir lui-même:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-d'un manque de graisse.</li><li>-d'un lubrifiant mal adapté.</li><li>-d'un lubrifiant sale.</li><li>-d'une fuite.</li><li>-d'une charge exagérée.</li><li>-d'un mauvais fonctionnement du refroidissement.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vérifier les divers points à graisser.</li><li>- Vérifier les pleins à faire.</li><li>- Vérifier les échauffements des paliers.</li><li>- Contrôler les caractéristiques des lubrifiants employés.</li><li>- Effectuer les vidanges nécessaires.</li><li>- Nettoyer les filtres à huile.</li><li>- Nettoyer les réservoirs à lubrifiants.</li><li>- Effectuer des prélèvements à fin d'analyse.</li><li>- Vérifier les excès de graissage.</li><li>- Rechercher les fuites éventuelles.</li><li>- Contrôler les pressions d'huile.</li><li>- Contrôler les charges accidentelles sur les paliers.</li><li>- Vérifier les pompes de circulation.</li><li>- Contrôler l'entartrage.</li></ul>
<p><b>2) Pannes provoquées par le desserrage des pièces d'assemblage des organes mécaniques et électriques (boulons, clavettes, coins, attaches de courroie,....)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Resserer les écrous et les vis.</li><li>- Remettre en place coins et clavettes.</li><li>- Ausculter le bruit et les vibrations.</li><li>- Vérifier les attaches de courroie.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vérifier les cônes d'embrayages.</li><li>- Vérifier les ferodo.</li><li>- Contrôler les plaques d'usure.</li></ul>

## MAINTENANCE DES SYSTEMES

<b>3) Pannes provoquées par:</b> - l'usure. - l'érosion. - l'oxydation. - les coups de feu. - la corrosion chimique. - l'amorçage d'un arc.	- Vérifier l'usure des galets. - Vérifier l'usure des rails ou chemins de roulements. - Vérifier l'usure des bagues et coussinets. - Contrôler l'usure des arbres. - Vérifier l'usure des coulisseaux. - Contrôler les pignons, barbotins et crémaillères. - Vérifier l'usure des fourchettes et doigts. - Vérifier l'usure des chaînes de transmission. - Vérifier les cardans. - Vérifier les manchons d'accouplement. - Contrôler l'usure des clavettes coulissantes. - Contrôler l'usure des bandes transporteuses. - Exécuter les contrôles géométriques nécessaires. - Rattraper les jeux des organes de réglage. - Contrôler l'état de la peinture et de la corrosion.
<b>4) Pannes provenant du vieillissement de certains matériaux, comme les isolants électriques.</b>	- Vérifier les pièces isolantes des contacteurs. - Vérifier les revêtements des câbles. - Faire les contrôles d'isolement.
<b>5) Dérailements, renversements ou autres accidents provenant d'un défaut des chemins de roulements.</b>	- Vérifier l'écartement des rails. - Vérifier le niveau des chemins de roulement. - Vérifier les butoirs de fin de course. - Vérifier l'ancrage aux rails. - Vérifier le calage. - Vérifier l'observation des consignes.
<b>6) Pannes provoquées par la flexion, l'allongement ou la rupture intempestive d'un organe soit par:</b> - mauvaise utilisation du matériel. - fatigue de matériaux. - défaut de conception. - accident prévisible.	- Examiner les pièces fragiles. - Vérifier les pièces flexibles. - Contrôler l'emploi correct des machines. - Vérifier les câbles et chaînes de levage. - Contrôler les crochets et leurs sécurités. - Vérifier les manilles. - Exécuter les contrôles statiques et dynamiques. - Retendre les courroies et les chaînes.
<b>7) Pannes provoquées par des défauts d'alimentation tels que surtension ou sous-tension.</b>	- Exécuter les contrôles de puissance. - Exécuter les contrôles de vitesse.

<b>8) Détérioration des systèmes de commande:</b> - électrique. - pneumatique. - hydraulique.	- Vérifier l'état des contacts électriques. - Vérifier les ressorts de contact. - Vérifier la mise à la terre. - Vérifier la protection des transformateurs. - Contrôler les jeux de roulements des moteurs. - Contrôler l'empoussiérage des moteurs. - Faire fonctionner les électro-freins. - Faire fonctionner les diverses sécurités. - Vérifier l'état des fils d'alimentation. - Contrôler le serrage des bornes. - Vérifier l'état des balais des bagues collecteurs. - Vérifier l'état diélectrique de l'huile du transformateur. - Vérifier les bougies. - Vérifier les vis platinées. - Vérifier les pleins d'huile de commande. - Vérifier les fuites éventuelles de fluide.
--	--

<p><b>9) Pannes provoquées par l'eau, l'humidité ou l'introduction d'un corps étranger, ce qui peut entraîner:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- courts-circuits.</li><li>- encrassement de butées.</li><li>- filtres inefficaces.</li><li>- embrayages gras.</li><li>- freins gras ou humides.</li><li>- blocage des sécurités.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nettoyer les butées.</li><li>- Nettoyer les glissières.</li><li>- Nettoyer les arbres.</li><li>- Signaler les machines sales.</li><li>- Vérifier les soupapes de sécurité.</li><li>- Vérifier les arrêts automatiques.</li><li>- Faire fonctionner les limiteurs de couple.</li><li>- Vérifier les parachutes.</li><li>- Contrôler les freins.</li><li>- Contrôler les protections thermiques.</li></ul>
--	--

**Figure. 8. Tableau sur Causes des Pannes, vérification et détection**

### 7. Technique de démontage et de remontage

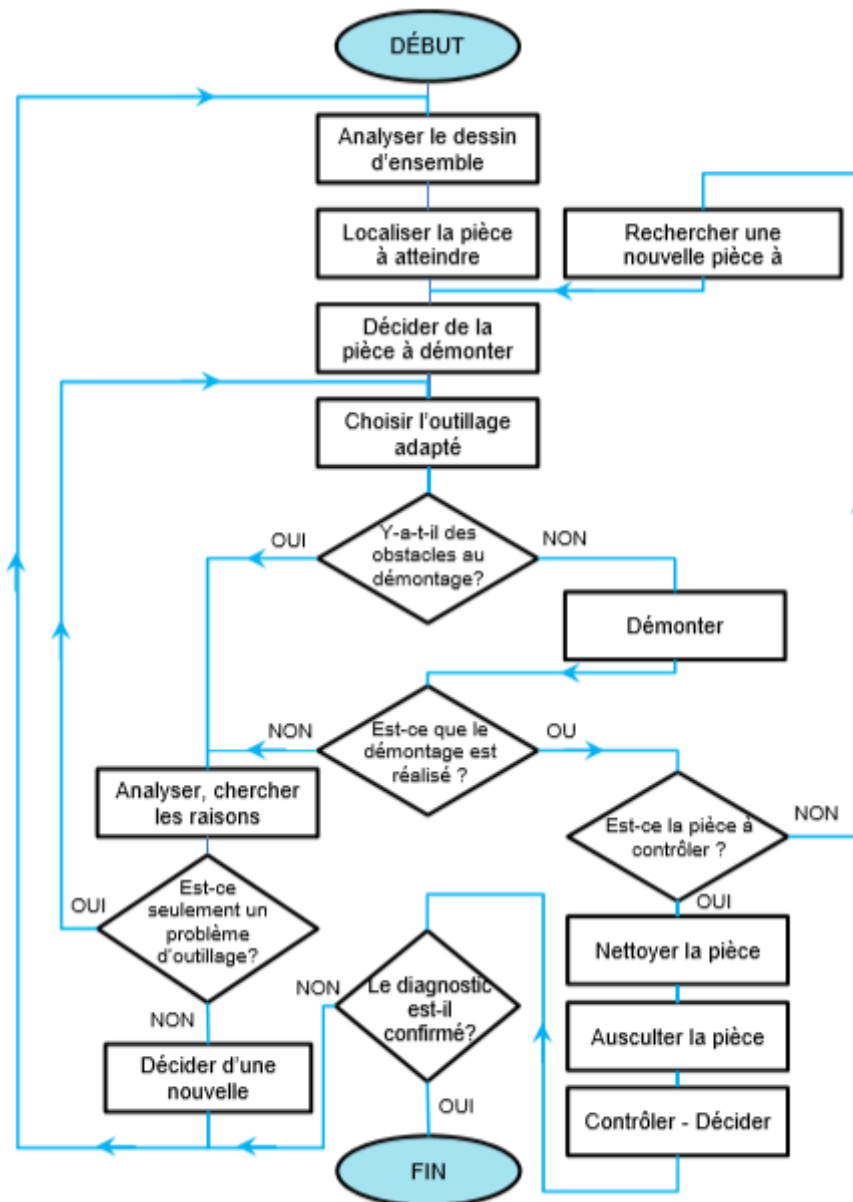
En maintenance, il est possible de classer l'action de démontage en 2 catégories: démontage total lors de la révision complète d'une installation et démontage partiel ou ciblé pour remplacer un composant défectueux. Cette dernière catégorie nécessite la dépose d'un minimum de pièces afin de réduire le temps d'intervention. C'est pourquoi il est souhaitable de préparer l'intervention et d'établir à cet effet une gamme de démontage qui fera apparaître l'ordre chronologique des opérations et les outillages nécessaires et éventuellement à réaliser.

Pour le remontage, l'ordre est souvent l'inverse de celui du démontage. Il est cependant nécessaire de préciser les opérations de contrôle et de réglage à réaliser lors de ces opérations. Ceci peut éviter un nouveau démontage [21].

#### 7.1. Démontage : Méthodologie

- Etudier le dessin d'ensemble.
- Localiser la pièce à démonter dans le cas d'un démontage partiel.
- Rechercher les éléments de liaison (vis, goupille...).
- Repérer les sous-ensembles indépendants.
- Etablir la gamme de démontage.
- Repérer la position des pièces entre elles au cours du démontage si nécessaire.
- Utiliser l'outil approprié.





*Figure .9- L'organigramme de démontage [21]*

## 7.2. Précautions :

Le montage et le démontage sont des opérations de finition. Ils doivent être effectués par des opérateurs soigneux, observateurs, capables d'initiative et de raisonnement. Pour cela, ces derniers devraient disposer du dossier machine :

- Dessin d'ensemble, précisant la position relative des pièces ou éléments à assembler.

## MAINTENANCE DES SYSTEMES

---

### a. Règles à respecter :

- Éviter l'emploi du marteau et proscrire la clé à molette, utiliser les outils et instruments appropriés.
- Ne jamais forcer sur un élément dont vous n'êtes pas certain de la fonction (sens de dévissage si le pas est à gauche)
- Repérer la position des pièces soit réglées, alignées ou calées.
- Prendre garde à ne pas détériorer les joints et les remplacer s'ils sont abîmés
- Nettoyer les pièces au fur à mesure du démontage et au besoin enlever les bavures provenant d'un matage éventuel.
- Ranger les pièces au fur à mesure et si possible dans des caisses en plastique.
- Replacer les vis en les engageant seulement sur quelques filets. Cette opération facilitera le remontage.

### 7.3. Vocabulaire :

#### a. Vocabulaire du Démontage :

##### Mise en Sécurité

Prendre connaissance et appliquer les Procédures de Consignation ou Mise en Sécurité des Personnes et des Biens :

- Apposer la Pancarte arrêt maintenance.
- Consigner le Système (Cadenas, Sectionneurs).
- Purger le Système (Air comprimé, Huile).
- Neutraliser les mouvements en litant les systèmes de transmission (courroies, chaînes, accouplements).

Vidanger : Vider le contenu d'un mécanisme des produits de lubrification usés (Huile, Graisse).

Nettoyer : Oter les impuretés de façon à permettre l'examen d'éléments ou de sous ensembles et en faciliter la manipulation.

Repérer : Marquer par de légers coups de pointeau la position des éléments entre eux avant démontage ou dépose.

## MAINTENANCE DES SYSTEMES

---

Dévisser : Utiliser un outil de démontage afin de libérer un élément (généralement un élément fileté, vis ou écrou) sans pour cela le déposer.

Déposer : Retirer et poser sur un support un élément ou sous-ensemble

Dévisser Déposer Retirer un élément fileté d'un Mécanisme:

Chasser : Pousser à l'aide d'un outil approprié un élément ou sous-ensemble hors de son logement.

Extraire : Action d'utiliser un extracteur.

Déplier : Rabattre un élément en tête afin de le ramener à sa position initiale

L'élément déplié est à remplacer pour des raisons de sécurité.

### **b. Vocabulaire du remontage :**

Engager : Replacer un élément ou sous-ensemble sur un Arbre ou dans un Logement

Visser : Actionner un élément fileté pour l'amener en contact avec une autre pièce du Mécanisme sans pour cela bloquer cet élément (Réglage)

Visser : Bloquer -Amener l'élément fileté en contact d'une autre pièce du mécanisme et l'immobiliser pour le freiner (Couple de serrage)

Remettre à Niveau : Introduire un lubrifiant neuf dans le mécanisme en respectant les Caractéristiques et Quantités préconisées par (e Constructeur

Reposer : Replacer un sous-ensemble dans la position qu'il occupait avant la Dépose

Régler : Mettre au point le Fonctionnement d'un Ensemble ou, sous-Ensemble

Essayer : Faire fonctionner l'Ensemble ou le Sous ale de façon à parfaire les Réglages afin de rendre le Système performant

Contrôler : Vérifier ou Mesurer les performances au s'assurer de la conformité d'un élément (Pièce de Rechange).

## **8. Essais et diagnostics avant le dépannage**

### **8.1. Définitions relatives au diagnostic**

- Diagnostic de panne : « actions menées pour la détection de la panne, sa localisation et l'identification de la cause ».
- Localisation de panne : « actions menées en vue d'identifier le bien en panne au niveau de l'arborescence appropriée ».

- Panne : « état d'un bien inapte à accomplir une fonction requise ».

**8.2. Autres définitions utiles Rappel de la définition AFNOR du diagnostic :** «identification de la cause d'une défaillance à l'aide d'un raisonnement logique ». Rappel de la définition de l'expertise : « identification du mécanisme d'une défaillance ».

### **8.3 Méthodologie : les étapes d'un diagnostic**

Le diagnostic est la phase terminale de l'analyse de défaillance .Alors que le dépannage est réalisé en temps réel, souvent sous la pression et le stress (durée de l'arrêt), le diagnostic peut être différé, la détection et la localisation étant suffisantes pour dépanner provisoirement [17].

Recueil d'informations et observation des symptômes

Observation des symptômes Qu'est-ce qu'un symptôme ? C'est un changement d'état physique recueilli dans l'environnement du système.

Il est dû à la défaillance du système. C'est un symptôme qui déclenche la détection, parfois la décision de maintenance conditionnelle lorsqu'il s'agit d'une dégradation.

Le conducteur du système est naturellement le « témoin » observateur privilégié des symptômes.

### **8.4. Localisation du siège de la défaillance**

La localisation consiste à enfermer la défaillance dans le plus petit composant possible, à partir de l'arborescence fonctionnelle du système défaillant. Elle permet d'identifier le composant siège de la défaillance, mais non la cause. Cette démarche est dans tous les cas indispensable. Elle est parfois évidente (cas d'une rupture), parfois délicate lorsqu'elle requiert des tests (en électronique) ou une logique structurée à partir de schémas (électriques, hydrauliques).

Cette logique de recherche, à laquelle les dépanneurs sont habitués, est facilitée par une analyse fonctionnelle de type SADT qui permet, après avoir validé les entrées (énergies, commandes, matières) et vérifié la perte de fonction en sortie, d'enfermer la défaillance au niveau testé.

## **9. La Méthode Générale de Diagnostic**

La méthode générale de diagnostic comporte deux étapes essentielles :

Inventaire des hypothèses puis vérification des hypothèses retenues en les prenant dans l'ordre de leur classement chaque hypothèse doit être vérifiée:

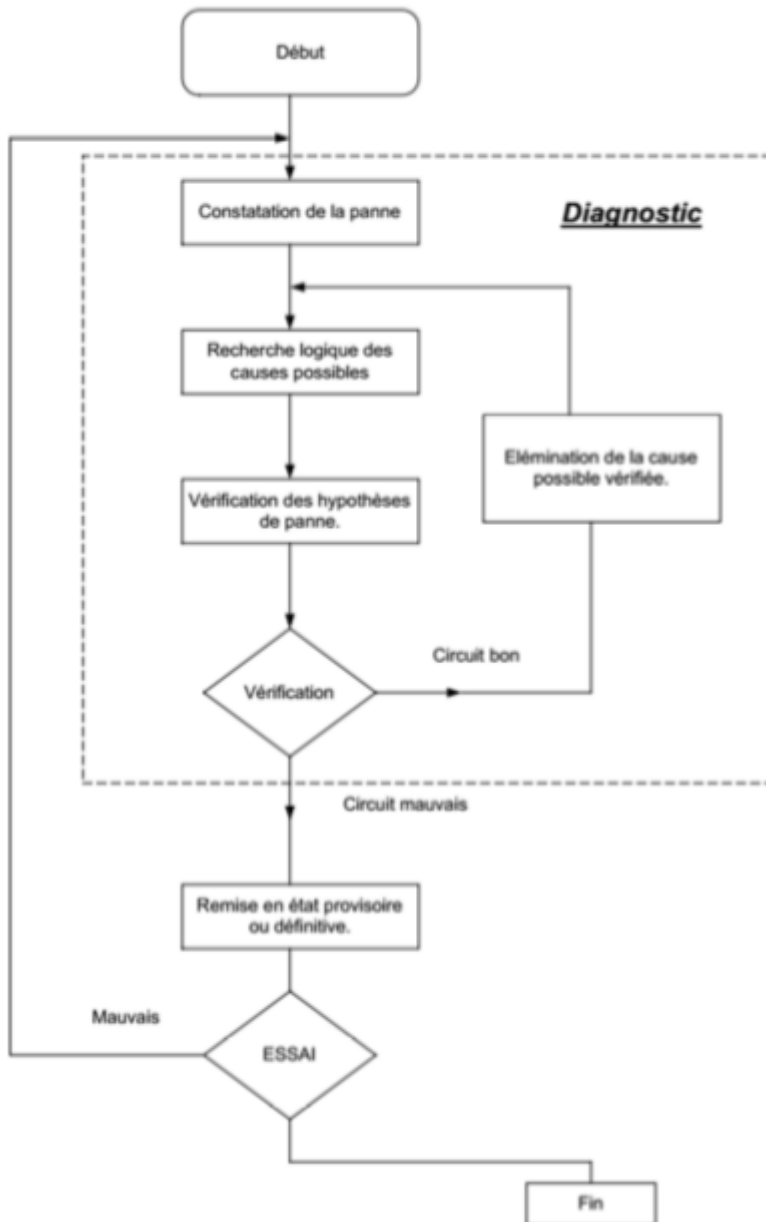


Figure. 10 – Etapes d’un diagnostic [22,23]

### REFERENCES:

- [10]. Héng, Jean. *Pratique de la maintenance préventive: mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid*. Dunod, 2015.
- [11]. <http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/2-La-Total-Productive-Maintenance-16-articles/Pilier-3-Maintenance-planifiee-Keikaku-Hozen>
- [12]. Abbou, Rosa. *Contribution à la mise en oeuvre d'une maintenance centralisée: Conception et Optimisation d'un Atelier de Maintenance*. Diss. Université Joseph Fourier-Grenoble I, 2003
- [13]. Geitner, F. K., and H. P. Bloch. "Machinery Failure Analysis and Troubleshooting." (2012).
- [14]. Adams, Maurice L. *Rotating machinery vibration: from analysis to troubleshooting*. CRC Press, 2009.
- [15]. Vaseghi, Babak. *CONTRIBUTION A L'ETUDE DES MACHINES ELECTRIQUES EN PRESENCE DE DEFAUT ENTRE-SPIRES Modélisation–Réduction du courant de défaut*. Diss. Institut National Polytechnique de Lorraine-INPL, 2009.
- [16]. Thailly, Delphine. *Etude du champ de dispersion des machines à courant alternatif: Application au diagnostic*. Diss. Artois, 2007.
- [17]. A. Boulenger, C. Pachaud, *Diagnostic vibratoire en maintenance préventive*, Dunod, Paris 2000.
- [18]. Nandi, Subhasis, et al. "Detection of eccentricity faults in induction machines based on nameplate parameters." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 58.5 (2011): 16731683.
- [19]. Boumegoura, Tarek. *Recherche de signature électromagnétique des défauts dans une machine synchrone et synthèse d'observateurs en vue du diagnostic*. Diss. Ecully, Ecole centrale de Lyon, 2001.
- [20] **Pr. Bouras Slimane and all. Publications sur Diagnostic des Défauts des machines électriques** [<https://scholar.google.com/citations>]
- [21]. d'identité du Master, I–Fiche. "MASTER ACADEMIQUE."
- [22]. S. Robert, S. Stéphane, *Maintenance : la méthode MAXER*, Dunod Paris 2008.
- [23]. Nichon Margossian, *Risques professionnelle, Technique et ingénieur* 2006.
- [24]. *Dépannage sur place d'un moteur à courant continu par preben christiansen*, easa ingénieur conseil