



Faculté des Sciences et de la
Technologie Département De Génie
Electrique

Filière : Electromécanique

Matière : *Sûreté de Fonctionnement et Maintenance*

CHAPITRE 3

Partie III

Maintenance

1^{er} Année Master Electromécanique

2019_2020

III.1 Introduction

L'organisation d'une maintenance industrielle contribue à améliorer l'efficacité et la disponibilité des équipements pour les services de production. Plusieurs méthodes de maintenance sont intervenues pour traiter des tâches différentes. Ces dernières sont d'autant plus efficaces quand elles gèrent et coordonnent toutes les activités liées à la fois à la production et à la maintenance, dans le cadre d'une politique de maintenance adaptée aux exigences de l'industrie, en tenant compte de ses diverses contraintes (techniques et économiques) et des objectifs de production (cout, qualité, délai).

III.2 Structure des ateliers spécialisés dans le dépannage des convertisseurs électromécaniques

III.2.1 Définition

Nous définissons un atelier de maintenance comme étant un ensemble de ressources (techniciens, postes d'intervention, outillage, pièces de rechange, magazine) destine à garantir la pérennité des machines de production. Son rôle est de détecter l'origine des défaillances sur une machine défectueuse et de rétablir son fonctionnement (maintenance corrective). Afin de réduire la probabilité d'occurrence des défaillances et augmenter le cycle de vie de ces machines, des interventions régulières sont programmées (maintenance préventive systématique).

III.2.2. Fonctions de l'atelier de maintenance

Les fonctions de l'atelier de maintenance sont réparties en trois services avec la classification schématique illustrée par la Figure II.1.

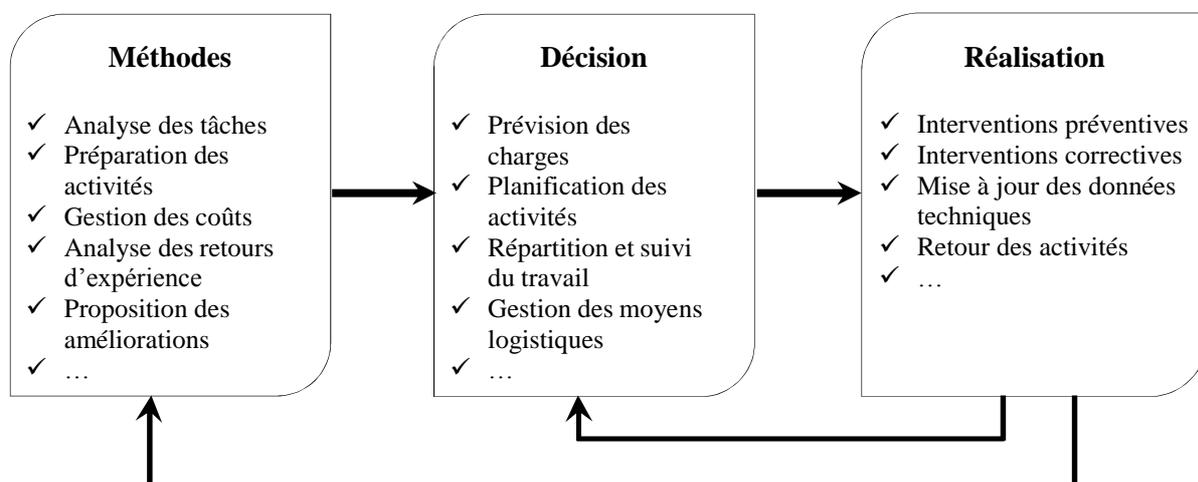


Figure III.1 - Fonctions de l'atelier de maintenance

III.2.3 Étapes de conception d'un atelier de maintenance

Il est clair que le maintien de la productivité dépend, qualitativement et quantitativement, des outils de production utilisés mais aussi de l'efficacité de la maintenance de ces outils. La maintenance est donc un champ d'action privilégié de la recherche d'amélioration des performances de l'entreprise. Cependant, les méthodes et techniques de maintenance ne possèdent pas un caractère unique et universel. En fonction du type des processus industriels à maintenir et de la nature des systèmes et sous-systèmes ou équipements, il faudra mettre en œuvre des méthodes spécifiques tenant compte des technologies d'éployées selon les cas :

- ✚ Systèmes mécaniques dynamiques : moteurs, pompes.
- ✚ Systèmes numériques programmés.
- ✚ Systèmes hydrauliques ou thermo hydrauliques.
- ✚ Systèmes électriques ou électroniques.

Chacun de ces systèmes assure une ou plusieurs fonctions grâce à ses composants ou équipements. Ces fonctions sont hiérarchisées en termes d'importance, et avant d'appliquer une méthode de maintenance, il convient d'analyser ces systèmes et de s'interroger sur les aspects technico-économiques pour déterminer la politique de maintenance à appliquer. Pour cela, il est nécessaire d'identifier :

- ▣ Les fonctions du système à maintenir en distinguant les missions principales et secondaires et leurs importances relatives,
- ▣ La structure du système en analysant ses modes de fonctionnement et les caractéristiques des équipements,
- ▣ L'inventaire des moyens de mesure et d'intervention.

Afin de déterminer qualitativement les ressources de l'AdM (atelier de maintenance), l'analyse du système de production s'avère nécessaire. Notre démarche de conception d'un AdM est schématisée par la Figure II.2. Vu que le budget d'investissement dans les ressources de l'AdM est limité et que certaines pannes sont assez rares et/ou ont des durées d'intervention assez faibles, un classement des machines par ordre de priorité est alors réalisé selon un ensemble de critères qu'on détaillera par la suite. On ne retiendra par la suite que les équipements les plus critiques. Pour les équipements qui ont des pannes assez rares ou ceux qui ne peuvent pas être déplacés vers l'AdM, les interventions sont réalisées par les équipes d'antennes sectorisées

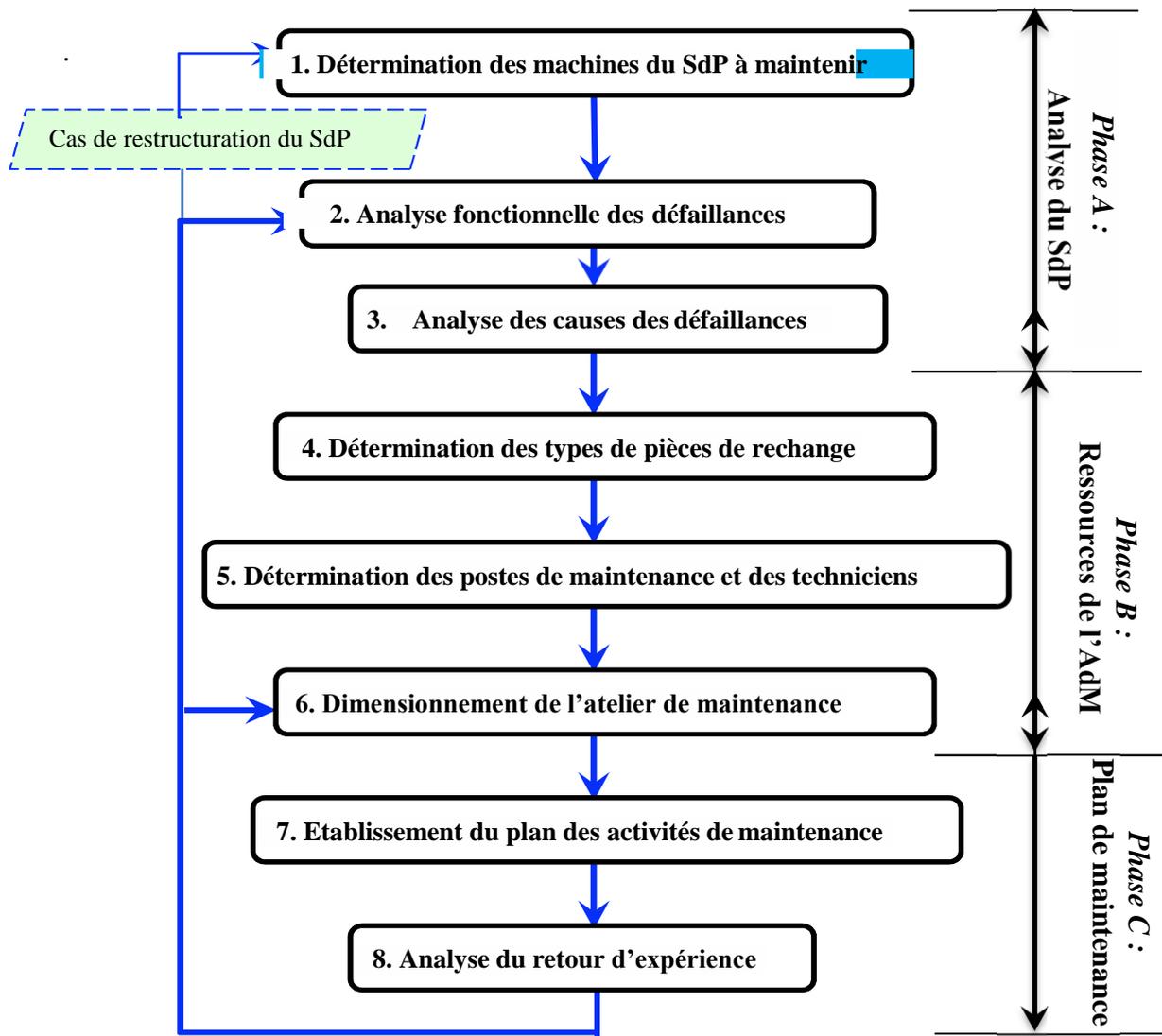


Figure III.2 - Etapes de conception d'un atelier de maintenance

Dans la démarche de conception d'un atelier de maintenance, nous distinguons trois phases principales :

- **Phase A : Analyse du SdP**

Cette phase correspond à l'étude de l'ensemble des machines de production.

- **Phase B : détermination des ressources de l'AdM**

Dans cette phase, nous déterminons qualitativement les ressources que composent l'atelier de maintenance en termes de postes d'intervention,

- **Phase C : Elaboration du plan de maintenance**

Dans cette phase, on définit pour chaque équipement le type d'action qu'il faut mettre en place.

III.3 Organisation des opérations de maintenance

Ne sont vues ici que les opérations essentielles. Pour le reste, se référer à la norme NF X 60- 010 [1, 2, 6,8].

III.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. Compte tenu de l'objectif, 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 sera suivie de la réparation.

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.

III.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

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.

III.3.3 Autres opérations

a. Révision

Ensemble des actions d'examens, 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.

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

Soulte : somme d'argent qui, dans un échange ou dans un partage, compense l'inégalité de valeur des lits ou des biens échangés.

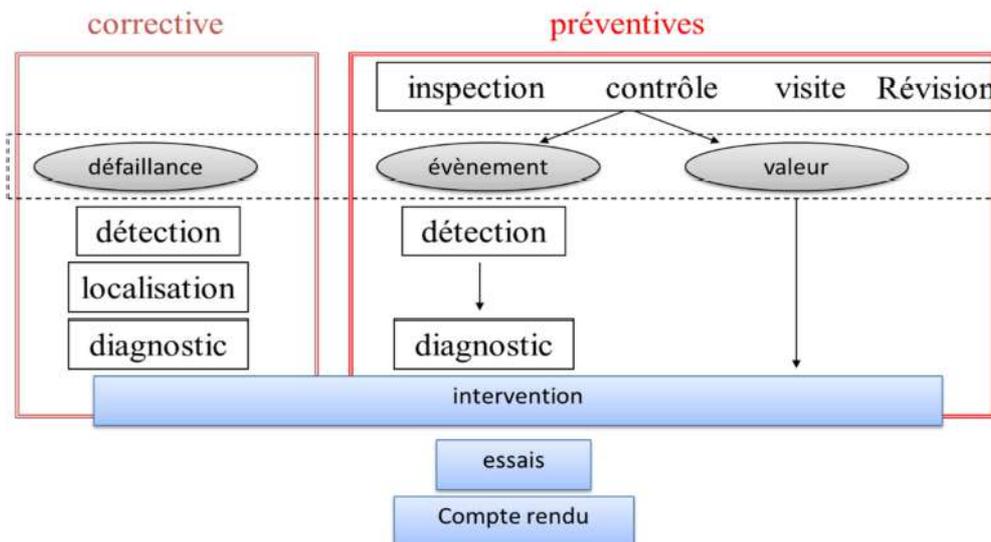


Figure III.3 - Organisation des opérations de maintenances

III.4 Etapes principales de technologie de dépannage des machines électriques

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 ?
- 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

Avant d'entreprendre le travail il faut définir les mesures de sécurité à prendre. Le but est ici de :

- Se protéger soi-même.
- Protéger les autres (les curieux qui mettent les mains n'importe où protéger la machine s'il y a risque de casse).

Les dangers à prendre en compte ont différentes sources :

- Fluides sous pression.
- Sources thermiques.
- Energie électrique.
- Flux de production entrants et sortants de la machine.
- Dangers mécaniques.

Étape 3 : Recherche de la chaîne fonctionnelle

Il s'agit ici d'interpréter les observations en se basant sur sa connaissance de la machine et du déroulement du cycle afin d'identifier toutes les chaînes fonctionnelles ayant un rapport avec la défaillance. C'est ici le point d'analyse le plus délicat.

Étape 4 : Liste des maillons de la chaîne

La chaîne fonctionnelle étant identifiée, il faut en lister les maillons, c'est à dire les éléments qui la composent et ce de façon exhaustive :

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

Il s'agit, pour chaque élément de la chaîne, de déterminer les modes de défaillances qui expliquent la panne constatée.

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

L'intervention de maintenance corrective doit laisser une trace dans l'organisation du système de maintenance de l'entreprise. Cette trace se fait sous forme de compte-rendu écrit ou informatisé et vient alimenter un historique qui pourra servir d'outil d'analyse.

Les documents et supports de saisie propres à l'entreprise sont utilisés dans ce cas, mais 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.

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

Dans ce paragraphe sont présentés 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]. 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.

. Une classification des défauts qui existent dans les machines électriques selon leurs origines est présentée dans le Tableau II.1.

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 III.1 - Défaits des machines électriques selon leurs origines

Statistiquement, il est difficile de donner une répartition exacte des défaillances de machines électriques puisque le recensement des pannes et défauts n'est pas automatique dans l'ensemble des parcs d'exploitation et des ateliers de maintenance.

1. Défaits statoriques
2. Défaits rotoriques

■ Défaits de roulements

■ Excentricité

■ Défaits de rupture de barres et d'anneau de court-circuit

III.5.1 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 II.7)

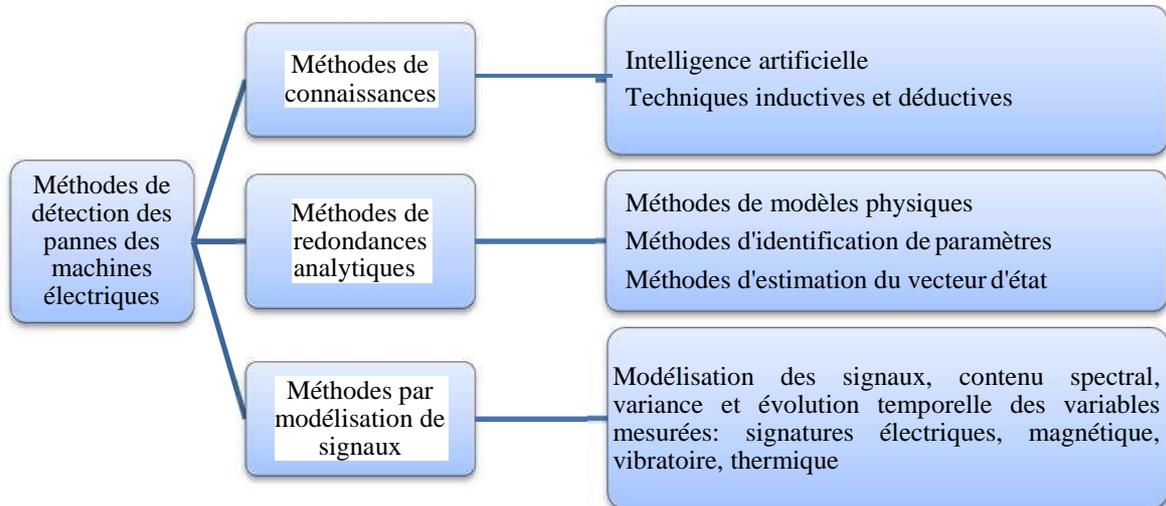


Figure III.4 - diaporama des méthodes de détection des pannes des machines électriques

- a. **Les méthodes de connaissances** n'utilisent 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.. Il est à noter que ces méthodes sont davantage 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.
- 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.

III.5.2 Propositions de causes possibles de pannes et des vérifications correspondantes

CAUSES POSSIBLES DES PANNES	VERIFICATION POUR DETECTER CES CAUSES
<p>1) Pannes provoquées par le grippage d'un organe en mouvement, ce grippage pouvant provenir lui-même:</p> <ul style="list-style-type: none"> -d'un manque de graisse. -d'un lubrifiant mal adapté. -d'un lubrifiant sale. -d'une fuite. -d'une charge exagérée. -d'un mauvais fonctionnement du refroidissement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier les divers points à graisser. - Vérifier les pleins à faire. - Vérifier les échauffements des paliers. - Contrôler les caractéristiques des lubrifiants employés. - Effectuer les vidanges nécessaires. - Nettoyer les filtres à huile. - Nettoyer les réservoirs à lubrifiants. - Effectuer des prélèvements à fin d'analyse. - Vérifier les excès de graissage. - Rechercher les fuites éventuelles. - Contrôler les pressions d'huile. - Contrôler les charges accidentelles sur les paliers. - Vérifier les pompes de circulation. - Contrôler l'entartrage.
<p>2) Pannes provoquées par le desserrage des pièces d'assemblage des organes mécaniques et électriques (boulons, clavettes, coins, attaches de courroie, ...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resserer les écrous et les vis. - Remettre en place coins et clavettes. - Ausculter le bruit et les vibrations. - Vérifier les attaches de courroie.
	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier les cônes d'embrayages. - Vérifier les ferodo. - Contrôler les plaques d'usure.
<p>3) Pannes provoquées par:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'usure. - l'érosion. - l'oxydation. - les coups de feu. - la corrosion chimique. - l'amorçage d'un arc. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>4) Pannes provenant du vieillissement de certains matériaux, comme les isolants électriques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier les pièces isolantes des contacteurs. - Vérifier les revêtements des câbles. - Faire les contrôles d'isolement.

PARTIE 3 Organisation d'un service de maintenance

<p>5) Déraillements, renversements ou autres accidents provenant d'un défaut des chemins de roulements.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>6) Pannes provoquées par la flexion, l'allongement ou la rupture intempestive d'un organe soit par:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mauvaise utilisation du matériel. - fatigue de matériaux. - défaut de conception. - accident prévisible. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>7) Pannes provoquées par des défauts d'alimentation tels que surtension ou sous-tension.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exécuter les contrôles de puissance. - Exécuter les contrôles de vitesse.
<p>8) Détérioration des systèmes de commande:</p> <ul style="list-style-type: none"> - électrique. - pneumatique. - hydraulique. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier le fonctionnement des clapets. - Nettoyer les carters d'huile de commande.
<p>9) Pannes provoquées par l'eau, l'humidité ou l'introduction d'un corps étranger, ce qui peut entraîner:</p> <ul style="list-style-type: none"> - courts-circuits. - encrassement de butées. - filtres inefficaces. - embrayages gras. - freins gras ou humides. - blocage des sécurités. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyer les butées. - Nettoyer les glissières. - Nettoyer les arbres. - Signaler les machines sales. - Vérifier les soupapes de sécurité. - Vérifier les arrêts automatiques. - Faire fonctionner les limiteurs de couple. - Vérifier les parachutes. - Contrôler les freins. - Contrôler les protections thermiques.

III.6 Essais et diagnostics avant le dépannage

III.6.1 Définitions relatives au diagnostic

III.6.1.1 Définitions CEN

- 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 ».

III.6.1.2 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 ».

III.6.1.3 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.

III.6.1.4 Recueil d'informations et observation des symptômes

Nous avons vu précédemment quelles informations préliminaires sont nécessaires à la compréhension d'une défaillance et comment « observer ».

III.6.1.5 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. Soit le système défaillant schématisé dans la Figure III.5:

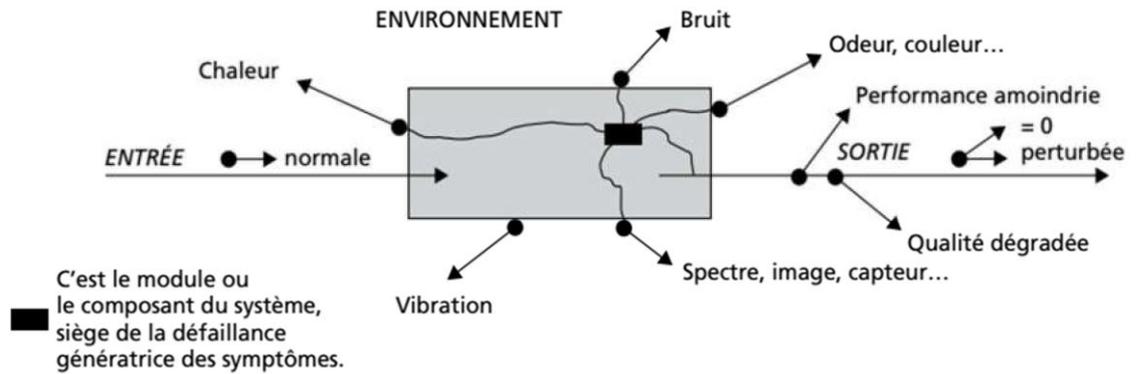


Figure III.5 – Observation des symptômes en fonctionnement [1]

L'observation première se fera dans l'environnement du système. À ces symptômes « en fonctionnement » s'ajoutent tous les éléments (symptômes secondaires) à réunir après défaillance, démontage et analyse fine du composant élémentaire localisé (observation du faciès en cas de rupture, traces de fissurations, faïençage d'une surface, etc.). Des symptômes « indirects » tels qu'une hausse de consommation observée sur une facture d'énergie peuvent être réunis aux observations directes.

III.6.1.5 Au-delà du symptôme...

Un symptôme est un changement d'état physique observable (cinq sens) et/ou mesurable, caractéristique d'une perte de normalité sous l'influence d'un phénomène pathologique ϕ_1 .

Le travail d'observation consiste à comparer ce qui est (observation factuelle) avec ce qui devrait être (normalité, signature, référence). Le système est dit « divergent » lorsque son environnement varie, depuis l'initiation à T_0 , à la détection T_1 et à l'auscultation T_2 (écart Δ par rapport à la normalité).

Nous sommes alors dans la problématique du « thermomètre médical » à 39 °C. Nous pouvons :

- casser le thermomètre, ce qui correspond au refus de voir un symptôme « dérangentant »

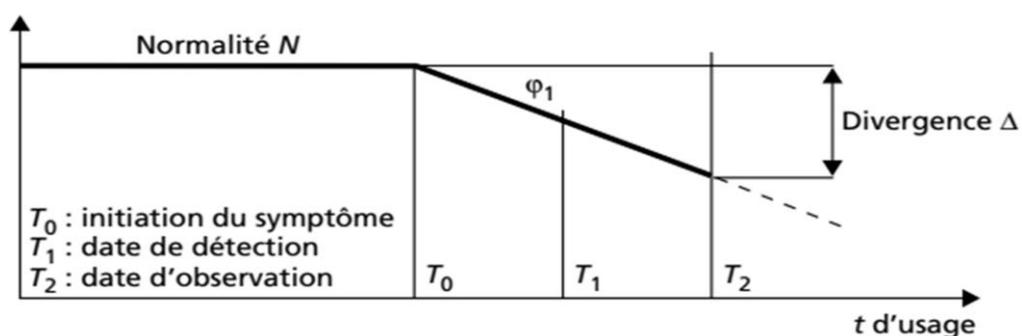


Figure III.6 – Un symptôme est une divergence

III.6.2. 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.

III.6.2.1 La méthode générale de diagnostic

La méthode générale de diagnostic comporte deux étapes essentielles :

- **Inventaire des hypothèses** : Le diagnostic doit identifier les causes probables de la défaillance. L'efficacité du diagnostic doit conduire à hiérarchiser les hypothèses par rapport à deux enterrés : Leur probabilité de se révéler vraies et la facilité de leur vérification.
- **Vérification des hypothèses retenues** : En les prenant dans l'ordre de leur classement chaque hypothèse doit être vérifiée. L'enchaînement de ses vérifications doit être fait jusqu'à la constatation d'un essai bon. La recherche d'une panne dans un circuit électrique ou électronique relève d'un raisonnement logique faisant appel aux étapes suivantes (Figure III.7) :

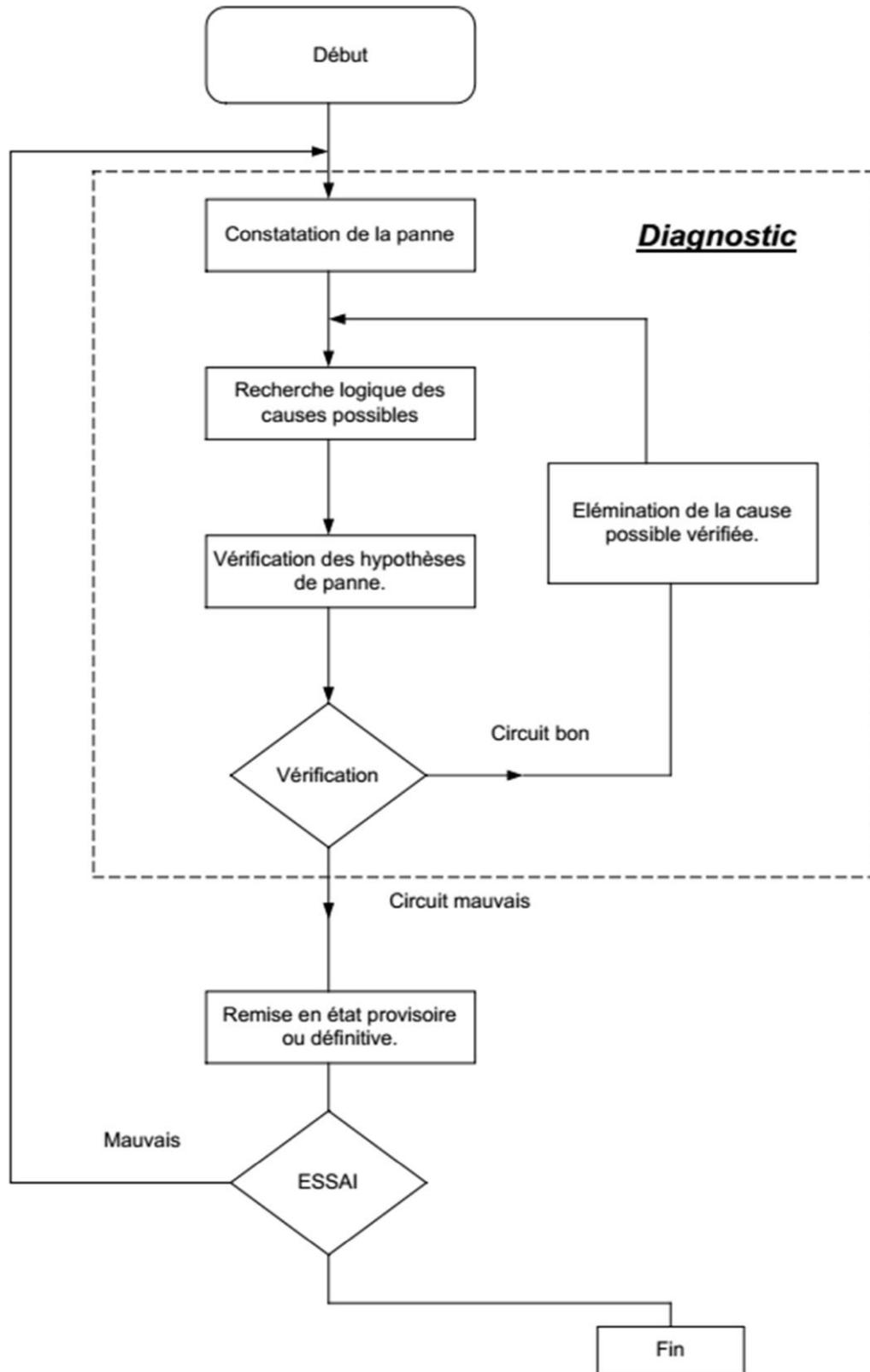


Figure III.7 – Etapes d'un diagnostic

Soit un équipement entraîné par un moteur asynchrone à cage qui est en panne. La nature de la panne est : Le moteur ne démarre pas.

On propose un inventaire des hypothèses :

- Interrupteur général ouvert ;
- Rupture d'un fil de ligne ou fusion des fusibles ;
- Relais thermique non armé ;
- Rupture interne d'une phase du stator ;
- Circuit du rotor coupé ;
- Couple résistant trop élevé ;
- Court-circuit dans le stator ou rotor ;
- Coussinets grippés, ou frottement du rotor sur le stator ou corps étranger dans l'entrefer du moteur, etc.

Voir la figure III.8

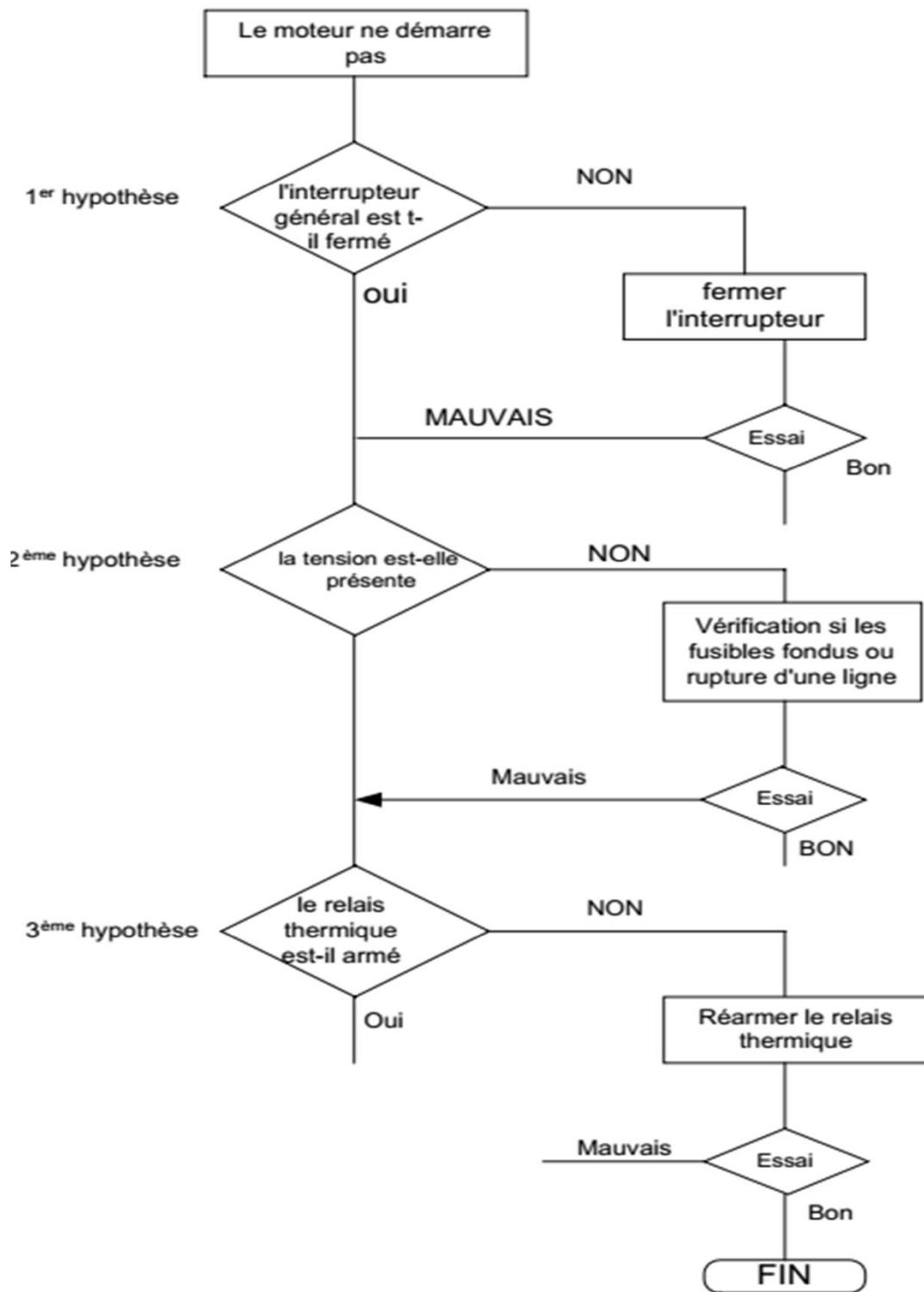


Figure III.8 – Vérification des hypothèses pour le diagnostic d'une pan