

# La maintenance préventive

>> EN **28** FICHES-OUTILS<<

Tout le catalogue sur  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)



Composition : Soft Office

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2017

Dunod Éditeur, 11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)

ISBN 978-2-10-076023-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# La maintenance préventive

CALHIERS TECHNIQUES

>> EN **28** FICHES-OUTILS<<

Claude Kojchen

DUNOD

# SOMMAIRE

	Avant-propos .....	6
	Mode d'emploi.....	14
<b>Dossier 1</b>	<b>Composants mécaniques.....</b>	<b>16</b>
	<b>Fiche 1</b> Roulements.....	18
	<b>Fiche 2</b> Accouplements et cardans .....	26
	<b>Fiche 3</b> Courroies et poulies .....	32
	<b>Fiche 4</b> Roues et chaînes .....	42
	<b>Fiche 5</b> Engrenages et réducteurs .....	48
	<b>Fiche 6</b> Guidages linéaires.....	52
	<b>Fiche 7</b> Pompes centrifuges.....	58
<b>Dossier 2</b>	<b>Composants hydrauliques .....</b>	<b>66</b>
	<b>Fiche 8</b> Pompes hydrauliques.....	68
	<b>Fiche 9</b> Réservoirs et circuits hydrauliques.....	72
	<b>Fiche 10</b> Distributeurs, vérins et moteurs .....	76
<b>Dossier 3</b>	<b>Composants pneumatiques .....</b>	<b>80</b>
	<b>Fiche 11</b> Production de l'air comprimé .....	82
	<b>Fiche 12</b> Réseau d'air comprimé .....	88
	<b>Fiche 13</b> Distributeurs, vérins et moteurs .....	92
<b>Dossier 4</b>	<b>Composants électriques .....</b>	<b>96</b>
	<b>Fiche 14</b> Transformateurs et distribution .....	98
	<b>Fiche 15</b> Circuits et coffrets .....	104
	<b>Fiche 16</b> Composants d'armoires.....	108
	<b>Fiche 17</b> Onduleurs.....	112
	<b>Fiche 18</b> Batteries .....	116
	<b>Fiche 19</b> Moteurs et variateurs asynchrones .....	120
	<b>Fiche 20</b> Moteurs et variateurs brushless .....	126
	<b>Fiche 21</b> Moteurs à courant continu à balais .....	130

<b>Dossier 5</b>	<b>Automatismes, régulation et robots .....</b>	<b>136</b>
	<b>Fiche 22</b> Automates programmables.....	138
	<b>Fiche 23</b> Supervisions et commandes numériques .....	144
	<b>Fiche 24</b> Détecteurs et capteurs tout ou rien.....	148
	<b>Fiche 25</b> Régulation .....	152
	<b>Fiche 26</b> Robots.....	156
<b>Dossier 6</b>	<b>Froid.....</b>	<b>160</b>
	<b>Fiche 27</b> Production du froid et réseaux.....	162
	<b>Fiche 28</b> Centrales de traitement de l'air .....	166
	Glossaire.....	170
	Index.....	172

« Il vaut mieux prévenir que courir. »

Tout responsable, contremaître, chef d'équipe, technicien ou ouvrier de maintenance s'est dit un jour : « ce matériel est si courant qu'il doit exister quelque part un plan de préventif tout fait ».

Le but de cet ouvrage est de proposer une première version de ces plans de préventif, et de permettre à des intervenants de terrain en maintenance de trouver les principaux renseignements qu'ils recherchent lorsqu'ils préparent le plan de préventif d'un matériel de type dit « classique ».

Il traite de matériels souvent standardisés, en tout cas très répandus dans l'industrie, ou de sous-ensembles d'équipements.

Il n'a pas la prétention de remplacer des ouvrages de référence, très détaillés et précis, ni les documentations techniques spécifiques de matériels.

Il se veut à la fois généraliste, pratique et simple, applicable rapidement par tout « maintenancier ».

## Trois mots sur le préventif

Au-delà de la définition normée du préventif, qui est de réaliser des activités ayant pour objectif de réduire les défaillances, la maintenance préventive est en forte évolution.

Du préventif traditionnel qui consistait à remplacer systématiquement un certain nombre de composants, l'ensemble des métiers s'oriente vers un préventif de plus en plus conditionnel (terme d'ailleurs peu adapté, puisqu'il ne s'agit pas de remplir une condition, mais plutôt de surveiller l'évolution du paramètre d'un matériel pour en conclure la nécessité de le remplacer).

Cependant le préventif considéré comme le remplacement systématique d'un organe coûte cher :

- Car le démonter avant sa rupture, malgré toute trace de début de dégradation fait penser à du gaspillage (terme qui, en *Lean Manufacturing*, renvoie à des choses à éviter).

- En temps de maintenance passé, or ce temps est une ressource de plus en plus comptée, qu'il faut mesurer et optimiser.
  - En termes de risque, toujours existant, d'une opération manquée. D'où l'évolution progressive vers plus de contrôles, de vérification, de mesures systématiques qui vont, elles, révéler le bon état, le début d'usure, l'usure prononcée ou du matériel.
- Ces contrôles réguliers, donc systématiques, consistent, dans leur contenu, à réaliser des contrôles de préventif conditionnel.

### Le plan de préventif

« Faire du préventif » ne consiste pas uniquement à « faire un tour des ateliers » régulièrement ou quand on y pense. La maintenance préventive est réalisée dans un cadre précis. Certes, un « tour régulier » permettra de déceler quelques anomalies, mais plus par chance que dans une démarche concrète, précise, pensée, concertée et consolidée.

Pour parvenir à construire une maintenance préventive définie, le support de référence est le **plan de préventif**.

Pour un matériel donné, il décrit sur un même tableau l'ensemble des interventions de contrôles de remplacements et de lubrifications qu'il est prévu de réaliser.

Il décrit l'ensemble des opérations ayant lieu en une année, mais les opérations pluriannuelles y figurent également. Simplement, si une opération biennale (tous les 2 ans) représente une charge de travail de 50 heures, elle sera comptée pour 25 heures par an.

Pour chaque intervention figurent, en plus de sa désignation :

- Si elle existe, la valeur ou tolérance du paramètre à mesurer.
- La spécialité concernée.
- La charge de travail et le temps d'immobilisation de l'équipement.
- Si c'est à faire à l'arrêt ou possible en marche.
- Les besoins en outillage spécial et en pièces de rechange.
- La périodicité.

#### La périodicité

La périodicité est exprimée en termes de « paramètre d'usage » : souvent le temps calendaire, mais qui peut ne pas être caractéristique, ni suffisant. Le temps calendaire a l'avantage d'être simple (pas besoin d'être collecté, ni de calcul de date), alors qu'un compteur suppose d'être collecté, enregistré et comparé à la prochaine échéance.

Le plan de préventif est un document séparé de la GMAO qui, elle, a pour fonction de mesurer le préventif réalisé. Il est important de le

construire avant qu'il soit saisi dans la GMAO car, une fois construit pour chaque équipement, il peut être consolidé par atelier et pour l'ensemble du site. Cela permet de vérifier sa cohérence d'ensemble et la cohérence entre équipements.

Enfin, nous tenons à noter que les plans de préventif que nous proposons sont ceux qui sont le plus souvent retenus dans l'industrie. Les interventions à réaliser et leurs périodicités ne garantissent pas 100% de fonctionnement parfait pour deux raisons :

- elles correspondent à un fonctionnement courant qui n'est presque jamais celui de l'industrie, et les conditions d'exploitation réelles doivent être prises en compte pour évaluer la périodicité d'une intervention ;
- une intervention de contrôle ou de remplacement préventif ne pourra jamais garantir à 100% le bon fonctionnement d'un équipement, dont la fiabilité diminue dès la mise en route.

Ainsi, les éléments donnés dans cet ouvrage doivent être considérés comme des points de départ, à affiner avec la connaissance de l'équipement.

## Plan de préventif

			n° équipement																
Criticité : 1			Date de MAJ : 03/01/2017						Par :										
			Fréquence																
n°	Organe ou appareil	Opération, contrôle à réaliser	Valeur & tolérance	Niv Mce	Qui fait	Arrêt/ Marche	Outillage	Pièces	Tps interv	Tps Immo	Q	H	M	T	S	A	>A	Nb/an	Heures/an
PA1	Palier vérin de traction	Contrôle de l'état des roulements		3	Méca	M		23036E & 6036	4							1		1	4
PA1	Palier vérin de traction	Graissage du palier		2	Méca	M	pompe à graisse		0,5							1		1	0,5
AS1	Frein de sécurité	Test bon fonctionnement		3	Méca	A			x						1			2	
AA1	Frein de sécurité	groupe du frein : contrôler pression de service		3	Hydraulique	A			0,5							1		1	0,5
PA1	Roue d'inertie	contrôle des roulements paliers		3	Méca	M			4							1			4
PT1	Remontée d'huile (x2)	pompe	contrôle fonctionnement capteur de niveau	2	Hydraulique	M			x					1				4	
MN1	Remontée d'huile (x2)	filtre à huile	contrôle colmatage	1	Essais	M			x			1						45	
AA1	Moteurs électriques	Graissage des paliers		2	Méca	A			3							1		1	0,5
AA1	Moteurs électriques	contrôles isolements et connections		3	Électrique	A			3							1		1	3

A = obligatoirement à l'arrêt; M = possible en marche; M+ = obligatoirement en marche.

## Programmation

Une fois le plan de préventif créé ou mis à jour, les opérations sont regroupées en fonction de leur fréquence et du critère Marche/Arrêt.

La programmation annuelle des arrêts programmés annuels, semestriels, trimestriels ou mensuels se fait en les planifiant en concertation avec le planning global de production.

Chaque arrêt programmé est alors préparé pour se dérouler le plus rapidement possible. Il est précédé d'une pré-visite qui a lieu en cours de marche quelques semaines avant (un court arrêt peut être utile s'il est possible, pour ouvrir rapidement des carters), dont la fonction est de vérifier l'état d'un certain nombre de sous-ensembles et de permettre de commander les pièces qui seront nécessaires au moment de l'arrêt.

Les interventions de préventif en marche sont programmées comme toute autre intervention sur le système de déclaration des FIM.

### *Calage du programme des interventions à l'arrêt*

Rappel des périodicités d'opérations à l'arrêt :

- AM1 = arrêt programmé mensuel ;
- AT1 = arrêt programmé trimestriel ;
- AS1 = arrêt programmé semestriel ;
- AA1 = arrêt programmé annuel.

Un arrêt trimestriel est programmé en cumulant les intervalles :

- $AT = AM1 + AT1$ .

Un arrêt semestriel est programmé en cumulant les intervalles :

- $AS = AM1 + AT1 + AS1$ .

**Un arrêt annuel est programmé en cumulant les intervalles :**

Réfce de l'arrêt	AM	AM	AT	AM	AM	AS	AM	AM	AT	AM	AM	AA
						AS1						AA1
	AM	AM1	AT1 AM1	AM1	AM1	AS1 AT1 AM1	AM1	AM1	AT1 AM1	AM1	AM1	AA1 AS1 AT1 AM1

- $AA = AM1 + AT1 + AS1 + AA1$ .

### Préparation

Chaque opération importante fait l'objet d'une gamme d'intervention. Chaque arrêt programmé mensuel, trimestriel semestriel ou annuel demande une préparation attentive et détaillée.

En particulier, l'approvisionnement des pièces de rechange éventuellement nécessaires doit être réalisé avec un soin tout particulier.

Ces gammes de travail ou la liste des pièces de rechange à prévoir, sont revues en fin d'arrêt, pour assurer un meilleur déroulement de l'arrêt suivant.

### Cas du préventif quotidien et hebdomadaire

Les interventions quotidiennes et hebdomadaires font l'objet d'une édition papier sur laquelle l'intervenant va enregistrer ce qu'il a fait et ses remarques.

Le temps passé à les réaliser est réservé dans la charge de travail de l'équipe de maintenance.

Cette façon de faire évite de les intégrer dans la planification faite par la GMAO, car lorsqu'elles sont intégrées dans le programme de travail, leur nombre devient si important qu'elles finissent par masquer les autres interventions.

### Enregistrements

Les incidents non couverts par le préventif, les remarques et les propositions de modifications sont soit traités dans l'instant, soit notés au fur et à mesure par les techniciens sur les gammes papier.

Ils sont alors regroupés dans un classeur, et exploités annuellement, au moment de mettre à jour les plans de préventif.

### Construction de l'ouvrage

Ce livre est constitué de 6 dossiers :

- Les composants mécaniques.
- Les composants hydrauliques.
- Les composants pneumatiques.
- Les composants électriques.
- Les automatismes, régulations et robots.
- Le froid.

Chaque dossier comporte des fiches correspondant aux matériels les plus courants. Chaque fiche détaille :

- **les repères techniques** : les caractéristiques principales des composants abordés ;
- **les modes et causes de défaillance** : un mode de défaillance est la manière dont la défaillance d'un composant est détectée, alors que sa cause en est l'origine ;
- **des éléments de savoir-faire** : les principaux réflexes et connaissances à avoir, liés à sa maintenance préventive ;
- **en pratique** : quelques éléments pratiques, dont le plan de préventif, et le conditionnel disponible.
- un plan de préventif, dans lequel figurent les éléments du tableau A.1 ci-dessous.

**Tableau A.1** Structure des plans de préventif

Sous-ensemble	Marche/arrêt	Intervention à réaliser	Périodicité
Ventilation d'armoire	M+	Contrôle fonctionnement et température d'armoire en marche	Mensuel

Sur ce plan ne figurent pas les temps prévus, ni le niveau de maintenance de l'opération, ni les pièces et ouillages nécessaires car ils dépendent fortement de l'application et de l'équipement sur lesquels le matériel est monté.

Certaines périodicités peuvent ne pas coïncider entre deux fiches. Ce n'est pas par manque de cohérence de l'ouvrage, mais cela vient du nombre d'heures de fonctionnement généralement constaté par mois, trimestre ou annuellement. On trouvera ainsi dans certains plans de préventif la périodicité « 150 h ou mensuel », et dans d'autres plans « 750 h ou mensuel ».

## Techniques de maintenance préventive

Au-delà des définitions, la maintenance préventive s'articule principalement autour de 3 types d'intervention :

- la lubrification ;
- les surveillances ou contrôles d'usure, qui permettent d'identifier le moment

### Remarque

Les plans de préventif précisent M ou A pour Marche ou Arrêt. Marche signifie que l'intervention PEUT avoir lieu en marche (mais aussi à l'arrêt). M+ signifie qu'elle DOIT avoir lieu en marche. Arrêt signifie que l'intervention DOIT avoir lieu à l'arrêt.

où un composant doit être changé. Les cas les plus élaborés de contrôles correspondent à la maintenance préventive conditionnelle, voire prédictive ;

- les remplacements systématiques (de plus en plus rares).

### *Lubrification*

Une lubrification adaptée et suffisante est indispensable au bon fonctionnement de tout système mécanique. Le lubrifiant (huile ou graisse) constitue un film entre les corps roulant ou coulissant l'un sur l'autre. Ce film de lubrifiant permet et diminue les frottements internes ; il réduit les pressions de surface, prolongeant ainsi la durée de vie de l'ensemble. Il protège aussi les surfaces métalliques contre la corrosion, assure une protection contre l'oxydation et la pollution extérieure, et aide au refroidissement quand la lubrification se fait à l'huile.

L'absence ou une mauvaise lubrification peuvent provoquer très rapidement des grippages et des casses mécaniques importantes.

### *Surveillances et contrôles*

#### **Surveillance en marche**

Elle consiste essentiellement à réaliser des rondes et des mesures en cours de marche.

Pour être un réel préventif, ces rondes doivent être formalisées avec un circuit précis, des données à relever et une check-list.

Ce relevé est ensuite traité en programmant des contrôles complémentaires ou des remplacements.

À noter que le remplacement d'un composant dont l'usure a été révélée au cours d'une de ces rondes est alors aussi considéré comme une opération de préventif.

#### **Surveillance à l'arrêt**

L'arrêt programmé d'un équipement doit être précédé d'une prévisite : arrêt court, réalisé par un technicien chevronné, consistant à ouvrir les carters et armoires pour examiner l'état des principaux éléments mécaniques invisibles en marche.

Cette prévisite permet une préparation plus précise de l'arrêt, en approvisionnant les éléments dégradés, de façon à les avoir à disposition pendant l'arrêt.

### Remplacements systématiques

Cette technique de maintenance préventive est de moins en moins utilisée dans l'industrie, dans la mesure où l'échange systématique qui se fait à date fixe consiste à démonter un composant qui fonctionne encore. Dès lors, son remplacement donne lieu à une perte de potentiel dans son utilisation. De plus, l'intervention de remplacement constitue un risque non négligeable d'erreur.

Elle reste cependant indispensable dès que des questions de sécurité sont en jeu : transports en commun, énergie, etc.

Elle peut aussi être imposée par le fabricant d'un équipement comme condition de maintien de la garantie.

#### Attention : mesures d'ordre général

Chaque installation a ses contraintes d'exploitation et ses fragilités dont il faut tenir compte pour le préventif à installer.

### Remerciements

Les dizaines de sites et les centaines d'intervenants de maintenance que j'ai rencontrés ont enrichi mon savoir et les compétences que je souhaite faire partager ici. Ils n'en sont sans doute pas conscients, mais je leur en suis reconnaissant.

Je remercie le CIMI, organisme de formation spécialisé en maintenance, et en particulier Guy Routier, pour ses précieuses connaissances en électricité.

Je remercie également Benjamin Eyraud de la société Poclain Hydraulique, pour ses compétences approfondies de l'hydraulique.

Je remercie enfin mes étudiants de 2<sup>e</sup> année de MFPI (Maintenance Fiabilité Production Industrielle) de l'ESIPE (Marne-la-Vallée) pour leur relecture constructive des plans de maintenance.

Enfin, je ne conçois pas un ouvrage de ce type sans possibilité pour ses lecteurs de revenir vers l'auteur pour lui adresser remarques, compléments, retours d'expériences, suggestions ou critiques.

C'est pourquoi j'ai créé le blog : [kojchen.blogspot.com](http://kojchen.blogspot.com)

J'aimerais qu'il soit lieu d'échange entre professionnels sur des thèmes de maintenance et point de départ de réflexions et de progressions communes.

Aussi n'hésitez pas à vous y rendre pour contribuer à ces échanges.

Les fiches sont classées par dossier



Une introduction reprenant les grandes thématiques du dossier

Un menu déroulant des fiches du dossier