

**Claude Kojchen
François Monchy**

MAINTENANCE

Outils, méthodes et organisations efficaces

6^e ÉDITION

DUNOD

Direction et conception graphiques de la couverture :
Nicolas Weil – Elizabeth Riba (graphiste)
Mise en pages : Nord Compo

© Dunod, 2000, 2003, 2010, 2015, 2019, 2025
11 rue Paul Bert 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-088466-7

Avant-propos

« Je maintiendrai »
(devise des Pays-Bas)

Le temps passe, et voici déjà la 6^e édition de cet ouvrage, dont trois sont de ma main. L'expérience et le recul permettent de mieux façonner chaque nouvelle édition, un principe qui pourrait également s'appliquer à la maintenance.

De discipline peu lisible et souvent méconnue des décideurs qui sous-estimaient son impact, la maintenance tend à devenir une composante de plus en plus sensible de la performance de l'entreprise. C'est pourquoi, il est important de la partager et la faire mieux connaître.

Le sens général de cet ouvrage est d'aider le lecteur à comprendre le rôle de la maintenance et sa place au sein de l'appareil productif, puis de l'accompagner vers un bon niveau de connaissances.

Son ambition est de donner au lecteur les connaissances de base sur ce qu'est la maintenance, puis de lui permettre d'approfondir progressivement les aspects qu'il souhaite.

Cet ouvrage traite de la maintenance réalisée dans l'industrie, le terme *industrie* étant pris dans un sens très large, quels que soient la production ou le service proposés.

Les différents concepts, méthodes, ou explications développés sont complètement transposables dans toutes les applications où la maintenance est nécessaire, comme dans les transports ou l'énergie, le tertiaire ou dans le secteur hospitalier.

Cet ouvrage est conçu comme une **boîte à outils** à destination des personnes concernées par la maintenance :

- ▶ en premier lieu les professionnels de maintenance : responsables et chefs de services, adjoints, cadres, agents de maîtrise et techniciens ;
- ▶ les interlocuteurs principaux de la maintenance, à commencer par la direction d'un site, les directeurs industriels et les responsables production, qui ont eux-aussi besoin d'en connaître les concepts de base. C'est pourquoi les premiers chapitres leur sont destinés ;

- les enseignants et les étudiants, qui y trouveront des outils moins théoriques que dans les éditions précédentes mais issus du terrain et plus opérationnels.

Cette édition est le reflet des nombreuses missions et formations menées auprès d'industries (au sens large), qui constituent mon expérience.

Un certain nombre de modifications importantes ont été apportées à la dernière édition. Les voici :

- Le plan de l'ouvrage a été remanié pour tenir compte des différents publics auxquels il s'adresse, et surtout des attentes des lecteurs. Ainsi, un lecteur qui a besoin d'une vue synthétique et rapide de la maintenance peut se contenter de ne lire que les deux premières parties, clairement destinées aux interlocuteurs et « clients » de la maintenance.

Un professionnel de la maintenance, ou une personne qui souhaite le devenir, lira avec profit les parties qui traitent de la maintenance de façon globale mais approfondie.

- Les définitions prennent en compte la norme européenne NF EN 13306, qui modifie et renouvelle un certain nombre de définitions et de terminologies, mais ne change ni l'esprit ni les fondamentaux de la maintenance.
- Les modes de management ont évolué, et cette édition prend en compte ces changements.

La maintenance et son organisation sont de plus en plus souvent traitées la sous forme d'un processus intégré au processus global de l'entreprise et du site. La maintenance comme processus est donc développée. D'où également le fait que les services demandeurs sont considérés comme des clients.

Sont également prises en compte les exigences Lean dans l'entreprise, et l'impact qu'elles ont et auront sur la maintenance.

Des modifications plus mineures ont eu lieu comme le fait de séparer les tâches réalisées (préparation, réalisation, etc.) des fonctions qui les réalisent.

Les fonctions et le « qui fait quoi » sont abordés dans la partie management.

L'ouvrage est ainsi structuré en sept parties :

- La partie A (chapitres 1 et 2) est conçue avec une double finalité. Elle comporte une introduction aux enjeux, aux grandes descriptions et aux définitions de la maintenance. Elle est aussi prévue pour que tout acteur d'une industrie qui connaît peu la maintenance puisse, en quelques pages, se familiariser avec les concepts principaux. Pourront ainsi utilement consulter cette partie des responsables de sites, de production, des contrôleurs de gestion, des acheteurs, etc.
- La partie B (chapitres 3 à 8) traite de la maintenance dans son milieu : ses femmes et hommes, son histoire, ses fondements, ses stratégies, sa gestion et ses budgets, ses

processus. Y sont expliqués les principaux concepts et méthodes à connaître pour un professionnel de la maintenance.

- ▶ La partie C (chapitres 9 et 10) décrit les outils et la gestion de maintenance et des pièces de rechange.
- ▶ La partie D (chapitres 11 à 13) explore les méthodes spécifiques de maintenance.
- ▶ La partie E (chapitres 14 à 17) aborde la question de l'organisation de la maintenance afin de l'optimiser.
- ▶ La partie F (chapitres 18 et 19) explore le management de la maintenance et sa sous-traitance.
- ▶ La partie G (chapitre 20) rappelle des compléments théoriques.

Ainsi, les notions de base de maintenance sont abordées dans la première partie, avant d'entrer progressivement dans le métier de mainteneur.

Pour conclure, 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, il est possible pour mes lecteurs de m'écrire à l'adresse mail : claude.kojchen@gmail.com, pour qu'elle devienne aussi 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.

Claude Kojchen

Remerciements

Je remercie tout d'abord mes proches, famille et amis. Je remercie également mes clients, qui sont autant d'opportunités de défis et d'améliorations, et sans lesquels mes idées, mes propositions, mes suggestions resteraient de pures expériences de pensée.

Remerciements également à mes collègues, et tout d'abord aux plus proches : Cédric Carré et Bernard Declercq.

Remerciements à l'AFIM, son président Gérard Piot et ses proches, et à Antoine Despujols, cheville ouvrière de la normalisation de la maintenance en France.

Une pensée également à Sylvain Cachereau, lecteur attentif de la version précédente, pour ses propositions de corrections.

Table des matières

Avant-propos	V
Remerciements	IX

A

Enjeux et histoire de la maintenance

Chapitre 1 : Introduction et enjeux	3
1.1 La maintenance, lieu de tous les records	4
1.2 Les enjeux de la maintenance	5
1.3 Des humains face à des machines	12
Chapitre 2 : Histoire et métiers de la maintenance	17
2.1 Brève histoire de la maintenance	17
2.2 Les femmes et les hommes de maintenance	20

B

La maintenance dans son environnement

Chapitre 3 : Fonction maintenance et service maintenance	31
3.1 Responsabilités du service maintenance	31
3.2 Autres activités du service maintenance	34
3.3 Autres services qui « font » de la maintenance	39
3.4 Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre	40

Chapitre 4: Stratégies de maintenance	43
4.1 Politique équipements et stratégie de maintenance	43
4.2 Stratégie industrielle et maintenance	45
4.3 Stratégie de maintenance	46
4.4 La maintenance du futur	50
Chapitre 5: Notions de base et définitions	57
5.1 Les différents types d'interventions	58
5.2 Déroulement d'une intervention	63
5.3 Maintenance corrective	66
5.4 Définitions des opérations de maintenance	67
5.5 Définitions des niveaux de maintenance	69
Chapitre 6: La maintenance dans son milieu	73
6.1 Maintenance et sécurité	73
6.2 Législation et réglementation	84
6.3 Maintenance et contraintes métiers	92
6.4 Maintenance et environnement	97
Chapitre 7: Connaissance des équipements et de leurs comportements	101
7.1 Comprendre les comportements pathologiques : un enjeu stratégique	101
7.2 Terminologie	103
Chapitre 8: Modes de défaillances	107
8.1 Modes de défaillance mécanique	107
8.2 Modes de défaillance par corrosion	116
8.3 Modes de défaillance des pièces plastiques et des composites	118
8.4 Modes de défaillance des parties « commande » (PC)	119

C

Outils et gestion de maintenance et des pièces de rechange

Chapitre 9 : Outils métier et méthodes de base	125
9.1 La fonction méthodes-ingénierie de maintenance	126
9.2 Déroulement d'une opération de maintenance	129
9.3 La GMAO, outil de gestion	132
9.4 Détail des modules de GMAO	137
9.5 Le choix d'une GMAO	142
9.6 Dépanner	150
9.7 Compte rendu d'intervention	160
9.8 La résolution de pannes	166
9.9 Retour d'expérience (REX)	182
 Chapitre 10 : Gestion de la maintenance	 184
10.1 Gestion et maintenance	184
10.2 Gestion des pièces de rechange	190
10.3 Budget et dépenses	218

D

Ingénierie et méthodes de maintenance

Chapitre 11 : Ingénierie de la maintenance	225
11.1 Système documentaire	225
11.2 Standards techniques	239
11.3 Préparation des travaux	242
11.4 Les arrêts programmés	254

11.5	Programmation des travaux en marche	262
11.6	Criticité et plans de maintenance	268
11.7	La maintenance préventive	275
11.8	Préventifs conditionnel et prévisionnel	290

Chapitre 12: Méthodes techniques 303

12.1	Démarche d'amélioration de la disponibilité	303
12.2	Fiabilité, maintenabilité, disponibilité (FMD)	306
12.3	Coût de cycle de vie (<i>Life Cycle Cost</i> ou LCC) et maintenance à l'investissement	308
12.4	AMDEC (analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité)	319
12.5	Maintenance basée sur la fiabilité (MBF)	329
12.6	Sûreté de fonctionnement et maintenance	340
12.7	Soutien logistique intégré (SLI)	343

E

Manager la Maintenance

Chapitre 13: Spécificités du management de la maintenance 349

13.1	La maintenance face aux évolutions industrielles	349
13.2	Manager une équipe de maintenance	350
13.3	Structure du service	355
13.4	Le facteur humain : forces et faiblesses de la maintenance	361
13.5	Articles du Code du travail spécifiques à la maintenance	363

Chapitre 14: Système de management de la maintenance 364

14.1	Processus de maintenance	364
14.2	Certifications et maintenance : situations possibles	367
14.3	Systèmes de management intégré	369

Chapitre 15: Externalisation de la maintenance	373
15.1 Contexte de l'externalisation	373
15.2 Choisir de sous-traiter	374
15.3 Sous-traiter en maintenance	379
15.4 Sous-traitance sous contrat	386
15.5 Aspects réglementaires concernant la sous-traitance	398
Chapitre 16: Optimiser la fonction maintenance	401
16.1 Indicateurs de performance	401
16.2 Management visuel	411
16.3 Plan de progrès de maintenance	412
16.4 Auto-diagnostic de service maintenance	413

F

Organiser la maintenance

Chapitre 17: Méthodes organisationnelles	425
17.1 Automaintenance	425
17.2 Taux de rendement synthétique (TRS)	428
17.3 Théorie des contraintes	433
17.4 SMED	435
17.5 Les 5 S	436
17.6 Pareto, ABC, 20-80	441
17.7 Autres méthodes organisationnelles utilisées en maintenance	451
Chapitre 18: Méthodologies <i>lean</i>, TPM et 6 Sigma : impacts et évolutions	458
18.1 Introduction	458
18.2 <i>Lean manufacturing</i>	460
18.3 <i>Total Productive Maintenance</i> : TPM	469
18.4 Le 6 Sigma	474

G

Compléments théoriques

Chapitre 19: Éléments théoriques de fiabilité, maintenabilité, disponibilité	477
19.1 Les analyses FMD des systèmes réparables	477
19.2 La fiabilité : introduction et expressions mathématiques	498
19.3 La fiabilité : analyse par les lois de probabilité	510
19.4 Introduction à la maintenabilité	541
19.5 La disponibilité des systèmes réparables	553
Bibliographie	563
Acronymes, sigles et abréviations	565
Index	569

A large, white, stylized letter 'A' is centered on a solid gray background. The letter has a thin black outline. Inside the letter, the text 'ENJEUX ET HISTOIRE DE LA MAINTENANCE' is written in a bold, black, sans-serif font. The text is arranged in three lines, centered within the letter's structure.

**ENJEUX
ET HISTOIRE
DE LA MAINTENANCE**

1 Introduction et enjeux

Au cours des années passées, il m'a été donné de rencontrer beaucoup d'industriels. Des responsables maintenance, bien sûr, mais aussi des directeurs, des responsables de service (production, qualité, achats, etc.). La plupart avaient une bonne culture industrielle ; certains en avaient une excellente, et celle de certains était moins riche. Mais, pour beaucoup, la connaissance de la maintenance était sommaire.

Cette première partie (A) est une introduction générale à la maintenance et à ses enjeux. Elle est conçue pour donner en quelques pages les bases de connaissances aux professionnels qui, sans être acteurs de la maintenance, sont en contact plus ou moins direct avec cette discipline et ses praticiens.

Il est plus que jamais nécessaire que les entreprises s'arment contre la hausse des prix de l'énergie et assurent leurs approvisionnements. Dans ce contexte, le service maintenance est en première ligne pour contribuer aux projets de diminution des consommations et de lutte contre les gaspillages.

Les contraintes énergétiques et environnementales et la nécessaire relocalisation de l'industrie obligent à repenser les moyens de production et les chaînes d'approvisionnement. Là aussi, le service maintenance est partie prenante.

Au-delà des technologies nécessaires pour maintenir une infrastructure, une activité ou une production, comment désormais ne pas voir la maintenance des biens, des équipements et des systèmes comme l'un des pivots qui vont permettre ces transitions ?

1.1 La maintenance, lieu de tous les records

Bravo à tous, car en fait, toutes les contraintes techniques de l'industrie convergent vers la maintenance, lieu de tous les records :

Record des **besoins en compétences** : dans un site industriel, quel autre service industriel nécessite des compétences, à la fois :

- ▶ sur les équipements, les technologies utilisées, les produits qui circulent et les procédés ;
- ▶ sur les dangers présents pour soi-même et pour les autres ; l'organisation du site, les consignes et les méthodes d'intervention, etc. ?

Record du **manque de reconnaissance** : la quantité et la qualité des produits sont mesurées et suivies souvent en temps réel. C'est en temps réel que l'on sait si la production excelle, alors que les résultats d'un service de maintenance se mesurent, ET (pour partie) au quotidien, ET sur le temps long. Comment mesurer l'influence des décisions d'aujourd'hui sur le fonctionnement futur des installations ? Comment mesurer l'excellence d'un service de maintenance ?

Pour tout « technicien » au sens large (de l'ingénieur à l'ouvrier) il suffisait de bien travailler. Une fois son intervention terminée, il passe à la suivante avec la certitude du devoir accompli. Cela ne suffit plus. Le fait d'informer de son travail peut paraître secondaire à un technicien, mais la transmission d'information et le compte rendu sont cruciaux : « j'ai fini, tu peux redémarrer » ; « voici (en images) les travaux que nous avons réalisés au cours de l'arrêt d'été » ; « nos résultats dans un rapport du mois sont... » ; etc.

Record de **complexité du management** : quel manager voudrait diriger une équipe de techniciens autonomes (plus ou moins), revêches (souvent), compétents (mais pas partout, pas dans toutes les technologies, et jusqu'à quel niveau ?), éparpillés sur l'ensemble du site, devant être présents pendant les horaires d'ouverture *et* les horaires de fermeture, et suivre des objectifs de performance d'équipements qu'il n'exploite pas directement ?

Concevoir, produire et commercialiser sont des fonctions nécessaires et facilement identifiables de l'industrie. La maintenance est une fonction « support », fortement évolutive et dont les « clients » sont internes.

Une bonne maintenance est un apport majeur de réactivité, de qualité, de sécurité, de respect des délais et de productivité, donc de compétitivité de l'entreprise. Comment savoir si elle est performante ? C'est souvent à la suite d'une crise que la preuve est faite : les conséquences d'une panne majeure jouent un rôle moteur dans la prise de conscience qu'on ne peut pas faire l'économie d'une maintenance efficiente.

1.1.1 Technologie et innovation

Il ne s'agit pas d'opposer l'innovation et les évolutions techniques à la maintenance, mais de faire connaître et reconnaître les enjeux que « bien maintenir » permet de satisfaire ; ainsi que l'effet de levier qu'elle représente dans tous les champs de l'économie.

Depuis quelques années, des chercheurs se demandent si l'innovation n'a pas pris la place de la technologie. Voici des extraits d'un article datant de 2015 : « L'innovation n'est qu'une petite partie de ce qui se passe avec la technologie. Les objets courants, comme le ventilateur électrique et de nombreuses pièces de l'automobile, sont pratiquement inchangés depuis un siècle ou plus. [...] Malgré les fantasmes récurrents sur la fin du travail ou l'automatisation généralisée, le fait central de notre civilisation industrielle est le travail, et la majeure partie de ce travail se situe bien au-delà du domaine de l'innovation. [...] Les formes de travail technologique les moins appréciées et les plus sous-évaluées sont aussi les plus courantes, pour réparer et entretenir des technologies existantes. [...] Nous pouvons considérer le travail consacré à l'entretien et à la réparation comme le travail de mainteneurs, ces personnes dont le travail maintient l'existence ordinaire plutôt que d'introduire des nouveautés. En fin de compte, mettre l'accent sur la maintenance implique de remplacer des mots à la mode par des valeurs, et des moyens par des fins. » Extraits d'article par Andrew Russel et Lee Vinsel – 2015

A

Enjeux et histoire de la maintenance

1.2 Les enjeux de la maintenance

« Cette panne-là je la connais par cœur, vous allez voir, je répare en vitesse les yeux fermés ! » Lorsque j'entends un intervenant de maintenance prononcer cette phrase je sais que, sans remettre en question ses compétences techniques ou sa bonne volonté, il existe un gisement inexploité de défaillances non résolues sur les équipements qu'il a en charge.

Que sous-entend-elle ? Que cette panne est connue de lui, qu'il en a l'habitude, et que la maintenance du site se contente de répéter ce même geste de dépannage plutôt que de chercher à l'éviter.

Au-delà de l'anecdote, elle illustre bien l'évolution du niveau d'exigence demandé aux services maintenance. L'entretien « à l'ancienne » dépannait, réparait, cherchait un peu à améliorer certes, mais sans méthode ni préparation. L'image est celle du « mécano » arrivant sur place comme un sauveur pour « dompter » la machine et la faire redémarrer.

La maintenance a changé et continue d'évoluer. On cherche toujours à obtenir une intervention rapide et efficace, mais les objectifs sont aussi de chercher à éviter

les défaillances, à diminuer leur impact, à maintenir ou diminuer les coûts. Et les exigences actuelles vont dans le sens d'une maintenance efficiente, c'est-à-dire à la fois efficace et taillée au plus juste.

Plus largement, quels sont les impacts d'une bonne ou d'une mauvaise maintenance, et quels enjeux représentent-ils ?

1.2.1 Enjeux humains

La relation production/maintenance

Un responsable production doit en permanence faire face à l'ensemble des aléas qui contraignent sa production :

- ▶ Approvisionnement de la matière première, en quantité, en qualité et dans les temps ;
- ▶ Présence à son travail de personnel formé au process, motivé et concentré ;
- ▶ Bon fonctionnement des machines de production ;
- ▶ Conformité des produits finis.

Pour chacun de ces aspects, il doit pouvoir compter sur des services supports, dont fait partie le service maintenance.

C'est le principal « client » direct de la maintenance. Cela crée des relations humaines fortes (parfois très fortes, encore que le rôle de chacun soit de plus en plus souvent pacifié), où chaque partie doit à la fois défendre son point de vue et comprendre celui de son collègue. Là se trouve la clé des enjeux humains de la relation production/maintenance.

La sécurité

Le service maintenance doit en permanence tenir compte de la sécurité des équipements. En particulier, une machine en panne partielle ou totale a perdu une partie ou la totalité de ses fonctions, ce qui augmente les risques qu'elle fait courir au personnel.

1.2.2 Enjeux économiques de la maintenance

La maintenance est un centre de ressources...

En complément de sa mission première de maintenance du site, le service maintenance est souvent, du fait de ses compétences techniques et de sa nature transversale, chargé de missions techniques périphériques. Il est important de faire ressortir ces diverses activités complémentaires, car leur incidence économique peut être lourde.

C'est particulièrement vrai dans le cas de sites de taille moyenne, où le service maintenance a souvent la responsabilité de la gestion des énergies, de la maîtrise de l'environnement, des services généraux voire de la sécurité. Le service maintenance apporte ainsi ses ressources au sens de compétences techniques au site. Mais, pour pouvoir être menées à bien, toutes ces missions exigent des moyens à budgétiser, avec la même situation paradoxale que dans le cas de la maintenance des équipements : les coûts directs sont visibles sur le plan comptable, les gains le sont moins.

La maintenance est un gisement de productivité

L'expression habituelle concernant la maintenance est qu'elle coûte. Elle représente effectivement une des charges, en termes de main-d'œuvre et de pièces de rechange, de l'entreprise. À ce titre, elle coûte à l'entreprise : c'est ce qu'on nomme son « coût direct ».

La direction d'un site industriel, confrontée à l'obligation d'améliorer sa rentabilité, sait que les coûts directs de maintenance représentent un poste de dépenses important et bien visible.

Pour les décideurs qui ont une approche purement gestionnaire, la maintenance demeure ce qu'était l'entretien : un centre de coût inefficace et facilement identifiable.

La tentation est grande d'obéir au réflexe suivant :

Difficultés budgétaires → Réduction des charges fixes → Réduction du budget maintenance

Or ce réflexe entraîne une aggravation des difficultés :

Réduction du budget maintenance → Moins de moyens pour maintenir le parc → Augmentation des pannes et des défauts → Pertes de qualité et de productivité → Réduction de la capacité de production → Conjoncture encore plus difficile

Les coûts indirects de maintenance, conséquences des arrêts non programmés et des aléas des machines, « s'évaporent » de la comptabilité, mais se retrouvent inexorablement dans les coûts de production.

Pour prendre conscience du fait que la maintenance est un gisement de productivité, il faut connaître les coûts indirects, dits « de non-maintenance » ou coûts des pannes (détaillés au paragraphe 10.1.2).

Inversement, une bonne maintenance constitue un fort gisement de compétitivité, et c'est souvent l'un des plus accessibles à condition de lui allouer des moyens.

La productivité est définie comme le rapport entre les quantités produites et les moyens mis en œuvre pour les obtenir. Dans ce rapport, la maintenance participe à la fois :

- ▶ Au numérateur, par l'augmentation des quantités produites en diminuant les pannes et aléas ;
- ▶ Au dénominateur, par la diminution des charges fixes de production, que ce soit en termes de main-d'œuvre de production, de matière, d'énergie dépensée, etc.

Les risques d'une réduction du budget de la maintenance

Lorsque la maintenance est considérée sous le seul angle de ses dépenses (son coût direct), les décideurs risquent de choisir une politique à court terme, caractérisée par la réduction simpliste et autoritaire du budget de maintenance. Les économies sont immédiates, mais l'augmentation des pertes liées aux dysfonctionnements des installations va inévitablement apparaître à moyen terme des effets négatifs induits, et provoquer des dégradations difficilement récupérables à long terme.

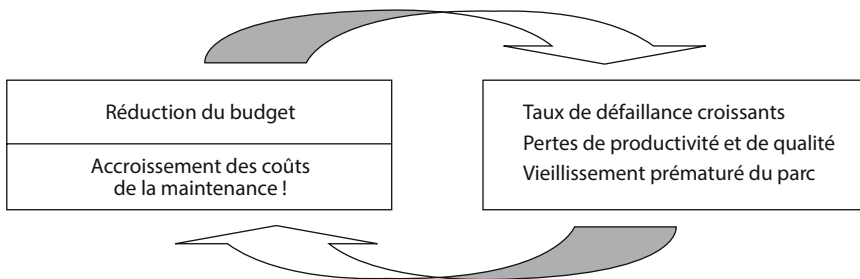


Figure 1.1 Le cercle vicieux de la réduction du budget de maintenance

Une réduction drastique du budget de maintenance provoque la **croissance du taux de défaillance des équipements**. Les risques concernent :

- ▶ l'organisation (davantage de fortuit, donc moins de planification) ;
- ▶ la sécurité (risques liés aux conséquences des défaillances et aux situations d'urgence) ;
- ▶ la technologie (dégradation des équipements) ;
- ▶ la production (perturbations, productivité diminuée et qualité dégradée) ;
- ▶ les hommes (démotivés et stressés par la course contre les pannes) ;
- ▶ l'économie (accroissement des coûts directs incontournables de dépannage et de réparation). Mais surtout croissance des coûts d'indisponibilité.

Remarque

Il ne faut pas confondre cette politique à court terme, avec la réduction « stratégique » du budget rendue possible du fait qu'un service maintenance efficient est chaque année plus efficace, à moindre coût.

La maintenance constitue donc un champ d'action privilégié de la recherche d'amélioration des coûts de production, et c'est la seule source significative de productivité **indépendante des conditions extérieures** : elle ne repose que sur le professionnalisme du personnel sur l'ensemble du système de production.

En synthèse

L'amélioration de la production en quantité et en qualité passe par l'efficacité de la maintenance de l'outil de production.

La seule mesure du coût comptable de la maintenance ne suffit pas pour valoriser son efficacité.

Il faut le comparer au coût indirect, appelé aussi coût des pannes.

Coût direct de maintenance

Cet ensemble de coûts ou de charges qui sont simples à collecter (des postes comptables permettent de les identifier directement) définit ce qu'on nomme le coût direct de maintenance, qui se décompose en :

- ▶ main-d'œuvre interne et intérim (masse salariale) ;
- ▶ main-d'œuvre externe (coûts des travaux réalisés à l'intérieur du site par des entreprises extérieures) ;
- ▶ coût de fonctionnement du service maintenance (atelier, consommables, etc.).

Sous-traitance de maintenance

Confier des travaux de maintenance à une entreprise extérieure n'est pas une simple sous-traitance et le terme de sous-traitance est une sorte d'abus de langage, dans la mesure où il ne s'agit pas de faire réaliser des pièces à l'extérieur, mais au contraire, de remplacer une main d'œuvre interne.

Nous en verrons les modalités au chapitre 15, mais voici deux points clés :

- Externaliser sa maintenance ne signifie pas que l'on va ne plus avoir à s'en occuper
- La tendance qui consiste à recentrer l'entreprise sur son cœur de métier, à produire uniquement et à sous-traiter le reste, ne doit pas inclure la maintenance des équipements : la maintenance du process EST cœur de métier.

- ▶ achats de pièces de rechange (réalisées ou achetées à l'extérieur) ;
- ▶ sorties de pièces de rechange du stock.

Pièces de rechange

Pas de maintenance sans pièce de rechange.

Elles représentent 40 à 60 % du coût direct de maintenance, donc un gisement important de coûts ou d'économies.

Elles sont soit achetées directement, soit stockées en attendant d'en avoir besoin.

La vocation première d'un magasin pièces de rechange est de permettre de dépanner rapidement une machine (plus rapidement qu'en achetant la pièce à un fournisseur). Par extension, ce magasin permet aussi de stocker en un même endroit l'ensemble des pièces et consommables dont on peut avoir besoin. Il évite d'avoir à approvisionner un seul joint, puis un seul roulement, puis un seul palier, etc.

Cette fonction du magasin pièces de rechange est donc fondamentalement différente de celle d'un magasin matières premières ou produits finis. Il faut bien entendu gérer et optimiser un stock de pièces de rechange, mais selon des critères différents de ceux d'un magasin de production.

Si les euros immobilisés dans ce type de magasins sont les mêmes, la raison pour laquelle ils le sont est différente, et on ne doit pas attendre les mêmes rotations d'un magasin pièces de rechange. Le choix de stocker des pièces de rechange et celui du nombre de pièces à stocker dépendent des probabilités d'avoir à utiliser ces pièces et de l'enjeu en cas de besoin.

Coût indirect de maintenance

On néglige souvent de calculer ce coût, ou devrait-on dire, ces coûts indirects de maintenance. Or ils sont souvent de même ordre de grandeur que le coût direct, et ils sont un levier puissant de réflexion sur l'efficacité de la maintenance.

Si C_i représente le coût d'indisponibilité d'un site, et C_d son coût direct de maintenance, la comparaison entre les deux est très éclairante.

Si $C_i > C_d$, la maintenance préventive n'est pas assez développée.

Si $C_i > 2 \times C_d$, mieux vaut se donner de la marge dans le planning de production !

Les coûts indirects ne sont pas des charges directement mesurables dans le compte d'exploitation de l'entreprise. Ils sont constitués des surcoûts d'exploitation dus aux arrêts fortuits et aux aléas des équipements. On va ainsi calculer ce que coûtent l'ensemble des pannes en termes de non-production. Ne sont intégrés dans ce coût que les arrêts fortuits : un arrêt programmé est considéré comme permettant à la production de s'organiser, et n'est donc pas compté. Nous verrons plus loin (paragraphe 10.1.2) différentes méthodes de calcul, mais l'exercice est souvent délicat, et demande l'intervention du contrôle de gestion, qui a l'habitude de manier les ratios et valeurs de production.



1.2.3 Enjeux techniques

Pérennité des équipements

L'un des enjeux de la maintenance est de maintenir le matériel en état et/ou d'assurer sa durabilité (de le faire durer).

Vision à long terme contre vision à court terme

Le rêve de tout décideur d'entreprise est de promouvoir une maintenance efficace. Mais ce même décideur pratique trop souvent une gestion à court terme, le regard fixé sur le compte d'exploitation de l'année. Or ni la maintenance du parc, ni les investissements liés à la mutation des compétences, ni le développement de projets structurants ne sont prioritaires ni rentables dans une vision à court terme.

Pourtant, les actions à mener sur les équipements comme sur les compétences, ainsi que le déploiement de nouvelles organisations représentent des enjeux sur le futur proche. Bien des responsables de maintenance en sont conscients, sachant que le matériel dont ils ont la responsabilité est engagé pour 10 ans, 15 ans ou plus.

En revanche, certains dirigeants d'entreprises n'ont pas la même conscience du coût du cycle de vie d'une installation. Ils sous-estiment souvent l'impact d'une bonne maintenance sur l'efficacité et la durabilité du capital productif.

L'incalculable retour sur investissement

Un autre aspect de ce problème réside dans le fait que le coût de développement de beaucoup de projets (ingénierie de maintenance, plan de préventif, projet GMAO par exemple) est chiffrable, alors que les gains attendus à moyen terme sont indiscutables mais ne sont pas facilement chiffrables.

Les deux objectifs fondamentaux de la maintenance

Nous pouvons identifier deux objectifs majeurs de maintien d'un site de production :

- l'un est à dominante économique : **réduire les dépenses** et à travers elles, le budget du service ;
- l'autre est à dominante opérationnelle : **améliorer la disponibilité du système productif** et à travers elle, la productivité.

Ces deux objectifs supposent la maîtrise technique de l'appareil productif, ainsi que la définition d'indicateurs qui permettent de mesurer objectivement les progrès attendus et obtenus. Ces deux objectifs peuvent être séparés (cas d'une surcapacité de production suivie d'une période surchargée par exemple), ou peuvent coexister sur des équipements d'environnements économiques différents.

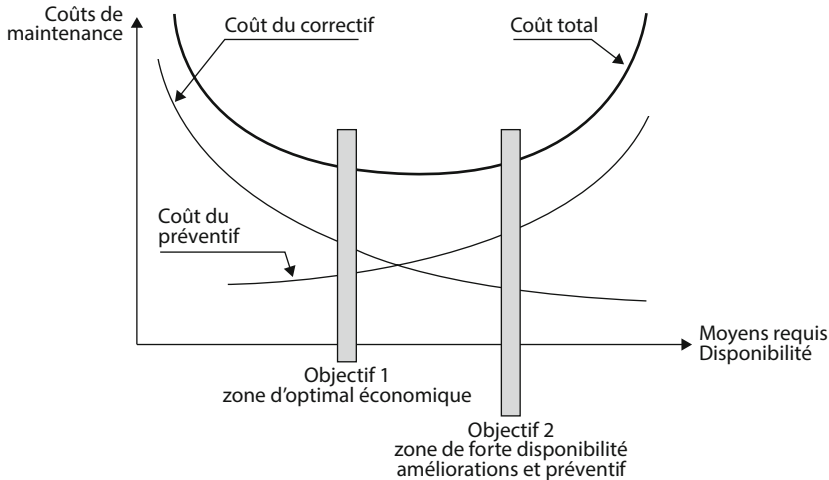


Figure 1.2 Les deux objectifs possibles de maintenance d'un équipement

1.3 Des humains face à des machines

Comment parler de maintenance sans parler des femmes et des hommes qui la rendent possible ?

En maintenance, la réflexion, la préparation et les méthodes sont nécessaires mais cette discipline est, avant tout et fondamentalement, réalisée par une intervention humaine. L'arrivée de nouvelles technologies ne changera pas cela de sitôt.



1.3.1 La vie d'un service maintenance

La vie d'un service maintenance est différente par nature de celle des autres services du fait de l'autonomie des intervenants et des compétences nécessaires.

Un intervenant de maintenance est autonome par nature et obligation. Il connaît l'ensemble de l'usine, ou du moins son secteur, par cœur. Il connaît chaque opératrice ou opérateur, et est connu d'eux (ce qui explique pour moi en partie le fait que l'on trouve souvent des délégués au sein d'un service maintenance). Lorsqu'il quitte l'atelier maintenance pour réaliser une intervention, il a pensé aux outils dont il aura besoin, et organisé mentalement son chantier.

Cette autonomie suppose un mode de management spécifique, exigeant mais aussi bâti sur la confiance réciproque et la solidarité.

La vie d'un service maintenance est le résultat d'un équilibre permanent entre le programmé et les aléas. L'idéal serait de pouvoir distribuer le travail sereinement à des techniciens qui savent ce qu'ils ont à faire à l'avance, s'y préparent et le réalisent en toute quiétude. Cette organisation est impossible à atteindre, mais l'objectif d'un service maintenance peut être de l'approcher.

Au-delà du management classique d'une équipe technique, les critères de réussite d'une intervention ne sont pas toujours simples. Une intervention peut-elle être considérée comme réussie dans les cas suivants ?

- ▶ Dépannage et remise en route rapide d'une machine stratégique : comment qualifier l'intervention précédente du technicien sur une machine moins stratégique, qu'il a dû interrompre à cause de ce dépannage ?
- ▶ Diagnostic juste, mais qui a obligé l'électricien à redémarrer l'équipement pour pouvoir analyser le problème (donc en augmentant son exposition aux dangers).
- ▶ Remise en route rapide de la machine grâce au coup de téléphone de l'agent de maîtrise maintenance au responsable SAV du fabricant ayant permis d'accélérer la livraison de la pièce défectueuse (mais cette pièce peu onéreuse n'était pas suivie en préventif, ni tenue en stock).

Ces trois exemples parmi tant d'autres montrent la complexité des critères de réussite en maintenance. L'atteinte d'objectifs en est bien sûr un, mais c'est dans le temps et avec l'expérience que le responsable maintenance peut et doit manager son service et l'amener vers l'efficacité.

Triptyque Technique – Gestion – Management

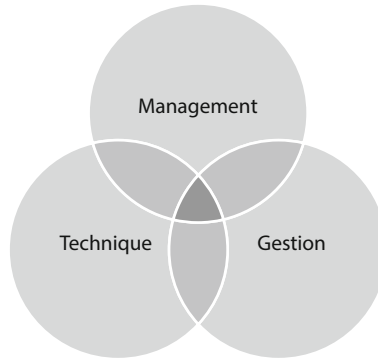


Figure 1.3 Triptyque Technique – Gestion – Management

La figure 1.3 montre les trois composantes liées aux métiers de la maintenance :

- La technique, vocation première et principale de la maintenance. Sans compétence technique, il est impossible de réaliser ou de faire réaliser une intervention de maintenance.

En synthèse

La maintenance ne se fait pas seulement outil en main, mais aussi au cours de travaux de gestion (préparation des travaux, achats de pièces, optimisation du préventif, etc.) et de management.

- La gestion : sa nécessité est apparue au tournant des années 1980, au moment où la bonne gestion des activités est devenue importante. Il s'agit de gérer :
 - ▷ les budgets et les dépenses ;
 - ▷ les interventions et leur avancement ;
 - ▷ les pièces de rechange et leur stockage ;
 - ▷ le préventif : création, lancement, suivi de réalisation.

L'outil de cette gestion est par essence la GMAO.

- Le management : le fort besoin de cet aspect apparaît clairement depuis quelques années.

Les proportions de chaque composante changent selon la fonction, mais elles sont toujours présentes. Chaque niveau hiérarchique doit déployer à un moment l'une de ces trois compétences. Le responsable maintenance a une forte part de management et de gestion, mais conserve une part de technique. Inversement, un technicien verra

sa plus grande part d'activité consacrée aux aspects techniques, mais devra consacrer un temps à la gestion et, ponctuellement, au management.

Sécurité et qualité de vie des intervenants

Le service maintenance doit être présent, et pendant le fonctionnement d'un site, et pendant son arrêt. Une présence est en effet nécessaire pendant le temps d'ouverture pour pallier les problèmes éventuels, et elle l'est aussi pendant les arrêts pour pouvoir réaliser des travaux nécessaires à l'arrêt.

Cette organisation implique que les horaires de couverture d'un service maintenance vont toujours au-delà des horaires de production, et affecte impacte la qualité de vie au travail des équipes.

Comment intervenir en sécurité alors qu'une machine en panne est un matériel dont l'état n'est, par nature, plus conforme. Comment intervenir efficacement sur un tel équipement ? Comment savoir quel est le problème sans tenter de le redémarrer au moins partiellement ?

La sécurité lors des interventions doit être un souci constant des responsables et des intervenants. Ces différentes questions sont abordées au paragraphe 6.1.



1.3.2 L'évolution des technologies

L'évolution des machines

L'entreprise, pour assurer sa fonction de production, doit augmenter sa productivité et utilise de moins en moins de personnel. Le temps de production « machine » a supplanté, dans tous les pays industrialisés, le temps de production « homme-outil » (le menuisier et son rabot), puis « homme-machine » (le tourneur et son tour).

Au cours du siècle précédent, les technologies en jeu au cœur des machines ont profondément changé :

- ▶ De purement mécaniques, mues par des courroies reprenant l'énergie de rotation d'un axe principal, les machines ont commencé par intégrer de l'électricité pour leur puissance. Puis l'électricité a également servi à la commande. L'énergie pneumatique est apparue, pour la puissance et ponctuellement la commande.
- ▶ Les automates et les régulations électroniques ont permis des commandes souples, et programmables.
- ▶ Pour la puissance, les variateurs de vitesse puis les moteurs brushless ont apporté une souplesse et un couple inconnus jusqu'ici en évitant les longues séances de nettoyage et de remplacement des balais des moteurs à courant continu.
- ▶ Les capteurs sont devenus et continuent de devenir de plus en plus sophistiqués (et chers).