FA120430 ISSN 0335-3931

normalisation française

FD X 60-000

Mai 2002

Indice de classement : **X 60-000**

ICS : 03.080.10

Maintenance industrielle

Fonction maintenance

E : Industrial maintenance — Maintenance function
D : Instandhaltung für Industrieanlagen — Instandhaltungsfunktion

Fascicule de documentation

publié par AFNOR en mai 2002.

Remplace le fascicule de documentation X 60-000, de février 1985. Avec la norme homologuée NF EN 13306, de juin 2001, remplace la norme expérimentale X 60-010, de décembre 1994.

Correspondance

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document est conçu sous forme de guide, il présente les lignes directrices à prendre en compte pour concevoir le processus maintenance d'une entreprise industrielle ou de service en vue de satisfaire ses enjeux techniques et économiques.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : maintenance, entreprise, organisation, gestion, documentation, matériel fixe, matériel mobile, contrat, appel d'offre, gestion de stock, fichier, gestion automatisée, application de l'informatique, fiabilité.

Modifications

Par rapport au document remplacé, le présent document présente les lignes directrices à prendre en compte pour concevoir, évaluer ou réviser le processus maintenance d'une entreprise industrielle. Il intègre les 5 niveaux de maintenance.

Corrections

Par rapport au 2e tirage, modification de la numérotation des définitions.

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr

© AFNOR 2002 — Tous droits réservés

Maintenance industrielle AFNOR X60G

Membres de la commission de normalisation

Président : M GUSMINI

Secrétariat : MLLE BENSALEM — AFNOR

M	ARCHENY	SNCF
M	ARNOUX	M ARNOUX HENRI
M	BORDES	SPIE TRINDEL
M	BOUTTEAU	TOTAL RAFFINAGE DISTRIBUTION
M	BROCHARD	DELATTRE LEVIVIER
M	CLERGEAU	JEAN PIERRE CLERGEAU
M	CROS	FIM
M	DEAR	CAMOM SA
M	DESPUJOLS	EDF R&D
M	DESVIGNES	SNCF
M	DUBERNARD	DUBERNARD SA
M	DUFOUR	ALSTOM INDUSTRIE SA CONTRACTING ISS
M	FOURMENTRAUX	CEA
M	FRESSE	RATP
M	GAREL	DELATTRE LEVIVIER
M	GUSMINI	SPIE TRINDEL
M	HOSTALIER	DALKIA FACILITIES MANAGEMENT
M	KRIBS	ROIRET ENTREPRISES
M	LAFORGUE	PCA-PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
M	LAURENT	TOTAL RAFFINAGE DISTRIBUTION
M	LE FOULER	SPIE TRINDEL
M	LEGER	PREDICT SARL
M	LEJAY	PARKE DAVIS
MME	LESIEUTRE	GARCZYNSKI TRAPLOIR
M	MACHUT	M MACHUT JEAN LOUIS
M	MECHIN	CIMI
M	MINIOT	METAREG
M	MONGIS	ELF AQUITAINE
M	PATU	RATP
M	PICHOT	DEFI CONSULTANTS
M	ROUSSE	AURIA CONSEIL
M	SAPPIN	DION DEFENSE & SECURITE CIVILES
M	SCHIMA	SNCT
M	SERRES	DIGITIP STSI
M	SPEYER	RATP
MME	TORNATORE	GAZ DE FRANCE — DION RECHERCHE
M	VALTEAU	EDF R&D
MME	VERET	CABINET ALAIN BENSOUSSAN

Sommaire

Page

Avant-propos ... 5

Introduction ... 5

1 Domaine d'application ... 5

2 Références normatives ... 6

3 Termes et définitions ... 6

4 Processus maintenance ... 8

4.1 Management, politique et stratégie de maintenance ... 8
4.1.1 Management de la maintenance ... 8
4.1.2 Politique de maintenance ... 8
4.1.3 Stratégie de maintenance ... 8
4.2 Typologie et niveaux de maintenance ... 9
4.2.1 Les niveaux de maintenance ... 9
4.2.1.1 1er niveau de maintenance ... 10
4.2.1.2 2e niveau de maintenance ... 11
4.2.1.3 3e niveau de maintenance ... 12
4.2.1.4 4e niveau de maintenance ... 13
4.2.1.5 5e niveau de maintenance ... 14
4.2.1.6 Échelons de maintenance ... 14
4.2.1.7 Remarques sur une décomposition différente ... 14
4.2.2 Mise en œuvre de la politique de maintenance ... 15
4.2.2.1 Décomposition arborescente d'un bien ... 15
4.2.2.2 Description et codification d'un bien ... 15
4.2.2.3 Maintenance préventive ... 15
4.2.2.4 Maintenance corrective ... 17
4.2.2.5 Auto maintenance ... 17
4.2.2.6 Historique du bien ... 18
4.2.2.7 Maintenance et «outils» spécifiques ... 18
4.3 La fonction études de maintenance ... 18
4.3.1 Analyse des besoins ... 19
4.3.2 Analyse du retour d'expérience ... 19
4.3.3 Élaboration du plan de maintenance préventive ... 20
4.3.4 Détermination des articles nécessaires à la maintenance ... 20
4.3.5 Étude de l'amélioration des biens ... 21
4.3.6 Participation au cahier des charges des investissements ... 21
4.4 Les fonctions préparation et ordonnancement ... 21
4.4.1 Préparation ... 21
4.4.2 Ordonnancement ... 22
4.5 La fonction réalisation ... 23
4.5.1 Pilotage ... 23
4.5.2 Réalisation ... 23
4.5.3 Contrôle de la réalisation ... 23
4.5.4 Collecte des données ... 24

Sommaire (fin)

Page

4.6 Gestion des ressources nécessaires à la maintenance 24
4.6.1 Gestion du stock de maintenance 24
4.6.1.1 Consommables de maintenance 25
4.6.1.2 Pièces de rechange 25
4.6.1.3 Pièces à remplacement exceptionnel 26
4.6.1.4 Matériels et outillages 26
4.6.2 Responsabilités et principes de gestion du stock maintenance 27
4.6.3 Le fichier «stock maintenance» 27
4.6.4 Gestion des ressources humaines 28
4.6.5 Gestion des ressources extérieures/externalisation 28
4.7 Gestion des ressources nécessaires à la maintenance 28
4.7.1 Les coûts 28
4.7.2 Budget et contrôle budgétaire 29
4.7.3 Tableaux de bord 29

Avant-propos

La mondialisation des échanges place les entreprises dans un contexte de compétition qui nécessite, entre autres :

— *sur le plan des investissements, d'éviter de commettre des erreurs quantitatives ou qualitatives et d'optimiser l'efficacité des investissements déjà réalisés ;*

— *sur le plan des prix de revient, de maîtriser et d'optimiser les coûts dans leur diversité ;*

— *sur le plan des structures, d'engager des actions de décloisonnement et d'entraîner les hommes, de fonctions, spécialités et niveaux différents, dans un travail d'équipe orienté vers la réalisation d'objectifs communs, dans le cadre d'une culture commune librement partagée.*

C'est ainsi que l'exploitation d'un outil, quelle qu'en soit la finalité (production de biens, services,…), doit être conduite avec le double souci de l'efficacité technico-économique et de la sécurité dans le respect des exigences des référentiels de management universellement reconnus dans le domaine de la qualité, (ISO 9000, etc.) et de l'environnement (ISO 14000, etc.).

L'efficacité économique de l'entreprise est fonction entre autres du coût global de cycle de vie, intégrant d'une part le coût total d'acquisition et d'autre part le coût d'exploitation (main d'œuvre, énergie, matières premières et fournitures, maintenance).

Dans ce contexte, l'importance stratégique de la fonction maintenance, qu'elle soit intégrée (centralisée dans un seul service ou répartie sur l'ensemble des acteurs du système productif) ou qu'elle soit externalisée (partiellement ou totalement) prend une nouvelle dimension dans le management d'une entreprise.

Introduction

Conçu sous forme de guide, le présent fascicule de documentation a pour objet de présenter les lignes directrices à prendre en compte pour concevoir, évaluer ou réviser le processus maintenance qu'une entreprise industrielle est susceptible de mettre en place, en vue d'atteindre ses objectifs.

Basée sur une approche fonctionnelle de la maintenance, l'analyse proposée guidera les responsables concernés et/ou les dirigeants pour :

— concevoir un processus maintenance adapté à leur contexte ;

— caractériser les interfaces et les liaisons que ce processus devra développer avec les autres processus constitutifs de l'entreprise ;

— définir les missions et les responsabilités des différents acteurs de la fonction maintenance.

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique au processus maintenance de l'entreprise.

Il concerne :

— la maintenance du bien, d'une fonction technique remplie par ce bien à assurer ou d'un système productif dans sa globalité (à l'exclusion de la maintenance des logiciels informatiques) ;

— les entreprises industrielles et de services.

Il ne concerne pas certaines activités traditionnellement dévolues aux services maintenance des entreprises mais qui, de nature différente, ne relèvent pas de la maintenance telle que définie dans la norme NF EN 13306 : travaux neufs, sécurité, environnement,….

2 Références normatives

Le présent document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF X 60-200, *Documents techniques à remettre aux utilisateurs de biens durables à usage industriel et professionnel — Nomenclature et principes généraux de rédaction et de présentation*.

X 60-012, *Termes et définitions des éléments constitutifs et de leurs approvisionnements pour les biens durables.*

X 60-020, *Maintenance — Indicateurs de maintenance*.

FD X 60-008*, Maintenance — Relation pré-contractuelle.*

X 60-318 *Maintenance — Guide de préparation des contrats de maintenance.*

NF EN 13306, *Terminologie de la maintenance* (indice de classement : X 60-319).

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
maintenance
ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise

3.2
article
bien identifié en tant que tel constituant de ce fait un élément de nomenclature ou de catalogue

3.3
amélioration
ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise

3.4
bien
tout élément, composant, mécanisme, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système qui peut être considéré individuellement

NOTE Un nombre donné de biens, par exemple un ensemble de biens, ou un échantillon, peut être lui-même considéré comme un bien.

3.5
externalisation
opération qui consiste à confier à un opérateur extérieur, une activité ou un service exécuté habituellement en interne

3.6
maintenance préventive
maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien, elle est subdivisée en :

3.6.1
maintenance conditionnelle
maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent

NOTE La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue.

3.6.2
maintenance prévisionnelle
maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien

3.6.3
maintenance systématique
maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien

3.7
maintenance corrective
maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise

3.8
management de la maintenance
toutes les activités des instances de direction qui déterminent les objectifs, la stratégie et les responsabilités concernant la maintenance et qui les mettent en application par des moyens tels que la planification, la maîtrise et le contrôle de la maintenance, l'amélioration des méthodes dans l'entreprise y compris dans les aspects économiques

3.9
modification
ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à changer la fonction d'un bien

NOTE 1 Modification ne signifie pas remplacement par un objet équivalent.

NOTE 2 Une modification n'est pas une action de maintenance, mais se rapporte au changement de la fonction requise d'un bien pour donner à ce bien une nouvelle fonction requise. Les changements peuvent avoir une influence sur la sûreté de fonctionnement ou sur les performances du bien, ou sur les deux.

NOTE 3 Une modification peut être exécutée par le personnel de maintenance.

3.10
plan de maintenance
ensemble structuré des tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources, et la durée nécessaire pour exécuter la maintenance

3.11
processus
ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie

3.12
système productif
système dont la finalité est de fournir un produit ou un service à un client extérieur au système

4 Processus maintenance

4.1 Management, politique et stratégie de maintenance

4.1.1 Management de la maintenance

Le management de la maintenance est à la charge d'une (ou plusieurs) personne(s) désignée(s) dont les responsabilités et autorité doivent être définies.

Le rôle de la (ou des) personne(s) en charge du management de la maintenance consiste à piloter toutes les actions qui concourent à atteindre aux meilleures conditions techniques et économiques, les buts et objectifs qui lui sont définis par la Direction en matière de : coûts, qualité, sûreté de fonctionnement (FMD : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité), sécurité, environnement, etc.

Le management de la maintenance nécessite la mise en œuvre d'une communication, basée sur des échanges d'informations avec toutes les autres fonctions de l'entreprise.

Ces informations peuvent être par exemple : des tableaux de bord et suivi d'indicateurs, des comptes rendus et rapports, des recommandations sur les conséquences des choix industriels.

4.1.2 Politique de maintenance

La politique de maintenance consiste à fixer les orientations (méthode, programme, budget, etc.), dans le cadre des buts et objectifs fixés par la Direction de l'entreprise.

Dans le cadre de l'optimisation des coûts de production, et selon la politique retenue, les orientations privilégient :

— la disponibilité et la durée de vie du bien ;

— la sécurité des hommes et des biens ;

— la qualité des produits ;

— la protection de l'environnement ;

— l'optimisation des coûts de maintenance ;

— etc.

Elle fait adapter les méthodes de travail suivant que l'arrêt du bien à maintenir ne concerne que lui (cas d'un bien autonome ou d'un bien appartenant à une ligne de production continue, mais qui a été doublé pour des questions de disponibilité et/ou de sécurité), ou au contraire, qu'il entraînera l'arrêt de toute une ligne de production (cas d'un laminoir ou d'une chaîne d'assemblage de véhicules par exemple).

La politique de maintenance conduit, en particulier, à faire des choix entre :

— maintenance préventive et/ou corrective, systématique ou conditionnelle ;

— maintenance internalisée et/ou externalisée.

En tenant compte du :

— type de contractualisation ;

— degré de risque accepté ;

— etc.

4.1.3 Stratégie de maintenance

La stratégie de maintenance, qui résulte de la politique de maintenance, impose des choix pour atteindre, voire dépasser, les objectifs fixés.

Ces choix sont à faire pour :

— développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;

— élaborer et optimiser les gammes de maintenance ;

— organiser les équipes de maintenance ;

— internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;

— définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;

— étudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité.

La stratégie de maintenance implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

Les résultats mesurés sont comparés aux objectifs et font l'objet d'analyses.

Une partie importante de la stratégie de maintenance concerne les ressources humaines aussi bien chez les intervenants extérieurs à l'entreprise que dans le personnel de l'entreprise elle-même :

— sélection, recrutement ;

— formation du personnel ;

— gestion des compétences et des habilitations ;

— communication ;

— etc.

4.2 Typologie et niveaux de maintenance

4.2.1 Les niveaux de maintenance

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en cinq niveaux de maintenance.

Le classement de ces opérations permet de les hiérarchiser de multiples façons.

Ce peut être en fonction des critères suivants :

Définir qui fait quoi au regard de chacun des niveaux de maintenance :

— le personnel de production (maintenance industrielle)ou l'occupant (maintenance immobilière) ;

— le personnel de maintenance en tenant compte de la qualification de l'intervenant ;

— le personnel de l'entreprise ou un sous-traitant ;

— une combinaison des trois.

Quand il s'agit de la maintenance de patrimoines immobiliers, il est important de définir avec précision à qui sont imputées les charges de maintenance : occupant ou locataire d'autre part ; on distingue :

— les opérations ***récurrentes*** de maintenance à reconduire pour chaque exercice : ces charges sont généralement imputées à l'occupant ou au locataire ;

— les opérations ***prévisibles*** de maintenance dont les échéances sont à des intervalles de temps supérieurs à la durée légale d'un exercice comptable ;

NOTE 1 Ces charges sont généralement imputées au propriétaire du bien.

NOTE 2 Ces charges correspondent en général au niveau 4 définit ci-après.

— les opérations de rénovation reconstruction assimilables à des ***investissements*** et programmées en fonction de la durée de vie prévisible des biens.

NOTE 1 Ces charges sont toujours imputées au propriétaire du bien.

NOTE 2 Ces charges correspondent en général au niveau 5 définit ci-après.

Retenir d'autres critères liés aux échelons de maintenance, aux moyens à mettre en œuvre, au coût des pièces détachées, etc., pour lequel il appartient à chacun de se déterminer.

4.2.1.1 *1er niveau de maintenance*

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien.

Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

Exemples :

- Maintenance préventive

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Ronde de surveillance d'état — Graissages journaliers — Manœuvre manuelle d'organes mécaniques — Relevés de valeurs d'état ou d'unités d'usage — Test de lampes sur pupitre — Purge d'éléments filtrants — Contrôle d'encrassement des filtres	— Ronde de vérification des états et de bon fonctionnement : éclairage, ouvrants, plomberie, revêtements, étanchéité — Certains graissages, lubrifications (paumelles des portes, fenêtres, etc.,...)

(Dans certains cas, certaines actions de maintenance correctives peuvent relever du niveau 1)

Exemples :

- Maintenance corrective

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Remplacement des ampoules — Opérations de serrurerie courantes sur caractérisation, racleurs, bavettes, frotteurs — Ajustage, remplacement d'éléments d'usure ou détériorés, sur des éléments composants simples et accessibles	

4.2.1.2 *2e niveau de maintenance*

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple.

Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance.

Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

Exemples :

- Maintenance préventive

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Contrôle de paramètres sur équipements en fonctionnement, à l'aide de moyens de mesure intégrés au bien — Réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe-moteur, etc.) — Contrôle des organes de coupure (capteurs, disjoncteurs, fusibles), de sécurité, etc. — Détartrage de surface de ruissellement (tour aéroréfrigérante) — Graissage à faible périodicité (hebdomadaire, mensuelle) — Remplacement de filtres difficiles d'accès	— Vérification des réseaux eau — Vanne (EV) et eau usée (EU) — Contrôle de la robinetterie — Vérification des mises à la terre — Contrôle de fissuration et d'étanchéité des terrasses — Nettoyage des descentes des eaux pluviales (EP) désherbage des terrasses — Curage de canalisation (hors réseaux)

Exemples :

- Maintenance corrective

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Remplacement par échange standard de pièces : fusibles, courroies, filtres à air, etc. — Remplacement de tresses, de presse-étoupe, etc. — Lecture de logigrammes de dépannage pour remise en cycle — Remplacement de composants individuels d'usure ou détériorés par échange standard (rail, glissière, galet, rouleaux, chaîne, fusible, courroie,…)	— Réparations par échange standard et réglages simples d'équipements tels que : chasse d'eau, poignées de porte et d'ouvrants, plaque de faux plafond — Remplacement de sources lumineuses — Retouche de peinture et de revêtements — Remplacement des prises électriques et interrupteurs détériorés — Dégorgement de canalisation avec matériel léger, etc.

4.2.1.3 *3e niveau de maintenance*

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes.

Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

Exemples :

- Maintenance préventive

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Contrôle et réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure externes aux biens — Visite de maintenance préventive sur les équipements complexes — Contrôle d'allumage et de combustion (chaudières) — Intervention de maintenance préventive intrusive — Relevé de paramètres techniques d'état de biens à l'aide de mesures effectuées d'équipements de mesure individuels (prélèvement de fluides ou de matière,…)	— Contrôle étanchéité des baies vitrées en façade, des terrasses — Repérage des fissurations, pose de témoins.

Exemples :

- Maintenance corrective

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Diagnostic — Réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid) — Reprise de calorifuge — Diagnostic d'état avec usage d'équipements de soutien portatifs et individuels (pocket automate, multimètre) — Remplacement d'organes et de composants par échange standard de technicité générale, sans usage de moyens de soutien communs ou spécialisés (carte automate, vérin, pompe, moteurs, engrenage, roulement,…) — Dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure et de diagnostics individuels	— Diagnostic d'état avec usage d'équipements de soutien portatifs (usage de terminaux portables d'interrogation d'automates) — Remplacement de sous-ensembles et réglages : serrures, ferme-portes, robinetteries, appareils d'éclairage,... — Remplacement de vitrerie simple ou panneau de mur rideau $\leq 1\ m^2$ — Reprise de dégradation partielle sur porte, fenêtre, plinthe.

4.2.1.4 *4e niveau de maintenance*

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés.

Ce type d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

Exemples :

- Maintenance préventive

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine — Analyse vibratoire — Analyse des lubrifiants — Thermographie infrarouge (installations électriques, mécanique, thermique,…) — Relevé de paramètres techniques nécessitant des moyens de mesure collectifs (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données — Révision d'une pompe en atelier, suite à dépose préventive	— Thermographie infrarouge des bâtiments (isolation)

Exemples :

- Maintenance corrective

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Remplacement de clapets de compresseur — Remplacement de tête de câble en BTA — Révision d'une pompe en atelier spécialisé suite à dépose préventive — Réparation d'une pompe sur site, suite à une défaillance — Dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure ou de diagnostics collectifs et/ou de forte complexité (valise de programmation automate, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs,…)	— Reprise de clôture extérieure — Remplacement d'une porte et mise en peinture — Réparations de fissures et défauts d'étanchéité — Reprise de fuite de toiture

4.2.1.5 *5e niveau de maintenance*

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels.

Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

Exemples :

Utilités et process	Maintenance de patrimoine immobilier
— Révisions générales avec le démontage complet de la machine — Reprise dimensionnelle et géométrique — Réparations importantes réalisées par le constructeur ou le reconditionnement de ses biens — Remplacement de biens obsolètes ou en limite d'usure	— Réfection d'une chaussée ou d'un réseau — Reprise complète d'un revêtement, d'un faux plancher ou d'un faux-plafond dans un bureau ou un local — Réfection d'une zone terrasse en étanchéité

4.2.1.6 *Échelons de maintenance*

Il est important de ne pas confondre les niveaux de maintenance avec la notion d'échelon de maintenance qui spécifie l'endroit où les interventions sont effectuées. On définit généralement trois échelons qui sont :

— la **maintenance sur site** : l'intervention est directement réalisée sur le matériel en place ;

— la **maintenance en atelier** : le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention ;

— la **maintenance chez le constructeur** ou une **société spécialisée** : le matériel est alors transporté pour que soient effectuées les opérations nécessitant des moyens spécifiques.

Bien que les deux concepts de niveau et d'échelon de maintenance soient bien distincts, il existe souvent une corrélation entre le niveau et l'échelon. Les opérations de niveaux 1 à 3, par exemple, s'effectuant sur site, celles de niveau 4 en atelier, et celles de niveau 5 chez un spécialiste hors site (constructeur ou société spécialisée). Si cela se vérifie fréquemment (dans le domaine militaire par exemple), il convient cependant de ne pas en faire une généralité. On peut rencontrer en milieu industriel des tâches de niveau 5 effectuées directement sur site.

4.2.1.7 *Remarques sur une décomposition différente*

On observe que la décomposition détaillée en cinq niveaux de maintenance proposée ci-dessus peut être parfois ramenée à quatre ou à trois niveaux selon d'autres normes ou usages Une classification simplifiée sur trois niveaux distingue :

— les opérations de maintenance simples (réglages, remplacements de consommables, graissages,...). Elles concernent en particulier les tâches effectuées sur les Unités Remplaçables en Ligne (URL) qui sont caractérisées par une détection aisée de leurs défaillances ou dégradations et un remplacement simple, sans démontage des éléments avoisinants. Cette première classe d'interventions rassemble les niveaux 1 et 3 de la classification en cinq niveaux ;

— les opérations de maintenance de complexité moyenne (réparations de composants, contrôles intrusifs, examens des parties internes d'un matériel, visites,...). Elles s'appliquent en particulier aux Unités Remplaçables en Atelier (URA) qui ne peuvent pas être aisément changées sur le terrain. On retrouve ici le niveau 4 de la décomposition en cinq niveaux ;

— les opérations de maintenance majeures qui s'identifient au niveau 5 et qui sont généralement effectuées par le constructeur ou des sociétés spécialisées.

4.2.2 Mise en œuvre de la politique de maintenance

4.2.2.1 *Décomposition arborescente d'un bien*

Le bien étant défini comme «tout élément, composant, mécanisme, sous système, unité fonctionnelle, équipement ou système qui peut être considéré individuellement», une décomposition arborescente d'une part du bien et d'autre part de ses fonctions devra être réalisée en vue des actions de maintenance.

Il appartient à chacun de définir selon ses besoins les différents niveaux de cette décomposition arborescente. Certaines professions peuvent développer, pour leur propre usage et en fonction de leurs spécificités, des guides standards ou des normes sectorielles facilitant cette décomposition.

4.2.2.2 *Description et codification d'un bien*

Chaque site est décomposé en systèmes qui réalisent des fonctions.

Un système est composé d'un ensemble de matériels ou d'équipements eux-mêmes décomposables.

La désignation et la codification de ces matériels ou équipements sont à définir en préalable et sont la base de toute la gestion de :

— maintenance ;

— exploitation ;

— historique ;

— documentation ;

— gestion de stock ;

— gestion économique ;

— gestion du patrimoine ;

— etc.

4.2.2.3 *Maintenance préventive*

a) Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive systématique inclut les actions de maintenance requises par les dispositions légales et/ou réglementaires. Elle inclut au minimum la planification formelle, la description claire et précise du travail à effectuer (lubrification, changement de filtres, remplacement des roulements, etc.) et l'enregistrement du travail accompli.

La maintenance préventive systématique s'applique à des mécanismes de dégradation dont l'évolution est globalement connue. Ceci explique qu'elle n'inclut pas d'observation préalable de l'état du bien.

b) Maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle

Pour mieux tenir compte de la dégradation réelle du matériel/équipement (par exemple : des conditions réelles d'exploitation) des mesures périodiques ou continues de paramètres observables et significatifs de l'état de dégradation du bien permettent d'espacer ou de supprimer des tâches répétitives, coûteuses et parfois non justifiées.

La maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle suppose ici l'idée de ne pas réaliser une action de maintenance sur un équipement tant qu'il n'est pas sur le point de ne plus assurer sa fonction requise. Ceci pour tenir compte du fait que la durée de vie de certains équipements peut diminuer si ces derniers sont arrêtés et redémarrés trop fréquemment ou s'ils sont démontés plus que nécessaire. Elle peut aussi permettre de réduire la fréquence de certaines actions de maintenance préventive qui nécessitent l'arrêt ou le démontage des équipements.

La maintenance conditionnelle ou prévisionnelle représente une démarche d'optimisation de la maintenance préventive systématique, basée sur la mesure objective de paramètres de la dégradation du bien. Elle repose sur l'extrapolation de mesures et courbes de tendance en fonction de l'usage du bien. Les courbes sont issues de mesures successives comparées à celle du retour d'expérience (REX).

Le concept de maintenance conditionnelle suppose que la procédure en trois étapes décrite ci-après soit suivie dans son intégralité et de façon systématique :

1) Mesures ou observations

   Elles doivent être reproductibles dans le temps et réalisées périodiquement ou en continu. Cette condition indispensable peut demander l'usage d'un appareillage approprié (mesureur à poste fixe ou portable).

2) Traitement des mesures

   C'est la validation et la représentation formalisées des mesures permettant l'analyse.

3) Analyse

   C'est la réflexion menée en particulier sur un graphe décrivant l'évolution des paramètres relevés. Toute tendance doit trouver son explication et conduire à l'établissement d'un diagnostic.

   Les interventions de maintenance seront planifiées en fonction de la prévision d'atteinte des seuils prédéterminés par retour d'expérience ou de leur franchissement.

   Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

c) Plan de maintenance

Chaque matériel ou équipement est constitué d'un certain nombre d'éléments pour lesquels sont définies des actions de maintenance préventive systématique ou préventive conditionnelle à réaliser. Il convient de prendre en considération, si elles existent, les recommandations des constructeurs, complétées des données de retour d'expérience du site ou d'autres sites utilisateurs de mêmes équipements.

Le regroupement de ces actions constitue le plan de maintenance.

NOTE Une liste exhaustive d'éléments du bien, associée à des actions et périodicités, peut constituer une base de données standard par activité de maintenance. Cette base de données peut être différente d'un utilisateur à l'autre, en raison des différences d'usage et de criticité.

d) Échéancier

L'échelonnement à priori de l'ensemble des actions de maintenance des matériels et équipements d'un site, à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre d'unités d'usage prévu, constitue l'échéancier.

e) Planification

À intervalles réguliers et prédéterminés, et en fonction des paramètres effectifs (ressources disponibles, franchissement du nombre d'unités d'usage, entretien conditionnel, ordres de travaux, etc.), l'échéancier est actualisé lors de la planification.

Cette planification prend en compte les contraintes liées à l'exploitation et les ressources disponibles.

Suite à cette décision, l'émission du document d'intervention est réalisée et constitue le programme d'activité de l'équipe de maintenance.

On retient fréquemment la semaine comme période de planification par les responsables de maintenance et par les éditeurs de logiciels de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur).

f) Réalisation suivant mode opératoire

Afin de garantir une qualité constante d'exécution des prestations en toute sécurité, le personnel de maintenance dispose du manuel des instructions de maintenance explicitant l'objectif de l'opération, les procédures et les moyens à mettre en œuvre.

Ce manuel fait partie de la documentation de maintenance.

4.2.2.4 *Maintenance corrective*

La maintenance corrective vise à rétablir le bien considéré dans l'état d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement et/ou partiellement.

Elle comprend en particulier :

— le diagnostic de la défaillance (détection, localisation, analyse) ;

— l'action corrective ou palliative immédiate (fonction requise totale ou marche dégradée) ;

— l'action corrective différée avec ou sans amélioration ;

— un essai de fonctionnement.

La maintenance corrective n'est pas forcément celle qui est la moins coûteuse, d'abord parce que, pour une même intervention elle peut forcer à engager des moyens exceptionnels justifiés par la criticité de la défaillance, d'autre part parce que l'interruption non programmée du service ou de la production, peut avoir des conséquences préjudiciables pour l'entreprise.

La maintenance corrective est, par définition, imprévisible mais pas forcément imprévue :

a) Maintenance corrective «acceptée»

La recherche permanente du meilleur rapport, usage/coût, peut conduire à accepter la défaillance d'un équipement avant d'envisager des actions de maintenance.

b) Maintenance corrective «palliative»

Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise.

Appelée couramment «dépannage», la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui doivent être suivies d'actions curatives.

c) Maintenance corrective «curative»

Action de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Le résultat des actions réalisées doit présenter un caractère permanent.

Des modifications et améliorations peuvent être apportées, afin de réduire l'occurrence d'apparition de la défaillance ou d'en limiter l'incidence.

4.2.2.5 *Auto maintenance*

Certaines actions de maintenance ou préalables à des actions de maintenance de niveau 1 peuvent être réalisées par le personnel d'exploitation :

— surveillance de l'état du bien et des paramètres significatifs de cet état ;

— actions prédéfinies de maintenance sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité (suivant procédure, instructions de maintenance) ;

— rétablissement provisoire d'une fonction requise par des opérations simples de dépannage (niveau 1).

Un guide d'auto maintenance est élaboré pour définir les modalités d'exécution de ces actions en complément des actions d'exploitation telles que :

— surveillance d'exploitation du bien ;

— permutation d'équipements redondants et remise en cycle.

Ce document fait partie intégrante de la documentation générale.

4.2.2.6 *Historique du bien*

Tous les événements, qu'ils soient de maintenance préventive ou corrective, d'exploitation, de mise en conformité de modification, liés à des mises en service, des arrêts, des travaux, etc., sont consignés pour constituer l'historique du bien et en permettre la traçabilité.

L'historique de maintenance est un sous-ensemble de l'historique du bien.

La désignation et la codification du bien permettront alors une analyse hiérarchique de ce dernier, par système, fonction, équipement, voire par élément chaque fois que nécessaire, pour ajuster en permanence la stratégie de maintenance.

L'utilisation d'un outil informatique adapté tel que l'outil logiciel de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) facilitera cette analyse.

4.2.2.7 *Maintenance et «outils» spécifiques*

Selon la décomposition fonctionnelle du processus maintenance la fonction maintenance se compose d'activités techniques d'étude et de réalisation, d'activités d'organisation et d'administration et d'activités de management. Chacune d'entre elles a ses outils spécifiques (techniques et/ou méthodologiques). On peut ainsi distinguer :

— des outillages très diversifiés qui sont utilisés par la fonction réalisation (collecteurs de données, outils d'analyse, outils d'intervention manuels, etc.) ou par la fonction magasinage (lecteurs de codes-barres, robots, etc.) ;

— des outils méthodologiques pour les études. On peut citer notamment :

  - les méthodes d'analyse de fonctionnement pour obtenir une décomposition fonctionnelle des systèmes ;
  - les méthodes d'analyse de dysfonctionnement (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC), arbre des défaillances, etc.) qui permettent d'établir les chaînes causales des défaillances en vue d'améliorer la fiabilité ou la maintenabilité opérationnelle des biens en fonction de leur impact sur les objectifs globaux de l'installation ;
  - les méthodes d'aide au choix d'alternatives de maintenance (arbre de maintenance, Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF),...) ;

— des méthodes pour déterminer les moyens logistiques requis (Analyse du Soutien Logistique (ASL) ...) ;

— des outils d'organisation et de gestion pour gérer les ordres de travaux, planifier les interventions, gérer les matières en stock, suivre le processus d'approvisionnement, collecter le retour d'expérience, etc. (systèmes de GMAO) ;

— des outils de management pour calculer des indicateurs et aider la prise de décision.

4.3 La fonction études de maintenance

La maintenance est l'une des fonctions de l'entreprise qui contribue à sa pérennité et à sa prospérité. De ce fait, tout en respectant un certain nombre de contraintes, elle doit être orientée en fonction des objectifs généraux de l'entreprise et être régulée en fonction de l'écart constaté entre les performances attendues et celles qui sont mesurées, ou à défaut observées.

— Les performances qui sont attendues et sur lesquelles les activités de maintenance ont un effet de levier important sont :

  - la disponibilité des biens, compte tenu de leur capacité et de l'écoulement de la production sur le marché ;
  - la qualité du service ou du produit ;
  - un coût d'exploitation comprenant en particulier les coûts de maintenance optimums.

— Les contraintes à faire respecter et les objectifs à atteindre concernent généralement :

- la sécurité des biens et des personnes ;
- la préservation du patrimoine et de la durée de vie de l'outil de production jusqu'à son obsolescence ;
- la préservation de l'environnement.

Ces exigences (performances et contraintes) peuvent être contradictoires et les objectifs assignés ne peuvent être que le résultat d'un compromis. C'est donc à partir de celui-ci que les activités de maintenance seront définies et planifiées.

4.3.1 Analyse des besoins

L'analyse des besoins de maintenance doit commencer par l'identification des conditions de fonctionnement des biens et la définition des objectifs constitutifs de la politique de maintenance. C'est sur cette base et compte tenu des contraintes à respecter, que l'on pourra définir les valeurs de fiabilité opérationnelle attendues des biens.

La fiabilité opérationnelle qui est observée compte tenu de la maintenance préventive effectuée ne constitue qu'un indicateur. Il ne s'agit pas d'un but en soi mais plutôt d'un paramètre qui influe sur les objectifs visés (disponibilité, qualité, coûts) et sur les contraintes.

Le responsable de maintenance doit avoir une vision fonctionnelle, aussi bien technique, qu'économique (coûts directs, coût global). Une vision trop matérielle qui recherche pour chaque bien une fiabilité maximale sans se préoccuper des conséquences des défaillances risque de conduire à une maintenance excessive incompatible avec les objectifs de coût et de disponibilité.

Il en est de même pour l'analyse de la performance intrinsèque de l'activité maintenance, basée sur une approche coûts directs (vision réductrice avec risque de non-maintenance)

4.3.2 Analyse du retour d'expérience

Pour pouvoir déterminer le programme d'actions de maintenance à entreprendre ainsi que les moyens logistiques (rechanges, outillage, personnel, etc.) qui seront nécessaires, outre les performances attendues qui résultent de l'analyse des besoins, il faut disposer d'un retour d'expérience. Ce retour d'expérience contribue par exemple :

— au suivi d'indicateurs qui résument et synthétisent la fiabilité des matériels ainsi que leur contribution aux coûts d'exploitation et aux risques vis-à-vis de la sûreté de fonctionnement ;

— à l'amélioration des modes opératoires.

Ce retour d'expérience à pour objectifs :

— d'améliorer les modes opératoires de maintenance et/ou de production ;

— d'éviter les coûts inutiles (directs ou indirects) ;

— d'améliorer l'efficacité des services de la maintenance ;

— d'améliorer la fiabilité/performance des process ou équipements de production ;

— de suivre les résultats des modifications ou améliorations ;

— d'améliorer la qualité du produit ou service rendu.

À cette fin on peut par exemple constituer un échantillon rassemblant des matériels dont les caractéristiques technologiques et les conditions de fonctionnement sont suffisamment proches de celles du matériel concerné pour que l'on puisse tirer des conclusions valables de l'analyse de leur comportement. On pourra en particulier chercher à profiter du retour d'expérience provenant d'autres exploitants.

Les données prises en compte peuvent être avantageusement complétées par des avis d'experts. Pour cela il est utile qu'une coopération et des échanges techniques s'établissent entre le constructeur et le service maintenance de l'utilisateur pendant toutes les phases du cycle de vie de l'installation (de la conception à sa mise au rebut).

4.3.3 Élaboration du plan de maintenance préventive

Quoique l'on fasse il restera toujours des défaillances résiduelles et il est préférable de concevoir la maintenance corrective non pas comme un échec de la maintenance préventive mais comme un type d'intervention complémentaire. Le responsable de maintenance doit choisir la maintenance préventive qu'il effectuera et, autant que possible, la part qu'il laissera à la maintenance corrective.

Dans ce dernier cas, les interventions identifiées de maintenance corrective sont préparées en vue d'en simplifier l'exécution. L'élaboration d'un plan de maintenance préventive est subordonnée à l'analyse préalable des conséquences, des défaillances probables des biens. Le retour d'expérience disponible est utilisé pour évaluer les risques vis-à-vis des enjeux de l'entreprise ce qui permet de les comparer avec les effets des interventions préventives qui réduiraient ces risques. La décision prise par le responsable de maintenance repose sur une analyse qui compare les conséquences de différentes alternatives possibles en termes de sûreté de fonctionnement, de coûts et de qualité de la production.

L'élaboration d'un plan de maintenance préventive a pour but de définir :

— sur quel bien effectuer la maintenance ;

— quelles sont les interventions à prévoir ;

— quand et comment elles doivent être réalisées.

À ces décisions technico-économiques s'ajoutent des choix d'organisation qui conduisent à répartir les tâches et les responsabilités entre les différents acteurs (opérateurs de fabrication ou de conduite, agents de maintenance de l'entreprise, prestataires de services). Des méthodes spécifiques peuvent éventuellement être utilisées pour éclairer ces décisions (MBF : Maintenance Basée sur la Fiabilité). Leur application, outre la définition du plan de maintenance, peut également conduire à modifier les biens ou à améliorer les modes opératoires.

Le plan de maintenance préventive inclut les interventions réglementaires et peut donner lieu dans le domaine de la sécurité à des aménagements de postes ou à diverses actions de prévention.

Il convient généralement de faire intervenir les différents services de l'entreprise dans l'élaboration du plan de maintenance en fonction des compétences de chacun, et notamment d'établir une étroite collaboration entre le service maintenance et les services utilisateurs du bien.

Il convient également de tenir compte des préconisations et de l'avis du constructeur.

4.3.4 Détermination des articles nécessaires à la maintenance

Le délai d'approvisionnement et le prix d'achat des articles nécessaires conduisent les entreprises à constituer un stock pour limiter les conséquences des défaillances, en particulier sur la disponibilité. La liste des articles à tenir en magasin est établie en tenant compte notamment :

— des conditions d'exploitation et de fiabilité intrinsèque des biens à maintenir et qui influent sur la consommation des articles ;

— de la fréquence des remplacements systématiques ;

— des consommations prévisionnelles pour une durée déterminée

— des délais d'approvisionnement qui peuvent altérer la disponibilité des biens (coûts indirects) ;

— des coûts d'acquisition (coûts d'achats, de transport, etc.) ;

— des coûts de possession (coûts financiers, de stockage, etc.) ;

— des conditions de conservation (durée de péremption) ;

— etc.

Ce travail peut être effectué sur la base du plan de maintenance préventive, du retour d'expérience analysé et des recommandations du constructeur. Le nombre d'articles à stocker est calculé en tenant compte du nombre de biens installés, et les seuils de réapprovisionnement sont établis en fonction des risques de rupture de stock.

La gestion des articles nécessaires à la maintenance est traitée au paragraphe 4.6 «Gestion du stock de maintenance».

4.3.5 Étude de l'amélioration des biens

Lorsque la maintenance préventive n'est pas en mesure d'apporter une solution applicable, efficace et économique pour éviter une défaillance et que la maintenance corrective ne constitue pas une solution acceptable au regard des objectifs visés, il faut envisager une amélioration du bien qui peut porter sur :

— la fiabilité intrinsèque du bien en réduisant notablement sa probabilité de défaillance ;

— sa maintenabilité en rendant possible des interventions préventives ou en diminuant les coûts et l'indisponibilité dus aux actions correctives ou préventives.

Bien que par nature cela n'entre pas dans le cadre de la stricte définition de la maintenance, même si elles sont réalisées par la fonction maintenance, des modifications peuvent améliorer les performances d'un bien. Les décisions de réparation (remise en état de composants dégradés), de modernisation (remplacement de composants en utilisant une nouvelle technologie), ou de reconstruction d'un bien, tiennent compte de son espérance de vie restante (durabilité résiduelle).

4.3.6 Participation au cahier des charges des investissements

La maintenance est un poste significatif dans le coût global du cycle de vie d'une installation qui dans de nombreux cas dépasse son coût d'acquisition. Or il est établi que c'est au tout début de la phase de conception que sont définies la plupart des caractéristiques et notamment les dépenses futures. C'est au moment où sont faits les choix techniques qui permettront d'obtenir les performances requises qu'il importe de prendre la fonction maintenance en considération.

Compte tenu des performances requises pour l'installation, une étude de la fiabilité, de la maintenabilité, de la disponibilité et de la sécurité des biens (études FMDS) permet de fixer les exigences à spécifier dans le cahier des charges et de comparer les offres des constructeurs.

Une analyse simultanée des besoins et du retour d'expérience sur des biens similaires en exploitation permet de définir les caractéristiques de fiabilité et de maintenabilité des investissements. En particulier elle amène à s'interroger sur les possibilités de standardisation de certains équipements.

Pour rechercher le profit maximal d'un investissement durant son cycle de vie, il convient aussi d'analyser le soutien logistique et si possible de l'intégrer dès la phase d'élaboration du cahier des charges. Cette prise en compte précoce des éléments de soutien dont le plan de maintenance fait partie et qui comprennent également le stock de pièces de rechange, l'outillage, les équipements de tests et d'essais, le niveau de qualification du personnel, la documentation, la formation, etc. constitue un moyen d'obtenir une bonne adéquation entre le besoin réel et celui exprimé dans le cahier des charges.

4.4 Les fonctions préparation et ordonnancement

Les fonctions préparation et ordonnancement consistent à déterminer les conditions nécessaires à la réalisation des actions de maintenance définies dans le cadre de la stratégie de maintenance (voir 4.1), en utilisant les méthodes et outils disponibles dans l'entreprise elle-même ou ceux auxquels elle peut faire appel dans les conditions précisées dans ses procédures.

4.4.1 Préparation

La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus maintenance. Toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées. Une telle préparation devra bien sûr s'inscrire dans le respect des objectifs généraux tels qu'ils sont définis par la politique de maintenance : coût, délai, qualité, sécurité,…

Quel que soit le type d'intervention à réaliser, la préparation sera toujours présente. Elle sera :

— implicite (non formalisée) : dans le cas de tâches simples, l'intervenant assurera lui-même, par expérience et de façon souvent automatique la préparation de ses actions ;

— explicite (formalisée) : réalisée par un préparateur, elle donne lieu à l'établissement d'un dossier de préparation structuré qui, faisant partie intégrante de la documentation technique, sera utilisé chaque fois que l'intervention sera réalisée. Il sera donc répertorié et conservé sous réserve de mises à jour ultérieures.

Une des premières questions à se poser est de définir, à partir d'un certain nombre de critères technico-économiques, les interventions qui justifient la mise en œuvre d'une préparation explicite et formalisée.

On sera donc amené à caractériser les interventions par :

— leur nature : maintenance corrective, préventive, améliorative, etc ;

— leurs caractéristiques :

- complexité technologique du matériel ;
- niveau de maintenance ;
- criticité du matériel dans le processus de production ;
- durée prévisible de l'intervention ;
- répétitivité de l'intervention ;
- coûts indirects générés par la défaillance (maintenance corrective) ;
- paramètres et contraintes de sécurité ;

— les conditions de réalisation des interventions :

- échelon de maintenance ;
- compétence des intervenants ;

— etc.

Il est nécessaire de mettre en œuvre une démarche méthodologique rigoureuse pour assurer cette fonction préparation ; cette méthodologie comprend les phases suivantes :

— définir l'état final recherché (cahier des charges, Bons de Travaux, Ordres de Travaux, etc.) ;

— caractériser l'état initial de l'installation ;

— réaliser l'inventaire des contraintes à respecter (externes, internes) ;

— réaliser l'inventaire des tâches élémentaires à réaliser ;

— évaluer la durée prévisionnelle de chaque tâche ;

— prévoir les ressources nécessaires : main d'œuvre, pièces de rechange, outillages, documentation, etc.

À chaque utilisation, ce dossier de préparation devra être optimisé en fonction des résultats de l'intervention réalisée : efficacité technique, rentabilité économique, etc.

Dans le cas d'une préparation formalisée par un dossier de préparation, celui-ci sera plus ou moins détaillé selon qu'il s'agira d'une préparation simplifiée ou d'une préparation approfondie. La préparation simplifiée ne formalisera que l'essentiel et les intervenants seront supposés faire preuve de professionnalisme et d'initiative. On réservera la préparation approfondie aux interventions complexes ou de grande ampleur, comme les «grands arrêts» en process continu ou les arrêts annuels en process manufacturiers par exemple.

Que cette fonction préparation soit assurée par une seule personne (ou équipe), ou qu'elle soit répartie entre plusieurs personnes ayant d'autres missions à assurer, on devra prendre soin de bien définir sa mission, les limites de ses responsabilités, son champ d'action et les compétences requises pour l'assurer avec efficacité.

4.4.2 Ordonnancement

L'ordonnancement permet de faire la comparaison entre les besoins et les moyens en tenant compte des contraintes, de concevoir un programme de travail et d'engager les moyens nécessaires au moment opportun.

L'ordonnancement de la maintenance s'inscrit dans le plan d'ordonnancement général de la production de l'entreprise : chaque service spécialisé et chaque agent doit avoir une claire perception des enjeux techniques, humains et économiques de l'entreprise sur lesquels son action porte effet.

Les responsabilités doivent être définies au sein de l'entreprise pour que l'ordonnancement des actions de maintenance permette en permanence de :

— prévoir et gérer le plan de charge en tenant compte des ressources internes et externes.

Cela comprend notamment la planification des activités qui doit être détaillée au niveau des tâches élémentaires et comprendre la coordination de tous les intervenants en utilisant le cas échéant un outil approprié (planning à barres, PERT, etc.). Le suivi et la mise à jour de cette planification doivent être organisés.

— prévoir la disponibilité des moyens matériels et logistiques requis (pièces de rechange, outillage, etc.) ;

— coordonner les actions ;

— gérer les événements imprévus qui nécessitent une réaction immédiate ;

— contribuer à l'optimisation des coûts de maintenance dans une perspective de moindre coût global ;

— assurer l'enregistrement et la transmission des informations appropriées ;

— etc.

Les actions de maintenance se dérouleront suivant des procédures très différentes selon qu'il s'agira de maintenance préventive (systématique ou conditionnelle) ou de maintenance corrective, l'un ou l'autre des ces trois types d'action étant prédominant suivant le type de bien à maintenir, et suivant les arbitrages que la Direction Générale de l'entreprise aura exercés en tenant compte de la sécurité et de l'optimisation des coûts recherchés.

4.5 La fonction réalisation

4.5.1 Pilotage

Le pilotage de la réalisation des actions de maintenance consiste principalement à gérer des moyens : hommes, outillage, pièces de rechange, etc.

En cas d'externalisation on privilégie généralement l'atteinte d'un résultat défini préalablement dans un cahier des charges, à un contrôle de moyens.

Dans tous les cas, les compétences de la personne chargée du pilotage devront être spécifiées.

Une intervention peut être composée d'étapes comprenant entre autre des points d'arrêt impliquant l'intervention de la personne chargée du pilotage.

4.5.2 Réalisation

La réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans les délais préconisés par l'ordonnancement.

La réussite de cette phase repose souvent sur l'usage de moyens de communication appropriés.

La minimalisation des délais de réalisation est coûteuse. Il convient donc de s'y attacher lorsque les objectifs globaux (production, qualité, sécurité, etc.) le justifient.

La réalisation peut nécessiter un diagnostic (une identification et une caractérisation de la défaillance) impliquant la mise en œuvre d'outils méthodologiques appropriés.

Dans certains cas il peut être nécessaire de chercher l'assistance d'un spécialiste approprié, pour déterminer la véritable cause d'une panne. De la même façon, les techniques de diagnostic des pannes sont de plus en plus utilisées. Ces moyens comprennent par exemple la façon de lire les plans, les techniques de management, l'établissement d'arbres des causes et effets, les courbes de Pareto, et peuvent comprendre également les méthodes conçues spécialement par les fabricants pour des équipements spécifiques.

4.5.3 Contrôle de la réalisation

Divers contrôles réalisés selon les modalités définies peuvent être effectués en phase de réalisation et/ou avant remise en service par des personnes désignées dont les responsabilités sont également définies. Cela ne réduit en rien la nécessité d'effectuer des auto contrôles individuels ou collectifs en cours d'exécution.

4.5.4 Collecte des données

À la fin d'une action, il est nécessaire de collecter et d'enregistrer l'expérience acquise sur des supports appropriés (papier, informatique, etc.). Pour accroître la crédibilité des données utilisées, il est généralement nécessaire de passer par une phase de validation.

Il convient d'établir un enregistrement pour toute défaillance constatée, pour toute action corrective et préventive réalisée.

Tout personnel impliqué dans la maintenance doit être sensibilisé à l'existence des informations historiques, de leur préparation, transmission, stockage, extraction et mise à jour.

Ce retour d'expérience est constitué :

— des données qualifiantes de l'ensemble des constatations qui ont été observées sur les biens :

— les symptômes ;

- leurs modes ;
- leurs effets ;
- leurs causes ;
- leurs localisations et leurs dates ;
- les conditions d'exploitation et toutes les informations relatives aux biens et à leurs réparations ;
- etc. ;

— des interventions préventives et de leurs résultats :

- dégradations constatées ou absences de dégradation ;
- remplacements et remises en état effectués et toutes les informations relatives aux actions réalisées ;
- etc.

4.6 Gestion des ressources nécessaires à la maintenance

Le stock de maintenance est l'ensemble des biens stockés, nécessaires à la réalisation optimale de la maintenance en termes de délais, de disponibilité, coûts, qualité, sécurité.

Il est constitué d'articles appartenant à la nomenclature des biens à maintenir et de matériels ou outils nécessaires à la réalisation des actions de maintenance selon la politique et les niveaux de maintenance définis.

NOTE 1 Les outillages de fabrication ne font pas partie du stock maintenance.

NOTE 2 La nomenclature des articles fait partie de la documentation technique du bien.

4.6.1 Gestion du stock de maintenance

On peut classer les biens constituant le stock maintenance en cinq catégories :

— consommables ;

— pièces à remplacement programmé ;

— pièces à remplacement non programmé ;

— pièces à remplacement exceptionnel ;

— matériels et outillages dédiés à la maintenance.

Dans le cadre d'une relation contractuelle, les parties définissent à qui incombent les divers frais relatifs à la disponibilité des rechanges de chaque catégorie.

4.6.1.1 *Consommables de maintenance*

Il s'agit de produits, ou d'articles banalisés nécessaires à la maintenance. Par exemple : les huiles, graisses ou les rouleaux de papier pour appareils enregistreurs de maintenance, peintures, vernis ou quincaillerie, etc.

Il est recommandé de standardiser à chaque fois que possible l'utilisation des produits ou articles, afin de limiter :

— le risque d'erreur ;

— le nombre de références en stock ;

— la valeur d'achat du stock ;

— les frais d'approvisionnement ;

— les frais de stockage ;

— les risques de péremption.

Pour certaines applications, il est recommandé de gérer les consommables non seulement par marque et type, mais par lot de fabrication, pour éviter les incompatibilités éventuelles (cas des huiles, graisses, produits chimiques, etc.).

4.6.1.2 *Pièces de rechange*

Il peut arriver que certaines installations soient prévues pour de très longues durées de vie. Dans ce cas une attention particulière doit être attachée à la disponibilité, sur la durée de vie prévue, des pièces de rechange spécifiques et les mesures appropriées mises en place (arrêt de fabrication, disparition du fournisseur,…).

Ces mesures peuvent être :

— prévision d'un stock de sécurité adapté ;

— étude préalable d'interchangeabilité

— mise à disposition du dossier de fabrication des pièces concernées

— etc.

4.6.1.2.1 *Pièces à remplacement programmé*

Il s'agit des «pièces d'usure conçues pour recevoir seules l'usure et dont le remplacement est préconisé par le constructeur pour un nombre d'unités d'usage déterminé».

NOTE Il n'en est pas moins vrai que certaines dégradations peuvent être constatées sur des pièces de fonctionnement non conçues pour recevoir seules l'usure. Leurs remplacements sont fréquemment assimilables à des rénovations du 5^{e} niveau de maintenance.

On citera par exemple :

— un rotor de moteur électrique ;

— le remplacement d'ailettes de turbine ;

— etc.

La liste de ces rechanges résulte directement de la description des actions de maintenance systématique ou de maintenance conditionnelle, description qui doit préciser quels sont les articles qui doivent être remplacés au cours de ces actions. On a ainsi la liste quantitative des pièces de rechanges consommées au cours d'une action. Le nombre annuel d'opérations, défini par le plan de charge de l'équipement et l'échéancier de maintenance, détermine la consommation annuelle, qu'il convient naturellement de majorer pour tenir compte des consommations imprévues liées à des actions de maintenance corrective. Le stock minimum sera défini à partir de cette consommation annuelle et du délai total de réapprovisionnement des articles considérés.

Cette procédure est de la responsabilité de la fonction maintenance.

NOTE Pour l'optimisation du stock et la réduction des frais de gestion et détention, les pièces à remplacement programmé sont gérées hors stocks et commandées lorsque le besoin se présente

4.6.1.2.2 *Pièces à remplacement non programmé*

Il s'agit de pièces de rechange dont le remplacement intervient en général au cours d'une action de maintenance corrective exécutée à la suite d'une défaillance. C'est le cas pour des pièces de rechange à remplacement programmé qu'une action de maintenance corrective oblige à changer en dehors de la périodicité des actions normales de maintenance préventive. Cela peut également se produire suite à un franchissement de seuil d'un paramètre suivi en maintenance conditionnelle.

La liste de ces rechanges est évidemment moins simple à constituer que les précédentes. La liste initiale peut être établie en utilisant la description qui doit figurer dans la documentation technique des actions de maintenance corrective. Elle peut aussi se baser sur l'expérience antérieure sur des matériels analogues, ainsi que sur celle du service après vente du constructeur qui possède une connaissance statistique des articles les plus demandés. Le renouvellement du stock se basera naturellement sur les consommations constatées dans la période précédente.

4.6.1.3 ***Pièces à remplacement exceptionnel***

Il s'agit de pièces détachées ou assemblées dont la durée de vie prévisible est au moins égale à celle du bien considéré, mais :

— qui peuvent être endommagées accidentellement ;

— dont le délai d'approvisionnement est long ;

— dont le prix est très élevé ;

— dont la défaillance entraîne l'indisponibilité de l'installation.

On citera par exemple un vilebrequin d'un générateur Diesel, ou une hélice d'un navire.

Ce poste est le plus difficile à gérer, car il s'agit d'une procédure par tout ou rien, en sachant qu'un tel rechange peut rester en magasin pendant toute la durée de vie du matériel concerné, coûter très cher en intérêt du capital investi, en surface de magasin, éventuellement en maintenance, et finalement être mis au rebut sans avoir jamais servi, au moment de l'arrêt définitif et du démantèlement, mais qu'à contrario, on regrettera de ne pas l'avoir commandé en cas d'accident grave. La décision d'approvisionner un tel rechange doit donc mettre en balance, d'une part les conséquences économiques d'une défaillance qui exigerait sa disponibilité ainsi que la probabilité d'une telle défaillance, d'autre part par le coût d'approvisionnement et de maintien en stock d'un bien onéreux et assez souvent encombrant. Ce dossier doit être établi par la fonction maintenance avec le concours de la production et transmis à la Direction pour décision. C'est un élément résultant de la politique de maintenance et d'exploitation d'entreprise retenue pour ces biens.

4.6.1.4 ***Matériels et outillages***

Il s'agit des outillages divers nécessaires à l'exécution des actions de maintenance. On peut classer ces outils en deux catégories :

— le petit outillage (outillage manuel, comme par exemple des clés ou appareils de mesure portatifs comme des contrôleurs), outillage souvent qualifié d'outillage «individuel» ;

— le gros outillage spécifique de l'entreprise (bancs d'essai), outillage souvent qualifié d'outillage «collectif» ;

— l'outillage spécifique au bien, outillage dédié au bien.

La gestion des outillages de maintenance diffère selon qu'il s'agit du petit outillage ou du gros outillage. Sur le plan comptable : les premiers sont dépensés dès qu'ils entrent en magasin, alors que les seconds entrent au bilan et sont soumis à amortissement.

Les méthodes de gestion de stock sont également différentes : le petit outillage est suivant le cas affecté à des personnels définis du service de maintenance, ou au contraire conservé en magasin et délivré à la demande pour des travaux spécifiques. Le gros outillage sera soit conservé en magasin et délivré à la demande pour des travaux spécifiques, soit dans le cas de matériels importants (bancs d'essai) implanté en atelier.

Il faut ajouter une contrainte spécifique à l'outillage : c'est qu'il faut assurer sa maintenance. C'est évident pour les gros matériels tels que les bancs d'essai qui posent les problèmes propres aux équipements importants qu'ils sont, mais c'est vrai aussi pour certains matériels d'outillage individuels comme les clés dynamométriques qui doivent être soumis à des ré-étalonnages fréquents ; il en est de même des appareils de mesure qui doivent eux aussi être ré-étalonnés régulièrement.

4.6.2 Responsabilités et principes de gestion du stock maintenance

Phases principales	Fonction responsable concernée
Identification des articles et définition du volume du stock	Maintenance avec aide du constructeur
Décision de mise en stock	Maintenance et éventuellement Direction
Acquisition	Achats
Gestion physique	Maintenance
Gestion économique	Maintenance avec concours comptabilité

Les indications de ce tableau sont à considérer comme ayant un caractère général et indicatif. Elles doivent être, d'une part adaptées évidemment en fonction de l'organisation propre de l'entreprise, d'autre part modulées selon les catégories définies au paragraphe 4.6.1 ci-dessus.

REMARQUE En fin de vie d'un bien, il peut subsister en stock, un certain nombre de pièces de rechange spécifiques à ce bien (pièces de rechange, à remplacement exceptionnel, par exemple). Dans ce dernier cas, il est de la responsabilité de la fonction Maintenance de décider de supprimer du stock ces articles.

Il convient de faire des analyses périodiques du stock pour :

— valider l'adéquation entre le stock existant et les besoins identifiés (sur-stockage, articles obsolètes, rupture de stock, etc.) ;

— optimiser les paramètres correspondants.

4.6.3 Le fichier «stock maintenance»

La tenue d'un fichier «stock maintenance» doit permettre à la fonction maintenance d'améliorer ses propres prestations. Un fichier complet des articles pourrait contenir par exemple tout ou partie des éléments suivants pour chaque article :

— désignation ;

— code de l'article chez l'utilisateur ;

— code de l'article chez le fabricant, ou les fournisseurs ;

— code du fabricant et ou des fournisseurs ;

— etc.

— préconisations spécifiques d'approvisionnement :

- quantité à réapprovisionner ;
- seuil de déclenchement de commande ;
- stock maximum ;
- période de réapprovisionnement ;
- décision d'approvisionnement ;
- etc. ;

— durée moyenne d'approvisionnement ;

— conditions particulières de stockage ;

— durée de vie en stockage pour des biens périssables ;

— applicabilité (sur quels équipements peut-on trouver ce bien ?) ;

— criticité de l'article dans sa fonction.

REMARQUE Les exigences de gestion des articles constituant le stock maintenance conduisent généralement à affecter à chaque article identifié un code. Dans tous les cas de figure on devra s'attacher à mettre en place un système de codification, permettant d'identifier de façon biunivoque, l'article dont on a besoin pour un usage donné.

4.6.4 Gestion des ressources humaines

Il appartient au management et aux responsables de :

— définir les profils d'emploi nécessaires à l'accomplissement de la mission de la fonction maintenance ;

— gérer les ressources disponibles en interne dans cet esprit et en particulier de prendre des dispositions pour assurer la formation, la qualification et l'habilitation du personnel en vue de :

- lui permettre d'assurer les tâches de maintenance avec un optimum d'efficacité ;
- s'assurer que les règles de sécurité sont connues et mises en œuvre ;
- être conforme aux exigences réglementaires en matière d'habilitation ;
- etc.

4.6.5 Gestion des ressources extérieures/externalisation

La stratégie de maintenance définit la partie de l'activité réalisée en interne et celle confiée pour tout ou partie à des sociétés extérieures. Le responsable de la fonction maintenance a pour mission d'élaborer le cahier des charges de l'externalisation envisagée. Il doit ensuite, en s'entourant des compétences nécessaires :

— rechercher, consulter, puis choisir les entreprises qualifiées pour assurer ces prestations ;

— participer à la rédaction des contrats ;

— gérer les contrats.

Cahier des charges de l'externalisation envisagée :

— définir les profils d'emplois nécessaires à l'accomplissement de la mission de la fonction maintenance ;

— gérer les ressources disponibles en interne dans cet esprit, etc. ;

— et in fine de vérifier que le personnel des entreprises prestataires retenues possède bien ces profils et dispose des habilitations requises.

Le lecteur pourra utilement se référer notamment aux documents normatifs portant sur la démarche pré-contractuelle et la relation contractuelle.

4.7 Gestion des ressources nécessaires à la maintenance

4.7.1 Les coûts

Pour être en mesure de satisfaire le besoin de l'utilisateur (exprimé souvent en termes de disponibilité, etc.), la fonction maintenance doit maîtriser les coûts correspondants :

— à la main d'œuvre ;

— aux pièces de rechange et consommables ;

— aux contrats d'externalisation éventuels ;

— aux coûts divers (amortissement, frais de fonctionnement, etc.).

Le système de gestion (GMAO, par exemple) doit prendre en compte ces différents coûts, en les imputant par équipement (en privilégiant les équipements critiques) et/ou par type d'intervention (maintenance corrective et/ou préventive). La maîtrise de ces coûts permettra de déterminer le coût global de maintenance par équipement et d'en apprécier la pertinence à l'aide d'indicateurs de maintenance appropriés.

4.7.2 Budget et contrôle budgétaire

À partir de ces résultats, il sera possible de construire un budget prévisionnel de maintenance par équipement et/ou globalement pour l'ensemble du parc.

Ce budget prévisionnel peut s'envisager sur plusieurs exercices comptables, pour prendre en compte la gestion à long terme des équipements.

Au fur et à mesure du déroulement de l'exercice de l'année A, on devra mettre en œuvre périodiquement (mensuellement par exemple), selon une méthodologie rigoureuse une démarche de contrôle budgétaire à partir des éléments suivants :

— le budget prévisionnel de l'année A ;

— le budget exécuté pour l'année A ;

— le budget exécuté pour l'année A-1 pour la même période ;

— le budget prévisionnel de l'année A-1 pour la même période.

Les écarts constatés à cette occasion doivent être analysés et expliqués. Des mesures correctives, tant au niveau de la réalisation que de la prévision, pourront être alors mises en œuvre.

4.7.3 Tableaux de bord

Le management de la maintenance nécessite, pour son responsable, la mise en œuvre de tableaux de bord appropriés construits à partir d'indicateurs et de ratios pertinents. Ces tableaux de bord seront des outils :

— de mesure de l'efficacité technique et économique de la fonction ;

— de diagnostic de dysfonctionnements éventuels (organisation, fonctionnement, etc.) ;

— d'aide à la décision ;

— de communication à destination :

- de la Direction dans l'objectif de la sensibiliser et de l'impliquer dans la définition de la politique de maintenance ;
- des personnels de maintenance pour leur communiquer les résultats de leurs actions et les sensibiliser à l'aspect économique de leur activité ;
- des personnels de production, pour les inciter au respect des procédures d'exploitation et d'auto maintenance et les sensibiliser aux nécessaires relations de coopération entre production et maintenance.