



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

# 19071-F

Distr. LIMITEE

IPCT.142(SPEC.)

12 août 1991

ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

---

Atelier sur la gestion de la maintenance  
dans le secteur industriel

Conakry (Guinée), 15-17 octobre 1991

## GESTION DE LA MAINTENANCE\*

Document établi par

M. Patrick de Groote  
Consultant de l'ONUDI

---

\* Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Secrétariat de l'ONUDI. Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
 <u>Chapitres</u>	
I. CONSIDERATIONS ECONOMIQUES SUR LA MAINTENANCE	10
1.1 Quelques chiffres	10
1.2 Considérations macro-économiques	11
1.3 Considérations micro-économiques	12
1.4 Analyse des coûts de maintenance	16
1.5 Gestion économique de la maintenance	17
II. EN QUOI CONSISTE REELLEMENT LA MAINTENANCE	21
2.1 Définition de la fonction maintenance	21
2.2 Activités d'un service de maintenance	26
2.3 Les niveaux de maintenance	32
III. PLANIFICATION ET EXECUTION DE LA MAINTENANCE	33
3.1 Stratégies de maintenance	33
3.2 Structure organisationnelle d'un département de maintenance	36
3.3 Système d'information pour la gestion de la maintenance	45
3.4 Planification de la maintenance	47
3.5 Les outils de gestion pour la maintenance	51
 <u>Annexes</u>	
I. Maintenance décentralisée	59
II. Maintenance mixte	60
III/I. Maintenance centralisée (alternative 1)	61
III/II. Maintenance centralisée (alternative 2)	62

## INTRODUCTION

Dans de nombreux pays en développement, le développement économique a évolué considérablement au cours des 10 dernières années. On a observé d'une part des innovations technologiques et, d'autre part, une baisse continue du taux d'utilisation des capacités de production installées. Par suite, l'utilisation moyenne de la capacité dans les entreprises industrielles est inférieure à 40 %. L'une des principales raisons de cette situation est que les directeurs d'usines ont accordé un faible rang de priorité à la maintenance du matériel et à la gestion de la maintenance.

A la deuxième Consultation sur la formation de la main-d'oeuvre industrielle et à la Consultation régionale sur la réhabilitation et la restructuration industrielles, notamment dans le sous-secteur des industries alimentaires en Afrique, on a souligné l'importance de la maintenance en tant qu'outil permettant d'accroître la rentabilité des entreprises industrielles.

L'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et l'Organisation internationale du Travail (OIT) sont de plus en plus conscientes de l'importance de la maintenance et ont ensemble fourni des fonds pour la rédaction d'un manuel mettant largement l'accent sur les problèmes de gestion de la maintenance dans les pays en développement. Ce manuel, qui sera bientôt achevé, a été établi par M. P. de Groote, consultant bien connu, et s'adresse à la fois aux cadres des entreprises et aux responsables de la maintenance.

Les buts du manuel sont les suivants :

- Faire prendre conscience à la direction générale de l'importance d'une bonne maintenance et des bénéfices qu'elle procure ainsi que des problèmes et des dépenses auxquels on doit faire face lorsqu'on néglige les travaux de maintenance;
- Servir de guide professionnel aux responsables de la maintenance des entreprises moyennes pour organiser les services de maintenance et mettre en oeuvre des systèmes efficaces de gestion de la maintenance.

Le document qui est ici présenté à l'Atelier est fondé sur ce manuel.

## PROBLEMES COURANTS DE MAINTENANCE DANS L'INDUSTRIE

Lorsque l'on analyse les facteurs qui influent sur la maintenance des installations industrielles à la fois dans les pays développés et dans les pays en développement, on discerne cinq domaines critiques courants :

- L'usine et son fonctionnement;
- L'organisation et la gestion de la maintenance;
- Les ressources matérielles, l'accent étant mis tout spécialement sur la documentation technique et la maîtrise des pièces de rechange;
- Les ressources humaines;
- Les contraintes financières.

On examinera chacun de ces domaines critiques dans les sections ci-après.

### 1. L'usine et son fonctionnement

De nombreux problèmes de maintenance ont leur origine dans la phase de conception, bien avant la mise en service des installations.

Ces problèmes touchent essentiellement les aspects suivants : bonne adaptation de l'équipement aux conditions locales, fourniture en temps opportun de toute la documentation relative à l'exploitation et à la maintenance, fourniture et installation des machines, pièces de rechange, formation du personnel, assistance technique et service après-vente.

Lors des études de préinvestissement, le facteur maintenance (budget, ressources humaines et matérielles) est rarement pris en compte.

Dans les cahiers des charges et les spécifications techniques, on traite surtout des machines de production. On n'y traite jamais en détail de facteurs tels que la standardisation, la maintenabilité, la documentation technique, les pièces de rechange, la formation du personnel de maintenance et l'organisation de la maintenance.

Lors des négociations contractuelles, les spécialistes de la maintenance sont généralement absents. Les exigences de la maintenance sont rarement prises en considération, d'une part, faute de conscience du problème et, d'autre part, pour des raisons d'augmentation des prix. Les coûts supplémentaires que les exigences de la maintenance entraînent n'ont aucune relation avec le bénéfice - financier et moral - que l'on tire d'une usine qui fonctionne bien.

En ce qui concerne la conception de l'usine, on s'intéresse trop peu aux facteurs qui déterminent son succès, tels que l'emplacement, la taille, la conception détaillée des installations et l'adaptation de l'équipement à l'environnement (humain et climatique). Ceci est souvent dû au fait que le concepteur n'est pas lui-même un exploitant d'installations.

En ce qui concerne le choix d'une technologie adéquate pour les pays en développement (on n'entend pas par là le choix d'une technologie dépassée), on n'accorde pas assez d'attention aux facteurs ci-après qui influent directement sur la maintenance : distance entre l'usine et les fournisseurs, problèmes dans les communications, conditions climatiques difficiles, manque de main-d'oeuvre qualifiée, erreurs opérationnelles plus fréquentes que dans le contexte industriel traditionnel, etc.

S'agissant de la stratégie de construction de l'usine, on a constaté que les services auxiliaires (ateliers, magasins, bureaux...) sont construits une fois les machines de production installées, de sorte que l'on perd un temps précieux qui aurait pu être consacré à la formation et à l'organisation de la maintenance.

Du point de vue organisationnel, les diverses sections de maintenance font l'objet d'une planification tardive (dans nombre de cas, juste avant la mise en service), ce qui conduit à des problèmes insurmontables lors de la période de démarrage.

La supervision de la construction de l'usine par le client porte presque exclusivement sur le montage, la mise en service et le démarrage des machines de production et des installations. Le contrôle des services assurés par le fournisseur dans les domaines de la documentation technique, des pièces de rechange ou de la formation à la maintenance par exemple est souvent négligé.

Enfin, le calendrier de montage étant rarement respecté, le constructeur essaye de rattraper le retard en accélérant les travaux qui restent à faire à la fin du montage. Ceci concerne essentiellement l'électricité et l'instrumentation. On a constaté qu'il en résultait des négligences et des erreurs dans certaines installations vulnérables où le service de maintenance rencontrera le plus de problèmes après le démarrage.

## 2. L'organisation et la gestion de la maintenance

Le manque d'organisation et de gestion de la maintenance concerne particulièrement les aspects suivants :

- La maintenance est généralement sous-estimée et sa fonction productive n'est pas reconnue ce qui entraîne les conséquences suivantes :
  - Le département de maintenance est placé à un niveau trop peu élevé dans l'organigramme;
  - Le département de maintenance est hiérarchiquement placé à un niveau inférieur à celui du département de production;
  - Des moyens financiers insuffisants sont alloués à la maintenance;
  - Du personnel sous-qualifié est affecté au département de maintenance;
  - On s'intéresse trop peu aux exigences de la maintenance lors des phases de préinvestissement et d'études techniques, ainsi que lors de l'achat des équipements;
  - On tarde à organiser la fonction maintenance lorsque l'on exécute de nouveaux projets (ressources humaines, matérielles et financières);
- L'organigramme de la maintenance n'est pas clair ou est mal défini; les descriptions de poste sont inexistantes;
- Les fonctions ci-après sont inexistantes ou sous-estimées :
  - Méthodes
  - Ordonnancement
  - Préparation du travail
  - Lancement
  - Gestion de la maintenance
  - Gestion des stocks.

- Le recueil des données est insuffisant, le flux d'informations n'est pas défini et il n'y a ni feed-back, ni évaluation des données;
- L'organisation interne n'est ni établie, ni formalisée;
- L'aspect "gestion de la maintenance" est pratiquement ignoré :
  - Etablissement d'un tableau de bord;
  - Gestion des ratios de maintenance;
  - Etablissement de statistiques sur la disponibilité des machines de production;
  - Calcul de fiabilité;
  - Analyse des pannes (nature, fréquence, effet direct ou indirect);
  - Evaluation des coûts de maintenance et tendance;
  - Coûts du cycle de vie;
  - Dosage entre la maintenance périodique, la maintenance conditionnelle et la maintenance corrective dans le système de maintenance.
- Les méthodes de maintenance sont souvent peu perfectionnées, d'où les conséquences suivantes :
  - Pas de planning de maintenance;
  - Planning de lubrification incomplet;
  - Pas de préparation du travail, pas d'analyses du travail;
  - Pas de dossiers sur l'historique des machines;
  - Pas de sélection des pièces ou des matières premières à stocker;
  - Impossibilité de faire des estimations correctes;
  - Impossibilité d'indiquer ou de respecter un délai; la formation à l'organisation, aux méthodes et à la gestion de la maintenance conçue pour les ingénieurs et les contremaîtres est insuffisante et souvent éloignée de la réalité.

### 3. Les ressources matérielles

Les ressources matérielles nécessaires pour les opérations de maintenance sont la documentation technique, les pièces de rechange, l'outillage, les instruments de mesure, les machines-outils et l'équipement des ateliers. On ne traitera ci-après que des deux aspects les plus importants : la documentation technique et les pièces de rechange.

### Documentation technique

Lors d'études effectuées dans l'industrie dans divers pays, on a noté qu'environ 5 % seulement des usines ont une documentation complète; 15 % possèdent une documentation suffisante pour effectuer une maintenance correcte; 55 % ont une documentation incomplète souvent rédigée dans une langue autre que celle qu'elles utilisent tandis que 25 % n'ont pas de documentation du tout.

Lors de l'achat d'équipement pour les usines, l'élément documentation technique est généralement négligé à la fois par le fournisseur et par le client.

Le manque de documentation est l'un des principaux problèmes auxquels les services de maintenance ont à faire face. Une maintenance sans documentation technique complète est presque impossible. Cette documentation est nécessaire pour effectuer les travaux de réparation, fabriquer des pièces de rechange, réaliser des dépannages rapides, assurer une sécurité complète du personnel dans le cadre de ses activités, mieux gérer la maintenance, choisir et gérer correctement les pièces de rechange et dispenser une formation efficace au personnel de maintenance.

C'est un élément prioritaire sans lequel aucun transfert efficace de technique n'est possible.

### Pièces de rechange

Le problème des pièces de rechange donne de gros soucis aux exploitants d'installations industrielles. Dans les pays en développement par exemple, on a constaté que le manque de pièces de rechange était à l'origine d'au moins 50 % des cas d'indisponibilité du matériel de production.

Les problèmes que l'on a notés au niveau des usines sont les suivants :

- Grande diversité des fabricants d'équipement auxquels il est fait appel et peu d'efforts faits pour standardiser les machines et les composants, ce qui se traduit par un gros investissement en stock de pièces de rechange;
- Sélection médiocre des pièces stockées, d'une part faute d'informations adéquates dans la documentation technique remise par le fabricant et d'autre part faute d'expérience en matière d'exploitation d'usine chez ceux qui doivent choisir les pièces;
- Désignation incorrecte des pièces de rechange. Les désignations sont faites essentiellement sur la base de renseignements fournis par le fabricant de la machine considérée. Dans la plupart des cas, on n'y trouve que le nom du fabricant de la machine considérée et non celui du fabricant des pièces de rechange. L'emploi de désignations conformes aux normes internationales est rare parce que les fabricants pensent qu'ils peuvent ainsi protéger le marché des pièces de rechange. Le problème se pose encore plus pour les pièces de rechange de sous-ensembles ou de composants individuels (dont les fabricants sont sous-traitants, souvent jusqu'au troisième degré, du fabricant de la machine considérée).



- Pas de codification des pièces dans l'usine, les raisons étant les suivantes :
  - Pas de système interne de codification (grilles de codification);
  - Pièces de rechange mal identifiées;
  - Mauvaise application de la grille de codification, lorsqu'elle existe.
- Gestion des stocks insuffisante ou non existante, faute de systèmes de gestion des stocks ou d'informations concernant les paramètres nécessaires pour cette gestion (consommation mensuelle moyenne, prix, délai, stocks minimum et maximum, point de commande). Les données risquent de ne pas être fiables lorsqu'elles sont mal recueillies (quantités entrées et sorties, réparabilité, etc.) ou lorsqu'on les traite tardivement (de manière manuelle ou informatisée). En outre, les informations non fiables sur la fréquence de remplacement des pièces ou sur les priorités pour les révisions planifiées ne permettent pas de déterminer les paramètres de consommation.
- Retards importants dans le passage des commandes dans le réapprovisionnement du fait de retards importants dans l'usine, de retards dans les livraisons par le fournisseur, de retards dans le paiement ou la mise au point du financement (essentiellement pour les pièces importées dans des pays à monnaie non convertible), des retards dans le dédouanement (administration lourde, surcharge des services de douane, ...) et enfin de retards dans les transports entre le lieu d'arrivée et le lieu de destination.
- Manque de devises fortes pour les pièces de rechange importées ce qui oblige la direction de l'usine à réduire les stocks. Cette réduction faite sans discernement conduit à l'épuisement des stocks de pièces essentielles.
- Attribution aléatoire de quotas d'importation dans certains pays.
- Mauvais stockage faute de moyens suffisants de stockage et de manutention ou faute d'arrangements pour la conservation des pièces (nettoyage, protection et revêtement antichoc ou anticorrosion). Dans certains pays, on a constaté qu'en raison des mauvaises conditions de stockage, une partie des pièces, représentant environ 15 % de la valeur des stocks, était inutilisable.
- Mauvaise connaissance du stock. Il existe un important pourcentage de stock "mort" (souvent entre 15 à 20 % des articles). On n'effectue pas d'analyse des stocks (méthode de Pareto) et on continue donc à stocker des pièces destinées à des machines hors d'usage.

Mis à part les problèmes ci-dessus, il convient de souligner que lors de l'achat d'équipements, les clauses contractuelles détaillées concernant les pièces détachées ne sont pas claires ou sont même inexistantes. Des clauses distinctes sont rarement établies en pareil cas.

Quant aux pays en développement, on y note un manque d'installations et de capacités pour fabriquer localement des pièces de rechange. Le tissu industriel dans lequel s'insèrent les usines dans les pays du tiers monde

est très limité, ce qui oblige souvent celles-ci à devenir autosuffisantes dans le domaine de la fabrication des pièces. Mais ce n'est pas encore suffisant pour attirer les investissements nécessaires pour faire face aux besoins. Pour pouvoir fabriquer des pièces de rechange localement, il faudrait que soient réunies les conditions suivantes :

- Connaissance des informations techniques nécessaires pour la fabrication (plans d'atelier, matériaux, tolérances, traitement thermique, etc.);
- Disponibilité des machines-outils;
- Disponibilité d'outils de coupe et d'instruments de mesure;
- Disponibilité des matières premières;
- Disponibilité d'une main-d'oeuvre qualifiée.

Les techniques de remise en état des pièces de rechange (revêtement protecteur grâce aux techniques de soudage, métallisation, application de métal antifriction, adhésifs, système Metalloc, etc.) sont peu connues et pratiquement aucun effort n'a été fait pour les exploiter.

Pourtant, ces techniques représentent dans de nombreux cas un moyen peu onéreux de compenser le manque de pièces.

Enfin, très peu de mesures sont prises dans le domaine de la mise en valeur des ressources humaines pour :

- Le choix, la codification et la désignation des pièces;
- La gestion des stocks.

#### 4. Les ressources humaines

Les problèmes que l'on rencontre dans le domaine de la formation à la maintenance peuvent être résumés comme suit :

- Mauvaise connaissance des besoins de formation, ce qui conduit à des programmes inadéquats;
- Mauvaise connaissance des moyens de formation (centres, écoles, instituts, ...) existants, aux niveaux national et international;
- Incohérences et mauvaise coordination entre les programmes de formation des divers instituts de formation (nationaux et internationaux);
- Pas de cours sur la maintenance dans l'enseignement secondaire;
- Méthodes de formation inappropriées (trop éloignées de la pratique quotidienne);

- Programmes et moyens de formation insuffisants ou inexistantes pour les techniciens dans les domaines suivants :
  - Méthodes de maintenance;
  - Méthodes d'utilisation des machines-outils;
  - Gestion des stocks;
  - Gestion de la maintenance;
  - Organisation de la maintenance;
  - Instrumentation;
  - Hydraulique/pneumatique;
  - Fonderie (modelage, moulage, fonte);
  - Programmes de formation inadéquats pour les cadres de maintenance;
  - Mauvaise supervision et mauvais contrôle des résultats des stages, surtout à l'étranger;
  - Qualification et expérience médiocres ou insuffisantes des formateurs;
- Budgets insuffisants alloués à la formation en maintenance en ce qui concerne les points suivants :
  - Projets de construction d'usine;
  - Exploitation d'usines;
  - Projets industriels bénéficiant d'un financement international.

##### 5. Les contraintes financières

Les budgets de maintenance sont généralement fixés à un niveau trop faible ou sont même totalement inexistantes. Il n'y a pratiquement pas de contrôle des coûts et les données sur les coûts, dans la mesure où elles peuvent être obtenues du fabricant, ne sont pas appropriées pour les pays en développement. Le manque de devises fortes est tel qu'il est presque impossible de faire des commandes pour assurer le réapprovisionnement en quantités suffisantes des pièces de rechange nécessaires.

#### CONCLUSIONS

L'exploitation et la maintenance du matériel industriel constituent une tâche complexe surtout quand les conditions sont difficiles. On néglige trop souvent le caractère interdépendant de tous les problèmes mentionnés plus haut. Le fait de ne résoudre qu'un seul de ces problèmes n'aura même pas d'effet palliatif. Ce n'est qu'en mettant l'accent sur la fonction maintenance et en reconsidérant ses divers aspects que l'on contribuera à résoudre le

problème crucial de la maintenance dans de nombreuses industries. Une stratégie de maintenance, visant à améliorer la pratique de la maintenance dans les installations, une formation rigoureuse et approfondie et une documentation complète et rationnelle sont des facteurs qui contribueront tous à la disponibilité et à la durabilité des moyens de production.

Lancer une installation industrielle ne consiste plus seulement à fournir le matériel et un certain nombre d'autres services. C'est plus que cela. C'est un processus intégré dans lequel la production, l'exploitation et la maintenance doivent jouer un rôle majeur dès le début.

## CHAPITRE PREMIER

### CONSIDERATIONS ECONOMIQUES SUR LA MAINTENANCE

#### 1.1 QUELQUES CHIFFRES

Les dépenses qu'une usine manufacturière, une entreprise ou un pays doit faire pour assurer un niveau "acceptable" de maintenance de son outil de production sont en général sous-estimées. Il est difficile d'obtenir des données claires et objectives, entre autres parce qu'il n'y a ni terminologie commune, ni système comptable standard. Sur la base de plusieurs enquêtes effectives réalisées dans les 20 dernières années ainsi que de nos travaux de recherche et de notre expérience, nous pouvons cependant conclure que ces dépenses sont énormes.

La maintenance du matériel de production a, de toute évidence, des effets à la fois au niveau macro-économique et au niveau micro-économique. Ces effets ressortent bien des chiffres ci-après.

Dans une étude effectuée par "Factory" au début des années 70, on a analysé les coûts de maintenance dans 687 entreprises industrielles américaines représentant 53,8 % de la production industrielle des Etats-Unis. On a obtenu les chiffres suivants :

- Coût annuel de maintenance par rapport au chiffre d'affaires : 4,12 % en moyenne, avec un maximum de 17,5 %;
- Coût de maintenance par rapport aux actifs immobilisés : moyenne allant de 2,73 % à 13,8 %, avec un maximum de 17,13 %;
- Coût de maintenance par rapport au coût de production : moyenne allant de 1,38 % à 12,15 %, avec un maximum de 15,86 %.

Des études faites au Japon dans le milieu des années 70 ont fait apparaître un ratio coût de maintenance/actifs immobilisés de 4 à 6 %.

Quant au coût de maintenance comparé au coût de production, la plupart des études font état d'un ratio compris entre 6 et 12 %.

Une étude effectuée en 1977 au Royaume-Uni par le Centre for Interentreprise Comparison dans 50 entreprises industrielles des secteurs de la métallurgie, des industries alimentaires, des produits chimiques, du textile et du papier a permis d'obtenir des chiffres intéressants présentés ci-après :

- |  |              |
|--|--------------|
| - Coûts de maintenance/actifs immobilisés  | 5,3 à 26,7 % |
| - Coûts de maintenance/chiffre d'affaires  | 2,5 à 9,8 %  |
| - Coûts de maintenance/valeur ajoutée  | 3,8 à 16,2 % |
| - Personnel de maintenance/main-d'oeuvre totale de l'usine   | 4,7 à 16,9 % |
| - Nombre d'heures travaillées pour la maintenance préventive/nombre total d'heures de travail du département de la maintenance | 19 %         |

Une étude effectuée en 1987 par DGS International dans trois secteurs industriels en Europe (ciment, constructions mécaniques, pétrochimie) a permis de dégager les chiffres suivants :

- Coûts de maintenance/actifs immobilisés	7,98 à 16,4 %
- Coûts de maintenance/valeur ajoutée	10,44 à 12,9 %
- Dépenses de personnel de maintenance/dépenses totales de maintenance	41,75 à 58,35 %
- Dépenses pour pièces de rechange/dépenses totales de maintenance	17,02 à 44,64 %
- Effectif de maintenance/effectif total de l'usine	5,6 à 65,7 %

Les chapitres ci-après sont fondés sur la contribution du professeur R. Leenaerts (Université catholique de Louvain - UCL) au Manuel de gestion de la maintenance écrit par Patrick de Groote pour l'ONUDI et l'OIT. Cette contribution a été adaptée en fonction des besoins du présent séminaire.

## 1.2 CONSIDERATIONS MACRO-ECONOMIQUES

Au niveau macro-économique, les chiffres suivants mettent en exergue l'importance des dépenses engagées dans les pays industrialisés :

- En France, la maintenance des équipements de production coûte annuellement 15 % du PNB;
- Chaque année, la République fédérale d'Allemagne dépense 125 milliards de dollars des Etats-Unis pour la maintenance des équipements de production;
- 165 des plus importantes entreprises industrielles aux Etats-Unis d'Amérique dépensent chaque année en moyenne 5 % de leur chiffre d'affaires pour maintenir en état leurs équipements de production;
- En 1982, les neuf pays qui constituaient alors la CEE ont dépensé 86 milliards de dollars des Etats-Unis pour la maintenance de leurs équipements de production. Ce chiffre correspond au PNB d'un pays comme la Belgique.

Le développement économique des pays peu industrialisés a été entravé par le déséquilibre existant entre l'acquisition de technologies appropriées, et notamment de technologies et de matériel modernes, et la détérioration exagérément rapide ou précoce du patrimoine ainsi acquis. Ce déséquilibre se constate à tous les niveaux de la vie économique (industrie, transport, communications, infrastructures, routes, chemin de fer, etc.), ce qui indique qu'il s'agit d'un mécanisme qui échappe, au moins partiellement, à la classe politique et aux gouvernements des pays concernés. Il en résulte qu'à l'échelle macro-économique le rapport résultat (ou bénéfique)/investissement non seulement est inférieur à ce qu'il devrait être, mais approche très rapidement de zéro.

Conséquence inévitable de cet état de fait, laquelle a encore plus aggravé la situation des pays en développement, les Etats du tiers monde ont eu, durant les deux dernières décennies, recours à d'énormes emprunts auprès des organisations internationales de financement. Nombre d'entre eux ploient

actuellement sous la charge de leurs dettes extérieures. Le corollaire sous-jacent est l'obligation impérative de réduire très fortement les investissements et, pour les futurs investissements, de demander une proposition concrète concernant leur finalité et leur rendement.

La maintenance peut servir, au niveau de la gestion, de moyen d'améliorer les performances économiques en contribuant ainsi à résoudre, ne serait-ce que partiellement, le problème de la dette extérieure. C'est sans doute une conclusion comptant parmi les plus optimistes qui puissent être énoncées compte tenu des sombres pronostics faits à propos de la politique de développement.

### 1.3 CONSIDERATIONS MICRO-ECONOMIQUES

Comme il y a obligatoirement une relation entre la santé économique d'un Etat et ses activités - aussi petites soient-elles - de production de biens ou de services, les considérations macro-économiques précédentes peuvent s'appliquer, dans leur formulation générale, auxdites activités.

Toutefois, dès le moment où l'on considère un équipement de production de biens ou de services, quelle que soit sa nature (ensemble technique, machine, instrument, bâtiment, route, etc.), il faut faire appel à une logique micro-économique qui situe la maintenance à part entière comme un élément intervenant dans la gestion des entreprises.

Pour bien percevoir la place qu'occupe la maintenance dans les démarches de gestion, il est commode de faire référence à la courbe de vie et à la courbe d'investissement relatives à un équipement.

#### a) Courbe de vie d'un équipement

Il est devenu habituel de comparer les équipements de production à des organismes vivants. En effet, il existe pour chacun d'eux une phase conceptuelle suivie d'une étape de fabrication ou de construction; vient ensuite la période d'utilisation de l'équipement nécessairement limitée du fait qu'il subit des dégradations progressives et finit, après un certain temps, par tomber totalement en panne et passer à l'état de ruine.

L'analogie proposée est donc stricte et doit être observée pendant toutes les applications pratiques, du début jusqu'à la fin. L'évaluation économique est tout aussi importante. C'est la raison pour laquelle on utilise comme base la "courbe de vie" présentée à la figure I, quel que soit l'équipement. Cette courbe montre clairement la quantité produite annuellement du bien ou du service considéré.

On peut expliquer comme suit les deux régions du diagramme : l'une, AC, correspond à la conception (AB) et à la construction (BC) de l'équipement et l'autre, CF, à la phase d'exploitation.

La partie AC se confond le plus souvent avec l'axe des temps, tandis que la partie CF commence par une section CD traduisant la mise en service de l'équipement : elle est suivie par la portion DE qui représente la période d'exploitation et se termine par la décroissance EF reflétant les effets de l'obsolescence progressive de l'équipement, puis son déclassement définitif en F.

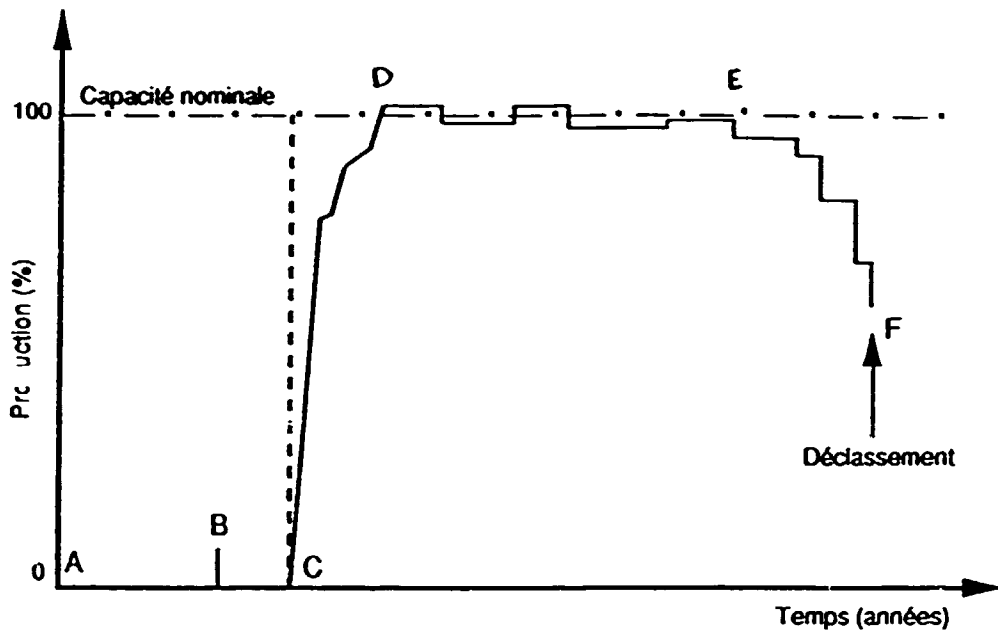


Figure I  
Courbe de vie d'un équipement de production (biens ou services)

Il est essentiel pour l'économiste de comprendre que la courbe de vie d'un équipement se présente toujours à peu près de la même manière. Pour faciliter cette compréhension, on a introduit la notion de taux de défaillance ..., c'est-à-dire le nombre de pannes survenues par unité de temps, par exemple hebdomadairement ou mensuellement.

Ce taux de défaillance est évidemment en fonction de l'âge de l'équipement, ainsi qu'on le voit dans la courbe en forme de baignoire dessinée à la figure II.

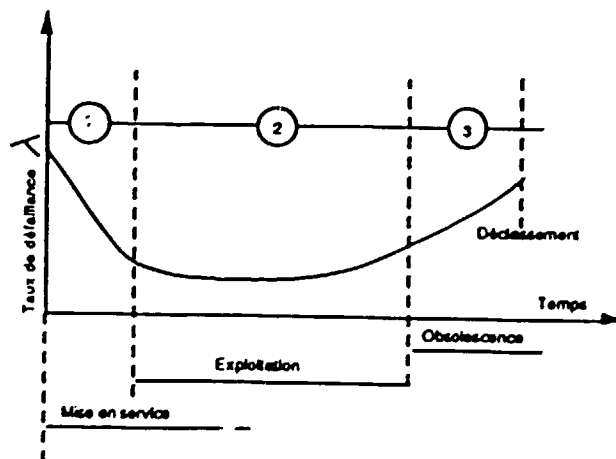


Figure II  
Evolution du taux de défaillance en fonction de l'âge de l'équipement



Très classiquement, les courbes de ce genre se divisent en trois zones. Dans la zone 1 de mise en service, un nombre décroissant de vices cachés de construction, d'erreurs de montage ou d'aléas de rodage provoquent des pannes. Dans la zone 2 d'exploitation, le taux de défaillance se stabilise parce qu'on lutte contre l'usure, bien qu'il finisse inéluctablement par croître; la zone 3 se caractérise par un accroissement accéléré du taux de défaillance dû au vieillissement, puis à l'obsolescence de l'équipement. Evidemment, toute courbe de ce type se termine brutalement au moment du déclassement de l'équipement ou de sa reconstruction.

b) Courbe d'investissement

La courbe de vie d'un équipement est en étroite relation avec les moyens financiers engagés pour concevoir, construire (ou acquérir) et exploiter cet équipement. Il est dès lors primordial d'examiner comment évoluent ces moyens financiers en fonction du temps et comment la généralisation de la notion d'investissement permet certaines observations fondamentales.

A l'étape de conception, on regroupe sous la rubrique préinvestissement les coûts de recherche-développement, en bref toutes les activités préalables à la construction, l'étude de faisabilité du projet et l'étude de marché, par exemple.

En valeur absolue, le préinvestissement est souvent modeste. Son évolution apparaît dans la première partie du diagramme de la figure III.

L'investissement, quant à lui, est le capital à engager pour acquérir ou pour construire non seulement l'équipement considéré, mais aussi tous les moyens nécessaires à son exploitation.

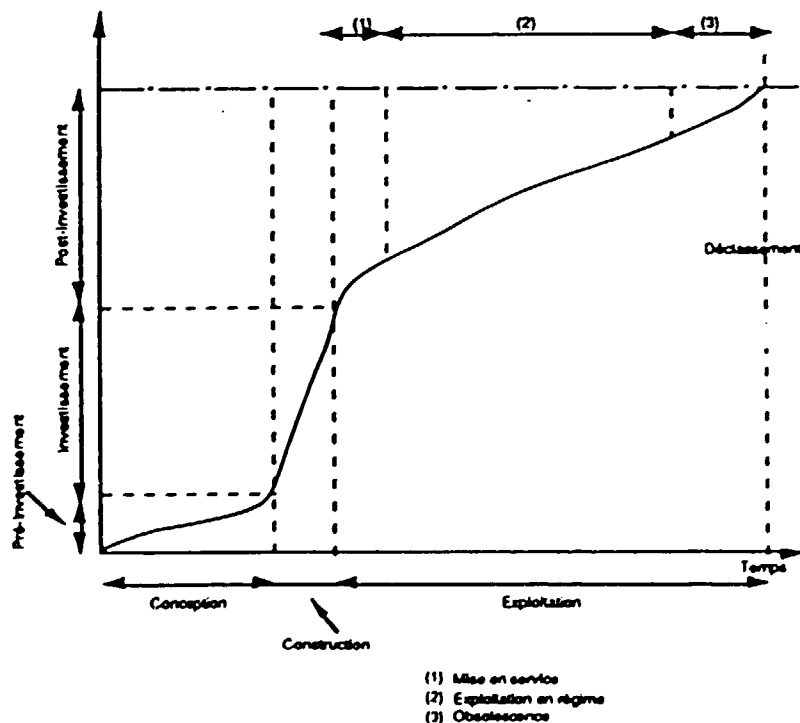


Figure III  
Courbe d'investissement d'un équipement de production (biens ou services)

Sa nature est tout autre que celle du préinvestissement. Son montant est beaucoup plus élevé. La décision d'investir étant prise, il est dans l'intérêt de tous d'utiliser l'équipement dès que possible. La phase d'investissement est représentée par une ligne proche de la verticale dans la figure III.

Le prolongement logique de cette vision exige de dénommer postinvestissement la valeur investie durant l'exploitation de l'équipement pour en assurer le bon fonctionnement.

Le postinvestissement couvre évidemment non seulement tous les coûts de maintenance, mais aussi les frais engagés pour les améliorations ou les modifications (petits travaux neufs) apportés à l'équipement pour en assurer l'actualisation technologique. Dans le même diagramme de la figure 3, le postinvestissement occupe une place correspondant à un temps normalement long. La courbe fait d'abord apparaître une croissance rapide en rapport avec la mise en service de l'équipement, mais cette croissance se fait ensuite selon un taux plus ou moins constant qui traduit la bonne utilisation de l'équipement exploité en régime. Le redressement final de la courbe de postinvestissement est dû à l'obsolescence de l'équipement, dont l'accentuation progressive impose finalement la cessation de l'exploitation de l'équipement et du postinvestissement.

Il est à remarquer que, vu la longue période sur laquelle il porte, le postinvestissement représente au total une valeur considérable qui dépasse parfois celle de l'investissement.

#### c) Rôle économique de la maintenance

Le rappel succinct qui vient d'être fait du concept "vie d'un équipement" et des notions générales d'investissement n'avait d'autre but que de montrer explicitement le rôle joué par la maintenance dans le processus de production.

Il est évident que l'exploitation d'un équipement est influencée par de nombreux facteurs, parmi lesquels il faut placer en tête de liste la qualité de la conception et de la construction, le respect des règles de bon usage et surtout les actions de maintenance engagées pour conserver l'équipement en bon état de fonctionnement.

Ces actions sont à définir jour après jour, année après année, ainsi qu'en fonction de la durée de vie programmée. C'est une définition difficile à établir; il est possible de se rendre compte de cette difficulté en imaginant deux situations extrêmes, l'une où la maintenance, réduite en deçà d'un minimum, raccourcit exagérément la durée de vie (et par conséquent entraîne la faillite de l'activité) et l'autre où, au contraire, un supplément de maintenance (mais également un supplément de postinvestissement) conduit à exploiter un équipement au-delà de la durée pour laquelle il a été normalement conçu.

Ceci montre, si besoin en était, que le choix de la durée de vie d'un équipement et des conditions correspondantes de maintenance ne peut être fait que par l'examen de critères liés à l'économie et à la rentabilité d'exploitation.

Il ressort de cette constatation que, pour camper la maintenance dans le contexte économique, il faut en promouvoir la gestion, se donner les moyens de mettre cette gestion en oeuvre et en déterminer les axes.

#### 1.4 ANALYSE DES COÛTS DE MAINTENANCE

Etant donné que les résultats obtenus par l'exploitation d'un équipement de production de biens ou de services s'apprécient en fonction des critères de la rentabilité économique, ce sont ces mêmes critères qui doivent servir à apprécier les effets de la maintenance. L'analyse des coûts de maintenance s'impose dès lors en priorité.

A cet effet, il faut distinguer deux sortes de coûts : les coûts directs et les coûts indirects, aussi appelés coûts de défaillance ou coûts de non-efficacité. Les premiers sont ceux qui conditionnent l'exercice même de la maintenance et là, sont donc tous quantifiables. Les seconds correspondent aux "manques à gagner" (et à leurs conséquences néfastes) résultant de l'indisponibilité de l'équipement suite à des insuffisances de maintenance, ce qui explique leur dénomination de coûts de défaillance; certains sont quantifiables, d'autres ne le sont pas.

##### a) Coûts directs de maintenance

La liste des coûts directs de maintenance peut être présentée comme suit :

- Coûts de maintenance réglementaire;
- Coûts de la main-d'oeuvre;
- Coûts d'équipement;
- Coûts de consommables, de pièces de rechange et de gestion du stock;
- Coûts de formation;
- Coûts de sous-traitance;
- Coûts d'actualisation technologique.

Telles sont les grandes classes composant l'inventaire des coûts directs de maintenance. Tous les coûts sont quantifiables, et sont donc quantifiés dans les entreprises bien gérées. Ce sont eux qui se trouvent à la base d'un préjugé aussi erroné que répandu, selon lequel la maintenance est un fâcheux centre de coûts, qu'elle est dénuée de rentabilité et est, à la limite, un luxe.

##### b) Coûts de défaillance

Les coûts de défaillance, déjà présentés au début du présent chapitre, sont donc les pertes financières subies par l'entreprise par suite d'une carence ou d'une insuffisance de maintenance. L'analyse complète de ces coûts est pratiquement impossible à faire avec grande précision, car la plupart d'entre eux ne sont pas directement quantifiables. Ce n'est toutefois pas une raison de les ignorer. La nomenclature proposée ci-après n'a pas la prétention d'être exhaustive; elle met seulement en évidence les causes les plus importantes des coûts de défaillance et montre l'esprit avec lequel il faut les approcher.

- Réduction de la production ou du service fourni;
- Altération de la qualité de la production ou du service;
- Retard de livraison;

- Charges financières d'amortissement;
- Accidents de travail;
- Altération des lieux de travail et de l'environnement;
- Démotivation du personnel;
- Image de marque de l'entreprise.

Tels sont les principaux coûts indirects de la maintenance. Ils ne sont pas tous d'égale importance, ni également mesurables, mais tous doivent retenir l'attention du gestionnaire. Certains (par exemple la perte de production) sont parfaitement quantifiables, tandis que d'autres ne peuvent s'évaluer que par des facteurs estimatifs peu précis.

Quoi qu'il en soit, même approximative, l'évaluation des coûts de défaillance est hautement recommandable et devrait toujours faire partie des préoccupations du gestionnaire.

#### 1.5 GESTION ECONOMIQUE DE LA MAINTENANCE

La gestion de la maintenance oblige à fixer des objectifs et à déterminer et à contrôler les moyens de les réaliser. En ce qui concerne les aspects relevant de l'économie, les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Combiner les coûts directs et de défaillance pour obtenir un meilleur résultat financier; le paragraphe suivant montrera qu'il s'agit en réalité d'une minimalisation;
- Associer les coûts directs et de défaillance au calcul économique d'amortissement, de façon à ce que la durée de vie de l'équipement permette aussi d'obtenir le meilleur résultat financier; dans ce cas, les arguments développés ci-après montreront que ce calcul se ramène à une optimisation.

Pour ce qui est des moyens à mettre en oeuvre, il faut considérer séparément la gestion à court terme et la gestion à long terme; la première exige d'instaurer une politique de maintenance, tandis que la seconde relève d'une véritable stratégie.

##### a) Objectifs économiques

##### Minimalisation des coûts directs et de défaillance

Admettons qu'il soit possible de mesurer l'activité de maintenance par un "taux de maintenance", c'est-à-dire par un indice compris entre 0 et 1. La valeur 0 correspondrait évidemment à l'absence de maintenance et la valeur 1 à une maintenance telle que l'équipement exploité serait idéalement en bon état, et qu'il serait tout aussi idéalement porté remède à ses défaillances éventuelles. Ces situations extrêmes sont utopiques, mais vont permettre de positionner le problème dans son environnement économique.

Il est facile de se rendre compte que les coûts directs de maintenance représentent des débours dont l'importance est une fonction croissante du taux de maintenance.

Il n'existe pas de figures illustrant cette fonction, mais il est établi que la croissance dépasse sensiblement la linéarité, et ce d'autant plus que le taux de maintenance se rapproche de l'unité.

Dans le diagramme de la figure IV, l'évolution des coûts directs est représentée par une courbe constamment croissante identifiée par l'indice (1).

Semblablement, le taux de maintenance a une incidence sur les défaillances que subit l'équipement et, par conséquent, sur les coûts indirects qui en résultent. Les coûts de défaillance apparaissent d'autant plus élevés que le taux de maintenance est plus faible, ce qui revient à dire qu'il faut les considérer comme une fonction décroissante de ce taux.

Dans le diagramme de la figure IV, leur évolution se marquera par la courbe décroissante caractérisée par l'indice (2).

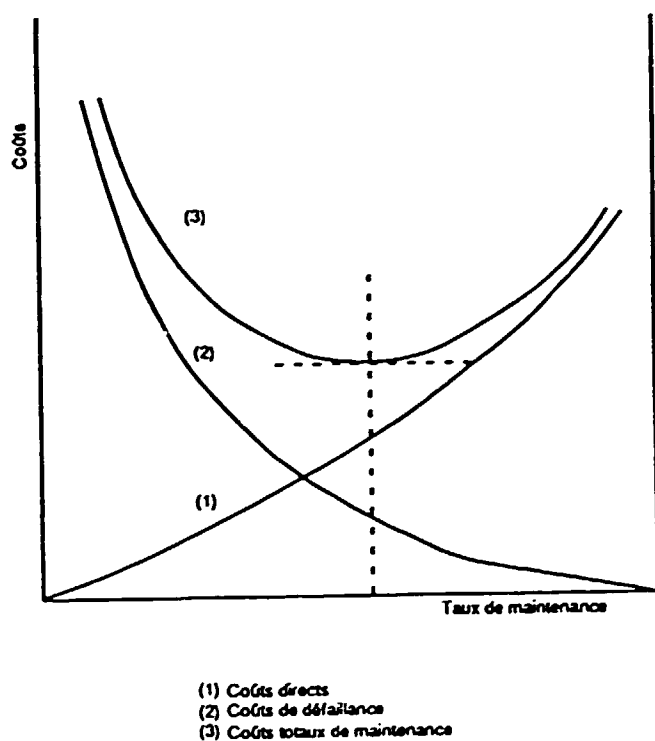


Figure IV  
Evolution des coûts de maintenance

La prise en considération simultanément des coûts directs de maintenance et des coûts de défaillance introduit réellement une nouvelle optique de gestion, car il est manifeste que le meilleur résultat financier ne peut pas être obtenu en réduisant uniquement les coûts directs à un minimum, mais bien en réduisant la somme des coûts directs et des coûts de défaillance. Cette somme se détermine aisément par le combinaison des courbes (1) et (2) de la figure IV, dont la résultante est dessinée en (3) sur la même figure. Cette dernière courbe montre que le problème de la gestion de la maintenance et du postinvestissement ne se pose pas en termes de réduction, mais bien de minimalisation puisque le diagramme en question fait apparaître un minimum du coût global de maintenance.

En d'autres mots, il existe un taux optimal de maintenance, ce qui suggère une approche fondamentalement nouvelle où la maintenance est mise en oeuvre non plus pour que les équipements soient maintenus en état de fonctionnement à tout prix, mais bien pour que l'on en retire le meilleur bénéfice au coût minimal.

Une dernière remarque s'impose cependant, car il est vrai que le taux de maintenance a été introduit plus haut de façon quelque peu intuitive et que, dès lors, la définition et surtout l'objet du taux de maintenance sont encore des notions floues. Néanmoins, en l'occurrence, ce qui importe c'est d'être conscient de l'existence d'un coût minimal de maintenance et de pouvoir gérer cette dernière en conséquence. La loi de Pareto bien connue des maintenanciers, représentée à la figure V, montre que 75 % du budget de la maintenance est nécessaire pour seulement 25 % des opérations, ou encore que 75 % des coûts directs de maintenance correspondent à 25 % des pannes.

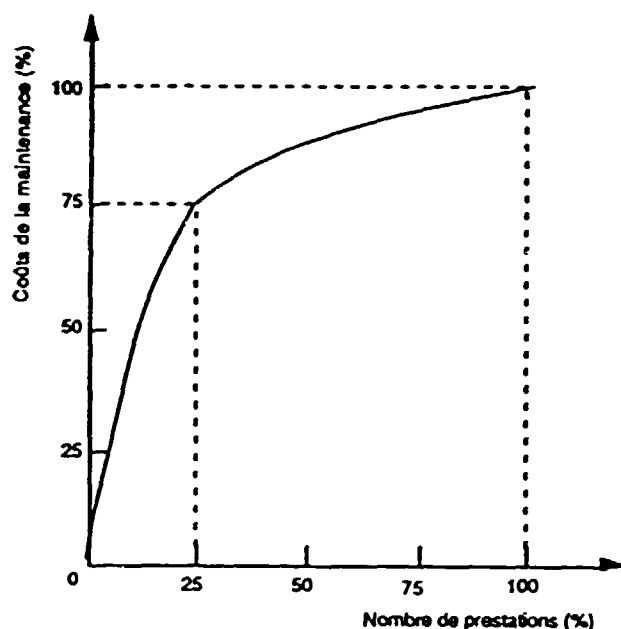


Figure V

Evolution du coût direct de maintenance en fonction du nombre de prestations

#### Optimalisation du cycle de vie d'un équipement

La détermination de la durée de vie d'un équipement de production est un point clef de la gestion. Le problème posé en termes simples consiste à déterminer le moment où l'équipement doit être déclassé, donc remplacé par un équipement neuf pour que les opérations de production se poursuivent de la manière la plus avantageuse sur le plan économique.

Il existe plusieurs méthodes de calcul, dont probablement la plus simple revient à évaluer, année par année, la diminution  $\Delta I$  de la valeur d'inventaire de l'équipement et les coûts totaux  $C$  de maintenance. En divisant la somme  $(\Delta I + C)$  par le cumul  $H$  des heures d'exploitation, on obtient un quotient dont la valeur décroît durant les premières années, passe par un minimum puis croît du fait de l'augmentation progressive mais accélérée des coûts de maintenance. C'est ce que montre la figure VI.

En principe, la durée optimale d'exploitation est fixée par la valeur de l'abscisse figurant à droite du minimum. Cette conclusion, rigoureusement théorique, doit être appréciée avec une certaine souplesse, car elle est influencée par la plus ou moins grande facilité avec laquelle la valeur d'inventaire peut être négociée et réalisée, tandis qu'elle peut également être modifiée par les conditions financières régissant la conjoncture économique. En tout état de cause, pour être plus fiable, la détermination de la durée optimale d'exploitation doit être obtenue par un calcul d'actualisation financière prenant en compte les taux d'intérêt et d'inflation.

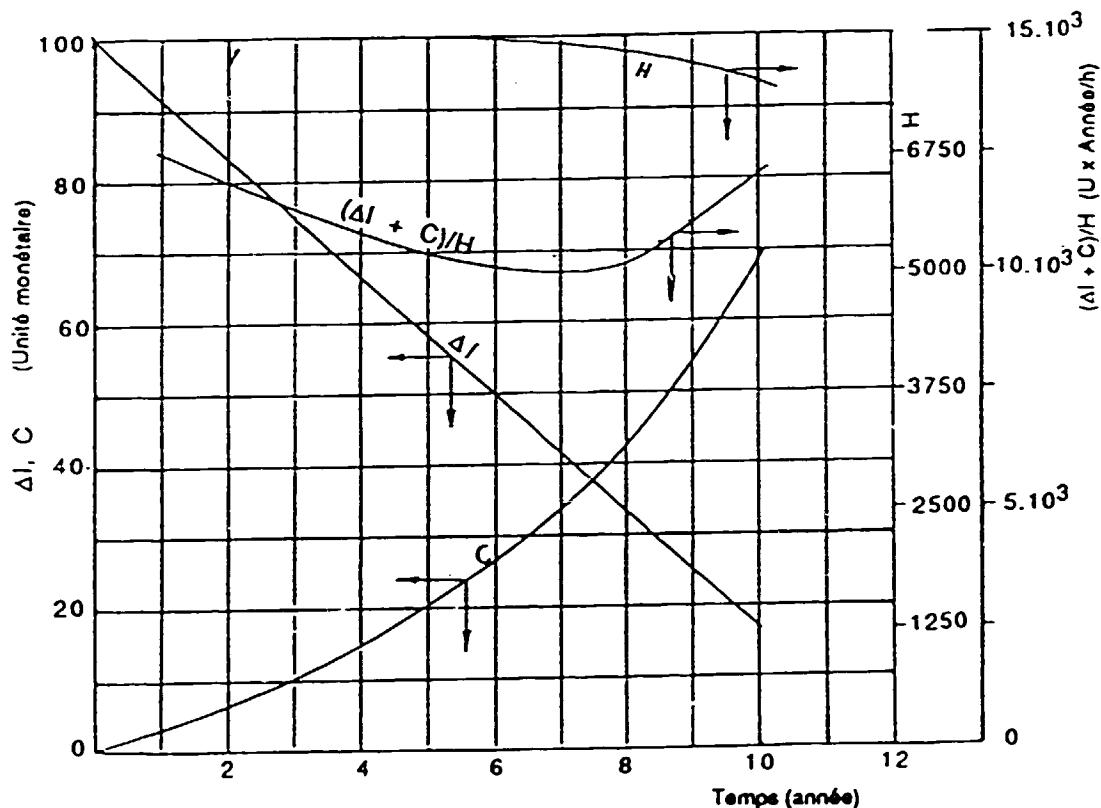


Figure VI  
Détermination graphique de la durée optimale de vie d'un équipement

b) Méthodes de gestion

L'importance des enjeux économiques de la maintenance est telle que le gestionnaire est amené à se poser la question suivante : quelles sont les actions à entreprendre pour assurer la maintenance d'un équipement avec le maximum d'efficacité ?

Comme mentionné ci-dessus, la réponse à cette question s'analyse le mieux en considérant deux formes de gestion, l'une à court terme, par exemple année par année, qui sera dénommée "politique de maintenance", et l'autre à long terme, en tout cas suffisamment long pour couvrir toute la période d'exploitation prévue, et qui sera qualifiée de "stratégie de postinvestissement". Les deux formes de gestion doivent faire partie d'un plan directeur de maintenance de l'entreprise.

### Politique de maintenance

Une politique de maintenance régit avant tout les aspects techniques (connaissance des équipements, prévision et prévention des pannes, exécution des travaux, sélection des types de maintenance, etc.), les aspects organisationnels (définition de l'organigramme, administration des opérations, planification des études et travaux, sous-traitance, etc.), les procédures comptables et l'évaluation financière.

Le présent chapitre a pour objet non pas de traiter en détail de ces questions, mais seulement de faire remarquer que s'imposer une politique de maintenance, c'est s'imposer un système d'organisation et de gestion qui permette de coordonner les actions de façon à ce que, année après année, la rentabilité d'exploitation de l'équipement, traduite par la valeur du rapport

$$\frac{\text{Coût total de maintenance (sur une base annuelle)}}{\text{Bénéfice retiré de l'équipement}}$$

soit optimisée.

### Stratégie de postinvestissement

Les méthodes de gestion à court terme étant fixées, il faut encore veiller à ce que leur évolution dans le temps se fasse en bonne adéquation avec le niveau de vieillissement de l'équipement, ce qui impose souvent de modifier la politique de maintenance, par exemple en sélectionnant différemment les types d'intervention ou en décidant une "réhabilitation" partielle ou totale, ou une actualisation technologique. Il va de soi que ces préoccupations relèvent du souci d'optimisation du cycle de vie de l'équipement dont il a été question dans les paragraphes précédents.

Dans ces conditions, l'objectif poursuivi est l'optimisation du rapport

$$\frac{\text{Coût total du postinvestissement}}{\text{Bénéfice retiré de l'équipement}}$$

pendant toute la durée de vie de l'équipement exploité.

Cette procédure relève d'une véritable stratégie qui fait du postinvestissement - et donc de la maintenance - un centre de profit réel pour le gestionnaire.

## CHAPITRE II

### EN QUOI CONSISTE REELLEMENT LA MAINTENANCE

#### 2.1 DEFINITION DE LA FONCTION MAINTENANCE

##### 2.1.1 Introduction

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité maximale des installations et infrastructures de production et de leurs annexes à un coût optimal dans de bonnes conditions de qualité, de sécurité et de respect de l'environnement.



La fonction maintenance a été jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent inévitable. On tendait à l'assimiler à une fonction de dépannage et de réparation d'équipements soumis à l'usure et au vieillissement.

En fait, la fonction maintenance recouvre beaucoup plus que cela : elle est devenue une recherche incessante de compromis entre le "technico-économique" et le "technico-financier". Pourtant, il reste beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise. Pour cela, il faut que l'on devienne conscient que la fonction maintenance n'est pas seulement une fonction de "partenaire" de la production : elle est tout simplement une condition sine qua non pour produire.

Pour être menée à bien, la maintenance exige des moyens humains et matériels importants et adéquats. Elle ne peut pas devenir le refuge d'un personnel inapte, par exemple, à la fabrication et doit bénéficier d'un budget de fonctionnement qui doit lui permettre de jouer un rôle qui dépasse celui d'un service de dépannage d'urgence. Un planning, une organisation et une approche de travail méthodique sont nécessaires pour gérer les activités de maintenance. Des programmes adéquats de formation professionnelle ainsi que de recherche et de développement dans le domaine de la maintenance devront permettre d'améliorer continuellement la qualité du travail. Alors seulement, la fonction maintenance pourra jouer pleinement son rôle primordial en ce qui concerne la productivité, l'assurance de la qualité, la sécurité du personnel et la protection de l'environnement.

#### 2.1.2 Objectifs de la maintenance

Les principaux objectifs de la maintenance sont les suivants :

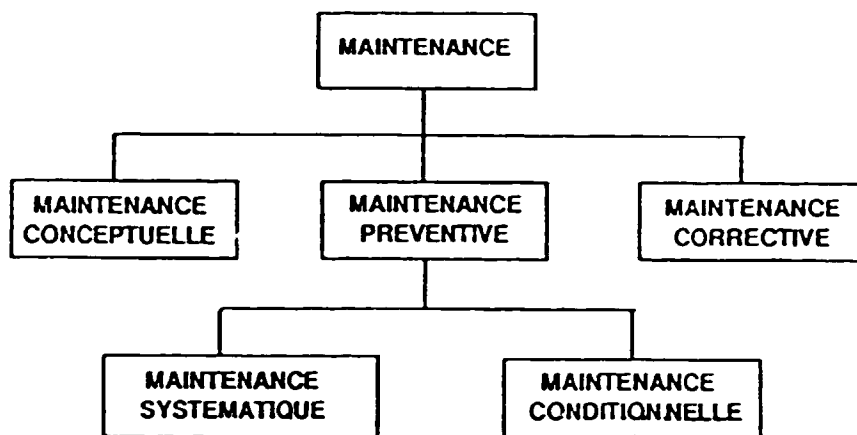
- Optimiser la fiabilité du matériel et des infrastructures;
- Veiller en permanence au maintien en bon état du matériel et des infrastructures;
- Assurer des dépannages rapides du matériel ou de remise en état des infrastructures afin qu'ils soient aussi disponibles que possible pour la production;
- Augmenter, par l'étude de modifications, d'extensions ou d'installations nouvelles à faible coût, la productivité des installations existantes ou la capacité de production;
- Veiller à ce que les installations de production et de distribution de l'énergie et des fluides soient en état de fonctionner;
- Améliorer la sécurité du travail;
- Former le personnel dans les métiers spécifiques de la maintenance;
- Conseiller la direction de l'usine ainsi que les départements de production, d'achats, d'ingénierie et de R-D dans les domaines de l'acquisition, de l'installation et de la conduite des équipements;
- Jouer en permanence un rôle dans la garantie de la qualité du produit fini;
- Assurer la protection de l'environnement.

### 2.1.3 Terminologie

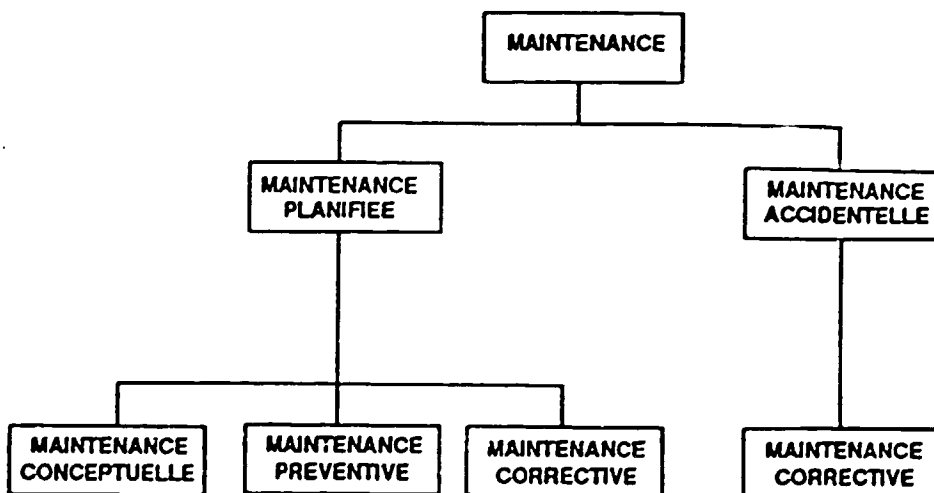
La maintenance se pratique sous différentes formes, à savoir :

- a) La maintenance conceptuelle;
- b) La maintenance préventive, qui comprend la maintenance systématique (périodique) et la maintenance conditionnelle;
- c) La maintenance corrective.

Schématiquement, nous aurons donc la disposition suivante :



La maintenance peut également être subdivisée en maintenance planifiée et maintenance accidentelle (non planifiée). Le schéma ci-après illustre la relation entre ces deux types de maintenance et les types de maintenance présentés dans le schéma précédent.



a) La maintenance conceptuelle

Elle est également appelée maintenance améliorative ou maintenance adaptative et a pour but d'améliorer le fonctionnement, la fiabilité ou la capacité du matériel installé.

Les travaux de maintenance conceptuelle comportent en général des études, la construction, l'installation, le démarrage et la mise au point.

Les améliorations apportées doivent toujours contribuer à une réduction des temps d'arrêt du matériel et des coûts d'exploitation, dont les coûts de la maintenance, en particulier.

En outre, il a été prouvé que le principe de la maintenance conceptuelle doit commencer dès la planche à dessin : il s'agit, au moment de la conception d'un équipement, de penser déjà à divers aspects qui concernent la maintenance, à savoir :

- Maintenabilité (facilité de maintenance et protection contre les défaillances);
- Réparabilité locale (par exemple soudabilité, rechargement);
- Démontabilité;
- Accessibilité;
- Choix de matériaux nécessitant peu de maintenance;
- Etc.

b) La maintenance préventive

Le principe de la maintenance préventive est toujours basé sur l'anticipation. La maintenance préventive se pratique sous deux formes : la maintenance systématique et la maintenance conditionnelle.

La maintenance systématique

Elle consiste à intervenir sur le matériel à intervalles réguliers selon un échéancier ou sur la base d'unités d'utilisation prédéterminées (heures de marche ou kilomètres parcourus), en vue de détecter les anomalies ou les usures prématurées et d'y remédier avant qu'une panne ne se produise. Cette périodicité d'intervention est basée, en général, sur les recommandations du fabricant révisées et ajustées en fonction des expériences vécues lors des interventions précédentes. Ce type de maintenance est également appelé "maintenance périodique".

La maintenance conditionnelle

Cette forme de maintenance, également appelée maintenance prédictive ou auscultative, est une technique de prévention de panne sans démontage, basée sur une auscultation du matériel concerné.

Elle permet l'analyse de l'état d'usure du matériel pendant son fonctionnement. On peut ainsi se faire une idée de l'état de l'équipement sans l'arrêter ou le démonter.

Cette maintenance exige néanmoins un équipement assez complexe et un personnel spécialisé, et fait surtout appel à des techniques telles que l'analyse des bruits, l'analyse vibratoire, la thermographie ou la thermovision, l'analyse par ondes de choc, l'analyse par ultrasons, le spectre de fréquences et l'analyse spectrométrique des huiles (SOAP).

Les anomalies sont détectées par comparaison des mesures effectuées aux données originales et par l'analyse de graphiques reprenant l'évolution des diverses mesures effectuées en fonction du temps de fonctionnement (étude de la tendance).

Les anomalies constatées, complétées par les inspections et contrôles effectués dans le cadre d'un programme, sont ensuite corrigées par des interventions occasionnelles qui permettent d'éviter la panne.

La maintenance préventive nécessite une bonne organisation du département de maintenance, l'accent étant mis en particulier sur les domaines suivants :

- Inspection du matériel en fonctionnement sur la base d'un programme préétabli de visites périodiques en vue de contrôler les conditions de marche;
- Interventions systématiques après inspection du matériel à l'arrêt et remplacement programmé des pièces. Ce programme sera mis au point d'abord par estimation de la durée de vie des pièces sujettes à usure et des organes (étude des modèles de fiabilité). Il sera ensuite affiné et réajusté au fur et à mesure de l'expérience acquise lors des inspections, en vue d'optimiser les périodicités de remplacement. Ceci met en évidence l'importance capitale d'une bonne maîtrise des statistiques (historique machines) et de leur tenue à jour. En effet, une périodicité de remplacement trop longue augmente le risque de panne, tandis qu'une périodicité trop courte mènera à des remplacements de pièces ou d'organes qui n'auront pas atteint leur durée de vie optimale;
- Révisions. Demandant souvent un travail considérable, elles pourront s'effectuer pendant des arrêts programmés ou lors de périodes de faible production (congés ou week-ends);
- Travaux de routine tels que graissage, réglage, nettoyage, rodage des machines neuves ou révisées, peintures, etc.

La mise en place d'un programme de maintenance préventive, soigneusement étudié et conçu spécialement pour résoudre les problèmes spécifiques à chaque équipement, demeure l'un des moyens les plus efficaces pour réduire les pannes et conserver le matériel en bon état. Il est important d'appliquer le programme de maintenance préventive dès la mise en service d'un équipement neuf.

#### c) La maintenance corrective

Appelée également maintenance curative ou maintenance palliative, elle consiste en :

- Des dépannages de machines dont le mauvais état entraîne soit l'arrêt total ou partiel de l'équipement, soit sa marche dans des conditions intolérables;
- Des réparations de machines.

Il est donc indispensable de travailler méthodiquement pour limiter au maximum les temps d'intervention. Une bonne préparation du travail ainsi que le recueil et le traitement de toute information concernant les réparations permettront :

- D'éviter les temps morts;
- De supprimer les erreurs de montage et de démontage;
- D'améliorer les conditions dans lesquelles doivent se dérouler les travaux.

## 2.2 ACTIVITES D'UN SERVICE DE MAINTENANCE

Les activités du service de maintenance englobent une série de fonctions énumérées ci-dessous.

### 2.2.1 Les méthodes

La fonction méthodes consiste à réfléchir et à préparer au mieux les travaux du service de maintenance, en utilisant des techniques adéquates ou des moyens appropriés.

Cette fonction peut s'appliquer soit à un travail unique bien déterminé, auquel cas il s'agit de la "préparation du travail" traitée plus loin dans la section 2.2.3, soit à tout un programme de maintenance sur une machine.

Il s'agit de rassembler le maximum d'éléments qui permettront d'exécuter convenablement les travaux de maintenance, en particulier grâce aux opérations ci-après :

- La création de fiches techniques et historiques des machines;
- La création et la tenue à jour des dossiers machines;
- La définition des modes opératoires, notamment pour les travaux répétitifs et importants;
- La conception des programmes de maintenance préventive;
- La collaboration à la standardisation et à la normalisation du matériel;
- La participation aux analyses diagnostiques en cas de panne grave;
- L'analyse et l'évaluation continues des renseignements obtenus, en vue d'améliorer les méthodes pour tous les travaux importants et de mettre à jour ou de rectifier les programmes et procédures existants;
- L'analyse des avaries répétitives et la communication au bureau d'études et travaux neufs des propositions de modifications qui en découlent;
- La collaboration avec le service de la gestion des stocks pour le choix des pièces de rechange, outillages et matières à mettre en magasin et la détermination de leurs paramètres de gestion;
- La création de formulaires et documents à utiliser par les différents services du département de maintenance et la détermination de leur flux (système d'informatique de gestion).

### 2.2.2 Les études et travaux neufs

La fonction études et travaux neufs concerne l'étude et la conception de modifications ou petites extensions aux installations et matériel existant en vue d'y apporter des améliorations sur les plans suivants :

- La capacité ou le rendement;
- La qualité de la production;
- La sécurité du personnel;
- La maintenabilité ou l'accessibilité;
- Les effets sur l'environnement.

Le travail du bureau d'études et travaux neufs est ainsi caractérisé tant par la grande diversité des tâches qui y sont étudiées que par la variété des techniques qui y sont mises en oeuvre pour les exécuter.

Le bureau d'études et travaux neufs, en tant que concepteur, assurera le rôle de superviseur des tâches effectuées par les services de maintenance concernés. A ce titre, il sera responsable non seulement des études, mais également de la construction, de l'installation, de la mise en service et de la mise au point des équipements concernés.

### 2.2.3 La préparation du travail

La fonction préparation du travail consiste à déterminer les tâches (modes opératoires), les caractéristiques des tâches, les moyens matériels nécessaires, les conditions requises, la durée des opérations et le volume de travail.

Elle découle directement de la fonction méthodes, mais est axée sur un travail bien déterminé.

Pour bien préparer le travail, il faut étudier et définir deux aspects : la description du travail et sa décomposition en opérations.

La description du travail est également un guide pour le responsable chargé de contrôler la sécurité, la qualité et le coût.

La décomposition en opérations permet l'échelonnement des travaux.

Il n'est pas indispensable de préparer tous les travaux de maintenance, d'abord parce que le personnel utilisé pour cette tâche doit être qualifié et revient donc cher, ensuite parce qu'il est bon de laisser certaines initiatives aux contremaîtres ou aux responsables de l'exécution des travaux.

Il faut donc agir avec discernement dans le choix des travaux à préparer. Dans le cas des interventions de maintenance, des analyses des travaux démontrent que la préparation du travail est rentable dans au moins 25 % des cas, ne serait-ce que parce qu'elle entraîne une meilleure utilisation de la main-d'oeuvre.

### 2.2.4 Ordonnancement-lancement-suivi de l'avancement

a) La fonction ordonnancement consiste à rassembler des moyens matériels et humains, à établir un programme et à fixer des délais. Il s'agit en particulier :

- De prévoir le programme général auquel le service doit faire face (planning à long terme);
- De juger des priorités des demandes de travail;
- De veiller à ce qu'il soit donné suite aux commandes de sous-traitance et de fournitures nécessaires aux travaux programmés, en liaison avec le personnel chargé de la préparation du travail;
- De veiller au respect des consignes et des délais.

b) Le lancement est la fonction la plus proche de l'exécution (planning à court terme). Elle assure la distribution du travail selon le planning établi en fonction de la charge des équipes et des machines. Dans ce contexte, elle constitue une nécessité pour assurer une utilisation rationnelle de la main-d'oeuvre.

c) Le suivi de l'avancement est assuré en général par l'équipe chargée du lancement. Cette fonction consiste à suivre en permanence la charge de travail du personnel exécutant et des machines-outils et à corriger les sous-charges ainsi que les surcharges. Le planning de charge doit permettre la réalisation de travaux imprévus, urgents ou retardés. Un planning spécial pour la maintenance préventive doit permettre de contrôler facilement l'état d'avancement des travaux programmés en fonction des délais impartis.

#### 2.2.5 L'exécution du travail

L'exécution du travail est facilitée et optimisée par une bonne préparation et un planning efficace, pour autant que les responsables de cette exécution s'astreignent à réaliser un travail de qualité tout en respectant les délais impartis.

Sans cette préparation et ce planning, des pertes de temps se produiront pendant l'exécution, ce qui se traduira par un faible taux d'utilisation du personnel de maintenance et, par suite, par :

- Une mauvaise synchronisation des interventions des différentes équipes;
- De nombreux problèmes non résolus qui se présenteront lors de l'exécution;
- L'emploi d'outillages non adaptés au travail;
- La mauvaise utilisation du personnel qualifié.

Il va sans dire que ces pertes de temps augmentent les coûts de la maintenance ainsi que le temps d'immobilisation du matériel.

Par ailleurs, pour un nouveau projet, on peut éviter de nombreuses pertes de temps en choisissant correctement, lors de la conception de l'usine, l'emplacement des points stratégiques de maintenance tels que les ateliers, les magasins centraux, les magasins annexes, le bureau de planification de la maintenance, etc.

En général, une décentralisation des diverses sections réduit les déplacements entre magasins, ateliers et chantiers; par contre, une centralisation permet souvent une meilleure organisation entraînant une réduction des coûts.

### 2.2.6 Le contrôle de la qualité

La fonction contrôle de la qualité du travail de maintenance est très importante pour garantir la qualité de l'exécution. Son degré d'efficacité constitue l'image de marque de la maintenance.

Son rôle essentiel justifie pleinement les investissements nécessaires, tant en personnel qu'en outillages et instruments de mesure. Pour les ateliers de fabrication, et en particulier pour l'usinage, on a donc intérêt à former du personnel spécialisé dans le contrôle. En ce qui concerne les interventions sur site, les contremaîtres seront souvent chargés eux-mêmes du contrôle des travaux de leur équipe.

Les instructions précisant les procédures de contrôle, et indiquant l'outillage qui devrait être nécessaire pour le contrôle à la fois des travaux sur le chantier ou dans l'atelier et des travaux sous-traités, doivent être clairement formulées dans le cadre de la préparation du travail.

### 2.2.7 Gestion des stocks de pièces détachées et magasins de maintenance

La fonction gestion des stocks et magasins de maintenance doit être assurée par le département de la maintenance, et non par le département des achats et approvisionnements. Les tâches doivent être réparties entre les deux services de la façon suivante :

- Le département de la maintenance se chargera de l'établissement de la demande d'approvisionnement ou de réapprovisionnement (décisions techniques, codification et désignation);
- Le département des achats et approvisionnements prendra en charge, quant à lui, les décisions commerciales, la préparation des commandes et leur suivi.

Il est bien évident qu'une collaboration harmonieuse entre ces deux départements garantira un choix optimal pour l'achat des pièces de rechange.

La première tâche en matière de gestion des stocks est de prévoir, à tous moments, les besoins de l'usine en :

- Consommables et articles courants du magasin de maintenance;
- Pièces standard.

Ensuite, il faut gérer ces besoins et déterminer les quantités sur lesquelles doivent porter les réapprovisionnements, compte tenu des niveaux des stocks et de divers paramètres tels que consommation, délais de livraison, stocks de sécurité, impératifs propres à certains marchés de produits devant faire l'objet de nouvelles commandes, etc.

Cette fonction importante devrait être l'affaire de tous. En réalité, des conflits naissent souvent du fait que les différents utilisateurs ont chacun leur manière de considérer la situation en matière de stocks.

Pour éviter de tels conflits, il est indispensable de mettre en place une politique saine de gestion des stocks avec codification et désignation correcte de toutes les pièces. Cette codification et cette désignation, appliquées à tous les niveaux de l'approvisionnement, de la fabrication, de la maintenance et de la comptabilité industrielle, éviteront toute ambiguïté dans l'échange des informations.



### 2.2.8 La gestion du personnel de maintenance

La gestion du personnel est un des aspects essentiels du fonctionnement d'un département de maintenance. De cette gestion dépendent en effet l'utilisation rationnelle du personnel, sa sélection et sa motivation.

Ces éléments se répercutent sur la qualité et la quantité du travail fourni par le service et donc sur son efficacité et sa rentabilité.

Compte tenu de ce qui précède, les points suivants retiendront particulièrement l'attention des responsables :

- La qualification du personnel : les travaux de maintenance, souvent complexes et variés, requièrent un personnel très qualifié;
- Le personnel ayant reçu une formation polyvalente sera très apprécié, étant donné les différentes disciplines auxquelles il sera confronté;
- Une attention particulière devrait être accordée au personnel de maîtrise dont l'importance est souvent sous-estimée. En dehors de sa fonction d'encadrement, il doit assumer une tâche fondamentale, qui est la formation du personnel;
- Les descriptions de fonction ou de poste doivent couvrir tous les postes de la maintenance;
- Le recrutement du personnel de maintenance nécessite une attention particulière;
- La formation et le recyclage du personnel de maintenance;
- La politique de rémunération : il faut veiller à ce que, à qualification égale, le taux moyen des salaires dans la maintenance soit le même que dans la fabrication. On appliquera les méthodes de rémunération au rendement avec précaution, par exemple en jugeant la valeur du personnel en fonction non pas de la quantité, mais de l'efficacité et de la qualité du service.

### 2.2.9 Contrôle des coûts et gestion de la maintenance

En diminuant ses coûts, tout service de maintenance augmente la rentabilité de l'entreprise. Pour maîtriser ces coûts, il est nécessaire de les connaître et de pouvoir les interpréter.

Pour ce faire, il est justifié d'avoir dans l'entreprise un service de gestion de la maintenance relevant du responsable de la maintenance et collaborant étroitement avec le département de comptabilité, et dont la tâche est :

- De fournir en permanence au service de la maintenance toutes les informations concernant ses dépenses propres et lui permettre ainsi de réagir rapidement face à tout écart ou anomalie;
- D'assurer un meilleur suivi des imputations [aux centres de coûts] et limiter ainsi les erreurs commises;
- De faciliter l'établissement de devis;

- De permettre de rassembler plus aisément les chiffres des dépenses relatives à un même travail;
- De mieux définir et suivre les affectations des frais généraux.

#### 2.2.10 L'exploitation des utilités

Les utilités, ou installations de production et de distribution d'énergie et de fluides, comprennent :

- La production et la distribution d'électricité;
- Le traitement, la distribution et l'écoulement des eaux;
- La production et la distribution d'air comprimé;
- Le réseau de vide;
- Le chauffage ainsi que la production et la distribution de vapeur;
- Le stockage et la distribution de gaz divers;
- Le stockage et la distribution des carburants.

L'exploitation des utilités englobe non seulement la maintenance, mais aussi la conduite de ces installations.

Le service de la maintenance est le service le plus à même de mener à bien cette tâche, car celle-ci requiert des agents techniquement qualifiés pouvant agir à la fois comme opérateurs et comme agents d'entretien, et non uniquement comme opérateurs.

En effet, ces installations peuvent être considérées comme des installations auxiliaires pour la production, dont la conduite n'exige pas du personnel spécialisé sur une machine, mais plutôt de bons électromécaniciens formés dans les deux domaines, et d'autant plus que leur travail consistera bien plus à effectuer des contrôles et des entretiens courants qu'à manoeuvrer une machine conçue pour une seule opération.

#### 2.2.11 La gestion de la maintenance

Toutes les fonctions décrites ci-dessus doivent être gérées de manière appropriée. Mis à part l'aspect technique, la maintenance est de plus en plus considérée comme une fonction de gestion d'entreprise au plus haut niveau. Les directeurs de maintenance devraient s'approprier un langage qui est compréhensible pour la direction générale et les centres de décision. Le langage usuel des maintenances est souvent trop technique et devrait évoluer vers un langage de gestion et économique (par exemple axé sur des thèmes de coûts directs et indirects, retour de l'investissement, valeur ajoutée, etc.).

La fonction de gestion de la maintenance est suivie ou occultée à différents niveaux :

- Sur site : gestion technique du travail de maintenance, y compris les méthodes, le planning, le contrôle de qualité des travaux, l'analyse des statistiques opérationnelles;
- Au niveau du département de maintenance : gestion stratégique et économique à travers la définition de politiques de maintenance, y compris le concept de maintenance, le suivi d'indicateurs de

performance économiques, la gestion du personnel, la politique de sous-traitance, etc.;

- Au niveau de la direction de l'entreprise : participation à la définition de planning directeur, par exemple en ce qui concerne la politique de renouvellement, l'acquisition d'équipements, le développement de ressources humaines, etc.

Afin d'atteindre cet objectif, le directeur de maintenance doit avoir un accès rapide à des données techniques et économiques.

En outre, étant donné que la fonction maintenance évolue de plus en plus dans les entreprises vers une fonction de "gestion totale intégrée des immobilisations", le responsable de maintenance doit faire partie du comité de direction de l'entreprise.

## 2.3 LES NIVEAUX DE MAINTENANCE

On distingue cinq niveaux (échelons, degrés) de maintenance en fonction de la complexité des travaux et de l'urgence de l'intervention. La norme AFNOR Standard X60-011 donne les définitions suivantes :

### 2.3.1 Premier niveau

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles.

#### Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectuée par l'exploitant du bien sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très réduit.

### 2.3.2 Deuxième niveau

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement.

#### Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectuée par un technicien habilité de qualification moyenne sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance et à l'aide de ces mêmes instructions. On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

#### Note

Un technicien est habilité lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels et en connaissance de cause.

### 2.3.3 Troisième niveau

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et

toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

#### Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectuée par un technicien spécialisé sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage et, éventuellement, des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

#### 2.3.4 Quatrième niveau

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive, à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et, éventuellement, la vérification des étalons de travail par des organismes spécialisés.

#### Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectuée par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et, éventuellement, des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

#### 2.3.5 Cinquième niveau

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure. Fabrication de pièces de rechange.

#### Commentaire

Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur ou par le reconstruteur avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication d'origine. Il peut également être effectué par un atelier central complètement équipé.

### CHAPITRE III

#### PLANIFICATION ET EXECUTION DE LA MAINTENANCE

##### 3.1 STRATEGIES DE MAINTENANCE

Le développement de la maintenance au sein d'une entreprise doit faire partie d'une stratégie d'ensemble dont les axes principaux seront les suivants :

- La gestion des ressources humaines;
- Le renouvellement des équipements de production;
- L'acquisition de nouveaux équipements;

- L'introduction de l'informatique;
- La gestion financière;
- Le marketing;
- La maintenance;
- Les procédés de production;
- Les matières premières;
- L'environnement social et culturel de l'entreprise.

Chacun de ces domaines devrait faire l'objet d'un plan directeur de l'entreprise.

Le plan directeur de gestion de la maintenance devrait être axé sur les points suivants :

- La position hiérarchique de la maintenance dans l'organigramme de l'entreprise;
- Le développement de ressources humaines en maintenance;
- La mise en place d'une comptabilité analytique faisant ressortir les dépenses de maintenance par centre de frais, par machine et par nature;
- L'établissement d'un budget séparé pour la maintenance;
- L'acquisition et le renouvellement des équipements (choix technologique, cahiers des charges, participation de spécialistes de la maintenance lors des négociations, introduction de la notion du coût du cycle de vie, prise en compte des coûts de non-efficacité);
- La structure de maintenance : centralisée, décentralisée ou mixte;
- La maintenance assistée par ordinateur et sa gestion informatisée;
- La sous-traitance de travaux de maintenance;
- La détermination des équipements prioritaires et le dosage des divers types de maintenance : périodique, conditionnelle, corrective et conceptuelle;
- La relation avec le département de contrôle de la qualité;
- La sécurité du personnel et la sécurité en général;
- La sauvegarde de l'environnement.

Bien que tous les domaines susmentionnés soient importants, on ne mettra ici l'accent que sur certains d'entre eux, quitte à faire ainsi une étude non exhaustive.

La position hiérarchique du service de la maintenance au sein d'une entreprise doit être très haute, au même niveau que la fabrication/production, le service commercial, l'administration et les finances. Autrement dit, le responsable de la maintenance doit faire partie du comité de direction de l'entreprise.

La structure qui nous a permis d'obtenir les meilleurs résultats dans tous les types d'environnement est celle d'une maintenance centralisée. Le chapitre suivant traite de ce sujet plus en détail.

En ce qui concerne la mise en valeur des ressources humaines, deux priorités s'imposent d'urgence : la motivation et la formation. Un des problèmes qui se posent est d'attirer du personnel hautement qualifié dans un domaine qui offre traditionnellement peu de perspectives de carrière. Ceci est certainement le cas pour l'encadrement. La tâche de l'entreprise sera de parer à cette carence en concevant un plan de carrière pour l'ensemble du personnel de maintenance et, en particulier, pour les ingénieurs.

L'informatisation de la maintenance ne peut être considérée isolément de l'informatisation de l'entreprise : il faut choisir des logiciels et du matériel compatibles avec ce qui existe déjà dans les autres services tels que la comptabilité, la fabrication ou la gestion des matières premières.

Lors de l'acquisition d'équipements pour des raisons de renouvellement, d'extension ou de modernisation, la maintenance doit jouer un rôle de premier ordre dans le choix d'une technologie adéquate, dans la conception des équipements et infrastructures et dans les dispositions à prendre pour pouvoir assurer la maintenance. C'est pourquoi les spécialistes de la maintenance devraient obligatoirement participer à toutes les négociations contractuelles.

La définition d'une politique de sous-traitance de travaux de maintenance est un facteur qui contribue sensiblement aux performances du service. On sera donc forcément amené à se demander s'il faut faire tel ou tel travail soi-même ou s'il faut le faire faire. Dans ce dernier cas, quels sont les travaux à sous-traiter et quels sont ceux qu'il faut faire exécuter par le service de maintenance pour pouvoir éviter la perte de savoir-faire, même s'il faut alors faire un investissement en personnel spécialisé ?

Pour choisir le mode de maintenance optimal, il faut faire un dosage pondéré entre les diverses formes de maintenance (voir le chapitre précédent). Ce dosage devra être décidé sur la base d'une étude approfondie sur l'importance de la fiabilité des machines considérée en relation avec la production, la qualité, le coût de réparation, la sécurité et l'environnement. La recherche de l'absence totale de pannes est dépassée; il s'agit maintenant plutôt de maîtriser les pannes et de savoir où on peut accepter des défaillances et où on ne le peut absolument pas.

On voit donc que les options à retenir lorsque l'on établit un service de maintenance doivent être intégrées dans une stratégie bien conçue.

Les directeurs d'entreprise et les responsables de la maintenance trouveront dans les chapitres ci-après des suggestions qui pourront les aider à faire leur choix.

### 3.2 STRUCTURE ORGANISATIONNELLE D'UN DEPARTEMENT DE MAINTENANCE

#### 3.2.1 Principes fondamentaux d'organisation de la maintenance

Il n'est pas facile de résoudre les problèmes liés à l'organisation des services de maintenance, que ce soit dans les pays industrialisés ou dans les pays où les conditions sont difficiles. On examinera ci-après certains principes.

La forme d'organisation la plus efficace n'est pas celle qui est parfaite dès sa conception, mais celle qui est correctement appliquée. Ceci signifie qu'il faudrait opter au départ pour une organisation simple excluant au maximum la paperasserie. On donnera au personnel des explications claires et concises sur les différents rouages et les circuits d'information, pour qu'il comprenne pleinement les interdépendances. Après une période d'introduction, on adaptera au fur et à mesure l'organisation choisie afin de la compléter et de l'affiner.

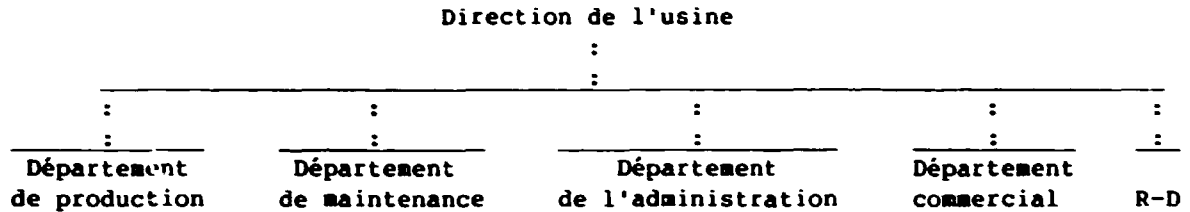
Les principes qui devraient être jugés fondamentaux pour l'organisation de la maintenance dans une PME peuvent se résumer comme suit :

- Centraliser toutes les activités de maintenance dans un département avec un seul chef responsable;
- Placer le département de la maintenance à un niveau élevé dans l'organigramme de l'usine;
- Eviter que la maintenance ne dépende hiérarchiquement de la production, mais la mettre au même niveau;
- Affecter un personnel qualifié à la maintenance;
- Allouer à la maintenance des ressources financières suffisantes;
- Concevoir une organisation adaptée aux besoins particuliers de chaque usine et lui permettre d'évoluer en fonction desdits besoins;
- Ne pas chercher à mettre en place une organisation parfaite dès le début, mais rechercher plutôt des structures souples et veiller, avant d'introduire définitivement le système, à ce que le personnel le comprenne parfaitement;
- Eviter les paperasses inutiles, mais faire remplir avec soin les imprimés nécessaires à un bon flux d'informations.

#### 3.2.2 Position du département de maintenance dans la structure organisationnelle de l'usine

Il importe d'établir un lien direct entre le responsable de la maintenance et le directeur d'usine. Les responsabilités du chef de maintenance englobent toutes les tâches expliquées dans le chapitre sur la fonction de maintenance.

L'organigramme ci-après montre à quel niveau hiérarchique devrait se situer le département de maintenance.



Etant donné que l'objectif de la production et de la maintenance est le même - à savoir une production à un coût minimal dans de bonnes conditions de qualité et de sécurité - il est indispensable que les deux départements soient placés au même niveau hiérarchique pour permettre l'établissement entre eux de relations fondées sur un pouvoir de décision équivalent.

Des expériences positives ont été faites dans certains pays industrialisés avec la formule de la maintenance productive totale, consistant à faire assurer par le même personnel la fonction maintenance et la fonction production. Cependant, surtout dans les pays en développement et les autres pays où le contexte industriel est difficile, il faut recommander que la maintenance soit - au moins pour le moment - indépendante et ne soit pas placée hiérarchiquement sous la production : un chef de maintenance doit pouvoir user de son autorité pour arrêter une installation de production pour des interventions urgentes, avant même qu'une panne ne surgisse. Ceci n'est pas toujours compris lorsque la maintenance dépend de la production. Le département de production ne cherche souvent qu'à réaliser à tout prix une production record, tout en sous-évaluant totalement les dégradations rapides du matériel. En fait, il faudrait, dans la mesure du possible avant le démarrage effectif de la production, définir clairement les procédures détaillées concernant la relation entre le département de maintenance et le département de production. Cette relation devrait être la base sur laquelle seraient fondés les plans annuels de production et devrait être revue lors de réunions mensuelles ou trimestrielles, de façon à ce qu'il y ait un système satisfaisant de consultations entre les deux départements.

Le rôle de la maintenance lors de l'acquisition de nouveaux équipements ou lors d'extensions de l'usine doit être mis en exergue : pendant la préparation d'un projet ou lors de négociations contractuelles, l'entreprise ne devrait pas être représentée uniquement par le directeur de production ou par le directeur commercial, mais aussi par des responsables de la maintenance dont l'avis devrait être un élément décisif.

La centralisation de la maintenance présente des avantages dont les plus importants sont les suivants :

- Conseil d'administration tenu au courant grâce à une seule source d'informations;
- Utilisation efficace du personnel et bonne préparation du travail;
- Possibilité d'éviter le non-respect des procédures causé par la rotation du personnel, et ce grâce au maintien de rouages formalisés et à la mémorisation centralisée des informations;
- Meilleur contrôle et optimisation des coûts de maintenance grâce à une séparation claire entre "clients" et "fournisseurs";
- Meilleure utilisation des spécialistes, des machines-outils et des outillages spécifiques;



- Optimisation et meilleur suivi des travaux sous-traités;
- Possibilité d'exécuter des révisions annuelles ou de grosses réparations dans un délai optimal grâce à la concentration de toutes les forces et moyens disponibles;
- Amélioration de la qualité et de l'efficacité du travail grâce à la centralisation des données d'expérience en matière de réparation et de dépannage dans toute l'usine;
- Rédaction plus facile des spécifications techniques adéquates pour l'achat de nouveaux équipements, compte étant tenu de l'amélioration de la maintenabilité et des mesures permettant d'assurer une maintenance correcte (par exemple documentation technique, formation, pièces de rechange, etc.).

### 3.2.3 Organigramme de maintenance

#### a) Introduction

Un organigramme de maintenance pouvant servir de base de discussion pour des usines de taille et de types divers repose sur une approche liée aux fonctions à assurer. Il est à ce sujet bien entendu qu'une fonction dans l'organigramme peut être exercée par une ou plusieurs personnes, et qu'inversement une personne peut exercer plusieurs fonctions. Tout dépend de la taille des installations.

Nous avons choisi d'expliquer les organigrammes en abordant les niveaux successifs de complexité.

Au premier niveau correspond un organigramme simple conçu pour une petite usine et montrant les fonctions de base indispensables au bon fonctionnement de la maintenance.

Au deuxième niveau, on a un organigramme conçu pour une usine plus importante, comptant un seul secteur de production et fonctionnant 8 heures par jour.

Au troisième niveau, on présente l'organigramme d'un service de maintenance pour une nouvelle usine composée de plusieurs secteurs de production et fonctionnant en permanence (24 heures sur 24).

Enfin, au quatrième niveau, on a l'organigramme précédent avec des variantes qui sont fonction de certaines particularités des installations.

Au fur et à mesure, les fonctions sont expliquées. Ainsi, le lecteur pourra trouver tous les éléments qui lui permettront d'adapter les conseils donnés à son propre cas.

#### b) Les organigrammes d'un service de maintenance

Avant d'entrer dans le détail des organigrammes, il convient d'insister sur quelques principes :

- Dans un service de maintenance, on peut distinguer cinq groupes de fonctions qui couvrent l'ensemble des tâches de la maintenance telles qu'elles sont décrites au chapitre II :
- Une fonction de réflexion : méthodes, préparation, planning;

- Une fonction d'exécution;
- Une fonction de contrôle;
- Une fonction de logistique : ateliers, laboratoires, garage, magasins;
- Une fonction d'évaluation et de gestion.

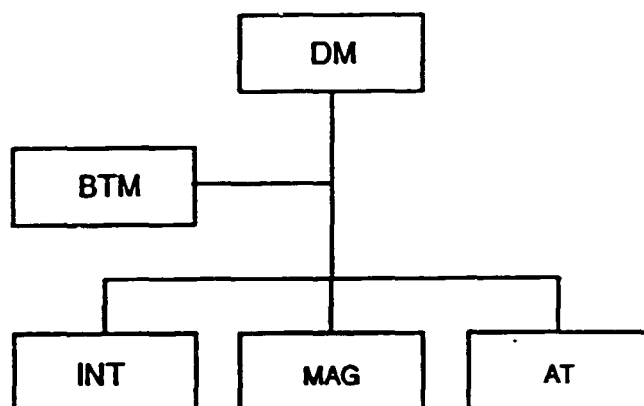
Dans un organigramme, si petit qu'il soit, il faudra toujours retrouver ces fonctions.

- Les activités de maintenance devraient être réparties en activités de maintenance préventive et activités de maintenance corrective. Les descriptions de poste y relatives devraient être établies en conséquence. Dans les usines de taille moyenne ou grande, on aura ainsi une ou plusieurs équipes faisant des journées normales et chargées exclusivement de tâches préventives. Une ou plusieurs équipes postées s'occuperont, quant à elles, des dépannages et des petites réparations. Ce dernier cas ne se présente que dans les usines fonctionnant 24 heures sur 24. Dans une usine qui ne fonctionne que 8 heures par jour, on a, au lieu de ces équipes postées, des équipes qui travaillent selon l'horaire normal, mais qui n'ont aussi que des tâches de maintenance corrective;
- Tous les supports logistiques devraient être centralisés : ateliers, magasins, bureau technique. Une décentralisation indépendante dans les secteurs de production devrait être évitée, surtout pour de petites usines. Pour de grandes usines, des antennes des services susmentionnés, du bureau technique en particulier, pourraient être créées dans le principal secteur de production. Les antennes d'ateliers ne devraient cependant avoir que du matériel de base, car il ne serait pas rationnel d'y placer tout ce qui existe déjà dans l'atelier central.

c) Organigrammes de base

c.1) Premier niveau de complexité

L'organigramme le plus simple d'un service de maintenance est composé de cinq cases, correspondant aux cinq fonctions principales susmentionnées. Il est représenté ci-dessous.

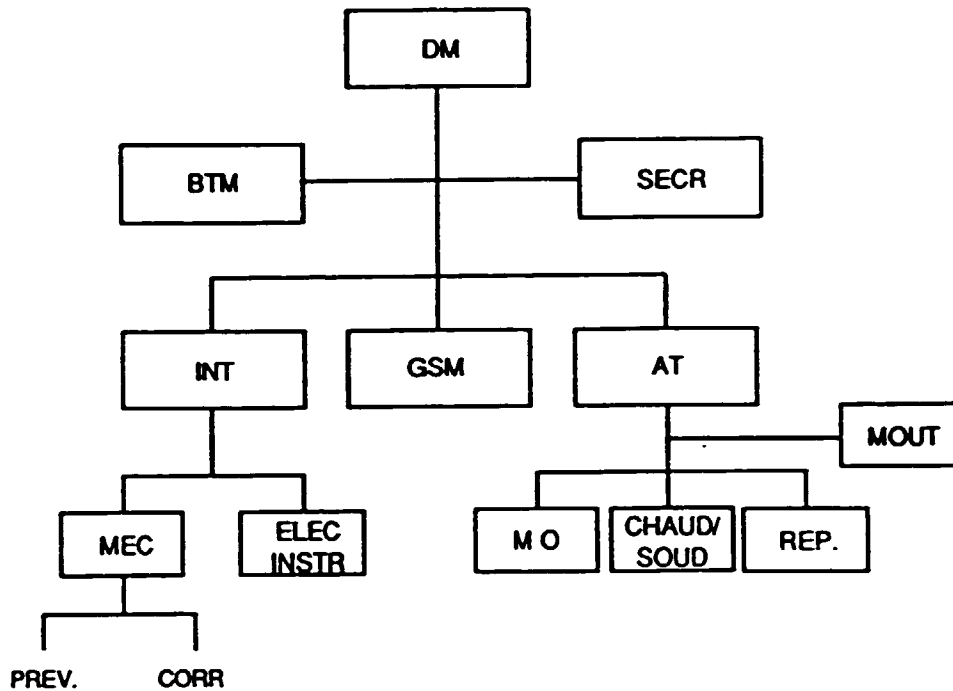


**DM** : Direction de maintenance  
**BTM** : Bureau technique de maintenance  
**INT** : Interventions  
**MAG** : Magasin  
**AT** : Atelier

- **DM** : direction de la maintenance. Chargée de la gestion technique et administrative du service. Ceci concerne en particulier la supervision des divers travaux, l'établissement d'un budget, le suivi des dépenses, l'interprétation des incidents techniques, les instructions pour les programmes de maintenance, le recrutement du personnel, la participation aux comités de direction de l'usine et la fourniture de conseils en matière de renouvellement et d'achat d'équipements.
- **BTM** : bureau technique de maintenance. Chargé des méthodes (programmes, préparation du travail), du planning des travaux (ordonnancement, lancement) ainsi que de la documentation technique. Egalement chargé du choix des pièces à mettre en stock ainsi que de leur gestion.
- **INT** : interventions. Service chargé des interventions mécaniques, électriques et autres en ce qui concerne la maintenance tant préventive que corrective.
- **MAG** : magasin des pièces de rechange. Service chargé de la tenue des stocks de pièces (enregistrement, classement, conservation, stockage) ainsi que de leur distribution.
- **AT** : atelier. Atelier mécanique et électrique. Chargé de petits travaux de soudure, un peu de chaudronnerie et de petites réparations électriques.

A la limite, ces fonctions pourraient être exercées par une seule personne dans de très petites usines (par exemple d'un effectif total d'une dizaine de personnes) ou par quatre à cinq dans des usines un peu plus grandes (par exemple d'un effectif total de 20 à 30 personnes), ou encore par une dizaine de personnes dans des usines d'un effectif compris entre 50 et 100.

On peut faire évoluer cet organigramme, toujours pour une petite usine, vers la structure suivante :



<b>DM :</b>	<b>Direction maintenance</b>	<b>CORR :</b>	<b>Maintenance corrective</b>
<b>SECR :</b>	<b>Secrétariat</b>	<b>GSM :</b>	<b>Gestion des stocks et magasins</b>
<b>BTM :</b>	<b>Bureau technique de maintenance</b>	<b>AT :</b>	<b>Atelier</b>
<b>INT :</b>	<b>Interventions</b>	<b>MO :</b>	<b>Machines-outils</b>
<b>MEC :</b>	<b>Mécaniciens</b>	<b>CHAUD/SOUD :</b>	<b>Chaudronnerie/soudure</b>
<b>ELEC/INSTR :</b>	<b>Electriciens/instrumentistes</b>	<b>REP :</b>	<b>Réparation</b>
<b>PREV :</b>	<b>Maintenance préventive</b>	<b>MOUT :</b>	<b>Magasin d'outillage et de matières d'oeuvre</b>

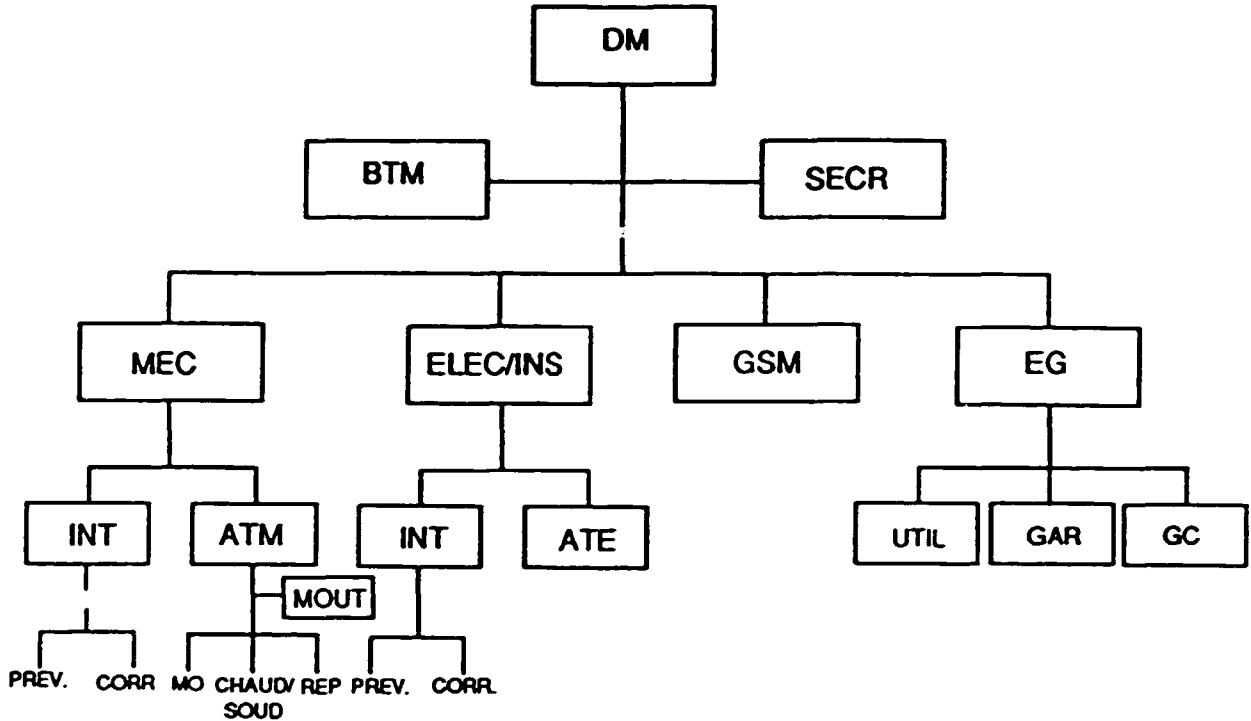
On y retrouve les mêmes fonctions que dans l'organigramme précédent, mais avec quelques évolutions :

- L'INT a été scindée en deux sections : une de mécanique (MEC) et une d'électricité et d'instrumentation (ELEC/INSTR). En outre, la section mécanique est composée de deux équipes : une pour les travaux préventifs (PREV) et une pour les dépannages et les petites réparations (CORR);
- L'atelier (AT) a également été renforcé par l'ajout d'une section MO (machines-outils), d'une section REP (réparations mécaniques et électriques) et d'un petit magasin de matières d'oeuvre et outillage (MOUT).

Dans ce cas, on parle déjà d'une usine dont l'effectif total est compris entre 80 et 130 personnes et dont le service de maintenance compte entre 20 et 25 personnes.

c.2) Deuxième niveau de complexité

Au deuxième niveau de complexité des organigrammes correspond une usine plus grande, composée d'une seule section de production travaillant 8 heures par jour. Les organigrammes précédents pourraient évoluer comme suit :



DM : Direction de maintenance  
SECR : Secrétariat  
BTM : Bureau technique de maintenance  
MEC : Service mécanique  
ELEC/INS : Service électrique/instrumentation  
INT : Interventions  
ATM : Atelier mécanique  
ATE : Atelier électrique  
PREV : Maintenance préventive  
CORR : Maintenance corrective

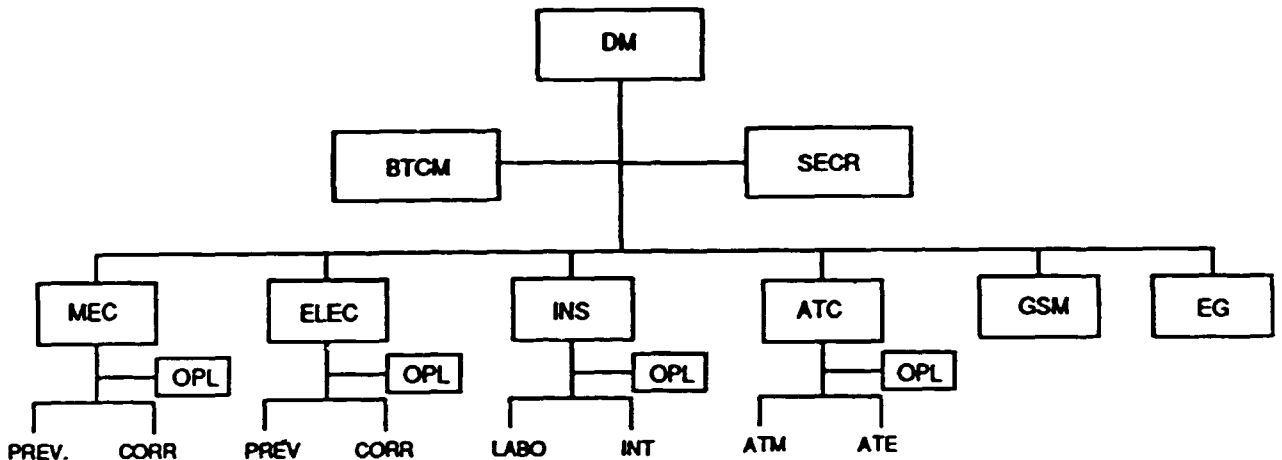
MO : Machines-outils  
CHAUD/SOUD : Chaudronnerie/soudure  
REP : Réparations  
GSM : Gestion des stocks et magasins  
EG : Entretien général  
UTIL : Utilités  
GAR : Garage  
GC : Génie civil  
MOUT : Magasin d'outillage

Le département de maintenance est composé de quatre services en ligne (MEC - ELEC/INS - GSM - EG) et d'un service en staff (BTM). Les diverses fonctions représentées dans les organigrammes précédents s'y retrouvent, mais certaines d'entre elles (services d'exécution) ont fait l'objet de légères adaptations.

Tel est le cas des services mécanique et électricité qui regroupent maintenant non seulement l'unité interventions, mais également leurs ateliers respectifs (ATM : atelier mécanique/ATE : atelier électrique). En d'autres termes, les services mécanique et électricité sont suffisamment dimensionnés pour abriter leur atelier. Un atelier central, par contre, serait dans ce cas trop petit pour exister comme service distinct.

Un nouveau service a été rajouté : EG (entretien général). Ce service s'occupe de l'exploitation des utilités (production et distribution d'énergie et de fluides), de l'entretien du matériel roulant (GAR : garage) et de travaux de génie civil (GC).

Au cas où les installations comportent beaucoup d'équipements de contrôle et de régulation, on a intérêt à créer un service "instrumentation" (INS). En outre, dans le cas d'une usine ayant des équipements mécaniques et électriques nécessitant un suivi continu et entraînant ainsi une charge importante pour les deux services, on a intérêt à regrouper les ateliers ATM et ATE dans un ATC (atelier central). L'organigramme ci-dessous correspond à une possibilité d'organisation convenant en pareil cas.



DM : Direction de maintenance  
BTCM : Bureau technique central de maintenance  
SECR : Secrétariat  
MEC : Service mécanique  
ELEC : Service électrique  
INS : Service instrumentation  
ATC : Atelier central  
GSM : Gestion des stocks de pièces de rechange et magasins

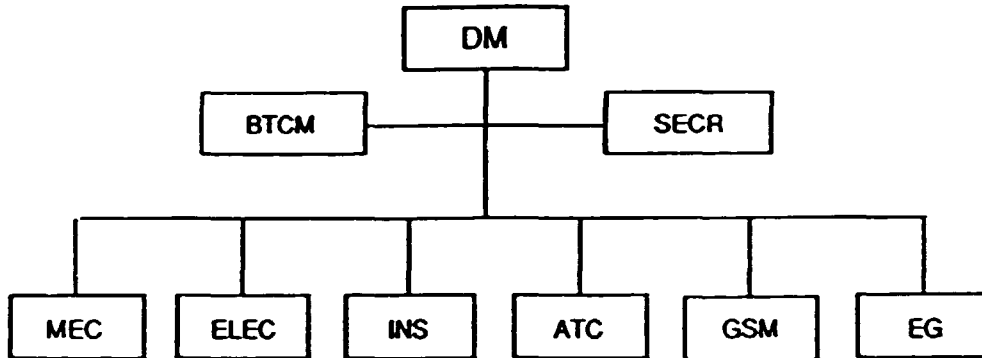
EG : Entretien général  
OPL : Ordonnancement-préparation-lancement  
PREV : Maintenance préventive  
CORR : Maintenance corrective  
LABO : Laboratoire pour instrumentation  
INT : Interventions  
ATM : Atelier mécanique  
ATE : Atelier électrique

On remarquera que la fonction OPL (ordonnancement-préparation-lancement) a été mise en staff au niveau de chacun des services. Vu la charge de travail des services mécanique, électrique et instrumentation, la centralisation de l'OPL au sein du BTCM ne donnerait pas la souplesse nécessaire. Le bureau technique central de maintenance s'occupera donc essentiellement des méthodes, de la documentation technique et de petites études.

L'effectif total et la taille de l'usine concernée par cet organigramme ne diffèrent pas beaucoup de la précédente. C'est surtout la nature des travaux et l'urgence des interventions qui justifient un organigramme plus étendu.

### c.3) Troisième niveau de complexité

Un troisième niveau dans la conception d'organigrammes de maintenance correspond à une usine à plusieurs secteurs de production et fonctionnant 24 heures sur 24. C'est l'organigramme le plus complet qui soit pour un département de maintenance. En considérant les divers services en tant que fonctions, on retrouve exactement les fonctions déjà décrites ci-dessus. On pourrait ainsi considérer cet organigramme comme un organigramme plus ou moins standard, qui doit toutefois être adapté pour chaque usine. Ainsi, on peut le considérer comme une sorte de guide, et non comme un "passe-partout".



DM : Direction de maintenance  
BTCM : Bureau technique central de maintenance  
MEC : Service mécanique  
ELEC : Service électrique  
INS : Service instrumentation  
ATC : Atelier central  
GSM : Gestion des stocks de pièces de rechange et magasins  
EG : Entretien général  
SECR : Secrétariat

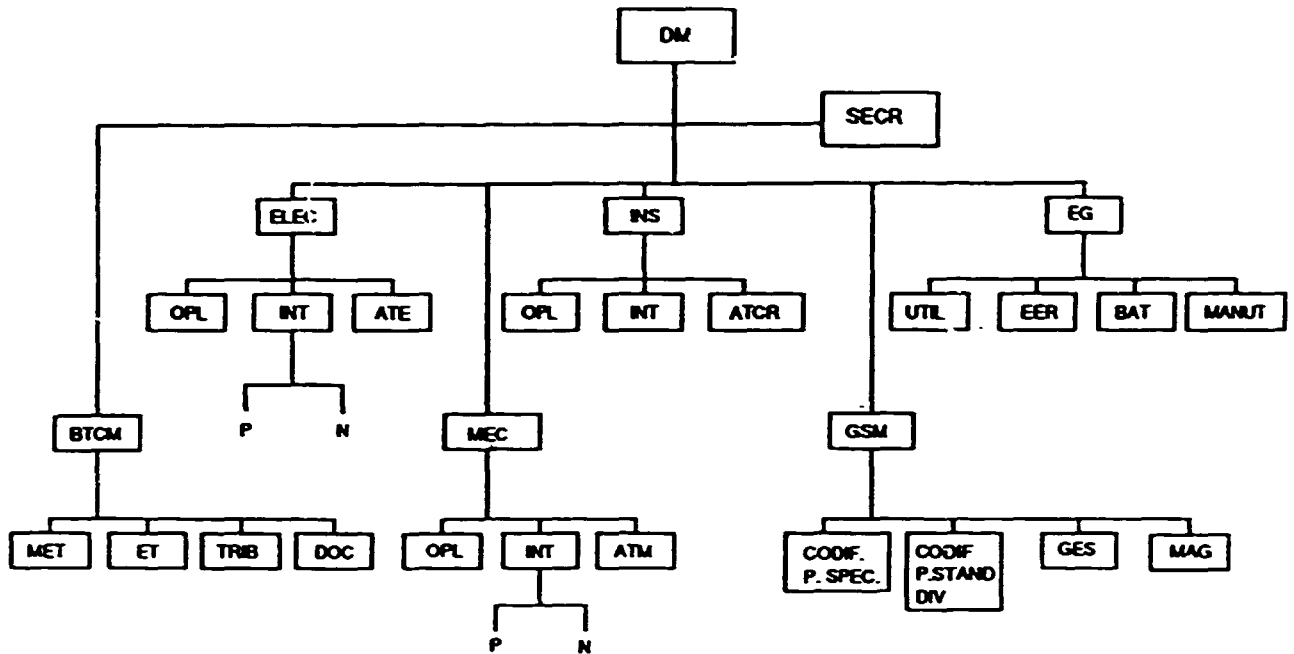
L'organigramme type est composé de sept services centralisés, placés chacun sous la responsabilité d'un chef de service : bureau technique central de maintenance, service mécanique, service électrique, service d'instrumentation, ateliers centraux, gestion des stocks, et magasins et entretien général.

Tous les chefs de service rendent compte au directeur de maintenance. Dans les grandes usines, certains services peuvent être décentralisés dans chaque secteur de production tout en restant sous l'autorité du directeur de maintenance. Ceci s'applique spécialement pour le BTCM, le service mécanique et le service électrique.

De nombreuses modifications de l'organigramme type sont possibles et se justifient dans certains cas. Le schéma ci-dessus représente une organisation générale dont les principes peuvent être appliqués dans n'importe quelle usine.

### c.4) Quatrième niveau de complexité

Enfin, au quatrième niveau, on présente ci-après une adaptation de l'organigramme ci-dessus pour une usine de taille moyenne (effectif : 900).



- |  |   |
|--|---|
| DM : Chef de la maintenance                | INS : Service instrumentation             |
| SECR : Secrétariat                         | ATCR : Atelier du contrôle et régulations |
| BTM : Bureau technique de maintenance      | GSM : Gestion des stocks et magasins      |
| MET : Bureau de méthodes                   | P.SPEC : Pièces spécifiques               |
| ET : Etudes/bureau de dessin               | CODIF : Codification                      |
| TRIB : Tribologie                          | P.STAND : Pièces standard                 |
| DOC : Documentation technique centrale     | DIV : Divers                              |
| ELEC : Service électrique                  | GES : Gestion des stocks                  |
| OPL : Ordonnancement-préparation-lancement | MAG : Magasins                            |
| INT : Interventions                        | EG : Entretien général                    |
| P : Posté (équipes travaillant en poste)   | UTIL : Utilités                           |
| N : Normal (8 heures/jour)                 | EER : Entretien équipement roulant        |
| ATE : Atelier électrique                   | MANUT : Manutention                       |
| MEC : Service mécanique                    | BAT : Entretien bâtiments                 |
| ATM : Atelier mécanique                    |   |

**Remarque**

Les organigrammes ci-dessus présentent une structure de maintenance centralisée. Les justifications d'une telle structure ont été données plus haut. Toutefois, dans les annexes I et II, nous avons rajouté les organigrammes d'une structure décentralisée et d'une structure mixte. A des fins de comparaison, on a en outre présenté dans l'annexe III une structure centralisée pour le même type d'usine.

**3.3 SYSTEME D'INFORMATION POUR LA GESTION DE LA MAINTENANCE**

Pour établir un système efficace d'information pour la gestion de la maintenance, il faut déterminer toutes les données pertinentes à recueillir et fixer clairement le flux de l'information du bas vers le haut et du haut vers le bas.



Les données dont le département de maintenance doit disposer afin de pouvoir travailler efficacement sont de types divers :

- Les données de base nécessaires à la formalisation des rouages de la maintenance;
- L'inventaire détaillé des machines, équipements et appareils, avec les caractéristiques techniques;
- Les données techniques contenues dans la documentation technique;
- Les instructions et informations ayant trait à l'exécution du travail;
- Les données concernant l'historique des machines;
- Les informations ayant trait aux pièces de rechange;
- Les données nécessaires pour le contrôle des coûts et la gestion de la maintenance.

Pour éviter les incohérences et les discontinuités dans le travail causées par la fluctuation du personnel, il est indispensable de fixer par écrit toutes les instructions concernant l'organisation, les méthodes de travail, les circuits d'informations, etc. Les instructions écrites risquent moins d'être mal appliquées que les instructions données verbalement.

L'élaboration d'une stratégie et la planification de la maintenance commencent par l'établissement d'un inventaire complet de tous les éléments donnant lieu à maintenance, avec l'indication de leur emplacement et de leurs principales caractéristiques.

La documentation technique, comprenant tous les plans et documents nécessaires tant pour la conception et la construction de l'usine que pour la bonne marche des installations, contient tous les renseignements indispensables pour le fonctionnement, la maintenance ou l'éventuelle extension des installations.

Les informations ayant trait à l'exécution du travail de maintenance concernent :

- La demande de travail;
- Le rassemblement de tous les supports pour la préparation du travail, y compris les spécifications (analyse des tâches);
- L'ordre de travail;
- La planification du travail (ordonnancement et lancement);
- Le feed-back des informations vers les divers services concernés (méthodes, gestion des stocks, comptabilité, dossiers machines).

Les données concernant l'historique d'une machine sont recueillies sur une fiche historique après chaque intervention de maintenance sur la machine et pendant son fonctionnement. Ces données servent de base pour l'analyse des coûts et l'analyse de la productivité, d'une part, et pour les programmes de maintenance préventive et la préparation des grosses opérations de révision, d'autre part.

Les documents ayant trait aux pièces de rechange constituent avec la documentation technique les supports principaux d'information entre le département des achats, le magasin et l'utilisateur. Les documents en question concernent la codification des pièces, la gestion des stocks, les achats et les commandes de pièces et le mouvement des stocks.

Les données nécessaires pour le contrôle des coûts et la gestion de la maintenance doivent permettre de connaître le prix de revient d'un travail de maintenance. Ce prix de revient devrait comprendre les composantes suivantes : frais de personnel, frais relatifs aux marchandises, matières et fournitures, frais relatifs aux services de sous-traitance intérieure et extérieure et frais généraux.

Les frais de personnel comprennent les rémunérations effectives du personnel ainsi que les primes et les frais liés aux avantages sociaux.

Les frais relatifs aux marchandises, matières et fournitures comprennent tous les frais relatifs aux pièces de rechange, aux matières premières et autres matériaux utilisés pour la maintenance.

Les frais relatifs aux services de sous-traitance extérieure peuvent correspondre à l'exécution effective de travaux de maintenance donnés en sous-traitance, ou au paiement de l'assistance technique ou de personnel employé à temps partiel, alors que les frais relatifs à la sous-traitance intérieure correspondent à des services rendus par d'autres départements de l'usine à la maintenance.

Les frais généraux de maintenance correspondent surtout aux charges locatives (énergie, surface occupée) ainsi qu'aux amortissements des machines de maintenance, aux assurances et aux autres composants des frais de fonctionnement du département.

### 3.4 PLANIFICATION DE LA MAINTENANCE

#### 3.4.1 Introduction

La planification des travaux de maintenance en général concerne la maintenance journalière, la maintenance préventive et conceptuelle, les révisions périodiques, les remplacements planifiés et les activités des ateliers centraux.

La maintenance journalière comprend le nettoyage des équipements, l'entretien courant (par exemple réglage, alignement, graissage, etc.) et les contrôles divers (échauffements et bruits anormaux, vibrations, fuites, bon fonctionnement en général). La maintenance journalière comprend également les dépannages, c'est-à-dire les interventions non planifiées qui sont souvent urgentes. Dans un service de maintenance bien géré, les travaux urgents ne devraient en moyenne pas dépasser 5 % du volume total de travail. Il convient de souligner ici que les travaux non planifiés représentent souvent 40 % du volume total de travail du service de maintenance dans les PME des pays industrialisés, et de 60 à 70 % dans le cas de la plupart des pays en développement. On peut sensiblement réduire ces interventions non planifiées en utilisant un système rationnel de maintenance planifiée.

Le calendrier des réparations comprend deux volets :

- Les réparations sur place : réparations sur les installations dans le cas où le sous-ensemble défectueux ne peut être transporté dans l'atelier de réparation;

- Les réparations dans l'atelier électromécanique d'ensembles ou sous-ensembles tels que pompes, compresseurs, ventilateurs, appareillages électrique et pneumatique, moteurs électriques, équipements de régulation, etc.

Un calendrier est établi en fonction des priorités présentées par le département de production.

La planification de la maintenance conceptuelle est en général une planification à long terme, étant donné que les travaux de modification des équipements ou d'extension nécessitent des études préliminaires détaillées. Cette planification est d'ailleurs faite sur la base des données reçues du bureau technique central de maintenance.

En ce qui concerne la planification de la maintenance préventive et la lubrification (maintenance périodique et conditionnelle), il conviendrait de faire une distinction entre les interventions faites à intervalles très rapprochés (quotidiennement ou une fois par semaine), lesquelles se confondent souvent avec les activités d'entretien courant, et les interventions à faible fréquence. Les premières nécessitent rarement l'arrêt de la machine considérée, tandis que les interventions à faible fréquence (mensuelles, trimestrielles, semestrielles et annuelles) concernent des travaux plus importants sur la machine et nécessitent en général son arrêt pendant un certain temps (révisions partielles, remplacement de pièces, vidange, etc.).

Les révisions périodiques sont planifiées sur la base des instructions fournies par le constructeur et d'une analyse de l'historique de la machine, et prennent généralement beaucoup de temps. Dans certains cas, on a intérêt à planifier les révisions périodiques des machines à un moment donné de l'année où intervient un arrêt global des installations. Pendant cet arrêt annuel, tous les problèmes posés par une machine, qui n'ont pas pu être résolus pendant l'année écoulée, doivent être réglés. La planification d'un arrêt annuel nécessitera une préparation longue et détaillée. Il convient néanmoins de signaler que la formule de l'arrêt annuel n'est pas toujours idéale. On constate que de nombreuses usines tendent à la remplacer par celle d'arrêts partiels réguliers (par exemple pendant les week-ends).

Les remplacements planifiés sont nécessaires du fait de l'usure de pièces ou de sous-ensembles après un certain temps de fonctionnement. La méthode consiste à remplacer, systématiquement après un certain nombre d'heures de marche ou en fonction de paramètres, des pièces telles que roulements, joints, coussinets, courroies d'entraînement, etc. La planification de ces remplacements repose également sur l'historique de la machine, l'expérience sur le site ou les indications du constructeur. Il convient néanmoins d'insister sur l'importance de la maintenance conditionnelle. Le suivi de l'état d'usure d'une pièce permet de prolonger les intervalles entre deux remplacements et, donc, d'avoir des dépenses qui ne seront pas aussi élevées qu'avec la formule des remplacements systématiques. Dans toute stratégie de maintenance, il devrait y avoir une composante fondée sur l'approche conditionnelle, compte étant tenu des risques qui peuvent être pris eu égard à la sécurité, à la fiabilité et à la qualité.

Les ateliers centraux s'occupent essentiellement des réparations, ainsi qu'indiqué plus haut, et de la fabrication de pièces ou de la rénovation de sous-ensembles et d'équipements. La planification de ces travaux dépendra des priorités des demandeurs et de la disponibilité du personnel qualifié ainsi que des machines appropriées.

### 3.4.2 Planification de la maintenance préventive

Le dossier maintenance préventive comprend toutes les informations nécessaires à l'exécution du travail de maintenance préventive. Ces informations concernent aussi bien les modes opératoires et les éléments de machines à inspecter que la planification du travail, les calendriers d'inspection et les listes de contrôle.

On distingue les types d'informations suivants :

- Instructions de travail : fiche de maintenance préventive;
- Programmation de la maintenance préventive : ordonnancement des travaux;
- Lancement des travaux de maintenance préventive : planning de charge;
- Contrôle du travail.

On applique la formule des fiches de maintenance préventive en ventilant les travaux préventifs entre les travaux mécaniques, les travaux électriques et les travaux d'instrumentation. On établit une fiche pour chaque machine, ensemble ou sous-ensemble. Les instructions y sont données pour chaque périodicité en commençant par la plus élevée. Ces instructions doivent être claires, précises et rédigées dans un langage simple.

Sur la base du programme de maintenance préventive par machine, un planning détaillé des travaux est élaboré pour toutes les machines. On y tient compte du temps nécessaire pour exécuter tous les travaux sur tous les sous-ensembles indiqués dans le programme. On y tient aussi compte des fréquences d'intervention. Pour des raisons de coordination et à des fins pratiques, on y fait une distinction entre la maintenance préventive mécanique et la maintenance préventive électrique, et on y prévoit aussi les opérations de lubrification. Le planning de lubrification devrait s'ajouter au planning des travaux mécaniques, parce que les opérations de lubrification se font dans la plupart des cas en même temps que les interventions de maintenance préventive mécanique.

Les inspections sont prévues dans le plan de travail du contremaître, ou sont effectuées par des inspecteurs spécialisés des sections BTCM (bureau technique central de maintenance) ou OPL (ordonnancement-préparation-lancement). Un rapport est établi après chaque inspection.

### 3.4.3 Planning de lubrification

Le dossier lubrification comprend toutes les informations nécessaires à l'exécution des opérations de lubrification. Ces informations concernent aussi bien les modes opératoires et les points de lubrification que le planning et le contrôle du travail.

Il faudrait distinguer les éléments suivants :

- Instructions de travail : la fiche de lubrification;
- Planning de lubrification : ordonnancement du travail;
- Lancement des travaux de lubrification : planning de charge.

Le planning de lubrification est établi pour les interventions dont la périodicité est supérieure ou égale à deux semaines. Le planning de lubrification repose, d'une part, sur le programme de lubrification et, d'autre part, sur le planning de la maintenance préventive, parce que la plupart des opérations de lubrification d'une périodicité supérieure à deux semaines coïncident avec celles de la maintenance périodique.

#### 3.4.4 Planning des révisions et des grosses réparations

Les diverses opérations nécessaires à la réalisation des travaux de maintenance peuvent consister en un certain nombre de tâches complexes. C'est en particulier le cas des révisions et des grosses réparations.

Il faut exécuter ces tâches en respectant une certaine séquence et une certaine interdépendance, certaines tâches étant consécutives alors que d'autres peuvent être exécutées parallèlement.

Parmi les diverses méthodes existantes pour établir le plan des travaux de révision et de réparation figure la méthode PERT (Programme valuation and Review Technique - méthode d'ordonnement des opérations et du personnel). Ces méthodes sont fondées sur la détermination du chemin critique dans l'ensemble des tâches à exécuter. Elles peuvent de nos jours être très aisément appliquées grâce aux programmes micro-informatiques existants.

#### 3.4.5 Ordonnement et lancement des travaux

##### a) Ordonnement

L'objet de l'ordonnement est de faire en sorte que les moyens humains et matériels nécessaires pour exécuter un programme de travail soient disponibles. Ces moyens sont les suivants :

- Plans et notices techniques;
- Pièces de rechange et fournitures;
- Outils et outillage;
- Instruments de mesure;
- Machines, machines-outils, accessoires et appareils divers;
- Moyens de manutention et de soulèvement des charges;
- Main-d'oeuvre.

L'ordonnement vise à définir et à mettre au point le programme de travail. Il s'agit donc d'une tâche de planification à moyen et long terme.

##### b) Lancement des travaux

Le lancement consiste en une planification à court terme. C'est la fonction de planification la plus proche de l'exécution : il s'agit de distribuer le travail selon un planning (planning de charge) établi en fonction de la charge des équipes et des machines. On fait apparaître la nécessité d'utiliser efficacement la main-d'oeuvre et les équipements.

Il faudrait, dans le cadre du lancement, prévoir une marge pour les travaux imprévus, urgents ou retardés.

### 3.5 LES OUTILS DE GESTION POUR LA MAINTENANCE

#### 3.5.1 De quels outils s'agit-il et comment les utiliser ?

Pour gérer efficacement un service de maintenance, il est recommandé de disposer d'informations synthétiques aisément et rapidement accessibles. En outre, les gestionnaires de la maintenance ont depuis longtemps senti la nécessité d'avoir des points de référence donnant une idée du comportement de leur service. Ainsi, on cherchera des indicateurs permettant de se situer par rapport aux autres services de l'usine, d'une part, et de se comparer avec des services de maintenance actifs dans des secteurs similaires et d'importance comparable, d'autre part.

Ces indicateurs de performance et ces informations synthétiques sont généralement présentés sous forme de coefficients ou rapports de deux valeurs absolues et sont appelés "RATIOS". Ces ratios deviennent ainsi de vrais outils de gestion de la maintenance.

La comparaison des ratios de performance d'une entreprise avec ceux d'une autre située dans la même branche industrielle comporte quelques dangers, notamment lorsque les entreprises sont situées dans des contextes différents : pays différents ou environnements industriels différents.

Des écarts par rapport à des moyennes "étrangères" n'impliquent pas nécessairement une bonne ou une mauvaise maintenance. En effet, les résultats dépendent fortement des situations précises existant dans les entreprises concernées et de leur système propre de recueil de données.

S'agissant de la comparaison des ratios, l'expérience montre qu'il convient de respecter les principes suivants :

- Chaque utilisateur doit choisir ses propres ratios : le responsable de la maintenance d'une usine ne s'intéressera pas nécessairement aux mêmes ratios que le responsable de la maintenance d'une autre usine ou que le responsable d'un secteur de production;
- Le nombre des ratios que l'on veut suivre dans un tableau de bord doit être limité. Une douzaine de ratios suffit.
- Les ratios doivent être fondés sur des données facilement disponibles dans l'entreprise. Un système fiable de recueil de données est donc indispensable;
- Les valeurs des ratios doivent être mises à jour sur une base continue;
- Les résultats doivent être interprétés avec prudence pour pouvoir être comparés aux résultats précédents. Par exemple, les variations des taux de change influenceront fortement sur la valeur des pièces utilisées ou sur le coût de production d'un produit. La variété des moyens de production ou des moyens de maintenance influera aussi sur les ratios.

#### 3.5.2 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance peuvent être classés selon deux catégories de ratios :

- Les ratios économiques qui permettent, d'une part, le suivi de l'évolution des résultats internes de l'entreprise et, d'autre part, certaines comparaisons avec des services de maintenance d'entreprises similaires;

- Les ratios techniques qui donnent au responsable de la maintenance les moyens de suivre les performances techniques de ses installations.

### 3.5.2.1 Les ratios économiques

#### a) Ratios liés aux coûts de maintenance

Parmi les ratios économiques qui existent, nous avons retenu ceux qui nous semblent les plus représentatifs. Il est bien entendu que cette énumération devra être complétée par des ratios "personnalisés" en fonction de chaque entreprise.

$$\frac{\text{Coût direct de maintenance}}{\text{Valeur ajoutée des produits}}$$

Le coût direct de maintenance se compose :

- Du coût de main-d'oeuvre;
- Du coût des matières (pièces de rechange, pièces soumises à usure, divers);
- Du coût des travaux sous-traités;
- Des frais généraux.

La valeur ajoutée du produit est égale au coût total de production diminué du coût des matières premières. Ce ratio situe l'importance de la maintenance dans l'entreprise. Le fait d'utiliser la valeur ajoutée, et non pas le coût total de production, élimine les variations importantes, aussi bien dans l'entreprise même que d'une entreprise à une autre, dues à la fluctuation des prix des matières premières.

$$\frac{\text{Coût direct de maintenance + coûts de défaillance}}{\text{Valeur ajoutée des produits}}$$

Bien qu'il soit théoriquement possible de calculer ce ratio par type de produit, il est plus aisé et tout aussi efficace de calculer ce ratio pour l'ensemble de l'entreprise ou de l'unité de production. Une attention toute particulière doit être apportée au calcul du coût de défaillance.

Comme on l'a déjà mentionné au chapitre premier, le coût de défaillance est fonction de circonstances particulières telles que pertes de bénéfices par suite de l'utilisation d'un produit de substitution, stock intermédiaire de produit en cours de fabrication, possibilité de combler la perte de production par des prestations en heures supplémentaires, perte de l'image de marque, surcharges indirectes sur les équipements, ... Ce sera un coût réel, puisqu'il peut être calculé immédiatement après la défaillance.

Ce ratio est important pour le responsable de la maintenance, car il a tendance à penser que le coût de défaillance est faible et n'intervient pas sur les coûts totaux de maintenance. Comme les coûts directs et indirects varient en fonction inverse les uns des autres, on veillera à rendre ce ratio le plus petit possible.

$$\frac{\text{Coût cumulé de maintenance d'une entité depuis sa mise en service}}{\text{Nombre d'heures de fonctionnement depuis sa mise en service}}$$

Ce ratio rapporté à l'unité de temps de fonctionnement l'ensemble des coûts directs de maintenance d'une entité (appareil, équipement, etc.).

Deux précautions s'imposent :

- Calculer les coûts en valeur constante;
- Ne pas ajouter aux coûts des années antérieures le coût des intérêts de l'argent dépensé.

En effet, si l'entité a un faible taux d'utilisation, la pénalisation apportée par la valorisation des intérêts sera importante et faussera le coût de maintenance de l'entité.

Ce ratio permet une bonne comparaison d'entités similaires. Le nombre de ratios définissables est sans limite; c'est au gestionnaire de la maintenance de déterminer ceux qui lui paraissent les plus appropriés pour faciliter sa tâche.

b) Ratios liés aux pièces de rechange

$$\frac{\text{Valeur du stock moyen des pièces de rechange}}{\text{Valeur actualisée des équipements de production}}$$

Ce ratio tient compte des éléments constitutifs du coût de maintenance par rapport aux éléments extérieurs. Ce ratio a pour intérêt d'indiquer le degré de vieillissement des équipements.

En outre, il peut servir à des fins de comparaisons avec des entreprises similaires ou de comparaisons dans le temps dans une entreprise en développement.

$$\frac{\text{Valeur cumulée des pièces de rechange sorties sur 12 mois}}{\text{Valeur du stock moyen sur 12 mois}}$$

Ce ratio mesure le niveau de stock des pièces de rechange ou la rotation du stock, c'est-à-dire le nombre de fois que la valeur du stock est consommée par année.

La valeur des sorties annuelles est clairement définie. La valeur du stock moyen sera la valeur moyenne pendant la période des sorties. On élimine ainsi les incidences des variations momentanées de la valeur du stock. Cette précaution est nécessaire, car si la valeur du stock était prise en fin d'exercice par une entreprise qui amortit régulièrement en fin d'exercice un stock important de pièces de rechange, on obtiendrait des rotations du stock non représentatives.

$$\frac{\text{Valeur cumulée des sorties sur 12 mois} - \text{Valeur cumulée des sorties des pièces de sécurité sur 12 mois}}{\text{Valeur stock moyen sans les pièces de sécurité}}$$

Ce ratio permet d'éliminer l'incidence des sorties des pièces de rechange dites de sécurité sur le ratio de rotation des stocks. Il s'agit de pièces de rechange généralement livrées en même temps que le matériel de production. Du point de vue comptable, elles sont classées dans les actifs immobilisés.

Il en découle alors une réduction substantielle de la valeur du stock sans que, pour autant, la valeur des sorties diminue. Ici aussi, la rotation du stock ne refléterait pas la réalité.

Même s'il est parfois difficile de définir et, donc, de classer avec précision les pièces de sécurité, le dernier ratio sera plus précis que le ratio précédent. En considérant deux types de classifications différentes, on



constate que le dernier ratio est peu sensible aux variations, tandis que le ratio précédent y est très sensible. Autrement dit, une erreur dans la classification des pièces de sécurité aura un faible impact sur le dernier ratio et un impact important sur le ratio précédent.

c) Ratios liés à la main-d'oeuvre

$$\frac{\text{Coût de la sous-traitance}}{\text{Coût direct de maintenance}}$$

Ce ratio permet de suivre l'évolution de la politique suivie dans l'utilisation de la sous-traitance.

La sous-traitance est définie comme suit : l'ensemble des opérations qui sont confiées à des entreprises extérieures à l'entreprise examinée.

Une valeur comprise entre 0,10 et 0,20 est assez fréquente.

$$\frac{\text{Coût de personnel de maintenance}}{\text{Coût direct de maintenance}}$$

Ce ratio permet de se faire une idée sur l'impact du personnel permanent ou temporaire.

La main-d'oeuvre temporaire est définie comme suit : main-d'oeuvre d'appoint encadrée par le personnel de l'entreprise et placée sous les ordres de la maîtrise de cette entreprise. Les prestations de la main-d'oeuvre temporaire s'ajoutent à celles du département de la maintenance.

3.5.2.2 Les ratios techniques

Les ratios techniques, beaucoup plus nombreux que les ratios économiques, sont aussi beaucoup plus variés. C'est pourquoi on ne décrira que ceux que l'on considère comme fondamentaux et applicables dans toutes les entreprises, pour autant que les principes d'une maintenance préventive et organisée puissent être appliqués.

Contrairement aux ratios économiques, qui souvent se rapportent à l'ensemble de la maintenance de l'entreprise, les ratios techniques concernent surtout les appareils, les mesures ou les installations. On peut les classer dans deux catégories :

- Ceux qui intéressent les utilisateurs de l'équipement et qui sont pour eux un moyen de mesurer l'efficacité de la maintenance;
- Ceux qui intéressent plus directement le gestionnaire de maintenance parce qu'ils permettent de mesurer l'efficacité de la politique de maintenance.

$$\frac{\text{Heures théoriquement disponibles} - \text{Heures de maintenance}}{\text{Heures théoriquement disponibles}}$$

Par heures théoriquement disponibles pendant une période donnée, on entend les heures pendant lesquelles la machine pourrait être effectivement utilisée si elle était en ordre de marche sur le plan technique. Pour un mois de 30 jours dans une usine fonctionnant à pleine capacité, ce serait 720 heures.

Les heures de maintenance sont les heures de panne, de maintenance préventive, de réparation, d'inspection, d'attente de pièces, d'attente du personnel de maintenance pendant des micro-arrêts. Dans certaines entreprises, les heures d'arrêt pour accident sont considérées comme heures de panne ou de réparation, selon l'accord conclu entre les départements de maintenance et de production. De toute manière, le détail des causes d'arrêt fera ressortir les arrêts qui nécessiteront une analyse particulière.

Ce ratio indique le temps pendant lequel la production aurait pu tirer profit des équipements pour produire. C'est un des principaux ratios de performance de la maintenance. Il permettra également de calculer le taux d'utilisation des équipements.

$$\frac{\text{Nombre d'heures de marche}}{\text{Nombre d'heures de marche + temps d'arrêt pour maintenance}}$$

C'est le ratio de disponibilité opérationnelle

Le nombre d'heures de marche est clairement défini.

Les temps d'arrêt pour maintenance correspondent au dépannage, à la maintenance préventive et corrective, aux révisions et aux microdéfaillances.

$$\frac{\text{Nombre d'heures d'arrêt pour maintenance accidentelle}}{\text{Nombre d'heures de marche}}$$

Le numérateur sera calculé à partir du nombre total des heures d'arrêt pour maintenance diminué du nombre d'heures d'arrêt pour inspections et maintenance programmées.

Ce ratio représente les heures de production perdues en raison d'interruptions dues à des travaux de maintenance, pendant lesquelles le gestionnaire de la production n'a pu affecter son personnel à d'autres tâches.

$$\frac{\text{Nombre d'arrêts}}{\text{Nombre d'heures de marche ou d'utilisation}}$$

Ce ratio caractérise le nombre de défaillances du système par unité de temps et est une mesure du taux de défaillance ou de panne. Ce ratio est en général préféré au précédent partout où la production de rebuts au moment de l'arrêt ou de la mise en route est importante et coûteuse : c'est le cas des papeteries, filatures, laminoirs et des installations où le temps de remise en marche est long.

On choisira une unité d'utilisation suffisamment grande pour être représentative, par exemple 1 000 heures ou 1 000 kilomètres, 10 000 mètres cubes, etc.

Ce ratio permettra de juger l'évolution de la fiabilité d'un équipement au cours de son cycle de vie. Dans des conditions d'utilisation et de maintenance normales, ce ratio évoluera suivant une courbe dite "en baignoire". Pour des machines neuves, pendant les premières heures d'utilisation, des pannes dites "de jeunesse" donneront un ratio élevé. Par la suite, celui-ci va diminuer et se stabiliser à une valeur faible. Si l'utilisation est "normale" et la maintenance bien faite, ce ratio restera faible pendant une bonne partie de la vie de l'équipement.

Une variation brusque de ce ratio (il est calculé périodiquement) est le signe que quelque chose d'anormal se passe lors de la maintenance ou de l'utilisation de l'équipement. Lorsque ce ratio augmente progressivement

alors que les conditions d'utilisation et de maintenance sont normales, il est temps d'envisager un reconditionnement ou une désaffectation du matériel.

Ce ratio représente également l'inverse du MTBF quand on utilise des unités de temps au dénominateur.

$$\frac{\text{Nombre d'heures de maintenance}}{\text{Nombre d'heures de marche}}$$

Ce ratio permet de mesurer l'évolution dans le temps de l'état du matériel. Il permet en outre de prédéterminer, par groupe de matériel, le volume de travail de maintenance pour le personnel.

Ce ratio s'applique aussi bien à un parc de matériel de génie civil (bulldozers, grues, niveleuses) qu'à des machines de production industrielles.

$$\frac{\text{Nombre d'heures de main-d'oeuvre pour dépannage}}{\text{Nombre d'heures de main-d'oeuvre pour maintenance programmée}}$$

Ce ratio permet de mesurer l'efficacité de la politique de maintenance appliquée.

Par dépannage, on entend les interventions urgentes effectuées en raison d'un risque d'accident grave ou d'un arrêt de la production, ainsi que celles qui doivent permettre à un appareil de redémarrer dans des conditions satisfaisantes. Un dépannage entraîne toujours une perturbation immédiate au niveau du programme de production et du personnel de maintenance.

La maintenance programmée comprend l'ensemble des travaux de maintenance, à l'exception des grosses révisions qui immobilisent le matériel pendant de longues périodes.

$$\frac{\text{Heures passées à des travaux préparés}}{\text{Nombre total d'heures-homme faites par le personnel de maintenance}}$$

Ce ratio permet de mesurer le niveau de préparation des travaux. C'est l'indice d'une bonne organisation de la maintenance.

$$\frac{\text{Temps total alloué}}{\text{Temps total réellement utilisé}}$$

Ce ratio donne une indication sur l'exécution des interventions.

Des réflexions ci-dessus, deux aspects se dégagent, qu'il convient de considérer :

1. L'interdépendance des ratios en général. Un ratio signifie rarement quelque chose s'il est pris isolément. Il doit toujours être appuyé ou confirmé par l'examen d'autres ratios se rapportant au même objet;

2. La nécessité d'une définition précise des termes qui apparaissent aux numérateurs et aux dénominateurs.

Il est évident qu'il faut être très prudent lorsque l'on examine des ratios présentés sans commentaire dans certaines publications. Il faut aussi être prudent lorsque l'on compare les ratios de services de maintenance d'entreprises différentes.

### 3.5.3 Tableau de bord

#### a) Etablissement du tableau de bord

Nous avons vu dans les paragraphes précédents que les ratios tant économiques que techniques permettent au gestionnaire de maintenance de suivre l'évolution des performances de son service. Les résultats lui permettent de prendre à bon escient les décisions qui s'imposent pour corriger éventuellement sa gestion. Tous les ratios seront rassemblés dans un "tableau de bord".

Les objectifs principaux du tableau de bord sont :

- De servir de signal d'alarme lorsque des anomalies se produisent dans l'exécution de la maintenance;
- De permettre d'effectuer des comparaisons systématiques avec les résultats précédents et, ainsi, de constater l'évolution des paramètres et d'en déduire les tendances;
- De juger les performances des différents services de maintenance dans la mesure où les ratios le permettent.

La fréquence de collecte des données qui interviennent dans le calcul de ces ratios devra être fonction des objectifs fixés. Il ne sert à rien de recueillir les données trop fréquemment, mais les intervalles entre deux collectes doivent être suffisamment rapprochés pour que l'on puisse réagir à temps.

Ces données permettront :

- De prendre les mesures immédiates nécessaires pour faire face aux urgences;
- De demander des rapports d'analyse ou des études détaillées sur certains points;
- De corriger par des actions spécifiques les déviations constatées ou de vérifier les effets des corrections apportées précédemment;
- De préparer, en détail et avec des justifications, des budgets de fonctionnement et d'investissement;
- D'informer la direction et les autres services de l'évolution technique et économique de la maintenance dans l'entreprise;
- De justifier des réorganisations ou restructurations et de suivre les résultats de ces modifications en utilisant les ratios existants ou de nouveaux ratios créés à cet effet.

Un tableau de bord bien conçu et bien tenu permet non seulement d'avoir une idée bien précise des performances du service de maintenance, mais également de prendre des décisions d'ordre stratégique influant directement sur la rentabilité.

#### b) Les utilisateurs du tableau de bord

En général, on peut distinguer deux types d'utilisateurs :

- Les responsables des secteurs de production de l'entreprise (opérateurs et maintenanciers);
- Le directeur de la maintenance.

Les uns comme les autres seront amenés à établir des tableaux de bord dont le degré de détail sera différent. Dans les secteurs de production, on s'intéressera surtout aux questions suivantes :

- Nombre de pannes par installation/machine/appareil;
- Analyse des pannes (origine, répétitivité, mesures correctives, goulots d'étranglement);
- Tableaux d'effectifs par qualification et par secteur;
- Analyse des travaux (terps passé par machine ou par type de travail, pièces consommées);
- Coûts de maintenance par installation/machine.

Pour recueillir les données, on aura à sa disposition les bons de travail, les rapports d'activité journaliers des équipes, les analyses de réalisation des travaux, les rapports de production, etc. Au besoin, on sera amené à faire des rapports spécifiques soit pour analyser en détail certaines situations, soit pour établir des budgets pour son secteur, ou faire des prévisions concernant le personnel ou les matériaux.

Le directeur de la maintenance, par contre, s'intéressera surtout à la vue d'ensemble obtenue grâce au rassemblement de données provenant des divers secteurs. Les ratios auxquels il s'intéressera se rapporteront donc à l'ensemble de son service. Ce pourrait être ceux qui sont présentés dans le chapitre précédent.

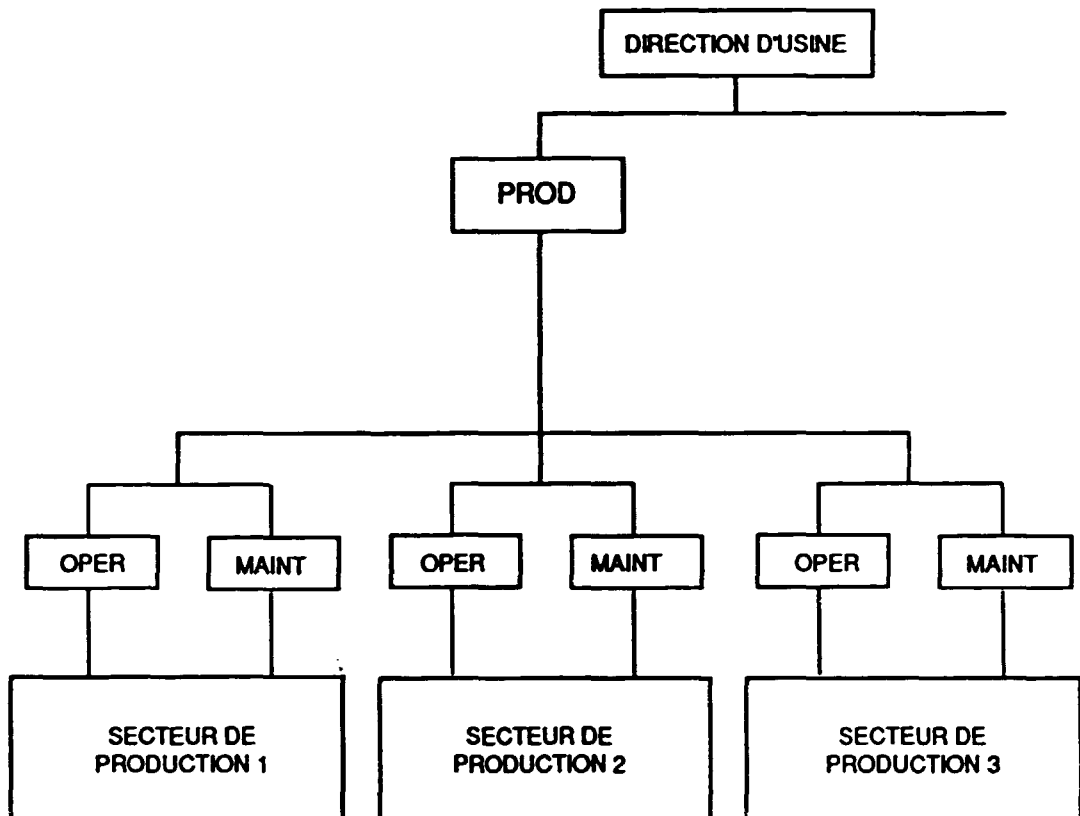
Il faudra établir un système centralisé de collecte des données, auxquelles on devra pouvoir avoir rapidement accès. Un traitement manuel des données sera possible pour de petites entreprises. Par contre, l'utilisation de l'informatique s'impose pour de grandes entreprises. Toutefois, avec l'évolution de la micro-informatique, une informatisation partielle et graduelle de certains circuits de recueil des données paraît indiquée, même pour de petites entreprises.

c) Le tableau de bord comme outil de gestion de la maintenance

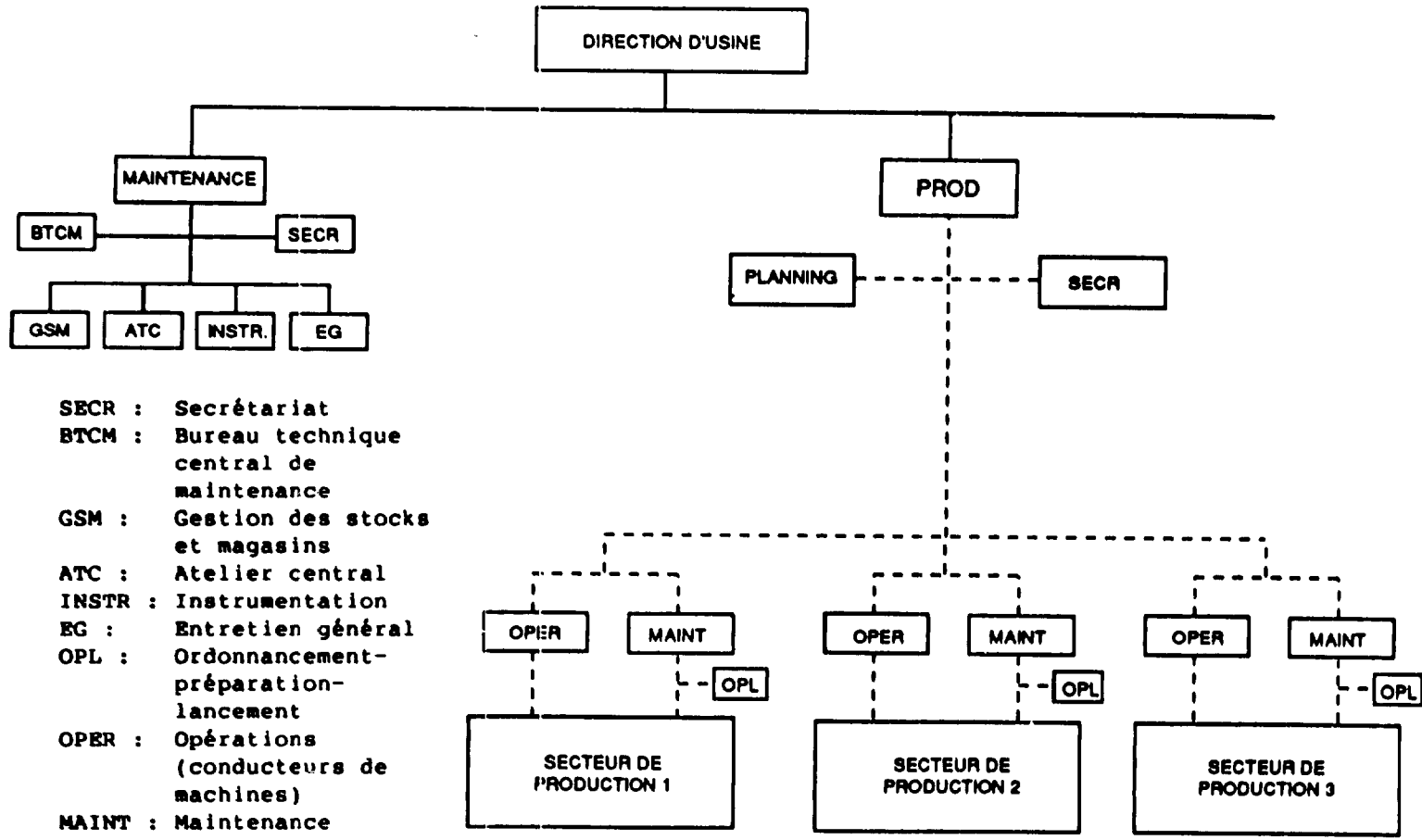
Ce tableau de bord permettra au directeur de la maintenance de définir pour chaque ratio des normes propres à l'entreprise après un certain temps de mise en oeuvre. De plus, il sera en mesure de définir des objectifs pour chaque ratio. En suivant leur évolution par semaine, par exemple, il pourra prendre les mesures nécessaires. Ces objectifs peuvent ensuite être ventilés par secteur de production ou même par installation. Chaque chef de section ou responsable de la maintenance se verra ainsi fixer des objectifs. Les résultats obtenus pourront alors être facilement contrôlés, et les mesures prises ou à prendre pourront être examinées. Les procédures de communication de rapports entre les diverses sections et la direction de la maintenance figurent parmi les principaux éléments du système de gestion. L'expérience prouve qu'une bonne gestion de la maintenance n'est possible que si le directeur de la maintenance est correctement informé. Il faudrait donc instaurer un système de communication de rapports pour assurer la transmission des informations nécessaires sur la base d'une répartition rationnelle par niveau de responsabilité.

Annexe I

**MAINTENANCE DECENTRALISEE**

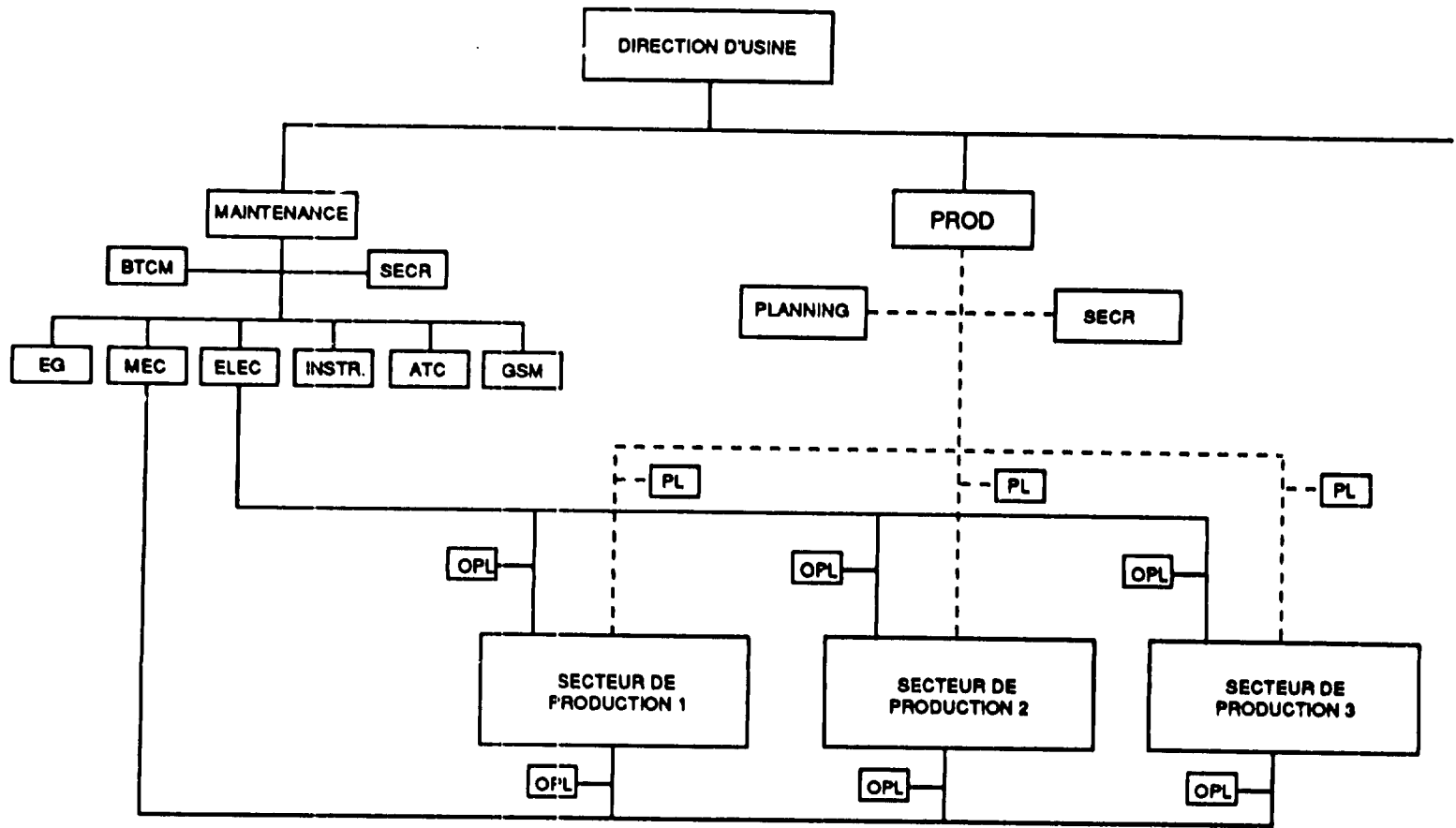


PROD : Production  
MAINT : Maintenance  
OPER : Opération (conducteurs  
de machines)



- SECR : Secrétariat
- BTCM : Bureau technique central de maintenance
- GSM : Gestion des stocks et magasins
- ATC : Atelier central
- INSTR : Instrumentation
- EG : Entretien général
- OPL : Ordonnancement-préparation-lancement
- OPER : Opérations (conducteurs de machines)
- MAINT : Maintenance

MAINTENANCE MIXTE



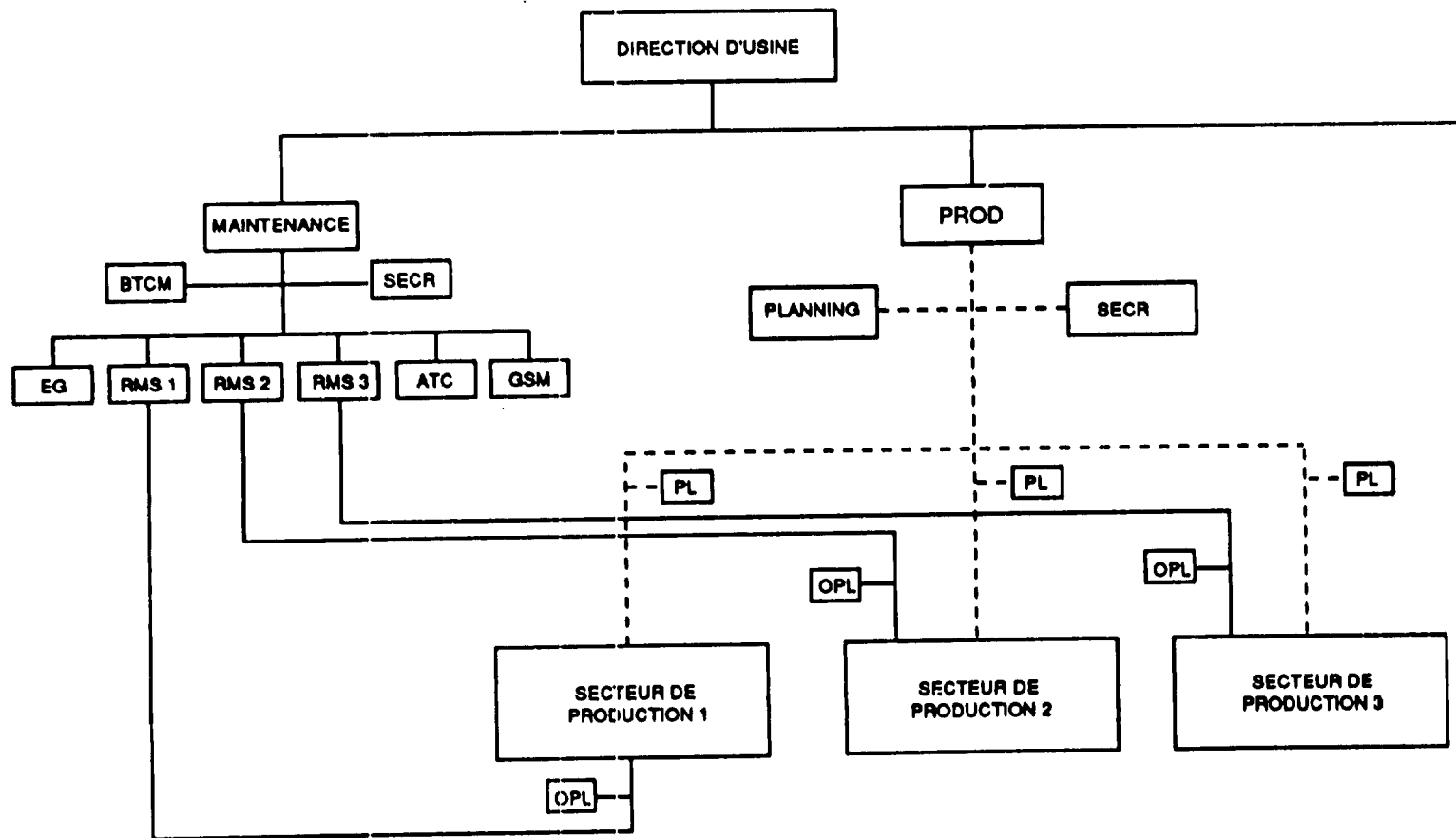
MAINTENANCE CENTRALISEE  
(ALTERNATIVE 1)

Annexe III/I

SECR : Secrétariat  
 BTCM : Bureau technique central de maintenance  
 EG : Entretien général  
 MEC : Service mécanique  
 ELEC : Service électrique  
 INSTR : Instrumentation

ATC : Atelier central  
 GSM : Gestion des stocks et magasins  
 PL : Planning  
 OPL : Ordonnancement-préparation-lancement





SECR : Secrétariat  
 BTCM : Bureau technique central de maintenance  
 EG : Entretien général  
 RMS : Responsable de maintenance du secteur 1, 2 ou 3

ATC : Atelier central  
 GSM : Gestion des stocks et magasins  
 PL : Planning  
 OPL : Ordonnancement-préparation-lancement

MAINTENANCE CENTRALISEE  
 (ALTERNATIVE 2)

Annexe III/II