

OU VA LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE ?

- BOUCHE Michel
- PLAUCHU Vincent
- RETOUR Didier

Ces trois auteurs appartiennent à l'Equipe de Maintenance Industrielle rattachée au Centre de Recherche Economique et Sociale (Université des Sciences Sociales de Grenoble, GRENOBLE II, 1 rue Voltaire, 38000 GRENOBLE).

## 1. RESUME

Après avoir évoqué le passage de l'entretien à la maintenance, l'importance actuelle et future de cette fonction et les enjeux qui lui sont attachés notamment en ce qui concerne la compétitivité des entreprises, cet article s'attache à analyser les transformations qui vont affecter la maintenance dans les années qui viennent.

Sont d'abord présentés les nouveaux outils et les nouvelles techniques qui apparaissent actuellement ou dont la généralisation est quasi-certaine (télétransmission de données et télésurveillance, systèmes experts...).

Puis sont examinées les nouvelles méthodes (passage de la maintenance corrective à la maintenance préventive conditionnelle...).

Ensuite sont abordés les nouveaux outils de gestion (logiciels de gestion de la maintenance, coût global de cycle de vie...).

Enfin le développement s'intéresse aux conséquences de ces évolutions, à travers trois exemples, sur la gestion des entreprises (impact sur la gestion des ressources humaines, sur l'organisation, sur la politique commerciale...).

En conclusion, il est affirmé que l'excellence de la maintenance est une condition de la maintenance de l'excellence.

Méconnue, sous-estimée voire méprisée, jugée trop coûteuse et pourtant... la maintenance prend une importance croissante et s'avèrera dans les années qui viennent une des fonctions-clés de l'entreprise. De plus, elle connaîtra de grands bouleversements que cet article se propose d'analyser. Mais avant de voir les transformations prévisibles de la fonction maintenance, il convient de mieux la situer c'est-à-dire d'examiner rapidement sa reconnaissance, son évolution, son contenu, son importance actuelle, ses enjeux, et les acteurs concernés.

### 1.1 La reconnaissance

A l'origine du début de reconnaissance de la maintenance par le monde industriel, il y a assurément :

- \* le rapport du GROM (Groupe de Réflexion et d'Orientation Maintenance mis en place par le Ministère de l'Industrie en Juin 1983) ;

- \* les efforts de normalisation et de promotion faits par l'AFNOR ;

- \* les actions de l'AFICE (Association Française des Ingénieurs et Chefs d'Entretien) devenue récemment l'AFIM (Association Française des Ingénieurs et

Responsables de Maintenance) ;

- les réflexions diffusées par des revues telles que : "Achats et Entretien", "Maintenance", "Travail et Méthodes"...

Cette reconnaissance résulte non seulement des efforts du "microcosme" des ingénieurs d'entretien mais également de la prise de conscience plus large de l'importance nouvelle de la maintenance dans le contexte de l'automatisation et de l'informatisation du système productif. Cette sensibilisation devrait toucher désormais les gestionnaires pour peu qu'ils aillent au-delà du simple constat du coût élevé (cf. infra) de la fonction maintenance et découvrent les enjeux qui lui sont attachés.

## 1.2 L'évolution

Signe de la prise de conscience précédemment évoquée, il convient de relever le passage du concept d'entretien à celui de maintenance, passage officialisé par la norme NF X 60-010 (AFNOR 81) définissant la maintenance comme étant "l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé". Ce changement d'appellation n'est pas purement formel. Il reflète une lente et longue évolution.

Dans un premier temps "l'entretien consistait à prendre soin des différents types de matériel -entretien d'exploitation, comprenant le nettoyage, la lubrification, le graissage-, à attendre la panne pour réparer et changer les pièces -entretien curatif-, à rechercher certains aménagements -entretien d'amélioration (...)" (DENIS 85). A cette époque, ces tâches d'entretien restent relativement intégrées à la production et sont souvent effectuées par les ouvriers professionnels de fabrication eux-mêmes. L'introduction du taylorisme sera à la source de la séparation de la fabrication et de l'entretien.

Dans un deuxième temps, est venu se rajouter un entretien préventif de type systématique visant à éviter la panne par des contrôles et changements de pièces à intervalles réguliers.

Enfin, las de procéder à des changements systématiques de pièces encore en bon état et de devoir périodiquement arrêter la production pour ces interventions, les responsables de ce qui est en train de devenir alors la maintenance s'orientent vers une maintenance conditionnelle, c'est-à-dire subordonnée à l'apparition d'indicateurs de l'opportunité d'une intervention de maintenance préventive. Le slogan rapporté par B. GIRARD : "Entretien c'est subir, maintenir c'est maîtriser" (AFNOR 86a) résume bien le changement d'attitude.

## 1.3 Contenu de la fonction

Aujourd'hui, la fonction maintenance recouvre un ensemble de tâches que l'on peut regrouper en deux sous-ensembles : les tâches à dominante technique et les tâches à dominante gestion.

Le premier sous-ensemble comprend notamment :

- \* la prévention,
- \* le diagnostic (le plus souvent de panne mais aussi d'état),
- \* le dépannage et la remise en route,
- \* la réparation des pièces,
- \* les études et méthodes.

A ces tâches à dominante technique se rajoutent des tâches à dominante gestion :

- \* la gestion de l'information et de la documentation,
- \* la gestion des ressources humaines,
- \* la gestion du parc et des pièces,
- \* la gestion des interventions,
- \* la gestion des budgets, (BOUCHE, PLAUCHU, RETOUR 86 b).

#### 1.4 L'importance actuelle

L'accomplissement de ces différents travaux mobilise en France, selon une étude récente (CEGOS 86), en moyenne 6,7 % de l'effectif total des entreprises (et 11 % de l'effectif de production).

Ce pourcentage est à rapprocher de ceux concernant d'autres fonctions de frais généraux comme par exemple :

- \* Finance-comptabilité = 4,6 %
- \* Achats et approvisionnements = 1,5 %.

Ces estimations sont bien entendu à moduler en fonction de la taille de l'entreprise, de son système de production, du secteur d'activité auquel elle appartient...

Par ailleurs, "la fonction entretien est une fonction de main d'oeuvre où le coût de la main d'oeuvre représente plus de 55 % du coût complet de la fonction" (CEGOS 86). Cet ordre de grandeur se retrouve dans une étude américaine (rapportée in "MATHE 86") portant sur la décomposition du coût complet d'un équipement d'armement de type électronique sur 10 ans.

De façon plus globale, "le budget moyen de la fonction entretien représente 2,8 % du chiffre d'affaires de l'entreprise. Rapporté au montant des immobilisations brutes, il est de 11,3 %" (CEGOS 86).

#### 1.5 Les enjeux

Nos travaux antérieurs (BOUCHE, PLAUCHU, RETOUR 86 b) ont permis de montrer l'importance croissante de cette fonction. A cette conclusion fait écho la réflexion plus globale du groupe "Prospectives 2005" sur les transformations des modes de production, du travail et de l'emploi : "on passera dans les vingt ans, de la civilisation de la peine (travaux physiques à effectuer) à la civilisation de la panne où les travaux principaux sont des travaux de surveillance, de maintenance de diagnostic et de dépannage" (COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN et CNRS 87).

La certitude que cette fonction sera non seulement de plus en plus mais aussi de mieux en mieux prise en compte s'ancre dans l'ampleur des enjeux qui lui sont liés et que l'on peut regrouper en quelques points :

- \* L'introduction de la productique tend à multiplier les équipements complexes et les processus continus dont le coût d'arrêt ou coût d'indisponibilité est sans commune mesure avec le coût de la réparation ; une parfaite maîtrise de la maintenance est une condition de la disponibilité (\*) opérationnelle des équipements automatisés qui s'avère désormais un des facteurs clés de la compétitivité.

(\*) Cf. définitions infra.

\* La fiabilité (\*) et la maintenabilité (\*) des produits sont, avec les prix, les facteurs décisifs de la concurrence internationale. Une preuve supplémentaire en est donnée par les résultats d'une enquête allemande (citée par "MEYER 85") énumérant les 10 principales exigences du client allemand dont les 5 premières sont :

- 1° Une bonne qualité du produit,
- 2° Des prix attractifs,
- 3° Des produits à longue vie,
- 4° Un service après-vente irréprochable,
- 5° Un entretien et une maintenance commodes.

\* Dans nos relations avec les pays en voie de développement, le temps des grands contrats se termine et fait place désormais à un véritable marché de la maintenance. Certains spécialistes affirment que ces pays "(...) dépenseront annuellement en maintenance dans les dix ans à venir des sommes équivalentes à celles consacrées annuellement aux investissements dans la décennie écoulée (PICHOT 84).

\* Que ce soit à l'exportation ou sur le marché intérieur, la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité des équipements vendus sont un argument de vente et un moyen privilégié de fidéliser une clientèle. La qualité des prestations fournies par le service après-vente (SAV) est un facteur de différenciation fondamental encore trop négligé.

#### 1.6 Les acteurs

Ces évolutions mentionnées, voyons quels sont les groupes d'acteurs concernés.

Si l'on considère la Maintenance relative à l'Appareil Productif -MAP- de l'entreprise (incluant la totalité des équipements quelle que soit la fonction à laquelle ils appartiennent), on peut considérer schématiquement trois groupes d'acteurs susceptibles d'assurer cette fonction :

- \* le service entretien-maintenance propre à l'entreprise,
- \* le service après-vente des fournisseurs,
- \* des sociétés tierces spécialisées ou non en maintenance.

Souvent les SAV des fournisseurs ne se contentent plus de la seule activité de vente de pièces détachées mais fournissent de véritables services de maintenance, même au-delà de la période couverte par la garantie : on est alors fondé à parler de Maintenance Après-Vente -MAV-. Dans ces conditions, une entreprise peut avoir en son sein deux activités de maintenance, l'une de MAP pour ses équipements et l'autre de MAV pour les produits qu'elle commercialise.

Pour notre part, dans la suite de notre propos, nous mettrons plus l'accent sur la MAP que sur la MAV, mais il n'y a là nul abandon puisque la MAV des uns s'inscrit dans les actions de MAP des autres et inversement. De plus, dans l'alternative "maintenir ou faire maintenir", c'est aux fournisseurs que l'on s'adresse généralement en premier lieu. MAP et MAV ont pourtant deux logiques différentes, l'une à orientation interne finalisée à la continuité de la production et l'autre à orientation externe s'inscrivant dans une relation avec la clientèle.

(\*) Cf définitions infra.

Le choix d'avoir recours pour tout ou partie à tel ou tel de ces trois moyens d'assurer sa MAP (le service entretien-maintenance propre à l'entreprise, le SAV des fournisseurs, des sociétés tierces) fait partie de la politique de maintenance sur laquelle les dirigeants devraient se pencher à nouveau eu égard aux enjeux précédemment évoqués et aux transformations en cours.

Sur ce dernier point, il conviendra de réexaminer notamment :

- \* les outils et techniques de maintenance disponibles,
- \* les méthodes de maintenance,
- \* et les modes de gestion de la maintenance.

En effet, ces trois éléments sont actuellement en pleine mutation. La suite du développement mettra l'accent sur les changements en cours avant d'examiner comment l'apparition de nouvelles techniques et de nouveaux outils, de nouvelles méthodes, et de nouveaux modes de gestion transforme et transformera la fonction maintenance et les modalités de son accomplissement.

## 2. LES NOUVELLES TECHNIQUES ET LES NOUVEAUX OUTILS

Il ne s'agit pas ici de prétendre brosser un panorama exhaustif des évolutions qui se dessinent mais plutôt de mettre en évidence des tendances à travers un certain nombre d'exemples jugés significatifs. Il n'est pas non plus dans notre propos de recenser et d'expliquer les déterminants de l'apparition de ces nouvelles techniques. Aussi prendrons-nous comme donnés les éléments génériques suivants : la montée en puissance et ses corollaires en rapidité de traitement et en augmentation du volume de stockage de tous les matériels informatiques et l'abaissement de leurs coûts ; la numérisation généralisée des informations et la diminution du coût de leur télétransmission ; le développement du génie logiciel et de l'intelligence artificielle.

Ainsi "les constructeurs d'ordinateurs estiment que la puissance de traitement d'un poste individuel en 2005 sera environ 100 000 fois plus grande que celle d'un micro-ordinateur de 1985 !" (COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN et CNRS 87) lequel est déjà aussi puissant que le gros ordinateur dont disposait AIR FRANCE dans les années 70 pour gérer l'ensemble de ses réservations.

Par ailleurs, si "la limite des machines actuelles se situe à environ 200 millions d'opérations flottantes par seconde (MFLOPS), on devrait atteindre 1 000 à 10 000 MFLOPS dans le courant des années 90" (id.).

"La généralisation de l'utilisation de la fibre optique (...) permettra de changer complètement d'ordre de grandeur dans les vitesses de transmission : on passera de 200 bits/seconde (c'est-à-dire 200 caractères binaires par seconde) dans le réseau téléphonique normal à 1 000 000 bits/seconde dans les réseaux rapides" (id.).

Quant aux programmes eux-mêmes, s'opère en ce moment le passage des logiciels aux progiciels, et, avec les progrès du génie logiciel, d'intéressantes perspectives s'ouvrent en matière de conception de programmes assistée par ordinateur.

Examinons maintenant à l'aide de quelques exemples comment ces tendances lourdes se traduisent par des innovations susceptibles d'être largement utilisées aux différents stades de la pratique quotidienne de la maintenance :

- désormais au stade de la collecte des données, il devient possible d'enrichir la palette des capteurs traditionnels par la saisie d'images numérisées, l'auscultation par rayonnement ionisant et par ultra-son, les mesures sans contact par laser, l'analyse des huiles, l'analyse des vibrations, la boroscopie, la thermographie et plus généralement toutes les nouvelles méthodes dites de contrôle non destructif. La tendance est d'obtenir des données numérisées et pas seulement analogiques.

- au stade de la transmission des données, on observe la généralisation des radios -et télé-transmissions en continu ou en paquet par ligne téléphonique, réseau spécialisé et satellite.

- au stade du stockage des données, une disquette permet de stocker un ouvrage, et un disque optique numérique permettra de stocker la bibliothèque personnelle d'un futurologue...

- au stade du traitement et de l'interprétation des données, les limites liées au nombre d'opérations réalisables reculent d'années en années permettant un usage plus large d'outils de simulation. De plus, les progrès de l'intelligence artificielle et notamment des systèmes experts autorisent la reproduction ou la simulation de certaines opérations intellectuelles comme par exemple le diagnostic.

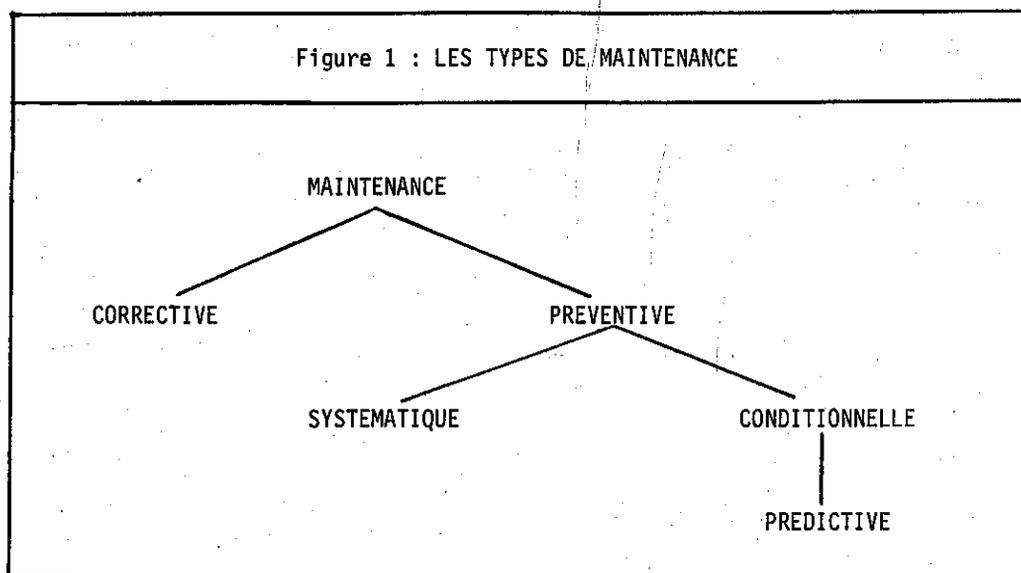
Afin de mieux éclairer leur impact sur la maintenance, présentons rapidement les nouvelles méthodes de maintenance.

### 3. LES NOUVELLES METHODES

Comme cela a été souligné précédemment, à la maintenance corrective est venue progressivement se substituer la maintenance préventive systématique. Cette substitution s'est traduite par la réduction des tâches de maintenance corrective.

Les nouvelles ressources techniques qui viennent d'être évoquées permettent d'envisager la généralisation de la maintenance préventive systématique et le passage progressif à la maintenance préventive conditionnelle. Une illustration aidera à bien distinguer ces deux types de maintenance : "(...) il vaut mieux connaître l'état de son huile pour déterminer si on doit la changer que de fixer une limite a priori, à condition de savoir effectuer une analyse d'huile périodique et peu coûteuse par rapport au coût de la vidange elle-même. (GABRIEL et PIMOR 84). En d'autres termes, au lieu de procéder à une vidange systématique tous les 10 000 km, il convient d'attendre pour la faire que l'huile ait atteint un certain degré de noirceur.

La figure 1 situe, les uns par rapport aux autres, les différents types de maintenance mentionnés et en précise les définitions.



- MAINTENANCE CORRECTIVE : maintenance effectuée après défaillance ;
- MAINTENANCE PREVENTIVE : maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu ;
- MAINTENANCE SYSTEMATIQUE : maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage ;
- MAINTENANCE CONDITIONNELLE : maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.) ;
- MAINTENANCE PREDICTIVE : maintenance conditionnelle permettant de réajuster des prévisions d'opérations de maintenance à effectuer et de limite de vie en fonction du temps ou d'unités d'usage, à partir d'une analyse permanente ou périodique de l'état de chaque équipement obtenu par les méthodes de la maintenance conditionnelle (capteurs, etc.) et l'utilisation de modèles d'usure.

(Sources : AFNOR 81 et GABRIEL & PIMOR 84).

Seul l'ordinateur permet de stocker et traiter toutes les informations autorisant, en fonction des données observées, le déclenchement des seuils d'intervention ou de lancer des campagnes de mesure. Il intervient à nouveau pour interpréter les signaux provenant des capteurs et plus généralement toute donnée saisie dans le cadre de la maintenance. En reprenant la typologie proposée par Y. PIMOR (PIMOR 86), trois grands types de systèmes informatisés d'aide au diagnostic coexistent actuellement :

- des arbres de décision permettant d'arriver par des déductions hiérarchisées simples jusqu'à un diagnostic de panne par une suite de question-réponse ;
- des programmes de modélisation et de simulation rendant possible la comparaison de données à des standards ;
- des systèmes experts de diagnostic reproduisant ou simulant le raisonnement suivi par un expert en maintenance.

A travers ces mutations, il apparaît que le "technicien ne fera plus ses diagnostics de panne en démontant une machine mais essentiellement à partir de mesures" (PIMOR 86).

Au delà, se pose le problème des micro-pannes affectant les processus automatisés. Elles sont difficilement décelables et ce problème ne peut être abordé et résolu sans une très forte mobilisation et donc sans une très forte motivation du personnel de production. C'est l'objectif, sous des formes diverses liées à la variété des cultures d'entreprise, des tenants du "zéro défaut/zéro panne", de la qualité de la maintenance, ou de la "Total Productive Maintenance". Cette dernière originaire du Japon, tend à former le personnel et à l'associer étroitement à la recherche permanente d'améliorations dans le but d'obtenir une disponibilité optimale de l'outil de production.

A ce stade, la nécessité d'une collaboration très étroite entre les services de production et les services de conception devient fondamentale. En effet, "si toutes les informations concernant les micro-pannes ne parviennent pas aux concepteurs et si ceux-ci ne font pas évoluer le système en fonction de ces informations, il est certain que les opérateurs de systèmes intégrés seront rapidement "démobilisés". Mais ces liaisons concepteur/opérateur seront d'autant plus efficaces en période de mise au point et d'exploitation que les opérateurs auront été associés dès le début de la conception du système" (COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN et CNRS 87).

Avec le zéro défaut et le zéro panne et la "Total Productive Maintenance", s'amorce une rupture dans les modes d'approche et de pensée des problèmes généraux de la maintenance, elle-même à relier avec une évolution plus générale de la gestion des entreprises.

#### 4. LES NOUVELLES GESTIONS

La principale transformation affectant la gestion de la maintenance est très certainement le passage à une gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO) définie en ces termes par MM. GABRIEL et PIMOR : "Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre sous les trois aspects technique, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes, ateliers, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et bureaux d'approvisionnement." (GABRIEL et PIMOR 84).

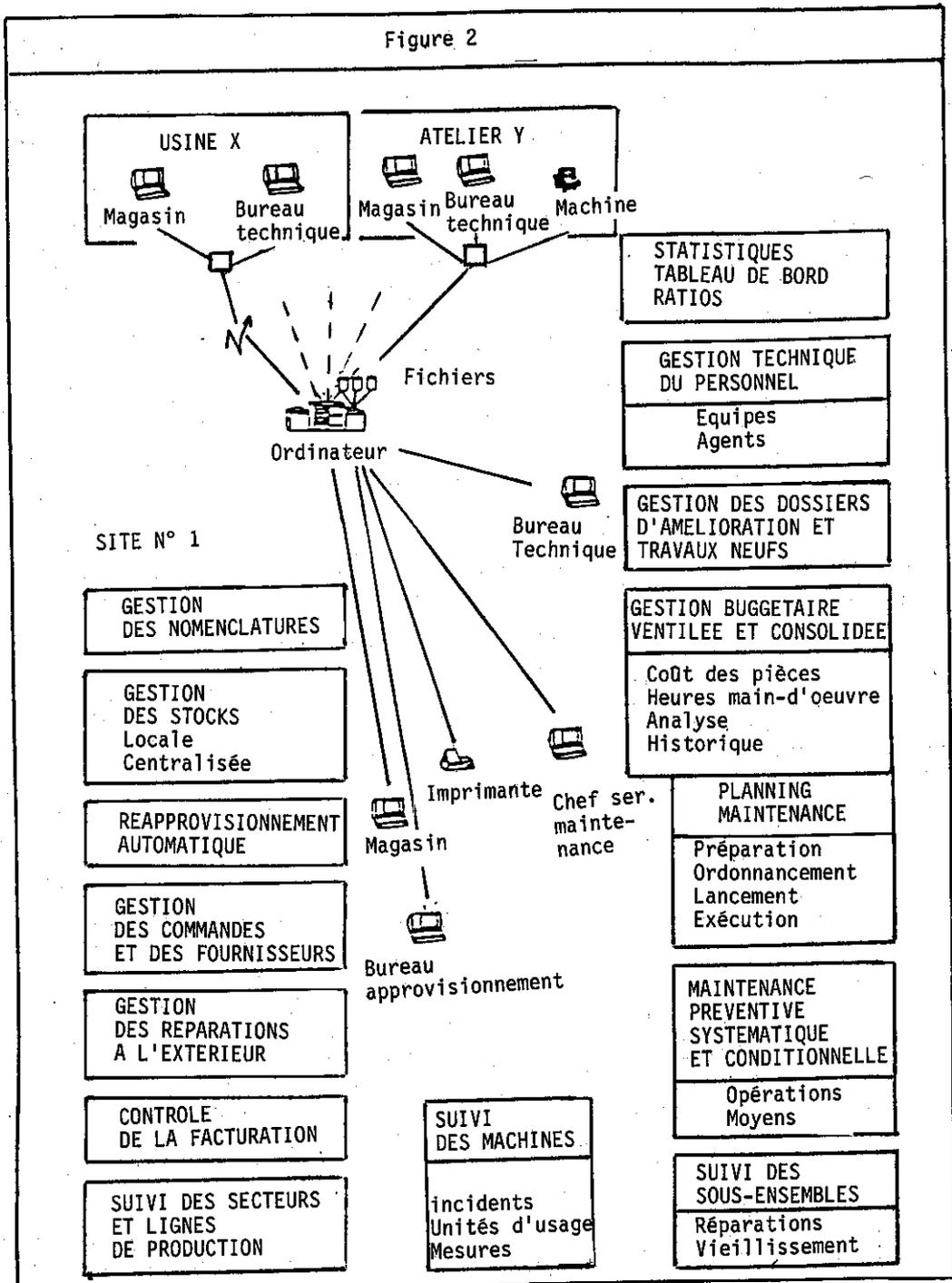
Les buts les plus souvent assignés à un tel système sont de :

- réduire le poids de l'aléatoire,
- améliorer les performances des équipes d'entretien et des moyens mis à leur disposition,
- assurer la disponibilité opérationnelle des matériels" (ORTU 86).

Un exemple d'un tel système de management de la maintenance, schématisé dans la figure 2, montre l'ensemble des tâches de maintenance dont la gestion peut être assistée par ordinateur. C'est surtout à travers les interconnexions et les interdépendances que s'améliore la gestion globale de cette fonction. Mais bien plus, elle offre également des possibilités dans l'accomplissement de nouvelles tâches et la prise en compte de nouveaux concepts, tout ceci étant relié aux contraintes actuelles imposées à la maintenance.

Ces systèmes permettent l'usage effectif et général de concepts et de méthodes dont l'utilisation était freinée par l'importance des données à recueillir, à stocker et à traiter comme les MTBF (moyenne des temps de bon fonctionnement) et les MTTR (moyenne des temps techniques de réparation). Ces notions "permettent à partir d'analyse des défaillances de déceler les anomalies de fiabilité "Les machines à problèmes", les évolutions dans la vie d'une machine" (PIMOR 86).

L'état de l'offre de progiciels est aujourd'hui le suivant : une offre bien réelle, diversifiée, de systèmes de toutes tailles avec des développements sur micro-informatique et la possibilité d'utiliser des terminaux portables avec traitement différé. Les coûts oscillent dans une fourchette de 50 KF (pour une petite application micro) à 1 000 KF (pour de gros systèmes multifonctions).



Un exemple de système de management de la maintenance (Source :SINORG)

Cette GMAO, certes encore à ses débuts, arrive fort opportunément pour contribuer à une meilleure prise en compte des préoccupations liées à l'objectif qualité. En effet, l'importance croissante et décisive de la dimension qualité pour la gestion des entreprises va se concrétiser pour l'appareil productif en trois composantes qui sont : la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité dont la Figure 3 donne les définitions.

FIGURE 3

- FIABILITE : aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné.

- MAINTENABILITE : dans des conditions données d'utilisation pour lesquelles il a été conçu, aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

- DISPONIBILITE : aptitude d'un bien, sous les aspects combinés de sa fiabilité, maintenabilité et de l'organisation de maintenance, à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions de temps déterminées.

(Source : AFNOR 86a)

Cette GMAO, outre une meilleure gestion de la maintenance doit permettre en particulier de mieux appréhender les coûts de maintenance. Jusqu'à présent ceux-ci étaient cernés d'une façon souvent trop globale - lorsqu'ils étaient connus - et l'on peut attendre de la GMAO une progression suffisamment significative dans la connaissance de ces coûts pour pouvoir les suivre par matériel et ainsi servir de base à l'établissement du coût global.

Le coût global (GORMAND 86), appelé aussi coût global de possession (DERMEZ 83) ou encore coût global de durée de vie - correspondant à la notion anglo-saxonne de "Life Cycle Cost" (LCC) - comprend l'ensemble des charges liées à un équipement depuis sa conception et sa mise en place jusqu'à sa destruction. Pour des équipements standards, il se ramène au coût d'acquisition augmenté des coûts d'exploitation et de maintenance.

Le coût global de durée de vie reste encore peu utilisé mais son usage s'étend. Une enquête réalisée aux USA révèle que seulement 25 % des entreprises de l'échantillon utilisent cette méthode (GORMAND 86) même si certaines, selon une autre source (MATHE 86), généralisent actuellement son usage : "(aux USA) pour les achats de gros équipements notamment dans les domaines militaire et aérospatial, la notion de "LCC" paraît maintenant tout à fait banalisée ; (...)". Nos propres observations confirment cette tendance (BOUCHE, PLAUCHU, RETOUR 87). Une des raisons de cette évolution est la prise de conscience que les coûts de maintenance ne peuvent plus être ignorés au moment du choix des investissements. En effet, les coûts de maintenance cumulés représentent souvent entre 50 et 100 % du coût d'achat. Cette seule prise de conscience constitue déjà en soi un progrès en matière de gestion.

Pour être tout à fait complète l'analyse précédente doit intégrer, dans certaines situations, non seulement le coût global mais prendre également en compte les coûts de non-production et de non-qualité, le surcoût de la production de remplacement, le manque à gagner de production, les pénalités commerciales et les conséquences sur l'image de marque de l'entreprise qui constituent les coûts d'indisponibilité (AFNOR 86). Ces derniers peuvent en effet se traduire par une perte ou un manque à gagner considérable pour la moindre panne dans des processus très automatisés. Ainsi, dans l'usine ultra-moderne de BSN inaugurée en

juin 87, vingt mille (20 000 !) pots de yaourt peuvent être perdus en moins de dix minutes (LASFARGUE 87). Dans ces conditions particulières, c'est la notion de coût de défaillance (coûts de maintenance + coûts d'indisponibilité) qui devient fondamentale (BOUCHE, PLAUCHU, RETOUR 87).

Au regard des enjeux attachés à la maintenance, et présentés antérieurement, la maîtrise des coûts de maintenance par les entreprises dans les années à venir sera décisive pour leur compétitivité. Cette dernière repose :

- sur l'efficacité et le coût global des moyens de production utilisés,
- sur la qualité des produits et des services commercialisés et le coût global de ces derniers pour la clientèle.

Dans cette perspective, la recherche de l'efficacité conduit les entreprises à s'interroger de plus en plus fréquemment sur l'opportunité de "faire ou faire-faire", c'est-à-dire sur l'éventualité de sous-traiter tout ou partie des tâches de maintenance.

Le dernier signe d'une nouvelle attitude en matière de gestion de la maintenance apparaît dans la mise au point d'une batterie de ratios de maintenance permettant aux entreprises de mieux contrôler leurs performances en facilitant notamment la comparaison avec d'autres entreprises (AFNOR 86b, VERDOL 86).

## 5. CONSEQUENCES POUR LES ENTREPRISES

Les nouvelles techniques, les nouvelles méthodes et les nouvelles gestions démontrent clairement les mutations en cours dans la maintenance. Au delà de ce constat, il importe de prendre conscience que ces changements vont induire des conséquences à des degrés divers à la fois pour les fonctions et les hommes de l'entreprise.

Pour étayer cette affirmation, nous utiliserons trois exemples :

- \* la télétransmission et le traitement automatique des données au titre des nouvelles techniques ;
- \* le passage à la maintenance préventive conditionnelle en ce qui concerne les nouvelles méthodes ;
- \* enfin le coût global de possession pour les nouvelles gestions.

### 5.1 L'EXEMPLE DE LA TELETRANSMISSION ET DU TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES DONNEES

La télétransmission de données rend opérationnel le diagnostic à distance. (Il est par exemple possible de récupérer à Grenoble par satellite les données relatives à un automate programmable en panne sur un pétrolier naviguant dans le Golfe). Ces données peuvent alors être analysées par les techniciens de maintenance qui établiront le diagnostic et qui à leur tour transmettront les informations nécessaires à la remise en service de l'automate. La conséquence majeure est d'éviter des déplacements lointains, coûteux, et de gagner un temps très appréciable. Cette délocalisation potentielle du diagnostic facilite la possible prise en charge de cette opération par une tierce société (entreprise de service en maintenance par exemple) comme elle peut également être pour le constructeur l'occasion de rénover sa politique de maintenance après-vente en élargissant la nature et le volume des prestations proposées. Déjà avec la mise en oeuvre des premiers systèmes experts opérationnels se concrétise la possibilité d'une aide au diagnostic ou, dans certains cas, d'un traitement automatique du problème à résoudre.

Ces évolutions vont avoir de nombreuses conséquences sur la nature des compétences à réunir et à mobiliser (RETOUR 87) et, de façon plus générale, sur la gestion des ressources humaines à mettre en oeuvre aussi bien dans le service

maintenance de l'utilisateur que dans le service maintenance après-vente du constructeur (BOUCHE, BRAURE, PLAUCHU, RETOUR 86a). L'une des questions essentielles que l'on peut se poser à ce propos sera la place de l'opérateur humain et la nature des tâches qu'il devra exercer. En effet, par exemple, un système expert de diagnostic de panne peut aider l'homme et concourir à sa qualification s'il est utilisé comme système d'aide au diagnostic. Il peut également concourir à sa déqualification voire à son exclusion dans un autre mode d'usage. En d'autres termes, quelle contribution sera demandée à l'opérateur dans ce nouvel environnement ? Dans le cas d'un MAV, si l'on remplace le technicien par un système expert, on risque de s'apercevoir -trop tard- que le technicien exerçait non seulement une tâche de diagnostic mais représentait aussi l'entreprise, diffusait dans les deux sens des informations à caractère technico-commercial ou intégrait dans son intervention des considérations liées à la sécurité des matériels et des personnes... Le diagnostic qui peut être un avantage concurrentiel notamment pour une entreprise ayant des clients dans le monde entier, doit être alors mis en balance avec une modification (altération ?) des relations commerciales.

Face à de tels développements de l'Intelligence Artificielle certains personnels s'interrogent soit sur le contenu et l'intérêt de leur futur travail, soit même

sur la pérennité de leur emploi. Quant à l'acceptation sociale, il est très difficile d'apporter aujourd'hui des réponses si l'on veut fonder celles-ci sur des observations concrètes. Par contre certaines réflexions prospectives sur ce sujet commencent à voir le jour. Signalons ici par exemple les travaux réalisés dans le cadre du Club de Prospective de l'Alliance Universitaire de Grenoble qui a réalisé un "Delphi" sur l'intelligence artificielle (DUFAY, RETOUR 87).

Par ailleurs, la tarification de ces nouveaux services télématiques intelligents sera difficile à établir ; en outre comment la facturation sera-t-elle acceptée par la clientèle ? Certains dirigeants supporteront-ils de payer pour un service "indivisible", c'est-à-dire non matérialisé par une intervention humaine ? Il faudra sans doute une période assez longue avant que tous les esprits acceptent un tel mode fonctionnement.

L'ensemble des développements précédents relatifs au diagnostic de panne peut être généralisé à la télésurveillance et au télépilotage des processus.

Au terme de cette analyse, il apparaît que la télétransmission et le traitement automatique des données affectent et affecteront, en outre la production et la maintenance (BOUCHE, PLAUCHU, RETOUR 85), les fonctions ressources humaines et commerciale.

## 5.2 LE PASSAGE A LA MAINTENANCE PREVENTIVE CONDITIONNELLE

Ce passage signifie que le changement des pièces interviendra sur la base d'informations relatives à l'état et au degré d'usure transmises par des capteurs. Une première conséquence en découle : dès la conception des équipements, la nécessité d'intégrer de nombreux capteurs doit être prise en compte pour répondre à cette ambition. De plus, on ne peut plus se contenter de capteurs "tout ou rien" et la difficulté est de les localiser de la façon la plus pertinente. En outre la complexité croissante des équipements conjuguée à leur durée de vie de plus en plus courte laissent de moins en moins de temps aux opérateurs pour en acquérir l'expérience ce qui rend nécessaire la multiplication d'auto-test et d'alarmes.

Par ailleurs, la maintenance préventive conditionnelle rend par définition sans cesse plus difficile la planification des interventions de maintenance à assurer. De la sorte cela conduira à faire prendre en charge une partie de ces tâches par le personnel de production ce qui suppose que celui-ci dispose des qualifications nécessaires à leur réalisation. L'enrichissement des tâches n'est plus alors un choix de politique de gestion du personnel en réponse aux dysfonctionnements du taylorisme mais une nécessité technique. Dans ces conditions, "la maintenance courante (visites préventives, graissage, dépannages et réglages, petites réparations, nettoyage) incombera aux équipes d'exploitation, ou pour être plus précis, à des équipes mixtes exploitation/maintenance. Elles seront chargées non seulement d'atteindre des objectifs de production, mais aussi de veiller au maintien de leur outil de travail. Pour ce faire elles disposeront d'une formation adaptée et de moyens leur permettant d'assurer pleinement ce rôle. En particulier la mise à disposition de "systèmes experts" les conduira à :

- ausculter de manière permanente et précise les machines qu'ils conduisent,
- analyser tout symptôme prémonitoire d'un défaut de fonctionnement,
- déclencher des interventions externes avec suffisamment de marge pour ne pas perturber la production. "(LAVINA 85).

Dans cette perspective, seule une sensibilisation relayée par une forte motivation permettront d'atteindre ces objectifs. Les cercles de qualité de maintenance qui commencent à apparaître, s'inscrivent parfaitement dans cette dynamique.

Il résulte de tout ceci que les liens entre la production et la maintenance doivent être sensiblement renforcés et qu'un nouveau découpage des tâches s'imposera y compris avec des partenaires extérieurs.

### 5.3 L'UTILISATION CROISSANTE DU CONCEPT DE COUT GLOBAL DE CYCLE DE VIE

L'utilisation croissante de ce concept au sein des entreprises pose d'entrée de jeu le problème de son établissement. Cela suppose que soient recueillies les données indispensables dans le cadre d'une comptabilité analytique adaptée. La consolidation de ces données relève d'un travail d'équipe associant techniciens, comptables et gestionnaires. A ce premier groupe devront se joindre dans un certain nombre de cas des acteurs extérieurs qui seuls détiennent les informations requises.

L'importance des coûts de maintenance contribue à faire du coût global un critère pour le choix des investissements, en autorisant les comparaisons sur une base homogène (BOUCHE, PLAUCHU, RETOUR 87). La prise de conscience de la pertinence du coût global de possession comme critère de décision le destine aussi à devenir un argument commercial de premier ordre pour les vendeurs tout en permettant à l'acheteur de décrypter la stratégie commerciale du fournisseur en mettant par exemple derrière un coût d'acquisition attractif des coûts de pièces et/ou de services prohibitifs.

L'établissement du coût global peut s'avérer déjà délicat en ce qui concerne des matériels pour lesquels on dispose de données permettant l'évaluation des coûts passés. Mais que dire alors lorsqu'il s'agit de mener la même opération pour un coût global de possession prévisionnel. Sans ce dernier cas en effet, l'estimation de la fiabilité et de la maintenabilité reposent sur les seuls dires des constructeurs. Ces derniers n'ont eux-mêmes pas toujours les moyens de les prévoir correctement, dans l'ignorance où ils sont des conditions concrètes d'utilisation ("... même pour les produits déjà exploités, les fournisseurs sont rarement capables de saisir ces informations... ils ne peuvent le faire sans un appel à une coopération bienveillante de leurs clients" (GORMAND 86). Une solution pour l'acheteur peut alors consister, afin d'éviter toute dérive budgétaire, à sous-traiter les opérations de maintenance sur une base forfaitaire. Cette pratique reportant l'incertitude sur les constructeurs ou les sociétés de services.

En résumé, la politique de maintenance de l'appareil de production ne peut pas raisonnablement s'élaborer sans des liens étroits avec le contrôle de gestion sur la base notamment d'informations émanant de la production ; quant à la politique de maintenance après-vente, elle est très imbriquée avec la politique commerciale de l'entreprise qui doit être elle-même fondée sur une appréciation aussi précise que possible de la nature de la demande du client ; elle doit assurer un retour d'informations sur le service Recherche-Développement pour qu'il intègre les attentes spécifiques de la clientèle dès la conception des produits.

### CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons affirmer que la complexification croissante des processus de production et leur automatisation, la recherche de la qualité et de la réduction des coûts, tendront à faire de la maintenance une fonction-clé de l'entreprise. Dans le même temps les nouveaux outils, les nouvelles méthodes et les nouveaux modes de gestion de la fonction maintenance en feront de plus en plus l'affaire de tous, abolissant les frontières entre ceux qui conçoivent les moyens de production, ceux qui les utilisent, ceux qui les maintiennent et ceux qui les gèrent.

Les trois exemples qui ont été évoqués montrent à quel point l'ensemble des fonctions et du personnel sont affectés par les transformations de la maintenance. Dans ces conditions, il apparaît clairement qu'une nécessaire coordination et une harmonisation des actions s'imposent.

Les enjeux étant considérables, la direction de l'entreprise ne peut pas rester à l'écart de cette réflexion. Elle peut même, pourquoi pas, choisir la maintenance comme un des axes majeurs du "projet d'entreprise". Ainsi chacun prendrait conscience que l'excellence de la maintenance est une condition de la maintenance de l'excellence !

BIBLIOGRAPHIE

- (AFNOR 81) AFNOR : Maintenance - Vocabulaire de maintenance et de gestion des biens durables, Norme X-60-010, Paris, AFNOR, 1981, 5p.
- (AFNOR 86a) AFNOR : Comment réussir votre maintenance, collection guide de l'utilisateur, Paris, AFNOR, 1986, 176p.
- (AFNOR 86b) AFNOR : Maintenance-ratio de maintenance et de gestion des biens durables, Norme X-60-020, Paris, 1986, 26p.
- (BOUCHE 85) BOUCHE M., PLAUCHUV., RETOUR D. : des pièces détachées au contrôle des processus industriels : l'évolution d'un service après-vente, Travail et Méthodes, Juin-Juillet 1985, pp. 5-11.
- (BOUCHE 86 a) BOUCHE M., BRAURE H., PLAUCHU V., RETOUR D., : Maintenance industrielle et diagnostic de panne, Communication à la Convention Automatique-Production, Paris, Mai 1986, pp.31-37.
- (BOUCHE 86 b) BOUCHE M., PLAUCHU V., RETOUR D. : à la recherche du coût global de possession, article à paraître 1987.
- (CEGOS 86) CEGOS : Frais généraux des entreprises françaises, Travail et Méthodes, Mars 1986, pp. 33.43.
- (COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN et CNRS 87) COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN et CNRS : Prospectives 2005, Paris, Economica, 1987, 487p.
- (DENIS 85) DENIS G. : La maintenance industrielle, collection des études, Paris, CEREQ, 1985, 155p.
- (DERMEZ 83) DERMEZ B : Le coût global de possession, Maintenance, Janvier 1983, pp. 4-9
- (DUFAY 87) DUFAY B., RETOUR D., : Le Delphi de l'intelligence artificielle, Grenoble, A.U.G., 1987 à paraître.
- (GABRIEL 84) GABRIEL M. et PIMOR Y : Maintenance assistée par ordinateur, Paris, Masson, 1984, 145p.
- (GORMAND 86) GORMAND C. : Le coût global, Paris, Eyrolles, 1986, 229p.
- (LAVINA 85) LAVINA Y. : Evolution de la fonction maintenance dans l'entreprise industrielles, Achats et Entretien, n° 380, Décembre 1985, pp. 29-35.
- (MATHE 86) MATHE H. : une nouvelle approche de la notion de produit, Revue Française de Gestion, Juin-Juillet-Août 1986, pp. 59-70.
- (MEYER 83) MEYER E. : Ils ont réussi en Allemagne, L'Entreprise, Mai 1985, pp. 77-83.

- (ORTU 86)                    ORTU F. : La mise en place d'un système de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO), Travail et Méthodes, Octobre 1986, pp. 49-54.
- (PICHOT 84)                PICHOT C. : Maintenance, modernisation, même combat, Enjeux, n°52, Novembre 1984, pp. 39-40.
- (PIMOR 86)                PIMOR Y. : La maintenance assistée par ordinateur en 1986, Maintenance, Avril 1986, pp. 3-6
- (RETOUR 87)              RETOUR D. : Systèmes experts : les compétences individuelles en jeu, Communication aux VIII Journées Nationales des IAE, Poitiers, Novembre 1987.