

3 • LA MAÎTRISE DE LA DOCUMENTATION MAINTENANCE

3.1 La connaissance des équipements : aspects documentaires

3.1.1 Le système documentaire de la maintenance

□ Les besoins documentaires du service maintenance

Il semble évident qu'aucune action technique importante et de qualité ne peut se faire en maintenance sans référence documentaire. Le développement de la fonction méthode va de pair avec sa responsabilité : « assurer la maîtrise de la documentation relative aux équipements », avec pour objectif principal la connaissance technologique et opérationnelle des équipements qui permet :

- la préparation d'interventions plus efficaces et plus sûres,
- l'aide aux techniciens d'intervention,
- la traçabilité des activités de terrain, aux fins d'amélioration de l'organisation,
- l'analyse du comportement des matériels, aux fins d'améliorations techniques et d'optimisation économique.

Il est évident que l'outil GMAO, par sa capacité à mémoriser et à traiter des données et par sa vitesse d'accès à l'information, sera le vecteur principal de la maîtrise documentaire. Nous pouvons dire que la qualité du système documentaire destiné à définir, localiser, faciliter, valoriser et optimiser les actions de maintenance est une condition nécessaire à la qualité de la maintenance.

□ La gestion documentaire dans le cadre de l'assurance qualité

- Tout système qualité implique la gestion de sa documentation suivant le principe :
- « écrire ce que l'on va faire » (préparation : définition des procédures),
 - « faire ce que l'on a écrit » (intervention encadrée),
 - « écrire ce que l'on a fait » (traçabilité).

Il appartient au service maintenance de développer son système documentaire en cohérence avec les procédures du système AQ (assurance qualité) de l'entreprise.

En particulier, dans le cadre des référentiels ISO 9000, nous avons identifié les exigences de la norme en matière de documentation maintenance, avec deux procédures de base :

- la procédure générale de maintenance (PGM),
- le plan qualité de l'équipement (PQE).

Cette analyse des exigences de l'ISO 9000 fait l'objet du paragraphe 9.3 de cet ouvrage.

3.1.2 La classification du matériel

Rappels normatifs

Documentation de maintenance : « information conservée sous forme écrite ou électronique nécessaire à l'exécution de la maintenance ».

Bien : « tout élément, composant, mécanisme, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système qui peut être considéré individuellement ».

Immobilisation : « bien enregistré en comptabilité ».

En accord avec ces définitions, nous nommerons « biens immobilisés » ou « biens durables » les équipements figurant à l'inventaire, l'ensemble de ces équipements représentant le « parc matériel » de l'entreprise.

Le champ de responsabilité du service maintenance

Le souci premier de tout responsable est de connaître son champ de responsabilité. Pour un responsable de maintenance, le problème est structurel : a-t-il la responsabilité des « services techniques » ou de la « maintenance de tout ce qui concourt à la production » ?

Suivant la taille, l'histoire, la topographie et le secteur d'activité de l'entreprise, toutes les formes d'organigrammes existent et sont justifiables. Nous allons donc traiter le cas le plus général : la responsabilité de l'ensemble du parc des biens durables, infrastructure comprise.

Proposition de classification

Remarque initiale

Une première distinction est utile entre les biens durables liés ou non liés à la production.

- Biens liés à la production : « ils sont tels que tout arrêt ou dysfonctionnement du bien provoque un arrêt, un ralentissement, une perturbation ou une mauvaise qualité de la production ». Remarquons qu'un générateur d'énergie ou un robot de manutention ne sont pas des machines de production, mais rentrent dans ce cas.
- Biens indépendants de la production : « ils sont tels qu'une défaillance n'a aucune incidence sur la production ».

Une deuxième distinction peut être faite entre la « maintenance industrielle » des biens techniques et la « maintenance immobilière » des biens généraux.

Classification

Cet exemple est établi dans le cas le plus général de la prise en charge par la maintenance de l'ensemble des biens durables.

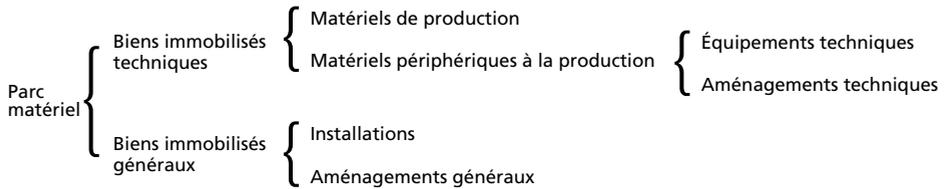


Figure 3.1

□ Les matériels de production

Ce sont les systèmes et machines, isolées ou intégrées (lignes ou îlots de production) qui donnent de la « valeur ajoutée » au produit ou au service fabriqué.

Exemples

Machine outil à commande numérique (MOCN), colonne de distillation pour une raffinerie, avion pour l'aéronautique, congélateur pour un supermarché, table d'opération télécommandée pour un hôpital, etc.

Ces matériels représentent la cible naturelle de la maintenance : maintenir l'outil de production pour optimiser son exploitation.

□ Les matériels périphériques à la production

Les équipements techniques peuvent être :

- des générateurs d'énergie, tels que poste HT, pompe d'alimentation en eau, chaudière à vapeur, cogénérateur, compresseur d'air, etc. ;
- des engins de levage, des systèmes de manutention, des équipements de stockage, etc. ;
- des stations d'épuration, de traitement de rejets, etc.

Les aménagements techniques peuvent être :

- des réseaux (canalisations de fluides, lignes électriques, etc.) ;
- des appareils de climatisation, de chauffage, d'éclairage liés aux ateliers.

□ Les services généraux : les installations et leurs aménagements

- Les bâtiments (sols, toits, issues, etc.).
- Les terrains, espaces verts, clôtures, routes, etc.
- Les matériels de bureau, des cuisines, des magasins, etc.
- Les réseaux informatiques, téléphoniques.
- Les appareils de climatisation, de chauffage, d'éclairage, etc. liés aux infrastructures générales.
- Le parc de véhicules.

❑ Qui est responsable de quoi ?

La classification du parc et son indispensable arborescence, de même que la codification des équipements dépendront de la topographie de l'entreprise (différents secteurs d'activités) et de son organigramme.

Le découpage généré par la classification précédente implique de créer des « frontières » parfois artificielles, en concertation entre le responsable de la maintenance et le responsable de l'entretien général, lorsqu'ils sont séparés sur l'organigramme. C'est ainsi qu'à l'hôpital, le directeur technique a la responsabilité de la fourniture des gaz médicaux et de leurs canalisations, mais c'est l'ingénieur biomédical qui a la responsabilité de leur utilisation. Où est la frontière ?

La prise en charge du parc avec l'aide d'une GMAO a le mérite d'obliger les partenaires à bien définir ces règles du jeu, puis le premier fichier à remplir est l'arborescence du parc et l'identification par codification des biens immobilisés !

3.1.3 Les éléments de connaissance documentaire d'un équipement

Potentiellement, tout « bien immobilisé » de l'entreprise est à prendre en charge par la maintenance. Nous nommerons « équipement » tout ensemble homogène assimilable à une machine, à un appareil ou à un système technique cohérent, composé d'une partie opérative (PO), d'une partie commande (PC) et des interfaces. Une arborescence amont ira du parc vers l'équipement : c'est l'inventaire.

Une arborescence aval analysera les constituants de cet ensemble, suivant le schéma de la figure 3.2.

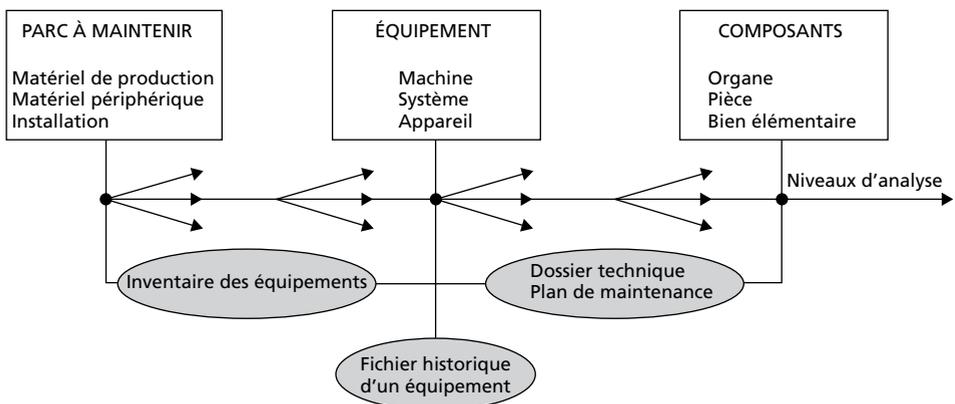


Figure 3.2 – L'équipement et sa situation documentaire

Nous présenterons dans ce chapitre 3 les quatre éléments de base d'un système documentaire cohérent, visant l'efficacité et l'économie des moyens. Il comprendra :

1. l'inventaire des équipements à maintenir,
2. le dossier technique d'un équipement (DTE),
3. le plan de maintenance d'un équipement,
4. le fichier historique d'un équipement.

3.2 L'inventaire du parc matériel, fichier de base de la GMAO

3.2.1 Définition et commentaires

L'inventaire des biens durables d'un site industriel est une nomenclature codifiée de tous les équipements à maintenir. Il est établi suivant un découpage arborescent du parc, fonction de la classification choisie.

L'inventaire et sa codification constituent le premier fichier à remplir lors d'une prise en charge de la gestion de la maintenance au moyen d'une GMAO. Fichier de base d'une GMAO, il va conditionner toutes ses fonctionnalités : par exemple, une intervention corrective sera imputée en temps et en coût à un équipement donné par sa codification.

Remarque

C'est un document (ou une saisie) long à établir, mais facile à tenir à jour : il n'y a pas un équipement à intégrer ou à déclasser tous les jours.

3.2.2 Découpage fonctionnel du parc matériel

Les mises en familles sont à adapter au contexte. Le découpage de la figure 3.3 est donc un exemple d'inventaire.

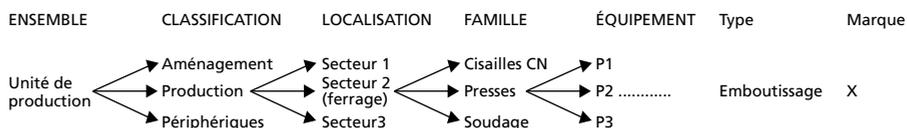


Figure 3.3

Lorsque nous aurons à identifier des équipements à l'intérieur de systèmes intégrés et complexes, nous serons amenés à dégager des « frontières » parfois artificielles entre les équipements. Ainsi, une « ligne de production » sera décomposée en « tronçons », puis chaque tronçon en « machines », chaque machine étant identifiée comme un équipement pris en responsabilité par la maintenance – de façon documentaire d'abord, puis en actions ensuite.

3.2.3 La codification et ses problèmes

Il faut distinguer la codification « idéologique » utile aux traitements manuels, opposée à la codification « aveugle » pour traitement informatique. Dans le premier cas, on utilise une codification alpha-numérique. Dans le second, les GMAO proposent une capacité de n rangs numériques. Une bonne codification doit permettre :

- l'identification d'un équipement donné au sein du parc, sa famille et sa localisation;
- la nomenclature des fichiers GMAO s'y rapportant (composants, pièces de rechange, fournisseurs et état du stock, dossiers documentaires, historique, etc.);

- l'imputation à l'équipement de toutes les natures d'interventions s'y rapportant ;
- le regroupement avec tous les équipements semblables situés ailleurs. Par exemple, il est indispensable de pouvoir « appeler » à partir de leur code les 1 200 pompes centrifuges disséminées sur les trois dimensions d'une papeterie ;
- l'identification des « lignes de maintenance » formées d'équipements de durées de fonctionnement communes (mises en route et arrêts simultanés) faciles à gérer en maintenance systématique.

Attention

1. Cette codification « interne » à la maintenance va se recouper avec d'autres codifications relatives à l'équipement : références de la comptabilité analytique, références d'inventaire des investissements, références du constructeur, du distributeur. Il faut réduire les doublons et éviter les confusions. Par exemple, en maintenance aéronautique, le même composant électronique peut avoir une référence Airbus, une référence Boeing et une référence de chacun des trois fabricants : si l'on ne veut pas multiplier les « tiroirs » contenant des pièces identiques, sous quel intitulé classe-t-on ce composant ?
2. Dans une GMAO, la définition initiale de la codification est irréversible, car elle forme la « colonne vertébrale » du système.

3.3 Le dossier technique équipement (DTE)

3.3.1 La logique de conception du DTE

L'efficacité du travail de préparation du bureau des méthodes maintenance et des équipes d'intervention repose sur une bonne connaissance des équipements à maintenir. Connaissance exhaustive du matériel (origine, technologies et performances) et de sa « santé » (défaillances et actions correctives et préventives). Cette dernière sera connue par le fichier historique défini au paragraphe 3.5.

Le DTE (appelé communément le dossier machine) a pour vocation de mettre à disposition des préparateurs et des intervenants toutes les informations relatives à l'équipement susceptibles de les aider. Il comprendra deux ou trois parties :

- le dossier constructeur, avec toutes les informations d'origine, négociées et fournies par le constructeur ;
- le dossier interne, établi et tenu à jour par le bureau des méthodes de maintenance ;
- le plan de maintenance, défini au paragraphe 3.4 et mis sous informatique, peut être intégré (cas d'un petit équipement) ou non au DTE.

Le DTE étant conçu pour être opérationnel, il doit présenter les informations :

- sous la forme la plus utile à leur exploitation, en préparation ou en intervention ;
- proportionnellement à la « criticité » de l'équipement : un touret à meuler n'a pas besoin du même DTE que la machine « goulet d'étranglement » de la production.

Trop d'informations nuisent à l'efficacité du DTE, pas assez le rendent inutilisable, donc inutile.

3.3.2 L'arborescence d'un équipement : découpage structurel

❑ Exemple de découpage

Suivant sa complexité, l'équipement sera décomposé en différents niveaux comme le montre l'exemple de la figure 3.4.

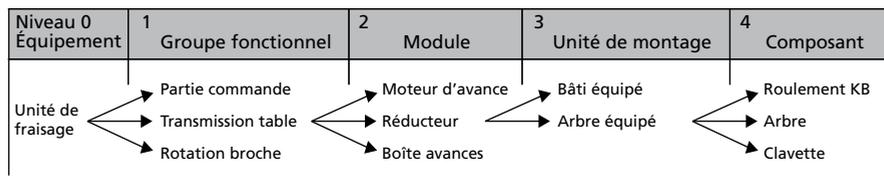


Figure 3.4

❑ Commentaires

La liste des composants forme la nomenclature, rattachée au module correspondant. Le module est une entité importante en maintenance, car il représente le premier niveau où se localisent les défaillances et où s'exerce l'action de maintenance. À partir du module, on peut se poser la question : je consomme ou je répare. Si je consomme, le problème du module de rechange et de son identification se pose. Sinon, c'est au niveau des composants que se pose le problème des rechanges et de leurs identifications.

Il est donc indispensable d'avoir le code et les spécifications de chaque sous-ensemble ou composant susceptible d'une prise en charge en maintenance. Le DTE doit rassembler tous ces éléments d'information, à partir du découpage effectué par le bureau des méthodes qui forme « l'architecture » du dossier.

Les nomenclatures sont trop souvent négligées dans les implantations des GMAO. Elles permettent pourtant :

- de sélectionner plus sûrement une pièce par la nomenclature de l'équipement que par les classifications du stock ;
- de purger du stock les pièces spécifiques d'une machine devenue obsolète ;
- de faire des analyses en vue d'établir les plans de maintenance.

L'utilisation d'un scanner équipé d'un logiciel de reconnaissance de caractères (OCR : *Optical Character Recognition*) qui dresse les listes de pièces sous Excel permet de relever en une ou deux semaines les nomenclatures d'une usine moyenne et ce en scannant les documents techniques.

3.3.3 La constitution d'un DTE

❑ Partie a : le dossier constructeur

En accord avec sa logique de conception, le DTE doit contenir la mémoire des documents contractuels relatifs à la fourniture :

- le cahier des charges et l'appel d'offre ;
- le bon de commande et les documents contractuels dont la garantie (période et contenu) ;

– les références du SAV, du distributeur, du représentant local, etc.

Il doit également contenir des documents techniques caractérisant l'équipement. Il appartient au service maintenance, lors de la négociation d'achat, d'exiger les documents qui lui seront utiles ultérieurement, à savoir :

- les caractéristiques de la machine : capacité, performances, consommation, puissance installée ;
- la liste des accessoires ;
- la nomenclature des rechanges avec leurs références ;
- les plans et schémas électriques, pneumatiques, hydrauliques, etc., les « grafcet » « gemma » et la caractérisation des automates programmables ;
- la notice de mise en action : élingage, manutention, fondation et scellement, encombrement, branchements et connexions, rodage, réglages, vérifications, etc. ;
- la notice de fonctionnement, avec la mise en route, les règles de conduite, les consignes de sécurité, etc. ;
- la notice d'entretien, avec la lubrification préconisée (fréquences, natures et points à graisser) et les conseils de nettoyage ;
- les éléments de maintenance que le fournisseur peut préconiser : liste d'outillage spécifique, testeurs, aide au dépannage, points à surveiller, etc.

□ Partie b : le dossier interne du bureau des méthodes

Il appartient au bureau des méthodes d'établir des DTE :

- de forme standardisée en interne ;
- classés à partir du code de l'inventaire ;
- contenant les rubriques (voir tableau 3.1) utiles aux intervenants, soit par intégration de documents fournisseur, soit par intégration des documents élaborés par les « méthodes » à partir de l'arborescence de l'équipement ;
- tenus à jour : chaque modification doit être portée, car la recherche d'une panne à partir de schémas faux est spécialement délicate !

Tableau 3.1 – Exemples de rubriques constituant un dossier technique d'équipement (standard interne)

Nom équipement : ...	Code inventaire : ...	Code état : ...	Indice de criticité : ...
Repère	Titre des rubriques		
00	Sommaire		
01	Fournisseur, contrat de commande,		
02	PV de réception		
03	Caractéristiques, fiches techniques		

Repère	Titre des rubriques
04	Découpage structurel, arborescence,
05	Plans d'ensemble, de détails, schémas, etc.
06	Notice d'installation et de mise en service
07	Notice de conduite
08	Consignes permanentes de sécurité
09	Notice d'entretien, de nettoyage
10	Notice de lubrification
11	Liste générale des constituants
12	Liste des rechanges, avec plans, références et fournisseurs
13	Liste des outillages spécifiques
14	Liste des défaillances prévisibles
15	Schémas logiques d'aide au diagnostic – dépannage
16	Gammes types des opérations répétitives
17	Plan de maintenance
171	Consignes permanentes de poste
172	Plan de surveillance
173	Plan de maintenance systématique
174	Plan de maintenance conditionnelle
175	Préparation des actions correctives « attendues »

Quelle forme matérielle donner aux DTE ?

À qui sert-il ?

- Le DTE est un outil de travail du préparateur : c'est le dossier de référence du bureau des méthodes sous forme de classeurs ou d'écrans informatiques. Chaque préparateur étant « sectorisé », il a la responsabilité des DTE des équipements de son secteur.
- C'est aussi un outil de travail des équipes de terrain qui doivent avoir accès rapidement aux informations utiles, et pouvoir en disposer *in situ* : dans ce cas, l'écran

informatique n'est pas forcément le meilleur support quand on travaille sous la pluie sur un échafaudage ! Il faudra donc déterminer la forme la plus pratique, par panachage entre écrans et supports papiers (plans, schémas, photographies, etc.).

Notons que des entreprises prestataires de service proposent d'établir des dossiers machines en utilisant les outils de la PAO (perspectives « éclatées », photos légendées, etc.), difficiles et coûteux à faire soi-même.

□ **Quel volume lui donner ?**

Un volume lié à la criticité relative du matériel et à sa complexité technologique. Le DTE sera ainsi complet ou « allégé », mais toujours standardisé.

La détermination de sa criticité relative se fera par examen des conséquences d'une défaillance :

- sous critère sécuritaire : quels sont les risques humains et environnementaux ?
- sous critères économiques : quel est l'impact sur la production, sur la qualité, sur les délais ?

Suivant la complexité de l'équipement, le plan de maintenance sera intégré au DTE, dans le cas des petits équipements, ou développé à part.

3.4 Le plan de maintenance

3.4.1 Définition et intérêt du plan de maintenance

Le plan de maintenance est un document synthétisant les éléments de la prise en charge par la maintenance d'un équipement donné. Il figurera éventuellement dans le DTE (dossier technique d'équipement) et décrira les paramètres des interventions correctives et préventives préparés par le bureau des méthodes. Sur support informatique, ce document évoluera au fur et à mesure de l'apprentissage du comportement de l'équipement et en fonction des critères de variabilité étudiés ci-après.

3.4.2 Variabilité de la prise en charge préventive

La lecture du chapitre 2 pourrait laisser croire que la prise en charge préventive d'un équipement par le service maintenance est soit systématique, soit conditionnelle. Il n'en est rien, et le choix entre les formes de maintenance se fait au niveau de chaque module, voire au niveau de certains composants fragiles. Et il se fait également en fonction de l'environnement économique de l'entreprise, de ses moyens et de ses objectifs.

□ **Variabilité dans l'espace**

La première chose à faire est d'évaluer le niveau de criticité de chaque équipement, suivant des critères de sécurité, de qualité ou de productivité. Puis, par analyse descendante, de sélectionner les sous-ensembles « sensibles ». C'est sur eux que nous choisirons la forme de prise en charge la mieux adaptée. Par contre, quel que

soit l'équipement, il doit y avoir une cohérence des politiques de maintenance pour l'ensemble du site de production, voire pour le groupe industriel.

Pour la maintenance systématique, il est souhaitable de définir une codification des périodes T suivant le principe ABAC-ABAD applicable à tous les équipements gérés en temps calendaire (voir § 2.2.4).

Pour la maintenance conditionnelle, les investissements en appareillages spécifiques peuvent être rentabilisés par une utilisation étendue à l'ensemble du site, mais non pour résoudre un problème isolé. De même, une télésurveillance ne se comprend que centralisée.

❑ Variabilité dans le temps

Il n'existe pas une prise en charge préventive optimisée et permanente : le même équipement peut produire pendant 5 ans en limite de capacité, puis produire en « surcapacité » les années suivantes (pertes de marchés, fin de vie d'un produit). Dans la première phase, tout ce qui peut prévenir un arrêt fortuit est indispensable. Dans la seconde, une maintenance préventive « plus économique » sera requise.

D'autre part, les défaillances « de jeunesse » n'étant pas de même nature que les défaillances aléatoires, puis « de vieillissement », les méthodes de préventif devront s'y adapter.

❑ Optimisation du plan de maintenance

Le plan de maintenance d'un équipement est donc un document de synthèse qui doit évoluer : c'est le rôle des agents des méthodes en fonction des choix politiques de l'entreprise.

❑ Le plan de maintenance initial

L'élaboration d'un plan de maintenance correctif et préventif est un des éléments du SLI (soutien logistique intégré) développé au paragraphe 10.4. L'utilisateur est amené à négocier l'existence et le contenu du plan de maintenance attaché à tout nouvel équipement, au même titre que le DTE.

Le cahier des charges d'acquisition d'un nouvel équipement doit contenir ces éléments d'intégration, sous la responsabilité des « travaux neufs ».

Notons que la démarche MBF développée dans au paragraphe 10.3 s'appuie d'abord sur une élaboration rationnelle d'un plan de maintenance initial qui se veut simple et efficace.

❑ Faire évoluer le plan de maintenance

Quel que soit le modèle d'organisation de la maintenance choisi, le plan de maintenance est appelé :

- à évoluer sous l'influence des critères de variabilité étudiés ci-dessus ;
- à être optimisé par l'exploitation du retour d'expérience interne réalisée par les agents des méthodes ou par l'application d'une technique de benchmarking (voir § 10.1.3) ;
- à être arrêté lorsque le matériel devient obsolète.

3.4.3 Structure d'un plan de maintenance

Le plan de maintenance est l'outil de gestion qui va synthétiser la prise en charge d'un équipement par la maintenance. Pour matérialiser cette synthèse, de nombreux modèles de plans existent; contentons-nous d'en donner la structure générale à intégrer sous GMAO.

Tableau 3.2

Équipement :	Arborescence : sélection des sous-ensembles fragiles									
	Modules					Composants fragiles				
Indice de criticité :										
Prise en charge	30	50	60	90		103	209	405	408	Autres
Corrective										X
Rondes/surveillance	X					X				
Systématique	X		X					X	X	
Conditionnelle		X		X			X			

Le tableau 3.2 montre schématiquement le principe d'établissement d'un plan de maintenance, chaque croix étant un problème de prise en charge à résoudre suivant les méthodes décrites pour chaque type de maintenance.

Le module 30 est changé périodiquement à T_{30} , après inspection (vérification du bien fondé de l' I_{ps}).

Le module 60 est changé à T_{60} sans vérification.

Les modules 50 et 90 sont changés (ou remis à niveau) aux seuils prédéterminés.

La pièce 103 est surveillée : on apprend à connaître son comportement.

Les autres pièces seront remplacées ou réparées après défaillance (acceptée).

3.4.4 Contenu d'un plan de maintenance

À chaque croix du tableau 3.2 correspond un type de maintenance à mettre en œuvre et la fiche de préventif à élaborer. La préparation de cette fiche d'automaintenance, de systématique ou de conditionnel précisera les paramètres d'intervention :

- le descriptif de l'intervention I_{ps} ou I_{pc} (gamme d'opérations);
- la durée prévue (allant jusqu'à l'estimation de la charge annuelle de travail dans le cas de la maintenance systématique);
- les fréquences (cas d'une I_{ps}) ou les seuils (cas d'une I_{pc}) qui vont déclencher l'ordre de travail préventif;
- la qualification requise du personnel d'intervention;
- les moyens de soutien nécessaires (documentation, outillages spécifiques, rechanges, etc.).

Dans une logique d'organisation ISO 9000, nous nommerons PQE le plan qualité d'un équipement détaillé au paragraphe 9.3.5.

Il distinguera le plan de surveillance (consignes permanentes d'entretien, de sécurité, de réglage, de lubrification, etc.) du plan de maintenance (descriptif de toutes les opérations et instructions techniques). Il définira aussi les paramètres de traçabilité des interventions au moyen de feuilles d'enregistrement.

3.4.5 Choix de la forme de maintenance à mettre en œuvre : l'aide à la décision

Afin d'aider au choix de la forme de maintenance à mettre en œuvre, des outils « d'aide à la décision » existent, dont nous donnons deux exemples. La figure 3.5 se rapporte à un « arbre de décision » orientant l'agent des méthodes sur une des formes de maintenance envisageable a priori.

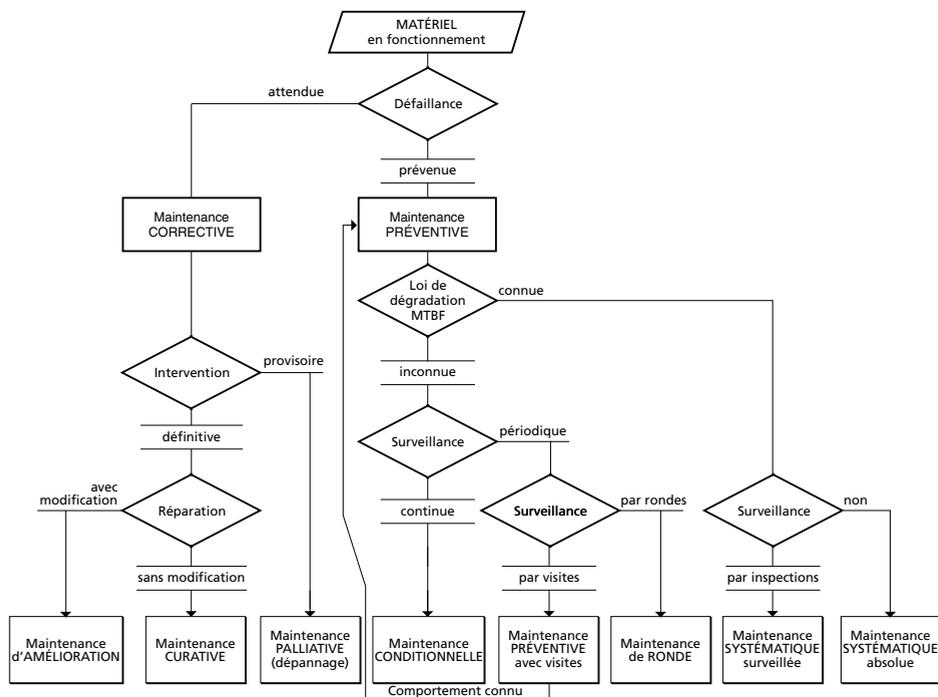
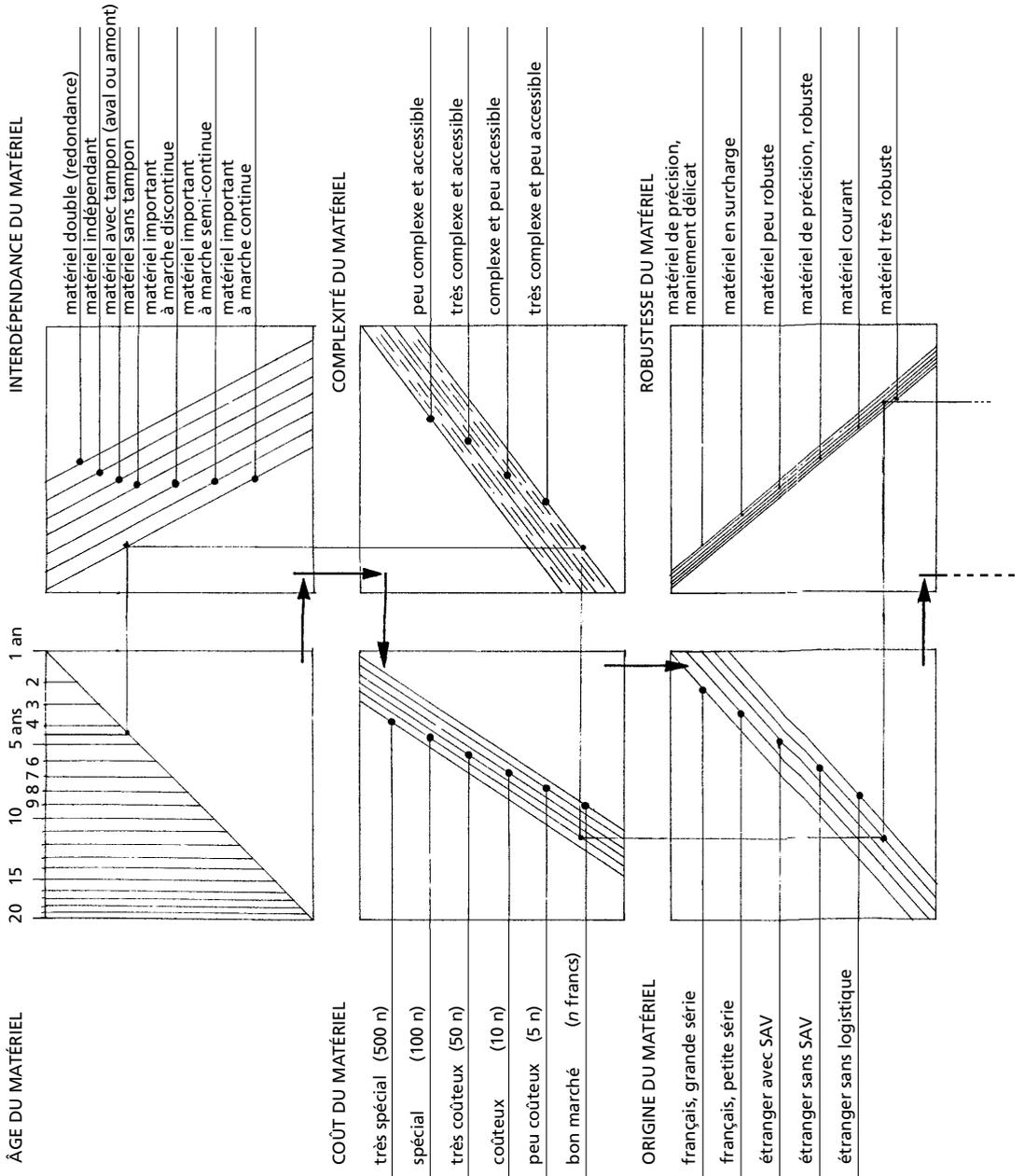


Figure 3.5 – Exemple d'arbre de décision pour choisir la forme de maintenance adaptée à un sous-ensemble

La figure 3.6 représente l'abaque multicritère d'après M. Noiret, qui permet d'opter pour une stratégie préventive ou corrective à appliquer à un équipement.

Dans cet exemple d'outil d'aide à la décision, 9 facteurs de choix adaptés à un environnement industriel donné sont successivement pris en compte pour prédéterminer la criticité relative de chacun des équipements, et le niveau de préventif à leur apporter.



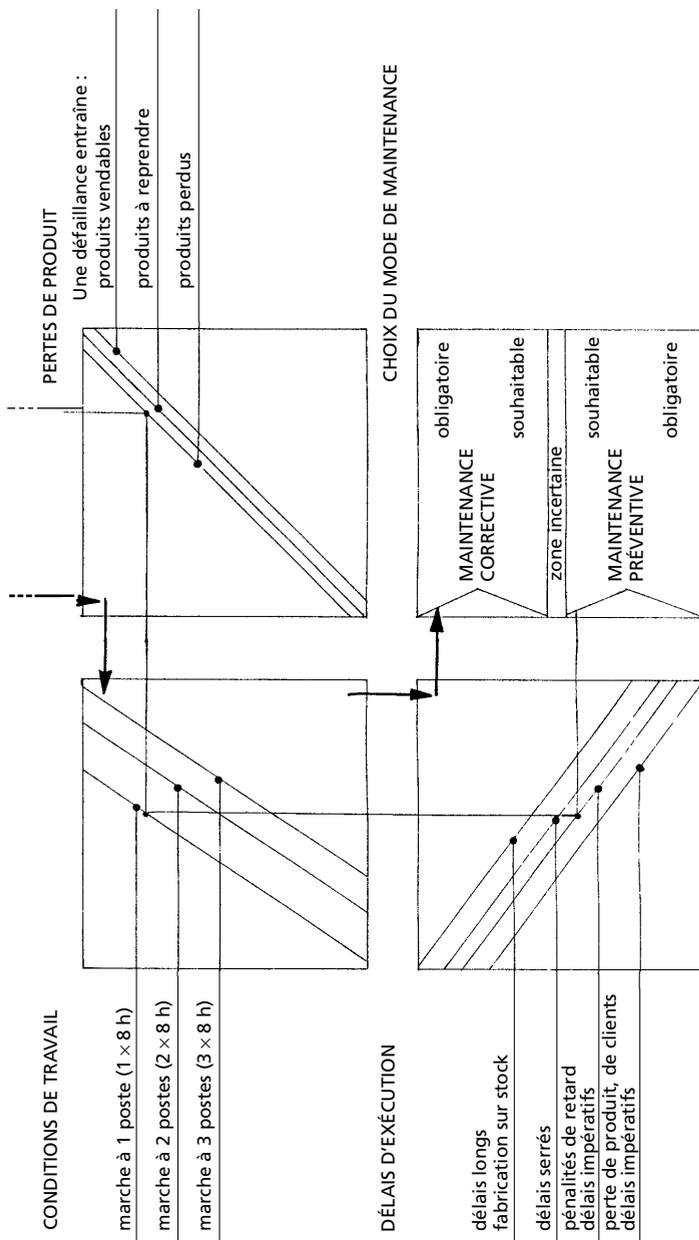


Figure 3.6 – Abaque d'aide à la décision

3.5 Le fichier historique, base du retour d'expérience

3.5.1 Définitions et commentaires

□ Définitions

Nous nommerons « fichier historique d'un équipement » le recensement chronologique de toutes les défaillances ou des interventions correctives relatives à cet équipement, pendant une période significative. L'historique représente le « carnet de santé » de la machine, depuis sa mise en route ou la date de début de suivi organisé, ou une date de prise de référence jusqu'à la date d'exploitation.

□ Historique d'interventions et/ou de défaillances ?

Le recensement des défaillances oriente vers une exploitation qualitative des défaillances aux fins d'amélioration par action sur les causes. La localisation, la genèse et les causes d'une défaillance doivent figurer en plus de ses conséquences : paramètres de l'intervention corrective et coûts. Nous verrons au paragraphe 4.1 que les fiches d'analyse de défaillance sont des outils porteurs d'amélioration dont le cumul chronologique constitue le fichier historique des défaillances.

Le recensement des I_c (interventions correctives) oriente vers une exploitation opérationnelle : connaissance des temps passés, des moyens utilisés, des consommations et des coûts. C'est souvent la saisie chronologique des BT (bons de travail) relatifs à un équipement qui constitue le fichier historique des interventions.

Ce fichier historique se prête naturellement à un enregistrement sur GMAO, de par le nombre d'événements à saisir et la facilité d'exploitation ultérieure. L'époque des « cahiers historiques » tenus par le contremaître du secteur et rangés dans son tiroir est révolue.

□ Doit-on saisir les microdéfaillances ?

□ Influence du poids des microdéfaillances sur la perte de disponibilité

« Plus le niveau d'automatisation, ou plus exactement d'intégration technologique augmente, plus le poids relatif des micro- ou minidéfaillances augmente. » Cette loi se vérifie dès lors que l'on met en place un système de mesure adapté (saisie automatique des arrêts en temps réel). Si l'on nomme T_{Ap} les temps des arrêts propres dus à des défaillances, nous trouverons que le total des durées T_{Ap} (perte de disponibilité) se décompose comme indiqué figure 3.7.

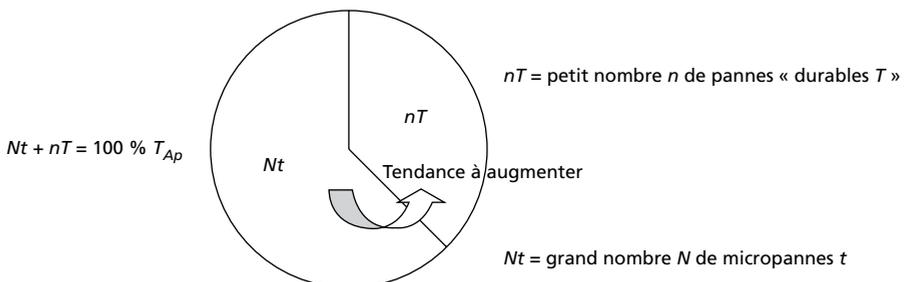


Figure 3.7 – Les microdéfaillances : un gisement de non-productivité... à saisir

Ce graphe illustre l'importance des microdéfaillances, dont la réduction débouche sur des gains importants de disponibilité des équipements, donc de productivité. Mais pour les réduire, il faut les connaître, donc les mesurer, les qualifier et les enregistrer !

Remarquons que, traditionnellement, ces micropannes n'étaient pas saisies : elles existaient, mais elles « s'évaporaient », faussant clairement les indicateurs de disponibilité établis sur la base identifiée des seules pannes durables, bien connues et par nature souvent mémorisées dans la tête des intervenants...

Importance de la saisie des microdéfaillances

Les paramètres relatifs aux microdéfaillances doivent se retrouver dans l'historique, car :

- elles causent parfois des rebuts ;
- elles pénalisent lourdement la disponibilité par leur caractère répétitif ;
- elles appartiennent à la routine, donc sont peu visibles et elles apparaissent, prises isolément, négligeables. Ce qui explique qu'on les ait longtemps négligées ;
- elles ne « s'arrangent pas toutes seules », donc elles méritent le même soin diagnostic, puis la même recherche d'amélioration que les pannes durables ;
- négligées, elles sont souvent à l'origine de pannes plus importantes.

Notons que 5 minutes (négligeables ?) \times 6 fois par jour \times 5 jours/semaine \times 50 semaines = 6 000 minutes, soit 100 heures, ce qui est non négligeable au coût de l'heure de non-production !

La TPM prend ses racines dans ce constat : l'automaintenance a pour avantage premier la prise en charge immédiate de ces micropannes répétitives par les opérateurs. Ceux-ci sont ensuite associés à une réflexion visant à supprimer ou à réduire ces micropannes ou micro-arrêts.

Comment saisir les microdéfaillances ?

Les sorties d'automates et la supervision permettent de mesurer les temps d'arrêt de production. Il est alors intéressant de conditionner le redémarrage de l'équipement à la saisie obligatoire d'une cause d'arrêt. Il suffit de coder les 10 ou 12 causes d'arrêt les plus fréquentes sur le poste de pilotage en ligne pour pouvoir mesurer leur poids relatif sur une période significative. Et sélectionner les événements les plus pénalisants pour les améliorer par réduction ou suppression.

Dans certaines applications, il faudra filtrer les petits micros arrêts s'ils sont trop fréquents et peu significatifs. Il peut être également intéressant de compter certains petits micro-arrêts et d'enclencher une alarme au-delà d'un certain nombre par heure (exemple).

Doit-on saisir les interventions préventives ?

La réponse est NON pour les opérations de maintenance systématique, dont la « trace » se trouve dans le DTE sous forme d'échéancier qui garde la trace de chaque opération réalisée.

La réponse est OUI pour les interventions conditionnelles qui, par nature, précèdent de peu une panne. Elles feront l'objet d'un OTPc (ordre de travail préventif conditionnel) renseigné comme un OTC (correctif). Pour une exploitation fiable de l'historique, la date d'intervention conditionnelle sera traitée comme une date d'intervention corrective.

3.5.2 Constitution d'un historique

Principe et utilité

On n'établit pas un historique parce que c'est à la mode mais parce que c'est un outil incontournable pour connaître les réalités du terrain et le comportement de l'équipement et en déduire la mise en œuvre d'une démarche de progrès.

L'idée de base de la constitution d'un historique est d'avoir une réflexion sur les besoins de la gestion, donc sur la nature des informations de « sortie » de l'historique. Il reste à structurer l'historique à partir des sorties à utiliser, et d'en déduire les « entrées », c'est-à-dire les saisies à y intégrer. Dans cette logique, il faut vérifier que les fichiers historiques d'une GMAO « clé en main » satisfont nos besoins propres.

Nature des informations

Exemples d'informations d'entrée

Ces informations sont traditionnellement relevées sur les bons de travail (BT) et les fiches d'analyses de pannes ou lors de comptes rendus en GMAO. Mais elles peuvent aussi être saisies automatiquement à partir d'une supervision. Classées par numéro de BT, ces informations peuvent être :

- des dates (jours et heure et/ou en unités d'usage relevées par compteur),
- l'intitulé sommaire, mais descriptif de l'intervention corrective (module ou organe siège de l'I_c),
- des durées d'intervention,
- des temps d'arrêt de production,
- des imputations qualitatives le plus souvent codées (voir ci-dessous),
- les noms des intervenants,
- les pièces de rechanges utilisées.

Exemples d'informations de sortie

Ce sont les mêmes, mais certaines sont traitées. En particulier, il est intéressant de pouvoir « valoriser » une intervention en lui attribuant un coût de défaillance (C_d) à partir des temps d'arrêt (coûts indirects) et des durées d'intervention (coûts directs).

Exemples de codes d'imputation

Afin de faciliter l'exploitation ultérieure de l'historique par un agent des méthodes, il est pratique de coder les interventions suivant les exemples de mises en familles ci-après.

– Exemple : code « cause de défaillance »

0 défaillance imprévisible	5 erreur de conduite
1 cause intrinsèque détectable	6 consignes non respectées
2 cause intrinsèque non détectable	7 défaillance seconde
3 défaut d'entretien	8 dérèglement
4 mauvaise intervention antérieure	9 autre cause

– Exemple : code « nature de la défaillance »

Bien que très courante, cette analyse « corporative » est peu porteuse d'améliorations.

1 origine mécanique	4 origine hydraulique, pneumatique
2 origine électrique	5 origine informatique
3 origine électronique	6 origine humaine

– Exemple : code « localisation »

Cette codification sera établie à partir de la décomposition arborescente de l'équipement, au niveau des groupes fonctionnels ou au niveau des « modules sensibles ».

1 moteur	4 capteur
2 transmission	5 régulateur
3 table	6 automate

– Exemple : code « défauts »

Dans ce cas, il est nécessaire de connaître la nature des 10 ou 12 types de défauts répétitifs engendrant des arrêts de production, de façon à imputer chaque arrêt à un « défaut », sans oublier un code « autre cause ». Exemples : colmatage d'un pistolet à colle, dérèglement de la navette.

3.5.3 Exploitation d'un fichier historique

□ Quelques formes d'exploitation

La gestion technique des équipements à partir des historiques de chaque équipement sera faite habituellement au niveau du bureau des méthodes de maintenance, parfois au niveau de la direction du service. Il est évident que les GMAO, ou à défaut des bases de données de type « access », facilitent l'exploitation des informations (assistants graphiques par exemple). L'exploitation peut se faire à trois niveaux :

- analyse d'un parc machine standardisé,
- analyse globale d'un équipement,
- analyse des organes, composants ou modules les plus fragiles.

Il est important de séparer les défaillances « intrinsèques » générées par un fonctionnement normal de l'équipement, des défaillances « extrinsèques » provenant de conduite défectueuse ou d'environnement anormal. Les pistes d'amélioration ne seront pas de même nature !

□ Exploitation en fiabilité, maintenabilité et disponibilité

La taille N d'un échantillon de défaillances étant à la base de la « confiance » d'une étude fiabiliste, il est important que les saisies de temps soient complètes, véridiques, regroupées (cas de matériels semblables) et étendues sur des périodes significatives. Nous étudierons les « analyses quantitatives de défaillances » par les graphes de Pareto au paragraphe 4.5.

Pour l'estimation de la disponibilité opérationnelle, plusieurs indicateurs sont possibles. Pour exemples :

$$D_{1op} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$D_{2op} = \frac{T_O - \sum T_{Ap}}{T_O}$$

avec T_{Ap} , temps d'arrêt propre et T_O , temps d'ouverture ou requis.

Pour estimer D_{1op} , il faudra relever les durées de bon fonctionnement entre dates d'intervention (si $TTR \ll TBF$) ainsi que les durées d'intervention TTR , puis les traiter en moyennes statistiques ou en espérances mathématiques $E(t)$.

Pour estimer D_{2op} , il faudra relever les temps requis T_O (connus en production) et les temps d'arrêt « propres » ou intrinsèques, puis les traiter. Cet exemple prouve bien que c'est la « sortie » de l'historique qui conditionne la nature des saisies.

□ Exploitation en « méthodes »

Il est important que le système d'exploitation de l'historique soit itératif, de façon que les opérateurs qui saisissent les micropannes ou les techniciens qui remplissent les BT « voient le retour », c'est-à-dire les améliorations déduites des saisies. C'est un gage de qualité, car la fiabilité des saisies conditionne la qualité des déductions.

Il appartient à l'agent des méthodes de sélectionner les pannes dangereuses, répétitives ou coûteuses détectées sur une période significative de saisie, de les analyser (voir le groupe d'analyse de pannes, § 10.5.3) puis de proposer des améliorations ciblées portant sur la technique, la logistique ou l'organisation. L'objectif étant d'éliminer les causes de pannes ou, à défaut, de les rendre moins pénalisantes.

L'historique peut également fournir des éléments de gestion des stocks (consommation de rechanges) et d'optimisation du préventif : on ne peut bien prévenir que ce que l'on connaît !

Remarque

Ce système permet de mesurer « en retour d'expérience » l'efficacité des mesures préconisées, par comparaison des indicateurs sur deux périodes « avant » et « après ».

□ Exploitation en gestion économique

Il est intéressant de pouvoir « ventiler » les coûts (ou par défaut les temps) de maintenance ou de défaillance :

- par atelier ou par secteur,
- par type et marque de machine,
- par machine ou par groupe fonctionnel,
- par type d'intervention.

Cela permet la tenue de tableaux de bord comparatifs et de ratios économiques : savoir où nous sommes pour prévoir où l'on va, c'est ce qui permet l'optimisation de la politique de maintenance.

❑ Retours d'expérience

❑ Situation du problème

Le vocable « retours d'expérience » recouvre l'exploitation de collectes d'information élargies à plusieurs niveaux d'utilisateurs, suivant le schéma de la figure 3.8.

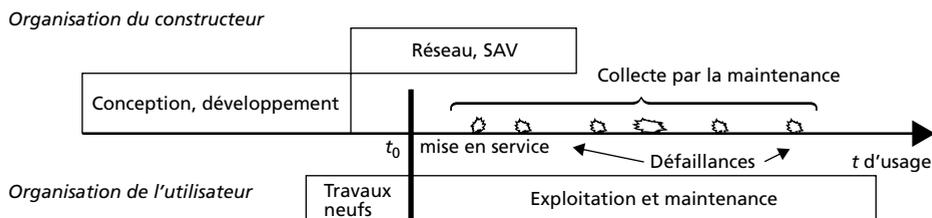


Figure 3.8 – Les destinataires du retour d'expérience

❑ Les destinataires potentiels des différents retours d'expérience

Le bureau des méthodes maintenance est exploitant de sa collecte pour lui-même (améliorations techniques et organisationnelles, optimisation du préventif) ou comme relais vers :

- le niveau gestionnaire du service maintenance ;
- les travaux neufs, très concernés par le « rebouclage » de leurs études ;
- le réseau de distribution ou le SAV du constructeur de l'équipement ;
- le bureau d'études du constructeur, s'il est organisé pour un échange partenarial.

À chaque niveau, la potentialité du retour d'expérience est grande pour acquérir la connaissance du comportement et s'inscrire dans une démarche de progrès permanent. Mais la mise en place du retour d'expérience demande une organisation rigoureuse qui dépasse les frontières traditionnelles pour faire place à un partenariat de type client-fournisseur.

❑ Les conditions d'une collecte rigoureuse

Certains secteurs ont mis en place depuis longtemps des retours d'expérience très structurés dans une démarche d'assurance qualité. Il en est ainsi de l'aéronautique,

du nucléaire, de la chimie, de l'automobile, etc. La crédibilité des informations est souvent sujette à caution, pour les raisons suivantes :

- manque d'harmonisation et de précision dans le vocabulaire utilisé à la saisie;
- valeurs numériques temporelles suspectes : à quel moment commence l'intervention I_c ? au signalement, au diagnostic ou à l'arrivée du technicien ?
- taille N d'échantillon insuffisante pour une exploitation en fiabilité;
- collecte incomplète (la saisie d'une panne sur trois rend l'estimation de la *MTBF* non significative);
- variabilité d'environnement ou de modes de fonctionnement trop grande;
- hétérogénéité des échantillons : prélevés avec ou sans les défaillances mineures ? avec les seules défaillances intrinsèques, ou extrinsèques, ou les deux ?