

CHAPITRE 2

Les différents types de maintenance

1- Préventive

- Systématique
- Conditionnelle
- Prédicative (prévisionnelle)

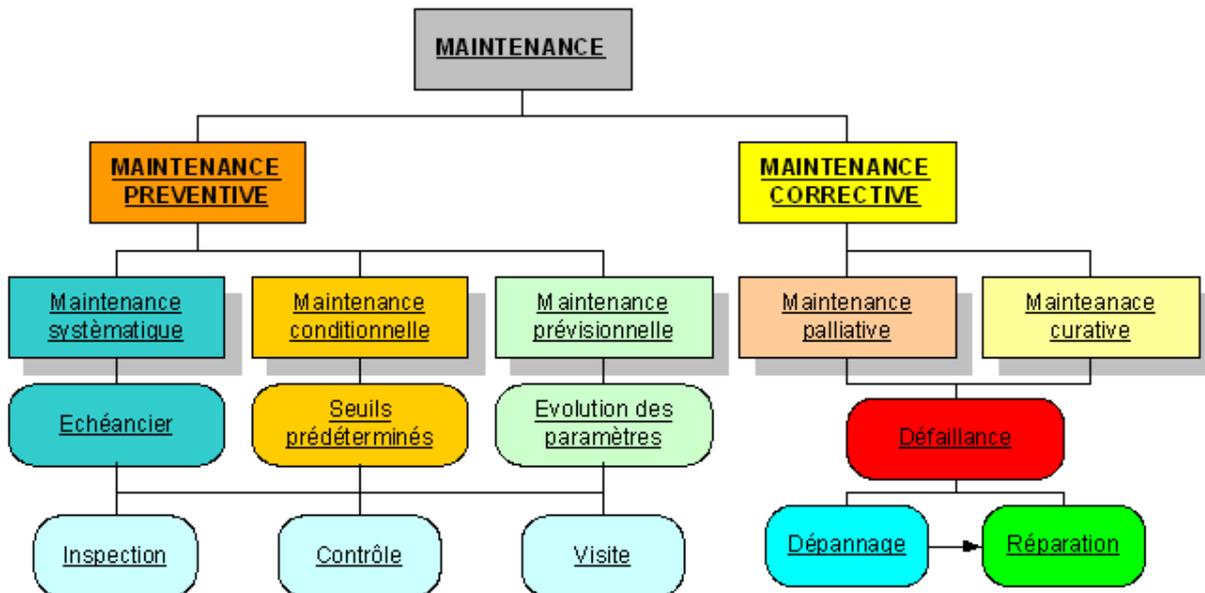
2- Corrective

- Palliative
- Curative

3- Amélioration

LES DIFFERENTS TYPES DE MAINTENANCE

Le diagramme suivant synthétise selon la norme NF EN 13306 Les différents types de maintenance



1. MAINTENANCE PREVENTIVE

1.1 Maintenance Systématique

Définition :

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. (Norme NF EN 13306)

Applications :

- Entités soumises à une réglementation. (Ponts roulants, chaudières, réservoirs sous pression...)
- Entités à coût de défaillance élevé. (Machine en production continue, lignes de fabrication automatisée...)
- Entités pouvant entraîner des accidents graves. (Avions, ascenseurs, entités utilisées dans le nucléaire...)

Avantage :

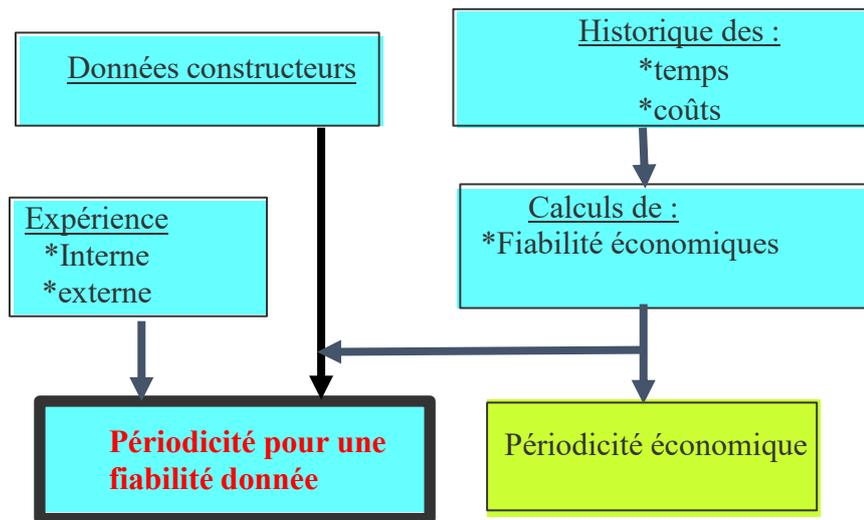
- Gestion aisée des ressources humaines et matérielles.
- Prévision facile du budget.
- Gestion aisée des rechanges.

Inconvénients :

- Consommation de rechange peut être accentuée.
- Nécessité de déterminer et d'optimiser la périodicité d'intervention.

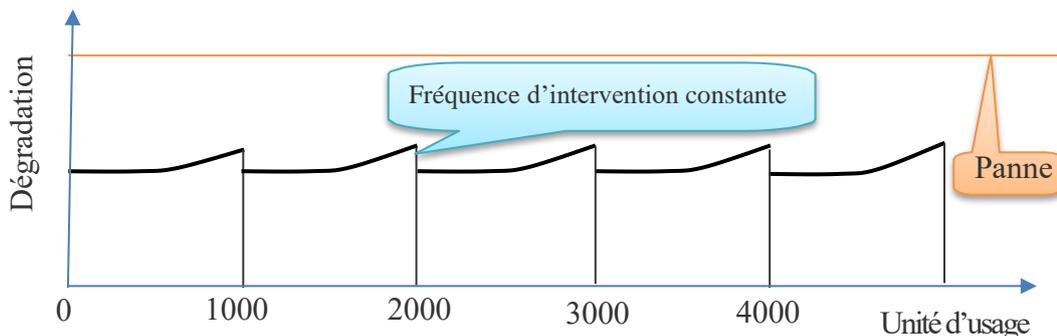
➤ Les pannes ne sont pas totalement évitées.

1.2 Périodicité d'intervention :



Période T	Actions systématiques	Choix de T
Période courte (1/2 jour à 1 semaine)	-Surveillance -Visites préventives, rondes -Consignes permanentes/poste	-Préconisations constructeur -Expérience -Habitudes empiriques
Période moyenne (1 semaine et 1 an) $T=k.MTBF$	-Echanges standard de module ou de composant -Actions ponctuelle sur un composant « fragile »	-Réglementaire -Préconisations constructeur -Temps optimisée par calculs, essais ou expériences
Période longue 1 an à 10 ans	-Révisions limitées, générales, décennales -Arrêts annuels	-Réglementaire -Empiriques (T liée aux contraintes sociales : congés annuels par exemple)

K : étant un coefficient réducteur de la MTBF.



1.3 Maintenance Conditionnelle

1.3.1 Définition : Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. (Norme NF EN 13306)

1.3.2 Types de Maintenance conditionnelle

- **Méthode continue :** Capteurs dédiés, mesures en continu
- **Méthode discrète :** Capteurs mobiles, Mesures selon échéancier

1.3.3 Applications :

- Équipements dont les dégradations peuvent être révélées par un paramètre mesurable ; (Ponts roulants, chaudières, réservoirs sous pression...)

- Équipements qui présentent des coûts élevés en maintenance systématique ; (Machine en production continue, lignes de fabrication automatisée...)
- Entités pouvant entraîner des accidents graves ; (Matériel de transport en commun, entités utilisées dans le nucléaire...)

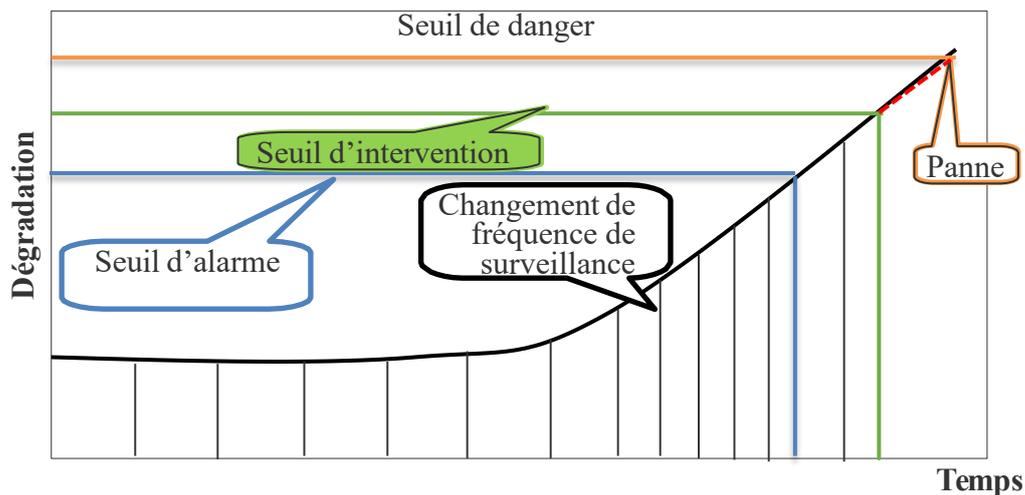
1.3.4 Avantage :

- Elimination ou réduction importante du risque de défaillance donc pas de dégâts collatéraux, durabilité plus grande et bon fonctionnement.
- Gestion aisée des ressources humaines et matérielles.
- Réduction des temps d'arrêt donc coût d'indisponibilité limité.
- Meilleure efficacité par de meilleures préparations et planification.

1.3.5 Inconvénients :

- Acquisition de moyens de contrôle et d'analyse et gestion des mesures.
- Nécessité de déterminer les seuils et périodicité de mesure.
- Nécessité de former les opérateurs de Maintenance.
- Sous-traitance de travaux de maintenance conditionnelle

1.3.6 Mesure de défaillance



1.3.7 Moyens de contrôle de la Maintenance conditionnelle

1.3.7.1 Sens humains :

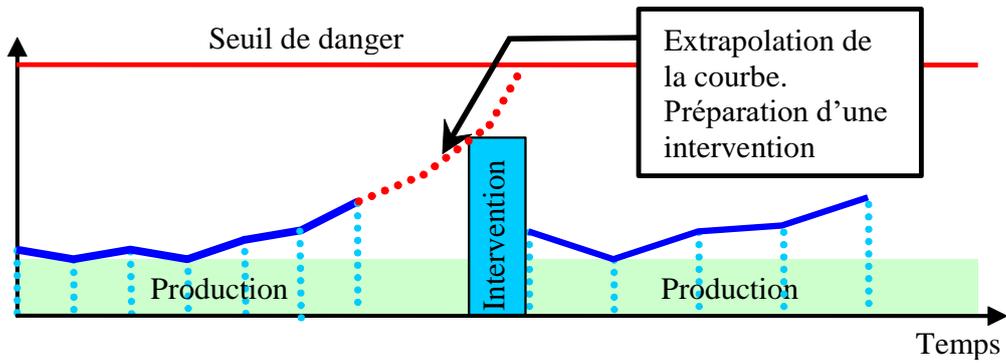
- Toucher
- Ouïe
- Odorat
- Vue

1.3.7.2 Moyens techniques

- Analyse vibratoire
- Analyse d'huile
- Contrôles non destructifs
- Mesure de désalignement
- Détection de fuite
- Analyse thermique, etc...

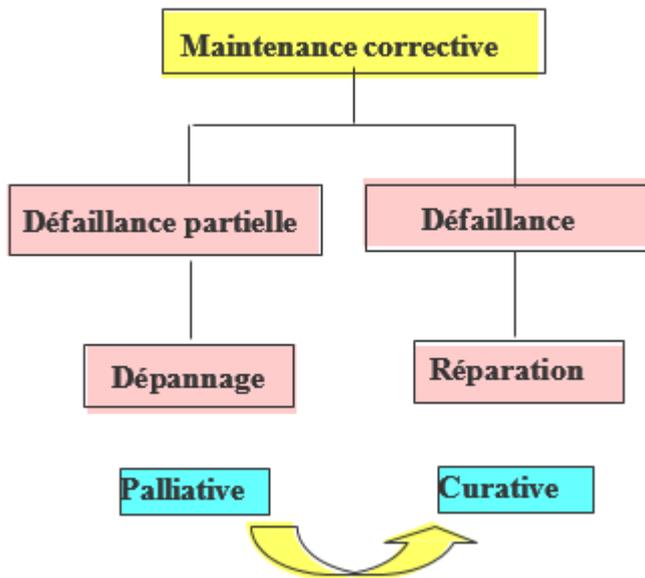
1.4 Maintenance prévisionnelle

Définition : Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.

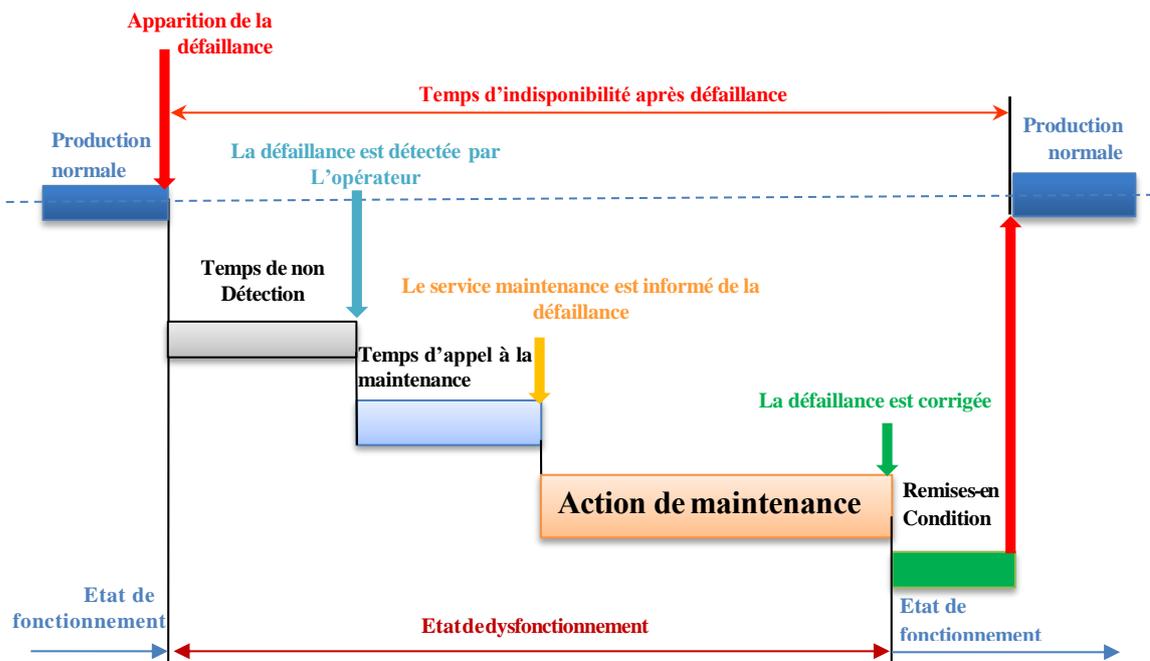


2. MAINTENANCE CORRECTIVE

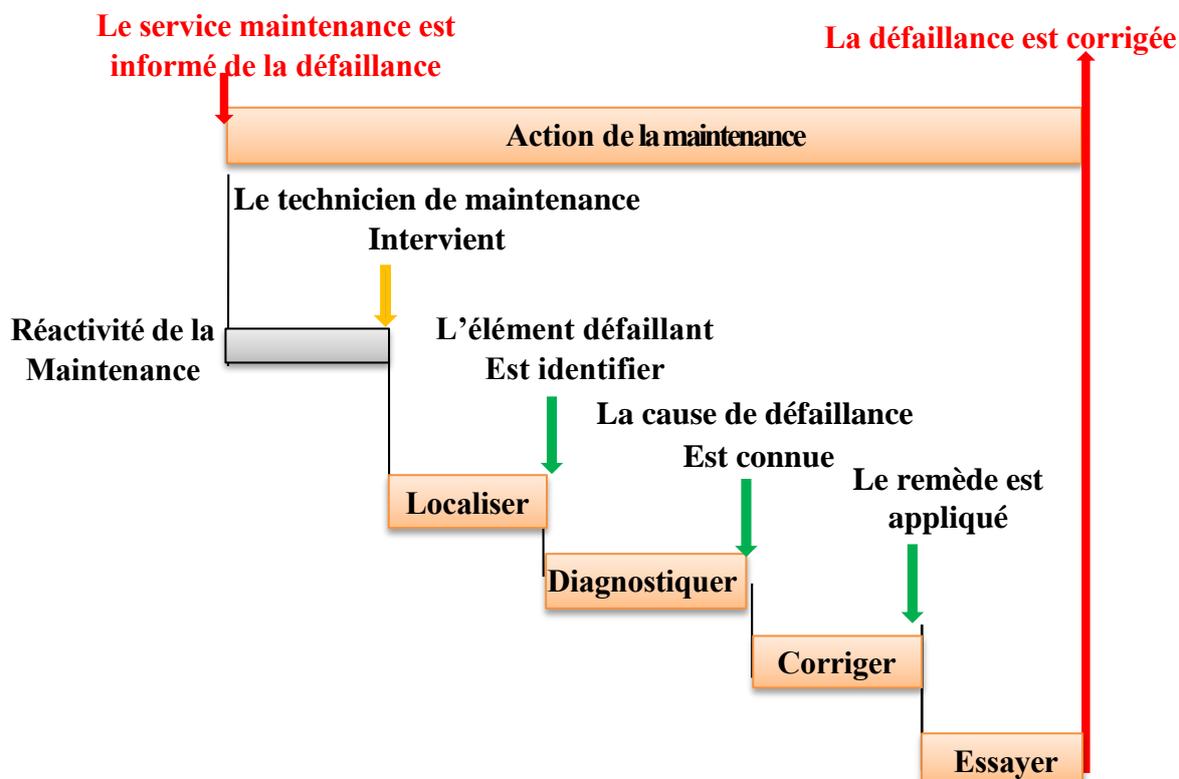
2.1 Les types de maintenance corrective



2.3 Indisponibilité après défaillance



Les opérations de maintenance corrective



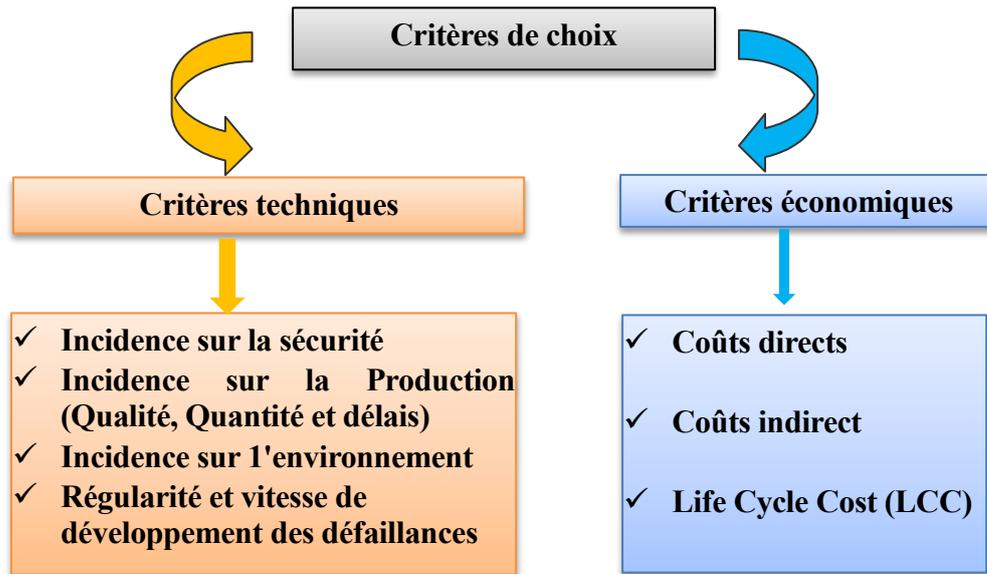
3 MAINTENANCE D'AMELIORATION

Elle consiste à apporter des modifications aux entités pour satisfaire des objectifs de performance, de qualité, de coût, de sécurité et de protection de l'environnement.

Activités :

- Supprimer les causes premières de défaillances.
- Satisfaire de nouvelles exigences de production par des modernisations et adaptations.
- Augmenter la durée de vie par des rénovations.

4 CRITERES DE CHOIX DE STRATEGIE DE MAINTENANCE



5 ANALYSE DES COUTS

5.1. Introduction

L'analyse des coûts permet au responsable de la politique de maintenance d'effectuer ses choix principaux

- ✓ Etablissement d'un budget prévisionnel annuel.
- ✓ Suivi des dépenses et respect du budget.
- ✓ Niveau de maintenance préventive à mettre en œuvre.
- ✓ Vérifier l'efficacité des actions de maintenance.
- ✓ Décider du recours ou non à la sous-traitance et à la main-d'œuvre externe.
- ✓ Problème du renouvellement du matériel
- ✓ Remplacement : achat à l'identique ou non,

5.2. Les coûts directs de maintenance

Nous les noterons C_D coûts directs relatifs à une intervention ; ils sont parfois notés p.

5.2.1 Coûts de main-d'œuvre

Coûts de main-d'œuvre = (Temps passés) x (Taux horaire).

Temps passés : ils sont normalement saisis sur les BT honnêtement complétés, ou fournis par les chefs d'équipe

Taux horaires : ils sont fournis par le service comptable. Relatifs à une qualification professionnelle, ils intègrent, outre le salaire horaire, l'ensemble des charges sociales afférentes au niveau de qualification.

Ils peuvent se rapporter à une main-d'œuvre interne ou « en régie ».

5.2.2 Frais généraux du service maintenance

Ce sont les frais fixes du service, calculés au mois et ramenés à l'heure. Ils contiennent :

- ✓ les appointements des cadres, employés de bureau...
- ✓ les loyers, assurances, impôts directs...
- ✓ les frais de chauffage, éclairage, téléphone, véhicules de service...

5.2.3 Consommation de rechanges, de matières, de fournitures, de produits :

Poste important en maintenance, évalué comme suit :

Facture d'achat + frais de transport + coût de passation de commande

Attention à l'actualisation des prix de certains consommables, en stock depuis plusieurs années.

Attention à l'actualisation des prix de certains consommables, en stock depuis plusieurs années.

5.3. Les coûts indirects d'arrêt de production

Nous les noterons C_P (coût de non production) : coûts indirects relatifs à une intervention ; ils sont parfois notés P.

5.3.1 Contenu :

- ✓ Coûts de perte des produits non fabriqués, des matières premières en cours de transformation, perte de qualité, perte des produits déclassés. Ces coûts sont à adapter au contexte industriel, et nous les nommerons « coûts de déclassement ».
- ✓ Coûts de main-d'œuvre (de fabrication) inoccupée,
- ✓ Coûts d'amortissement du matériel arrêté.
- ✓ Frais induits : délais non tenus (pénalités de retard, perte de client, image de marque ternie...).

5.3.2 Estimation des C_P :

Ils sont plus délicats à saisir que les coûts directs, car. Par exemple, comment évaluer objectivement l'impact d'un arrêt fortuit de la production sur l'image de marque auprès des clients ?

C'est le produit (Heures d'arrêt) x (Taux horaire d'arrêt).

Taux horaire d'arrêt : il doit intégrer tous les coûts précédents se présentant sous la forme :

$$C_P = T_A \times t.$$

T_A ; le temps d'arrêt de la production

t = DA / heure d'arrêt.

5.4. Les coûts de défaillance :

5.4.1 Notation :

Nous les noterons C_D et ils représentent la somme des coûts directs et indirects attachés à une défaillance ou attachés à l'activité d'un service entretien.

$$C_D = C_M + C_P$$

C_D : Coûts de défaillance

C_M : Coûts de maintenance (p)

C_P : Coûts indirects de perte de production (P)

Pour une intervention corrective, nous noterons le coût d'une défaillance :

$$C_D = p + P$$

Quelques remarques

Une confusion se trouve souvent dans des articles entre le coût de défaillance et le coût de perte de production.

Il faut avoir à l'esprit que des défaillances techniquement «mineures» peuvent avoir des

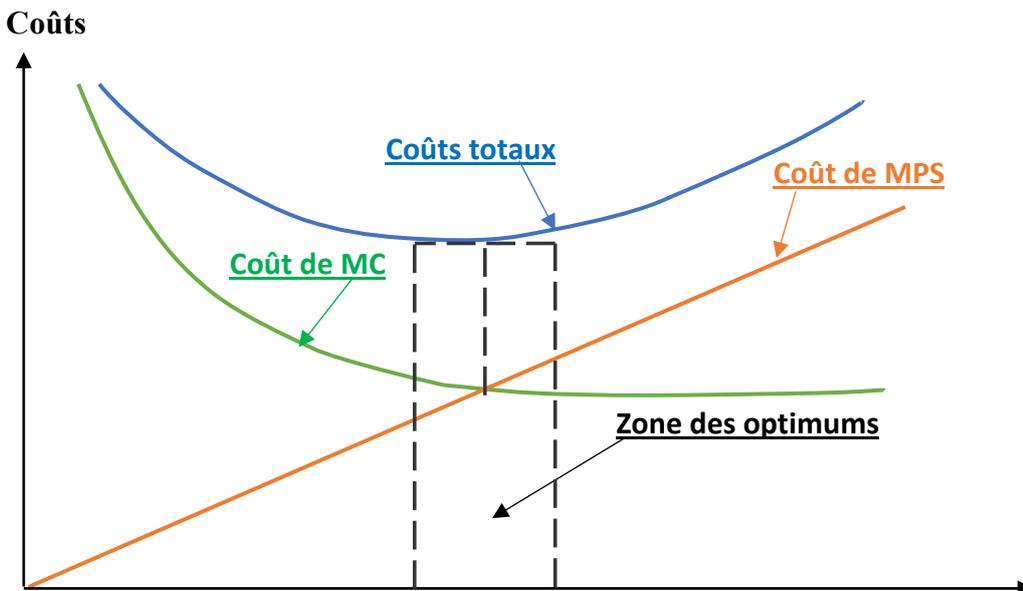
Conséquences économiquement «majeures» ou catastrophiques

5.4.2 Calcul des coûts de défaillance

Un bilan mensuel, relatif à un équipement donné, est possible, suivant le modèle suivant :

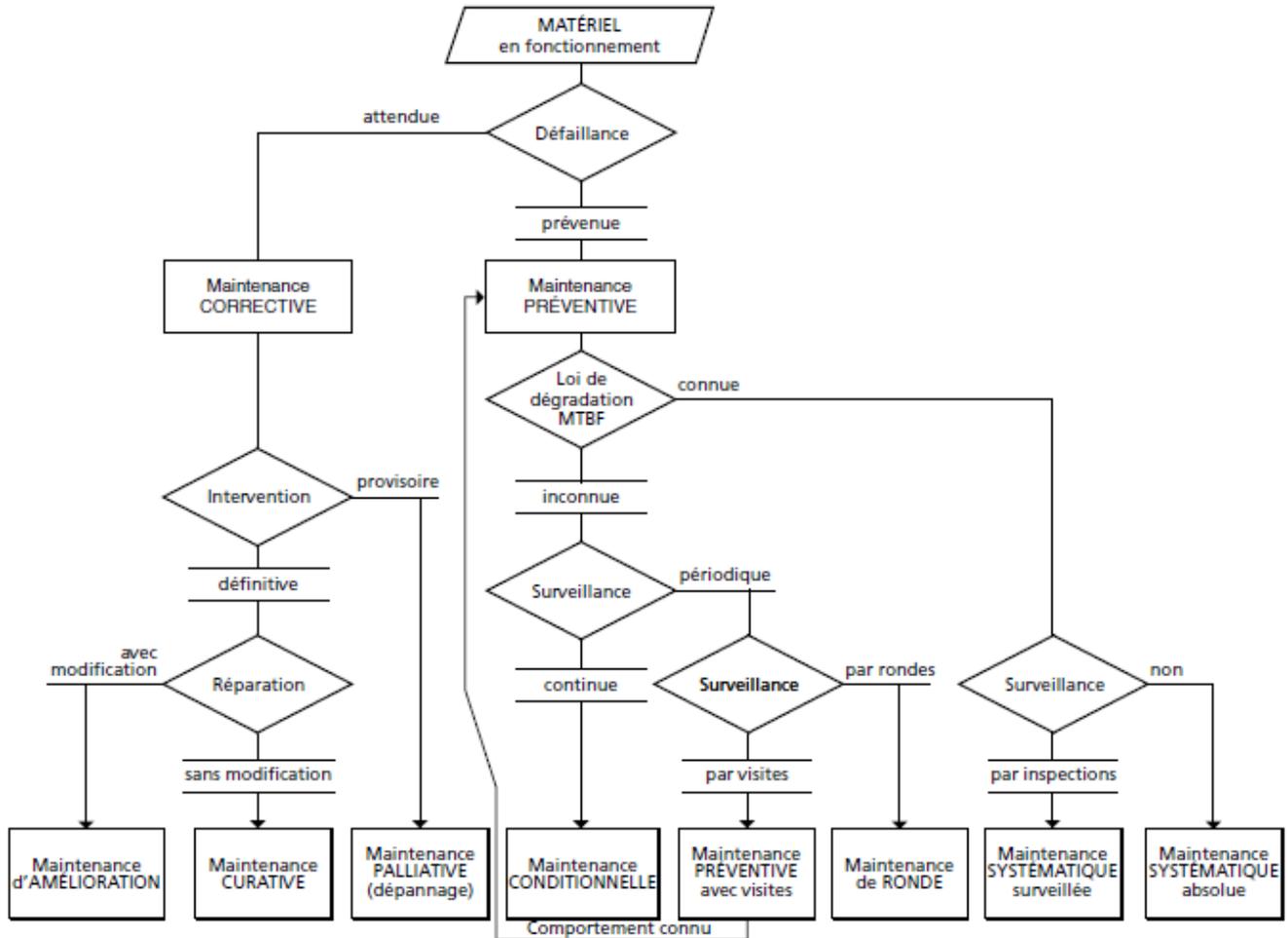
Tableau de recensement des coûts de défaillance

machine	Nombre d'heures d'arrêt de				Coûts d'arrêt de production	Coûts d'amortissement des machines	Coûts des produits déclassés	Coûts de main-d'œuvre maintenance	Coûts de main-d'œuvre maintenance	Coûts indirects de perte de production	Coûts directs de maintenance	Coûts de défaillance	Ratio (tableau de bord)	
Rep.	TA	Taux horaires		Coûts indirects			Coûts directs							
		d'arrêt	d'amortis.	C. arrêt	C. amortis.	C. déclas.	C _M d'œuv.	C Rechange	C _p	C _M	C _D	C _M /C _D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Mois de Service MAINTENANCE									TOTAUX :					



6 CHOIX DE LA FORME DE MAINTENANCE A METTRE EN ŒUVRE : L'AIDE A LA DECISION

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 suivante se rapporte à un « arbre de décision » orientant l'agent des méthodes sur une des formes de maintenance envisageable a priori



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

7 L'ABAQUE MULTICRITERE (M. NOIRET)

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.

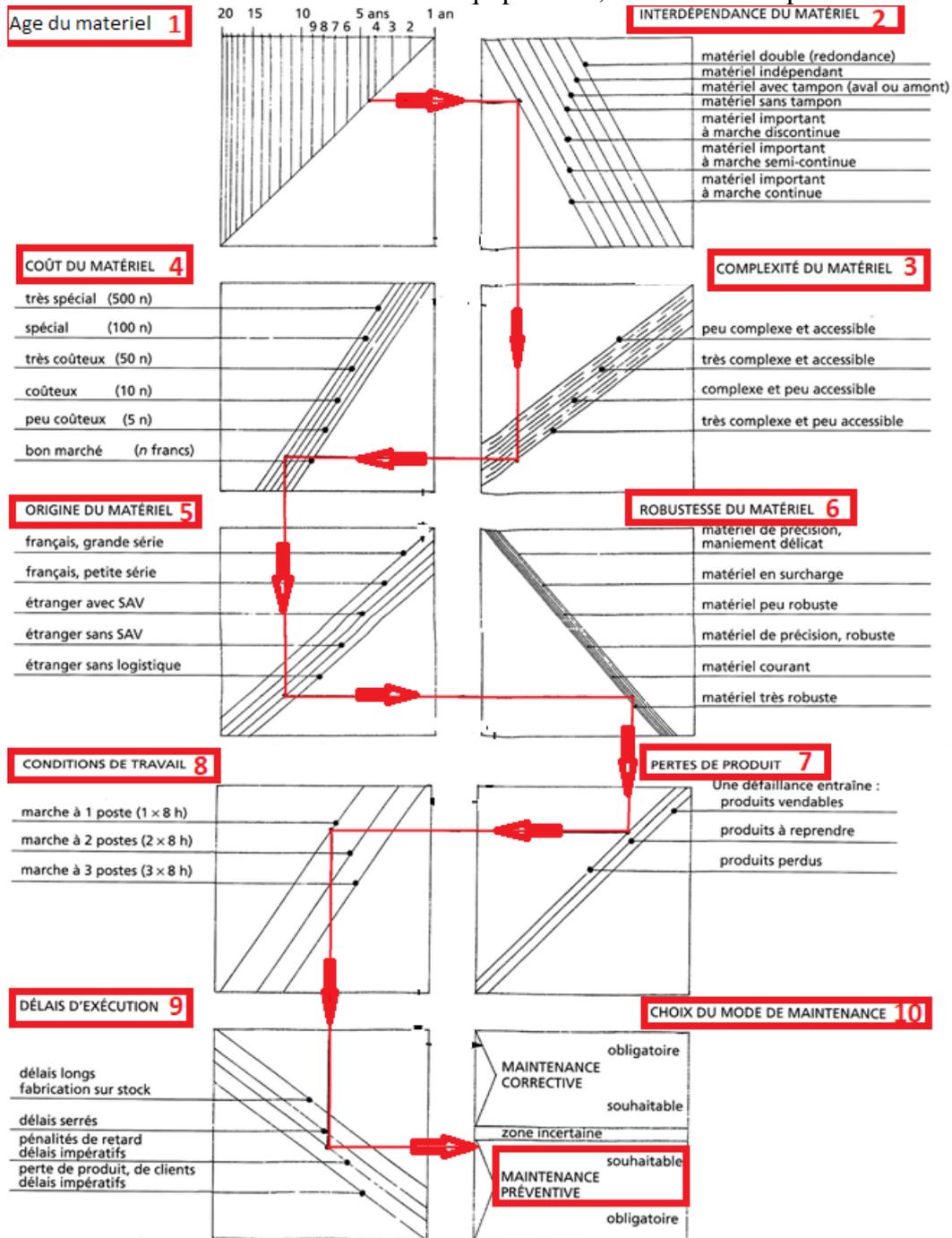


Fig. Abaques de M. Noiret

8 REGLES DE CHOIX DE STRATEGIES DE MAINTENANCE

