

Travaux Dirigés N°1 : Rappels

Les indicateurs et les tableaux de bord en maintenance

I – Indicateurs et tableaux de bord

Définitions :

- **Indicateur** : chiffre significatif d'une situation économique pour une période donnée.
- **Tableau de bord** : ensemble d'informations traitées et mises en forme de façon à caractériser l'état et l'évolution d'une situation donnée. Les tableaux de bord sont en général constitués de tableaux, de graphiques permettant de suivre l'évolution d'une ou plusieurs variables au cours du temps.

Nécessité d'indicateurs et de tableaux de bord :

L'importance de la quantification de la maintenance, au même titre que les autres grands postes de l'entreprise, doit amener les responsables de maintenance à choisir et à utiliser des **indicateurs caractéristiques et significatifs** afin de **connaître la situation (financière, matérielle et en personnels) de leur service et de justifier toutes les actions passées, en cours et à venir** ; ces indicateurs devant s'appuyer sur des données explicites.

L'utilisation de ces indicateurs doit donc permettre de fixer des objectifs tant aux niveaux économique, technique, humain et de suivre les résultats pour apprécier les écarts et les analyser. Les indicateurs constituent donc des outils indispensables pour une gestion efficace de l'outil de production et de la fonction maintenance :

- Amélioration de la productivité
- Tenue et justification des objectifs
- Mise en évidence des points faibles
- Aide à la décision lors de changements de matériels, etc.

II – GERER LA MAINTENANCE A PARTIR DE TABLEAUX DE BORD :

Principe et mise en forme :

Appliquée à la maintenance, l'utilisation de tableaux de bord permet de conduire vers une disponibilité maîtrisée des équipements et / ou vers une réduction des coûts par la connaissance des événements et des activités du service.

Ces événements et activités étant paramétrées et mesurées à un instant t1, le tableau de bord doit permettre au responsable d'effectuer l'analyse à la situation t1, d'en déduire des axes d'actions puis de vérifier à t2 s'ils ont été efficaces ou non.

Le tableau de bord est donc un **outil d'aide à l'analyse objective des résultats obtenus** dans la situation de la période t1 pour cibler des objectifs à atteindre à l'horizon t2 ; puis pour vérifier à l'instant t2 si ces résultats ont été atteints ou non. Ces résultats sont mis sous la forme **d'indicateurs** facilitant l'analyse et l'interprétation.

La mise en forme de ces indicateurs nécessaires à décrire une situation doit faciliter la réflexion du décideur. Les indicateurs doivent donc être :

- Globalisés pour synthétiser la masse des informations saisies puis sélectionnées
- Peu nombreux, mais descriptifs de la fonction à piloter
- Simples, visuels, clairs pour être facilement compréhensibles et interprétables
- Objectifs pour donner une image incontestable d'une situation
- Structurés suivant l'objectif à atteindre
- Sélectionnés : trop d'informations nuisent à l'analyse mais pas assez ne permet pas une description complète de la situation
- Etablis sur une période de référence identifiée et significative

Les différentes formes possibles d'indicateurs :

Regardons un tableau de bord d'une voiture : des indicateurs numériques (témoin de niveau d'huile) côtoient des indicateurs analogiques (fréquence de rotation du moteur).

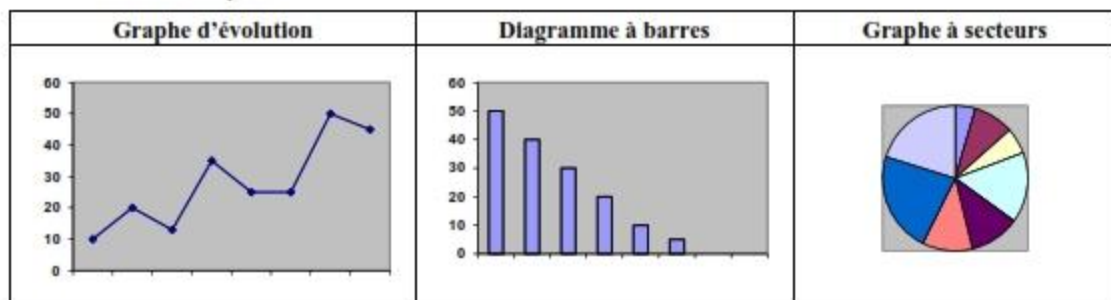
Une indication numérique 0/1 (lampe témoin) convient à la description d'un état (alarme, seuil) mais pas à une analyse de situation.

Par contre, n'importe quelle valeur mesurée analogique est une indication de situation : $n = 7500$ tr/min. Elle devient alors plus intéressante à interpréter dès lors qu'elle permet une réflexion tirée d'une dérive par rapport à une valeur de référence ($n_{\text{maxi}} = 6000$ tr/min) ou une évolution temporelle mise en évidence par un graphe.

Le phénomène « la fréquence de rotation moteur est supérieure à la fréquence maxi admissible » mérite un diagnostic suivi de mesures correctives. Autrement dit, l'indicateur analogique « valeur mesurée » n'a pas une grande signification en valeur absolue, mais devient intéressante en valeur relative :

- Sous forme de pourcentage (c'est l'intérêt de l'analyse de Pareto)
- Sous forme de moyenne (par traitements statistiques ou probabilistes)
- Par comparaison à une référence (dérive) ou à une norme
- Par comparaison à lui-même dans le temps (évolution)
- Par comparaison à d'autres indicateurs de nature semblable

Il y a donc un intérêt certain à utiliser les outils « visuels » de la statistique descriptive pour traiter un échantillon de N valeurs. Ces outils graphiques sont préférables aux tableaux de valeurs qui sont moins faciles à interpréter.



Qualités d'un indicateur :

La pertinence : l'indicateur a pour objet la prise de décision en connaissance de cause. La pertinence permet l'interprétation facile du phénomène étudié et la prise d'une décision efficace.

La fidélité : l'indicateur doit renvoyer une image sans distorsion du phénomène.

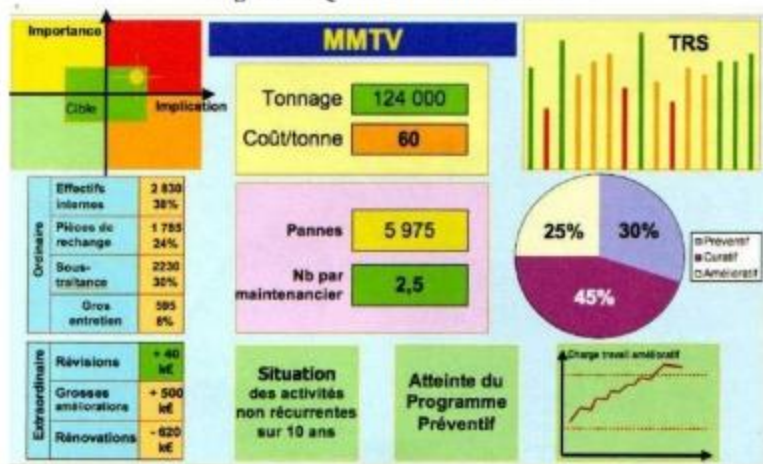
La justesse et la stabilité : l'indicateur doit donner une image exacte (centrée) et stable (renouvelable et répétitive).

La précision et la sensibilité : les variations significatives du phénomène doivent être reflétées par des variations lisibles de l'indicateur.

La consolidation : il peut être utile afin de réaliser des synthèses ou des analyses, d'agrèger (réunir en un tout des éléments distincts), de cumuler ou de consolider (présenter des résultats de manière synthétique) des indicateurs quantifiés.

L'aide à la communication : lorsque plusieurs populations de préoccupations différentes sont intéressées à l'interprétation d'un indicateur, celui-ci doit faciliter le dialogue.

Figure 1 : Qualités d'un indicateur



Les tableaux de bord dans la démarche d'amélioration continue :

Le tableau de bord est un ensemble d'informations traitées et mise en forme de façon à caractériser l'état et l'évolution du service maintenance. *C'est un outil d'aide à la décision.*

Le tableau de bord délivre à la demande des gestionnaires des *indicateurs* :

- Des états chiffrés ou exprimés en %
- Des graphiques d'évolution ou de répartition
- Des ratios

Les indicateurs permettent des comparaisons par référence à des données externes (les autres) ou internes (comparaison à soi-même dans le temps) Ils permettent aussi de mesurer les écarts entre les prévisions et les résultats opérationnels.

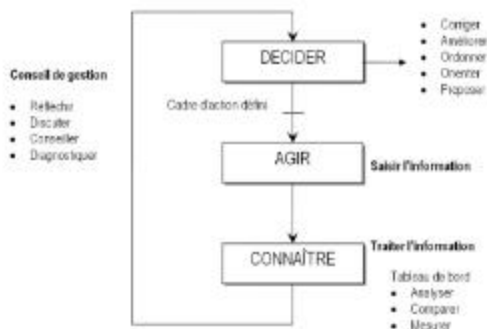
Modèle itératif de gestion :

Gérer c'est prendre des décisions en connaissance de causes

La décision n'est plus isolée mais *participative* (Qualité totale, TPM). Elle est prise à partir des *indicateurs* du *tableau de bord*.

Domaines à gérer en maintenance :

- Les activités du service
- Le matériel
- Les stocks de rechanges et l'approvisionnement
- La gestion budgétaire : ventilation des coûts par matériel, service, type de maintenance.
- Les investissements
- Les ressources humaines
- La sous-traitance



III – LES RATIOS :

Définition :

Les indicateurs peuvent aussi prendre la forme de **ratios : rapport conventionnel de 2 grandeurs sans lien direct, mais ayant une force d'évocation facilitant la réflexion et les comparaisons.**

Ex : nombre de litres de carburant consommé sur 100 km ; le nombre de pannes par tonne d'acier produit ; le coût de la maintenance par litre produit, etc.

Ratios normalisés :

Les ratios des pages suivantes sont extraits de la norme NF X 60-020. Ils ne sont pas limitatifs. De plus, chaque entreprise peut avoir des ratios qui lui sont propres.

Indicateurs de maintenance et performance générale de l'entreprise	
$r1 = \frac{\text{Coûts de maintenance}}{\text{Valeur du bien à maintenir}}$	Permet d'évaluer les exigences économiques du bien concerné et de prendre notamment des décisions d'investissements ou de choix d'une technologie donnée.
$r2 = \frac{\text{Coûts de maintenance}}{\text{Valeur ajoutée produite}}$	Il permet des comparaisons inter entreprises dans des secteurs identiques.
$r3 = \frac{\text{Coûts de maintenance}}{\text{Chiffre d'affaire relatif à la production}}$	C'est un indicateur financier.
$r4 = \frac{\text{Coûts de maintenance}}{\text{Quantité produite}}$	Permet de mesurer l'évolution des coûts de maintenance à court terme et de juger du bon usage ou de la bonne maintenance d'un matériel.
$r5 = \frac{\text{Coûts de maintenance} + \text{Coûts d'indisponibilité}}{\text{Chiffre d'affaire relatif à la production}}$	Indicateur d'évolution de l'efficacité économique de la maintenance.
$r6 = \frac{\text{Coûts de défaillance}}{\text{Coûts de maintenance} + \text{Coûts de défaillance}}$	Indicateur d'évolution de l'efficacité technique de la maintenance.

Indicateurs de maintenance et gestion des biens durables : analyse des coûts de maintenance	
$r7 = \frac{\text{Valeur du ou des biens à maintenir}}{\text{Quantité produite}}$	Indicateur de l'évolution du coût d'exploitation par unité produite.
$r8 = \frac{\text{Coûts de la maintenance sous-traitée}}{\text{Coûts totaux de la maintenance}}$	
$r9 = \frac{\text{Coûts de la maintenance préventive}}{\text{Coûts de la maintenance préventive} + \text{corrective}}$	Importance relative des coûts de maintenance préventive.
$r10 = \frac{\text{Coût de maintenance}}{\text{Coût de remplacement}}$	Indicateur de décision de remplacement des équipements.
$r11 = \frac{\text{Coûts de l'outillage et des équipements de maintenance}}{\text{Coûts du personnel d'intervention}}$	Evolution de l'importance de l'outillage par rapport aux moyens correspondants de main d'œuvre.
$r12 = \frac{\text{Coûts de la documentation technique}}{\text{Coûts de maintenance}}$	
$r13 = \frac{\text{Coûts des consommés}}{\text{Coûts du personnel d'intervention} + \text{Coûts des consommés}}$	Indicateur des dépenses courantes. Choix entre politique de remplacement rapide des pièces de rechange et d'usure, et réparations approfondies du matériel par le personnel de maintenance.
$r14 = \frac{\text{Valeur du stock maintenance}}{\text{Valeur des biens à maintenir}}$	

Indicateurs de maintenance et gestion des biens durables : suivi des activités de maintenance	
$r15 = \frac{\text{Temps actifs de maintenance}}{\text{Temps effectif de disponibilité}}$	Anticipation des charges en personnel d'intervention par rapport aux prévisions de disponibilité.
$r16 = \frac{\text{Temps actifs de maintenance conditionnelle}}{\text{Temps actifs de maintenance préventive systématique + conditionnelle}}$	Importance de la maintenance conditionnelle dans les opérations actives de maintenance préventive.
$r17 = \frac{\text{Temps actifs de maintenance corrective}}{\text{Temps actifs de maintenance}}$	Importance de la maintenance corrective dans les opérations actives de maintenance.
$r18 = \frac{\text{Temps annexes de maintenance corrective}}{\text{Temps de maintenance corrective}}$	Importance de tous les temps de mise en œuvre des opérations de maintenance corrective (temps administratifs, logistiques, techniques, de préparation).
$r19 = \frac{\text{Temps de préparation du travail}}{\text{Temps actifs de maintenance}}$	Importance des activités de préparation du travail par rapport aux interventions effectives sur le bien.
$r20 = \frac{\text{Temps de travaux préparés}}{\text{Temps actifs de maintenance}}$	Part des interventions préparées dans toutes les interventions effectuées sur les biens.

Indicateurs de maintenance et gestion des biens durables : suivi des performances et de l'exploitation des biens durables.	
Mesure de la disponibilité des biens.	
$r21 = \frac{\text{Temps requis}}{\text{Temps total}}$	C'est le taux d'engagement du bien.
$r22 = \frac{\text{Temps effectif de disponibilité}}{\text{Temps requis}}$	Indicateur d'évaluation de la disponibilité opérationnelle des biens.
$r23 = \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps effectif de disponibilité}}$	C'est le taux d'utilisation des biens appelé encore TRS ou taux de rendement synthétique.
$r24 = \frac{\text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Temps requis}}$	Permet une comparaison des performances d'exploitation du bien.
Mesure de l'indisponibilité pour maintenance	
$r25 = \frac{\text{Temps propre d'indisponibilité pour maintenance corrective}}{\text{Temps requis}}$	Expression de la pénalité d'indisponibilité subie par l'utilisateur pour effectuer la maintenance corrective.
$r26 = \frac{\text{Temps propre d'indisponibilité pour maintenance}}{\text{Temps effectif de disponibilité}}$	Mise en évidence des causes d'indisponibilité dues à la maintenance par rapport à celles inhérentes à des causes externes ou indépendantes des actions de maintenance proprement dites.
$r27 = \frac{\text{Temps propre d'indisponibilité pour maintenance}}{\text{Temps de fonctionnement ou quantité produite}}$	Anticipation de la charge de personnel de maintenance par rapport à des prévisions de fonctionnement ou de production.
$r28 = \frac{\sum \text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Nombre de défaillances}}$	MTBF : temps moyen de fonctionnement entre 2 défaillances. L'inverse donne le taux de défaillance
$r29 = \frac{\sum \text{Temps actifs de maintenance corrective}}{\text{Nombre de défaillances}}$	TMRS : temps moyen avant remise en service → MTTR .

Indicateurs de gestion du personnel de maintenance : formation du personnel.	
$r_{30} = \frac{\text{Temps ou couts de formation maintenance}}{\text{Effectif maintenance}}$	$r_{31} = \frac{\text{Temps ou couts de formation maintenance}}{\text{Temps ou couts de formation entreprise}}$
$r_{32} = \frac{\text{Couts de formation}}{\text{Masse salariale}}$	
Indicateurs de gestion du personnel de maintenance : évolution des effectifs de maintenance.	
Variation = $\frac{\text{Effectif de la période P}}{\text{Effectif de la période P-1}} \times 100$	Rotation = $\frac{\text{Effectif remplacé durant la période P}}{\text{Effectif moyen de la période P-1}} \times 100$
Personnel temporaire = $\frac{\text{Nb d'heures du personnel temporaire}}{\text{Nb d'heures totales travaillées}}$	
Indicateurs de gestion du personnel de maintenance : sécurité des personnes.	
Nb d'accidents du travail par mois avec ou sans arrêts.	Nb de « presque accidents » par mois par non respect des consignes ou par non connaissance des consignes.
Taux de fréquence des accidents = $\frac{\text{Nb d'accidents avec arrêts} \times 10^6}{\text{Nb d'heures travaillées}}$	
Taux de gravité des accidents = $\frac{\text{Nb de journées perdues} \times 10^3}{\text{Nb d'heures travaillées}}$	
Indicateurs de gestion du personnel de maintenance : absentéisme et présentéisme.	
Présentéisme = $\frac{(\text{Nb de personnes}) \times (\text{Nb d'heures de présence effective})}{(\text{Nb de personnes inscrites}) \times (\text{Nb d'heures standard prévues})}$	
Absentéisme = $\frac{(\text{Nb de personnes}) \times (\text{Nb d'heures d'absence effective})}{(\text{Nb de personnes inscrites}) \times (\text{Nb d'heures standard prévues})}$	

Feuille de relevés TRS

IV – EXEMPLES DE SUIVIS :

		FEUILLE DE RELEVÉS TRS Presses																								N° de document 09013457 Indigo OR
		Dates :																								
N° de presse :		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
Référence																										
Compteur départ																										
Compteur fin																										
Nombre d'impressions																										
		PRODUCTION																								
		ARRÊTS																								
		REBUTS																								
Panne machine		début																								
		fin																								
Panne moule		début																								
		fin																								
Attente décision qualité		début																								
		fin																								
Changement de Série		début																								
		fin																								
Absence matière		début																								
		fin																								
Changement de bobine		début																								
		fin																								
Manque personnel		début																								
		fin																								
Changement de caisse		début																								
		fin																								
Nettoyage		début																								
		fin																								
Réglage		début																								
		fin																								
Arrêts divers		début																								
		fin																								
Essai		début																								
		fin																								
Manque charge		début																								
		fin																								
Manque matière		début																								
		fin																								
Manque poinçonnage		début																								
		fin																								
Bavure		début																								
		fin																								
Déformation		début																								
		fin																								

Suivi annuel TRS

Année :

Mois	Temps										%			Non-qualité				Changements de série			
	ouverture (a)	manque charge (b)	essai (c)	engagement (d) = a - b - c	production (e)	arrêts (f) = l + n + o + p + q + r	non qualité (g)	écart d'allure m micro-arrêts (h) = e - g - l	Théorique (i)	TRS l/d	arrêts f/d	non-qualité g/d	écarts d'allure m micro-arrêts h/d	CNQ en KF (j)	CA en KF (k)	% CNQ j/k	temps de CdS (l)	% CdS l/d	Nb CdS (m)	temps moyen l/m	
1			0			0		0,00		#####	#####	#####	#####			#####		#DIV/0!		#DIV/0!	
2			0			0		0,00		#####	#####	#####	#####			#####		#DIV/0!		#DIV/0!	
3	504	2,8	12	489,2	194,2	295	3,4	47,10	143,7	60,30	0,70	9,63	4,236	363,445	1,10	34,9	7,13	12	2,91		
4	480	8,75	8,25	463	229,09	233,91	3,25	36,51	189,33	50,52	0,70	7,89	4,236	400	1,06	29,75	6,43	11	270		
5	360	0	0	360	171,93	188,07	2,17	31,01	138,75	38,54	0,60	8,61	3,200	450	0,71	19,33	5,37	9	2,15		
6	528	0	16,33	511,67	333,01	178,66	0,5	41,51	291	56,87	0,10	8,11	0,686	600	0,11	21,08	4,12	14	1,15		
7	456	0	37,5	418,5	269,44	149,06	0,25	19,19	250	59,74	0,06	4,59	0,686	585	0,12	19,5	4,66	12	1,63		
8			0	0	0	0	0,00	0,00	#####	#####	#####	#####			#####		#DIV/0!		#DIV/0!		
9	480	0	76	404	278,5	125,5	0,3	14,50	263,7	65,27	31,06	3,59	0,686	629,188	0,11	17,1	4,23	14	1,22		
10			0	0	0	0	0,00	0,00	#####	#####	#####	#####			#####		#DIV/0!		#DIV/0!		
11			0	0	0	0	0,00	0,00	#####	#####	#####	#####			#####		#DIV/0!		#DIV/0!		
12			0	0	0	0	0,00	0,00	#####	#####	#####	#####			#####		#DIV/0!		#DIV/0!		
T	2 808	11,55	150,08	2 646,37	1 476,17	1 170,2	9,87	189,82	1 278,48	48,24	44,22	0,37	7,17	13 730	3E + 06	0,45	141,66	5,35	72	1,97	

V – EXPLOITATION DES INDICATEURS ET DES RATIOS :

Objectif de l'analyse des indicateurs :

La mise en place d'indicateurs, de ratios ou de tableaux de bord doit obligatoirement faire l'objet d'un suivi. En effet, il ne sert à rien de mettre en place des éléments (mesurant les performances et l'efficacité de la maintenance) si ces mêmes éléments ne sont ni exploités, ni analysés.

Ces indicateurs alimentent chaque jour la base de données de connaissance de l'entreprise par l'intermédiaire d'outils tels que la GMAO, les fichiers historiques, fichiers tableurs, etc.

Et pour corser la difficulté d'analyse, les indicateurs sont multiples et variés : MTBF, TRS, coûts, TTR, disponibilité, etc.

Le responsable maintenance se trouve donc confronté à une masse énorme de données hétérogènes à traiter.

Le problème qui se pose donc à cet instant est le suivant : parmi toute la masse de données existantes, comment mettre en évidence celles qui pourront améliorer l'efficacité de la maintenance ?

Dégager l'important d'une masse d'informations, faire apparaître objectivement ce qui est confusément perçu ; afin d'organiser de façon efficace la maintenance.

52 – La méthode ABC ou l'analyse de PARETO ou la méthode des 80-20 :

Il s'agit d'une méthode de choix qui permet de déceler entre plusieurs problèmes, ceux qui doivent être abordés en priorité.

La courbe ABC permet donc de distinguer de façon claire les éléments importants de ceux qui le sont moins ; et ceci sous la forme d'une représentation graphique.

Cette règle de répartition a été définie par Vilfredo PARETO (1848-1923, économiste italien qui, en étudiant la répartition des impôts aux Etats-Unis constata que 20% des contribuables payaient 80% de la recette de ces impôts). On l'appelle aussi la règle des 80-20.

D'autres répartitions analogiques ont pu être constatées ; ce qui a permis d'en tirer la loi des 20-80 ou la loi de Pareto. Cette loi peut s'appliquer à beaucoup de problèmes. C'est un outil efficace pour le choix et l'aide à la décision.

Elle permet de ne pas se laisser influencer par des travaux certes utiles, mais de très faible importance par rapport au volume des autres travaux.

Exemple de répartitions appliquées à la maintenance :

- 20% des systèmes représentent 80% des pannes.
- 20% des interventions représentent 80% des coûts de maintenance.

20% des composants représentent 80% de la valeur des stocks.

Mise en application de la loi :

L'exploitation de cette loi permet de déterminer les éléments les plus pénalisants afin d'en diminuer leurs effets :

- Diminuer les coûts de maintenance.
- Améliorer la fiabilité des systèmes.
- Justifier la mise en place d'une politique de maintenance.
- Etc.

L'objectif de cette méthode est de suggérer objectivement **un choix** ; c'est-à-dire **classer par ordre d'importance** des éléments (produits, machines, pièces, coûts, etc.) à partir d'une base de connaissance d'une période antérieure (historique de pannes par exemple).

Les **résultats se présentent sous la forme d'une courbe appelée courbe ABC** dont l'exploitation permet de **détecter les éléments les plus significatifs** du problème à résoudre et de prendre les **décisions permettant sa résolution.**

METHODE :

L'étude suppose obligatoirement que l'on dispose d'un historique d'une période antérieure ou de prévisions. Pour une analyse donnée, l'application de la **loi de Pareto** impose plusieurs étapes :

1. Définition de l'objectif de l'étude et de ses limites :

Ces éléments peuvent être des matériels, des causes de pannes, des natures de pannes, etc.

2. Choisir le critère de classement :

Organiser le classement selon les critères de valeurs retenus (les coûts, les temps, les rebuts, etc.).

3. Construire un graphique :

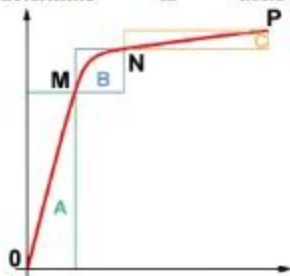
Ce graphe fera apparaître les constituants sur la situation étudiée.

4. Déterminer les zones ABC.

Il s'agit de délimiter, sur la courbe obtenue, des zones fonction de l'allure de la courbe. En général la courbe possède deux cassures, ce qui permet de définir trois zones :

- La partie droite de la courbe OM détermine la zone A.
- La partie courbe MN détermine la zone B.

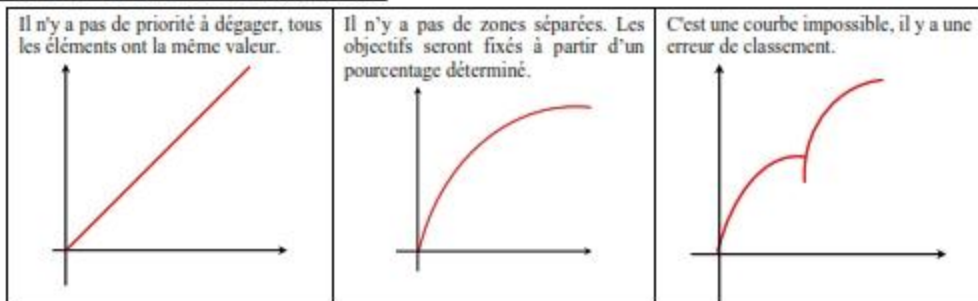
- La partie assimilée à une droite NP détermine la zone C.



5. Interprétation de la courbe.

L'étude porte dans un premier temps sur les éléments constituant la Zone A en priorité. Si les décisions et modifications apportées aux éléments de la zone A ne donnent pas satisfaction, on continuera l'étude sur les premiers éléments de la zone B, jusqu'à satisfaction. Les éléments appartenant à la zone C peuvent être négligés, car ils ont peu d'influence sur le critère étudié.

CAS PARTICULIERS DE COURBES :



Exemple :

Sur une machine à souder, grâce à la mise en place d'indicateurs, le service maintenance a dressé le tableau ci-dessous :

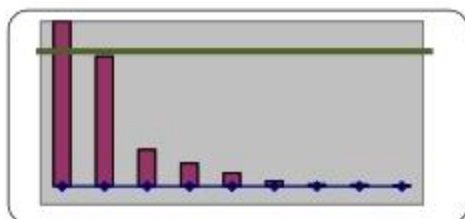
Type de panne codé	Famille de pannes	Panne	Nombre d'interventions par an	MTTR (minutes)	Durée annuelle (minutes)
M1	Mécanique	Dérèglages	10	5	50
M2	Mécanique	Blocages de la tête	2	500	1000
M3	Mécanique	Grippage de la tête	158	4	632
M4	Mécanique	Défaillance moteur groupe hydraulique	0.2	120	24
M5	Mécanique	Défaillance pompe haute pression groupe hydraulique	0.8	180	144
M6	Mécanique	Défaillance pompe basse pression groupe hydraulique	0.3	180	54
F1	Fluidique	Fuites d'huile	12	30	360
E1	Electrique	Défaillances de composants dues à l'humidité	90	50	4500
E2	Electrique	Défaillances de composants dues à la poussière	71	50	3550

Il a été décidé d'analyser le paramètre « durée annuelle d'intervention ». En effet, ce paramètre représente un indicateur de non disponibilité de l'équipement.

Type de panne classé	Durée annuelle des interventions (minutes)	Durées cumulées	Pourcentages cumulés
E1	4500	4500	43,63%
E2	3550	8050	78,05%
M2	1000	9050	87,74%
M3	632	9682	93,87%
F1	360	10042	97,36%
M5	144	10186	98,76%
M6	54	10240	99,28%
M1	50	10290	99,77%
M4	24	10314	100,00%

Les défaillances de type E1 et E2 cumulent 80% des durées annuelles d'intervention. L'historique montre que ces types de pannes sont d'origine électrique. Les défaillances des composants sont liées à l'humidité et la poussière.

Il faut donc envisager des axes d'amélioration afin de protéger ces composants contre les 2 causes citées.



VI – ANALYSE EN N/T :

C'est un outil dédié à l'analyse des défaillances. Il consiste à tracer 3 graphes portant successivement en ordonnées :

- $N \times MTTR = \Sigma TTR$, cumul des N durées d'intervention. Ce sera un indicateur de **non disponibilité**
- N : nombre de pannes enregistrées par familles. Ce sera un indicateur de **non fiabilité**
- MTTR : moyenne des durées d'intervention. Ce sera un indicateur de **non maintenabilité**

Les abscisses seront ordonnées par criticité décroissante des familles analysées sur le 1^{er} graphe en N/T.

Exemple :

- Graphe 1 : indicateur de non disponibilité : les familles C et F représentent 44% de l'indisponibilité. La réduction des temps d'arrêt dus à C et F est donc prioritaire. L'analyse des graphes 2 et 3 orientera les actions vers l'amélioration de la fiabilité pour C et de la maintenabilité pour F.
- Graphe 2 : indicateur de non fiabilité : C'est du type défaillance répétitive ainsi que A et I. C devra être analysé prioritairement.
- Graphe 3 : indicateur de non maintenabilité : F, H et G sont des pannes durables. F devra être analysé prioritairement.

Graphe 1 en N/T : il a pour objectif l'amélioration de la disponibilité d'un équipement par action sur les sous-ensembles qui grèvent la performance de l'ensemble. Ce graphe permet de déterminer objectivement les pannes à analyser pour les réduire et de voir leur impact sur la disponibilité.

Graphe 2 en N : il oriente vers l'amélioration de la fiabilité des sous-ensembles pénalisants. Il met en évidence les défaillances répétitives. Les actions envisageables sont des modifications techniques, d'organisation et les tâches de maintenance préventive.

Graphe 3 en /T : il oriente vers l'amélioration de la maintenabilité. Les pistes d'amélioration porteront sur la préparation du travail, la logistique, la formation.

