

# RECUEIL DES TRAVAUX DIRIGES

# TRAVAUX DIRIGES N°1

## Analyse prévisionnelles des défaillances

### \* Exercice 1 :

Pour faire une première approche sur la méthode de maintenance d'une machine dans une chaîne de production, on utilise l'abaque de Noiret et le tableau à coefficients.

En utilisant le tableau à coefficients, déterminer la méthode de maintenance adéquate pour chacun des cas suivants.

#### 1<sup>er</sup> Cas

Un matériel ayant 5 ans d'âge, on dispose d'un double, cette machine est très complexe mais accessible, c'est une machine spéciale d'origine local, très robuste. Une défaillance de cette machine peut causer une perte du produit, l'utilisation de cette machine est répartie sur 3 postes, les délais d'exécution sont serrés.

#### 2<sup>ème</sup> Cas

Un matériel ayant 2 ans d'âge, essentiel à marche discontinue, complexe et inaccessible, très coûteux, origine local, de grande série, robuste, de précision, pour des produits vendables, avec une marche de 3 postes, comportant des délais impératifs avec pénalités.

#### 3<sup>ème</sup> Cas

Un matériel ayant 10 ans d'âge, semi-indépendant, très complexe et accessible, peu coûteux, matériel étranger de grande série, courant, produits perdus, avec une marche à deux postes, comportant des délais libres (fabrication sur stock).

### \* Exercice 2 :

Suite à des pannes répétitives sur deux machines appartenant à une chaîne de production nous avons décidé d'agir sur les natures de pannes et causes de pannes afin de mener une action de maintenance. Le dépouillement des fiches d'historique de pannes (tableau ci-dessous) se fera par la méthode ABC

Nature des pannes	Désignation par famille de pannes	Heures d'arrêt (H)
A	Mécanique (moteur)	420
B	Electricité (moteur)	320
C	Réglage mécanique et changement de pièces mécaniques	815
D	Pièces de sécurité	75
E	Pneumatique	790
F	Hydraulique	650
G	Organe de commande	220
H	frein	200

- 1) Tracer la courbe ABC des pourcentages de temps d'arrêt cumulé en fonction des natures des pannes
- 2) Quelle conclusion peut-on tirer?

### \* Exercice 3 :

La société EXPANSTOO fabrique des « contenants » pour les usines agroalimentaires. Ces contenants sont destinés à recevoir des consommables (salades, plats préparés, ...). La ligne fonctionne à feu continu, 24 heures, 7 jours sur 7. Elle ferme 4 semaines en août. Le tableau suivant donne l'historique des défaillances depuis le 02/05/02.

Dates	Causes de la panne	Durée de la panne (mn)	Sous-ensemble
02/05/02	Voyant ventilateur broyeur HS Cellule de comptage défectueuse	10 51	BROY EMP
31/05/02	Evacuation des sachets dans l'allée : came sur fin de course desserrée	20	MISAC
02/06/02	Problème de bourrage pince AMGA	15	MISAC
03/06/02	Changement rouleau presseur XC 100	15	DECOUP
13/06/02	Voyant ventilateur broyeur HS	10	BROY
20/06/02	Problème ensemble ensachage	20	MISAC
11/07/02	Problème pince AMGA	15	MISAC
12/07/02	Redémarrage platine HS Fuite sur tuyau refroidissement du Vulcatherm	60 10	EXTRU VUL
25/07/02	Barre de soudage dérégulée	5	MISAC
09/09/02	Remettre courroies porteuses et retendre	15	EMP
12/09/02	Barre de profilé sur poussoir sachet dégagée	15	MISAC
15/09/02	Problème de bras compteur barquette	5	EMP
14/11/02	Vis de réglage arceau HS Roulement filière HS Problème pince AMGA, suite bourrage	25 20 60	MISAC FIL MISAC
15/11/02	Problème sur tapis de sortie PS400	5	MISAC
16/11/02	Problème soudure transversale sur PS400	10	MISAC
18/11/02	Plus de soudure longitudinale	10	MISAC
21/11/02	Accouplement embrayage desserrée	5	EMP
28/11/023	Courroies porteuses détendues	10	EMP
05/12/02	Vérin translation sachets desserré	15	MISAC
09/12/02	Plus de comptage barquettes TM2310 HS	30	EMP
13/12/02	Fuite d'eau sur Vulcatherm	10	VUL
04/01/03	Problème transfert de sachets (capteur position vérin desserré)	15	MISAC
06/01/03	Problème Pince (disjonction souvent)	35	MISAC
10/01/03	Accouplement+arbre renvoi d'angle HS Contacteur inverseur ascenseur HS	180 15	FORM MISAC
13/01/03	Bourrage broyeur	10	BROY
23/01/03	Voyant roue de moule HS	1	FORM
25/01/03	PS400 en défaut, cellule desserrée	5	MISAC
26/01/03	Poussoir sur Hugo Beck en défaut, pignon sur vérin desserré	30	MISAC
06/02/03	Changer vérin poussoir Hugo Beck	120	MISAC
13/02/03	Voyant mise sous tension pince Hs Voyant commande gauche empileur Hs	1 1	MISAC EMP
14/02/03	Vérin V3 bloqué	15	MISAC
20/02/03	Remettre courroies porteuses	15	EMP
28/02/03	Problèmes bras d'évacuation	25	MISAC
10/03/03	Pignon 72 dents HS	150	EMP
20/03/03	Retendre courroies porteuses Voyant marche bras empileur HS	10 1	EMP EMP

Symboles des sous-ensembles			
BROY=Broyeur	EMP=Empileur	DECOUP=Découpe	MISAC=Mise en sachet
EXT=Extrudeuse	VUL=Vulcatherm	FIL=Filière	FORM=Formage

Dresser un tableau regroupant les sous-ensembles, le nombre de défaillances  $N$ , les temps d'arrêt par sous-ensemble  $Nt$  et la moyenne des temps d'arrêt  $t$ . A partir d'une analyse quantitative des défaillances, indiquer les sous-ensembles mettant en cause la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité de la ligne.

# CORRECTION TRAVAUX DIRIGES N°1

\* Exercice 1 : (Tableau à coefficient)

## 1ère cas

Caractéristiques du matériel	Nbr pt * Coeff
-5 ans d'âge	30*2
-Matériel double	5*2
-Machine très complexe mais accessible	25*1
-Machine spéciale	55*1
- D'origine local	20*2
-Très robuste	5*1
-Avec perte de produit	55*1
-Production avec 3 postes	50*5
-Les délais d'exécution sont serrés	45*5
<b>Totale du nombre du point</b>	<b>725</b>

Conclusion : le total des points est supérieur à 540, c'est obligatoirement d'appliqué la maintenance préventive sur le matériel.

## 2ème cas

Caractéristiques du matériel	Nbr pt * Coeff
-2ans d'âge	30*2
-Matériel essentiel à marche discontinue	25*2
-Complexe et inaccessible	45*1
-Très coûteux	55*1
-local de grande série	10*2
-Robuste et de précision	10*1
-les produits sont vendables	10*1
-Avec marche de 3 postes	50*5
-les délais sont impératifs avec pénalité	30*5
<b>Totale du nombre du point</b>	<b>650</b>

Conclusion : le total des points est supérieur à 540, on doit obligatoirement appliquée la maintenance préventive sur ce type de matériel.

## 3ème cas

Caractéristiques du matériel	Nbr pt * Coeff
-10 ans d'âge	5*2
-matériel semi-indépendant	10*2
-très complexe et accessible	25*1
-peu coûteux	15*1
-local de grande série	10*2
-produits perdus	55*1
-marche à 2 postes	35*5
-des délais libres	5*5
<b>Totale du nombre du point</b>	<b>345</b>

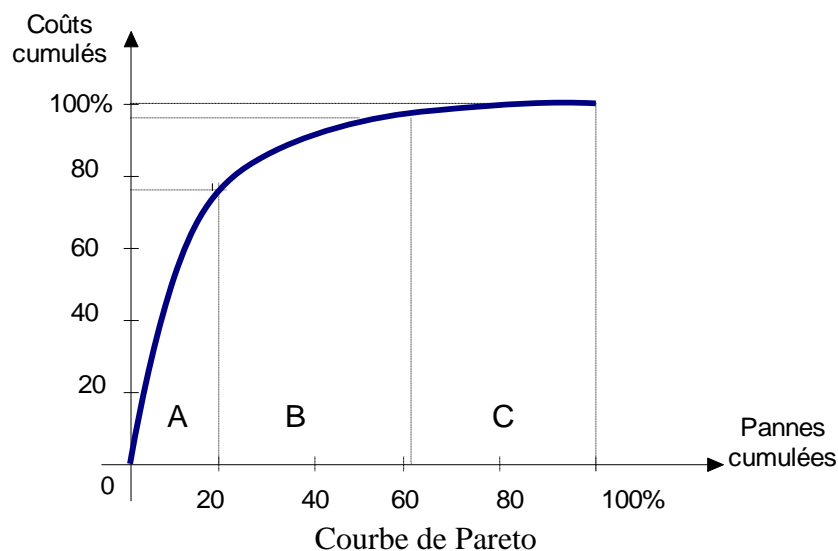
**Conclusion** : le total des points est inférieur à 500, donc il est préférable d'appliquer la maintenance corrective pour ce matériel.

**\* Exercice 2 : méthode ABC**

1/-

	Temps d'arrêt dans l'ordre décroissant (h)	Cumul du temps d'arrêt (h)	% cumul du temps	rang	Cumul du rang	% cumul du rang
C	815	815	23.35	1	1	2.77
E	790	1605	47.27	2	3	8.33
F	650	2255	64.61	3	6	16.66
A	420	2675	76.64	4	10	27.77
B	320	2995	85.81	5	15	41.66
G	220	3215	92.12	6	21	58.33
H	200	3415	97.85	7	28	77.77
D	75	3490	100	8	36	100

A partir du tableau ci-dessus, on construit le diagramme de Pareto.



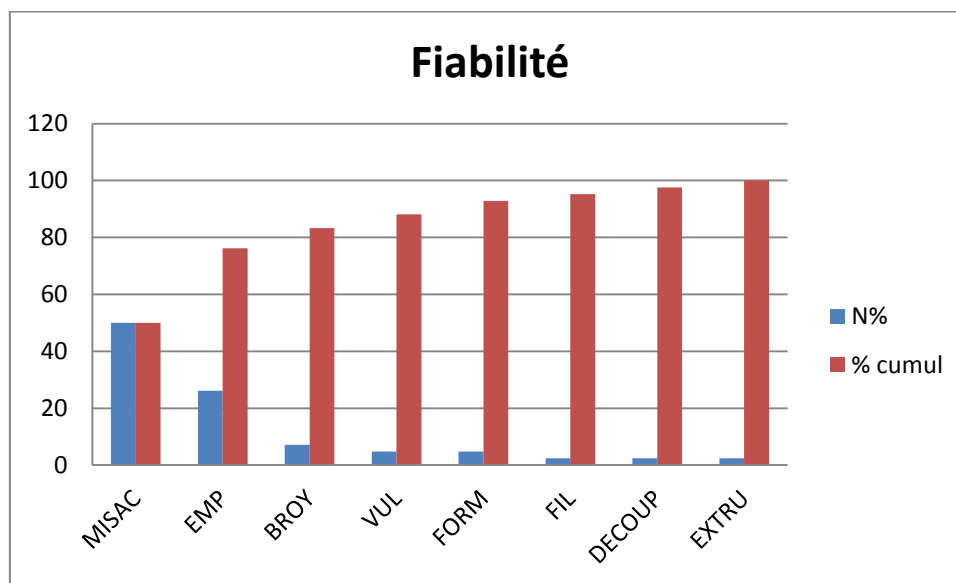
2/- Les cases grises nous donnent les limites des zones A, B et C. Il est donc évident qu'une amélioration de la fiabilité sur les sous-ensembles C, E, F et A peut procurer jusqu'à 76,64% de gain sur les pannes.

**\* Exercice 3 : diagramme de Pareto**

Causes des pannes	Temps d'arrêt (h)	Nombre de pannes	Temps moyen d'arrêt
BROY	30	3	10
EMP	293	11	26.63
MISAC	476	21	22.66
FIL	20	1	20
VUL	20	2	10
FORM	181	2	90.5
DECOUP	15	1	15
EXTRU	60	1	60

\* Tableau de l'indice de fiabilité N :

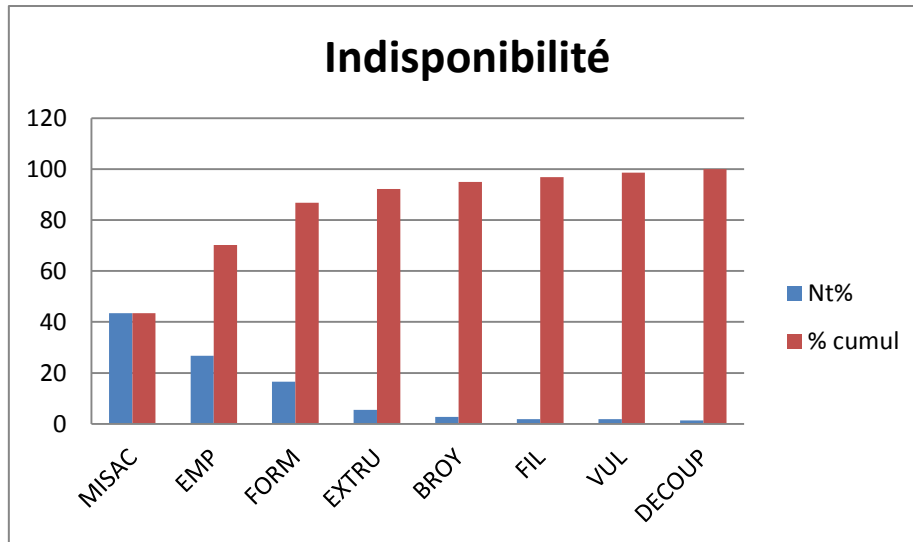
Machine	N dans l'ordre décroissant	Cumul N	N%	% cumul
MISAC	<b>21</b>	21	50	<b>50</b>
EMP	<b>11</b>	32	26,1904762	<b>76,190476</b>
BROY	<b>3</b>	35	7,14285714	<b>83,333333</b>
VUL	<b>2</b>	37	4,76190476	<b>88,095238</b>
FORM	<b>2</b>	39	4,76190476	<b>92,857143</b>
FIL	<b>1</b>	40	2,38095238	<b>95,238095</b>
DECOUP	<b>1</b>	41	2,38095238	<b>97,619048</b>
EXTRU	<b>1</b>	<b>42</b>	2,38095238	<b>100</b>



Le graphe en N oriente vers l'amélioration de la fiabilité : ici on constate que les sous-ensembles MISAC et EMP sont ceux sur lesquels il faudra agir prioritairement. Actions préventives systématiques dans un premier temps, conditionnelle ensuite.

\* Tableau de l'indice de l'indisponibilité  $N_t$  :

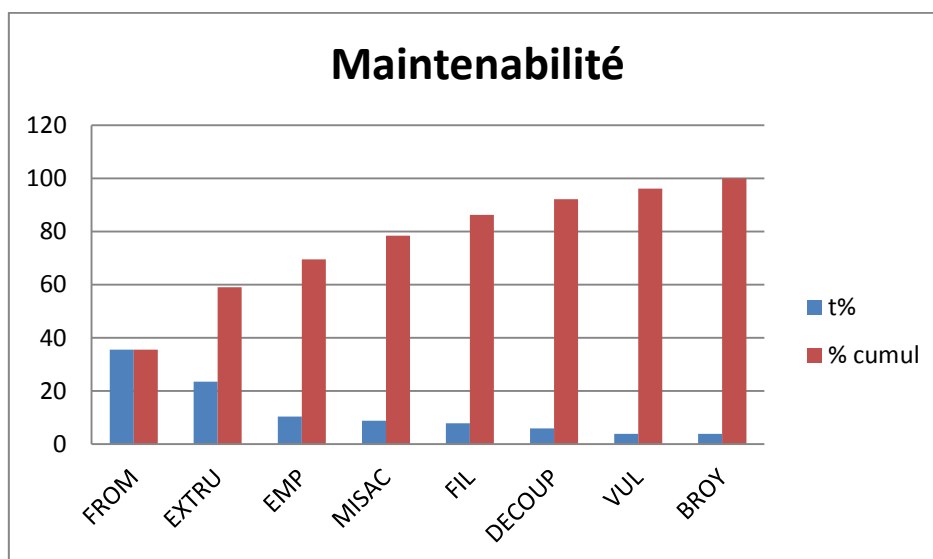
Machine	$N_t$ dans l'ordre décroissant	Cumul	$N_t\%$	% cumul
MISAC	<b>476</b>	476	43,4703196	<b>43,47032</b>
EMP	<b>293</b>	769	26,7579909	<b>70,228311</b>
FORM	<b>181</b>	950	16,5296804	<b>86,757991</b>
EXTRU	<b>60</b>	1010	5,47945205	<b>92,237443</b>
BROY	<b>30</b>	1040	2,73972603	<b>94,977169</b>
FIL	<b>20</b>	1060	1,82648402	<b>96,803653</b>
VUL	<b>20</b>	1080	1,82648402	<b>98,630137</b>
DECOUP	<b>15</b>	<b>1095</b>	1,36986301	<b>100</b>



Le graphe en Nt est un indicateur de disponibilité, car Nt estime la perte de disponibilité de chaque sous-ensemble. Il permet donc de sélectionner l'ordre de prise en charge des types de défaillance en fonction de leur criticité (ici les sous-ensembles MISAC et EMP).

\* Tableau de l'indice de maintenabilité  $\bar{t}$  :

Machine	$\bar{t}$ dans l'ordre décroissant	Cumul	$\bar{t}\%$	% cumul
FROM	<b>90,5</b>	90,5	35,5319984	<b>35,531998</b>
EXTRU	<b>60</b>	150,5	23,557126	<b>59,089124</b>
EMP	<b>26,6</b>	177,1	10,4436592	<b>69,532784</b>
MISAC	<b>22,6</b>	199,7	8,87318414	<b>78,405968</b>
FIL	<b>20</b>	219,7	7,85237534	<b>86,258343</b>
DECOUP	<b>15</b>	234,7	5,88928151	<b>92,147625</b>
VUL	<b>10</b>	244,7	3,92618767	<b>96,073812</b>
BROY	<b>10</b>	254,7	3,92618767	<b>100</b>





Le graphe en  $\bar{t}$  oriente vers la maintenabilité, c'est à dire l'amélioration de l'aptitude à la maintenance. Ici, les sous-ensembles FORM et EXTRU et EMP qui présentent des difficultés de réparation.

# TRAVAUX DIRIGES N°2

## Analyse prévisionnelles des défaillances

### \* Exercice 1 :

Pour faire une première approche sur la méthode de maintenance d'une machine dans une chaîne de production, on utilise l'abaque de Noiret et le tableau à coefficients.

En utilisant l'abaque de Noiret, déterminer la méthode de maintenance adéquate pour chacun des cas suivants.

#### 1<sup>er</sup> Cas

Un matériel ayant 5 ans d'âge, on dispose d'un double, cette machine est très complexe mais accessible, c'est une machine spéciale d'origine local, très robuste. Une défaillance de cette machine peut causer une perte du produit, l'utilisation de cette machine est répartie sur 3 postes, les délais d'exécution sont serrés.

#### 2<sup>ème</sup> Cas

Un matériel ayant 2 ans d'âge, essentiel à marche discontinue, complexe et inaccessible, très coûteux, origine local, de grande série, robuste, de précision, pour des produits vendables, avec une marche de 3 postes, comportant des délais impératifs avec pénalités.

#### 3<sup>ème</sup> Cas

Un matériel ayant 10 ans d'âge, semi-indépendant, très complexe et accessible, peu coûteux, matériel étranger de grande série, courant, produits perdus, avec une marche à deux postes, comportant des délais libres (fabrication sur stock).

### \* Exercice 2 :

L'étude faite par le service maintenance a pour but de réduire le nombre d'heures de pannes en mettant en œuvre un entretien préventif rationnel. Pour cela, il exploite l'historique des avaries relevées sur un robot de peinture représenté ci-dessous.

Nomenclature de pannes	Désignation	Temps d'arrêt (H)
A	Electrovanne pistolet	160
B	A coup dans vérin	15
C	Poignées de programmation	530
D	Nez robot	770
E	Fin de course du support bras	120
F	Carte DH	95
G	Cartes servo	10

Afin de mieux cerner les pannes onéreuses, tracer la courbe ABC des pourcentages de temps d'arrêt cumulé en fonction de la nomenclature de panne.

A partir du diagramme tracé, déterminer les éléments à étudier en priorité.

**\* Exercice 3 :**

Une entreprise désire augmenter sa productivité en diminuant les pannes coûteuses. Pour cela, elle demande au service maintenance de définir des priorités sur les améliorations à apporter. L'historique des avaries relevées sur un robot de peinture représenté ci-dessous.

<b>N° de machine</b>	<b>Nombre d'heures d'arrêt</b>	<b>Nombres de pannes</b>
01	100	4
02	32	15
03	50	4
04	19	14
05	4	3
06	30	8
07	40	12
08	80	2
09	55	3
10	150	5
11	160	4
12	5	3
13	10	8
14	20	8

- 1/- Tracer la courbe ABC et déterminer les machines prioritaires pour le service maintenance.
- 2/- Proposer des actions à envisager sur ces éléments à fin d'augmenter la production de l'entreprise.

# RECUEIL DES DEVOIRS

# DEVOIR SURVEILLE EN

## INTRODUCTION A LA MAINTENANCE

### A.U. : 2013/2014

1- Compléter la définition normalisée de la maintenance.

D'après l'AFNOR (NF X 60-010):

« La maintenance est un ensemble des actions permettant de ..... ou de ..... un bien dans un ..... ou en mesure d'assurer un ..... Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au ..... » .

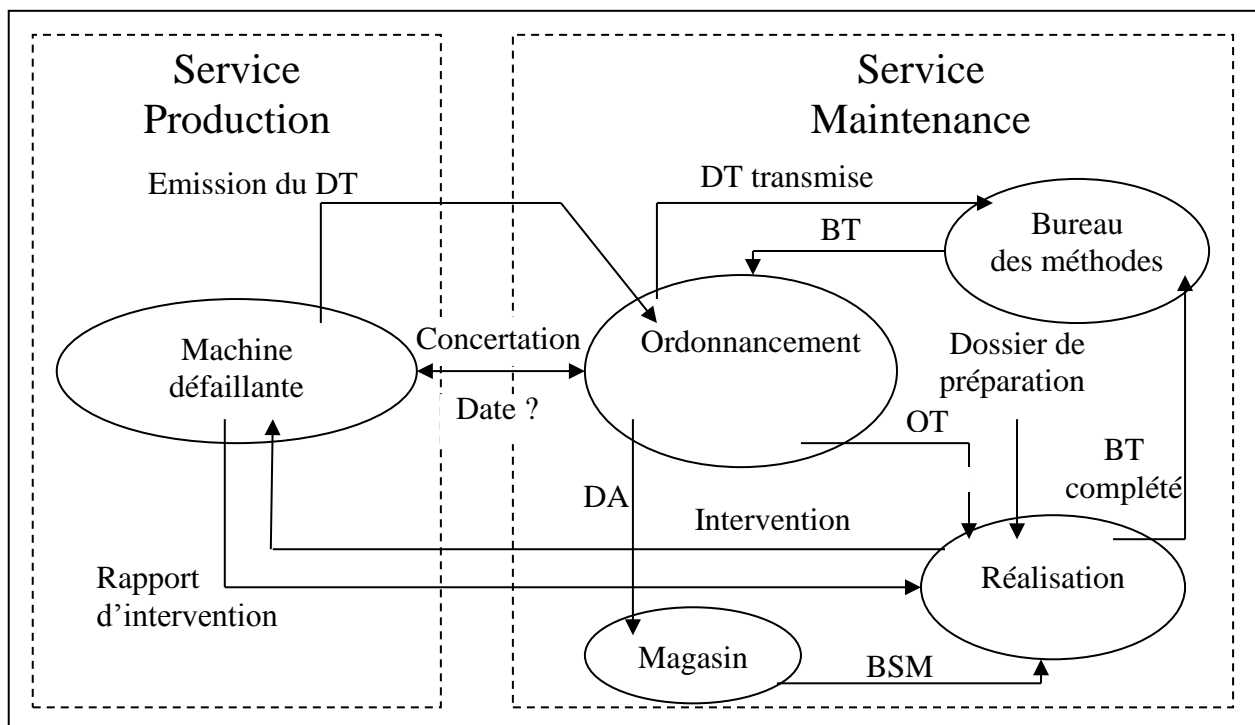
2- Donner la différence entre l'entretien et la maintenance.

3- Donner la définition de la défaillance intermittente.

4- Citer cinq tâches assurées par le service maintenance.

5- Expliquer pourquoi les industriels ont besoin de maintenir leurs machines.

6- Soit le graphe ci-dessous qui décrit le système de communication relatif à une intervention corrective, entre le moment d'apparition d'une défaillance et la remise à niveau de l'équipement défaillant.



a/- Donner les termes qui correspondent aux acronymes suivants : **DT**, **OT**, **BT**, **DA**, **BSM**.

b/- Expliquer le graphe ci-dessus en citant les étapes de déroulement d'une intervention corrective tout en respectant l'ordre chronologique.

7- Indiquer pour chaque intervention la méthode de maintenance correspondante.

Interventions	Maintenance corrective		Maintenance Préventive		Maintenance améliorative
	Dépannage	Réparation	Systematique	Conditionnelle	
Vidange tous les 10000 Km					
Remise à neuf d'une machine					
Changer un cardan					
Changer un filtre avec indicateur de colmatage					
Changer un roulement défaillant					
Modernisation d'une chaîne de production					
Echanger une roue crevée					
Remplacer un roulement suite à un test d'analyse vibratoire					

# CORRECTION DS « Introduction à la maintenance »

1-

D'après l'AFNOR (NF X 60-010):

« La maintenance est un ensemble des actions permettant de **maintenir** ou de **rétablir** un bien dans un **état spécifié** ou en mesure d'assurer un **service déterminé**. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au **coût optimal** ».

2-

Entretenir, c'est subir le matériel tandis que maintenir c'est maîtriser le matériel.

3- Une défaillance est intermittente lorsque le bien retrouve son aptitude au bout d'un temps limité sans avoir subi d'action corrective externe.

4-

- La maintenance des équipements.
- L'amélioration du matériel.
- Les travaux neufs.
- L'exécution et la réparation des pièces de rechanges.
- L'entretien général des bâtiments administratifs ou industriels, des espaces verts, des véhicules.
- Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement et la pollution, les conditions de travail, la gestion de l'énergie.

5-

- Augmenter la disponibilité des machines.
- Augmenter la production.
- Augmenter la durée de vie des machines.
- Augmenter le bénéfice des industriels.
- Assurer une production de bonne qualité.

6-

a/-

- DT : Demande de Travail.
- OT : Ordre de Travail.
- BT : Bon de Travail.
- DA : Demande d'Approvisionnement.
- BSM : Bon de Sortie de Magasin.

b/-

- Lorsque une machine tombe en panne, le service production émet une demande de travail à l'ordonnancement du service maintenance.
- L'ordonnancement transmet cette demande au bureau des méthodes.
- Après avoir localisé et déterminé l' (ou les) organe(s) défaillant(s), le bureau des méthodes lance un bon de travail pour l'ordonnancement et transmet le dossier de préparation au technicien de maintenance qui va exécuter la réparation.

- Avant de partir sur site, l'ordonnancement doit préparer une demande d'approvisionnement pour le technicien. Cette demande lui permettra de recevoir les pièces de rechange du magasin. Lors de la réception, le technicien recevra un bon de sortie de magasin.
- Après la réception des pièces de rechange, le technicien entamera la procédure de réparation. A la fin de l'intervention, le technicien doit mettre en marche la machine pour s'assurer de l'efficacité de réparations exécutées.
- Après avoir terminé l'exécution des réparations, le technicien doit transmettre le rapport de l'intervention au bureau des méthodes pour le classer dans l'historique.
- Finalement la production doit informer l'ordonnancement de la reprise de l'exploitation de la machine.

## 7-

Interventions	Maintenance corrective		Maintenance Préventive		Maintenance améliorative
	Dépannage	Réparation	Systématique	Conditionnelle	
Vidange tous les 10000 Km			<b>x</b>		
Remise à neuf d'une machine					<b>x</b>
Changer un cardan		<b>x</b>			
Changer un filtre avec indicateur de colmatage				<b>x</b>	
Changer un roulement défailant		<b>x</b>			
Modernisation d'une chaîne de production					<b>x</b>
Echanger une roue crevée	<b>x</b>				
Remplacer un roulement suite à un test d'analyse vibratoire				<b>x</b>	



# EXAMEN EN INTRODUCTION A LA MAINTENANCE A.U. : 2013/2014

## **\* Partie 1 :** Questions de cours

1/- Citer les documentations utilisées par les différents intervenants du service maintenance.

2/- Donner la différence entre la documentation générale et la documentation stratégique.

**NB :** Citer des exemples pour chaque type de documentation.

3/- Définir les différentes tendances de la maintenance dans l'industrie.

4/- Donner les termes qui correspondent aux acronymes suivants: **DTE, TBF, GMAO, TTR.**

## **\* Partie 2 :**

Une entreprise désire augmenter sa productivité en diminuant les pannes sérieuses. Pour cela elle demande au service de maintenance de définir des priorités sur les améliorations à apporter à la chaîne de production. Pour ce faire, le responsable d'entretien fait appel à l'historique des pannes enregistrées sur une période de 2 ans dans l'atelier pour chaque type de matériel.

Les données sont regroupées dans le tableau suivant :

<b>Types de matériel</b>	<b>Temps de réparation (h)</b>	<b>Nbr de pannes</b>
Chaudière	100	2
Compresseur d'air	85	10
Vanne manuelle	175	6
Pompe centrifuge	145	2
Vanne automatique	60	7
Moteur électrique	52	6
Réducteur de vitesse	36	15
Echangeurs	200	2
Système de transmission	12	20
Pompe à lobes	250	5

1/- A partir de l'historique donné ci-dessus, et en respectant les étapes de la méthode ABC, tracer le diagramme de Pareto et déterminer sur le diagramme les zones A, B et C .

2/-

a- A partir du diagramme tracé, déterminer les éléments à étudier en priorité. (1 pts)

b- Proposer des actions à envisager sur ces éléments à fin d'augmenter la production de l'entreprise.

**NB :** Vous devez détailler les actions proposées.

3/- Après avoir mené l'étude, le responsable du service de maintenance a décidé de modifier la politique de maintenance appliquée sur trois machines de la chaîne de production.

En utilisant le tableau à coefficients, proposer le mode de maintenance à appliquer sur chaque machine sachant que :

**Machine 1** : machine ayant 3ans d'âge, à marche continue, très complexe et accessible, peu coûteuse, algérienne de grande diffusion, robuste, pour des produits commercialisables sans reprise, avec une marche sur 3 postes, et avec des délais d'exécution serrés.

**Machine 2** : machine ayant 7 ans d'âge, à tampon amont ou aval, peu complexe et accessible, coûteuse, étrangère sans service technique, travaillant en surcharge, pièce à reprendre, avec une marche sur 2 postes, et avec perte de clients.

**Machine 3** : machine démodée, double, très complexe et inaccessible, pas coûteuse, algérienne de petite diffusion, peu robuste, produits commercialisables, production sur un seul poste, avec des délais serrés.

# CORRECTION Examen « Introduction à la maintenance »

## **\* Partie 1 :**

1/- Les intervenants du service maintenance ont besoin d'une documentation stratégiques et de documentation générale pour assurer une meilleure intervention.

2/- La documentation générale comprend toute les documents technique qui ne sont pas affectés à des matériels particulier, et qui sont nécessaire pour répondre à des questions techniques plus générale (les revus, les articles, les bouquins...). Contrairement, la documentation stratégique nous permet de faire un bon suivi du fonctionnement du matériel pour choisir la bonne stratégie de maintenance, tels que : les fichiers historiques, les dossiers techniques et les plans de maintenance.

3/- On a trois types de maintenance : maintenance corrective, maintenance préventive systématique et maintenance préventive conditionnelle.

4/- DT : c'est le temps d'arrêt de production (Down Time)

TBF : c'est le temps entre deux défaillances (Time Between Failures)

GMAO : Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur

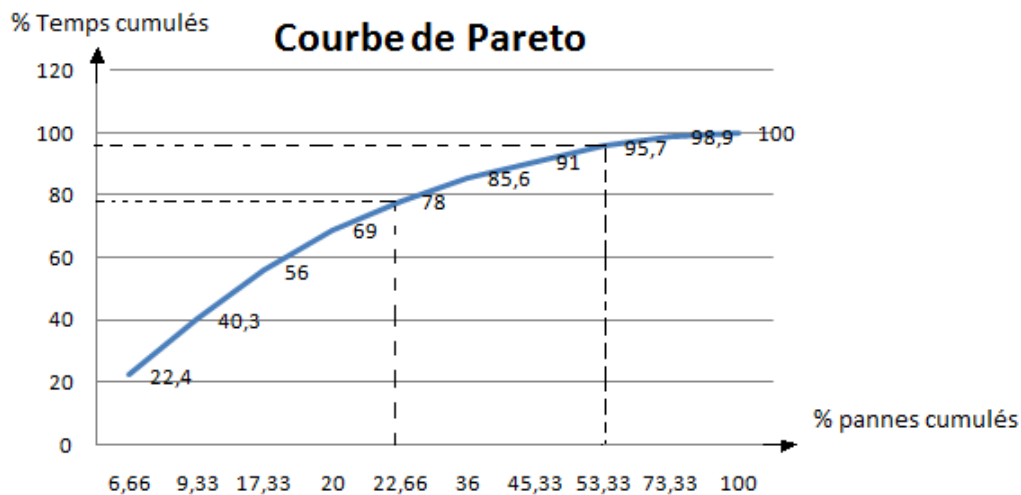
TTR : Temps de réparation (Time To Repair)

## **\* Partie 2 :**

1/-

Types de matériels	Temps d'arrêt dans l'ordre décroissant(h)	Cumul du temps d'arrêt (h)	% cumul du temps	Nbr de pannes	Cumul des pannes	% cumul des pannes
Pompes à lobes	250	250	22.4	5	5	6.66
Echangeurs	200	450	40.3	2	7	9.33
Vanne manuelle	175	625	56	6	13	17.33
Pompe centrifuge	145	770	69	2	15	20
Chaudière	100	870	78	2	17	22.66
Compresseur d'air	85	955	85.6	10	27	36
Vanne automatique	60	1015	91	7	34	45.33
Moteur électrique	52	1067	95.7	6	40	53.33
Réducteur de vitesse	36	1103	98.9	15	55	73.33
Système de transmission	12	1115	100	20	75	100

A partir du tableau ci-dessus, on trace la courbe de Pareto (figure ci-dessous) pour étudier les machines en priorité.



2/-

a) Il est donc évident qu'une amélioration de la fiabilité sur les sous-ensembles : pompes à lobes, Echangeurs, vanne manuelle, pompe centrifuge et chaudière peut procurer jusqu'à 78% de gain sur les pannes.

b) Pour améliorer la productivité des machines de la zone A, on doit :

- Appliquer la maintenance préventive systématique pour les machines citées précédemment.
- Prévoir un stock des pièces de rechange des organes des machines citées précédemment.
- Programmer des cycles de formation pour les techniciens du service maintenance portant sur les thèmes de maintenance des pompes centrifuges, maintenance des échangeurs et maintenance des chaudières.

3) l'utilisation du tableau à coefficient permet de déterminer le choix adéquat de maintenance à appliquer pour chacune des machines suivantes

**Machine 1** : Total des points :

$$30*2+35*2+25*1+15*1+10*2+5*1+10*1+50*5+20*5= 555 \text{ pts}$$

Le nombre de points est supérieur à 540 -> obligatoirement on applique la maintenance préventive.

**Machine 2** : Total des points :

$$20*2+25*2+5*1+25*1+45*2+30*1+35*1+35*5+45*5= 675 \text{ pts}$$

Le nombre de points est supérieur à 540 -> obligatoirement on applique la maintenance préventive.

**Machine 3** : Total des points :

$$5*2+5*2+45*1+5*1+20*2+25*1+10*1+15*5+20*5= 320 \text{ pts}$$

Le nombre de points est inférieur à 500 -> obligatoirement on applique la maintenance corrective.