

Correction travaux Dirigés : Les coûts en maintenance

Problématique de maintenance :

Une entreprise tunisienne est spécialisée dans la chimie de l'azote. Cette entreprise emploie 1600 personnes et réalise environ 600 millions de dinars de chiffre d'affaires avec 7 sites industriels en Tunisie et un site externe.

La politique de maintenance de l'usine pour l'année 2019 donne comme objectifs prioritaire la réduction des coûts de maintenance corrective.

Ceci implique pour le service maintenance de mener une campagne de fiabilisation des installations stratégiques de l'entreprise.

Une première étude des équipements de la chaîne phosphate a mis en évidence des problèmes sur le broyeur B410A. On vous demande d'analyser l'historique des pannes du broyeur.

On vous donne :

- La présentation de l'entreprise ;
- La présentation des broyeurs de la chaîne phosphate ;
- L'historique des pannes du broyeur B401A (tableau Annexe 1) ;
- Des données technico-économiques de l'entreprise ;
- Faire un tableur pour effectuer les calculs.

On vous demande :

→ À partir de l'analyse de l'historique des pannes du broyeur :

1. Déterminer la ou les fonctions les plus pénalisantes en terme de couts de défaillance. Présenter les résultats sous une forme graphique appropriée afin de mettre en évidence la ou les fonctions les plus pénalisantes et conclure ;
2. Déterminer le type d'intervention le plus pénalisant pour la fonction la plus pénalisante. Présenter les résultats sous une forme graphique appropriée afin de mettre en évidence la ou les fonctions les plus pénalisantes et conclure ;
3. Déterminer la MTBF pour le composant le plus pénalisant. Calculer le cout moyen d'une intervention. Commenter le résultat obtenu par rapports aux données fournies
4. Etudier l'opportunité de remplacer les courroies actuelles de la transmission 45 KW par des courroies d'un autre type qui nécessitent le remplacement des poulies :
 - Type de courroies préconisées : Courroies HKT 325
 - Durée de vie prévisionnelle : 700 H
 - Coût d'un jeu de poulies : 525 DTN
 - Coût unitaire d'une courroie : 21,24 DTN
 - Temps de remplacement d'un jeu de poulies : 1,5 H
5. Déterminer la date de remplacement du broyeur mis en service en 2015.

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

Cette usine comprend trois secteurs principaux :

- La chaîne azote ;
- La chaîne phosphate ;
- La chaîne phosphorique.

La chaîne azote

Elle permet la production d'ammoniac de 1200 tonnes/jour.

Une partie de cet ammoniac est utilisée pour la production d'ammonitrate (1600 tonnes/jour) qui sera par la suite utilisé dans le milieu agricole.

Ce secteur produit également de l'acide nitrique (1600 tonnes/jour).

La chaîne phosphate

Elle permet la fabrication de fertilisant NPK (2500 tonnes/jour).

La chaîne phosphate fonctionne en 3 X 8 heures 365 jours par an.

La chaîne phosphorique

Cette chaîne est une des rares sur le plan africain à produire de l'acide phosphorique (750 tonnes/jour).

Elle dispose pour cela d'une capacité de production de 1600 tonnes/jour d'acide sulfurique.

Elle permet aussi la production de fluosilicate de sodium destiné à l'industrie du verre et des métaux (10 tonnes/jour).

PRÉSENTATION DES BROyeurs DE LA CHAÎNE PHOSPHATE

Appareil : BROYEUR TRIO

Type : B401A

Année de construction : 2010

Masse totale à vide : 14 200 Kg

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES :

Cylindre : Ø 600 mm

Longueur : 1000 mm

Vitesse moteur : 1500 tr/min

Nombre de cylindres : 3

Vitesse des cylindres : 550 tr/min

PUISSANCE MOTRICE POUR CYLINDRES 1 ET 3 : 45 KW

Transmission entre cylindre 3 et moteur : 6 courroies (type SPB 3070)

Transmission entre cylindres 1 et 3 : 4 courroies (type SPB 3070)

PUISSANCE MOTRICE POUR LE CYLINDRE 2 : 22 KW

Transmission entre cylindre 2 et moteur : 4 courroies (type SPB 2720)

DONNÉES TECHNICO-ÉCONOMIQUES

- Taux horaire de maintenance : 34 DTN/heure,
- Taux horaire d'indisponibilité sur le broyeur B401A : 440 DTN/heure,
- Nombre de courroies remplacées à chaque "Remplacement courroies 45 kW" : 10
- Coût unitaire d'une courroie SPB 30 70 : 13,17 DTN
- Coût unitaire d'une courroie SPB 2720 : 13,41 DTN
- Cout d'achat du broyeur en 2015 = 964 000 DTN
- Taux d'inflation à prendre en compte = 8%

DATE	LIBELLE	FONCTION	TEMPS INTERVENTION (h)	COUT PIECES TTC (TND)	Σ Temps Interventions	Σ coûts pièces		
5/2/05	Confection d'une clé pour déblocage broyeur	Divers	3		45,10	34,28		
7/2/05	Réparation bâti	Divers	2,7					
7/2/05	Réparation bâti	Divers	5,4					
22/2/05	Mesure d'épaisseurs structures	Divers	2					
28/2/05	Remise en état porte de visite	Divers	3					
14/3/05	Remplacement boulonnerie sur caisson arrière	Divers	4	34,28				
25/4/05	Adaptation carter pour faciliter les interventions 45 kW	Divers	4					
26/4/05	Adaptation carter pour faciliter les interventions 45 kW	Divers	9					
6/5/05	Adaptation carter pour faciliter les interventions 45 kW	Divers	9					
16/12/05	Confection d'une passerelle accès bipasse 45 kW	Divers	3					
21/1/05	Remise en état panneau arrière	Fabrication	2		16	27077,2 2		
22/1/05	Achat meubles	Fabrication	0	26960				
3/4/05	Remise en place du déflecteur arrière 45 kW	Fabrication	8					
10/5/05	Remplacement meule mobile	Fabrication	4	82,35				
22/8/05	Remplacement déflecteur 45 kW	Fabrication	2	34,87				
25/2/05	Déblocage palonnier	Régulation	2,5		68	0		
26/2/05	Déblocage palonnier	Régulation	4					
10/4/05	Déblocage palonnier 45 kW	Régulation	6,5					
12/4/05	Déblocage palonnier 45 kW	Régulation	5,5					
15/4/05	Dégrippage palonnier 45 kW	Régulation	15					
29/4/05	Dégrippage palonnier 45 kW	Régulation	18					
30/4/05	Dégrippage palonnier 45 kW	Régulation	11,5					
3/10/05	Dégrippage palonnier 45 kW	Régulation	5					
4/1/05	Lignage poulie	Transmission 22 kW	6	131,7	102	678,00		
10/1/05	Visite transmission 22 kW	Transmission 22 kW	2					
24/1/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	5	53,64				
24/1/05	Vérification roulement	Transmission 22 kW	16					
25/1/05	Remplacement roulements 22kW	Transmission 22 kW	31	63,54				
7/2/05	Visite usures et lignage transmission 22 kW	Transmission 22 kW	6					
18/2/05	Lignage poulie et remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	4	53,64				
26/2/05	Visite courroies 22 kW	Transmission 22 kW	6					
6/3/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	5	53,64				
14/4/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	2	53,64				
15/4/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	2	53,64				
18/4/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	4	53,64				
18/4/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	3,5	53,64				
3/5/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	3,5	53,64				
8/5/05	Remplacement courroies 22 kW	Transmission 22 kW	6	53,64				
21/1/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	9	131,7			107,25	2107,2
23/1/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	5	131,7				
31/1/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	5	131,7				
15/2/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	4	131,7				
27/3/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	5	131,7				
29/3/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	7,5	131,7				
26/4/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	11,5	131,7				
19/8/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	4	131,7				
27/9/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	5	131,7				
17/10/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	4,5	131,7				
30/10/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	17	131,7				

8/11/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	6	131,7		
15/11/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	4	131,7		
18/11/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	2,25	131,7		
18/11/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	15	131,7		
29/11/05	Remplacement courroies 45 kW	Transmission 45 kW	2,5	131,7		
14/1/05	Remplacement déflecteur arrière	Transmission 45 kW	6	131,7		
10/1/05	Visite courroies 45 kW	Transmission 45 kW	2		127,25	2238,9
7/2/05	Visite courroies 45 kW	Transmission 45 kW	6			
26/2/05	Visite courroies 45 kW	Transmission 45 kW	6			

Question Q1 :

L'historique met en évidence 5 fonctions défaillantes.

Ces 5 fonctions ont été reportées dans le tableau ci-dessous :

Déterminer d'après l'historique :

Le temps total d'intervention

Le coût des pièces

Le coût de main d'oeuvre

Le coût de maintenance

Le coût d'indisponibilité

Le coût de défaillance

Trier le tableau pour le classer de la fonction la plus pénalisante à la moins pénalisante

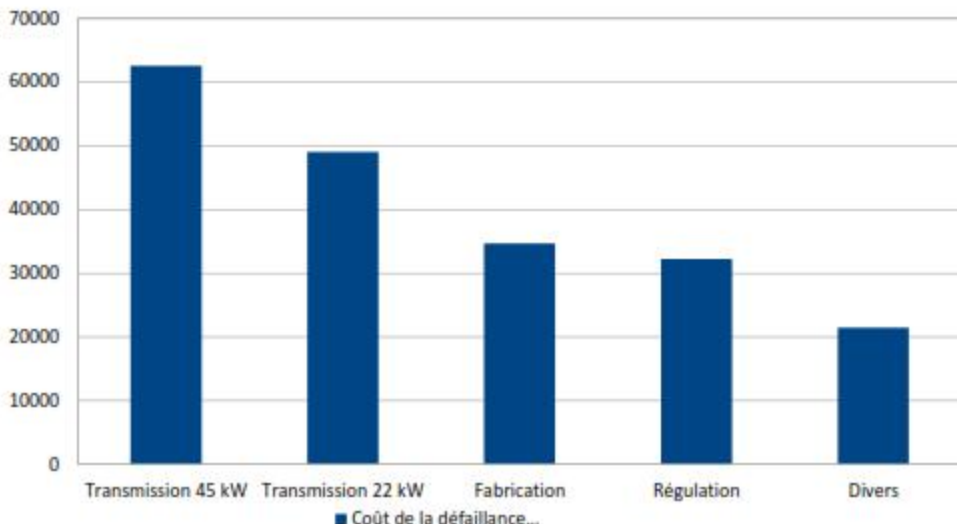
Tracer un graphique approprié pour mettre en évidence la fonction défaillante la plus coûteuse

Conclure

Taux de la main d'oeuvre de maintenance (TND/heure) : 34

Taux d'indisponibilité (TND/heure) : 440

Fonction	Total des Temps total d'intervention (heures)	Coût des pièces (TND)	Coût de main d'œuvre (TND)	Coût de maintenance (TND)	Coût d'indisponibilité (TND)	Coût de la défaillance (TND)	Nombre d'interventions	Coût moyen de la défaillance (TND)
Transmission 45 kW	127,25	2238,9	4326,5	6565,4	55990	62555,4	20	3127,77
Transmission 22 kW	102	678	3468	4146	44880	49026	15	3268,4
Fabrication	16	27077	544	27621	7040	34661	5	6932,2
Régulation	68	0	2312	2312	29920	32232	8	4029
Divers	45,1	34,28	1533,4	1567,68	19844	21411,68	10	2141,168



CONCLUSION

La transmission 45KW est la fonction plus pénalisante en termes de coûts

Question Q2 :

La fonction la plus pénalisante est la transmission 45KW.

Dans cette fonction, 3 types d'interventions ont été reportés dans le tableau ci-dessous :

Déterminer d'après l'historique :

La somme des temps d'intervention

Le coût des pièces

Le coût de main d'œuvre

Le coût de maintenance

Le coût d'indisponibilité

Le coût de défaillance

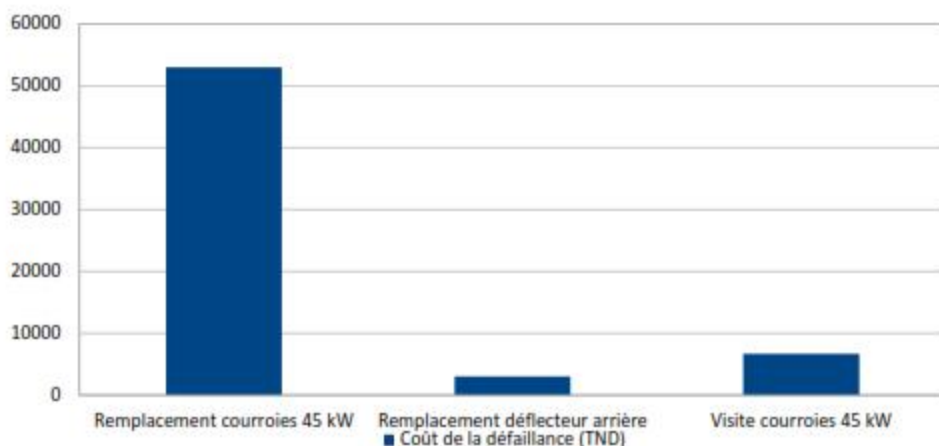
Tracer un graphique approprié pour mettre en évidence l'intervention la plus pénalisante

Conclure

Taux de la main d'œuvre de maintenance (TND/heure) : **34**

Taux d'indisponibilité (TND/heure) : **440**

Intervention	Somme des temps d'intervention (heures)	Coût des pièces (TND)	Coût de main d'œuvre (TND)	Coût de maintenance (TND)	Coût d'indisponibilité (TND)	Coût de la défaillance (TND)
Remplacement courroies 45 kW	107,25	2107,2	3646,5	5753,7	47190	52943,7
Remplacement déflecteur arrière	6	131,7	204	335,7	2640	2975,7
Visite courroies 45 kW	14	0	476	476	6160	6636



CONCLUSION

Le remplacement des courroies 45KW est l'intervention la plus pénalisante

Question Q3 :

L'intervention la plus pénalisante est le remplacement des courroies 45KW.

Déterminer :

La MTBF d'une courroie

Le coût moyen d'une défaillance

Commenter les résultats obtenus

DATE	LIBELLE	TBF (j)	TBF (h)
21/1/05	Remplacement courroies 45 kW	---	---
23/1/05	Remplacement courroies 45 kW	2	48
31/1/05	Remplacement courroies 45 kW	8	192
15/2/05	Remplacement courroies 45 kW	15	360
27/3/05	Remplacement courroies 45 kW	40	960
29/3/05	Remplacement courroies 45 kW	2	48
26/4/05	Remplacement courroies 45 kW	28	672
19/8/05	Remplacement courroies 45 kW	115	2760
27/9/05	Remplacement courroies 45 kW	39	936
17/10/05	Remplacement courroies 45 kW	20	480
30/10/05	Remplacement courroies 45 kW	13	312
8/11/05	Remplacement courroies 45 kW	9	216
15/11/05	Remplacement courroies 45 kW	7	168
18/11/05	Remplacement courroies 45 kW	3	72
29/11/05	Remplacement courroies 45 kW	11	264

MTBF (h) : 534,86

Coût moyen d'une défaillance
(TND)

3781,69

Conclusions :

MTBF de 500 heures (environ tous les 20 jours)

Coût moyen de 3500TND ⇒ cher

Trouver le problème de fiabilité des courroies ou changer pour de nouvelles

Question Q4 :

On désire remplacer la maintenance corrective actuelle des courroies par une maintenance préventive systématique qui nécessite l'installation de nouvelles poulies,

Faire et compléter le tableau relatif à la situation actuelle

Faire et compléter le tableau relatif à la nouvelle solution

Faire et compléter le tableau de calcul de l'investissement

Faire et compléter le tableau de comparaison des solutions

Conclure sur la rentabilité de la nouvelle solution en justifiant.

Solution actuelle (MTBF des courroies : 500 heures ; 8760 heures de production)

Calcul du coût de défaillance annuel pour le remplacement des courroies en maintenance corrective

MTTR (h)	Taux horaire maintenance (TND/heure)	Coût de main-d'œuvre (TND)	coût de 10 courroies (TND)	Coût de maintenance par intervention (TND)	Taux horaire d'indisponibilité (TND/heure)	Coût de perte de production par intervention (TND)	Coût de défaillance par intervention (TND)	Nombre d'interventions par an	Coût de défaillance annuel (TND)
6,70	34	227,8	131,70	359,50	440,00	2948,00	3307,50	17,52	57947,40

Nouvelle solution (remplacement systématique des nouvelles courroies à 700 heures ; 8760 heures de production ; achat et montage des nouvelles poulies)

Calcul de l'investissement nécessaire à la mise en œuvre de la nouvelle solution (montage des nouvelles poulies)

Temps de montage (h)	Taux horaire maintenance (TND/heure)	coût de main-d'œuvre (TND)	coût pièces (TND) 2 poulies	Coût de maintenance (TND)	Taux horaire d'indisponibilité (TND/heure)	Coût de perte de production (TND)	Investissement (TND)
3,00	34	102	1050,00	1152,00	440,00	1320,00	2472,00

Calcul du coût total annuel du remplacement des courroies en maintenance systématique

MTTR (h)	Taux horaire maintenance (TND/heure)	coût de main-d'œuvre (TND)	coût de 10 courroies (TND)	Coût de maintenance par intervention (TND)	Taux horaire d'indisponibilité (TND/heure)	Coût de perte de production par intervention (TND)	Coût total d'un remplacement systématique (TND)	Nombre de remplacements systématiques par an	Coût total des remplacements systématiques annuel (TND)
6,70	34	227,8	212,40	440,20	440,00	2948,00	3388,20	12,51	42400,90

Comparaison des solutions et rentabilité de l'investissement

	Solutions	Coût annuel (TND)	Investissement (TND)	Retour d'investissement en année	Retour d'investissement en mois	Retour d'investissement en heures	Coût horaire (TND)
	Actuelle	57947,40					6,62
	Nouvelle	42400,90	2472,00	0,16	1,91	1392,90	4,84

Conclusion

Solution rentable car rentabilité de 2 mois