**BTS MAINTENANCE DES SYSTEMES**

**Option : systèmes énergétiques et fluidiques**

**Organisation de la maintenance**

**Travaux Dirigés**

**compétences visées:**

* C21 : Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité.
* C31 : Organiser la stratégie et la logistique de maintenance.

**Durée: 4 h**

**Compétences visées**

|  |
| --- |
| C21 Analyser la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité  |
| Actions liées à la compétence | Indicateurs de performance | **- -** | **-** | **׀** | **+** | **++** |
| **🞏 Déterminer l**es indicateurs de fiabilité du bien. | * L’indicateur de fiabilité est correctement choisi et sa valeur déterminée.
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Déterminer** l’indicateur de maintenabilité du bien. | * L’indicateur de *maintenabilité* est correctement déterminé.
 |  |  |  |  |  |
| **🗹 Identifier les sous-ensembles, les composants du bien ou les fonctions les plus pénalisantes du point de vue de la fiabilité et/ou de la maintenabilité.** | * **Les sous-ensembles, les fonctions, ou les composants les plus pénalisants sont identifiés.**
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Analyser** les risques liés au bien. | * Les risques et/ou les points de non-conformité sont identifiés.
* Les risques liés au bien sont identifiés.
 |  |  |  |  |  |
| **🗹 Proposer des axes de solutions visant à améliorer la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité du bien.** | * **Les propositions sont pertinentes et justifiées.**
 |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
| C31 : Organiser la stratégie et la logistique de maintenance |
| Actions liées à la compétence | Indicateurs de performance | **- -** | **-** | **׀** | **+** | **++** |
| **🗹 Déterminer les indicateurs de disponibilité des biens et les coûts liés à la maintenance.** | * **Les indicateurs de disponibilité et les coûts sont correctement déterminés.**
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Identifier** les biens stratégiques de l’entreprise, les biens les plus pénalisants d’un point de vue technico-économique, les préconisations des constructeurs, les opérations réglementaires et les exigences du plan d’assurance qualité. | * Les éléments nécessaires à la définition de la stratégie de maintenance sont identifiés, ordonnés et justifiés.
 |  |  |  |  |  |
| **🗹 Proposer et justifier une stratégie de maintenance.** | * **La stratégie de maintenance est correctement justifiée :**
	+ **choix du type de maintenance,**
	+ **réalisation interne ou externe,**
	+ **charge et capacité du service maintenance,**
* **investissements liés à la nouvelle stratégie.**
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Proposer** les clauses techniques des contrats de maintenance | * Les clauses techniques sont correctement définies
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Proposer** des solutions d’amélioration de la logistique de maintenance. | * Les propositions sont pertinentes et justifiées
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Mettre à jour** la base de données d’une GMAO (arborescence). | * La base de données est mise à jour.
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Élaborer** les supports de gestion et d’analyse des interventions. | * Les supports de gestion et d’analyse sont opérationnels et respectent le plan qualité
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Définir** les pièces de rechange et consommables de maintenance à tenir en stock. | * Le choix des pièces de rechange et consommables de maintenance à tenir en stock est justifié.
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Définir** les opérations de tri et stockage des déchets. | * Le bordereau de suivi des déchets est rédigé.
 |  |  |  |  |  |
| **🞏 Intégrer** l’organisation des activités de maintenance dans le logiciel de GMAO. | * Le logiciel de GMAO est opérationnel.
 |  |  |  |  |  |

**PRESENTATION**

Sur un site de production de produits surgelés, des groupes frigorifiques sont installés afin de maintenir les produits à une température comprise entre -12 à -18°C. Il est impératif de respecter la chaîne du froid depuis la fabrication jusqu’à la consommation.



Il existe trois salles de machines identiques sur ce site associées à des chambres froides de même volume. Chaque chambre froide est associée à un compresseur à vis de type ouvert (voir ci-dessous).



Il n’existe pas pour l’instant sur le site de cette PME de compresseur de secours pour ces chambres froides.

Le taux moyen de remplissage de chaque chambre est de 70 %. En cas de défaillance d’une chambre, seule une partie des produits peut être stockée temporairement dans les autres chambres froides de l’entreprise. A cet effet un accord a été passé avec une entreprise voisine disposant de chambres froides afin que 20 % du contenu d’une chambre puisse temporairement y être stocké.

La direction vous demande donc d'analyser l’historique des défaillances des compresseurs afin de définir des axes d’amélioration visant à optimiser la politique de maintenance et à diminuer les coûts de défaillance.

Données économiques.

* Coût main d’œuvre maintenance 50 € / heure
* 1 intervenant
* coût de perte de production coût global de perte sèche moyen évalué pour la totalité du contenu d’une chambre 28000 € + 250 € par heure d’indisponibilité au-delà du délai de conservation de la chaine du froid.
* Temps d’ouverture de l’entreprise ; 8 heures / jour, 5 jours par semaine (11 mois / an)
* Temps de fonctionnement des chambres froides 24 h / 24 7 j / 7 pendant les 11 mois d’ouverture du site
* Prix de la charge de fluide frigorigène 100 € / Kg
* Prix d’un compresseur 23000 €

Données techniques.

* En cas de défaillance d’une des chambres froides, la chaine de froid est garantie hors ouverture des portes pendant 4 h.
* Certaines pièces détachées des compresseurs sont exclusivement fournies par le constructeur. Dans ce cas le circuit de livraison le plus rapide nécessite 48 h ouvrées.
* En cas de défaillance de la chaine du froid sur une chambre, une équipe d’astreinte est appelée pour pratiquer le déplacement des produits vers les autres chambres et le site d’accueil.

**Travail demandé en TD version papier**

# Analyse de l’Historique des compresseurs.

* 1. A partir des historiques, compléter le tableau et les graphiques **N**, en ₸ et en **N**.₸ des documents réponse DR1 et DR2. Réaliser l'analyse des 3 indicateurs, "Fiabilité (N), Maintenabilité ₸ (MRT moyenne des temps de réparation), Disponibilité intrinsèque **N**.₸. Faire ressortir les éléments les plus pénalisants.
	2. Sur document DR 3, compléter le calcul de la MTBF de chacun des compresseurs, et comparer les.

Tous les compresseurs ont-ils le même comportement ?

* 1. Sur document DR 3, compléter le calcul de MRT et la MTTR (moyenne des temps d’arrêt) de chacun des compresseurs et comparer les.

Tous les compresseurs ont-ils le même comportement ?

* 1. Analyser les graphes ₸ en temps d’arrêt et **N**.₸ en disponibilité opérationnelle (MMTTR) de maintenance du DR4 et les comparer aux résultats de la question 1-1, que remarque-t-on ?

Faire ressortir les éléments les plus pénalisants du point de vue de la disponibilité opérationnelle de maintenance.

#  Analyse des coûts

* 1. Compléter le tableau de calcul des coûts sur DR5.
	2. Calculer le coût moyen d’une défaillance ayant entrainé une indisponibilité supérieure à 4h
	3. Calculer le coût moyen d’une défaillance pour chacun des 3 éléments les plus pénalisants.

# Exploitation

3-1 Comment expliquer que pour les 3 défaillances les plus pénalisantes on retrouve dans l’historique une telle variation dans des temps d’arrêts comparés aux temps de réparation.

3-2 En vous basant sur l’historique, les résultats précédents et les documents ressources fournis en annexe sur la décomposition des temps, proposer sur document DR6 des axes d’amélioration sur :

* L’optimisation de la disponibilité des systèmes
* La diminution les coûts de maintenance
* La diminution des coûts de perte de production.

**Compresseur ouvert 1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Défaillance** | **Compteur horaire** | **Temps d'arrêt en h** | **Temps de réparation en h** | **Coût rechange en €** |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 324 | 2,5 | 1,5 | 52 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 402 | 2,5 | 1,75 | 45 |
| **Garniture d’étanchéité** | 851 | 4 | 2,5 | 245 |
| **Palier avant** | 1032 | 6 | 4 | 118 |
| **Vis**  | 1464 | 56 | 6 | 2800 |
| **Joint voyant d’huile** | 1532 | 2,5 | 2 | 15 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 1816 | 2,25 | 1,75 | 45 |
| **Filtre aspiration** | 2218 | 3 | 2,5 | 25 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 2426 | 3 | 2 | 52 |
| **Fuites frigo** | 2602 | 3,5 | 3 | 400 |
| **Palier arrière** | 3099 | 3,5 | 2 | 180 |
| **Crépine** | 3273 | 5 | 3,5 | 106 |
| **Garniture d’étanchéité** | 3570 | 50 | 2 | 245 |
| **Résistance carter** | 3690 | 3 | 2 | 150 |
| **Palier avant** | 3827 | 4,5 | 4 | 118 |
| **Accouplement** | 3993 | 4,5 | 3 | 200 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 4203 | 2,5 | 2 | 52 |
| **Résistance carter** | 4325 | 3 | 2,5 | 150 |
| **Fuites frigo** | 4576 | 5 | 3,5 | 200 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 4873 | 6 | 2 | 45 |
| **Huile carter** | 4950 | 2,5 | 1,5 | 360 |

**Compresseur ouvert 2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Défaillance** | **Compteur horaire** | **Temps d'arrêt en h** | **Temps de réparation en h** | **Coût rechange en €** |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 280 | 2,5 | 2 | 52 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 295 | 2,5 | 2 | 45 |
| **Garniture d’étanchéité** | 316 | 5 | 2,25 | 245 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 653 | 3 | 2,25 | 52 |
| **Palier arrière** | 987 | 6 | 2,5 | 180 |
| **Palier avant** | 1033 | 5 | 4,5 | 118 |
| **Fuites frigo** | 1430 | 2 | 1,5 | 200 |
| **Joint voyant d’huile** | 1502 | 2,5 | 2 | 15 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 1726 | 2,5 | 2,25 | 45 |
| **Résistance carter** | 1781 | 7 | 2 | 150 |
| **Palier arrière** | 2087 | 3 | 2,5 | 180 |
| **Garniture d’étanchéité** | 2151 | 5 | 2,75 | 245 |
| **Palier avant** | 2363 | 6 | 4 | 118 |
| **Huile carter** | 2731 | 2 | 1,5 | 360 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 3216 | 3 | 2,25 | 52 |
| **Garniture d’étanchéité** | 3586 | 60 | 2,5 | 245 |
| **Accouplement** | 3901 | 8 | 3 | 200 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 4128 | 2,5 | 2 | 52 |
| **Palier avant** | 4201 | 6 | 5 | 118 |
| **Fuites frigo** | 4503 | 4,5 | 4 | 100  |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 4726 | 2,5 | 2 | 45 |
| **Palier arrière** | 4962 | 6 | 2,5 | 180 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 4998 | 3 | 2,5 | 52 |
| **Garniture d’étanchéité** | 5011 | 56 | 3 | 245 |
| **Résistance carter** | 5268 | 16 | 2 | 150 |
| **Huile carter** | 5431 | 3 | 2,5 | 360 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 5483 | 2 | 1,75 | 45 |
| **Palier avant** | 5680 | 6 | 4,5 | 118 |

**Compresseur ouvert 3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Défaillance** | **Compteur horaire** | **Temps d'arrêt en h** | **Temps de réparation en h** | **Coût rechange en €** |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 307 | 2,5 | 2 | 52 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 329 | 1,5 | 1 | 45 |
| **Garniture d’étanchéité** | 533 | 4 | 2 | 245 |
| **Résistance carter** | 672 | 5 | 2,5 | 150 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 741 | 3,5 | 2,5 | 52 |
| **Palier avant** | 931 | 5 | 3,5 | 118 |
| **Accouplement** | 978 | 16 | 4 | 200 |
| **Huile carter** | 1107 | 4 | 2,5 | 360 |
| **Palier arrière** | 1233 | 2,5 | 2 | 180 |
| **Fuites frigo** | 1423 | 3 | 2 | 300 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 1639 | 1 | 0,75 | 45 |
| **Palier avant** | 1799 | 18 | 4 | 118 |
| **Résistance carter** | 2200 | 26 | 3 | 150 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 2389 | 3 | 2,5 | 52 |
| **Garniture d’étanchéité** | 2605 | 60 | 2,5 | 245 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 2837 | 1 | 0,5 | 45 |
| **Palier avant** | 2867 | 4,5 | 4 | 118 |
| **Vis**  | 3000 | 62 | 7 | 2800 |
| **Filtre aspiration** | 3205 | 2,5 | 2 | 25 |
| **Garniture d’étanchéité** | 3321 | 48 | 2,5 | 245 |
| **Joint voyant d’huile** | 3705 | 2,5 | 2 | 15 |
| **Palier arrière** | 3928 | 3 | 2 | 180 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 4125 | 2 | 1 | 45 |
| **Palier avant** | 4201 | 6 | 4 | 118 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 4429 | 2,5 | 2 | 52 |
| **Résistance carter** | 4578 | 7 | 2 | 150 |
| **Palier avant** | 4602 | 3,5 | 3 | 118 |
| **Fuites frigo** | 4834 | 4,5 | 4 | 600 |
| **Garniture d’étanchéité** | 4976 | 18 | 2,25 | 245 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 5024 | 1 | 0,75 | 45 |
| **Huile carter** | 5150 | 3 | 2,5 | 360 |

**Document Réponse DR1**

 Q1.1 Graphe en **N**, en ₸ et en **N**.₸

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Composants** | **N** | **NT/ intrinsèque en %** | **T/** |
| **Garniture d’étanchéité** | 10 | 24,25 | 2,43 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | 12 | 25,5 | 2,13 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | 12 | 17,5 | 1,46 |
| **Vis**  | 2 | 13 | 6,50 |
| **Palier avant** | 11 | 44,5 | 4,05 |
| **Palier arrière** | 6 | 13,5 | 2,25 |
| **Fuites frigo** | 6 | 17 | 2,83 |
| **Huile carter** | 5 | 10,5 | 2,10 |
| **Joint voyant d’huile** | 3 | 6 | 2,00 |
| **Filtre aspiration** | 2 | 4,5 | 2,25 |
| **Accouplement** | 3 |  |  |
| **Résistance carter** | 7 |  |  |
| **Crépine** | 1 |  |  |
| ***Moyenne*** |  |  |  |

**Document Réponse DR2**

Graphe en ₸

 ...........................

 Eléments

Graphe en N₸ intrinsèque

 ...........................

 Eléments

*Eléments les plus pénalisants :*

**Document Réponse DR3**

Q1.2 Calcul de la MTBF des compresseurs

 Compresseur 1 : *247 h*

 Compresseur 2 : ----------------

 Compresseur 3 : ----------------

*Comparaison :*

Q1.3 Calcul de la MRT et de la MTTR des compresseurs

MRT Compresseur 1 : *2,75 h*

 MRT Compresseur 2 : ----------------

 MRT Compresseur 3 : ----------------

MTTR Compresseur 1 : *8,58 h*

 MTTR Compresseur 2 : ----------------

 MTTR Compresseur 3 : ----------------

*Comparaison :*

**Document Réponse DR4**

Q1-4 Analyse des graphes ₸ en temps d’arrêt et **N**.₸ en disponibilité opérationnelle de maintenance

*Comparaison de la disponibilité opérationnelle de maintenance / Disponibilité intrinsèque :*

**Document Réponse DR5**

*Défaillances ayant entrainé une indisponibilité supérieure à 4 h*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **composants** | **Nbre de défaillance** | **cumul de TA** | **cumul des rechanges** |
| **Garniture d’étanchéité** | **8** | 302 | 1960 |
| **Robinet d’arrêt aspiration** | **0** | 0 | 0 |
| **Robinet d’arrêt refoulement** | **0** | 0 | 0 |
| **Vis**  | **2** | 118 | 5600 |
| **Palier avant** | **10** | 69 | 1180 |
| **Palier arrière** | **2** | 12 | 360 |
| **Fuites frigo** | **1** | 5 | 200 |
| **Huile carter** | **0** | 0 | 0 |
| **Joint voyant d’huile** | **0** | 0 | 0 |
| **Filtre aspiration** | **0** | 0 | 0 |
| **Accouplement** | **2** | 24 | 400 |
| **Résistance carter** | **3** | 19 | 450 |

Q 2-1 Compléter le tableau de calcul des coûts

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **composants** | **coût perte sèche** | **coût horaire des pertes** |  **Coûts Pertes de prod.****CPP** | **Coûts de maintenance****CM** | **Coûts de défaillance****CD** |
| **Garniture d’étanchéité** |  |  |  |  |  |
| **Vis**  |  |  |  |  |  |
| **Palier avant** |  |  |  |  |  |
| **Palier arrière** | 11200 | 1000 | 12200 | 1460 | 15660 |
| **Fuites frigo** | 5600 | 250 | 5850 | 2425 | 9275 |
| **Accouplement** | 11200 | 4000 | 15200 | 1200 | 18400 |
| **Résistance carter** | 16800 | 1750 | 18550 | 1550 | 23100 |

Q 2-2 Calculer le coût moyen d’une défaillance ayant entrainé une indisponibilité supérieure à 4 h

Q 2-3 Calculer le coût moyen d’une défaillance pour chacun des 3 éléments les plus pénalisants

*Elément 1 :*

*Elément 2 :*

*Elément 3 :*

**Document Réponse DR6**

Q 3-1 Comment expliquer que pour les 3 défaillances les plus pénalisantes on retrouve dans l’historique une telle variation dans des temps d’arrêt comparés aux temps de réparation.

Q 3-2 En vous basant sur l’historique, les résultats précédents et les documents ressources fournis en annexe sur la décomposition des temps, proposer des axes d’amélioration.