# Epreuve de Stratégie de maintenance

Au 1er janvier, vous êtes embauché comme technicien de maintenance dans une papèterie. Vous êtes nommé responsable de la ligne de production de papier. L’équipe de production et la direction de l’entreprise sont insatisfaites de cette ligne N°1 achetée en 1963 :

- Trop d’arrêts

* Trop de tonnes de papier au rebut
* Pas assez de production
* Des coûts d’de maintenance trop élevés

La direction de l’entreprise vous demande d’améliorer les performances de cette ligne.

### Etude d’une nouvelle politique de maintenance

Première étape :

Vous avez décidé d’analyser le taux de rendement synthétique (TRS) de la ligne pendant 12 jours. Vous avez donc établi un tableau de bord, que les opérateurs ont rempli.

**Q1-1 A partir du tableau de bord suivant, calculez le taux de disponibilité, le taux de performance, le taux de qualité et le TRS de la ligne pour les 12 jours analysés. Conclure.**

***Vous pouvez utiliser le document d’aide présent en bas de la page 3.***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TAUX DE DISPONIBILITE** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| janvier | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total période |
| **Temps total** | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |   |
| **Temps d’ouverture** |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| grève nationale |   |   | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| marché saturé |   |   |   |   |   | 24 | 24 |   |   |   |   |   |   |
| pénurie matières premières |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 7 |   |   |   |
| autres |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| **Temps requis** | 24 | 24 | 22 | 24 | 24 | 0 | 0 | 24 | 24 | 17 | 24 | 24 |   |
| Causes internes de pertes |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| pannes | 1 |   |   | 1 | 3 |   |   |   | 2 |   |   |   |   |
| arrêts programmés courts |   | 5 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| arrêts programmés longs |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| essais |   |   |   | 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| changement de série |   |   |   |   |   |   |   | 5 |   |   | 2 |   |   |
| autres |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| **Temps de fonctionnement** | 23 | 19 | 22 | 20 | 21 | 0 | 0 | 19 | 22 | 17 | 22 | 24 |   |
| **Taux de charge** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Taux de disponibilité**  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **TAUX DE PERFORMANCE** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| janvier | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total période |
| Tonnes produites | 203 | 165 | 205 | 200 | 209 |   |   | 185 | 196 | 168 | 210 | 236 |   |
| cadence maximale (t/heure) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |   |
| production possible | 230 | 190 | 220 | 200 | 210 | 0 | 0 | 190 | 220 | 170 | 220 | 240 |   |
| **Taux de performance** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **TAUX DE QUALITE** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| janvier | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total période |
| Tonnes hors spécification | 0 | 3 | 7 | 10 | 5 |   |   | 13 | 2 | 2 | 0 | 2 |   |
| Tonnes produites bonnes | 203 | 162 | 198 | 190 | 204 |   |   | 172 | 194 | 166 | 210 | 234 |   |
| **Taux de qualité** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Deuxième étape :**

Les résultats de l’analyse du TRS confirment la nécessité d’améliorer la disponibilité. Une analyse de l’historique de la ligne (analyse de Pareto) a mis en évidence que les principales anomalies provenaient des **compresseurs**. Toute la maintenance effectuée sur la ligne est **corrective**.

Vous décidez d’analyser l’historique des compresseurs afin de mettre en place une politique de maintenance plus efficace et moins coûteuse.

La défaillance la plus fréquente concerne la ligne d’arbres des compresseurs ; cette défaillance est référencée par les agents dans l’historique (***Annexe 1 page 4***) par le terme « **BRUITS ANORMAUX COGNEMENT** ». (Information tirées de la GMAO sur 2 ans d’exploitation)

Une étude de la fiabilité de cette défaillance donne les éléments suivants :

* La loi de fiabilité de la ligne d’arbres :  avec β = 1,6 ; γ = 0 jours ; η = 71 jours
* Ce qui donne une **MTBF = 63,5 jours**.
* Coût horaire de main d’œuvre de maintenance **40 €/heure**
* Coût horaire de perte de production **910 €/heure**

**Q 2-1** **A l’aide de l’historique, calculer le coût direct de maintenance (main d’œuvre + pièces de rechange) moyen par intervention de maintenance corrective des défaillances « BRUITS ANORMAUX COGNEMENT ».**

**Q 2-2** **Calculer le coût de perte de production (ou d’indisponibilité) moyen pour une défaillance « BRUITS ANORMAUX COGNEMENT ». Hypothèse : temps de maintenance = temps d’arrêt des compresseurs.**

**Q 2-3** **Calculer le coût de la maintenance corrective C1 (coût de défaillance moyen = cout direct moyen + cout de perte de production moyen) en prenant en compte les valeurs trouvées aux 2 questions précédentes.**

Les causes de cette panne proviennent de défaillances d’éléments pouvant être remplacés par maintenance préventive systématique ou conditionnelle.

Vous décidez d’évaluer les coûts d’une maintenance préventive systématique ou conditionnelle.

**Q 2-4** **Utiliser l’abaque de l’annexe 2 (page 5).**

* **Existe-t-il une périodicité de maintenance préventive systématique donnant un coût par unité d’usage inférieur à celui de la maintenance corrective ?**
* **Si oui, quelle est cette périodicité (θ) ?**
* **Déterminer à l’aide de l’abaque le coût correspondant à la maintenance préventive systématique par unité d’usage C2(θ).**

***Remarque : on suppose que le coût direct de maintenance préventive systématique est identique au coût de maintenance corrective. Les interventions de maintenance systématique se feront sans arrêt de production (le week-end).***

**Troisième étape :**

La mise en place d’une maintenance conditionnelle nécessiterait l’achat d’un analyseur de vibrations ainsi que la mise en œuvre des composants sur le système et votre formation.

Vous estimez que le remplacement des pièces se ferait environ tous les 50 jours le week-end. (On néglige les inspections prévisionnelles entre les remplacements).

Cela représenterait un investissement de **25 000€**.

**Q 3-1 Déterminez le retour d’investissement par rapport à la maintenance corrective et préventive systématique.**

***Données :***

* La pièce changée coûte **143 €uros**
* Le temps de changement est prévu à **3 heures** d’intervention par un technicien de maintenance dont le coût horaire est de **40 €/heure**.
* Les interventions de maintenance conditionnelle se feront sans arrêt de production (le week-end).

**Quatrième étape :**

**Q 4-1 D’après cette étude, proposez une nouvelle politique de maintenance en argumentant votre choix.**

**AIDE POUR LE CALCUL DU TRS**

ANNEXE 1 FICHIER HISTORIQUE DE PANNES SUR 2 ANNEES.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **O.T.** | **DATE** | ANOMALIES | **CAUSES** | **TEMPS****MAINT (h)** | **COUT****RECHANGE (€)** |
| 1045 | 01.04 | AUCUNE PRESSION | JOINT ROBINETPURGE DETERIORE | 0,25 | 20 |
| 1220 | 05.05 | CONSOMMATIOND’HUILE TROP ELEVE | FILTRE AL’ASPIRATIONENCRASSE | 0,50 |  |
| 1356 | 31.05 | PRESSION MONTEDIFFICILEMENT | USURE DU CLAPETD’ASPIRATION | 1 | 80 |
| 1403 | 02.07 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | ROULEMENTCOMPRESSEUR H.SBALOURD VENTILAT | 2+1 | 200 |
| 1473 | 06.08 | PLUS D’ARRETCOMPRESSEUR | PRESSOSTATDEREGLE | 0,50 |  |
| 1602 | 13.09 | TEMPERATUREEXCESSIVE | MAUVAISEVENTILATIONEXTERIEURE | 1 | 1900 |
| 1789 | 24.10 | PRESSION MONTEDIFFICILEMENT | FUITE AUROBINET DE PURGE | 0,75 |  |
| 1924 | 24.11 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | ROULEMENTDESSERE | 1 | 100 |
| 2041 | 16.12 | AUCUNEPRESSION | RESSORT DECLAPET CASSE | 3,50 | 600 |
| 2130 | 24.01.04 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | USURE COUSSINETDE BIELLEBALOURD VENTILAT | 4+1 | 400 |
| 2230 | 12.03 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | CYLINDRESEGMENTS USES | 5 |  |
| 2431 | 17.04 | AUCUNEPRESSION | TUYAUTERIEBOUCHEECLAPET BLOQUE | 2 |  |
| 2671 | 29.05 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | BALOURDVENTILATEUR | 1 |  |
| 2733 | 28.06 | AUCUNEPRESSION | FILTRED’ASPIRATIONENCRASSE | 0,50 | 300 |
| 2890 | 12.08 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | USURE PIEDDE BIELLE | 3 | 200 |
| 3010 | 10.09 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | COURROIESDETENDUES | 1,50 | 300 |
| 3120 | 03.10 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | ROULEMENTDETERIORE | 5,50 |  |
| 3181 | 30.10 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | COURROIES USEESACCOUPLEMENTMOTEUR | 2+2 | 200 |
| 3276 | 23.11 | TEMPERATUREEXCESSIVE | TUYAUTERIEBOUCHEE | 1,50 | 150 |
| 3312 | 07.12 | BRUITS ANORMAUXCOGNEMENT | MANQUED’HUILE | 0,50 | 50 |
| 3367 | 26.12 | NON REDEMARRAGE DU COMPRESSEUR | MANOSTATDEFECTUEUX | 1 | 150 |

ANNEXE 2

|  |  |
| --- | --- |
| P = coût indirect d’une intervention corrective | p = coût direct d’une intervention corrective |
| C1 = coût d’une intervention corrective | C2(θ) = coût d’une intervention préventive |
| θ = périodicité de remplacement | r = P / p |

1- **CORRIGE**

|  |  |
| --- | --- |
| Durée d’intervention « bruits anormaux cognement : | 3+1+5+5+1+3+1.5+5.5+4+0.5=29.5 |
| Coût de la maind’œuvre : | 29.5 \* 40 =1180€ |
| Coût des rechanges : | 200+100+400+200+300+200+50 =1450€ |
| Coût directs sur 2 ans : | 1180+1450=2630€ |
| Nombre d’interventions en 2 ans : | 10 |
| Coût moyen d’une intervention : | 2630 / 10=263€ |

2-

|  |  |
| --- | --- |
| Coûts indirects sur 2 ans : | 29.5 \* 910 =26 845 € |
| Coût indirect moyen par intervention : | 26 845 / 10 =2 684.5 € |

3-

coût moyen d’une intervention : 263 + 2 684.5 =2947.5€

4-

|  |  |
| --- | --- |
| R = P / p | 2947.5 / 263 = 11.2 |
| η = 71 jours β = 1.6 |  |
| Abaque ⇒ x = 0.33 et c2/c1 =0.65 | θ = η \* x =71 \* 0.33 = 23.43 soit 23 jourset C2 = 0.65 \* 263 \* (365\*2/23) = 5425.8 € |

5-

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre d’interventions en 2 ans : | 2\*365/50 =14.6 soit 15 interventions |
| Coût en 2 ans : | 15\* 263=3945 € |

Equations des coûts :

Correctif : C1 = (2630+26845)/2 \* t

Systématique C2 = 5425.8/2 \* t

Conditionnelle C3 = 25 000 + 3945/2 \* t

C3 /C1 :

(2630+26845)/2 \* t =25 000 + 3945/2 \* t ⇒ t = 1.96 an soit 1 an et 11 mois

C3/C2=

5425.8/2 \* t = 25 000 + 3945/2 \* t ⇒ t = 33 ans !!!!!

Conclusion : on adoptera une maintenance préventive systématique