PARTIE 1 : ETUDE D’UN POSTE D’ETAMAGE

Situation initiale :

**Deux postes d’étamage** (dépôt d’étain sur des fils de cuivre) rentrant dans le processus de fabrication de disjoncteurs tombent souvent en panne. **Il a été décidé de mener une action d’amélioration sur ces postes**.

Rôle des postes :

Dans bol d’étain, chauffé de 350°C à 450°C, 2 opératrices sont chargées de tremper les extrémités des fils de cuivre des relais de disjoncteurs ; opération nécessaire afin d’assurer une parfaite soudure des fils lors du montage final.

Problèmes rencontrés :

La fréquence des défaillances a beaucoup augmenté. Les interventions de maintenance corrective restent généralement bénignes, **mais l’inertie des bols d’étain impose un refroidissement avant intervention d’une heure et une remise en chauffe après intervention également d’une heure** ; donc des pertes de production importante et des risques accrus de tomber en rupture de stock de relais étamés.

Données économiques de la situation initiale :

* Taux horaire de perte de production : 18,3 €
* Nb d’interventions de maintenance corrective effectuées durant l’année 2001 sur l’ensemble des 2 postes : 91
* Durée moyenne d’une intervention de maintenance corrective : 20 minutes
* Taux horaire d’un agent de maintenance : 30 €
* Coût annuel des pièces de rechange pour l’ensemble des 2 postes : 2300 €

Données économiques relatives à la nouvelle installation :

* Coût de remise à neuf de l’installation : 915 € par poste
* Heures d’étude et de réalisation : 40 heures pour les 2 postes
* Taux horaire d’un agent de maintenance : 30 €
* Améliorations envisagées : diminution du nombre de pannes par 3
* L’amélioration ne perturbe en rien la production car les interventions sont effectuées de nuit

Travail demandé :

*SUR LE DOCUMENT PAGE 2*

1. Calculer le coût annuel actuel d’indisponibilité.
2. Calculer le coût annuel actuel de maintenance corrective.
3. En déduire le coût annuel actuel de défaillance.
4. Déterminer le montant total de l’investissement envisagé.
5. Déterminer le coût envisagé de défaillance.
6. Estimer le gain éventuel obtenu.
7. En déduire le seuil de rentabilité.

|  |
| --- |
| **Coût actuel d’indisponibilité** |
| **Coût actuel de maintenance corrective** |
| **Coût actuel de défaillance** |
| **Montant envisagé de l’investissement** |
| **Coût de défaillance envisagé** |
| **Gain obtenu** |
| **Seuil de rentabilité** |

PARTIE 2 : REMPLACEMENT D’UN SYSTEME DE MANUTENTION

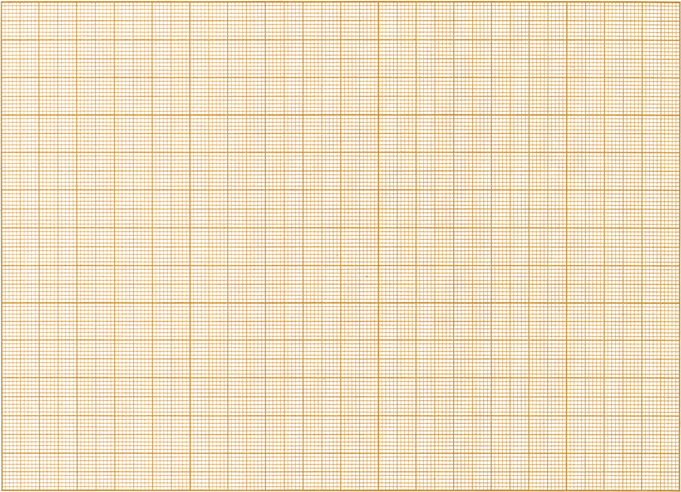
Les coûts de maintenance d’un système de manutention augmentant, le service maintenance décide d’effectuer une étude pour décider de l’éventuel renouvellement de l’installation.

***Valeur d’achat VA de l’équipement : 2300€***

1. Compléter le tableau des coûts en € :
2. En déduire la date de remplacement optimale du matériel

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Année** | **Coûts de maintenance** | **Coûts de maintenance cumulés** | **Valeur de revente** | **(VA+Coûts cumulés moins valeur de revente)/n : Cmu** |
| 1 | 4874 |  | 1600 |  |
| 2 | 4747 |  | 1473 |  |
| 3 | 4753 |  | 1355 |  |
| 4 | 4522 |  | 1247 |  |
| 5 | 5017 |  | 1147 |  |
| 6 | 5386 |  | 1055 |  |
| 7 | 5634 |  | 971 |  |
| 8 | 6078 |  | 893 |  |

**Tracer la courbe cmu = f(années) :**



|  |
| --- |
| ***Date de remplacement*** |

PARTIE 3 : REMPLACEMENT D’UNE CHAINE DE MONTAGE DE TELEVISEURS

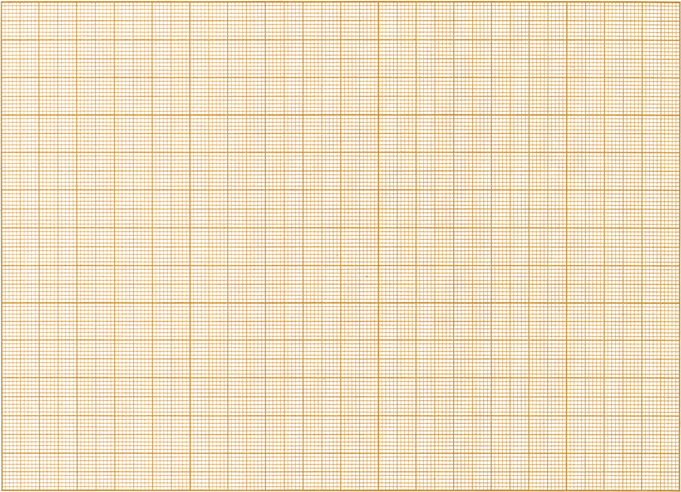
Une chaîne de montage de téléviseurs a été achetée 145 k€. Le tableau des coûts (en k€) est donné ci-après

1. Compléter le tableau des coûts en k€ :
2. Tracer sur le graphe :
   1. La valeur d’achat
   2. L’évolution des recettes
   3. L’évolution des coûts totaux
3. En déduire la date d’amortissement et la date de remplacement optimale du matériel

Recensement des coûts :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Année** | **Coûts de maintenance** | **Coûts de perte de production** | **Coûts d’utilisation** | **Coûts totaux annuels** | **Coûts totaux cumulés** | **Recettes** | **Recettes cumulées** |
| **n** | 49,64 | 54,88 | 26,22 |  |  | 123,36 |  |
| **N+1** | 11,95 | 15,25 | 26,22 |  |  | 123,36 |  |
| **N+2** | 31,71 | 16 | 26,22 |  |  | 123,36 |  |
| **N+3** | 59,01 | 45,73 | 26,22 |  |  | 123,36 |  |
| **N+4** | 71,37 | 77,75 | 26,22 |  |  | 123,36 |  |

Graphique des coûts :



|  |  |
| --- | --- |
| ***Date d’amortissement*** | ***Date de remplacement*** |

PARTIE 4  - BRAS MANIPULATEUR

Sur une presse, le système actuel commandant la rotation du bras manipulateur servant à évacuer les pièces de la presse pose problème (chocs en fin de course, erreurs de positionnement).

On a donc décidé de remplacer la commande TOR pneumatique par une commande proportionnelle.

L’investissement est fixé à **6900€.**

**Les** **gains prévisionnels envisagés sont 4 amortisseurs à 105 € pièce, 1 vérin à 300 € et 4 heures d’arrêt pour panne, sachant qu’une heure d’arrêt est facturée 800€.**

Déterminer le seuil de rentabilité.

|  |
| --- |
|  |

PARTIE 5  - MOTEUR DEFAILLANT

Une usine est composée de 3 lignes identiques (ensembles d’équipements qui assurent des productions semblables) qui marchent en continu. D’autres usines semblables existent en plusieurs points du territoire.

Le 1er décembre, à 11 heures, un incident grave survient sur le moteur de la ligne N°3. Ce moteur doit impérativement être démonté et envoyé chez le réparateur, installé à 860 kilomètres de l’usine.

Ce moteur étant réputé très fiable (c’est la 2ème panne qui survient en 5 ans), il n’y a qu’un seul moteur de rechange pour tout le pays, stocké dans les ateliers généraux de l’entreprise, à 920 kilomètres de l’usine.

Au moment de la panne, la ligne N°2 est à l’arrêt pour grande révision et le moteur correspondant est disponible pour une durée limitée (6 jours ouvrés).

Deux solutions s’offrent donc au responsable maintenance.

* **1ère solution :** attendre que le moteur en stock parvienne à l’usine pour procéder au changement tout en expédiant immédiatement le moteur défaillant chez le réparateur.
* **2ème solution :** déposer immédiatement le moteur de la ligne N°2 pour le poser sur la ligne N°3 et envoyer le moteur défaillant chez le réparateur tout en faisant venir le moteur de rechange qui sera monté sur la ligne N°2 à son arrivée.

**N.B.** Dans les 2 hypothèses, l’intervention pourra débuter au plus tôt le 1er décembre à 12 heures (il faut 1 heure au responsable pour prendre sa décision et organiser le travail).

***TRAVAIL DEMANDE SUR EXCEL ET OPEN PROJ :***

* **Faire sous « OPEN PROJ » la planification des 2 solutions.**
* **Calculer le coût de défaillance sous EXCEL des 2 solutions.**
* **Quelle décision prenez-vous ?**

***DONNEES :***

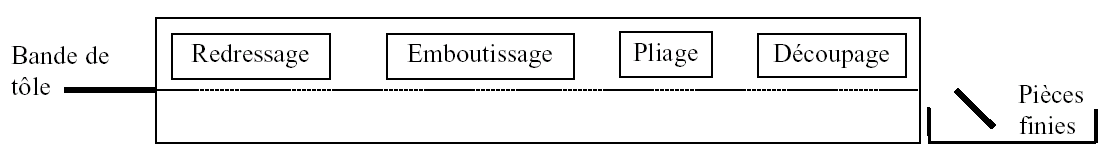
* *Caractéristiques du moteur :* P = 4750 KW ; N = 990 tr/min ; U = 6600V ; M = 22000Kg ; In = 480 A
* *Coût du transport : par camion en convoi exceptionnel*
  + Départ usine destination le réparateur : 4116€ (durée prévue du transport y compris chargement et déchargement : 86 heures, départ le 2 décembre à 7 heures)
  + Départ ateliers généraux destination usine : 4373€ (durée prévue du transport y compris chargement et déchargement : 92 heures, départ le 1er décembre à 15 heures).
* *Temps d’intervention*
  + Dépose du moteur : 6 heures
  + Pose du moteur : 6 heures
  + Transport moteur de la ligne 2 à la ligne 3 : 135 minutes.
* *Coût de l’heure agent de maintenance pour l’entreprise*
  + Horaire normal (6h\_20h) : 36,20€
  + Horaire “nuit” (20h\_6h) : 56,60€
* *Equipes d’intervenants*
  + Pose ou dépose : 3 agents travaillant simultanément
  + Transport de la ligne 2 vers la ligne 3 : 4 agents
  + Plusieurs équipes pourront travailler en même temps en cas de besoin.
* *Coût de la réparation*
  + Le réparateur évalue le montant de la réparation à 30337€, livraison aux ateliers généraux comprise, mais il faudra procéder à une expertise sur le rotor.
  + Si celui-ci doit être changé, la facture pourrait s’élever à 68602€
* *Coût de l’indisponibilité*
  + La perte d’une heure de production coûte à l’entreprise 6098 euros.
  + On admettra que la production normale pourra reprendre immédiatement après la fin des interventions.

****

PARTIE 6 : DISPONIBILITE ET COUT DE DEFAILLANCE

1 – Mise en situation :

Un atelier qui fabrique un produit appelé « ***adaptation de scie sauteuse*** », possède une machine pour réaliser le découpage et l’emboutissage d’une semelle. Cette pièce est obtenue en plusieurs opérations simultanées (redressage, emboutissage, pliage, découpe), à partir de bandes de tôles qui entrent à un bout de la machine. Les pièces finies tombent dans un bac à l’autre bout.



La machine fonctionne sur la base d’un cycle : lorsque la bande est avancée d’un pas, une pièce étant positionnée sous chaque poste de travail, tous les outillages descendent en même temps, réalisant les opérations simultanément. Ensuite la bande peut avancer d’un nouveau pas.

Un relevé de défaillances survenues sur la machine a été fait, pour un trimestre récent. Le tableau ci-dessous donne les temps et les coûts associés à chaque arrêt, pour chaque cause de panne.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dates** | **Défaillance relevée** | **Temps de fonctionnement en heures (\*)** | **Pièces remplacées** | **Coût des pièces en €** | **Temps de réparation en heures** |
| 06/01 | Moteur principal | 55 | Contacteur + relais thermique | 36 | 1,10 |
| 10/01 | Arrivées fluides | 30 | Joints | 24 | 0,80 |
| 20/01 | Module central | 40 | Vérin | 56 | 1,40 |
| 30/01 | Module central | 27 | Pince | 29 | 2 |
| 14/02 | Armoire de cde | 50 | Module E/S | 111 | 0,70 |
| 16/02 | Circuit pneumatique | 30 | Flexibles | 27 | 2,10 |
| 22/02 | Transfert bande | 26 | Guides | 25 | 1,50 |
| 28/02 | Armoire de cde | 32 | Variateur | 70 | 1,10 |
| 05/03 | Module central | 65 | Presseur | 22 | 0,50 |
| 08/03 | Module central | 29 | Molette | 29 | 1,30 |
| 17/03 | Ejecteur de sortie | 20 | Déflecteur | 15 | 2,10 |
| 22/03 | Module redressage | 30 | Galet | 24 | 1 |

(\*) : Temps de production réel entre les 2 dates

2 – Travail demandé :

*SUR LE DOCUMENT PAGE 8*

1. Calculer la MTBF et la MTTR à partir des données fournies.
2. En déduire la disponibilité INTRINSEQUE de la machine.
3. Donner votre avis sur la valeur trouvée à la disponibilité.
4. Chiffrer le coût total de défaillance de cet équipement pour le trimestre considéré avec un coût horaire de dépannage de 25€ et un coût horaire d’arrêt machine de 32€.
5. Ramener ce coût de défaillance trimestriel à un coût annuel sachant que l’entreprise travaille 11 mois par an.

|  |
| --- |
| **MTBF** |
| **MTTR** |
| **Disponibilité** |
| **Avis sur la disponibilité** |
| **Coût de défaillance trimestriel** |
| **Coût de défaillance sur 11 mois** |

PARTIE 7 – ETUDE DE REMPLACEMENT

Etude du remplacement du matériel périmé :

On envisage le remplacement des presses de l’étude précédente. La société "Embou-Matic" construit plusieurs machines de ce type. On donne ci-après des extraits des ***Fiches Caractéristiques***de ces équipements. Les valeurs sont celles qui définissent les performances de chaque machine. ***Le contrat de maintenance est proposé à l’année et correspond à 10 % du prix de vente de la machine***.

|  |  |
| --- | --- |
| **EMBOUT – MATIC** | **Modèle : EN 8** |
| **Cadence maxi**  **Temps de transfert de bande**  **Taux de disponibilité** | 8 cycles / minute  2,80 secondes  97,60% |
| **Prix de vente**  **Contrat de maintenance (pièce et main d’œuvre)** | 22532€  2253€ (10%) |

|  |  |
| --- | --- |
| **EMBOUT – MATIC** | **Modèle : EN 12** |
| **Cadence maxi**  **Temps de transfert de bande**  **Taux de disponibilité** | 12 cycles / minute  2,20 secondes  98,40% |
| **Prix de vente**  **Contrat de maintenance (pièce et main d’œuvre)** | 24362€  2236€ (10%) |

|  |  |
| --- | --- |
| **EMBOUT – MATIC** | **Modèle : EN 16** |
| **Cadence maxi**  **Temps de transfert de bande**  **Taux de disponibilité** | 16 cycles / minute  1,40 secondes  97,80% |
| **Prix de vente**  **Contrat de maintenance (pièce et main d’œuvre)** | 25032€  2503€ (10%) |

|  |  |
| --- | --- |
| **EMBOUT – MATIC** | **Modèle : EN 20** |
| **Cadence maxi**  **Temps de transfert de bande**  **Taux de disponibilité** | 20 cycles / minute  0,60 secondes  98,40% |
| **Prix de vente**  **Contrat de maintenance (pièce et main d’œuvre)** | 26511€  2651€ (10%) |

La charge de travail prévue sur cette machine est de 8 séries différentes produites chaque mois. Chaque série représente une quantité de 3000 pièces. Le temps d’utilisation de l’équipement est estimé à 50 heures mensuelles (temps de réglage + temps de production). Le temps de changement d’outillage entre les séries est évalué en moyenne à 3 heures.

*SUR LE DOCUMENT PAGE 10*

* En complétant les tableaux de détermination données, choisir la machine compatible avec le temps de production.
* Déterminer le seuil de rentabilité de la machine choisie.

Choix de la machine

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nb de séries fabriquées** | **Nb de pièces fabriquées par mois** | **Nb de changements de séries** | **Nb d’heures de réglages** | **Nb d’heures de production** |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Modèle EN 8** | **Modèle EN 12** | **Modèle EN 16** | **Modèle EN 20** |
| **Nb de pièces / minute** |  |  |  |  |
| **Nb de transferts correspondants** |  |  |  |  |
| **Durée de transfert correspondante en secondes** |  |  |  |  |
| **Durée totale de fabrication du nb de pièces en secondes** |  |  |  |  |
| **Durée de fabrication du nb de pièces réalisées par mois en heures** |  |  |  |  |
| **Machine compatible** | **🞏OUI**  **🞏NON** | **🞏OUI**  **🞏NON** | **🞏OUI**  **🞏NON** | **🞏OUI**  **🞏NON** |

Détermination du seuil de rentabilité

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Situation actuelle** | **Situation envisagée** |
| **Disponibilité** |  |  |
| **Nombre de pièces fabriquées par mois** |  |  |
| **Coût annuel de défaillance** |  |  |
| **Coût annuel du contrat de maintenance** |  |  |
| **Gain réalisé** |  | |
| **Investissement** |  | |
|  |  |  |
| **Seuil de rentabilité** |  | |

PARTIE 8 – CHOIX D’UNE METHODE PALLIATIVE LORS D’UNE DEFAILLANCE :

Chiffres maintenance :

* 60 heures de MPS effectuée hors production
* 48 heures de MC
* Coûts directs : 350 €/h

Chiffres production :

* charge de travail : 1760 h/an
* Indisponibilité liée à la maintenance corrective : 70 h
* coût matières première : 1000 €/h de production
* main d’œuvre production : 30 €/h + 50 % en heures supplémentaires
* Conduite machine : 2 agents
* Prix de revient industriel : 3000 €/h production
* Coût produit sous traité : 6000 €/h production
* Amortissement 1 million d’euros sur 5 ans

Travail demandé :

|  |
| --- |
| Calculer le coût direct de maintenance corrective |
| Déterminer l’amortissement ramené en €/heure |

Calculer les coûts indirects de maintenance dans les trois cas de figure :

* Production non faite et perte de la commande livrée
* Production sous traitée
* Production réalisée en heures supplémentaires

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Production sous traitée** | **Production non faite** | **Production en heures supplémentaires** |
| perte de production |  |  |  |
| matière 1ère non utilisée |  |  |  |
| amortissement non couvert |  |  |  |
| main d’œuvre perdue |  |  |  |
| main d’œuvre supplémentaire |  |  |  |
| Sous-traitance |  |  |  |
| ***Total*** |  |  |  |
| coût directs  +  coûts indirects |  |  |  |

PARTIE 9 – DECISION BASEE SUR LES COUTS DE MAINTENANCE :

Les deux embrayages d’une machine automatique doivent être remplacés périodiquement.

L’embrayage A coûte 400€ et peut être mis en place pour 500€. Il est censé travailler de façon satisfaisante durant 300 heures.

L’embrayage B coûte 300€ seulement, peut être installé pour 350€ et travailler 400 heures.

Les deux peuvent être remplacés ensemble lors d’un arrêt pour 450€.

En se basant sur un cycle de production de 3600 heures, comparer les coûts de remplacements individuels et simultané des embrayages. On pourra représenter sur une échelle de temps les différents instants où sont changés les embrayages.

Sur 3600 heures, on a 12 remplacements de A, 9 remplacements de B ; dont 3 instants communs.

Coût des remplacements individuels :

A : 9 remplacements à 900€ (400 + 500) = 8100€

B : 6 remplacements à 650€ (300 + 350) = 3900€

A+B : 3 remplacements à 1150€ (400 + 300 + 450) = 3450€

Soit un coût total de 15450€

Coût des remplacements simultanés

A+B : 12 remplacements à 1150€ = 13800€

Il est dont préférable de remplacer systématiquement B en même temps que A,

le gain dans ce cas est égal à 15450 – 13800 = 1650€