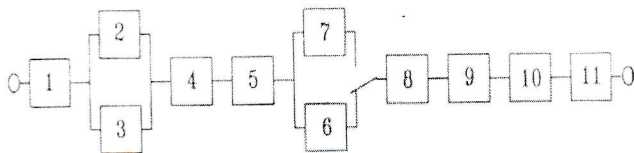


**Corrigé type Examen**

**Exercice 1 : (4 points)**

- 1-Déterminer le taux de défaillance de chaque élément en supposant la loi de fiabilité de chaque composant comme exponentielle ;
- 2-Déterminer la fiabilité de chaque élément au bout de 5 heures en supposant la loi de fiabilité de chaque composant comme exponentielle ;
- 3-Déterminer la fiabilité de la carte au bout de 5 heures ;



$$R_{s(t)} = e^{-\lambda_{DC} t} \cdot e^{-\lambda t} \cdot (1 + \lambda t)$$

$$R_{76} = e^{-0 \times 5} \cdot e^{-8.70 \times 10^{-3} \times 5} \cdot (1 + 8.70 \times 10^{-3} \times 5)$$

repère	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	comutation
MTBF	32	123	123	77	82	115	115	82	185	27	205	
MTTR	2,5	1,5	1,5	2	2	0,75	0,75	2	1	2,5	2	
$\lambda$	3,13E-02	8,13E-03	8,13E-03	1,30E-02	1,22E-02	8,70E-03	8,70E-03	1,22E-02	5,41E-03	3,70E-02	4,88E-03	0,00E+00
R(t)	85,53 %	96,02 %	96,02 %	93,71 %	94,08 %	95,75 %	95,75 %	94,08 %	97,33 %	83,10 %	97,59 %	1
R23(5)	99,84 %											
R76(5)	99,91 %											

1pts  
1pts  
1pts  
1pts

**Exercice 2 : (4points)**

Un système mécanique est composé de trois composants en série : A, B et C. Les composants suivent une distribution de Weibull avec les paramètres  $\beta$  et  $\eta$  donnés. Les paramètres  $\beta$  et  $\eta$  pour chaque composant sont les suivants :

Composant A :  $\beta = 2, \eta = 500$  heures ;

Composant B :  $\beta = 3, \eta = 1000$  heures ;

Composant C :  $\beta = 4, \eta = 1500$  heures

Calculez la fiabilité globale, le MTBF, le taux de défaillance, le MTTR, l'inverse de la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité opérationnelle du système pour une durée  $t = 1000$  heures et MTTR soit de 4 heures. Que pouvez-vous conclure ?

**Solution :**

1. Fiabilité globale : La fiabilité globale pour un système en série est le produit des fiabilités individuelles des composants.

La fiabilité pour une distribution de Weibull est calculée en utilisant la formule :

$$\text{Fiabilité} = \exp[-(t/\eta)^\beta]$$

Pour chaque composant, calculons la fiabilité à une durée donnée, par exemple  $t = 1000$  heures.

$$\text{Fiabilité du composant A} = \exp[-(1000/500)^2] \approx 0,2231$$

$$\text{Fiabilité du composant B} = \exp[-(1000/1000)^3] = 0,0498$$

$$\text{Fiabilité du composant C} = \exp[-(1000/1500)^4] = 0,0079$$

$$\text{Fiabilité globale} = \text{Fiabilité du composant A} * \text{Fiabilité du composant B} * \text{Fiabilité du composant C} \approx 0,2231 * 0,0498 * 0,0079 \approx 0,0008692$$

2. MTBF : Le MTBF pour un système en série avec une distribution de Weibull peut être calculé en utilisant la formule :  $MTBF = \eta * \Gamma(1 + 1/\beta)$ , où  $\Gamma$  est la fonction gamma.

1pts

MTBF du composant A =  $500 * \Gamma(1 + 1/2) \approx 500 * 1,414 \approx 707$  heures  
 MTBF du composant B =  $1000 * \Gamma(1 + 1/3) \approx 1000 * 1,443 \approx 1443$  heures  
 MTBF du composant C =  $1500 * \Gamma(1 + 1/4) \approx 1500 * 1,585 \approx 2378$  heures

1pt

MTBF =  $1 / (1/MTBF \text{ du composant A} + 1/MTBF \text{ du composant B} + 1/MTBF \text{ du composant C}) \approx 1 / (1/707 + 1/1443 + 1/2378) \approx 394,6$  heures **395,577**

3. Taux de défaillance : Le taux de défaillance ( $\lambda$ ) pour un système en série avec une distribution de Weibull est l'inverse du MTBF.

0.25pt

Taux de défaillance =  $1 / MTBF \approx 1 / 394,6 \approx 0,002528$  défaillance par heure

4. MTTR : Le MTTR est la durée moyenne de réparation. le MTTR soit de 4 heures.

0.25pt

5. Inverse de la fiabilité : L'inverse de la fiabilité est le complément à l'unité de la fiabilité.

Inverse de la fiabilité =  $1 - \text{Fiabilité globale} \approx 1 - 0,005525 \approx 0,994475$

0.5pt

6. Maintenabilité : La maintenabilité est évaluée en utilisant le MTTR. MTTR = 4 heures

0.25pts

7. Disponibilité opérationnelle : La disponibilité opérationnelle mesure le pourcentage de temps pendant lequel le système est disponible et en état de fonctionnement. Elle peut être calculée en utilisant la formule : Disponibilité =  $MTBF / (MTBF + MTTR)$ .

0.25pts

Disponibilité =  $MTBF / (MTBF + MTTR) \approx 394,6 / (394,6 + 4) \approx 0,9899$

8. Dans cet exercice, la fiabilité globale du système est d'environ 0,005525, le MTBF est d'environ 394,6 heures, le taux de défaillance est d'environ 0,002528 défaillance par heure, le MTTR est de 4 heures, l'inverse de la fiabilité est d'environ 0,994475, la maintenabilité est de 4 heures et la disponibilité opérationnelle est d'environ 98,99%.

0.5pts

Ces calculs permettent d'évaluer la performance, la fiabilité et la disponibilité d'un système mécanique utilisant la méthode de Weibull. Ils sont importants pour la gestion de la maintenance et l'amélioration des performances des systèmes industriels.

**Exercice 3 : (3 points)**

**Un système mécanique est composé d'un moteur et d'un roulement. Le moteur a une fiabilité de 0,95 et un MTBF de 5000 heures. Le roulement a une fiabilité de 0,98 et un MTBF de 8000 heures. Le temps moyen de réparation (MTTR) est de 2 heures. Calculez la fiabilité globale, le MTBF, le taux de défaillance, la maintenabilité et la disponibilité opérationnelle du système. Que pouvez-vous conclure ?**

**Solution :**

1. Fiabilité globale : La fiabilité globale est le produit des fiabilités individuelles des composants.

Fiabilité globale = Fiabilité du moteur \* Fiabilité du roulement =  $0,95 * 0,98 = 0,931$

0.5pts

2. MTBF : Le MTBF pour un système est calculé en utilisant la formule suivante :

MTBF =  $1 / (1/MTBF \text{ du moteur} + 1/MTBF \text{ du roulement})$

MTBF =  $1 / (1/5000 + 1/8000) = 3076,92$  heures

0.5pt

3. Taux de défaillance : Le taux de défaillance ( $\lambda$ ) du système est l'inverse du MTBF.

Taux de défaillance =  $1 / MTBF = 1 / 3076,92 = 0,0003255$  défaillance par heure

0.5pt

4. Maintenabilité : La maintenabilité est évaluée en utilisant le MTTR. MTTR = 2 heures

0.5pt

5. Disponibilité opérationnelle : La disponibilité opérationnelle mesure le pourcentage de temps pendant lequel le système est disponible et en état de fonctionnement. Elle peut être calculée en utilisant la formule suivante :

Disponibilité =  $MTBF / (MTBF + MTTR)$

Disponibilité =  $3076,92 / (3076,92 + 2) \approx 0,99935023$

0.5pt

6. Dans cet exercice, la fiabilité globale du système est d'environ 0,931, le MTBF est d'environ 3076,92 heures, le taux de défaillance est d'environ 0,0003255 défaillance par heure, la maintenabilité est de 2 heures et la disponibilité opérationnelle est d'environ 99,9350%.

0.5pts

Ces calculs permettent d'évaluer la performance, la fiabilité et la disponibilité d'un système mécanique et sont essentiels dans le domaine de l'ingénierie pour prendre des décisions en matière de maintenance et d'amélioration des systèmes.

**Exercice 4 : (9points)**

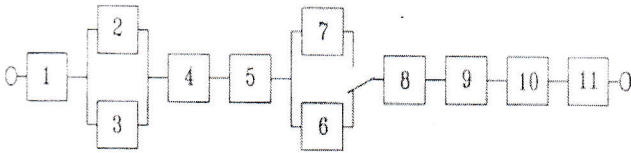
A/ Trois dispositifs A, B et C de même fiabilité  $R_A = R_B = R_C = 0.75$  sont connectés en parallèle

a) Déterminons la fiabilité de l'ensemble ;

Corrigé type Examen

Exercice 1 : (4 points)

- 1-Déterminer le taux de défaillance de chaque élément en supposant la loi de fiabilité de chaque composant comme exponentielle ;
- 2-Déterminer la fiabilité de chaque élément au bout de 5 heures en supposant la loi de fiabilité de chaque composant comme exponentielle ;
- 3-Déterminer la fiabilité de la carte au bout de 5 heures ;



$$R_{s(t)} = e^{-\lambda_{DC} t} \cdot e^{-\lambda t} \cdot (1 + \lambda t)$$

$$R_{76} = e^{-0 \times 5} \cdot e^{-8.70 \times 10^{-3} \times 5} \cdot (1 + 8.70 \times 10^{-3} \times 5)$$

repère	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	comutation
MTBF	32	123	123	77	82	115	115	82	185	27	205	
MTTR	2,5	1,5	1,5	2	2	0,75	0,75	2	1	2,5	2	
$\lambda$	3,13E-02	8,13E-03	8,13E-03	1,30E-02	1,22E-02	8,70E-03	8,70E-03	1,22E-02	5,41E-03	3,70E-02	4,88E-03	0,00E+00
R(t)	85,53 %	96,02 %	96,02 %	93,71 %	94,08 %	95,75 %	95,75 %	94,08 %	97,33 %	83,10 %	97,59 %	1
R23(5)	99,84 %											
R76(5)	99,91 %											

1pts

1pts

1pts

1pts

Exercice 2 : (4points)

Un système mécanique est composé de trois composants en série : A, B et C. Les composants suivent une distribution de Weibull avec les paramètres  $\beta$  et  $\eta$  donnés. Les paramètres  $\beta$  et  $\eta$  pour chaque composant sont les suivants :

- Composant A :  $\beta = 2, \eta = 500$  heures ;
- Composant B :  $\beta = 3, \eta = 1000$  heures ;
- Composant C :  $\beta = 4, \eta = 1500$  heures

Calculez la fiabilité globale, le MTBF, le taux de défaillance, le MTTR, l'inverse de la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité opérationnelle du système pour une durée  $t = 1000$  heures et MTTR soit de 4 heures. Que pouvez-vous conclure ?

Solution :

1. Fiabilité globale : La fiabilité globale pour un système en série est le produit des fiabilités individuelles des composants.

La fiabilité pour une distribution de Weibull est calculée en utilisant la formule :

$$\text{Fiabilité} = \exp[-(t/\eta)^\beta]$$

Pour chaque composant, calculons la fiabilité à une durée donnée, par exemple  $t = 1000$  heures.

$$\text{Fiabilité du composant A} = \exp[-(1000/500)^2] \approx 0,2231$$

$$\text{Fiabilité du composant B} = \exp[-(1000/1000)^3] = 0,0498$$

$$\text{Fiabilité du composant C} = \exp[-(1000/1500)^4] = 0,0079$$

$$\text{Fiabilité globale} = \text{Fiabilité du composant A} * \text{Fiabilité du composant B} * \text{Fiabilité du composant C}$$

$$\approx 0,2231 * 0,0498 * 0,0079 \approx 0,00008692$$

1pts

2. MTBF : Le MTBF pour un système en série avec une distribution de Weibull peut être calculé en utilisant la formule :  $MTBF = \eta * \Gamma(1 + 1/\beta)$ , où  $\Gamma$  est la fonction gamma.