Corrigé type d'Examen du module SdF (GI712)

Questions de cours : *(5 points)*

1. **Est-ce qu'on peut dire qu'un état de panne est un état de défaillance ou bien l'inverse ? Expliquer**

1 pt

<u>Réponse</u> : Oui on peut dire qu'un état de panne est un état de défaillance, car la défaillance se définit par l'inaptitude du système d'assurer une ou plusieurs fonctions alors que l'état de panne est un cas particulier de la défaillance dont le système est incapable d'une manière totale de fonctionner.

2. **Est-ce que l'établissement d'une chaine de Markov pour un certain système nécessite uniquement la connaissance de ses composants ? Expliquer**

1 pt

<u>Réponse</u> : Non, l'établissement d'une chaine de Markov pour un certain système nécessite non seulement la connaissance des ses composants, mais aussi la structure du système, le nombre de réparateur la politique de maintenance …

3. **Quand est ce qu'on peut dire qu'un processus est un processus markovien ?**

1 pt

<u>Réponse</u> : On peut dire qu'un processus est un processus markovien si ce processus modélise le comportement d'un système pour lequel l'évolution future depuis un état donné ne dépend que de cet état et non de la "trajectoire" qu'il a décrite pour y parvenir.

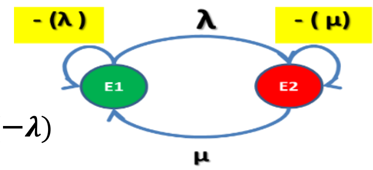
4. **Que signifier l'élément (a_{ii}) dans une matrice de transition et comment peut-on le trouver ? donner un exemple.**

1 pt

<u>Réponse</u> : l'élément (a_{ii}) dans une matrice de transition signifier la transition qui détermine l'occupation de l'état **i** *par le système c'est-à-dire que le système reste dans cette état i et ne sort pas (c'est l'inverse de sortir de cette état).*

<u>EX</u> : pour un système d'un seul composant

a_{11} *est la transition de l'occupation de l'état* **1** *qui égale à* $(-\lambda)$



5. **Est-ce que l'établissement d'un arbre de défaillance pour un certain système nécessite la connaissance des états de pannes ou bien les états de marche de ses composants ? Expliquer**

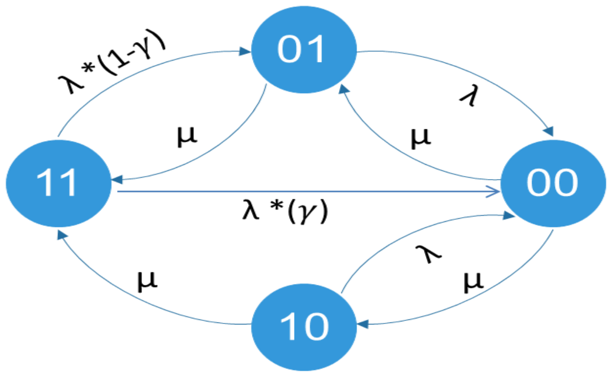
1 pt

<u>Réponse</u> : ni la première ni la deuxième, l'établissement d'un arbre de défaillance pour un certain système nécessite la connaissance des modes de fonctionnement de ses composants, leurs modes de défaillances, les liens entre ses composants (fonctionnement global du système) …

Exercice 01 : *(07 points)*

<u>Question 01</u> : Déterminer la valeur du taux de réparation des composants μ_1 *et* μ_2 **2.5 pts**

Etape 01 : on établit la chaine de Markov du système qui est la suivante



Sachant que : $\mu_1 = \mu_2 = \mu$, $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ et $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$

Etape 02 : d'après cette chaine de Markov le $\boldsymbol{\mu}$ se calcule comme suit :

$$MTTR = \frac{1}{\mu + \mu} = \frac{1}{2 * \mu} \Rightarrow \mu = \frac{1}{2 * MTTR} = \frac{1}{100}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mu_1 = \mu_2 = 10^{-2} \quad h^{-1}}$$

<u>Question 02</u> : Déterminer la valeur du taux de défaillance de ces composants sachant que cette valeur est <u>strictement positive</u>. **2 pts**

D'après la chaine de Markov préétablie on peut calculer $\boldsymbol{\lambda}$ comme suit :

$$MUT = \frac{1}{\lambda * (1 - \gamma) + \lambda * (\gamma)} + \frac{1}{\lambda + \mu} + \frac{1}{\lambda + \mu} \Rightarrow MUT = \frac{1}{\lambda} + \frac{2}{\lambda + \mu}$$

$$\Rightarrow MUT = \frac{3 * \lambda + \mu}{\lambda * (\lambda + \mu)}$$

D'un autre côté on a :

$$MUT = MTBF - MTTR = 350 - 50 = 300 \qquad \text{et} \qquad \mu = 10^{-2}$$

Alor

$$\frac{3 * \lambda + 10^{-2}}{\lambda * (\lambda + 10^{-2})} = 300 \Rightarrow \frac{3 * \lambda + 10^{-2}}{\lambda^2 + 10^{-2} * \lambda} = 300$$

$$\Rightarrow 300 * \lambda^2 + 3 * \lambda = 3 * \lambda + 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \lambda = \mp\sqrt{\frac{10^{-4}}{3}}$$

On prend la valeur positive donc : $\boxed{\lambda_1 = \lambda_2 \approx 5{,}77 * 10^{-3} \quad h^{-1}}$

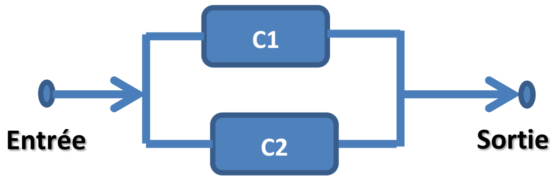
Question 03 : Déterminer que devient la valeur de **MTTR** du système si on suppose que sa structure est redondance active au lieu de redondance passive. **1 pt**

Pour cette question la valeur de MTTR du système avec structure *redondance active* reste toujours la même valeur que le MTTR dans le cas de structure *redondance passive* car l'état de panne du système reste un seul état (l'état où tous les composants sont en panne) alors :

$$\boxed{MTTR = 50\ h}$$

Question 04 : Déterminer la valeur de fiabilité des composants. **1,5 pts**

Etape 01 : on établit le diagramme bloc fiabilité qui est comme suit :



Etape 02 : on calcule la fiabilité des composants r_i sachant que $R_{sys} = 0.9$

D'après le diagramme bloc fiabilité on peut déterminer la fiabilité du système comme suit :

$$R_{sys} = 1 - [(1 - r_1) * (1 - r_2)] \quad avec \quad r_1 = r_2 = r$$

Alors : $$R_{sys} = 1 - (1 - r)^2 \Rightarrow (r)^2 - 2 * r + 0.9 = 0$$

On calcule le déterminant :

$$\Delta = 4 - 4 * 0.9 = 0.4$$

Donc on a deux solutions : $$r = \frac{2+\sqrt{0.4}}{2} \approx 1,32 \quad et \quad r' = \frac{2-\sqrt{0.4}}{2} \approx 0,68$$

On prend la deuxième valeur parce que la fiabilité est toujours entre 0 et 1 alors :

$$\boxed{r_1 = r_1 \approx 0,68}$$

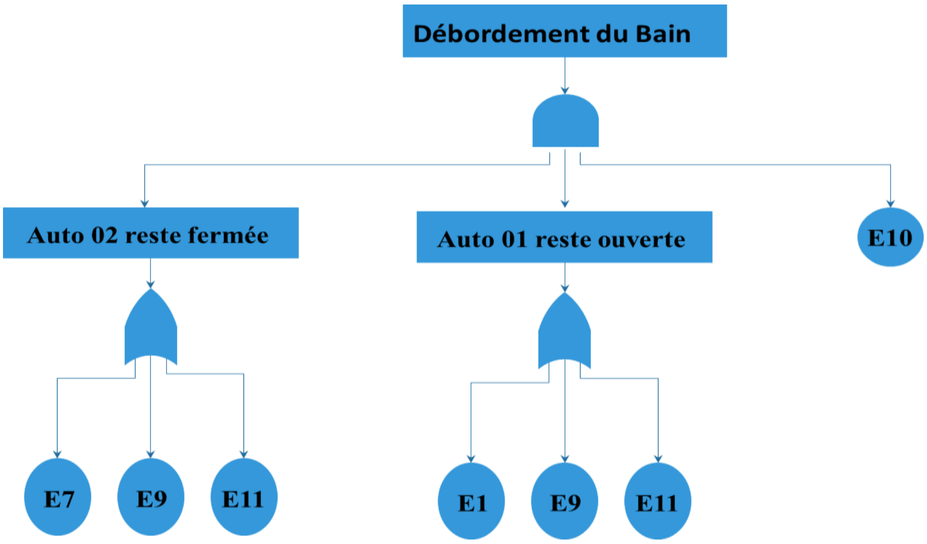
Exercice 02 : *(08 points)*

Question 01 : Donner deux modes de défaillances qui peuvent apparaitre sur le fonctionnement de chaque composant suivant : La résistance, le Filtre et le flotteur. **3 pts**

Composant	**Modes de défaillance**
La résistance	- N'échauffe pas - Echauffe mais avec des performances moindre (insuffisamment de chaleur)
Le Filtre	- Pas de filtration (le produit est plain des impuretés - Le produit ne passe pas à travers le filtre (à cause de Bouchage du filtre)
Le flotteur.	- Le flotteur ne ferme pas l'entrée du produit (coincement en position ouverte) - Le filtre ne permet pas le passage du produit (coincement en position fermée)

Question 02 : En utilisant le tableau de probabilités ci-dessous, calculer la probabilité d'occurrence de l'évènement redouté « **débordement du Bain** » sachant qu'aucun court-circuit n'est possible. 5 pts

Etape 01 : Pour calculer la probabilité d'occurrence de cet évènement il faut établir l'arbre de défaillance.



Avec **E1** : auto 01 bloquée ouverte, **E7** : auto 02 bloquée fermée, **E9** : Interrupteur défaillant, **E10** : Flotteur défaillant et **E11** : Batterie défaillante

Etape 02 : Calcul de probabilité :

Selon l'arbre de défaillance préétablit on peut déduire que l'évènement principale S (débordement du bain) se traduite par l'équation boolienne suivante :

$$S = E10 * (E7 + E9 + E11) * (E1 * E9 * E11)$$

Après simplification on peut trouver que

$$S = (E10 * E7 * E1) + (E10 * E9) + (E10 * E11)$$

Alors

$$P(S) = P((E10 * E7 * E1) + (E10 * E9) + (E10 * E11))$$

Selon la méthode de Poincaré on trouve

$$P(S) = P(E10 * E7 * E1) + P(E10 * E9) + P(E10 * E11)$$

$$P(S) = \boldsymbol{P(E10) * P(E7) * P(E1)} + P(E10) * P(E9) + \boldsymbol{P(E10) * P(E11)}$$

$$P(S) = \mathbf{4 * 10^{-10} * 14 * 10^{-10} * 2 * 10^{-12}} + 4 * 10^{-10} * 2 * 10^{-5} + \mathbf{4 * 10^{-10} * 4 * 10^{-2}}$$

$$\boxed{P(S) = 16 * 10^{-12}}$$