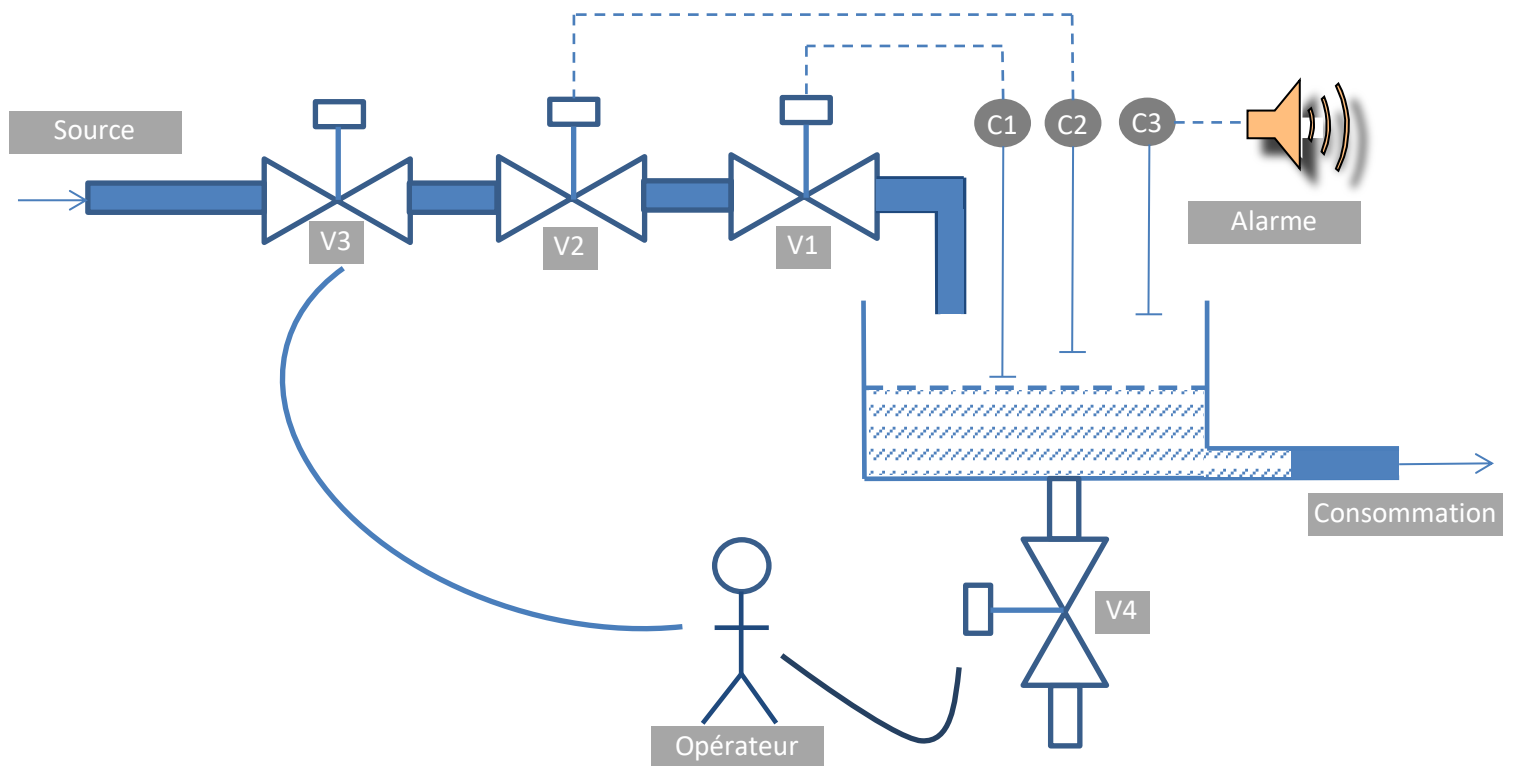


TRAVAUX PARATIQUES SURETE DE FONCTIONNEMENT

METHODES D'EVALUATION

ARBRES DE DEFAILLANCE



Le système décrit sur la figure ci-dessus permet d'alimenter en eau des résidences individuelles. Il comprend :

- Un réservoir
- Des capteurs de niveau haut (C1), très haut (C2) trop haut (C3)
- Une vanne normalement ouverte (V3) et une vanne normalement fermée V4
- Deux électrovannes V2 et V1 commandées respectivement par les capteurs C2 et C1
- Une alarme activée par C3

Si l'alarme est déclenchée, un opérateur doit fermer la vanne V3 et ouvrir la vanne à grand débit V4, afin d'éviter le débordement. Le débit de V4 est supérieur à celui V3.

L'opérateur est fiable à 95%, et les composants du système présentent les taux de défaillance suivants :

- | | |
|--|---------------------------|
| • V3 : bloquée ouverte | 10^{-3}hr^{-1} |
| • V2 et V1 : bloquée ouverte | 10^{-4}hr^{-1} |
| • V4 : bloquée fermée | 5.10^{-4}hr^{-1} |
| • C1, C2 et C3 : capteur défaillant (HS) | 10^{-3}hr^{-1} |
| • Alarme inopérante | 10^{-4}hr^{-1} |

On s'intéresse à l'événement redouté ER= « Débordement du réservoir ».

L'exigence de sûreté de fonctionnement associé est 10^{-6}h^{-1} pour l'événement redouté

1. Construire l'arbre de défaillance de ER.

2. Déterminer les coupes minimales sur cet arbre, en donner le nombre, l'ordre et la combinaison.
3. Calculer la probabilité de l'événement redouté en utilisant les coupes minimales à la date $t=1000h$.
4. En utilisant l'outil GRIF, modéliser l'arbre de défaillance de la question 1. Lancer les calculs et vérifier avec les résultats obtenus dans les questions 1, 2 et 3. Tracer la courbe de l'évolution de cette probabilité sur un horizon de temps suffisant. Quels sont vos observations et commentaires ? Est-ce que vos résultats sont cohérents avec la question 3.
5. Est-ce que l'exigence de sûreté est vérifiée ? Si non quelles solutions proposez-vous pour qu'elles le soient ?
6. On souhaite évaluer le facteur d'importance des différents composants, qui permet d'évaluer le risque associé à chaque composant. Le facteur de Vesely-Fussel se définit comme la probabilité qu'une coupe contenant un événement de base E_i soit réalisée sachant que l'événement redouté ER s'est produit.
Vérifier avec le logiciel GRIF les facteurs VF des différents événements de base. Choisir le bon horizon de temps pour cette question.
7. On souhaite connaître l'impact d'une réparation des composants sur la probabilité de l'événement redouté. On utilisera donc la fonction IND dans les paramètres des composants en indiquant un taux de réparation $\mu=0,02$, incluant la préparation des pièces de rechange et leur acheminement. On introduira cette modification pour tous les composants. Lancer le calcul et faites vos observations. Comparez les résultats au cas précédent. L'exigence de sûreté est-elle respectée ? Qu'en est-il de la disponibilité ? La mise en place des réparations ayant un coût proposer une solution permettant d'atteindre l'objectif tout en minimisant les coûts.
8. Une deuxième solution pour améliorer la fiabilité consiste à diminuer les taux de défaillances des composants en utilisant des composants plus robustes mais souvent plus coûteux. En considérant que le coût évolue de la manière suivante par rapport à l'amélioration du taux de défaillance des composants :

$$\text{Coût} \times 2 \rightarrow \lambda_i / 10$$

$$\text{Coût} \times 3 \rightarrow \lambda_i / 100$$

$$\text{Coût} \times 4 \rightarrow \lambda_i / 1000$$

Sachant que le coût d'un capteur représente 1% du coût de l'installation et qu'une vanne représente 8%, proposer une solution basée sur l'introduction de composants plus fiables en minimisant le coût.

Quelle est l'augmentation du coût (en pourcentage) pour cette solution ?

On souhaite ne pas dépasser 20% de coût supplémentaire, votre solution respecte-t-elle cette contrainte ? Existe-t-il une solution qui la respecte ?