

TD 03 : Arbre de défaillance

Partie 01 : Construction de l'arbre de défaillance

Exercice 01

Supposant un système d'alimentation d'eau potable (la Figure 01). Ce système fonctionne comme suit :

- Au début de la consommation, la vanne 3 est fermée et la pompe 1 est en arrêt tandis que les deux vannes (Vanne 1 et Vanne 2) sont en position ouverte.
- Si la consommation continue, le niveau de l'eau diminue jusqu'à ce que le capteur de niveau (LSH) détecte le niveau bas d'eau alors il ouvre automatiquement la vanne 3 et démarre la pompe 1 pour remplir le réservoir.
- Un deuxième capteur de niveau (LSHH) permet de détecter le niveau supérieur de l'eau pour éviter le débordement du réservoir
- Si le niveau d'eau augmente au-delà de limite supérieure, le capteur (LSHH) arrête la pompe 1, ferme la vanne 2 et déclenche une alarme pour prévenir l'opérateur qui doit fermer la vanne 1 manuellement.

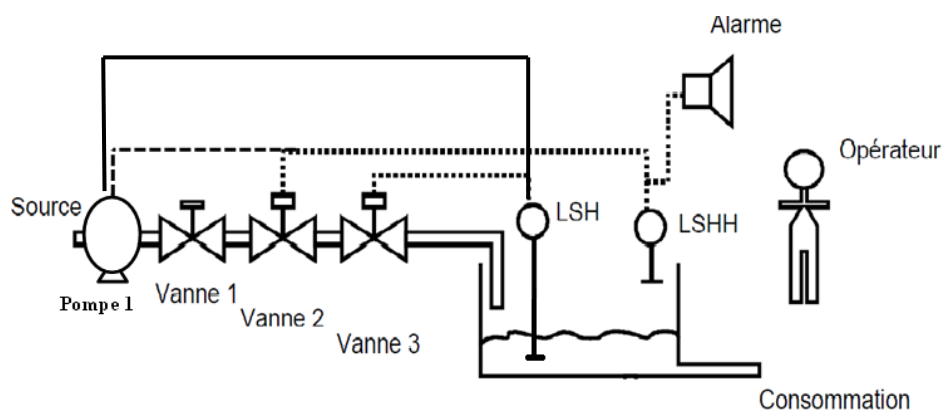


Figure 01 : Système d'alimentation d'eau potable

On demande de :

1. Etablir l'arbre de défaillances de l'évènement « **Pas d'eau à la sortie** »
2. Etablir l'AdD de l'évènement « **Débordement du réservoir** »

Hypothèses :

- On ne prend pas en considération les défaillances relatives aux pipes et au réservoir
- On considère que l'eau est toujours disponible à la source.

Exercice 02

Le système choisi dans cet exercice est un système de gestion de circulation des voitures (la figure 02)

Le rôle de ce système est de gérer le passage des voitures traversant une ligne ferroviaire dont le fonctionnement est le suivant :

- Dans le cas d'arrivée d'un train et avant quelques minutes l'armoire électrique (**API**) reçoit une information du **capteur radar**.
- Cette information est ensuite traduite par un signal de la **sonnerie 1** pour informer **l'opérateur**
- A partir de cette information, **l'opérateur** qui est dans la salle de contrôle donne un ordre de commande, à l'aide du **poste de commande**, au système pour bloquer le passage des voitures.
- Le blocage s'effectue à l'aide de la **Barrière pivotante** qui reçoit les ordres de l'armoire électrique (**API**) et par la **sonnerie 2** et le **feu clignotant** qui informent les voitures qui veulent passer.
- Après un certain temps (temps nécessaire pour le passage du train) le système permettra automatiquement le passage des voitures.

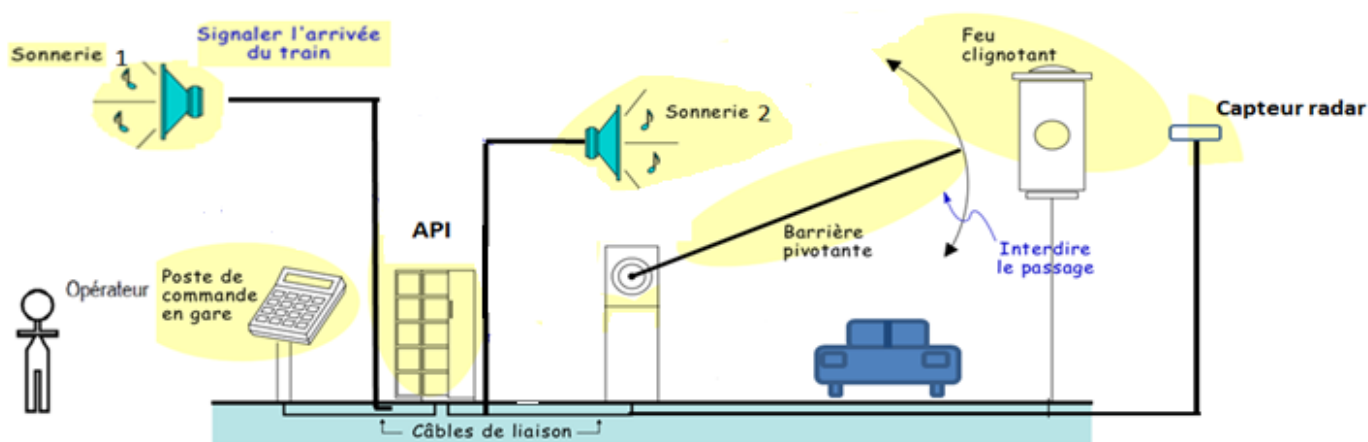


Figure 02 : Système de gestion de passage

On demande de :

1. Etablir l'arbre de défaillance qui représente l'évènement redouté « **Passage des voitures non bloqué dans le cas d'arriver du train** »
2. Réduire l'arbre de défaillance trouvé dans la question 1 en supposant qu'il n'y a pas des erreurs humaines

Partie 02 : Calcul de probabilités

Exercice 01

Soit une unité de production de vapeur (UPV) illustrée dans la Figure 01. Cette unité comporte deux chaudières alimentées en combustible et en eau. Elle possède également un système de rejet des produits de combustion permettant de respecter l'environnement. La vapeur produite par les deux chaudières alimente deux utilisateurs, U1 et U2. Le fonctionnement de l'UPV à deux niveaux de performance :

- **Niveau de performance 1** : avec deux chaudières en fonctionnement nominal, les deux utilisateurs U1 et U2 sont alimentés.
- **Niveau de performance 2** : si une seule des deux chaudières fonctionne, seul l'utilisateur U1 qui est alimenté (cet utilisateur est considéré prioritaire), et en cas de défaillance d'une chaudière, l'utilisateur U2 est déconnecté du réseau de distribution (en faveur de l'utilisateur U1).

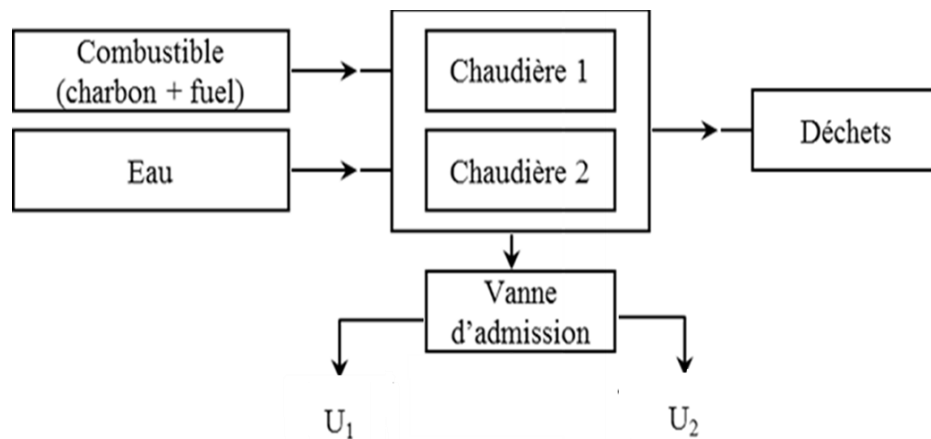


Figure 03 : Unité de production de vapeur UPV

Travail demandé :

1. Étudier qualitativement, avec la méthode des Arbres de défaillances, l'Événement Redouté :
« Non alimentation de l'utilisateur U1 ».
2. Déterminer les coupes minimales et dessiner l'arbre réduit
3. Calculer la probabilité d'occurrence de l'évènement redouté.

Évènements de base :

Évènement	Code	Probabilité
Défaillance de la vanne d'admission	A	1×10^{-5}
Défaillance Chaudière 1	B	2.5×10^{-2}
Défaillance Chaudière 2	C	2.5×10^{-2}
Défaillance Système d'évacuation de déchets	D	4.3×10^{-4}
Manque d'eau	E	2.0×10^{-5}
Manque de combustible	F	5.0×10^{-5}

Exercice 02

Considérez un système de dosage illustré par la figure 01. Ce système permet de produire un produit « C » en mélangeant deux produits, « A » et « B ». Le mélange est réalisé dans un malaxeur monté sur une bascule équipée de quatre capteurs permettant de contrôler le dosage des produits versés dans le malaxeur.

Pour obtenir un produit « C » de qualité optimale, il faut 30 kg de produit « A » et 40 kg de produit « B ». Le fonctionnement du système est décrit comme suit :

- À l'état initial, toutes les vannes sont fermées et le malaxeur est vide.
- Au démarrage, le capteur « S1 » commande l'ouverture de la vanne « VA » pour permettre l'écoulement du produit « A ».
- L'écoulement du produit « A » se poursuit jusqu'à ce que la masse dans le malaxeur atteigne 30 kg. À ce stade, le capteur « S2 » ferme la vanne « VA » et le capteur « S3 » ouvre la vanne « VB » pour écouler le produit « B ».
- L'écoulement du produit « B » se poursuit jusqu'à atteindre un total de 70 kg (mélange de A et B), puis le capteur « S4 » ferme la vanne « VB ».

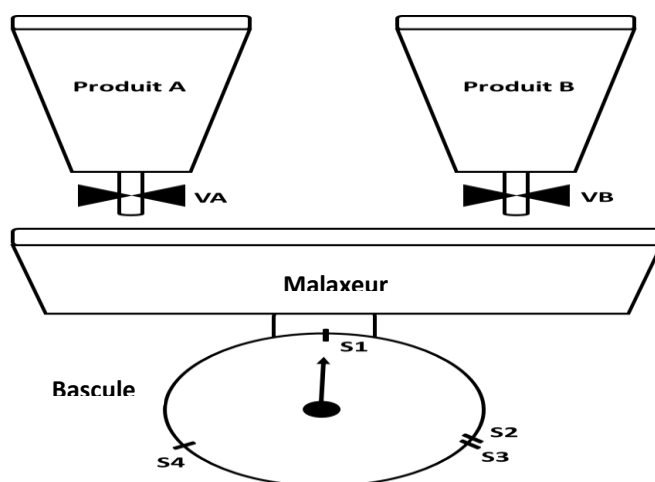


Figure 04 : Système de dosage

Travail demandé :

En utilisant la méthode de l'arbre de défaillance et le tableau 02, calculez la probabilité que le produit fini soit non conforme dans les scénarios suivants :

1. Le produit fini contient uniquement une quantité ≤ 25 kg de produit « A ».
2. Le produit fini contient 30 kg de produit « A » mais seulement 20 kg de produit « B ».

Composants	VA	VB	S1	S2	S3	S4
Probabilité de défaillance	0.1	0.15	0.08	0.13	0.06	0.22

Tableau 02 : Probabilités de défaillance des composants

Remarques :

- Toute probabilité inférieure ou égale à 10^{-3} est considérée comme très faible.
- Seules les vannes et les quatre capteurs sont pris en compte dans cet exercice.
- Chaque composant peut être dans l'un des deux états suivants : « panne » ou « bon fonctionnement ».