

Étude d'une soufflerie équipant un tunnel



Afin de faciliter les déplacements des marchandises et des personnes sur Terre, l'usage de tunnels souterrains est de plus en plus fréquent. Ces tunnels doivent assurer la sécurité des personnes les empruntant, surtout s'il s'agit de tunnels autoroutiers où des véhicules consommant du pétrole les empruntent. Ces véhicules majoritairement constitués d'un moteur thermique consomment du pétrole (gazole, essence, ...) et dégagent des gaz, notamment des oxydes d'Azote, du dioxyde de Soufre, du gaz CO₂, ainsi que bon nombre de particules dangereuses telles que le Plomb, ...

Afin d'assurer la sécurité des personnes dans les tunnels et de respecter la législation en vigueur sur ces ouvrages, il est nécessaire d'installer un système de ventilation permettant la circulation de l'air, et donc d'évacuer les gaz.

Un tunnel est équipé de 3 ventilateurs indépendants et de 2 capteurs (un de température et un de gaz CO₂). La commande de chaque ventilateur (variables de sortie) est indépendante et sont notées Fan1, Fan2 et Fan3 et sont des variables binaires.

Les 2 capteurs permettent d'acquérir l'état de l'air dans le tunnel. La variable associée au capteur de température est *temp*, et la variable associée au capteur de gaz CO₂ est notée *CO2*.

Le capteur *temp* est analogique, *CO2* est binaire. Dans le graphe d'états, $\overline{CO2}$ signifie $\overline{CO2}$.

On souhaite décrire le comportement de la ventilation tel le cahier des charges fonctionnel ci-dessous :

Extrait du cahier des charges fonctionnel :

Le premier ventilateur **Fan1** est toujours commandé afin de créer un léger flux d'air dans le tunnel. Le second ventilateur **Fan2** est commandé (ventilateur **Fan3** non commandé) lorsque la température dans le tunnel dépasse 20°C et qu'il n'y a pas de CO₂. Le troisième ventilateur **Fan3** est commandé (avec le ventilateur **Fan2**) lorsque que le capteur de gaz CO₂ indique une présence importante de gaz CO₂. Si la température est supérieure à 24°C et que le niveau de gaz CO₂ n'est pas trop important, la commande des ventilateurs 1 et 3 est réalisée (ventilateur **Fan2** non commandé).

Q1.1. Une étude préliminaire a permis de mettre en évidence la présence de 4 états sur le système de ventilation. Listez, sur le document réponse, ces 4 états en précisant pour chacun d'entre eux le ou les ventilateurs commandé(s).

Le graphe d'états partiel du comportement du système est donné sur le document réponse.

Q1.2. Compléter les ordres de commande des 3 ventilateurs dans les états 2, 3 et 4.

Q1.3. Analyse des évolutions possibles du graphe d'états :

◇ Donner la cause du passage de l'Etat 1 à l'Etat 3 lors de la mise sous tension de la commande.

◇ En fonctionnement normal (en dehors de la mise sous tension), justifier que la séquence Etat1 → Etat2 → Etat1 → Etat3 est impossible. Indiquer précisément la raison.

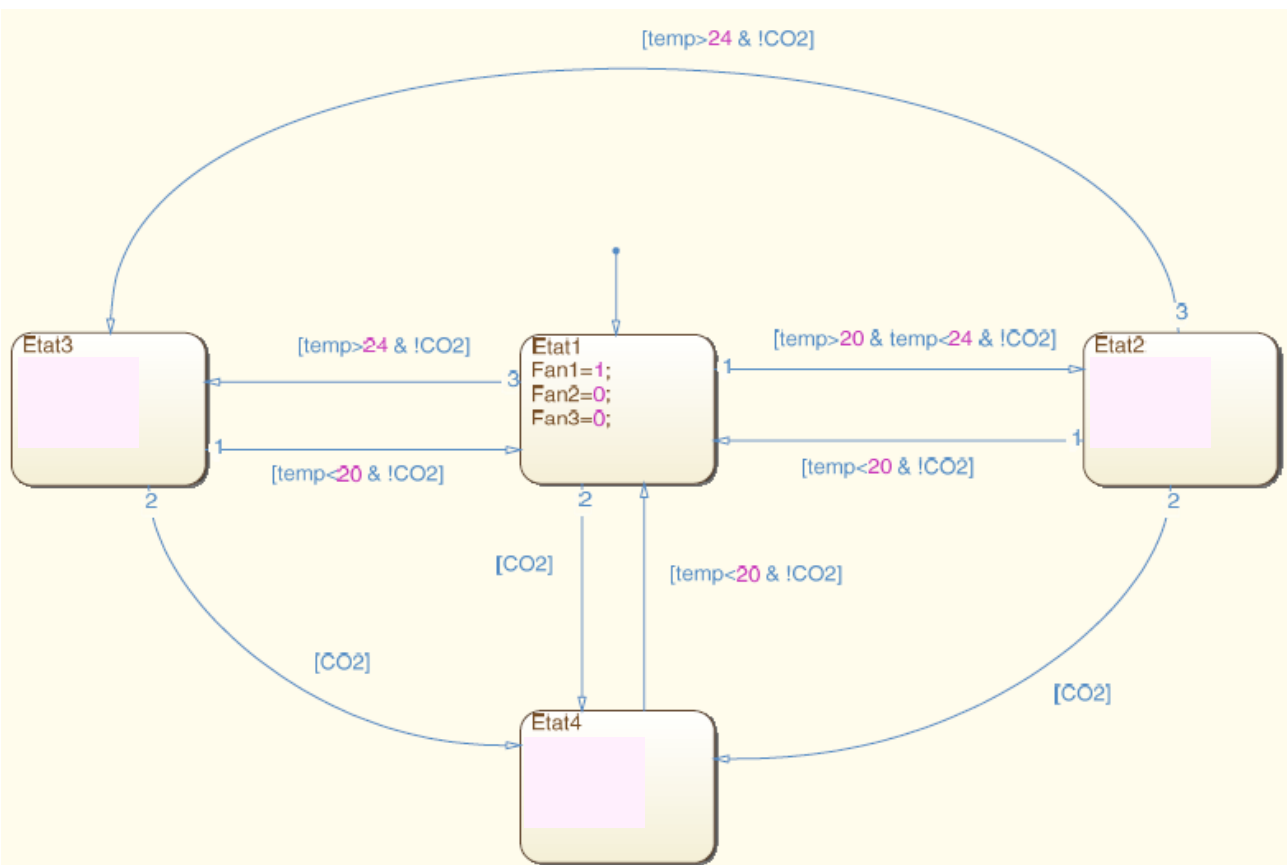
Q1.4. Compléter, sur le document réponse, le chronogramme en spécifiant l'état actif du diagramme état-transition et l'état des ventilateurs. À l'instant $t=0$, l'état actif est l'Etat1.

NOM :

Q1.1

Etat	Ventilateur(s) commandé(s)
1	
2	
3	
4	

Q1.2

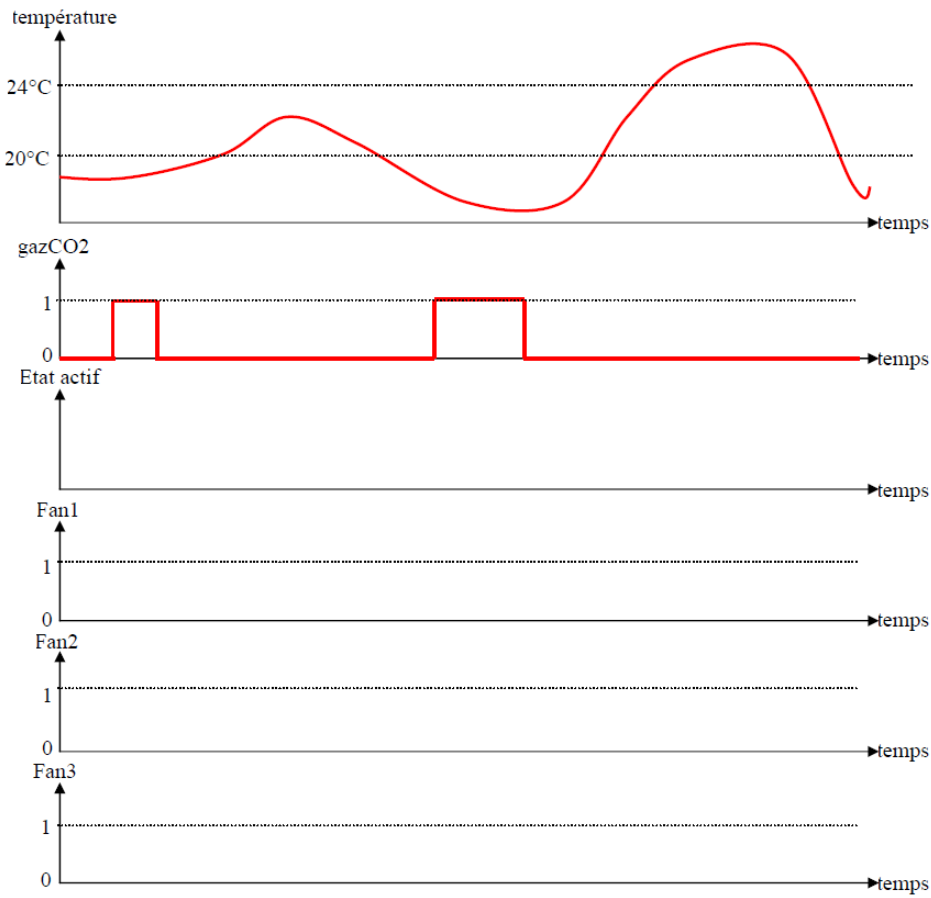


Q1.3

◇

◇

Q1.4



POMPES A PISTONS AXIAUX

Le système étudié ici est une pompe à pistons axiaux. Elle est constituée d'un corps **0** dans lequel sont répartis les 5 pistons (k , avec $k \in [2, 6]$) dont les axes sont disposés sur un cylindre de révolution d'axe (O, \vec{x}_0) et de rayon R .

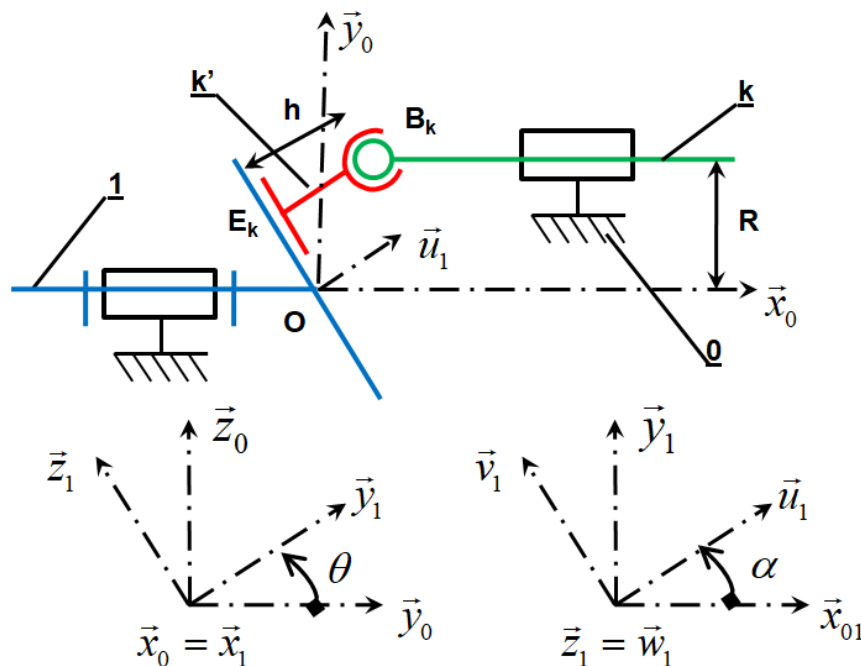
La rotation de l'arbre moteur **1** entraîne le déplacement des pistons et l'aspiration ou le refoulement du fluide hydraulique. La distribution du fluide n'est pas représentée.

Le vecteur vitesse de rotation de l'arbre moteur **1** est noté : $\vec{\Omega}_{1/0} = \omega \cdot \vec{x}_0$ avec ω constante.

L'angle α est constant.

Pour la configuration du schéma, l'angle $\theta(t)$ est nul.

On s'intéresse au piston ($k=2$) d'axe (B_2, \vec{x}_0) tel que $\overrightarrow{OB_2} \cdot \vec{z}_0 = 0$.



Pour notre étude $k=2$ et $k'=2'$.

Travail demandé :

- 1- Déterminer la liaison entre **(1)** et **(0)**. Ecrire la forme du torseur cinématique de cette liaison en fonction des paramètres proposés.
- 2- Déterminer la liaison entre **(1)** et **(2')**. Ecrire la forme du torseur cinématique de cette liaison.
- 3- Déterminer la liaison entre **(2')** et **(2)**. Ecrire la forme du torseur cinématique de cette liaison.
- 4- Déterminer la liaison entre **(2)** et **(0)**. Ecrire la forme du torseur cinématique de cette liaison.
- 5- Ecrire la fermeture cinématique entre les solides **(0)-(1)-(2')-(2)-(0)** au point **B2** dans la base $(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$.
- 6- A l'aide des équations précédentes, déterminer la loi entrée sortie du mécanisme (vitesse de translation du piston **(2)** par rapport au corps **(0)** en fonction de ω , R , α et $\theta(t)$).
- 7- Tracer le graphe des liaisons du mécanisme limité à un seul piston (le n°2).
- 8- Trouver la liaison équivalente entre **(1)** et **(2)**.
- 9- Tracer le schéma cinématique du mécanisme en perspective en utilisant la liaison équivalente précédente.