

## TP à rendre: contrôle de température et de pression

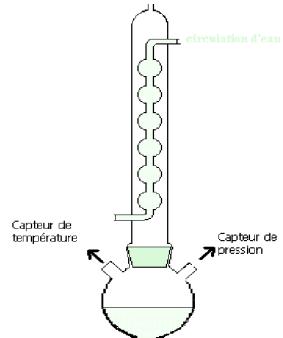
*Proposé par Samia BOUZEFRANE et Patrick Jocelyn ANDRIANIAINA*

Supposons disposer d'un système embarqué temps réel qui capte régulièrement la pression et la température d'un liquide dans une réaction chimique en vue de détecter le moment où le liquide est entièrement évaporé. Pour cela, deux tâches sont utilisées respectivement pour lire la température (via un capteur de température) et lire la pression (via un manomètre) pour contrôler le comportement du liquide et détecter le moment où le liquide s'est entièrement évaporé.

Notre système est semblable au suivant:

La formule de Rankine (ref [1],2]) donne une expression théorique de la pression en fonction de la température (sur la plage de 0 à 140°C par rapport aux cas pratiques) :

$$\ln p_{sat} = 13,7 - \frac{5120}{T}$$



avec :

- $p_{sat}$  : pression de vapeur saturante de l'eau, en atmosphère
- $T$  : température absolue, en K

Pour des températures plus élevées, on pourra utiliser la [formule de Duperray](#) (sur la plage de 90 à 300 °C par rapport aux cas pratiques) :

$$p_{sat} = \left(\frac{t}{100}\right)^4$$

avec :

- $p_{sat}$  : pression de vapeur saturante de l'eau, en atmosphère
- $t$  : température, en °C

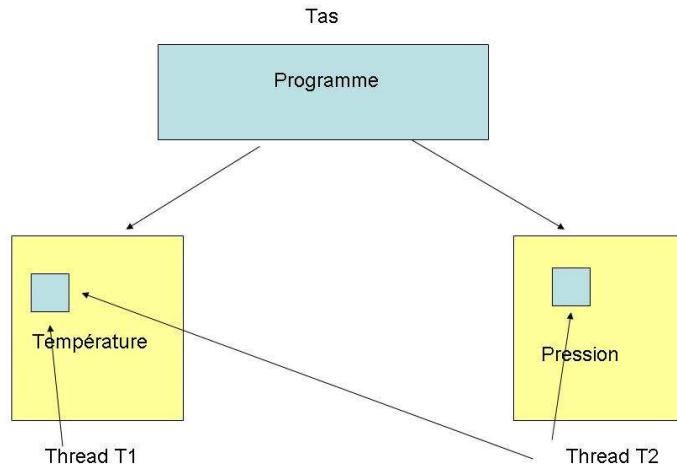
En effet, à chaque fois que la température augmente, il se produit une évaporation partielle du fluide. Ceci entraîne une augmentation de la quantité de vapeur au-dessus du liquide, et par conséquent une augmentation de la pression. Si la température du liquide se stabilise, la pression fait de même et prend une valeur telle qu'elle empêche l'évaporation du liquide. De la même manière, une diminution de la température du liquide entraîne la condensation d'une partie de la vapeur. De ce fait, celle-ci entraîne une diminution de la pression et crée donc un équilibre à une valeur plus basse. Cependant, s'il ne reste plus qu'une seule goutte de liquide (et que l'on continue à augmenter la température de la bouteille) une fois cette dernière goutte évaporée, il ne reste plus de liquide pour fournir de la vapeur, et la pression ne peut plus continuer à monter.

L'objectif est de vérifier si les deux paramètres évoluent simultanément dans le même sens (selon la courbe). Car si la pression reste constante alors que la température augmente, cela signifie que tout le liquide s'est évaporé.

Pour implémenter une telle application en Java temps réel, nous traduisons les tâches à l'aide de deux threads temps réel T1 et T2 créées au démarrage de l'application dans des espaces mémoires différents. L'objet *Température* sera déclaré dans T1 et est partagé avec T2. T2 lit la pression dans

l'objet *Pression*, récupère la valeur de la température dans l'objet correspondant à T1 et compare les valeurs fraîchement lues avec les valeurs précédentes afin de déduire leur évolution et détecter une éventuelle évaporation du liquide.

Ecrire un programme en Java temps réel en respectant la hiérarchie définie dans la figure suivante. On supposera que les threads ont les mêmes caractéristiques temporelles. De plus, l'accès à l'objet *Température* se fera à l'aide des moniteurs.



Références:

1. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Formule\\_de\\_Clapeyron](http://fr.wikipedia.org/wiki/Formule_de_Clapeyron)
2. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pression\\_de\\_vapeur\\_saturante](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pression_de_vapeur_saturante)