

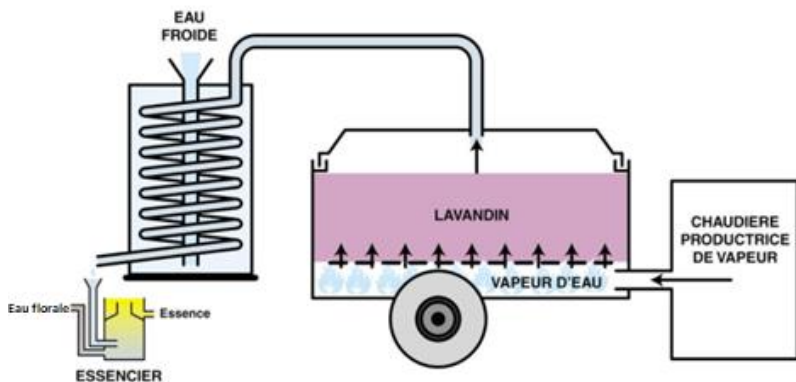
Partie 2 : Hydrodistillation du lavandin (6 points)

Depuis le début des années 1990, les producteurs de lavandin utilisent un nouveau système de récolte et de distillation.

Les tiges et fleurs de lavandin sont broyées puis envoyées dans un caisson posé sur la remorque d'un camion, dans lequel l'hydrodistillation est directement réalisée.

Un couvercle est posé sur le caisson et de la vapeur d'eau, produite par une chaudière, arrive par le bas du caisson sous le végétal.

Les vapeurs, chargées en huile essentielle de lavandin, sont dirigées vers un condenseur et le mélange d'eau et d'huile essentielle obtenu est recueilli dans l'essencier dans lequel il décante et se sépare, par différence de densité, en huile essentielle et en eau florale.



Source : d'après distillerie des 4 vallées

<https://www.distillerie-des-monts-du-matin.fr/>

Données :

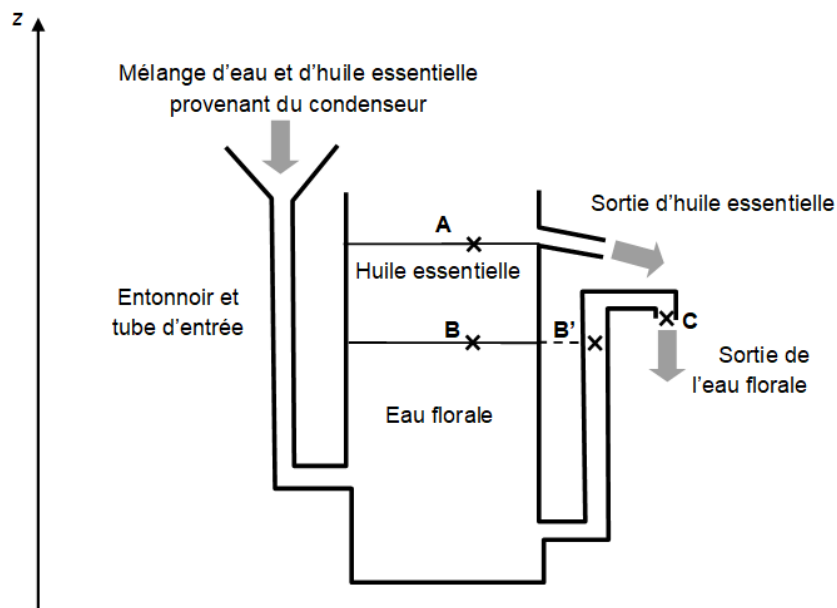
- L'huile essentielle de lavandin n'est pas miscible à l'eau.
- Masse volumique de l'eau florale à 25°C : $\rho_e = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- Masse volumique de l'huile essentielle à 25°C : $\rho_h = 900 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- Intensité de pesanteur : $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Étude de l'essencier

L'odeur caractéristique de la lavande provient principalement de l'éthanoate de linalyle.

La décantation dans l'essencier s'effectue à la pression atmosphérique ($P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) et à 25°C.

On schématise l'essencier (sans souci d'échelle) de la façon suivante :



L'huile essentielle s'évacue en continu et le niveau de l'interface huile/eau florale reste constant dans l'essencier. Les vitesses d'écoulement étant très faibles, on considère dans cette partie que la loi de la statique des fluides peut s'appliquer.

On souhaite avoir une hauteur d'huile essentielle $z_A - z_B$ égale à 10 cm. Pour cela, il faut procéder au réglage de la différence de hauteur $z_C - z_{B'}$ de la canalisation de sortie de l'eau florale.

Q14. Donner la valeur de la pression au point A et au point C.

Q15. Justifier que la pression au point B' est égale à la pression au point B.

Q16. En déduire que $P_B - P_A = P_{B'} - P_C$.

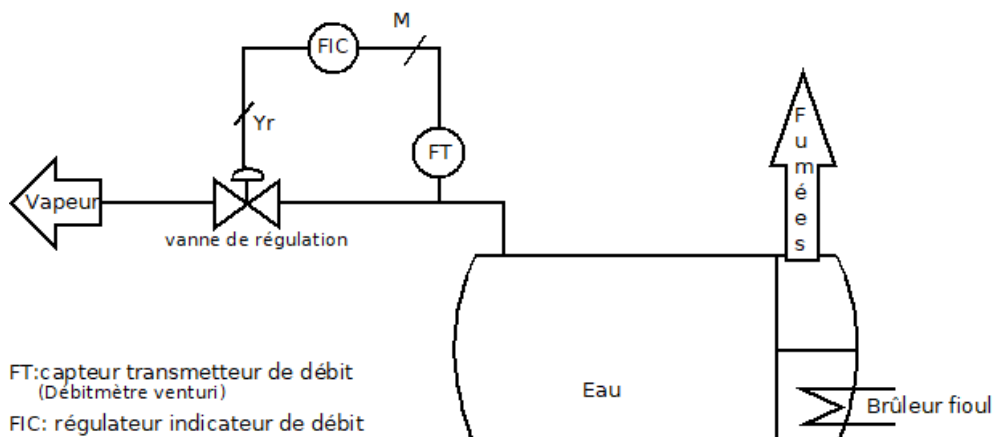
Q17. À l'aide de la question précédente et en appliquant la loi de la statique des fluides entre A et B ainsi qu'entre B' et C, exprimer la différence de hauteur $z_C - z_{B'}$ en fonction de ρ_e , ρ_h et z_A et z_B , puis la calculer.

Étude de la chaudière

La vapeur d'eau nécessaire à l'opération est produite par une chaudière à tubes de fumée équipée d'un brûleur au fioul.

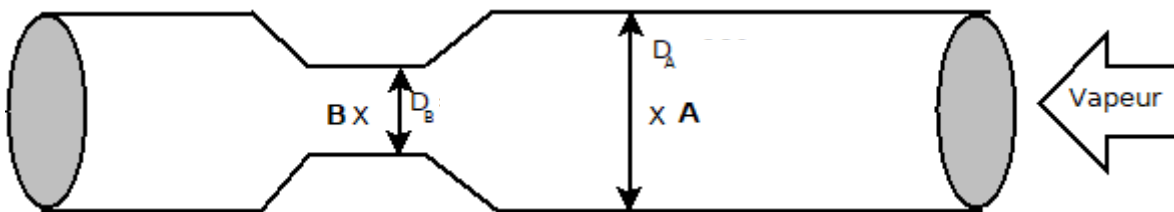
La vapeur d'eau produite est envoyée dans le caisson avec un débit massique de $2000 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$.

Le débit de vapeur est contrôlé par une boucle de régulation composée d'un capteur transmetteur de débit (FT), d'un régulateur (FIC) et d'un actionneur (vanne).



La mesure du débit de vapeur (régulé à $2000 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$) est réalisée par un débitmètre Venturi intégré à la canalisation reliant la chaudière au caisson.

On fournit ci-après le profil de la canalisation du débitmètre Venturi :



Dans cette étude réalisée en régime permanent, on considère la masse volumique de la vapeur d'eau constante ($\rho = 1,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Les points A et B sont à la même altitude.

Q18. En exploitant la loi de conservation des débits, comparer qualitativement (sans calcul) la vitesse v_B de la vapeur au point B à la vitesse v_A au point A.

La relation de Bernoulli est donnée ci-dessous :

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{v_A^2}{2} + g \times z_A = \frac{P_B}{\rho} + \frac{v_B^2}{2} + g \times z_B$$

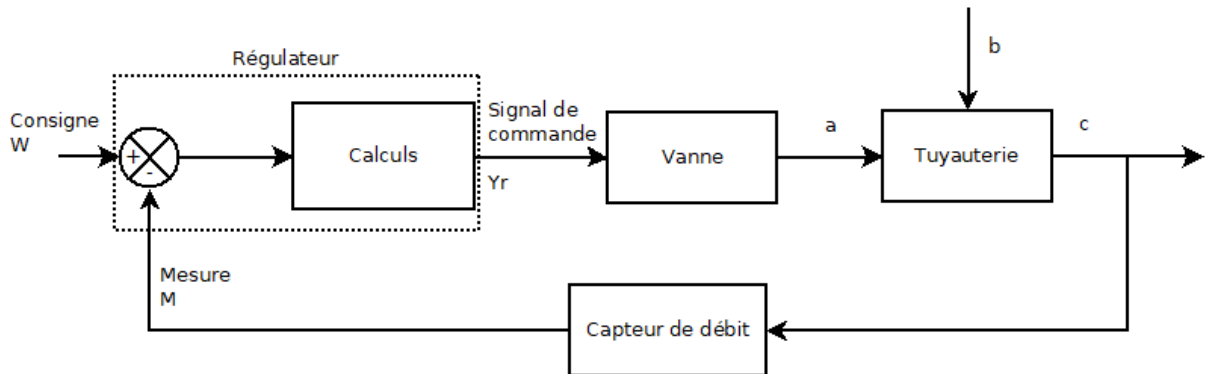
Q19. Justifier qualitativement que la pression P_B au point B est plus petite que la pression P_A au point A.

Régulation du débit de vapeur

Le débit de vapeur est régulé à la consigne de $2000 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ par action sur l'ouverture de la vanne. Son objectif est de maintenir le débit constant quelles que soient les variations de pression de vapeur.

Q20. Identifier dans le système, la grandeur réglée, la grandeur réglante et la grandeur perturbatrice.

Q21. Associer les termes de la question précédente aux lettres a, b et c du schéma fonctionnel de la boucle de régulation ci-dessous.



Pour le réglage du régulateur, on envisage une régulation continue avec un correcteur P ou PI.

Q22. Citer l'influence de l'action intégrale.