Pouvoir calorifique de l'éthanol

Données :

- Composition molaire de l'air : 20 % de dioxygène et 80 % de diazote.
- Capacité calorifique massique de l'eau liquide : $c_{p,eau} = 4180 \text{ J/kg/K}$.
- Chaleur latente de vaporisation de l'eau à 40 °C : $L_{vap} = 43340 \text{ J/mol}$.
- L'échangeur de chaleur est isobare ($P^o = 1 \text{ bar}$).
- Masse molaire de l'éthanol : 46 g/mol.
- Pression de vapeur saturante, en pascal, de l'eau en fonction de sa température T exprimée en kelvin :

$$P_{eau}^{sat}(T) = e^{23,1964 - \frac{3816,44}{T-46,13}}$$

- Grandeurs thermodynamiques :

Composé	$\Delta_f H^o$ (J/mol)	C_P (J/mol/K)
Éthanol liquide	-276520	110,5
Dioxygène gazeux	0	29,5
Diazote gazeux	0	29,1
Dioxyde de carbone gazeux	-393500	38,7
Eau vapeur	-241810	37,7

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction [1] de combustion, en présence de dioxygène, d'une mole d'éthanol liquide (C_2H_5OH) en dioxyde de carbone gazeux et en vapeur d'eau.
2. Calculer l'enthalpie standard à 25 °C de la réaction [1].
3. On appelle pouvoir calorifique inférieur (PCI) d'un combustible, la chaleur libérée, à 25 °C et 1 bar, lors de la réaction de combustion quand l'eau est formée à l'état vapeur. Calculer le PCI de l'éthanol exprimé en kJ/kg.

Un brûleur est alimenté à pression constante ($P^o = 1 \text{ bar}$) et à 25 °C par 4 moles d'éthanol liquide et par 100 moles d'air. La réaction de combustion est totale et conduit à la formation de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau.

4. Calculer le nombre de moles de chaque composé dans le mélange sortant du brûleur.
5. Calculer la pression partielle de l'eau dans ce mélange.
6. En considérant que l'intégralité de la chaleur de combustion est reçue par les gaz de combustion, déterminer la température T_1 des gaz sortant du brûleur.

A la sortie du brûleur les gaz circulent dans un échangeur de chaleur d'où ils ressortent à 110 °C et au sein duquel ils cèdent de la chaleur à de l'eau liquide dont la température augmente de 15 °C à 40 °C.

7. Calculer la quantité de chaleur échangée par les gaz de combustion.
8. Calculer la masse d'eau liquide chauffée par les gaz de combustion.