Méthode de résolution d'un exercice portant sur l'étude d'un système ouvert en régime stationnaire

La méthode est exposée dans le cadre de l'étude d'un système qui présenterait une seule entrée et une seule sortie, mais elle est facilement transposable aux cas à multiples entrées et sorties.

1. Ecrire les deux relations fondamentales de conservation pour les systèmes ouverts

Régime stationnaire

- conservation de la masse : $q_{me} + q_{ms} = 0$
- Conservation de l'énergie : $\dot{W} + \dot{Q} + q_{me}\left[\frac{1}{2}v_e^2 + gz_e + h_e\right] + q_{ms}\left[\frac{1}{2}v_s^2 + gz_s + h_s\right] = 0$

2. Utiliser la relation (1) pour factoriser la relation (2)

On obtient donc : $\dot{W} + \dot{Q} + q_{me}\left[\frac{1}{2}v_e^2 + gz_e + h_e\right] - q_{me}\left[\frac{1}{2}v_s^2 + gz_s + h_s\right] = 0$

Puis en factorisant : $\dot{W} + \dot{Q} + q_{me}\left[\underbrace{\left(\frac{1}{2}v_e^2 - \frac{1}{2}v_s^2\right)}_{\text{variation d'énergie cinétique massique}} + \underbrace{(gz_e - gz_s)}_{\text{variation d'énergie potentielle de pesanteur massique}} + \underbrace{(h_e - h_s)}_{\text{variation d'enthalpie massique}}\right] = 0$

3. Exprimer ensuite la variation d'enthalpie massique entre l'entrée et la sortie

On peut montrer que $h_e - h_s = C_p^{mass}(T_e - T_s)$.

L'équation devient : $\dot{W} + \dot{Q} + q_{me}\left[\left(\frac{1}{2}v_e^2 - \frac{1}{2}v_s^2\right) + g(z_e - z_s) + C_p^{mass}(T_e - T_s)\right] = 0$

<u>Remarque</u> : il vaut mieux ne pas noter « h » la différence d'altitude, d'une part pour ne pas confondre avec l'enthalpie massique également notée h, d'autre part parce qu'habituellement on choisit h > 0, ce qui correspond selon les cas à (z_e-z_s) ou (z_s-z_e). En gardant z_e et z_s on évite donc les confusions.

- Il reste à simplifier les termes nuls et à repérer la grandeur inconnue à calculer (souvent T_s).
- Attention, les énergies cinétique et potentielle massiques ne sont pas nulles a priori, ce sont leurs variations qui peuvent être nulles.
- En première année, on considère toujours que la variation d'énergie cinétique est nulle et on obtient alors :

$$\boxed{\dot{W} + \dot{Q} + q_{me}\left[g(z_e - z_s) + C_p^{mass}(T_e - T_s)\right] = 0}$$