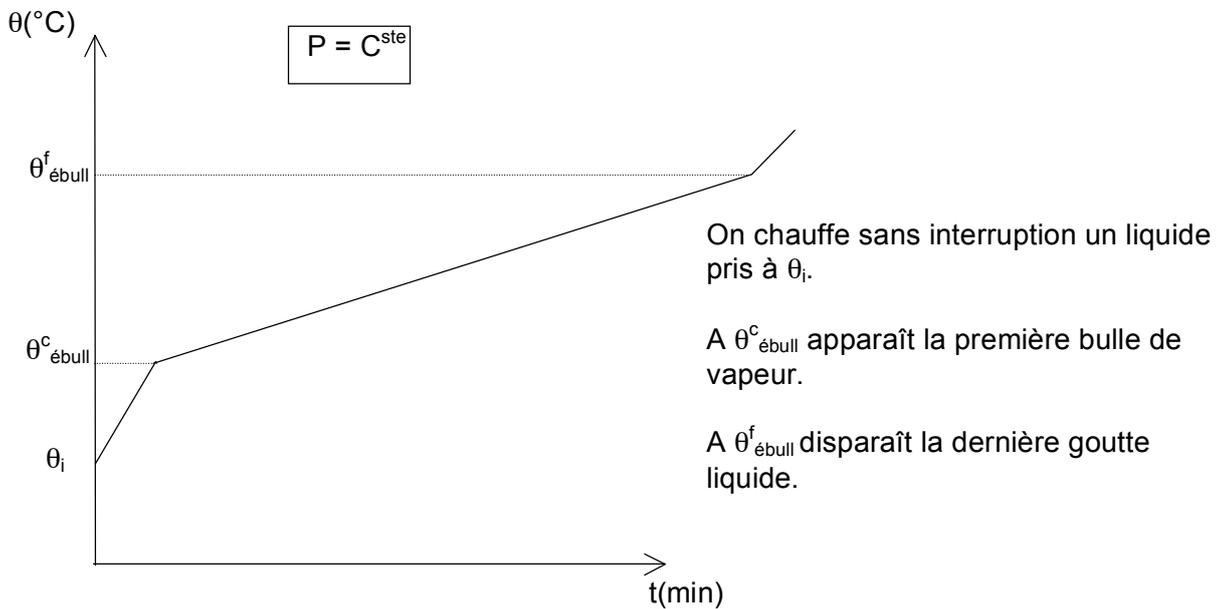


Document 2 : Vaporisation à pression constante d'un mélange A - B de deux constituants miscibles : début et fin d'ébullition.

* Analyse thermique :



L'ébullition a lieu entre $\theta^c_{\text{ébull}}$ et $\theta^f_{\text{ébull}}$.

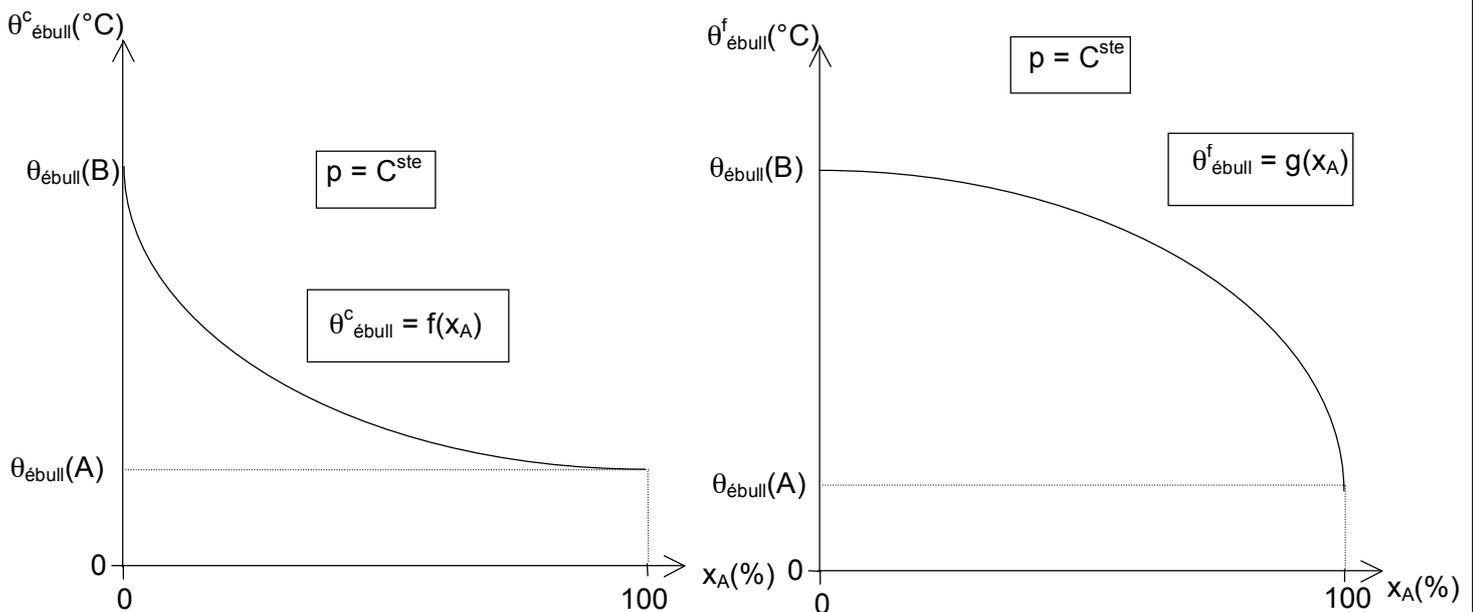
La température d'ébullition n'est pas constante parce que les compositions de la phase liquide et de la phase vapeur évoluent au cours de l'ébullition.

* Courbes "d'ébullition commençante" et "d'ébullition finissante(ou de rosée)" :

$\theta^c_{\text{ébull}}$ et $\theta^f_{\text{ébull}}$ dépendent de la composition du mélange A-B.

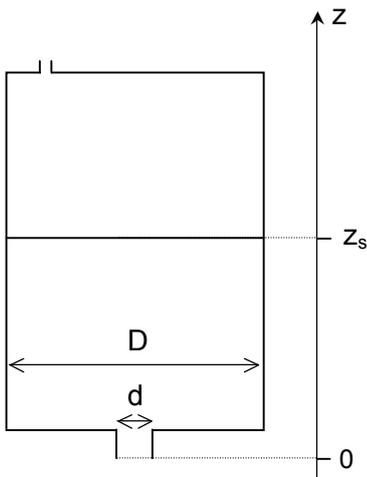
La représentation graphique de $\theta^c_{\text{ébull}} = f(x_A)$ est la courbe d'ébullition commençante.

La représentation graphique de $\theta^f_{\text{ébull}} = g(x_A)$ est la courbe d'ébullition finissante(ou de rosée).



En les superposant on obtient **le diagramme binaire de vaporisation isobare du mélange A-B.**

Document 3 : Débit de vidange d'un réservoir en fonction de la hauteur de liquide



* L'équation de Bernoulli décrivant l'écoulement d'un fluide incompressible entre les points 1 et 2 est :

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{U_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{U_2^2}{2g}$$

avec :

P = pression

z = côte (voir figure ci-contre)

U = vitesse d'écoulement

ρ = masse volumique du fluide

g = intensité de la pesanteur

* Le débit volumique q d'écoulement à travers une canalisation de section S est :

$$q = S U$$

* On peut montrer à partir de cela que le débit de vidange du réservoir R₃ peut s'exprimer par :

$$q = S \sqrt{2 \left(gh + \frac{\Delta P}{\rho} \right)}$$

Avec h = hauteur de liquide dans le réservoir

ΔP = différence de pression entre la surface du liquide et l'ouverture inférieure du réservoir.

⇒ Le débit de vidange augmente avec la hauteur de liquide.

Document 4 : Bilan thermique simplifié d'un échangeur - préchauffeur alimenté par de la vapeur saturante. Température de sortie du mélange.

La vapeur saturante (ou saturée) est de la vapeur juste formée prête à se condenser. Elle se condense en libérant sa chaleur latente de condensation. Sans fuites thermiques, on peut considérer qu'elle cède intégralement cette énergie thermique au fluide "procédé" qu'elle chauffe.

Dans ce cas les flux(puissances) d'échange thermique des deux fluides sont égaux :

$$\Phi_{\text{vap}} = \Phi_{\text{fp}} \quad (1)$$

En évacuant l'eau liquide formée dès sa formation, le flux d'échange de la vapeur est :

$$\Phi_{\text{vap}} = q_{\text{vap}} L_{\text{vap}} \quad (2)$$

avec : q_{vap} = débit massique de la vapeur saturante

L_{vap} = chaleur latente massique de condensation de la vapeur saturante

$$\Phi_{\text{fp}} = q_{\text{fp}} c_{\text{fp}} (\theta_{\text{sortie}} - \theta_{\text{entrée}}) \quad (3)$$

avec : q_{fp} = débit massique du fluide chauffé

c_{fp} = capacité thermique massique du fluide chauffé

θ_{sortie} = température de sortie du fluide chauffé

$\theta_{\text{entrée}}$ = température d'entrée du fluide chauffé

$$(1)(2)(3) \Rightarrow \theta_{\text{sortie}} = \theta_{\text{entrée}} + \frac{q_{\text{vap}} L_{\text{vap}}}{q_{\text{fp}} c_{\text{fp}}}$$

⇒ La température de sortie du mélange augmente avec le débit de vapeur saturante.

Document 5 : Bilan thermique très simplifié de la vaporisation dans l'échangeur - bouilleur alimenté par de la vapeur saturante. Pression des vapeurs en pied de colonne.

La vapeur saturante (ou saturée) est de la vapeur juste formée prête à se condenser. Elle se condense en libérant sa chaleur latente de condensation. Sans fuites thermiques, on peut considérer qu'elle cède intégralement cette énergie thermique au résidu en pied de colonne qu'elle vaporise.

Dans ce cas les énergies thermiques échangées par les deux fluides sont égales :

$$Q_{\text{vap}} = Q_{\text{résidu}} \quad (1)$$

En évacuant l'eau liquide formée dès sa formation, le flux d'échange de la vapeur est :

$$\Phi_{\text{vap}} = q_{\text{vap}} L_{\text{vap}}$$

avec : q_{vap} = débit massique de la vapeur saturante

L_{vap} = chaleur latente massique de condensation de la vapeur saturante

Pour une courte durée d'échange Δt :

$$Q_{\text{vap}} = \Phi_{\text{vap}} \Delta t = q_{\text{vap}} L_{\text{vap}} \Delta t \quad (2)$$

L'échange vaporise une masse $m_{\text{résidu}}$ de résidu $\Rightarrow Q_{\text{résidu}} = m_{\text{résidu}} L_{\text{résidu}} \quad (3)$

avec : $L_{\text{résidu}}$ = chaleur latente massique de vaporisation du résidu

Ainsi sont produites $n_{\text{résidu}}$ moles de vapeurs de résidu : $m_{\text{résidu}} = n_{\text{résidu}} M_{\text{résidu}}$

$$(3) \Rightarrow Q_{\text{résidu}} = n_{\text{résidu}} M_{\text{résidu}} L_{\text{résidu}} \quad (4)$$

$$(2)(4) \Rightarrow n_{\text{résidu}} M_{\text{résidu}} L_{\text{résidu}} = q_{\text{vap}} L_{\text{vap}} \Delta t \quad (5)$$

Si les vapeurs produites se comportent comme un gaz parfait, $n_{\text{résidu}}$ est proportionnel à leur pression P .

$$\Rightarrow n_{\text{résidu}} = kP \quad (6)$$

$$(5)(6) \Rightarrow P = \frac{q_{\text{vap}} L_{\text{vap}} \Delta t}{k M_{\text{résidu}} L_{\text{résidu}}} = \frac{L_{\text{vap}} \Delta t}{k M_{\text{résidu}} L_{\text{résidu}}} q_{\text{vap}}$$

\Rightarrow La pression des vapeurs de résidu augmente avec le débit de vapeur saturante.